

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья
УДК 616-089.844

3.1.9. Хирургия (медицинские науки)

<https://doi.org/10.17021/1992-6499-2024-4-69-77>

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
РЕГЕНЕРАЦИИ ДИГЕСТИВНОГО АНАСТОМОЗА
ПРИ ЕЁ СТИМУЛЯЦИИ АУТОПЛАЗМОЙ
(ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)**

Сергей Викторович Поройский¹, Егор Андреевич Морозов²,
Анна Владимировна Поройская², Анастасия Владимировна Морозова²

¹Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия

²Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

Аннотация. Вопросы стимуляции регенерации и предупреждения несостоятельности кишечных анастомозов до настоящего времени остаются актуальными в абдоминальной хирургии. Несостоятельность швов кишечных анастомозов наиболее часто отмечается в раннем послеоперационном периоде и может приводить к возникновению гнойно-септических процессов в брюшной полости, летальность при которых достигает 70 %. Цель – осуществить сравнительную макро- и микроскопическую морфологическую оценку зоны кишечного анастомоза в динамике его заживления в раннем и позднем послеоперационных периодах при местном инъекционном применении обогащенной тромбоцитами аутоплазмы и без ее использования в эксперименте. Эксперимент выполнен на 30 половозрелых лабораторных кроликах. Всем животным выполняли наложение дигестивного тонкокишечного анастомоза «конец в конец» (контрольный анастомоз) однорядным кишечным швом на расстоянии 15 см проксимальнее от илеоцекального угла. Отступив проксимальнее на 30 см от наложенного контрольного анастомоза, выполняли энтеротомию, инъекционное введение обогащенной тромбоцитами аутоплазмы в мышечный слой кишечной стенки с последующим формированием кишечного анастомоза. Сравнительную морфологическую оценку состояния зон кишечных анастомозов проводили в группах по 10 животных на 3, 7 и 14 сутки исследования. Под наркозом выполняли релапаротомию, макроскопическую оценку зоны анастомозов, ревизию брюшной полости, забор биопсийного материала (стенка кишки в месте анастомоза). Макроскопически оценивали состояние зоны анастомоза, адгезиогенез и степень стенозирования области кишечного анастомоза. Микроскопически исследовали признаки регенераторного процесса. Макроскопическое исследование показало достоверное снижение степени стенозирования кишечного анастомоза, а также отсутствие признаков повышения уровня спайкообразования при применении аутоплазмы. При использовании тромбоцитарной аутоплазмы микроскопическое исследование выявило ускорение динамики репарации, ангиогенеза, клеточных коопераций, организации соединительной ткани, а также сокращение длительности воспалительной фазы. Таким образом, применение интраоперационного инъекционного способа введения аутоплазмы способствует ускорению морфологических признаков регенерации кишечного анастомоза, неоангиогенеза и уменьшению периода проявления признаков воспалительного ответа в зоне кишечного анастомоза, демонстрируя потенциал использования данного способа для снижения частоты возможных осложнений, связанных с его несостоятельностью.

Ключевые слова: кишечный анастомоз, регенерация, факторы роста, неоангиогенез, обогащенная тромбоцитами аутоплазма

Для цитирования: Поройский С. В., Морозов Е. А., Поройская А. В., Морозова А. В. Сравнительная морфологическая характеристика регенерации дигестивного анастомоза при её стимуляции аутоплазмой (экспериментальное исследование) // Астраханский медицинский журнал. 2024. Т. 19, № 4. С. 69–77. <https://doi.org/10.17021/1992-6499-2024-4-69-77>.

COMPARATIVE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DIGESTIVE ANASTOMOSIS REGENERATION UPON STIMULATION BY AUTOPLASMA (EXPERIMENTAL STUDY)

Sergey V. Poroyskiy¹, Egor A. Morozov²,
Anna V. Poroyskaya², Anastasiya V. Morozova²

¹Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

²Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

Abstract. The issues of stimulation of regeneration and prevention of intestinal anastomosis failure are still relevant in abdominal surgery. Suture failure of intestinal anastomoses is most often observed in the early postoperative period and can lead to purulent-septic processes in the abdominal cavity, the lethality of which reaches 70 %. The aim of this study was to obtain new data for the results of a comparative macro- and microscopic morphological assessment of the intestinal anastomosis zone in the early and late postoperative period with local injection of platelet-rich autoplasm and without the use of autoplasm. The experiment was performed on 30 sexually mature laboratory rabbits. All animals underwent the imposition of a small-intestinal digestive anastomosis “end to end” (control anastomosis) with a single-layer intestinal suture at a distance of 15 cm proximal to the ileocecal angle. Having retreated 30 cm proximally from the imposed control anastomosis, enterotomy was performed, followed by injection of platelet-rich autoplasm into the muscular layer of the intestinal wall, with subsequent formation of an intestinal anastomosis. On days 3, 7, 14, relaparotomy, macroscopic assessment of the anastomosis zone, revision of the abdominal cavity, and collection of biopsy material (intestinal wall at the anastomosis site) were performed under general anesthesia. The state of the anastomosis zone, adhesion genesis, and the degree of stenosis of the intestinal anastomosis area were assessed macroscopically. Signs of the regenerative process were examined microscopically. Macroscopic examination showed a significant decrease in the degree of stenosis in the intestinal anastomosis, as well as the absence of signs of an increase in the level of adhesion formation when using autoplasm. Microscopic examination revealed an acceleration of the reparation dynamics, angiogenesis, cellular cooperation, organization of connective tissue, as well as a reduction in the duration of the inflammatory phase in the experimental group (use of platelet autoplasm). The use of intraoperative injection method of autoplasm administration contributes to the acceleration of morphological signs of intestinal anastomosis regeneration, neoangiogenesis and reduction of the period of manifestation of signs of inflammatory response in the zone of intestinal anastomosis, demonstrating the potential of using this method to reduce the incidence of possible complications associated with its failure.

Key words: intestinal anastomosis, regeneration, intestinal anastomosis failure, growth factors, neoangiogenesis, platelet-rich autoplasm

For citation: Poroyskiy S. V., Morozov E. A., Poroyskaya A. V., Morozova A. V. Comparative morphological characteristics of digestive anastomosis regeneration upon stimulation by autoplasm (experimental study) // Astrakhan Medical Journal. 2024; 19 (4): 69–77. <https://doi.org/10.17021/1992-6499-2024-4-69-77> (In Russ.).

Введение. Проблема несостоятельности кишечного шва возникла с первыми попытками ушивания кишечных ран и остается актуальной проблемой абдоминальной хирургии до настоящего времени [1]. Несостоятельность швов кишечных анастомозов наиболее часто отмечается в раннем послеоперационном периоде и может приводить к возникновению гнойно-септических процессов в брюшной полости, летальность при которых достигает 70 % [2]. Заживление кишечного анастомоза представляет собой сложный многофакторный процесс, протекающий со сменой фаз воспаления, пролиферации, созревания соединительной ткани, длительность и выраженность которых зависит от целого ряда системных и местных условий, определяющих вероятность развития несостоятельности [3]. Системные факторы включают в себя возраст пациента, состояние его питания, сопутствующие заболевания, применение химиолучевой терапии, тогда как местные факторы содержат нарушение кровоснабжения в месте анастомоза и хирургическую технику [4, 5].

В клинической и экспериментальной хирургии описаны исследования, направленные на поиск новых способов профилактики несостоятельности дигестивных анастомозов, направленных на устранение технических проблем формирования дигестивных анастомозов, улучшение их физической состоятельности и биологической герметичности, а также методик, используемых для стимуляции процессов регенерации в зоне кишечных анастомозов [6].

Использование в медицине аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами (АОТ), способствовало появлению новых способов лечения целого ряда патологий, обеспечивая способность влияния на процесс

воспаления, репарации за счет присутствия факторов роста и секреторных белков, а также процесс заживления на клеточном уровне. При этом АОТ является доступным и безопасным источником аутогенных факторов роста, действующих на процесс регенерации благодаря наличию в α -гранулах тромбоцитов биологически активных белков (фибрин, фибронектин и витронектин), цитокинов, хемокинов, мембранных гликопротеидов, управляющих процессом воспаления, клеточными кооперациями и участвующих в заживлении ран [7].

Данные свойства АОТ определяет спектр направлений ее применения в разработке новых способов управления регенерацией тканей и в частности процессом заживления кишечных анастомозов.

Цель – дать сравнительную макро- и микроскопическую морфологическую оценку динамике заживления кишечного анастомоза в раннем и позднем послеоперационном периоде при местном инъекционном применении обогащенной тромбоцитами аутоплазмы и без ее использования в эксперименте.

Материалы и методы. Экспериментальное исследование выполняли на 30 кроликах-самцах породы «Советская шиншилла» с массой 2,0–2,5 кг. Перед включением в эксперимент всех животных подвергали карантину в течение 21 дня, они ежедневно осматривались ветеринарным врачом для оценки соматического статуса. Кроликов содержали в индивидуальных клетках со свободным доступом к воде и гранулированному корму. Для исключения влияния на конечный результат эксперимента дополнительных факторов, связанных с индивидуальными физиологическими особенностями, и с целью стандартизации условий течения процесса регенерации кишечного анастомоза исследование осуществляли в пределах одного организма. Все оперативные вмешательства выполнялись одним хирургом. Экспериментальное исследование проведено с учетом правил лабораторной практики, стандартизации методик исследования и одобрены этическим комитетом Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» (ФГБОУ ВО ВолГМУ) Минздрава России (протокол № 2022/141 от 17.06.2022 г.).

В асептических условиях и под общей внутривенной анестезией («Золетил 100» в дозировке 0,5 мг/кг) выполняли срединную лапаротомию стандартных размеров (5 см). После выведения в рану и мобилизации тонкой кишки проводили энтеротомию с наложением однорядного тонкокишечного анастомоза «конец в конец» (контроль) на расстоянии 15 см проксимальнее от илеоцекального угла. Затем, отступив на 30 см проксимальнее от контрольного анастомоза, выполняли вторую энтеротомию (сравнение), техническим этапом которой являлось введение АОТ в мышечный слой раневого края стенки кишки с использованием инъекционной иглы размером 32G и инсулинового шприца (1 мл) [8, 9]. Все анастомозы выполняли однорядным узловым серозно-мышечно-подслизистым швом с использованием атравматического шовного материала «VICRYL 4-0» (Ethicon, USA).

Сравнительную морфологическую оценку состояния зон кишечных анастомозов проводили в группах по 10 животных на 3, 7, 14 сутки исследования. В указанные контрольные сроки кроликам под внутривенным наркозом выполняли релапаротомию, ревизию брюшной полости, оценивая степень стенозирования просвета кишечного анастомоза с использованием формулы расчета индекса стенозирования кишечного анастомоза [10], измеряя диаметр кишки в зоне анастомоза и на 2 см проксимальнее и дистальнее анастомоза.

Оценку послеоперационного адгезиогенеза в области анастомоза осуществляли с использованием балльной шкалы Van der Ham et al., где 0 – нет адгезии, 1 – минимальные спайки, в основном между анастомозом и сальником, 2 – умеренное сращение между сальником и анастомозом или между кишечником и анастомозом, 3 – тяжелые и протяженные спайки с возможным образованием абсцессов [11]. При макроскопии после определения морфологического типа каждой обнаруженной спайки рассчитывали уровень спаечного процесса (УСП) в зоне кишечного анастомоза. Для оценки УСП в зоне кишечного анастомоза в каждой группе определяли усредненные постоянные величины: для тяжевых, нитевидных и паутинных спаек – длина, площадь сечения каждого вида; для пленчатых и плоскостных – длина, толщина и площадь спаек.

Расчет производили с помощью разработанной ранее формулы оценки УСП, позволяющей его выразить в абсолютных величинах:

$$V_{\text{спаек}}(\text{УСП}) = \sum l_{\text{тяж.}} \pi (d_{\text{тяж.}} / 2)^2 + \sum l_{\text{нитев.}} \pi (d_{\text{нитев.}} / 2)^2 + \sum l_{\text{паут.}} \pi (d_{\text{паут.}} / 2)^2 + \\ + \sum S_{\text{пленч.}} h_{\text{пленч.}} + \sum S_{\text{плоск.}} h_{\text{плоск.}}$$

Где, V – объем, см³,

l – длина спайки, см;

d – диаметр поперечного сечения спайки, см;

S – площадь спайки, см²;

h – толщина спайки, см.

Данный способ обеспечивает достоверность результатов и прост в исполнении [12].

После завершения макроскопической оценки осуществляли забор биопсийного материала – зоны наложенных анастомозов (контроль и сравнение). Материал фиксировали в 10 % формалине, осуществляли стандартную проводку материала в спиртах восходящей концентрации, заливку в парафиновые блоки и изготовление серийных срезов, депарафинизацию, окраску гематоксилином и эозином, по Ван-Гизону. Микроскопическое исследование препаратов выполнял патологоанатом, не имеющий сведений о принадлежности гистологических препаратов к группам исследования. После забора биопсийного материала осуществляли эвтаназию находящихся под наркозом экспериментальных животных с помощью передозировки анестетиком [13, 14]. Обработку и анализ полученных данных производили в программе Microsoft Office 2021 (USA) с надстройкой анализа данных (Analyze data). Количественные показатели были выражены в виде $M \pm m$, где M – средняя арифметическая выборки, а m – стандартное отклонение, достоверность оценивали с помощью U-критерия Манна – Уитни, уровень значимости изменений относительно контрольной группы считали достоверным при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Все животные дожили до конца экспериментального исследования. Клинических признаков послеоперационных осложнений не отмечалось. Стул у всех обследованных кроликов наблюдался с конца первых суток.

При макроскопической оценке на 3, 7 и 14 сутки экспериментального исследования признаков перитонита и несостоятельности кишечных анастомозов, а также наличия абсцессов в области кишечного анастомоза не наблюдалось.

На третьи сутки эксперимента в 10 % случаев в зоне анастомозов с применением АОТ и у 20 % контрольных анастомозов наблюдались признаки отека и отложения фибрина.

При оценке спаечного процесса по шкале Van der Ham были получены значения, отраженные в таблице 1.

Таблица 1. Оценка спаечного процесса в динамике 14 дней (шкала Van der Ham)

Table 1. Assessment of the adhesion process over 14 days (Van der Ham)

Период исследования, сут.	Анастомоз с применением АОТ, балл	Контрольный анастомоз, балл
3	1,2 ± 0,45	1,33 ± 0,51
7	1,5 ± 0,55	1,42 ± 0,53
14	1,4 ± 0,54	1,6 ± 0,89

Показатели оценки спаечного процесса на 3, 7, 14 сутки продемонстрировали отсутствие достоверного различия баллов адгезиогенеза в группе с применением АОТ по сравнению с контролем ($p > 0,05$), что говорит об отсутствии признаков увеличения количества образовавшихся сращений в зоне кишечного анастомоза.

При сравнительной оценке уровня спаечного процесса (см³) в зоне кишечного анастомоза на 3, 7 и 14 сутки эксперимента получены значения, представленные в таблице 2. При анализе данных была выявлена тенденция к нарастанию УСП в зоне изучаемых анастомозов к 14 суткам эксперимента, однако в зоне анастомоза с применением АОТ на 7 и 14 сутки исследования УСП был достоверно ниже.

Таблица 2. Уровень спаечного процесса в динамике 14 дней

Table 2. The level of the adhesion process over 14 days

Период исследования, сут.	УСП анастомоз с применением АОТ, см ³	УСП контрольный анастомоз, см ³	Значимость различий
3	0,346 ± 0,049	0,435 ± 0,094	$U = 12^*, p = 0,646$
7	0,414 ± 0,01	0,558 ± 0,011	$U = 5,5^*, p < 0,05$
14	0,621 ± 0,17	0,784 ± 0,22	$U = 2^*, p < 0,05$

Примечание: *U-критерий Манна – Уитни

Note: *Mann – Whitney U-test

При оценке стенозирования кишечного анастомоза выявлено его максимальное значение на третьи сутки в обеих группах. В последующий период в обеих группах отмечалось снижение индекса к 14 суткам, с достоверно меньшими его значениями в группе с применением АОТ (табл. 3).

Таблица 3. Индекс стенозирования анастомоза в динамике 14 дней
Table 3. The anastomosis stenosis index over 14 days

Период исследования, сут.	Анастомоз с применением АОТ	Контрольный анастомоз	Значимость различий
3	14,75 ± 6,96	28,4 ± 7,4	$U = 9^*, p < 0,01$
7	10,05 ± 4,08	16,91 ± 5,84	$U = 21,5^*, p = 0,017$
14	9,77 ± 3,24	13,41 ± 3,63	$U = 25,5^*, p = 0,035$

Примечание: * U -критерий Манна-Уитни по отношению к контрольной группе
Note: *Mann-Whitney U -test, relative to the control group

Микроскопическая (гистологическая) оценка динамики регенерации кишечного анастомоза без и с использованием АОТ на 3, 7 и 14 сутки по сравнению с гистологической картиной интактного кишечника экспериментального животного показала результаты, отраженные на рис. 1, 2.

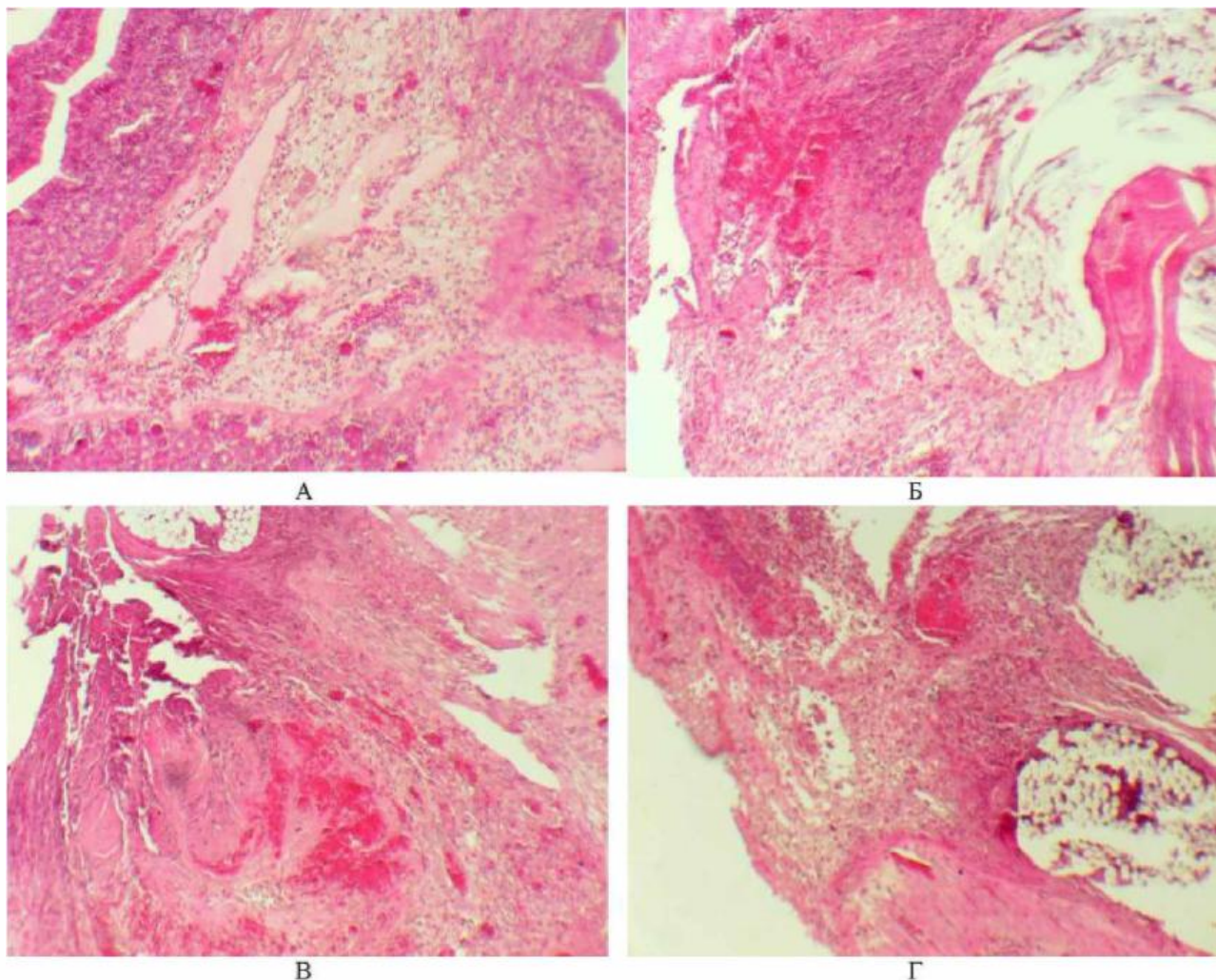


Рисунок 1. Зона анастомоза тонкого кишечника, группа без применения аутоплазмы (3 сутки):
А, Б – воспалительная лимфогистиоцитарная инфильтрация, полнокровие и единичные тромбозы сосудов.
Зона анастомоза тонкого кишечника, группа с интраоперационной инъекцией аутоплазмы (3 сутки):
В, Г – выраженный отек, умеренная лейкоцитарная инфильтрация, полнокровие сосудов, признаки кровоизлияний. Окраска гематоксилин-эозином. Ув. ×40

Figure 1. Small intestinal anastomosis zone, group without autoplasm (day 3):
А, Б – inflammatory lymphohistiocytic infiltration, fullness and isolated vascular thromboses.
Small intestinal anastomosis zone, group with intraoperative autoplasm injection (day 3):
В, Г – severe edema, moderate leukocyte infiltration, vascular fullness, signs of hemorrhage.
Hematoxylin and eosin staining. Zoom ×40

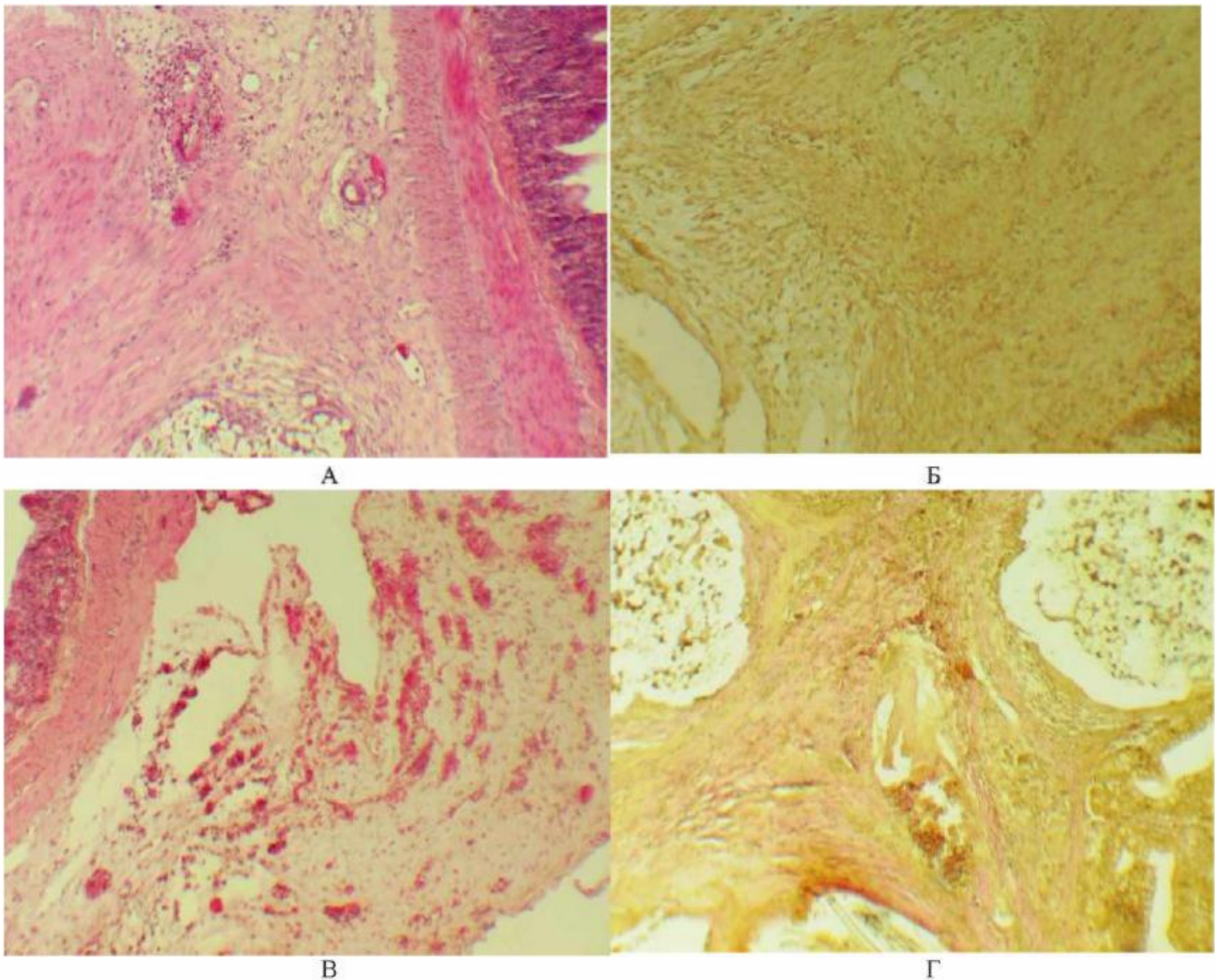


Рисунок 2. Зона анастомоза тонкого кишечника, группа без применения аутоплазмы (14 сутки):

А, Б – нечеткие очертания грануляционной ткани, признаки новообразования сосудов, распространенная воспалительная смешанная инфильтрация, представленная макрофагами, примесью эозинофилов, признаки геморрагий

Зона анастомоза тонкого кишечника, группа с интраоперационной инъекцией аутоплазмы (14 сутки):

В, Г – признаки выраженного формирования грануляционной ткани с обилием фибробластов и сетью новообразованных кровеносных сосудов, участки с рыхлыми коллагеновыми волокнами, признаки слабо выраженной воспалительной смешанной инфильтрации, представленной макрофагами и лимфоцитами

Окраска гематоксилин-эозином (А, Б), окраска по Ван-Гизону (В, Г). Ув. ×40

Figure 2. Small intestinal anastomosis zone, group without autoplasm (day 14):

А, Б – unclear outlines of granulation tissue, signs of vascular neoplasm, widespread inflammatory mixed infiltration represented by macrophages, admixture of eosinophils, signs of hemorrhages

Small intestinal anastomosis zone, group with intraoperative injection of autoplasm (day 14):

В, Г – signs of pronounced formation of granulation tissue with an abundance of fibroblasts and a network of newly formed blood vessels, areas with loose collagen fibers, signs of mild inflammatory mixed infiltration represented by macrophages and lymphocytes

Hematoxylin and eosin staining (А, Б). Van Gieson staining (В, Г). Zoom ×40

На третьи сутки исследования в обеих группах в зоне анастомоза отмечается выраженный отек (+++), однако в группе без применения АОТ отмечается отечность в слизистой и подслизистой оболочках, примыкающих к зоне анастомоза, а также очаговая десквамация поверхностного эпителия. В группе без применения АОТ признаки выраженной воспалительной лимфогистиоцитарной инфильтрации (+++), представленной лейкоцитами (+++) с примесью лимфоцитов (++), по сравнению с экспериментальной группой, где в слизистой и подслизистом слоях в области анастомоза отмечалась

умеренная воспалительная инфильтрация (++) , представленная лейкоцитами (+++) с примесью лимфоцитов (+) и эозинофилов (+), а слизистая кишечника была густо наполнена ворсинками, кроме того отмечалось увеличение количества бокаловидных клеток.

На седьмые сутки в группе без применения АОТ сохраняется выраженный отек (+++) с распространением на все слои кишечной стенки, с выраженной (+++) смешанно-клеточной инфильтрацией, состоящей из полиморфно-клеточных лейкоцитов (+++), моноцитов, эозинофилов (+++), плазмочитов и фибробластов (+) по сравнению с группой с применением АОТ, где отмечалась умеренно-выраженная воспалительная реакция в зоне анастомоза (++) , которая характеризовалась преобладанием мононуклеарных элементов над полиморфноядерными лейкоцитами, а также увеличением числа в смешанном клеточном составе макрофагов, лимфоцитов и эозинофилов.

На 14 сутки исследования в контрольной группе сохранялась воспалительная смешанная инфильтрация (++) , представленная макрофагами и примесью эозинофилов, с сохранением в 60 % препаратов признаков геморрагий по сравнению с экспериментальной группой, где в 40 % микропрепаратов отмечались признаки слабо выраженной воспалительной смешанной инфильтрации (+), включающей макрофаги и лимфоциты в зоне анастомоза.

В контрольной группе (без применения АОТ) на третьи сутки отмечали признаки нарушения кровообращения в виде полнокровия сосудов (+++) и единичных тромбозов (+). Наблюдались обширные и очаговые кровоизлияния, затрагивающие не только зону анастомоза, но и подслизистый, мышечный и серозный слои, местами с нитями фибрина. В подслизистом слое выявляли солитарные фолликулы с гиперплазией. К седьмым суткам сохранялись морфологические признаки нарушения микроциркуляции в виде очаговых кровоизлияний, стаза и тромбоза сосудов, однако на 14 сутки исследования в зоне анастомоза обнаруживали нечеткие очертания грануляционной ткани (+) с признаками новообразования сосудов (+).

При сравнительном морфологическом анализе в экспериментальной группе (с применением АОТ) на третьи сутки отмечали умеренно выраженные признаки расстройства кровообращения (++) в виде полнокровия, а также единичные кровоизлияния, однако к седьмым суткам, по сравнению с контрольной группой, по периметру кишечного анастомоза прослеживалась линия новообразованной грануляционной ткани (++) с большим количеством молодых, вновь образованных кровеносных сосудов (++) , что свидетельствует о явном ускорении процессов неоангиогенеза. При оценке препаратов на 14 сутки обнаруживали выраженные признаки формирования грануляционной ткани (+++) с признаками новообразования сосудов (+++), зона анастомоза была четко очерчена грануляционной тканью с обилием фибробластов и сетью новообразованных кровеносных сосудов, а со стороны серозной оболочки во всех препаратах обнаруживали участки с рыхлыми коллагеновыми волокнами, с положительной реакцией при окраске по Ван-Гизону, свидетельствующие о более быстром развитии процесса репарации ткани в зоне кишечного анастомоза.

Закключение. Полученные экспериментальные данные характеризуют отсутствие признаков усиления адгезиогенеза при использовании стимуляции заживления анастомоза интраоперационной инъекцией аутоплазмы, снижение уровня спаечного процесса, что можно связать со способностью аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами, уменьшать выраженность воспалительного ответа и стимулировать неоангиогенез. Оценка стенозирования зоны кишечного анастомоза при применении аутоплазмы показала достоверное снижение индекса стенозирования анастомоза. Выявлена способность интраоперационного применения аутоплазмы обеспечивать ускорение процесса тканевой дифференцировки, стимуляцию неоангиогенеза, уменьшение периода проявления признаков воспалительного ответа в зоне кишечного анастомоза, что демонстрирует потенциал использования данного способа для повышения эффективности регенерации кишечного анастомоза.

Раскрытие информации. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Список источников

1. Буянов В. М., Егиев В. Н., Удотов О. А. Хирургический шов. Москва: Рапид-принт, 1993. 102 с.
2. Leichtle S. W., Mouawad N. J., Welch K. B. et al. Risk factors for anastomotic leakage after colectomy // *Diseases of the Colon & Rectum*. 2012. Vol. 55, no. 5. P. 569–575.
3. Nordentoft T., Sørensen M. Leakage of colon anastomoses: development of an experimental model in pigs // *European Surgical Research*. 2007. Vol. 39, no. 1. P. 14–16.
4. Половинкин В. В., Проханов В. А., Завражнов А. А., Волков А. В., Халафян А. А. Факторы риска развития несостоятельности колоректального анастомоза после операций по поводу рака прямой кишки // *Кубанский научный медицинский вестник*. 2013. № 7. С. 106–112.
5. Поройский С. В., Морозов Е. А. Исследование особенностей микроциркуляции зоны дигестивного анастомоза в раннем и позднем послеоперационном периоде как предиктора его несостоятельности // *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2022. Т. 19, № 2. С. 105–110. doi: 10.19163/1994-9480-2022-19-2-105-110.
6. Агаев Э. К., Исмайллова З. Э., Мамедов Т. Э. Профилактика несостоятельности швов кишечных анастомозов // *Новости хирургии*. 2022. Т. 30, № 1. С. 86–94. doi: 10.18484/2305-0047.2022.1.86.
7. Ачкасов Е. Е. и др. Применение аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами, в клинической практике // *Биомедицина*. 2013. № 4. С. 46–59.
8. Пат. № 2801037 С1 РФ, МПК А61В 17/11, А61К 35/16, А61Р 43/00. Способ стимуляции регенерации кишечных анастомозов с использованием аутогенных факторов роста / Поройский С. В., Морозов Е. А., Поройская А. В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО ВолгГМУ МЗ РФ. Заявл. 26.05.2022; опублик. 01.08.2023. № 2022114256.
9. Заявка на изобретение № 2023119155 РФ, МПК А61В 17/122. Устройство для интраоперационной фиксации стенки кишечника при инъекции препаратов в мышечный слой / Поройский С. В., Морозов Е. А., Морозова А. В., Поройская Н. С., Рыбин А. А.; Заявитель ФГБОУ ВО ВолгГМУ МЗ РФ. Заявл. 14.03.2023; опублик. 16.09.2024. № 2023119155; Бюл. № 26.
10. Irvin T. T., Edwards J. P. Comparison of single-layer inverting, two-layer inverting, and everting anastomoses in the rabbit colon // *Journal of British Surgery*. 1973. Vol. 606 no. 6. P. 453–457.
11. Van der Ham A. C. et al. Effect of fibrin sealant on the healing colonic anastomosis in the rat // *Journal of British Surgery*. 1991. Vol. 78, no. 1. P. 49–53.
12. Пат. № 2202279 С2 РФ. Способ оценки спаечного процесса / Воробьев А. А., Баринаева Е. А., Баринин А. С., Писарев В. Б., Москвичев С. М., Желтобрюхов В. Ф.; Заявитель и патентообладатель ВолгГМУ. Заявл. 23.05.2001; опублик. 20.04.2003. № 2001114161/14.
13. Миронов А., Бунатян Н. и др. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Москва: Гриф и К. 2012. Ч. 1. С. 944.
14. Директива 2010/63/EU Европейского Парламента и Совета Европейского союза от 22 сентября 2010 г. по охране животных, используемых в научных целях. URL: https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf.

References

1. Buyanov V. M., Egiev V. N., Udotov O. A. *Khirurgicheskiy shov = Surgical suture*. Moscow: Rapid-print; 1993: 102 p. (In Russ.)
2. Leichtle S. W., Mouawad N. J., Welch K. B. et al. Risk factors for anastomotic leakage after colectomy. *Diseases of the Colon & Rectum*. 2012; 55 (5): 569–575.
3. Nordentoft T., Sørensen M. Leakage of colon anastomoses: development of an experimental model in pigs. *European Surgical Research*. 2007; 39 (1): 14–16.
4. Polovinkin V. V., Prohanov V. A., Zavrazhnov A. A., Volkov A. V., Khalafyan A. A. Risk factors for the development of colorectal anastomotic failure after surgery for rectal cancer. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik = Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2013; 7: 106–112 (In Russ.).
5. Poroisky S. V., Morozov E. A. Investigation of microcirculation peculiarities in the zone of digestive anastomosis during early and delayed postoperative period as a predictor of its insufficiency. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta = Journal of Volgograd State Medical University*. 2022; 19 (2): 105–110. doi: 10.19163/1994-9480-2022-19-2-105-110 (In Russ.).
6. Aghayev E. K., Ismayilova Z. E., Mamedov T. E. Prevention of Suture Insufficiency in Intestinal Anastomoses. *Novosti khirurgii = Surgical News*. 2022; 30 (1): 86–94. doi: 10.18484/2305-0047.2022.1.86 (In Russ.).
7. Achkasov E. E., Bezuglov E. N., Ulyanov E. N., Ulyanov A. A., Kurshev V. V., Repetyuk A. D. Application platelet-rich plasma in clinical practice. *Biomeditsina = Journal Biomed*. 2013; 1 (4): 46–59 (In Russ.).
8. Poroisky S. V., Morozov E. A., Poroiskaya A. V. Patent No. 2801037 C1 RF, IPC A61B 17/11, A61K 35/16, A61P 43/00. Method for stimulating regeneration of intestinal anastomoses using autogenous growth factors. Appl. 26.05.2022; publ. 01.08.2023. No. 2022114256 (In Russ.).
9. Poroisky S. V., Morozov E. A., Morozova A. V., Poroiskaya N. S., Rybin A. A. Invention application No. 2023119155 RF, IPC A61B 17/122. Device for intraoperative fixation of the intestinal wall during injection of drugs into the muscular layer. Appl. 14.03.2023; publ. 16.09.2024. No. 2023119155; Bulletin No. 26 (In Russ.).

10. Irvin T. T., Edwards J. P. Comparison of single-layer inverting, two-layer inverting, and everting anastomoses in the rabbit colon. *Journal of British Surgery*. 1973; 60 (6): 453–457.
11. Van der Ham A. C. et al. Effect of fibrin sealant on the healing colonic anastomosis in the rat. *Journal of British Surgery*. 1991; 78 (1): 49–53.
12. Vorobev A. A., Barinova E. A., Barinov A. S., Pisarev V. B., Moskvichev S. M., Zheltobryukhov V. F. Patent No. 2202279 C2 RF. Method for assessing the adhesive process. Appl. 23.05.2001; publ. 20.04.2003. No. 2001114161/14 (In Russ.).
13. Mironov A. N., Bunyatyan N. D. et al. Guidelines for conducting preclinical studies of medicines. Moscow: Vulture and K; 2012: part 1; 944 p. (in Russ.).
14. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and Council of the European Union of 22 Sept 2010 on animal protection, used in the scientific purposes. URL: https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf (In Russ.).

Информация об авторах

С. В. Поройский, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой экстремальной медицины и безопасности жизнедеятельности, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия, ORCID: 0000-0001-6990-6482, e-mail: poroyskiy@mail.ru;

Е. А. Морозов, ассистент кафедры урологии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия, ORCID: 0000-0001-9495-3424, e-mail: egor050795@rambler.ru;

А. В. Поройская, кандидат медицинских наук, доцент кафедры патологической анатомии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия, e-mail: poroiskaja@rambler.ru;

А. В. Морозова, ветеринарный врач, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия, e-mail: a.morozova@vet-service.ru.

Information about the authors

S. V. Poroyskiy, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia, ORCID: 0000-0001-6990-6482, e-mail: poroyskiy@mail.ru;

E. A. Morozov, Assistant of the Department, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia, ORCID: 0000-0001-9495-3424, e-mail: egor050795@rambler.ru;

A. V. Poroyskaya, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia, e-mail: poroiskaja@rambler.ru;

A. V. Morozova, Veterinarian, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation, e-mail: a.morozova@vet-service.ru.

Статья поступила в редакцию 11.11.2024; одобрена после рецензирования 13.11.2024; принята к публикации 29.11.2024.

The article was submitted 11.11.2024; approved after reviewing 13.11.2024; accepted for publication 29.11.2024.