

# ПРОТЕЗИРУЮЩАЯ ПЛАСТИКА БРЮШНОЙ СТЕНКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛЕГКИХ И УЛЬТРАЛЕГКИХ СИНТЕТИЧЕСКИХ И ТИТАНСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ БАКТЕРИАЛЬНОЙ КОНТАМИНАЦИИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

УДК 617.55.001.6–089.44–77

Поступила 13.05.2015 г.



**В.В. Паршиков**, д.м.н., профессор кафедры госпитальной хирургии им. Б.А. Королева<sup>1</sup>;  
**А.А. Миронов**, к.б.н., доцент кафедры нейротехнологий Института биологии и биомедицины<sup>2</sup>;  
старший научный сотрудник отдела экспериментального моделирования ЦНИЛ,  
доцент кафедры нормальной физиологии им. Н.Ю. Беленкова<sup>1</sup>;  
**Е.А. Аникина**, врач анестезиолог-реаниматолог<sup>3</sup>;  
**М.И. Заславская**, д.м.н., профессор кафедры микробиологии и иммунологии<sup>1</sup>;  
**А.И. Алехин**, зам. главного врача по научной работе<sup>4</sup>;  
**А.А. Казанцев**, научный сотрудник научно-методического отдела<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Нижегородская государственная медицинская академия, Н. Новгород, 603005, пл. Минина и Пожарского, 10/1;

<sup>2</sup>Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Н. Новгород, 603950, проспект Гагарина, 23;

<sup>3</sup>Городская больница №35, Н. Новгород, 603089, ул. Республиканская, 47;

<sup>4</sup>Центральная клиническая больница Российской академии наук, Москва, 119333, ул. Фотиевой, 10

**Цель исследования** — изучить особенности течения репаративного процесса в ближайшем послеоперационном периоде после протезирующей пластики брюшной стенки с применением легких и ультралегких материалов в условиях бактериальной контаминации в эксперименте.

**Материалы и методы.** На базе ЦНИЛ НижГМА на крысах моделирована ретромускулярная пластика брюшной стенки легкими (ультралегкими) эндопротезами в условиях контаминации штаммами *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*. Изучено течение ближайшего послеоперационного периода, с помощью оригинальной шкалы оценены особенности воспалительной реакции в зависимости от использованной культуры микроорганизмов и синтетического материала.

**Результаты.** Протезирующая пластика в условиях бактериальной контаминации в эксперименте сопровождается выраженной воспалительной реакцией. Изменения статистически значимо более выражены после инфицирования культурой *E. coli*. Максимальное воспаление наблюдается на 3-и (*S. aureus*) и 5-е (*E. coli*) сутки после вмешательства, процесс регрессирует к 14-м суткам. В сроки 3–7 сут после операции в группе *E. coli* воспалительная реакция более выражена при имплантации сетки TiMesh, чем при использовании PP Light, а в группе *S. aureus* она, наоборот, значительно больше при использовании PP Light.

**Заключение.** Применение при пластике брюшной стенки легких и ультралегких сетчатых эндопротезов в компрометированной области хирургического вмешательства возможно по строгим показаниям с учетом потенциальной пользы и высокого риска, при наличии соответствующего опыта и соблюдении ряда условий. Эндопротез следует размещать вне контакта с зоной максимальной контаминации.

**Ключевые слова:** протезирующая пластика; сетка; грыжа; контаминация.

## English

### Prosthetic Repair of the Abdominal Wall Using Light and Ultra-Light Synthetic and Titan-Containing Materials in High Bacterial Contamination (Experimental Study)

**V.V. Parshikov**, MD, DSc, Professor, Department of Hospital Surgery named after B.A. Korolyov<sup>1</sup>;  
**A.A. Mironov**, PhD, Associate Professor, Department of Neurotechnology, Institute of Biology and Biomedicine<sup>2</sup>;  
Senior Researcher, Experimental Modeling Unit, Central Scientific Research Laboratory, Associate Professor,  
Department of Normal Physiology named after N.Y. Belenkov<sup>1</sup>;

**Для контактов:** Паршиков Владимир Вячеславович, e-mail: pv1610@mail.ru

**E.A. Anikina**, Anesthesiologist<sup>3</sup>;

**M.I. Zaslavskaya**, MD, DSc, Professor, Department of Microbiology and Immunology<sup>1</sup>;

**A.I. Alyokhin**, Deputy Chief Doctor on Scientific Work<sup>4</sup>;

**A.A. Kazantsev**, Researcher, Research and Methodology Department<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Nizhny Novgorod State Medical Academy, 10/1 Minin and Pozharsky Square, Nizhny Novgorod, 603005, Russian Federation;

<sup>2</sup>Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, 23 Prospekt Gagarina, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation;

<sup>3</sup>City Hospital No.35, 47 Respublikanskaya St., Nizhny Novgorod, 603089, Russian Federation;

<sup>4</sup>Central Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences, 10 Fotiyevoy St., Moscow, 119333, Russian Federation

**The aim of the investigation** was to study the course of the reparative process in the early postoperative period after the abdominal wall prosthetic repair using light and ultra-light materials in bacterial contamination in experiment.

**Materials and Methods.** Retromuscular abdominal wall repair was modeled on rats using light (ultra-light) endoprotheses contaminated by *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in the Central Research Laboratory of Nizhny Novgorod State Medical Academy. The course of the early postoperative period has been studied, characteristic features of the inflammatory reaction depending on the microorganism cultures and mesh used have been evaluated with the help of the original rating scale.

**Results.** Prosthetic repair in bacterial contamination in experiment is accompanied by a marked inflammatory reaction. Changes are statistically more significant after infecting by *E. coli* culture. The most intensive inflammation is observed on day 3 (*S. aureus*) and day 5 (*E. coli*) after the intervention with the regression of the process by day 14. On day 3–7 after the operation in group *E. coli* the inflammatory reaction was more expressed after TiMesh implantation relative to PP Light application, whereas in group *S. aureus* it was more significant in case of PP Light application.

**Conclusion.** Using light and ultra-light mesh in a compromised area of surgical intervention in abdominal wall prosthetic repair is possible by stringent indications taking into account potential usefulness and high risk, possessing adequate experience, and observing a number of conditions. Endoprosthesis should not be placed in contact with the zone of maximum contamination.

**Key words:** prosthetic repair; mesh; hernia; contamination.

Послеоперационные грыжи брюшной стенки являются распространенным заболеванием. Они формируются у 11–20% лиц, перенесших лапаротомию. Среди оперированных пациентов, страдающих ожирением, частота образования дефектов мышечно-апоневротического слоя превышает 30% [1]. Натяжная техника с применением сетчатых эндопротезов является общепризнанным высокоэффективным способом пластики брюшной стенки и лежит в основе современной концепции лечения больных данной категории [2]. Ее использование рекомендовано и оправдано как в плановой, так и в неотложной хирургии [3]. Однако данная категория операций имеет ряд особенностей, которые обусловлены риском развития специфических осложнений. Для их профилактики активно разрабатываются новые технические решения и методики [3–5].

Имплантация эндопротеза в условиях бактериальной контаминации сопряжена с определенным риском развития гнойно-воспалительных осложнений [6]. Проблемы, связанные с применением сетки в компрометированной зоне вмешательства, в настоящее время далеки от своего разрешения [6, 7]. Особого внимания в этой связи заслуживает группа ультралегких эндопротезов. Это новая категория сетчатых материалов, которая относительно недавно стала доступной для внедрения в клиническую практику. Применение указанных сеток в условиях бактериальной контаминации до настоящего времени не анализировалось. Течение ближайшего послеоперационного периода в такой ситуации не исследовано. Можно предположить, что минимальная нагрузка зоны имплантации синтетическим материалом будет являться оптимальным решением

для протезирующей пластики в компрометированной ране. Целый ряд вопросов данной темы активно обсуждается в отечественной и зарубежной литературе [8–11], однако какого-либо единого подхода в этом плане пока не предложено [5, 12]. Исследования, касающиеся экспериментальной контаминации сеток *in vivo*, в отечественной литературе не представлены. Наиболее известные Российские национальные рекомендации по профилактике и лечению хирургической инфекции не содержат четких указаний по рассматриваемому раздлу [13, 14].

Течение раневого воспаления с участием микроорганизмов в зоне имплантации сетчатого эндопротеза в настоящее время изучают с позиций биопленочного процесса [15, 16]. Применение антибиотиков не решает всех проблем, связанных с возможным инфицированием эндопротеза [17, 18]. Использование материалов биологического происхождения также не является средством выбора [19]. Количество работ, посвященных экспериментальному изучению протезирующей пластики в условиях бактериальной контаминации, относительно невелико.

**Цель исследования** — изучить особенности течения репаративного процесса в ближайшем послеоперационном периоде после протезирующей пластики брюшной стенки с применением легких и ультралегких материалов в условиях бактериальной контаминации в эксперименте.

**Материалы и методы.** На базе Центральной научно-исследовательской лаборатории НижГМА моделировали протезирующую пластику брюшной стенки. Работа проведена с разрешения Этического комите-

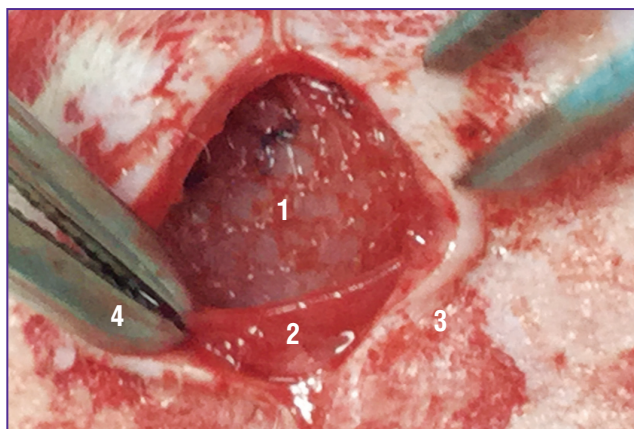
та НижГМА в соответствии с законодательством РФ («Правила гуманного обращения с лабораторными животными», «Деонтология медико-биологического эксперимента») и этическими принципами, установленными Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей (принятой в Страсбурге 18.03.1986 г. и подтвержденной в Страсбурге 15.06.2006 г.). Исследование — двойное, слепое, контролируемое. Объект эксперимента выбран в соответствии с принципами концепции 3R, общепринятой в экспериментальной хирургии и биологии [20].

Операции (n=48) выполнены крысам в условиях общей анестезии нембуталом 30 мг/кг внутривенно. Возраст животных (n=24) к моменту вмешательства составлял 6 мес, масса — 380±35 г. Для исследования выбраны сетки PP Light (полипропилен, 90 мкм, 36 г/м<sup>2</sup>) и TiMesh (полипропилен, 65 мкм, 16 г/м<sup>2</sup>) с напылением титана с помощью технологии PACVD (plasma-activated chemical vapor deposition). Оба указанных имплантата относятся к 1-му классу по Klinge-Klosterhalfen [21]. Они представляют собой плетеные сетки по классификации В.А. Жуковского [22]. Сетку TiMesh по классификации А. Coda следует отнести к классу ультралегких материалов, PP Light находится на границе легкие-ультралегкие [23].

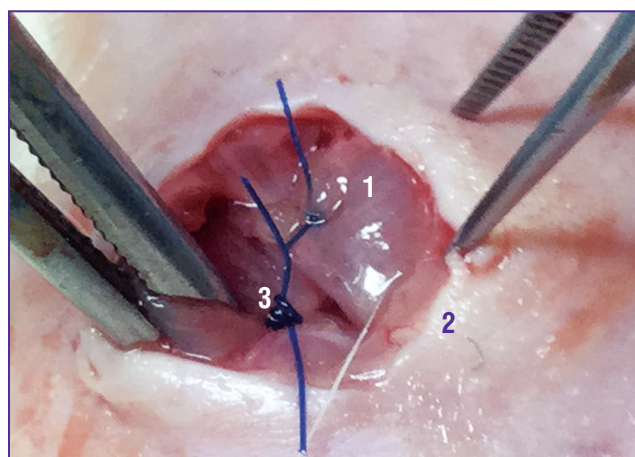
Протезирующую пластику выполняли в соответствии с принципами современной герниологии, методика не противоречила положениям, утвержденным Российским обществом герниологов [24–27]. Размеры эндопротезов, имплантируемых крысам (1×1 см), были близки к традиционно используемым [27]. Сетки фиксировали типично с помощью швов атравматичной полипропиленовой нитью 4/0.

Техника оперативного вмешательства соответствовала основным принципам методики sublay retromuscular (реконструкция по А.Д. Тимошину) [2, 24]. В начале выполняли срединную лапаротомию. Вскрывали влагалища прямых мышц живота. Производили диссекцию ретромускулярного пространства. Ушивали брюшную полость и задние листки влагалищ прямых мышц. На задних листках влагалищ прямых мышц позади прямых мышц живота размещали эндопротез размером 1×1 см, фиксировали его к задним листкам влагалищ прямых мышц в четырех противоположных точках по периметру атравматичной полипропиленовой нитью 4/0. Ушивали передние листки влагалищ прямых мышц живота, затем рану. Этапы имплантации показаны на рис. 1, 2.

Все животные были разделены на три группы. Количество имплантированных эндопротезов в группах сопоставимо (табл. 1). В исследовании были использованы микроорганизмы *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*, которые занимают ведущие позиции в этиологической структуре септических осложнений операций на органах брюшной полости [28]. Кроме того, указанные патогены оценены экспертами Всемирного общества неотложной хирургии как наиболее актуальные при инфицировании эндопротеза в плановой (*S. aureus*) и экстренной хирургии (*E. coli*) [6].



**Рис. 1.** Ретромускулярная имплантация сетки: 1 — эндопротез TiMesh; 2 — кожа; 3 — мышца; 4 — инструмент



**Рис. 2.** Ушивание влагалища прямой мышцы живота: 1 — передний листок влагалища прямой мышцы; 2 — кожа; 3 — швы

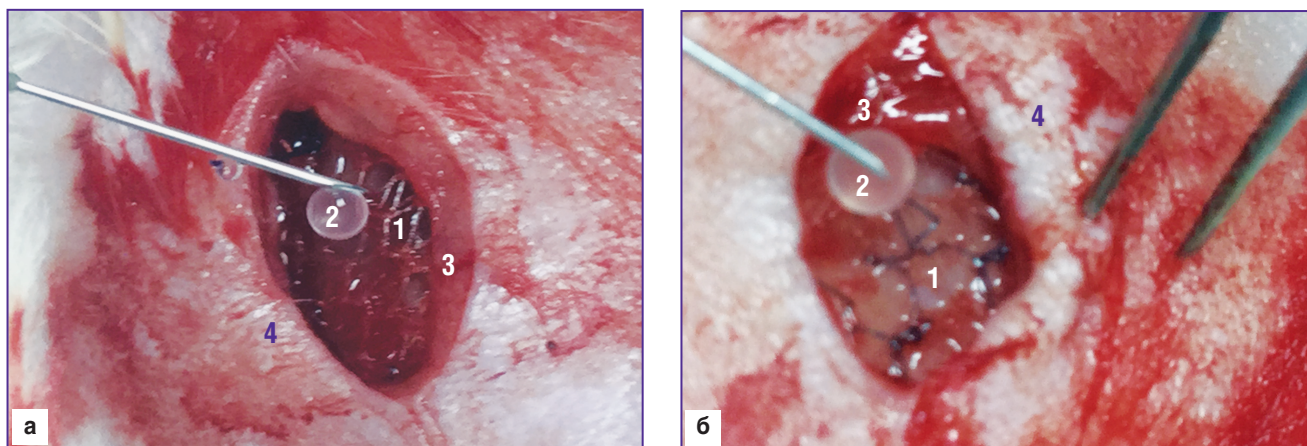
Т а б л и ц а 1

**Распределение имплантаций по группам**

Группа	PP Light	TiMesh	Всего
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	10	18
<i>Escherichia coli</i>	8	6	14
Контроль	8	8	16
Всего	24	24	48

В 1-й группе (n=18) зону имплантации сетки контактировали культурой *S. aureus* (10<sup>9</sup> КОЕ/мл, штамм 8614), во 2-й группе (n=14) — *E. coli* (10<sup>9</sup> КОЕ/мл, штамм 775-3). Этапы контаминации показаны на рис. 3, 4. В 3-й группе (контроль, n=16) область оперативного вмешательства оставалась стерильной.

Животных наблюдали в течение месяца (на 3, 5, 7, 14-е сутки), осматривали, взвешивали, фиксировали данные и фотографировали зону операции. Результаты оценивали по шести признакам с помощью оригинальной шкалы, получая в общей сложности от 0 до 5 бал-



**Рис. 3.** Этапы контаминации зоны оперативного вмешательства: а — эндопротез TiMesh; б — эндопротез PP Light; 1 — эндопротез; 2 — контаминирующая среда; 3 — мышца; 4 — кожа

Таблица 2

**Шкала оценки воспалительного процесса**

№	Признак	Количество баллов
1	Гиперемия	0–2
2	Отек	0–1
3	Экссудат	0–1
4	Диастаз краев раны	3
5	Инфильтрат	4
6	Нагноение	5

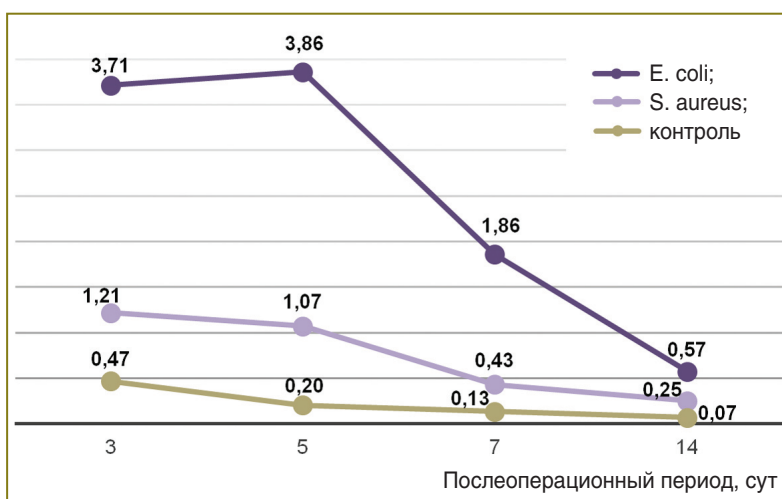
**П р и м е ч а н и е.** Признак 1 оценивали в 0, 1 или 2 балла. Признаки 2 и 3 оценивали в 0 или 1 балл. Баллы по признакам 1, 2 и 3 суммировали при отсутствии признаков 4, 5 и 6. Если имелся признак 4, но отсутствовали признаки 5 и 6, степень воспаления оценивали в 3 балла при любых значениях признаков 1, 2, 3. Если присутствовал признак 5, но не было признака 6, степень воспаления оценивали в 4 балла при любых значениях признаков 1, 2, 3, 4. Наличие признака 6 соответствовало 5 баллам.

лов (табл. 2). Подсчет их количества производили следующим образом. Признак 1 оценивали в 0, 1 или 2 балла. Признаки 2 и 3 оценивали в 0 или 1 балл. Баллы по признакам 1, 2 и 3 суммировали при отсутствии признаков 4, 5 и 6. Если имелся признак 4, но отсутствовали признаки 5 и 6, степень воспаления оценивали в 3 балла при любых значениях признаков 1, 2, 3. Если присутствовал признак 5, но не было признака 6, степень воспаления оценивали в 4 балла при любых значениях признаков 1, 2, 3, 4. Наличие признака 6 соответствовало 5 баллам.

Распределение значений изучали методами Колмогорова–Смирнова, Шапиро–Уилка и Лиллиефорса. Статистический анализ непараметрических последовательностей проводили с помощью теста

Манна–Уитни средствами Origin Pro 8. Различия считали достоверными при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** В контрольной группе отмечали слабую воспалительную реакцию, в группах контаминации наблюдали интенсивное воспаление, его признаки были наиболее выражены на 3–5-е сутки (см. рис. 4). Отличия исследуемых групп от контрольной были статистически значимыми на 3, 5 и 7-е сутки. Послеоперационный период в экспериментальных группах также имел целый ряд существенных отличий. Динамика локальной воспалительной реакции была наиболее выраженной в группе *E. coli* на всех сроках наблюдения, статистически значимые отличия от группы *S. aureus* зафиксированы на 3-и ( $p=0,0005$ ), 5-е ( $p=0,0002$ ) и 7-е сутки ( $p=0,0006$ ). Пик изменений отмечали на 3-и сутки при контаминации *S. aureus*, в то время как в группе *E. coli* указанный максимум соответствовал 5-м суткам послеоперационного периода. Изучение воспалительной реакции в группах контаминации при использовании разных эндопротезов показало, что в группе *E. coli* наблюдаемые воспалительные изменения на 3, 5 и 7-е сутки были



**Рис. 4.** Общая динамика воспалительной реакции после протезирующей пластики (в баллах)

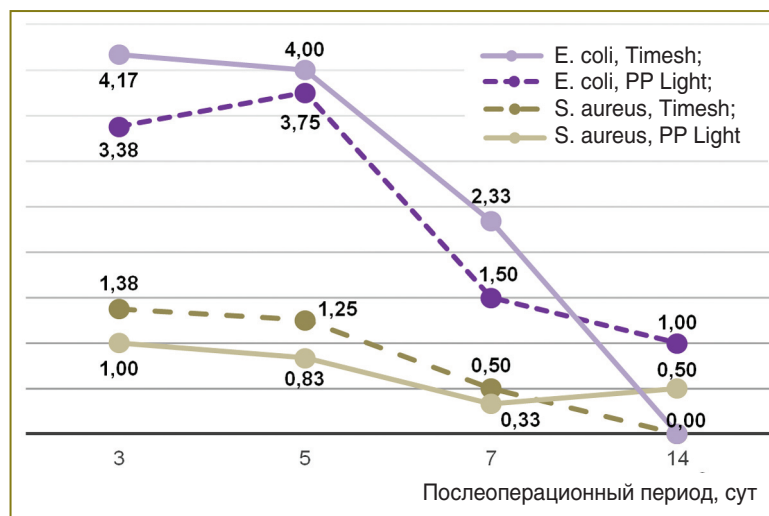


Рис. 5. Динамика воспалительной реакции в исследуемых группах в зависимости от материала эндопротеза и вида микроорганизма (в баллах)

больше при использовании сетки TiMesh; на 14-е сутки изменения были наиболее выражены при использовании PP Light (рис. 5). В то же время в группе *S. aureus* большим количеством баллов оценивалось воспаление при имплантации сеткой PP Light в сроки 3, 5 и 7 сут; на 14-е сутки максимальные изменения отмечены после имплантации TiMesh. Однако статистический анализ показал, что установленные различия не являются значимыми. В частности, на 3-и сутки в группе *E. coli* воспалительная реакция была более выражена при имплантации TiMesh (4,17 балла), чем при использовании PP Light (3,38), однако при этом  $p=0,13$ .

**Обсуждение.** Течение ближайшего послеоперационного периода после экспериментальной протезирующей пластики в условиях высокой бактериальной контаминации сопровождается выраженной воспалительной реакцией. Это наблюдение вполне соответствует клиническим данным и отражает большую частоту инфекционных осложнений в ургентной хирургии [6, 29]. Интенсивность воспаления и его динамика зависят прежде всего от конкретного штамма микроорганизма.

Индивидуальные особенности воспалительной реакции, обнаруженные в настоящей работе и отражающие взаимодействие контаминирующей флоры и конкретного сетчатого эндопротеза, также, безусловно, имеют место. Ранее это было показано в исследовании [30].

Следует полагать, что морфологическим субстратом указанного процесса является образование микробной биопленки на поверхности эндопротеза [31, 32]. Массивная контаминация поверхности эндопротеза создает наилучшие условия для быстрого ее формирования. *In vitro* это было продемонстрировано совершенно четко во многих работах [30–33]. При этом различия в бактериальной загрузке поверхности сеток в зависимости от материала и вида штамма достоверно подтверждены [30–33]. Феномен существования биопленки на синтетических эндопротезах *in vivo* также подтвержден [16]. С другой стороны, организм обладает эффективными механизмами раз-

рушения бактериальной биопленки [34, 35]. Поэтому воспалительные изменения в ближайшем послеоперационном периоде далеко не всегда влекут за собой хронизацию инфекционного процесса. По данным настоящего исследования, макроскопические признаки воспаления у большинства животных регрессировали к 14-м суткам.

Ранее [31] было показано, что степень бактериальной загрузки обратно пропорциональна диаметру волокна эндопротеза. В опытах *in vitro* площадь покрытия биопленкой легкой сетки была наименьшей. Возможно, в силу этих причин различия, обнаруженные между исследуемыми сетками, оказались относительно небольшими.

Выявленные в ходе настоящей работы особенности течения ближайшего послеоперационного периода при имплантации легких и ультралегких сетчатых эндопротезов в условиях высокой бактериальной контаминации не противоречат клиническим данным и результатам ранее проведенных исследований, а также согласуются с современной концепцией течения инфекционного процесса в зоне хирургического вмешательства. Указанные особенности необходимо учитывать при использовании сетчатых эндопротезов в условиях инфицирования. Следует считать перспективной разработку специальных сеток для применения в таких ситуациях [36].

Таким образом, протезирующая пластика в условиях бактериальной контаминации в эксперименте сопровождается выраженной воспалительной реакцией в зоне имплантации, которая имеет статистически значимые отличия от контрольной группы в сроки 3–7 сут. Указанные изменения достоверно более выражены после инфицирования культурой *E. coli*. Максимальное воспаление наблюдается на 3-и (*S. aureus*) и 5-е (*E. coli*) сутки после вмешательства, процесс регрессирует к 14-м суткам. В сроки 3–7 сут после операции в группе *E. coli* воспалительная реакция более выражена при имплантации сетки TiMesh, чем при использовании PP Light; в группе *S. aureus* воспалительная реакция наиболее существенна при

использовании PP Light, однако эти отличия не являются статистически значимыми.

**Заключение.** Использование сетчатых эндопротезов в компрометированной области хирургического вмешательства возможно по строгим показаниям с учетом потенциальной пользы и высокого риска, при наличии соответствующего опыта и соблюдении ряда условий. Эндопротез следует размещать вне контакта с зоной максимальной контаминации.

**Финансирование исследования.** Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по теме «Разработка сверхлегких сетчатых материалов на основе титановых нитей, улучшающих регенерацию тканей», соглашение №14.607.21.0085 от 05 ноября 2014 года.

**Конфликт интересов.** У авторов нет конфликта интересов.

## Литература

1. Nieuwenhuizen J., Eker H.H., Timmermans L., Hop W.C.J., Kleinrensink G.-J., Jeekel J., Lange J.F.; PRIMA Trialist Group. A double blind randomized controlled trial comparing primary suture closure with mesh augmented closure to reduce incisional hernia incidence. *BMC Surg* 2013; 13: 48, <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2482-13-48>.
2. Юрасов А.В., Шестаков А.Л., Курашвили Д.Н., Абовян Л.А. Современная концепция хирургического лечения больных с послеоперационными грыжами передней брюшной стенки. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии* 2014; 4: 405–413.
3. Нарезкин Д.В., Сергеев Е.В. Проблемы применения сетчатых эндопротезов при грыжесечении ущемленных послеоперационных вентральных грыж. В кн.: *Материалы X научной конференции «Актуальные вопросы герниологии»*. М; 2013; с. 102–104.
4. Кукош М.В., Власов А.В., Гомозов Г.И. Профилактика ранних послеоперационных осложнений при эндопротезировании вентральных грыж. *Новости хирургии* 2012; 20(5): 32–37.
5. Власов А.В., Кукош М.В. Проблема раневых осложнений при эндопротезировании брюшной стенки по поводу вентральных грыж. *Современные технологии в медицине* 2013; 2: 116–124.
6. Sartelli M., Coccolini F., van Ramshorst G.H., Campanelli G., Mandalà V., Ansaloni L., Moore E.E., Peitzman A., Velmahos G., Moore F.A., Leppaniemi A., Burlew C.C., Biffi W., Koike K., Kluger Y., Fraga G.P., Ordonez C.A., Di Saverio S., Agresta F., Sakakushev B., Gerych I., Wani I., Kelly M.D., Gomes C.A., Faro M.P. Jr., Taviloglu K., Demetrashvili Z., Lee J.G., Vettoretto N., Guercioni G., Traná C., Cui Y., Kok K.Y., Ghannam W.M., Abbas Ael-S., Sato N., Marwah S., Rangarajan M., Ben-Ishay O., Adesunkanmi A.R., Segovia Lohse H.A., Kenig J., Mandalà S., Patrizi A., Scibé R., Catena F. WSES guidelines for emergency repair of complicated abdominal wall hernias. *World J Emerg Surg* 2013; 8(1): 50, <http://dx.doi.org/10.1186/1749-7922-8-50>.
7. Zafar H., Zaidi M., Qadir I., Memon A.A. Emergency incisional hernia repair: a difficult problem waiting for a solution. *Ann Surg Innov Res* 2012; 6(1): 1, <http://dx.doi.org/10.1186/1750-1164-6-1>.
8. Головин Р.В., Никитин Н.А., Прокопьев Е.С. Прогнозирование развития раневых осложнений после комбинированной аллогерниопластики при послеоперационных вентральных грыжах. *Современные проблемы науки и образования* 2014; 2. URL: [www.science-education.ru/116-12914](http://www.science-education.ru/116-12914).
9. Сонис А.Г., Грачев Б.Д., Столяров Е.А., Иштутов И.В. Профилактика и лечение инфекционных раневых осложнений при протезирующих грыжесечениях. *Раны и раневые инфекции* 2014; 2(1): 16–23.
10. Bahar M.M., Nooghabi A.J., Nooghabi M.J., Jangjoo A. The role of prophylactic cefazolin in the prevention of infection after various types of abdominal wall hernia repair with mesh. *Asian J Surg* 2015, 38(3): 139–144, <http://dx.doi.org/10.1016/j.asjsur.2015.01.006>.
11. Cobb W.S., Warren J.A., Ewing J.A., Burnikel A., Merchant M., Carbonell A.M. Open retromuscular mesh repair of complex incisional hernia: predictors of wound events and recurrence. *J Am Coll Surg* 2015; 220(4): 606–613, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2014.12.055>.
12. Petter-Pucher A.H., Fortelny R.H. The heart of darkness. *Hernia* 2015; 19(2): 195–196, <http://dx.doi.org/10.1007/s10029-014-1336-3>.
13. Абдоминальная хирургическая инфекция. Российские национальные рекомендации. Отв. ред. Савельев В.С., Гельфанд Б.П. М; 2011.
14. Стратегия и тактика применения антимикробных средств в лечебных учреждениях России. Российские национальные рекомендации. Под ред. Савельева В.С., Гельфанда Б.П., Яковлева С.В. М; 2012.
15. Hoiby N., Ciofu O., Johansen H.K., Song Z.J., Moser C., Jensen P.Ø., Molin S., Givskov M., Tolker-Nielsen T., Bjarnsholt T. The clinical impact of bacterial biofilms. *Int J Oral Sci* 2011; 3(2): 55–65, <http://dx.doi.org/10.4248/IJOS11026>.
16. Kathju S., Nistico L., Melton-Kreft R., Lasko L.A., Stoodley P. Direct demonstration of bacterial biofilms on prosthetic mesh after ventral herniorrhaphy. *Surg Infect (Larchmt)* 2015; 16(1): 45–53, <http://dx.doi.org/10.1089/sur.2014.026>.
17. Cargill J.S., Upton M. Low concentrations of vancomycin stimulates biofilm formation in some clinical isolates of *Staphylococcus epidermidis*. *J Clin Pathol* 2009; 62(12): 1112–1116, <http://dx.doi.org/10.1136/jcp.2009.069021>.
18. Чеботарь И.В., Маянский А.Н., Кончакова Е.Д., Лазарева А.В., Чистякова В.П. Антибиотикорезистентность биопленочных бактерий. *Клиническая микробиология и антимикробная антибиотикотерапия* 2012; 1(14): 51–58.
19. Primus F.E., Harris H.W. A critical review of biologic mesh use in ventral hernia repairs under contaminated conditions. *Hernia* 2013; 17(1): 21–30, <http://dx.doi.org/10.1007/s10029-012-1037-8>.
20. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских технологиях. Под ред. Каркищенко Н.Н., Грачева С.В. М; 2010.
21. Klinge U., Klosterhalfen B. Modified classification of surgical meshes for hernia repair based on the analyses of 1,000 explanted meshes. *Hernia* 2012; 16(3): 251–258, <http://dx.doi.org/10.1007/s10029-012-0913-6>.
22. Жуковский В.А. Полимерные эндопротезы для герниопластики. СПб: Эскулап; 2011.
23. Coda A., Lamberti R., Martorana S. Classification of prosthetics used in hernia repair based on weight and biomaterial. *Hernia* 2012; 16(1): 9–20, <http://dx.doi.org/10.1007/s10029-011-0868-z>.
24. Резолюция X конференции «Актуальные вопросы

герниологии». М; 2013. URL: [http://herniaweb.ru/index.php?cat\\_id=30](http://herniaweb.ru/index.php?cat_id=30).

25. Пушкин С.Ю., Белоконов В.И. Результаты лечения больших срединной ventральной грыжей с применением синтетических эндопротезов. *Хирургия* 2010; 6: 43–45.

26. Воровский О.О. Взаимодействие имплантированной композитной сетки с брюшиной при абдоминопластике. *Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова* 2013; 3: 118–123.

27. Протасов А.В., Кривцов Г.А., Милалева Л.М., Табуйка А.В., Шухтин М.Ю. Влияние сетчатого имплантата на репродуктивную функцию при паховой герниопластике (экспериментальное исследование). *Хирургия* 2010; 8: 28–32.

28. Кочетков А.В., Гудилов М.С. Клинико-лабораторная диагностика и мониторинг гнойно-септических осложнений после операций на органах брюшной полости. *Новости хирургии* 2015; 1(23): 105–111.

29. Бондарев В.А., Кчибеков Э.А., Топчиев М.А. Оценка течения раневого процесса при ущемленных грыжах передней брюшной стенки. В кн.: *Материалы X научной конференции «Актуальные вопросы герниологии»*. М; 2013; с. 28–30.

30. Sanders D., Lambie J., Bond P., Moate R., Steer J.A. An in vitro study assessing the effect of mesh morphology and suture fixation on bacterial adherence. *Hernia* 2013; 17(6): 779–789, <http://dx.doi.org/10.1007/s10029-013-1124-5>.

31. Паршиков В.В., Чеботарь И.В., Ходак В.А., Самсонов А.А. Исследование бактериальной биопленки на поверхности синтетических макропористых эндопротезов для пластики брюшной стенки. *Современные технологии в медицине* 2012; 1: 15–20.

32. Reslinski A., Dabrowiecki S., Glowacka K. The impact of diclofenac and ibuprofen on biofilm formation on the surface of polypropylene mesh. *Hernia* 2015; 19(2): 179–185, <http://dx.doi.org/10.1007/s10029-013-1200-x>.

33. Pérez-Köhler B., Sotomayor S., Rodríguez M., Gegúndez M.I., Pascual G., Bellon J.M. Bacterial adhesion to biological versus polymer prosthetic materials used in abdominal wall defect repair: do these meshes show any differences in vitro? *Hernia* 2015, <http://dx.doi.org/10.007/s10029-015-1378-1> [Epub ahead of print].

34. Маянский А.Н., Чеботарь И.В. Стафилококковые биопленки: структура, регуляция, отторжение. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии* 2011; 1: 101–108.

35. Чеботарь И.В., Кончакова Е.Д., Евтеева Н.И. Нейтрофилзависимое разрешение биопленок, образованных *Staphylococcus aureus*. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии* 2012; 1: 10–15.

36. Кузнецов А.В., Шестаков В.В., Смарж Т.М. Результаты грыжесечений в условиях инфицированных тканей при разных способах антибиотикопрофилактики. *Медицина и образование в Сибири* 2014; 3. URL: <http://ngmu.ru/cozo/mos/article/pdf.php?id=1404>.

## References

1. Nieuwenhuizen J., Eker H.H., Timmermans L., Hop W.C.J., Kleinrensink G.-J., Jeekel J., Lange J.F.; PRIMA Trialist Group. A double blind randomized controlled trial comparing primary suture closure with mesh augmented closure to reduce incisional hernia incidence. *BMC Surg* 2013; 13: 48, <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2482-13-48>.

2. Iurasov A.V., Shestakov A.L., Kurashvili D.N., Abovian L.A. The modern concept of surgical treatment of patients with postoperative hernias of the anterior abdominal wall. *Vestnik eksperimental'noy i klinicheskoy khirurgii* 2014; 4: 405–413.

3. Narezkin D.V., Sergeev E.V. Problemy primeneniya setchatykh endoprotezov pri gryzhesechenii ushchemlennykh posleoperatsionnykh ventral'nykh gryzh. V kn.: *Materialy X nauchnoy konferentsii "Aktual'nye voprosy germiologii"* [Problems of using mesh endoprosthesis in herniotomy of strangulated postoperative ventral hernias. In: Proceedings of X scientific conference "Actual problems of hermitology"]. Moscow; 2013; p. 102–104.

4. Kukosh M.V., Vlasov A.V., Gomozov G.I. Prevention of early postoperative complications at endoprosthesis of ventral hernias. *Novosti khirurgii* 2012; 20(5): 32–37.

5. Vlasov A.V., Kukosh M.V. The problem of wound complications in abdominal wall endoprosthesis replacement in ventral hernias. *Sovremennyye tehnologii v medicine* 2013; 2: 116–124.

6. Sartelli M., Coccolini F., van Ramshorst G.H., Campanelli G., Mandalà V., Ansaloni L., Moore E.E., Peitzman A., Velmahos G., Moore F.A., Leppaniemi A., Burlew C.C., Biffi W., Koike K., Kluger Y., Fraga G.P., Ordonez C.A., Di Saverio S., Agresta F., Sakakushev B., Gerych I., Wani I., Kelly M.D., Gomes C.A., Faro M.P. Jr., Taviloglu K., Demetrashvili Z., Lee J.G., Vettoretto N., Guercioni G., Traná C., Cui Y., Kok K.Y., Ghnam W.M., Abbas Ael-S., Sato N., Marwah S., Rangarajan M., Ben-Ishay O., Adesunkanmi A.R., Segovia Lohse H.A., Kenig J., Mandalà S., Patrizi A., Scibé R., Catena F. WSES guidelines for emergency repair of complicated abdominal wall hernias. *World J Emerg Surg* 2013; 8(1): 50, <http://dx.doi.org/10.1186/1749-7922-8-50>.

7. Zafar H., Zaidi M., Qadir I., Memon A.A. Emergency incisional hernia repair: a difficult problem waiting for a solution. *Ann Surg Innov Res* 2012; 6(1): 1, <http://dx.doi.org/10.1186/1750-1164-6-1>.

8. Golovin R.V., Nikitin N.A., Prokopiev A.A. Prognosis of development of complications of injuries after combined allohernia plastic interventions for postoperative ventral hernias of median localisation. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* 2014; 2. URL: [www.science-education.ru/116-12914](http://www.science-education.ru/116-12914).

9. Sonis A.G., Grachev B.D., Stolyarov E.A., Ishutov I.V. Prevention and treatment of infection wound complications at prosthetic hernia repair. *Rany i ranevyye infektsii* 2014; 2(1): 16–23.

10. Bahar M.M., Nooghabi A.J., Nooghabi M.J., Jangjoo A. The role of prophylactic cefazolin in the prevention of infection after various types of abdominal wall hernia repair with mesh. *Asian J Surg* 2015, 38(3): 139–144, <http://dx.doi.org/10.1016/j.asjsur.2015.01.006>.

11. Cobb W.S., Warren J.A., Ewing J.A., Burnikel A., Merchant M., Carbonell A.M. Open retromuscular mesh repair of complex incisional hernia: predictors of wound events and recurrence. *J Am Coll Surg* 2015; 220(4): 606–613, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2014.12.055>.

12. Petter-Pucher A.H., Fortelny R.H. The heart of darkness. *Hernia* 2015; 19(2): 195–196, <http://dx.doi.org/10.1007/s10029-014-1336-3>.

13. *Abdominal'naya khirurgicheskaya infektsiya. Rossiyskie natsional'nye rekomendatsii* [Abdominal surgical infection. Russian national recommendations]. Otv. red. Savel'ev V.S.,

Gel'fand B.R. [Savel'ev V.S., Gel'fand B.R. (editors)]. Moscow; 2011.

14. *Strategiya i taktika primeneniya antimikrobykh sredstv v lechebnykh uchrezhdeniyakh Rossii. Rossiyskie natsional'nye rekomendatsii* [Strategy and tactics of applying antimicrobial means in the health care settings in Russia. Russian national recommendations]. Pod red. Savel'eva V.S., Gel'fanda B.R., Yakovleva S.V. [Savel'ev V.S., Gel'fand B.R., Yakovlev S.V. (editors)]. Moscow; 2012.

15. Hoiby N., Ciofu O., Johansen H.K., Song Z.J., Moser C., Jensen P.Ø., Molin S., Givskov M., Tolker-Nielsen T., Bjarnsholt T. The clinical impact of bacterial biofilms. *Int J Oral Sci* 2011; 3(2): 55–65, <http://dx.doi.org/10.4248/IJOS11026>.

16. Kathju S., Nistice L., Melton-Kreft R., Lasko L.A., Stoodley P. Direct demonstration of bacterial biofilms on prosthetic mesh after ventral herniorrhaphy. *Surg Infect (Larchmt)* 2015; 16(1): 45–53, <http://dx.doi.org/10.1089/sur.2014.026>.

17. Cargill J.S., Upton M. Low concentrations of vancomycin stimulates biofilm formation in some clinical isolates of *Staphylococcus epidermidis*. *J Clin Pathol* 2009; 62(12): 1112–1116, <http://dx.doi.org/10.1136/jcp.2009.069021>.

18. Chebotar I.V., Mayansky A.N., Konchakova E.D., Lazareva A.V., Chistyakova V.P. Antimicrobial resistance of bacteria in biofilms. *Klinicheskaya mikrobiologiya i antimikrobnaya antibiotikoterapiya* 2012; 1(14): 51–58.

19. Primus F.E., Harris H.W. A critical review of biologic mesh use in ventral hernia repairs under contaminated conditions. *Hernia* 2013; 17(1): 21–30, <http://dx.doi.org/10.1007/s10029-012-1037-8>.

20. *Rukovodstvo po laboratornym zhitovnym i alternativnym modelyam v biomeditsinskikh tekhnologiyakh* [Guidelines on laboratory animals and alternative models in biomedical technologies]. Pod red. Karkishchenko N.N., Gracheva S.V. [Karkishchenko N.N., Gracheva S.V. (editors)]. Moscow; 2010.

21. Klinge U., Klosterhalfen B. Modified classification of surgical meshes for hernia repair based on the analyses of 1,000 explanted meshes. *Hernia* 2012; 16(3): 251–258, <http://dx.doi.org/10.1007/s10029-012-0913-6>.

22. Zhukovsky V.A. *Polimernye endoprotezy dlya gernioplastiki* [Polymer implants for hernia repair]. Saint Petersburg: Eskulap; 2011.

23. Coda A., Lamberti R., Martorana S. Classification of prosthetics used in hernia repair based on weight and biomaterial. *Hernia* 2012; 16(1): 9–20, <http://dx.doi.org/10.1007/s10029-011-0868-z>.

24. *Rezolyutsiya X nauchnoy konferentsii "Aktual'nye voprosy gerniologii"* [Resolution of X scientific conference "Urgent problems of herniology"]. Moscow; 2013. URL: [http://herniaweb.ru/index.php?cat\\_id=30](http://herniaweb.ru/index.php?cat_id=30).

25. Pushkin S.Yu., Belokonev V.I. Treatment of medial ventral hernias with the use of synthetic endoprosthesis. *Khirurgiya* 2010; 6: 43–45.

26. Vorovskii O.O. Interaction of composite mesh implanted with peritoneum abdominoplasty. *Rossiyskiy mediko-biologicheskii vestnik im. akademika I.P. Pavlova* 2013; 3: 118–123.

27. Protasov A.V., Krivtsov G.A., Mikhaleva L.M., Tabuika A.V., Shukhtin N.Yu. Effects of inguinal hernioplasty mesh implant on reproductive function. *Khirurgiya* 2010; 8: 28–32.

28. Kochetkov A.V., Gudilov M.S. Clinical and laboratory diagnosis and monitoring of septic complications after abdominal operations. *Novosti khirurgii* 2015; 23(1): 105–111.

29. Bondarev V.A., Khibekov E.A., Topchiev M.A. Otsenka techeniya ranevogo protsessa pri ushchemlennykh gryzhakh peredney bryushnoy stenki. V kn.: *Materialy X nauchnoy konferentsii "Aktual'nye voprosy gerniologii"* [Assessment of the wound healing process in strangulated ventral hernias. In: Proceedings of X scientific conference "Actual problems of herniology"]. Moscow; 2013; p. 28–30. URL: [http://herniaweb.ru/index.php?cat\\_id=63](http://herniaweb.ru/index.php?cat_id=63).

30. Sanders D., Lambie J., Bond P., Moate R., Steer J.A. An in vitro study assessing the effect of mesh morphology and suture fixation on bacterial adherence. *Hernia* 2013; 17(6): 779–789, <http://dx.doi.org/10.1007/s10029-013-1124-5>.

31. Parshikov V.V., Chebotar I.V., Khodak V.A., Samsonov A.A. In vitro studies of biofilms on the surface of synthetic macroporous endoprostheses for abdominal wall plasty. *Sovremennye tekhnologii v medicine* 2012; 1: 15–20.

32. Reslinski A., Dabrowiecki S., Glowacka K. The impact of diclofenac and ibuprofen on biofilm formation on the surface of polypropylene mesh. *Hernia* 2015; 19(2): 179–185, <http://dx.doi.org/10.1007/s10029-013-1200-x>.

33. Pérez-Köhler B., Sotomayor S., Rodríguez M., Gegúndez M.I., Pascual G., Bellon J.M. Bacterial adhesion to biological versus polymer prosthetic materials used in abdominal wall defect repair: do these meshes show any differences in vitro? *Hernia* 2015, <http://dx.doi.org/10.007/s10029-015-1378-1> [Epub ahead of print].

34. Mayansky A.N., Chebotar I.V. Staphylococcal biofilms: structure, regulation, rejection. *Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol* 2011; 1: 101–108.

35. Chebotar I.V., Konchakova E.D., Evteeva N.I. Neutrophil dependent breakdown of biofilms formed by *Staphylococcus aureus*. *Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol* 2012; 1: 10–15.

36. Kuznetsov A.V., Shestakov V.V., Smarzh T.M. Results of herniotomies at infected tissues at different ways antibiotic prophylaxis. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri* 2014; 3. URL: <http://ngmu.ru/cozo/mos/article/pdf.php?id=1404>.