

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЭНДОПРОТЕЗОВ ДЛЯ ГЕРНИОПЛАСТИКИ НА СОСТОЯНИЕ МЫШЦ РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛОВ БРЮШНОЙ СТЕНКИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

© *Нетяга А.А., Парфенов А.О., Нутфуллина Г.М.¹, Жуковский В.А.²*

**Кафедра оперативной хирургии и топографической анатомии
Курского государственного медицинского университета, Курск;**

**¹кафедра патологической анатомии Первого Санкт-Петербургского медицинского университета
им. акад. И.П. Павлова, Санкт-Петербург; ²ООО «Линтекс», Санкт-Петербург**

E-mail: NetyagaAA@kursksmu.net

В статье представлены результаты экспериментального исследования влияния стандартных (Унифлекс стандартный), легких (Унифлекс легкой) и композитных (Ультрапро и ПВДФ-М) эндопротезов на состояние мышц различных отделов (передних и боковых) брюшной стенки. Установлено, что на ранних сроках после эндопротезирования развивается гипертрофия мышечных волокон, на поздних сроках – развитие атрофических и фиброзных изменений мышц. Изменения выявлены не только в месте пластики, но и в боковых отделах, расположенных вне места имплантации эндопротеза. Выявлено, что менее выраженное влияние оказывали легкие и композитные эндопротезы.

Ключевые слова: грыжа живота, атрофия мышц брюшной стенки, стандартные эндопротезы, легкие эндопротезы, композитные эндопротезы, Унифлекс стандартный, Унифлекс легкой, ПВДФ-М, Ультра-Про.

EFFECT OF DIFFERENT PROSTHETIC MESHES FOR HERNIA REPAIR ON THE MUSCLES OF DIFFERENT PARTS OF THE ABDOMINAL WALL (EXPERIMENTAL STUDY)

Netyaga A.A., Parfenov A.O., Nutfullina G.M.¹, Zhukovsky V.A.²

Department of Operative Surgery and Topographical Anatomy of Kursk State Medical University, Kursk;

¹Department of Pathologic Anatomy of St.-Petersburg Pavlov State Medical University, St. Petersburg;

²"Lintex", St. Petersburg

The article presents the results of the experimental study of the effect of standard (Uniflex standard), light-weight (Uniflex light) and composite (Ultrapro, PVDF -M) meshes on the muscles of various regions (anterior and lateral) of the abdominal wall. It has been estimated that the early muscular hypertrophy of fibers may develop after the implantation, and the late development of muscle atrophy and fibrosis. The changes were found not only in a repair spot, but also in the lateral regions of the abdominal wall having no meshes. It has been revealed that light-weight and composite meshes influenced less.

Keywords: abdominal hernia, muscle atrophy of the abdominal wall, standard meshes, light weight meshes, composite meshes, Uniflex standard, Uniflex light, PVDF-M, Ultrapro.

В настоящее время в герниологии широкое распространение получили методы пластики брюшной стенки с использованием синтетических эндопротезов. Это позволило в сравнении с классическими аутопластическими методиками упростить технику операции, уменьшить операционную травму, сократить время пребывания пациента в стационаре и главное – уменьшить частоту рецидивов с 10-30% до 0,1-1% [2, 6]. Однако по мере накопления клинического опыта выяснилось, что применение наиболее часто используемых стандартных эндопротезов приводит к развитию таких осложнений, как нарушение функции брюшного пресса, чувства «инородного тела», боли в области оперативного вмешательства, что существенно снижает качество жизни пациентов [7, 9, 11].

Экспериментальные исследования, проведенные нами ранее, показали, что эндопротез, имплантированный в ткани, приводит к развитию воспалительной реакции в месте его импланта-

ции, включающей не только подкожный, но и мышечно-апоневротический слой брюшной стенки [5], что в последующем может привести к нарушению их структуры и функции и, соответственно, развитию вышеуказанных осложнений. Кроме этого, учитывая то, что брюшная стенка представляет собой единый мышечно-апоневротический орган [1], можно предположить, что эндопротез будет оказывать влияние не только на ткани в месте его локализации, но и на другие отделы брюшной стенки, расположенные вне области его имплантации.

В этой связи перспективным стоит считать новое поколение легких (изготовленных из нитей меньшего диаметра) и композитных (имеющих в своей структуре рассасывающуюся нить) материалов [4, 8]. Вокруг таких видов эндопротезов формируется более тонкая, менее грубая и более эластичная соединительнотканная капсула, что позволяет адаптировать эндопротез к физиологическим параметрам брюшной стенки [3, 10].

Исходя из этого, целью исследования явилось изучение в эксперименте влияния различных видов эндопротезов для герниопластики (стандартных, легких и композитных) на состояние мышц различных отделов брюшной стенки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении экспериментов в качестве стандартного материала нами был использован эндопротез Унифлекс стандартный, изготовленный из поливинилиденфторидных (ПВДФ) монопнитей; в качестве легкого материала – эндопротез Унифлекс легкий, являющийся аналогом стандартного эндопротеза и обладающий меньшей материалоемкостью из-за меньшей толщины нитей (Линтекс, РФ). В качестве композитных материалов мы использовали эндопротез Ультрапро, состоящий из нерассасывающихся монофиламентных ПП волокон и рассасывающихся полиглекапроновых волокон (Johnson & Johnson, США), а также эндопротез ПВДФ-М, представляющий собой опытный образец композитного эндопротеза, состоящего из нерассасывающихся ПВДФ и рассасывающихся полиглекапроновых монопнитей (Линтекс, РФ).

Эксперименты были выполнены на 60 кроликах. С соблюдением правил асептики и антисептики в условиях операционной животным были имплантированы указанные материалы размером 5x5 см на апоневроз прямых мышц живота, моделируя пластику *on lay* при срединных грыжах. Из эксперимента животные выводились на 7, 14, 30, 90 и 180 сутки. Все исследования проводили с соблюдением принципов, изложенных в Конвенции по защите прав позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других целей (Страсбург, Франция, 1986) и согласно правилам лабораторной практики РФ (приказ МЗ РФ № 267 от 19.06.2003). Влияние эндопротезов на состояние мышечно-апоневротических тканей брюшной стенки оценивали на основании морфометрического исследования.

Для проведения гистологического исследования забиралась вся брюшная стенка кролика, из которой по стандартной схеме выкраивались участки мышечно-апоневротических тканей на различных уровнях: 1-й - включающий прилегающие к белой линии участки прямые мышцы; 2-й – включающий середину прямых мышц; 3-й – переднебоковой отдел брюшной стенки, включающий медиальные отделы наружной косой, внутренней косой и поперечной мышцы живота, расположенные около прямых мышц; 4-й – заднебоковой отдел брюшной стенки, включающий те же мышцы, расположенные ближе к границе дор-

сальной области животного. Первые два уровня включали в себя имплантированный эндопротез. Гистологические срезы, окрашенные гематоксилином и эозином и по Ван Гизон, анализировали с использованием программы Видео-тест – Морфология 5,0: определяли площадь коллагеновых волокон и площадь мышечной ткани, вычисляли их соотношение, которое выражали в виде индекса коллагенизации. Кроме этого для оценки изменений мышц путем ручных измерений определяли толщину каждого мышечного волокна, попавшего в поле зрения в продольном сечении. При этом считали, что увеличение толщины волокон свидетельствует об их гипертрофии, а уменьшение толщины – атрофии.

Все количественные показатели, полученные в результате экспериментов, были подвергнуты статистической обработке с использованием методов непараметрической статистики. На первом этапе проводили сравнение нескольких независимых выборок с использованием критерия Крускала-Уоллеса. Если этот анализ давал достоверные отличия между группами, то далее оценка производилась для двух независимых выборок по критерию Манна-Уитни. При этом учитывались только достоверные отличия в группах.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На уровне срединной линии живота (1-й уровень) при имплантации эндопротеза Ультрапро к 14 суткам отмечалось увеличение толщины мышечных волокон с дальнейшим прогрессивным снижением их толщины к 180 суткам. Сходная динамика морфологических изменений мышц была выявлена при имплантации эндопротеза ПВДФ-М. При имплантации эндопротеза Унифлекс легкий отмечалось резкое увеличение толщины мышечных волокон к 14 суткам с дальнейшим снижением на 90-е и 180-е сутки. Несколько иная картина отмечалась при имплантации эндопротеза Унифлекс стандартный: максимальное увеличение толщины волокон отмечалось на 30 сутки с последующим снижением этого показателя к 90 суткам.

Сравнение изучаемых эндопротезов после их имплантации между собой показывает, что характер изменения в мышечной ткани был сходный: на ранних сроках отмечались явления гипертрофии мышечных волокон (достоверно большие показатели на 7-е и 30-е сутки отмечались в группе Унифлекс стандартный, на 14 сутки – в группе Унифлекс легкий). В дальнейшем отмечалось снижение толщины мышечных волокон, однако к 180 суткам данные между исследуемыми показателями в группах достоверно не отличались

(рис. 1) и характеризовались умеренными атрофическими изменениями.

На уровне середины прямых мышц живота (2-й уровень) при имплантации эндопротеза Ультрапро отдельные гипертрофированные волокна начали появляться уже на 7-е сутки с момента имплантации. Начиная с 30-х суток, средняя толщина мышечных волокон уменьшалась. Аналогичная картина отмечалась при имплантации эндопротеза ПВДФ-М. Однако в данном случае максимальное увеличение толщины мышечных волокон выявлялось на 14-е сутки с последующим снижением их толщины к 180 суткам. Гистологически выраженность атрофических изменений при имплантации этих материалов была незначительна. При имплантации эндопротеза Унифлекс легкий морфометрический анализ выявил увеличение толщины волокон к 14-м суткам с последующим снижением к 90-м суткам. При этом данные, полученные на 180-е сутки, статистически не отличались от 7-х суток. Гистологически при имплантации данного эндопротеза значительных атрофических изменений в прямых мышцах живота так же отмечено не было. Несколько иная картина отмечалась при имплантации эндопротеза Унифлекс стандартный: увеличение толщины мышечных волокон и, соответственно, явления их гипертрофии нарастали вплоть до 30-х суток эксперимента. Далее происходило снижение толщины волокон и развитие атрофии к 90 суткам.

Сравнительный анализ всех изучаемых материалов показал (рис. 2), что на 7-е сутки наиболее выраженные явления гипертрофии прямых мышц отмечались в группе Ультрапро, на 14-е сутки – в группе ПВДФ-М, на 30-е – в группе Унифлекс стандартный. К 180 суткам минимальная выраженность процессов атрофии отмечалась в группе Унифлекс легкий, максимальная – в группе Унифлекс стандартный.

Исследования морфологических особенностей наружной косой, внутренней косой и поперечной мышц живота (3-й уровень), расположенных вне места имплантации эндопротеза, показали сходную динамику компенсаторно-приспособительных процессов в виде гипертрофии на ранних сроках с последующим развитием декомпенсации и атрофических изменений.

Так, при изучении реакции мышц на имплантат Ультрапро отмечалась гипертрофия мышц уже на 7-е сутки эксперимента. В дальнейшем происходило уменьшение толщины мышечных волокон с развитием выраженных процессов атрофии. Минимальное значение толщины волокон и, соответственно, максимально выраженные процессы атрофии были отмечены на 180-е сутки эксперимента. Сходная картина отмечалась в группе ПВДФ-М: компенсаторная гипертрофия, выявленная на 7-е и 14-е сутки, сменялась развитием атрофических изменений к 90-м суткам эксперимента. В группе Унифлекс легкий максимальные

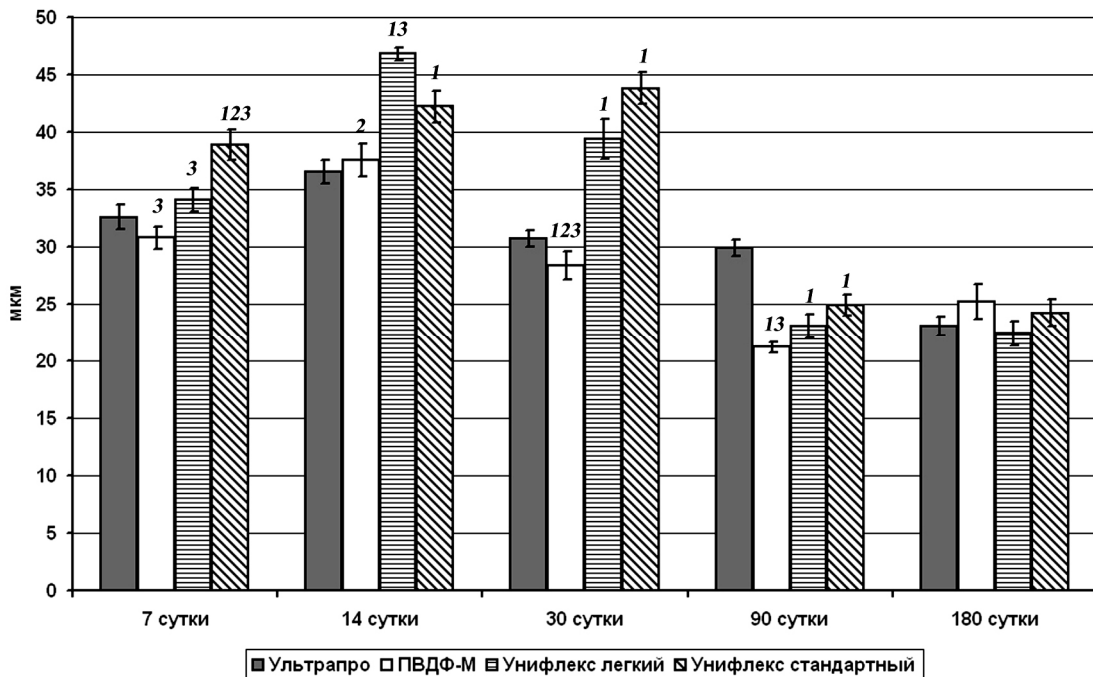


Рис. 1. Толщина мышечных волокон (1-й уровень).

Примечание: различия достоверны ($p < 0,05$) между эндопротезами: ¹ – по отношению к Ультрапро, ² – к Унифлекс легкий, ³ – к Унифлекс стандартный.

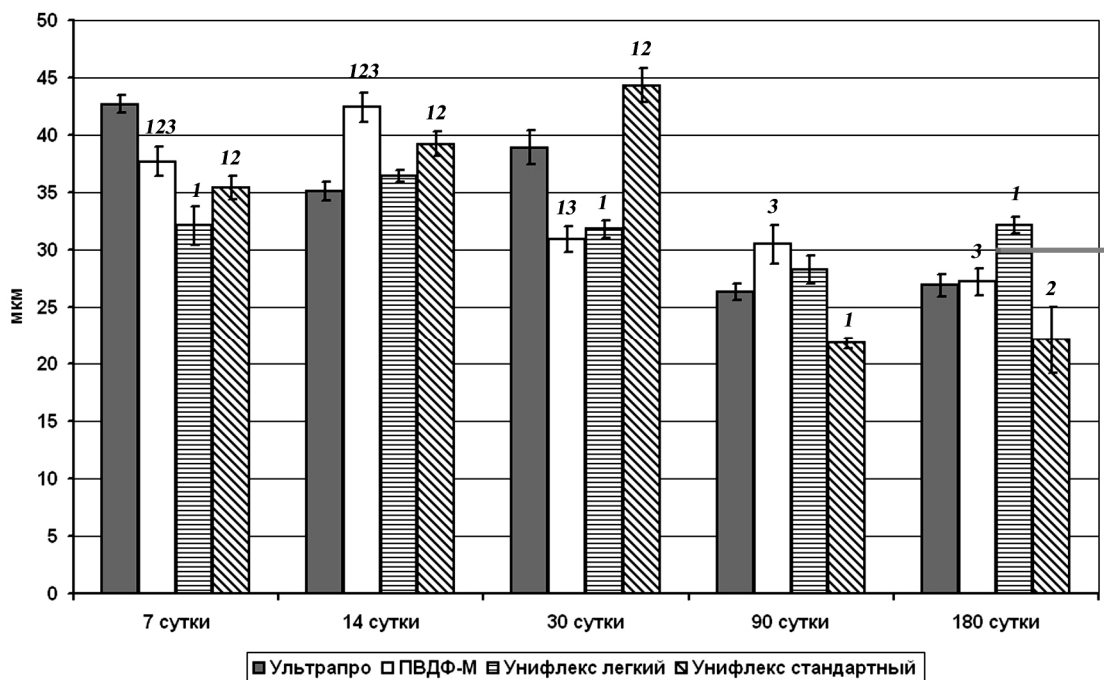


Рис. 2. Толщина мышечных волокон (2-й уровень).

Примечание: различия достоверны ($p < 0,05$) между эндопротезами: ¹ – по отношению к Ультрапро, ² – к Унифлекс легкий, ³ – к Унифлекс стандартный.

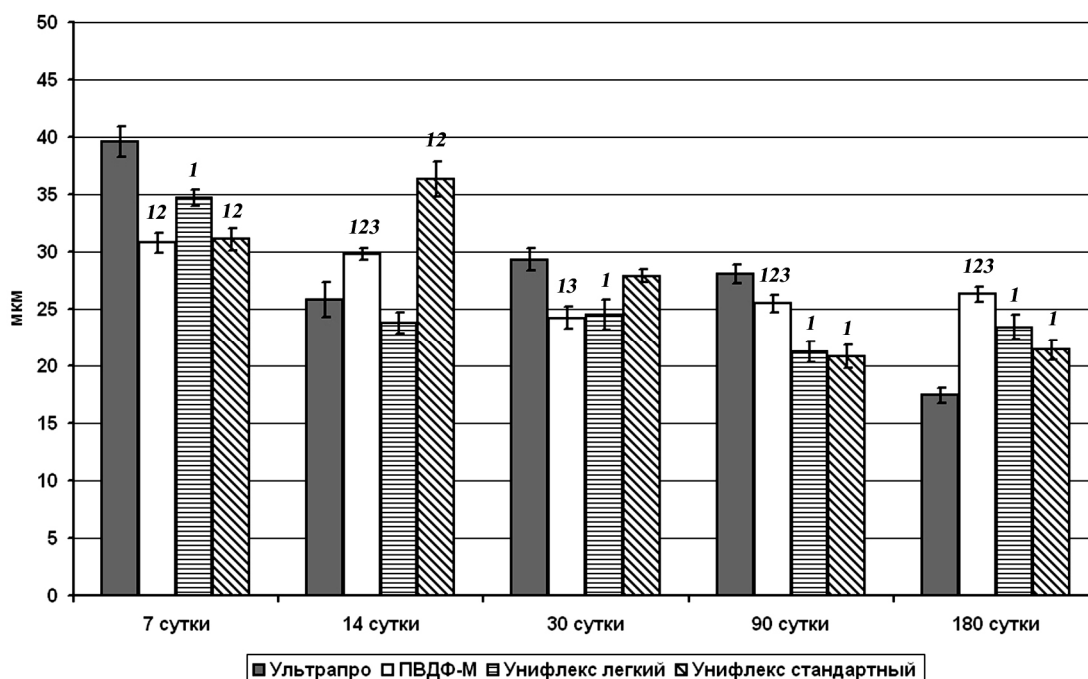


Рис. 3. Толщина мышечных волокон (3-й уровень).

Примечание: различия достоверны ($p < 0,05$) между эндопротезами: ¹ – по отношению к Ультрапро, ² – к Унифлекс легкий, ³ – к Унифлекс стандартный.

явления гипертрофии мышечных волокон выявлялась на 14-е сутки эксперимента. Далее постепенно к 90 суткам развивались атрофические изменения мышц. Как и в случае эндопротеза Ультрапро на 180 суток прогрессирования атрофических изменений выявлено не было (данные 90 и 180 суток статистических различий не имели). При имплантации эндопротеза Унифлекс стан-

дартный на ранних сроках так же имело место явление гипертрофии боковых мышц, наиболее выраженное на 14-е сутки. В дальнейшем происходило снижение толщины мышечных волокон и развитие атрофии мышц к 90-м суткам эксперимента. Как и в предыдущих случаях, данные 90-х и 180-х суток достоверных отличий не имели.

Сравнительное исследование влияния изучаемых эндопротезов на переднебоковой отдел брюшной стенки показало, что максимальная выраженность гипертрофических изменений на 7-е сутки отмечалась в группе Ультрапро и Унифлекс легкий, на 14-е сутки в группе Унифлекс стандартный, максимальная выраженность атрофических изменений на 180-е сутки имела место в группах Ультрапро и Унифлекс стандартный (рис. 3).

Морфологическая оценка наружной косой, внутренней косой и поперечной мышц живота около границы дорсальной области, то есть вне места имплантации эндопротеза (4 уровень), так же показала сходство компенсаторно-приспособительных процессов на ранних сроках и развития декомпенсации на поздних. Однако данные изменения были характерны не для всех изучаемых нами материалов (рис. 4). В частности, после имплантации эндопротеза Унифлекс легкий компенсаторная гипертрофия отмечалась на 7-е сутки. В дальнейшем толщина мышечных волокон снижалась. Незначительные процессы атрофии мышц выявлялись лишь на 180-е сутки. Компенсаторная гипертрофия отмечалась и после имплантации ПВДФ-М на 14 сутки эксперимента. Однако в дальнейшем толщина мышечных волокон возвращалась к исходным значениям, явлений атрофии выявлено не было.

При использовании материалов Ультрапро и Унифлекса стандартный гистологически и морфологически явлений гипертрофии мышц заднебо-

кового отдела не отмечалось. Однако в дальнейшем, начиная с 90 суток (Унифлекс стандартный) и на 180 сутки (Ультрапро) развивалась атрофия мышц, проявляющаяся снижением толщины волокон (данные на данных сроках были достоверно ниже, чем на предыдущих). В итоге на 180 сутки максимально выраженные атрофические изменения отмечались после имплантации эндопротеза Унифлекс стандартный, менее выраженные – Ультрапро. При использовании для пластики материала Унифлекс легкий толщина мышечных волокон на 180 сутки была достоверно больше, чем у Унифлекса стандартный и Ультрапро.

Наряду с процессами атрофии, в структуре мышц различных отделов брюшной стенки нарастали фиброзные изменения, проявляющиеся увеличением доли коллагеновых волокон. При изучении всех исследуемых эндопротезов максимально эти изменения были выражены на 180-е сутки эксперимента (рис. 5).

На уровне срединной линии (уровень 1) максимальная выраженность фиброза прямых мышц отмечалась в группе Унифлекс стандартный. Процент содержания коллагеновых волокон превышал данный показатель в других группах в 2-2,4 раза. На уровне середины прямых мышц (уровень 2) индекс коллагенизации в группе Унифлекс стандартный был также в 1,5-1,6 раза выше, чем в других группах. В боковых отделах брюшной стенки (уровни 3 и 4) также наибольшие значения отмечались в группе Унифлекс стандартный, превышающие показатели других

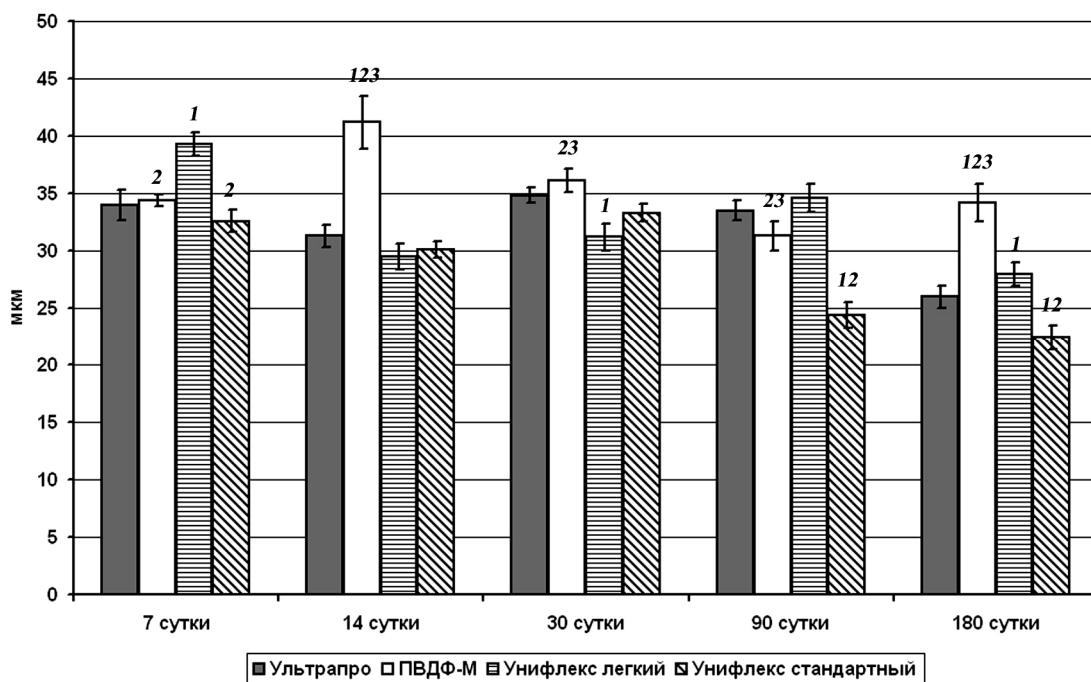


Рис. 4. Толщина мышечных волокон (4-й уровень).

Примечание: различия достоверны ($p < 0,05$) между эндопротезами: ¹ – по отношению к Ультрапро, ² – к Унифлекс легкий, ³ – к Унифлекс стандартный.

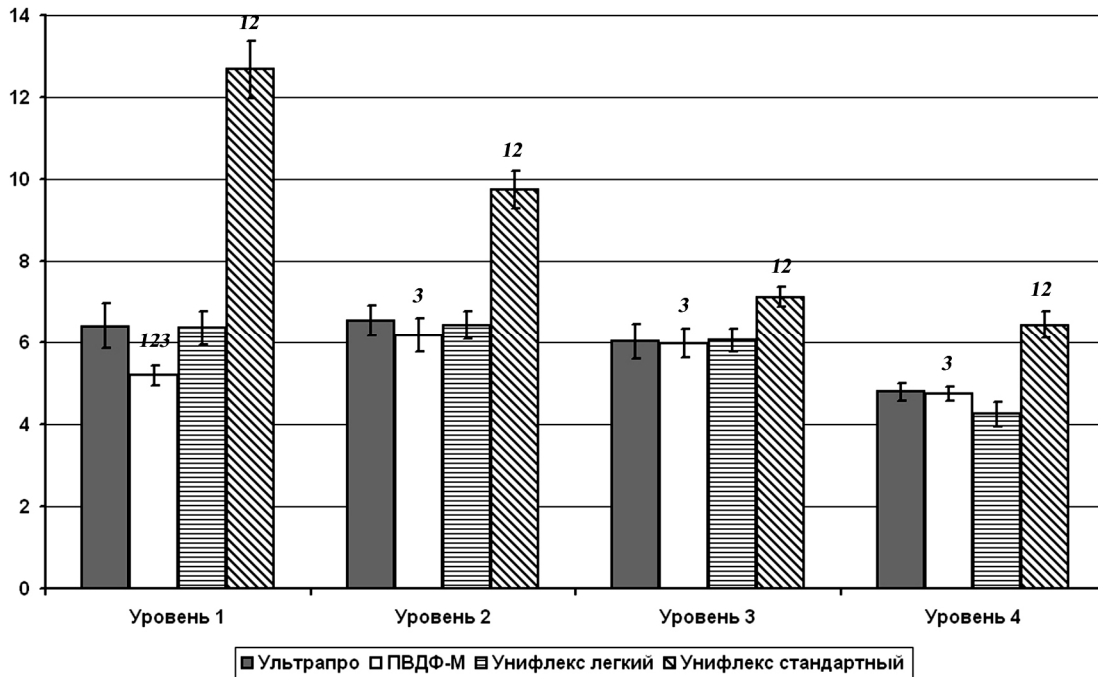


Рис. 5. Индекс коллагенизации мышц различных отделов брюшной стенки после имплантации изучаемых эндопротезов на 180 сутки.

Примечание: различия достоверны ($p < 0,05$) между эндопротезами: ¹ – по отношению к Ультрапро, ² – к Унифлекс легкий, ³ – к Унифлекс стандартный.

эндопротезов в переднебоковом и заднебоковом отделах в 1,2 и в 1,3-1,5 раз соответственно.

Таким образом, анализ полученных данных демонстрируют общие закономерности компенсаторно-приспособительных процессов в мышцах брюшной сетки, а именно: к 7-14 или 30 суткам в зависимости от вида используемого эндопротеза развивается закономерная гипертрофия мышечных волокон, выявленная нами на всех уровнях исследования (срединного отдела, середины прямых мышц, передних и задних отделов боковых мышц). Затем развивается декомпенсация: толщина мышечных волокон уменьшается. В большинстве случаев сначала это происходит неравномерно: появляются отдельные атрофированные мышечные волокна, а затем к 90-180 суткам большая часть мышечных волокон уже уменьшена в объеме. Вместе с этим в структуре мышцы нарастают фиброзные изменения, проявляющиеся увеличением доли коллагеновых волокон.

Данные компенсаторно-приспособительные процессы, а в последующем явления декомпенсации и атрофии захватывают все уровни мышц брюшной стенки от прямых мышц, на которые фиксирован имплантат до задних отделов боковых мышц, расположенных вне места его фиксации. Выявленные изменения мышц, расположенных вне места имплантации, дают право считать, что эндопротез, проявляя себя как инородное тело, оказывает влияние на брюшную стенку как на единый мышечно-апоневротический орган, а сте-

пень этого влияния может служить важным критерием биосовместимости материала. В этой связи наше исследование показало, что максимально выраженное воздействие на мышцы брюшной стенки в целом оказывают стандартные эндопротезы для герниопластики (Унифлекс), а менее выраженное – легкие и композитные материалы (Унифлекс легкий и ПВДФ-М).

Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. На ранних сроках после имплантации стандартных, легких и композитных эндопротезов на уровнях прямых мышц, переднебокового и заднебокового отделов брюшной стенки выявлялась гипертрофия мышечных волокон, на более поздних сроках отмечалось снижение толщины мышечных волокон, связанное с развитием атрофических изменений мышц.

2. Наряду с процессами атрофии на поздних сроках при имплантации всех изучаемых материалов на уровнях прямых мышц, переднебокового и заднебокового отделов брюшной стенки происходило увеличение доли коллагеновых волокон в мышечной ткани, связанное с развитием фиброзных изменений.

3. Указанные изменения захватывают все уровни мышц брюшной стенки от прямых мышц, на которые фиксирован имплантат, до задних отделов боковых мышц, расположенных вне места его фиксации.

4. Менее выраженные атрофические и фиброзные изменения отмечались при имплантации изучаемых нами легких (Унифлекс легких) и композитных (ПВДФ-М) эндопротезов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоконев В.И., Пушкин С.Ю., Федорина Т.А., Нагапетян С.В. Биомеханическая концепция патогенеза послеоперационных вентральных грыж // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 2000. – № 15. – С. 23-27.
2. Егиев В.Н., Рудакова М.Н., Сватовский М.В. Герниопластика без натяжения в лечении послеоперационных вентральных грыж // Хирургия. – 2000. – № 6. – С.18-22.
3. Егиев В.Н., Щеголев А.И., Дубова Е.А., Чижов Д.В., Филаткина Н.В. Сравнительная оценка тканевой реакции на имплантацию «тяжелых» и «облегченных» сеток, применяемых в герниологии // Герниология. – 2006. – № 3. – С. 16.
4. Жуковский В.А. Полимерные эндопротезы для герниопластики. – СПб. : Эскулап, 2011. – 104 с.
5. Нетьяга А.А., Праведникова Н.В., Суковатых Б.С., Горяинова Г.Н., Жуковский В.А. Экспериментальное обоснование превентивного эндопротезирования брюшной стенки после операций на органах мочевыделительной системы // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». – 2010. – № 3. – С. 44-51.
6. Тимошин, А.Д., Юрасов А.В., Шестаков А.Л. Хирургическое лечение паховых и послеоперационных грыж брюшной стенки. – М.: Триада-Х, 2003. – 144 с.
7. Berrevoet F., Maes L., De Baerdemaeker L., Rogiers X., Troisi R., de Hemptinne B. Comparable results with 3-year follow-up for large-pore versus small-pore meshes in open incisional hernia repair// Surgery. – 2010. – Vol. 148, N 5. – P. 969-975.
8. Di Vita G., Patti R., Barrera T., Arcoleo F., Ferlazzo V., Cillari E. Impact of heavy polypropylene mesh and composite light polypropylene and polyglactin 910 on the inflammatory response // Surgical innovation. – 2010. – N 17. – P. 229-235.
9. Ladurner R., Chiapponi C., Linhuber Q., Mussack T. Long term outcome and quality of life after open incisional hernia repair- light versus heavy weight meshes // BMC Surg. – 2011. – N 11. – P. 25.
10. Schouten N., van Dalen T., Smakman N., Elias S.G., Clevers G.J., Verleisdonk E.J., Davids P.H., Burgmans I.P. The effect of ultrapro or prolene mesh on postoperative pain and well-being following endoscopic Totally Extraperitoneal (TEP) hernia repair (TULP): study protocol for a randomized controlled trial // Trials. – 2012. – N 13. – P. 76.
11. Schumpelick V., Klinge U., Rosch R., Junge K. Light weight meshes in incisional hernia repair // J. Minim. Access Surg. – 2006. – Vol. 2, N 3 – P. 117-123.