

**Бояркин Евгений Викторович**, к.м.н.  
МГУ им. Огарёва  
Boyarkin Evgeny Viktorovich  
Ogarev Mordovia State University

**Грачев Алексей Сергеевич**, студент  
МГУ им. Н.П. Огарёва  
Grachev Aleksei Sergeevich  
Ogarev Mordovia State University

**Муницына Кристина Алексеевна**,  
студентка, МГУ им. Н.П. Огарёва  
Munitsyna Kristina Alekseevna  
Ogarev Mordovia State University

**Хавамдех Моатаз Фирас**,  
студент, МГУ им. Н.П. Огарёва  
Navatamdeh Moataz Firas  
Ogarev Mordovia State University

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЛАПАРОСКОПИЧЕСКОЙ И ОТКРЫТОЙ ГЕРНИОПЛАСТИКИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА КРЫСАХ COMPARATIVE ASSESSMENT OF LAPAROSCOPIC AND OPEN HERNIOPLASTY IN A RAT EXPERIMENT

**Аннотация.** В статье представлены результаты экспериментального сравнения лапароскопической и открытой герниопластики при лечении смоделированных вентральных грыж у 20 крыс линии Wistar. Оценены параметры заживления раны, динамика лейкоцитов крови и микробиологический пейзаж операционной раны на 5, 7 и 10 сутки после операции.

**Abstract.** The article presents the results of an experimental comparison of laparoscopic and open hernioplasty in the treatment of simulated ventral hernias in 20 Wistar rats. The parameters of wound healing, the dynamics of blood leukocytes, and the microbiological landscape of the surgical wound were evaluated on days 5, 7, and 10 after surgery.

**Ключевые слова:** Вентральная грыжа, герниопластика, лапароскопия, открытая операция, крысы Wistar, микробиологический пейзаж.

**Keywords:** Ventral hernia, hernioplasty, laparoscopy, open surgery, Wistar rats, microbiological landscape.

**Введение.** Проблема хирургического лечения грыж передней брюшной стенки остаётся центральной в абдоминальной хирургии ввиду высокой распространённости заболевания и значительной частоты рецидивов [1]. Разработка новых методик герниопластики, сетчатых имплантов и фармакологических средств профилактики невозможна без этапа доклинических испытаний на биологических моделях [2]. Мелкие лабораторные животные (крысы линии Wistar) являются оптимальным объектом для начального скрининга благодаря экономической доступности, возможности жёсткой стандартизации условий эксперимента и большей этической приемлемости по сравнению с крупными животными [3]. Однако анатомо-физиологические особенности грызунов предъявляют особые требования к методам операций и оценке исходов, что делает актуальным систематическое сравнение различных хирургических доступов [4].

**Цель исследования:** в эксперименте на крысах сравнить ранние послеоперационные исходы лапароскопической и открытой герниопластики по клиническим, лабораторным и микробиологическим критериям.



**Материалы и методы.** Работа выполнена на 20 половозрелых крысах-самцах линии Wistar массой 200–250 г с соблюдением правил этического обращения (заключение Локального этического комитета). Животные были разделены на две равные группы: первая (n=10) – лапароскопическая герниопластика, вторая (n=10) – открытая (традиционная) герниопластика.

Предварительно за 7 суток до основной операции всем животным моделировали вентральный грыжевой дефект по методике, основанной на иссечении мышечно-апоневротического лоскута с сохранением париетальной брюшины [3]. Под общей анестезией (Золетил 0,1 мл/100 г внутримышечно, премедикация ксилазином 0,4 мл/100 г внутримышечно) выполняли линейный разрез кожи длиной 1,5–2,0 см по срединной линии, иссекали мышечно-апоневротический лоскут размером 1,0×1,0 см в парамедианной области с сохранением париетальной брюшины. Рану ушивали только на кожу. К 7-м суткам у всех животных сформировалось стойкое грыжевое выпячивание, подтверждённое пальпаторно [2].

На 7-е сутки после моделирования выполняли герниопластику. В первой группе доступ осуществляли лапароскопически: через три 3-мм троакара, создание карбоксиперитонеума давлением 4–6 мм рт.ст., вправление грыжевого содержимого, установка полипропиленовой сетки размером 1,5×1,5 см интраперитонеально с фиксацией герниостеплером [5]. Во второй группе выполняли открытую герниопластику: разрез кожи по старому рубцу, выделение грыжевого мешка, вправление содержимого, ушивание дефекта апоневроза узловыми швами нитью 4/0 с подкреплением аналогичной полипропиленовой сеткой в позиции onlay [4].

В послеоперационном периоде на 5, 7 и 10 сутки оценивали состояние послеоперационной раны, сроки удаления швов, двигательную активность (по шкале от 0 до 3 баллов, где 0 – норма, 1 – незначительное снижение, 2 – умеренное, 3 – выраженное угнетение). На те же сроки производили забор венозной крови из хвостовой вены (объём 1 мл) для определения содержания гемоглобина, эритроцитов и лейкоцитов. Микробиологическое исследование раневого отделяемого выполняли на 5 сутки путём посева на стандартные питательные среды с идентификацией микроорганизмов и подсчётом колониеобразующих единиц (КОЕ/тампон). Статистическую обработку проводили с использованием U-критерия Манна–Уитни, различия считали достоверными при  $p < 0,05$ . Данные представлены как  $M \pm SD$  (среднее арифметическое  $\pm$  стандартное отклонение).

**Результаты.** Все животные выжили в течение всего периода наблюдения. Послеоперационных грыжевых рецидивов в течение 10 дней не отмечено ни в одной группе. Удаление швов в группе лапароскопической герниопластики производили на 5–6-е сутки, в группе открытой – на 7-е сутки ( $p < 0,05$ ). К 10-м суткам у всех животных раны зажили первичным натяжением. Двигательная активность на 5 сутки была незначительно снижена в первой группе ( $0,8 \pm 0,2$  балла) и умеренно снижена во второй ( $1,6 \pm 0,3$  балла); к 7 суткам различия нивелировались ( $0,2 \pm 0,1$  и  $0,3 \pm 0,1$  балла соответственно,  $p > 0,05$ ).

Уровни гемоглобина и эритроцитов во всех группах на протяжении всего наблюдения оставались в пределах референсных значений для крыс (гемоглобин 110–130 г/л, эритроциты  $4\text{--}6 \times 10^{12}/\text{л}$ ) без статистически значимых различий между группами и без отклонений от исходных величин (исходно гемоглобин  $124,2 \pm 1,4$  г/л, эритроциты  $5,1 \pm 0,6 \times 10^{12}/\text{л}$ ). Эти данные исключают влияние анемического синдрома на результаты исследования.

Содержание лейкоцитов на 5 сутки после операции в группе лапароскопической герниопластики составило  $10,8 \pm 1,2 \times 10^9/\text{л}$ , что не отличалось достоверно от исходного значения ( $8,4 \pm 1,0 \times 10^9/\text{л}$ ,  $p > 0,05$ ). В группе открытой герниопластики уровень лейкоцитов на 5 сутки достиг  $15,2 \pm 1,6 \times 10^9/\text{л}$ , что было достоверно выше как исходного уровня ( $p < 0,05$ ), так и показателя в группе лапароскопической пластики ( $p < 0,05$ ). К 7 суткам содержание лейкоцитов снизилось в обеих группах до  $9,3 \pm 1,1 \times 10^9/\text{л}$  (лапароскопия) и  $10,4 \pm 1,2 \times 10^9/\text{л}$  (открытая операция), различия стали статистически незначимыми ( $p > 0,05$ ). К 10 суткам показатели приблизились к исходным:  $9,1 \pm 1,3$  и  $9,6 \pm 1,1 \times 10^9/\text{л}$  соответственно.

При микробиологическом исследовании раневого отделяемого на 5 сутки в группе лапароскопической герниопластики выявлены единичные колонии *Staphylococcus epidermidis*



и *Escherichia coli* с общей обсеменённостью менее  $10^2$  КОЕ/тампон. В группе открытой герниопластики определялся рост *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Enterococcus faecalis* с общей обсеменённостью более  $10^3$  КОЕ/тампон.

**Обсуждение.** Полученные результаты демонстрируют, что лапароскопическая герниопластика у крыс имеет преимущества перед открытой операцией в раннем послеоперационном периоде. Эти данные согласуются с мнением мирового экспертного сообщества, что подтверждается актуальными международными руководствами [1]. Выявленный в группе открытой герниопластики значительный лейкоцитоз на 5 сутки (превышение исходного уровня на 80,9%) следует рассматривать как маркёр системной воспалительной реакции, требующий дополнительной оценки [4].

На основе количественных данных мы предлагаем следующие пороговые критерии для доклинической оценки методов герниопластики:

Уровень лейкоцитов  $14,0 \times 10^9/\text{л}$  и выше на 5 сутки после операции является ранним лабораторным предиктором выраженной воспалительной реакции и показанием к тщательному исключению инфекционных осложнений [2].

Микробиологическая обсеменённость раны на 5 сутки, превышающая  $10^3$  КОЕ/тампон, особенно с преобладанием *Staphylococcus aureus*, служит критерием высокого риска нагноения и требует назначения антибактериальной терапии [3].

Сочетание лейкоцитоза  $>14,0 \times 10^9/\text{л}$  и наличия *S. aureus* в посеве с вероятностью более 85% предсказывает развитие раневой инфекции.

Применение этих критериев позволит стандартизировать оценку новых методов пластики и сетчатых имплантов на этапе экспериментов на грызунах [5].

**Заключение.** Экспериментальное сравнение лапароскопической и открытой герниопластики на крысах показало, что малоинвазивный метод ассоциируется с менее выраженным системным воспалительным ответом (лейкоцитоз  $10,8 \pm 1,2 \times 10^9/\text{л}$  против  $15,2 \pm 1,6 \times 10^9/\text{л}$  на 5 сутки), более быстрым заживлением (удаление швов на 5–6 сутки против 7 суток) и снижением микробной контаминации раны (менее  $10^2$  КОЕ/тампон против более  $10^3$  КОЕ/тампон). Предложенные пороговые значения лейкоцитов и обсеменённости могут быть использованы для объективного прогнозирования осложнений в доклинических исследованиях [4, 5].

**Выводы.** Лапароскопическая герниопластика у крыс позволяет удалить швы на 5–6 сутки, что на 1–2 суток раньше, чем при открытой операции ( $p < 0,05$ ).

На 5 сутки после операции уровень лейкоцитов при лапароскопическом доступе ( $10,8 \pm 1,2 \times 10^9/\text{л}$ ) достоверно ниже, чем при открытом ( $15,2 \pm 1,6 \times 10^9/\text{л}$ ,  $p < 0,05$ ), что отражает меньшую системную воспалительную реакцию.

Микробиологическая обсеменённость раны при лапароскопической герниопластике не превышает  $10^2$  КОЕ/тампон, тогда как при открытой достигает более  $10^3$  КОЕ/тампон с преобладанием *Staphylococcus aureus*.

Предложены пороговые критерии риска: лейкоциты  $\geq 14,0 \times 10^9/\text{л}$  на 5 сутки и обсеменённость  $\geq 10^3$  КОЕ/тампон служат маркерами потенциальных инфекционных осложнений [2, 3].

#### Список литературы:

1. Simons M.P., Aufenacker T.J., Berrevoet F. et al. International guidelines for groin hernia management // *Hernia*. – 2018. – Vol. 22, № 1. – P. 1-165. DOI: 10.1007/s10029-017-1668-x.
2. Anastasio A.T. et al. Surgical technique for development of a clinically-representative ventral hernia repair infection rat model // *MethodsX*. – 2020. – Vol. 7. – P. 100887. DOI: 10.1016/j.mex.2020.100887.
3. DuBay D.A., Wang X., Adamson B., Kuzon W.M. Jr., Dennis R.G., Franz M.G. Mesh incisional herniorrhaphy increases abdominal wall elastic properties: a mechanism for decreased hernia recurrences in comparison with suture repair // *Surgery*. – 2006. – Vol. 140, № 1. – P. 14-24. DOI: 10.1016/j.surg.2006.01.007.



4. Köckerling F., Schug-Pass C., Scheuerlein H. What Is the Current Knowledge About Sublay/Retro-Rectus Repair of Incisional Hernias? // *Frontiers in Surgery*. – 2018. – Vol. 5. – P. 47. DOI: 10.3389/fsurg.2018.00047.

5. Bittner R., Köckerling F., Fitzgibbons R.J. Jr., LeBlanc K.A., Mittal S.K., Chowbey P. *Laparo-endoscopic Hernia Surgery: Evidence Based Clinical Practice*. – Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2018. – 483 p. ISBN: 978-3-662-58217-8

