

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РЕНТГЕНРАДИОЛОГИИ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ «ЦЕНТРАЛЬНАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА»  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

*На правах рукописи*

Никитин Павел Алексеевич

**МУЛЬТИСПИРАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В  
КОНТРОЛЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СЕТЧАТОГО ТИТАНОВОГО  
ИМПЛАНТА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ГРЫЖ ПЕРЕДНЕЙ БРЮШНОЙ СТЕНКИ**

14.01.13 – Лучевая диагностика, лучевая терапия

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Нуднов Николай Васильевич

Москва – 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	5
ВВЕДЕНИЕ .....	6
ГЛАВА 1. ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДОВ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ В ГЕРНИОЛОГИИ (обзор литературы).....	12
1.1 Методы диагностики грыж передней брюшной стенки.....	15
1.1.1 Ультразвуковое исследование .....	17
1.1.2 Магнитно-резонансная томография.....	19
1.1.3 Мультиспиральная компьютерная томография.....	21
1.2 Методы лучевой диагностики в послеоперационном периоде.....	25
1.2.1 Рентгенография.....	27
1.2.2 Ультразвуковое исследование .....	28
1.2.3 Магнитно-резонансная томография.....	30
1.2.4 Мультиспиральная компьютерная томография.....	32
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	37
2.1 Характеристика пациентов.....	37
2.2 Дооперационные данные .....	41
2.2.1 Мультиспиральная компьютерная томография на дооперационном этапе .....	42
2.2.2 Ультразвуковое исследование на дооперационном этапе .....	45
2.2.3 Расчет площади грыжевого дефекта и импланта.....	47
2.3 Ранний послеоперационный период.....	48
2.3.1 Методика построения изображений сетчатого титанового импланта на основании данных мультиспиральной компьютерной томографии.....	48
2.3.2 Мультиспиральная компьютерная томография в раннем послеоперационном периоде .....	51
2.3.3 Ультразвуковое исследование в раннем послеоперационном периоде .....	54

2.4 Поздний и отсроченный послеоперационные периоды .....	55
2.5 Оценка площади титанового сетчатого импланта на основании данных мультиспиральной компьютерной томографии.....	57
2.6 Оценка достоверности методики измерения площади импланта на основании данных мультиспиральной компьютерной томографии в эксперименте .....	60
2.7 Статистическая обработка результатов исследования .....	64
<b>ГЛАВА 3. ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ И УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В КОНТРОЛЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СЕТЧАТОГО ТИТАНОВОГО ИМПЛАНТА (результаты исследования) .....</b>	<b>66</b>
3.1 Дооперационные данные у исследуемых групп пациентов.....	66
3.2 Ранний послеоперационный период.....	69
3.2.1 Данные мультиспиральной компьютерной томографии в раннем послеоперационном периоде .....	70
3.2.2 Данные ультразвукового исследования в раннем послеоперационном периоде.....	73
3.2.3 Сравнительный анализ данных МСКТ и УЗИ в диагностике ранних местных послеоперационных осложнений .....	77
3.3 Данные мультиспиральной компьютерной томографии в позднем послеоперационном периоде.....	79
3.4 Сравнительный анализ данных мультиспиральной компьютерной томографии в позднем послеоперационном периоде .....	80
3.5 Данные мультиспиральной компьютерной томографии в отсроченном периоде (2 года).....	91
3.6 Результаты экспериментальной части исследования .....	94

ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	98
ВЫВОДЫ .....	115
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ .....	117
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	120

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

КТ – компьютерная томография

МРТ – магнитно-резонансная томография

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

ПБС – передняя брюшная стенка

ПОВГ – послеоперационная вентральная грыжа

СТИ – сетчатый титановый имплант

ТАПП – трансабдоминальная преперитонеальная герниопластика

ТЭП – тотальная экстраперитонеальная герниопластика

УЗИ – ультразвуковое исследование

HU – Hounsfield scale

MIP – maximal intensity projection

MPR – multiplanar reconstruction

PP – polypropylene

PVDF – polyvinylidene fluoride

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Актуальность темы исследования**

В настоящее время герниология является активно развивающимся разделом абдоминальной хирургии за счет распространенности грыж передней брюшной стенки у населения. Ежегодно в Российской Федерации выполняется порядка 200000 герниопластик [82]. В отделениях хирургии многопрофильных стационаров процент герниопластик от общего числа выполняемых операций составляет в среднем 10-21% [82]. Ввиду увеличения количества хирургических вмешательств отмечено увеличение частоты формирования грыж передней брюшной стенки (ПБС), которая колеблется от 7% до 15% [49, 82]. Процент паховых грыж у мужчин составляет 27%, у женщин – 3% [90, 98]. Частота возникновения послеоперационных вентральных грыж (ПОВГ) после лапаротомии колеблется от 3% до 30%, что является второй локализацией после паховых грыж и занимает около 20-22% от всех грыж передней брюшной стенки [90].

На данный момент существует более 600 видов хирургического лечения грыж передней брюшной стенки [21]. Множественные варианты используемых грыжесечений, продолжающиеся разработки и модификации хирургических вмешательств свидетельствуют о том, что решения проблемы рецидивов и выбора оптимальной тактики лечения пациентов с грыжами ПБС до сих пор не найдено [74].

С момента изобретения полипропиленовых (PP) и поливинилиденфторидных (PVDF) сетчатых имплантов в середине XX века отмечено их широкое применение в хирургической практике [106]. С началом использования сетчатых имплантов при лечении грыж передней брюшной стенки достигнут значимый прогресс в виде снижения частоты осложнений до уровня в 7-17% [49].

В 2011 г. в Российской Федерации разработан и запатентован новый вид сетчатого протеза, полностью состоящего из титановых нитей. К плюсам

применения сетчатого титанового импланта (СТИ) относят отсутствие возникновения специфических постоперационных осложнений, слабое развитие асептического воспаления в месте установки эндопротеза, отсутствие выраженной воспалительной реакции на них как на инородное тело, что, в свою очередь, влияет на меньшую степень их сморщивания [78].

Лучевая диагностика - одно из наиболее интенсивно развивающихся направлений современного здравоохранения [68]. Благодаря техническому прогрессу в этой области заметно расширились возможности применения данных методов [32]. Дополнительным аспектом увеличения количества лучевых исследований явилось внедрение в практику структурированных протоколов описания врачами-рентгенологами, что повлияло на доступность получаемой информации для врачей-клиницистов и способствовало более частому их назначению [57]. Так в 2016 году, по данным литературы, на территории Российской Федерации число лучевых исследований увеличилось до 326 миллионов. Причем, в первую очередь, за счет появления новых моделей компьютерных томографов с усовершенствованными физико-техническими особенностями детектора, приводящих к снижению лучевой нагрузки на пациента [34].

На данный момент лучевые методы диагностики широко применяются в герниологии как на дооперационном, так и в послеоперационном периодах. Наиболее популярным является ультразвуковое исследование (УЗИ), однако, в последнее время, хирургическое сообщество начинает склоняться к назначению мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) для обследования данной группы пациентов. В первую очередь эти перемены обусловлены более высокой разрешающей способностью метода, что непосредственно влияет на диагностическую ценность заключения и, как следствие, на окончательный результат проведенного хирургического лечения. Использование титановых эндопротезов, с учетом их рентгенопозитивности, открыло дополнительные возможности в оценке их состояния методом МСКТ. Как показал опыт возможности этой технологии могут способствовать выбору более

предпочтительной тактики хирургического лечения, более достоверной оценке положения и степени сморщивания эндопротезов и, тем самым, раннему предотвращению рецидивов, что не представлялось возможным ранее [137].

Выше сказанное и стремление к оптимизации оценки состояния титановых сетчатых имплантов при лечении грыж передней брюшной стенки обусловило выполнение данной работы.

### **Цель исследования:**

Изучить возможности использования МСКТ для контроля качества хирургического лечения грыж передней брюшной стенки с применением сетчатого титанового импланта.

### **Задачи исследования:**

1. Разработать и экспериментально установить достоверность алгоритма оценки площади сетчатого титанового импланта по данным МСКТ при хирургическом лечении грыж передней брюшной стенки;
2. Разработать критерии качества позиционирования сетчатого титанового импланта по данным МСКТ при хирургическом лечении грыж передней брюшной стенки;
3. Провести сравнительный анализ диагностических возможностей УЗИ и МСКТ в оценке позиционирования титановых сетчатых имплантов при хирургическом лечении грыж передней брюшной стенки.

### **Научная новизна исследования**

Разработан оригинальный алгоритм построения и анализа КТ-изображений для оценки площади сетчатого титанового импланта при хирургическом лечении грыж передней брюшной стенки.

В эксперименте на тушах свиней, включающем в себя оценку площади сетчатого титанового импланта согласно разработанному алгоритму построения и анализа КТ-изображений и сопоставление полученных результатов с

измерениями непосредственно в организме животного, установлена достоверность разработанного алгоритма.

Впервые по данным МСКТ проведены сравнительные исследования по оценке эффективной площади и позиционирования сетчатого титанового импланта в зависимости от типа проводимой герниопластики с разработкой критериев качества хирургического лечения.

Разработан алгоритм выбора сроков и методов лучевого исследования у пациентов с грыжами передней брюшной стенки на дооперационном, раннем и позднем послеоперационных периодах с целью улучшения и контроля качества проводимого хирургического лечения.

### **Практическая значимость**

На основании проведенного исследования убедительно показана обоснованность выполнения МСКТ органов брюшной полости у пациентов с грыжами передней брюшной стенки для дооперационной оценки положения, характера, размеров грыжевого дефекта и грыжевого содержимого, оценки окружающих мягких тканей и органов брюшной полости для улучшения качества хирургического лечения. Четко установлена диагностическая значимость МСКТ не только в контроле площади, конфигурации и позиционирования сетчатых титановых имплантов, но и в возможности оценки ранних послеоперационных осложнений для контроля качества проведенного хирургического лечения пациентов с грыжами передней брюшной стенки.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Выполнение МСКТ пациентам с грыжами передней брюшной стенки на дооперационном этапе дает возможность проводить детальную оценку грыжевого дефекта, содержимого, окружающих мягких тканей и сопутствующей патологии органов брюшной полости в рамках планирования хирургического лечения;

2. Разработанный алгоритм определения площади и позиционирования сетчатого титанового импланта по данным МСКТ способствует объективной оценке эффективности проведенного хирургического лечения грыж передней брюшной стенки у пациентов;

3. Выполнение МСКТ пациентам после хирургического лечения грыж передней брюшной стенки направлено на выявление и купирование ранних местных послеоперационных осложнений и мониторинг позиционирования титановых сетчатых имплантов с целью прогнозирования риска развития рецидивов.

### **Внедрение результатов исследования**

1. На базе федерального государственного бюджетного научного учреждения «Центральная клиническая больница» Российской академии наук (ЦКБ РАН) в период с 2017 по 2021 гг. проведено более 300 МСКТ исследований органов брюшной полости и более 100 УЗИ мягких тканей передней брюшной стенки пациентам после выполненной протезирующей герниопластики с использованием сетчатых титановых эндопротезов для оценки площади сетчатого титанового импланта с целью контроля его позиционирования.

2. Материалы исследований включены в образовательный процесс подготовки специалистов по лучевой диагностике в Российском национальном медицинском университете им. Н.И. Пирогова.

### **Апробация работы**

Материалы диссертационной работы представлены на VII съезде хирургов юга России с международным участием, Пятигорск, 21-22.10.2021 г.; на V Всероссийском съезде герниологов «Герниология в эпоху высоких технологий», Москва, 02-03.12.2021 г.; на XXIII международном конгрессе «Здоровье и образование в XXI веке», Москва, 16-19.12.2021 г.

Апробация диссертации состоялась 27.01.2022 года в ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» министерства здравоохранения Российской Федерации.

### **Публикации по теме диссертации**

По теме диссертации опубликовано 4 печатных работы, из них 3 статьи в журналах, входящих в перечень научных изданий, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Российской Федерации.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация изложена на 136 страницах машинописного текста и состоит из списка сокращений, введения, 3 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Представленный материал иллюстрирован 32 рисунками и 22 таблицами. Список литературы состоит из 147 источников, из них 69 отечественных и 78 зарубежных.

## ГЛАВА 1. ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДОВ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ В ГЕРНИОЛОГИИ (обзор литературы)

В российской и зарубежной литературе существуют различия в определении понятий вентральная грыжа и грыжа передней брюшной стенки. Согласно переводу с латинского языка «hernia – это выпячивание брюшного органа из брюшной полости под кожу» [89]. «Hernia ventralis – это грыжа передней брюшной стенки, выпячивающаяся из брюшной стенки не в нормально существующих отверстиях» [89].

В данной работе грыжа передней брюшной стенки будет рассмотрена, как общее понятие для выхождения внутренних органов с париетальным листком брюшины из брюшной полости, а вентральная грыжа – как грыжевое выпячивание на месте послеоперационного рубца на поверхности передней брюшной стенки.

Классификация грыж передней брюшной стенки, в первую очередь, основывается на локализации грыжевого дефекта, размерах грыжевого мешка и грыжевых ворот. Одной из наиболее распространенных классификаций паховых грыж является классификация по Nyhus (1993 г.), в которой грыжи разделены по типам [29, 83]:

«- I тип – косая грыжа при неизменном размере внутреннего пахового кольца;

- II тип – косая грыжа с расширенным или смещенным внутренним паховым кольцом без выпячивания задней стенки пахового канала (грыжевой мешок не смещается в мошонку);

- IIIA тип – прямая паховая грыжа;

- IIIB тип – косая грыжа с расширенным внутренним паховым кольцом (грыжевой мешок смещен в мошонку);

- IIIC тип – бедренная грыжа;

- IV тип – рецидивные грыжи (A – прямые, B – косые, C – бедренные, D – сочетанные)».

Классификация послеоперационных вентральных грыж принята Европейским обществом герниологов в 2008 г. [128]:

«- первичная (срединная или боковая);

- послеоперационная:

- медиальная или грыжа средней линии (M): M1 – субксифоидальная грыжа, M2 – эпигастральная грыжа, M3 – пупочная грыжа, M4 – инфраумбиликальная грыжа, M5 – надлобковая грыжа;

- боковая грыжа (L): L1 – подреберье, L2 – фланк, L3 – подвздошная область, L4 – поясничная область;

- по размерам грыжевого выпячивания: W1 - < 4 см, W2 ≥ 4-10 см, W3 ≥ 10 см».

С учетом отсутствия эффективных консервативных методов лечения грыж передней брюшной стенки, хирургический метод является безальтернативным. Его цель - это устранение грыжевого выпячивания, вправление внутренних органов в брюшную полость и пластика грыжевых ворот с целью снижения риска развития рецидива.

К методам хирургического лечения грыж передней брюшной стенки относят: протезирующую ненатяжную герниопластику (использование различных сетчатых протезов), метод пластики собственными тканями (ушивание грыжевых ворот без установки импланта) и комбинированный метод.

К основным вариантам паховой герниопластики относят открытую пластику пахового канала по Лихтенштейну и лапароскопическую паховую герниопластику. На данный момент в хирургическом сообществе предпочтение отдают эндоскопической герниопластике с применением различных протезирующих материалов [5, 45]. Наибольшую популярность на территории России занимают два вида лапароскопического грыжесечения: трансабдоминальная преперитонеальная герниопластика (ТАПП) и тотальная экстраперитонеальная герниопластика (ТЭП) [82]. Методы протезирующей пластики ПОВГ классифицируются в зависимости от расположения импланта относительно мышечно-апоневротического слоя [115]: «sublay», «onlay», «inlay» и «IPOM».

Внедрение протезирующей пластики грыж брюшной стенки позволило существенно снизить частоту осложнений и рецидивов, значимо улучшить качество жизни пациентов [47]. В настоящее время существует огромный выбор сетчатых имплантов, применяемых в герниопластике, начиная от PP и PVDF, заканчивая комбинированными и титановыми протезами. При подборе размеров сетчатого импланта авторы отмечают, что сетка должна закрывать не только грыжевой дефект, но и иметь покрытие (площадку) на 2-4 см во все стороны от дефекта [124].

Большинство рецидивов возникает в первый год после выполнения протезирующей герниопластики ввиду того, что по краям имплантированного эндопротеза не формируется прочный соединительнотканый каркас за счет реакции хронического воспаления. Многие причины развития рецидивов грыж передней брюшной стенки остаются неясными, однако, доказано, что частота рецидивов коррелирует со сроками грыженосительства и размером грыжевых ворот. Согласно данным, приведенным в работе Parra J.A. и соавторов, частота рецидивов ПОВГ колеблется от 2,3% до 20%, а частота рецидивов паховых грыж – от 10% до 20% [134].

Разработки альтернативного материала для применения в протезирующей герниопластике, включающего все необходимые параметры, продолжаются и по сей день. Активное изучение и применение в герниологии в последние годы получили титаносодержащие эндопротезы. Понятие титаносодержащие сетчатые импланты включает в себя современные эластичные изделия, структура которых образована титаном и его сплавами. Основной из задач внедрения титана в структуру используемых в герниологии протезов является увеличение степени их биологической инертности. В 2011 г. на территории Российской Федерации разработан и внедрен в практику сетчатый титановый эндопротез «титановый шелк». Исследование для оценки прочностных характеристик формирующейся соединительной ткани в области имплантации сетчатых титановых эндопротезов показало, что прочность соединительной ткани при применении сетки из титановых нитей выше относительно других

видов имплантов [47]. Паршиков В.В. и соавторы [47] на примере экспериментального исследования показали, что воспалительная реакция при применении сетчатых титановых протезов достоверно ниже и, как следствие, выявили, что соединительная ткань в зоне имплантации является более прочной. Kobazev V.E. и соавторы [113] при проведении экспериментального исследования приходят к выводу о том, что титановые протезы являются более биоинертными, вызывают менее выраженную воспалительную реакцию организма в области хирургического лечения. При использовании протезов с содержанием титана, вокруг импланта формируется более зрелая соединительная ткань за счет коллагена I типа.

С 2013 г. отечественные титановые импланты применяются в различных областях медицины, начиная от общей хирургии, заканчивая гинекологией и стоматологией [15, 19, 20, 26, 52].

На основании разнящихся данных исследований о выборе тактики хирургического лечения грыж передней брюшной стенки можно сделать вывод о том, что окончательного решения по этому вопросу хирургическим сообществом до настоящего времени не принято. Однако активное применение титановых сетчатых протезов в разных областях медицины в последние несколько лет свидетельствует о том, что данный материал является перспективным для использования в герниологии.

### **1.1 Методы диагностики грыж передней брюшной стенки**

Первым этапом в выявлении грыж ПБС является физикальное обследование, обладающее высокой чувствительностью (74,6%) и специфичностью (93%) [29]. Данный вид обследования включает в себя осмотр, пальпацию, перкуссию и пальцевое исследование. Физикальное обследование позволяет оценить не только наличие грыжевого выпячивания, но, с высокой точностью, отличить прямую паховую грыжу от косой, определить наличие или отсутствие ущемления грыжи.

На настоящий момент физикальное обследование остается основой диагностики грыж передней брюшной стенки, однако, выполнение только клинического обследования пациента не позволяет изучить его анатомо-функциональное состояние, изменение тканей вокруг грыжевого выпячивания, что, в свою очередь, имеет важное значение в выборе способа герниопластики [33]. Лучевые методы исследования, в основном, направлены не на подтверждение или опровержение наличия у пациента грыжи ПБС, а на оценку характера содержимого грыжевого мешка, состояние окружающих мягких тканей для помощи врачу-клиницисту в выборе оптимальной тактики хирургического лечения [6].

Для описания и оценки грыж передней брюшной стенки врачу-рентгенологу необходимо владеть несколькими основными понятиями: грыжевые ворота, грыжевой мешок и содержимое грыжевого мешка [8, 71, 103, 104].

Дифференциальную диагностику грыж передней брюшной стенки по данным методов лучевой диагностики проводят с лимфаденопатией, новообразованиями мягких тканей, лимфаденитом, воспалительным инфильтратом, варикозным расширением вен и имплантационными метастазами [140]. Знание анатомии брюшной стенки [35, 36, 99, 131], наиболее частых мест формирования грыжевых ворот [69, 70, 125], их взаимоотношения с сосудами, мышцами и органами брюшной полости невероятно важно для определения типа грыжи и, как следствие, выбора метода лечения [126, 132, 143].

Внедрение методов инструментальной диагностики в герниологии берет свое начало с метода герниографии, который приобрел широкую популярность в 1980-1990 годах [18]. На основании данного исследования, оценивалось распространение контрастного вещества и затеки в паховых областях при его введении в брюшную полость. Данный метод лучевой диагностики был показан пациентам с наличием в анамнезе образований в паховой области, не пальпируемых клинически. Герниография не нашла широкого применения в

мире за счет сложности в интерпретации полученных данных и достаточно высокого риска осложнений, который достигал 4,3% [27].

### 1.1.1 Ультразвуковое исследование

Ультразвуковая диагностика за счет своей экономической доступности, безболезненности, простоте, высокой эффективности и отсутствию ионизирующего излучения, на данный момент, является наиболее востребованным методом определения наличия или отсутствия грыж ПБС [7, 64]. По сведениям Лесникова С.М. и соавторов [29] чувствительность УЗИ в выявлении паховых грыж составляет 81,5%, специфичность - 94,5%.

Данный метод лучевого исследования позволяет оценивать характеристики выявляемой грыжи, что способствует выработке хирургом тактики лечения и выбора объема грыжесечения [17, 27].

Основными данными, получаемыми при выполнении УЗИ паховой области являются:

- определение структуры, локализации и типа грыжи;
- оценка характера кровотока в области образования;
- оценка размеров грыжевого дефекта;
- определение содержимого грыжевого мешка.

Новицкая В.С. и соавторы [44] в своем исследовании показали возможность применения ультразвуковой морфометрии в разработке алгоритма выбора метода паховой герниопластики. Все исследования (n=133) выполнялись в В-режиме на дооперационном этапе, на 5 сутки и через год после проведения операции. Авторы установили, что УЗИ позволяет достоверно определить метрические параметры совокупной толщины мышц (верхняя стенка пахового канала) и высоту пахового промежутка. На основании полученных результатов выявлен коэффициент для определения предпочтительного типа герниопластики (атензионные, натяжные).

К одним из немаловажных плюсов ультразвукового исследования у пациентов с наличием грыжи ПБС относится возможность выполнения

исследования в режиме цветового доплеровского картирования с целью определения кровотока в грыжевом мешке. Данная методика позволяет достоверно дифференцировать признаки ущемления грыжи, проявляющиеся снижением или отсутствием кровотока в грыжевом выпячивании [16]. Важным диагностическим преимуществом УЗИ является возможность выполнения исследования с пробой Вальсальвы, которое позволяет оценить максимальные размеры грыжевого дефекта и грыжевого мешка на высоте натуживания у пациента, что непосредственно влияет на выбор оптимальной тактики лечения.

Паскалов Ю.С. и соавторы [48] в своем исследовании показали возможности УЗИ в оценке изменений и архитектоники мышечно-апоневротических структур. В рамках исследования авторы изучали анатомические особенности, структуру и функцию мышц, окружающих паховый промежуток для оценки функциональной готовности к проведению герниопластики. Авторы продемонстрировали, что по данным УЗИ можно оценивать толщину прямой и группы боковых мышц живота, диаметр глубокого пахового кольца и высоту пахового промежутка и пришли к выводу, что полученные данные должны учитываться при определении способа герниопластики.

Rettenbacher T. и соавторы [138] проводили проспективную оценку эффективности ультразвукового метода исследования в сравнении с данными, полученными интраоперационно. Из 147 пациентов правильный диагноз наличия паховой грыжи был установлен у 143 пациентов (у 4 пациентов диагноз грыжи не подтвердился из-за наличия липомы брюшной стенки). В 23 случаях был верно установлен диагноз ущемленной грыжи и в 2 случаях был определен ложноположительный результат.

Федосеев А.В. и соавторы [74] по результатам проведенного исследования приходили к выводу о том, что ультразвуковое исследование обладает высокой чувствительностью (96,5%) в определении и оценке спаечного процесса в грыжевом мешке у пациентов с послеоперационными вентральными грыжами. Однако авторы отметили, что для определения характера содержимого

грыжевого мешка предпочтительнее МСКТ, чувствительность которой достигает 95,5% (для УЗИ - 71,8%). При выполнении нагрузочной пробы Вальсальвы чувствительность УЗИ увеличилась до 86,7%.

Ранняя выявляемость грыж ПБС по данным УЗИ, даже при отсутствии информации о наличии грыжевого дефекта на основании физикального обследования, способствует снижению риска развития ущемления грыжи и, соответственно, возможности выполнения герниопластики в плановом порядке [109].

Ультразвуковая диагностика приближается к «золотому стандарту» в диагностике грыж передней брюшной стенки, в особенности паховой области [77], однако, как и любая методика, обладает рядом недостатков, влияющих на достоверность и обширность получаемых данных. К факторам, влияющим на качество получаемой информации по данным УЗИ, относятся [2, 59]:

- ограниченные условия визуализации у тучных пациентов (индекс массы тела  $> 35$ ), у пациентов с выраженным содержанием свободной жидкости в брюшной полости (асцит), у пациентов с повышенным количеством внутрипросветного кишечного содержимого; влияние артефактов от полых органов [31, 65, 67].

Применение других видов лучевой диагностики отдельно или в совокупности с УЗИ позволяет разрешить данную проблему и улучшить качество получаемых данных.

### **1.1.2 Магнитно-резонансная томография**

В настоящее время информативность магнитно-резонансной томографии (МРТ) высока в исследованиях различных органов [43, 51, 55]. К несомненным плюсам данной методики лучевого обследования относятся отсутствие ионизирующего излучения и разрешающая способность метода, в особенности, для органов, содержащих высокое количество жидкости, в том числе и мышц [4, 85]. Однако, на данный момент, для определения характеристик грыж передней брюшной стенки на дооперационном этапе, МРТ, в основном, применяется в

научно-исследовательских целях [73]. К факторам, влияющим на редкое применение МРТ у данной группы пациентов, относят, в первую очередь, длительность выполнения исследования, высокую стоимость и недостаточную оснащенность организаций здравоохранения этой аппаратурой.

При этом следует учитывать, что чувствительность и специфичность МРТ в выявлении грыж передней брюшной стенки составляет 94,5% и 93,6% соответственно [29]. На основании данных МРТ возможна детальная оценка не только грыжевого мешка и дефекта, но и характеристика мышечных структур и периферических нервов, вовлеченных в процесс.

Федосеев А.В. и соавторы [75] выполнили МРТ передней брюшной стенки 71 пациенту с последующим анализом жировой инволюции мышц, наличия скрытых дефектов апоневроза прямых мышц живота, расширения пупочного кольца, диастаза прямых мышц живота с целью выявления взаимосвязи конституциональных особенностей пациентов и состояния тканей ПБС. Изолированные скрытые дефекты апоневроза были выявлены у 16,9% пациентов, жировая инволюция мышц - у 22,5%, расширение пупочного кольца и диастаз прямых мышц живота - у 11,3%. На основании проведенного исследования авторы приходят к выводу, что выполнение МРТ на дооперационном этапе позволяет персонализировать хирургическую тактику у пациентов с ПОВГ с целью предотвращения рецидивирования.

В аналогичном исследовании [72] авторы на примере обследованных 450 пациентов с послеоперационными вентральными грыжами показали эффективность МРТ передней брюшной стенки в выявлении скрытых дефектов апоневроза, способствующих повышению риска формирования рецидива грыжи. В заключении авторы приходят к выводу о том, что выполнение МРТ позволяет определить морфологические изменения передней брюшной стенки, что учитывается в выборе тактики хирургического лечения.

Стоит отметить, что малое количество опубликованных работ о применении МРТ для оценки грыж передней брюшной стенки несколько не умаляет достоинств данного метода лучевой диагностики. Технический

прогресс, усовершенствование протоколов сканирования за счет сокращения времени выполнения исследования, более высокая доступность данного метода за счет большей распространенности в организациях здравоохранения в будущем должны способствовать внедрению МРТ в диагностический алгоритм у данной группы пациентов.

### **1.1.3 Мультиспиральная компьютерная томография**

В последние годы в рутинную практику выявления и хирургического лечения грыж ПБС начали внедрять метод мультиспиральной компьютерной томографии. МСКТ целесообразно назначать пациентам с редкими формами и рецидивами грыжевых образований, многократными хирургическими манипуляциями на органах брюшной полости и пациентам с ожирением. В редких диагностически неясных случаях компьютерная томография (КТ) является одним из последних методов, используемых в дифференциальной диагностике патологии органов брюшной полости до выполнения лапаротомии [91, 119, 146].

В работе Zhengzheng L. и соавторов [147] на примере 86 пациентов старшей возрастной группы продемонстрирована эффективность выполнения дооперационного КТ-исследования органов брюшной полости для выявления признаков ущемления паховых грыж [53, 84] и дополнительной оценке сопутствующей патологии, влияющей на хирургическую тактику лечения. Авторы продемонстрировали, что осведомленность врача-хирурга о сопутствующей патологии у пациента, выявляемой по данным МСКТ, непосредственно влияет на снижение риска развития послеоперационных осложнений.

В клиническом случае Chan Chin В.М. и соавторы [96] показали, что МСКТ органов брюшной полости – предпочтительный метод для оценки патологии паховой области. Авторы продемонстрировали случай расположения аппендикулярного абсцесса в правом паховом канале, расцененный по данным УЗИ, как ущемленная паховая грыжа. При анализе 47 МСКТ исследований

органов брюшной полости у пациентов с гигантскими ПОВГ в предоперационном периоде Passot G. и соавторы [135] пришли к выводу, что оценка соотношения объема грыжевого мешка к объему брюшной полости по данным МСКТ позволяет исключить риск развития интраоперационных осложнений. К аналогичным выводам пришли Tanaka E.Y. и соавторы [140] на примере 23 МСКТ исследований органов брюшной полости у пациентов с гигантскими ПОВГ. Данный тип дооперационной оценки методом МСКТ является важной составляющей для предотвращения повышения внутрибрюшного давления при вправлении грыжевого мешка, которое может привести к возникновению сердечно-сосудистых и легочных послеоперационных осложнений.

Отдельный интерес представляет исследование Branchu V. с соавторами [95], показавшее, что, с началом активного применения МСКТ на дооперационном этапе, процент выявления паховых грыж с вовлечением мочевого пузыря, подтвердившихся интраоперационно, вырос до 60% за последние 10 лет с уровня в 10%. Аналогичный случай дооперационного выявления вовлечения мочевого пузыря в грыжевой мешок по данным МСКТ описан в работе Elkbuli A. и соавторов [101], что непосредственно повлияло на успешность хирургического лечения.

Goodmann P. и соавторы [107] в своей работе отмечают целесообразность выполнения МСКТ органов брюшной полости с внутривенным контрастированием для дифференциальной диагностики образований брюшной стенки. По данным авторов, метод МСКТ позволяет достоверно дифференцировать абсцессы брюшной стенки от кистозных имплантационных метастазов. Phillips T.J. и соавторы [136] дополнительно рекомендуют выполнять КТ-ангиографию брюшной стенки на дооперационном этапе с целью уменьшения интраоперационной кровопотери.

Emby D.J. [102], Jaffe T.A. [111] и соавторы дополнительно к стандартному методу выполнения МСКТ исследования в положении на спине, рекомендуют проводить МСКТ исследование органов брюшной полости на боку

(латеропозиция) и выполнение пробы Вальсальвы для более достоверной визуализации грыжевого мешка при подозрении на наличие ПОВГ. В аналогичном исследовании [144] авторы проводили автоматический анализ паховых грыж на основе данных МСКТ. В работе отмечено, что автоматическое программное сопоставление данных о размере грыжевого дефекта на основании значений, полученных при выполнении МСКТ на глубокой задержке дыхания и при пробе Вальсальвы позволяет производить успешный подбор размеров сетчатого импланта на дооперационном этапе.

В свою очередь, Aguirre D.A. и соавторы [87], на основе проведенного анализа, рекомендуют выполнение МСКТ органов брюшной полости с последующим построением мультипланарных реконструкций (MPR) [25, 79] всем пациентам с грыжами передней брюшной стенки на дооперационном этапе.

Никитаев Н.С. и соавторы [37] обследовали 52 пациента с грыжами передней брюшной стенки различных локализаций методом мультиспиральной компьютерной томографии. На основании интерпретации полученных изображений авторами были выявлены 82 сопутствующих заболевания, которые влияли как на тактику хирургического вмешательства, так и на схему ведения пациента в раннем послеоперационном периоде. В заключении авторы рекомендуют проводить МСКТ исследование пациентам с грыжами брюшной стенки на дооперационном этапе.

Петренко Д.Г. и соавторы [49] выполнили обследование 140 пациентам с большими и гигантскими ПОВГ на дооперационном этапе. В первой группе 28 пациентам выполнили МСКТ исследование органов брюшной полости, во второй группе 112 пациентам выполняли УЗИ и рентгенографию. На основании проведенного обследования было установлено, что в первой группе частота выявления сопутствующей патологии была в 5 раз выше, чем во второй группе. Авторы констатируют, что выполнение МСКТ на дооперационном этапе позволяет значительно улучшить качество диагностики сопутствующей патологии.

Толкачев К.С. и соавторы [63] на основании 84 КТ-исследований органов брюшной полости пациентам с послеоперационными вентральными грыжами и Winters Н. с соавторами [145] на основании 65 выполненных КТ-исследований органов брюшной полости, пришли к выводу, что МСКТ, на данный момент, является наиболее информативным методом для оценки послеоперационных вентральных грыж и позволяет выбрать оптимальный способ герниопластики для каждого больного.

Федосеев А.В. и соавторы [74] провели сравнительный анализ двух групп пациентов: в первой группе 58 больным с ПОВГ выполняли только физикальное обследование, во второй группе (49 пациентов) дополнительно проводили инструментальное обследование. Авторы, склоняются ко мнению о необходимости выполнения МСКТ на дооперационном этапе за счет его высокой чувствительности – 87,1% (для УЗИ – 81,8%). Выполнение МСКТ в предоперационном периоде способствует выбору более оптимальной тактики хирургического лечения [86, 121], в особенности у пациентов, страдающих ожирением [142]. К аналогичному выводу приходит Elfanagely О. с соавторами [100] на примере ретроспективного анализа 1922 историй болезни пациентов с проведенной герниопластикой.

В исследовании Смирнова А.А. и соавторов [58] на основании данных МСКТ воспроизводилась трехмерная индивидуальная модель паховой области и пахового канала у пациентов с наличием паховой грыжи в предоперационном периоде. Авторы приходят к выводу, что разработка 3D-моделей на основании данных МСКТ позволяет учитывать особенности анатомического строения для каждого пациента и производить коррекцию используемого импланта на дооперационном этапе для улучшения качества хирургического лечения.

На основании изученных данных можно сделать вывод о том, что МСКТ позволяет оценить размеры грыжевого мешка и его содержимое, размеры грыжевого дефекта, что непосредственно влияет как на тактику хирургического вмешательства, так и на подбор необходимого размера сетчатого протеза [13, 133]. Дополнительным аспектом успешности применения данного метода

лучевой диагностики является возможность оценки сопутствующей патологии [28, 54] органов брюшной полости, выполнение дообследования с внутривенным контрастированием при необходимости [22, 24]. Современные компьютерные томографы позволяют нивелировать основной недостаток МСКТ за счет снижения дозовой нагрузки ионизирующего излучения, что позволяет использовать этот метод, при наличии клинических показаний, более широко.

## **1.2 Методы лучевой диагностики в послеоперационном периоде**

Методы лучевой диагностики, в настоящее время, получили широкое распространение для оценки течения как раннего послеоперационного периода, так и позднего.

Развитие ранних послеоперационных осложнений после выполнения герниопластики способствует более длительному сроку нахождения пациента в условиях стационара, что приводит к большим финансовым затратам и более длительной временной утрате трудоспособности пациентом. При оценке течения раннего периода основное внимание уделяют выявлению ранних послеоперационных осложнений, которые принято подразделять на общие и местные. К общим осложнениям относят тромбоэмболию легочной артерии, развитие дыхательной недостаточности, формирование полисегментарной пневмонии, сердечную недостаточность, парез кишечника, острое нарушение мозгового кровообращения. Данный тип осложнений чаще всего формируется у пациентов с сопутствующей патологией в сочетании с ожирением и у пациентов с гигантскими грыжами передней брюшной стенки [38].

Местные ранние послеоперационные осложнения резко снижают репаративную возможность тканей, что в свою очередь затрудняет формирование полноценного послеоперационного рубца и приводит к увеличению риска развития рецидивов [40]. К местным ранним послеоперационным осложнениям относят формирование абсцесса или инфильтрата, гематому, серому, некроз кожи, расхождение краев раневого дефекта. Серома или лимфоцеле – это любое подкожное жидкостное скопление,

выявляемое клинически или по данным инструментальных методов исследования, в области послеоперационной раны.

К наиболее распространенной классификации хирургических осложнений относят классификацию Clavien-Dindo, основанную на делении осложнений по классам [62]:

«I - Любое отклонение от нормального течения послеоперационного периода без необходимости медикаментозного лечения или хирургических, эндоскопических, радиологических вмешательств;

II - Требующие лечения медикаментозными препаратами;

III - Требующие хирургических, эндоскопических, радиологических вмешательств;

IIIA - Вмешательства без общего обезболивания;

IIIB - Вмешательства под общим обезболиванием;

IV – Опасные для жизни пациента осложнения;

IVA - Дисфункция одного органа;

IVB - Полиорганная недостаточность;

V - Смерть пациента».

Процент осложнений со стороны операционной раны в раннем послеоперационном периоде при применении сетчатых имплантов колеблется от 20,9% до 67% [56, 63]. Серомы занимают первое место в списке ранних послеоперационных осложнений при лечении ПОВГ и встречаются в 0,8 – 60% случаях [12], по данным других авторов – в 10% случаев [108].

Таким образом, ранние послеоперационные осложнения, преимущественно экссудативного характера, крайне распространены при выполнении герниопластики, а частота их возникновения напрямую зависит от выбранного метода хирургического лечения. Применение инструментальных методов диагностики в раннем послеоперационном периоде способствует более точному выявлению послеоперационных осложнений с их дальнейшим купированием и, как следствие, более качественному формированию

соединительной ткани на уровне операции, что достоверно приводит к меньшему риску развития рецидивов.

Уменьшение эффективной площади импланта с течением времени (сморщивание) – физиологический процесс, обусловленный формированием соединительной ткани в области операции. Сокращение эффективной площади импланта (сморщивание), усталость синтетического материала и его редукция являются основной причиной рецидивов грыж [1, 39]. Дополнительно сокращение эффективной площади сетчатого импланта является провоцирующим фактором к возникновению у пациентов хронического болевого синдрома [1, 139].

Проведение лучевых методов диагностики в позднем послеоперационном периоде показано для оценки установленного протеза, раннего выявления рецидивов грыж. Врачами-рентгенологами сетчатые импланты, используемые при герниопластике, подразделяются на визуализируемые (рентгеноконтрастные), частично визуализируемые (с рентгеноконтрастными метками) и не визуализируемые [30]. Для оценки PP и PVDF сетчатых имплантов, за счет их рентгенонегативности, наиболее предпочтительными методами визуализации являются УЗИ и МРТ [10]. Разработка титановых рентгенопозитивных эндопротезов открыла возможность их достоверной оценки методами лучевой диагностики, в частности МСКТ [41].

### **1.2.1 Рентгенография**

С началом применения титаносодержащих материалов при выполнении герниопластики, рядом авторов были предприняты попытки оценки протезов после выполнения герниопластики по данным рентгенографии органов брюшной полости.

Beldi G. и соавторы [93] на примере 40 пациентов с выполненной лапароскопической пластикой ПОВГ с использованием полипропиленовой сетки проводили анализ сморщивания имплантов по данным рентгенографии. Сетки крепились с использованием титановых клипс, на основе которых, за счет

их рентгеноконтрастности рассчитывался процент сморщивания (авторы измеряли наибольшие поперечный и кранио-каудальный размеры). Рентгенографическое исследование органов брюшной полости выполняли на 2, 30, 60 сутки после операции. Согласно полученным авторами данными, сделан вывод, что сморщивание полипропиленовой сетки на 60 день после пластики ПОВГ колеблется от 2,6% до 12%.

Ходаков В.В. и соавторы [78] провели 15 рентгеновских исследований пахово-подвздошной области у пациентов после паховой герниопластики с использованием СТИ. Визуализация СТИ была затруднена у пациентов с развитой подкожно-жировой клетчаткой. При обследовании средний размер эндопротеза составил 9,5x0,8 см.

Применение рентгеноконтрастных материалов для фиксации эндопротезов позволяет проводить их оценку при помощи рентгенографии, однако стоит учитывать, что оценка размеров импланта на основании измерения расстояний между клипсами не является достоверной, с учетом возможности отрыва импланта [134]. Дополнительно размеры протеза, получаемые по данным рентгенографии, не позволяют рассчитать площадь протеза за счет недостоверности из-за эффекта суммации (особенности рентгеновского метода исследования) [80].

Рентгенография остается важной составляющей лучевой диагностики [61], однако, для оценки качества лечения у пациентов после проведенной протезирующей герниопластики, возможности данного метода существенно ограничены.

### **1.2.2 Ультразвуковое исследование**

УЗИ - одно из основных составляющих протокола ведения пациентов после выполнения герниопластики в раннем послеоперационном периоде [76]. Проведение ультразвукового исследования пациентам в раннем послеоперационном периоде после выполнения герниопластики позволяет достоверно оценивать структуру и положение сетчатого нетитанизированного

импланта, состояние тканей в зоне пластики [9], своевременно выявлять ранние местные послеоперационные осложнения [14] и, при необходимости, эвакуировать серомы под УЗ-контролем [97].

Максимальная информативность УЗИ достигается при проведении осмотра зоны выполнения протезирующей пластики, структуры сетчатого импланта в совокупности с оценкой расположенных в непосредственной близости отделов брюшной полости. Следует отметить, что инфильтрация тканей в области пластики и подкожная эмфизема в раннем послеоперационном периоде (3-5 дней) выраженно затрудняют интерпретацию ультразвуковых изображений [76].

Manzoor A. и соавторы на основании проведенного анализа 65 оперативных вмешательств, по данным УЗИ выявили, что частота возникновения сером в раннем послеоперационном периоде при операции «onlay» составила 20%, в то время, как при выполнении операции «sublay» только 4,61% [124].

Ультразвуковой метод исследования широко применяется в оценке позднего послеоперационного периода. Bingener J. и соавторы [94] по данным УЗИ оценивали формирование спаечного процесса в области установленного импланта после пластики ПОВГ. По данным авторов через 14 месяцев после герниопластики из 20 пациентов у 7 (35%) были выявлены признаки формирования спаек между сетчатыми имплантами и внутренними органами.

Ahonen-Siirtola M. и соавторы [88] на примере 193 обследуемых пациентов, показали, что частота возникновения рецидивов паховых грыж в течение года после герниопластики по данным УЗИ составляет 6,4%. В аналогичном исследовании Nardi M. и соавторы [130] на примере 185 прооперированных пациентов (108 паховых герниопластик, 77 пластик ПОВГ) с использованием сетчатого импланта выявили 13 рецидивов (7%) в течение 5 лет. В свою очередь, Fujinaka R. с соавторами [105] проведя 200 ТАПП паховых герниопластик с использованием сетчатых имплантов утверждают, что за время наблюдения в течение 8-24 месяцев по данным УЗИ не было выявлено ни одного рецидива.

Гаврилов С.Г. и соавторы [11] в своем исследовании оценивали структуру, размеры и положение полипропиленового сетчатого импланта после ТАПП герниопластики на 1 день и 1, 3, 6, 12 месяцы после операции. По результатам исследования у всех обследованных пациентов имплант располагался на уровне пахового канала, полностью перекрывал внутреннее кольцо пахового канала и прилежал к лобковой кости. Синусоидная форма импланта наблюдалась до 3 месяца после выполнения герниопластики с дальнейшим преобразованием в линейную. Толщина эндопротеза по данным УЗИ с течением времени увеличивалась за счет формирования соединительной ткани, так исходная толщина составила 0,4 мм, а при исследовании через год достигала до 3,9 мм. Сведений о смещении, миграции сетки в течение года авторами не выявлено.

К дополнительным возможностям применения УЗИ Пантелеев В.С. и соавторы [46] по результатам проведенного исследования отнесли воздействие ультразвуковых волн для кавитации жидкой субстанции (хлоргексидин) для разрушения фиброзно-грануляционных сращений между сеткой и окружающими тканями при необходимости удаления ранее установленного импланта. Авторы указывают на то, что за счет воздействия ультразвуковых волн достигается эффект меньшей травматизации при отделении импланта.

С учетом увеличения доступности и развития методов лучевой диагностики, для нивелирования недостатков метода УЗ-диагностики в практику ведения пациентов с проведенной герниопластикой, постепенно вводятся методы лучевой диагностики с более высокой разрешающей способностью.

### **1.2.3 Магнитно-резонансная томография**

Данный метод инструментальной диагностики обладает высокой разрешающей способностью [50], однако, не нашел широкого применения в рутинной практике медицинских учреждений для оценки течения послеоперационного периода у пациентов после выполнения герниопластики за счет экономической составляющей и длительности выполнения исследования. В литературе встречаются немногочисленные научные работы, посвященные

оценке сетчатых протезов у пациентов после выполнения протезирующей герниопластики.

Muysoms F. и соавторы [127] оценивали сетчатые PVDF-импланты с содержанием оксида железа по данным МРТ через 1, 13 месяцев после выполнения герниопластики. Из запланированных 18 пациентов, полное исследование прошли только 13 (5 пациентов отказались от исследования из-за необходимости длительного нахождения в аппарате МРТ). На основании полученных данных авторы констатировали, что процент сморщивания импланта через 13 месяцев относительно исследования через 1 месяц составил около 1%, что является статистически незначимым отличием. При проведении аналогичного исследования Kohler и соавторы получили данные о сморщивании PVDF-имплантов на 4,2% на 3 месяц после операции относительно МРТ исследования на 1 день после герниопластики.

Lechner M. и соавторы [120] оценивали сетчатые PVDF-импланты с содержанием МР-видимого парамагнетика по данным МРТ через 4 недели и 1 год после выполнения лапароскопической паховой герниопластики. В исследовании приняло участие 13 пациентов. При анализе полученных данных авторы установили, что положение и площадь импланта за время наблюдения (11 месяцев) не изменилось. Среднее значение сморщивания составило 0,4 см<sup>2</sup>, что не является статистически значимым.

Laitakari K.E. и соавторы [117] оценивали сетчатые PVDF-импланты с содержанием оксида железа по данным МРТ при хирургическом лечении пролапса тазовых органов. На основании МР-исследований через 3 месяца после операции у 8 пациенток авторы определили, что установленные импланты сохраняют необходимое положение и предотвращают риск развития рецидивов. В заключении авторы рекомендуют использовать метод МРТ для оценки положения сетчатых имплантов при хирургическом лечении пролапса тазовых органов.

Langbach O. и соавторы [118] на примере 68 пациентов после выполнения герниопластики оценивали сморщивание имплантов после операции по данным

МРТ в сравнении с дооперационными размерами. Исходя из опубликованных авторами данных средний процент сморщивания для РР имплантов составил 49%, для титанизированных РР имплантов 52%. Авторы проведенных исследований не исключают возможности, что малая выборка пациентов, ввиду сложности выполнения исследований, могла повлиять на полученные результаты.

К несомненному плюсу МРТ, в отличие от остальных лучевых методов диагностики, по данным литературы, относится возможность оценки периферических нервов [60, 66]. Для группы пациентов после выполнения протезирующей герниопластики хронический болевой синдром, возникающий в позднем послеоперационном периоде, до настоящего времени, остается нерешенной проблемой. Возможности применения магнитно-резонансной томографии для оценки данной патологии представляются перспективными и малоизученными.

#### **1.2.4 Мультиспиральная компьютерная томография**

В настоящее время МСКТ начинает занимать лидирующие позиции в оценке течения раннего послеоперационного периода у пациентов после проведения герниопластики. Данный метод, в отличие от МРТ и УЗИ, позволяет провести исследование в кратчайшие сроки, что не доставляет выраженного дискомфорта пациентам, при этом получив информацию, не только о локальных изменениях послеоперационной раны, но и органов брюшной полости в целом [23, 81].

Tonolini M. и соавторы [141] оценивали частоту формирования ранних послеоперационных осложнений по данным МСКТ. Авторы выявили серомы в 10% случаев, гематомы в 4,7%, перфорацию толстой кишки в 0,06-0,2%. Ряд авторов рекомендует применение компьютерной томографии для выявления субклинических сером после проведения пластики ПОВГ [12, 56, 116].

Никитаев Н.С. и соавторы [38] в своей работе выполнили МСКТ органов брюшной полости 23 пациентам после герниопластики с использованием

сетчатого импланта по поводу ПОВГ. В своей работе авторы констатируют, что полипропиленовый эндопротез плохо различим на изображениях, а шовный материал вовсе не визуализируется. В ранний послеоперационный период при применении сетчатого протеза было выявлено 5 местных послеоперационных осложнений в виде сером. В заключении авторы констатируют, что МСКТ исследование позволяет выявить местные ранние послеоперационные осложнения и оценить состояние брюшной стенки.

В позднем послеоперационном периоде, до настоящего времени, возможности МСКТ были ограничены за счет рентгенонегативности используемых эндопротезов и метод применялся лишь для выявления рецидивов грыж передней брюшной стенки [39].

Holihan J.L. и соавторы [110] провели анализ 308 МСКТ исследований органов брюшной полости пациентам после пластики послеоперационных вентральных грыж на 2-1711 сутки (медиана распределения 375 дней) для выявления рецидивов. На основании проведенной работы, авторы показали, что компьютерная томография является удовлетворительной методикой для выявления рецидивов ПОВГ, лишь в совокупности с местным осмотром хирурга. Lin B.H.J. и соавторы [122] обследовали методом МСКТ 33 пациента в течение года после пластики ПОВГ с использованием сетчатого импланта. По данным авторов рецидив грыжи был выявлен у 1 пациента (3%).

Применение сетчатых рентгенонегативных имплантов, при отсутствии данных анамнеза о дате и типе проводимой герниопластики у пациента, могут привести к некорректной интерпретации МСКТ исследования врачом-рентгенологом и, как следствие, неправильному лечению [98].

Внедрение рентгеноконтрастных фиксаторов сетчатых полипропиленовых имплантов и, в дальнейшем, начало использования титановых рентгеноконтрастных сетчатых протезов открыло новые возможности для использования МСКТ в выявлении не только формирования рецидивов грыж, но и в оценке структуры самого импланта [39, 42].

Ballard D.H. и соавторы [92] провели исследование с целью разработки отчетливо визуализируемого по данным МСКТ сетчатого импланта. С помощью 3D принтера были произведены три вида имплантов: барий-содержащий имплант, имплант пропитанный рентгеноконтрастным йодосодержащим препаратом Оптирей-350 и эндопротез пропитанный Гадолинием (парамагнетик). Все три вида имплантов в эксперименте были отчетливо визуализируемы на 1 сутки по данным МСКТ. Однако при размещении в раствор агара и формировании температуры тела человека импланты пропитанные препаратом Оптирей-350 и Гадолинием на 7 сутки теряли свою рентгеноконтрастность. Сетчатый протез с содержанием бария в структуре отчетливо визуализировался на 1 и 7 сутки. Авторы рекомендуют продолжение экспериментов для производства, с использованием 3D принтера, отчетливо визуализируемого по данным МСКТ импланта.

Аль-Арики М.К. и соавторы [3] применяли сетчатый титановый эндопротез для лечения грыж передней брюшной стенки. В своей работе, на примере данных МСКТ 37 пациентов, они показали, что сморщивание импланта при выполнении паховой герниопластики в течение трех месяцев после операции было статистически не значимым и колебалось от 1,8% до 2,3%.

Миграция сетчатых протезов за счет снижения прочностных характеристик и сморщивания остается одним из вариантов поздних послеоперационных осложнений. Редкие клинические случаи миграции протезов в отсроченном послеоперационном периоде (3-8 лет) продемонстрировали в своих работах Liu S. и соавторы [123], Narang K. [129] и соавторы, Kartal A. и соавторы [112].

Исходя из приведенного обзора можно сделать вывод о том, что вопрос применения методов лучевой диагностики на дооперационном и послеоперационном этапах у пациентов с грыжами передней брюшной стенки с целью улучшения качества лечения и снижения риска рецидивирования, на данный момент, остается наиболее актуальным. Разнообразие методов лучевой диагностики, разнящиеся данные об успешности и необходимости применения

МРТ, УЗИ или МСКТ для выработки предоперационной концепции, оценки ранних послеоперационных осложнений и рецидивирования грыж в зависимости от типа проведенной операции, свидетельствуют об интересе к данной проблеме и недостаточной ее изученности [114].

Применение методов лучевой диагностики на дооперационном этапе позволяет проводить оценку размеров грыжевого дефекта и грыжевого мешка, оценить содержимое грыжевого выпячивания и, в зависимости от метода, дополнительно охарактеризовать сопутствующую патологию у пациента. Все эти данные непосредственно влияют на тактику хирургического лечения, грамотный подбор используемого протеза.

В раннем послеоперационном периоде у пациентов после выполнения герниопластики выполнение МРТ, УЗИ или МСКТ позволяет выявить местные послеоперационные осложнения, которые, в свою очередь, не только представляют угрозу для жизни пациента, но и способствуют более высокому риску развития рецидивов.

С началом освоения протезирующей герниопластики, методы лучевой диагностики показали свою востребованность и высокую эффективность в оценке позднего послеоперационного периода. Ультразвуковое исследование показало высокую эффективность в оценке размеров, положения, структуры и выявлении миграции рентгенонегативных эндопротезов и остается «золотым стандартом» для данного вида протезирующей герниопластики. Предпринимались попытки использования МРТ для оценки степени сморщивания, миграции эндопротезов, однако, с учетом особенностей проведения данного вида исследования (длительность выполнения, экономическая составляющая), широкого применения в рутинной практике медицинских организаций достигнуто не было.

МСКТ показала свою эффективность в дооперационном периоде для выбора врачами-хирургами необходимой тактики хирургического лечения для снижения риска развития осложнений и рецидивов. Данный метод зарекомендовал себя за счет относительной простоты проведения исследования,

не доставляющего пациентам дискомфорта, его высокой разрешающей способности и информативности.

Разработка титановых эндопротезов открыла дополнительные возможности применения МСКТ для более детальной оценки не только послеоперационных осложнений, но и самого импланта (его размеров, позиционирования и сморщивания), что, в совокупности с клиническими данными, позволяет прогнозировать риск формирования рецидивов [41]. На данный момент опубликованы единичные работы [1, 3], на основании которых предпринималась попытка оценить позиционирование СТИ.

Таким образом, разработка метода достоверного контроля позиционирования сетчатых титановых имплантов на примере разных видов хирургического лечения по данным методов лучевой диагностики, представляет собой своевременную и актуальную задачу, требующую решения, что и легло в основу данной работы.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Характеристика пациентов

Для достижения указанной цели и решения поставленных задач были выполнены и интерпретированы компьютерно-томографические и ультразвуковые исследования, проанализированы истории болезни 104 пациентов, находившихся на стационарном лечении в отделении хирургии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Центральная клиническая больница» Российской академии наук (ЦКБ РАН) в период с 2017 по 2021 гг. Суммарно выполнено и проанализировано 259 КТ-исследований органов брюшной полости, 208 ультразвуковых исследований. Из 104 пациентов мужчин было обследовано 83 (80%), женщин - 21 (20%).

Диагноз грыжи передней брюшной стенки у исследуемых пациентов устанавливался на основании данных анамнеза и дополнительных обследований:

- физикального обследования врачом-хирургом, состоящего из осмотра, пальпации с пальцевым исследованием и перкуссии грыжевого выпячивания для всех групп исследуемых пациентов;

- ультразвукового исследования мягких тканей для всех групп исследуемых пациентов с уточнением размера грыжевых ворот, характера грыжевого содержимого и МСКТ исследования органов брюшной полости при необходимости более детальной оценки грыжи и органов брюшной полости.

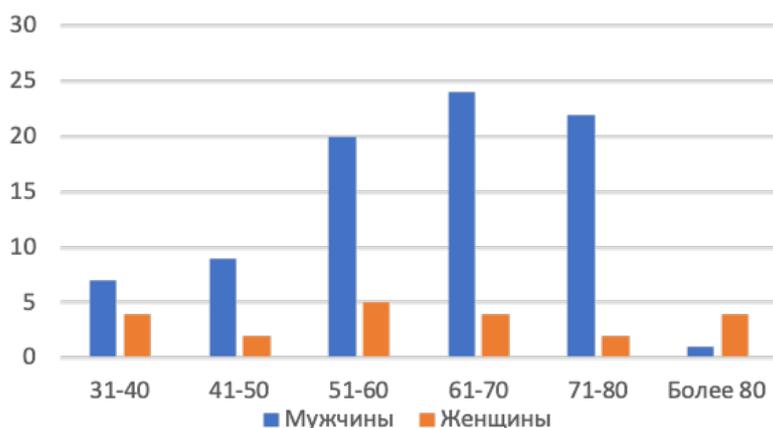
Для определения динамики размеров импланта на основании данных МСКТ органов брюшной полости в зависимости от типа диагностируемой грыжи и вида выполненного хирургического вмешательства все пациенты были разделены на группы:

1. Паховая лапароскопическая герниопластика (группа 1);
2. Паховая герниопластика по Лихтенштейну (группа 2);
3. Пластика послеоперационной вентральной грыжи (группа 3).

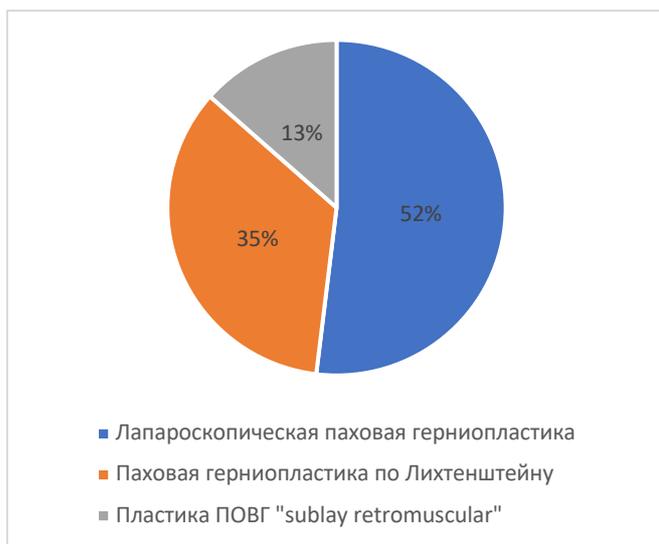
Распределение пациентов по возрасту и полу представлено в таблице 1 и на рисунке 1.

**Таблица 1. Распределение пациентов по полу и возрасту.**

Возраст (лет)	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	Более 80	Всего
Мужчины	7	9	20	24	22	1	83
Женщины	4	2	5	4	2	4	21
Всего	11	11	25	28	24	5	104

**Рисунок 1. Диаграммы. Распределение пациентов по полу и возрасту.**

Распределение обследуемых пациентов по виду хирургического вмешательства представлено на рисунке 2.

**Рисунок 2. Диаграмма. Распределение пациентов по группам исследования.****Критерии включения пациентов в исследование:**

- пациенты с установленным диагнозом грыжа передней брюшной стенки после выполнения герниопластики с использованием СТИ;

- наличие двух выполненных послеоперационных КТ-исследований органов брюшной полости (на 3-5 сутки и через 3 месяца после операции) и одного ультразвукового исследования на 3-5 сутки после операции;

- наличие дооперационного лучевого исследования с измерением размеров грыжевого дефекта.

#### **Критерии исключения пациентов из исследования:**

- невозможность выполнения дооперационного или послеоперационного КТ-исследования ввиду наличия противопоказаний;

- невозможность выполнения дооперационного или послеоперационного УЗИ ввиду наличия противопоказаний;

- неполное дооперационное обследование;

- некорректное ведение медицинской документации (отсутствие необходимых данных в истории болезни и протоколе операции);

- применение полипропиленового сетчатого импланта.

#### **Исследуемые группы пациентов**

Первую группу пациентов составили лица с проведенным лапароскопическим хирургическим вмешательством по поводу паховой грыжи: правосторонняя грыжа была выявлена у 30 пациентов (56%), левосторонняя локализация определена у 24 пациентов (44%). В группе 54 человека (49 мужчин, 5 женщин), что составило 52% от общего числа исследуемых пациентов.

Вторую группу пациентов составили лица с проведенной паховой герниопластикой по Лихтенштейну: правосторонняя локализация грыжи у 14 пациентов (39%), левосторонняя локализация - у 22 пациентов (61%). В группе 36 человек (29 мужчин, 7 женщин), что составило 35% от общего числа исследуемых пациентов.

Третью группу пациентов составили лица с проведенным хирургическим вмешательством по поводу послеоперационной вентральной грыжи (герниопластика «sublay retromuscular»). В этой группе 14 человек (5 мужчин, 9 женщин), что составило 13% от общего числа исследуемых пациентов.

Суммарные данные по количеству пациентов исследуемых групп приведены на рисунке 3.



**Рисунок 3. Диаграмма. Количество обследованных пациентов и их распределение по полу в группах 1, 2, 3.**

Демографические характеристики групп приведены в таблице 2.

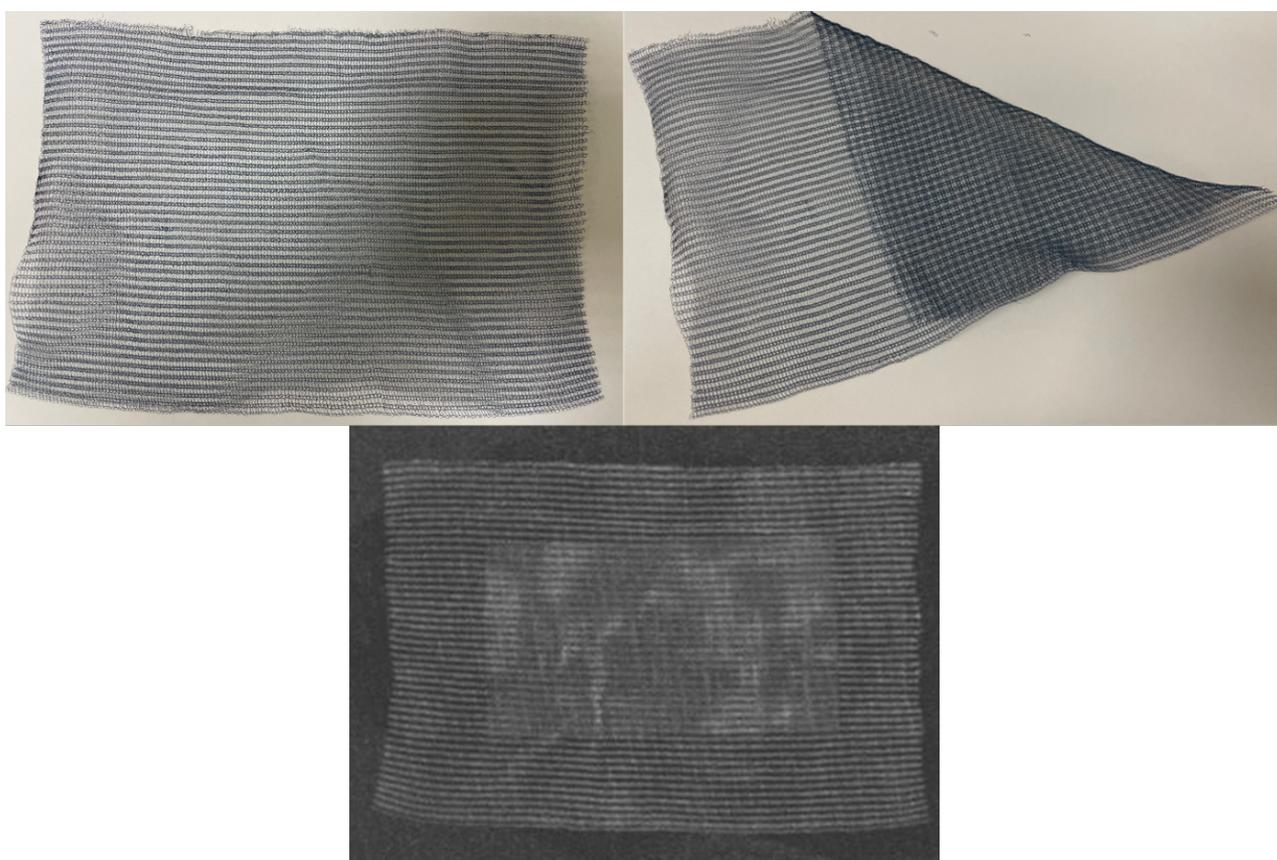
**Таблица 2. Распределение пациентов по типу грыжи передней брюшной стенки и вида ее хирургического лечения.**

-	Лапароскопическая паховая герниопластика	Паховая герниопластика по Лихтенштейну	Пластика ПОВГ
Число пациентов, n	54	36	14
Средний возраст, лет и его стандартное отклонение	59,2±14,4	64,7±13,7	59,1±12,1
Медианный возраст [25% - 75%], лет	63,5 [51,0-71,0]	66,5 [59,5-76,0]	57,0 [53,8-66,8]
Соотношение мужчины/женщины	1/0,1	1/0,24	1/1,8

Таким образом, исследуемые группы сопоставимы между собой по возрасту. Отличие в соотношении мужчин и женщин подтверждает общемировую тенденцию распределения грыж передней брюшной стенки по гендерному признаку.

На базе стационара ЦКБ РАН разработана и внедрена в использование уникальная запатентованная методика пластики грыжевых образований брюшной стенки с использованием эластичных сетчатых титановых эндопротезов. На момент написания работы выполнено более 500 герниопластик по данной методике.

Всем группам исследованных пациентов было проведено хирургическое лечение с использованием отечественного сетчатого титанового импланта (рисунок 4).



**Рисунок 4. Сетчатый титановый имплант «титановый шелк». Вверху – фотографии импланта. Внизу – изображение, полученное по данным МСКТ.**

## 2.2 Дооперационные данные

Исследуемые группы пациентов разделены по виду выполненного хирургического вмешательства в зависимости от типа грыжи передней брюшной стенки. Для всех групп исследуемых пациентов расчет размеров грыжевого дефекта осуществлялся на основании данных предоперационного

ультразвукового или компьютерно-томографического исследования (МСКТ выполнялась при необходимости более детальной оценки грыжи и органов брюшной полости).

### **2.2.1 Мультиспиральная компьютерная томография на дооперационном этапе**

МСКТ органов брюшной полости на всех этапах исследования проводилась без внутривенного контрастного усиления. Исследование проводилось в стандартном положении: лежа на спине с поднятыми руками. Для исключения возможности искажения полученных изображений за счет артефактов обследование выполнялось при глубокой задержке дыхания.

В период с 2017 по 2018 гг. был использован компьютерный томограф Siemens Somatom Sensation 40. С 2019 года по настоящее время используется компьютерный томограф Philips Ingenuity Core 64 с комплектующими. Дополнительно были использованы:

- рабочая станция в составе: системный блок, монитор, клавиатура, мышь, сетевой фильтр;
- рабочая станция мультимодальная для обработки диагностических изображений IntelliSpace Portal;
- простынь одноразовая, халат одноразовый, диск CD-R, конверт для диска.

Для стандартизации проведения исследования МСКТ у всех пациентов выполнялась с одинаковыми параметрами: шаг спирали – 1,5 мм, зона сканирования от уровня 12 грудного позвонка (Th12) до уровня ветвей седалищных костей. Полученные данные обрабатывались с последующим построением мультипланарных (MPR) реконструкций (рисунок 5).

Для детальной оценки грыжи ПБС, ее составляющих и органов брюшной полости, в рамках дооперационного обследования пациентов, был разработан алгоритм описания протокола МСКТ исследования органов брюшной полости, который включал в себя следующие характеристики:

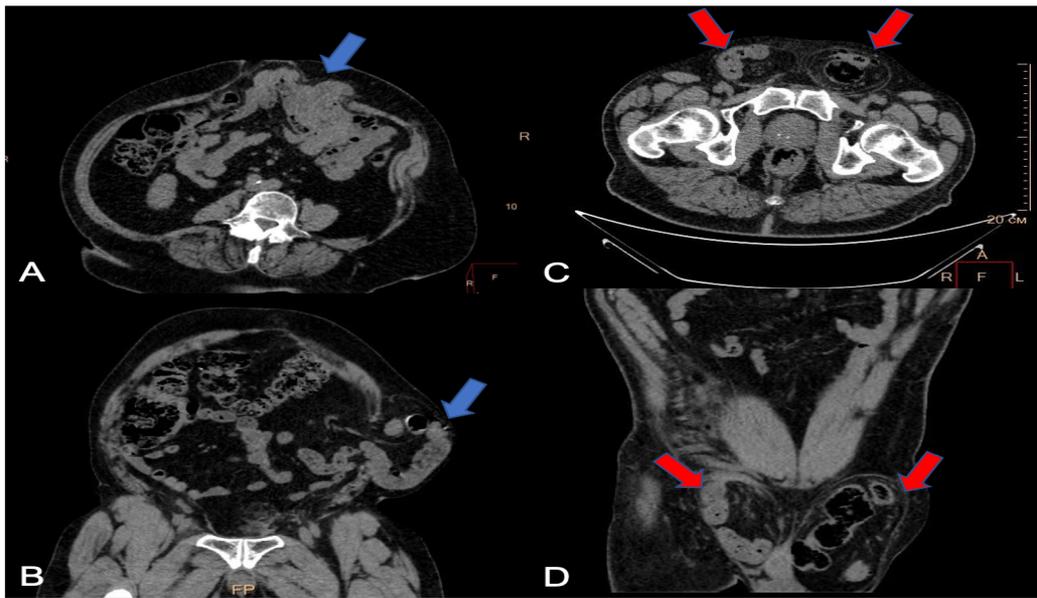
- 1) непосредственное описание и характеристики грыжи:

- локализация грыжевого дефекта;
  - размеры грыжевых ворот (рисунок б) с указанием поперечного и кранио-каудального размеров (см) с указанием площади (см<sup>2</sup>);
  - размеры грыжевого мешка с указанием поперечного, передне-заднего и кранио-каудального размеров (см);
  - содержимое грыжевого мешка (вовлечение органов); наличие или отсутствие данных за ущемление;
  - характеристика мышц передней брюшной стенки (толщина, расхождение);
- 2) описание органов брюшной полости (брюшинная полость, забрюшинное пространство):
- печень с указанием положения, размеров, границ и структуры; описанием внутри- и внепеченочных желчных протоков; измерением ширины воротной вены;
  - желчный пузырь с указанием положения; наличием или отсутствием рентгеноконтрастных конкрементов в просвете; измерением ширины общего желчного протока;
  - поджелудочная железа с указанием формы, положения и структуры; описанием главного панкреатического протока и парапанкреатической клетчатки;
  - селезенка с указанием положения, размеров и структуры; измерением ширины селезеночной вены;
  - почки с указанием локализации и размеров; описательной характеристики полостных систем и мочеточников; наличием или отсутствием рентгеноконтрастных конкрементов;
  - надпочечники с указанием расположения, формы;
  - характеристика аорты на видимом протяжении;
  - наличие или отсутствие свободной жидкости, лимфаденопатии брюшной полости;

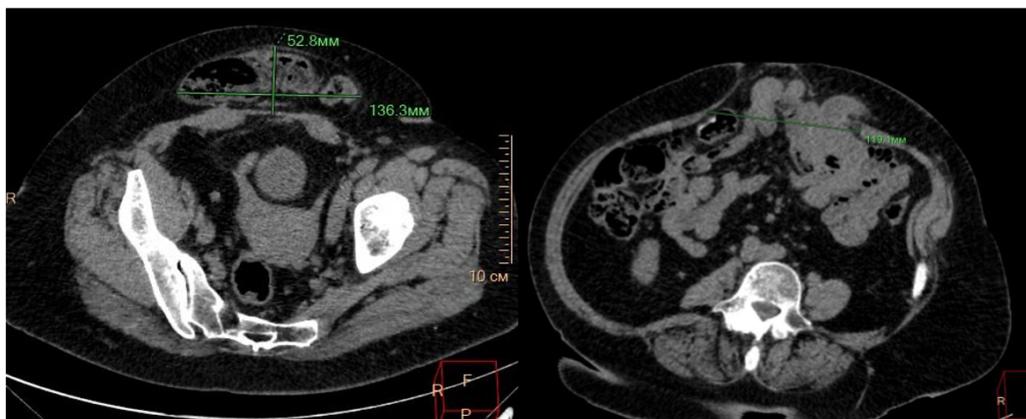
- описание костной системы, визуализируемых отделов легочной паренхимы;

- описание дополнительных находок (отклонений от нормы).

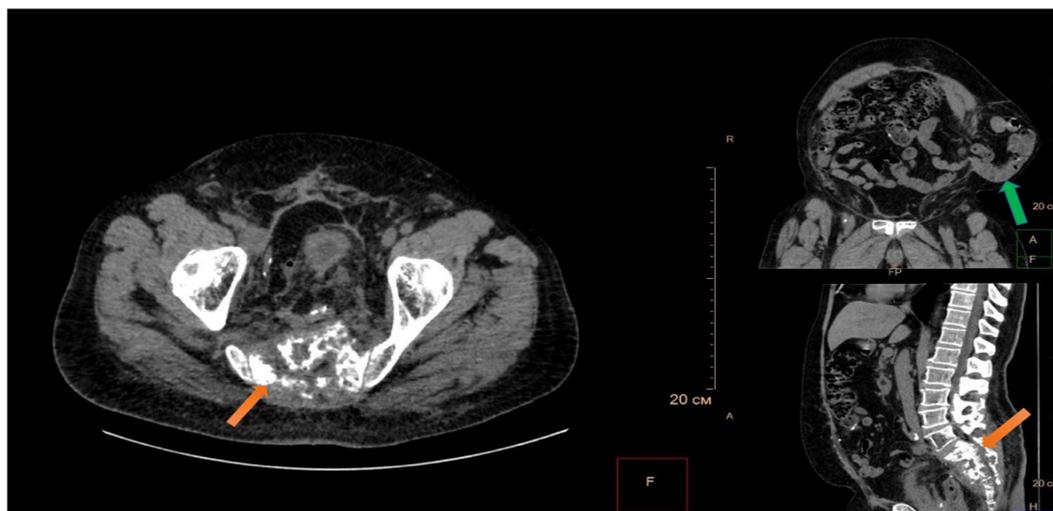
При выявлении сопутствующей патологии (рисунок 7) информация передавалась лечащему врачу, при наличии клинической необходимости назначалось дообследование (УЗИ, МСКТ органов брюшной полости с внутривенным контрастированием и т.д.).



**Рисунок 5. Полученные MPR реконструкции МСКТ органов брюшной полости. А, В - полученные реконструкции ПОВГ (указана синими стрелками). С, Д - полученные реконструкции паховых грыж (указаны красными стрелками).**



**Рисунок 6. Измерение размеров грыжевого мешка (слева) и грыжевых ворот (справа) по данным МСКТ.**



**Рисунок 7. МСКТ изображения сопутствующей патологии у пациента с ПОВГ. Оранжевыми стрелками указана деструкция крестца. Зеленой стрелкой обозначена послеоперационная вентральная грыжа.**

### 2.2.2 Ультразвуковое исследование на дооперационном этапе

Ультразвуковое исследование на всех этапах проведения исследования проводилось на кушетке в положении лежа на спине при спокойном дыхании и при проведении пробы Вальсальвы.

Исследование начиналось с оценки условий УЗ-визуализации. Исследование выполнялось на УЗ-сканере Voluson E8 Expert GE с использованием линейного датчика ML 6-15 (6-15 mHz) в серо-шкальном В-режиме. Дополнительные УЗ-режимы (цветовое доплеровское картирование) использовались избирательно в случае необходимости, например, при наличии ущемленной грыжи для оценки жизнеспособности грыжевого содержимого.

Во время исследования были использованы: гель для УЗИ средней вязкости; одноразовая простынь; салфетки для обработки УЗ-датчика; в раннем послеоперационном периоде использовалась одноразовая стерильная латексная насадка на УЗ-датчик и стерильный гель для УЗИ.

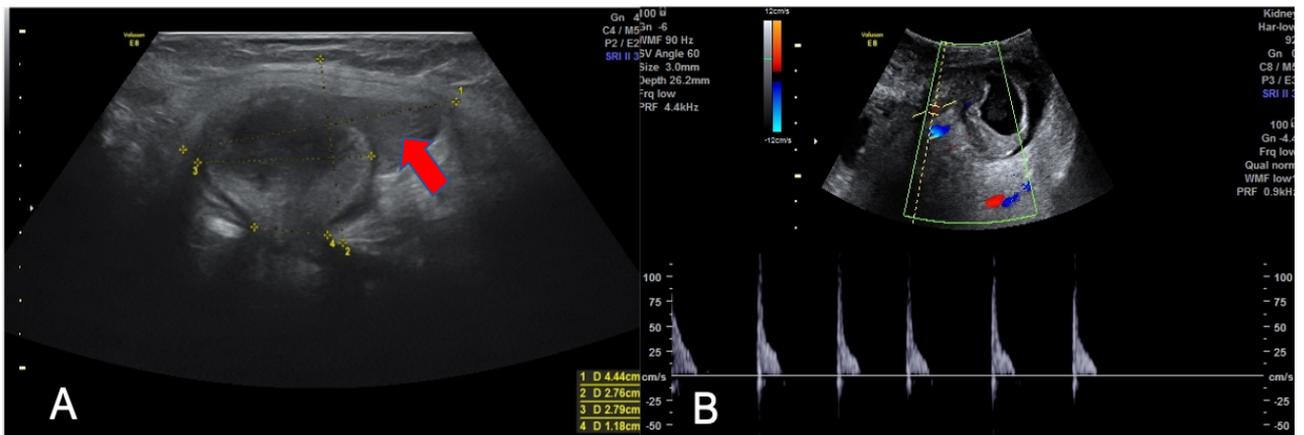
Для решения поставленных в исследовании задач была разработана схема описания протокола УЗ-исследования мягких тканей у всех пациентов исследуемых групп, которая включала:

- 1) характеристику УЗ-сканера и датчика;

- 2) характеристику условий визуализации;
- 3) непосредственное описание и характеристики грыжи:
  - локализация грыжевого дефекта;
  - характеристики пахового кольца при паховой грыже (расширено, не расширено);
  - описание грыжевых ворот с указанием размеров (см);
  - размеры грыжевого мешка (см);
  - содержимое грыжевого мешка (вовлечение органов); вправимость; наличие или отсутствие данных за ущемление (при необходимости - оценка их жизнеспособности);
  - реакция на проведение пробы Вальсальвы (наличие или отсутствие продвижения грыжевого содержимого через грыжевые ворота в грыжевой мешок);
- 4) описание изменений органов брюшной полости при их наличии;
- 5) описание наличия или отсутствия свободной жидкости в брюшной полости;
- 6) описание изменений окружающих мягких тканей.

На рисунке 8 (А) продемонстрировано УЗ-изображение ущемленной в грыжевых воротах петли тонкой кишки (В-режим). Оценке подлежат все элементы грыжи - грыжевые ворота и их размер, грыжевой мешок, грыжевые воды, ущемленный орган и его жизнеспособность.

На рисунке 8 (В) продемонстрировано УЗ-изображение определения кровотока в ущемленной в грыжевых воротах петле тонкой кишки (триплексный режим: В-режим + режим цветового доплеровского картирования + импульсно-волновой доплер). Окно опроса импульсно-волнового доплера установлено на артериальный сосуд стенки тонкой кишки в зоне ее ущемления в грыжевых воротах. Выводится спектр артериального кровотока, свидетельствующий о жизнеспособности ущемленной петли кишки. Обращает внимание высокорезистентный тип кривой, характерный для ущемленной кишки.



**Рисунок 8. А - УЗ-изображение с примером измерения размеров грыжевых ворот и грыжевого мешка (В-режим). 1, 2 - диаметр грыжевого мешка. 3 - диаметр ущемленной петли тонкой кишки. 4 - диаметр грыжевых ворот. Красная стрелка - грыжевые воды. В - УЗ-изображение. Определение кровотока в ущемленной в грыжевых воротах петле тонкой кишки (режим цветового доплеровского картирования).**

При выявлении сопутствующей патологии информация передавалась лечащему врачу, при наличии клинической необходимости назначалось дообследование (МРТ, МСКТ органов брюшной полости с внутривенным контрастированием и т.д.).

### 2.2.3 Расчет площади грыжевого дефекта и импланта

Расчет площади грыжевого дефекта производился на основании данных предоперационного ультразвукового или компьютерно-томографического исследования. С учетом овальной формы грыжевых ворот вычисления производились по формуле:

$$S_1 = Y * Z * \pi / 4,$$

где  $Y$  – поперечный размер грыжевого дефекта (см),  $Z$  – длина грыжевого дефекта (см),  $S_1$  – площадь грыжевого дефекта (см<sup>2</sup>).

Размер используемого сетчатого титанового импланта указывался в протоколе операции (при отсутствии данных пациент исключался из исследования). Расчет площади сетчатого титанового импланта производился по формуле:

$$S_2 = A * B,$$

где А – поперечный размер СТИ (см), В – длина СТИ (см),  $S_2$  – площадь СТИ (см<sup>2</sup>).

Таким образом, вне зависимости от вида грыжи и характера хирургической манипуляции, у каждого исследуемого пациента отмечались 4 основных параметра:

- размер грыжевого дефекта (см);
- площадь грыжевого дефекта (см<sup>2</sup>);
- размер сетчатого титанового импланта на дооперационном этапе (см);
- площадь сетчатого титанового импланта на дооперационном этапе (см<sup>2</sup>).

Данные показатели в дальнейшем были использованы для статистической оценки позиционирования импланта в послеоперационном периоде.

### **2.3 Ранний послеоперационный период**

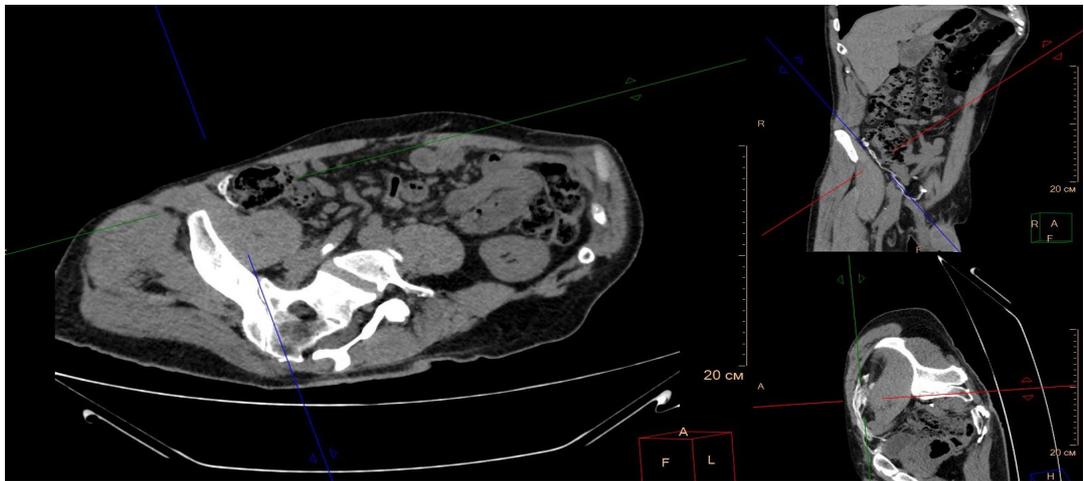
Послеоперационная оценка результатов проводилась с помощью мультиспиральной компьютерной томографии и ультразвукового исследования. Всем пациентам исследуемых групп после выполнения хирургического вмешательства было проведено МСКТ исследование органов брюшной полости на 3-5 сутки от момента операции и через 3 месяца после операции (2 исследования на одного пациента; суммарно 208 МСКТ исследований). Дополнительно всем пациентам исследуемых групп было проведено УЗИ мягких тканей (уровень установленного импланта) на 3-5 сутки от момента операции (суммарно 104 исследования). 20 пациентам было выполнено МСКТ исследование через 2 года после выполнения герниопластики (20 исследований).

#### **2.3.1 Методика построения изображений сетчатого титанового импланта на основании данных мультиспиральной компьютерной томографии**

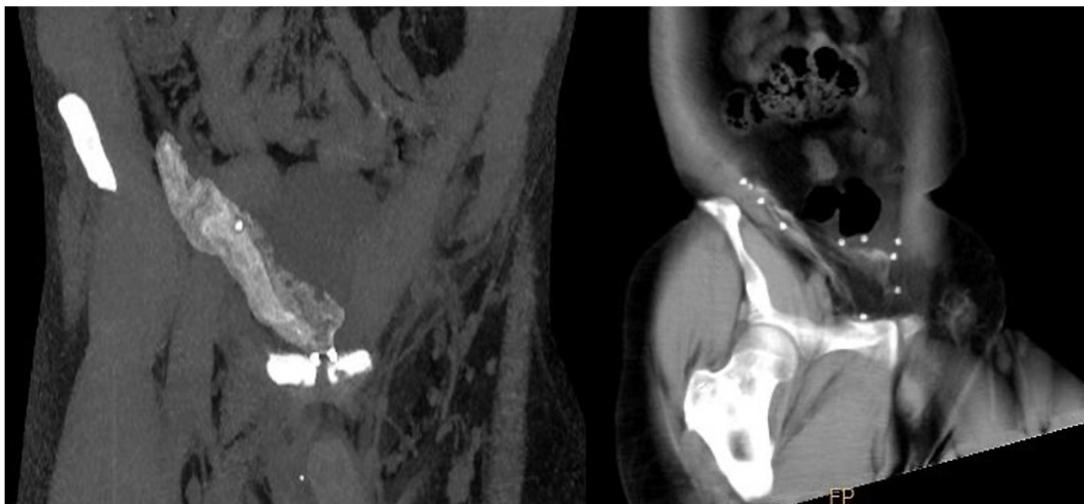
Классическим вариантом оценки анатомических структур врачом-рентгенологом по данным МСКТ является измерение размеров структур, подлежащих оценке, в трех плоскостях: аксиальной, корональной, сагиттальной.

Однако для оценки объемных структур данная практика не оправдана за счет недостоверности получаемых результатов. Для измерения размеров и площади СТИ была разработана отдельная методика, применяемая для всех групп исследуемых пациентов.

На рабочей станции врача, полученные в трех плоскостях (аксиальной, коронарной, сагиттальной), изображения были выровнены по осям относительно визуализируемого рентгенопозитивного сетчатого импланта с построением дополнительной проекции максимальной интенсивности (MIP) толщиной до 25 мм (примеры построения изображений представлены на рисунках 9, 10).



**Рисунок 9. Построение изображений на рабочей станции врача-рентгенолога.**



**Рисунок 10. Построенные MIP реконструкции СТИ после проведения паховой герниопластики.**

Измерение проводилось во фронтальной плоскости по следующей схеме (рисунок 11):

1) Замер кранио-каудального размера (длина) при помощи инструмента «линейка» в сантиметрах: измерение трех размеров – в центральных отделах сетки и два размера в латеральных отделах. Из полученных измерений выводилось среднее арифметическое значение по формуле:

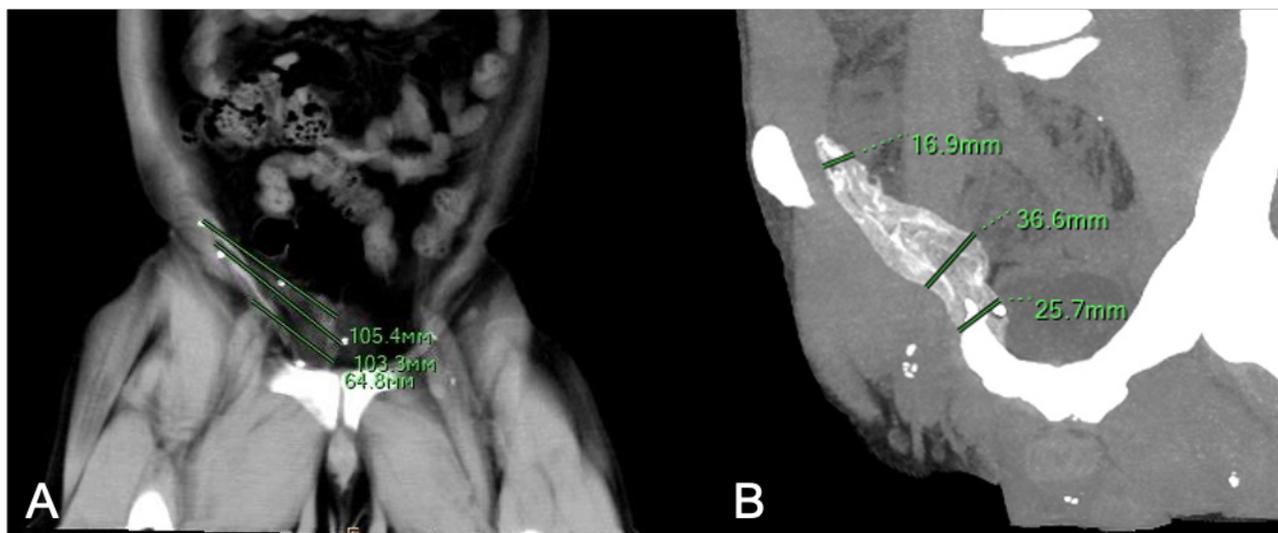
$$Z = \frac{a+b+c}{3},$$

где  $a$  – размер длины в центральных отделах (см),  $b$  и  $c$  – размеры длины в латеральных отделах (см),  $Z$  – среднее арифметическое значение длины (см).

2) Замер поперечного размера проводился по аналогичной формуле:

$$Y = \frac{d+e+f}{3},$$

где  $d$  – поперечный размер в центральных отделах (см),  $e$  и  $f$  – поперечные размеры краниально и каудально (см),  $Y$  – среднее арифметическое значение поперечного размера (см).



**Рисунок 11. Построенные MIP реконструкции импланта. А - измерение кранио-каудального размера. В - измерение поперечного размера импланта.**

В дальнейшем, на основании полученных результатов, производился расчет эффективной площади сетчатого титанового импланта (площадь покрытия имплантом передней брюшной стенки с учетом его деформации при установке в организм пациента). Для расчета эффективной площади СТИ была использована формула:

$$S_3 = Y * Z,$$

где  $Y$  – среднее арифметическое значение поперечного размера (см),  $Z$  – среднее арифметическое значение длины (см),  $S_3$  – эффективная площадь СТИ (см<sup>2</sup>).

На основании полученных данных формулировался протокол исследования и заключение.

### **2.3.2 Мультиспиральная компьютерная томография в раннем послеоперационном периоде**

У пациентов с грыжами ПБС после проведения им герниопластики с использованием СТИ, с учетом рентгенопозитивности импланта, в рамках поставленных задач был разработан и сформулирован протокол описания МСКТ исследования органов брюшной полости в раннем послеоперационном периоде:

- 1) непосредственное описание и характеристики сетчатого титанового импланта:
  - локализация: левый или правый паховые каналы, белая линия живота;
  - полное или неполное покрытие ушитого грыжевого дефекта/пахового канала;
  - наличие или отсутствие нарушения целостности СТИ;
  - описание средних арифметических значений поперечного и кранио-каудального размеров сетки (см) с указанием площади (см<sup>2</sup>);
- 2) описание выявленных (при их наличии) послеоперационных осложнений:
  - отграниченные жидкостные скопления (серома) с указанием размеров (см), структуры, плотности по шкале Хаунсфилда (HU), локализации;

- отграниченные гиперденсивные включения (гематома) с указанием размеров (см), структуры, плотности (НУ), локализации;

3) описание реактивных и послеоперационных изменений на уровне хирургического вмешательства (рисунок 12):

- реактивная регионарная/паховая лимфаденопатия;

- наличие уплотнения жировой клетчатки на уровне хирургического вмешательства;

- наличие и количественная характеристика пузырьков воздуха по ходу СТИ и в окружающих тканях; наличие свободного газа в брюшной полости (пневмоперитонеум) с измерением толщины слоя в положении исследования над правой долей печени;

4) описание органов брюшной полости (брюшинная полость, забрюшинное пространство):

- печень с указанием положения, размеров, границ и структуры; описанием внутри- и внепеченочных желчных протоков; измерением ширины воротной вены;

- желчный пузырь с указанием положения; наличием или отсутствием рентгеноконтрастных конкрементов в просвете; измерением ширины общего желчного протока;

- поджелудочная железа с указанием формы, положения и структуры; описанием главного панкреатического протока и парапанкреатической клетчатки;

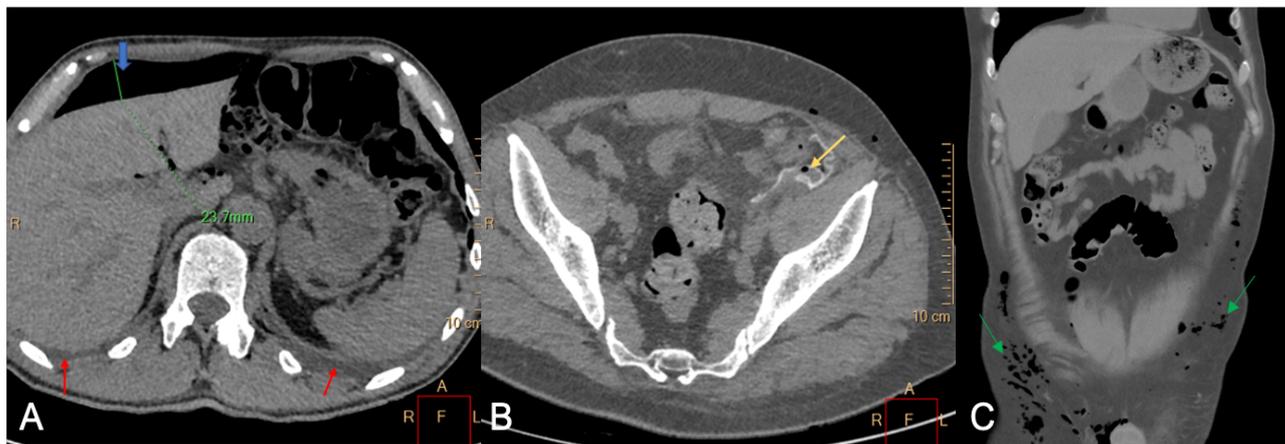
- селезенка с указанием положения, размеров и структуры; измерением ширины селезеночной вены;

- почки с указанием локализации и размеров; описательной характеристики полостных систем и мочеточников; наличием или отсутствием рентгеноконтрастных конкрементов;

- надпочечники с указанием расположения, формы;

- характеристика аорты на видимом протяжении;

- наличие или отсутствие свободной жидкости, лимфаденопатии брюшной полости;
- описание костной системы, визуализируемых отделов легочной паренхимы;
- описание дополнительных находок (отклонений от нормы).



**Рисунок 12. Послеоперационные изменения брюшной полости. А - синей стрелкой указан воздух в брюшной полости (пневмоперитонеум) с указанием толщины слоя. Красными стрелками обозначена свободная жидкость в плевральных полостях (реактивные изменения). В - желтой стрелкой указаны пузырьки воздуха по ходу СТИ. С - зелеными стрелками указаны пузырьки воздуха в брюшной стенке.**

Реактивные и послеоперационные изменения, встречающиеся у каждого пациента после проведения герниопластики, не влияли на тактику ведения пациента и не требовали лечения. Данные изменения трактовались как классическое течение послеоперационного периода у пациентов после проведения герниопластики и в дальнейшем статистическом анализе не учитывались.

Выявленные в зоне хирургического лечения отграниченные жидкостные или гиперденсивные скопления трактовались как серома и гематома соответственно (ранние местные послеоперационные осложнения). Сведения о выявленных ранних местных послеоперационных осложнениях передавалась лечащему врачу, который в совокупности с клинико-лабораторными данными, определял их класс Clavien-Dindo. В дальнейшем решался вопрос о

необходимости проведения динамического КТ-контроля, дообследования (УЗИ, МСКТ органов брюшной полости с внутривенным контрастированием и т.д.).

### 2.3.3 Ультразвуковое исследование в раннем послеоперационном периоде

С учетом поставленной задачи исследования, в рамках уточнения диагностических возможностей метода в оценке позиционирования СТИ у пациентов после проведения протезирующей герниопластики, был разработан и сформулирован протокол описания УЗ-исследования мягких тканей в раннем послеоперационном периоде, который включал:

- 1) характеристику УЗ-сканера и датчика;
- 2) характеристику условий визуализации;
- 3) наличие или отсутствие грыжевого дефекта;
- 4) визуализация и структура сетчатого титанового импланта:
  - визуализация (да, нет), эхогенность;
  - толщина;
  - наличие или отсутствие визуализации ячеек и их размер;
  - ход импланта;
  - наличие или отсутствие деформации импланта;
- 5) оценка эхогенности и толщины апоневроза при отсутствии визуализации структуры импланта;
- 6) визуализация точек крепления импланта: да/нет; локализация; количество;
- 7) описание выявленных (при их наличии) послеоперационных осложнений:
  - отграниченные жидкостные скопления (серома, гематома) с указанием размеров (см), структуры, эхогенности, локализации;
- 8) описание послеоперационных изменений мягких тканей на уровне хирургического вмешательства (отек, инфильтрация);
- 9) описание изменений органов брюшной полости при их наличии.

Сведения о выявленных ранних местных послеоперационных осложнениях, как и по данным МСКТ, передавалась лечащему врачу, который в совокупности с клинико-лабораторными данными, определял их класс Clavien-

Dindo. В дальнейшем решался вопрос о необходимости проведения динамического контроля, дообследования (МРТ, МСКТ органов брюшной полости с внутривенным контрастированием и т.д.).

#### **2.4 Поздний и отсроченный послеоперационные периоды**

Для решения поставленных задач, в рамках динамического контроля позиционирования импланта, были выделены необходимые параметры для определения по данным МСКТ. Разработанный протокол описания характеристик сетчатого титанового импланта по данным МСКТ исследования органов брюшной полости через 3 месяца после проведения хирургического вмешательства включал:

- 1) описание и характеристики сетчатого титанового импланта:
  - локализация: левый или правый паховые каналы, белая линия живота;
  - полное или неполное покрытие ушитого грыжевого дефекта/пахового канала;
  - наличие или отсутствие нарушения целостности СТИ;
  - миграция протеза при ее выявлении;
  - описание средних арифметических значений поперечного и кранио-каудального размеров сетки (см) с указанием площади (см<sup>2</sup>) в сравнении с данными предыдущего исследования (указание размеров и площади обоих исследований);
- 2) сохранение или разрешение выявленных ранее реактивных и послеоперационных изменений;
- 3) описание органов брюшной полости (брюшинная полость, забрюшинное пространство), костной системы, визуализируемых отделов легочной паренхимы, дополнительных находок (отклонений от нормы).

Для оценки динамики размеров импланта с течением времени 20 пациентам после проведения паховой лапароскопической герниопластики было выполнено МСКТ исследование через 2 года после операции. Разработанная схема описания протокола МСКТ исследования органов брюшной полости через

2 года после проведения хирургического вмешательства включала в себя описание характеристик импланта и органов брюшной полости:

- 1) описание и характеристики сетчатого титанового импланта:
  - локализация: левый или правый паховые каналы;
  - полное или неполное покрытие ушитого грыжевого дефекта/пахового канала;
  - наличие или отсутствие нарушения целостности СТИ;
  - миграция протеза при ее выявлении;
  - описание средних арифметических значений поперечного и кранио-каудального размеров сетки (см) с указанием площади (см<sup>2</sup>) в сравнении с данными предыдущего исследования (указание размеров и площади обоих исследований);
- 2) описание органов брюшной полости (брюшинная полость, забрюшинное пространство), костной системы, визуализируемых отделов легочной паренхимы, дополнительных находок (отклонений от нормы).

Для динамики размеров импланта и его поведения в исследуемых группах пациентов, на основании данных выполненных МСКТ исследований был отобран ряд показателей:

- 1) среднее арифметическое значение поперечного размера (см) СТИ в раннем послеоперационном периоде;
- 2) среднее арифметическое значение длины (см) СТИ в раннем послеоперационном периоде;
- 3) эффективная площадь СТИ в раннем послеоперационном периоде (см<sup>2</sup>);
- 4) среднее арифметическое значение поперечного размера (см) СТИ через 3 месяца после проведения хирургического вмешательства;
- 5) среднее арифметическое значение длины (см) СТИ через 3 месяца после проведения хирургического вмешательства;
- 6) эффективная площадь СТИ через 3 месяца после проведения хирургического вмешательства (см<sup>2</sup>).

Полученные значения в дальнейшем использованы для анализа статистических данных о динамике размеров импланта в организме пациента с течением времени и для разработки методов оценки качества проведенного хирургического лечения.

## **2.5 Оценка площади титанового сетчатого импланта на основании данных мультиспиральной компьютерной томографии**

Суммарно выполнено и интерпретировано 259 компьютерно-томографических исследований органов брюшной полости, 208 ультразвуковых исследований мягких тканей, проанализировано 104 истории болезни и протоколов операций пациентов.

Для статистического анализа, в рамках оценки контроля качества проведенной герниопластики, на основании полученных данных отобраны следующие показатели:

- 1) площадь сетчатого титанового импланта на дооперационном этапе ( $\text{см}^2$ );
- 2) площадь грыжевого дефекта ( $\text{см}^2$ );
- 3) эффективная площадь СТИ в раннем послеоперационном периоде ( $\text{см}^2$ );
- 4) эффективная площадь СТИ через 3 месяца после проведения хирургического вмешательства ( $\text{см}^2$ ).

Основной задачей сетчатого импланта при выполнении герниопластики, с точки зрения хирургии, является недопущение рецидива грыжи. Одним из важных предрасполагающих факторов к возникновению рецидива является сморщивание сетчатых имплантов с течением времени, приводящее к уменьшению эффективной площади покрытия имплантом передней брюшной стенки.

В данной работе, с учетом возможности оценки размеров сетчатого титанового импланта лучевым методом диагностики (МСКТ), предпринята попытка достоверно проанализировать изменение площади импланта с течением времени, что представляет непосредственную значимость для врача-хирурга при выборе тактики лечения.

Изначально, исходя из данных дооперационного обследования и медицинской документации, производился расчет площади импланта и грыжевого дефекта.

Далее, как изложено в предыдущих главах, производился расчет эффективной площади сетчатого импланта на основании проведенных МСКТ исследований на 3-5 сутки после операции и через 3 месяца после хирургического лечения.

Для оценки динамики и статистического анализа эффективной площади СТИ с течением времени, с целью контроля позиционирования, был разработан ряд формул.

С учетом выявленного по данным МСКТ исследования в ранний послеоперационный период расхождения значений площади импланта на дооперационном этапе и в организме человека, было решено определить, какой процент от изначального размера сетки выполняет необходимую функцию покрытия передней брюшной стенки. Площадь СТИ на дооперационном этапе была принята за 100%. Соотношение эффективной площади импланта в организме по данным МСКТ к дооперационной площади принималось за эффективный процент площади титанового эндопротеза.

Определение эффективного процента площади титанового эндопротеза на 3-5 сутки после проведения герниопластики относительно дооперационной площади производилось по формуле:

$$X = S_3 / S_2 * 100,$$

где X – эффективный процент площади СТИ на 3-5 сутки после операции относительно дооперационного периода (%),  $S_3$  – эффективная площадь СТИ на 3-5 сутки после операции ( $\text{см}^2$ ),  $S_2$  - площадь СТИ в дооперационном периоде ( $\text{см}^2$ ).

Дополнительно, для уточнения динамики изменения размеров импланта, данный показатель был рассчитан через 3 месяца после проведения герниопластики. Определение эффективного процента площади титанового

эндопротеза через 3 месяца после проведения герниопластики относительно дооперационной площади производилось по формуле:

$$Y = S_4 / S_2 * 100,$$

где  $Y$  - эффективный процент площади СТИ через 3 месяца после операции относительно дооперационного периода (%),  $S_4$  - эффективная площадь СТИ через 3 месяца после операции ( $\text{см}^2$ ),  $S_2$  - площадь СТИ в дооперационном периоде ( $\text{см}^2$ ).

С учетом задач исследования и возможности достоверной визуализации и измерения размеров импланта по данным МСКТ была разработана формула для определения истинного процента сморщивания (уменьшения эффективного покрытия) имплантов в организме пациента с течением времени. Определение процента сморщивания титанового эндопротеза через 3 месяца после проведения герниопластики относительно данных раннего послеоперационного периода производилось по формуле:

$$Z = 100 - S_4 / S_3 * 100,$$

где  $Z$  - процент сморщивания СТИ через 3 месяца после операции относительно раннего послеоперационного периода (%),  $S_4$  - эффективная площадь СТИ через 3 месяца после операции ( $\text{см}^2$ ),  $S_3$  - эффективная площадь СТИ на 3-5 сутки после операции ( $\text{см}^2$ ).

Для 20 пациентов после проведения протезирующей паховой лапароскопической герниопластики дополнительно были проведены МСКТ исследования в отсроченном послеоперационном периоде (2 года). Целью проведения данных исследований было определение процента сморщивания импланта в течение двух лет после операции. Определение процента сморщивания титанового эндопротеза через 2 года после проведения герниопластики относительно данных раннего послеоперационного периода производилось по формуле:

$$P = 100 - S_5 / S_3 * 100,$$

где  $P$  - процент сморщивания СТИ через 2 года после операции относительно позднего послеоперационного периода (%),  $S_5$  – эффективная площадь СТИ через 2 года после операции ( $\text{см}^2$ ),  $S_3$  - эффективная площадь СТИ на 3-5 сутки после операции ( $\text{см}^2$ ).

Результаты полученных и проанализированных данных представлены в главе результаты исследования.

## **2.6 Оценка достоверности методики измерения площади импланта на основании данных мультиспиральной компьютерной томографии в эксперименте**

С учетом новизны разработанной методики оценки площади титанового импланта по данным МСКТ для подтверждения корректности получаемых врачом-рентгенологом значений была проведена экспериментальная часть исследования. Для проведения эксперимента было выделено 10 сетчатых титановых имплантов «титановый шелк» усредненным размером около 10x15 см, применяемых при герниопластике в ЦКБ РАН. С учетом схожести анатомических структур и относительной сопоставимости размеров для выполнения эксперимента было принято решение использовать свиней. Для решения поставленной задачи были взяты 10 туш свиней средней массой около 30-40 килограмм (убой произведен поставщиком за два часа до проведения эксперимента).

Запланированный эксперимент состоял из нескольких этапов:

- 1) Измерение размеров сетчатого импланта на дооперационном этапе с расчетом его площади;
- 2) Проведение герниопластики на тушах свиней;
- 3) Проведение МСКТ исследований тушам свиней;
- 4) Вскрытие туш свиней с измерением фактического размера сетчатого импланта в организме для расчета его площади;
- 5) Сравнительный анализ полученных данных.

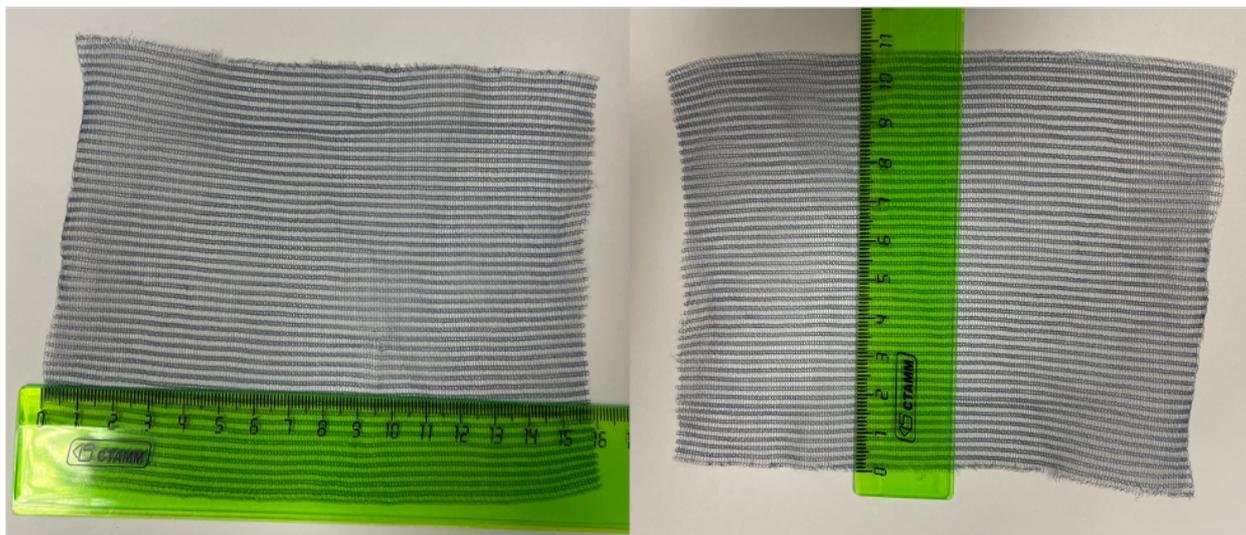
## Проведение эксперимента

1. Были измерены длина и ширина (см) десяти полученных сетчатых титановых имплантов. Измерение проводилось в трех отделах (латерально, медиально и срединно) для длины и ширины. Площадь СТИ на дооперационном этапе была рассчитана по формуле:

$$S = Y * Z,$$

где Y – среднее арифметическое значение поперечного размера СТИ (см), Z – среднее арифметическое значение длины СТИ (см), S – площадь СТИ на дооперационном этапе (см<sup>2</sup>).

Методика измерения импланта представлена на рисунке 13.



**Рисунок 13. Демонстрация вариантов измерения СТИ до проведения операции (см).**

2. На территории патологоанатомического отделения, за пределами здания стационара, в специально оборудованной комнате для обучения врачей-хирургов были проведены 10 хирургических вмешательств на 10 тушах свиней (n=10).

Проведено 5 паховых герниопластик и 5 герниопластик белой линии живота, с учетом анатомических особенностей изучаемого объекта (рисунок 14).



**Рисунок 14. Расположение установленных СТИ в тушах свиней в процессе выполнения операции. Слева – герниопластика белой линии живота. Справа – паховая герниопластика.**

3. Прооперированным тушам свиней было выполнено компьютерно-томографическое исследование органов брюшной полости со стандартизированными параметрами: шаг спирали – 1,5 мм. Полученные изображения были обработаны с последующим построением MPR и MIP реконструкций.

Измерение размеров СТИ проводилось на рабочей станции врача-рентгенолога во фронтальной плоскости.

Замер длины: измерение трех размеров – в центральных отделах сетки и два размера в латеральных отделах. Из полученных измерений выводилось среднее арифметическое значение по формуле:

$$Z = \frac{a+b+c}{3},$$

где  $a$  – размер длины в центральных отделах (см),  $b$  и  $c$  – размеры длины в латеральных отделах (см),  $Z$  – среднее арифметическое значение длины (см).

Замер поперечного размера проводился по аналогичной формуле:

$$Y = \frac{d+e+f}{3},$$

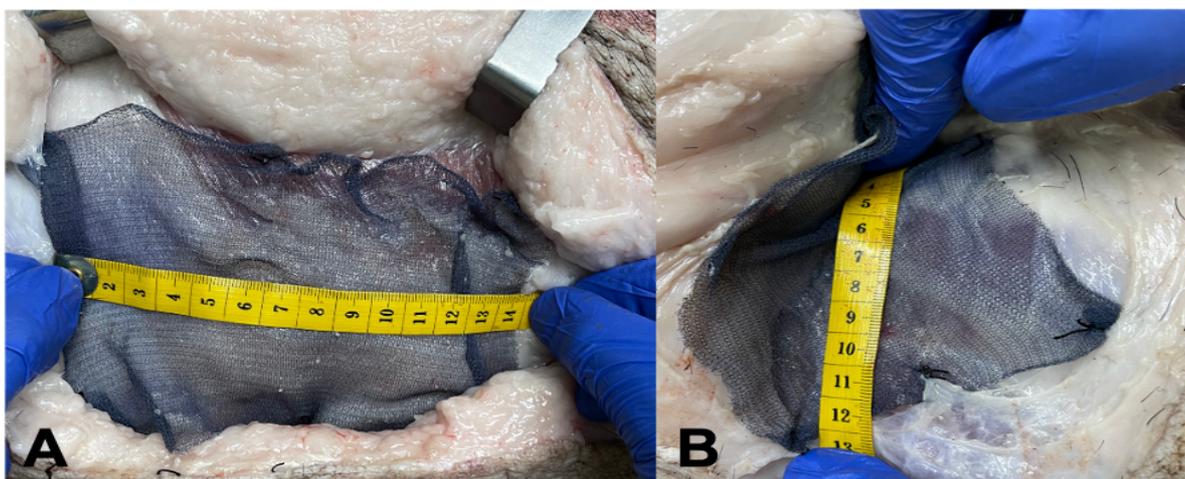
где  $d$  – поперечный размер в центральных отделах (см),  $e$  и  $f$  – поперечные размеры краниально и каудально (см),  $Y$  – среднее арифметическое значение поперечного размера (см).

Определение эффективной площади сетчатого титанового импланта производилось по формуле:

$$S = Y * Z,$$

где  $Y$  – среднее арифметическое значение поперечного размера (см),  $Z$  – среднее арифметическое значение длины (см),  $S$  – эффективная площадь СТИ (см<sup>2</sup>).

4. На территории патологоанатомического отделения, в специально оборудованной комнате для обучения врачей-хирургов, было произведено вскрытие 10 прооперированных туш свиней с последующей оценкой размеров СТИ (использована сантиметровая лента). Варианты измерения представлены на рисунке 15. По ранее изложенным формулам, используемых при проведении МСКТ, произведен расчет площади сетчатых титановых имплантов непосредственно в организме подопытного животного. Туши утилизированы.



**Рисунок 15. Измерение размеров СТИ в тушах свиней. А - после проведения герниопластики белой линии живота. В - после проведения паховой герниопластики.**

5. Выполнен сравнительный анализ полученных данных (результаты приведены в главе результаты исследования).

## 2.7 Статистическая обработка результатов исследования

С учётом рекомендаций по работе с биомедицинскими данными, статистическая обработка результатов исследования осуществлялась с применением различных пакетов программ.

Для набора данных (регистрации и проведения математических операций) и для расчёта показателей использовалась программа Microsoft Excel 2019 MSO (Microsoft Corp.). Дополнительно, в этой программе разработана часть графиков для демонстрации полученных результатов.

Для статистической обработки данных использовалась специализированная статистическая программа Jamovi (JamoviStats). В данной программе производилось получение описательной статистики для всех исследуемых переменных включая медиану, стандартное отклонение, среднее арифметическое, межквартильный (25%-75%) размах и разброс. Дополнительно, при применении данной программы, производилось определение характера распределения переменной (параметрическое или непараметрическое) с использованием теста Шапиро-Уилка. При ненормальном распределении значений проводилось сравнение для независимых и зависимых выборок с использованием теста Краскела-Уоллиса с попарным сравнением тестом Двасса-Стила-Кричлоу-Флигнера и теста Вилкоксона, соответственно. При нормальном распределении значений проводилось сравнение с использованием Т-критерия Стьюдента для парных зависимых выборок.

С использованием Jamovi, также, были построены диаграммы распределения признаков («ящик с усами»), произведен расчет показателей диагностической эффективности методики (чувствительность, специфичность, общая точность).

Уровень значимости  $\alpha$  в данной работе равен 0,05. Для каждого результата указан рассчитанный достигаемый уровень значимости (p-value), метод, с применением которого он был рассчитан, и вывод о статистической значимости выявленных различий. Количественные данные представлены в виде:  $M \pm m$ ;  $Me [25-75\%]$ , min, max, где  $M$  – среднее арифметическое значение,  $m$  – стандартное

отклонение, Me – медиана распределения, 25% – значение 25% квартиля, 75% – значение 75% квартиля, min – минимальное значение, max – максимальное значение.

### **ГЛАВА 3. ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ И УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В КОНТРОЛЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СЕТЧАТОГО ТИТАНОВОГО ИМПЛАНТА (результаты исследования)**

#### **3.1 Дооперационные данные у исследуемых групп пациентов**

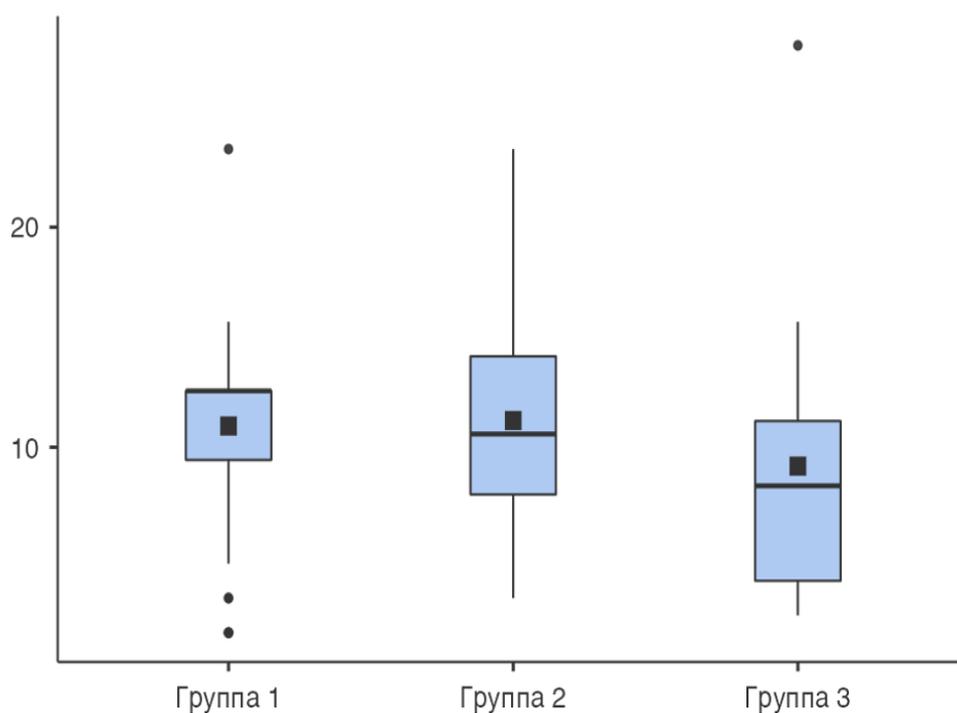
Всем группам исследуемых пациентов, исходя из данных дооперационного лучевого обследования и данных медицинской документации (истории болезни, протоколы оперативного лечения), в соответствии с методиками, описанным в главе 2, производилось вычисление двух основных параметров: площадь грыжевого дефекта (см<sup>2</sup>), площадь СТИ в дооперационном периоде (см<sup>2</sup>).

Площадь грыжевого дефекта для пациентов рассчитывалась на основании дооперационного ультразвукового исследования, при необходимости (неудовлетворительные условия визуализации по данным УЗИ, необходимость более детальной оценки грыжи и органов брюшной полости) - на основании данных дооперационной МСКТ органов брюшной полости. Неудовлетворительные условия визуализации (повышенное количество внутрипросветного кишечного содержимого; артефакты от полых органов; избыточная масса тела пациента) по данным ультразвукового исследования, необходимость более детальной оценки грыжи и органов брюшной полости были определены суммарно у 31 пациента из 104 (29,8%): для групп 1 и 2 - 21 пациент из 90 (23,3%), для группы 3 - 10 пациентов из 14 (71,4%).

На основании данных лучевого обследования выявлено, что площадь грыжевого дефекта при паховой лапароскопической герниопластике (группа 1) составила 11,0 см<sup>2</sup> (12,6; 9,4-12,6), при проведении паховой герниопластики по Лихтенштейну (группа 2) - 11,2 см<sup>2</sup> (10,6; 7,9-14,1), а при проведении пластики ПОВГ (группа 3) – 9,1 см<sup>2</sup> (8,2; 3,9-11,2). Согласно тесту Шапиро-Уилка рассчитано, что распределения значений площади грыжевого дефекта в группах 1 и 3 отличны от нормального ( $p < 0,001$  и  $p = 0,009$  соответственно), в группе 2

значение  $p=0,268$  (нормальное распределение). С учетом непараметрического распределения значений в исследуемых группах статистический анализ производился с использованием теста Краскела-Уоллиса. При сравнении полученных результатов между собой установлено, что площадь грыжевого дефекта в группах статистически значимо не отличается между собой ( $p=0,101$ ). При дополнительном попарном тестировании методом Двасса-Стила-Кричлоу-Флигнера подтверждено, что статистически значимого отличия между площадью грыжевого дефекта в группах не выявлено: при сравнении групп 1 и 2  $p=0,928$ ; при сравнении групп 1 и 3  $p=0,082$ ; при сравнении групп 2 и 3  $p=0,190$ .

Таким образом, на основании статистического анализа, получены данные о том, что площадь грыжевого дефекта у исследуемых групп пациентов статистически значимо не отличается между собой. Площадь грыжевого дефекта у исследуемых групп пациентов представлена в таблице 3 и на рисунке 16.



**Рисунок 16. Диаграмма. Площадь грыжевого дефекта в исследуемых группах. Центральная линия - медиана распределения. Вертикальные линии и точки - разброс. Черный квадрат - среднее значение. Границы прямоугольника - 75% и 25% квантили распределения.**

**Таблица 3. Площадь грыжевого дефекта.**

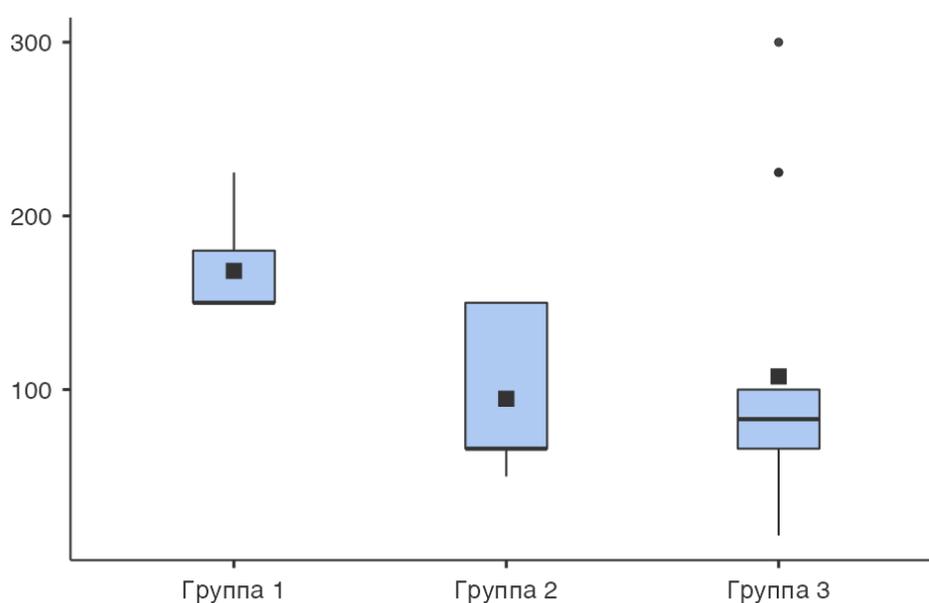
Группы	Площадь грыжевого дефекта, см <sup>2</sup>			
	min	max	M±m	Me [25-75%]
Паховая лапароскопическая герниопластика (группа 1)	1,6	23,6	11,0±4,5	12,6 [9,4-12,6]
Паховая герниопластика по Лихтенштейну (группа 2)	3,1	23,6	11,2±5,0	10,6 [7,9-14,1]
Пластика ПОВГ (группа 3)	2,4	28,3	9,1±6,8	8,2 [3,9-11,2]

На основании данных медицинской документации определено, что площадь используемого сетчатого титанового импланта при проведении хирургического лечения в группе 1 составила 168,0 см<sup>2</sup> (150,0; 150,0-180,0), в группе 2 – 94,8 см<sup>2</sup> (66,0; 66,0-150,0), а в группе 3 – 108,0 см<sup>2</sup> (83,0; 66,0-100,0). Исходя из данных теста Шапиро-Уилка выявлено, что распределения значений площади СТИ в исследуемых группах отличны от нормального: в группе 1  $p < 0,001$ ; в группе 2  $p < 0,001$ ; в группе 3  $p = 0,009$ . С учетом непараметрического распределения значений в исследуемых группах статистический анализ производился с использованием теста Краскела-Уоллиса. При сравнении полученных результатов между собой установлено, что площадь СТИ до операции в группах статистически значимо отличается между собой ( $p < 0,001$ ). При дополнительном попарном тестировании методом Двасса-Стила-Кричлоу-Флигнера установлено, что площадь СТИ на дооперационном этапе статистически значимо отличается при сравнении групп 1 и 2 ( $p < 0,001$ ) и при сравнении групп 1 и 3 ( $p < 0,001$ ); при сравнении групп 2 и 3 статистического отличия не выявлено ( $p = 1,000$ ). Полученные данные свидетельствуют о том, что при выполнении лапароскопической герниопластики, с учетом техники операции и сложности доступа к зоне интереса, врачам-хирургам приходится использовать сетчатый титановый имплант больших размеров, нежели чем при открытом типе хирургического лечения грыж ПБС. Площадь

используемого СТИ на дооперационном этапе у исследуемых групп пациентов представлена в таблице 4 и на рисунке 17.

**Таблица 4. Площадь импланта на дооперационном этапе.**

Группы	Площадь импланта на дооперационном этапе, см <sup>2</sup>			
	min	max	M±m	Me [25-75%]
Группа 1	150,0	225,0	168,0±29,2	150,0 [150,0-180,0]
Группа 2	50,0	150,0	94,8±38,7	66,0 [66,0-150,0]
Группа 3	16,0	300,0	108,0±83,6	83,0 [66,0-100,0]



**Рисунок 17. Диаграмма. Площадь импланта на дооперационном этапе в исследуемых группах.**

### 3.2 Ранний послеоперационный период

Всем группам исследуемых пациентов проводилась МСКТ органов брюшной полости и УЗИ на 3-5 сутки после выполнения герниопластики, МСКТ органов брюшной полости через 3 месяца после операции. Дополнительно проведено 20 МСКТ исследований через 2 года для группы пациентов после выполнения паховой лапароскопической герниопластики. Исходя из полученных данных рассчитывались основные параметры: эффективная

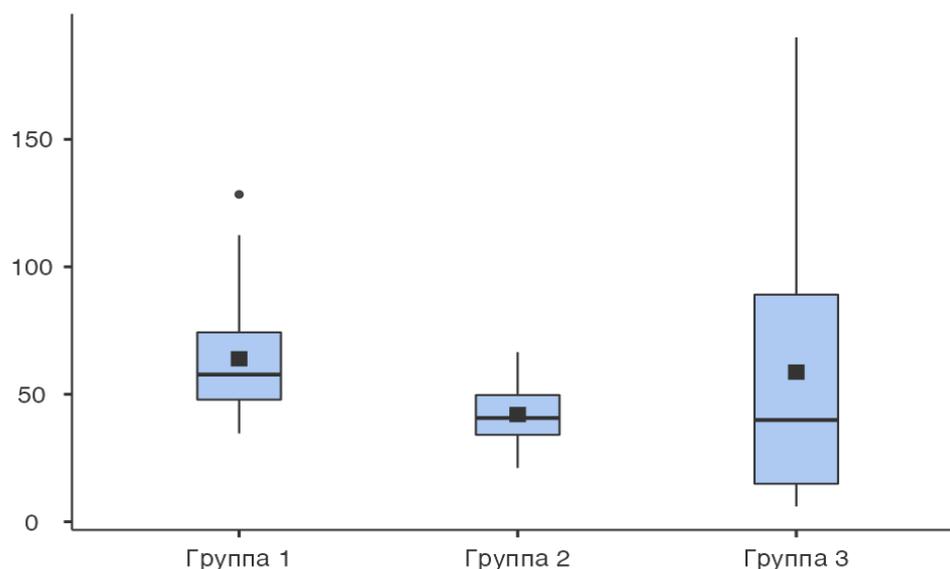
площадь СТИ на 3-5 сутки с момента операции и эффективная площадь импланта через 3 месяца и 2 года после герниопластики.

### 3.2.1 Данные мультиспиральной компьютерной томографии в раннем послеоперационном периоде

На основании первого выполненного МСКТ исследования выявлено, что эффективная площадь импланта в группе 1 составила  $63,9 \text{ см}^2$  (57,8; 47,9-74,3), в группе 2 –  $42,0 \text{ см}^2$  (40,7; 34,1-49,7), а в группе 3 –  $58,7 \text{ см}^2$  (39,9; 14,9-89,1). По результатам теста Шапиро-Уилка установлено, что распределения значений эффективной площади импланта в группах 1 и 3 отличны от нормального ( $p=0,001$  и  $p=0,045$  соответственно), в группе 2 значение  $p=0,847$  (нормальное распределение). С учетом непараметрического распределения значений в исследуемых группах статистический анализ производился с использованием теста Краскела-Уоллиса. При сравнении полученных результатов между собой установлено, что эффективная площадь СТИ в раннем послеоперационном периоде в группах статистически значимо отличается между собой ( $p<0,001$ ). При дополнительном попарном тестировании методом Двасса-Стила-Кричлоу-Флигнера установлено, что эффективная площадь СТИ на 3-5 сутки после операции статистически значимо отличается при сравнении групп 1 и 2 ( $p<0,001$ ). Статистически значимого отличия не выявлено при сравнении групп 1 и 3 ( $p=0,376$ ) и при сравнении групп 2 и 3 ( $p=0,984$ ). Эффективная площадь импланта в раннем послеоперационном периоде у исследуемых групп пациентов представлена в таблице 5 и на рисунке 18.

**Таблица 5. Эффективная площадь импланта в раннем послеоперационном периоде.**

Группы	Эффективная площадь импланта в раннем послеоперационном периоде, $\text{см}^2$			
	min	max	$M \pm m$	$Me [25-75\%]$
Группа 1	34,6	128,0	$63,9 \pm 21,7$	57,8 [47,9-74,3]
Группа 2	21,1	66,5	$42,0 \pm 11,5$	40,7 [34,1-49,7]
Группа 3	6,0	190,0	$58,7 \pm 52,6$	39,9 [14,9-89,1]



**Рисунок 18. Диаграмма. Эффективная площадь импланта в раннем послеоперационном периоде.**

На основании выполненных 104 КТ-исследований в ранний послеоперационный период у исследуемых групп пациентов было суммарно выявлено 18 подтвержденных патологий, что составило 17,3% от общего числа пациентов.

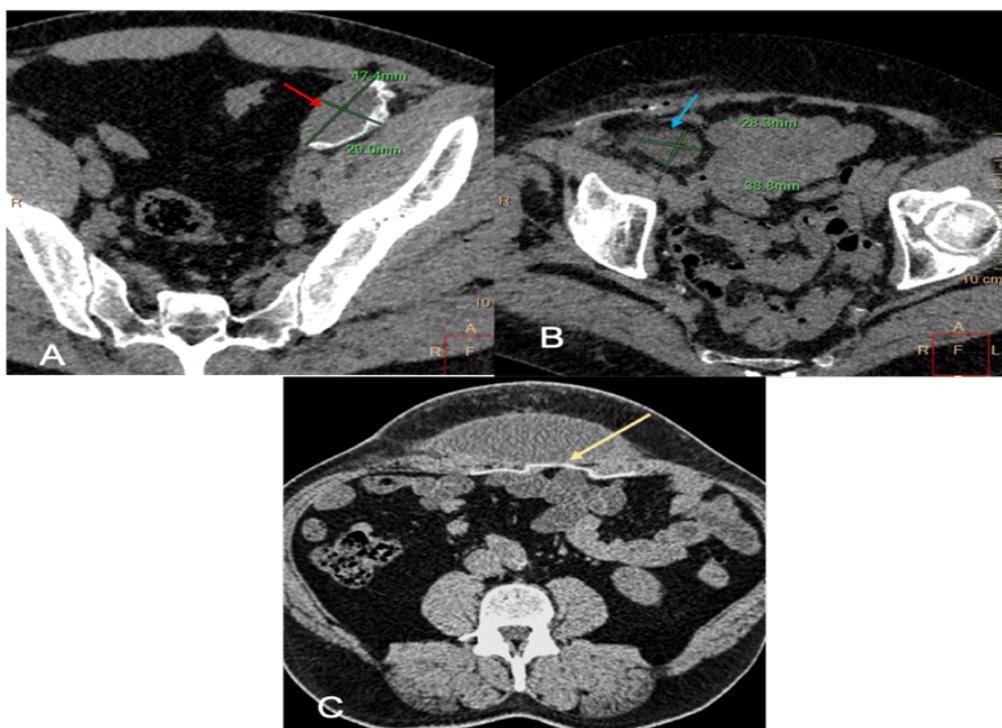
Выявлено 10 ранних местных послеоперационных осложнений - 9,6% от общего числа исследуемых пациентов (подтверждено 8 осложнений - 7,7%): 7 подтвержденных осложнений Clavien-Dindo I класса, 1 подтвержденное осложнение Clavien-Dindo IIIA класса, связанных с проведенным хирургическим вмешательством: 4 серомы, 4 гематомы (рисунок 19).

Из них: при выполнении лапароскопической паховой герниопластики (группа 1) выявлено 5 гематом (100% от всех гематом; 50% всех осложнений), из них, на основании клинико-лабораторных данных, было подтверждено 4 гематомы. При выполнении паховой герниопластики по Лихтенштейну (группа 2) – 1 подтвержденная серома (20% от всех сером; 10% от всех осложнений). При выполнении пластики ПОВГ (группа 3) – 4 серомы (80% от всех сером; 40% от всех осложнений), из них, на основании клинико-лабораторных данных, было подтверждено 3 серомы.

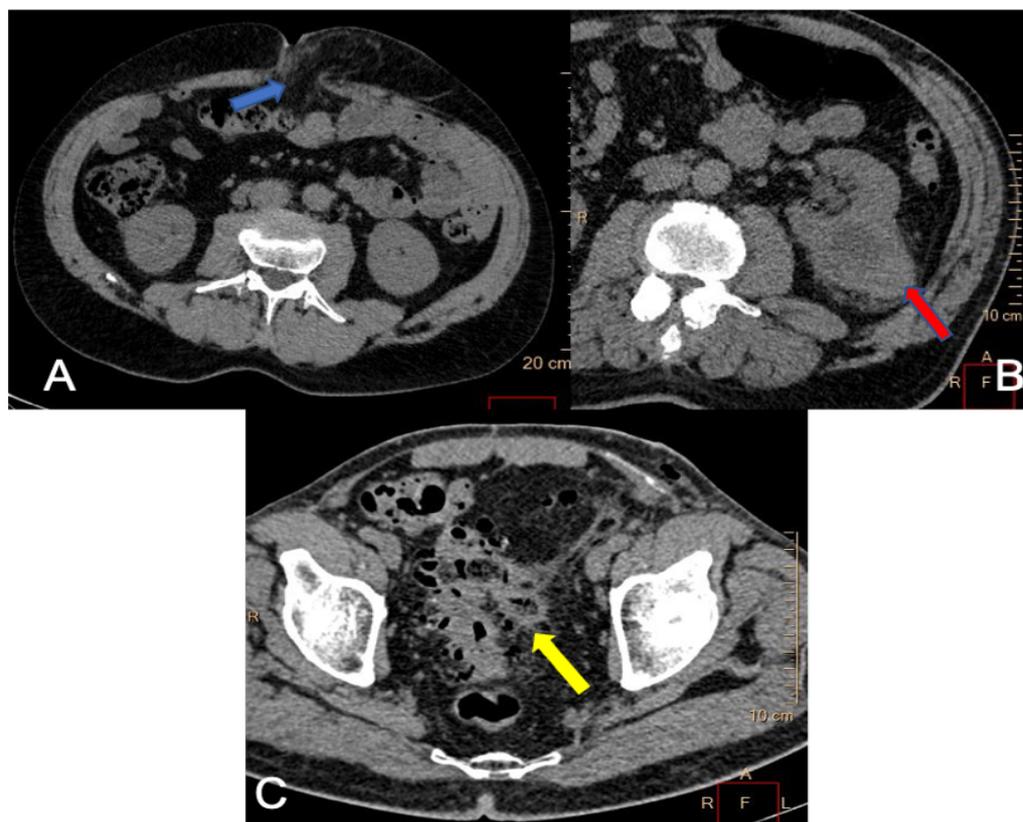
7 из 8 патологий не потребовали медикаментозного и хирургического лечения (Clavien-Dindo I класс). В группе 3 была определена единичная серома больших размеров, потребовавшая дренирования (Clavien-Dindo IIIA класс).

Определено 10 (9,6% от общего числа пациентов) сопутствующих патологий (рисунок 20):

- карциноматоз брюшины без первично выявленного источника – 1 (пациент направлен на консультацию к онкологу);
- грыжа другой локализации – 6 (в последствии выполнено плановое хирургическое лечение);
- грыжа пищеводного отверстия диафрагмы больших размеров – 1 (в последствии проведено хирургическое лечение в плановом порядке);
- острый дивертикулит – 1 (консервативное лечение в условиях стационара);
- опухоль почки – 1 (проведено дообследование, хирургическое лечение; гистологически верифицированный рак почки).



**Рисунок 19. Послеоперационные осложнения (МСКТ). А – гематома (указана красной стрелкой) с измерением размеров. В – серома (указана синей стрелкой) с измерением размеров. С – серома (указана желтой стрелкой).**



**Рисунок 20. Сопутствующая патология (МСКТ). А – грыжа белой линии живота (грыжевые ворота указаны синей стрелкой). В – опухоль почки (указана красной стрелкой). С – острый дивертикулит (указан желтой стрелкой).**

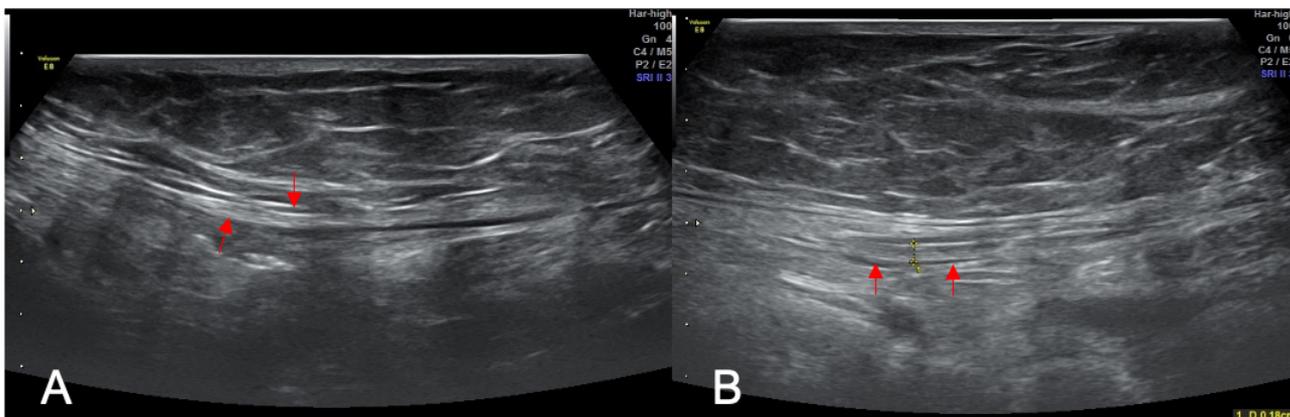
### **3.2.2 Данные ультразвукового исследования в раннем послеоперационном периоде**

На основании выполненных 104 УЗ-исследований в ранний послеоперационный период у исследуемых групп пациентов получены данные о возможностях УЗ-диагностики в визуализации сетчатых титановых имплантов.

На рисунке 21 представлены эхограммы СТИ у пациента после проведения герниопластики. Сетчатая структура и дифференцировка ячеек отсутствуют, однако прослеживаются две четкие гиперэхогенные протяженные параллельные линии в зоне операции, вероятно, соответствующие импланту.

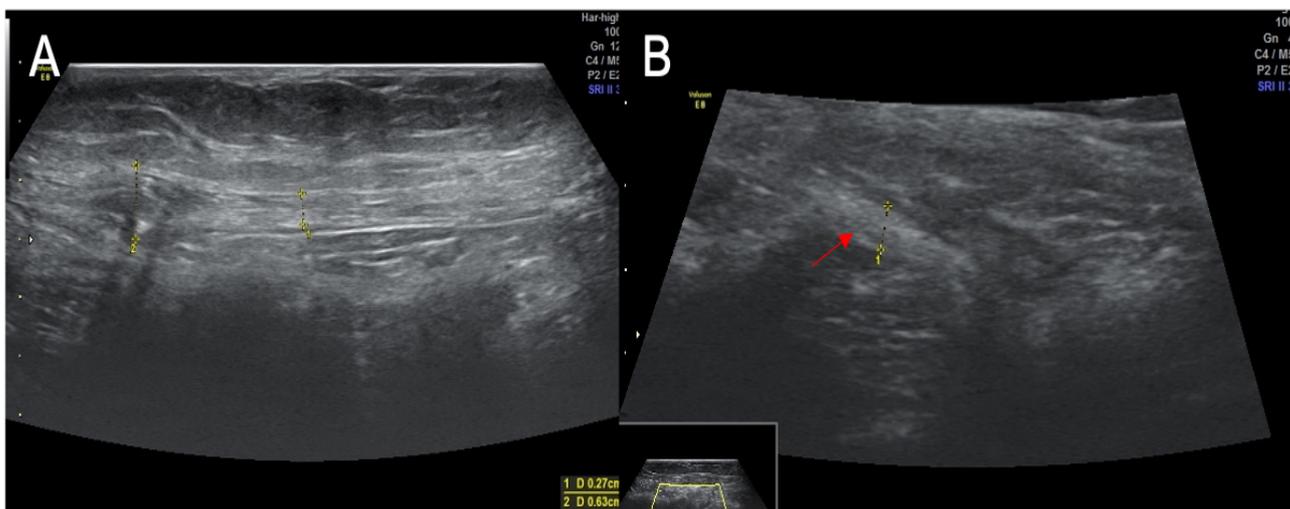
На рисунке 22 (А) представлена эхограмма СТИ у пациента после проведения герниопластики. Сетчатая структура и дифференцировка ячеек импланта отсутствуют. Клипса определяется как локальное округлое

гиперэхогенное образование, дающее выраженную тень от металлических элементов.



**Рисунок 21. Эхограммы (А, В) сетчатого титанового импланта (В-режим). Красными стрелками обозначены вероятные края имплантов. 1 - толщина вероятного импланта.**

На рисунке 22 (В) представлена эхограмма СТИ у пациента после проведения герниопластики. На эхограмме демонстрируется попытка визуализировать структуру титанового импланта при многократном увеличении в режиме ZOOM, не дающая очевидного результата.



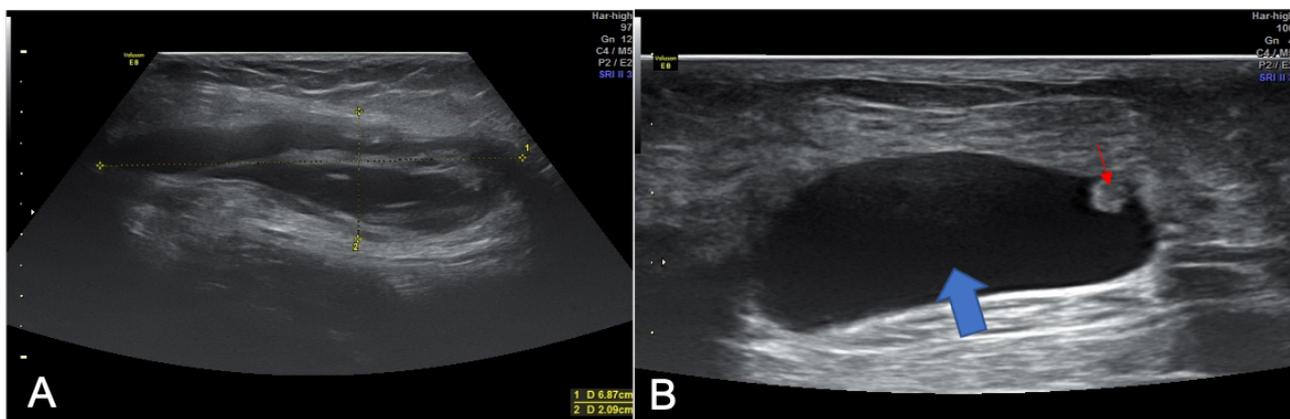
**Рисунок 22. А - эхограмма СТИ (В-режим). 1 - толщина импланта. 2 - клипса. В - эхограмма СТИ (В-режим, ZOOM-увеличение). Красная стрелка - СТИ. 1 - толщина СТИ.**

Для сравнения на рисунке 23 представлены эхограммы полипропиленового импланта. По данным УЗИ имплант имеет четко



возможность достоверно оценить структуру и ход сетчатого титанового импланта и, тем более, его размеры, позиционирование и площадь.

Дополнительно, на основании выполненных 104 УЗ-исследований в ранний послеоперационный период, у исследуемых групп пациентов было суммарно выявлено 7 ранних местных послеоперационных осложнений, что составило 6,7% от общего числа пациентов (подтверждено 5 осложнений - 4,8%). В группе 1 было выявлено 3 гематомы (100% от всех гематом; 43% всех осложнений), из них, на основании клинико-лабораторных данных, было подтверждено 2 гематомы. В группе 2 ранних местных послеоперационных осложнений выявлено не было. В группе 3 выявлено 4 серомы (100% от всех сером; 57% всех осложнений), из них, на основании клинико-лабораторных данных, было подтверждено 3 серомы. Из выявленных по данным УЗИ осложнений единичное потребовало хирургического лечения (Clavien-Dindo ША класс), остальные подтвержденные осложнения - Clavien-Dindo I класс. Сопутствующей патологии по данным УЗИ выявлено не было (0%).



**Рисунок 24. А - УЗ-изображение гематомы мягких тканей (В-режим). 1, 2 - размеры гематомы. В - УЗ-изображение серомы мягких тканей (В-режим). Синяя стрелка - серома. Красная стрелка - фрагмент жировой клетчатки.**

На рисунке 24 (А) продемонстрировано УЗ-изображение гематомы, имеющей вид отграниченной жидкостной структуры мягких тканей в зоне операции с неоднородным гипоэхогенным содержимым в виде линейных эхогенных включений по типу сгустков.

На рисунке 24 (В) продемонстрировано УЗ-изображение серомы, имеющей вид отграниченной жидкостной структуры мягких тканей в зоне операции с однородным анэхогенным содержимым и четкими контурами.

### 3.2.3 Сравнительный анализ данных МСКТ и УЗИ в диагностике ранних местных послеоперационных осложнений

На основании полученных данных о наличии у исследуемых пациентов ранних местных послеоперационных осложнений произведен анализ параметров диагностической эффективности для УЗИ и МСКТ (таблицы 6, 7).

**Таблица 6. Диагностическая эффективность УЗИ в выявлении ранних местных послеоперационных осложнений в исследуемой выборке и по группам пациентов. Sn - чувствительность, Sp - специфичность, OA - общая точность.**

Все пациенты (УЗИ)					
-	D+	D-	Σ	-	
T+	5	2	7	Sn	62,5%
T-	3	94	97	Sp	97,9%
Σ	8	96	104	OA	95,2%
Группа 1					
-	D+	D-	Σ	-	
T+	2	1	3	Sn	50,0%
T-	2	49	51	Sp	98,0%
Σ	4	50	54	OA	94,4%
Группа 2					
-	D+	D-	Σ	-	
T+	0	0	0	Sn	0,0%
T-	1	35	36	Sp	100,0%
Σ	1	35	36	OA	97,2%
Группа 3					
-	D+	D-	Σ	-	
T+	3	1	4	Sn	100,0%
T-	0	10	10	Sp	90,9%
Σ	3	11	14	OA	92,9%

**Таблица 7. Диагностическая эффективность МСКТ в выявлении ранних местных послеоперационных осложнений в исследуемой выборке и по группам пациентов. Sn - чувствительность, Sp - специфичность, OA - общая точность.**

Все пациенты (МСКТ)					
-	D+	D-	Σ	-	
T+	8	2	10	Sn	100,0%
T-	0	94	94	Sp	97,9%
Σ	8	96	104	OA	98,1%
Группа 1					
-	D+	D-	Σ	-	
T+	4	1	5	Sn	100,0%
T-	0	49	49	Sp	98,0%
Σ	4	50	54	OA	98,2%
Группа 2					
-	D+	D-	Σ	-	
T+	1	0	1	Sn	100,0%
T-	0	35	35	Sp	100,0%
Σ	1	35	36	OA	100,0%
Группа 3					
-	D+	D-	Σ	-	
T+	3	1	4	Sn	100,0%
T-	0	10	10	Sp	90,9%
Σ	3	11	14	OA	92,9%

Исходя из анализа полученных данных определено, что чувствительность и специфичность УЗИ в выявлении ранних местных послеоперационных осложнений у пациентов после проведения герниопластики с использованием титановых сетчатых имплантов составляют 62,5% и 97,9% соответственно. Общая диагностическая точность УЗИ составила 95,2%.

Чувствительность и специфичность МСКТ в выявлении ранних местных послеоперационных осложнений у пациентов после проведения герниопластики с использованием титановых сетчатых имплантов составляют 100,0% и 97,9% соответственно. Общая диагностическая точность МСКТ составила 98,1%.

Дополнительно МСКТ показала свою эффективность в выявлении сопутствующей патологии органов брюшной полости у исследуемых групп пациентов: по данным МСКТ выявлено 10 патологий, по данным УЗИ - 0 патологий.

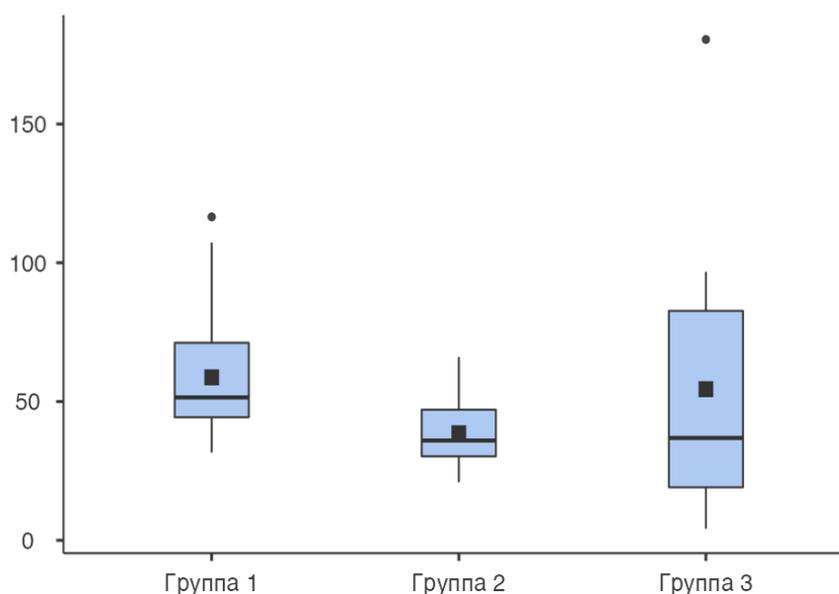
Полученные данные свидетельствуют о более высокой эффективности МСКТ в выявлении ранних местных послеоперационных осложнений, сопутствующей патологии и оценке позиционирования эндопротеза для групп пациентов после протезирующей герниопластики с использованием СТИ в сравнении с данными УЗИ. Убедительно показана эффективность и обоснованность выполнения МСКТ органов брюшной полости в ранний послеоперационный период у пациентов после выполнения герниопластики с использованием СТИ.

### **3.3 Данные мультиспиральной компьютерной томографии в позднем послеоперационном периоде**

В ходе дальнейшего проведения работы проводилось повторное МСКТ исследование через 3 месяца, на основании которого выявлено, что эффективная площадь импланта в группе 1 составила 58,7 см<sup>2</sup> (51,5; 44,3-71,2), в группе 2 – 38,6 см<sup>2</sup> (36,0; 30,3-47,1), а в группе 3 – 54,5 см<sup>2</sup> (36,9; 19,1-82,7).

На основании теста Шапиро-Уилка установлено, что распределение значений эффективной площади СТИ через 3 месяца после операции в группе 1 отлично от нормального ( $p < 0,001$ ), в группе 2 значение  $p = 0,342$ , в группе 3  $p = 0,051$  (нормальное распределение). С учетом непараметрического распределения значений в исследуемых группах статистический анализ производился с использованием теста Краскела-Уоллиса. При сравнении полученных результатов между собой установлено, что эффективная площадь СТИ на 3 месяц после операции в группах статистически значимо отличается между собой ( $p < 0,001$ ). При дополнительном попарном тестировании методом Двасса-Стила-Кричлоу-Флигнера установлено, что эффективная площадь эндопротеза через 3 месяца от момента проведения герниопластики

статистически значимо отличается при сравнении групп 1 и 2 ( $p < 0,001$ ). Статистически значимого отличия не выявлено при сравнении групп 1 и 3 ( $p = 0,350$ ) и при сравнении групп 2 и 3 ( $p = 0,953$ ). Эффективная площадь импланта через 3 месяца после проведения хирургического вмешательства у исследуемых групп пациентов представлена на рисунке 25 и в таблице 8.



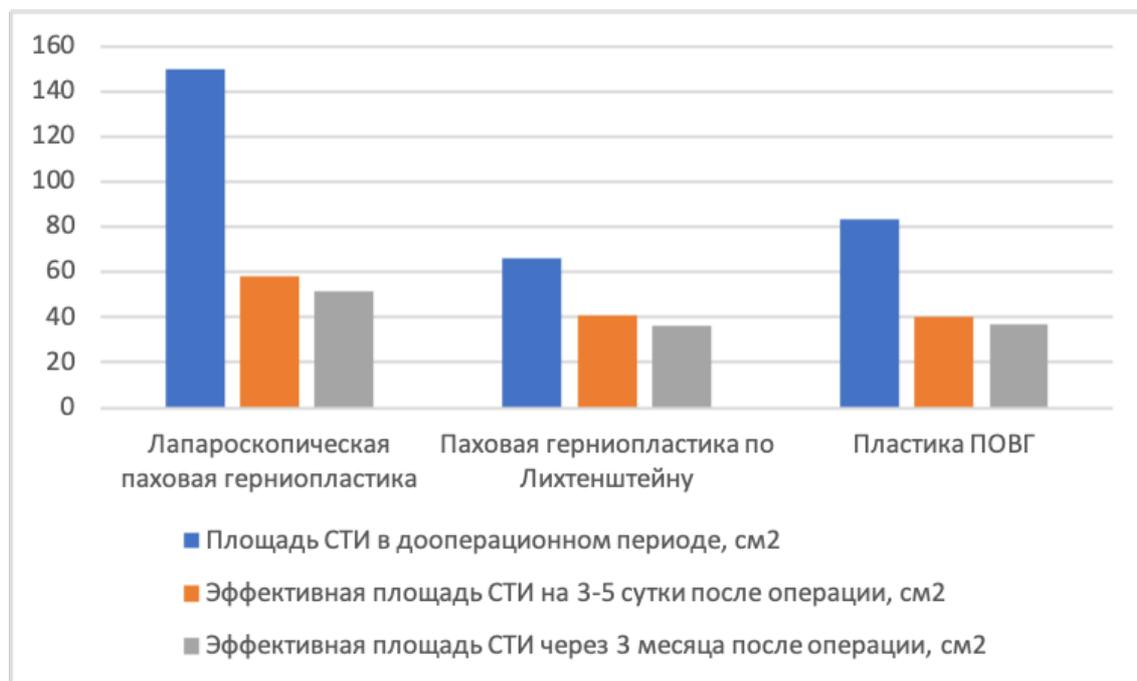
**Рисунок 25. Диаграмма. Эффективная площадь импланта через 3 месяца после проведения хирургического вмешательства.**

**Таблица 8. Эффективная площадь импланта через 3 месяца после проведения хирургического вмешательства.**

Группы	Эффективная площадь импланта через 3 месяца после операции, см <sup>2</sup>			
	min	max	M±m	Me [25-75%]
Группа 1	31,6	117,0	58,7±20,9	51,5 [44,3-71,2]
Группа 2	20,9	66,0	38,6±11,3	36,0 [30,3-47,1]
Группа 3	4,2	180,0	54,5±50,7	36,9 [19,1-82,7]

### 3.4 Сравнительный анализ данных мультиспиральной компьютерной томографии в позднем послеоперационном периоде

Первоначально проведен сравнительный анализ показателей площади сетчатого титанового импланта на трех этапах исследования (данные представлены на рисунке 26 и в таблице 9).



**Рисунок 26. Диаграмма. Площадь импланта на трех этапах исследования в зависимости от выполненного хирургического вмешательства.**

**Таблица 9. Площадь сетчатого титанового импланта на трех этапах измерения.**

Группы	Площадь импланта, Me [25-75%]		
	До операции, см <sup>2</sup>	3-5 дней, см <sup>2</sup>	3 месяца, см <sup>2</sup>
Группа 1	150,0 [150,0-180,0]	57,8 [47,9-74,3]	51,5 [44,3-71,2]
Группа 2	66,0 [66,0-150,0]	40,7 [34,1-49,7]	36,0 [30,3-47,1]
Группа 3	83,0 [66,0-100,0]	39,9 [14,9-89,1]	36,9 [19,1-82,7]

При анализе статистических данных отмечено, что площадь эффективного покрытия передней брюшной стенки имплантом существенно меньше, относительно дооперационной площади импланта. Данные изменения обусловлены тем, что во время хирургической манипуляции, за счет особенностей расположения и фиксации эндопротеза и связанной с этим деформации, не достигается полное расправление импланта. Полученные данные сопоставимы с описанными в литературе значениями меньшей эффективной площади полипропиленовых протезов относительно

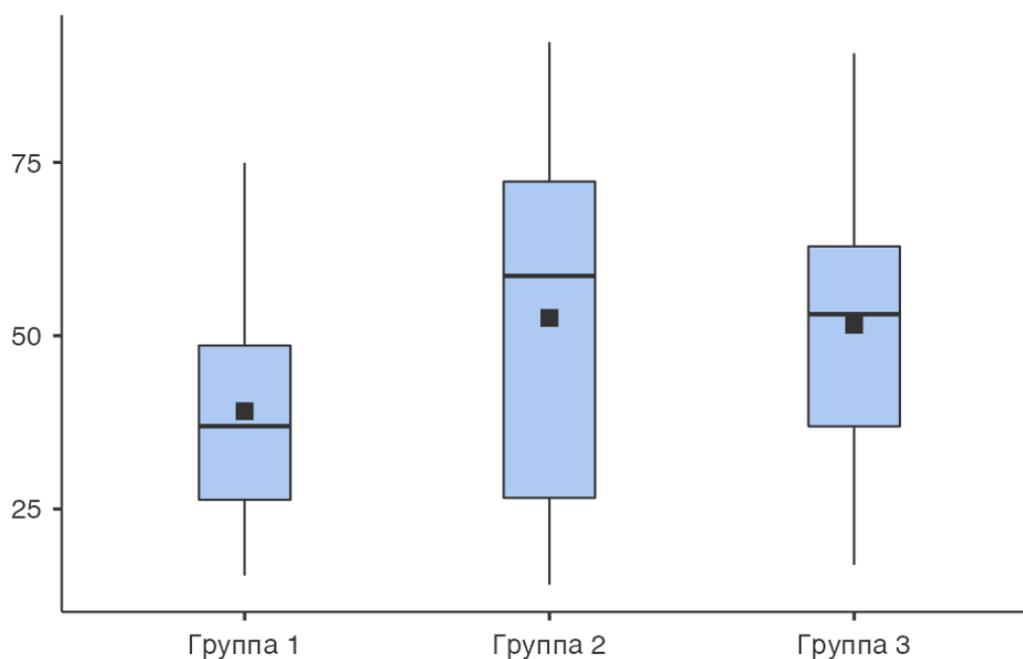
дооперационных данных. Таким образом существенных отличий в полученных значениях эффективной площади для титановых и полипропиленовых имплантов не выявлено, данные показатели связаны не с материалом, из которого изготовлен протез, а с техникой проводимого хирургического лечения.

В дальнейшем, на основании рассчитанных данных, выполнено вычисление эффективного процента площади импланта. Эффективный процент площади импланта в ранний послеоперационный период относительно дооперационных измерений в группе 1 составил 39,1% (36,9; 26,3-48,6), в группе 2 – 52,6% (58,6; 26,6-72,2), а в группе 3 – 51,6% (53,1; 36,9-62,9).

Согласно тесту Шапиро-Уилка рассчитано, что распределения значений эффективного процента площади импланта на 3-5 сутки в группах 1 и 2 отличны от нормального ( $p=0,011$  и  $p=0,003$  соответственно), в группе 3 значение  $p=0,645$  (нормальное распределение).

С учетом непараметрического распределения значений в исследуемых группах статистический анализ производился с использованием теста Краскела-Уоллиса. При сравнении полученных результатов между собой установлено, что эффективный процент площади импланта на 3-5 сутки в группах статистически значимо отличается между собой ( $p=0,021$ ). При дополнительном попарном тестировании методом Двасса-Стила-Кричлоу-Флигнера выявлено, что эффективный процент площади импланта статистически значимо отличается при сравнении групп 1 и 2 ( $p=0,040$ ). Статистически значимого отличия не выявлено при сравнении групп 1 и 3 ( $p=0,115$ ) и при сравнении групп 2 и 3 ( $p=0,936$ ).

Согласно полученным данным подтверждено ранее описанное утверждение о меньшем расправлении импланта при лапароскопическом доступе при выполнении герниопластики. При выполнении открытой герниопластики показатели эффективного процента площади импланта статистически значимо не отличаются между собой. Полученные данные продемонстрированы на рисунке 27 и в таблице 10.



**Рисунок 27. Диаграмма. Эффективный процент площади импланта в ранний послеоперационный период.**

**Таблица 10. Эффективный процент площади импланта в ранний послеоперационный период.**

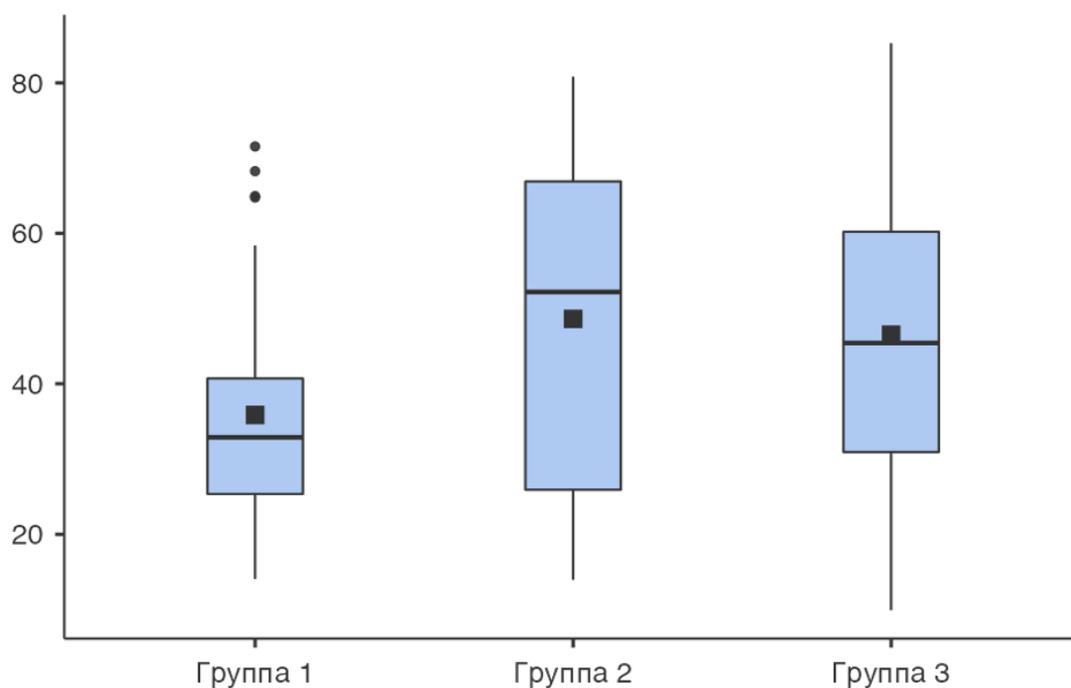
Группы	Эффективный процент площади импланта, %			
	min	max	M±m	Me [25-75%]
Группа 1	15,4	74,9	39,1±14,7	36,9 [26,3-48,6]
Группа 2	14,1	92,3	52,6±24,5	58,6 [26,6-72,2]
Группа 3	16,9	90,7	51,6±21,6	53,1 [36,9-62,9]

Эффективный процент площади импланта через 3 месяца относительно дооперационных измерений в группе 1 составил 35,9% (32,9; 25,3-40,7), в группе 2 – 48,6% (52,2; 25,9-66,9), а в группе 3 – 46,5% (45,4; 30,9-60,2). Согласно тесту Шапиро-Уилка рассчитано, что распределения значений эффективного процента площади импланта на 3 месяц в группах 1 и 2 отлично от нормального ( $p=0,001$  и  $p=0,009$  соответственно), в группе 3 - нормальное распределение ( $p=0,869$ ). С учетом непараметрического распределения значений в исследуемых группах статистический анализ производился с использованием теста Краскела-Уоллиса. При сравнении полученных результатов между собой установлено, что эффективный процент площади импланта через 3 месяца после операции

относительно дооперационного размера в группах статистически значимо отличается между собой ( $p=0,049$ ). При дополнительном попарном тестировании методом Двасса-Стила-Кричлоу-Флигнера выявлено, что эффективный процент площади импланта статистически значимо не отличается при сравнении групп 1 и 2 ( $p=0,064$ ), 1 и 3 ( $p=0,280$ ) и при сравнении групп 2 и 3 ( $p=0,922$ ). Полученные данные продемонстрированы в таблице 11 и на рисунке 28.

**Таблица 11. Эффективный процент площади импланта через 3 месяца после операции.**

Группы	Эффективный процент площади импланта, %			
	min	max	M±m	Me [25-75%]
Группа 1	14,1	71,5	35,9±13,8	32,9 [25,3-40,7]
Группа 2	13,9	80,8	48,6±21,6	52,2 [25,9-66,9]
Группа 3	9,9	85,3	46,5±23,7	45,4 [30,9-60,2]



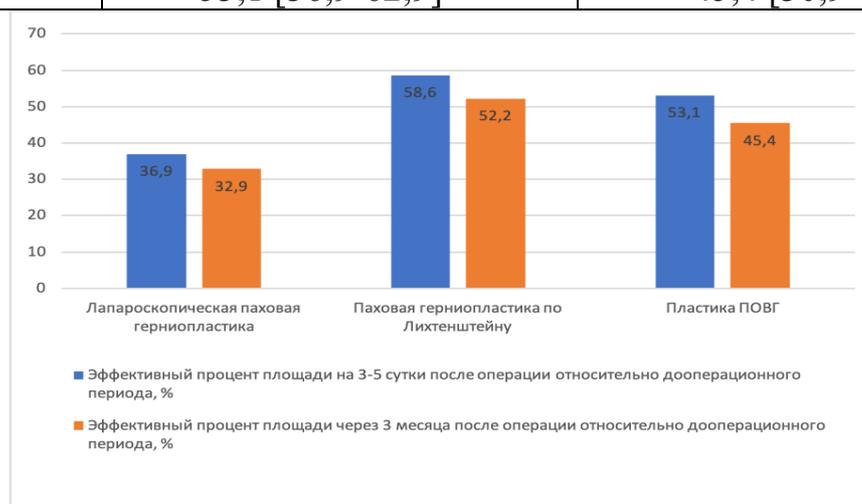
**Рисунок 28. Диаграмма. Эффективный процент площади импланта через 3 месяца после операции.**

Произведен сравнительный анализ эффективного процента площади импланта на 3-5 сутки после операции и через 3 месяца относительно дооперационной площади (данные представлены в таблице 12 и на рисунке 29).

Показатели сравнивались при помощи парного критерия Вилкоксона для связанных выборок. При анализе всех групп выявлено, что эффективный процент площади импланта через 3 месяца после операции статистически значимо меньше эффективного процента площади импланта на 3-5 день после операции ( $p < 0,001$ ). Дополнительно для каждой группы произведен расчет по тесту Вилкоксона для зависимых выборок, подтвердивший, что эффективный процент площади импланта через 3 месяца после операции статистически значимо меньше эффективного процента площади импланта на 3-5 день после операции: для группы 1  $p < 0,001$ , в группе 2  $p < 0,001$ , в группе 3  $p = 0,002$ . С учетом полученных данных выявлено, что протезы статистически значимо уменьшаются с течением времени вне зависимости от типа проводимой герниопластики.

**Таблица 12. Эффективный процент площади импланта относительно дооперационных размеров на 3-5 сутки и через 3 месяца после операции.**

Группы	Эффективный процент площади на 3-5 сутки, %	Эффективный процент площади через 3 месяца, %
	Me [25-75%]	Me [25-75%]
Группа 1	36,9 [26,3-48,6]	32,9 [25,3-40,7]
Группа 2	58,6 [26,6-72,2]	52,2 [25,9-66,9]
Группа 3	53,1 [36,9-62,9]	45,4 [30,9-60,2]

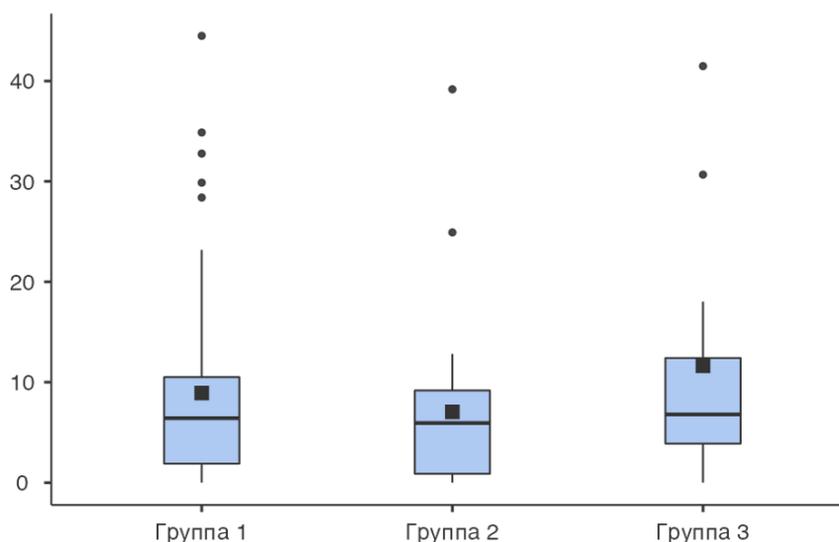


**Рисунок 29. Диаграмма. Значение эффективного процента площади импланта относительно дооперационных значений по данным МСКТ на 3-5 сутки после операции и через 3 месяца.**

В итоге, на основании проделанной работы, получены данные о сморщивании эндопротеза в течение трех месяцев после выполнения хирургического лечения по данным МСКТ. В группе 1 процент сморщивания составил 8,9% (6,4; 1,9-10,5), в группе 2 – 7,1% (5,9; 0,9-9,2), а в группе 3 – 11,6% (6,8; 3,9-12,4). Согласно тесту Шапиро-Уилка рассчитано, что распределения значений процента сморщивания импланта по данным МСКТ в группах отличны от нормального: в группе 1  $p < 0,001$ ; в группе 2  $p < 0,001$ ; в группе 3  $p = 0,008$ . С учетом непараметрического распределения значений в исследуемых группах статистический анализ производился с использованием теста Краскела-Уоллиса. При сравнении полученных результатов между собой установлено, что процент сморщивания импланта в течение трех месяцев после выполнения хирургического лечения по данным МСКТ в группах статистически значимо не отличается между собой ( $p = 0,577$ ). При дополнительном попарном тестировании методом Двасса-Стила-Кричлоу-Флигнера выявлено, что статистически значимого отличия процента сморщивания импланта при сравнении групп не выявлено: группа 1 и 2 ( $p = 0,889$ ), группа 1 и 3 ( $p = 0,731$ ), группа 2 и 3 ( $p = 0,528$ ). На основании полученных данных выявлено, что титановые эндопротезы, как и другие аналоги сетчатых имплантов статистически значимо сморщиваются (уменьшение эффективной площади протеза) с течением времени. По данным выполненного МСКТ исследования через 3 месяца после операции определено, что сморщивание протеза не зависит от типа проводимой герниопластики (статистически значимо не отличается между собой). Результаты предоставлены на рисунке 30 и в таблице 13.

**Таблица 13. Процент сморщивания импланта через 3 месяца после операции относительно раннего послеоперационного периода.**

Группы	Процент сморщивания импланта, %			
	min	max	$M \pm m$	Me [25-75%]
Группа 1	0,0	44,5	$8,9 \pm 10,2$	6,4 [1,9-10,5]
Группа 2	0,0	39,2	$7,1 \pm 8,4$	5,9 [0,9-9,2]
Группа 3	0,0	41,5	$11,6 \pm 12,6$	6,8 [3,9-12,4]



**Рисунок 30. Диаграмма. Процент сморщивания импланта через 3 месяца после операции относительно раннего послеоперационного периода.**

Произведен сравнительный анализ площади грыжевого дефекта и эффективной площади эндопротеза на 3 месяц после выполнения герниопластики (данные представлены в таблице 14). Показатели площади грыжевого дефекта и эффективной площади импланта через 3 месяца после проведения герниопластики сравнивались при помощи парного критерия Вилкоксона для связанных выборок. При анализе всех групп выявлено, что эффективная площадь СТИ через 3 месяца после операции статистически значимо больше площади грыжевого дефекта ( $p < 0,001$ ). Дополнительно для каждой группы произведен расчет по тесту Вилкоксона для зависимых выборок, подтвердивший вышеизложенное утверждение: для группы 1  $p < 0,001$ , в группе 2  $p < 0,001$ , в группе 3  $p < 0,001$ .

**Таблица 14. Эффективная площадь СТИ на 3 месяц после операции относительно площади грыжевого дефекта.**

Группы	Площадь грыжевого дефекта, см <sup>2</sup>	Эффективная площадь СТИ на 3 месяц после операции, см <sup>2</sup>
	Me [25-75%]	Me [25-75%]
Группа 1	12,6 [9,4-12,6]	51,5 [44,3-71,2]
Группа 2	10,6 [7,9-14,1]	36,0 [30,3-47,1]
Группа 3	8,2 [3,9-11,2]	36,9 [19,1-82,7]

Для подтверждения корректности позиционирования импланта был разработан критерий качества. С учетом необходимой площадки для установки импланта (отступ по краям грыжевого дефекта) минимум в 2,5 см принято, что эффективная площадь импланта через 3 месяца после операции должна быть больше изначальной площади грыжевого дефекта суммарно с необходимой площадкой. Таким образом разработана формула для определения необходимой эффективной площади импланта для корректного покрытия грыжевого дефекта:

$$S_6 = S_1 + (2,5 + 2,5) * (2,5 + 2,5),$$

где  $S_6$  - необходимая эффективная площадь импланта,  $S_1$  - площадь грыжевого дефекта на дооперационном этапе.

Соответственно за критерий удовлетворительного позиционирования импланта принято утверждение:

$$S_4 \geq S_6,$$

где  $S_4$  - эффективная площадь импланта через 3 месяца после операции,  $S_6$  - необходимая эффективная площадь импланта.

Произведен сравнительный анализ эффективной площади импланта через 3 месяца относительно необходимой эффективной площади (данные представлены в таблице 15).

**Таблица 15. Эффективная площадь импланта через 3 месяца после операции по данным МСКТ и необходимая эффективная площадь импланта.**

Группы	Эффективная площадь импланта через 3 месяца, см <sup>2</sup>	Необходимая эффективная площадь импланта, см <sup>2</sup>
	Me [25-75%]	Me [25-75%]
Группа 1	51,5 [44,3-71,2]	37,6 [34,4-37,6]
Группа 2	36,0 [30,3-47,1]	35,6 [32,9-39,5]
Группа 3	36,9 [19,1-82,7]	34,4 [31,9-36,8]

Показатели сравнивались при помощи парного критерия Вилкоксона для связанных выборок. При анализе всех групп выявлено, что эффективная площадь

импланта через 3 месяца после операции статистически значимо больше необходимой эффективной площади импланта ( $p < 0,001$ ).

Исходя из полученных статистических данных показана эффективность методики расчета площади СТИ в оценке позиционирования по данным МСКТ для определения качества проведенного хирургического лечения. Получены значения о соблюдении необходимой площадки при установке импланта, с учетом его сморщивания в течение трех месяцев после герниопластики, для исследуемых групп пациентов.

Разработан рекомендуемый алгоритм действий в рамках контроля качества проведенной герниопластики и прогнозирования риска формирования рецидивов по данным лучевых исследований (рисунок 31).

При установленном диагнозе или подозрении на наличие грыжи передней брюшной стенки в рамках первого этапа предоперационной подготовки выполняется ультразвуковое исследование. При необходимости более детальной оценки грыжевого дефекта, содержимого и органов брюшной полости, в рамках второго этапа предоперационной подготовки, проводится КТ-исследование органов брюшной полости без внутривенного контрастирования с определением размеров грыжевых ворот, грыжевого содержимого, выявлением сопутствующей патологии у пациента.

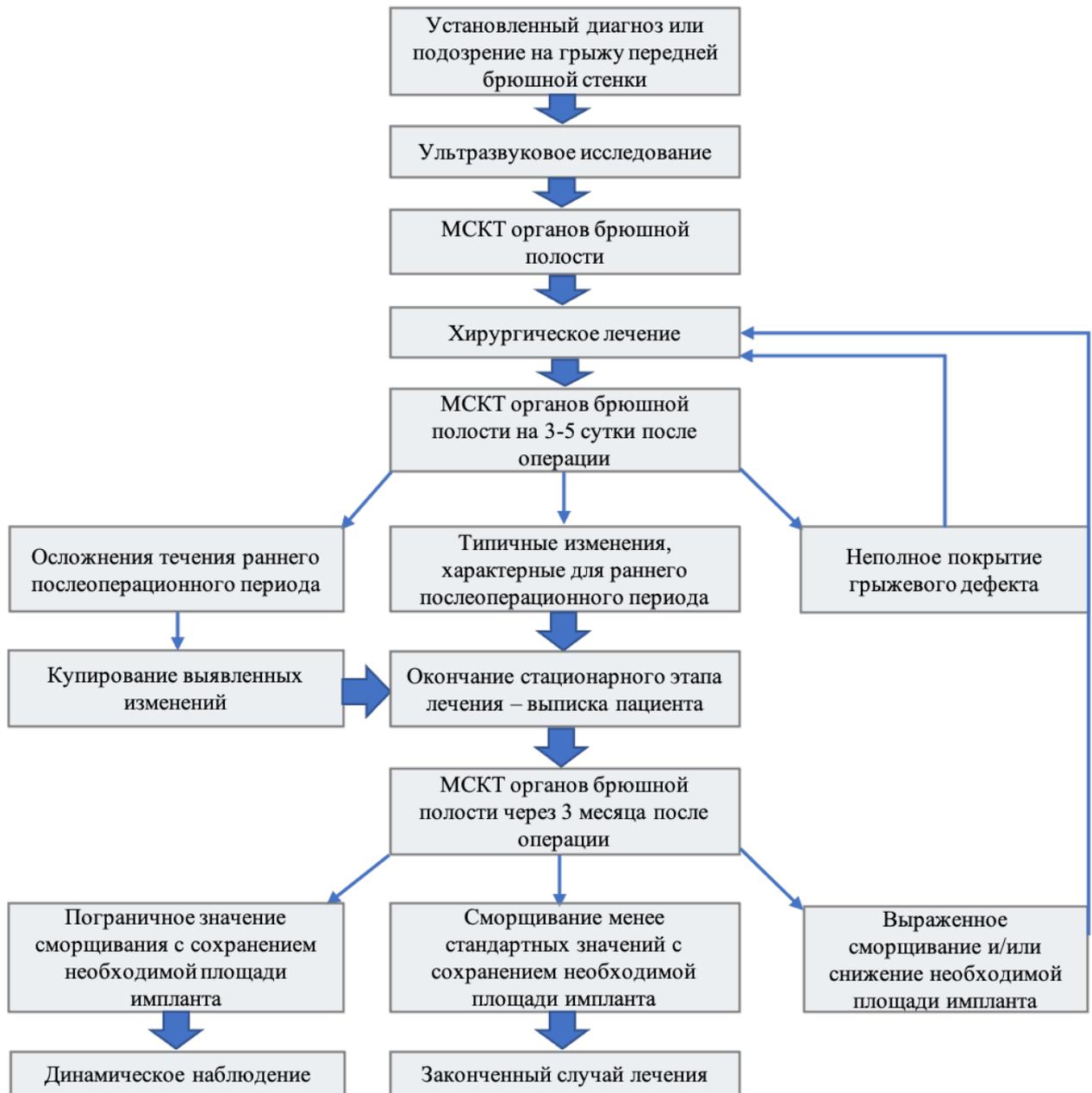
На основании полученных данных о размерах грыжевого дефекта и содержимого грыжи, а также, с учетом наличия или отсутствия сопутствующей патологии органов брюшной полости, врачом-хирургом решается вопрос о способе хирургического лечения грыжи ПБС.

По результатам исследования получены данные о возможности оценки позиционирования и строения СТИ на основании данных МСКТ и более высокой чувствительности и специфичности данного метода в сравнении с УЗИ в выявлении ранних местных послеоперационных осложнений (3-5 сутки после проведения операции). Таким образом в раннем послеоперационном периоде рекомендовано проводить МСКТ исследование органов брюшной полости.

При некорректном позиционировании импланта по данным МСКТ рекомендовано проведение повторной операции для предотвращения развития рецидива, так как проведение повторной операции до формирования фиброза и соединительной ткани сопряжено с меньшей травматизацией у пациента. При выявлении послеоперационных осложнений (серома, гематома), с учетом клинико-лабораторных данных, проводится их купирование. При типичных изменениях, связанных с проведением хирургического лечения, таких как пневмоперитонеум, подкожная эмфизема, следовое количество жидкости в плевральных полостях и брюшной полости пациент может быть выписан из стационара.

В дальнейшем проводится КТ-контроль через 3 месяца после выполнения герниопластики, на основании данных которого проводится оценка контроля качества проведенного хирургического лечения с учетом полученных стандартных значений сморщивания импланта: при паховой лапароскопической герниопластике - 6,4%; после выполнения паховой герниопластики по Лихтенштейну – 5,9%; после пластики послеоперационных вентральных грыж - 6,8%. Дополнительно проводится расчет эффективной площади импланта относительно изначальной площади грыжевого дефекта суммарно с необходимой площадкой (разработанный критерий качества позиционирования импланта).

При пограничном значении сморщивания с сохранением необходимой площади импланта по данным МСКТ пациенту рекомендовано динамическое наблюдение. При выраженном сморщивании импланта и/или снижении его необходимой площади рекомендовано повторное хирургическое лечение. В случае сморщивания менее стандартных значений с сохранением необходимой площади импланта данный случай лечения считается законченным, развитие рецидива маловероятно.



**Рисунок 31. Рекомендуемый алгоритм действий при хирургическом лечении грыж передней брюшной стенки с использованием сетчатого титанового протеза на основании данных лучевых исследований.**

### 3.5 Данные мультиспиральной компьютерной томографии в отсроченном периоде (2 года)

У 20 пациентов проведено МСКТ исследование органов брюшной полости через 2 года после выполнения паховой лапароскопической герниопластики.

На основании МСКТ исследования на 3-5 сутки выявлено, что эффективная площадь импланта у пациентов после выполнения паховой

лапароскопической герниопластики составила 71,0 см<sup>2</sup> (68,3; 59,6-78,6). По результатам теста Шапиро-Уилка установлено, что распределения значений эффективной площади импланта нормально ( $p=0,682$ ). Эффективная площадь импланта в раннем послеоперационном периоде у исследуемой группы пациентов представлена в таблице 16.

**Таблица 16. Эффективная площадь импланта в раннем послеоперационном периоде.**

Тип хирургического лечения	Эффективная площадь импланта в раннем послеоперационном периоде, см <sup>2</sup>			
	min	max	M±m	Me [25-75%]
Паховая лапароскопическая герниопластика	37,5	116,0	71,0±24,2	68,3 [59,6-78,6]

На основании МСКТ исследования через 2 года выявлено, что эффективная площадь импланта у пациентов после выполнения паховой лапароскопической герниопластики составила 63,5 см<sup>2</sup> (62,6; 46,4-74,4). По результатам теста Шапиро-Уилка установлено, что распределения значений эффективной площади импланта нормально ( $p=0,811$ ). Эффективная площадь импланта через 2 года у исследуемой группы пациентов представлена в таблице 17.

**Таблица 17. Эффективная площадь импланта через 2 года.**

Тип хирургического лечения	Эффективная площадь импланта через 2 года, см <sup>2</sup>			
	min	max	M±m	Me [25-75%]
Паховая лапароскопическая герниопластика	27,5	102,0	63,5±23,8	62,6 [46,4-74,4]

Произведен сравнительный анализ эффективной площади импланта на 3-5 сутки и через 2 года после лапароскопической паховой герниопластики (данные представлены в таблице 18). Показатели сравнивались при помощи Т-критерия Стьюдента для парных зависимых выборок. При анализе выявлено, что

эффективная площадь импланта через 2 года после операции статистически значимо меньше эффективной площади импланта на 3-5 день после операции ( $p < 0,001$ ).

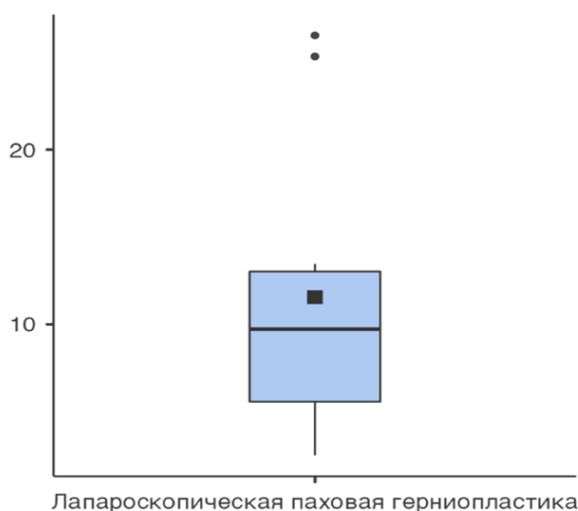
**Таблица 18. Эффективная площадь импланта на 3-5 сутки и через 2 года после операции.**

Тип хирургического лечения	Эффективная площадь на 3-5 сутки, см <sup>2</sup>	Эффективная площадь через 2 года, см <sup>2</sup>
	Me [25-75%]	Me [25-75%]
Паховая лапароскопическая герниопластика	68,3 [59,6-78,6]	62,6 [46,4-74,4]

Получены данные о сморщивании эндопротеза в течение 2 лет после выполнения лапароскопической паховой герниопластики по данным МСКТ. Процент сморщивания составил 11,6% (9,7; 5,6-13,0). Согласно тесту Шапиро-Уилка рассчитано, что распределения значений процента сморщивания импланта по данным МСКТ нормально  $p = 0,067$ . Результаты предоставлены в таблице 19 и на рисунке 32.

**Таблица 19. Процент сморщивания импланта через 2 года после операции относительно раннего послеоперационного периода.**

Тип хирургического лечения	Процент сморщивания импланта, %			
	min	max	M $\pm$ m	Me [25-75%]
Паховая лапароскопическая герниопластика	2,5	26,5	11,6 $\pm$ 8,3	9,7 [5,6-13,0]



**Рисунок 32. Диаграмма. Процент сморщивания импланта через 2 года после паховой лапароскопической герниопластики относительно раннего послеоперационного периода.**

При сравнении данных о сморщивании импланта в группе пациентов после выполнения паховой лапароскопической герниопластики через 3 месяца и через 2 года после операции относительно раннего послеоперационного периода получены следующие данные (таблица 20).

**Таблица 20. Процент сморщивания импланта через 3 месяца и 2 года после паховой лапароскопической герниопластики относительно раннего послеоперационного периода.**

Паховая лапароскопическая герниопластика	Процент сморщивания импланта, %	
	M±m	Me [25-75%]
МСКТ через 3 месяца	8,9±10,2	6,4 [1,9-10,5]
МСКТ через 2 года	11,6±8,3	9,7 [5,6-13,0]

Таким образом, на основании статистического анализа, выявлено, что для группы пациентов после выполнения паховой лапароскопической герниопластики сохраняется тенденция к сморщиванию импланта через 2 года после проведения операции. Однако полученные значения свидетельствуют о том, что процент сморщивания импланта начиная от 3 месяца после операции и заканчивая сроком в 2 года минимален и не приводит к формированию рецидивов.

### 3.6 Результаты экспериментальной части исследования

Эксперимент был выполнен с целью доказательства или опровержения корректности измерений врачом-рентгенологом площади сетчатого титанового импланта по данным МСКТ органов брюшной полости.

В процессе проведения эксперимента у 10 туш животных были произведены замеры СТИ в организме и по данным МСКТ.

Площадь импланта в организме при выполнении герниопластики белой линии живота составила 141,0 см<sup>2</sup> (142,0; 140,0-142,0), при выполнении паховой герниопластики – 94,8 см<sup>2</sup> (95,2; 94,7-95,3).

Согласно тесту Шапиро-Уилка рассчитано, что распределения значений площади импланта в организме в группах нормально: при выполнении герниопластики белой линии живота  $p=0,204$ ; при выполнении паховой герниопластики  $p=0,403$ . Данные площади СТИ на основании измерений в организме предоставлены в таблице 21.

**Таблица 21. Площадь импланта на основании измерений в организме туши животного.**

Группы	Площадь импланта в организме, см <sup>2</sup>			
	min	max	M±m	Me [25-75%]
Герниопластика белой линии живота	137,0	143,0	141,0±2,2	142,0 [140,0-142,0]
Паховая герниопластика	91,3	97,3	94,8±2,2	95,2 [94,7-95,3]

Площадь импланта по данным МСКТ при выполнении герниопластики белой линии живота составила 141,0 см<sup>2</sup> (140,0; 140,0-142,0), при выполнении паховой герниопластики – 94,3 см<sup>2</sup> (94,2; 93,1-94,3).

Согласно тесту Шапиро-Уилка рассчитано, что распределения значений площади импланта в организме в группах нормально: при выполнении герниопластики белой линии живота  $p=0,346$ ; при выполнении паховой герниопластики  $p=0,232$ . Площадь СТИ на основании данных МСКТ предоставлена в таблице 22.

**Таблица 22. Площадь импланта на основании данных МСКТ.**

Группы	Площадь импланта по данным МСКТ, см <sup>2</sup>			
	min	max	M±m	Me [25-75%]
Герниопластика белой линии живота	139,0	144,0	141,0±1,88	140,0 [140,0-142,0]
Паховая герниопластика	92,8	97,3	94,3±1,78	94,2 [93,1-94,3]

Сопоставление полученных данных проводилось с использованием Т-критерия Стьюдента для парных зависимых выборок.

При анализе всех групп с использованием Т-критерия Стьюдента для парных зависимых выборок выявлено, что площадь импланта, рассчитанная на основании замеров в организме и на основании замеров по данным МСКТ статистически значимо не отличается ( $p=0,896$ ). Дополнительно, с использованием Т-критерия Стьюдента для парных зависимых выборок, произведен расчет для каждой группы, подтвердивший, что статистически значимого расхождения площади СТИ не выявлено: при выполнении герниопластики белой линии живота  $p=0,852$ ; при выполнении паховой герниопластики  $p=0,763$ .

В процессе проведения эксперимента было выявлено, что плотность эндопротеза в неживом организме ниже, чем плотность в живом организме на 3 день после операции. Для более четкой визуализации импланта по данным МСКТ, после построения изображения согласно описанной методики, потребовался дополнительный подбор окна просмотра. Определено, что при анализе имплантов в тушах свиней, наиболее четко титановый имплант визуализируется в легочном окне для просмотра изображений. Описанные трудности в визуализации импланта по данным МСКТ не повлияли на возможности его измерения во время проведения эксперимента.

Для уточнения полученных результатов о плотности импланта было выполнено 3 МСКТ исследования пациентам после паховой лапароскопической герниопластики в течение 60 минут после окончания хирургического лечения. Получены данные о том, что плотность эндопротеза сразу после выполнения хирургического лечения и на 3 день после операции у живого организма не отличаются – эндопротез четко визуализируется по данным МСКТ.

Сделан вывод о том, что меньшая рентгеноконтрастность сетчатых имплантов в тушах свиней, в отличие от живого человека, обусловлена отсутствием осаждения белков крови на поверхности материала с последующей миграцией фибробластов, что является первым сигналом ответной реакции организма на внедрение инородного агента.

Таким образом, на основании проведенного эксперимента, подтверждено утверждение о том, что измерение площади импланта по данным МСКТ, согласно разработанной методике, статистически достоверно и соответствует реальным размерам импланта в организме.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С увеличением количества хирургических вмешательств растет и число формирования грыж передней брюшной стенки. В большинстве случаев данное заболевание развивается у взрослого населения и влияет не только на качество жизни, но и на трудоспособность.

Ежегодно в Российской Федерации выполняется порядка 200000 герниопластик. На данный момент существует более 600 видов разработанных видов хирургического лечения грыж передней брюшной стенки. Такое количество вариантов операций связано не только с распространенностью данного заболевания, но и с тем, что до сих пор не решена проблема контроля качества проводимого лечения, связанного с развитием рецидивов грыж, процент которых колеблется от 2,3% до 20%. Наиболее важной и нерешенной проблемой, согласно мнению хирургического сообщества, является сокращение площади (сморщивание) импланта с течением времени за счет редукции синтетического материала, что, в свою очередь, представляет собой основную причину рецидивов грыж передней брюшной стенки.

В 2011 г. в Российской Федерации разработан и запатентован новый вид сетчатого протеза, полностью состоящего из титановых нитей. К плюсам применения сетчатого титанового импланта относят слабое развитие асептического воспаления в месте установки эндопротеза, отсутствие выраженной воспалительной реакции на инородное тело, что, в свою очередь, влияет на меньшую степень их сморщивания.

На данный момент лучевые методы диагностики широко применяются в герниологии как на дооперационном, так и в послеоперационном периодах. Использование титановых эндопротезов, с учетом их рентгенопозитивности, открыло дополнительные возможности в оценке их состояния методом МСКТ. Данный метод лучевой диагностики может способствовать выбору более предпочтительной тактики хирургического лечения, более достоверной оценке

положения и степени сморщивания эндопротезов и, тем самым, раннему предотвращению рецидивов, что не представлялось возможным ранее.

На данный момент не опубликовано ни одной работы с оценкой позиционирования титанового импланта после проведения протезирующей герниопластики на достаточной выборке пациентов в зависимости от типа проводимой операции на основании методов лучевой диагностики. Стремление к оптимизации оценки состояния титановых сетчатых имплантов при лечении грыж передней брюшной стенки обусловило выполнение данной работы. Представленная работа по оценке возможностей мультиспиральной компьютерной томографии для контроля позиционирования сетчатого титанового эндопротеза при лечении грыж передней брюшной стенки является первой в своем роде и, как следствие, своевременной и актуальной.

Целью исследования являлось изучение возможностей использования МСКТ для контроля качества хирургического лечения грыж передней брюшной стенки с применением сетчатого титанового импланта. Для достижения указанной цели были поставлены и успешно решены следующие задачи:

- Разработать и экспериментально установить достоверность алгоритма оценки площади сетчатого титанового импланта по данным МСКТ при хирургическом лечении грыж передней брюшной стенки;
- Разработать критерии качества позиционирования сетчатого титанового импланта по данным МСКТ при хирургическом лечении грыж передней брюшной стенки;
- Провести сравнительный анализ диагностических возможностей УЗИ и МСКТ в оценке позиционирования титановых сетчатых имплантов при хирургическом лечении грыж передней брюшной стенки.

В клинической части исследования в период с 2017 по 2021 гг. на базе ФГБНУ «ЦКБ РАН» были выполнены и интерпретированы компьютерно-томографические и ультразвуковые исследования, проанализированы истории болезни 104 пациентов. Суммарно выполнено и проанализировано 259 КТ-исследований органов брюшной полости, 208 ультразвуковых исследований.

Всего в исследование вошло 104 пациента, из них 83 мужчины (80%) и 21 женщина (20%).

Для определения динамики размеров импланта на основании данных МСКТ органов брюшной полости в зависимости от типа диагностируемой грыжи и вида выполненного хирургического вмешательства все пациенты были разделены на группы.

В первую группу вошли пациенты с выполненной протезирующей паховой лапароскопической герниопластикой (54 пациента, 52% от общего числа пациентов) из них – 49 мужчин, 5 женщин со средним возрастом  $59,2 \pm 14,4$  лет.

Во вторую группу вошли пациенты с выполненной протезирующей паховой герниопластикой по Лихтенштейну (36 пациентов, 35% от общего числа пациентов) из них – 29 мужчин, 7 женщин со средним возрастом  $64,7 \pm 13,7$  лет.

Во третью группу вошли пациенты с выполненной протезирующей пластикой послеоперационной вентральной грыжи (14 пациентов, 13% от общего числа пациентов) из них – 5 мужчин, 9 женщин со средним возрастом  $59,1 \pm 12,1$  лет.

Изначально всем пациентам исследуемых групп были выполнены дооперационные лучевые обследования с целью определения размеров грыжевого дефекта. Для всех групп исследуемых пациентов расчет размеров грыжевого дефекта осуществлялся на основании данных предоперационного ультразвукового или компьютерно-томографического исследования (МСКТ выполнялась при необходимости более детальной оценки грыжи и органов брюшной полости).

Ультразвуковое исследование на всех этапах проведения исследования проводилось на кушетке в положении лежа на спине при спокойном дыхании и при проведении пробы Вальсальвы. Исследование выполнялось на УЗ-сканере Voluson E8 Expert GE с использованием линейного датчика ML 6-15 (6-15 mHz) в серо-шкальном В-режиме. Дополнительные УЗ-режимы (цветовое доплеровское картирование) использовались избирательно в случае

необходимости, например, при наличии ущемленной грыжи для оценки жизнеспособности грыжевого содержимого.

Для решения поставленных в исследовании задач была разработана схема описания протокола УЗ-исследования мягких тканей у всех пациентов исследуемых групп, которая включала:

- 1) характеристику УЗ-сканера и датчика;
- 2) характеристику условий визуализации;
- 3) непосредственное описание и характеристики грыжи:
  - локализация грыжевого дефекта;
  - характеристики пахового кольца при паховой грыже (расширено, не расширено);
  - описание грыжевых ворот с указанием размеров (см);
  - размеры грыжевого мешка (см);
  - содержимое грыжевого мешка (вовлечение органов); вправимость; наличие или отсутствие данных за ущемление (при необходимости - оценка их жизнеспособности);
  - реакция на проведение пробы Вальсальвы (наличие или отсутствие продвижения грыжевого содержимого через грыжевые ворота в грыжевой мешок);
- 4) описание изменений органов брюшной полости при их наличии;
- 5) описание наличия или отсутствия свободной жидкости в брюшной полости;
- 6) описание изменений окружающих мягких тканей.

Неудовлетворительные условия визуализации (повышенное количество внутрипросветного кишечного содержимого; артефакты от полых органов; избыточная масса тела пациента) по данным ультразвукового исследования, необходимость более детальной оценки грыжи и органов брюшной полости были определены суммарно у 31 пациента из 104 (29,8%): для групп 1 и 2 - 21 пациент из 90 (23,3%), для группы 3 - 10 пациентов из 14 (71,4%). Таким образом в 29,8% случаев для более детальной оценки грыжи и органов брюшной полости было выполнено МСКТ исследование органов брюшной полости. МСКТ

показала свою эффективность в определении характеристик грыжи ПБС. Факторы, влияющие на условия визуализации по данным УЗИ, не сказываются на диагностических возможностях метода МСКТ.

МСКТ органов брюшной полости на всех этапах исследования проводилась без внутривенного контрастного усиления в стандартном положении: лежа на спине с поднятыми руками. Для исключения возможности искажения полученных изображений за счет артефактов обследование выполнялось при глубокой задержке дыхания.

В период с 2017 по 2018 год был использован компьютерный томограф Siemens Somatom Sensation 40. С 2019 года по настоящее время используется компьютерный томограф Philips Ingenuity Core 64 с комплектующими.

Для стандартизации проведения исследования МСКТ для всех пациентов выполнялась с одинаковыми параметрами: шаг спирали – 1,5 мм, зона сканирования от уровня 12 грудного позвонка (Th12) до уровня ветвей седалищных костей. Полученные данные обрабатывались с последующим построением мультипланарных (MPR) реконструкций.

Для детальной оценки грыжи ПБС, ее составляющих и органов брюшной полости, в рамках дооперационного обследования пациентов, был разработан алгоритм описания протокола МСКТ исследования органов брюшной полости, который включал в себя следующие характеристики:

1) непосредственное описание и характеристики грыжи:

- локализация грыжевого дефекта;
- размеры грыжевых ворот с указанием поперечного и кранио-каудального размеров (см) с указанием площади (см<sup>2</sup>);
- размеры грыжевого мешка с указанием поперечного, передне-заднего и кранио-каудального размеров (см);
- содержимое грыжевого мешка (вовлечение органов); наличие или отсутствие данных за ущемление;
- характеристика мышц передней брюшной стенки (толщина, расхождение);

2) описание органов брюшной полости (брюшинная полость, забрюшинное пространство):

- печень с указанием положения, размеров, границ и структуры; описанием внутри- и внепеченочных желчных протоков; измерением ширины воротной вены;

- желчный пузырь с указанием положения; наличием или отсутствием рентгеноконтрастных конкрементов в просвете; измерением ширины общего желчного протока;

- поджелудочная железа с указанием формы, положения и структуры; описанием главного панкреатического протока и парапанкреатической клетчатки;

- селезенка с указанием положения, размеров и структуры; измерением ширины селезеночной вены;

- почки с указанием локализации и размеров; описательной характеристики полостных систем и мочеточников; наличием или отсутствием рентгеноконтрастных конкрементов;

- надпочечники с указанием расположения, формы;

- характеристики аорты на видимом протяжении;

- наличие или отсутствие свободной жидкости, лимфаденопатии брюшной полости;

- описание костной системы, визуализируемых отделов легочной паренхимы;

- описание дополнительных находок (отклонений от нормы).

Площадь используемого сетчатого импланта рассчитывалась на основании данных медицинской документации.

Послеоперационная оценка результатов проводилась с помощью мультиспиральной компьютерной томографии и ультразвукового исследования. Всем пациентам исследуемых групп после выполнения хирургического вмешательства было проведено МСКТ исследование органов брюшной полости на 3-5 сутки от момента операции и через 3 месяца после операции (2

исследования на одного пациента; суммарно 208 МСКТ исследований). Дополнительно всем пациентам исследуемых групп было проведено УЗИ мягких тканей (уровень установленного импланта) на 3-5 сутки от момента операции (суммарно 104 исследования). 20 пациентам было выполнено МСКТ исследование через 2 года после выполнения герниопластики (20 исследований).

С учетом поставленной задачи исследования, в рамках уточнения диагностических возможностей метода в оценке позиционирования СТИ у пациентов после проведения протезирующей герниопластики, был разработан и сформулирован протокол описания УЗ-исследования мягких тканей в раннем послеоперационном периоде, который включал:

- 1) характеристику УЗ-сканера и датчика;
- 2) характеристику условий визуализации;
- 3) наличие или отсутствие грыжевого дефекта;
- 4) визуализация и структура сетчатого титанового импланта:
  - визуализация (да, нет), эхогенность;
  - толщина;
  - наличие или отсутствие визуализации ячеек и их размер;
  - ход импланта;
  - наличие или отсутствие деформации импланта;
- 5) оценка эхогенности и толщины апоневроза при отсутствии визуализации структуры импланта;
- 6) визуализация точек крепления импланта: да/нет; локализация; количество;
- 7) описание выявленных (при их наличии) послеоперационных осложнений:
  - отграниченные жидкостные скопления (серома, гематома) с указанием размеров (см), структуры, эхогенности, локализации;
- 8) описание послеоперационных изменений мягких тканей на уровне хирургического вмешательства (отек, инфильтрация);
- 9) описание изменений органов брюшной полости при их наличии.

Для измерения размеров и площади протезов на основании данных МСКТ, с учетом их строения и расположения в организме, была разработана и успешно

применена отдельная методика. На рабочей станции врача, полученные в трех плоскостях (аксиальной, коронарной, сагиттальной) изображения, были выровнены по осям относительно визуализируемого рентгенопозитивного сетчатого импланта с построением дополнительной проекции максимальной интенсивности (MIP) толщиной до 25 мм.

На основании полученных изображений производилось измерение размеров сетчатых имплантов во фронтальной плоскости:

- 1) Замер кранио-каудального размера (длина) при помощи инструмента «линейка» в сантиметрах: измерение трех размеров – в центральных отделах сетки и два размера в латеральных отделах. Из полученных измерений выводилось среднее арифметическое значение;
- 2) Замер поперечного размера по аналогичной формуле.

В дальнейшем, на основании полученных результатов, производился расчет эффективной площади сетчатого титанового импланта (площадь покрытия имплантом передней брюшной стенки с учетом его деформации при установке в организм пациента).

У пациентов с грыжами ПБС после проведения им герниопластики с использованием СТИ, с учетом рентгенопозитивности импланта, в рамках поставленных задач был разработан и сформулирован протокол описания МСКТ исследования органов брюшной полости в раннем послеоперационном периоде:

- 1) непосредственное описание и характеристики сетчатого титанового импланта:
  - локализация: левый или правый паховые каналы, белая линия живота;
  - полное или неполное покрытие ушитого грыжевого дефекта/пахового канала;
  - наличие или отсутствие нарушения целостности СТИ;
  - описание средних арифметических значений поперечного и кранио-каудального размеров сетки (см) с указанием площади (см<sup>2</sup>);
- 2) описание выявленных (при их наличии) послеоперационных осложнений:
  - отграниченные жидкостные скопления (серома) с указанием размеров (см), структуры, плотности по шкале Хаунсфилда (HU), локализации;

- отграниченные гиперденсивные включения (гематома) с указанием размеров (см), структуры, плотности (НУ), локализации;

3) описание реактивных и послеоперационных изменений на уровне хирургического вмешательства:

- реактивная регионарная/паховая лимфаденопатия;

- наличие уплотнения жировой клетчатки на уровне хирургического вмешательства;

- наличие и количественная характеристика пузырьков воздуха по ходу СТИ и в окружающих тканях; наличие свободного газа в брюшной полости (пневмоперитонеум) с измерением толщины слоя в положении исследования над правой долей печени;

4) описание органов брюшной полости (брюшинная полость, забрюшинное пространство):

- печень с указанием положения, размеров, границ и структуры; описанием внутри- и внепеченочных желчных протоков; измерением ширины воротной вены;

- желчный пузырь с указанием положения; наличием или отсутствием рентгеноконтрастных конкрементов в просвете; измерением ширины общего желчного протока;

- поджелудочная железа с указанием формы, положения и структуры; описанием главного панкреатического протока и парапанкреатической клетчатки;

- селезенка с указанием положения, размеров и структуры; измерением ширины селезеночной вены;

- почки с указанием локализации и размеров; описательной характеристики полостных систем и мочеточников; наличием или отсутствием рентгеноконтрастных конкрементов;

- надпочечники с указанием расположения, формы;

- характеристики аорты на видимом протяжении;

- наличие или отсутствие свободной жидкости, лимфоаденопатии брюшной полости;
- описание костной системы, визуализируемых отделов легочной паренхимы;
- описание дополнительных находок (отклонений от нормы).

Реактивные и послеоперационные изменения не требовали лечения и трактовались как классическое течение послеоперационного периода у пациентов после проведения герниопластики. Сведения о выявленных ранних местных послеоперационных осложнениях передавалась лечащему врачу, который в совокупности с клинико-лабораторными данными, определял их класс Clavien-Dindo. В дальнейшем решался вопрос о необходимости проведения динамического контроля, дообследования (УЗИ, МРТ, МСКТ органов брюшной полости с внутривенным контрастированием и т.д.).

Для решения поставленных задач, в рамках динамического контроля позиционирования импланта, были выделены необходимые параметры для определения по данным МСКТ. Разработанный протокол описания МСКТ исследования органов брюшной полости через 3 месяца после проведения хирургического вмешательства включал:

- 1) описание и характеристики сетчатого титанового импланта:
  - локализация: левый или правый паховые каналы, белая линия живота;
  - полное или неполное покрытие ушитого грыжевого дефекта/пахового канала;
  - наличие или отсутствие нарушения целостности СТИ;
  - миграция протеза при ее выявлении;
  - описание средних арифметических значений поперечного и кранио-каудального размеров сетки (см) с указанием площади (см<sup>2</sup>) в сравнении с данными предыдущего исследования (указание размеров и площади обоих исследований);
- 2) сохранение или разрешение выявленных ранее реактивных и послеоперационных изменений;

3) описание органов брюшной полости (брюшинная полость, забрюшинное пространство), костной системы, визуализируемых отделов легочной паренхимы, дополнительных находок (отклонений от нормы).

Для оценки динамики размеров импланта в отсроченном послеоперационном периоде 20 пациентам после проведения паховой лапароскопической герниопластики было выполнено МСКТ исследование через 2 года после проведения операции. Разработанная схема описания протокола МСКТ исследования органов брюшной полости через 2 года после проведения хирургического вмешательства включала в себя описание характеристик импланта и органов брюшной полости:

- 1) описание и характеристики сетчатого титанового импланта:
  - локализация: левый или правый паховые каналы;
  - полное или неполное покрытие ушитого грыжевого дефекта/пахового канала;
  - наличие или отсутствие нарушения целостности СТИ;
  - миграция протеза при ее выявлении;
  - описание средних арифметических значений поперечного и кранио-каудального размеров сетки (см) с указанием площади (см<sup>2</sup>) в сравнении с данными предыдущего исследования (указание размеров и площади обоих исследований);
- 2) описание органов брюшной полости (брюшинная полость, забрюшинное пространство), костной системы, визуализируемых отделов легочной паренхимы, дополнительных находок (отклонений от нормы).

Для динамики размеров импланта и его поведения в исследуемых группах пациентов, на основании данных выполненных МСКТ исследований был отобран ряд показателей:

- 1) среднее арифметическое значение поперечного размера (см) СТИ в раннем послеоперационном периоде;
- 2) среднее арифметическое значение длины (см) СТИ в раннем послеоперационном периоде;

- 3) эффективная площадь СТИ в раннем послеоперационном периоде (см<sup>2</sup>);
- 4) среднее арифметическое значение поперечного размера (см) СТИ через 3 месяца после проведения хирургического вмешательства;
- 5) среднее арифметическое значение длины (см) СТИ через 3 месяца после проведения хирургического вмешательства;
- 6) эффективная площадь СТИ через 3 месяца после проведения хирургического вмешательства (см<sup>2</sup>).

Полученные значения в дальнейшем использованы для анализа статистических данных о динамике размеров импланта в организме пациента с течением времени и для разработки методов оценки качества проведенного хирургического лечения.

На основании лучевого обследования получены данные о том, что площадь грыжевого дефекта у исследуемых групп пациентов статистически значимо не отличается между собой: при паховой лапароскопической герниопластике (группа 1) - 12,6 см<sup>2</sup>, при проведении паховой герниопластики по Лихтенштейну (группа 2) - 10,6 см<sup>2</sup>, при проведении пластики ПОВГ (группа 3) – 8,2 см<sup>2</sup>.

Данные о дооперационной площади импланта свидетельствуют о том, что при выполнении лапароскопической герниопластики, с учетом техники операции и сложности доступа к зоне интереса, врачам-хирургам приходится использовать сетчатый титановый имплант больших размеров, нежели чем при открытом типе хирургического лечения грыж ПБС. Площадь используемого сетчатого титанового импланта при проведении хирургического лечения в группе 1 составила 150,0 см<sup>2</sup>, в группе 2 – 66,0 см<sup>2</sup>, а в группе 3 – 83,0 см<sup>2</sup>.

Произведен анализ возможности использования УЗИ в оценке позиционирования титанового импланта в раннем послеоперационном периоде. Получены данные о том, что дифференцировка сетчатых титановых эндопротезов от окружающих тканей у исследуемых групп пациентов по данным УЗИ затруднена. УЗИ в послеоперационном периоде не дает возможность достоверно оценить структуру и ход сетчатого титанового импланта и, тем более, его размеры, позиционирование и площадь.

Произведен сравнительный анализ эффективности использования УЗИ и МСКТ в выявлении ранних местных послеоперационных осложнений у пациентов после выполнения герниопластики с использованием СТИ. Чувствительность и специфичность УЗИ в выявлении ранних местных послеоперационных осложнений у пациентов после проведения герниопластики с использованием титановых сетчатых имплантов составляют 62,5% и 97,9% соответственно. Общая диагностическая точность УЗИ составила 95,2%. Чувствительность и специфичность МСКТ в выявлении ранних местных послеоперационных осложнений у пациентов после проведения герниопластики с использованием титановых сетчатых имплантов составляют 100,0% и 97,9% соответственно. Общая диагностическая точность МСКТ составила 98,1%.

Полученные данные свидетельствуют о более высокой эффективности МСКТ в выявлении ранних местных послеоперационных осложнений для групп пациентов после протезирующей герниопластики с использованием СТИ в сравнении с данными УЗИ.

На основании данных МСКТ, выполнено вычисление эффективного процента площади импланта. Эффективный процент площади импланта через 3 месяца относительно дооперационных измерений в группе 1 составил 32,9%, в группе 2 – 52,2%, а в группе 3 – 45,4%. Отмечено, что площадь эффективного покрытия передней брюшной стенки имплантом существенно меньше, относительно дооперационной площади импланта. Данные изменения обусловлены тем, что во время хирургической манипуляции, за счет особенностей расположения и фиксации эндопротеза и связанной с этим деформации, не достигается полное расправление импланта. Полученные данные сопоставимы с описанными в литературе значениями меньшей эффективной площади полипропиленовых протезов относительно дооперационных данных. Таким образом существенных отличий в полученных значениях эффективной площади для титановых и полипропиленовых имплантов не выявлено, данные показатели связаны не с материалом, из которого изготовлен протез, а с техникой выполнения хирургического лечения.

Впервые на достаточной выборке пациентов получены данные о сморщивании титановых эндопротезов в организме через 3 месяца после выполнения протезирующей герниопластики по данным МСКТ для трех разных видов операций: паховая лапароскопическая герниопластика, паховая герниопластика по Лихтенштейну, пластика послеоперационной вентральной грыжи. При анализе КТ-изображений, полученных через 3 месяца после операции выявлено, что процент уменьшения размеров для титановых эндопротезов относительно данных раннего послеоперационного периода при паховой лапароскопической герниопластике составил 6,4%, при паховой герниопластике по Лихтенштейну – 5,9%, а при пластике ПОВГ - 6,8%. При анализе полученных данных определено, что процент сморщивания импланта в течение трех месяцев после выполнения хирургического лечения по данным МСКТ в зависимости от вида операции статистически значимо не отличается между собой.

Для подтверждения корректности позиционирования импланта был разработан критерий качества. С учетом необходимой площадки для установки импланта (отступ по краям грыжевого дефекта) минимум в 2,5 см принято, что эффективная площадь импланта через 3 месяца после операции должна быть больше изначальной площади грыжевого дефекта суммарно с необходимой площадкой. Соответственно за критерий удовлетворительного позиционирования импланта было принято утверждение:  $S_4 \geq S_6$  (где  $S_4$  - эффективная площадь импланта через 3 месяца после операции,  $S_6$  - необходимая эффективная площадь импланта). Исходя из полученных статистических данных показана эффективность методики расчета площади СТИ в оценке позиционирования по данным МСКТ для определения качества проведенного хирургического лечения. Получены значения о соблюдении необходимой площадки при установке импланта, с учетом его сморщивания в течение трех месяцев после герниопластики, для исследуемых групп пациентов.

При статистическом анализе данных о сморщивании протеза через 2 года после операции для группы пациентов после проведения паховой

лапароскопической герниопластики (n=20) выявлено, что тенденция к сморщиванию импланта через 2 года после проведения операции сохраняется. Однако полученные значения свидетельствуют о том, что процент сморщивания импланта начиная от 3 месяца после операции и заканчивая сроком в 2 года минимален и не приводит к формированию рецидивов.

С целью доказательства или опровержения корректности измерений врачом-рентгенологом площади сетчатого титанового импланта по данным МСКТ органов брюшной полости была проведена экспериментальная часть исследования. Эксперимент состоял из нескольких этапов:

- Измерение размеров сетчатого импланта на дооперационном этапе с расчетом его площади;
- Проведение герниопластики на 10 тушах свиней (убой произведен поставщиком за два часа до проведения эксперимента): 5 паховых герниопластик, 5 пластик белой линии живота;
- Проведение МСКТ исследования тушам свиней;
- Вскрытие туш свиней с измерением фактического размера сетчатого импланта в организме для расчета его площади;
- Сравнительный анализ полученных данных.

На основании проведенного эксперимента были рассчитаны показатели фактической площади импланта в организме и площади импланта по данным МСКТ. При анализе полученных данных статистически значимого расхождения площади СТИ при измерениях в организме с использованием сантиметровой ленты и по данным МСКТ не выявлено. В проведенном эксперименте доказана достоверность разработанного и применяемого метода оценки позиционирования сетчатого титанового импланта на основе расчета его площади по данным МСКТ органов брюшной полости. Таким образом, разработанный и апробированный протокол сканирования и интерпретации КТ-исследований пациентов после выполнения протезирующей герниопластики с использованием сетчатого титанового эндопротеза может быть применен в

практике рентгенодиагностических отделений для оценки качества проведенного лечения.

Разработан рекомендуемый алгоритм действий в рамках контроля качества проведенной герниопластики и прогнозирования риска формирования рецидивов по данным лучевых исследований (рисунок 31).

При установленном диагнозе или подозрении на наличие грыжи передней брюшной стенки в рамках первого этапа предоперационной подготовки выполняется ультразвуковое исследование. При необходимости более детальной оценки грыжевого дефекта, содержимого и органов брюшной полости, в рамках второго этапа предоперационной подготовки, проводится КТ-исследование органов брюшной полости без внутривенного контрастирования с определением размеров грыжевых ворот, грыжевого содержимого, выявлением сопутствующей патологии у пациента.

На основании полученных данных о размерах грыжевого дефекта и содержимого грыжи, а также, с учетом наличия или отсутствия сопутствующей патологии органов брюшной полости, врачом-хирургом решается вопрос о способе хирургического лечения грыжи ПБС.

По результатам исследования получены данные о возможности оценки позиционирования и строения СТИ на основании данных МСКТ и более высокой чувствительности и специфичности данного метода в сравнении с УЗИ в выявлении ранних местных послеоперационных осложнений (3-5 сутки после проведения операции). Таким образом в раннем послеоперационном периоде рекомендовано проводить МСКТ исследование органов брюшной полости.

При некорректном позиционировании импланта по данным МСКТ рекомендовано проведение повторной операции для предотвращения развития рецидива, так как проведение повторной операции до формирования фиброза и соединительной ткани сопряжено с меньшей травматизацией у пациента. При выявлении послеоперационных осложнений (серома, гематома), с учетом клиничко-лабораторных данных, проводится их купирование. При типичных изменениях, связанных с проведением хирургического лечения, таких как

пневмоперитонеум, подкожная эмфизема, следовое количество жидкости в плевральных полостях и брюшной полости пациент может быть выписан из стационара.

В дальнейшем проводится КТ-контроль через 3 месяца после выполнения герниопластики, на основании данных которого проводится оценка контроля качества проведенного хирургического лечения с учетом полученных стандартных значений сморщивания импланта: при паховой лапароскопической герниопластике - 6,4%; после выполнения паховой герниопластики по Лихтенштейну – 5,9%; после пластики послеоперационных вентральных грыж - 6,8%. Дополнительно проводится расчет эффективной площади импланта относительно изначальной площади грыжевого дефекта суммарно с необходимой площадкой (разработанный критерий качества позиционирования импланта).

При пограничном значении сморщивания с сохранением необходимой площади импланта по данным МСКТ пациенту рекомендовано динамическое наблюдение. При выраженном сморщивании импланта и/или снижении его необходимой площади рекомендовано повторное хирургическое лечение. В случае сморщивания менее стандартных значений с сохранением необходимой площади импланта данный случай лечения считается законченным, развитие рецидива маловероятно.

## **ВЫВОДЫ**

1. Разработан алгоритм оценки площади сетчатого титанового эндопротеза по данным МСКТ при хирургическом лечении грыж передней брюшной стенки и экспериментальным путем установлена его достоверность ( $p=0,896$ ): выполнение МСКТ органов брюшной полости без внутривенного контрастирования от уровня Th12 позвонка по ветви седалищных костей с последующим построением проекции максимальной интенсивности (MIP) толщиной до 25 мм с измерением трех кранио-каудальных и трех поперечных размеров импланта с вычислением их средних арифметических значений и расчетом площади.

2. Критерии качества позиционирования сетчатого титанового импланта по данным МСКТ при хирургическом лечении грыж передней брюшной стенки, включают в себя площадь, процент сморщивания сетчатого титанового импланта через 3 месяца после операции и сопоставление полученных значений с дооперационной площадью грыжевого дефекта. Эмпирически установлено, что процент сморщивания титановых имплантов через 3 месяца после операции по данным МСКТ не должен превышать 6,4% от первоначальных значений при паховой лапароскопической герниопластике; 5,9% - при паховой герниопластике по Лихтенштейну; 6,8% - при пластике послеоперационных вентральных грыж. Эффективная площадь импланта по данным МСКТ должна быть больше или равна значениям необходимой площади покрытия передней брюшной стенки имплантом, рассчитанной на основании дооперационного лучевого обследования.

3. При хирургическом лечении грыж передней брюшной стенки с использованием титановых сетчатых имплантов диагностические возможности МСКТ в сравнении с данными УЗИ в 29,8% случаев позволили улучшить результаты предоперационного планирования за счет более детальной оценки грыжевых ворот и содержимого.

4. В послеоперационном периоде МСКТ дает возможность оценить позиционирование, строение и изменение размеров сетчатого титанового импланта с течением времени, выявить послеоперационные осложнения. Показатели диагностической эффективности в выявлении ранних местных послеоперационных осложнений у пациентов после проведения герниопластики с использованием титановых сетчатых имплантов составляют при УЗИ: чувствительность - 62,5%, специфичность - 97,9%; при МСКТ: чувствительность - 100,0%, специфичность - 97,9%.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. По результатам проделанной работы для выбора тактики хирургического лечения, корректного подбора сетчатого протеза с целью предотвращения миграции и, как следствие, возникновения рецидивов, прогнозирования течения раннего послеоперационного периода и выявления сопутствующей патологии у пациентов рекомендовано выполнять дооперационное УЗИ исследование в совокупности с КТ-исследованием органов брюшной полости без внутривенного контрастирования для оценки грыж передней брюшной стенки и органов брюшной полости.

2. В протокол описания МСКТ исследования на дооперационном этапе рекомендовано включать:

- непосредственное описание и характеристики грыжи ПБС: локализация грыжевого дефекта; размеры грыжевых ворот с указанием поперечного и кранио-каудального размеров (см) с указанием площади (см<sup>2</sup>); размеры грыжевого мешка с указанием поперечного, передне-заднего и кранио-каудального размеров (см); содержимое грыжевого мешка (вовлечение органов); наличие или отсутствие данных за ущемление; характеристику мышц передней брюшной стенки (толщина, расхождение);

- описание органов брюшной полости (брюшинная полость, забрюшинное пространство), костной системы, визуализируемых отделов легочной паренхимы, дополнительных находок (отклонений от нормы).

3. Пациентам с проведенной протезирующей герниопластикой с использованием сетчатого титанового эндопротеза рекомендовано выполнение МСКТ исследования в раннем послеоперационном периоде (3-5 дней от момента операции) и через 3 месяца после проведения хирургического лечения. МСКТ исследование рекомендовано проводить без внутривенного контрастирования при глубокой задержке дыхания пациентом с использованием следующих параметров: шаг спирали не более 1,5 мм, зона сканирования от уровня 12 грудного позвонка (Th12) до уровня ветвей седалищных костей.

4. Полученные данные рекомендовано обрабатывать с последующим построением MPR реконструкций с дальнейшим выравниванием по осям относительно визуализируемого титанового сетчатого импланта с построением дополнительной MIP проекции толщиной до 25 мм. Измерение сетчатого титанового импланта для достоверности получаемой эффективной площади необходимо проводить по схеме:

- замер кранио-каудального размера: измерение трех размеров – в центральных отделах сетки и два размера в латеральных отделах с выведением среднего арифметического значения;

- замер поперечного размера: измерение трех размеров – в центральных отделах сетки и два размера в краниальных и каудальных отделах с выведением среднего арифметического значения.

5. В протокол описания МСКТ исследования в ранний послеоперационный период рекомендовано включать:

- описание и характеристики сетчатого титанового импланта: локализация; полное или неполное покрытие ушитого грыжевого дефекта/пахового канала; наличие или отсутствие нарушения целостности СТИ; описание средних арифметических значений поперечного и кранио-каудального размеров сетки (см) с указанием площади (см<sup>2</sup>);

- описание выявленных (при их наличии) послеоперационных осложнений;

- описание реактивных и послеоперационных изменений на уровне хирургического вмешательства;

- описание органов брюшной полости (брюшинная полость, забрюшинное пространство), костной системы, визуализируемых отделов легочной паренхимы, дополнительных находок (отклонений от нормы).

6. В протокол описания МСКТ исследования в поздний послеоперационный период рекомендовано включать:

- описание и характеристики сетчатого титанового импланта: локализация; полное или неполное покрытие ушитого грыжевого дефекта/пахового канала;

наличие или отсутствие нарушения целостности СТИ; миграция протеза при ее выявлении; описание средних арифметических значений поперечного и кранио-каудального размеров сетки (см) с указанием площади (см<sup>2</sup>) в сравнении с данными предыдущего исследования (указание размеров и площади обоих исследований);

- сохранение или разрешение выявленных ранее реактивных и послеоперационных изменений;

- описание органов брюшной полости (брюшинная полость, забрюшинное пространство), костной системы, визуализируемых отделов легочной паренхимы, дополнительных находок (отклонений от нормы).

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Азимов Р.Х., Аль-Арики М.К.М., Ахмедов Т.З., Тархани М.К.М. Титановые сетчатые импланты в герниологии // Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова. - 2019. - №12. - С. 126-131.
2. Акиев Р. М., Атаев А. Г., Багненко С. С., Труфанов Г.Е. [и др.]. Лучевая диагностика: учебник. - Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью издательская группа «ГЭОТАР-Медиа». - 2015. - С. 54-64.
3. Аль-Арики М.К., Азимов Р.Х., Курбанов Ф.С., Чиников М.А., Ахмедов Т.З. [и др.]. Отдаленные результаты использования имплантов из титановой нити при лечении грыж передней брюшной стенки // Московский хирургический журнал. - 2020. - Т. 2. - №72. - С. 5-11.
4. Багненко С.С., Грищенков А.С., Ефимцев А.Ю., Труфанов Г.Е. [и др.]. МРТ. Органы живота: руководство для врачей. - Москва: Общество с ограниченной ответственностью издательская группа «ГЭОТАР-Медиа». - 2019. - С. 8-10.
5. Белоконев В.И., Пономарева Ю.В., Пушкин С.Ю., Ковалева З.В. [и др.]. Передняя протезирующая герниопластика комбинированным способом при больших и гигантских вентральных грыжах // Хирургия. – №5. – 2018. – С. 45-50.
6. Брамбс Х-Ю. Лучевая диагностика. Желудочно-кишечный тракт, 3-е издание. - М.: МЕДпресс-информ. - 2020. - С. 224-227.
7. Васильев А.Ю., Курлович М.В., Лубашев Я.А. Ультразвуковое исследование высокого разрешения в дифференциальной диагностике злокачественных образований кожи и подкожной клетчатки // Радиология - практика. - 2015. - №6 (54). - С. 15-24.
8. Вебер Э., Виленски Д.А., Кармайкл С.У., Ли К.С. Лучевая анатомия. Атлас с иллюстрациями Неттера // пер. с англ. – М.: Издательство Панфилова, 2020. – С. 226-229.

9. Винник Ю.С., Петрушко С.И., Портнягин Е.В., Мичуров Е.И., Назарьянц Ю.А., Репина Е.В., Галушко П.Ю. Ультразвуковое исследование зоны пластики грыжи живота в оценке ранних послеоперационных осложнений // Трудный пациент. - 2021. - 19 (5). - С. 38-42.

10. Вэбб У.Р., Брант У.Э., Мэйджор Н.М. Компьютерная томография: грудь живот и таз, опорно-двигательный аппарат. - М.: ГЭОТАР-Медиа. - 2018. - С. 191-212.

11. Гаврилов С.Г., Сон Д.А., Чуриков Д.А., Ефремова О.И., Шуляк Г.Д. Ультразвуковая геометрия синтетических эндопротезов после трансабдоминальной преперитонеальной герниопластики паховой грыжи // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. - 2020. - №1. - С. 53-60.

12. Деговцов Е.Н., Колядко П.В. Серомы как осложнение хирургического лечения послеоперационных грыж передней брюшной стенки с использованием сетчатых имплантов: современное состояние проблемы // Новости хирургии. - 2018. - Т. 26. - №1. - С. 96-102.

13. Егоров А.А., Донченко Н.С., Лайпанов Б.К., Кошелев Э.Г. [и др.]. Роль компьютерной томографии в диагностике редко встречаемых тазовых грыж на примере ущемленной грыжи запирающего канала: случай из практики с обзором литературы // Клиническая практика. - 2019. - 10 (3). - С. 91-96.

14. Жариков А.Н., Лубянский В.Г., Гладышева Е.К., Скиба Е.А. [и др.]. Протезирующая герниопластика с использованием бактериальной наноцеллюлозы: экспериментальное исследование // Журнал имени академика Б.В. Петровского. - 2018. - Т. 6. - №2. - С. 59–66.

15. Журавлев В. П., Казакова А.В., Казанцев А.А. Применение шовного материала титанелл при хирургическом лечении хронического генерализованного пародонтита // Медицинская наука и образование Урала. – 2015. - №1. – С. 79-82.

16. Зорин Я.П., Бойцова М.Г., Карлова Н.А., Шабров А.В. Современные возможности ультразвуковой визуализации грыжевых образований брюшной стенки // Медицинский академический журнал. - 2018. - Т. 18. - №1. - С. 94-100.

17. Иванов Д.О., Полякова Е.В., Рязанов В.В., Труфанов Г.Е. [и др.]. Практическая ультразвуковая диагностика. Руководство для врачей в 5 томах. - Москва: Общество с ограниченной ответственностью издательская группа «ГЭОТАР-Медиа». - 2017. - С. 10-12.

18. Илясова Е.Б., Приезжева В.Н., Чехонацкая М.Л. Лучевая диагностика. 2-е издание, переработанное и дополненное. - М.: ГЭОТАР-Медиа. - 2021. - С. 183-194.

19. Ищенко А.И., Александров Л.С., Ищенко А.А. [и др.]. Хирургическая коррекция опущения передней стенки влагалища и шейки матки при помощи сетчатых титановых имплантатов // Вестник Российской академии медицинских наук. - 2020. - Т. 75. - №1. - С. 18-26.

20. Казанцев А.А., Паршиков В.В., Шемятовский К.А., Алехин А.И. [и др.]. Титансодержащие сетчатые эндопротезы как перспективная группа имплантатов для пластики брюшной стенки // Хирургия. – 4. – 2016. – С. 86-95.

21. Казанцев А.А., Туляков С.С., Алехин А.И., Хонинов Б.В. [и др.]. Перспективы использования полифиламентного титанового шовного материала в травматологии // РМЖ. - 2017. - №8. - С. 533-538.

22. Кармазановский Г.Г. Томографические исследования с контрастным усилением как реальный инструмент получения объективной информации в условиях строжайшей экономии // Лучевая диагностика и терапия. - 2016. - №1. - С. 5-12.

23. Кармазановский Г.Г., Степанова Ю.А., Багненко С.С. [и др.]. Лучевая диагностика и терапия в гастроэнтерологии. Национальное руководство по лучевой диагностике и терапии. - М.: ГЭОТАР-Медиа. - 2014. - С. 95-126.

24. Кармазановский Г.Г., Шимановский Н.Л. Контрастные средства для лучевой диагностики. 2-е издание, переработанное и дополненное. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022. - С. 24-37.

25. Королюк И.П., Линденбрaten Л.Д. Лучевая диагностика: Учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство БИНОМ, 2013. – С. 78-88.

26. Кулаков А.А., Бадалян В.А., Степанян З.А., Брутян В.А., Апоян А.А. Осложнения при проведении направленной костной регенерации с применением мембраны на основе титановой нити «Титановый шелк» // Стоматология. – 2020. - Т. 99. - №6. - С. 28-32.

27. Курмансеитова Л.И., Кулезнева Ю.В. Ультразвуковое исследование в выборе хирургической тактики лечения двухсторонних паховых грыж // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. – 2010. - Т. 5. - №2. – С. 108-113.

28. Лежнев Д.А., Гильфанов Ю.Ш., Иванова И.В., Сангаева Л.М. Возможности мультисрезовой компьютерной томографии в диагностике колита // Consilium Medicum. – 2018. – Т. 20. – № 8. – С. 14-16.

29. Лесников С.М., Павленко В.В., Подолужный В.И., Постников Д.Г. [и др.]. Современная концепция генеза и лечения грыж паховой области (обзор литературы) // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. - 2019. - №1 (68). - С. 61-73.

30. Лин Ю.С., Эскотт Э.Дж., Гарг К.Д., Блейхер Э.Г., Александер Д. Дифференциальный диагноз при КТ и МРТ. - М.: Медицинская литература, 2017. - С. 237-243.

31. Линденбратен Л.Д., Королюк И.П. Медицинская радиология (основы лучевой диагностики и лучевой терапии): Учебник. - 2-е изд., перераб. И доп. - М.: Медицина, 2000. - С. 92-101.

32. Лукьянченко А.Б., Сеницын В.Е., Панов В.О. Абдоминальная радиология в онкологии: новые возможности в свете прогресса компьютерной и магнитно-резонансной томографии // Вестник рентгенологии и радиологии. - 2016. - Т. 97. - №2. - С. 118-124.

33. Мардонов Б.А., Исаков А.М., Бахриев Б.Л., Курбаниязова А.З. Клинико-инструментальная характеристика послеоперационных вентральных грыж в выборе оптимального способа пластики // Достижения науки и образования. - 2020. - №1 (55). - С. 54-60.

34. Маткевич Е.И., Сеницын В.Е., Зеликман М.И. [и др.]. Основные направления снижения дозы облучения пациентов при компьютерной томографии // Российский электронный журнал лучевой диагностики. - 2018. - Т. 8. - №3. - С. 60-73.
35. Меллер Т.Б., Райф Э. Атлас секционной анатомии человека. Том II. Внутренние органы. - М.: МЕДпресс-информ. - 2022. - С. 85-89.
36. Меллер Т.Б., Райф Э. Норма при КТ- и МРТ-исследованиях. -2-е изд. - М.: МЕДпресс-информ. - 2008. - С. 76-79.
37. Никитаев Н.С., Кармазановский Г.Г., Адамян А.А., Гогия Б.Ш., Колганова И.П. Грыжи брюшной стенки – КТ-диагностика // Медицинская визуализация. - №3. - 2005. - С. 76-82.
38. Никитаев Н.С., Кармазановский Г.Г., Гогия Б.Ш., Колганова И.П. КТ-оценка состояния брюшной стенки после герниопластики у больных с послеоперационными вентральными грыжами // Медицинская визуализация. - №4. - 2005. - С. 84-89.
39. Никитин П.А., Нуднов Н.В., Знаменский И.А., Азимов Р.Х., Карпова А.А., Аверин Е.Е. Мультиспиральная компьютерная томография в оценке сморщивания титанового импланта при протезирующей герниопластике // Вестник рентгенологии и радиологии. - 2021г. - Т. 102. - №6 - С. 377-382.
40. Никитин П.А., Нуднов Н.В., Знаменский И.А., Азимов Р.Х., Кудрявцев А.Д., Мошкова Е.Н. Мультисрезовая компьютерная томография в контроле качества проведенной протезирующей паховой герниопластики титановым имплантатом в раннем послеоперационном периоде // Трудный пациент. - 2022 г. - 20 (1). - С. 58–62.
41. Никитин П.А., Нуднов Н.В., Знаменский И.А., Азимов Р.Х., Харина Д.С., Кудрявцев А.Д. Оценка корректности измерения площади титановых сетчатых имплантов по данным МСКТ с использованием экспериментальной модели // Глобальные проблемы современности. - 2022 г. - №1. - Т.3. - С. 59-63.
42. Никитин П.А., Солодкий В.А., Нуднов Н.В., Знаменский И.А., Кондаков А.К., Кудрявцев А.Д. Роль мультиспиральной компьютерной

томографии в оценке площади титанового импланта при протезирующей герниопластике // Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии. - 2021 г. - Т. 21. - №3. - С. 114-127.

43. Никонова М.Э., Шария М.А., Федотенков И.С., Терновой С.К. Мультиспиральная компьютерная и магнитно-резонансная томография. - Москва: Издательство Практика. - 2015. - С. 267-291.

44. Новицкая В.С., Михайлов А.Н., Смотрин С.М. Ультразвуковая диагностика в хирургии паховых грыж // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. - 2020. - Т. 18, - №2. - С. 180-186.

45. Ооржак О.В., Шост С.Ю., Мозес В.Г., Мозес К.Б., Павленко В.В. Паховые грыжи - эпидемиология, факторы риска, методы лечения (обзор литературы) // Acta biomedica scientifica. - 2021. - Vol. 6. - №4. - P. 230-242.

46. Пантелеев В.С., Заварухин В.А., Погорелова М.П. Использование ультразвука при удалении инфицированных сетчатых имплантов после герниопластики // Медицинский вестник Башкортостана. - 2018. - №2 (74). - С. 24-28.

47. Паршиков В.В., Миронов А.А., Казанцев А.А., Алехин А.И. Спаечный процесс в брюшной полости после ненатяжной пластики ультралегкими синтетическими и титансодержащими эндопротезами // Современные технологии в медицине. - 2017. - Т. 9. - №3. - С. 45-54.

48. Паскалов Ю.С., Ботезату А.А., Райляну Р.И., Бурлак В.А. Особенности эхоскопических параметров мышечно-апоневротических структур у больных паховой грыжей // Вестник приднестровского университета. - 2019. - №2 (62). - С. 6-16.

49. Петренко Д.Г., Сипливый В.А., Петренко Г.Д., Гузь А.Г., Менкус Б.В. Роль компьютерной томографии в формировании дифференциального подхода к лечению пациентов с большими и гигантскими вентральными грыжами // ВІСНИК ВДНЗУ «Українська медична стоматологічна академія». – 2013. - Том 13. - Випуск 1(41). – С. 146-148.

50. Прокоп М. Спиральная и многослойная компьютерная томография: Учебное пособие: в 2 т. - М.: МЕДпресс-информ. - 2006-2007. С. 412-416.
51. Ринкк П.А. Магнитный резонанс в медицине. Основной учебник Европейского форума по магнитному резонансу. - М.: ГЭОТАР-МЕД, 2003. - С. 2-3.
52. Рогожина Ю.С., Блохина С.И., Бимбас Е.С. Хирургическая тактика устранения сложных вариантов врожденной расщелины неба // Проблемы стоматологии. – 2020. - Том 16. - №1. - С. 121-126.
53. Ростовцев М. В., Литвиненко И.В., Пронькина Е. В. [и др.]. КТ-диагностика тонко-толстокишечной инвагинации. Клиническое наблюдение // Медицинская визуализация. – 2019. – Т. 23. – № 1. – С. 38-42.
54. Рубцова Н.А., Левшакова А.В., Пешков А.О. [и др.]. Компьютерная и магнитно-резонансная томография в диагностике перитонеального карциноматоза // Лучевая диагностика и терапия. – 2019. – №2 (10). – С. 32-41.
55. Руммени Э.Й., Раймер П., Хайндель В. Магнитно-резонансная томография тела. - М.: МЕДпресс-информ. - 2017. - С. 113-128.
56. Салехов С.А., Андриевский А.Н., Бага Д.К., Корабельников А.И., Акмишев М.М. Безнатяжительная герниопластика послеоперационных вентральных грыж местными тканями // Международный журнал медицины и психологии. – 2019. - Том 2. - №3. - С. 142-146.
57. Сеницын В. Е., Комарова М.А., Мершина Е.А. Структурированные протоколы описания в лучевой диагностике // Вестник рентгенологии и радиологии. - 2014. - №6. - С. 47-52.
58. Смирнов А.А., Трунин Е.М., Дыдыкин С.С., Васильев Ю.Л. [и др.]. Компьютерная томография, прямое 3D-сканирование и 3D-моделирование как методики точной оценки анатомии и геометрических характеристик пахового промежутка // Оперативная хирургия и клиническая анатомия. - 2021. - Т.5 (1). - С. 49-68.

59. Терновой С. К. Лучевые методы в неотложной медицине // Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского. - 2017. - Т. 6. - №1. - С. 8-12.

60. Терновой С.К., Абдураимов А.Б., Бахтиозин Р.Ф., Блинов Н.Н. [и др.]. Основы лучевой диагностики и терапии: Национальное руководство. - Москва: Общество с ограниченной ответственностью издательская группа «ГЭОТАР-Медиа». - 2013. - С. 121-154.

61. Терновой С.К., Васильев А.Ю., Сеницын В.Е. Лучевая диагностика и терапия в двух томах для студентов медицинских вузов. - Москва: Медицина, 2008. - С. 25-67.

62. Тимербулатов В.М., Тимербулатов Ш.В., Тимербулатов М.В. Классификация хирургических осложнений // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. - 2018. - №9. - С. 61-65.

63. Толкачев К. С., Щербатых А. В., Соколова С. В., Шмаков Д. А. Визуализация тканей передней брюшной стенки при послеоперационных вентральных грыжах // Сибирское медицинское обозрение. - 2017. - №3. - С. 89-94.

64. Троян В.Н., Васильев А.Ю., Крюков Е.В. [и др.]. Ультразвуковое исследование высокого разрешения в дифференциальной диагностике злокачественных образований кожи и подкожной клетчатки // Военно-медицинский журнал. - 2017. - Т. 338. - №7. - С. 31-35.

65. Труфанов Г.Е. Алексеев К.Н., Атаев А.Г., Акиев Р.М. Лучевая диагностика. 3-е издание, переработанное и дополненное. - М.: ГЭОТАР-Медиа. - 2021. - С. 20-41.

66. Труфанов Г.Е., Алексеев К.Н., Багненко С.С., Бойков И.В. [и др.]. Путеводитель по лучевой диагностике органов брюшной полости: атлас рентген-, УЗИ, КТ и МРТ-изображений. - Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью «Медкнига «ЭЛБИ». - 2014. - С. 87-116.

67. Труфанов Г.Е., Фокин В.А. МРТ. Органы малого таза у женщин. - М.: ГЭОТАР-Медиа. - 2021. - С. 59-62.

68. Тюрин И.Е. Лучевая диагностика в Российской Федерации // Онкологический журнал. - 2018. - Том 1. - №4. - С. 43-51.
69. Федерле М.П., Раман Ш.П. [и др]. Лучевая диагностика. Органы брюшной полости // пер. с англ. – М.: Издательство Панфилова, 2019. – С. 92-103.
70. Федерле М.П., Розадо-де-Кристенсон М.Л., Раман Ш.П. [и др]. Лучевая анатомия. Грудь, живот, таз // пер. с англ. – М.: Издательство Панфилова, 2018. – С. 484-507.
71. Федерли М.П., Раман Ш.П., Таблин М.Э. [и др]. Дифференциальная диагностика средствами визуализации. Живот и малый таз // пер. с англ. – Москва: МЕДпресс-информ, 2020. – С. 64-79.
72. Федосеев А.В., Инютин А.С., Лебедев С.Н., Шкляр В.С. Предикторы развития послеоперационных вентральных грыж и их профилактика в ургентной хирургии // Вестник медицинского института «Реавиз». - 2020. - №2. - С. 68-75.
73. Федосеев А.В., Инютин А.С., Лебедев С.Н., Шкляр В.С. Профилактика послеоперационных вентральных грыж и предикторы их образования // Хирургическая практика. - 2020. - №2 (42). - С. 50-55.
74. Федосеев А.В., Карапыш Д.В., Муравьев С.Ю. Ультразвуковое исследование и компьютерная томография, как следующая ступень в эволюции обследования больных с вентральными грыжами // Современные вопросы биомедицины. - 2019. - Т. 3 (4). - С. 38-46.
75. Федосеев А.В., Шкляр В.С., Лебедев С.Н., Инютин А.С. Магнитно-резонансная томография в диагностике предикторов рецидива вентральных грыж // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. - 2021. - Т. 29, - №4. - С. 505-512.
76. Харитонов С.В., Родоман Г.В., Харитонов С.С., Зинякова М.В., Плоткин Д.В. [и др.]. Особенности эхосемиотики раневого процесса у больных с паховыми грыжами после выполнения эндоскопической герниопластики // Эндоскопическая хирургия. - 2018. - №6. - С. 11-18.

77. Хатьков И. Е., Кулезнева Ю. В., Курмансеитова Л. И., Захарова Е. Г. Роль ультразвукового исследования в выборе хирургической тактики при паховых грыжах // Эндоскопическая хирургия. – 2010. – Т. 16. – № 3. – С. 3-5.
78. Ходаков В.В., Забродин В.В., Забродин Е.В., Васева О.Н. Ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения паховых грыж с применением сетчатых титановых эндопротезов // Уральский медицинский журнал. - 2018. - №7 (162). - С. 93-101.
79. Хофер М. Компьютерная томография. Базовое руководство. 3-е издание, перераб. и доп.: - М.: Мед.лит., 2011. - С. 11-13.
80. Хрисикопулус Х. Ошибки в лучевой диагностике. - М.: ГЭОТАР-Медиа. - 2021. - С. 47-50.
81. Чхве П.И. Лучевая диагностика заболеваний желудочно-кишечного тракта. - М.: Издательство Панфилова, 2018. - С. 473-478.
82. Шило Р.С., Могилевец Э.В., Кондричина Д.Д., Карпович В.Е. Эндоскопическая тотальная внебрюшинная герниопластика в хирургии паховых грыж // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. - №1. - 2017. - С. 110-114.
83. Шимко В.В., Сысолятин А.А. Грыжи живота: учебное пособие. - Благовещенск, Амурск. гос. мед. академия. - 2010. - С. 9-28.
84. Юдин А.Л. Торакоабдоминальная компьютерная томография. Образы и симптомы. Учебное пособие. - М.: ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздравсоцразвития России, 2012. - С. 83-87.
85. Юдин А.Л., Семенова Н.А., Афанасьева Н.И. [и др.]. Методы лучевой диагностики. - Москва: Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова. - 2020. - С. 10-34.
86. Aguirre D.A., Casola G., Sirlin C.B. Abdominal wall hernias: MDCT findings // AJR Am J Roentgenol. - 2004 Sep. - 183 (3). - P. 681-690.
87. Aguirre D.A., Santosa A.C., Casola G., Sirlin C.B. Abdominal wall hernias: imaging features, complications, and diagnostic pitfalls at multi-detector row CT // Radiographics. - Nov- Dec 2005. - 25 (6). - P. 1501-1520.

88. Ahonen-Siirtola M., Nevala T., Vironen J. [et al.]. Laparoscopic versus hybrid approach for treatment of incisional ventral hernia: a prospective randomised multicentre study, 1-year results // *Surgical Endoscopy*. – 2020. – 34. – P. 88–95.
89. Arnaudov G. Medical terminology in five languages // Ed. *Medicina et physcultura*. - Sofia, Bulgaria. – 1964. – P. 201.
90. Atmaca A. F., Hamid N., Canda A. E., Keske M., Ardicoglu A. Concurrent repair of inguinal hernias with mesh application during transperitoneal robotic-assisted radical prostatectomy: is it safe? // *Urology Journal*. – 2018. – 15 (6). – P. 381-386.
91. Aydin S., Serter A., Yildiz S., Kocakoc E. CT findings of unusual causes of acute abdomen // *Akdeniz Medical Journal*. – 2018. – 3. - P. 197-207.
92. Ballard D.H., Jammalamadaka U., Tappa K. [et al.]. 3D printing of surgical hernia meshes impregnated with contrast agents: in vitro proof of concept with imaging characteristics on computed tomography // *3D Printing in Medicine*. – 2018. – 4. – 13.
93. Beldi G., Wagner M., Bruegger L.E. [et al.]. Mesh shrinkage and pain in laparoscopic ventral hernia repair: a randomized clinical trial comparing suture versus tack mesh fixation // *Surg Endosc*. – 2011. – 25. – P. 749–755.
94. Bingener J., Kazantsev G.B., Chopra S., Schwesinger W.H. Adhesion formation after laparoscopic ventral incisional hernia repair with polypropylene mesh: a study using abdominal ultrasound // *Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons*. – 2004. – 8. – P. 127-131.
95. Branchu B., Renard Y., Larre S., Leon P. Diagnosis and treatment of inguinal hernia of the bladder: a systematic review of the past 10 years // *Turkish Journal of Urology*. – 2018. – Sep. – 44 (5). – P. 384-388.
96. Chan Chin B.M., Aakif M., Khan A.U. Post-operative abscess in inguinal hernial sac—case report of an unusual complication of perforated acute appendicitis // *Journal of Surgical Case Reports*. – 2021. – 3. – P. 1–3.

97. Chatterjee A., Ramanan R., Mukhopadhyay S. Imaging postoperative abdominal hernias: a review with a clinical perspective // *Journal of Gastrointestinal and Abdominal Radiology ISGAR*. – 2020. – 3 (suppl S1). – P. 35–48.
98. Cronin C.G., Harisinghani M.G., Catalano O., Blake M.A. Multitechnique imaging findings of prolene plug hernia repair // *AJR Am J Roentgenol*. – 2010. – Sep. - 195 (3). – P. 701-706.
99. Delaney C.P., Goldstone J., Hardacre J.M. [et al.]. *Netter's surgical anatomy and approaches*. - Elsevier. - 2018. - P. 341-389.
100. Elfanagely O., Mellia A.J., Othman S., Basta M.N. [et al.]. Computed tomography image analysis in abdominal wall reconstruction: a systematic review // *Plastic and Reconstructive Surgery - Global Open*. – Dec. 2020. – V. 8. – I. 12. – P. e3307.
101. Elkbuli A., Narvel R.I., McKenney M., Boneva D. Inguinal bladder hernia: A case report and literature review // *International Journal of Surgery Case Reports*. - 2019. - Vol. 58. - P. 208-211.
102. Emby D.J., Aoun G. CT technique for suspected anterior abdominal wall hernia // *AJR Am J Roentgenol*. - 2003 Aug. - 181 (2). – P. 431-433.
103. Federle M.P. *Expertddx. Abdomen* // 1st edition. Canada, 2009. – Section 2. – P. 12-23.
104. Federle M.P., Jeffrey R.B. *Diagnostic Imaging. Abdomen* // Second edition. Part II. Section 1. – P. 36-37.
105. Fujinaka R., Urade T., Fukuoka E., Murata K., Mii Y., Sawa H., Man-I M., Oka S., Iwatani Y., Kuroda D. Laparoscopic transabdominal preperitoneal approach for giant inguinal hernias // *Asian Journal of Surgery*. – 2019. – V.42. – I. 1. – P. 414-419.
106. Gavlin A., Kierans A.S., Chen J., Song C. [et al.]. Imaging and treatment of complications of abdominal and pelvic mesh repair // *RadioGraphics*. – 2020. – 40. – P. 432–453.
107. Goodman P., Raval B. CT of the abdominal wall // *AJR Am J Roentgenol*. - 1990 Jun. - 154 (6). - P. 1207-1211.

108. Halligan S., Parker S.G., Plumb A.A. [et al.]. Imaging complex ventral hernias, their surgical repair, and their complications // *European Radiology*. - 2018. - 28. - P. 3560-3569.

109. Hamid Y., Khattab E., Isamail A., Baioumy S. Assessment of complicated anterior abdominal wall hernia by ultrasonography and colour doppler // *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*. - 2021. - Vol. 85 (1). - P. 3007-3011.

110. Holihan J.L., Karanjawala B., Ko A., Askenasy E.P. [et al.]. Use of computed tomography in diagnosing ventral hernia recurrence: a blinded, prospective, multispecialty evaluation // *JAMA Surg*. - 2016 Jan. – 151 (1). – P. 7-13.

111. Jaffe T.A. MDCT of abdominal wall hernias: is there a role for Valsalva's maneuver? // *AJR Am J Roentgenol*. – 2005. – 184. – P. 847–851.

112. Kartal A., Atli E., Kivilcim T., Gurkan A. Migrated dual meshes causing fluid collections due to folding over on itself: a rare complication of laparoscopic hernia repair // *Journal of Surgery*. – V. 2019. – I. 02.

113. Kobazev V.E., Yadav M.K., Vasilyev A.V., Nerobeev A.I. An experimental research in mice on the «soft tissue reaction to 3 different mesh implants: Titanium silk, Parietene Progrid and Prolene» // *JPRAS Open*. – 2018. – V. 18. – P. 108-124.

114. Kroese L.F., Sneiders D., Kleinrensink G.J., Muysoms F., Lange J.F. Comparing different modalities for the diagnosis of incisional hernia: a systematic review // *Hernia*. - 2018. - №22. - P. 229-242.

115. Kumar A., Kumar N., Lal R. [et al.]. Experience of component separation technique with open posterior and endoscopic assisted laparoscopic approach in the management of large midline ventral hernias // *Journal of Medical Research and Surgery*. – 2020. – 1 (1). – P. 1-8.

116. Lacour M., Zins C.R., Casa C., Venara A. [et al.]. CT findings of complications after abdominal wall repair with prosthetic mesh // *Diagnostic and Interventional Imaging*. – 2017. – 98. – P. 517—528.

117. Laitakari K.E., Makela-Kaikkonen J.K., Paakko E. [et al.]. A prospective pilot study on MRI visibility of iron oxide-impregnated polyvinylidene fluoride mesh after ventral rectopexy // *Techniques in Coloproctology*. – 2019. – 23. – P. 633–637.

118. Langbach O., Holmedal S.H., Grandal O.J., Rokke O. Adhesions to mesh after ventral hernia mesh repair are detected by MRI but are not a cause of long term chronic abdominal pain // *Gastroenterology Research and Practice*. - V. 2016. - Article ID 2631598. - 7 pages.

119. Lassandro F., Iasiello F., Pizza N.L., Valente T. [et al.]. Abdominal hernias: radiological features // *World Journal of Gastrointestinal Endoscopy*. - 2011. - June 16. - 3 (6). - P. 110-117.

120. Lechner M., Meissnitzer M., Borhanian K., Bittner R. [et al.]. Surgical and radiological behavior of MRI-depictable mesh implants after TAPP repair: the IRONMAN study // *Hernia*. – 2019. - 23. – P. 1133–1140.

121. Lee Gi-Hyung M., Cohen Allen J. CT imaging of abdominal hernias // *AJR Am J Roentgenol*. – 1993. – Dec. - 161 (6). – P. 1209-1213.

122. Lin B. H., Vargish T., Dachman A.H. CT findings after laparoscopic repair of ventral hernia // *AJR Am J Roentgenol*. – 1999. – Feb. – 172 (2). – P. 389-392.

123. Liu S., Zhou X.X., Li L., Yu M.S., Zhang H., Zhong W.X., Ji F. Mesh migration into the sigmoid colon after inguinal hernia repair presenting as a colonic polyp: A case report and review of literature // *World Journal of Clinical Cases*. – 2018. – 6 (12). – P. 564-569.

124. Manzoor A., Mukhtar M. Comparisons of onlay versus sublay mesh fixation technique in ventral abdominal wall incisional hernia repair // *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan*. – 2019. – Vol. 29 (9). – P. 819-822.

125. Matalon S.A., Askari R., Gates J.D., Patel K., Sodickson A.D., Khurana B. Don't forget the abdominal wall: imaging spectrum of abdominal wall injuries after nonpenetrating trauma // *RadioGraphics*. – 2017. – V. 37. – №4. – P. 1218-1235.

126. Matzke G., Espil G., Dos Ramos Alferes J.P., Larranaga N., Oyarzun A., Kozima S. A. Tour of the abdominal wall: an assessment of hernias by multidetector computed tomography // *Rev Argent Radiol.* – 2017. – 81. – P. 39-49.

127. Muysoms F.E. 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 // *Surgical Endoscopy.* – 2018. – 32. – P. 2822–2830.

128. Muysoms F.E., Miserez M., Berrevoet F., Campanelli G. [et al.]. Classification of primary and incisional abdominal wall hernias // *Hernia.* – 2009. – 13. – P. 407–414.

129. Narang K., Krishan A., Pisavadia B., Wadood A., Budhoo M., Zaman S. Laparoscopic inguinal hernia repair: a rare case of colonic mesh migration. // *Ann R Coll Surg Engl.* – 2018. – Aug. – 16. – 100 (8). – P. 207-210.

130. Nardi M., Millo P., Brachet Contul R., Lorusso R, Usai A. [et al.]. Laparoscopic ventral hernia repair with composite mesh: analysis of risk factors for recurrence in 185 patients with 5 years follow-up // *International Journal of Surgery.* – 2017. – V. 40. – P. 38-44.

131. Netter F.H. Atlas of human anatomy. Seventh edition. - Elsevier. - 2018. - P. 240-259.

132. Parikh K.R., Al-Hawary M., Millet J.D., Burney R. [et al.]. Incisional hernia repair: what the radiologist needs to know // *AJR Am J Roentgenol.* – 2017. – Dec. – 209 (6). – P. 1239-1246.

133. Parkhomenko K. Yu., Vovk V. A. The role of computed tomography in optimizing the surgical treatment of ventral hernias // *Ukrainian journal of radiology and oncology.* - 2021. - 29 (1). P. 70–77.

134. Parra J.A., Revuelta S., Gallego T., Bueno J. [et al.]. Prosthetic mesh used for inguinal and ventral hernia repair: normal appearance and complications in ultrasound and CT // *The British Journal of Radiology.* – 2004. – 77. – P. 261–265.

135. Passot G., Villeneuve L., Sabbagh C., Renard Y., Regimbeau J-M. [et al.]. Definition of giant ventral hernias: development of standardization through a practice survey // *International Journal of Surgery*. – V. 28. – 2016. – P. 136-140.

136. Phillips T.J., Stella D.L., Rozen W.M. [et al.]. Abdominal wall CT angiography: a detailed account of a newly established preoperative imaging technique // *Radiology*. - Volume 249. - Number 1. - October 2008. - P. 32-44.

137. Rakic S., LeBlanc K.A. The radiologic appearance of prosthetic materials used in hernia repair and a recommended classification // *AJR Am J Roentgenol*. – 2013. – Dec. – 201 (6). – P. 1180-1183.

138. Rettenbacher T., Hollerweger A., Macheiner P. [et al.]. Abdominal wall hernias: cross-sectional imaging signs of incarceration determined with sonography // *AJR Am J Roentgenol*. – 2001. – 177. – P. 1061–1066.

139. Shemyatovsky K.A., Azimov R.H., Alekhin A.I., Kazantsev A.A., Alekhin A.A. Computed tomography options in the evaluation of hernia repair outcomes using «titanium silk» mesh implants // *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*. – 2020. – 14. – P. 684–689.

140. Tanaka E.Y., Yoo J.H., Rodriguez A.J., Utiyama E.M. [et al.]. A computerized tomography scan method for calculating the hernia sac and abdominal cavity volume in complex large incisional hernia with loss of domain // *Hernia*. – 2010. – 14. – P. 63–69.

141. Tonolini M., Ippolito S. Multidetector CT of expected findings and early postoperative complications after current techniques for ventral hernia repair // *Insights Imaging*. - 2016. – Aug. – 7 (4). – P. 541-551.

142. Trujillo C.N., Fowler A., Al-tememi M.H., Ali A., Johna S., Tessier D. Complex ventral hernias: A review of past to present // *The Permanente Journal*. – 2018. – 22: 17-015.

143. Ventosa A.R., Carneiro C., Bahia C., Soares, Afonso G. [et al.]. Abdominal wall hernias: beyond the common // *ECR*. – 2017. – P. 2137.

144. Voß S., Lösel P.D., Heuveline V., Saalfeld S., Berg Ph., Kallinowski F. Automated incisional hernia characterization by non-rigid registration of CT images –

a pilot study // *Current Directions in Biomedical Engineering*. - 2020. - Vol. 6. - №3. - P. 91-94.

145. Winters H., Knaapen L., Buyne O.R. [et al.]. Pre-operative CT scan measurements for predicting complications in patients undergoing complex ventral hernia repair using the component separation technique // *Hernia*. – 2019. – 23. – P. 347–354.

146. Zarvan N.P., Lee Jr. F. T., Yandow D.R., Unger J.S. Abdominal hernias: CT findings // *AJR Am J Roentgenol*. - 1995 Jun. - 164 (6). - P. 1391-1395.

147. Zhengzheng L., Chaoyang G., Mingtian W., Xing Yu., Ziqiang W. Diagnosis and treatment of obturator hernia: retrospective analysis of 86 clinical cases at a single institution // *BMC Surgery*. - 2021. - 21:124.