

## К вопросу о возможности применения ультралегких титансодержащих сетчатых эндопротезов для пластики брюшной стенки в условиях инфицирования (экспериментальное исследование)

Д.м.н., проф. В.В. ПАРШИКОВ<sup>1,3</sup>, к.б.н. А.А. МИРОНОВ<sup>1,2</sup>, Е.А. АНИКИНА<sup>3</sup>, А.А. КАЗАНЦЕВ<sup>4</sup>,  
д.м.н., проф. М.И. ЗАСЛАВСКАЯ<sup>1</sup>, А.И. АЛЕХИН<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Нижегородская государственная медицинская академия, Нижний Новгород; <sup>2</sup>Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород; <sup>3</sup>Городская больница №35, Нижний Новгород; <sup>4</sup>Центральная клиническая больница Российской академии наук, Москва, Россия

*Ключевые слова:* титансодержащие сетчатые эндопротезы, пластика брюшной стенки.

## To the question about a possibility of use ultra-light titanium-containing mesh in abdominal wall repair in contaminated fields (experimental study)

V.V. PARSHIKOV, A.A. MIRONOV, E.A. ANIKINA, A.A. KAZANTSEV, M.I. ZASLAVSKAYA, A.I. ALYOKHIN

Nizhny Novgorod State Medical Academy, 10/1 Minin and Pozharsky square, Nizhny Novgorod; N.I. Lobachevsky State University, 10 Gagarin av., Nizhny Novgorod; Nizhny Novgorod City Hospital №35, Nizhny Novgorod; Central Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

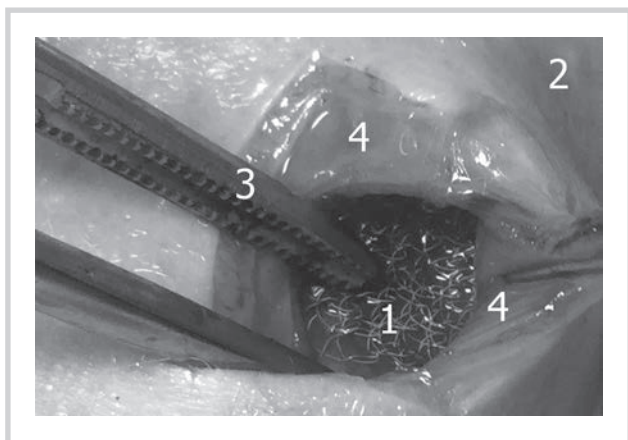
*Keywords:* titanium-containing mesh, abdominal wall repair.

### Введение

Современный подход к лечению пациентов с вентральными и послеоперационными грыжами основан на стремлении к реконструкции брюшной стенки с использованием сетчатых эндопротезов [16, 26]. В плановой хирургии предпочтение ненапряжной техники ассоциировано с наилучшими результатами и не вызывает возражений у большинства хирургов. Применение протезирующей пластики в неотложной хирургии в ряде случаев ограничено из-за довольно частого инфицирования операционного поля [12, 29, 32]. Исследователи считают [4, 18], что имплантация сетки в ургентной ситуации увеличивает частоту гнойно-воспалительных раневых осложнений. Прежде всего это касается пациентов с ущемленными грыжами и некрозом петель кишечника, а также лиц с эвентрациями в гнойную рану. Другие авторы [25] убеждены, что, несмотря на риск, применение сетки здесь вполне оправдано и протезирующую пластику следует использовать. Финальное закрытие брюшной полости после лапаротомии при распространенном перитоните относится к таким же ситуациям, спорным в плане им-

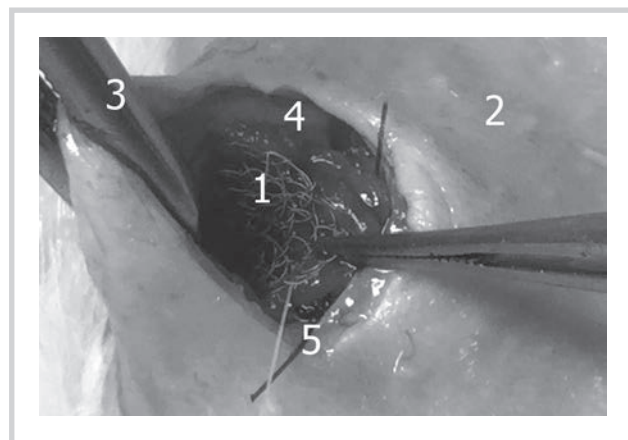
плантации сетки [20, 30]. В определенных ситуациях риск контаминации крайне высокий и при плановых вмешательствах, например если у пациента имеется кишечный свищ. Тем не менее заживление раны брюшной стенки в условиях инфицирования имеет ряд существенных негативных отличий от течения репаративного процесса в стерильных условиях. При этом значительно возрастает риск развития эвентрации (в том числе повторной), формирования грыж брюшной стенки. Проблема профилактики и лечения парапротезных гнойно-воспалительных осложнений до настоящего времени не решена [5, 11, 12, 15, 18]. Имеется ограниченное число клинических и экспериментальных исследований по данному вопросу. Указанными вопросами активно занимаются ведущие клиники разных стран [1, 3, 8–10, 31].

Известно о возможности успешной экспериментальной и клинической имплантации эндопротезов из полипропилена в условиях инфицирования [19, 25]. Однако в ряде случаев у пациентов наблюдается нагноение, образуются парапротезные гнойные свищи. Вопросы лечения последних по праву относят к наиболее сложным разделам герниологии



**Рис. 1.** Размещение сетки по методике sublay.

1 — сетка, 2 — кожа, 3 — инструмент, 4 — мышцы.



**Рис. 2.** Фиксация сетки (sublay).

1 — сетка, 2 — кожа, 3 — инструмент, 4 — мышцы, 5 — лигатура.

[18]. Однозначных указаний в литературе по использованию имплантатов в контаминированной ране нет.

В последние годы разработаны новые сетчатые эндопротезы — ультралегкие и титансодержащие [6, 14]. Группу титансодержащих эндопротезов объединяет то, что контактная поверхность материала, соприкасающаяся с тканями организма, представлена титаном или его соединениями [6, 14]. Идеология внедрения данного класса имплантатов состоит в стремлении к созданию «абсолютной» биологической инертности, минимизации биохимического взаимодействия с агрессивной средой, а также исключения наличия антигенных структур, присутствующих на синтетических материалах. С внедрением материалов указанной категории связывают определенные надежды [6, 7, 14]. Однако значимого опыта их применения в неотложной хирургии, в ситуациях вероятного или доказанного инфицирования операционного поля пока нет. Возможности их использования в компрометированной ране до настоящего времени четко не определены, а сама перспектива применения ультралегких титансодержащих сеток в таких ситуациях не обозначена.

Цель исследования — изучить возможность применения новых ультралегких титансодержащих сетчатых эндопротезов для пластики брюшной стенки в условиях бактериальной контаминации.

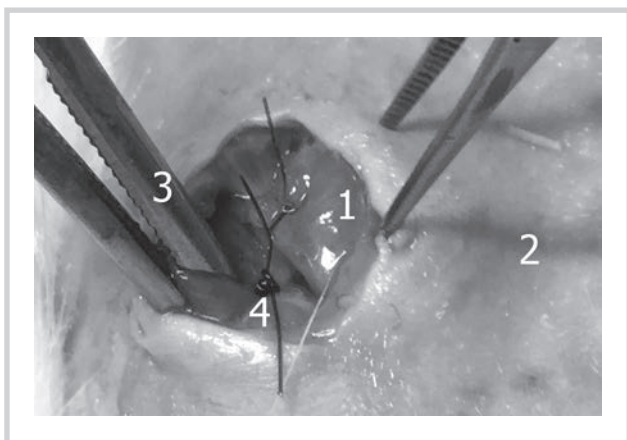
## Материал и методы

Проведено проспективное контролируемое исследование с разрешения Этического комитета НижГМА, в соответствии с законодательством РФ («Правила гуманного обращения с лабораторными животными», «Деонтология медико-биологического эксперимента») и этическими принципами, содержащимися в Европейской конвенции по защите

позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей (принятой в Страсбурге 18.03.86 и подтвержденной в Страсбурге 15.06.06). Дизайн исследования, формирование групп, методика операций, анестезиологическое пособие и ведение послеоперационного периода полностью соответствовали постулатам современной концепции 3R Рассела и Берча (replacement, reduction, refinement), общепринятой и обязательной к соблюдению в биологии и экспериментальной хирургии. В лабораторных условиях (ЦНИЛ НижГМА) на крысах моделирована ситуация наибольшего риска развития гнойно-воспалительных осложнений при выполнении протезирующей пластики брюшной стенки. Операции ( $n=48$ ) выполнены под наркозом (нембутал 30 мг/кг внутривенно). В брюшную стенку крысам имплантировали ультралегкие титансодержащие эндопротезы размером 1×1 см. Последние представляли собой сетки плетеной структуры из титановых нитей («Титановый шелк», нить 65 мкм, 45 г/м<sup>2</sup>, показатель распределенного объема 10,41 см<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>).

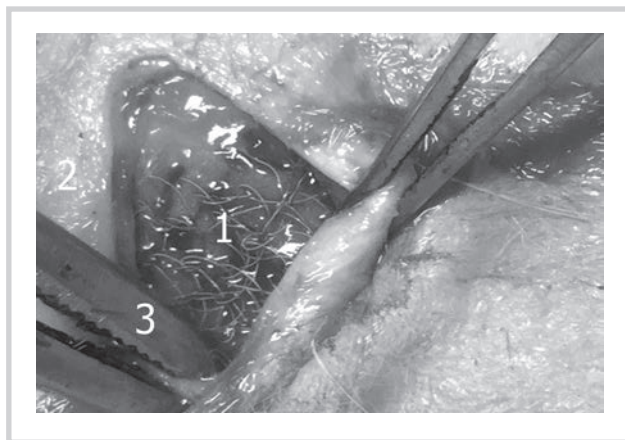
В 1-й группе ( $n=24$ ) имплантации выполнены по методике sublay, при этом сетки размещали ретромускулярно. Техника операций была следующей. Выполняли срединную лапаротомию. Осуществляли вскрытие влагалищ прямых мышц живота, препаровку ретромускулярного пространства, затем ушивали брюшную полость и соединяли задние листки влагалищ. Позади прямых мышц размещали эндопротез, фиксировали к задним листкам влагалищ атравматичной нитью 4/0. Затем ушивали передние листки влагалищ прямых мышц живота и рану. Этапы вмешательства показаны на рис. 1—3.

Во второй группе ( $n=24$ ) операции производили способом onlay. Выполняли срединную лапаротомию. Ушивали брюшную полость и апоневроз. На последнем располагали эндопротез, фиксировали к апоневрозу узловыми швами атравматичной нитью



**Рис. 3.** Ушивание брюшной стенки (sublay).

1 — мышцы, 2 — кожа, 3 — инструмент, 4 — лигатура.



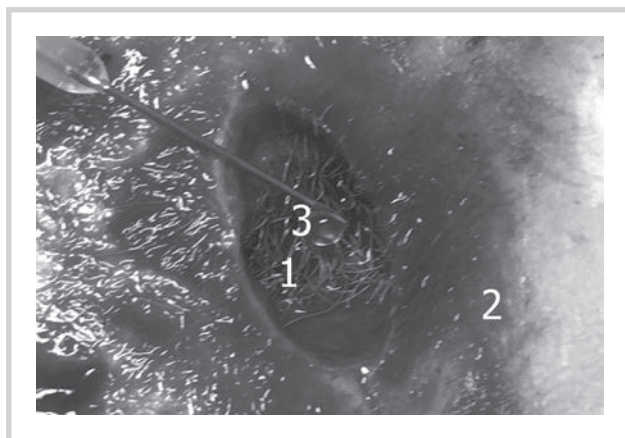
**Рис. 4.** Размещение сетки по методике onlay.

1 — мышцы, 2 — кожа, 3 — инструмент.



**Рис. 5.** Контаминация зоны имплантации сетки (sublay).

1 — сетка, 2 — кожа, 3 — инструмент, 4 — мышцы, 5 — контаминирующая жидкость.



**Рис. 6.** Контаминация зоны имплантации сетки (onlay).

1 — сетка, 2 — кожа, 3 — контаминирующая жидкость.

4/0, далее ушивали рану. Имплантация показана на рис. 4.

Первую серию исследований ( $n=16$ ) осуществляли в условиях контаминации *St. aureus* (штамм 8614,  $10^8$  КОЕ/мл). Во второй серии ( $n=16$ ) зону имплантации инфицировали культурой *E. coli* (штамм 775 — 3,  $10^8$  КОЕ/мл). Бактериальной взвесью обрабатывали непосредственно эндопротез и зону его имплантации после его размещения сетки *in situ*. Этап контаминации показан на рис. 5—6. В контрольной серии вмешательства ( $n=16$ ) проводили в стерильных условиях.

Распределение имплантаций представлено в табл. 1. За течением ближайшего послеоперационного периода наблюдали в течение 14 дней, определяли особенности воспалительной реакции в зависимости от использованной культуры микроорганизмов и методики имплантации с помощью оригинальной шкалы (табл. 2). Распределение значений изучали методами Колмогорова—Смирнова, Шапиро—Уилка и Лилиефорса. Статистический анализ

непараметрических последовательностей проводили с помощью теста Манна—Уитни средствами Origin Pro 8. Различия считали достоверными при  $p < 0,05$ .

## Результаты

В контрольной серии отмечали слабую воспалительную реакцию, которая последовательно регрессировала в обеих группах. В сериях контаминации отмечали выраженное воспаление, его признаки были наибольшими на 3—5-е сутки (рис. 7—8).

В серии *E. coli* у животных, оперированных методом sublay, на 3-и сутки интенсивность воспаления составила 3,67 балла, в контроле — 0,27 ( $p=0,0005$ ), на 5-е — 3,67 и 0,18 ( $p=0,0000$ ), на 7-е — 1,5 и 0,09 соответственно ( $p=0,002$ ) и на 14-е — воспаление отсутствовало в обеих группах.

В серии *E. coli* у животных, оперированных методом onlay, на 3-и сутки интенсивность воспаления составила 4 балла, в контроле — 0,27 ( $p=0,0004$ ), на

**Таблица 1. Распределение имплантаций по сериям и группам**

Группа*	Серия исследования*			Всего
	<i>E. coli</i>	<i>St. aureus</i>	контроль	
Sublay	8	8	8	24
Onlay	8	8	8	24
Всего	16	16	16	48

Примечание. \* — распределение имплантаций по группам и сериям не имеет отличий.

**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

Примечание.\* — подсчет количества баллов 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 1–3. Если присутствовал признак 5, но не было признака 6, степень воспаления оценивали в 4 балла. Наличие признака 6 соответствовало 5 баллам.

5-е — 2,83 и 0,18 ( $p=0,004$ ), на 7-е — 3,17 и 0,09 ( $p=0,0002$ ) и на 14-е — 2 и 0 баллов ( $p=0,07$ ) соответственно.

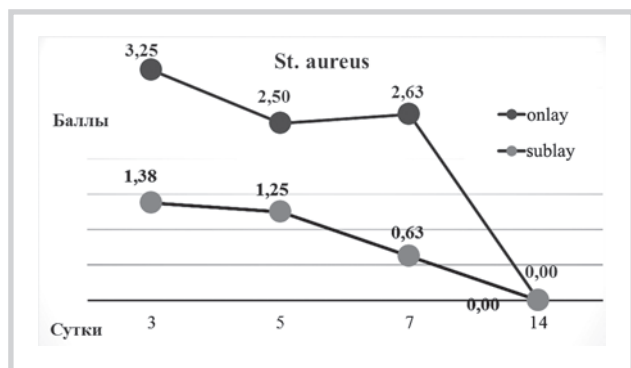
Показательно, что при инфицировании зоны имплантации культурой *E. coli* выраженность воспалительной реакции очень высокая в сроки 3, 5 и 7-х суток. В группе sublay воспалительные изменения регрессируют к 14-м суткам. В группе onlay на 7-е сутки наблюдали второй пик воспалительных изменений, а сама воспалительная реакция не стихала к 14-м суткам, оставаясь на значимом уровне.

Хорошо заметно, что при контаминации операционного поля культурой *St. aureus* воспалительная реакция в сроки 3, 5 и 7-х суток была более выраже-

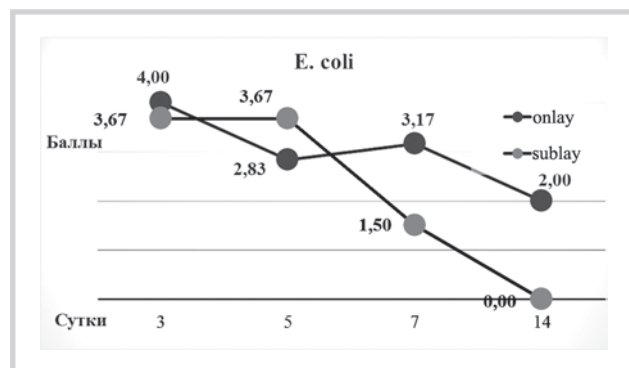
на в группе onlay (см. рис. 8). В серии *St. aureus* у животных, оперированных методом onlay, на 3-и сутки интенсивность воспаления составила 3,25 балла, в группе sublay — 1,38 ( $p=0,004$ ), на 5-е сутки — 2,5 и 1,25 ( $p=0,09$ ), на 7-е — 2,63 и 0,63 ( $p=0,047$ ) соответственно и на 14-е сутки воспаление отсутствовало в обеих группах. В группе onlay воспалительная реакция была двухфазной в обеих сериях исследования.

## Обсуждение

С позиций доказательной медицины среди множества факторов, влияющих на развитие инфекции области хирургического вмешательства после протезирующей пластики, достоверно важны следующие: техника операции, наличие инфекции в ране, курение, применение глюкокортикостероидов, хроническая сердечная недостаточность (ХСН), хронические обструктивные заболевания легких (ХОБЛ), вскрытие просвета кишечника, резекция кишки, ургентный характер вмешательства, продолжительность операции, длительное пребывание в стационаре и связанные с этим другие медицинские вмешательства [31]. Имеет также значение применение антибиотиков, как профилактическое, так и проводившееся ранее. В отечественной литературе [2] подчеркнута значимость группы «управляемых» факторов, к которым относят прежде всего способ пластики и тип эндопротеза. Поэтому в представленном исследовании проведен анализ результатов применения новейших ультралегких титансодержащих сеток и использованы два широко известных и распространенных в клинической практике варианта пластики.



**Рис. 7. Динамика воспалительной реакции в серии *St. aureus*.**



**Рис. 8. Динамика воспалительной реакции в серии *E. coli*.**



Исследователи подчеркивают необходимость соблюдения правил размещения имплантата, что особенно важно при контаминации операционного поля. Неадекватная хирургическая техника, неправильное расположение эндопротеза способствуют персистенции инфекционного процесса [19]. В ряде ситуаций это приводит к необходимости удаления сетки [18]. Свернутая сетка колонизируется достоверно интенсивнее, чем имплантированная по плоскости, *lege artis* [19]. Авторы объясняют этот эффект адекватной пенетрацией иммунокомпетентных клеток и гуморальных факторов во втором случае [19]. С этой позиции следует полагать, что техника *sublay* должна обладать определенными преимуществами, поскольку ретромускулярно расположенный эндопротез плотно прилегает к слоям брюшной стенки (прямые мышцы и задние листки влагалища) и контактирует с хорошо перфузируемыми структурами, являющимися источниками вышедших клеток и веществ. Это предположение подтверждено результатами настоящего исследования.

Безусловно, важны вид, штамм микроорганизма и степень контаминации. Наиболее часто парапротезную инфекцию вызывают *Staphylococcus* (плановые операции) и *E. coli* (неотложная хирургия) [18, 29, 30]. Именно поэтому их штаммы применены в настоящем исследовании. Зарубежные ученые [18, 19, 21, 22—24, 27, 28] также изучают роль указанных микроорганизмов в развитии осложнений.

Авторы клинических исследований обращают внимание, что после применения титановой сетки отмечают менее выраженный синдром воспалительного ответа и минимальную частоту раневых осложнений, чем при имплантации полипропиленовых эндопротезов [7]. Однако в рамках цитированного исследования в обеих группах не было гнойных осложнений, поэтому по указанному параметру сравнение не проводилось [7]. Опубликованы первые данные по имплантации титаносодержащей сетки TiMesh и легких полипропиленовых эндопротезов способом *sublay* в условиях контаминации [13]. Однако сведения, касающиеся экспериментальной имплантации титановой сетки двумя методами (*sublay* и *onlay*) в условиях бактериальной инфекции, представлены в настоящем исследовании впервые. К настоящему времени накоплен определенный клинический опыт имплантации полипропиленовой сетки в условиях компрометированной раны [20, 25, 29, 30, 32]. В ряде случаев послеоперационный период протекает без серьезных проблем. У части пациентов развиваются гнойные осложнения. Известно, что в одних случаях путем целенаправленного лечения удастся купировать воспалительный процесс, добиться полного заживления раны и не удалять эндопротез. Однако в других ситуациях нагноение переходит в хроническую фазу и форми-

руются гнойные парапротезные свищи. В основе указанного патологического процесса лежит образование микробной биопленки на поверхности сетки [24, 28]. Лечение таких больных представляет собой чрезвычайно сложную задачу. Последнюю решают путем выполнения повторных вмешательств, включающих частичное или полное иссечение ранее имплантированной полипропиленовой сетки. Реконструктивный этап в таких случаях также будет проходить в условиях выраженной контаминации флорой, которая уже стала устойчивой к большинству классов антибиотиков.

При определенных условиях интеграция полипропиленовой сетки в ткани при контаминации не нарушается [17]. В приведенном исследовании [17] был моделирован перитонит, но этапу имплантации предшествовала адекватная санация брюшной полости и применение антибиотиков. С другой стороны, полипропиленовая сетка не является наилучшим вариантом для использования в условиях инфекции. Адгезия микроорганизмов к волокнам указанного эндопротеза по сравнению с другими имплантатами значительная [22]. Прочие известные материалы также имеют определенные недостатки. Локальное добавление антибиотика, к сожалению, не способствует решению проблемы [31]. Влияние других средств на начальный этап формирования биопленки активно изучается [21, 28]. Поэтому исследование возможностей имплантации в компрометированной ране новых ультралегких титаносодержащих эндопротезов имеет большие перспективы. В дальнейшем целесообразно изучить адгезию микроорганизмов к рассматриваемым сеткам и их колонизацию в эксперименте.

Следует предположить, что вряд ли возможно создание эндопротеза, полностью резистентного к развитию инфекции и формированию биопленки. Прикрепление бактерий к поверхности любого имплантата представляет собой универсальный, отлично функционирующий механизм [24, 28, 31]. Это один из ключевых факторов выживания для микроорганизмов. Фаза экспоненциального роста бактерий, образование матрикса биопленки и активация средств защиты завершают создание условий для длительного существования очага хронической инфекции [18, 24, 28].

Большинство специалистов в данной области убеждены в необходимости комплексного подхода к решению рассматриваемой проблемы: изменение свойств эндопротезов, раннее целевое применение антибиотиков, воздействие на ключевые механизмы образования биопленки и ее защитные свойства [21, 24, 28, 31]. Тем не менее имплантаты, на которых адгезия микроорганизмов затруднена или менее выражена, всегда будут иметь определенные преимущества в подобной ситуации [22, 27, 31].

Следует учитывать, что в рамках настоящего исследования наблюдение за животными проводили только в ближайшем послеоперационном периоде, отдаленные последствия не оценивали. Вполне вероятно, что частота и распределение поздних осложнений могут и не коррелировать с представленными в работе ранними результатами. Указанные проблемы обычно изучают отдельно.

## Заключение

Применение ультралегких титаносодержащих сетчатых эндопротезов в условиях инфицирования возможно по строгим показаниям. В клинической ситуации для выбора протезирующей пластики следует четко обозначить показания к использованию данной методики и оценить противопоказания с учетом потенциальной пользы и высокого риска.

Вмешательства в компрометированной зоне следует выполнять при наличии соответствующего опыта и соблюдении ряда условий. Эндопротез необходимо размещать вне контакта с зоной максимальной контаминации. Если операционное поле инфицировано *St. aureus*, следует предпочитать методику sublay, использование техники onlay допустимо лишь в исключительных случаях. При работе в условиях контаминации культурой *E. coli* выбор методики onlay совершенно неприемлем, ассоциирован с двухфазным течением воспалительной реакции и ее последующим пролонгированием. Для имплантации ультралегких титаносодержащих эндопротезов в условиях бактериальной контаминации следует предпочитать ретромускулярную пластику.

*Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ. Уникальный идентификатор проекта: RFMEFI60714X0085*

## ЛИТЕРАТУРА

1. 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. <http://www.stm-journal.ru/numbers/2013/2/996/pdf>
2. Головин Р.В., Никитин Н.А. Оценка результатов различных способов комбинированной протезирующей пластики и критерии прогнозирования развития ранних послеоперационных осложнений при послеоперационных вентральных грыжах срединной локализации. *Современные технологии в хирургии*. 2015;2(7):105-112.
3. Захидова С.Х. Ошибки и осложнения при ненатяжной герниопластике ущемленных послеоперационных вентральных грыж. *Тюменский медицинский журнал*. 2014;4(16):55-56.
4. Журнаджянц В.А., Топчиев М.А., Бондарев В.А., Кчибеков Э.А., Сердюков М.А. Оценка течения раневого процесса при ущемленных грыжах передней брюшной стенки. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2013;7:132-133.
5. Иванов А.В., Ромашкин-Тиманов М.В., Синенченко Г.И. Гнойные осложнения при хирургическом лечении вентральных грыж с использованием сетчатых эксплантатов. *Инфекции в хирургии*. 2011;1(9):23-25.
6. Казанцев А.А., Паршиков В.В., Шемятовский К.А., Алехин А.И., Титаров Д.Л., Колпаков А.А., Осадченко С.В. Титаносодержащие сетчатые эндопротезы как перспективная группа имплантатов для пластики брюшной стенки. *Хирургия*. 2016;4:86-95.
7. Колпаков А.А., Казанцев А.А. Сравнительный анализ результатов применения протезов «титановый шелк» и полипропилена у больных с послеоперационными вентральными грыжами. *Русский медицинский журнал*. 2015;13(23):774-775.
8. Корнилаев П.Г., Плечев В.В. Имплантационная профилактика гнойно-воспалительных осложнений в абдоминальной хирургии. *Российский электронный научный журнал*. 2013;1:149-153.
9. 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;3:56. URL: <http://ngmu.ru/cozo/mos/article/pdf.php?id=1404>
10. Ладутько И.М., Завада Н.В., Короленя Е.А., Гутьрич И.Л., Юшкевич Д.В., Пишуленок А.Г. VAC — терапия в комплексном лечении пациентов с инфицированной сероной послеоперационной раной после герниопластики полипропиленовой сеткой. *Экстренная медицина*. 2015;4(16):120-124.
11. Мухтаров З.М., Малков И.С., Алишев О.Т. Профилактика раневых послеоперационных осложнений у больных с послеоперационными вентральными грыжами. *Практическая медицина*. 2014;5(81):106-109.
12. Нарезкин Д.В., Сергеев Е.В. Методы профилактики развития гнойно-воспалительных раневых осложнений при грыжесечении ущемленных послеоперационных вентральных грыж. *Новости хирургии*. 2014;6(23):743-749.
13. Паршиков В.В., Миронов А.А., Аникина Е.А., Заславская М.И., Алехин А.И., Казанцев А.А. Протезирующая пластика брюшной стенки с применением легких и ультралегких синтетических и титаносодержащих материалов в условиях высокой бактериальной контаминации. *Современные технологии в медицине*. 2015;4(7):64-71.
14. Паршиков В.В., Миронов А.А., Казанцев А.А., Алехин А.И. Интраперитонеальная и ретромускулярная пластика брюшной стенки синтетическими и титаносодержащими эндопротезами (экспериментальное исследование). *Хирургия*. 2016;4:40-44.
15. Сонин А.Г., Грачев Б.Д., Столяров Е.А., Ишутов И.В. Профилактика и лечение инфекционных раневых осложнений при протезирующих грыжесечениях. *Раны и раневые инфекции*. 2014;2(1):16-23. URL: [http://woundsurgery.ru/journal/ПИ\\_2\\_2014\\_all.pdf](http://woundsurgery.ru/journal/ПИ_2_2014_all.pdf)
16. 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. URL: [http://vestnik-surgery.ru/arhiv/25/25\\_16.pdf](http://vestnik-surgery.ru/arhiv/25/25_16.pdf)
17. Barbuto RC, Duval-Araujo I, Sumara Marques Barral SM, Rocha RG, Bechra CS, Barbosa AJA. Use of alloplastic meshes in abdominal wounds of rats with induced peritonitis. *Arq Bras Cir Dig*. 2014;27(1):26-29. doi: 10.1590/S0102-67202014000100007
18. Birolini C, de Miranda JS, Utiyama EM, Rasslan S, Birolini D. Active Staphylococcus aureus infection: Is it a contra-indication to the repair of complex hernias with synthetic mesh? A prospective observational study on the outcomes of synthetic mesh replacement, in patients with chronic mesh infection caused by Staphylococcus aureus. *Int J Surg*. 2016;28:56-62. doi: 10.1016/j.ijssu.2016.02.062
19. Bury K, Smietanski M, Justyna B, Gumiela P, Smietanska AI, Owczuk R, Naumiuk L, Samet A, Paradziej-Lukowicz J. Effects of macroporous monofilament mesh on infection in a contaminated field. *Langenbecks Arch Surg*. 2014;399(7):873-877. doi: 10.1007/s00423-014-1225-3

20. Coccolini F, Biffl W, Catena F, Ceresoli M, Chiara O, Cimbanassi S, Fattori L, Leppaniemi A, Manfredi R, Montori G, Pesenti G, Sugrue M, Ansaloni L. The open abdomen, indications, management and definitive closure. *World J Emerg Surg.* 2015;10:32-42. doi: 10.1186/s13017-015-0026-5
21. Criman ET, Kurata WE, Matsumoto KW, Aubin HT, Campbell CE, Pierce LM. Bone Marrow—Derived Mesenchymal Stem Cells Enhance Bacterial Clearance and Preserve Bioprosthetic Integrity in a Model of Mesh Infection. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2016;4(6):751-759. doi: 10.1097/GOX.0000000000000765
22. Halaweish I, Harth K, Broome A-M, Voskerician G, Jacobs MR, Rosen MJ. Novel in Vitro Model for Assessing Susceptibility of Synthetic Hernia Repair Meshes to Staphylococcus aureus Infection Using Green Fluorescent Protein-Labeled Bacteria and Modern Imaging Techniques. *Surg Infect (Larchmt).* 2010;11(5):449-454. doi: 10.1089/sur.2009.048
23. Hoiby N, Ciofu O, Johansen HK, Song Z, Moser C, Jensen PO, Molin S, Givskov M, Tolker-Nielsen T, Bjarnsholt T. The clinical impact of bacterial biofilms. *Int J Oral Sci.* 2011;3:55-65. URL: <http://www.ijos.org.cn> doi: 10.4248/IJOS11026
24. Kathju S, Nistico L, Melton-Kreft R, Lasko LA, Stoodley P. Direct demonstration of bacterial biofilms on prosthetic mesh after ventral herniorrhaphy. *Surg Infect (Larchmt).* 2015;16(1):45-53. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25761080> doi: 10.1089/sur.2014.026
25. Mefire AC, Guifo ML. Don't be scared: insert a mesh! *Pan Afr Med J.* 2011;10:18.
26. Novitsky YW, Fayeziadeh M, Majumder A, Neupane R, Elliott HL, Orenstein SB. Outcomes of Posterior Component Separation With Transversus Abdominis Muscle Release and Synthetic Mesh Sublay Reinforcement. *Ann Surg.* 2016;264(2):226-32. doi: 10.1097/SLA.0000000000001673
27. Pérez-Köhler B, Sotomayor S, Rodríguez M, Gegúndez MI, Pascual G, Bellon JM. Bacterial adhesion to biological versus polymer prosthetic materials used in abdominal wall defect repair: do these meshes show any differences in vitro? *Hernia.* 2015. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10029-015-1378-1> doi: 10.007/s10029-015-1378-1
28. Reslinski A, Dabrowiecki S, Głowacka K. The impact of diclofenac and ibuprofen on biofilm formation on the surface of polypropylene mesh. *Hernia.* 2015;19(2):179-185. doi: 10.1007/s10029-013-1200-x
29. Sartelli M, Coccolini F, van Ramshorst G et al. WSES guidelines for emergency repair of complicated abdominal wall hernias. *World Journal of Emergency Surgery.* 2013;8:50. URL: <http://www.wjes.org/content/8/1/50> doi: 10.1186/1749-7922-8-50
30. Turza KC, Campbell CA, Rosenberger LH, Politano AD, Davies SW, Riccio LM, Sawyer RG. Options for Closure of the Infected Abdomen. *Surg Infect (Larchmt).* 2012;13(6):343-351. doi: 10.1089/sur.2012.014
31. Yabanoglu H, Arer IM, Caliskan K. The Effect of the Use of Synthetic Mesh Soaked in Antibiotic Solution on the Rate of Graft Infection in Ventral Hernias: A Prospective Randomized Study. *Int Surg.* 2015;100(6):1040-1047. doi: 10.9738/INTSURG-D-14-00304.1
32. Zafar H, Zaidi M, Irfan Q, Memon AA. Emergency incisional hernia repair: a difficult problem waiting for a solution. *Annals of Surgical Innovation and Research.* 2012;6:1. URL: <http://www.asir-journal.com/content/6/1/1> doi: 10.1186/1750-1164-6-1