

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ / REVIEW

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ / REVIEW

УДК 616.34-007.274:617.55

<https://doi.org/10.5922/2223-2427-2025-10-1-4>

ВОЗМОЖНОСТИ ПРОФИЛАКТИКИ РАЗВИТИЯ СПАЕЧНОГО ПРОЦЕССА

А.М. Морозов¹, А.Н. Сергеев¹, Н.А. Сергеев¹, А.А. Багдасаров²,
Е.С. Петрухина³, В.П. Степаненко², Е.А. Фисюк¹

¹ Тверской государственный медицинский университет
170100, Россия, Тверь, улица Советская, 4

Поступила в редакцию: 11.08.2024 г.
Принята в печать: 16.10.2024 г.

² Детская областная клиническая больница
170100, Россия, Тверь, улица Рыбацкая, 13

³ Тверская станция скорой медицинской помощи
170100, Россия, Тверь, улица Трехсвятская, 6

Для цитирования: Морозов А.М., Сергеев А.Н., Сергеев Н.А., Багдасаров А.А., Петрухина Е.С., Степаненко В.П., Фисюк Е.А. Возможности профилактики развития спаечного процесса. *Хирургическая практика*. 2025;10(1):00–00. <https://doi.org/10.5922/2223-2427-2025-10-1-4>

Цель. Изучить возможности профилактики развития спаечного процесса в клинической практике.

Материалы и методы. В ходе настоящего исследования был проведен анализ актуальных источников, как отечественной, так и зарубежной литературы о различных способах профилактики развития спаечного процесса и эффективности данных методов.

Результаты. Согласно определению ассоциации хирургов, спайкообразование – это многофакторный патологический процесс, в основе которого лежат различные морфофункциональные нарушения органов и систем организма. В настоящее время выделяют несколько основных путей снижения выраженности спаечного процесса: снижение травматизации брюшины, применение препаратов, влияющих на образование фибрина и фибринолиз, эффективный гемостаз, предупреждение высыхания тканей и использование барьеров, препятствующих спайкообразованию.

Заключение. Несмотря на обширные знания в патофизиологии спаечного процесса, до сих пор не разработаны стратегии по решению проблемы возникновения спаек. Методы, рассмотренные в данном исследовании хоть, и являются перспективными, но не показывают результатов, которые могли бы позволить их повсеместно внедрить в клиническую практику.

Ключевые слова: спайки, профилактика спаечного процесса, хирургия, фибрин, спаечная болезнь, брюшина

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© Морозов А.М., Сергеев А.Н., Сергеев Н.А., Багдасаров А.А., Петрухина Е.С., Степаненко В.П., Фисюк Е.А., 2024

UDK 616.34-007.274:617.55

<https://doi.org/10.5922/2223-2427-2025-10-1-4>

THE POSSIBILITY OF PREVENTING THE DEVELOPMENT OF ADHESIONS

A.M. Morozov¹, A.N. Sergeev¹, N.A. Sergeev¹, A.A. Bagdasarov²,
E.S. Petrukhina³, V.P. Stepanenko², E.A. Fisyuk¹

¹ Tver State Medical University
Sovetskaya Str., 4, Tver, 170100, Russia

² Tver Children's Regional Clinical Hospital
Rybatskaya Str., 13, Tver, 170100, Russia

³ Tver Ambulance Station
Trekhsvyatskaya Str., 6, Tver, 170100, Russia

Received 11 August 2024

Accepted 16 October 2024

To cite this article: Morozov AM, Sergeev AN, Sergeev NA, Bagdasarov AA, Petrukhina ES, Stepanenko VP, Fisyuk EA. The possibility of preventing the development of abdominal adhesions. *Surgical practice (Russia)*. 2025;10(1):00–00. <https://doi.org/10.5922/2223-2427-2025-10-1-4>

Aim. To study the possibilities of preventing the development of adhesions in clinical practice.

Methods. The present study analyzed current sources, both domestic and foreign literature on various ways of preventing the development of adhesions and the effectiveness of these methods.

Results. According to the definition of the Association of Surgeons, adhesions are a multifactorial pathological process based on various morphofunctional disorders of organs and body systems. Currently, there are several main ways to reduce the severity of the adhesive process: reduction of injury to the peritoneum, the use of drugs that affect the formation of fibrin and fibrinolysis, effective hemostasis, prevention of tissue drying and the use of barriers that prevent adhesions.

Conclusion. Despite the extensive knowledge of the pathophysiology of adhesions, strategies to address the problem of adhesions have not yet been developed. The methods discussed in this study, although promising, do not show results that would allow their widespread implementation in clinical practice.

Key words: adhesions, prevention of adhesive process, surgery, fibrin, abdominal adhesions, peritoneum

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Введение

В последнее время наблюдается значительный прогресс в области хирургии, что ведет к увеличению количества оперативных вмешательств по всему миру [1]. По данным Федеральной службы государственной статистики за 2022 год в России было проведено около 17 миллионов операций, в мире же, по данным ВОЗ, в год проводится около 234 миллиона различных оперативных вмешательств [2;3]. Одним из наиболее частых осложнений в послеоперационном периоде является развитие спаечного процесса. Спайки представляют собой серьезную проблему в клинической практике, особенно после абдоминальных и гинекологических операций, а также операций на перикарде [4].

Точная распространенность спаечного процесса неизвестна, но, по различным оценкам, приводимым в исследованиях, во всем мире уровень заболеваемости после первичного вмешательства достигает 55 – 90% [1;5;6]. Характер и степень спаечного процесса варьируются в широких пределах: от тонких, легко разделяемых, прозрачных нитей до плотно сросшихся тяжей, которые могут охватывать обширные области и формировать тяжело разделяемые конгломераты собственно спаек и других органов [7].

Несмотря на достижения хирургической науки, риск образования спаек в настоящее время остается на высоком уровне; таким образом, разработка эффективных стратегий профилактики остается приоритетом в области хирургии [4]. В настоящее время ведется активный поиск фармакологических средств и физических барьеров, направленных на профилактику спайкообразования, однако многие из них до сих пор остаются в разработке или на этапе эксперимента, некоторые не показали должного результата в клинической практике; другие, несмотря на результативность имеют недостаточную доказательную базу. Стандарта, который достоверно снижал бы развитие спаечного процесса не существует, что актуализирует создание и разработку методов и средств, направленных на снижение образования спаек [8-10].

Целью настоящего исследования является изучение возможности профилактики развития спаечного процесса в клинической практике.

Материалы и методы

В ходе настоящего исследования был проведен анализ актуальных источников, как отечественной, так и зарубежной литературы, о различных способах профилактики развития спаечного процесса и эффективности данных методов. В ходе поиска использовали ключевые слова и их сочетания на русском и на английском языках: «спайки»; «спаечный процесс»; «профилактика спаечного процесса»; «хирургия»; «adhesions»; «adhesive process»; «prevention of adhesive process»; «surgery».

Результаты и их обсуждения

Согласно определению ассоциации хирургов, спайкообразование – это многофакторный патологический процесс, в основе которого лежат различные морфофункциональные нарушения органов и систем организма [11].

Спайки – это высококачественные васкуляризованные динамичные тканевые структуры, фиброзные тяжи, возникающие de novo в результате влияния компонентов сигнальной цепи вследствие разбалансировки процесса заживления. Несмотря на очевидно главную причину возникновения спаек брюшной полости – травма брюшины, хирургического или нехирургического генеза, существуют и другие предрасполагающие факторы, например, сопутствующие заболевания [сахарный диабет, хронические инфекции органов брюшной полости], возраст и нутритивный статус, а также генетическая предрасположенность [7;11-13].

По этиологии выделяют различные механизмы, приводящие к спайкообразованию в брюшной полости: травматизация брюшины; высушивание брюшины высокой температурой (воздействие коагулятора); инфицирование органов брюшной полости с развитием воспаления; асептическое воспаление при наличии инородного тела, кровоизлияния или гематомы брюшины; результат химического ожога и т.д. [14-18].

По данным комплексного обследования больных с острой спаечной кишечной непроходимостью, в 92% наблюдениях причинами данного заболевания явились патологии органов брюшной полости, к которым были применены различные по характеру и объему оперативные вмешательства. В 8% случаях спаечная болезнь возникла первично, и ее этиология оказалась неясна [19; 20].

В настоящее время выделяют несколько основных путей снижения выраженности спаечного процесса: снижение травматизации брюшины, применение препаратов, влияющих на образование фибрина и фибринолиз, эффективный гемостаз, предупреждение высыхания тканей и использование барьеров, препятствующих спайкообразованию [21;22].

Основным фактором, способствующим образованию спаек в послеоперационном периоде, является разрушение структуры эпителия или мезотелия и базальной мембраны, из-за чего снижается фибринолитическая активность. Опираясь на данный факт, основным методом выбора являются малоинвазивные хирургические вмешательства, которые уменьшают число образования спаек [23;24]. Что касается случаев повторных хирургических вмешательств, рекомендуется использовать лапароскопический адгезиолиз, поскольку он обладает меньшей травматичностью. Благодаря данному методу происходит раннее восстановление перистальтики кишечника и ранняя активизация больных с уменьшением риска развития спаечной болезни брюшной полости [25-27].

Помимо этого, в целях профилактики спаечного процесса возможно применение системных фармакологических препаратов. В ряде исследований была доказана эффективность таких групп, как ферментативные препараты, фибринолитические препараты, антикоагулянты и блокаторы кальциевых каналов [21].

В ряде источников сообщается об использовании ферментных препаратов в качестве профилактики возникновения спаек при воспалительных заболеваниях органов малого таза (ВЗОМТ) у женщин [7;28;29]. В своем исследовании Кузнецова И.В. (2020) использовала фермент – лонгидазу в сочетании с антибиотиками для лечения ВЗОМТ [30]. По результатам исследования данная комбинация препаратов оказалась достаточно эффективна в отношении профилактики спаечного процесса [30;31]. С помощью подобранной терапии удалось достичь долгосрочной ремиссии хронического ВЗОМТ с редукцией симптомов нарушений менструального цикла, тазовой боли и уменьшению степени спаечного процесса в малом тазу [30].

Стоит отметить тот факт, что в настоящее время активно проводятся исследования влияния некоторых уже известных классов препаратов на подавление развития спаечного процесса. Считается, что применение блокаторов рецепторов ангиотензина II типа после хирургического вмешательства является новым и эффективным способом профилактики спаек брюшной полости [32-34]. Поскольку ангиотензин II обладает провоспалительной и профибротической активностью, индуцируя гипертрофию клеток, экспрессию белков внеклеточного матрикса и стимулируя передачу сигналов через белок TGF- β и другие профибротические молекулы, он является одним из факторов развития фиброзирования стенок сосудов и миокарда; таким образом, снижение количества белка TGF- β коррелирует с более низкой степенью спайкообразования [32;33;35].

Для подавления активности данного белка в исследованиях использовали ингибитор химазы и гиалуроновую кислоту/карбоксиметилцеллюлозу (сепрафильм), которые снижают количество воспалительных клеток и уровень TGF- β , а также ингибируют активность химазы после повреждения брюшины, что предотвращает образование спаек [31;36]. Исходя из исследования Xin Zhao с соавторами (2022) можно прийти к заключению, что NFK (смесь полиэтиленгликоля 1450 и диклофенака)

подавляет экспрессию TGF- β 1, тем самым ингибирует пролиферацию и миграцию фибробластов, что оказывает положительное влияние на профилактику развития спаечного процесса в нормальных фибробластах толстой кишки человека [34;37;38]. С подавлением данного сигнального пути связывают и действие НПВС (на основе ацетилсалициловой кислоты). В исследовании Zihui Zhang с соавторами (2020) подтверждается снижение выраженности фибротических процессов при действии ацетилсалициловой кислоты на модели внутриматочных спаек [35]. В литературе имеются данные и о роли гормонов в модуляции данного сигнального пути [39]. Так, по существующим данным, подкожное введение нейростероида 5-андростендиола (АДИОЛ) приводит к уменьшению образования спаек за счет снижения окислительного стресса, маркеров воспаления, NF κ B (ядерный фактор капта-В) и HMBB1 (белок группы высокой подвижности B1)) и отложения коллагена [39].

Остановимся на механизме действия антикоагулянтов: они воздействуют на одну из причин спайкообразования – ограничивают каскад коагуляции, что уменьшает количество фибрина на поверхности брюшины [40-42]. Однако существует проблема системного действия на организм, при котором возрастает риск кровотечений. В исследовании Almatag A. с соавторами (2019) было предложено введение гепарина аэрозольным путем, внутривнутрибрюшинное введение гепарина с гиалуроновой кислотой, и выполнено сравнение данных вариантов с введением гепарина рутинным способом [42]. В результате, при первых двух способах введения препарата по истечению двух часов было зарегистрировано минимальное системное всасывание гепарина [43]. Однако, согласно данным исследования Guzmán-Valdivia Gómez G. с соавторами (2021), добиться снижения спаечного процесса можно и при рутинном способе введения низкомолекулярного гепарина (эноксапарина), подобрав необходимую дозировку. Результаты эксперимента на крысах показали, что 0,25 мг/кг/сут было недостаточно, от 0,5 до 1,5 безопасно и эффективно, а 2 мг/кг/сут представляли риск кровотечения до 27% [40].

Среди предлагаемых препаратов для интраоперационного внутривнутрибрюшинного введения с целью профилактики спаечного процесса были предложены лекарственные вещества на основе икодекстрина. Однако данные препараты малоизучены, а некоторые исследования говорят о неэффективности их применения. По данным, предоставленным в исследовании Шурыгина И.А. и соавторов (2017), препараты на основе данного вещества обладают побочными эффектами, такими как выраженная эозинофильная инфильтрация в зоне спаечного процесса, гранулематозное воспаление с большим количеством клеток Пирогова-Лангханса и абсцесс сальника [41].

Для снижения степени спаечного процесса в брюшной полости могут быть использованы блокаторы кальциевых каналов. В исследовании Соколова Т.Ф. и соавторами (2017) верапамила гидрохлорид и дилтиазем оказывали одинаковое по направленности, но разное по выраженности действие на фибробласты – оба препарата подавляли их чрезмерную активность. На молекулярном уровне блокаторы медленных кальциевых каналов активируют блокирующий апоптоз ядерный фактор транскрипции NF- κ B, что опосредовано колебаниями внутриклеточной концентрации Ca²⁺. Наибольшим фармакологическим эффектом обладал верапамила гидрохлорид. Результаты фармакологических испытаний свидетельствуют о том, что верапамила гидрохлорид и дилтиазем могут быть рекомендованы к дальнейшим углубленным исследованиям, направленным на расширение спектра биологической активности известных лекарственных препаратов [42].

При изучении эффективности различных фармакологических групп, исследователи разрабатывают комбинации различных методов, направленных на профилактику спаечного процесса. В литературе имеются данные о разработке новых, авторских схем, применявшихся в клинической практике. Сулима А.Н. и соавторы (2021) предлагают использовать комбинацию методов: разделение спаек ультразвуком, интраабдоминальное введение противовоспалительного препарата на основе карбоксиметилцеллюлозы и внутримышечное введение иммуномодулирующего препарата декоксирибонуклеата натрия [44]. В исследовании Ткаченко Л.В. с соавторами (2019) был описан

трехэтапный способ профилактики спаечной болезни после миомэктомии. Для этого на первом этапе пациенткам основной группы за 30-45 минут до операции внутривенно капельно вводили транексамовую кислоту, обеспечивающую снижение периперационной кровопотери, предупреждая развитие коагулопатического кровотечения; на втором этапе в послеоперационном периоде на область раны наносился противовоспалительный рассасывающийся гель на основе высокоочищенной натриевой соли гиалуроновой кислоты, создающий искусственный временный барьер между поврежденными тканями; на третьем этапе осуществлялось введение антифиброзирующего препарата на основе бовгиалуронидазы азоксимера. В группе сравнения использовали препарат на основе карбоксиметилцеллюлозы. По результатам исследования, трехэтапный способ профилактики спаечного процесса после миомэктомии приводил к уменьшению образования спаек в годичной перспективе (87,5% против 78,1%), снижению случаев деформации матки в два раза, а также к повышению реализации репродуктивной функции в 1,5 раза [29]. В своем исследовании Шамсиев А.М. и соавторами (2019) предложили усовершенствованную схему профилактики спаикообразования у женщин, перенесших распространенный аппендикулярный перитонит. Данная схема включала в себя: интраоперационное озонирование брюшной полости озоно-кислородной смесью, фракционное введение озоно-кислородной смеси через микроиригатор, на 3 день послеоперационного периода применялся ультрафонофорез с мазью на основе клостридиопептидазы и хлорамфеникола или электрофорез коллалазином на переднюю брюшную стенку. При использовании данной схемы авторам удалось добиться уменьшения в 2 раза случаев болезненных менструаций, а также провести профилактику внематочной беременности, преждевременных родов и трубно-перитонеальной формы бесплодия [45].

Гипотеза о том, что предотвращение физического контакта между двумя поврежденными тканевыми или клеточными поверхностями предотвратит образование спаек привела к активному внедрению физических барьеров в хирургическую практику. В настоящее время они могут быть представлены в форме пленок и мембран, гелей, аэрозолей, растворов и газов. Кроме того, существует практика создания биоактивных функциональных барьеров путем внедрения в них противовоспалительных препаратов [46;47].

К барьерным средствам предъявляется ряд требований: они должны хорошо прилипать к травмированной ткани, в том числе к сочащимся и кровоточащим поверхностям; быть гибкими; сохранять механическую целостность и соответствовать геометрии тканей; выдерживать соответствующее время удержания, для большей эффективности предотвращения образования спаек в критический период заживления 3-7 дней. Барьерные средства должны быть пригодны к использованию во время лапаротомии или лапароскопии [48; 49]. Данные средства напрямую контактируют с внутренней средой организма, поэтому важность таких критериев, как биосовместимость, нефлорогенность и отсутствия иммуногенности, являются значимыми составляющими в обеспечении безопасности пациентов. Помимо всего перечисленного, они не должны мешать заживлению, способствовать инфицированию или самостоятельно вызывать спайки [50-52]. Кроме этого, они должны предотвращать образование и гидролиз тромбина, быть биоразлагаемыми и не оставлять разрушенных остатков, носящих провоспалительный характер [53].

Исследование Santos Filho PVD и соавторов (2023) доказывает значительное снижение фибринолитической активности при использовании таких материалов, как сетки, покрытые защитным барьером. Они имеют на своей висцеральной поверхности различные вещества, такие как карбоксиметилцеллюлоза и растительные полисахариды SC, которые обеспечивают контакт сетки с внутрибрюшными органами, тем самым уменьшая адгезию и образование фиброза за счет создания пленки, которая работает, как механический барьер [54]. Однако Daniel Poehnert и соавторы (2024) в своем эксперименте, на крысах, показали, что гемостатики на основе крахмала не способны действовать как эффективные средства предотвращения адгезии. Противоположные результаты полу-

чили Jaydon Sun и соавторы [2023], они модифицировали солью [NaCl] порошковый крахмал, таким образом новый состав показывал более высокое водопоглощение и вязкость и продемонстрировал лучшие свойства против адгезии *in vivo*. [55;56]. Исследование Bernhard Krämer и соавторов [2023], проводившееся на 50 пациентах гинекологического отделения, так же доказало высокую эффективность гелевого барьера на основе крахмала [57].

В последние годы разрабатываются и активно внедряются в хирургическую практику новые противоспаечные средства, обладающие «барьерным» эффектом. Самыми перспективными с точки зрения эффективности и безопасности являются антиадгезивные барьеры на основе глюкуроновой кислоты. Их механизм действия реализуется за счет подавления адгезии фибробластов, тромбоцитов и активности макрофагов, ингибируя образование фибрина. Помимо этого, глюкуроновая кислота инициирует процессы репарации [58;59]. Chaichian S. и соавторы [2022] сделали заключение, что гель с гиалуроновой кислотой может быть более эффективным, чем овариальная суспензия, для профилактики спаек яичников после лапароскопического лечения эндометриоза, а также отмечали снижение специфической болезненности данного участка [60]. Гели на основе гиалуроновой кислоты успешно используются для профилактики внутриматочных спаек, как монопрепарат, так и в комбинации с другими препаратами – D-глюкуронат натрия и N-ацетилглюкозамин [61;62].

Другим перспективным барьерным препаратом является Na-форма карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ). Она хоть и снижает выраженность спайкообразования в брюшной полости, но все же допускает развитие спаечного процесса 1-2 степени, что объясняется недостаточным временем пребывания КМЦ в организме [63;64]. Использование бифункциональных (бикарбоновых или аминокарбоновых) кислот позволяет преобразовывать макромолекулы КМЦ в пространственную структуру. Далее необходимо осуществить сшивку макромолекул КМЦ с помощью адипиновой, glutаровой, аминокислотной и аминокпроновой кислот [64]. В России большое распространение получил противоспаечный гель на основе карбоксиметилцеллюлозы и глюкуроната натрия. В исследовании Сулима А.Н. и соавторов [2022] сообщается о применении в клинической практике в качестве противоспаечного барьера рассасывающегося стерильного геля на основе карбоксиметилцеллюлозы и натрия гиалуроната при различных органосохраняющих операциях. Данная комбинация снижает частоту и степень (до 0 ст.) послеоперационных спаек области оперированной маточной трубы и малого таза [59;65;66]. Было предложено модифицировать Na-КМЦ карбамидсодержащим гетероциклическим соединением — гликолурилом. Модифицированная пленка обладает подходящими физико-механическими свойствами, не оказывает цитотоксического действия и препятствует образованию плоской спайки при экспериментальном моделировании спаечного процесса в брюшной полости [67].

Ахметзянов Ф.Ш. и соавторы [2018] предложили использовать адгезионный барьер из окисленной регенерированной целлюлозы для предотвращения спаек между брюшиной и кишкой при различных типах операций. В абдоминальной хирургии гиалуронат натрия/карбоксиметилцеллюлоза используется в качестве рассасывающейся мембраны для уменьшения послеоперационных спаек. Результаты исследования показали, что использование подобного барьерного противоспаечного средства в лапароскопической колоректальной хирургии обосновано и технически безопасно [26].

Важной особенностью восстановления тканей и потенциального развития спаечного процесса является местная воспалительная реакция, повреждение тканей и гипоксия, вызванные хирургической травмой [68]. В связи с данным фактором разрабатываются и внедряются такие методы профилактики спаечного процесса, как введение в брюшную полость газов (воздуха, кислорода, озона, гелия). Ключко Д.А. и соавторы [2021] доказали, что гипоксия тканей играет ключевую роль в формировании адгезии и выявили, что газовая среда для выполнения оперативного вмешательства играет существенную роль в процессе образования спаек. Применение гипоксических условий способствует развитию гипоксии мезотелия и стимулирует развитие спаечного процесса, в то

время как использование нормо- и гипероксической среды способствует уменьшению экспрессии фактора, индицируемого гипоксией (HIF-1 α) и значительно снижает вероятность образования спаек. Поддержание нормоксии в послеоперационном периоде у пациентов с абдоминальной патологией является одним из приоритетных направлений лечения и профилактики спаечной болезни брюшной полости [69;70].

Также можно выделить барьерные системы аэрозольного типа. Характерным примером может послужить хирургический герметик, являющейся синтетическим полимерным гидрогелем, состоящим из полиэтиленгликоля, который уменьшает тяжесть спаивания перикарда в экспериментальном исследовании на моделях кроликов, а также в клинических исследованиях педиатрических пациентов, перенесших повторную операцию на сердце. Европейское многоцентровое исследование с использованием того же препарата сообщает о схожих результатах, однако были описаны нежелательные явления (фибрилляция сердца, перикардальный выпот, медиастинит, окклюзия верхней полой вены и два случая тампонады сердца). Однако стоит учесть, что в исследовании отсутствует контрольная группа [37;71].

Примечательным является орошение растворами слизистых и тканей во время проведения оперативного вмешательства. Использование ирригационных растворов (гидрофлотация), при которой уменьшается контакт между поверхностями, создает условия для минимизации образования спаек [72;73]. Данные растворы обычно состоят из кристаллоидов или высокомолекулярного декстрана – полисахарида, обладающего антитромботическим и антитромбоцитарным действием, усиливающего эндогенный фибринолиз, одновременно снижая адгезию тромбоцитов к фактору Виллебранда и активацию тромбоцитов тромбином [74;75]. Однако изучение эффективности данного метода показывает противоречивые результаты. Согласно данным исследований, кристаллоидное орошение после операций на органах малого таза не уменьшает частоту образования спаек. Данные об эффективности декстрана также противоречивы. Высокая вязкость и длительный период полураспада декстрана в брюшной полости вызывают опасения ввиду потенциального нарушения гемодинамики из-за чрезмерного перемещения жидкости [72]. Suto T, Watanabe M и соавторы (2017) в своем исследовании изучили действие адгезионной барьерной системы, на основе карбоксиметилдекстрина и гидрокарбонат натрия, на 124 пациентах. Данное рандомизированное исследование продемонстрировало, что использование подобной адгезионной барьерной системы было безопасным и ассоциировалось со значительно более низкой частотой адгезии по сравнению с результатами контрольной группы [47].

В связи с актуальностью проблемы спаечного процесса, в настоящее время многие исследователи разрабатывают и проверяют в эксперименте действие различных препаратов и методик, пытаясь достичь наилучшего результата с наименьшими осложнениями. Чаще всего за экспериментальную модель берут лабораторных крыс, однако насколько бы перспективным не был препарат на данном этапе исследования, без достаточной доказательной базы, возможность его применения и эффективность в клинической практике ставится под вопрос.

Поскольку в процессе спайкообразования ведущая роль отводится фибрину, в качестве профилактики в настоящее время активно изучаются фибринолитические средства. В работе Рузибова С.А. и соавторов [2023] сообщается о влиянии антиоксидантов на фибринолитическую активность брюшины. Так, эксперимент с внутрибрюшинным введением метиленового синего крысам в дозировке 30 мг/кг показал, что метиленовый синий может уменьшить образование внутрибрюшных спаек [39].

Отмечаются положительные результаты такого препарата как флувастатин, группы статинов, в случае исследования послеоперационного спаечного процесса у крыс. Yinzi Yue и соавторы (2018) отмечают, что пероральное применение флувастатина натрия может уменьшить образование внутрибрюшных спаек за счет стимулирования экспрессии гена MMP-9, снижения содержания IL-1 β в

плазме крови и повышения активности тканевого активатора плазминогена после абдоминального хирургического моделирования спаечного процесса [76].

Rajan S. V. и соавторы (2021) доказали на крысах, что хитогель (растворимый гель, который может содержать Деферипрон, хелатор железа, и галлий-протопорфирин, антибактериальный аналог гема) толщиной 1 мм является безопасным и эффективным препаратом, значительно снижающим образование спаек в брюшной полости. Однако для применения данной технологии в клинических испытаниях на людях требуется подтверждение безопасности и противоспаечных свойств на моделях крупных животных [51].

Проведенный анализ литературных источников, показал, что большинство авторов описывают только один тип методов борьбы со спайкообразованием. Кроме того, данные о патогенезе образования спаек разнятся, что говорит о недостаточности понимания патофизиологических процессов [77-79].

Заключение

Несмотря на обширные знания в области патофизиологии спаечного процесса, до сих пор не разработаны стратегии по решению проблемы возникновения спаек. Методы, рассмотренные в данном исследовании хоть, и являются перспективными, но не показывают результатов, которые могли бы позволить их повсеместно внедрить в клиническую практику. Достаточно разобщенные данные об эффективности различных средств и методик могут указывать на возможную необходимость пересмотр теорий патогенеза заболевания.

О решении применения многих из перечисленных фармакологических препаратов и барьерных средств в профилактике спаечной болезни у человека говорить все еще рано, так как предлагаемые средства, которые потенциально могут быть использованы в профилактике спаечного процесса, требуют дальнейших исследований.

Со стороны фармакотерапевтического подхода необходимо проведение дальнейшего изучения классов препаратов, вновь разработанных препаратов и отдельных веществ с учетом системного влияния лекарственного вещества на организм человека. Большинство же барьеров не прошли достаточного количества клинических испытаний на людях, что может ставить под вопрос их эффективность в клинической практике, так как положительные результаты на животных моделях не всегда дают гарантии в успешности применения их на людях.

Список литературы/References:

1. Ключко Д.А. Интраоперационная оценка распространенности спаечного процесса в брюшной полости. *Хирургия. Восточная Европа*. 2021;10(4):484-491. Klyuiko, D. A. Intraoperative assessment of the prevalence of adhesions in the abdominal cavity. *Surgery. Eastern Europe*. 2021; 10(4):484-491. [In Russ.] <https://doi.org/10.34883/Pl.2021.10.4.016>
2. URL: <https://statprivat.ru/zdo?r=8> (Доступ от: 01.06.2024) <https://statprivat.ru/zdo?r=8> (Accessed at 01.06.2024)
3. URL: <https://www.who.int/ru> (Доступ от: 01.06.2024) <https://www.who.int/ru> (Accessed at 01.06.2024)
4. Capella-Monsonís H, Kearns S, Kelly J, Zeugolis DI. Battling adhesions: from understanding to prevention. *BMC Biomedical Engineering*. 2019; 1:5. <https://doi.org/10.1186/s42490-019-0005-0>
5. Stratakis K, Kalogiannis E, Thanopoulos A, Grigoriadis G, Roditis S, Kaliatsi EG, Nikiteas N, Kontzoglou K, Perrea D. Mechanisms and Therapeutic Approaches for Peritoneal Adhesions: A Comprehensive Review. *Chirurgia (Bucur)*. 2023; 118(2):113-126. <https://doi.org/10.21614/chirurgia.2840>

6. Акентьева Т.Н., Мухамадияров Р.А., Кривкина Е.О., Лузгарев С.В., Кудрявцева Ю.А. Экспериментальная оценка спаечного процесса в брюшной полости при использовании немодифицированного шовного материала и модифицированного гепарином. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2020; 3:29-34. Akentieva TN, Mukhamadiyarov RA, Krivkina EO, Luzgarev SV, Kudryavtseva YuA. Experimental evaluation of the adhesive process in the abdominal cavity using modified suture material and modified with heparin. *Surgery. The Magazine Named After N.I. Pirogov*. 2020; 3:29-34. [In Russ.] <https://doi.org/10.17116/hirurgia202003129>

7. Tong JWV, Lingam P, Shelat VG. Adhesive small bowel obstruction - an update. *Acute Medicine & Surgery*. 2020; 7(1):e587. <https://doi.org/10.1002/ams2.587>

8. Рыбаков К.Д., Седнев Г.С., Морозов А.М., Рыжова Т.С., Минакова Ю.Е. Профилактика формирования спаечного процесса брюшной полости (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий*. 2022; 29(1):22-28. Rybakov K.D., Sednev G.S., Morozov A.M., Ryzhova T.S., Minakova Yu.E. Prevention of the formation of the adhesive process of the abdominal cavity (literature review). *Bulletin Of New Medical Technologies*. 2022; 29(1):22-28. [In Russ.] <https://doi.org/10.24412/1609-2163-2022-1-22-28>

9. Ten Broek RPG, Krielen P, Di Saverio S, Coccolini F, Biffi WL, Ansaloni L, Velmahos GC, Sartelli M, Fraga GP, Kelly MD, Moore FA, Peitzman AB, Leppaniemi A, Moore EE, Jeekel J, Kluger Y, Sugrue M, Balogh ZJ, Bendinelli C, Civil I, Coimbra R, De Moya M, Ferrada P, Inaba K, Ivatury R, Latifi R, Kashuk JL, Kirkpatrick AW, Maier R, Rizoli S, Sakakushev B, Scalea T, Søreide K, Weber D, Wani I, Abu-Zidan FM, De'Angelis N, Piscioneri F, Galante JM, Catena F, van Goor H. Bologna guidelines for diagnosis and management of adhesive small bowel obstruction (ASBO): 2017 update of the evidence-based guidelines from the world society of emergency surgery ASBO working group. *World Journal of Emergency Surgery*. 2018; 13:24. <https://doi.org/10.1186/s13017-018-0185-2>

10. Krielen P, Grutters JPC, Strik C, Ten Broek RPG, van Goor H, Stommel MWJ. Cost-effectiveness of the prevention of adhesions and adhesive small bowel obstruction after colorectal surgery with adhesion barriers: a modelling study. *World Journal of Emergency Surgery*. 2019; 14:41. <https://doi.org/10.1186/s13017-019-0261-2>

11. Thakur M, Rambhatla A, Qadri F, Chatzichalaralampous C, Awonuga M, Saed G, Diamond MP, Awonuga AO. Is There a Genetic Predisposition to Postoperative Adhesion Development? *Reproductive Sciences*. 2021; 28(8):2076-2086. <https://doi.org/10.1007/s43032-020-00356-7>

12. Суфияров И.Ф., Хасанов А.Г., Нуртдинов М.А., Самародов А.В., Ямалова Г.Р. Высокий уровень гликозаминогликанов сыворотки крови как независимый предиктор развития спаечной болезни брюшины. *Креативная хирургия и онкология*. 2017; 7(2):48-53. Sufiyarov I.F., Khasanov A.G., Nurtadinov M.A., Samorodov A.V., Yamalova G.R. High serum glycosaminoglycan levels as an independent predictor of the development of peritoneal adhesions. *Creative Surgery And Oncology*. 2017; 7(2):48-53. [In Russ.] <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2017-7-2-48-53>

13. Бакибаев А.А., Тугульдурова В.П., Ляпунова М.В., Иванов В.В., Кайдаш О.А., Удут Е.В., Буктеров М.В., Буйко Е.Е., Касьянова А.С., Мальков В.С. Противоспаечное действие композиционных пленочных материалов на основе модифицированной гликолурилом натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы. *Современные технологии в медицине*. 2021; 13(1):35-41. Bakibaev A.A., Tuguldurova V.P., Lyapunova M.V., Ivanov V.V., Kaidash O.A., Udut E.V., Bukterov M.V., Buiko E.E., Kasyanova A.S., Malkov V.S. Anti-adhesive effect of composite film materials based on the modified glycoluril sodium salt of carboxymethylcellulose. *Modern Technologies In Medicine*. 2021; 13(1):35-41. [In Russ.] <https://doi.org/10.17691/stm2021.13.1.04>

14. Андреев А.А., Остроушко А.П., Кирьянова Д.В., Сотникова Е.С., Бритиков В.Н. Спаечная болезнь брюшной полости. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. 2017; 11(4):320-326. Andreev A.A., Ostroushko A.P., Kiryanova D.V., Sotnikova E.S., Britikov V.N. Adhesive disease of the abdominal cavity. *Bulletin of Experimental and Clinical Surgery*. 2017; 11(4):320-326. [In Russ.] <https://doi.org/10.18499/2070-478X-2017-10-4-320-326>

15. Мохов Е.М., Морозов А.М., Кадыков В.А., Уткина В.А., Филич А.С. О возможности применения С-реактивного белка и прокальцитонина как актуальных и доступных маркеров воспаления в хирургии. *Московский хирургический журнал*. 2018; 2(60): 24-29. Mokhov E.M., Morozov A.M., Kadykov V.A., Utkina V.A., Filich A.S. On the possibility of application of C-reactive protein and procalcitonin as actual and available markers of inflammation in surgery. *Moscow Surgical Journal*. 2018; 2(60): 24-29. [In Russ.] <https://doi.org/10.17238/issn2072-3180.2018.2.24-29>.
16. Carmichael SP 2nd, Shin J, Vaughan JW, Chandra PK, Holcomb JB, Atala AJ. Regenerative Medicine Therapies for Prevention of Abdominal Adhesions: A Scoping Review. *Journal of Surgical Research*. 2022; 275:252-264. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.02.005>
17. Шишкин Н.В., Жуков С.В., Морозов А.М. Сергеев А.Н., Минакова Ю.Е., Протченко И.Г., Пельтихина О.В. О маркерах воспаления, актуальных в условиях хирургического стационара. *Московский хирургический журнал*. 2020; 1(71):70-77. Shishkin N.V., Zhukov S.V., Morozov A.M., Sergeev A.N., Minakova Yu.E., Protchenko I.G., Peltikhina O.V. On inflammatory markers relevant in surgical hospital conditions. *Moscow Surgical Journal*. 2020; 1(71):70-77. [In Russ.] <https://doi.org/10.17238/issn2072-3180.2020.1.70-77>
18. Bordoni B, Escher AR, Girgenti GT. Peritoneal Adhesions in Osteopathic Medicine: Theory, Part 1. *Cureus*. 2023; 15(7):e42472. <https://doi.org/10.7759/cureus.42472>
19. Гулов М.К., Сафаров Б.И., Рузбойзода К.Р. Некоторые особенности патогенетических механизмов развития острой спаечной тонкокишечной непроходимости. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2022; 4(200):126-130. Gulov M.K., Safarov B.I., Ruzboyzoda K.R. Some features of the pathogenetic mechanisms of the development of acute adhesive small bowel obstruction. *Experimental And Clinical Gastroenterology*. 2022; 4(200):126-130. [In Russ.] <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-200-4-126-130>
20. Krämer B, Andress J, Neis F, Hoffmann S, Brucker S, Kommos S, Höller A. Adhesion prevention after endometriosis surgery - results of a randomized, controlled clinical trial with second-look laparoscopy. *Langenbeck's archives of surgery*. 2021; 406(6):2133-2143. <https://doi.org/10.1007/s00423-021-02193-x>
21. Пучкина Г.А., Сулима А.Н. Современные аспекты патогенеза и профилактики спаечного процесса органов малого таза. *Акушерство, гинекология и репродукция*. 2020; 14(4): 523-533. Puchkina G.A., Sulima A.N. Modern aspects of pathogenesis and prevention of adhesive process of pelvic organs. *Obstetrics, Gynecology And Reproduction*. 2020; 14(4): 523-533. [In Russ.] <https://doi.org/10.17749/2313-7347/ob.gyn.rep.2020.107>
22. Chung KJ, Kim YJ, Kim TG, Lee JH, Kim YH. Anti-Adhesive Effect of Porous Polylactide Film in Rats. *Polymers (Basel)*. 2021; 13(6):849. <https://doi.org/10.3390/polym13060849>
23. Gómez G.G.V., Linares-Rivera E., Tena-Betancourt E., Castillo G.A.D., Reipen L. Prevention of postoperative abdominal adhesions using systemic enoxaparin and local diclofenac. An experimental study. *Surgical Practice*. 2020; 24:4-10. <https://doi.org/10.1111/1744-1633.12405>
24. Yang L, Li Z, Chen Y, Chen F, Sun H, Zhao M, Chen Y, Wang Y, Li W, Zeng L, Bian Y. Elucidating the Novel Mechanism of Ligustrazine in Preventing Postoperative Peritoneal Adhesion Formation. *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2022:9226022. <https://doi.org/10.1155/2022/9226022>
25. Рузибоев С. А., Мардонов В. Н. Оценка эффективности и безопасности применения хемобен для профилактики спайкообразования в брюшной полости. *Science and innovation*. 2023; 2(8):1918-1919. Ruziboev S. A., Mardanov V. N. Evaluation of the effectiveness and safety of the use of chemoben for the prevention of adhesions in the abdominal cavity. *Science and Innovation*. 2023; 2(8):1918-1919. [In Russ.] <https://doi.org/10.5281/zenodo.8372788>
26. Ахметзянов, Ф. Ш., Егоров В. И., Анхимова Л. Е. Спаечный процесс как проблема абдоминальной оперативной онкологии. *Сибирский онкологический журнал*. 2018; 17(2):95-103. Akhmetzyanov, F. Sh., Egorov V. I., Ankhimova L. E. Adhesive process as a problem of abdominal operative oncology. *Siberian Journal of Oncology*. 2018; 17(2):95-103. [In Russ.] <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2018-17-2-95-103>

27. Тимербулатов Ш.В., Сибеев В.М., Тимербулатов В.М., Забелин М.В., Тимербулатов М.В., Сагитов Р.Б., Гафарова А.Р. Острая спаечная кишечная непроходимость: сравнительный анализ открытых и лапароскопических операций. *Креативная хирургия и онкология*. 2022; 12(1):35-42. Timerbulatov Sh.V., Sibeev V.M., Timerbulatov V.M., Zabelin M.V., Timerbulatov M.V., Sagitov R.B., Gafarova A.R. Acute adhesive intestinal obstruction: a comparative analysis of open and laparoscopic operations. *Creative Surgery And Oncology*. 2022; 12(1):35-42. [In Russ.] <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2022-12-1-35-42>
28. Gatina A, Trizna E, Kolesnikova A, Baidamshina D, Gorshkova A, Drucker V, Bogachev M, Kayumov A. The Bovhyaluronidase Azoximer (Longidaza®) Disrupts Candida albicans and Candida albicans-Bacterial Mixed Biofilms and Increases the Efficacy of Antifungals. *Medicina (Kaunas)*. 2022; 58(12):1710. <https://doi.org/10.3390/medicina58121710>
29. Ткаченко Л.В., Свиридова Н.И., Хохлова Р.Р. Способ профилактики спаечной болезни после миомэктомии. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2019; 3(71):70-73. Tkachenko L. V., Sviridova N. I., Khokhlova R. R. A method for the prevention of adhesive disease after myomectomy. *Bulletin of the Volgograd State Medical University*. 2019; 3(71):70-73. [In Russ.] [https://doi.org/10.19163/1994-9480-2019-3\(71\)-70-73](https://doi.org/10.19163/1994-9480-2019-3(71)-70-73)
30. Кузнецова И.В. Ферментные препараты в лечении воспалительных заболеваний у женщин (клинические наблюдения). *Эффективная фармакотерапия*. 2020; 16(7):14-22. Kuznetsova I. V. Enzyme preparations in the treatment of inflammatory diseases in women [clinical observations]. *Effective Pharmacotherapy*. 2020; 16(7):14-22. [In Russ.] <https://doi.org/10.33978/2307-3586-2020-16-7-14-22>
31. Ozeki M, Jin D, Miyaoka Y, Masubuchi S, Hirokawa F, Hayashi M, Takai S, Uchiyama K. Comparison of a chymase inhibitor and hyaluronic acid/carboxymethylcellulose (Seprafilm) in a novel peritoneal adhesion model in rats. *PLoS One*. 2019; 14(1):e0211391. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211391>
32. Boudreau C, LeVatte T, Jones C, Gareau A, Legere S, Bezuhly M. The Selective Angiotensin II Type 2 Receptor Agonist Compound 21 Reduces Abdominal Adhesions in Mice. *Journal of Surgical Research*. 2020; 256:231-242. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.06.051>
33. Khalili-Tanha G, Khalili-Tanha N, Nazari SE, Chaeichi-Tehrani N, Khazaei M, Aliakbarian M, Hassanian SM, Ghayour-Mobarhan M, Ferns GA, Avan A. The Therapeutic Potential of Targeting the Angiotensin Pathway as a Novel Therapeutic Approach to Ameliorating Post-surgical Adhesions. *Current Pharmaceutical Design*. 2022; 28(3):180-186. <https://doi.org/10.2174/1381612827666210625153011>
34. Zhao X, Piao X, Liu B, Xie R, Zhan T, Liang M, Tian J, Wang R, Chen C, Zhu J, Zhang Y, Yang B. NFK prevent postoperative abdominal adhesion through downregulating the TGF- β 1 signaling pathway. *Molecular Biology Reports*. 2023; 50(1):279-288. <https://doi.org/10.1007/s11033-022-07795-2>
35. Zhang Z, Li S, Deng J, Yang S, Xiang Z, Guo H, Xi H, Sang M, Zhang W. Aspirin inhibits endometrial fibrosis by suppressing the TGF- β 1-Smad2/Smad3 pathway in intrauterine adhesions. *International journal of molecular medicine*. 2020; 45(5):1351-1360. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2020.4506>
36. Abbas NAT, Hassan HA. The protective and therapeutic effects of 5-androstene-3 β , 17 β -diol (ADIOL) in abdominal post-operative adhesions in rat: Suppressing TLR4/NF κ B/HMGB1/TGF1 β / α SMA pathway. *International immunopharmacology*. 2022; 109:108801. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2022.108801>
37. Flutur IM, Păduraru DN, Bolocan A, Pălcău AC, Ion D, Andronic O. Postsurgical Adhesions: Is There Any Prophylactic Strategy Really Working? *Journal of clinical medicine*. 2023; 12(12):3931. <https://doi.org/10.3390/jcm12123931>
38. Юсупов Ш.А., Сувонкулов У.Т., Юсупов Ш.Ш., Сатаев В.У. Прогнозирование и профилактика послеоперационных внутрибрюшных спаечных осложнений у детей. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2021; 1(185):127-132. Yusupov Sh.A., Suvonkulov U.T., Yusupov Sh.Sh., Sataev V.U. Prognosis and prevention of postoperative intraperitoneal adhesions in children. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2021; 1(185):127-132. [In Russ.] <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-185-1-127-132>

39. Рузибоев С.А., Мардонов В.Н. Профилактическое применение лечебного биосовместимого имплантата для малоинвазивной хирургии. *Science and innovation*. 2023; 2(8):1916-1917. Ruziboev S. A., Mardanov V. N. Preventive use of a therapeutic biocompatible implant for minimally invasive surgery. *Science and Innovation*. 2023; 2(8):1916-1917. (In Russ.) <https://doi.org/10.5281/zenodo.8372774>

40. Guzmán-Valdivia Gómez G, Tena-Betancourt E, Angulo Trejo M. Different doses of enoxaparin in the prevention of postoperative abdominal adhesions. Experimental study. *Annals of Medicine and Surgery*. 2021; 73:103132. <https://doi.org/10.1016/j.jamsu.2021.103132>

41. Шурыгина И.А., Аюшинова Н.И., Шурыгин М.Г. Оценка эффективности и безопасности применения Adept для профилактики спаикообразования в брюшной полости в эксперименте. *Новости хирургии*. 2017; 25(1):14-19. Shurygina I.A., Ayushinova N.I., Shurygin M.G. Evaluation of the effectiveness and safety of the use of Adept for the prevention of adhesions in the abdominal cavity in an experiment. *Surgery News*. 2017; 25(1):14-19. (In Russ.) <https://doi.org/10.18484/2305-0047.2017.14>

42. Соколова Т. Ф., Скальский С. В., Турок Н. Е. Оценка возможности применения блокаторов медленных кальциевых каналов, традиционно используемых в кардиологии, для профилактики образования спаек. *Казанский медицинский журнал*. 2017; 98(2):218-221. Sokolova T. F., Skalsky S. V., Turok N. E. Evaluation of the possibility of using slow calcium channel blockers, traditionally used in cardiology, to prevent the formation of adhesions. *Kazan Medical Journal*. 2017; 98(2):218-221. (In Russ.) <https://doi.org/10.17750/KMJ2017-218>

43. Almamar A, Schlachta CM, Alkhamesi NA. The systemic effect and the absorption rate of aerosolized intra-peritoneal heparin with or without hyaluronic acid in the prevention of postoperative abdominal adhesions. *Surgical Endoscopy*. 2019; 33(8):2517-2520. <https://doi.org/10.1007/s00464-018-6540-2>

44. Сулима А. Н., Пучкина Г. А. Оценка эффективности комплексного подхода к профилактике послеоперационного спаечного процесса в малом тазу. *РМЖ. Мать и дитя*. 2021; 4(2):130-136. Sulima A. N., Puchkina G. A. Evaluation of the effectiveness of an integrated approach to the prevention of postoperative adhesions in the pelvis. breast cancer. *Mother and Child*. 2021; 4(2):130-136. (In Russ.) <https://doi.org/10.32364/2618-8430-2021-4-2-130-136>

45. Шамсиев А. М., Юсупов Ш.А. Репродуктивная функция женщин, перенёсших в детстве распространённый аппендикулярный перитонит. *Вестник Авиценны*. 2019; 21(3): 374-379. Shamsiev A.M., Yusupov S.A. Reproductive function of women who suffered from widespread appendicular peritonitis in childhood. *Avicenna's Bulletin*. 2019; 21(3): 374-379. (In Russ.) <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2019-21-3-374-379>

46. Santos Filho PVD, Santos RS, Leão SC, Duarte IX, Lima SO. Experimental evaluation of intra-abdominal adhesions comparing two different intraperitoneal meshes and the effect of a natural anti-inflammatory product on their formation. *Acta cirurgica brasileira*. 2021; 35(12):e351205. <https://doi.org/10.1590/ACB351205>

47. Suto T, Watanabe M, Endo T, Komori K, Ohue M, Kanemitsu Y, Itou M, Takii Y, Yatsuoka T, Shiozawa M, Kinugasa T, Ueno H, Takayama T, Masaki T, Masuko H, Horie H, Inomata M. The Primary Result of Prospective Randomized Multicenter Trial of New Spray-Type Bio-absorbable Adhesion Barrier System (TCD-11091) Against Postoperative Adhesion Formation. *Journal of gastrointestinal surgery : official journal of the Society for Surgery of the Alimentary Tract*. 2017; 21(10):1683-1691. <https://doi.org/10.1007/s11605-017-3503-1>

48. Waldron MG, Judge C, Farina L, O'Shaughnessy A, O'Halloran M. Barrier materials for prevention of surgical adhesions: systematic review. *BJS Open*. 2022; 6(3):zrac075. <https://doi.org/10.1093/bjsopen/zrac075>

49. Mayes SM, Davis J, Scott J, Aguilar V, Zawko SA, Swinnea S, Peterson DL, Hardy JG, Schmidt CE. Polysaccharide-based films for the prevention of unwanted postoperative adhesions at biological interfaces. *Acta Biomaterialia*. 2020; 106:92-101. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2020.02.027>

50. Дусияров М.М., Хайдарова Л. О. Оценка эффективности антиспаечного покрытия на модели раны легкого в эксперименте. *Research Focus*. 2023; 2(2):150-156. Dusiyarov M.M., Khaidarova L. O. Evaluation of the effectiveness of anti-adhesive coating on a lung wound model in an experiment. *Research Focus*. 2023; 2(2):150-156. (In Russ.) <https://doi.org/10.5281/zenodo.7702403>

51. Армашов В.П., Матвеев Н.Л., Макаров С.А. Профилактика образования спаек при интраперитонеальной герниопластике (ИПОМ). *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2020; (9):116-122. Armashov V.P., Matveev N.L., Makarov S.A. Prevention of adhesions in intraperitoneal hernioplasty (IPOM). *Surgery. The magazine named after N.I. Pirogov*. 2020; (9):116-122. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/hirurgia2020091116>.

52. Hill MA, Walkowiak OA, Head WT, Kwon JH, Kavarana MN and Rajab TK. A review of animal models for post-operative pericardial adhesions. *Frontiers in surgery*. 2022; 9:966410. 12 <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.966410>

53. Vediappan RS, Bennett C, Cooksley C, Finnie J, Trochsler M, Quarrington RD, Jones CF, Bassiouni A, Moratti S, Psaltis AJ, Maddern G, Vreugde S, Wormald PJ. Prevention of adhesions post-abdominal surgery: Assessing the safety and efficacy of Chitogel with Deferiprone in a rat model. *PLoS One*. 2021; 16(1):e0244503. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244503>

54. Santos Filho PVD, Hirano ES. Experimental evaluation of the use of starch and carboxymethylcellulose in the prevention of intraperitoneal adhesions in hernia surgery with coated meshes. *Acta cirurgica brasileira*. 2023; 38:e383323. <https://doi.org/10.1590/acb383323>

55. Poehnert D, Neubert L, Winny M. Comparison of adhesion prevention capabilities of the modified starch powder-based medical devices 4DryField® PH, HaemoCer™ PLUS and StarSil® in the Optimized Peritoneal Adhesion Model. *International journal of medical sciences*. 2024; 21(3):424-430. <https://doi.org/10.7150/ijms.90024>

56. Sun J, Fang TS, Chen YX, Tsai YC, Liu YX, Chen CY, Su CY, Fang HW. Improving the Physical Properties of Starch-Based Powders for Potential Anti-Adhesion Applications. *Polymers (Basel)*. 2023; 15(24):4702. <https://doi.org/10.3390/polym15244702>

57. Krämer B, Andress J, Neis F, Hoffmann S, Brucker S, Kommos S, Höller A. Improvement in Fertility and Pain after Endometriosis Resection and Adhesion Prevention with 4DryField® PH: Follow-up of a Randomized Controlled Clinical Trial. *Journal of clinical medicine*. 2023; 12(10):3597. <https://doi.org/10.3390/jcm12103597>

58. Бенсман В.М., Савченко Ю.П., Саакян Э.А. Роль инфекции лапаротомной раны в образовании плоскостных висцеро-париетальных спаек и развитии спаечной болезни брюшины при лечении распространенного перитонита. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2019; 26(1):67-76. Bensman V.M., Savchenko Yu.P., Sahakian E.A. The role of laparotomy wound infection in the formation of planar viscero-parietal adhesions and the development of adhesive peritoneal disease in the treatment of common peritonitis. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2019; 26(1):67-76. (In Russ.) <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2019-26-1-67-76>

59. Оразов М.Р., Радзинский В.Е., Хамошина М.Б., Михалева Л.М., Исмаилзаде С.Я. Противоспаечные барьеры в клинической практике: персонификация менеджмента пациенток. *Гинекология*. 2021; 23(6):480-483. Orazov M. R., Radzinsky V. E., Khamoshina M. B., Mikhaleva L. M., Ismailzade S. Ya. Anti-adhesive barriers in clinical practice: personification of patient management. *Gynecology*. 2021; 23(6):480-483. (In Russ.) <https://doi.org/10.26442/20795696.2021.6.201292>

60. Chaichian S, Saadat Mostafavi SR, Mehdizadehkashi A, Najmi Z, Tahermanesh K, Ahmadi Pishkuhi M, Jesmi F, Moazzami B. Hyaluronic acid gel application versus ovarian suspension for prevention of ovarian adhesions during laparoscopic surgery on endometrioma: a double-blind randomized clinical trial. *BMC Womens Health*. 2022; 22(1):33. <https://doi.org/10.1186/s12905-022-01607-2>

61. Оразов М.Р., Михалева Л.М., Хамошина М.Б., Исмаилзаде С.Я. Внутриматочные спайки: от патогенеза к эффективным технологиям преодоления. *Медицинский совет*. 2023; 17(5):72-80. Orazov M.R.,

Mikhaleva L.M., Khamoshina M.B., Ismailzade S.Ya. Intrauterine adhesions: from pathogenesis to effective coping technologies. *Medical Advice*. 2023; 17(5):72-80. [In Russ.] <https://doi.org/10.21518/ms2023-088>

62. Оразов М.Р., Михалёва Л.М., Силантьева Е.С., Хамошина М.Б., Исмаилзаде С.Я., Леффад Л.М. Эффективность противоспаечных гелей на основе гиалуроновой кислоты в противорецидивной терапии внутриматочных синехий. *Трудный пациент*. 2021; 19(6):26-31. Orazov M.R., Mikhaleva L.M., Silantjeva E.S., Khamoshina M.B., Ismailzade S.Ya., Leffa L.M. Effectiveness of anti-adhesive gels based on hyaluronic acid in anti-relapse therapy of intrauterine synechiae. *A Difficult Patient*. 2021; 19(6):26-31. [In Russ.] <https://doi.org/10.224412/2074-1005-2021-6-26-31>

63. Суковатых Б.С., Назаренко П.М., Блинков Ю.Ю., Валуйская Н.М., Дубонос А.А., Щекина И.И., Геворкян Р.С. Эвентрация в экстренной абдоминальной хирургии – новое техническое решение проблемы. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова*. 2022; 17(3):68-71. Sukovatykh B.S., Nazarenko P.M., Blinkov Yu.Yu., Valuyskaya N.M., Dubonos A.A., Shchekina I.I., Gevorkyan R.S. Eventration in emergency abdominal surgery is a new technical solution to the problem. *Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after N. I. Pirogov*. 2022; 17(3):68-71. [In Russ.] https://doi.org/10.25881/20728255_2022_17_3_68

64. Жуковский В.А., Немиллов В.Е., Филипенко Т.С., Анущенко Т.Ю. Противоспаечные мембраны на основе сшитой карбоксиметилцеллюлозы. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2021; 83(2(88)):191-196. Zhukovsky V.A., Nemilov V.E., Filipenko T.S., Anishchenko T.Y. Anti-adhesive membranes based on crosslinked carboxymethylcellulose. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2021; 83(2(88)):191-196. [In Russ.] <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-2-191-196>

65. Сулима А.Н., Румянцева З.С., Беглицэ Д.А., Коваленко Е.П., Фомочкина И.И., Сизова О.А. Анализ эффективности применения противоспаечного геля реформ после эндохирургических органосохраняющих операций при трубной беременности. *Таврический медико-биологический вестник*. 2022; 25(4):43-47. Sulima A.N., Rumyantseva Z.S., Beglitse D.A., Kovalenko E.P., Fomochkina I.I., Sizova O.A. Analysis of the effectiveness of anti-adhesive gel reforms after endosurgical organ-preserving operations in tubal pregnancy. *Tauride Medical and Biological Bulletin*. 2022; 25(4):43-47. [In Russ.] <https://doi.org/10.29039/2070-8092-2022-25-4-43-47>

66. Солдатова Д.С., Бежин А.И., Кудрявцева Т.Н. Изучение влияния концентрации натрия-карбоксиметилцеллюлозы на кровоостанавливающую и противоспаечную активность при операциях на печени в эксперименте. *Сеченовский вестник*. 2020; 11(1): 4-14. Soldatova D.S., Bezhin A.I., Kudryavtseva T.N. Study of the effect of sodium carboxymethylcellulose concentration on hemostatic and anti-adhesive activity during liver surgery in an experiment. *Sechenovsky Bulletin*. 2020; 11(1):4-14. [In Russ.] <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2020.11.1.4-14>

67. Фетищева Л.Е., Мозес В.Г., Захаров И.С., Мозес К.Б. Эффективность противоспаечного барьера на основе карбоксиметилцеллюлозы 5 мг и натрия гиалуроната 2,5 мг при различных органосохраняющих методиках хирургического лечения внематочной трубной беременности. *Гинекология*. 2019; 21(2):71-75. Fetishcheva L.E., Moses V.G., Zakharov I.S., Moses K.B. The effectiveness of an anti-adhesive barrier based on carboxymethylcellulose 5 mg and sodium hyaluronate 2.5 mg in various organ-preserving methods of surgical treatment of ectopic tubal pregnancy. *Gynecology*. 2019; 21(2):71-75. [In Russ.] <https://doi.org/10.26442/20795696.2019.2.190360>

68. Gumán-Valdivia-Gómez G, Tena-Betancourt E, de Alva-Coria PM. Postoperative abdominal adhesions: pathogenesis and current preventive techniques. Adherencias abdominales postoperatorias: patogénesis y técnicas actuales de prevención. *Cirugía y Cirujanos*. 2019; 87(6):698-703. <https://doi.org/10.24875/CIRU.18000511>

69. Ключко Д.А., Корик В.Е., Жидков С.А. Влияние парциального давления кислорода в брюшной полости на экспрессию фактора, индуцируемого гипоксией в эксперименте (HIF-1A). *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова*. 2021; 16(4):51-55. Klyuiko D.A., Korik V.E., Zhidkov S.A. The effect of partial oxygen pressure in the abdominal cavity on the expression of the hypoxia-induced factor in the experiment (HIF-1A). *Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after N. I. Pirogov*. 2021; 16(4):51-55. [In Russ.] https://doi.org/10.25881/20728255_2021_16_4_51
70. Allègre L, Le Teuff I, Leprince S, Warembourg S, Taillades H, Garric X, Letouzey V, Huberlant S. A new bioabsorbable polymer film to prevent peritoneal adhesions validated in a post-surgical animal model. *PLoS One*. 2018; 13(11):e0202285. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202285>
71. Abueva CD, Ryu HS, Park SY, Lee H, Padalhin AR, Min JW, Chung PS, Woo SH. Trimethyl chitosan postoperative irrigation solution modulates inflammatory cytokines related to adhesion formation. *Carbohydr Polym*. 2022; 288:119380. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119380>
72. Fatehi Hassanabad A, Zarzycki AN, Jeon K, Dundas JA, Vasanthan V, Deniset JF, Fedak PWM. Prevention of Post-Operative Adhesions: A Comprehensive Review of Present and Emerging Strategies. *Biomolecules*. 2021; 11(7):1027. <https://doi.org/10.3390/biom11071027>
73. Ahmad G, Thompson M, Kim K, Agarwal P, Mackie FL, Dias S, Metwally M, Watson A. Fluid and pharmacological agents for adhesion prevention after gynaecological surgery. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2020; 7(7):CD001298. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001298.pub5>
74. Ким Л.Б., Путятин А.Н., Русских Г.С., Комков Н.А. Влияние окисленного декстрана на спаечный процесс у крыс. *Политравма*. 2023; (1):83-88. Kim L.B., Putyatina A.N., Russkikh G.S., Komkov N.A. The effect of oxidized dextran on the adhesive process in rats. *Polytrauma*. 2023; (1):83-88. [In Russ.] <https://doi.org/10.24412/1819-1495-2023-1-83-88>
75. Cai J, Guo J, Wang S. Application of Polymer Hydrogels in the Prevention of Postoperative Adhesion: A Review. *Gels*. 2023; 9(2):98. <https://doi.org/10.3390/gels9020098>
76. Yue Y, Yan S, Li H, Zong Y, Yue J, Zeng L. The role of oral fluvastatin on postoperative peritoneal adhesion formation in an experimental rat model. *Acta chirurgica Belgica*. 2018; 118(6):372-379. <https://doi.org/10.1080/00015458.2018.1444549>
77. Ключко Д.А. Патогенетические предпосылки развития спаечного процесса брюшной полости. *Новости хирургии*. 2021; 29(6):728-735. Klyuiko D.A. Pathogenetic prerequisites for the development of the adhesive process of the abdominal cavity. *Surgery news*. 2021; 29(6):728-735. [In Russ.] <https://doi.org/10.18484/2305-0047.2021.6.728>
78. Маркосьян С.А., Лысяков Н.М. Этиология, патогенез и профилактика спайкообразования в абдоминальной хирургии. *Новости хирургии*. 2018; 26(6):735-744. Markosian S.A., Lysyakov N.M. Etiology, pathogenesis and prevention of adhesions in abdominal surgery. *Surgery news*. 2018; 26(6):735-744. [In Russ.] <https://doi.org/10.18484/2305-0047.2018.6.735>
79. Gökçelli U, Ercan UK, İlhan E, Argon A, Çukur E, Üreyen O. Prevention of Peritoneal Adhesions by Non-Thermal Dielectric Barrier Discharge Plasma Treatment on Mouse Model: A Proof of Concept Study. *Journal of investigative surgery: the official journal of the Academy of Surgical Research*. 2020; 33(7): 605-614. <https://doi.org/10.1080/08941939.2018.1550542>

Об авторах:

Артем Михайлович Морозов – кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры общей хирургии, Тверской государственный медицинский университет, Россия.

e-mail: ammorozovv@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0003-4213-5379>

Алексей Николаевич Сергеев – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой общей хирургии, Тверской государственный медицинский университет, Россия.

e-mail: dr.nikolaevich@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-9657-8063>

Николай Александрович Сергеев – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры общей хирургии, Тверской государственный медицинский университет, Россия.

e-mail: Sergnicalex@rambler.ru

<http://orcid.org/0000-0002-3459-2863>

Артём Арсенович Багдасаров – медицинский брат, отделение реанимации новорождённых, детская областная клиническая больница Тверской области, Россия.

e-mail: abagdasarov@internet.ru

<http://orcid.org/0000-0003-0989-3899>

Екатерина Сергеевна Петрухина – медицинская сестра общепрофильной выездной линейной бригады, Тверская станция скорой медицинской помощи, Россия.

e-mail: oranriley@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-9358-4433>

Валерия Петровна Степаненко – палатная медсестра, отделение реанимации новорождённых, детская областная клиническая больница Тверской области, Россия.

e-mail: lerastepanenko2001@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-6420-6513>

Екатерина Андреевна Фисюк – студент, Тверской государственный медицинский университет, Россия.

e-mail: Feedrfnz@mail.ru

<http://orcid.org/0009-0000-0582-7398>

Для корреспонденции:

Артём Михайлович Морозов, Тверской государственный медицинский университет, Российская Федерация, 170100, Тверь, ул. Советская, 4;

e-mail: ammorozovv@gmail.com

The authors:

Artem M. Morozov – Associate Professor of the Department of General Surgery, Tver State Medical University, Russia.

e-mail: ammorozovv@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0003-4213-5379>

Alexey N. Sergeev – Associate Professor, Head of the Department of General Surgery, Tver State Medical University, Russia.

e-mail: dr.nikolaevich@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-9657-8063>

Nikolay A. Sergeev – Professor of the Department of General Surgery, Tver State Medical University, Russia.

e-mail: Sernicalex@rambler.ru

<http://orcid.org/0000-0002-3459-2863>

Artyom A. Bagdasarov – male nurse, Tver Children's Regional Clinical Hospital, Russia.

e-mail: abagdasarov@internet.ru

<http://orcid.org/0000-0003-0989-3899>

Ekaterina S. Petrukina – nurse of the general field visiting line brigade, Tver Emergency Medical Aid Station, Russia.

e-mail: oranriley@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-9358-4433>

Valeria P. Stepanenko – ward nurse, Tver Children's Regional Clinical Hospital, Russia.

e-mail: lerastepanenko2001@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-6420-6513>

Ekaterina A. Fisyuk – student, Faculty of Pediatrics, Tver State Medical University, Russia.

e-mail: Feedrfnz@mail.ru

<http://orcid.org/0009-0000-0582-7398>

For correspondence:

Artem M. Morozov, Tver State Medical University, Sovetskaya Str., 4, Tver, 170100, Russian Federation;

e-mail: ammorozovv@gmail.com

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Морозов А.М., Сергеев А.Н.

Сбор и обработка материалов: Сергеев Н.А., Багдасаров А.А., Фисюк Е.А.

Написание текста: Сергеев Н.А., Петрухина Е.С., Степаненко В.П.

Редактирование: Морозов А.М., Сергеев А.Н.

Authors contribution:

Concept and design of the study: Artem M. Morozov, Nikolay A. Sergeev

Collection and processing of materials: Nikolay A. Sergeev, Artyom A. Bagdasarov, Ekaterina A. Fisyuk

Writing of the text: Nikolay A. Sergeev, Ekaterina S. Petrukina, Valeria P. Stepanenko

Editing: Artem M. Morozov, Nikolay A. Sergeev