Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова
2019, №12, с. 126-131
https://doi.org/10.17116/hirurgia2019121126

Pirogov Journal of Surgery
2019, №12, pp. 126-131
https://doi.org/10.17116/hirurgia2019121126

Титановые сетчатые импланты в герниологии

© Р.Х. АЗИМОВ[1], М.К.М. АЛЬ-АРИКИ[2], Т.З. АХМЕДОВ[2], М.К.М. ТАРХАНИ[2]

[1]Центральная клиническая больница Российской академии наук (главный врач — д.м.н. А.Э. Никитин), Москва, Россия;
[2]Кафедра госпитальной хирургии с курсом детской хирургии ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Обзор медицинских статей посвящен наиболее часто используемым в герниологии имплантам и их недостаткам. Показаны возможности применения титан-содержащих имплантов в хирургии грыж передней брюшной стенки.

Ключевые слова: сетка, титан, грыжа.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Азимов Р.Х. — e-mail: doc_rustam@rambler.ru
Аль-Арики М.К.М. — e-mail: 1d_surg@mail.ru
Ахмедов Т.З. — e-mail: turan.a@mail.ru
Тархани М.К.М. — e-mail: hama.xan1975@gmail.com
Автор, ответственный за переписку: Аль-Арики Малик — e-mail: 1d_surg@mail.ru

КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Азимов Р.Х., Аль-Арики М.К.М., Ахмедов Т.З., Тархани М.К.М. Титановые сетчатые импланты в герниологии. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2019;12:126-131. https://doi.org/10.17116/hirurgia2019121126

Titanium mesh implants in herniology

© R.KH. AZIMOV[1], M.K.M. AL`-ARIKI[2], T.Z. AKHMEDOV[2], M.K.M. TARXANI[2]

[1]The Department of hospital surgery with the course of pediatric surgery of the RUDN University, Moscow, Russia;
[2]Central Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences (director — Doctor of Medical Science A.E. Nikitin), Moscow, Russia

ABSTRACT

Literature review is devoted to the main implants used in hernia surgery and their disadvantages. Advisability of titanium mesh implants in surgery of anterior abdominal wall hernias is shown.

Keywords: mesh, titan, hernia.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Azimov R.Kh. — e-mail: doc_rustam@rambler.ru
Al`-Ariki M.K.M. — e-mail: 1d_surg@mail.ru
Akhmedov T.Z. — e-mail: turan.a@mail.ru
Tarxani M.K.M. — e-mail: hama.xan1975@gmail.com
Coresponding author: Al`-Ariki M.K.M. — e-mail: 1d_surg@mail.ru

TO CITE THIS ARTICLE:

Azimov RKh, Al`-Ariki MKM, Akhmedov TZ, Tarxani MKM. Titanium mesh implants in herniology. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zurnal im. N.I. Pirogova*. 2019;12:126-131. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/hirurgia2019121126

Введение

В последние десятилетия в герниологии операции выполняют в основном с использованием различных типов имплантов. Применение принципов протезирующей герниопластики стимулирует разработку различных типов имплантов. Число этих имплантов неуклонно растет, у каждого из них есть свои преимущества и недостатки. Если раньше для оценки видов операций учитывали частоту рецидивов грыжи, то теперь с разными видами имплантов связаны различные осложнения. Осложнениями полипропиленовых имплантов являются их сморщивание, хроническая послеоперационная боль и ощущение инородного тела. Для имплантов, устанавливаемых интраперитонеально характерно формирование внутрибрюшных спаек. В последние годы все активнее поднимаются вопросы биологической совместимости имплантов.

Одна из главных проблем применения многих имплантов — их сморщивание. От сморщивания имплантов зависит частота послеоперационной хронической боли и рецидивирования грыж.

Интересные результаты получили L. Zogbi и соавт. [1], которые в эксперименте на животных сравнили степень сморщивания, выраженность воспалительной реакции и развития фиброза в тканях при имплантации полипропиленовых сетчатых имплантов высокой и низкой плотности. В группе с полипропиленом высокой плотности на 7-е сутки сморщивания не выявлено, к 90-м сутками этот показатель достиг 2,5%. А в группе животных с имплантацией полипропилена низкой плотности степень сморщивания составила соответственно 3,7 и 5% и была значимо выше. При установке полипропиленовых имплантов высокой плотности отмечено более позднее развитие в тканях воспалительной реакции. К 90-м суткам отмечено 5-кратное нарастание выраженности фиброза независимо от вида импланта.

O. Demiray и соавт. [2] в эксперименте на 36 крысах изучили степень сморщивания полипропиленового сетчатого импланта через 1 и 2 мес после его установки. Всех животных разделили на 3 группы: без фиксации импланта, с фиксацией узловыми швами и с фиксацией непрерывным швом. Через 1 мес степень сморщивания импланта во всех группах статистически значимо не различалась и варьировала от 13 до 27%, а ко 2-му месяцу отмечено статистически значимое сморщивание импланта до 49% в группе животных, где его фиксацию не производили. В остальных исследуемых группах этот показатель варьировал от 23 до 29% без статистически значимой разницы между ними.

Эксперимент на 60 крысах, выполненный E. Nohuz и соавт. [3], показал, что через 2 мес расположенный внебрюшинно полипропиленовый сетчатый имплант сморщился на 29%. При использовании композитных имплантов с гиалуронатом карбоксиметилцеллюлозы на основе биорезорбируемых мембран или с гелем на основе полисахарида гиалуроновой кислоты степень сморщивания была статистически значимо ниже (19 и 17%). Аналогичные изменения получены при оценке степени выраженности адгезии имплантов (30, 12 и 11 баллов соответственно). Авторы отмечают, что использование указанных композитных имплантов предпочтительнее, так как это может способствовать снижению частоты рецидивов заболевания и хронической послеоперационной боли.

Весьма интересные результаты получены S. Harsløf и соавт. [4], которые в эксперименте на овцах выполнили оценку отдаленных результатов применения 2 композитных сетчатых имплантов для интраперитонеальной установки в зависимости от вида их фиксации. В исследовании оценена степень сморщивания крупнопористого полипропиленового сетчатого импланта низкой плотности с противоспаечным резорбируемым покрытием монокрил и мелкопористого полипропиленового сетчатого импланта средней плотности с абсорбируемым слоем полигликолиевой кислоты (гидрогель) через 6 и 12 мес после имплантации. В качестве фиксации использовали титановые скрепки, рассасывающиеся скрепки и цианоакрилатный клей. Степень сморщивания первого импланта оказалась статистически значимо больше при использовании титановых скрепок и достигла 35,7%, а при использовании рассасывающихся скрепок и клея различий не выявлено (23,8 и 17,7%). Степень сморщивания второго импланта варьировала от 19,3 до 22,2% и не зависела от типа фиксации. Статистически значимых различий по степени сморщивания между двумя временными точками исследования не выявлено.

C. Schug-Pass и соавт. [5] провели сравнительный анализ результатов внутибрюшной лапароскопической установки титанизированного полипропилена и импланта из политетрафторэтилена в эксперименте на 6 свиньях. Установлено, что через 3 мес после операции степень адгезии статистически значимо меньше в группе животных, которым имплантировали титанизированный полипропилен. Степень сморщивания у титанизированного полипропилена была статистически значимо меньше — 18% против 44%. Выраженность воспалительной реакции и степени фиброза статистически значимо выше при установке импланта из политетрафторэтилена. По биосовместимости импланты из титанизированного полипропилена превосходят импланты из политетрафторэтилена.

C. Schug-Pass и соавт. [6] изучили склонность к сморщиванию имплантов из титанизированного полипропилена с адгезионно-полилактидной пленкой и без нее при лапароскопической внутрибрюшной установке в эксперименте на свиньях. Через 3 мес частота образования спаек (32 и 34%) и степень сморщивания имплантов (18 и 21%) статистически значимо не различались.

A. Celik и соавт. [7] в эксперименте на крысах изучили степень сморщивания 4 видов имплантов: титанизированного полипропилена, полипропилена с полигликолидом, полипропилена с гидрогелем и полипропилена с поливинилиденфторидом при их внутрибрюшном расположении. На 90-е сутки после операции степень сморщивания составила 16, 23, 15 и 11% соответственно и статистически не различалась в группах. По степени выраженности воспалительной реакции, развитию фиброза в тканях и количеству спаек статистически значимых различий не выявлено. Отмечено отсутствие различий между изучаемыми имплантами.

В.В. Паршиков и соавт. [8] в эксперименте на кроликах изучили прочность брюшной стенки после интраперитонеальной и ретромускулярной пластики при использовании 3 типов сетчатых имплантов: полипропилена низкой плотности (1-я группа), титанизированного полипропилена низкой плотности (2-я группа) и импланта из титанового сплава ВТ 1-00 низкой плотности (3-я группа). Независимо от вида операции прочность брюшной стенки при использовании импланта из титанового сплава статистически значимо выше, чем при использовании других типов имплантов (15,9 Н/см против 9,2 и 13 Н/см в 1-й и 2-й группах). На 60-е сутки после операции средняя прочность передней брюшной стенки в месте протезирования была статистически значимо выше, чем на 30-е сутки (13,9 Н/см против 12,4 Н/см). С учетом полученных данных и типов изучаемых имплантов авторы рекомендуют выполнять ретромускулярный вариант протезирующей пластики.

L. Mamy и соавт. [9] в эксперименте на 28 крысах изучили зависимость степени сморщивания имплантов от их инфицирования. Животным 1-й группы устанавливали полипропиленовый имплант низкой плотности, 2-й — абсорбируемый имплант полимолочной кислоты высокой плотности. У половины животных каждой группы во время операции импланты инфицировали культурой *Escherichia coli*. На 30-е сутки после операции степень сморщивания имплантов была статистически значимо больше у животных с интраоперационным инфицированием имплантов, чем у животных с неинфицированным имплантом как в 1-й (22% против 5%), так и во 2-й (11% против 2,4%) группе. Таким образом, инфицирование имплантов приводит к значительному сокращению их площади и может служить фактором, увеличивающим частоту рецидивов заболевания.

C. Langer и соавт. [10] изучили степень сморщивания сетчатых полипропиленовых имплантов высокой и низкой плотности при выполнении открытых вмешательств у 50 больных вентральными грыжами. Для этих целей использовали специально подготовленные импланты, рентгеновский контроль осуществляли через 1 и 3 нед, 4, 12 и 24 мес. Сморщивание импланта отмечено только у 8% больных. Во всех случаях это были импланты высокой плотности, причем степень сморщивания их варьировала от 3 до 22%. По частоте рецидивов и хронической послеоперационной боли различий в зависимости от вида импланта не выявлено.

A. Silvestre и соавт. [11] сравнили степень сморщивания полипропиленовых имплантов высокой плотности и композитных крупнопористых имплантов низкой плотности (полипропилен с полиглекапроном) при выполнении герниопластики по Лихтенштейну у 30 мужчин. Перед установкой края имплантов помечали титановыми клипсами, контроль размеров имплантов осуществляли на 1, 30, 60 и 90-е сутки после операции при помощи рентгенографии. На 30-е и 60-е сутки после операции значимых различий в группах не выявлено, на 90-е сутки степень сморщивания полипропиленового импланта высокой плотности достигла 7,8% и была статистически значимо выше, чем при использовании композитного импланта (4,2%).

Для безопасной оценки скорости регенерации в месте фиксации импланта A. Petter-Puchner и соавт. [12] предложили использовать ультразвуковую биомикроскопию и сканирующую акустическую микроскопию. По результатам, полученным в ходе эксперимента, установлено, что использование данных методов УЗИ с частотой 40—200 МГц сопоставимо с гистологическим исследованием и позволяет выполнить оценку размеров ячеек сетчатого импланта, идентифицировать грануляционную или рубцовую ткань, т. е. оценить скорость и степень интеграции сетчатого импланта.

G. Köhler и соавт. [13] изучили сморщивание МРТ-видимых имплантов из поливинилиденфторида, установленных интраабдоминально у 10 пациентов с вентральными грыжами. В 1-е сутки после операции отмечено статистически значимое сокращение площади имплантов на 16%, через 3 мес площадь имплантов уменьшилась еще на 4%. Возможно, столь значительное сморщивание имплантов в 1-е сутки после операции связано с ликвидацией пневмоперитонеума.

F. Muysoms и соавт. [14] оценили сморщивание имплантов из поливинилиденфторида, установленных интраперитонеально, у 13 больных с вентральными грыжами. Для этого использовали МРТ и импрегнированные оксидом железа импланты. Через 1 мес после операции степень сморщивания имплантов по длине и ширине составила 7,2 и 3,6%, через 1 год (с 1-го по 13-й месяц) — соответственно 0,5 и 0,3%. Сморщивание этого вида имплантов происходило в течение 1 мес после операции, в дальнейшем статистически значимых изменений размеров имплантов авторы не отмечали.

K. Brocker и соавт. [15] выполнили оценку сморщивания МРТ-видимого композитного сетчатого импланта (полипропилен с полигликолиевой кислотой и капролактоном) с интегрированными волокнами оксида железа у 6 пациенток при хирургическом лечении цистоцеле. Для этого использовали программную 3D-реконструкцию через 3 мес и 1 год после операции. Оказалось, что композитный сетчатый имплант сморщивался по длине на 40% и более.

Важным фактором для любого типа имплантов является его биологическая совместимость с организмом пациента. И.И. Бабиченко и соавт. [16] изучили в эксперименте на крысах влияние титанового покрытия на биосовместимость сетчатых полипропиленовых имплантов. Для этой цели проанализирована пролиферативная активность клеток воспаления и оценена степень фиброза при использовании имплантов из полипропилена средней плотности и титанизированного полипропилена низкой плотности. Количество пролиферирующих клеток воспаления на 7-е сутки после операции составило 29 и 34% соответственно, к 30-м суткам — 16 и 27%. Степень воспалительной реакции была статистически значимо больше при имплантации титанизированного полипропилена. Динамика концентрации коллагенов I и III типов вокруг импланта претерпевала аналогичные изменения, при этом вокруг имплантов из титанизированного полипропилена концентрация коллагенов была статистически значимо больше. Выявленные изменения говорят о лучшей биосовместимости имплантов из титанизированного полипропилена.

М.М. Магомедов и соавт. [17] изучили системную воспалительную реакцию у 43 пациентов, которым операцию по Лихтенштейну выполнили с применением сетчатого импланта из титанового сплава ВТ 1-00 низкой плотности. В контрольную группу вошли пациенты, которым установили полипропиленовые сетчатые импланты средней плотности. Анализ цитокинового профиля показал менее выраженную воспалительную реакцию у пациентов с титановым имплантом из-за меньшей степени экспрессии фактора некроза опухоли альфа и интерлейкинов-6 и -8. Кроме того, частота формирования сером была статистически значимо меньше при использовании титанового сетчатого импланта — 21% против 38% при использовании полипропиленового импланта. Полученные данные позволили авторам сделать вывод о большей биологической инертности сетчатого импланта из титанового сплава ВТ 1-00.

L. D'Amore и соавт. [18] сравнили в эксперименте склонность к образованию спаек при внутрибрюшной фиксации трех типов комбинированных имплантов: полипропилена с поливинилиденфторидом, титанизированного полипропилена и полипропилена покрытого омега-3 жирными кислотами. Результаты оценены макроскопически на 7-е и 21-е сутки. На 7-е сутки статистически значимо меньше спаек отмечено в месте имплантации полипропилена, покрытого омега-3 жирной кислотой (21%), для полипропилена с поливинилиденфторидом и титанизированного полипропилена этот показатель равен соответственно 34 и 49%. К 21-м суткам степень покрытия имплантов спайками составила соответственно 22, 28 и 17%. Отмечено, что частота спайкообразования при интраабдоминальной фиксации имплантов со специальным покрытием все еще высока. Титанизированный полипропилен благодаря минимальной воспалительной реакции тканей подходит для ретромускулярной преперитонеальной фиксации.

Систематический обзор, проведенный F. Köckerling и соавт. [19], показал, что использование импланта из титанизированного полипропилена в краткосрочной перспективе сопровождается меньшей послеоперационной болью, меньшим потреблением анальгетиков и более быстрым возвращением к повседневной деятельности по сравнению с использованием двухслойного композитного импланта из полиэстера с коллагеном.

Использование при трансабдоминальной предбрюшинной герниопластике импланта из титанизированного

полипропилена сверхнизкой плотности привело к статистически значимому снижению потребности в анальгетиках и частоты образования сером [20].

В.В. Паршиков и соавт. [21] сообщили о применении нового вида сетчатого импланта из титанового сплава ВТ 1-00 российского производства в лечении грыж брюшной стенки у 34 пациентов. В контрольную группу вошли пациенты, которых лечили с использованием полипропиленовых имплантов средней плотности. Всем пациентам выполняли открытые вмешательства. Для оценки степени воспалительной реакции на имплант учитывали частоту раневых осложнений и применяли метод местной анизотермии. В случае отсутствия послеоперационных осложнений анизотермия между местом операции и точкой сравнения в основной группе составила 0,8 °С, в группе сравнения — 1,9 °С. По частоте послеоперационных осложнений различий в группах не выявлено. Таким образом, местная реакция тканей на установку сетчатых имплантов из титанового сплава достоверно меньше.

Выполненный в 2015 г. А.А. Колпаковым и соавт. [22] сравнительный анализ применения сетчатого импланта из титанового сплава ВТ 1-00 в лечении послеоперационных вентральных грыж у 53 пациентов показал, что большую частоту воспалительных реакций и раневых осложнений в контрольной группе пациентов, где использовали полипропиленовый имплант. Это говорит о лучшей биологической совместимости сетчатого импланта из титана.

T. Kalra и соавт. [23] сравнили результаты лапароскопической трансабдоминальной предбрюшинной герниопластики у 60 больных односторонней паховой грыжей. Через 3 мес после операции интенсивность боли в паху и частота ощущения инородного тела были статистически значимо меньше в группе, где использовали композитные сетчатые импланты, по сравнению с группой, где применяли полипропиленовые импланты средней плотности. Напротив, частота образования сером была меньше при использовании полипропиленовых имплантов средней плотности (6,7% против 20% при использовании композитных имплантов). Отмечено, что использование композитных имплантов приводит к снижению интенсивности послеоперационной боли и способствует сокращению сроков временной нетрудоспособности пациентов.

В.В. Ходаков и соавт. [24] сообщили о 82 операциях по Лихтенштейну с применением сетчатых имплантов из титанового сплава ВТ 1-00. Ранних послеоперационных осложнений не отмечено. До 4 лет после операции наблюдали 62% оперированных больных, из них 7,8% больных жаловались на периодически возникающее чувство инородного тела в зоне вмешательства при физической нагрузке. Рецидивов заболевания не зафиксировано. С учетом полученных результатов авторы считают, что применение сетчатого импланта из титанового сплава ВТ 1-00 в лечении паховых грыж сопровождается хорошими ближайшими и отдаленными результатами.

Анализ отдаленных результатов трансабдоминальной предбрюшинной герниопластики, выполненный R. Bittner и соавт. [25] у 300 больных паховыми грыжами с использованием импланта из титанизированного полипропилена сверхнизкой плотности не выявил различий по частоте хронической боли с больными, которым имплантировали полипропиленовый имплант высокой плотности. Авторы отметили, что этот показатель в обеих группах превысил 3%. В другом рандомизированном исследовании [26] отдаленные результаты лечения оценены у 466 больных, перенесших трансабдоминальную предбрюшинную герниопластику с использованием титанизированного полипропиленового импланта. Больные распределены на две группы в зависимости от плотности используемого импланта — титанизированный полипропилен низкой плотности и сверхнизкой плотности. Срок наблюдения более 3 лет. В группе больных, которым установили титанизированные полипропиленовые сетчатые импланты сверхнизкой плотности, частота хронической боли была значимо меньше, чем у больных с имплантами низкой плотности — 1,5% против 5,3%. По частоте рецидивов грыжи (2,6 и 3,1% соответственно) статистически значимой разницы в группах не выявлено. По данным этого исследования, применение титанизированных полипропиленовых сетчатых имплантов сверхнизкой плотности не приводит к увеличению частоты рецидивов грыжи по сравнению с применением имплантов низкой плотности.

Исследование, выполненное S. Yang и соавт. [27] направлено на сравнение клинических результатов использования имплантов из титанизированного полипропилена или стандартного полипропилена при выполнении лапароскопической трансабдоминальной преперитонеальной герниопластики. Авторы оценили результаты лечения 102 пациентов и не выявили различий по частоте образования сером и ощущения инородного тела в зоне вмешательства. В группе пациентов, которым установили имплант из полипропилена средней плотности стоимость курса стационарного лечения была статистически значимо меньше, но период восстановления — больше. В течение 1 года после операции симптомов хронической боли или рецидива заболевания не отмечено. На основании полученных результатов авторы считают, что применение сетчатых имплантов из титанизированного полипропилена является перспективным, так как сопровождается укорочением периода восстановления.

D. Prassas и соавт. [28] провели когортный анализ отдаленных результатов лечения 138 больных с односторонними паховыми грыжами, которым выполнили лапароскопическую тотальную экстраперитонеальную герниопластику с использованием полипропиленовых имплантов средней плотности и титанизированного полипропилена низкой плотности. Средняя длительность наблюдения за пациентами 21 мес. Частота хронической паховой боли составила 14 и 5,5% соответственно и статистически значимо не различалась в исследуемых группах. По частоте рецидивов значимых различий между группами не выявлено (1,5 и 0%). Авторы не установили значимых различий отдаленных результатов лечения при использовании указанных видов имплантов.

Z. Dong и соавт. [29] провели метаанализ 6 рандомизированных контролируемых исследований с высоким уровнем доказательств, изучавших мужское бесплодие при хирургическом лечении паховых грыж с использованием сетчатых имплантов. Тестикулярная и половая функции статистически значимо не менялись как после лапароскопической трансабдоминальной, так и после тотальной экстраабдоминальной предбрюшинной герниопластики. Сетчатые импланты низкой плотности на основе титанизированного полипропилена и полипропилена с полигликолидом оказывали меньшее влияние на подвижность сперматозоидов по сравнению с полипропиленовыми имплантами высокой плотности через 1 год после операции. Через 3 года после операции подвижность сперматозоидов не зависела от вида сетчатого импланта. Открытые вариан-

ты герниопластики не вызывали бесплодия. Авторы пришли к выводу, что паховая герниопластика с использованием сетчатых имплантов не оказывает существенного влияния на мужскую фертильность.

С учетом изложенного одним из оптимальных видов имплантов в настоящее время являются сетчатые имплантты из титанового сплава ВТ 1-00. Они обладают высокой биосовместимостью, механической прочностью, ареактивны, практически не сморщиваются.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflict of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Zogbi L, Trindade EN, Trindade MR. Comparative study of shrinkage, inflammatory response and fibroplasia in heavyweight and lightweight meshes. *Hernia*. 2013 Dec;17(6):765-772. https://doi.org/10.1007/s10029-013-1046-2
2. Demiray O, Gonullu D, Lari Gedik M, Akyildiz Igdem A, Nihat Koksoy F. Effects of suture tecnique on mesh shrinkage. *Asian J Surg*. 2019 Jan;42(1):224-227. https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2018.02.002
3. Nohuz E, Alaboud M, Darcha C, Alloui A, Aublet-Cuvelier B, Jacquetin B. Effectiveness of Hyalobarrier and Seprafilm to prevent polypropylene mesh shrinkage: a macroscopic and histological experimental study. *Int Urogynecol J*. 2014 Aug;25(8):1081-1087. https://doi.org/10.1007/s00192-014-2357-2
4. Harsløf S, Zinther N, Harsløf T, Danielsen C, Wara P, Friis-Andersen H. Mesh shrinkage depends on mesh properties and anchoring device: an experimental long-term study in sheep. *Hernia*. 2017 Feb; 21(1):107-113. https://doi.org/10.1007/s10029-016-1528-0
5. Schug-Pass C, Tamme C, Tannapfel A, Köckerling F. A lightweight polypropylene mesh (TiMesh) for laparoscopic intraperitoneal repair of abdominal wall hernias: comparison of biocompatibility with the DualMesh in an experimental study using the porcine model. *Surg Endosc*. 2006 Mar;20(3):402-409.
6. Schug-Pass C, Sommerer F, Tannapfel A, Lippert H, Köckerling F. Does the additional application of a polylactide film (SurgiWrap) to a lightweight mesh (TiMesh) reduce adhesions after laparoscopic intraperitoneal implantation procedures? Experimental results obtained with the laparoscopic porcine model. *Surg Endosc*. 2008 Nov;22(11):2433-2439. https://doi.org/10.1007/s00464-008-9876-1
7. Celik A, Altinli E, Koksal N, Celik AS, Onur E, Ozkan OF, Gumrukcu G. The shrinking rates of different meshes placed intraperitoneally: a long-term comparison of the TiMesh, VYPRO II, Sepramesh, and DynaMesh. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*. 2009 Aug;19(4):e130-e134. https://doi.org/10.1097/SLE.0b013e3181aa598d
8. Паршиков В.В., Казанцев А.А. Миронов А.А., Заваруев В.А., Черников А.Н, Беляев О.Ф., Алёхин А.И. Прочностные характеристики брюшной стенки в зоне интраперитонеальной и ретромускулярной протезирующей пластики с использованием легких и ультралегких синтетических и титансодержащих эндопротезов (экспериментальное исследование). *Современные технологии в медицине*. 2016;8(3):27-36.
Parshikov VV, Kazantsev AA, Mironov AA, Zavaruev VA, Chernikov AN, Belayev OF, Alyokhin AI. Strength properties of abdominal wall in intraperitoneal and retromuscular repair using lightweight and ultralightweight synthetic and titanium-containing endoprostheses (experimental study). *Sovremennye tehnologii v meditsine*. 2016;8(3):27-36. (In Russ.). https://doi.org/10.17691/stm2016.8.3.03
9. Mamy L, Letouzey V, Lavigne JP, Garric X, Gondry J, Mares P, de Tayrac R. Correlation between shrinkage and infection of implanted synthetic meshes using an animal model of mesh infection. *Int Urogynecol J*. 2011 Jan;22(1):47-52. https://doi.org/10.1007/s00192-010-1245-7
10. Langer C, Forster H, Konietschke F, Raab BW, Schaper A, Brunner E, Becker H. Mesh shrinkage in hernia surgery: data from a prospective randomized double-blinded clinical study. *Chirurg*. 2010 Aug;81(8):735-742, 744-745. https://doi.org/10.1007/s00104-009-1853-2
11. Silvestre AC, de Mathia GB, Fagundes DJ, Medeiros LR, Rosa MI. Shrinkage evaluation of heavyweight and lightweight polypropylene meshes in inguinal hernia repair: a randomized controlled trial. *Hernia*. 2011 Dec;15(6):629-634. https://doi.org/10.1007/s10029-011-0853-6
12. Petter-Puchner A, Gruber-Blum S, Walder N, Fortelny RH, Redl H, Raum K. Ultrasound biomicroscopy (UBM) and scanning acoustic microscopy (SAM) for the assessment of hernia mesh integration: a comparison to standard histology in an experimental model. *Hernia*. 2014 Aug;18(4):579-585. https://doi.org/10.1007/s10029-013-1201-9
13. Köhler G, Pallwein-Prettner L, Koch OO, Luketina RR, Lechner M, Emmanuel K. Magnetic resonance-visible meshes for laparoscopic ventral hernia repair. *JSLS*. 2015 Jan-Mar;19(1):e2014.00175. https://doi.org/10.4293/JSLS.2014.00175
14. Muysoms F, Beckers R, Kyle-Leinhase I. Prospective cohort study on mesh shrinkage measured with MRI after laparoscopic ventral hernia repair with an intraperitoneal iron oxide-loaded PVDF mesh. *Surg Endosc*. 2018 Jun;32(6):2822-2830. https://doi.org/10.1007/s00464-017-5987-x
15. Brocker KA, Mokry T, Alt CD, Kauczor HU, Lenz F, Sohn C, DeLancey JO, Chen L. 3D reconstruction of MR-visible Fe3O4-mesh implants: Pelvic mesh measurement techniques and preliminary findings. *Neurourol Urodyn*. 2019 Jan;38(1):369-378. https://doi.org/10.1002/nau.23868
16. Бабиченко И.И., Казанцев А.А., Титаров Д.Л., Шемятовский К.А., Гевондян Н.М. Мельченко Д.С., Алёхин А.И. Влияние титанового покрытия на биосовместимость сетчатых эндопротезов из полипропилена. *Цитология*. 2016;58(1):44-51.
Babichenko II, Kazantsev AA, Titarov DL, Shemyatovsky KA, Ghevondian NM, Melchenko DS, Alekhin AI. Influence of titanium coating on the biocompatibility of polypropylene implants. *Cytology*. 2016;58(1):44-51. (In Russ.).
17. Магомедов М.М., Магомедбеков Р.Э., Исмаилов Г.М. Системная воспалительная реакция при аллопластических методах лечения паховых грыж. *Вестник новых медицинских технологий*. Электронное издание. 2017;2. Публикация 2-5. (дата обращения: 13.04.2017). URL:
Magomedov MM, Magomedbekov RE, Ismailov GM. Systemic inflammatory response in alloplastic treatment of the inguinal hernias. *Journal of new medical technologies*, Edition: 2017;2. (In Russ.). date:13.04.2017. URL:
http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/B
ulletin/E2017-2/2-5.pdf
https://doi.org/10.12737/article_59099e6cbbb6f5.58108559
18. D'Amore L, Ceci F, Mattia S, Fabbi M, Negro P, Gossetti F. Adhesion prevention in ventral hernia repair: an experimental study comparing three lightweight porous meshes recommended for intraperito-neal use. *Hernia*. 2017 Feb;21(1):115-123. https://doi.org/10.1007/s10029-016-1541-3
19. Köckerling F, Schug-Pass C. What do we know about titanized polypropylene meshes? An evidence-based review of the literature. *Hernia*. 2014 Aug;18(4):445-457. https://doi.org/10.1007/s10029-013-1187-3
20. Bittner R, Schmedt CG, Leibl BJ, Schwarz J. Early postoperative and one year results of a randomized controlled trial comparing the impact of extralight titanized polypropylene mesh and traditional heavyweight polypropylene mesh on pain and seroma production in laparoscopic hernia repair (TAPP). *World J Surg*. 2011 Aug;35(8):1791-1797. https://doi.org/10.1007/s00268-011-1148-x

21. Паршиков В.В., Самсонов А.В., Романов Р.В., Градусов В.П., Самсонов А.А., Ходак В.А., Петров В.В., Цыбусов С.Н., Бабурин А.Б., Кихляров П.В., Казанцев А.А. Первый опыт пластики брюшной стенки эндопротезами из титанового шелка. *Медицинский альманах*. 2012;1(20):107-110.
Parshikov VV, Samsonov AV, Romanov RV, Gradusov VP, Samsonov AA, Khodak VA, Petrov VV, Tsybusov SN, Baburin AB, Kihlyarov PV, Kazantsev AA. The first experience plastics of the abdominal wall with endoprostheses made of titanium silk. *Medical almanac*. 2012;1(20):107-110. (In Russ.).

22. 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;13:774-776.
Kolpakov AA, Kazantsev AA. Comparative analysis of the results of the use of prostheses «titanium silk» and polypropylene in patients with postoperative ventral hernias. *Russian medical journal*. 2015;13:774-776. (In Russ.).

23. Kalra T, Soni RK, Sinha A. Comparing Early Outcomes using Non Absorbable Polypropylene Mesh and Partially Absorbable Composite Mesh through Laparoscopic Transabdominal Preperitoneal Repair of Inguinal Hernia. *J Clin Diagn Res*. 2017 Aug;11(8):PC13-PC16.
https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/27982.10478

24. Ходаков В.В., Забродин В.В., Забродин Е.В., Васёва О.Н. Ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения паховых грыж с применением сетчатых титановых эндопротезов. *Уральский медицинский журнал*. 2018;7(162):93-101.
Khodakov V, Zabrodin V, Zabrodin Ye, Vasyova O. Inguinal hernia alloplastyc using meshy titanium endoprostheses. *URMJ*. 2018;7(162):93-101. (In Russ.).
https://doi.org/10.25694/URMJ.2018.04.132

25. Bittner R, Schmedt CG, Leibl BJ, Schwarz J. Early postoperative and one year results of a randomized controlled trial comparing the impact of extralight titanized polypropylene mesh and traditional heavyweight polypropylene mesh on pain and seroma production in laparoscopic hernia repair (TAPP). *World J Surg*. 2011 Aug;35(8):1791-1797.
https://doi.org/10.1007/s00268-011-1148-x

26. Schopf S, von Ahnen T, von Ahnen M, Schardey H. Chronic pain after laparoscopic transabdominal preperitoneal hernia repair: a randomized comparison of light and extralight titanized polypropylene mesh. *World J Surg*. 2011 Feb;35(2):302-310.
https://doi.org/10.1007/s00268-010-0850-4

27. Yang S, Shen YM, Wang MG, Zou ZY, Jin CH, Chen J. Titanium-coated mesh versus standard polypropylene mesh in laparoscopic inguinal hernia repair: a prospective, randomized, controlled clinical trial. *Hernia*. 2019 Apr;23(2):255-259.
https://doi.org/10.1007/s10029-018-1823-z

28. Prassas D, Rolfs TM, Sirothia N, Schumacher FJ. Lightweight Titanium-coated Mesh Versus Standard-Weight Polypropylene Mesh in Totally Extraperitoneal Inguinal Hernia Repair (TEP): A Cohort Analysis. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*. 2016 Dec;26(6):e113-e116.

29. Dong Z, Kujawa SA, Wang C, Zhao H. Does the use of hernia mesh in surgical inguinal hernia repairs cause male infertility? A systematic review and descriptive analysis. *Reprod Health*. 2018 Apr 23;15(1):69.
https://doi.org/10.1186/s12978-018-0510-y

Поступила 09.10.19
Received 09.10.19
Принята в печать 16.11.19
Accepted 16.11.19