



Сравнение биомеханических свойств нерезорбируемого и частично резорбируемых сетчатых имплантов, используемых при хирургии недержания мочи и пролапса гениталий (экспериментальное исследование)

© Дмитрий Д. Шкарупа¹, Рустам А. Шахалиев¹, Андрей С. Шульгин¹,
Татьяна С. Филипенко², Никита Д. Кубин¹, Иван А. Лабетов¹,
Денис А. Сучков¹

¹ Клиника высоких медицинских технологий им. Н. И. Пирогова — Санкт-Петербургский государственный университет [Санкт-Петербург, Россия]

² ООО «Линтекс» [Санкт-Петербург, Россия]

Аннотация

Введение. Доказано, что количество используемого нерассасывающегося синтетического материала при хирургическом лечении пролапса тазовых органов и стрессового недержания мочи напрямую коррелирует с рисками развития имплант-ассоциированных осложнений. Ранее нами был разработан частично резорбируемый имплант. В настоящее время не существует достаточных данных об использовании частично рассасывающихся имплантатов в реконструкции тазового дна у женщин, что в свою очередь требует проведения биомеханических и патоморфологических сравнительных исследований.

Цель исследования. Сравнить биомеханические свойства нового поколения частично резорбируемого импланта и нерассасывающегося полипропиленового сетчатого импланта в эксперименте на кроликах.

Материалы и методы. 39 кроликов весом 3200 ± 250 граммов были рандомизированы на три группы в зависимости от имплантируемого эндопротеза: группа 1 ($n = 15$) — имплант «Аксилен» (полидиоксанон 98%, полипропилен 2%); группа 2 ($n = 15$) — имплант «Аксилен Рапид» (полиглекапрон 98%, полипропилен 2%); группа 3 ($n = 9$) — имплант «Урослинг 1». После имплантации кролики всех трёх групп разделены на 3 подгруппы в соответствии со сроком выведения из эксперимента: 14 дней, 60 дней и 180 дней. Полученный биоматериал подвергнут 2 исследованиям: оценке макроскопического состояния эксплантированного сетчатого эндопротеза со сформированной капсулой и окружающими тканями, исследованию биомеханических свойств сформированной соединительнотканной капсулы с имплантом.

Результаты. По данным макроскопической оценки, отмечается менее выраженная реакция тканей на частично рассасывающиеся импланты. При сравнительном анализе биомеханических показателей не было выявлено статистически значимой разницы в разрывном удлинении на всех сроках наблюдения среди представленных групп. Разрывная нагрузка на сроках 60 и 180 дней между описанными группами также статистически не различалась. На сроке 14 дней выявлена статистически значимая разница в разрывной нагрузке между группой 1 и 3 ($p = 0,003$).

Заключение. В ходе биомеханического эксперимента на кроликах соединительнотканная капсула, сформированная на частично резорбируемом импланте не уступала по разрывной нагрузке аналогичному показателю у нерассасывающегося образца, что обуславливает большой потенциал применения частично резорбируемых имплантов в реконструктивной хирургии пролапса тазовых органов и стрессового недержания мочи.

Ключевые слова: пролапс тазовых органов; стрессовое недержание мочи; сетчатый имплант

Финансирование. Спонсором исследования является ООО «Линтекс», г. Санкт-Петербург. **Конфликт интересов.** Татьяна С. Филипенко — главный технолог ООО «Линтекс». **Соблюдение правил биоэтики.** Исследование выполнено в соответствии с этическими нормами обращения с животными, принятыми Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для исследовательских и иных научных целей (CETS 123), Федерацией европейских ассоциаций по науке о лабораторных животных (FELASA), Международным советом по науке о лабораторных животных (ICLAS), Руководством по отчетности об исследованиях на животных (ARRIVE). **Вклад авторов.** Д.Д. Шкарупа — концепция исследования, научное руководство, редакция текста и итоговое утверждение рукописи; Р.А. Шахалиев — написание и редакция текста, обзор литературы, анализ и интерпретация данных, проведение эксперимента; А.С. Шульгин — концепция исследования, критический обзор, научное руководство, проведение эксперимента; Т.С. Филипенко — концепция исследования, разработка дизайн исследования, сбор данных, написание и редакция текста; Н.Д. Кубин — критический обзор, научное редактирование; И.А. Лабетов — написание и редакция текста, анализ и интерпретация данных, проведение эксперимента; Д.А. Сучков — написание и редакция текста.

✉ **Корреспондирующий автор:** Рустам Алигиметович Шахалиев; e-mail: rustam.shahaliiev@gmail.com

Поступила в редакцию: 08.12.2022. **Принята к публикации:** 14.02.2023. **Опубликована:** 26.03.2023.

Для цитирования: Шкарупа Д.Д., Шахалиев Р.А., Шульгин А.С., Филипенко Т.С., Кубин Н.Д., Лабетов И.А., Сучков Д.А. Сравнение биомеханических свойств нерезорбируемого и частично резорбируемых сетчатых имплантов, используемых при хирургии недержания мочи и пролапса гениталий (экспериментальное исследование). *Вестник урологии*. 2023;11(1):116-124. DOI: 10.21886/2308-6424-2023-11-1-116-124.

Comparison of biomechanical properties of non-absorbable and partially absorbable mesh implants used in surgery for urinary incontinence and genital prolapse: experimental study

© Dmitry D. Shkarupa¹, Rustam A. Shakhaliyev¹, Andrei S. Shulgin¹,
Tatiana S. Filipenko², Nikita D. Kubin¹, Ivan A. Labetov¹, Denis A. Suchkov¹

¹ Pirogov Clinic of Advanced Medical Technologies (SPSU Hospital) — St. Petersburg State University [St. Petersburg, Russian Federation]

² «Lintex» LLC [St. Petersburg, Russian Federation]

Abstract

Introduction. The amount of non-absorbable synthetic material used in the surgical treatment of pelvic organ prolapse and stress urinary incontinence has been shown to directly correlate with the risks of mesh-associated complications. Previously, we developed a partially absorbable implant. Currently, there are insufficient data on the use of partially absorbable implants in female pelvic floor reconstruction, which requires comparative biomechanical and pathomorphological studies.

Objective. To compare the biomechanical properties of a new generation partially absorbable implants and non-absorbable polypropylene mesh implants during animal model.

Materials & methods. Thirty-nine rabbits weighing 3200 ± 250 g were randomised into three groups depending on the implanted endoprosthesis: group 1 (n = 15) — “Axilen” implant (polydioxanone 98%, polypropylene 2%), group 2 (n = 15) — “Axilen Rapid” implant (polyglycapron 98%, polypropylene 2%), group 3 (n = 9) — “Urosling 1” implant. After implantation, rabbits of all 3 groups were divided into 3 subgroups according to the withdrawal period from the experiment: 14 days, 60 days, and 180 days. The biomaterial obtained was subjected to two studies: evaluation of the macroscopic view of the explanted mesh endoprosthesis with the formed capsule and the surrounding tissues, study of the biomechanical properties of the formed connective tissue capsule with the implant.

Results. According to macroscopic evaluation, there was a less significant tissue reaction to partially absorbed implants. A comparative analysis of biomechanical indices revealed no statistically significant difference in rupture elongation at all follow-up periods among the presented groups. Tensile strength, at 60 and 180 days, was not statistically different between the groups described. At 14 days, there was a statistically significant difference in tensile strength between groups 1 and 3 ($p = 0.003$).

Conclusion. During biomechanical animal experiments, the connective tissue capsule formed on the partially absorbable implant was not inferior to the similar parameter of the non-absorbable sample in its tensile strength, which explains a great potential for the use of partially absorbable implants in reconstructive surgery of pelvic organ prolapse and stress urinary incontinence.

Keywords: pelvic organ prolapse; stress urinary incontinence; mesh

Financing. The study was sponsored by Lintex LLC, St. Petersburg. **Conflict of interest.** Tatyana S. Filipenko — Chief Technologist, Lintex LLC, St. Petersburg. **Compliance with the rules of bioethics.** The study was performed according to the Ethical standards for the treatment of animals adopted by the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Research and other Scientific Purposes (CETS 123), the Federation of European Associations for the Science of Laboratory Animals (FELASA), the International Council for the Science of Laboratory Animals (ICLAS), Animal Research Reporting Guidelines (ARRIVE). **Authors' contribution.** D.D. Shkarupa — supervision, study concept, scientific editing and final approval; R.A. Shakhaliyev — drafting and editing the manuscript, literature review, data analysis and interpretation; A.S. Shulgin — supervision, study concept, critical review, conducting the experiment; T.S. Filipenko — study concept, study design development, data acquisition, drafting and editing the manuscript; N.D. Kubin — critical review, scientific editing; I.A. Labetov — data analysis and interpretation of data, conducting the experiment, drafting the manuscript; D.A. Suchkov — drafting and editing the manuscript.

✉ **Corresponding author:** Rustam A. Shakhaliyev; e-mail: rustam.shahaliyev@gmail.com

For citation: Shkarupa D.D., Shakhaliyev R.A., Shulgin A.S., Filipenko T.S., Kubin N.D., Labetov I.A., Suchkov D.A. Comparison of biomechanical properties of non-absorbable and partially absorbable mesh implants used in surgery for urinary incontinence and genital prolapse: experimental study. *Urology Herald*. 2023;11(1):116-124. (In Russ.). DOI: 10.21886/2308-6424-2023-11-1-116-124.

Введение

Немаловажную роль в успехе хирургического лечения пролапса тазовых органов (ПТО) и стрессового недержания мочи (СНМ) играет применение сетчатых эндопротезов [1, 2]. В свою очередь самым рас-

пространённым синтетическим материалом для изготовления сетчатых имплантов является полипропилен [3]. Применение перманентных сетчатых эндопротезов связано со сравнительно высоким риском имплант-ассоциированных осложнений,

значительно снижающих качество жизни пациенток. Наиболее часто встречаются эрозия стенок влагалища и хроническая тазовая боль [4]. Доказано, что количество используемого нерассасывающегося синтетического материала напрямую влияет на риск вышеописанных осложнений [5]. Более того, в ряде стран появился запрет на использование трансвагинальных сетчатых имплантов для хирургической реконструкции тазового дна ввиду активной дискуссии вокруг сообщений об осложнениях данного вида хирургии [6]. Таким образом, существует очевидная необходимость разработки нового поколения синтетических имплантов с низким содержанием нерезорбируемого материала, но сохраняющих все преимущества сетчатых имплантов. Ранее нами была проведена оценка механических характеристик частично резорбируемого импланта *in vitro* [7]. Результаты эксперимента показали, что прочность данного типа имплантов на любом сроке резорбции достаточна в соответствии с потенциальной нагрузкой на имплант в мягких тканях организма человека.

В настоящее время не существует достаточных данных об использовании частично рассасывающихся имплантов в хирургическом лечении ПТО и СНМ, что в свою очередь требует проведения биомеханических и патоморфологических сравнительных исследований.

Цель исследования: сравнение биомеханических свойств нового поколения частично резорбируемого импланта и нерассасывающегося полипропиленового сетчатого импланта в эксперименте на кроликах.

Материалы и методы

Исследование выполнено в соответствии с этическими нормами обращения с животными, принятыми Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для исследовательских и иных научных целей (CETS 123), Федерацией европейских ассоциаций по науке о лабораторных животных (FELASA), Международным советом по науке о лабораторных животных (ICLAS). Исследование проведено на 39 самцах кроликов породы Шиншилла со средним весом 3200 ± 250 г. Лабораторные животные были получены и размещены в виварии Северо-Западного государственного медицинского

университета им. И.И. Мечникова, затем рандомизированы на 3 группы в соответствии с имплантируемым материалом: 15 кроликам (группа 1) имплантирована частично резорбируемая система доставки лигатур «Аксилен»© (ООО «Линтекс», Санкт-Петербург, Россия), состоящая на 98% из полидиоксанона и на 2% из полипропилена, 15 кроликам (группа 2) имплантирована полурассасывающаяся система доставки лигатур «Аксилен Рапид»© (ООО «Линтекс», Санкт-Петербург, Россия) состоящая на 98% из полиглекапрона и на 2% из полипропилена, 9 кроликам (группа 3) имплантирован нерассасывающийся полипропиленовый сетчатый имплант «Урослинг 1» © (ООО «Линтекс», Санкт-Петербург, Россия). Срок резорбции полидиаксанона составляет 4 – 6 месяцев, полиглекапрона — 1 – 2 месяца.

Размер сетчатых имплантов был стандартизован и составил $10,0 \times 1,5$ см для всех эндопротезов. После имплантации кролики всех 3 групп случайным образом разделены на 3 равные по количеству подгруппы в соответствии со сроком выведения из эксперимента: 14 дней, 60 дней и 180 дней.

После выведения кролика из эксперимента биоматериал был подвергнут 2 исследованиям:

1) оценке макроскопического состояния эксплантированного сетчатого эндопротеза со сформированной капсулой и окружающими тканями;

2) исследованию биомеханических свойств сформированной соединительнотканной капсулы с имплантом.

Хирургическое вмешательство. Хирургическая методика была стандартизована для всех 3 групп кроликов. После индукции общей анестезии (2 препарата) поверхность живота кроликов выбривалась, операционное поле дважды обрабатывалось антисептиком, все хирургические манипуляции выполнялись стерильным инструментом. На коже передней брюшной стенки симметрично относительно средней линии выполнялись 2 поперечных параллельных разреза длиной 2 см на расстоянии 11 см друг от друга. Далее подкожно выполнялась субфасциальная диссекция тканей в слое над мышцами живота без вхождения в брюшную полость, по проводнику подкожно проводился имплант и фиксировался к мышцам передней брюшной стенки нитью с формированием двух узловых швов

с каждого конца имплантата, после чего кожа ушивалась узловыми швами. Фиксация импланта и ушивание кожи выполнялось монофиламентной полипропиленовой нитью USP 3 – 0.

В соответствующий группе срок после имплантации животные выводились из эксперимента. Иссекался участок брюшной стенки 12 × 3 см через все слои до переднего листка брюшины, включая ранее установленный эндопротез.

Полученный биоматериал разделяли на 2 части:

1) 1 / 10 часть длины имплантированного эндопротеза с окружающими тканями для морфологического исследования помещался в контейнер с формалином;

2) оставшийся материал (9 / 10 частей длины имплантированного эндопротеза) подвергался дополнительной диссекции, с целью выделения импланта со сформированной соединительнотканной капсулой для исследования биомеханических свойств. Материал помещался в контейнер с физиологическим раствором NaCl 0,9%.

Биомеханический анализ. Материал для биомеханического анализа подвергался исследованию в день эксплантации на базе технической лаборатории компании ООО «Линтекс». Биомеханические свойства оценивались на универсальной электромеханической испытательной машине INSTRON серии 5900 («Instron», «Illinois Tool Works» Inc., Glenview, IL, USA). Образцы фиксировались в зажимах разрывной машины с предварительным прошиванием краев лигатурами для предотвращения скольжения. Расстояние между зажимами составило от 3 до 5 см. Регистрировалась одноосная разрывная нагрузка (N / см) и разрывное удлинение (%).

Статистический анализ. Количественные признаки описывались как среднее ± стандартное отклонение (среднеквадратичное отклонение). Для описания качественных признаков использовали абсолютные значения (n) и проценты (%).

При сравнении групп использовался однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Для попарного сравнения между группами использовался критерий Tukey's HSD test.

Двусторонний уровень значимости для всех тестов был установлен как $p < 0,05$. Все вычисления были произведены с использованием R version 4.1.3 («The R Foundation for

Statistical Computing», Vienna, Austria) с соблюдением критериев воспроизводимости.

Результаты

Макроскопический анализ. Все 39 кроликов были выведены из эксперимента в установленные сроки. Не было отмечено гибели или значимого снижения массы тела кроликов ни в одной из исследуемых групп. При осмотре не было выявлено абсцессов и гнойно-некротических изменений зоны имплантации. В таблице 1 представлены фотографии кроликов, выведенных из эксперимента на соответствующих сроках с препарированным местом установки имплантов.

На сроке 14 дней в группе 3 у двух из трех животных отмечалась выраженная экссудация в области сформированной капсулы вокруг импланта, сетчатый имплант не был деформирован. На том же сроке в 1 и 2 группах эти признаки отсутствовали и отмечалась лишь формирование капсулы вокруг импланта, более того, в группе 2 визуализировались начальные этапы резорбции рассасывающегося компонента. При этом нерассасывающиеся нити лежали ровно, имплант не был деформирован.

На сроке 60 дней в 3 группе кроликов визуально отмечалось небольшое количество экссудата в области сформированной капсулы импланта. Обращало на себя внимание более жесткая капсула в сравнении с группами 1 и 2. У всех 3 кроликов определялось умеренное гофрирование сетчатого импланта в латеральном направлении без усадки по длине. В группе 2 наблюдалась сформированная мягкая соединительнотканная капсула и полная резорбция рассасывающегося компонента. Цепочки нитей полипропилена располагались симметрично внутри сформированной соединительнотканной капсулы, с незначительной деформацией, без усадки по длине. Макроскопических признаков воспаления не отмечалось, но определялось незначительное количество прозрачного экссудата. В группе 1 продолжалась резорбция рассасывающегося компонента. Имплант не был деформирован, расположен симметрично в пределах сформированной мягкой соединительнотканной капсулы с незначительным количеством прозрачного экссудата.

На сроке 180 дней в группе 3 у всех кроликов почти отсутствовал экссудат в области плотной соединительнотканной

Таблица 1. Макроскопический анализ
Table 1. Macroscopic analysis










Сутки Day	Название импланта Implant type		
	Аксилен Axylen	Аксилен Рапид Axylen Rapid	Урослинг 1 Urosling 1
14			
60			
180			

Таблица 2. Макроскопические характеристики всех типов эксплантируемого материала на разных сроках выведения кроликов из эксперимента

Table 2. Macroscopic characteristics of all explants types at different periods of animal withdrawal from the experiment

Признак <i>Sign</i>	Аксилен <i>Axilen</i>			Аксилен Рапид <i>Axilen Rapid</i>			Урослинг 1 <i>Urosling 1</i>		
	срок выведения, сутки <i>withdrawal period, day</i>								
	14	60	180	14	60	180	14	60	180
Экссудация <i>Exudation</i>	+	+	+	+	+	+	+++	++	+
Плотность рубца <i>Scar density</i>	+	+	++	+	+	++	++	+++	+++
Деформация импланта <i>Implant deformation</i>	-	-	+	-	+	+	-	++	++
Резорбция импланта <i>Implant absorption</i>	-	++	+++	++	+++	+++	-	-	-

Примечание:
 - — отсутствие признака;
 + — слабая выраженность признака;
 ++ — умеренная выраженность признака;
 +++ — выраженный признак

Note:
 - — no sign;
 + — weak sign;
 ++ — moderate sign;
 +++ — pronounced sign

капсулы. Также отмечалось умеренное гофрирование сетчатого импланта в латеральном направлении у всех 3 кроликов без усадки по длине, как и у кроликов на сроке 60 дней. В группе 2 определялось формирование более плотной капсулы в сравнении со сроком в 60 дней, в отношении остальных оцениваемых показателей изменений выявлено не было. В группе 1 также отмечалось формирование более плотной капсулы в сравнении со сроком в 60 дней. Процесс резорбции рассасывающегося компонента был завершён, цепи нитей полипропилена лежали симметрично с незначительной деформацией в латеральном направлении без изменения изначальной длины импланта (рис.).

В таблице 2 представлены макроскопические характеристики всех типов эксплантируемого материала на разных сроках выведения кроликов из эксперимента.

Биомеханический анализ. При сравнительном анализе биомеханических показателей (табл. 3) не было выявлено статистически значимой разницы в разрывном удлинении на всех сроках наблюдения среди представленных групп. Разрывная нагрузка (табл. 4) на сроках 60 и 180 дней между описанными группами также статистически не различалась. На сроке 14 дней выявлена статистически значимая разница в разрывной нагрузке между группой 1 и 3 ($p = 0,003$).



Рисунок. Макроскопическое фото цепочек нитей полипропилена на сроке имплантации 180 дней: А — Аксилен; В — Аксилен Рапид
Figure. Macroscopic photo of polypropylene sutures at 180 days of implantation: A — Axilen; B — Axilen Rapid

Таблица 3. Результаты сравнительного анализа разрывного удлинения на различных сроках наблюдения

Table 3. Results of comparative analysis of rupture elongation at different follow-up periods

Срок, сутки Period, day	Аксилен Axilen	Аксилен Рапид Axilen Rapid	Урослинг 1 Urosling 1	p
14	86 ± 10	83 ± 26	65 ± 23	0,400
60	28 ± 7	36 ± 30	73 ± 48	0,150
180	31 ± 12	32 ± 13	28 ± 3	0,900

Примечание. Разрывное удлинение указано в %
Note. Rupture elongation is indicated in %

Таблица 4. Результаты сравнительного анализа разрывной нагрузки на различных сроках наблюдения

Table 4. Results of comparative analysis of breaking load at different follow-up periods

Срок, сутки Period, day	Аксилен Axilen	Аксилен Рапид Axilen Rapid	Урослинг 1 Urosling 1	p
14	59 ± 7*	72 ± 9	87 ± 10*	0,004
60	81 ± 18	66 ± 12	77 ± 50	0,700
180	130 ± 27	168 ± 86	143 ± 61	0,600

Примечание. Разрывная нагрузка указана в N/cm; * — статистически значимые отличия по критерию Tukey для попарных сравнений
Notes. Breaking load in N/cm; * — statistically significant differences by Tukey's HSD test for pairwise comparisons

Обсуждение

Результаты данного эксперимента *in vivo* показали, что нет значимой разницы в разрывной нагрузке между частично резорбируемыми и нерассасывающимися полипропиленовыми имплантатами на сроках 60 и 180 дней, несмотря на то что количество перманентного материала несопоставимо на данных сроках. Этот факт позволяет предположить, что прочность обеспечивается не только несколькими переплетёнными нитями полипропилена, но и сформированной капсулой импланта. Результаты макроскопического анализа в свою очередь демонстрировали более выраженную экссудативную реакцию организма кролика в ответ на большее количество перманентного материала, что сопоставимо с результатами ранее проведённых исследований.

Так, в исследовании D. O'Shaughnessy et al. Сравнивались биомеханические показатели полностью резорбируемого импланта из поли-4-гидроксипропионата и полипропиленового сетчатого импланта в эксперименте на кроликах. По результатам исследования также не было выявлено статистически значимой разницы в прочности рубца между имплантатами [8]. Безусловным недостатком полностью

рассасывающегося импланта является отсутствие субстрата для поддержания фиброза тканей. Нет достаточного количества данных об исследовании резорбируемых имплантатов в хирургии тазового дна при ПТО и СНМ, однако такие имплантаты получили распространение в герниохирургии. Так, клинические исследования полностью рассасывающихся герниоимплантатов показали, что, несмотря на значительное снижение риска хронической боли через 3 года наблюдения, показатель рецидива достигал 37,5 – 44,0%, что, безусловно, является высоким для данного вида хирургии [9, 10]. В исследовании J. M. Bellónet et al. Сравнивались биомеханические характеристики частично рассасывающихся имплантатов Vupro II, Ultrapro («Ethicon Inc.», Johnson & Johnson Company, Cincinnati, OH, USA) и полипропиленовых имплантатах в эксперименте на кроликах. По результатам эксперимента также не было выявлено значимой разницы в показателях разрывной нагрузки [11]. Однако полипропиленовые нити имплантатов Vupro II и Ultrapro представляют собой сетчатую структуру, что не лишает их специфических для сетчатых имплантатов осложнений. Так, по результатам исследований, процент экструзии сетки Vupro II в полость влагалища составил 14%, а развитие

имплант-ассоциированной тазовой боли, требующей удаления — 18% [12, 13].

Наш эксперимент — первое в своём роде исследование подобного типа резорбируемого импланта. Вероятно, требуются большая выборка и более длительный срок наблюдения для выявления значимой разницы в биомеханических свойствах имплантов, представленных в нашем исследовании.

Заключение

Таким образом, в ходе биомеханического эксперимента на кроликах соединительнотканная капсула, сформированная на частично резорбируемом импланте, не уступала по разрывной нагрузке аналогичному по-

казателю у нерассасывающегося образца.

Малое количество перманентного материала в тканях и отсутствие сетчатого форм-фактора в отдалённом послеоперационном периоде снижает риск специфических осложнений, присущих для полипропиленовых сетчатых имплантов. Данный факт обуславливает большой потенциал применения частично резорбируемых имплантов в реконструктивной хирургии ПТО и СНМ. Требуются дальнейшие сравнительные морфологические исследования для оценки реакции ткани *in vivo* на имплантацию резорбируемых имплантов и клинические исследования применения такого типа имплантов.

Список литературы | References

1. Адамян Л. В., Андреева Е.Н., Артымук Н.В., Белокриницкая Е.В., Беженарь В.Ф., Гвоздев М.Ю., Касян Г.Р., Киселев С.И., Малышкина А.И., Попов А.А., Пушкарь Д.Ю., Филиппов О.С. *Выпадение женских половых органов. Клинические рекомендации*. 2021. Adamyan L. V., Andreeva E.N., Artyumuk N.V., Belokrinitskaya E.V., Bezhenar' V.F., Gvozdev M.YU., Kasyan G.R., Kiselev S.I., Malysheva A.I., Popov A.A., Pushkar' D.YU., Filippov O.S. *Uypadenie zhenskih polovyh organov. Klinicheskie rekomendacii*. 2021. (In Russian). https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/647_1?ysclid=lapspmlikv206647769
2. Касян Г.Р., Газимиев М.А., Гаджиева З.К., Зайцев А.В., Ткачева О.Н., Кривобородов Г.Г., Котовская Ю.В., Мильто А.С., Остапенко В.С., Рунихина Н.К., Фролова Е.В., Шарашкина Н.В. *Недержание мочи. Клинические рекомендации*. 2020. Kasyan G.R., Gazimiev M.A., Gadzhieva Z.K., Zajcev A.V., Tkacheva O.N., Krivoborodov G.G., Kotovskaya YU.V., Mil'to A.S., Ostapenko V.S., Runihina N.K., Frolova E.V., Sharashkina N.V. *Nederzhanie mochi. Klinicheskie rekomendacii*. 2020. (In Russian). URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/8_1.
3. Ugianskiene A, Davila GW, Su TH; FIGO Urogynecology and Pelvic Floor Committee. FIGO review of statements on use of synthetic mesh for pelvic organ prolapse and stress urinary incontinence. *Int J Gynaecol Obstet*. 2019;147(2):147-155. DOI: 10.1002/ijgo.12932
4. Maher C, Feiner B, Baessler K, Christmann-Schmid C, Haya N, Marjoribanks J. Transvaginal mesh or grafts compared with native tissue repair for vaginal prolapse. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;2(2):CD012079. DOI: 10.1002/14651858.CD012079
5. Liang R, Knight K, Abramowitch S, Moalli PA. Exploring the basic science of prolapse meshes. *Curr Opin Obstet Gynecol*. 2016;28(5):413-9. DOI: 10.1097/GCO.0000000000000313
6. Шахалиев Р.А., Шульгин А.С., Кубин Н.Д., Кузьмина И.Н., Сучков Д.А., Шкарупа Д.Д. Современное состояние проблемы применения трансвагинальных сетчатых имплантов в хирургическом лечении стрессового недержания мочи и пролапса тазовых органов. *Гинекология*. 2022;24(3):174-180. Shakhaliyev R.A., Shulgin A.S., Kubin N.D., Kuzmina I.N., Suchkov D.A., Shkarupa D.D. Current status of transvaginal mesh implants use in the surgical treatment of stress urinary incontinence and pelvic prolapse. *Gynecology*. 2022;24(3):174-180. (In Russian). DOI: 10.26442/20795696.2022.3.201423
7. Шкарупа Д.Д., Шахалиев Р.А., Шульгин А.С., Филипенко Т.С., Кубин Н.Д., Сучков Д.А., Шкарупа О.А. Разработка нового поколения синтетических имплантов для хирургической коррекции пролапса тазовых органов и стрессового недержания мочи. *Вестник урологии*. 2022;10(4):109-119. Shkarupa D.D., Shakhaliyev R.A., Shulgin A.S., Filipenko T.S., Kubin N.D., Suchkov D.A., Shkarupa O.A. New-generation synthetic implants for the surgical correction of pelvic organ prolapse and stress urinary incontinence: design and testing. *Urology Herald*. 2022;10(4):109-119. (In Russian). DOI: 10.21886/2308-6424-2022-10-4-109-119
8. O'Shaughnessy D, Grande D, El-Neemany D, Sajjan S, Pillalamarri N, Shalom D, Winkler H. Evaluation of the histological and biomechanical properties of poly-4-hydroxybutyrate scaffold for pelvic organ prolapse, compared with polypropylene mesh in a rabbit model. *Int Urogynecol J*. 2022;33(8):2213-2220. DOI: 10.1007/s00192-021-04851-6
9. Symeonidis D, Efthimiou M, Koukoulis G, Athanasiou E, Mamaloudis I, Tzovaras G. Open inguinal hernia repair with the use of polyglycolic acid/trimethylene carbonate absorbable mesh: a critical update of the long-term results. *Hernia*. 2013;17(1):85-7. DOI: 10.1007/s10029-012-1016-0
10. Ruiz-Jasbon F, Norrby J, Ivarsson ML, Björck S. Inguinal hernia repair using a synthetic long-term resorbable mesh: results from a 3-year prospective safety and performance study. *Hernia*. 2014;18(5):723-30. DOI: 10.1007/s10029-014-1249-1
11. Bellón JM, Rodríguez M, García-Hondurilla N, Pascual G, Buján J. Partially absorbable meshes for hernia repair offer advantages over nonabsorbable meshes. *Am J Surg*. 2007;194(1):68-74. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2006.11.016

12. Maher C, Baessler K, Glazener CM, Adams EJ, Hagen S. Surgical management of pelvic organ prolapse in women: a short version Cochrane review. *NeuroUrol Urodyn*. 2008;27(1):3-12.
DOI: 10.1002/nau.20542
13. El Haddad R, Martan A, Masata J, Svabik K, Koleska T.

Dlouhodobé léčebné výsledky vysoké zadní plastiky s plikací levátorů s použitím síťky Vypro II [Long-term review on posterior colporrhaphy with levator ani muscles plication and incorporating a Vypro II mesh]. *Ceska Gynekol*. 2009;74(4):282-5. (In Czech).
PMID: 20564983

Сведения об авторах

Дмитрий Дмитриевич Шкарупа — доктор медицинских наук; директор Клиники высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова ФГБОУ ВО СПбГУ

г. Санкт-Петербург, Россия
<https://orcid.org/0000-0003-0489-3451>
shkarupa.dmitry@mail.ru

Рустам Алигисметович Шахалиев — акушер-гинеколог отделения урологии Клиники высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова ФГБОУ ВО СПбГУ

г. Санкт-Петербург, Россия
<https://orcid.org/0000-0003-2450-7044>
rustam.shahaliiev@gmail.com

Андрей Сергеевич Шульгин — кандидат медицинских наук; заместитель директора по лечебной работе – главный врач Клиники высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова ФГБОУ ВО СПбГУ

г. Санкт-Петербург, Россия
<https://orcid.org/0000-0002-8655-7234>
shulginandrey74@mail.ru

Татьяна Сергеевна Филипенко — кандидат технических наук; главный технолог ООО «Линтекс»

г. Санкт-Петербург, Россия
<https://orcid.org/0000-0001-7878-6371>
rdd.lintex@gmail.com

Никита Дмитриевич Кубин — доктор медицинских наук; врач-уролог урологического отделения Клиники высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова ФГБОУ ВО СПбГУ

г. Санкт-Петербург, Россия
<https://orcid.org/0000-0001-5189-4639>
nikitakubin@gmail.com

Иван Антонович Лабетов — врач-уролог отделения экспертной урогинекологии и нейроурологии Клиники высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова ФГБОУ ВО СПбГУ

г. Санкт-Петербург, Россия
<https://orcid.org/0000-0001-9813-7483>
ivanlabetov@gmail.com

Денис Александрович Сучков — врач-уролог урологического отделения Клиники высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова ФГБОУ ВО СПбГУ

г. Санкт-Петербург, Россия
<https://orcid.org/0000-0002-0649-9434>
denis.urolog@yandex.ru

Information about the authors

Dmitry D. Shkarupa — M.D., Dr.Sc.(Med); Director, Pirogov Clinic of Advanced Medical Technologies (SPSU Hospital), St. Petersburg State University

St. Petersburg, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-0489-3451>
shkarupa.dmitry@mail.ru

Rustam A. Shakhaliiev — M.D.; Gynecologist, Urology Division, Pirogov Clinic of Advanced Medical Technologies (SPSU Hospital), St. Petersburg State University

St. Petersburg, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-2450-7044>
rustam.shahaliiev@gmail.com

Andrei S. Shulgin — M.D., Cand.Sc. (Med); Deputy Director for Clinical, Chief Medical Officer, Pirogov Clinic of Advanced Medical Technologies (SPSU Hospital), St. Petersburg State University

St. Petersburg, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-8655-7234>
shulginandrey74@mail.ru

Tatiana S. Filipenko — Cand.Sc.(Tech); Chief Technologist, «Lintex» LLC

St. Petersburg, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-7878-6371>
rdd.lintex@gmail.com

Nikita D. Kubin — M.D., Dr.Sc.(Med); Urologist, Urology Division, Pirogov Clinic of Advanced Medical Technologies (SPSU Hospital), St. Petersburg State University

St. Petersburg, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-5189-4639>
nikitakubin@gmail.com

Ivan A. Labetov — M.D.; Urologist, Expert Urogynecology and Neurourology Division, Pirogov Clinic of Advanced Medical Technologies (SPSU Hospital), St. Petersburg State University

St. Petersburg, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-9813-7483>
ivanlabetov@gmail.com

Denis A. Suchkov — M.D.; Urologist, Urology Division, Pirogov Clinic of Advanced Medical Technologies (SPSU Hospital), St. Petersburg State University

St. Petersburg, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-0649-9434>
denis.urolog@yandex.ru