



Структурные особенности новых образцов многокомпонентных губчатых кровоостанавливающих средств

©В.А. Липатов¹, С.В. Лазаренко¹, Д.А. Северинов^{1*}, А.А. Денисов¹, Т.Н. Кудрявцева²,
А.В. Сычев², Т.К. Кулабухова¹

¹ Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия

² Курский государственный университет, Курск, Россия

* Д.А. Северинов, Курский государственный медицинский университет, 305041, Курск, ул. К. Маркса, 3,
dmitriy.severinov.93@mail.ru

Поступила в редакцию 11 февраля 2025 г. Исправлена 26 марта 2025 г. Принята к печати 1 апреля 2025 г.

Резюме

Введение: Остановка кровотечения из паренхиматозных органов брюшной полости в настоящее время остается актуальной проблемой абдоминальной хирургии. Эффективный гемостаз в современной операционной достигается посредством применения различных локальных кровоостанавливающих средств, зачастую представляющих собой многокомпонентную систему.

Цель: Исследовать структурные особенности новых образцов многокомпонентных губчатых кровоостанавливающих средств.

Материалы и методы: В качестве материалов исследования использовали образцы новых губчатых кровоостанавливающих средств (на основе морского коллагена, в разных соотношениях по массе с натриевой солью карбоксиметилцеллюлозы (15/85, 25/75, 50/50), разработанных коллективом авторов, в сравнении с используемыми в клинической практике МКС (всего 7 групп исследования). Все образцы изучались в проходящем свете с микрофотопротоколированием и последующей морфометрией. Растровая микроскопия проводилась на сканирующем электронном микроскопе. Измерялась толщина волокон (мкм), площадь пор (мм²).

Результаты: При оценке площади пор исследуемых образцов наиболее высокие значения выявлены в группе с использованием образцов, разработанных авторами (с наименьшим содержанием морского коллагена – 15%), что выше, чем в группах с уже внедренными в клиническую практику материалами (в 1,5 раза – в группах 4 и 7, в 2,7 раза – в группе 6). В случае исследования толщины волокон образцов обнаружено, что наибольшие значения данного показателя обнаружены в группе 3 (равное соотношение Na-КМЦ и морского коллагена).

Выводы: Оптимальным соотношением коллагена и Na-КМЦ в губчатых кровоостанавливающих средствах, по нашему мнению, является их равное количество, что приводит к достаточной пористости и оптимальной толщине волокон. Указанные особенности структуры образца показали его высокую эффективность в эксперименте на лабораторных животных.

Ключевые слова: травма печени, гемостатические губки, полимеры, эксперимент, кровотечение, коллаген

Цитировать: Липатов В.А., Лазаренко С.В., Северинов Д.А. и др. Структурные особенности новых образцов многокомпонентных губчатых кровоостанавливающих средств. *Инновационная медицина Кубани*. 2025;10(2):72–77. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2025-10-2-72-77>

Structural Characteristics of Novel Composite Hemostatic Sponges

©Viacheslav A. Lipatov¹, Sergey V. Lazarenko¹, Dmitriy A. Severinov^{1*}, Artyom A. Denisov¹,
Tatyana N. Kudryavtseva², Alexander V. Sychev², Tatyana N. Kulabukhova¹

¹ Kursk State Medical University, Kursk, Russian Federation

² Kursk State University, Kursk, Russian Federation

* Dmitriy A. Severinov, Kursk State Medical University, ulitsa K. Marksa 3, Kursk, 305041, Russian Federation,
dmitriy.severinov.93@mail.ru

Received: February 11, 2025. Received in revised form: March 26, 2025. Accepted: April 1, 2025.

Abstract

Introduction: Hemostasis in parenchymal organs remains an issue in abdominal surgery. Effective hemostasis in modern operating rooms is achieved by various local hemostatic agents, which are often composite.

Objective: To investigate structural characteristics of novel composite hemostatic sponges.

Materials and methods: We compared samples of novel hemostatic sponges (with different weight ratios [15:85, 25:75, and 50:50] of marine collagen to sodium carboxymethylcellulose [Na-CMC]) developed by our team with local hemostatic agents used in clinical



practice. There was a total of 7 study groups. All the samples were studied in transmitted light and underwent microphotography with subsequent morphometry. We performed scanning electron microscopy and measured fiber thickness (μm) and pore area (mm^2).

Results: The largest pore areas were found in the group of samples developed by our team (with the lowest content of marine collagen, 15%), which was higher than in groups with sponges already introduced into clinical practice (1.5 times higher compared with groups 4 and 7 and 2.7 times higher than in group 6). In terms of fiber thickness, the highest values were observed in group 3 (Na-CMC/marine collagen ratio of 50:50).

Conclusions: The optimal ratio of collagen/Na-CMC in hemostatic sponges is 50:50, resulting in sufficient porosity and fiber thickness. Owing to these structural characteristics the sample demonstrated its high efficacy in animal studies.

Keywords: liver injury, hemostatic sponges, polymers, experiment, hemorrhage, collagen

Cite this article as: Lipatov VA, Lazarenko SV, Severinov DA, et al. Structural characteristics of novel composite hemostatic sponges. *Innovative Medicine of Kuban*. 2025;10(2):72–77. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2025-10-2-72-77>

Введение

Остановка кровотечения при травме parenхиматозных органов как брюшной полости (печень, селезенка), так и забрюшинного пространства (почки) остается до конца нерешенной проблемой современной хирургии и урологии [1]. Травмы, которые приводят к развитию кровотечения, могут возникать в повседневной жизни, например, при дорожно-транспортных происшествиях, занятиях спортом, несчастных случаях на производстве, а также при ранениях, полученных на поле боя в ходе военных конфликтов [2]. При этом среди гражданского населения при травмах живота кровотечение примерно в 80% случаев является ведущей причиной смерти. По данным зарубежных авторов, за последние 150 лет смертность солдат на поле боя составила около 20%, из которых половина случаев обусловлена массивной кровопотерей [3]. Поэтому разработка новых методов, инструментов и материалов для остановки кровотечения является перспективным направлением биомедицинских исследований [4].

Современные тенденции эффективного гемостаза основываются на принципах минимальной инвазивной хирургии и консервативного ведения пациентов при стабильных показателях [5]. А в случаях, когда оперативное вмешательство необходимо, ключевым является максимальное сохранение органа и его функции путем аппликации местных кровоостанавливающих средств (МКС) [6]. Среди всей массы МКС изделия на основе целлюлозы представляют важный класс биосовместимых и резорбируемых средств, которые представляют особый интерес в виду ряда их позитивных характеристик, обусловленных, в первую очередь, основой МКС [7]. В последние десятилетия МКС на основе целлюлозы широко применяются в различных хирургических специальностях (травматология, урология, абдоминальная хирургия, гинекология и пр.) при остановке кровотечения [8]. Такие МКС успешно конкурируют также с давно известными изделиями на основе коллагена (такими, как Tachocomb) [9]. Однако наибольший интерес представляют многокомпонентные МКС, в состав которых входят разные полимеры. В связи с этим настоящее исследование посвящено изучению новых образцов МКС из натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (Na-KMЦ) и коллагена глубоководного кальмара.

Цель

Исследовать структурные особенности новых образцов многокомпонентных губчатых кровоостанавливающих средств.

Материалы и методы

В качестве материалов исследования использовали образцы новых губчатых полимерных кровоостанавливающих средств (ГПКС) («Губка кровоостанавливающая комбинированная», заявка на патент РФ № 2023123284 от 07.09.2023 г.), характеристика которых представлена ниже (табл. 1) (группы исследования), а также используемых в клинической практике кровоостанавливающих средств (группы сравнения).

Все образцы изучались в проходящем свете и при одинаковом во всех случаях боковом освещении с микрофотопротоколированием и последующей морфометрией. Растровая микроскопия проводилась на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Quanta 650 FEG (FEI Company, США) со следующими параметрами: ускоряющее напряжение пучка (high voltage, HV) 6,0 kV, размер пучка – 3,0, изображения всех образцов были получены в режиме вторичных электронов (secondary electrons, SE). Было выполнено 70 исследований (по 10 в каждой группе) при каждом из указанных вариантов микроскопии. На полученных фотографиях образцов измеряли толщину волокон (мкм), площадь пор (mm^2).

Определяли такие показатели описательной статистики как медиана (Me), 25%-й и 75%-й квартили – [25; 75]. Ввиду небольших размеров выборки в экспериментальных группах исследования ($n < 30$) и отличающегося от нормального распределения признака при выполнении расчетов было принято решение об использовании в качестве основной методики определения уровня статистической значимости отличий непараметрического критерия Краскала-Уоллиса. При оценке существенности отличий считали допустимой для экспериментальных медико-биологических исследований ошибку 5% (уровень $p \leq 0,05$). Статистический анализ проводили с помощью программы Statistica 10 (StatSoft, США).

Таблица 1
Характеристика исследуемых материалов и групп исследования
Table 1
Characteristics of the study materials and groups

№	Название	Производитель	Состав
1	Na-КМЦ + коллаген (85/15)	Лаборатория экспериментальной хирургии и онкологии НИИ ЭМ КГМУ, г. Курск, Россия ООО «АС РС», г. Калининград, Россия	3%-я суспензия коллагена глубоководного кальмара, 1%-й гель натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы, Соотношение: коллаген/Na-КМЦ, равное в % масс. 15/85
2	Na-КМЦ + коллаген (75/25)		3%-я суспензия коллагена глубоководного кальмара, 1%-й гель натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы, Соотношение: коллаген/Na-КМЦ, равное в % масс. 25/75
3	Na-КМЦ + коллаген (50/50)		3%-я суспензия коллагена глубоководного кальмара, 1%-й гель натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы, Соотношение: коллаген/Na-КМЦ, равное в % масс. 50/50
4	Na-КМЦ		1%-й гель натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы
5	Губка коллагеновая гемостатическая (ГКГ)	ООО «Лужский завод «Белкозин», Россия	коллаген, нитрофура, борная кислота
6	Средство кровоостанавливающее Surgicel Fibrillar	Johnson & Johnson, США	семислойный гемостатический материал на нетканой основе оксидированной и регенерированной целлюлозы
7	Tachocomb	Takeda, Австрия	коллаген из сухожилий лошади; рибофлавин; лиофилизированный фибриноген человека; тромбин; апротинин

Результаты и обсуждение

В большинстве случаев изученные образцы представляют собой пористую (губчатую) структуру, состоящую из хаотично распределенных волокон и воздушных микрополостей (рис. 1, 2). Некоторые образцы имеют тенденцию к формированию волокнистых тяжей. Средство кровоостанавливающее Surgicel Fibrillar представляет собой многослойную вязаную структуру, состоящую из полифиламентных волокон. Монолитная неравномерно бугристая поверхность пластины кровоостанавливающей Tachocomb имеет желтый цвет и хаотично распределенные поры, которые обнаруживаются уже при световой микроскопии, а коллагенсодержащий губчатый слой представляет собой мелковолоконистую структуру, состоящую из хаотично распределенных волокон.

При оценке площади пор исследуемых образцов наиболее высокие значения выявлены в группе 1 (разработанные авторами ГПКС с наименьшим содержанием морского коллагена – 15%), что в 1,5 выше, чем в группе 2 и в 2,7 раза выше, чем в группе 3, в 1,2 раза выше, чем в группе 4 и 7, в 1,3 раз выше, чем в группе 5 и в 2,7 раза выше, чем в группе 6 (табл. 2). В случае сравнения толщины волокон образцов обнаружено, что наибольшие значения данного показателя имеются в группе 3 (ГПКС на основе натриевой соли КМЦ в равном соотношении с коллагеном) – в 2 раз выше, чем в группе 1, в 2,6 раз выше, чем в группе 2, в 1,4 раза выше, чем в группе 4, и в 1,9 раз выше, чем в группе 5, в 2,3 раза выше, чем в группе 6 и в 2 раза выше, чем в группе 7.

Таблица 2
Структурные характеристики исследуемых образцов, Me[25;75]
Table 2
Structural characteristics of the study samples, Me[25; 75]

№	Название группы	Толщина волокон, мкм	Площадь пор, мм ²
1	Na-КМЦ + коллаген 15%	22,35 [18,58; 25,5]	1,22 [0,92; 1,56]
2	Na-КМЦ + коллаген 25%	16,6 [15,28; 18,88]	0,84 [0,79; 0,93]
3	Na-КМЦ + коллаген 50%	42,5 [34,25; 54,75]	0,45 [0,4; 0,57]
4	Na-КМЦ	31,5 [27,25; 37,45]	1,05 [0,83; 1,13]
5	ГКГ	22,7 [18,63; 26,8]	0,97 [0,81; 1,14]
6	Surgicel Fibrillar	18,6 [17,28; 23,08]	0,46 [0,28; 0,56]
7	Tachocomb	20,35 [19,55; 21,63]	0,98 [0,92; 1,03]

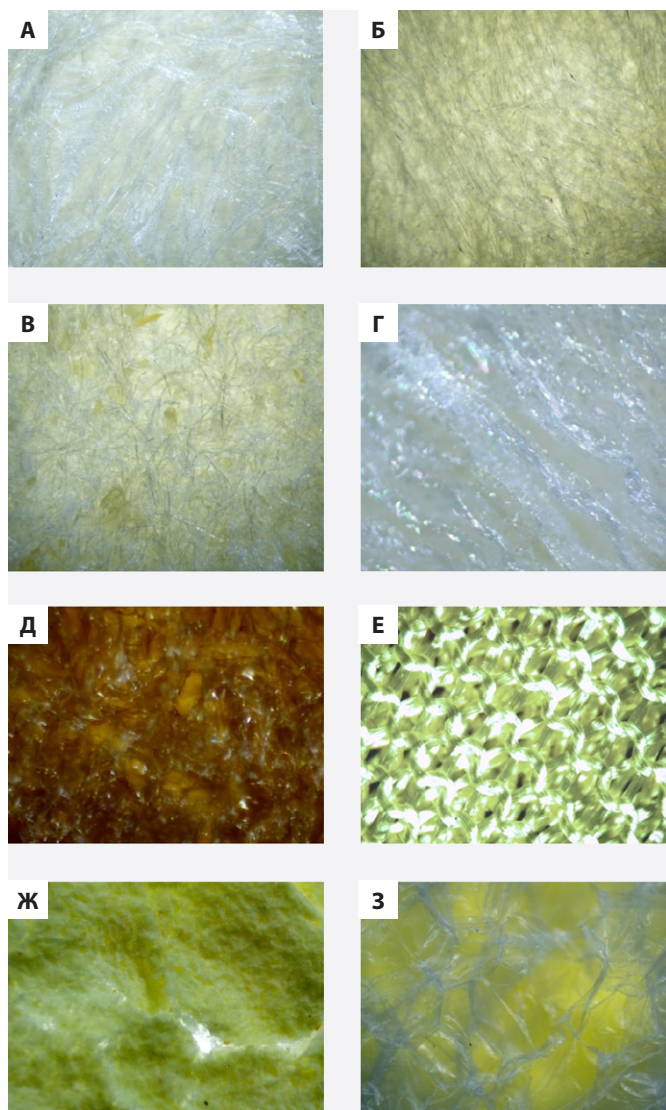


Рисунок 1. Результаты световой микроскопии исследуемых образцов; А – Na-КМЦ + collagen (85/15), Б – Na-КМЦ + collagen (75/25), В – Na-КМЦ + collagen (50/50), Г – Na-КМЦ, Д – ГКГ, Е – Surgicel Fibrillar; Ж, З – Tachocomb

Figure 1. Light microscopy findings; А, sodium carboxymethyl-cellulose (Na-CMC)+collagen (85:15); Б, Na-CMC+collagen (75:25); В, Na-CMC+collagen (50:50); Г, Na-CMC; Д, collagen hemostatic sponge; Е, Surgicel Fibrillar; Ж-З, Tachocomb

Согласно полученным в ходе исследования результатам можно сделать вывод о том, что увеличение количества коллагена в структуре образца ГПКС приводит к снижению его пористости (уменьшению площади пор) за счет увеличения толщины образующих их волокон. Но это положительно сказывается на кровоостанавливающих свойствах ГПКС (снижение объема кровопотери и времени кровотечения за счет увеличения впитывающей способности имплантата), что подтверждается результатами собственных исследований в остром эксперименте *in vivo* (при травме печени и селезенки) [10]. Учитывая вышеизложенное, можно утверждать о перспективности разработки подобных изделий ввиду их высокой эффективности,

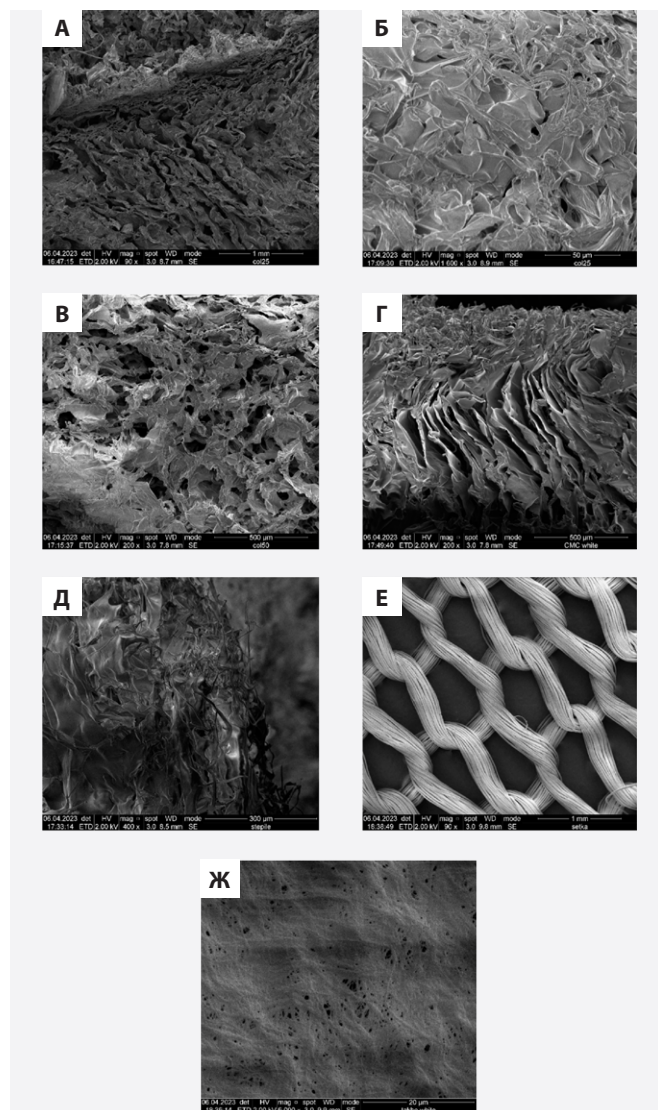


Рисунок 2. Результаты СЭМ исследуемых образцов; А – Na-КМЦ + collagen (85/15), Б – Na-КМЦ + collagen (75/25), В – Na-КМЦ + collagen (50/50), Г – Na-КМЦ, Д – ГКГ, Е – Surgicel Fibrillar; Ж – Tachocomb

Figure 2. Scanning electron microscopy findings; А, Na-CMC+collagen (85:15); Б, Na-CMC+collagen (75:25); В, Na-CMC+collagen (50:50); Г, Na-CMC; Д, collagen hemostatic sponge; Е, Surgicel Fibrillar; Ж, Tachocomb

которая достигается равным соотношением коллагена и Na-КМЦ при изготовлении ГПКС. При этом остановка кровотечения при использовании губчатых изделий включает два основных компонента: физический (за счет впитывающей способности ГПКС, которая зависит от его структуры: количества пор и волокон) и химический (основанный непосредственно на составе ГПКС) [11, 12]. Коллаген является одним из основных компонентов ГПКС, непосредственно влияющих на запуск каскада образования сгустка крови, что позволяет повысить эффективность изделия [13, 14].

Наш опыт использования в эксперименте изделий на основе Na-КМЦ для остановки кровотечения из паренхиматозных органов позволяет утверждать об их

высокой биологической инертности. Помимо этого, губчатые гемостатики на основе Na-КМЦ (полученные путем лиофильного высушивания), как правило, обладают высокой порозностью и быстро останавливают кровотечение за счет капиллярных свойств образца, которые увеличивают впитывающую способность жидкой части крови и концентрируют на поверхности образца ее форменные элементы [15, 16]. Однако, несмотря на то, что такие компоненты ГПКС, как коллаген и Na-КМЦ, достаточно изучены, ранее в литературе не были описаны варианты комбинированных изделий, которые бы включали все их позитивные свойства.

Заключение

Таким образом, дальнейшая разработка и тестирование ГПКС на основе натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы и морского коллагена представляется перспективным направлением современной имплантологии, абдоминальной хирургии. Разработанные авторами изделия представляют собой пористые губчатые композиции с различной степенью пористости и толщиной волокон, которые варьируют в зависимости от состава образца. При этом повышение концентрации коллагена в изделии увеличивает толщину его волокон и уменьшает площадь пор. Таким образом, оптимальным соотношением коллагена и Na-КМЦ в ГПКС, по нашему мнению, является их равное количество, тем самым достигается высокая гемостатическая активность за счет особенностей структуры и высокого содержания коллагена.

Вклад авторов

Концепция и дизайн исследования: В.А. Липатов, С.В. Лазаренко
Сбор, обработка и анализ материала: Д.А. Северинов, Т.К. Кулабухова, С.В. Лазаренко, Т.Н. Кудрявцева, А.В. Сычев, А.А. Денисов
Обзор литературы: А.В. Сычев, Т.К. Кулабухова
Написание текста: Д.А. Северинов, А.А. Денисов
Редактирование текста: В.А. Липатов, Т.Н. Кудрявцева
Утверждение окончательного варианта статьи: В.А. Липатов, Т.Н. Кудрявцева

Author contributions

Concept and design: Lipatov, Lazarenko
Acquisition, analysis, or interpretation of data: Severinov, Kulabukhova, Lazarenko, Kudryavtseva, Sychev, Denisov
Literature review: Sychev, Kulabukhova
Manuscript drafting: Severinov, Denisov
Manuscript revising: Lipatov, Kudryavtseva
Final approval of the version to be published: Lipatov, Kudryavtseva

Литература/References

1. Пархисенко Ю.А., Воронцов А.К., Воронцов К.Е., Безалтынних А.А. Анализ результатов хирургического лечения пациентов с травматическими повреждениями печени. *Перспективы науки и образования*. 2018;(1):245–250.
 Parkhisenko YuA, Vorontsov AK, Vorontsov KE, Bezaltynnykh AA. Analysis of the results of the surgical treatment of

patients with trauma of the liver. *Perspectives of Science & Education*. 2018;(1):245–250. (In Russ.).

2. Hwang S, Na BG, Kim M, Won DH. Rescue fibrin glue-infiltrating hemostasis combined with hepatorrhaphy to control intractable postoperative bleeding from the liver cut surface. *Ann Hepatobiliary Pancreat Surg*. 2021;25(4):517–522. PMID: 34845124. PMCID: PMC8639305. <https://doi.org/10.14701/ahbps.2021.25.4.517>

3. Herliana H, Yusuf HY, Laviana A, Wandawa G, Cahyan-to A. Characterization and analysis of chitosan-gelatin composite-based biomaterial effectivity as local hemostatic agent: a systematic review. *Polymers (Basel)*. 2023;15(3):575. PMID: 36771876. PMCID: PMC9920696. <https://doi.org/10.3390/polym15030575>

4. Липатов В.А., Циленко К.С., Денисов А.А., Кондакова П.Д. К вопросу изучения эффективности кровоостанавливающих средств местного действия в эксперименте in vivo. *Инновационная медицина Кубани*. 2023;(2):34–39. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2023-26-2-34-39>

Lipatov VA, Tsilenko KS, Denisov AA, Kondakova PD. Studying the efficacy of local hemostatic agents in vivo. *Innovative Medicine of Kuban*. 2023;(2):34–39. (In Russ.). <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2023-26-2-34-39>

5. Chiara O, Cimbanassi S, Bellanova G, et al. A systematic review on the use of topical hemostats in trauma and emergency surgery. *BMC Surg*. 2018;18(1):68. PMID: 30157821. PMCID: PMC6116382. <https://doi.org/10.1186/s12893-018-0398-z>

6. Hickman DA, Pawlowski CL, Sekhon UDS, Marks J, Gupta AS. Biomaterials and advanced technologies for hemostatic management of bleeding. *Adv Mater*. 2018;30(4):10.1002/adma.201700859. PMID: 29164804. PMCID: PMC5831165. <https://doi.org/10.1002/adma.201700859>

7. Park YM, Seo HI, Kim JH, Yoon SP, Lee H, Lee MS. Clinical application of a new hemostatic material using mussel-inspired catecholamine hemostat: a pilot study. *Ann Hepatobiliary Pancreat Surg*. 2022;26(1):98–103. PMID: 34840145. PMCID: PMC8901974. <https://doi.org/10.14701/ahbps.21-077>

8. Huang H, Chen H, Wang X, et al. Degradable and bioadhesive alginate-based composites: an effective hemostatic agent. *ACS Biomater Sci Eng*. 2019;5(10):5498–5505. PMID: 33464069. <https://doi.org/10.1021/acsbiomaterials.9b01120>

9. Tompeck AJ, Gajdhar AUR, Dowling M, et al. A comprehensive review of topical hemostatic agents: the good, the bad, and the novel. *J Trauma Acute Care Surg*. 2020;88(1):e1–e21. PMID: 31626024. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002508>

10. Липатов В.А., Лазаренко С.В., Северинов Д.А., Денисов А.А., Чупахин Е.Г., Анискина Е.Н. Сравнительный анализ эффективности новых образцов местных гемостатических средств. *Медицина экстремальных ситуаций*. 2023;25(4):131–136. <https://doi.org/10.47183/mes.2023.063>

Lipatov VA, Lazarenko SV, Severinov DA, Denisov AA, Chupakhin EG, Aniskina EN. Comparative analysis of efficacy of the new local hemostatic agents. *Extreme Medicine*. 2023;25(4):131–136. (In Russ.). <https://doi.org/10.47183/mes.2023.063>

11. Simpson A, Shukla A, Brown AC. Biomaterials for hemostasis. *Annu Rev Biomed Eng*. 2022;24:111–135. PMID: 35231178. PMCID: PMC9177659. <https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-012521-101942>

12. Исмаилов Б.А., Садыков Р.А., Ким О.В. Гемостатический имплантат из производных целлюлозы. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2019;(9):56–61. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-169-9-56-61>

Ismailov BA, Sadykov RA, Kim OV. Hemostatic implant based on cellulose derivatives. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2019;(9):56–61. (In Russ.). <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-169-9-56-61>

13. Липатов В.А., Лазаренко С.В., Северинов Д.А., Ушанов А.А. Исследование особенностей поверхности аппликационных гемостатических имплантов. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. 2019;12(4):261–265. <https://doi.org/10.18499/2070-478x-2019-12-4-261-265>

Lipatov VA, Lazarenko SV, Severinov DA, Ushanov AA. Study of the special features of the surface of application hemostatic implants. *Journal of Experimental and Clinical Surgery*. 2019;12(4):261–265. (In Russ.). <https://doi.org/10.18499/2070-478x-2019-12-4-261-265>

14. Легонькова О.А., Васильев В.Г., Асанова Л.Ю. Исследование эксплуатационных свойств полимерных перевязочных средств. *Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б.М. Костюченко*. 2015;2(2):32–39. <https://doi.org/10.17650/2408-9613-2015-2-2-32-39>

Legon'kova OA, Vasil'ev VG, Asanova LYu. Investigation of polymeric wound dressings' operational properties. *Wounds and Wound Infections. The Prof. B.M. Kostyuchenok Journal*. 2015;2(2):32–39. (In Russ.). <https://doi.org/10.17650/2408-9613-2015-2-2-32-39>

15. Lu X, Li X, Yu J, Ding B. Nanofibrous hemostatic materials: structural design, fabrication methods, and hemostatic mechanisms. *Acta Biomater*. 2022;154:49–62. PMID: 36265792. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2022.10.028>

16. Brown KGM, Solomon MJ. Topical haemostatic agents in surgery. *Br J Surg*. 2024;111(1):znad361. PMID: 38156466. PMID: PMC10771136. <https://doi.org/10.1093/bjs/znad361>

Сведения об авторах

Липатов Вячеслав Александрович, д. м. н., профессор, профессор кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии, заведующий лабораторией экспериментальной хирургии и онкологии научно-исследовательского института экспериментальной медицины, Курский государственный медицинский университет (Курск, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-6121-7412>

Лазаренко Сергей Викторович, к. м. н., доцент кафедры урологии, Курский государственный медицинский университет (Курск, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-7200-4508>

Северинов Дмитрий Андреевич, к. м. н., доцент кафедры детской хирургии и педиатрии Института непрерывного образования, Курский государственный медицинский университет (Курск, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-4460-1353>

Денисов Артем Александрович, ассистент кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии, Курский государственный медицинский университет (Курск, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-5034-8580>

Кудрявцева Татьяна Николаевна, к. хим. н., доцент, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории органического синтеза, Курский государственный университет (Курск, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-1009-3004>

Сычев Александр Владимирович, младший научный сотрудник, Научно-исследовательский центр физики конденсированного состояния, Курский государственный университет (Курск, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-6116-6915>

Кулабухова Татьяна Константиновна, студент 6-го курса лечебного факультета, Курский государственный медицинский университет (Курск, Россия). <https://orcid.org/0009-0003-8629-7334>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Author credentials

Viacheslav A. Lipatov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Professor at the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, Head of the Laboratory of Experimental Surgery and Oncology, Scientific Research Institute of Experimental Medicine, Kursk State Medical University (Kursk, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-6121-7412>

Sergey V. Lazarenko, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at the Department of Urology, Kursk State Medical University (Kursk, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-7200-4508>

Dmitriy A. Severinov, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at the Department of Pediatric Surgery and Pediatrics, Institute of Continuing Education, Kursk State Medical University (Kursk, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-4460-1353>

Artyom A. Denisov, Assistant Professor at the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, Kursk State Medical University (Kursk, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-5034-8580>

Tatyana N. Kudryavtseva, Cand. Sci. (Chem.), Associate Professor, Senior Researcher, Research Laboratory of Organic Synthesis, Kursk State University (Kursk, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-1009-3004>

Alexander V. Sychev, Junior Researcher, Research Center for Condensed Matter Physics, Kursk State University (Kursk, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-6116-6915>

Tatyana K. Kulabukhova, 6th Year Student, Faculty of Medicine, Kursk State Medical University (Kursk, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0003-8629-7334>

Conflict of interest: none declared.