

# Экспериментальная оценка влияния низкомолекулярного хитозана на асептический раневой процесс

А. В. Троицкий<sup>1</sup> ✉

Т. Н. Быстрова<sup>2</sup>

Н. Н. Мамонтова<sup>3</sup>

Н. А. Мамонтов<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Федеральное исследовательское учреждение фундаментальной и трансляционной медицины, Новосибирск, Россия, [pharm2008@yandex.ru](mailto:pharm2008@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9407-5377>

<sup>2</sup> Федеральное исследовательское учреждение фундаментальной и трансляционной медицины, Новосибирск, Россия, [tanibi1@rambler.ru](mailto:tanibi1@rambler.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2719-6328>

<sup>3</sup> Инновационные технологии здоровья, Новосибирск, Россия, [3340035@mail.ru](mailto:3340035@mail.ru)

<sup>4</sup> Инновационные технологии здоровья, Новосибирск, Россия, [Riger18@mail.ru](mailto:Riger18@mail.ru)

## Резюме

**Введение.** В настоящее время в пластической хирургии, контурной пластике и инъекционной косметологии широко используются растительные экстракты и лекарственные средства, действие которых направлено на стимуляцию заживления за счет активации фибриллогенеза и процесса эпителизации. Вместе с тем не учитывается синхронизация этих процессов, которая может быть причиной развития рубцовых осложнений за счет избыточного коллагеногенеза. Авторами статьи предложено в качестве биологически активного компонента, влияющего на все звенья репаративной регенерации, использовать в пластической хирургии и контурной пластике низкомолекулярный хитозан.

**Цель работы.** Провести сравнительную морфологическую оценку влияния гидрофильного геля с низкомолекулярным хитозаном и геля, содержащего композицию экстрактов лекарственных растений, на асептический раневой процесс в острой фазе воспаления (1-е сутки после травмы) и регенераторно-пластические процессы заживления (7-е сутки после травмы).

**Материалы и методы.** Исследования выполнены на 30 мышцах-самцах линии ICR. Асептическую рану моделировали под эфирным наркозом, вырезая полнослойный участок кожи с подкожной клетчаткой с площадью не более 50 мм<sup>2</sup>. Затем на раны животным опытной группы наносили ежедневно гель, содержащий 2% гидроксипропилцеллюлозы (гелеобразующий компонент) и 0,1% низкомолекулярного хитозана (20 кДа), а животным контрольной группы – гель, содержащий композицию экстрактов лекарственных растений. Морфологическую оценку острой фазы раневого процесса у животных опытной и контрольной группы проводили через сутки после моделирования раны, а морфологическую оценку регенераторно-пластических процессов у животных опытной и контрольной группы проводили через 7 суток после моделирования раны.

**Результаты.** Сравнительные морфологические исследования показали, что гель с низкомолекулярным хитозаном обладает ярко выраженным противовоспалительным действием в острой фазе раневого процесса и превосходит по противовоспалительному действию гель, содержащий композицию экстрактов лекарственных растений. Также было установлено, что гель с низкомолекулярным хитозаном обладает практически равным с гелем, содержащим композицию экстрактов лекарственных растений, эффектом на динамику изменения площади асептической раны. Однако при использовании геля с низкомолекулярным хитозаном наблюдается полноценный процесс репаративной регенерации в кожной ране с участием тканевых макрофагов, отмечается отсутствие нейтрофильной инфильтрации, что свидетельствует о полном купировании воспалительного процесса. Количество фибробластов, коллагеновых и ретикулиновых волокон синхронизировано с активацией процесса заживления ран, и фактически полностью снимается риск развития фиброзных рубцовых осложнений после травмы кожи.

**Заключение.** Гель с низкомолекулярным хитозаном может быть весьма перспективным средством для лечения асептических ран в инъекционной косметологии, контурной пластике и пластической хирургии для снятия отека и болевой реакции, купирования острого воспаления и профилактики рубцовых осложнений за счет активации физиологических механизмов репаративной регенерации, обусловленных активацией тканевых макрофагов.

**Ключевые слова:** низкомолекулярный хитозан, раневой процесс, регенерация кожи, пластическая хирургия

**Для цитирования:** Троицкий А. В., Быстрова Т. Н., Мамонтова Н. Н., Мамонтов Н. А. Экспериментальная оценка влияния низкомолекулярного хитозана на асептический раневой процесс. Лечащий Врач. 2026; 2 (29): 94-99. <https://doi.org/10.51793/OS.2026.29.2.014>

**Конфликт интересов.** Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

# Experimental evaluation of the effect of low molecular weight chitosan on the aseptic wound process

Aleksander V. Troitskii<sup>1</sup> ✉

Tatyana N. Bystrova<sup>2</sup>

Natalya N. Mamontova<sup>3</sup>

Nikita A. Mamontov<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine, Novosibirsk, Russia, [pharm2008@yandex.ru](mailto:pharm2008@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9407-5377>

<sup>2</sup> Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine, Novosibirsk, Russia, [tanibi1@rambler.ru](mailto:tanibi1@rambler.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2719-6328>

<sup>3</sup> Innovative Technologies of Health, Novosibirsk, Russia, [3340035@mail.ru](mailto:3340035@mail.ru)

<sup>4</sup> Innovative Technologies of Health, Novosibirsk, Russia, [Riger18@mail.ru](mailto:Riger18@mail.ru)

## Abstract

**Background.** Currently, in plastic surgery, contouring and injectable cosmetology, plant extracts and drugs are widely used, the effect of which is aimed at stimulating healing by activating fibrillogenesis and the epithelization process. At the same time, synchronization of these processes is not taken into account, which may cause the development of scar complications due to excessive collagenogenesis. The authors of the article suggest using low-molecular chitosan as a biologically active component affecting all reparative regeneration links in plastic surgery and contour plastic.

**Objective.** To conduct a comparative morphological assessment of the effect of hydrophilic gel with low molecular weight chitosan and gel containing a composition of extracts of medicinal plants on the aseptic wound process in the acute phase of inflammation (1 day after injury) and regenerative-plastic healing processes (7 days after injury).

**Materials and methods.** Studies performed on 30 male ICR mice. The aseptic wound was simulated under ether anesthesia by cutting out a full-layer subcutaneous skin area of no more than 50 mm<sup>2</sup>. A gel containing 2% hydroxypropyl cellulose (gelling agent) and 0.1% low molecular weight chitosan (20 kDa) was then applied daily to the wounds of the test group animals and to the control group gel containing a composition of extracts of medicinal plants animals. Morphological assessment of the acute phase of the wound process in animals of the experimental and control groups was carried out one day after the wound simulation, and morphological assessment of the regenerative-plastic processes in animals of the experimental and control groups was carried out 7 days after the wound simulation.

**Results.** Comparative morphological studies showed that the gel with low molecular weight chitosan has a pronounced anti-inflammatory effect in the acute phase of the wound process and is superior in anti-inflammatory effect to gel containing a composition of extracts of medicinal plants. It was also found that a gel with low molecular weight chitosan has almost the same effect as gel containing a composition of extracts of medicinal plants on the dynamics of the change in the area of the aseptic wound. However, when using a gel with low molecular weight chitosan, a full-fledged process of reparative regeneration in the skin wound with the participation of tissue macrophages is observed, there is no neutrophil infiltration, which indicates a complete relief of the inflammatory process. The number of fibroblasts, collagen and reticulin fibers is synchronized with the activation of the wound healing process and in fact completely removes the risk of developing fibrous scar complications after skin injury.

**Conclusion.** Gel with low molecular weight chitosan can be a very promising agent for the treatment of aseptic wounds, in injectable cosmetology, contouring and plastic surgery to relieve edema, relieve pain, relieve acute inflammation and prevent scar complications by activating physiological mechanisms of reparative regeneration due to the activation of tissue macrophages.

**Keywords:** low molecular weight chitosan, wound process, skin regeneration, plastic surgery

**For citation:** Troitskii A. V., Bystrova T. N., Mamontova N. N., Mamontov N. A. Experimental evaluation of the effect of low molecular weight chitosan on the aseptic wound process. *Lechaschi Vrach.* 2026; 2 (29): 94-99. (In Russ.) <https://doi.org/10.51793/OS.2026.29.2.014>

**Conflict of interests.** Not declared.

**В** настоящее время на фармацевтическом рынке присутствует множество самых разных ранозаживляющих средств – от синтетических соединений, например декспантенола, до различных биологически активных соединений растительного и животного происхождения. Все они позиционируются как средства, сокращающие сроки заживления ран, которые дополнительно обладают противовоспалительными и антимикробными свойствами. Однако такой подход не соответствует патофизиологическим механизмам раневого процесса, особенно если это касается чистых ран без развития гнойно-воспалительных осложнений.

При гнойно-воспалительных процессах механизм заживления ран тесно связан с подавлением патогенной микрофлоры, которая задерживает репаративно-регенераторные процессы в ране. После подавления такой микрофлоры заживление ран происходит вторичным натяжением. При чистых ранах, например, после хирургических вмешательств, заживление идет первичным натяжением. Именно этот вид заживления ран имеет ключевое значение в инъекционной косметологии, контурной пластике и пластической хирургии. Доминирующий арсенал существующих ранозаживляющих средств направлен на лечение инфицированных ран, в то время как средств для лечения асептиче-

ских ран вследствие хирургических вмешательств, особенно в инъекционной косметологии, контурной пластике и пластической хирургии, весьма мало. Это связано с тем, что при поверхностном нарушении кожных покровов в асептических условиях основными критериями биологической активности являются морфологические аспекты заживления. В частности, стимуляция сокращения раневой поверхности таких ран может быть связана с избыточным синтезом коллагена за счет активации фибробластов, которая ведет к формированию рубцовой ткани и неполноценной регенерации.

Кроме того, при асептических травмах, например, в инъекционной косметологии, контурной пластике и пластической хирургии, помимо стимуляции регенераторно-пластических процессов не менее важно противовоспалительное действие, которое снимает отечность тканей и болевую реакцию. Существующие гомеопатические и растительные средства, например Traumeel Cosmo Gel, хотя и широко применяются в инъекционной косметологии, контурной пластике и пластической хирургии, не имеют однозначной доказательной базы, подтверждающей их положительное воздействие на ключевые патофизиологические механизмы процесса заживления в асептических ранах [1-7].

Перспективными ранозаживляющими средствами, которые теоретически могут воздействовать на все ключевые патофизиологические звенья раневого процесса, являются хитозан и его производные, однако у них также отсутствуют объективные морфологические данные, доказывающие их положительное влияние на механизм пластической регенерации. В основном производные хитозана в настоящее время используются в качестве ранозаживляющих средств в травматологии, гинекологии, общей хирургии, а также при изготовлении перевязочных средств [8-15]. Их эффективность очевидна, однако сравнительных исследований со средствами, применяемыми в инъекционной косметологии, контурной пластике и пластической хирургии, в настоящее время нет.

Целью данного исследования была сравнительная морфологическая оценка влияния гидрофильного геля с низкомолекулярным хитозаном и Traumeel Cosmo Gel на асептический раневой процесс в острой фазе воспаления (первые сутки после травмы) и регенераторно-пластические процессы заживления (седьмые сутки после травмы).

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

*Серия экспериментов I. Сравнительная оценка влияния тестируемых средств на регенераторно-пластические процессы (седьмые сутки после травмы)*

Эксперимент проведен на 20 мышах – самцах линии ICR. В начале эксперимента мышей разбили на две группы – опытную (О) и контрольную (К) по 10 особей в каждой. Мышам в пояснично-крестцовой области сбрасывали шерсть и вырезали полнослойный участок кожи с подкожной клетчаткой площадью не более 50 мм<sup>2</sup>. Сразу после нанесения травмы у каждого животного измеряли площадь раны в программе Corel Draw 13 и наносили тестируемые средства: в опытной группе – гидрогель с низкомолекулярным хитозаном, а в контрольной группе – Traumeel Cosmo Gel. Затем тестируемые средства наносили ежедневно в течение 7 дней, измеряя площадь ран на вторые и седьмые сутки. После измерения площади ран на седьмые сутки всех животных забивали передозировкой эфирного наркоза, иссекали кожу в области раны и образцы фиксировали для последующей морфологической оценки.

*Серия экспериментов II. Сравнительная оценка влияния тестируемых средств на асептический раневой процесс в острой фазе воспаления (первые сутки после травмы)*

Эксперимент проведен на 10 мышах – самцах линии ICR. В начале эксперимента мышей разбили на две группы – опытную (О) и контрольную (К) по 5 особей в каждой. Мышам в пояснично-крестцовой области сбрасывали шерсть и делали линейный разрез кожи с подкожной клетчаткой длиной 1 см с сепарацией фасции вокруг раны. Сразу после нанесения травмы и через 6 часов наносили тестируемые средства: в опытной группе – гидрогель с низкомолекулярным хитозаном, а в контрольной группе – Traumeel Cosmo Gel. Через сутки всех животных забивали передозировкой эфирного наркоза, иссекали кожу в области раны и образцы фиксировали в формалине (10%) для последующей морфологической оценки.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Результаты исследования представлены в табл. 1-3 и на рис. 1-3.

Объемная плотность зоны отека между кератиноцитами (спонгиоз) была выше в группе контроля, лейкоцитарная инфильтрация и экстравазация эритроцитов – в группе контроля.

В материале из кожи контрольной группы по сравнению с опытной группой толщина эпидермиса по краям раны была значительно меньше. В материале из кожи контрольной группы по сравнению с опытной группой зернистый слой вообще отсутствовал или был слабо выражен. Роговой слой или отсутствовал, или был с участками паракератоза. В материале из кожи контрольной группы по сравнению

Таблица 1. Оценка влияния низкомолекулярного хитозанового геля (опыт) и Traumeel Cosmo Gel (контроль) на динамику изменения площади раны [16] / Evaluation of the effect of low-molecular-weight chitosan gel (Experiment) and Traumeel Cosmo Gel (Control) on the dynamics of wound area changes [16]

Время после нанесения раны	Опыт		Контроль	
	Средняя площадь раны, мм <sup>2</sup> , (M ± SE)	Площадь раны, %, (M ± SE)	Средняя площадь раны, мм <sup>2</sup> , (M ± SE)	Площадь раны, %, (M ± SE)
1 день	27,5458 ± 7,7	100	43,84719 ± 11,9	100
3 дня	11,52599 ± 3,4	44,2 ± 19	16,38431 ± 3,6	38,8 ± 9,3
7 дней	5,12977 ± 1,5	19,2 ± 5,8	5,28551 ± 1,7	13,11 ± 7,9

Таблица 2. Сравнительная оценка влияния геля с низкомолекулярным хитозаном (опыт) и Traumeel Cosmo Gel (контроль) на показатели острой фазы раневого процесса [16] / Comparative assessment of the effect of gel with low-molecular-weight chitosan (Experiment) and Traumeel Cosmo Gel (Control) on indicators of the acute phase of the wound process [16]

Показатель (M ± SE)	Контроль	Опыт
Спонгиоз, Vv	32,92 ± 1,50	22,27 ± 1,30
Лейкоцитарная инфильтрация, Vv	72,00 ± 3,93	50,07 ± 3,32
Эритроцит-экстравазация, Vv	37,33 ± 2,00	22,73 ± 2,55

Таблица 3. Сравнительная оценка влияния геля с низкомолекулярным хитозаном (опыт) и Traumeel Cosmo Gel (контроль) на показатели репаративно-регенераторных процессов при асептической травме [16] / Comparative assessment of the effect of gel with low-molecular-weight chitosan (Experiment) and Traumeel Cosmo Gel (Control) on the indicators of reparative-regenerative processes in aseptic trauma [16]

Показатель (M ± SE)	Контроль	Опыт
По краям раны, мкм	76,82 ± 5,13	120,91 ± 5,41
Фибробласты, численная плотность (на 100 мкм <sup>2</sup> )	24,20 ± 1,36	13,80 ± 1,08
Ретикулин волокна, Vv	28,30 ± 2,09	17,40 ± 1,54
Нейтрофилы, численная плотность (на 100 мкм <sup>2</sup> )	46,10 ± 3,48	0
Макрофаги, численная плотность (на 100 мкм <sup>2</sup> )	27,50 ± 2,05	40,70 ± 3,88
Коллаген I типа, Vv	58,00 ± 3,87	25,80 ± 2,16
Объем волосяных фолликулов на периферии раны	235,00 ± 12,95	293,82 ± 25,61

с опытной группой в области раны было значительно увеличено количество фибробластов, что свидетельствует об активном воспалении, а также является причиной выработки большого количества дезорганизованного коллагена. В материале из кожи контрольной группы по сравнению с опытной группой в области раны обнаружено большое количество грануляционной ткани, волокна короткие, фрагментированные, расположены хаотично. Также определяются утолщенные гиалинизированные пучки коллагена. У части животных имеются признаки формирующейся хронической раны. В опытной группе общий объем грануляционной ткани меньше, волокна расположены упорядоченно, параллельно, их толщина равномерная. В материале из кожи контрольной группы по сравнению с опытной группой в области раны присутствует большое количество нейтрофилов, что говорит об остром процессе воспаления. Также определяется тканевая детрит на поверхности раны. В опытной группе у всех животных рана эпителизирована, нейтрофилы отсутствуют. В материале из кожи контрольной группы, по сравнению с опытной группой, в области раны большое количество хаотично расположенных коллагеновых волокон, что может обуславливать в дальнейшем формирование келоидного рубца. На периферии раны в опытной группе

у волосяных фолликулов зафиксирован больший объем камбиальной зоны роста волоса.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, сравнительные морфологические исследования показали, что гель с низкомолекулярным хитозаном обладает ярко выраженным противовоспалительным действием в острой фазе раневого процесса и превосходит по противовоспалительному действию Traumeel Cosmo Gel. Противовоспалительное действие низкомолекулярного хитозана опосредовано через стабилизацию сосудистой проницаемости при травме кожи, уменьшение лейкоцитарной инфильтрации и межклеточного отека. Все эти параметры однозначно указывают на перспективность гелевых форм низкомолекулярного хитозана в инъекционной косметологии, контурной пластике и пластической хирургии для снятия постпроцедурной острой воспалительной реакции, эффективного купирования болевого и отека компонента.

Также было установлено, что гель с низкомолекулярным хитозаном обладает практически равным с Traumeel Cosmo Gel воздействием на динамику изменения площади асептической раны. Однако применение Traumeel Cosmo Gel по результатам морфометрической оценки связано с неполноценным процессом репаративной регенерации, так как избыточная стимуляция фибриллогенеза, дезорганизация грануляционной ткани и нейтрофильная инфильтрация свидетельствуют об активации воспалительного процесса и фиброзной дисплазии соединительной ткани, что в конечном счете создает условия для рубцовых осложнений несмотря на видимое сокращение площади раны.

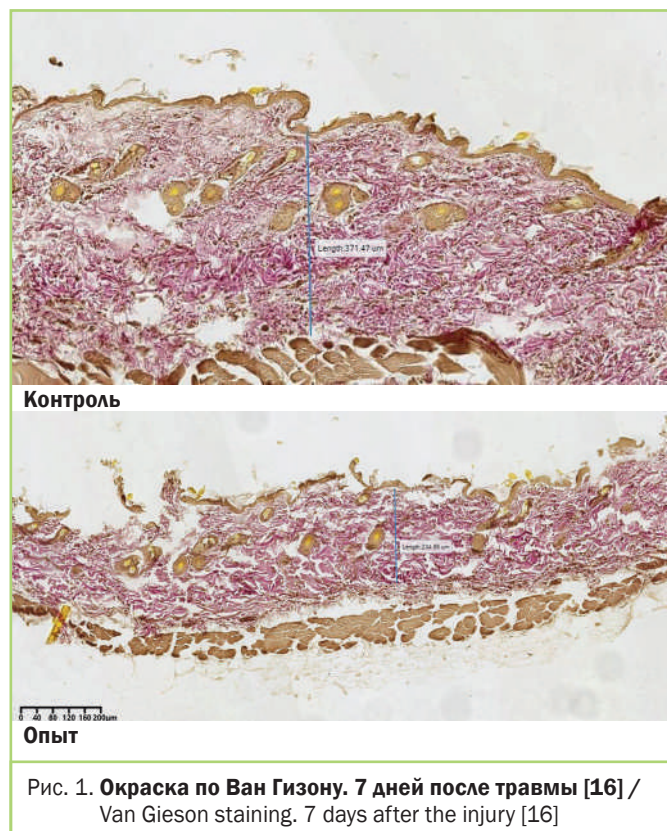
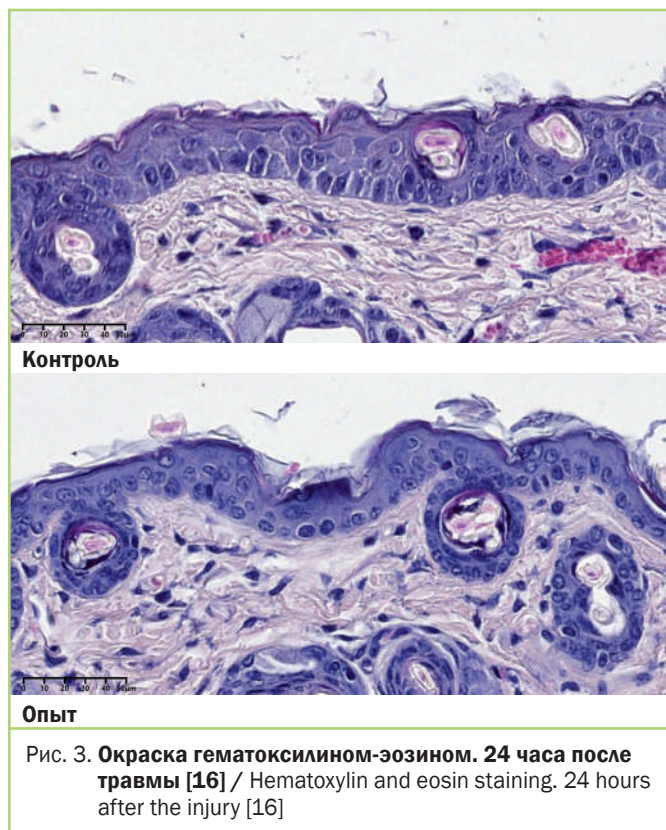
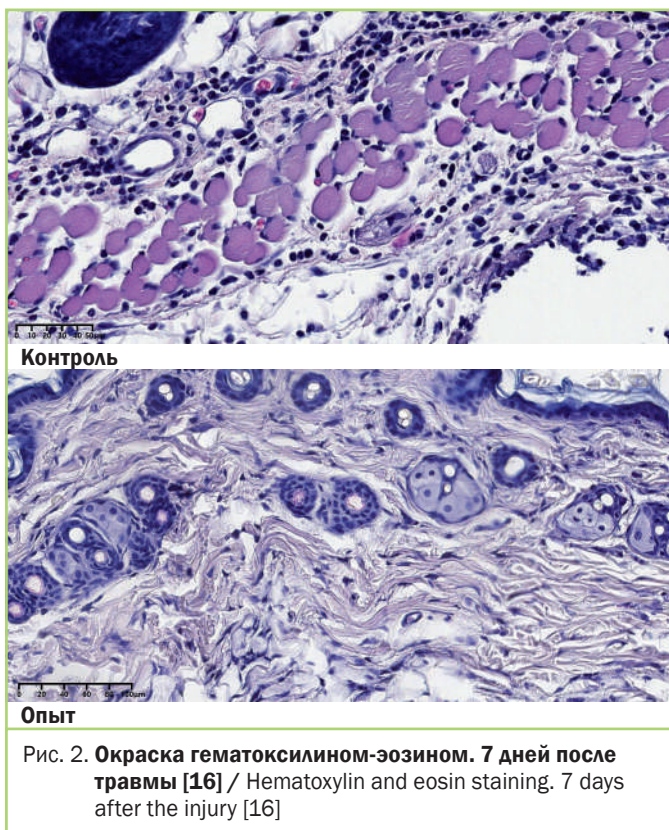


Рис. 1. Окраска по Ван Гизону. 7 дней после травмы [16] / Van Gieson staining. 7 days after the injury [16]



При использовании геля с низкомолекулярным хитозаном наблюдается полноценный процесс репаративной регенерации в кожной ране с участием тканевых макрофагов, отмечается отсутствие нейтрофильной инфильтрации, что свидетельствует о полном купировании воспалительного процесса. Количество фибробластов, коллагеновых и ретикулярных волокон синхронизировано с активацией процесса заживления ран, и фактически полностью снимается риск развития фиброзных рубцовых осложнений после травмы кожи. Дополнительным фактором, подтверждающим это, является более высокая толщина эпидермиса и камбиальной зоны волосяных фолликулов по краям раны при использовании геля низкомолекулярного хитозана в сравнении с Traumeel Cosmo Gel.

### Выводы

В целом полученные данные позволяют оценить гель с низкомолекулярным хитозаном как весьма перспективное средство для лечения асептических ран как в острой фазе, так и при регенераторно-пластических процессах заживления. Такой эффект представляется особенно ценным в инъекционной косметологии, контурной пластике и пластической хирургии при снятии постпроцедурного отека, болевой реакции, купировании острого воспаления и профилактике рубцовых осложнений за счет активации физиологических механизмов репаративной регенерации, обусловленных активацией тканевых макрофагов. **ЛВ**

### Вклад авторов:

Авторы внесли равный вклад на всех этапах работы и написания статьи.

### Contribution of authors:

All authors contributed equally to this work and writing of the article at all stages.

### Литература/References

1. *Schneider C., Klein P., Stolt P., Oberbaum M.* A homeopathic ointment preparation compared with 1% diclofenac gel for acute symptomatic treatment of tendinopathy. *Explore (NY)*. 2005; 1 (6): 446-452. DOI: 10.1016/j.explore.2005.08.010.
2. *Schneider C., Schneider B., Hanisch J., van Haselen R.* The role of a homeopathic preparation compared with conventional therapy in the treatment of injuries: an observational cohort study. *Complement Ther Med*. 2008; 16 (1): 22-27. DOI: 10.1016/j.ctim.2007.04.004.
3. *Gonzalez de Vega C., Gonzalez J.* A randomized, controlled, multicenter study on the effectiveness of Traumeel (ointment and gel) in terms of pain reduction and function improvement compared with diclofenac gel in acute ankle sprain. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 2014; 71 (Suppl 3): 615-615. DOI: 10.1136/annrheumdis-2012-eular.3369.
4. *Jordan P. M., van Goethem E., Müller A. M., Hemmer K., Gavioli V., Baillif V., Burmeister Y., Krömmelbein N., Dubourdeau M., Seilheimer B., Werz O.* The Natural Combination Medicine Traumeel (Tr14) Improves Resolution of Inflammation by Promoting the Biosynthesis of Specialized Pro-Resolving Mediators. *Pharmaceuticals (Basel)*. 2021; 14 (11): 1123. DOI: 10.3390/ph14111123. PMID: 34832905; PMCID: PMC8623904.
5. *Zhang H., Shao L., Wang L., Gao Y., Cui W., Chu D., Zhang Y.* Chitosan combined with intrauterine device prevents intrauterine adhesions after hysteroscopic adhesiolysis: A target trial emulation study. *J Obstet Gynaecol*

- Res. 2023; 49 (6): 1571-1578. DOI: 10.1111/jog.15629. Epub 2023 Mar 4. PMID: 36869641.
6. Altinel Y., Chung S. S., Okay G., Uğraş N., Işık A. F., Öztürk E., Özgüç H. Effect of chitosan coating on surgical sutures to strengthen the colonic anastomosis. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2018; 24 (5): 405-411. DOI: 10.5505/tjtes.2018.59280. PMID: 30394492.
  7. Lv C., Dai H., Xing X., Zhang J. The systematic effects of chitosan on fibroblasts derived from hypertrophic scars and keloids. *Indian J Dermatol Venereol Leprol.* 2012; 78 (4): 520. DOI: 10.4103/0378-6323.98098. PMID: 22772638.
  8. Zhu L., Peng L., Zhang Y. Q. The processing of chitosan and its derivatives and their application for postoperative anti-adhesion. *Mini Rev Med Chem.* 2015; 15 (4): 330-337. DOI: 10.2174/1389557515666150227110547. PMID: 25723456.
  9. Yi Z., Luo X., Zhao L. Research Advances in Chitosan Oligosaccharides: From Multiple Biological Activities to Clinical Applications. *Curr Med Chem.* 2020; 27 (30): 5037-5055. DOI: 10.2174/0929867326666190712180147. PMID: 31309881.
  10. Park J. U., Song E. H., Jeong S. H., Song J., Kim H. E., Kim S. Chitosan-Based Dressing Materials for Problematic Wound Management. *Adv Exp Med Biol.* 2018; 1077: 527-537. DOI: 10.1007/978-981-13-0947-2\_28. PMID: 30357707.
  11. Peng W., Li D., Dai K., Wang Y., Song P., Li H., Tang P., Zhang Z., Li Z., Zhou Y., Zhou C. Recent progress of collagen, chitosan, alginate and other hydrogels in skin repair and wound dressing applications. *Int J Biol Macromol.* 2022; 208: 400-408. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2022.03.002. Epub 2022 Mar 3. PMID: 35248609.
  12. Xiang W., Cao H., Tao H., Jin L., Luo Y., Tao F., Jiang T. Applications of chitosan-based biomaterials: From preparation to spinal cord injury neuroprosthetic treatment. *Int J Biol Macromol.* 2023; 230: 123447. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2023.123447. Epub 2023 Jan 26. PMID: 36708903.
  13. Cui R., Lu Q., Teng Y., Li K., Li N. Chitosan Promoted the Corneal Epithelial Wound Healing via Activation of ERK Pathway. *Curr Eye Res.* 2017; 42 (1): 21-27. DOI: 10.3109/02713683.2016.1145235. Epub 2016 Jun 3. PMID: 27259381.
  14. Singh R., Shitiz K., Singh A. Chitin and chitosan: biopolymers for wound management. *Int Wound J.* 2017; 14 (6): 1276-1289. DOI: 10.1111/iwj.12797. Epub 2017 Aug 10. PMID: 28799228; PMCID: PMC7949833.
  15. Hu J., Lin Y., Cui C., Zhang F., Su T., Guo K., Chen T. Clinical efficacy of wet dressing combined with chitosan wound dressing in the treatment of deep second-degree burn wounds: A prospective, randomised, single-blind, positive control clinical trial. *Int Wound J.* 2023; 20 (3): 699-705. DOI: 10.1111/iwj.13911. Epub 2022 Aug 3. PMID: 35922093; PMCID: PMC9927885.
  16. Troitsky A. V., et al. Experimental Evaluation of the Effect of Low Molecular Weight Chitosan on the Aseptic Wound Process. *Acta Scientific Medical Sciences.* 2025; 9.7: 14-19

#### Сведения об авторах:

**Троицкий Александр Васильевич**, к.м.н., ведущий научный сотрудник, руководитель лаборатории биосовместимых

наночастиц, наноматериалов и средств адресной доставки Научно-исследовательского института экспериментальной и клинической медицины, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины»; Россия, 630060, Новосибирск, ул. Тимакова, 2; pharm2008@yandex.ru  
**Быстрова Татьяна Николаевна**, научный сотрудник лаборатории биосовместимых наночастиц, наноматериалов и средств адресной доставки Научно-исследовательского Института экспериментальной и клинической медицины, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины»; Россия, 630060, Новосибирск, ул. Тимакова, 2; tanibi1@rambler.ru

**Мамонтова Наталья Николаевна**, научный сотрудник, Общество с ограниченной ответственностью «Инновационные технологии здоровья»; Россия, 630007, Новосибирск, ул. Фабричная, 55, офис 813; 3340035@mail.ru

**Мамонтов Никита Андреевич**, научный сотрудник, Общество с ограниченной ответственностью «Инновационные технологии здоровья»; Россия, 630007, Новосибирск, ул. Фабричная, 55, офис 813; Riger18@mail.ru

#### Information about the authors:

**Aleksander V. Troitskii**, *Cand. of Sci. (Med.)*, *Leading Researcher*, *Head of the Laboratory of Biocompatible Nanoparticles, Nanomaterials and Targeted Delivery Facilities at the Research Institute of Experimental and Clinical Medicine, Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine*; 2 Timakova str., Novosibirsk, 630060, Russia; pharm2008@yandex.ru

**Tatyana N. Bystrova**, *Researcher of the Laboratory of Biocompatible Nanoparticles, Nanomaterials, and Targeted Delivery Systems, Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine*; 2 Timakova str., Novosibirsk, 630060, Russia; tanibi1@rambler.ru

**Natalya N. Mamontova**, *Researcher, Innovative Technologies of Health Limited Liability Company*; 55 of. 813 Fabrichnaya str., Novosibirsk, 630007, Russia; 3340035@mail.ru

**Nikita A. Mamontov**, *Researcher, Innovative Technologies of Health Limited Liability Company*; 55 of. 813 Fabrichnaya str., Novosibirsk, 630007, Russia; Riger18@mail.ru

Поступила/Received 05.11.2025

Поступила после рецензирования/Revised 18.12.2025

Принята в печать/Accepted 20.12.2025