

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПЕРВЫЙ МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
И.М. СЕЧЕНОВА МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

На правах рукописи



Дибиралиев Чингизхан Джалалович

**Сравнительный анализ различных техник лазерной энуклеации
гиперплазии простаты**

3.1.13. Урология и андрология

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Безруков Евгений Алексеевич

Москва – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	14
1.1. Доброкачественная гиперплазия простаты	14
1.2. Хирургическое лечение пациентов с гиперплазией простаты	16
1.3. История развития и внедрения лазерной технологии в лечении пациентов с гиперплазией простаты.....	19
1.4. Лазерная энуклеация гиперплазии простаты	22
1.5. Внутрипузырная морцелляция ткани гиперплазии простаты	29
1.6. Техники выполнения трансуретральной резекции простаты	32
1.7. Хирургические техники выполнения лазерной энуклеации гиперплазии простаты	34
1.7.1. Трехдолевая техника лазерной энуклеации	34
1.7.2. Двухдолевая техника лазерной энуклеации	38
1.7.3. Техника лазерной энуклеации en-bloc no-touch	39
1.7.4. Техника лазерной энуклеации en-bloc с ранним апикальным освобождением	42
1.8. Послеоперационные осложнения	44
1.9. Недержание мочи после лазерной энуклеации гиперплазии простаты	47
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	50
2.1. Характеристика пациентов.....	50
2.2. Технические параметры оборудования, используемого для выполнения лазерной энуклеации гиперплазии простаты	61
2.3. Методика выполнения лазерной энуклеации гиперплазии простаты с применением различных техник.....	66
2.4. Анестезиологическое обеспечение оперативного вмешательства	70
2.5. Методы статистической обработки полученных данных	71
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	73

3.1. Влияние выбранной техники лазерной энуклеации гиперплазии простаты и исходных параметров пациента на длительность и эффективность операции	75
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕХНИКИ ЛАЗЕРНОЙ ЭНУКЛЕАЦИИ ГИПЕРПЛАЗИИ ПРОСТАТЫ	100
4.1. Предоперационные данные пациентов с гиперплазией простаты	100
4.2. Характеристика интраоперационных показателей и исходов раннего послеоперационного периода	106
4.3. Анализ интраоперационных и ранних послеоперационных осложнений	113
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	122
ВЫВОДЫ	125
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	127
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	128
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	130

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

В последние десятилетия наблюдается существенный рост доли пожилых людей в общей популяции, в том числе мужчин старше 60–65 лет. Увеличение продолжительности жизни ведёт к возрастанию заболеваемости типичными для пожилого возраста патологиями, в том числе доброкачественной гиперплазией предстательной железы (ДГПЖ). Гиперплазия простаты – одно из самых распространённых урологических заболеваний у пожилых мужчин. Например, по данным США, оно встречается примерно у 70% мужчин в возрасте 60–69 лет и у более 80% мужчин старше 70 лет [154]. Согласно глобальным оценкам, в 2019г. число случаев ДГПЖ среди мужчин ≥ 60 лет достигло 79 млн во всём мире [82].

Гиперплазия простаты существенно ухудшает качество жизни: симптомы болезни (учащённое мочеиспускание, ощущение неполного опорожнения, слабая струя и др.) ограничивают повседневную активность и могут приводить к нарушению сна и психологическому дискомфорту. Таким образом, рост продолжительности жизни и «старение» населения обуславливают значимость гиперплазии простаты как одной из ведущих проблем мужского здоровья.

Ключевым клиническим свойством гиперплазии простаты является её прогрессирующий характер. Без лечения увеличение объёма простаты почти всегда непрерывно продолжается: так, риск острой задержки мочи у мужчин с гиперплазией простаты существенно растёт с возрастом (с 3 случаев на 1000 у мужчин 40–49 лет до 34,7 на 1000 в возрасте 70–79 лет), а объём железы свыше 30 см³ ассоциирован с повышенной вероятностью прогрессирования заболевания [58].

С течением времени прогрессирующая обструкция приводит к увеличению объёма остаточной мочи, функциональной декомпенсации мочевого пузыря и может вызывать появление вторичных осложнений – например, образованию мочевого камня, инфекций или уретерогидронефроза. В совокупности данные изменения негативно сказываются на общем состоянии пациента.

Медикаментозное лечение (альфа-адреноблокаторы, ингибиторы 5-альфа-редуктазы, комбинации препаратов и др.) позволяет облегчить симптомы и несколько замедлить рост гиперплазии простаты, но обладает очевидными ограничениями. Во-первых, эффективность лекарственной терапии ограничена: многие пациенты отмечают лишь частичное улучшение и со временем все же нуждаются в оперативном вмешательстве. Во-вторых, консервативно невозможно разрешить те осложнения, которые связаны с выраженной обструкцией: остаточная моча в значительных объёмах, рецидивирующие инфекции, камни мочевого пузыря служат абсолютными показаниями к хирургическому лечению [118].

Консервативное лечение не устраняет риск острой задержки мочи и не предотвращают развития структурных изменений в мочевыводящей системе, в то же время хирургическое лечение эффективно устраняет обструктивный компонент. Следовательно, несмотря на развитие медикаментозной терапии, ведущим методом лечения тяжелых форм гиперплазии простаты остаётся хирургическое вмешательство.

Эндоскопическая лазерная энуклеация гиперплазии простаты рассматривается как «золотой стандарт» хирургического лечения. Так, ряд крупных клинических исследований и международных рекомендаций подчёркивает преимущество лазерной энуклеации перед традиционной трансуретральной резекцией простаты (ТУРП) и открытой аденомэктомией. Современная литература указывает, что лазерная энуклеация стала «новым золотым стандартом» эндоскопического лечения пациентов с гиперплазией простаты, независимо от размеров железы [65]. На основании проведенных рандомизированных исследований ведущие ассоциации урологов включили лазерную энуклеацию гиперплазии простаты в свои клинические рекомендации как предпочтительный подход при объёмах гиперплазии простаты любой величины [117].

За годы использования лазерной энуклеации разработан ряд техник выполнения операции. Изначально лазерная энуклеация выполнялась по классической трехдолевой схеме: продольными разрезами отделялась средняя доля

аденомы, затем поочередно – боковые доли гиперплазии простаты. Также была широко применена модификация с двухдолевой поэтапной энуклеацией. В последующие годы были описаны техники энуклеации аденомы, выполняемые единым блоком – так называемая en-bloc энуклеация гиперплазии простаты.

Успех эндоскопической энуклеации в значительной мере зависит от опыта хирурга и соблюдения ряда технических требований. Ключевая задача – найти верный слой между аденомой и капсулой простаты и обеспечить радикальное удаление ткани. Для этого важно контролировать глубину разреза (избегать слишком поверхностных разрезов, чтобы не оставить ткань гиперплазии, и слишком глубоких, чтобы не вызвать перфорацию капсулы и кровотечение), а также тщательно коагулировать крупные сосуды во время диссекции. Сохранение целостности сфинктера во время апикальной диссекции – одна из самых ключевых задач хирурга. Кроме того, при больших объёмах простаты или после предыдущих операций анатомия может быть искажена, что требует специальных приёмов выделения тканей и усиленного контроля кровотечения. Все эти аспекты отражают сложность процедуры.

Отсутствие единого протокола выполнения лазерной энуклеации, разнообразие модификаций и зависимость результатов от индивидуального опыта хирурга подчеркивают необходимость систематизации данных, сравнительного анализа техник и разработки критериев выбора техники в зависимости от анатомических особенностей пациента.

Степень разработанности темы исследования

В настоящее время существует достаточное количество техник лазерной энуклеации гиперплазии простаты. Однако, учитывая многообразие существующих методик, выбор оптимальной из них является сложной задачей для специалиста. В рамках представленной диссертационной работы удалось ответить на основные вопросы, касающиеся повышения эффективности лечения пациентов с гиперплазией простаты. Выполненная работа носит прикладной характер –

проведен сравнительный анализ, оптимизация и совершенствование существующих оперативных техник лазерной энуклеации. В этой связи тема научного исследования по комплексному изучению применяемых методик у пациентов с гиперплазией простаты крайне актуальна и имеет большую практическую значимость.

Цель и задачи исследования

Цель исследования – повысить эффективность лечения пациентов с гиперплазией простаты путем сравнительного анализа, оптимизации и совершенствования существующих оперативных техник лазерной энуклеации.

Задачи исследования:

1. Провести сравнительный анализ эффективности и безопасности различных техник лазерной энуклеации гиперплазии простаты;
2. Оценить влияние различных техник лазерной энуклеации на длительность оперативного вмешательства;
3. Проанализировать частоту возникновения интраоперационных и послеоперационных осложнений при применении различных техник лазерной энуклеации.

Научная новизна

Впервые осуществлен сравнительный анализ эффективности и безопасности различных существующих техник лазерной энуклеации гиперплазии простаты. Изучено, каким образом выбор техники лазерной энуклеации влияет на длительности оперативного вмешательства. Произведена оценка влияния различных существующих техник лазерной энуклеации на частоту возникновения интраоперационных и послеоперационных осложнений.

Теоретическая и практическая значимость работы

Полученные в ходе работы данные об эффективности и безопасности применения различных техник лазерной энуклеации гиперплазии простаты, позволяют повысить эффективность и безопасность лечения пациентов с гиперплазией простаты, уменьшить время пребывания больных в стационаре и улучшить их качество жизни в послеоперационном периоде.

Это исследование не только собирает данные, но и закладывает основу для сравнения методов, уточняя, как именно оценивать их безопасность и результат. Важно и то, что оно включает качество жизни пациента в число ключевых критериев успеха лечения, открывая новые направления для научной работы.

Методология и методы исследования

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы IBM SPSS Statistics 26.0. Для проверки характера распределения количественных переменных во всех группах наблюдения применяли критерий Колмогорова-Смирнова.

В ходе описательного анализа качественные признаки представляли в виде абсолютных значений и относительных частот (в процентах). Количественные признаки при нормальном распределении описывали с помощью среднего арифметического (M) и стандартного отклонения (SD), а при отсутствии нормального распределения — в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха ($Q_{25}; Q_{75}$).

Для сравнения трёх групп по количественным признакам в зависимости от типа распределения использовали:

- параметрический однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с критерием Шеффе — при нормальном распределении;

- непараметрический критерий Краскела-Уоллиса с последующим попарным сравнением по критерию Манна-Уитни — при отклонении от нормального распределения.

Сравнение групп по качественным (категориальным) признакам выполняли с помощью критерия χ^2 Пирсона. В случаях, когда ожидаемая частота в ячейках таблицы сопряжённости была менее 5, применяли точный критерий Фишера. При проведении множественных сравнений для коррекции уровня значимости использовали поправку Бонферрони. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$. При попарном сравнении трёх групп поправка Бонферрони устанавливала скорректированный порог значимости на уровне $p < 0,017$.

Силу и направление корреляционной связи между количественными показателями оценивали с помощью:

- коэффициента корреляции Пирсона — для переменных с нормальным распределением;
- коэффициента ранговой корреляции Спирмена — при отсутствии нормального распределения.

Для анализа взаимосвязей между категориальными переменными использовали критерий V Крамера, интерпретация силы связи которого проводилась согласно общепринятой шкале (от "несущественной" при $V < 0,1$ до «очень сильной» при $V \geq 0,8$).

Для моделирования и прогнозирования зависимостей между количественными переменными применяли метод линейного регрессионного анализа.

Личный вклад автора

Автор принимал непосредственное участие на всех этапах работы: от планирования дизайна исследования и анализа научной литературы до клинической и аналитической деятельности.

В рамках клинической части автор ассистировал при выполнении операций лазерной энуклеации простаты у пациентов, включённых в исследование. Также лично осуществлял сбор и анализ предоперационных данных: проводил клинико-анамнестическое обследование, физикальный осмотр с пальцевым ректальным исследованием, интерпретировал результаты лабораторных (анализы крови, мочи, ПСА, посевы) и инструментальных (УЗИ почек, мочевого пузыря и трансректальное УЗИ простаты) исследований. Автор вёл послеоперационное наблюдение за пациентами.

На аналитическом этапе автор самостоятельно провёл статистическую обработку данных современными методами и выполнил комплексное сравнительное исследование эффективности и безопасности трёх хирургических техник: двухдолевой, en-bloc и total en-bloc.

Результаты работы были представлены автором в научных публикациях и докладах на конференциях.

Положения, выносимые на защиту

1) Все три техники лазерной энуклеации гиперплазии простаты (двухдолевая, en-bloc и total en-bloc) позволяют эффективно и безопасно устранить симптомы нижних мочевых путей, улучшить уродинамические показатели, возникающие в связи с инфравезикальной обструкцией, вызванной гиперплазией простаты;

2) Использование методики total en-bloc при эндоскопической лазерной энуклеации обеспечивает сокращение длительности собственно этапа энуклеации, что, в свою очередь, уменьшает общее время оперативного вмешательства в сравнении с техниками двухдолевой и классической en-bloc энуклеации;

3) Снижение частоты раннего послеоперационного стрессового недержания мочи при лазерной энуклеации гиперплазии простаты достигается за счёт применения техники total en-bloc, которая минимизирует повреждение шейки мочевого пузыря и наружного сфинктера;

4) Лазерная энуклеации гиперплазии простаты с использованием техники total en-bloc, благодаря улучшенной визуализации зоны устьев мочеточников в момент диссекции аденоматозной ткани от шейки мочевого пузыря позволяет снизить риск интраоперационного повреждения устьев мочеточников.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 3.1.13. Урология и андрология. Результаты диссертационной работы соответствуют пункту 2 – «Разработка и усовершенствование методов диагностики и профилактики урологических и андрологических заболеваний направлений исследований».

Степень достоверности и апробация результатов

Изложенные в диссертации научные положения, итоговые выводы и предложения носят аргументированный характер, будучи основаны на результатах теоретического анализа и экспериментальной проверки. Они соответствуют современным научным принципам, базируются на достоверных фактах и согласуются с накопленным научным знанием.

Основные положения диссертации доложены на следующих конференциях:

1) Ретро- и проспективный сравнительный анализ результатов лазерной энуклеации гиперплазии простаты при выполнении различными техниками / XXIII Конгресс Российского общества урологов (Казань, 2023).

2) Техника Total En-bloc – новая модифицированная техника лазерной энуклеации гиперплазии простаты / XXIV Конгресс Российского общества урологов (Екатеринбург, 2024).

3) Оценка влияния различных техник лазерной энуклеации гиперплазии простаты на риск развития послеоперационного стрессового недержания мочи / XXV Конгресс Российского общества урологов (Казань, 2025).

Внедрение результатов исследования в практику

Основные научные положения, выводы и рекомендации кандидатской диссертации Дибиралиева Чингизхана Джалаловича на тему «Сравнительный анализ различных техник лазерной энуклеации гиперплазии простаты» внедрены в учебный процесс Института урологии и репродуктивного здоровья человека ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Акт № 664 от 19.05.2025 г.

Основные научные положения, выводы и рекомендации кандидатской диссертации Дибиралиева Чингизхана Джалаловича на тему «Сравнительный анализ различных техник лазерной энуклеации гиперплазии простаты» внедрены в лечебный процесс урологического отделения №1 Университетской клинической больницы №2 Клинического центра ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Акт № 703 от 11.08.2025 г.

Публикации по теме диссертации

По результатам исследования автором опубликовано 6 работ, в том числе 1 научная статья в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий Сеченовского Университета / Перечень ВАК при Минобрнауки России, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук; 2 статьи в изданиях, индексируемых в международных базах Scopus и PubMed, 3 публикации в сборниках материалов всероссийских научных конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 147 страницах машинописного текста и состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и

списка литературы. Список цитируемой литературы включает 159 источников, из которых 48 отечественные и 111 зарубежные. Диссертация иллюстрирована 15 таблицами, 14 рисунками, 30 диаграммами и 4 графиками.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Доброкачественная гиперплазия простаты

Гиперплазия простаты – многофакторное заболевание, являющееся следствием разрастания периуретральной аденоматозной ткани простаты, приводящее в свою очередь к обструкции нижних мочевых путей и ухудшению качества жизни мужского населения [3, 111].

Гиперплазия простаты является одним из самых часто встречаемых заболеваний у мужчин пожилого и старческого возраста [130]. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), распространенность гиперплазии простаты среди мужского населения старше 60 лет составляет 50%, а в возрасте старше 80 лет превышает 80% [5, 6].

С постепенным старением населения и увеличением продолжительности жизни данное заболевание является актуальной медицинской и социальной проблемой.

При данном заболевании происходит доброкачественное увеличение простаты за счет неконтролируемого гиперпластического роста фиброзно-мышечной и эпителиальной тканей транзиторной зоны (ТЗ) и периуретральной области. Принято считать нормальным размером простаты 20 см³, достигаемый уже к 20-ти годам. Изучение гистологии ткани простаты в аутопсийных материалах выявили, что гистологический диагноз гиперплазия простаты у мужчин растет с каждым годом с 41% до 90%, и уже в возрасте от 51 до 60 лет у 50 % мужчин выявляются патогномичные симптомы гиперплазии простаты [67].

Несмотря на то, что гиперплазия простаты довольно часто обнаруживается при гистологическом исследовании, для урологов более важны клинические проявления этого заболевания. Морфологические характеристики гиперплазии простаты и увеличение ее размеров, обнаруживаемое при пальцевом ректальном исследовании или ультразвуковом исследовании, не всегда коррелируют с выраженностью клинической симптоматики [23].

Эта причина объясняет, почему наблюдается расхождение между распространенностью заболевания и количеством пациентов, обращающихся за медицинской помощью. Возникновение симптомов заболевания происходит медленно, пациенты привыкают к постепенному ухудшению качества их жизни. Это, в свою очередь, приводит к тому, что пациенты обращаются к урологу более поздно. При отсутствии лечения данное заболевание приводит к прогрессированию клинической симптоматики. Консервативное лечение не всегда приводит к улучшению качества мочеиспускания пациентов. Хирургическому лечению подвергаются около 30% пациентов, страдающих гиперплазией простаты [4].

Основные патофизиологические механизмы развития гиперплазии простаты связаны с гормональными изменениями, такими как увеличение уровня дигидротестостерона, и с локальным воспалительным процессом [112, 134].

Клиническая симптоматика доброкачественной гиперплазии предстательной железы включает две патогенетически различные группы расстройств: инфравезикальную обструкцию и детрузорную гиперактивность. Обструктивный синдром выражается следующими симптомами: инициальная задержка мочеиспускания, снижение максимальной скорости потока мочи, пролонгация мочеиспускания, ощущение неполной эвакуации содержимого мочевого пузыря, а также уретральный дриблинг в постмикционный период. Ирритативные симптомы: учащенное дневное и ночное мочеиспускание, urgentные позывы к мочеиспусканию, в некоторых случаях – urgentное недержание мочи. Осложнениями гиперплазии простаты могут быть: острая задержка мочи, рецидивирующие воспалительные заболевания мочевых путей, образование камней в мочевом пузыре и хронической почечной недостаточности [133, 153].

Эволюция хирургических подходов к лечению гиперплазии простаты на протяжении десятилетий привела к созданию обширного арсенала оперативных методов, каждый из которых обладает специфическими преимуществами и рядом ограничений.

1.2. Хирургическое лечение пациентов с гиперплазией простаты

Основным и наиболее эффективным методом устранения инфравезикальной обструкции у пациентов с гиперплазией простаты на данный момент остается оперативное лечение. Даже имея довольно широкое распространение и высокую эффективность консервативной терапии в лечении пациентов с клинической картиной инфравезикальной обструкции вызванной гиперплазией простаты, необходимость в оперативном лечении не снижается. Хирургические методы лечения у пациентов с второй и третьей стадиями гиперплазии простаты, позволяют с большей вероятностью добиваться уменьшения выраженности уродинамических симптомов, улучшения качества жизни, а также предотвращения и избавления от осложнений заболевания (большой объем остаточной мочи, камни мочевого пузыря, хронической почечной недостаточности) [44, 129].

Исторически первые попытки хирургического лечения пациентов с гиперплазией простаты были сделаны Marianus (1901г.) и Freyer (1909г.), описавшие в своих работах открытую аденомэктомию. Развитие малоинвазивных эндоскопических методов хирургического лечения началось в середине XX века, когда Cameron (1926г.) описал трансуретральную резекцию простаты (ТУРП), ставшую в дальнейшем «золотым стандартом». Лазерные технологии начали активно внедряться в 1990-х годах, после внедрения гольмиевого лазера (Holmium:YAG) [61, 157].

Все хирургические методы лечения подразделяются на основные группы: операции, выполняемые открытым доступом, лапароскопическим доступом и эндоскопические трансуретральные пособия. Хирургическое лечение при гиперплазии простаты направлено на устранение препятствия для отхождения мочи в простатическом отделе мочеиспускательного канала [20].

Методы хирургического лечения пациентов с гиперплазией простаты продолжают развиваться в сторону минимизации травматичности и улучшения качества жизни пациентов. Современные методы варьируются от традиционной

открытой аденомэктомии до инновационных минимально инвазивных техник, таких как лазерная энуклеация и абляция.

На протяжении длительного времени позадилоная аденомэктомия оставалась основным методом хирургического лечения пациентов с гиперплазией простаты объемом более 80 см³ [143]. Преимуществом позадилоной аденомэктомии является высокая эффективность при удалении большого объема ткани.

Позадилоная аденомэктомия имеет недостатки такие как: интраоперационное кровотечение, длительные сроки дренирования мочевого пузыря уретральным катетером, которое в свою очередь повышает риск воспалительных осложнений, относительно долгое заживление послеоперационной раны [34].

Гиперплазия простаты является распространенным заболеванием у пожилых мужчин и с возрастом у большинства мужчин увеличивается частота сопутствующих патологий, которые приводят к формированию новых интра- и послеоперационных осложнений. Это является одной из причин для изучения новых методов хирургического лечения.

Начиная с конца XX века, в клиническую практику активно внедряются эндоскопические методы хирургического лечения доброкачественной гиперплазии предстательной железы (ДГПЖ). Золотым стандартом среди них стала трансуретральная резекция простаты (ТУРП), которая по сей день остаётся наиболее распространённым оперативным вмешательством в данной области [2].

Современный эндоскопический арсенал характеризуется значительным многообразием. Он включает как различные модификации традиционной резекции (монополярная и биполярная ТУРП), так и альтернативные методики, основанные на аблации тканей (монополярная и биполярная трансуретральная вапоризация). Отдельную прогрессивную группу составляют методы энуклеации, позволяющие удалить аденоматозную ткань единым блоком. К ним относятся биполярная трансуретральная энуклеация, а также различные варианты лазерной хирургии (лазерная энуклеация, вапоризация, вапоррезекция) [35].

Трансуретральная резекция простаты по-прежнему рассматривается в качестве «золотого стандарта» хирургического лечения гиперплазии простаты, что объясняется ее прогнозируемой безопасностью, эффективностью и устойчивостью положительных отдаленных результатов.

В то же время, данное вмешательство сопряжено с определенными рисками. Суммарная частота осложнений достигает 20%, при этом летальность составляет 0,2–2,5%. К числу наиболее критичных осложнений относятся интра- и послеоперационные кровотечения (0,9–10%), риск которых возрастает на фоне антикоагулянтной терапии, и ТУР-синдром (0,1–1%). Данные обстоятельства стали важнейшим фактором, обусловившим развитие альтернативных оперативных технологий [28, 46, 69, 120, 142].

Следующим этапом в развитии хирургических методик лечения пациентов с гиперплазией простаты после ТУР простаты стало внедрение таких методик, как биполярная ТУР простаты и лазерная резекция гиперплазии простаты, которые в свою очередь демонстрируют также высокую эффективность и безопасность [25].

Применение физиологического раствора для ирригации позволяет значительно снизить риск возникновения ТУР-синдрома, что является ключевым преимуществом данных хирургических методов.

На начальных этапах внедрения эндоскопических пособий по удалению гиперплазии простаты, по мнению многих исследователей, не являлось целесообразным выполнение эндоскопических операций у пациентов с размерами простаты более 80 см³, так как с увеличением длительности операции повышается риск интраоперационных осложнений [26].

Усовершенствование эндоскопических оперативных пособий и поиск оптимального метода хирургического лечения пациентов с гиперплазией простаты все также привлекают внимание урологов. Ограничение эндоскопических пособий по объему простаты и длительности операции является поводом выполнять аденомэктомию открытым или лапароскопическим доступом [22, 24, 52].

Внедрение в хирургическую практику тканевого морцеллятора позволило широко использовать лазерные технологии для удаления ткани гиперплазии

простаты [122, 125]. Малоинвазивные оперативные пособия с использованием лазера имеют все большую популярность, нежели традиционная открытая аденомэктомия, монополярная и биполярная трансуретральные резекции.

Для оперативного лечения гиперплазии простаты применяется множество различных лазерных систем – гольмиевый (Ho:YAG) и тулиевый (Thu:YAG) лазеры на основе иттриево-алюминиевого граната, калий-титанил-фосфатный (КТР) «зелёный» лазер (GreenLight), а также диодные лазеры [17, 22].

1.3. История развития и внедрения лазерной технологии в лечении пациентов с гиперплазией простаты

Лазерные технологии стали неотъемлемой частью лечения пациентов с гиперплазией простаты благодаря своей минимальной инвазивности, низкому риску осложнений и возможности использования у пациентов с высоким риском осложнений. Эволюция лазерных технологий прошла несколько ключевых этапов.

Термин «лазер» в действительности является аббревиатурой «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation», предложенной Гордоном Гулдом в 1957 году. Эта аббревиатура расшифровывается как «усиление света посредством вынужденного излучения». Применение лазеров в медицине стало возможным благодаря фундаментальным открытиям в области квантовой физики и созданию лазера Теодором Майманом. Изобретение лазера открыла новую эру в медицине, предлагая высокоточную и минимально инвазивную технологию, применимую в различных областях клинической практики [14, 39, 83].

Альберт Эйнштейн в 1917г. первым постулировал явление чрезвычайно сфокусированных световых лучей в своей публикации по квантовой теории. Эйнштейн установил, что при взаимодействии фотона с возбуждённым атомом, энергетический уровень которого соответствует энергии этого фотона, атом переходит в основное состояние, излучая при этом второй фотон. Вновь испущенный фотон идентичен первому по частоте, фазе и направлению

распространения. Эта концепция вынужденного излучения, легла в основу при создании лазера [83].

В. А. Фабрикант в СССР ещё в 1940-х годах теоретически описал возможность индуцированного излучения и предположил усиление света при определённых условиях — до работ Гулда и Маймана [45, 84].

Работы Фабриканта, а также исследования американского физика Роберта Генри Дикка, посвящённые феномену сверхизлучения, оказали влияние на развитие идей, реализованных в первом мазере.

МАЗЕР — это устройство, предшествующее лазеру, которое работает похожим образом, но использует другой тип энергии. MASER — это аббревиатура английской фразы «Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation», что означает «усиление микроволн посредством вынужденного (или стимулированного) излучения». Разработка данной технологии была настоящим прорывом в физике. МАЗЕР был создан в 1954 году почти одновременно, независимо друг от друга двумя группами ученых, первая группа американских ученых, Чарльз Таунс и Артур Шавлов разработали в Колумбийском университете в Нью-Йорке, вторая группа советских физиков Прохоров Александр Михайлович и Басов Николай Геннадьевич, которые удостоились Нобелевской премии [18, 84, 87, 144].

В 1957 году американский физик Гордон Гулд впервые сформулировал концепцию усиления света путём стимулированного излучения и предложил термин LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) [83].

Его идея была представлена в виде личных записей, в которых он описал устройство, схему и предполагаемые области применения. Несмотря на то, что Гулд не участвовал в создании первого работающего лазера, он считается одним из авторов концепции и термина, положивших начало новой эре в квантовой электронике

В 1960 году известным американским физиком из Стэнфорда Теодором Гарольдом Мейманом был создан первый функционирующий лазер. В качестве активной среды был представлен кристалл рубина [113]. Уже в 1963 году

рубиновый лазер использовался для фотокоагуляции сетчатки, в частности при лечении диабетической ретинопатии [116].

В зависимости от того, какой «активный центр» лазера, то есть среда, в которой формируется луч, лазеры можно разделить на газовые и твердотельные. В лазерах первого поколения активным центром служили газы: азот, диоксид углерода, гелий.

Питер Сорокин и Мирек Стивенсон в 1961 году одними из первых создали неодимовый лазер использующего в качестве активной среды кристалл кальций-вольфрамата (Nd:CaWO_4), также известного как неодимовый шеелит [83, 113, 139]. Первый гелий-неоновый лазер с длиной волны 1150 нм в ближнем инфракрасном диапазоне, был разработан в 1960 г. Али Джаваном, Уильямом Беннетом и Дональдом Херриоттом. Современные гелий-неоновые лазеры имеют длину волны 633 нм. Также в 1961 г. под руководством Джозефа Эдвард Гейзика был продемонстрирован первый неодимовый лазер, который в качестве кристалла содержал вольфрамат кальция, а не иттрий-алюминий-гранат (YAG).

В урологическую практику лазеры стали активно внедряться с 1990-х годов. Неодимовый лазер на иттриевом алюминиевом гранате (Nd:YAG-лазер) использовался для коагуляции, вапоризации тканей при аденоме простаты, а также в отдельных случаях — для разрушения конкрементов. Со временем были разработаны гольмиевые и тулиевые лазеры, которые обеспечили ещё большую точность при операциях на мочеполовой системе.

Лазерная вапоризация является одной из первых лазерных методик, использованной для удаления ткани аденомы простаты. Только с появлением зеленого лазера (КТР (калий-титанил-фосфат) и LBO (литий-триборат) данная методика стала безопасной, что стало причиной для дальнейшего развития данного направления в лечении пациентов с гиперплазией простаты.

Основным принципом действия лазера на биологические ткани является поглощение хромофорами ткани фотонов (квант света), излучаемыми лазерным источником. Темп и степень нагрева ткани зависят от длины волны лазерного излучения, его мощности, времени экспозиции, оптических и тепловых свойств

ткани (включая коэффициент поглощения, теплопроводность и др.) [19]. Было создано много типов лазеров, большая часть из которых не нашли клинического применения. Потенциал лазера в медицине, особенно в хирургии, получил широкое признание благодаря его способности высокоточно рассекать ткани с минимальным кровотечением.

Развитие лазерных технологий в медицине прошло долгий путь от первых экспериментов до создания высокотехнологичных устройств, которые используются в большинстве областей медицины. Их уникальные свойства, такие как точность, минимальная травматичность и широкий спектр применения, делают лазеры одним из ключевых инструментов современной медицины.

Важной характеристикой лазеров в урологии является возможность их проводить через рабочий канал эндоскопа, для проведения вмешательств. Эта технология нашла широкое применение для эндоскопического дробления камней (литотрипсии), удаления опухолей мочевого пузыря и верхних мочевых путей, а также рассечения стриктур. Кроме того, лазерные методики были активно внедрены для решения проблем, характерных для традиционной ТУР простаты — высокой кровопотери и риска развития ТУР-синдрома [83, 159].

1.4. Лазерная энуклеация гиперплазии простаты

Эндоскопическую энуклеацию гиперплазии предстательной железы впервые описал в 1986 году доктор Ясунори Хираока (Yasunori Hiraoka). В своей работе он критиковал трансуретральную резекцию простаты (ТУРП) за недостаточную анатомичность и считал, что наиболее физиологичным способом удаления ткани гиперплазии является открытая энуклеация, выполняемая пальцем хирурга [88, 149].

Эндоскопическая энуклеация, описанная японским ученым Хираока состояла из нескольких этапов [16, 88, 149]:

- 1) глубокий циркулярный надрез в области апекса гиперплазии простаты;
- 2) рассечение тканей в области шейки мочевого пузыря;

- 3) поочередное выделение долей гиперплазии простаты по окружности, начиная энуклеацию с позиций 5 и 7 часов условного циферблата;
- 4) продолжение энуклеации долей гиперплазии по направлению к шейке мочевого пузыря, без полного выделения долей;
- 5) при помощи стандартной монополярной петли резецирование и вывод из мочевого пузыря фиксированной аденомы простаты;
- 6) коагуляция кровоточащих сосудов.

Несмотря на достигнутые успехи, методика монополярной энуклеации, предложенная доктором Хираокой, не получила широкой поддержки и признания среди медицинского и научного сообщества [43].

С появлением понимания, что лазер обладает способностью к одновременному рассечению и коагуляции тканей, его применение в различных направлениях медицины стало естественным этапом развития хирургических технологий.

Применение лазера в хирургии целого ряда заболеваний, которыми занимаются урологи, эволюционировало. В эндоскопической хирургии гиперплазии простаты, мочекаменной болезни и других заболеваний мочевой системы преобладающее большинство лечебных учреждений по всему миру полагаются на преимущества, предлагаемые лазерами по сравнению со традиционными методами. Важнейшими параметрами, отличающими лазерные процедуры, являются длина волны, тип волокна и хирургическая техника. На данный момент в клинической практике используется несколько лазеров, которые имеют свои особенности, что является причиной для споров какой из лазеров лучше для работы [104].

Внедрение лазеров для лечения пациентов с симптомами нижних мочевых путей вследствие доброкачественной гиперплазии простаты резко изменило хирургический подход к лечению пациентов. Одними из первых систематических исследований воздействия гольмиевого лазера (Ho:YAG) на биологические ткани занимались специалисты из Центра фотомедицины при Massachusetts General Hospital (MGH), Гарвардской медицинской школы [135].

Ученым по всему миру данная технология показалась перспективной и её стали активно внедрять в практическую урологию. Ученые Питер Гиллинг и Марк Фраундорфер первыми применили гольмиевый лазер в хирургии предстательной железы [105].

Новозеландский доктор в 1996г. П. Гиллинг первым разработал и продемонстрировал эндоскопическое пособие на основе применения гольмиевого лазера, HoLRP (Holmium Laser Resection of the Prostate) - гольмиевая лазерная резекция простаты. При данной методике лазерным инструментом подобно как при ТУРП электрической петлей, ткань гиперплазии простаты резецируется на небольшие фрагменты, которые в дальнейшем отмываются. Эта методика позволяет удалить только часть объема ткани гиперплазии простаты, остающаяся часть ткани гиперплазии подлежит выпариванию так же при помощи лазера. Данный фактор является недостатком этой методики, как так большая часть ткани не подлежит морфологическому исследованию. Так же недостатком данной методики является большая длительность по времени оперативного вмешательства по сравнению с ТУР простаты [40, 102].

С изобретением морцеллятора произошел сильный прогресс в применении гольмиевого лазера. Впервые морцеллятор был применен гинекологами в 1996г. Для удаления объемных соединительнотканых образований из брюшной полости. Это стало причиной созданий новой методики в хирургическом лечении гиперплазии простаты [44, 80, 92].

Способность тканевого морцеллятора измельчая ткани выводить их через канал эндоскопа, позволяет извлечь из полости мочевого пузыря целиком выделенные доли или даже выделенную всю ткань гиперплазии простаты единым блоком. Это позволило избавиться от необходимости резецирования ткани гиперплазии на мелкие фрагменты [96].

Применение гольмиевого YAG-лазера значительно повысили возможности урологов в лечении пациентов с гиперплазией простаты. С совершенствованием методов и изобретением новых оборудования спектр лечения расширился от простого выпаривания ткани до полного удаления или энуклеации долей

гиперплазии простаты. Энуклеация гиперплазии простаты гольмиевым лазером (HoLEP) в сочетании с морцеллятором представляет собой усовершенствование техники резекции. С помощью данной методики можно эффективно удалять даже очень большие железы, в лечении которых ранее применялась бы открытая аденомэктомия [93].

Существенным прогрессом в лазерной энуклеации простаты стала разработка методики выделения целых долей гиперплазии в пределах естественных плоскостей хирургической капсулы. В этом случае связка «лазерное волокно — резектоскоп» выполняет роль пальца хирурга, технически воспроизводя принцип открытой аденомэктомии. После энуклеации ткань подвергается морцелляции для удаления из мочевого пузыря. Данный подход позволил существенно сократить продолжительность операции в сравнении с трансуретральной гольмиевой лазерной резекцией простаты (HoLRP) [143].

С появлением первого морцеллятора для соединительнотканых образований HoLRP стала уступать по эффективности энуклеирующим методикам (HoLEP) [104].

Лазерная энуклеация предстательной железы представляет собой эндоскопический эквивалент простой открытой аденомэктомии и является наиболее продвинутой в техническом плане формой лазерной хирургии простаты. LISA Laser был источником энергии применявшийся для процедуры с использованием контактного волокна без наконечника для идентификации слоя между аденомой простаты и капсулой, после для выделения каждой доли от капсулы. Морцеллятор требуется для извлечения ткани, которая затем подлежит гистологическому исследованию [108].

Одно из ключевых преимуществ лазерных технологий при эндоскопическом лечении гиперплазии простаты — возможность использования изотонического раствора натрия хлорида (0,9%) для ирригации. Это полностью исключает риск развития ТУР-синдрома [40, 120].

В настоящее время существует несколько лазеров, используемых в хирургическом лечении гиперплазии простаты [40, 88]:

- калий-титанил-фосфатный (КТР: YAG);
- зеленый лазер (Greenlight), генерирующий излучение посредством лития бората (LBO);
- гольмиевый лазер (Ho:YAG), где активным центром служит иттрий-алюминиевого граната;
- тулиевый лазер (Thu:YAG), где используется также кристалл иттрий-алюминиевого граната, легированный тулием;
- тулиевый волоконный лазер (Tm-fiber).

В зависимости от технических показателей лазерной энергии и процессов, происходящих в тканях под его воздействием, применение лазера в удалении ткани гиперплазии простаты можно разделить на несколько вариантов: это вапоризация, когда ткань гиперплазии простаты подвергается испарению до уровня хирургической капсулы лазерным излучением; резекция простаты, когда происходит отсечение ткани гиперплазии фрагментами; энуклеация – выделение ткани гиперплазии простаты вдоль хирургической капсулы [63, 103]. Американский ученый Джон Кабалин провел сравнительный анализ, в ходе которого сделал выводы, что Ho:YAG при мощности 50–80Вт безопасен в использовании на биологических тканях, и второй вывод, сделанный им это то, что гольмиевый лазер позволяет избежать массивного кровотечения во время операции [109, 158].

На данный момент есть большое количество клинических исследований доказывающие эффективность и безопасность HoLEP. Систематический обзор двух РКИ и одного нерандомизированного сравнительного исследования продемонстрировали, что HoLEP не уступает ТУР простаты, в плане облегчения симптомов ДГПЖ [53].

Под руководством Гиллинга и др. был проведен метаанализ четырех РКИ, сравнивающих HoLEP и ТУР простаты. Они показали, улучшение уродинамических показателей, таких как давление детрузора при Qmax и степени Шаффера, были лучше после HoLEP, нежели после ТУР простаты, но только при объеме простаты более 50 см³. Тан и др. провели метаанализ доступных на тот

момент РКИ, сравнивающих HoLEP и ТУР простаты. В исследование были включены 460 пациентов, из которых 232 перенесли HoLEP и 228 — ТУРП. Была выявлена статистически значимая разность средних значений для Qmax через 6 и 12 месяцев в пользу HoLEP (1,06 и 0,59 мл/с). В отношении послеоперационных осложнений и частоты повторных вмешательств данные для обеих методик были также сопоставимы. Однако длительность операции при применении гольмиевого лазера была выше, чем ТУРП [115].

Согласно результатам исследования проведенным Сорокиным Н. И. и соавт. (2015) у 121 пациента, которым была выполнена HoLEP через 6 месяцев с момента оперативного вмешательства, было выявлено достоверно значимое улучшение показателей уродинамики и низкий процент осложнений [30].

При долгосрочном наблюдении (на сроке 2 и 3 года после операции) методика HoLEP демонстрирует превосходство над ТУРП по показателям функциональных исходов и обладает более низкой частотой послеоперационных осложнений [54].

Также существуют исследования, подтверждающие высокую эффективность и безопасность гольмиевой лазерной энуклеации простаты у пациентов с гиперплазией простаты больших объемов (от 90 до 200 см³) [9].

Несмотря на то, что метод HoLEP был внедрен в клиническую практику Гиллингом и его коллегами более 20 лет назад, его распространенность до сих пор не соответствует доказанным преимуществам, включая малоинвазивность, низкую частоту осложнений и стабильные долгосрочные результаты [92, 98, 100, 106, 145].

Причина ограниченного распространения методики HoLEP в настоящее время связана уже не столько с её стоимостью или сомнением в эффективности, сколько со сложностью освоения [127]. Более того, часть специалистов предпочитает применять при больших объемах предстательной железы более инвазивные и дорогостоящие методы, такие как лапароскопическая или робот-ассистированная аденомэктомия, игнорируя потенциал HoLEP [132, 148].

В 2010 г. впервые был применен тулиевый лазер для энуклеации гиперплазии простаты (ThuLEP). Данная методика заключается в рассечении ткани простаты

тулиевым лазером, механической энуклеации гиперплазии простаты в нужном слое от хирургической капсулы при помощи при помощи дистального конца резектоскопа и коагуляции кровоточащих сосудов также тулиевым лазером [66]. Длина волны ThuLEP примерно 2000 нм и может генерировать излучение в непрерывном режиме, в отличие от Ho:YAG, который работает в импульсном режиме с возбуждением от ксеноновой лампы-вспышки. При этом глубина проникновения в ткани у тулиевого лазера меньше (около 250 мкм), это позволяет обеспечить не только надежный гемостаз, но и минимизировать термическую травматизацию окружающих тканей [12, 22].

На основании большого количества проведённых исследований выяснено, что при сравнении результатов лечения пациентов с гиперплазией простаты, которым была проведена лазерная энуклеация гиперплазии простаты с использованием тулиевого и гольмиевого лазеров, получены сопоставимые данные в отношении безопасности и эффективности методов. Но были выявлены различия в длительности операции ($78,4 \pm 8,0$ против $71,4 \pm 6,4$ мин) и в длительности этапа энуклеации ($61,2 \pm 5,4$ против $56,4 \pm 8,4$ мин), где тулиевый лазер продемонстрировал меньшие показатели ($p < 0,001$) [38, 97].

Учитывая отсутствие значимых различий в клинических результатах тулиевого и гольмиевого лазеров, согласно рекомендациях Европейской ассоциации урологов, тулиевая лазерная энуклеация гиперплазии простаты является альтернативой HoLEP.

Одним из возможных осложнений хирургического лечения гиперплазии предстательной железы является развитие эректильной дисфункции в послеоперационном периоде. Однако в исследовании Глыбочко П.В. и соавторов, проведённом в 2017 году, было установлено, что использование гольмиевого и тулиевого лазеров не оказывает существенного негативного влияния на эректильную функцию. Более того, методика ThuLEP способствует более быстрому восстановлению эректильной функции после операции, что делает её предпочтительной в данном контексте [47].

Клиническая эффективность лазерных методов хирургического лечения пациентов с гиперплазией простаты подтверждена в ряде отечественных и зарубежных исследований, и эти методы демонстрируют результаты, сопоставимые с трансуретральной резекцией простаты. В то же время лазерные технологии обладают рядом преимуществ, включая меньшую продолжительность госпитализации и катетеризации, ускоренный процесс реабилитации и более низкий риск осложнений по сравнению с остальными методами оперативного вмешательства [29].

На сегодняшний день как Европейская ассоциация урологов (EAU), так и Американская ассоциация урологов (AUA) рекомендуют эндоскопическую энуклеацию простаты (ЭЭП) в качестве метода выбора при доброкачественной гиперплазии предстательной железы (ДГПЖ) любого размера [70, 76].

1.5. Внутрипузырная морцелляция ткани гиперплазии простаты

Основной принцип метода базируется на фрагментации и удалении из организма пациента объемных тканей посредством специализированного электромеханического устройства — морцеллятора. Данная технология применяется в рамках малоинвазивных хирургических вмешательств с целью минимизации травматизации окружающих структур и обеспечения эффективной эвакуации резецированных биологических масс. Процедура выполняется под визуальным контролем (лапароскопическим или эндоскопическим) с соблюдением протоколов безопасности для предотвращения ятрогенного повреждения анатомических образований. Методика нашла применение в урологической и гинекологической практике, где требуется удаление доброкачественных или злокачественных новообразований. Преимуществами являются снижение риска интраоперационных кровотечений, сокращение периода реабилитации и сохранение функциональной активности прилежащих органов [10, 36].

Извлечение ткани простаты из мочевого пузыря после резекции простаты с помощью гольмиевого лазера (HoLRP) было проблемой с тех пор, как была

разработана эта процедура. Фрагменты могли получиться слишком большими, что затрудняло их отмывание вручную из мочевого пузыря. Электрохирургическая петля иногда использовалась для резекции очень больших фрагментов, плавающих в мочевом пузыре, что являлось трудоемкой задачей. Морцелляция использовалась в первую очередь для лапароскопического удаления внутрибрюшных органов или в качестве дополнения к вагинальной гистерэктомии [64, 72, 89, 110].

С момента разработки первого механического тканевого морцеллятора в 1996 году данные устройства претерпели существенную технологическую эволюцию. На протяжении последних десятилетий урологические морцелляторы подвергались поэтапной модернизации, включая оптимизацию конструкции режущих элементов, внедрение систем аспирации с регулируемым давлением и интеграцию сенсоров безопасности. Эти инновационные доработки привели к прогрессивному повышению операционной надежности, эффективности фрагментации тканей и минимизации риска периоперационных осложнений, что подтверждено клиническими исследованиями.

В настоящее время внутрипузырная морцелляция ткани гиперплазии простаты является неотъемлемой частью современных эндоскопических методик лечения пациентов с гиперплазией простаты. Данный процесс позволяет эффективно и безопасно удалить энуклеированную ткань гиперплазии простаты и мочевого пузыря [102].

В современной урологической практике широко применяются два трансуретральных тканевых морцеллятора: VersaCut (Lumenis Inc., Израиль) и Piranha (Richard Wolf GmbH, Германия).

Ключевые различия между устройствами включают:

- тип движения режущих элементов (гильотинный механизм у VersaCut vs. ротационный у Piranha);
- конструктивные особенности лезвий (зубчатая поверхность у Piranha vs. гладкая заточенная кромка у VersaCut).

К альтернативным методам удаления энуклеированной простатической ткани относятся: грибовидная техника фрагментации; мини-лапаротомный надлобковый доступ.

В отечественных медицинских учреждениях морцелляция преимущественно выполняется следующими системами, оптимизированными для трансуретрального доступа:

- KARL STORZ Morcellator (Karl Storz SE & Co. KG, Германия);
- Piranha (Richard Wolf, Германия);
- Eleps (ООО «Элепс», Россия);
- VersaCut™ (Lumenis, Израиль).

Данные устройства различаются не только кинематикой режущих элементов, но и эргономикой, что определяет их клиническую применимость в зависимости от объема резектата и анатомических особенностей пациента [147].

Трансуретральная морцелляция внутрипузырно расположенной ткани простаты - утомительная процедура. В процесс морцелляции могут возникнуть множество затруднений, таких как ухудшение видимости вследствие незначительного кровотечения, изменчивая консистенция ткани простаты и неисправность лезвий морцеллятора. Кроме того, процесс морцелляции может начаться после длительного и не простого этапа энуклеации, что может стать причиной для того, чтобы отложить этап морцелляции и выполнить ее в следующий сеанс (отсроченная морцелляция).

Хотя методика внутрипузырной морцелляции считается безопасной, существуют определенные риски, включая: повреждение стенки мочевого пузыря или уретры, редко возможно неполное удаление фрагментов ткани.

Современные технологии направлены на улучшение безопасности и эффективности морцелляции. Новые модели устройств оснащаются системами автоматической остановки при контакте с тканями мочевого пузыря, что минимизирует риск осложнений.

1.6. Техники выполнения трансуретральной резекции простаты

Развитие трансуретральной хирургии доброкачественной гиперплазии простаты (ДГПЖ) началось с усовершенствования классической трансуретральной резекции (ТУРП). Несмотря на множество предложенных за годы модификаций, лишь некоторые из них получили широкое клиническое признание.

Техника, предложенная Р. Несбитом (Reed Nesbit) в 1943 году, считается классической и включает несколько последовательных этапов [121]. Операция выполняется в пять этапов: сначала формируют плато на вентральной поверхности простаты. Затем выполняют боковые разрезы в обе стороны. После этого удаляют основную массу гиперплазированной ткани до уровня этих разрезов. Следующим шагом ткань иссекают вглубь, по направлению ко дну капсулы. На завершающем этапе резецируют апикальную часть [25].

Представленная Р. Барнсом в 1943 году модификация ТУРП изначально не стала массовой практикой из-за отсутствия подробного технического описания. Её ключевым отличием от классической методики Несбита была гибкость, позволяющая адаптировать ход операции под индивидуальную анатомию аденомы. Основное отличие заключалось в том, что при методике Несбита выполнялось раннее послойное обнажение внутреннего уретрального сфинктера, тогда как техника Барнса предусматривала поочередное удаление гиперплазированной ткани с различных участков. Операция заключалась в трёх ключевых действиях: иссечении аденомы до уровня дна капсулы, удалении её боковых долей и окончательной реконструкции путём резекции апикальных тканей простаты и тканей шейки мочевого пузыря [32, 57].

Согласно методике, разработанной Н. Олкокасом (Nataniel Alcock) и Р. Флоксом (Rubin H. Flocks), резекция начинается со средней доли простаты с последующим переходом на боковые. Для выделения последних сначала выполняют горизонтальные разрезы по срединной линии в позициях 3 и 9 часов, продлевая их латерально до внутреннего сфинктера и хирургической капсулы. Эти разрезы визуализируют границы аденомы, иссечение которой начинается с тех же

зон (3 и 9 часов), после чего удаляются ткани вентральной и апикальной областей — по аналогии с техникой Несбита [32, 86, 119].

Немецкий уролог В. Мауэрмайер (Wolfgang Mauermayer) усовершенствовал классическую методику [114], структурировав ее в четыре этапа:

- 1) резекция средней доли;
- 2) удаление ткани в зоне семенного бугорка;
- 3) иссечение боковых долей и вентральной части;
- 4) обработка апикальной области;

Отличительная черта метода — нанесение на каждой боковой доле двух горизонтальных разрезов (вентрального и дорсального), между которыми затем основная масса аденомы удаляется в вертикальной плоскости [16].

Японский ученый Ясунори Хираока критиковал методики трансуретральной резекции простаты за их недостаточную анатомичность. В 1986 году он представил технику трансуретральной монополярной энуклеации. Для выполнения данной процедуры Хираока разработал специальный инструмент — «нож Хираока», с помощью которого осуществлялось выделение гиперплазированной ткани простаты. Методика включает несколько последовательных этапов. На первом этапе наносится глубокий круговой разрез вокруг верхушки гиперплазированной ткани. Затем выполняется резекция в проекции шейки мочевого пузыря. После этого начинается круговое выделение долей аденомы, стартующее от меток 5 и 7 часов и продвигающееся кверху, причём доли остаются частично прикреплёнными. В завершение вся энуклеированная масса иссекается и извлекается из полости мочевого пузыря. [149].

В своих публикациях Ясунори Хираока выделяет несколько преимуществ монополярной энуклеации перед трансуретральной резекцией простаты. Среди них: более анатомически точное выделение гиперплазированной ткани простаты из хирургической капсулы и низкий риск развития послеоперационного недержания мочи [88, 149].

К энуклеирующим техникам также принадлежит трансуретральная биполярная энуклеация (TUEB). Методика обладает двумя ключевыми

преимуществами: она предотвращает риск синдрома водной интоксикации (ТУР-синдрома) и считается безопасной для пациентов с имплантированным электрокардиостимулятором [43].

1.7. Хирургические техники выполнения лазерной энуклеации гиперплазии простаты

Лазерная энуклеация гиперплазии простаты является «золотым стандартом» хирургического лечения больных с гиперплазией простаты [7, 128]. На сегодняшний день лазерная энуклеация гиперплазии простаты является одним из самых технологически развитых и эффективных методов хирургического лечения данного заболевания. Данная методика представляет собой эндоскопический аналог открытой аденомэктомии [108].

Несмотря на существование нескольких технических вариантов лазерной энуклеации, все они базируются на едином принципе: выделении плоскости между хирургической капсулой и аденомой с последующей ретроградной энуклеацией в этом слое [77, 141]. Одной из таких методик является гольмиевая лазерная энуклеация простаты (HoLEP), разработанная Гиллингом в 1998 году. HoLEP утвердилась как эффективная альтернатива как традиционной ТУРП, так и открытой аденомэктомии у пациентов с ДГПЖ [92, 152].

Техника описанная Гиллингом «three-lobe technique» (трехдолевая техника) является основной техникой выполнения лазерной энуклеации [8, 92].

1.7.1. Трехдолевая техника лазерной энуклеации

Трехдолевая техника энуклеации была одной из первых разработанных методик лазерной энуклеации. Она получила широкое распространение благодаря своей анатомической обоснованности и эффективности при удалении аденоматозной ткани простаты.

1) Первый этап – разрезы шейки мочевого пузыря

На начальном этапе выполняются глубокие разрезы в области шейки мочевого пузыря на уровнях, соответствующих 5 и 7 часам условного циферблата [16]. Разрезы проводятся до тех пор, пока не будет достигнута хирургическая капсула. Ключевым моментом является идентификация хирургической капсулы простаты, которая визуализируется благодаря поперечно расположенным волокнам и сосудистому рисунку. Эти разрезы служат важными ориентирами для определения глубины дальнейшего рассечения тканей. Разрезы продлеваются вниз, приближаясь к семенному бугорку. Лазерное волокно позиционируется вблизи конца резектоскопа, что позволяет использовать инструмент для механической энуклеации в процессе диссекции. Разрезы расширяются в латеральном направлении, что способствует выделению боковых долей простаты и определению плоскости для их последующей энуклеации. В случаях выраженной средней доли правильная плоскость диссекции легче определяется проксимальнее семенного бугорка, после чего этот разрез соединяется с разрезами на шейке мочевого пузыря на 5 или 7 часах. В апикальной части вблизи семенного бугорка возможно возникновение кровотечения, которое может ухудшить визуализацию. Такие кровотечения эффективно коагулируются с помощью лазерной энергии при условии расфокусировки луча путем легкого оттягивания волокна назад.

2) Второй этап – энуклеация средней доли

На следующем этапе дистальные концы разрезов, выполненных от шейки мочевого пузыря, соединяются поперечным разрезом, который проводится проксимальнее семенного бугорка. Средняя доля простаты при этом энуклеируется ретроградным способом, то есть в направлении от семенного бугорка к шейке мочевого пузыря. Сам инструмент (резектоскоп) играет важную роль на данном этапе: он используется для поднятия средней доли вверх, в сторону мочевого пузыря, что позволяет лазерному волокну эффективно отделять ткань доли от капсулы простаты. При этом важно соблюдать осторожность, чтобы избежать излишне глубокого рассечения и предотвратить повреждение шейки мочевого пузыря.

3) Третий этап – энуклеация боковых долей

На данном этапе выполняется выделение боковых долей простаты. Первоначально выполненные разрезы на шейке мочевого пузыря продолжают латерально и по окружности в апикальной части, продвигаясь к уровням, соответствующим 2 и 10 часам условного циферблата. Глубина начальных разрезов шейки мочевого пузыря служит ориентиром для идентификации хирургической капсулы и определения правильной плоскости энуклеации. После четкого определения и визуализации хирургической капсулы, боковые доли легко энуклеируются от апикальной части в направлении к шейке мочевого пузыря. Затем выполняется разрез на шейке мочевого пузыря на уровне 12 часов до хирургической капсулы простаты. Этот разрез расширяется по окружности в латеральном и дистальном направлениях до тех пор, пока верхняя и нижняя плоскости энуклеации не будут соединены. Данный этап считается одним из наиболее сложных в технике трехдолевой энуклеации. Особые трудности возникают при работе с крупными железами, когда сложно определить оптимальную глубину верхнего разреза перед его продолжением латерально. Слишком раннее продолжение разреза латерально может привести к формированию неправильной плоскости диссекции, а чрезмерно глубокое продолжение верхнего разреза повышает риск повреждения наружного сфинктера. После завершения энуклеации всех долей простаты выполняется тщательный гемостаз. Это необходимо для обеспечения четкой визуализации во время морцелляции фрагментов ткани в мочевом пузыре.

4) Четвертый этап – морцелляция энуклеированной ткани гиперплазии

Морцелляция выполняется с использованием морцескопа или нефроскопа с рабочим каналом диаметром 5 мм. Морцеллятор представляет собой механическое устройство с вращающимся режущим элементом (ножом), который размещается внутри неподвижной трубки (втулки).

При вращении внутреннего лезвия относительно внешнего цилиндра происходит измельчение ткани, которая затем удаляется через аспирационную

систему. Наружное лезвие имеет диаметр 5 мм. К лезвиям подключается мощная аспирационная система, предназначенная для захвата и удаления фрагментов ткани. Для обеспечения оптимальной визуализации мочевого пузыря расправляется с помощью непрерывного потока ирригационной жидкости. Хирург управляет процессом аспирации с помощью ножной педали, которая позволяет притягивать фрагменты ткани к лезвиям. Гильотинное и ротационное движения лезвий срезают фрагменты, которые затем проходят через внутренний просвет и выводятся через аспирационную трубку с помощью насоса. Удаленная ткань собирается в специальный резервуар, расположенный на конце аспирационной системы. Важным аспектом данного этапа является предотвращение повреждения слизистой оболочки мочевого пузыря. Глубокое повреждение может привести к экстравазации ирригационной жидкости или усилению кровотечения, что осложняет послеоперационное восстановление [143].

Thomas R. W. Herrmann описал классическую технику ThuLEP, которая основана на концепции трехдолевой диссекции, впервые предложенной Гиллингом для методики HoLEP [92, 146].

При выполнении лазерной энуклеации гиперплазии простаты по методике трехдолевой диссекции (Рисунок 1) ключевой технической сложностью является необходимость точного разделения средней доли аденоматозной ткани от латеральных долей. Данный этап ограничивает скорость оперативного вмешательства в связи с трудностями интраоперационной идентификации оптимальных топографо-анатомических ориентиров для инициации ткани, а также определения требуемой глубины лазерного воздействия, обеспечивающей полное отделение доли при минимизации ятрогенных повреждений. Существенным осложняющим фактором выступает прогрессирующее ухудшение визуализации операционного поля, обусловленное кровотечением, возникающее вследствие рассечения гиперплазированной ткани. Дополнительную сложность представляет значительная вариабельность размеров и расположения средней доли, требующая индивидуальной адаптации хирургической тактики [78].

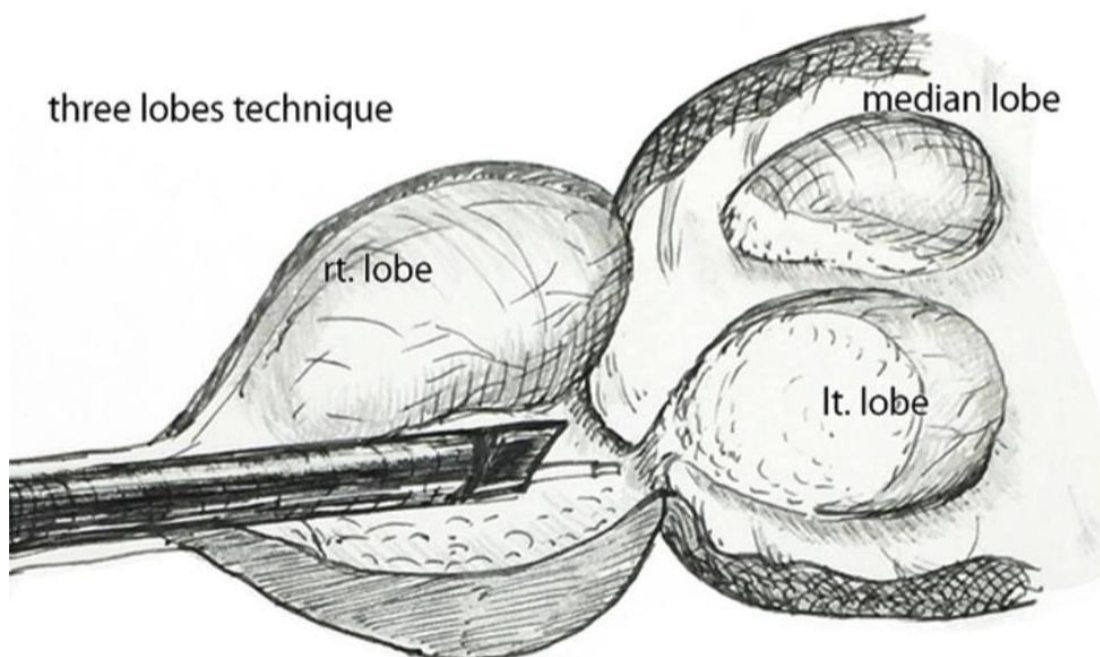


Рисунок 1 – Трехдолевая техника лазерной энуклеации гиперплазии простаты [78]

1.7.2. Двухдолевая техника лазерной энуклеации

По мере развития методов после трёхдолевой техники энуклеации была создана её упрощенная двухдолевая техника. А. Е. Krambeck и А. S. Baazeem первыми предложили двухдолевую технику (Рисунок 2) энуклеации гиперплазии простаты [56, 77, 106].

В зависимости от наличия или отсутствия средней доли этапы двухдолевой техники лазерной энуклеации в самом начале различаются. При отсутствии средней доли двухдолевая техника начинается с рассечения гиперплазированной ткани простаты в области шейки мочевого пузыря на 6 часах условного циферблата [13]. В случае наличия средней доли разрез в области шейки мочевого пузыря выполняется на 7 или 5 часах условного циферблата и продолжается в направлении к семенному бугорку, в глубину разрез продолжается до окончания циркулярных волокон и обнажения хирургической капсулы. Следующим этапом производится энуклеация одной из боковых долей совместно со средней долей. Сформированный вначале разрез продлевают против часовой (или по часовой) стрелки до позиции 11 (или 1) часа условного циферблата. В ходе этого движения ретроградно

энуклеируют среднюю и соответствующую боковую долю в направлении шейки мочевого пузыря. Затем от шейки к апексу простаты наносят продольный разрез на 12 часах. После этого разрезы на 12 и 7 часах соединяют, что позволяет единым блоком выделить и сместить в полость пузыря левую боковую долю вместе со средней. Правую боковую долю энуклеируют по аналогичному алгоритму [56, 99, 106].

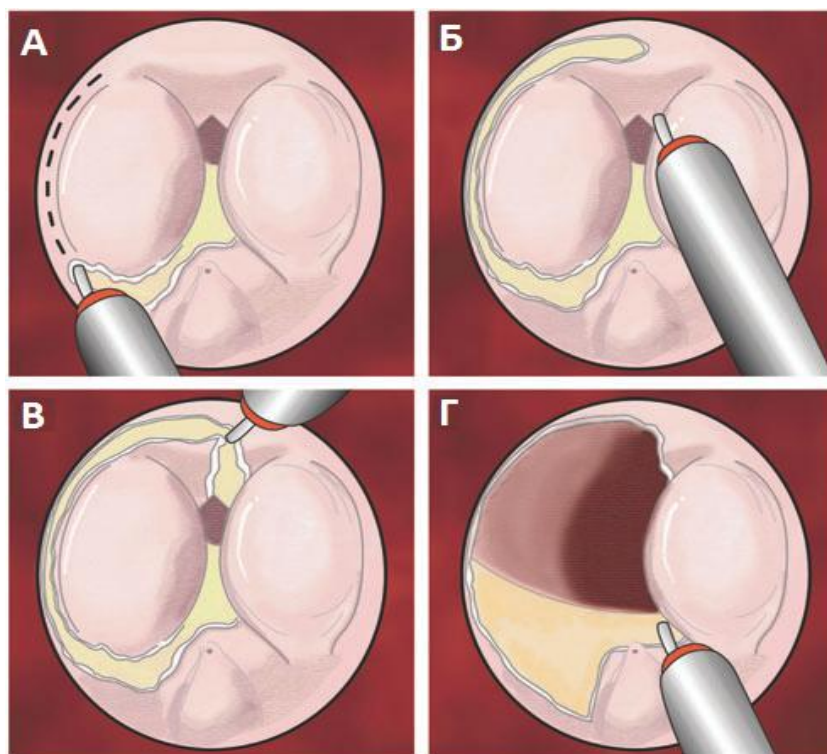


Рисунок 2 – Поэтапное изображение двухдолевой техники лазерной энуклеации: А - рассечение ткани от шейки мочевого пузыря к апикальной части простаты на 7 часах условного циферблата и вхождение в слой между тканью гиперплазированной простаты и хирургической капсулой; Б – продолжение изначального разреза от 7 к 11 часам условного циферблата и ретроградная энуклеация правой боковой доли гиперплазии простаты; В – рассечение ткани на 12 часах условного циферблата и завершение энуклеации правой боковой доли; Г – энуклеация левой боковой доли совместно со средней долей [131]

1.7.3. Техника лазерной энуклеации *en-bloc no-touch*

В 2015 году С.М. Scofone и коллеги разработали модифицированную методику лазерной энуклеации предстательной железы *en bloc no-touch*, направленную на упрощение хирургического обучения и оптимизацию

послеоперационных исходов. Данный подход, представляющий собой эволюционное усовершенствование классической трехдолевой техники, предполагает выполнение единого циркулярного разреза с последующей диссекцией гиперплазированной ткани в виде единого целостного подковообразного конгломерата. Ключевым преимуществом методики является улучшенная интраоперационная идентификация топографо-анатомических ориентиров хирургической капсулы, что обеспечивает более точное выделение плоскости энуклеации. Ранняя апикальная диссекция в рамках данной методики способствует минимизации травматизации наружного уретрального сфинктера, снижая риск развития стрессовой инконтиненции. Авторы подчеркивают, что моноблочное удаление аденоматозной ткани оптимизирует визуализацию операционного поля за счет сокращения этапов фрагментации, что особенно значимо для профилактики ятрогенных повреждений и геморрагических осложнений [137].

Пошаговое описание техники лазерной энуклеации гиперплазии простаты en bloc no-touch.

На первом этапе необходимо точно определить слой для последующей энуклеации в апикальном отделе левой доли предстательной железы. Данный слой идентифицируется единожды в ходе всей операции. Энуклеация инициируется в апикальной зоне левой доли гиперплазированной ткани, располагаясь несколько латеральнее семенного бугорка. На этом участке, где край аденомы хорошо контурирует границу с хирургической капсулой из-за минимального объема окружающих тканей (что характерно для простат любого размера), выполняется рассечение слизистой. Существующий разрез между средней и левой долями затем ретроградно расширяют вдоль хирургической капсулы как анатомического ориентира, продвигаясь к шейке мочевого пузыря в проекции 5 часов (дистальнее устья левого мочеточника). Ретроградное выделение левой доли (от апекса к шейке) обеспечивает лучшую визуализацию нужной плоскости и защищает шейку мочевого пузыря от повреждения, поскольку объем ткани, подлежащей рассечению в этой зоне, пропорционален размеру гиперплазии. Преимущество

техники в том, что плоскость между аденомой и капсулой необходимо определить лишь один раз, а не трижды (на 5, 7 и 12 часах условного циферблата), как при классической трехдолевой энуклеации, что существенно снижает риск ошибки. После идентификации плоскости дальнейшее выделение аденомы проводят строго вдоль хирургической капсулы, не выходя за её пределы, что минимизирует риск как неполного удаления ткани, так и перфорации капсулы.

Энуклеация левой боковой доли с переходом на правую боковую долю. На данном этапе продолжается постепенная энуклеация левой доли от апикальной части в направлении шейки мочевого пузыря, и двигаясь по окружности от 5 до 3 часов условного циферблата. Затем процесс энуклеации продолжается по левой полуокружности от 3 до 12 часов условного циферблата, энуклеируя позади наружного сфинктера вплоть до достижения шейки мочевого пузыря. Разрез на 12 часах условного циферблата, выполняемый от шейки мочевого пузыря к апикальной части при традиционной технике, нередко вызывает технические сложности. При его чрезмерной глубине возможно развитие кровотечения, при недостаточной глубине — отклонение от оптимальной плоскости энуклеации, а при слишком дистальном расположении существует риск повреждения сфинктера, что может привести к послеоперационному недержанию мочи. Вместо возвращения к апикальной части средней и правой боковой долей или выполнения рассечения ткани на 12 часах условного циферблата, энуклеация продолжается в направлении правой боковой доли, двигаясь от 12 до 9 часов условного циферблата при этом придерживаясь имеющейся плоскости. Такой подход облегчает доступ к краниальной части правой боковой доли, позволяя выполнить ее энуклеацию по нижней полуокружности. Для этого выполняется рассечение ткани, начинающийся от апикальной части правой боковой доли латеральнее семенного бугорка [14].

Возвращение к начальному разрезу в апикальной части и завершение энуклеации единым блоком. Возвращаемся к исходному разрезу в апикальной части левой боковой доли, данный разрез продолжается в горизонтальном направлении над семенным бугорком, достигая апикальной части правой боковой доли [14]. Далее выполняется энуклеация правой боковой и средней долей по

нижней полуокружности аналогично методике, описанной для левой боковой доли. Разрезы, выполненные по верхней и нижней полуокружностям, соединятся между собой. В результате получаем полностью подковообразно энуклеированная гиперплазированная ткань простаты, где левая боковая доля располагается с одной стороны, а срединная и правая боковая доли — с другой, соединенные краниальной комиссурой. Применение техники en-bloc обеспечивает точную ориентацию относительно семенного бугорка и хирургической капсулы, способствуя анатомически правильному и безопасному выполнению процедуры.

Окончательное рассечение ткани проксимальнее наружного сфинктера. Энуклеированная единым блоком гиперплазия простаты полностью изолирована, но все же фиксированная от 10 до 2 часов условного циферблата в ее апикальной части. На данном этапе важно правильно надрезать оставшуюся фиксирующую слизистую оболочку, избегая повреждения наружного сфинктера. Для этого выполняются два косых рассечения слизистой боковых долей, начиная с 10 и 2 часов условного циферблата на энуклеированной ткани гиперплазии простаты, при этом расстояние от наружного сфинктера должно быть не менее 1 см. Разрезы постепенно сходятся на 12 часах условного циферблата. Окончательный горизонтальный разрез на 12 часах выполняется, слегка растягивая слизистую оболочку в направлении от сфинктера. Далее энуклеированная ткань гиперплазии простаты проталкивается в мочевого пузыря для дальнейшей ее морцелляции [137].

1.7.4. Техника лазерной энуклеации en-bloc с ранним апикальным освобождением

По мере накопления опыта применения лазерной энуклеации по методике en-bloc хирурги стали корректировать подход из-за осложнений, связанных с продольным разрезом аденомы. Данный этап процедуры часто провоцировал кровотечение и нарушал пространственную ориентацию во время операции, что увеличивало её продолжительность. Для устранения этих недостатков была разработана усовершенствованная версия техники — en-bloc с ранним апикальным

освобождением. Её ключевым отличием стал отказ от продольного рассечения тканей аденомы, что повысило безопасность и эффективность вмешательства. Впервые данный метод описал F. Gomez-Sancha в 2019 году.

Подробное описание хирургической техники: пациента размещают в литотомическом положении. Далее проводится цистоскопия для оценки состояния мочевого пузыря и визуализации устьев мочеточников. Особое внимание уделяется анатомии сфинктера и простатического отдела уретры, что критично для планирования этапов операции (Рисунок 3).

Начало энуклеации: процедура начинается с выполнения разреза слизистой оболочки в области верхушки простаты между позициями 1 и 11 часов условного циферблата, непосредственно проксимальнее наружного сфинктера. Разрез углубляется для четкого разделения тканей сфинктера и простаты. Затем аналогичный разрез проводится параллельно семенному бугорку [14]. Выполняется разрез в апикальной части простаты немного латеральнее семенного бугорка. Данный разрез продолжается по окружности в направлении края сфинктера с последующим соединением с первым разрезом. Аналогичный этап повторяется на контралатеральной стороне, таким образом завершая полное освобождение апикальной части гиперплазии простаты от наружного сфинктера. Сформированная граница между сфинктером и тканью гиперплазии служит ориентиром, предотвращающим повреждение сфинктера.

Раннее апикальное освобождение: при помощи механического действия латеральнее семенного бугорка выполняется вход в слой между тканью гиперплазии простаты и хирургической капсулой. Это возможно благодаря тому, что в данной области граница между тканью гиперплазии и хирургической капсулой легко определяется благодаря выступающему краю простаты и минимальному количеству ткани независимо от размера простаты. Далее производится энуклеация апикальной части правой доли гиперплазии простаты от 6 до 12 часов условного циферблата комбинацией действий: лазерное рассечение и механическое вылушивание вдоль хирургической капсулы. Затем аналогичным образом энуклеируется апикальная часть левой доли гиперплазии простаты. Далее

рассекается слизистая в горизонтальном направлении над семенным бугорком, обеспечивая циркулярное отделение апикальной части гиперплазии простаты от сфинктера. Данный этап минимизирует риск послеоперационного стрессового недержания за счет снижения тракции сфинктера.

Завершение энуклеации: после освобождения апикальной части простаты энуклеация продолжается ретроградно по окружности вдоль капсулы простаты к шейки мочевого пузыря. Доступ к мочевому пузырю осуществляется на 12 часах условного циферблата в слое между тканью гиперплазии и хирургической капсулой. Разрез у шейки мочевого пузыря продолжается по окружности вниз с обеих сторон с сохранением устьев мочеточников, после чего аденоматозная ткань смещается в полость мочевого пузыря [77].

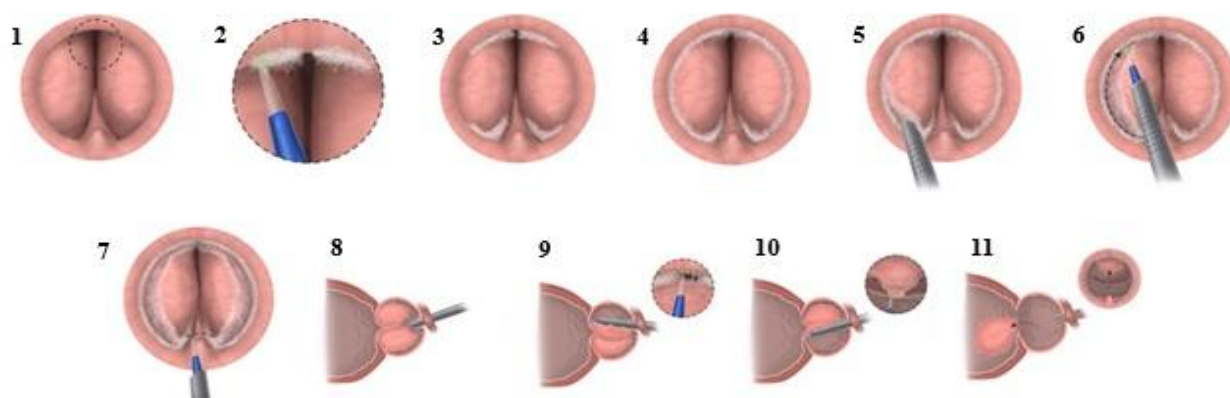


Рисунок 3 – Поэтапное выполнение техники лазерной энуклеации total en-bloc: 1 – визуализация складки наружного сфинктера (признак Несбита); 2 – рассечение ткани в области складки наружного сфинктера; 3 – рассечение ткани справа и слева от семенного бугорка; 4 – продолжение разрезов с обеих сторон по окружности до 12 ч условного циферблата; 5 – энуклеация правой и левой долей по боковым поверхностям; 6 – поперечный разрез на 6 ч условного циферблата; 8 – энуклеация правой и левой долей по боковым поверхностям; 9 – энуклеация ткани гиперплазии по верхней полуокружности; 10 – энуклеация ткани гиперплазии по нижней полуокружности; 11 – энуклеированная ткань гиперплазии проталкивается в просвет мочевого пузыря [77]

1.8. Послеоперационные осложнения

Лазерная энуклеация гиперплазии предстательной железы, как и трансуретральная резекция простаты, может сопровождаться

интраоперационными и послеоперационными осложнениями. Основное отличие лазерной энуклеации заключается в удалении аденоматозной ткани единым блоком, в отличие от ТУРП, при которой ткань иссекается фрагментарно с последующим извлечением из мочевого пузыря. При лазерной энуклеации для удаления энуклеированной ткани используется морцеллятор, применение которого может привести к травме стенки мочевого пузыря или капсулы простаты. В тяжелых случаях это вызывает перфорацию, требующую дополнительного хирургического вмешательства.

Среди интраоперационных осложнений выделяют кровотечение, однако благодаря эффективному лазерному гемостазу его частота при лазерной энуклеации ниже, чем при ТУРП [11, 15].

Лазерная энуклеация обеспечивает эффективный гемостаз даже у пациентов, находящихся на антикоагулянтной терапии [74, 151]. Показатели необходимости переливания крови после данной процедуры остаются низкими и составляют от 0% до 4% [95]. Однако, несмотря на высокую эффективность контроля кровотечений во время операции, в редких случаях возможно развитие выраженного кровотечения. Это, как правило, связано с наличием факторов риска, включая прием препаратов, снижающих свертываемость крови. Таким образом, хотя методика минимизирует кровопотерю, особенности пациента, такие как постоянный прием антикоагулянтной терапии, требует особого внимания при планировании вмешательства.

Лазерная энуклеация, обладая высокой эффективностью, позволяет сократить длительность катетеризации мочевого пузыря [73, 94, 101]. Однако после извлечения уретрального катетера у некоторых пациентов может возникать острая задержка мочи (ОЗМ), требующая повторного дренирования. Для предотвращения травмирования мочевого пузыря во время этапа морцелляции важно поддерживать его расправленное состояние с помощью ирригационной жидкости. При этом чрезмерное растяжение стенок пузыря способно вызвать миогенное повреждение, которое в дальнейшем может стать причиной ЗМ после удаления катетера [75, 124].

Ранние послеоперационные осложнения включают инфекционно-воспалительные процессы, связанные с длительной катетеризацией или неадекватной антибиотикопрофилактикой.

Лазерная энуклеация гиперплазии простаты обладает превосходством над трансуретральной резекцией простаты в снижении масштабов травматизации простаты. Данное преимущество связано с селективностью и контролируемостью лазерного воздействия, которое минимизирует термическое и механическое повреждение окружающих структур. Благодаря чему послеоперационный воспалительный ответ отличается меньшей выраженностью, чем при ТУРП. Последняя, в свою очередь, сопряжена с обширным повреждением тканей в ходе фрагментарной резекции аденомы, что способствует активации провоспалительных медиаторов и усилению локального воспаления [101, 123].

В послеоперационном периоде существует риск развития стрессового недержания мочи, обусловленного интраоперационной механической травматизацией сфинктерного аппарата уретры. Данное осложнение относится к наиболее клинически значимым нежелательным исходам, ассоциированным со значительным снижением показателей качества жизни пациентов, предрасполагающим к развитию депрессивных расстройств и социальной изоляции [140]. Эпидемиологические данные многоцентровых исследований демонстрируют вариабельность частоты послеоперационного стрессового недержания мочи после лазерной энуклеации гиперплазии простаты в диапазоне 1,4–44%, что делает актуальным необходимость совершенствования хирургических техник для минимизации ятрогенного повреждения наружного сфинктера [55, 90, 101, 150]. Профилактика и коррекция данного осложнения остаются приоритетными задачами в рамках послеоперационной реабилитации пациентов.

Нарушение сексуальной функции, связанное с развитием ретроградной эякуляции, представляет собой часто встречаемое ятрогенное последствие хирургического лечения гиперплазии простаты. Данное осложнение, хорошо

изучено в урологической практике, и в обязательном порядке включается в информированное согласие пациента перед оперативным вмешательством [48].

Согласно данным, полученным с использованием Международного индекса эректильной функции (ИЭФ), процедура лазерной энуклеации ассоциируется со снижением параметров сексуального здоровья у 76% пациентов, включая нарушения эректильной функции и эякуляции [71, 138]. Однако методология ИЭФ обладает ограниченной чувствительностью в оценке специфических аспектов сексуальной дисфункции, таких как ретроградная эякуляция [135]. К поздним последствиям относят стриктуры уретры, рубцовая деформация шейки мочевого пузыря, рецидив аденомы простаты, возникающие в отдаленном периоде.

1.9. Недержание мочи после лазерной энуклеации гиперплазии простаты

Анализ послеоперационных осложнений, в особенности стрессового недержания мочи, имеет ключевое значение для совершенствования методов лечения пациентов с доброкачественной гиперплазией предстательной железы. Стрессовое недержание мочи относится к числу наиболее частых и серьезных осложнений после лазерной энуклеации простаты и приводит к существенному ухудшению качества жизни. Это проявляется в виде психоэмоциональных нарушений, включая депрессивные симптомы, а также социальной дезадаптации пациентов [14, 140].

Широкая вариабельность частоты данного осложнения — от 1,4% до 44% согласно данным международных исследований — подчеркивает необходимость разработки превентивных мер и совершенствования хирургических методик [14, 55, 90, 101, 150]. Приоритетной задачей в данном контексте является минимизация сроков восстановления физиологического мочеиспускания и достижение стойкой ремиссии стрессового недержания мочи. Одним из перспективных направлений решения указанной проблемы представляется модификация технических аспектов лазерной энуклеации, направленная на сохранение функциональности

уретрального сфинктерного аппарата и снижение интраоперационной травматизации периуретральных структур.

Лазерная энуклеация гиперплазии простаты признана эффективным и безопасным методом хирургического лечения доброкачественной гиперплазии предстательной железы, что подтверждено многочисленными клиническими исследованиями. Однако техническая сложность метода, сопряженная с необходимостью освоения специализированных хирургических навыков, а также высокий риск интра- и послеоперационных осложнений, включая стрессовое недержание мочи, ограничивают его широкое применение. Даже у опытных хирургов послеоперационные осложнения не являются редкостью. Следует отметить, что стрессовое недержание мочи после лазерной энуклеации простаты чаще всего носит временный характер и обычно полностью разрешается в период от 3 до 6 месяцев. Анализ данных свидетельствует о корреляции между частотой осложнений и уровнем мастерства хирурга, что обусловлено технической сложностью процедуры и необходимостью минимизации травматизации периуретральных структур [62, 125, 126].

Этиология послеоперационного стрессового недержания мочи носит мультифакторный характер. К ключевым предикторам относят возраст пациентов, объем предстательной железы, индекс массы тела, продолжительность операции, опыт хирурга, предоперационное использование дренажей, а также степень интраоперационного повреждения сфинктерного аппарата, обусловленного термическим воздействием лазерной энергии и механической травматизацией при манипуляциях [50, 51, 60, 68, 91, 125].

Совершенствование хирургических техник лазерной энуклеации, направленное на снижение риска возникновения стрессового недержания мочи, остается актуальной задачей. Работы Питера Гиллинга легли в основу модификаций техники лазерной энуклеации гиперплазии простаты. В частности, метод Фумиясу Эндо, продемонстрировавший переднезаднюю диссекцию от шейки мочевого пузыря до апикального отдела простаты, описал снижение частоты стрессового недержания мочи с 25,2% до 2,7% [55, 136].

Анатомические исследования Вальца выявили, что уретральный сфинктерный комплекс представлен слоями гладкомышечных волокон и эластической соединительной ткани, окружающими уретру: циркулярно ориентированные волокна формируют наружный слой, тогда как внутренний слой образован продольными волокнами [49].

В зоне шейки мочевого пузыря гиперплазированная ткань простаты оказывает компрессионное воздействие на наружный сфинктер, в то время как в области семенного бугорка отмечается тесное анатомическое взаимодействие между сфинктерными и уретральными мышечными структурами, обеспечивающее механизм удержания мочи при повышении внутрибрюшного давления [79, 81].

Критическим моментом в патогенезе стрессового недержания мочи является ятрогенное повреждение соединительнотканых и мышечных волокон в апикальной зоне простаты. Рассечение слизистой оболочки в области семенного бугорка и выделение боковых долей аденомы нарушают анатомическую связь между наружным сфинктером и мышцами уретры. На этом основании была предложена гипотеза, согласно которой раннее выделение слизистой, покрывающей наружный сфинктер в апикальной зоне, может снизить травматизацию сфинктерного аппарата и тем самым сохранить функциональную целостность уретральносфинктерного комплекса.

Завершая анализ литературы, следует констатировать, что все техники лазерной энуклеации гиперплазии простаты получили широкое распространение в мировой практике, каждая из которых обладает собственными показаниями и особенностями применения. Однако в представленных работах преимущественно описаны клинические случаи применения данных техник, тогда как вопросы выбора конкретной техники в зависимости от клинической ситуации, а также их сравнительный анализ остаются недостаточно освещенными. Данное обстоятельство обуславливает необходимость и определяет клиническую значимость настоящего исследования.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1. Характеристика пациентов

Данное исследование представляет собой ретро-проспективный анализ данных 472 пациентов с доброкачественной гиперплазией простаты, находившихся на лечении и динамическом наблюдении в Клинике урологии им. Р.М Фронштейна Университетской клинической больницы №2 Клинического центра Сеченовского Университета в период с января 2015 г. по май 2023 г. В рамках работы проведен сравнительный анализ эффективности трех различных хирургических методик эндоскопической лазерной энуклеации гиперплазированной ткани предстательной железы, применявшихся в клинической практике. Исследование базируется на систематизации периоперационных показателей, послеоперационных исходов и долгосрочных результатов лечения в исследуемой когорте. Исследование выполнено в соответствии с протоколом, одобренным Локальным этическим комитетом Сеченовского Университета (№ 02–23 от 26.01.2023г.).

Критерии включения пациентов в исследование:

- 1) подтвержденная клиническими и инструментальными данными инфравезикальная обструкция, обусловленная гиперплазией простаты (значения IPSS >20, Qmax <15 мл/с, QoL >2);
- 2) отсутствие острого воспалительного процесса в органах мочеполовой системы на момент включения;
- 3) отсутствие клинических или гистологических признаков РПЖ;
- 4) отсутствие противопоказаний к принятию литотомической позиции во время оперативного вмешательства.

Критерии исключения пациентов из исследования:

- 1) предшествующие операции на предстательной железе;
- 2) наличие стриктур уретры и конкрементов мочевого пузыря;
- 3) наличие стрессового, ургентного или смешанного типов недержания мочи до операции.

Дополнительным основанием для исключения из исследования являлось выявление злокачественного процесса в предстательной железе (аденокарциномы) при морфологическом исследовании удаленной ткани простаты, что позволяло гарантировать доброкачественный характер гиперплазии у включенных в исследование пациентов.

Таким образом, на основании установленных критериев включения и исключения пациенты были разделены на три сравнительные группы (Диаграмма 1):

- пациенты, которым выполнена эндоскопическая лазерная энуклеация гиперплазии простаты с применением двухдолевой техники (151 пациент);
- пациенты, перенесшие оперативное вмешательство по классической методике en-bloc (153 пациента);
- пациенты, у которых была использована модифицированная техника total en-bloc (168 пациентов).

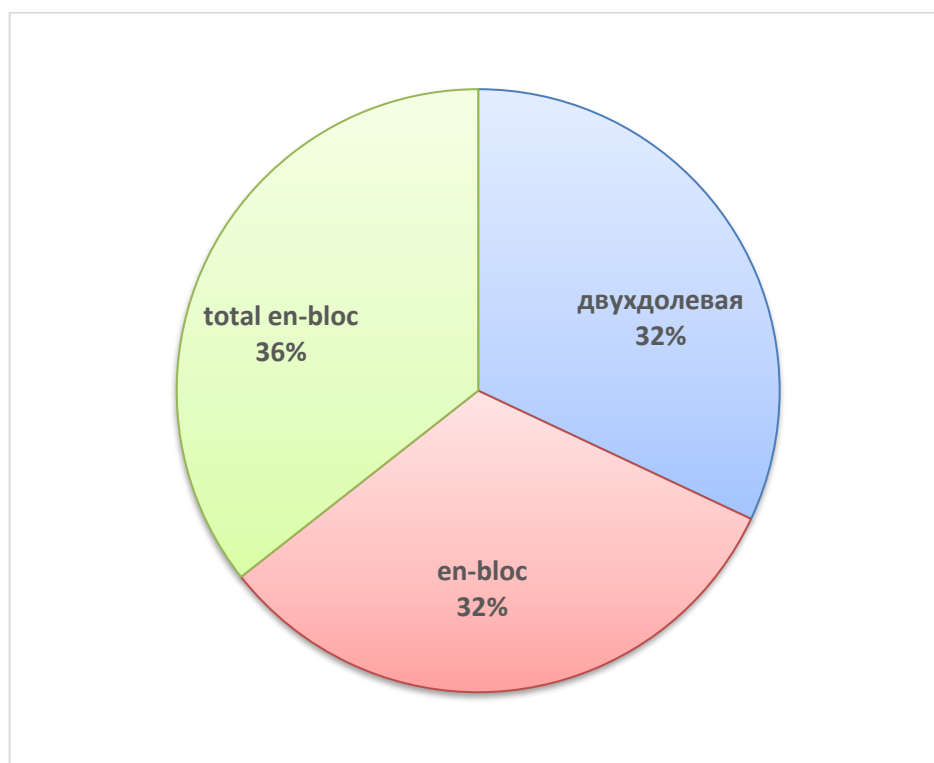


Диаграмма 1 – Техника лазерной энуклеации и распределение пациентов

Возраст пациентов, включённых в исследование, варьировал от 46 до 89 лет. Средние значения возраста в сравниваемых группах не имели статистически значимых различий (Диаграмма 2):

- группа двухдолевой техники — $67.56 \pm 7,06$ лет;
- группа техники en-bloc — $67.20 \pm 7,07$ лет;
- группа техники total en-bloc — $68.15 \pm 7,10$ лет.

Пожилой возраст не служил ограничением для участия. В исследование включались пациенты, признанные по результатам предоперационного обследования кандидатами на хирургическое вмешательство с приемлемым уровнем периоперационного риска. Все прооперированные пациенты соответствовали протоколу исследования.

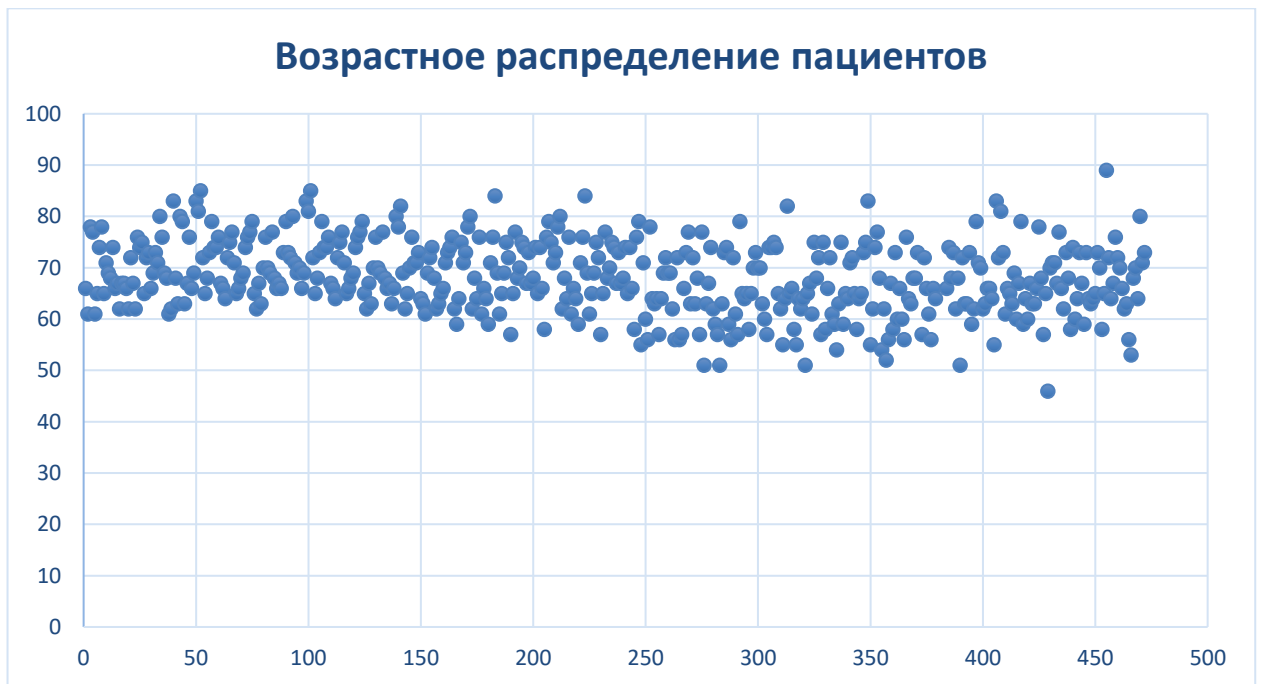


Диаграмма 2 – Распределение пациентов по возрасту, перенесших лазерную энуклеацию (n=472)

Все пациенты прошли комплексное предоперационное обследование, включавшее клинико-anamнестический анализ, физикальный осмотр, лабораторные, уродинамические и ультразвуковые исследования. Наблюдение за пациентами осуществлялось непосредственно перед операцией, а также через 1, 3 и 6 месяцев после операции. Клинико-anamнестический анализ включал сбор

жалоб, соматического и урологического анамнеза. В ходе физикального осмотра всем пациентам проводилось обязательное пальцевое ректальное исследование предстательной железы. Лабораторная диагностика заключалась в выполнении общего и биохимического анализов крови, коагулограммы, определении уровня простат-специфического антигена, общего анализа мочи, микроскопии секрета простаты, а также бактериологического посева мочи с определением антибиотикочувствительности. Уродинамические исследования представлены урофлоуметрией и цистоманометрией (при наличии показаний). Ультразвуковая диагностика включала трансабдоминальное УЗИ почек и мочевого пузыря с оценкой объёма остаточной мочи и трансректальное УЗИ простаты. По показаниям дополнительно применялись рентгенологические методы визуализации (обзорная урография, компьютерная томография органов брюшной полости и малого таза) и эндоскопические процедуры (уретроцистоскопия) [16].

Опрос пациента, оценка жалоб и проведение физикального обследования

Всем пациентам проведён детальный сбор клинического анамнеза с анализом структуры и динамики симптомов, продолжительности заболевания, наличия сопутствующей патологии и данных о предыдущем лечении.

Для объективной оценки симптомов нижних мочевыводящих путей использовались валидированные опросники IPSS и QoL, за исключением лиц с дренированным мочевым пузырем.

Интерпретация IPSS соответствовала критериям ВОЗ:

- 0–7 баллов — легкие симптомы;
- 8–19 — умеренные;
- 20–35 — тяжелые нарушения.

Анализ предоперационных показателей опросников выявил клинически сопоставимые значения IPSS для различных методик лазерной энуклеации (Диаграмма 3):

- двухдолевая техника — $23,14 \pm 3,05$ балла;
- en-bloc — $23,37 \pm 4,26$ балла;
- total en-bloc — $22,67 \pm 5,0$ балла.

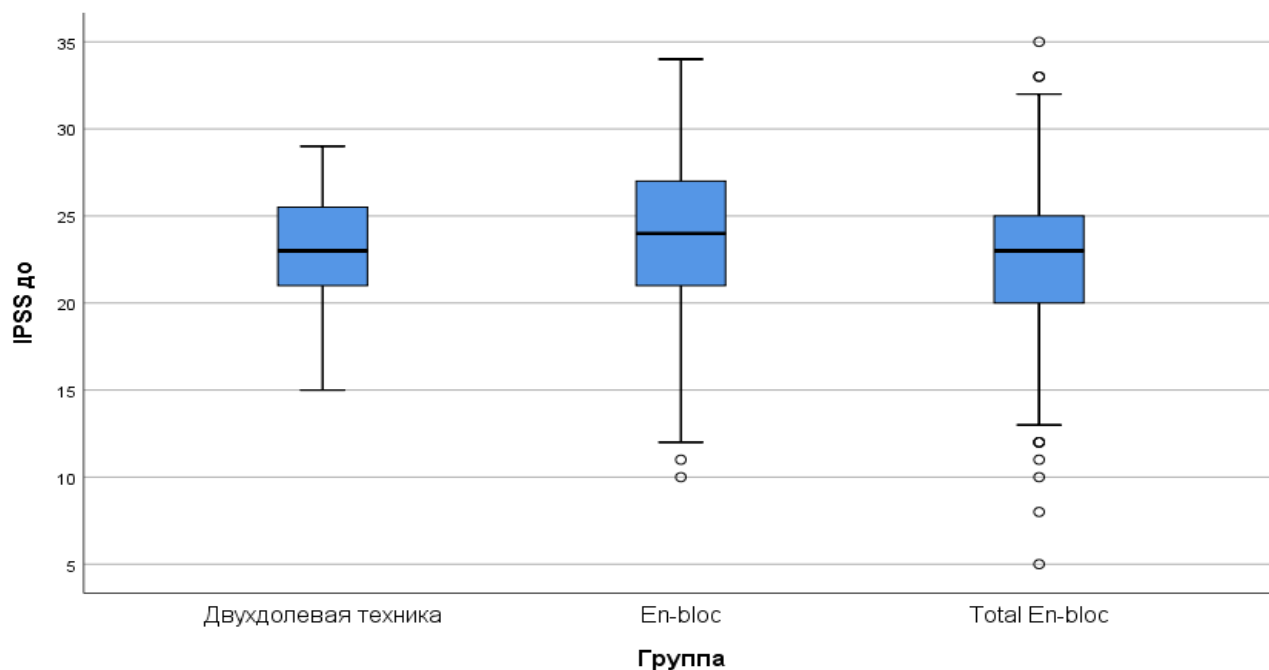


Диаграмма 3 – Графическая интерпретация предоперационных показателей шкалы IPSS

Оценка по шкале QoL продемонстрировала схожую выраженность снижения качества жизни (Диаграмма 4):

- двухдолевая техника — 2,8 (1,8;4,6) балла;
- en-bloc — 3,2 (2,1;4,4) балла;
- total en-bloc — 3,1 (1,9;4,5) балла.

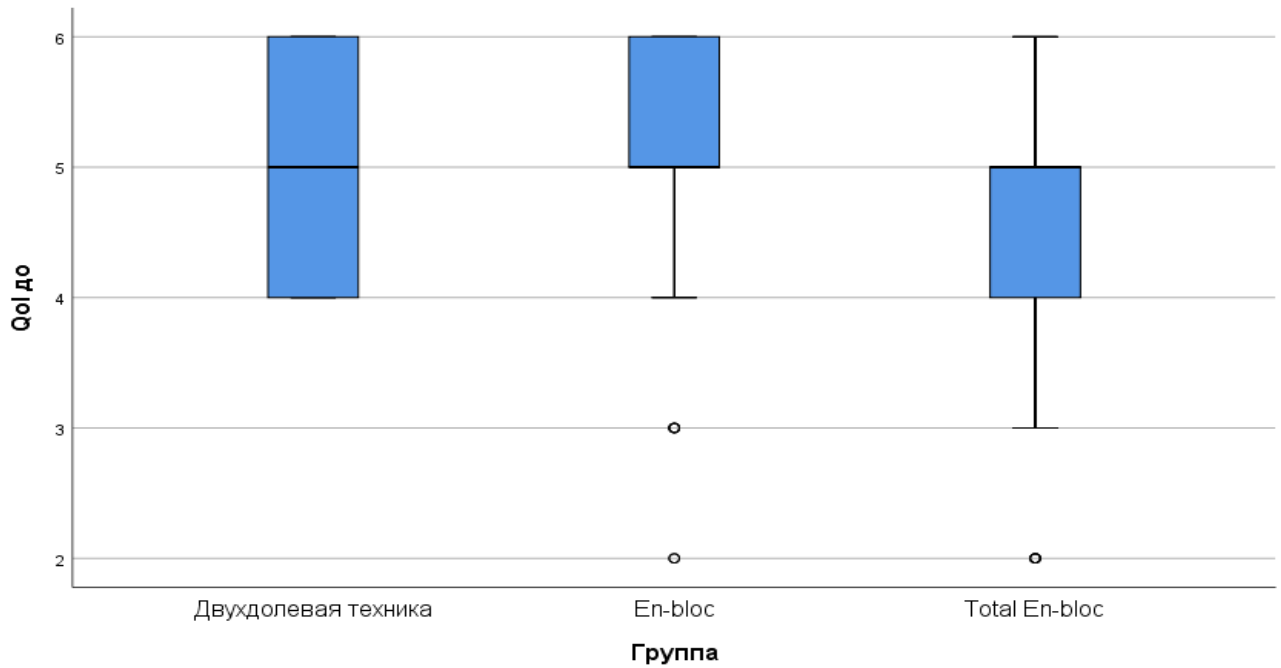


Диаграмма 4 – Интерпретация показателей шкалы QoL до проведения оперативного лечения

Полученные данные (IPSS >20 баллов, QoL >2,5) объективно подтверждают наличие тяжелой инфравезикальной обструкции и значимого нарушения качества жизни, соответствующих критериям декомпенсированной гиперплазии простаты в соответствии с клиническими рекомендациями. Статистически значимые различия между группами по исходным показателям отсутствовали ($p > 0,05$), что подтверждает репрезентативность дальнейшего сравнительного анализа послеоперационных результатов [12].

Всем пациентам с острой задержкой мочи на фоне доброкачественной гиперплазии предстательной железы (ДГПЖ) в предоперационном периоде выполнялось дренирование мочевого пузыря посредством уретрального катетера или цистостомии (Диаграмма 5). Распределение частоты предоперационного дренирования между группами исследования демонстрировало значительные различия: в группе двухдолевой техники доля пациентов составила 2,6% (n=4), в группе en-bloc — 17,6% (n=27), в группе total en-bloc — 16,7% (n=28).

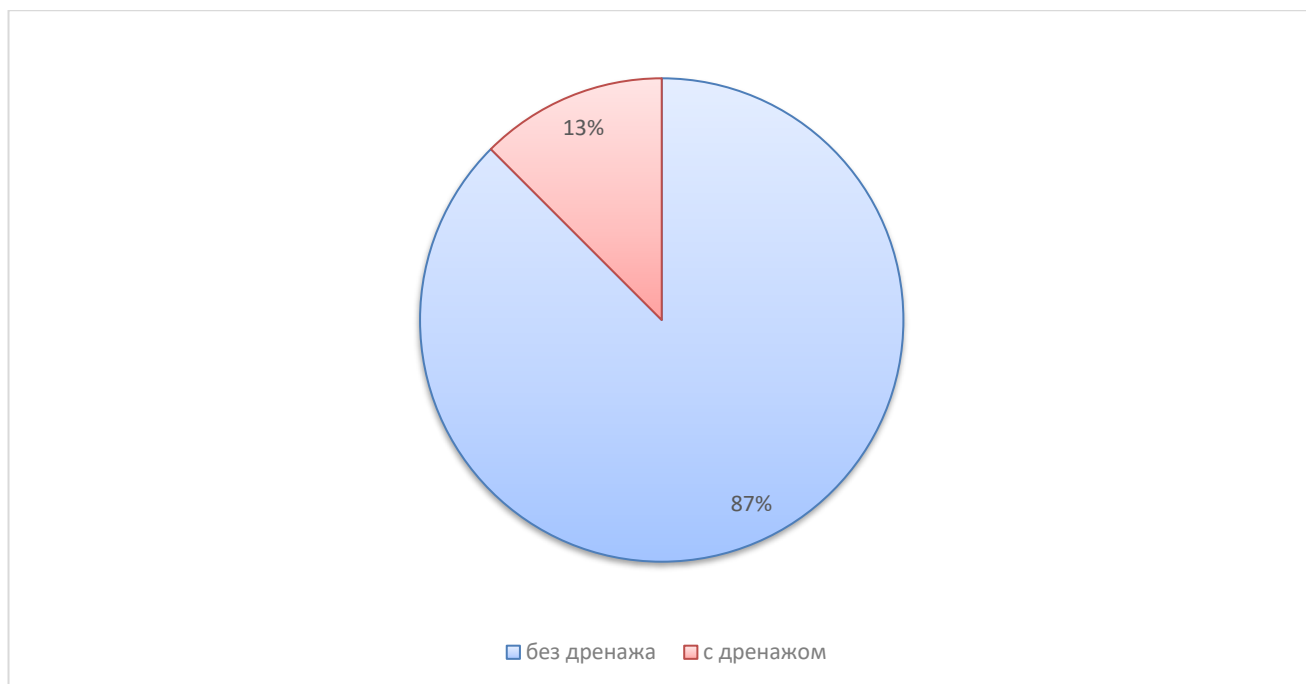


Диаграмма 5 – Стратификация пациентов (n=472) на основании факта дренирования мочевого пузыря до операции

В раннем послеоперационном периоде (первые 24 часа после удаления уретрального катетера) степень стрессового недержания мочи оценивалась по потребности в использовании урологических прокладок. Дальнейший мониторинг на 1-, 3- и 6-месячном этапах осуществлялся с применением международного опросника по оценке недержания мочи (ICIQ-UI SF – International Consultation on Incontinence Questionnaire - Short Form). На каждом визите для контроля регистрировались наличие недержания мочи, его тип и степень тяжести симптомов. Пациенты с ургентной или смешанной формой инконтиненции были исключены из исследования. Верификация типа инконтиненции проводилась на основании: анализа субъективных жалоб, данных дневника мочеиспусканий, результатов уродинамического исследования (при неоднозначной клинической картине).

Оценка данных лабораторной диагностики

Всем пациентам были выполнены обязательные лабораторные исследования, включавшие общий и биохимический анализы крови, коагулограмму, определение

уровня простат-специфического антигена (ПСА), а также общий анализ мочи с микроскопией осадка. При выявлении отклонений в базовых показателях или наличии клинических признаков воспаления в органах мочевой системы назначались дополнительные исследования: анализ мочи по Нечипоренко, трёхстаканная проба для топической диагностики уретрита или простатита, микроскопия секрета предстательной железы и бактериологический посев мочи с определением чувствительности микрофлоры к антибиотикам [16].

Общий и биохимический анализы крови проводились до и после операции. Общий анализ включал оценку стандартных гематологических параметров: лейкоцитарной формулы, уровней эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, гемоглобина, гематокрита и цветового показателя. Биохимический анализ сыворотки охватывал креатинин, мочевины, глюкозу, общий белок, альбумин, электролиты (K^+ , Na^+) и мочевую кислоту. Все исследования выполнялись по стандартизированным клинико-лабораторным протоколам [16].

Всем пациентам проводилось обязательное исследование уровня общего и свободного ПСА в сыворотке крови, при этом референсным диапазоном считались значения $<4,0$ нг/мл (Диаграмма 6). При выявлении уровня общего ПСА >4 нг/мл выполнялась мультифокальная биопсия простаты под ультразвуковой навигацией для исключения злокачественного процесса, а пациенты с гистологически подтверждённой аденокарциномой простаты исключались из исследования [16].

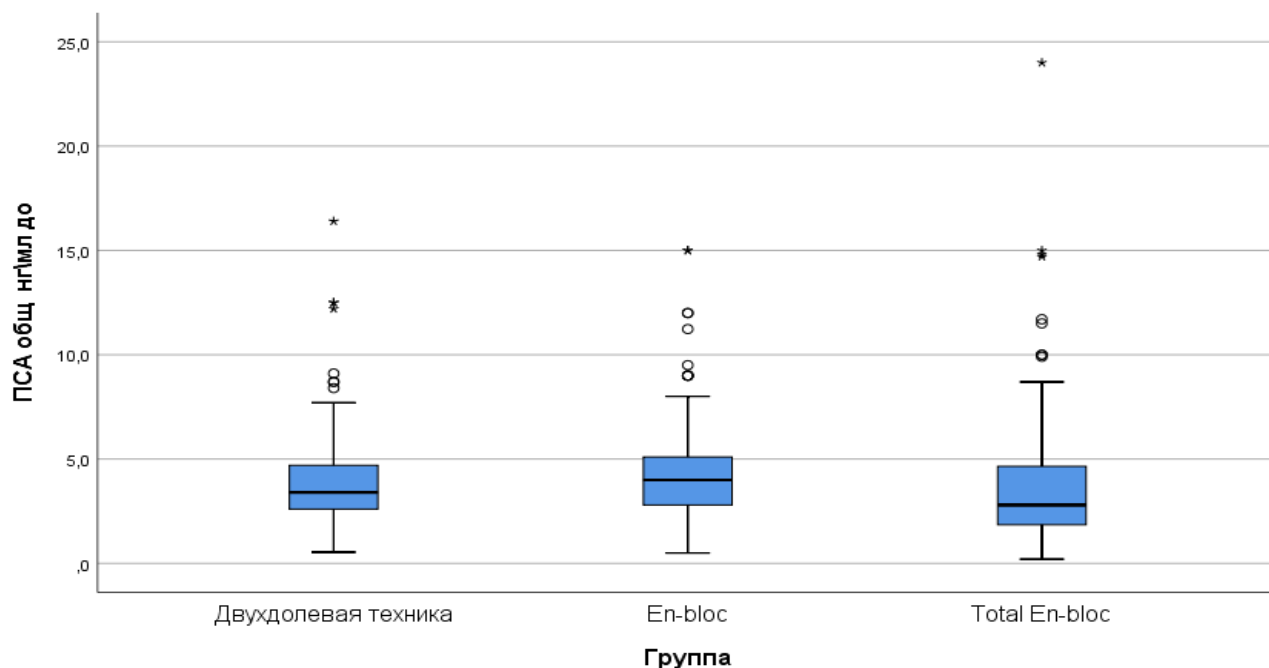


Диаграмма 6 – Визуализация различий в концентрации общего ПСА в сравниваемых группах

Дополнительно всем пациентам до операции была выполнена оценка гемостаза (АЧТВ, МНО, протромбиновый индекс, фибриноген). Урологическое обследование включало общий анализ мочи по стандартной методике с определением органолептических, физико-химических и биохимических показателей, а также микроскопией осадка. В случае лейкоцитурии проводилось дополнительное исследование мочи по Нечипоренко и бактериологический посев с определением чувствительности микрофлоры к антибиотикам [16].

Оценка данных инструментальных методов диагностики

Всем пациентам было выполнено комплексное ультразвуковое обследование мочеполовой системы, включавшее трансабдоминальное и трансректальное исследования. В ходе трансабдоминального УЗИ оценивалось состояние почек (размеры, контуры, подвижность, толщина паренхимы, структура чашечно-лоханочной системы, наличие кист, опухолей и конкрементов), мочевого пузыря (структура, контуры, наличие образований) и определялся объём остаточной мочи (Диаграмма 7) [16]. Трансректальное УЗИ было направлено на детальную

визуализацию предстательной железы. Ультразвуковая диагностика предстательной железы включала оценку ее размеров, контуров, эхоструктуры, а также состояния семенных пузырьков, с определением их симметричности, размеров и эхогенности. Объем простаты рассчитывали по стандартной формуле для эллипсоидных структур. При обнаружении конкрементов в почках всем пациентам дополнительно выполнялась мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) органов мочевой системы. В случаях выявления камней в мочевом пузыре проводилась обзорная рентгенография органов малого таза.

Для объективной оценки различий в продолжительности этапов операции (энуклеация и морцелляция) пациенты были разделены на 2 подгруппы по объему предстательной железы:

- Относительно малая простата: $<80 \text{ см}^3$.
- Крупная простата: $>80 \text{ см}^3$.

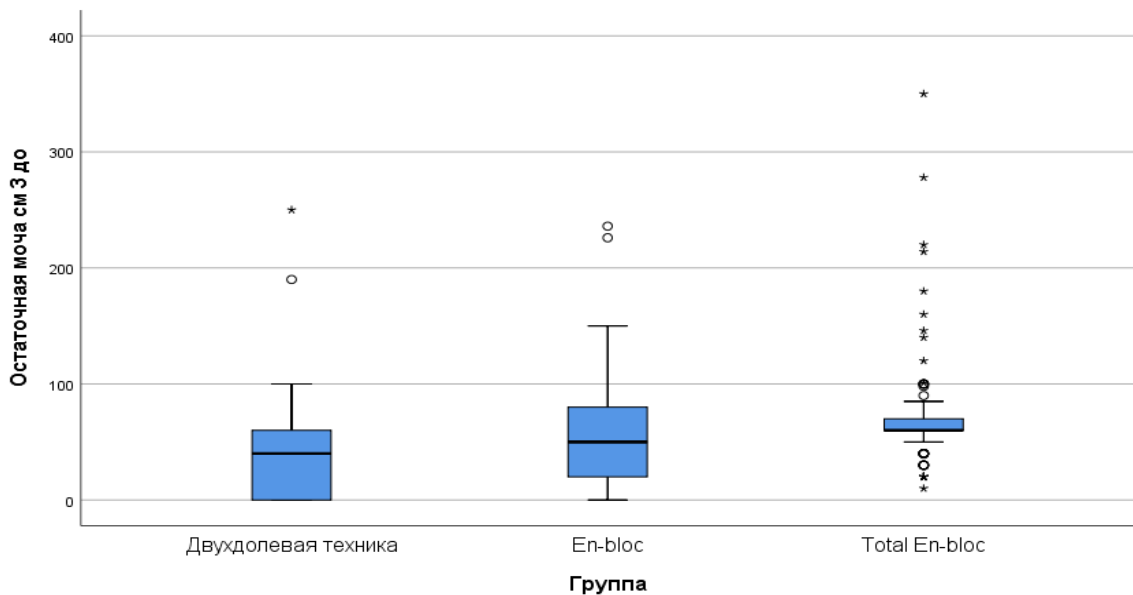


Диаграмма 7 – Визуализация межгрупповых различий в объёме остаточной мочи (PVR) до операции

В рамках исследования выполнены уродинамические исследования, включавшие урофлоуметрию и цистометрию. Урофлоуметрия выполнялась до и после оперативного лечения, при этом результаты считались достоверными при объеме выделенной мочи не менее 150 мл. Урофлоуметрия была проведена всем

пациентам (Диаграмма 8, 9), за исключением лиц с наложенной цистостомой или установленным уретральным катетером [13]. В этой подгруппе применяли цистометрию, направленную на оценку тонуса и сократительной способности детрузора.

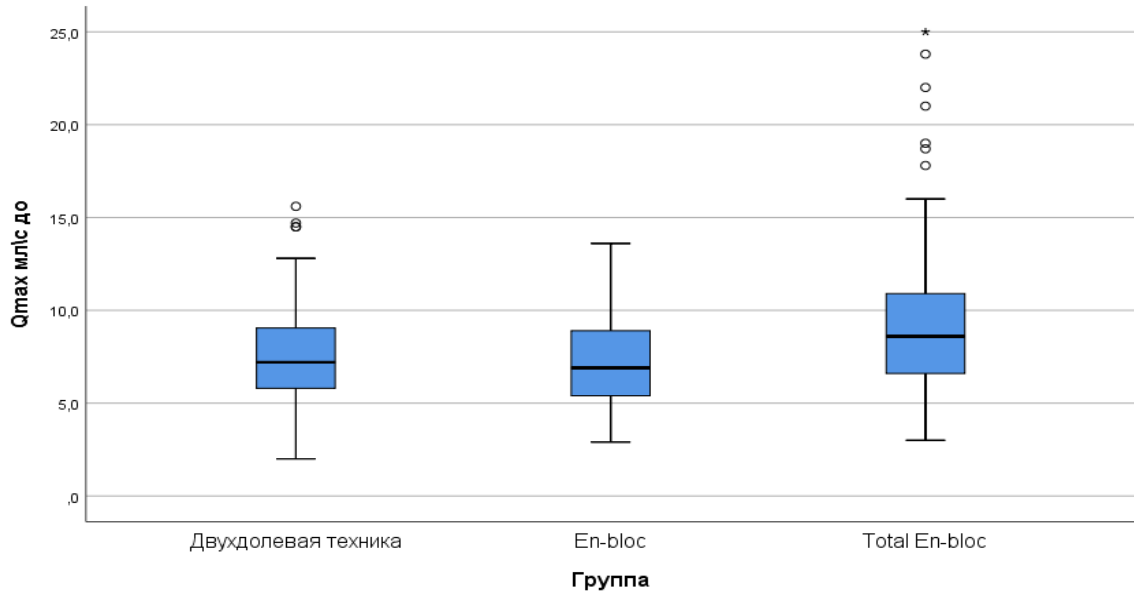


Диаграмма 8 – Сравнительный анализ максимальной скорости потока мочи (Qmax) в исследуемых группах до операции

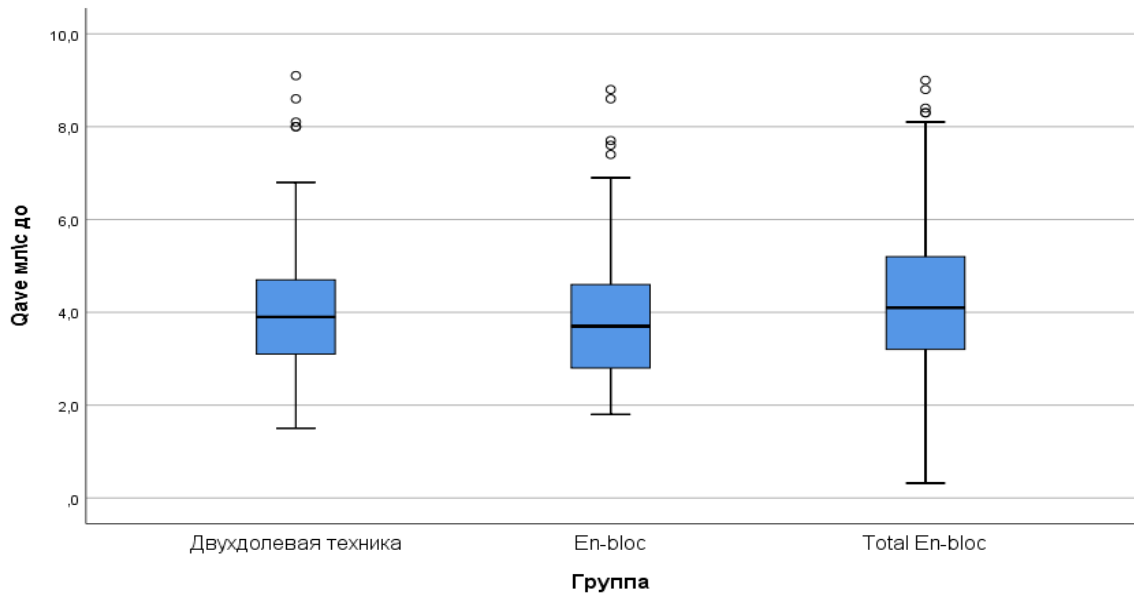


Диаграмма 9 – Сравнительный анализ средней скорости потока мочи (Qave) в исследуемых группах до операции

На первом этапе всех трансуретральных эндоскопических вмешательств проводилась стандартная уретроцистоскопия. В ходе исследования оценивались

цвет, целостность и кровоточивость слизистых оболочек уретры и мочевого пузыря, анализировались анатомические особенности простатического отдела уретры (наличие стриктур и патологических образований), выполнялся осмотр на предмет конкрементов, определялась топография и функциональное состояние устьев мочеточников (локализация, форма, ритмичность выделения мочи), а также регистрировались макроскопические свойства мочи (прозрачность, наличие примесей) [16].

Энуклеированная в ходе хирургического вмешательства ткань предстательной железы подвергалась гистологическому исследованию. Перед передачей в патологоанатомическую лабораторию проводилось взвешивание макропрепарата для документирования объема удаленного материала. Образцы фиксировали в 10% формалине с последующей парафиновой заливкой, микромированием и окрашиванием гематоксилином и эозином в соответствии с общепринятыми гистологическими протоколами.

В соответствии с протоколами периоперационной профилактики всем пациентам за 60 минут до начала операции проводилось парентеральное введение антибактериального препарата широкого спектра действия. Контрольное динамическое наблюдение с комплексным обследованием (включая оценку уродинамических параметров и симптоматики) осуществлялось в установленные сроки — через 1, 3 и 6 месяцев после хирургического вмешательства.

2.2. Технические параметры оборудования, используемого для выполнения лазерной энуклеации гиперплазии простаты

В ходе оперативных вмешательств использовался следующий комплекс оборудования:

1) Хирургическая платформа:

- Регулируемый операционный стол с интегрированной дренажной системой для контроля ирригации.

2) Эндоскопическая визуализация (Рисунок 4):

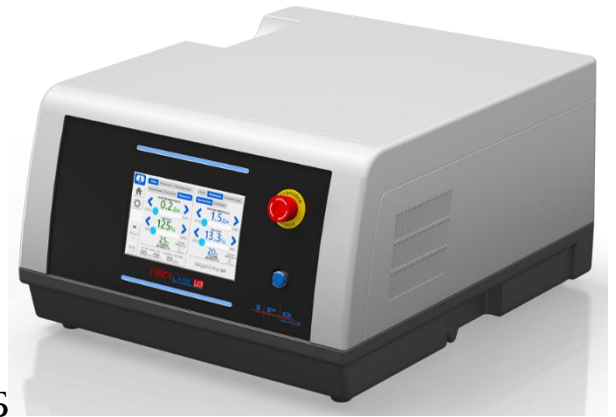
- Видеоэндоскопическая стойка Karl Storz (Германия), включающая:
 - HD-видеомонитор с разрешением 1920×1080 пикселей;
 - Цифровое записывающее устройство Image 1 HUB™;
 - Источник холодного света Xenon Nova 400 (400 Вт) с фиброоптическим световодом.



Рисунок 4 – Видеоэндоскопическая стойка Karl Storz (Германия)

3) Энергетические системы:

- Высокочастотный электрохирургический генератор SABRE 2400 (ConMed, США) или Force E2 (Valleylab, США) для биполярной коагуляции;
- Лазерный аппарат «УРОЛАЗ» (НТО «ИРЭ-Полюс», Россия) с длиной волны 1,94 мкм (тулиевый лазер), оснащенный режимами U1 и U2 (Рисунок 5).



А

Б

Рисунок 5 – Лазерные аппараты «УРОЛАЗ» (НТО «ИРЭ-Полус», Россия):
А – аппарат с режимом U1; Б – аппарат с режимом U2

4) Инструментарий:

- Резектоскоп 26 Ch (Karl Storz или Richard Wolf, Германия) с непрерывной ирригационной системой (Рисунок 6);
- Оптический уретротом Karl Storz для точной диссекции тканей.



Рисунок 6 – Инструмент в собранном виде для выполнения лазерной энуклеации

5) Ирригационные растворы:

- Стерильный 0,9% раствор хлорида натрия (NaCl) или 5% раствор глюкозы, подаваемые под контролируемым давлением.

Стандартизация и безопасность: Оборудование сертифицировано в соответствии с требованиями ISO 13485, CE и FDA.

Процедура тулевой лазерной энуклеации выполнялась с применением резектоскопа 26 Ch производства Karl Storz или Richard Wolf (Германия), оснащённого системой непрерывной ирригации. В качестве лазерного источника использовался аппарат «УРОЛАЗ» (НТО ИРЭ-Полус, Россия), генерирующий излучение мощностью до 120 Вт при максимальной энергии импульса 8 Дж, доставляемое через лазерное волокно Slim Line 550 с концевым свечением.

Хирургическое вмешательство проводилось со стандартным набором инструментов, включавшим калибратор уретры, наружный и внутренний тубусы резектоскопа с системой постоянной ирригации, оптику, рабочий элемент с каналом для лазерного волокна и оптический obturator [12, 13, 14].

Фрагментацию и удаление энуклеированной ткани из полости мочевого пузыря осуществляли при помощи морцелляторов Versacut (Lumenis, Израиль), Piranha (Richard Wolf, Германия) или «ЭЛЕПС» (Россия) (Рисунок 7, 8, 9), вводимых через морцелляционный эндоскоп (Karl Storz или Richard Wolf) (Рисунок 10), соединённый с тубусом резектоскопа через адаптер.



Рисунок 7 – Морцеллятор Versacut (Lumenis, Израиль)



Рисунок 8 – Морцеллятор Piranha (Richard Wolf, Германия)



Рисунок 9 – Морцеллятор «ЭЛЕПС» (Россия)



Рисунок 10 – Морцескоп Wolf (Германия)

2.3. Методика выполнения лазерной энуклеации гиперплазии простаты с применением различных техник

Методика двухдолевой лазерной энуклеации по Krambeck и Vaazem — это стандартизированный метод радикального иссечения аденомы, при котором обеспечивается целостность хирургической капсулы предстательной железы [16].

Техника включает последовательные этапы:

1) Начальная диссекция:

- При незначительной гиперплазии средней доли первый сагиттальный развод производится по линии 6 часов условного циферблата от шейки мочевого пузыря в сторону семенного бугорка.
- Если средняя доля гиперплазирована, исходная точка разреза переносится на позицию 7 часов условного циферблата для лучшего операционного обзора.
- Диссекция лазером ведется вглубь до семенного бугорка до появления в поле зрения циркулярных волокон хирургической капсулы, что подтверждает нахождение в верной анатомической плоскости.

2) Энуклеация латеральной и средней долей:

- Латеральная, совместно со средней долей (при ее наличии), отделяется продолжением разреза против часовой стрелки от начальной точки (6/7 часов условного циферблата) до позиции 2–3 часов условного циферблата.

3) Завершение выделения левой боковой доли:

- Для окончательного освобождения левой доли выполняется дополнительный разрез по линии 12 часов условного циферблата от шейки мочевого пузыря к верхушке (апексу) простаты.

- Соединение этого разреза с разрезом на 6/7 часов условного циферблата формирует полную плоскость энуклеации, позволяя мобилизовать левую боковую долю и переместить ее в мочевой пузырь.

4) Энуклеация правой боковой доли:

- Удаление правой боковой доли проводится по аналогичному алгоритму: этапы диссекции и энуклеации зеркально повторяют манипуляции, выполненные слева.

Операция по технике энуклеации en-bloc начинается с точного определения границы между аденомой и уретрой. Для этого хирург визуализирует складку наружного уретрального сфинктера (признак Несбита), которая служит ключевым анатомическим ориентиром. Первым хирургическим приемом является билатеральное рассечение тканей вокруг семенного бугорка (параколликулярная диссекция). Эта манипуляция, выполненная слева и справа от бугорка, позволяет четко определить и открыть плоскость между аденоматозной тканью простаты и ее фибромускулярной хирургической капсулой. Затем от семенного бугорка к условным позициям 3 и 9 часов (в проекции циркулярного сечения уретры) выполняются линейные разрезы. Разрез на 3 часа служит для начала отделения левой боковой доли, а разрез на 9 часов — правой боковой доли. Это формирует первоначальные границы для последующего единого блока (en-bloc) ткани аденомы.

На следующем этапе производится циркулярная диссекция на уровне апикального отдела простаты в непосредственной близости от проксимального

края наружного сфинктера, что обеспечивает сепарацию апикальной части гиперплазированной ткани от сфинктерного аппарата, минимизируя ятрогенное повреждение последнего. Энуклеация аденоматозных масс осуществляется в ранее выделенной плоскости посредством комбинации тупой и острой диссекции. Далее выполняется последовательная мобилизация обеих латеральных долей. Вначале по фибромускулярной хирургической капсуле энуклеируется одна из боковых долей, после чего аналогичная процедура проводится с противоположной стороны. В результате этих манипуляций формируется единый конгломерат аденоматозной ткани. Этот единый блок смещается вентрально по плоскости хирургической капсулы в направлении от семенного бугорка к шейке мочевого пузыря, что завершает его полное отделение.

На завершающем этапе выполняется сагиттальное рассечение гиперплазированной ткани по условной линии 6 часов (задняя срединная проекция) от шейки мочевого пузыря к семенному бугорку под визуальным контролем целостности хирургической капсулы. Заключительным шагом является циркулярная сепарация аденоматозного конгломерата от шейки мочевого пузыря с полным отделением патологического субстрата единым блоком (*en-bloc*), что обеспечивает радикальность вмешательства при сохранении функциональной анатомии нижних мочевых путей.

Методика направлена на минимизацию интраоперационной травматизации сфинктерных структур и уротелиального слоя, что коррелирует с сокращением риска послеоперационной инконтиненции и стриктур уретры.

В своей практике мы применяем технику тотальной энуклеации *en-bloc*, базирующуюся на принципах, описанных F. Gómez Sancha, с адаптацией последовательности отдельных этапов. Данная методика предусматривает удаление аденоматозной ткани предстательной железы единым конгломератом без нанесения дополнительных продольных разрезов.

Основные этапы техники:

1. Ранняя апикальная диссекция:

- Операция начинается с идентификации складки наружного уретрального сфинктера.
- На уровне верхушки (апекса) предстательной железы, в проекции проксимального края сфинктера, выполняется циркулярный разрез.

2. Параколликулярная диссекция и начало энуклеации:

- В зоне с наиболее отчетливым анатомическим рельефом (где плоскость между аденомой и хирургической капсулой визуализируется оптимально) производится рассечение тканей слева и справа от семенного бугорка.
- От этой точки начинается ретроградное расширение разреза по окружности в сторону левой доли, строго вдоль естественной плоскости между тканью аденомы и капсулой.

3. Энуклеация левой боковой доли:

- Левую долю последовательно отделяют от капсулы по траектории от условной позиции 5 часов через 3 часа по задней полуокружности до позиции 12 часов условного циферблата. Этот этап включает работу в области позади наружного сфинктера вплоть до уровня шейки мочевого пузыря.

4. Энуклеация правой и средней долей:

- Хирург возвращается к исходному разрез у семенного бугорка и продолжает диссекцию в направлении апикального отдела правой боковой доли.
- Правая и средняя доли выделяются аналогично левой, после чего плоскости рассечения левой и правой сторон соединяются на уровне 12 часов условного циферблата.

5. Завершающий этап и мобилизация блока:

- В результате формируется единый блок аденоматозной ткани, фиксированный к слизистой оболочке лишь по нижней полуокружности (от 10 до 2 часов условного циферблата).

- Ключевым финальным шагом является прецизионное пересечение оставшихся слизистых спаек с максимальным сохранением целостности наружного сфинктера.
- Полностью мобилизованный блок ткани перемещается в полость мочевого пузыря для последующей морцелляции.

2.4. Анестезиологическое обеспечение оперативного вмешательства

Одним из ключевых аспектов подготовки пациентов к оперативному лечению гиперплазии простаты является выбор адекватного метода обезболивания. Это обусловлено, прежде всего, возрастными особенностями данной категории больных: большинство пациентов находятся в пожилом и старческом возрасте и, как правило, имеют выраженную сопутствующую соматическую патологию, в первую очередь сердечно-сосудистую. Эти факторы ограничивают применение некоторых видов общей анестезии и определяют необходимость использования более безопасных, малотравматичных и управляемых методов анестезиологического пособия.

В рамках проводимого исследования в качестве метода выбора использовалась регионарная анестезия. Применялись два основных варианта: эпидуральная анестезия с выполнением пункции на уровне Th12–L2 и спинномозговая анестезия на уровне L3–L4. Конкретный метод обезболивания определялся индивидуально, с учётом общего соматического состояния пациента, наличия сопутствующих заболеваний и предполагаемого объема хирургического вмешательства.

С целью предупреждения тромбоэмболических осложнений применялись эластичные компрессионные чулки, надеваемые пациентам перед операцией. За 30 минут до начала оперативного вмешательства осуществлялась премедикация в соответствии с общепринятыми протоколами. Для предупреждения послеоперационных инфекционно-воспалительных осложнений всем пациентам за 60 минут до операции вводился антибактериальный препарат широкого спектра

действия. В большинстве случаев использовались цефалоспорины III поколения, обладающие высокой эффективностью и благоприятным профилем безопасности.

2.5. Методы статистической обработки полученных данных

Предполагаемый объем выборки в сравниваемых группах определяли при помощи формулы Лера [33]

$$N = \frac{16}{(d/\sigma)^2} \quad (1)$$

где N – предполагаемый объем выборки;

d – значимая разность групповых средних значений;

σ – среднеквадратическое отклонение.

Обработка данных выполнялась в программе IBM SPSS Statistics (версия 26.0). Нормальность распределения количественных показателей проверялась критерием Колмогорова–Смирнова.

Описательная статистика представлена в соответствии с типом данных [33]:

- Количественные признаки при нормальном распределении: среднее арифметическое (M) и стандартное отклонение (SD).
- Количественные признаки при ненормальном распределении: медиана (Me) и межквартильный диапазон (Q25; Q75).
- Качественные признаки: абсолютные числа и проценты.

Для сравнения трёх групп по количественным показателям использовались:

- При нормальном распределении — дисперсионный анализ (ANOVA) с постхок-тестом Шеффе.
- При ненормальном распределении — критерий Краскела–Уоллиса с попарными сравнениями по Манну–Уитни (с поправкой Бонферрони, уровень значимости $p < 0,017$).

Сравнение качественных признаков проводилось с помощью критерия χ^2 Пирсона или точного критерия Фишера (при ожидаемых частотах < 5). Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Для оценки взаимосвязей применялись:

- Между количественными переменными: коэффициент корреляции Пирсона (при нормальном распределении) или Спирмена (при ненормальном), а также линейный регрессионный анализ.
- Между категориальными переменными: коэффициент V Крамера с интерпретацией: $<0,1$ — отсутствие связи; $0,1-0,29$ — слабая; $0,3-0,49$ — умеренная; $\geq 0,5$ — сильная связь.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения факторов, определяющих длительность энуклеации аденомы простаты и ее отдельных этапов, использовался метод логистического регрессионного анализа.

В рамках проведенного анализа для каждой исследовательской группы был определен набор потенциальных предикторов. В их число вошли: примененная хирургическая техника (двухдолевая, En-bloc или total En-bloc), возраст пациента, а также ряд дооперационных клинических и лабораторных показателей. Последние включали объём предстательной железы (см³), максимальную скорость мочеиспускания (Q_{max}, мл/с), оценку качества жизни, связанного с мочевыми симптомами (QoL, баллы), суммарный балл по Международной шкале оценки симптомов при заболеваниях простаты (IPSS) и уровень простат-специфического антигена (ПСА) в сыворотке крови (нг/мл).

Для оценки влияния указанных факторов была применена модель бинарной логистической регрессии, которая математически описывает зависимость логарифма шансов наступления целевого события от линейной комбинации исследуемых независимых переменных.

$$\ln \frac{p}{1-p} = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_nx_n \quad (1)$$

Отсюда вероятность наступления прогнозируемого события рассчитывается при помощи уравнения:

$$p = \frac{1}{1+e^{-(b_0+b_1x_1+\dots+b_nx_n)}} \quad (2)$$

где p – вероятность прогнозируемого события,

e – основание натурального логарифма (2,72),

b_0 – константа модели,

b_n – коэффициент при предикторе x_n , отражающий изменение логарифмических шансов наступления события, при изменении данного предиктора на единицу его измерения,

n – порядковый номер предиктора, включенного в уравнение (1... n).

В процессе статистического моделирования применялись методы однофакторного и многофакторного логистического регрессионного анализа. Для построения многофакторных моделей использовались два подхода: метод принудительного включения, при котором все рассматриваемые предикторы одновременно вводятся в модель и пошаговый метод, предполагающий последовательное включение или исключение переменных на основе их статистической значимости. В ходе пошагового отбора оценивался коэффициент детерминации (R^2), который количественно определяет долю дисперсии зависимой переменной, объясняемую включёнными в модель факторными признаками [33].

Статистическая значимость построенных логистических регрессионных моделей оценивалась с использованием критерия Вальда (Wald χ^2). Критерий применялся для проверки гипотезы о равенстве нулю коэффициентов регрессии. Гипотеза о незначимости модели (или отдельного коэффициента) отвергалась при уровне значимости $p < 0,05$.

Адекватность модели, то есть степень соответствия предсказанных значений наблюдаемым данным, проверялась с помощью критерия согласия Хосмера-Лемешоу. Если расчётное значение p для данного критерия превышало 0,05, это служило основанием для принятия нулевой гипотезы об отсутствии статистически значимого расхождения между прогнозами модели и эмпирическими результатами. Иными словами, при $p > 0,05$ модель считалась хорошо калиброванной и согласованной с исходными данными.

Результаты логистической регрессии интерпретировались на основе отношения шансов (OR, odds ratio), которое рассчитывается как экспонента коэффициента регрессии (e^b). $OR > 1$ (при положительном коэффициенте регрессии $*b*$) указывает на увеличение шансов наступления изучаемого исхода. $OR < 1$ (при отрицательном коэффициенте $*b*$) свидетельствует о снижении шансов. Статистическая значимость каждого отношения шансов определялась по его 95% доверительному интервалу (95% ДИ) [33]. Эффект считался статистически значимым, если доверительный интервал не включал значение 1.

Для оценки прогностической точности логистических регрессионных моделей применялся ROC-анализ, позволяющий определить их способность дифференцировать группы наблюдений.

Основным показателем при этом служила площадь под ROC-кривой (AUC — Area Under the Curve). Этот показатель может принимать значения от 0.5 до 1.0, где: 1.0 означает идеальную предсказательную способность, 0.5 соответствует уровню случайного предсказания (качество модели не лучше гадания). Качество моделей классифицировалось на основе величины AUC согласно общепринятой шкале: 0.9 – 1.0: отличное качество; 0.8 – 0.9: очень хорошее качество; 0.7 – 0.8: хорошее качество; 0.6 – 0.7: среднее (умеренное) качество; 0.5 – 0.6: неудовлетворительное качество. Для каждого значения AUC рассчитывались стандартная ошибка (SE) и 95% доверительный интервал (95% ДИ), что позволило оценить точность полученной оценки.

3.1. Влияние выбранной техники лазерной энуклеации гиперплазии простаты и исходных параметров пациента на длительность и эффективность операции

С целью построения моделей прогнозирования длительности энуклеации аденомы простаты и ее отдельных в исследуемой выборке из 472 пациентов был проведен однофакторный и многофакторный логистический регрессионный анализ.

Для формирования прогнозируемых бинарных переменных производилось разделение общей группы по медианам продолжительности всей операции и ее отдельных этапов. В качестве медианы для длительности всей операции использовали значение 70 минут, для этапа энуклеации – 40 минут, для этапа морцелляции – 20 минут. Таким образом, в роли прогнозируемой использовалась бинарная переменная, где 1 – длительность энуклеации аденомы простаты или ее отдельного этапа менее медианного значения, 0 – длительность операции или ее этап, превышавшая медианное значение.

Для анализа в качестве независимых переменных (предикторов) были выбраны следующие показатели: примененная хирургическая техника (двухдолевая энуклеация, техника En-bloc или total En-bloc), объем предстательной железы (см³), возраст пациента (лет), максимальная скорость потока мочи (Q_{max}, мл/с), оценка качества жизни по шкале QoL (баллы), значение по Международной шкале симптомов простаты IPSS (баллы) и уровень простат-специфического антигена (ПСА) в сыворотке крови (нг/мл).

На первом этапе анализа был проведен корреляционный анализ предполагаемых предикторов со временем общей длительности операции и ее этапов (энуклеации и морцелляции). Результаты данного анализа представлены в Таблице 1.

При корреляционном анализе наиболее значимым фактором в общей группе пациентов является техника используемой операции.

Таблица 1 – Результаты корреляционного анализа по методу Спирмена длительности энуклеации аденомы простаты и ее предикторов

Предиктор		Время операции	Время энуклеации	Время морцелляции
Техника операции	ρ	-0,720*	-0,716*	-0,292*
	p	<0,001	<0,001	<0,001
Объем простаты, см ³	ρ	0,252*	0,136*	0,279*
	p	<0,001	0,003	<0,001
Возраст, лет	ρ	0,194*	0,134*	0,148*
	p	<0,001	0,004	0,001
Q _{max} , мл/с	ρ	-0,199*	-0,189*	-0,132*
	p	<0,001	<0,001	0,006
Качество жизни (QoL), баллы	ρ	0,230*	0,232*	0,117*
	p	<0,001	<0,001	0,015
ПСА общий, нг/мл	ρ	0,193*	0,172*	0,137*
	p	<0,001	<0,001	0,003
IPSS, баллы	ρ	0,128*	0,151*	0,009
	p	0,008	0,002	0,856
*-статистически значимые корреляции				

При корреляционном анализе наиболее значимым фактором в общей группе пациентов является техника используемой операции. Поскольку при расчете коэффициента Спирмена техники операции были проранжированы по возрастающей – от двухдолевой до техники total En-bloc, отрицательный коэффициент корреляции отражает уменьшение продолжительности оперативного вмешательства и его основных этапов при возрастании ранга. Для общей длительности операции коэффициент корреляции с ее техникой составил $-0,720$ ($p < 0,001$), для длительности энуклеации $-0,716$ ($p < 0,001$), для длительности морцелляции $-0,292$ ($p < 0,001$).

Остальные факторы имеют корреляцию с показателями длительности на уровне статистически значимых показателей, соответствующих слабому уровню связи. К среднему уровню силы связи приближается только коэффициенты корреляции объема простаты с длительностью всей операции $-0,252$ ($p < 0,001$) и длительностью морцелляции $0,279$ ($p < 0,001$).

При этом корреляции внутри сравниваемых групп имеют различия. Так обращает на себя внимание наиболее сильная корреляция между объемом простаты и временем операции, соответствующая $0,603$ ($p < 0,001$) в группе, где использовалась техника total En-bloc (Диаграмма 10). В то время, как в группе с выполнением двухдолевой энуклеации аналогичный коэффициент корреляции Пирсона составил $0,127$ ($p=0,031$), а в группе с использованием техники En-bloc $r=0,293$ ($p < 0,001$).

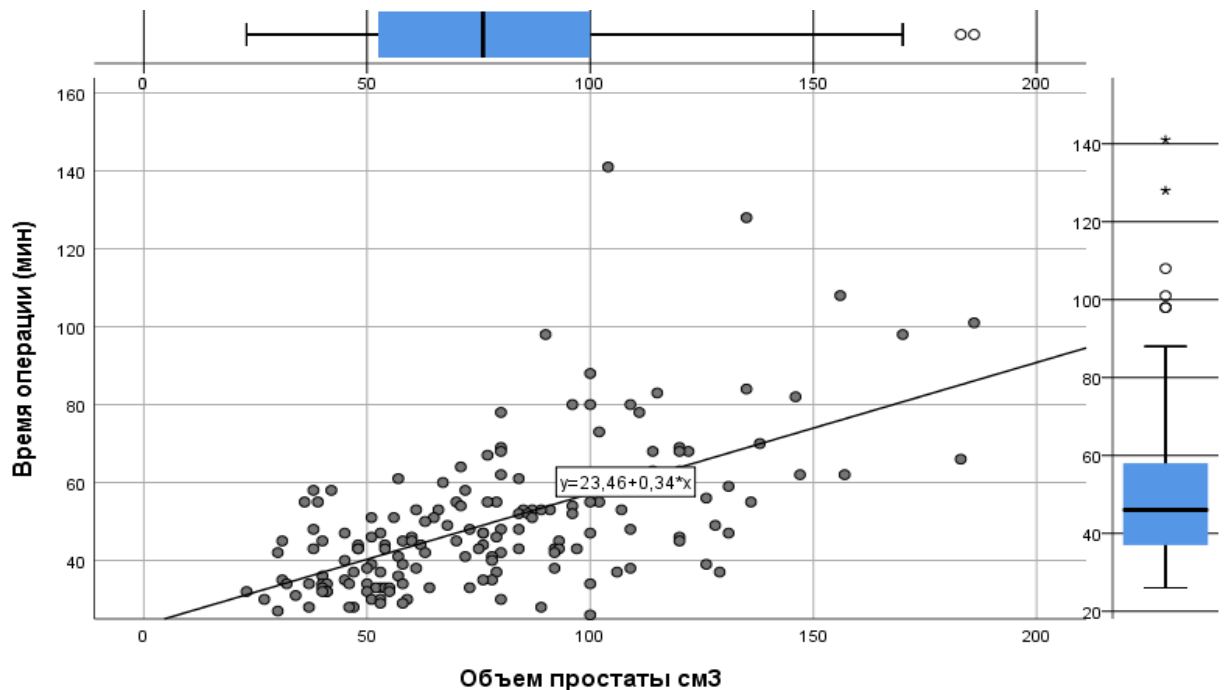


Диаграмма 10 - Зависимость между временем операции и объемом простаты при использовании техники энуклеации аденомы простаты total en-bloc

Данная зависимость описывается уравнением линейной регрессии $y=23,46+0,34x$, с коэффициентом аппроксимации 0,371, что соответствует детерминированности продолжительности оперативного вмешательства объемом простаты на 37,1%.

При однофакторном регрессионном логистическом анализе все предикторы, кроме IPSS, показали свою статистическую значимость, при наиболее высокой значимости техники операции (применение техники total En-bloc) – OR=235,286, ДИ 95% [90,139-60,157] (Таблица 2). При этом уменьшение длительности операции статистически значимо ассоциировано с меньшим объемом простаты, более молодым возрастом, меньшим содержанием ПСА в сыворотке крови, более высокой оценкой качества жизни.

При проведении многофакторного анализа с принудительным включением всех исследуемых переменных в модель было выявлено доминирующее влияние хирургической техники на продолжительность операции по поводу аденомы предстательной железы. Величина отношения шансов (OR) составила 6560,291 при 95% доверительном интервале [426,893 - 100814,834]. При этом, вторым по значимости фактором в многофакторной модели является объем простаты в

кубических сантиметрах - OR=0,947, ДИ 95% [0,919-0,976], что указывает на уменьшение длительности операции при меньших размерах простаты.

Таблица 2 – Характеристика предполагаемых предикторов общей длительности энуклеации аденомы простаты в рамках однофакторного и многофакторного логистического регрессионного анализа

Предикторы	Однофакторный анализ				Многофакторный анализ			
	p	OR	ДИ 95%		p	OR	ДИ 95%	
Техника операции	<0,001	235,286	90,139	614,157	<0,001	6560,29	426,89	100814,8
Объем простаты, см ³	0,016	0,988	0,978	0,998	<0,001	0,947	0,919	0,976
Возраст, лет	0,017	0,967	0,941	0,994	0,613	0,977	0,894	1,069
Q max, мл\с	<0,001	1,218	1,134	1,308	0,054	1,222	0,997	1,499
Качество жизни (QoL), баллы	<0,001	0,581	0,458	0,737	0,131	1,682	0,856	3,305
ПСА общий, нг/мл	0,006	0,886	0,813	0,966	0,351	0,905	0,733	1,117
IPSS, баллы	0,273	0,973	0,925	1,022	0,534	0,961	0,848	1,089

Для каждого предиктора была построена ROC-кривая и определен показатель площади под кривой (AUC).

Данные ROC-анализа показывают статистически значимую прогностическую значимость всех рассматриваемых факторов. При этом техника операции имеет максимально возможную прогностическую роль $0,965 \pm 0,009$ (ДИ 95% 0,948–0,982) ($p < 0,001$), а большинство оставшихся факторов имеет площадь под кривой, соответствующую среднему уровню качества прогнозирования (0,6–0,7) (Таблица 3).

Таблица 3 – Значения площади под кривой (AUC) по данным ROC-анализа для предполагаемых предикторов общей длительности оперативного вмешательства при аденоме простаты

Переменная	Площадь под ROC-кривой	Стандартная ошибка	p	95% доверительный интервал	
				Нижняя граница	Верхняя граница
Техника операции	0,965	0,009	<0,001	0,948	0,982
Объем простаты, см ³	0,695	0,033	<0,001	0,630	0,761
Возраст, лет	0,575	0,028	0,007	0,522	0,629
Q max, мл\с	0,656	0,030	<0,001	0,598	0,715
Качество жизни (QoL), баллы	0,624	0,030	<0,001	0,564	0,683
ПСА общий, нг\мл	0,620	0,028	<0,001	0,565	0,676
IPSS, баллы	0,541	0,032	0,180	0,479	0,603

На основании проведенного многофакторного анализа с принудительным включением предикторов была построена регрессионная модель прогнозирования общей длительности операции. При этом использование статистически незначимых признаков несколько повышало общую значимость модели.

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(-19,856 + 9,284x_1 - 0,014x_2 - 0,058x_3 + 0,435x_4 + 0,600x_5 - 0,140x_6 - 0,040x_7)}} \quad (1)$$

где p – вероятность продолжительности операции 70 минут и меньше,

e – основание натурального логарифма (2,72),

x₁ – техника операции (1 – двухдолевая техника, 2 – техника En-bloc, 3 - total En-bloc),

x₂ – объем простаты, см³

x₃ – возраст, лет,

x₄ – максимальная скорость мочеиспускания, мл\с,

x₅ – качество жизни (QoL), баллы,

x₆ – ПСА общий, нг\мл,

x₇ – IPSS, баллы

Модель является статистически значимой ($\chi^2=430,009$; $p < 0,001$) и согласованной с исходными данными по критерию Хосмера-Лемешева ($\chi^2=1,495$; $p=0,993$).

При построении регрессионной модели для предполагаемой общей длительности операции с пошаговым алгоритмом подбора предикторов было включено 3 предиктора [33]:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(-16,969 + 8,184x_1 - 0,053x_2 + 0,224x_3)}} \quad (1)$$

где p – вероятность продолжительности операции 70 минут и меньше,

e – основание натурального логарифма (2,72),

x_1 – техника операции (1 – двухдолевая техника, 2 – техника En-bloc, 3 – total En-bloc),

x_2 – объем простаты, см³

x_3 – максимальная скорость мочеиспускания, мл\с.

Результаты построения регрессионной модели на 3 шаге построения представлены в Таблице 4.

Таблица 4 – Данные регрессионной модели общей длительности оперативного вмешательства при аденоме простаты в зависимости от ряда предикторов (пошаговый алгоритм)

Предикторы	b	±m	χ^2 Вальда	p	OR	Границы 95% ДИ для OR	
						Нижняя	Верхняя
Техника операции	8,184	1,237	43,784	<0,001	3584,18	317,36	40475,82
Объем простаты см ³	-0,053	0,014	14,272	<0,001	0,948	0,923	0,975
Qmax мл\с до	0,224	0,099	5,146	0,023	1,251	1,031	1,519
Константа	-16,969	2,579	43,298	<0,001			

Данная модель является статистически значимой ($\chi^2=421,645$; $p < 0,001$) и согласованной с исходными данными по критерию Хосмера-Лемешева ($\chi^2=1,871$; $p=0,985$).

В данной модели видно, что наиболее значимое влияние на снижение общей длительности операции оказывает техника операции (использование техники total En-bloc) - OR=3584,18, ДИ 95% [317,36-40475,82]. Также, увеличивается вероятность продолжительности операции менее 70 минут при уменьшении объема простаты OR=0,948, ДИ 95% [0,923-0,975] и повышении максимальной скорости мочеиспускания OR=1,251, ДИ 95% [1,031-1,519].

Коэффициент детерминации данной модели составляет 0,899, что указывает на статистически значимое объяснение данными предикторами 89,9% вариабельности продолжительности оперативного вмешательства. На изучаемой выборке пациентов при применении модели, получены результаты, соответствующие 94,2% чувствительности для предсказания длительности операции менее 70 минут и 97,4% специфичности. Общая точность модели составила 96,5% (График 1).

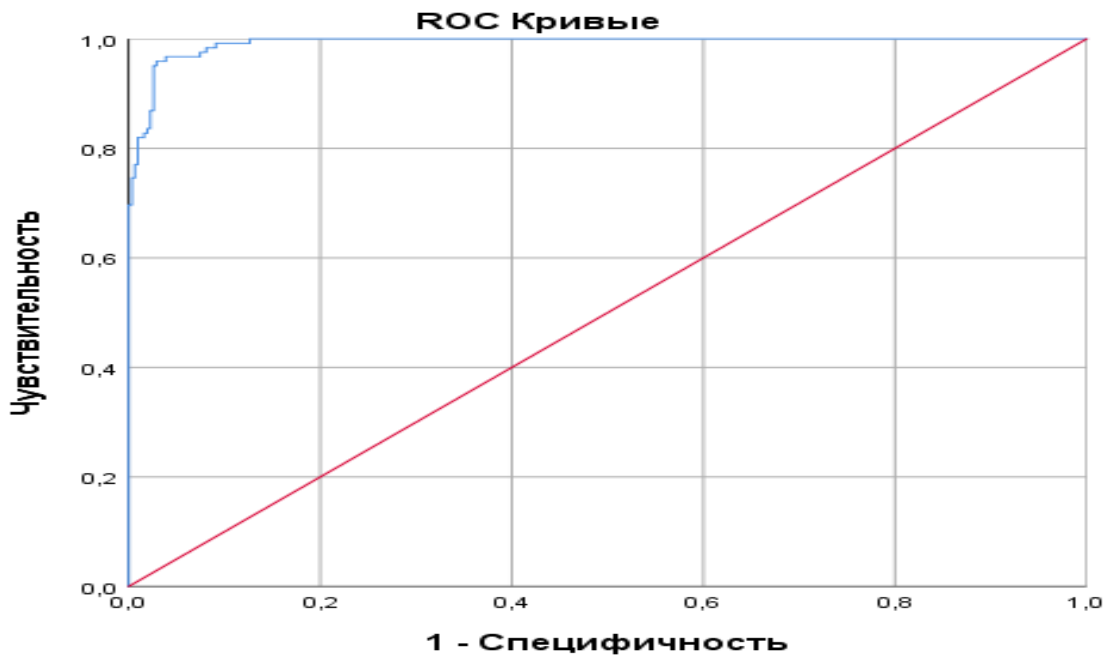


График 1 – ROC-кривая предиктивной регрессионной модели длительности оперативного вмешательства при аденоме простаты

По данным ROC-анализа площадь под кривой составила $0,992 \pm 0,003$ (ДИ 95% $0,987-0,997$), что является статистически значимым ($p < 0,001$) и соответствует, отличному качеству модели для предсказания переменной отклика.

Далее была произведена оценка влияния рассматриваемых факторов на длительность таких этапов оперативного вмешательства при аденоме простаты, как энуклеация и морцелляция.

Корреляция между объемом простаты и продолжительностью этапа энуклеации внутри сравниваемых групп различались между собой (Диаграмма 11). Наиболее сильная корреляция, соответствующая $0,545$ ($p < 0,001$) отмечалась в группе, где использовалась техника total En-bloc, в то время как в группе с выполнением двухдолевой энуклеации коэффициент корреляции Пирсона составил $0,184$ ($p = 0,012$), а в группе с использованием техники En-bloc $r = 0,296$ ($p < 0,001$).

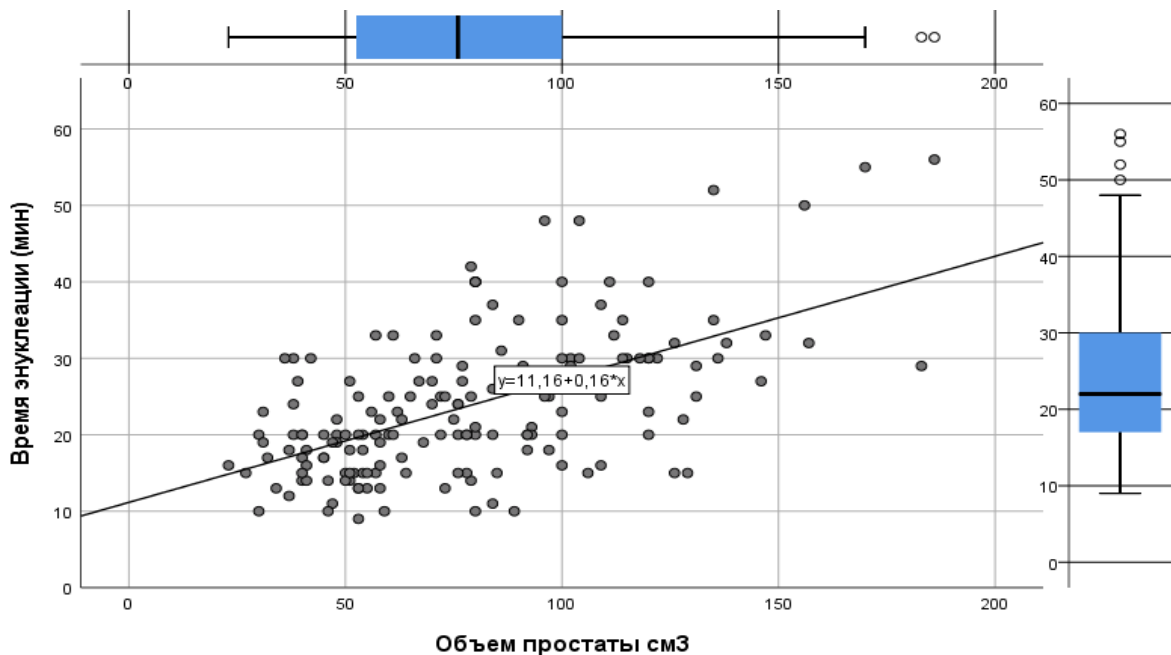


Диаграмма 11 – Зависимость между длительностью этапа энуклеации и объемом простаты при использовании техники total en-bloc

Зависимость времени энуклеации и объема простаты описывается уравнением линейной регрессии $y = 11,16 + 0,16x$, с коэффициентом аппроксимации

0,334, что соответствует детерминированности продолжительности этапа энуклеации объемом простаты на 33,4%.

При проведении однофакторного регрессионного логистического анализа 5 из 7 факторов (за исключением уровня ПСА в сыворотке крови и оценки IPSS) являются статистически значимыми для прогнозирования длительности этапа энуклеации менее 40 минут (Таблица 5). Наибольшую статистическую значимость для определения продолжительности этапа энуклеации демонстрирует техника оперативного вмешательства - OR=23,902, ДИ 95% [14,246-40,103].

При многофакторном регрессионном анализе существенно повышается вероятность того, что этап энуклеации будет продолжаться менее 40 минут при использовании техники операции total en-bloc – OR=17,051, ДИ 95% [9,710-29,941].

Таблица 5 – Характеристика предполагаемых предикторов длительности этапа энуклеации в рамках однофакторного и многофакторного логистического регрессионного анализа

Предикторы	Однофакторный анализ				Многофакторный анализ			
	p	OR	ДИ 95%		p	OR	ДИ 95%	
Техника операции	<0,001	23,902	14,246	40,103	<0,001	17,051	9,710	29,941
Объем простаты, см ³	0,011	0,994	0,987	0,098	0,002	0,976	0,962	0,991
Возраст, лет	<0,001	0,937	0,911	0,965	0,136	0,964	0,919	1,012
Q max, мл\с	<0,001	1,181	1,104	1,264	0,156	1,081	0,971	1,203
Качество жизни (QoL), баллы	<0,001	0,564	0,447	0,712	0,068	0,721	0,508	1,024
ПСА общий, нг\мл	0,063	0,931	0,864	1,004	0,010	0,825	0,712	0,956
IPSS, баллы	0,068	0,956	0,911	1,003	0,598	0,979	0,906	1,058

Также статистически значимыми факторами в рамках модели с принудительным включением являются объем простаты - OR=0,976, ДИ 95% [0,962-0,911] и уровень ПСА сыворотки крови - OR=0,825, ДИ 95% [0,712-0,956].

Статистически значимыми для продолжительности энуклеации простаты по данным ROC-анализа являлись все рассматриваемые факторы, кроме IPSS. При этом выбор техники операции имел наибольшую прогностическую значимость ($p < 0,001$), площадь под кривой составила $0,913 \pm 0,017$ (ДИ 95% 0,879–0,633). При этом прогностическая ценность остальных предикторов находится на среднем уровне (от 0,6 до 0,7) (Таблица 6).

Таблица 6 – Значения площади под кривой (AUC) по данным ROC-анализа для предполагаемых предикторов общей длительности этапа энуклеации при оперативном вмешательстве по поводу аденомы простаты

Переменная	Площадь под ROC-кривой	Стандартная ошибка	p	95% доверительный интервал	
				Нижняя граница	Верхняя граница
Техника операции	0,913	0,017	<0,001	0,879	0,913
Объем простаты, см ³	0,652	0,029	<0,001	0,594	0,710
Возраст, лет	0,626	0,027	<0,001	0,573	0,678
Q max, мл\с	0,634	0,029	<0,001	0,578	0,690
Качество жизни (QoL), баллы	0,629	0,029	<0,001	0,572	0,685
ПСА общий, нг\мл	0,614	0,028	<0,001	0,560	0,668
IPSS, баллы	0,562	0,030	0,036	0,503	0,620

Многофакторная регрессионная модель с принудительным включением предикторов продолжительности этапа энуклеации при оперативном вмешательстве по поводу аденомы простаты представлена следующим уравнением:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(4,255 - 0,037x_1 - 0,024x_2 - 0,234x_3 + 0,078x_4 - 0,327x_5 - 0,192x_6 - 0,021x_7)}} \quad (1)$$

где p – вероятность продолжительности этапа энуклеации 40 минут и меньше,

e – основание натурального логарифма (2,72),

x_1 – техника операции (1 – двухдолевая техника, 2 – техника En-bloc, 3 - total En-bloc),

x_2 – объем простаты, см³

x_3 – возраст, лет,

x_4 – максимальная скорость мочеиспускания, мл\с,

x_5 – качество жизни (QoL), баллы,

x_6 – ПСА общий, нг\мл,

x_7 – IPSS, баллы.

Модель статистически значима ($\chi^2=256,487$; $p < 0,001$) и согласована с исходными данными по критерию Хосмера-Лемешева ($\chi^2=1,684$; $p=0,745$).

В регрессионную модель предполагаемой длительности этапа энуклеации с пошаговым алгоритмом включения предикторов вошло 3 предиктора:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(8,127 + 3,006x_1 + 0,123x_2 - 0,205x_3)}} \quad (1)$$

где p – вероятность продолжительности этапа энуклеации 40 минут и меньше,

e – основание натурального логарифма (2,72),

x_1 – техника операции (1 – двухдолевая техника, 2 – техника En-bloc, 3 - total En-bloc),

x_2 – объем простаты, см³

x_3 – уровень ПСА сыворотки крови, нг/л.

Результаты построения регрессионной модели на 3 шаге построения представлены в Таблице 7.

Таблица 7 – Данные регрессионной модели длительности этапа энуклеации оперативного вмешательства при аденоме простаты в зависимости от ряда предикторов (пошаговый алгоритм)

Предикторы	b	±m	χ^2 Вальда	p	OR	Границы 95% ДИ для OR	
						Нижняя	Верхняя
Техника операции	3,006	0,265	129,127	<0,001	20,211	12,034	33,945
Объем простаты, см ³	0,023	0,008	8,916	0,003	0,977	0,962	0,992
ПСА, нг/мл до	-0,205	0,073	7,845	0,005	0,815	0,706	0,940
Константа	-8,127	0,894	82,722	<0,001			

Данная модель является статистически значимой ($\chi^2=279,013$; $p < 0,001$) и согласованной с исходными данными по критерию Хосмера-Лемешева ($\chi^2=1,692$; $p=0,758$).

Наиболее значимым параметром логистической модели является выбор техники операции в сторону total en-bloc - OR=2,211, ДИ 95% [12,034-33,945]. Увеличение объема простаты (OR=0,977, ДИ 95% [0,962-0,992]) и повышение уровня ПСА (OR=0,815, ДИ 95% [0,706-0,940]) в крови были статистически значимо ассоциированы с увеличением длительности этапа энуклеации.

Коэффициент детерминации данной модели составил 0,643, что указывает на объяснение длительности данного этапа операции указанными предикторами на 64,3%. Чувствительность модели для прогнозирования длительности этапа энуклеации составила 84,4%, специфичность модели достигла 97,9%. Общая точность модели составила 93,5%.

При построении ROC-кривой площадь AUC составила $0,911 \pm 0,017$ (ДИ 95% 0,878–0,944), что является статистически значимым ($p < 0,001$) и характеризует очень высокое качество предсказательной мощности модели (График 2).

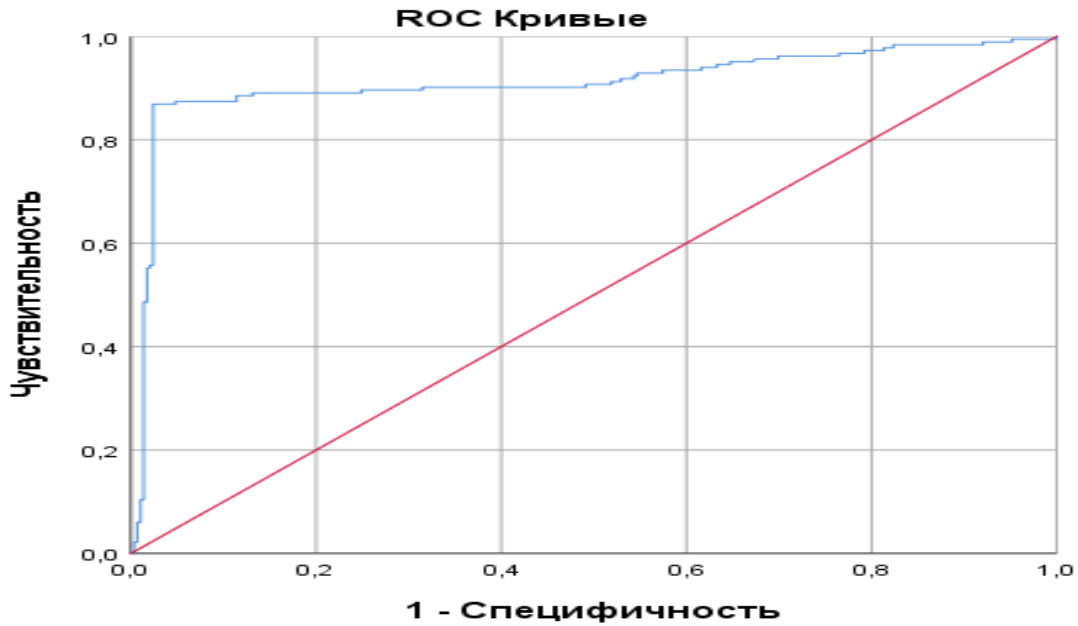


График 2 – ROC-кривая предиктивной регрессионной модели длительности этапа энуклеации оперативного вмешательства при аденоме простаты

При изучении корреляций между объемом простаты и продолжительностью морцеляции внутри сравниваемых групп были выявлены различия в силе связи. Наиболее выраженная корреляция, соответствующая 0,545 ($p < 0,001$) отмечена при использовании техники total En-bloc. В то же время, в группе с выполнением двухдолевой энуклеации коэффициент корреляции составил 0,460 ($p < 0,001$), а в группе с использованием техники En-bloc - $r=0,124$ ($p=0,022$).

Данная зависимость в группе с использованием техники total En-bloc описывается уравнением линейной регрессии $y=0,7+0,18x$, с коэффициентом аппроксимации 0,276, что соответствует детерминированности продолжительности оперативного вмешательства объемом простаты на 27,6% (Диаграмма 12).

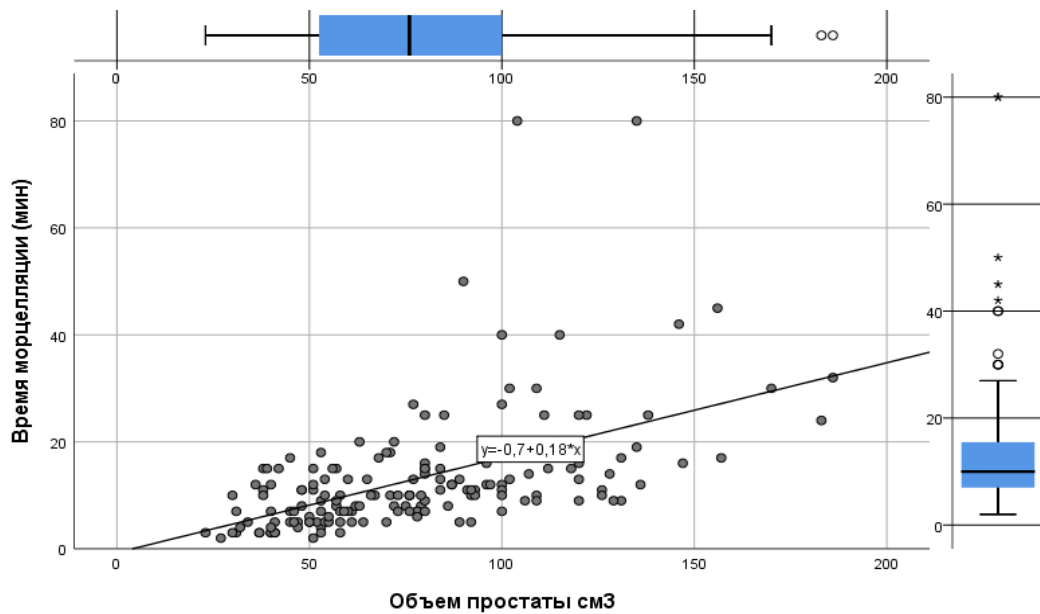


Диаграмма 12 – Зависимость между длительностью морцелляции и объемом простаты при использовании техники total en-bloc

В однофакторном анализе предиктивную роль относительно продолжительности этапа морцелляции менее 20 минут играли 3 фактора: техника операции – OR=1,345, ДИ 95% [1,122-2,011], объем простаты - OR=0,946, ДИ 95% [0,936-0,956], возраст пациента - OR=0,928, ДИ 95% [0,902-0,955].

При многофакторном анализе можно отметить статистически значимую связь длительности этапа морцелляции с теми же факторами, за исключением возраста. При этом техника операции уже не является настолько определяющим длительность данного этапа фактором, как для этапа энуклеации – OR=1,294, ДИ 95% [1,132-1,888]. Вторым значимым фактором в рамках многофакторной модели, влияющим на длительность этапа морцелляции, являлся объем простаты – OR=0,943, ДИ 95% [0,928-0,959] (Таблица 8).

Таблица 8 – Характеристика предполагаемых предикторов длительности этапа морцелляции при оперативном вмешательстве по поводу аденомы простаты в рамках однофакторного и многофакторного логистического регрессионного анализа

Предикторы	Однофакторный анализ				Многофакторный анализ			
	p	OR	ДИ 95%		p	OR	ДИ 95%	
Техника операции	0,001	1,345	1,122	2,011	0,009	1,294	1,132	1,888

Продолжение Таблицы 8

Объем простаты, см ³	<0,001	0,946	0,936	0,956	<0,001	0,943	0,928	0,959
Возраст, лет	<0,001	0,928	0,902	0,955	0,858	1,005	0,954	1,058
Q max, мл\с	0,053	1,083	0,997	1,153	0,653	0,973	0,863	1,097
Качество жизни (QoL), баллы	0,066	0,818	0,660	1,013	0,877	0,969	0,649	1,447
ПСА общий, нг\мл	0,499	0,977	0,913	1,045	0,346	1,076	0,924	1,254
IPSS, баллы	0,756	1,007	0,962	1,055	0,336	1,042	0,659	1,132

При анализе показателя площади под кривой в рамках ROC-анализа наиболее высокую статистически значимую роль для прогнозирования длительности этапа морцелляции имеет объем простаты - $0,681 \pm 0,019$ (ДИ 95% 0,643–0,719) при $p=0,001$. Вторым по значимости фактором является техника операции - $0,656 \pm 0,027$ (ДИ 95% 0,602–0,683) при $p=0,008$ (Таблица 9).

Следует отметить, что для остальных статистически значимых факторов значения площади под кривой соответствуют неудовлетворительному уровню прогнозирования (от 0,5 до 0,6).

Таблица 9 – Значения площади под кривой (AUC) по данным ROC-анализа для предполагаемых предикторов длительности этапа морцелляции при оперативном вмешательстве по поводу аденомы простаты

Переменная	Площадь под ROC-кривой	Стандартная ошибка	p	95% доверительный интервал	
				Нижняя граница	Верхняя граница
Техника операции	0,656	0,027	0,008	0,602	0,683
Объем простаты, см ³	0,681	0,019	0,001	0,643	0,719
Возраст, лет	0,562	0,027	0,021	0,510	0,615
Q max, мл\с	0,557	0,028	0,042	0,503	0,611
Качество жизни (QoL), баллы	0,532	0,028	0,259	0,477	0,586

Продолжение Таблицы 9

ПСА общий, нг\мл	0,526	0,027	0,328	0,474	0,578
IPSS, баллы	0,519	0,028	0,507	0,464	0,573

На основании результатов многофакторного анализа с принудительным включением предикторов была построена регрессионная модель длительности этапа морцелляции при оперативном лечении аденомы простаты с включением всех предикторов, вне зависимости от их статистической значимости:

$$p = \frac{1}{1+e^{-(0,844+3,964x_1-0,064x_2-0,019x_3-0,084x_4+0,073x_5+0,076x_6+0,041x_7)}} \quad (1)$$

где p – вероятность продолжительности этапа морцелляции 20 минут и меньше,

e – основание натурального логарифма (2,72),

x_1 – техника операции (1 – двухдолевая техника, 2 – техника En-bloc, 3 - total En-bloc),

x_2 – объем простаты, см³,

x_3 – возраст, лет,

x_4 – максимальная скорость мочеиспускания, мл\с,

x_5 – качество жизни (QoL), баллы,

x_6 – ПСА общий, нг/мл,

x_7 – IPSS, баллы.

Модель является статистически значимой ($\chi^2=325,928$; $p < 0,001$).

В логистическую регрессионную модель длительности этапа морцелляции, построенную с использованием пошагового алгоритма вошло 2 предиктора.

Модель пошагового включения предикторов представлена следующим уравнением:

$$p = \frac{1}{1+e^{-(1,959+1,875x_1-0,064x_2)}} \quad (1)$$

где p – вероятность продолжительности этапа морцелляции 20 минут и меньше,

e – основание натурального логарифма (2,72),

x_1 – техника операции (1 – двухдолевая техника, 2 – техника En-bloc, 3 - total En-bloc),

x_2 – объем простаты, см³.

Модель является статистически значимой ($\chi^2=36,645$; $p<0,001$) и согласованной с по критерию Хосмера-Лемешева ($\chi^2=2,033$; $p=0,610$).

Результаты построения данной регрессионной модели на 2 шаге построения представлены в Таблице 10.

В данной предиктивной модели представлено 2 статистически значимых параметра: техника операции (total En-bloc) – OR=48,191, ДИ 95% [22,966-101,120] и объем простаты - OR=0,938, ДИ 95% [0,916-0,960].

Коэффициент детерминации данной модели составил 0,390, что указывает на объяснение данными предикторами 39,0% изменения зависимой переменной (длительности морцелляции более или менее 20 минут). Чувствительность модели в плане предсказания длительности этапа морцелляции составила 57,1%, специфичность модели - 78,5%. Общая точность модели составила 70,4%.

Таблица 10 – Данные регрессионной модели длительности этапа морцелляции в рамках однофакторного и многофакторного логистического регрессионного анализа (пошаговый алгоритм)

Предикторы	b	±m	χ^2 Вальда	p	OR	Границы 95% ДИ для OR	
						Нижняя	Верхняя
Техника операции	1,875	0,178	6,021	0,002	1,191	1,066	2,120
Объем простаты, см ³	-0,064	0,012	29,615	<0,001	0,938	0,916	0,960
Константа	-1,959	0,763	6,587	0,010	0,141		

По данным ROC-анализа статистически значимая ($p=0,009$) площадь под кривой составила $0,726\pm 0,018$ (ДИ 95% 0,690–0,762), что соответствует, хорошему качеству модели для предсказания зависимого признака (График 3).

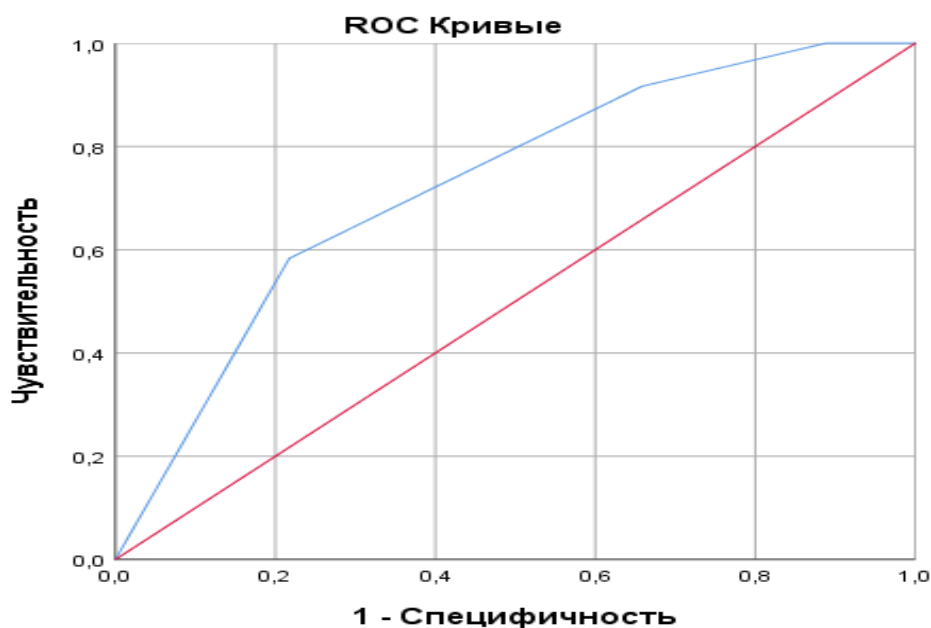


График 3 – ROC-кривая предиктивной регрессионной модели длительности этапа морцелляции оперативного вмешательства при аденоме простаты

На основании данных об оперативном лечении аденомы простаты у пациентов исследуемых групп был рассчитан коэффициент эффективности энуклеации аденомы простаты. Данный коэффициент рассчитывается путем деления массы сухого остатка при удалении аденомы простаты (в граммах) на время ее энуклеации.

В исследуемых группах было получено существенно более высокое значение показателя эффективности энуклеации аденомы простаты при использовании техники total en-bloc (Диаграмма 13). Значение данного показателя в группе total en-bloc составило по медиане 1,94 (1,44; 2,46), что статистически значимо ($p < 0,001$) было выше показателя эффективности, как в группе двухдолевой энуклеации – 0,65 (0,51; 0,87), так и в группе En-bloc - 0,68 (0,49; 0,88). При сравнении данного показателя между первой и второй группами статистически значимые различия отсутствовали ($p = 0,981$).

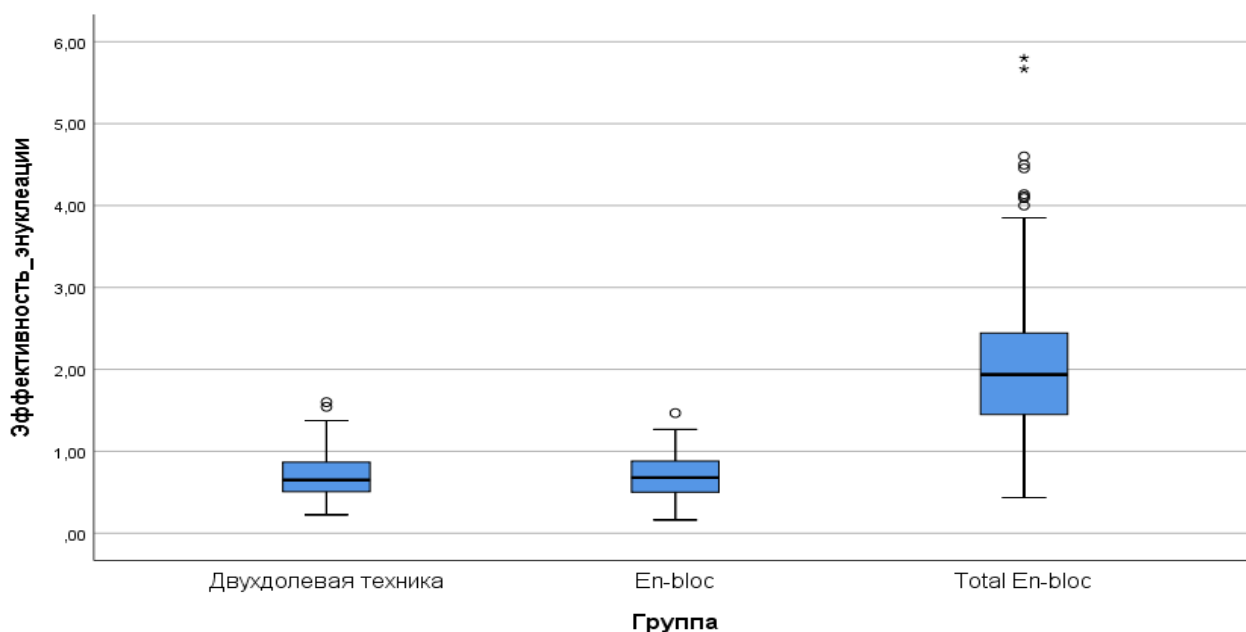


Диаграмма 13 – Сравнение коэффициента эффективности энуклеации аденомы простаты в группах наблюдения ($p < 0,001$)

Данный параметр в группе с применением техники total en-bloc имел статистически значимую корреляцию средней силы с объемом простаты до операции, выраженным в кубических сантиметрах. Коэффициент корреляции Пирсона составил 0,539 при статистической значимости $p < 0,001$ (Диаграмма 14)

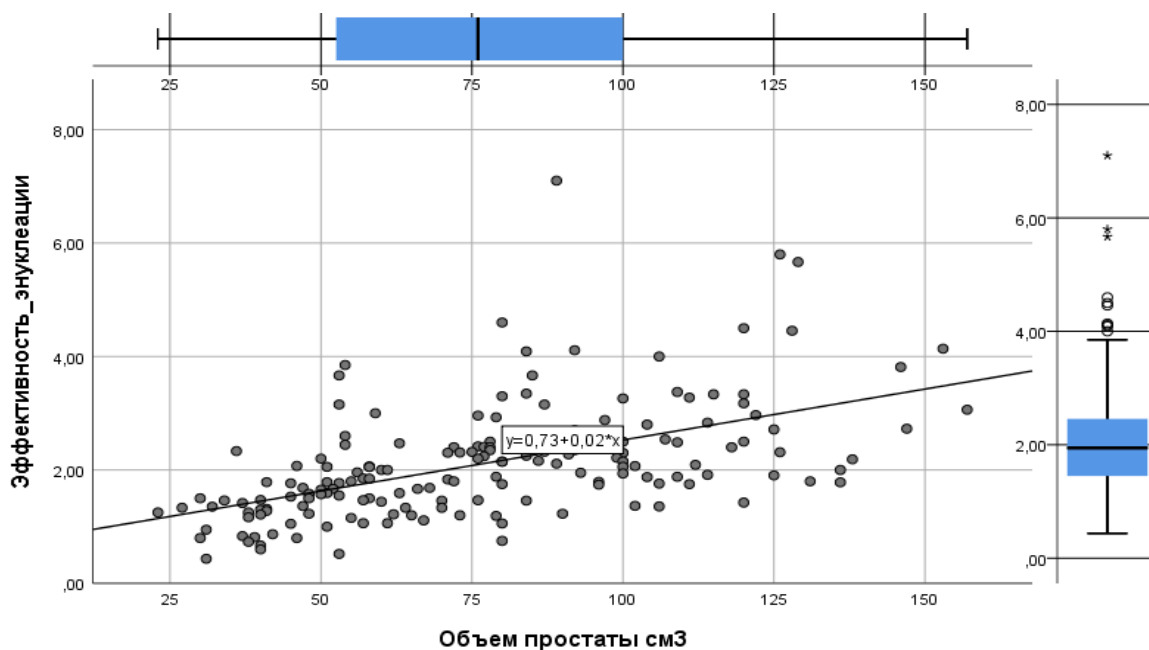


Диаграмма 14 – Зависимость между эффективностью энуклеации аденомы простаты и объемом простаты при использовании техники total en-bloc

Зависимость между эффективностью энуклеации аденомы простаты и объемом простаты при использовании техники total en-bloc описывается линейным уравнением $y=0,73+0,02x$ с коэффициентом аппроксимации 0,291, что указывает на то, что эффективность энуклеации аденомы простаты определяется объемом предстательной железы на 29,1%.

Для сравнения эффективности использования метода total en-bloc при малых и больших размерах аденомы простаты, пациенты были разделены на две подгруппы, в зависимости от объема предстательной железы – до 80 см³ и более 80 см³. При этом коэффициент эффективности энуклеации аденомы простаты при ее размерах, превышающих 80 см³, статистически значимо выше ($p < 0,001$), чем при удалении аденом малых размеров - 2,40 (2,05; 3,31) против 1,58 (1,22; 2,06) (Диаграмма 15).

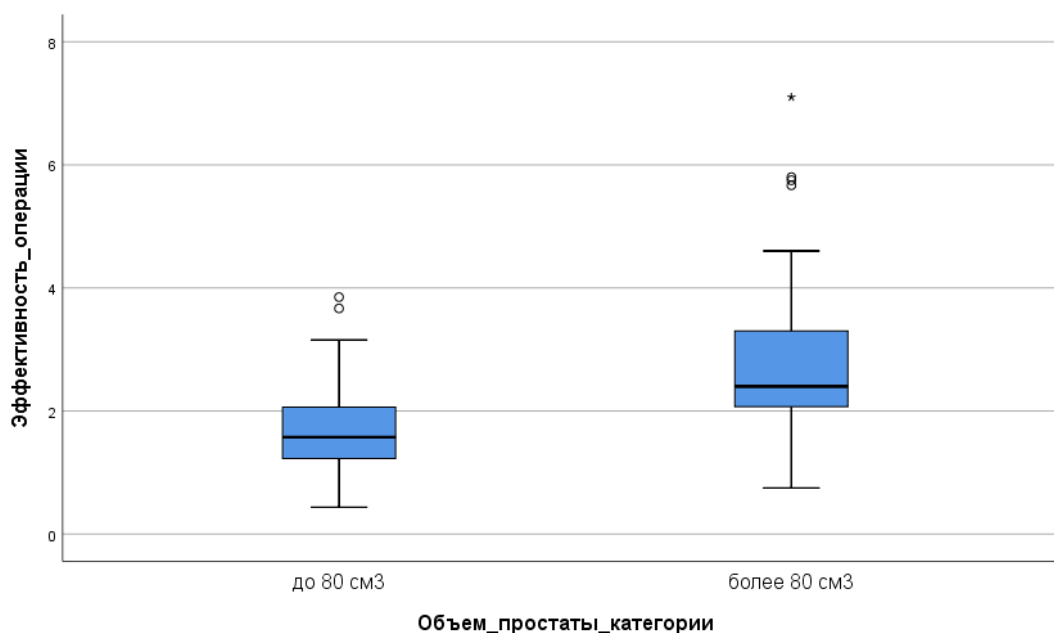


Диаграмма 15 – Сравнение коэффициента эффективности энуклеации аденомы простаты при использовании техники total en-bloc в подгруппах, выделенных в зависимости от объема предстательной железы ($p < 0,001$)

Таким образом, были построены логистические регрессионные модели длительности операции энуклеации аденомы простаты и ее отдельных этапов.

Предиктором, вошедшим во все логистические модели в качестве статистически значимого, как для общей длительности операции, так и для ее

отдельных этапов была техника выполнения операции энуклеации аденомы предстательной железы. Применение техники оперативного вмешательства total en-bloc имело наиболее высокие показатели отношения шансов для снижения общей длительности операции ниже 70 минут и этапа энуклеации ниже 40 минут.

Вторым по значимости параметром, также вошедшим во все модели, был объем предстательной железы, с увеличением которой ассоциировано увеличение продолжительности оперативного вмешательства. Данный предиктор был наиболее значим для вероятности продолжительности этапа морцелляции ниже 20 минут.

Так же данный параметр имеет линейную статистически значимую зависимость с коэффициентом эффективности энуклеации аденомы предстательной железы. Указанный коэффициент был статистически значимо выше при проведении операции с использованием техники total en-bloc по сравнению с группами сравнения, а в группе total en-bloc эффективность энуклеации увеличивалась при объеме простаты выше 80 см³.

Таким образом, ведущими факторами, влияющими на длительность и эффективность энуклеации аденомы простаты являются использование техники оперативного вмешательства total en-bloc и исходный объем предстательной железы. Остальные рассмотренные факторы не имели самостоятельного прогностического значения.

Одним из ключевых показателей эффективности хирургического лечения аденомы простаты методом энуклеации служит отсутствие симптомов недержания мочи спустя 1 месяц после операции. Для оценки влияния на этот исход двух основных факторов — выбранной хирургической техники и объема предстательной железы — был применён логистический регрессионный анализ. В качестве зависимой переменной (переменной отклика) использовалась бинарная величина: 0 — отсутствие недержания мочи через 1 месяц после операции, 1 — наличие недержания мочи в указанный срок.

Результаты как однофакторного, так и многофакторного статистического анализа подтвердили наличие статистически значимой связи между выбором хирургической техники и развитием недержания мочи через один месяц после выполнения энуклеации аденомы предстательной железы. При этом выбор техники данной предиктивной модели статистически значимо снижает вероятность развития недержания мочи - OR=0,662, ДИ 95% [0,492-0,904] (в однофакторной модели) и OR=0,635, ДИ 95% [0,407-0,992] (Таблица 11).

Таблица 11 – Оценка предиктивного влияния техники операции и объема простаты на наличие недержания мочи через 1 месяц после энуклеации аденомы простаты

Предикторы	Однофакторный анализ				Многофакторный анализ			
	р	OR	ДИ 95%		р	OR	ДИ 95%	
Техника операции	0,013	0,622	0,429	0,904	0,046	0,635	0,407	0,992
Двухдолевая техника		1,000			1,000			
Техника en-bloc	0,701	0,878	0,451	1,708	0,256	0,588	0,235	1,471
Техника total en-bloc	0,012	0,350	0,155	0,791	0,026	0,363	0,149	0,885
Объем простаты, см ³	0,137	0,989	0,976	1,003	0,209	0,990	0,974	1,006

При разбиении техники операции на отдельные категории в рамках логистических моделей с присвоением референсного значения двухдолевой технике, установлено, что снижение вероятности недержания мочи через 1 месяц после операции характеризует использование техники total en-bloc. В однофакторной модели - OR=0,350, ДИ 95% [0,155-0,791], в многофакторной - OR=0,363 ДИ 95% [0,149-0,885].

Объём простаты не продемонстрировал статистически значимого влияния на развитие недержания мочи ни в однофакторной, ни в многофакторной модели

Однофакторная модель с включением техники операции представлена следующим уравнением:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(-1,959 + 1,875x)}} \quad (1)$$

где p – вероятность продолжительности этапа морцелляции 20 минут и меньше,

e – основание натурального логарифма (2,72),

x – техника операции (1 – двухдолевая техника, 2 – техника En-bloc, 3 - total En-bloc).

Данная модель использования техники операции показывает 100% специфичность относительно прогнозирования отсутствия недержания мочи, при этом не может точно предсказать факт развития данного осложнения. Общая точность модели составила 89,6%.

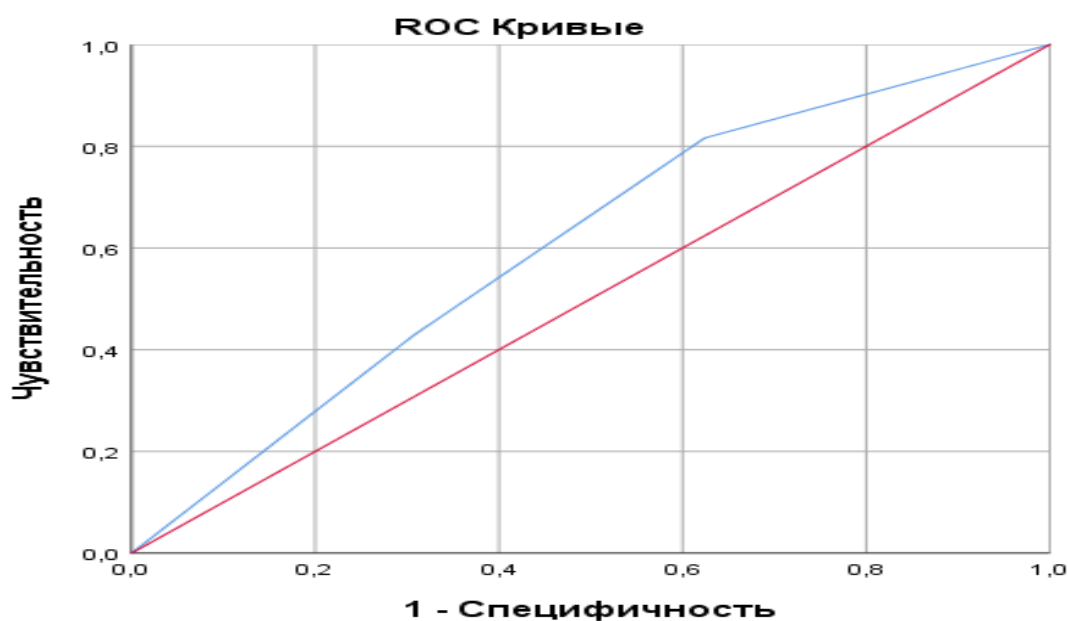


График 4 – ROC-кривая оценка предиктивного влияния техники операции на наличие недержания мочи через 1 месяц после энуклеации аденомы простаты

При ROC-анализе площадь под кривой статистически значимо ($p=0,017$) составляет $0,604 \pm 0,040$ (ДИ 95% $0,562-0,683$), что соответствует, среднему качеству модели для предсказания зависимого признака (График 4).

Таким образом, использование техники операции total en-bloc вне зависимости от объема предстательной железы является предиктором снижения вероятности наличия недержания мочи через 1 месяц после энуклеации аденомы простаты.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕХНИКИ ЛАЗЕРНОЙ ЭНУКЛЕАЦИИ ГИПЕРПЛАЗИИ ПРОСТАТЫ

В условиях Клиники урологии им. Р.М. Фронштейна Университетской клинической больницы №2 Клинического центра ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) проведён анализ данных 472 пациентов, перенесших трансуретральную лазерную энуклеацию гиперплазии простаты тулиевым волоконным лазером (ThuFLEP). В ходе оперативного вмешательства применялись три различных техники энуклеации гиперплазии простаты: двухдолевая техника (n=151), техника en-bloc (n=153) и модифицированная техника total en-bloc (n=168).

4.1. Предоперационные данные пациентов с гиперплазией простаты

Средний возраст пациентов в исследуемой когорте составил $66,94 \pm 7,08$ лет (диапазон: 46–89 лет) (Диаграмма 16). Сравнительный анализ возрастного распределения между группами: двухдолевой технике ($67,56 \pm 7,06$ лет), энуклеации en-bloc ($67,20 \pm 7,07$ лет) и total en-bloc ($68,15 \pm 7,10$ лет), не выявил статистически значимых различий ($p = 0,103$).

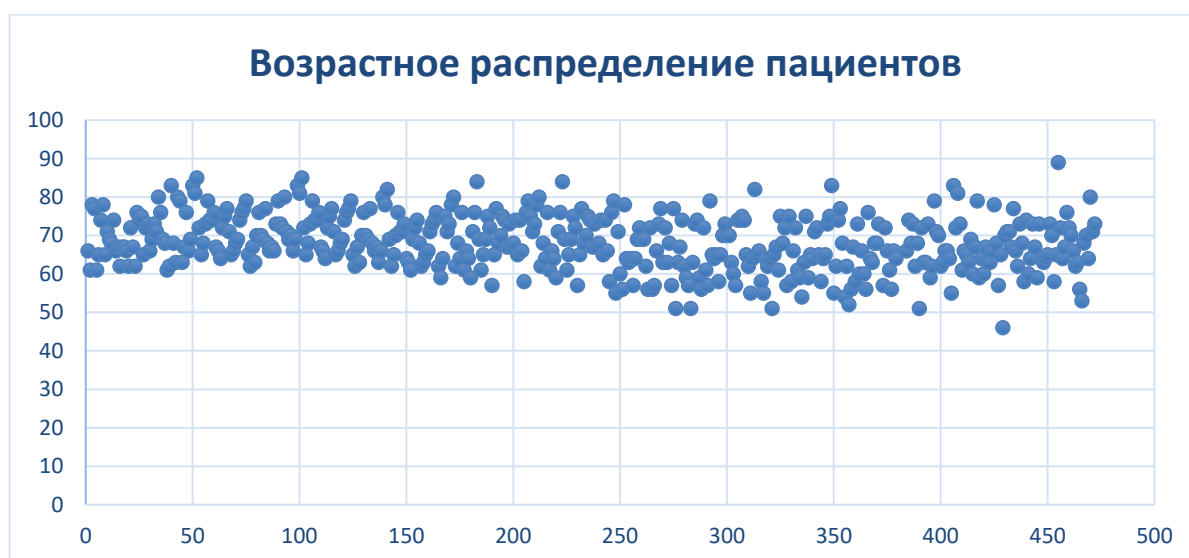


Диаграмма 16 – Возрастное распределение пациентов с гиперплазией простаты, перенесших лазерную энуклеацию (n=472)

В предоперационном периоде всем пациентам проведено ультразвуковое исследование (УЗИ) для определения объема предстательной железы. Средние значения объема с указанием стандартного отклонения распределились следующим образом: в группе двухдолевой техники — $76,03 \pm 11,07 \text{ см}^3$, в группе en-bloc — $76,27 \pm 12,25 \text{ см}^3$, в группе total en-bloc — $77,11 \pm 11,25 \text{ см}^3$. Сравнительный анализ с применением однофакторного анализа не выявил статистически значимых межгрупповых различий ($p = 0,606$).

Также в рамках предоперационной диагностики всем пациентам при УЗИ осуществлялось определения объема остаточной мочи после мочеиспускания (post-void residual urine, PVR). Медиана PVR в исследуемых группах составила: 51 см^3 (0–60) для двухдолевой техники, 53 см^3 (15–80) для метода en-bloc и 56 см^3 (54–70) для метода total en-bloc. Статистически значимых межгрупповых различий по данному параметру не выявлено ($p = 0,061$) (Диаграмма 17).

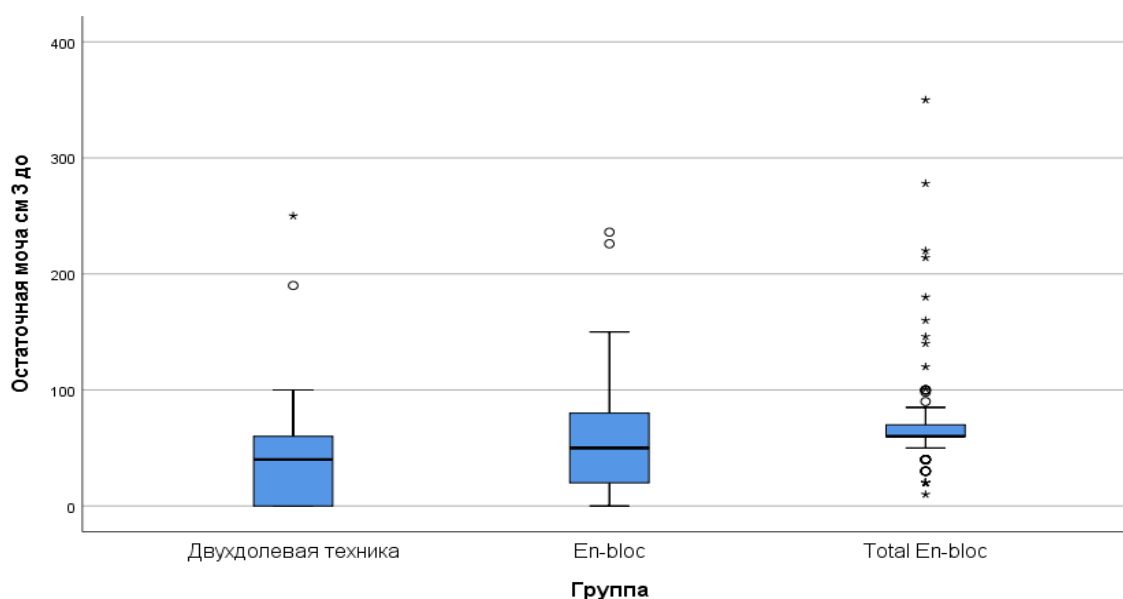


Диаграмма 17 – Визуализация межгрупповых различий в объёме остаточной мочи (PVR) до операции

Для объективной оценки выраженности нарушений мочеиспускания применялись шкалы IPSS и QoL, за исключением пациентов с дренированным мочевым пузырем. Средние показатели IPSS в группах исследования составили:

двухдолевая техника – $23,14 \pm 3,05$ балла; en-bloc – $23,37 \pm 4,26$ балла; total en-bloc – $22,67 \pm 5,00$ балла ($p = 0,058$) (Диаграмма 18).

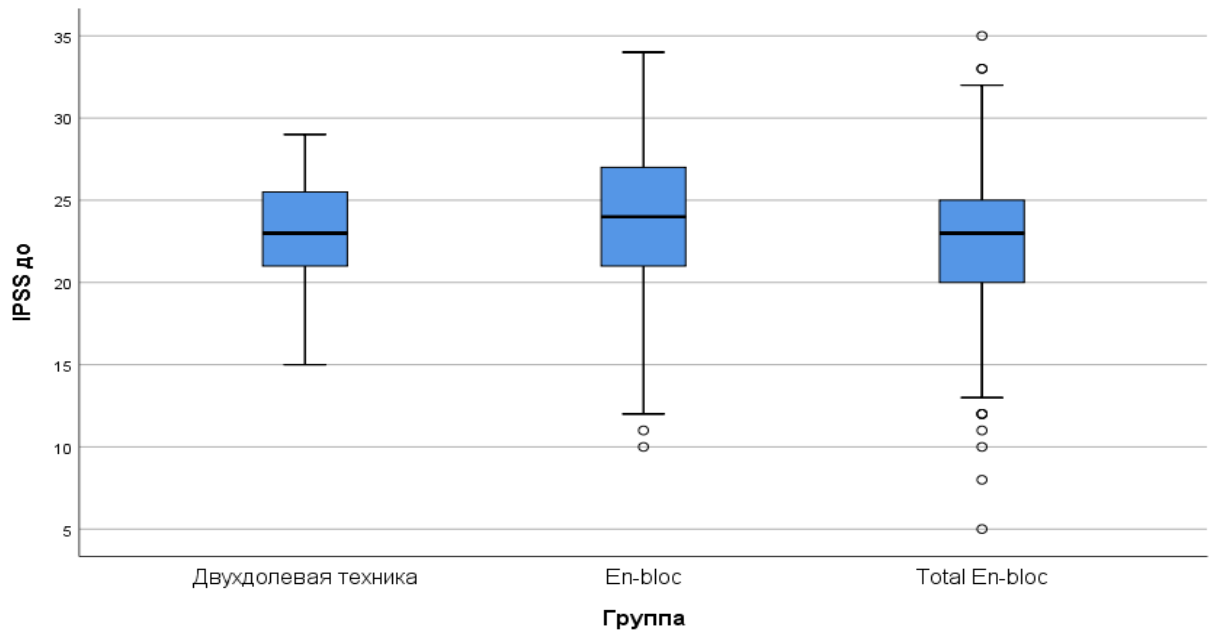


Диаграмма 18 – Графическая интерпретация предоперационных показателей шкалы IPSS

Оценка качества жизни (Quality of Life, QoL) проведена с использованием стандартизированной шкалы. Медиана баллов с межквартильным размахом распределилась следующим образом: в группе двухдолевой техники — 2,8 (1,8–4,6) балла, в группе en-bloc — 3,2 (2,1–4,4) балла, в группе total en-bloc — 3,1 (1,9–4,5) балла. Статистически значимых различий между группами не выявлено ($p = 0,061$) (Диаграмма 19).

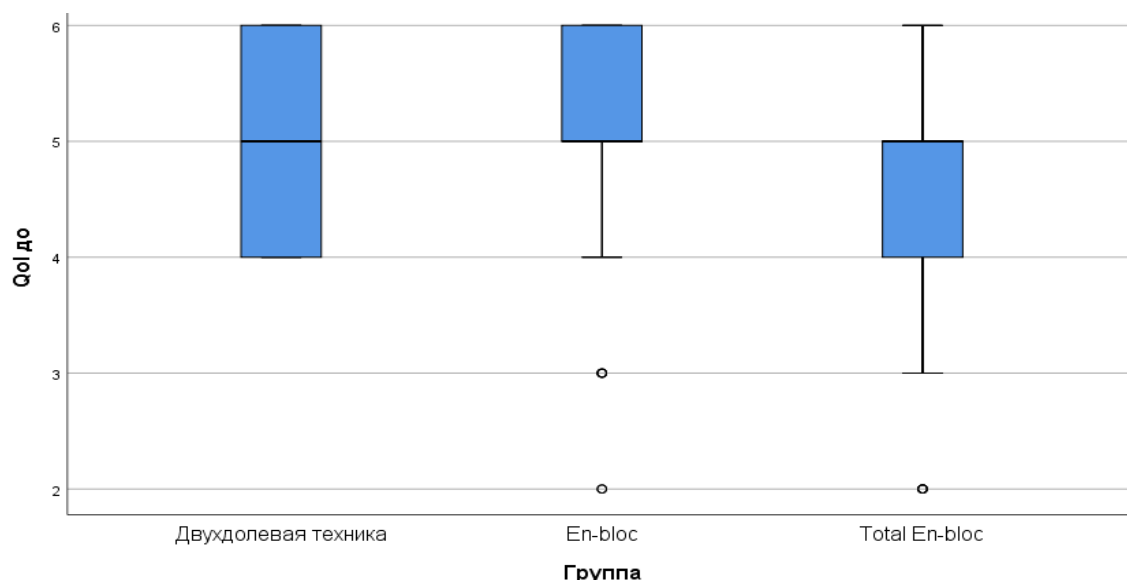


Диаграмма 19 – Интерпретация показателей шкалы QoL до проведения оперативного лечения

В рамках предоперационного обследования, направленного на исключение злокачественной трансформации предстательной железы, проводилось определение уровня общего простатического специфического антигена (ПСА). Медиана концентрации общего ПСА в исследуемых группах составила: 3,4 нг/мл (2,6–4,7) для двухдолевой техники, 4,0 нг/мл (2,8–5,2) для техники en-bloc и 3,3 нг/мл (2,4–4,6) для техники total en-bloc. Статистически значимых межгрупповых различий по данному параметру не зарегистрировано ($p = 0,053$) (Диаграмма 20).

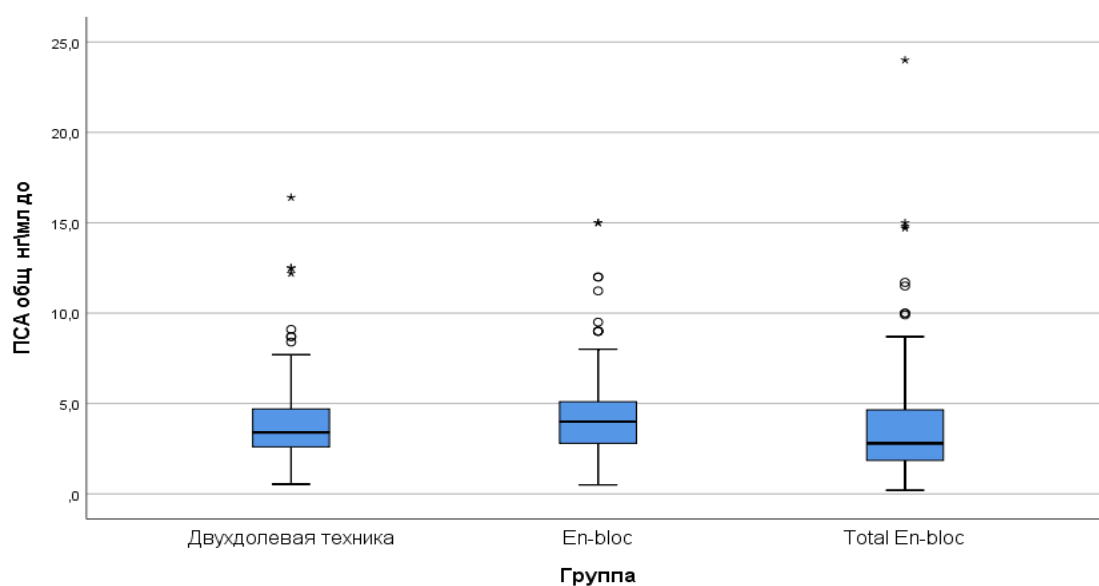


Диаграмма 20 – Графическое представление различий в уровне общего ПСА между группами до операции

На предоперационном этапе всем пациентам, за исключением лиц с установленной цистостомой или уретральным катетером, проводили урофлоуметрию. Показатель максимальной скорости потока мочи (Q_{\max}) статистически не различался между группами: при двухдолевой технике — $7,46 \pm 2,60$ мл/с, при en-bloc — $7,39 \pm 2,50$ мл/с и при total en-bloc — $7,57 \pm 4,08$ мл/с ($p = 0,595$) (Диаграмма 21).

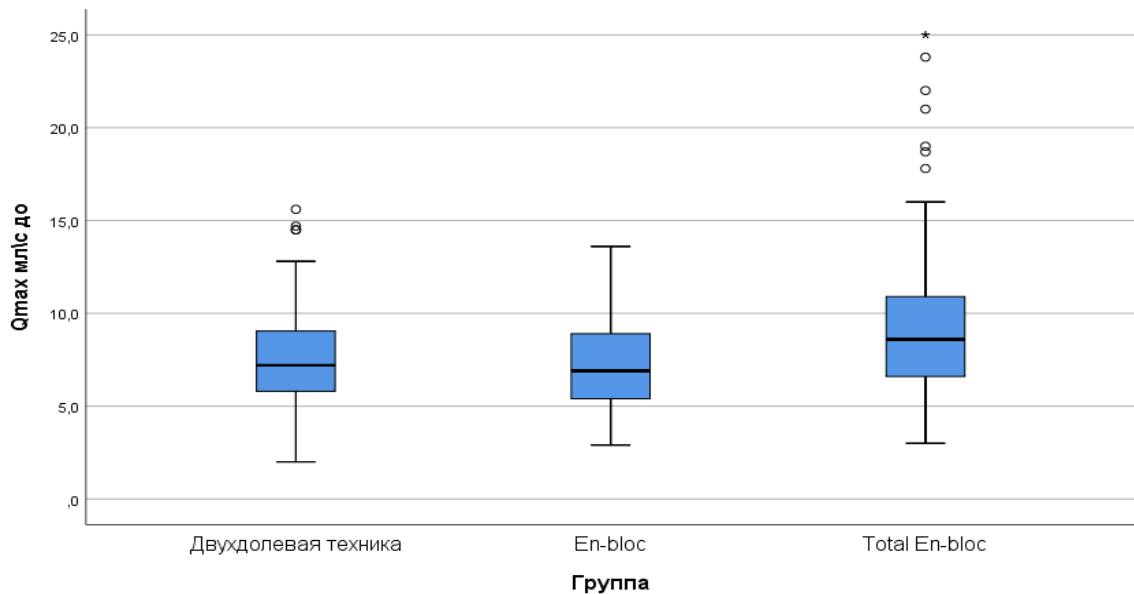


Диаграмма 21 – Сравнительный анализ максимальной скорости потока мочи (Q_{\max}) в исследуемых группах до операции

Средняя скорость потока мочи (Q_{ave}), оцененная методом урофлоуметрии в предоперационном периоде, в исследуемых группах составила: $3,99 \pm 1,4$ мл/с – двухдолевая техника; $3,89 \pm 1,4$ мл/с – en-bloc и $4,3 \pm 1,7$ мл/с – total en-bloc. Сравнительный анализ не выявил статистически значимых различий между группами ($p = 0,066$) (Диаграмма 22).

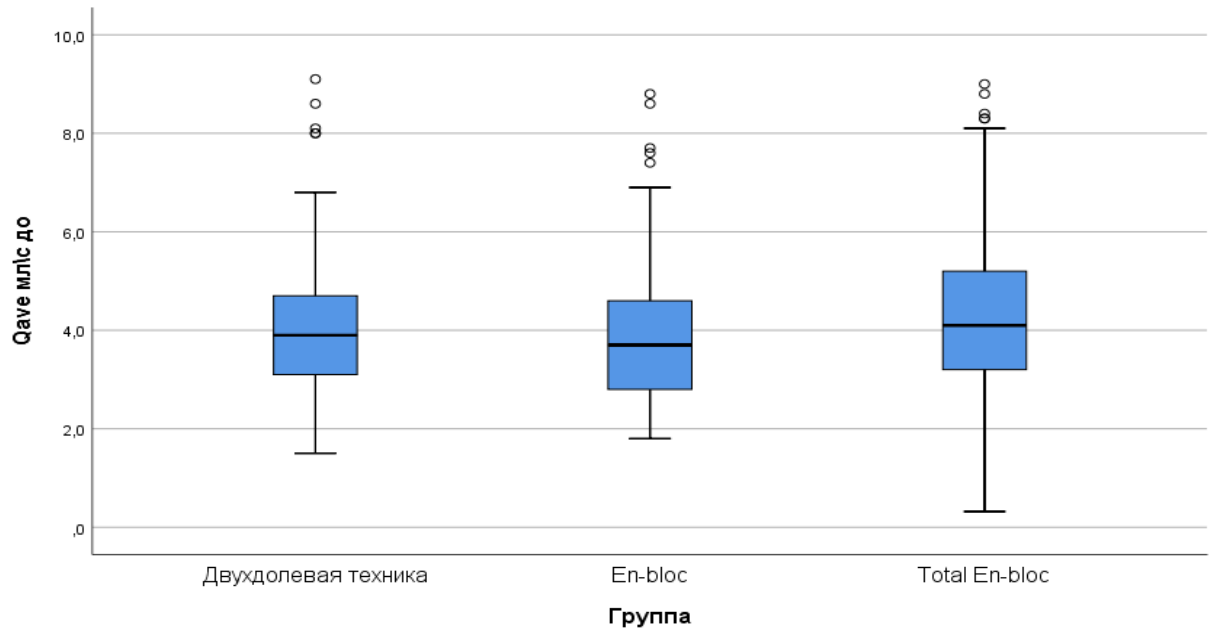


Диаграмма 22 – Сравнительный анализ средней скорости потока мочи (Qave) в исследуемых группах до операции

Основные оцениваемые показатели на предоперационном этапе представлены ниже в Таблице 12

Таблица 12 – Общая характеристика групп пациентов на основании предоперационного обследования

Переменные	Двухдолевая техника (n=151)	En-bloc (n=153)	Total en-bloc (n=168)	Значение - p
Возраст, лет	67,5 ± 7,06	67,2 ± 7,07	66,15 ± 7,10	0,103
Объем простаты (см ³)	76,03 ± 11,07	76,27 ± 12,25	77,11 ± 11,25	0,606
IPSS, баллы	23,14 ± 3,05	23,37 ± 4,26	22,67 ± 5,0	0,058
Качество жизни (QoL), баллы	2,8 (1,8–4,6)	3,2 (2,1–4,4)	3,1 (1,9–4,5)	0,061
Qmax (мл/с)	7,46 ± 2,6	7,39 ± 2,5	7,35 ± 4,08	0,595
Qave (мл/с)	3,99 ± 1,4	3,89 ± 1,4	4,3 ± 1,7	0,066
ПСА общ (нг/мл)	3,4 (2,6–4,7)	4,0 (2,8–5,2)	3,3 (2,4–4,6)	0,053
PVR (см ³)	51 (0–60)	53(15–80)	56(54–70)	0,061

Перед оперативным вмешательством все пациенты с острой задержкой мочи вследствие гиперплазии простаты прошли дренирование мочевого пузыря (уретральный катетер или цистостомия). Доля таких пациентов в группах составила: при двухдолевой технике – 2,6 % (n = 4), при en-bloc – 17,6 % (n = 27) и при total en-bloc – 16,7 % (n = 28).

4.2. Характеристика интраоперационных показателей и исходов раннего послеоперационного периода

Процедура эндоскопической лазерной энуклеации включает два ключевых этапа: собственно энуклеацию гиперплазированной ткани и последующую морцелляцию, заключающуюся в её удалении из полости мочевого пузыря. В исследовании была проведена оценка общей продолжительности операции, а также длительности каждого этапа в отдельности. Согласно полученным данным, медиана продолжительности оперативного вмешательства при использовании техники total en-bloc составила 46 минут (25–75 перцентили: 37–58), что статистически значительно ниже по сравнению с двухдолевой техникой (108 минут; 98–121) и техникой en-bloc (106 минут; 91–125), ($p < 0,001$) (Диаграмма 23).

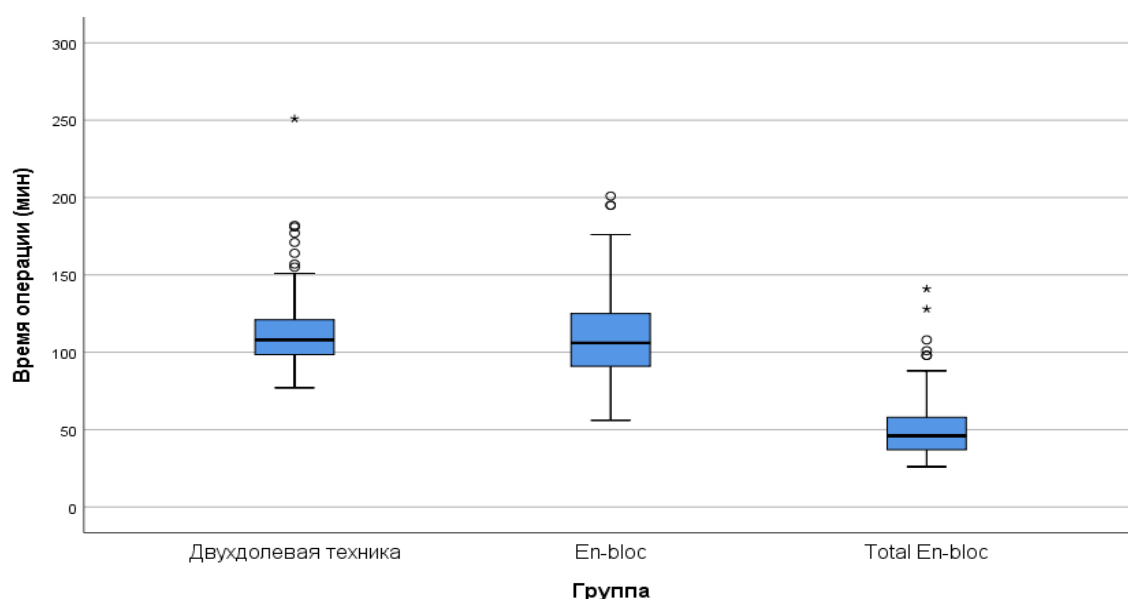


Диаграмма 23 – Сравнение среднего времени операции при различных техниках энуклеации

Сравнительный анализ скорости энуклеации выявил статистически значимые различия между методиками. Медиана скорости энуклеации при использовании техники total en-bloc составила 1,94 г/мин (25–75 перцентили: 1,44–2,46), что значительно превышает аналогичные показатели для двухдолевой техники (0,65 г/мин; 0,51–0,87) и метода en-bloc (0,68 г/мин; 0,49–0,88), $p < 0,001$ (Диаграмма 24).

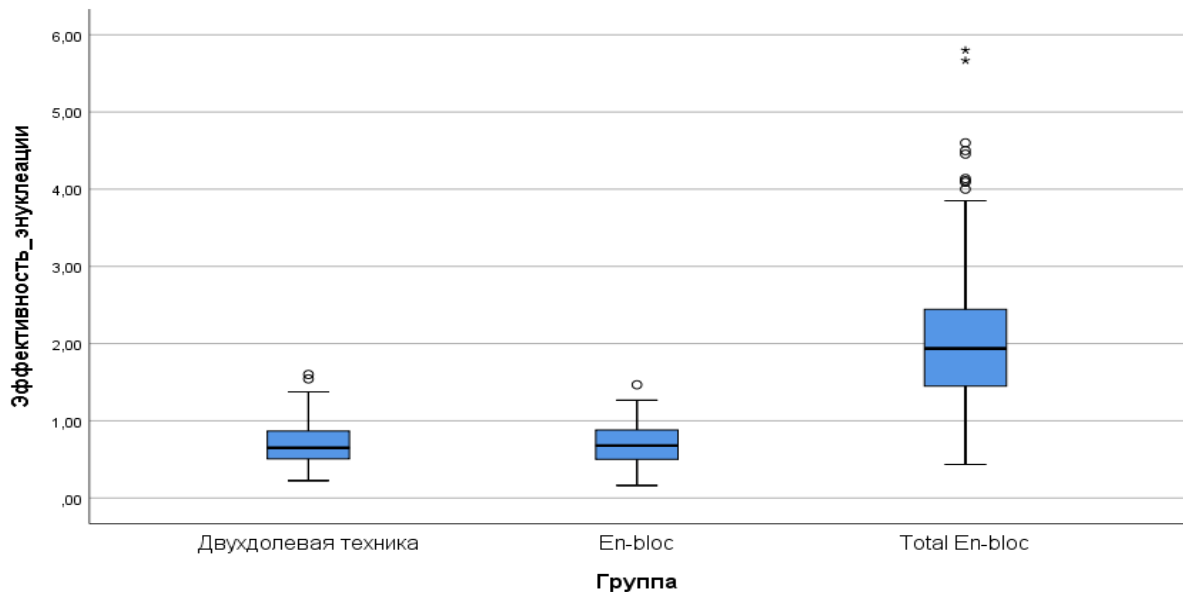


Диаграмма 24 – Сравнение средней скорости энуклеации при различных техниках

Применение техники total en-bloc обеспечило статистически значимое сокращение длительности этапа энуклеации гиперплазии простаты. Медиана времени выполнения этапа энуклеации составила 22 минуты (25–75 перцентили: 17–30), что значительно меньше по сравнению с двухдолевой техникой (65 минут; 55–75) и методом en-bloc (62 минуты; 50–80), ($p < 0,001$) (Диаграмма 25).

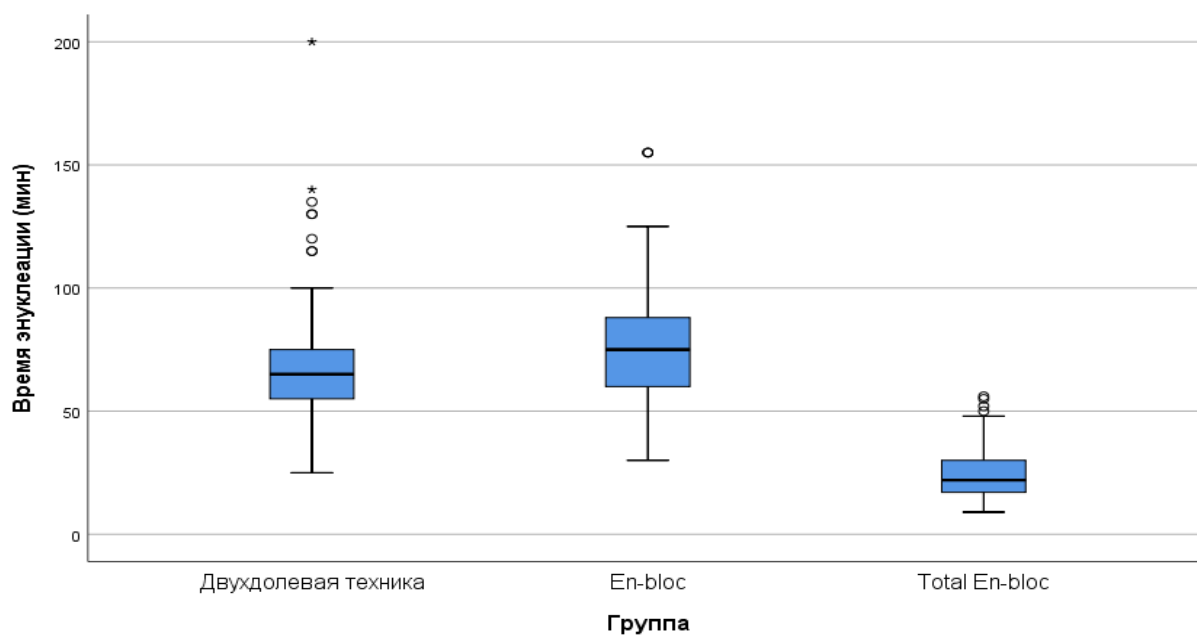


Диаграмма 25 – сравнение средней длительности этапа энуклеации при различных техниках

При анализе продолжительности этапа морцелляции при использовании различных техник энуклеации было установлено, что среднее время выполнения этапа морцелляции не имело статистически значимых различий между группами: при двухдолевой технике — 15 минут (14 – 22), en-bloc — 14 минут (13 – 20) и total en-bloc — 13 минут (11 – 18) ($p = 0,241$).

Масса энуклеированной ткани определялась непосредственно после завершения хирургического вмешательства путем взвешивания. Медиана исследуемого параметра в группах составила: 43 г (36–48) для двухдолевой техники, 44 г (38–51) для техники en-bloc и 44 г (29–70) для техники total en-bloc. Статистически значимых межгрупповых различий не зафиксировано ($p = 0,608$) (Таблица 13).

Таблица 13 – Средние значения ключевых интраоперационных параметров

Переменные	Двухдолевая техника (n=151)	En-bloc (n=153)	Total en-bloc (n=168)	Значение - p
Время операции (мин)	108 (98 – 121)	106 (91 – 125)	46 (37 – 58)	<0,001
Время энуклеации (мин)	65 (55 – 75)	62 (50 – 80)	22 (17 – 30)	<0,001

Продолжение Таблицы 13

Время морцелляции (мин)	15 (14 – 22)	14 (13 – 20)	13 (11 – 18)	0,241
Эффективность энуклеации (г/мин)	0,65 (0,51 – 0,87)	0,68 (0,49 – 0,88)	1,94 (1,44 – 2,46)	<0,001
Масса энуклеированной ткани (г)	43 (36 – 48)	44 (38 – 51)	44 (29, – 70)	0.608

Послеоперационная оценка объема предстательной железы методом ультразвукового исследования выявила статистически значимые различия между группами: средние значения составили $19,28 \pm 3,50 \text{ см}^3$ для двухдолевой техники, $20,11 \pm 3,73 \text{ см}^3$ для en-bloc и $14,74 \pm 2,48 \text{ см}^3$ для total en-bloc ($p < 0,001$). Полученные данные свидетельствуют о значимо большей эффективности техники total en-bloc в достижении минимального остаточного объема ткани (Диаграмма 26).

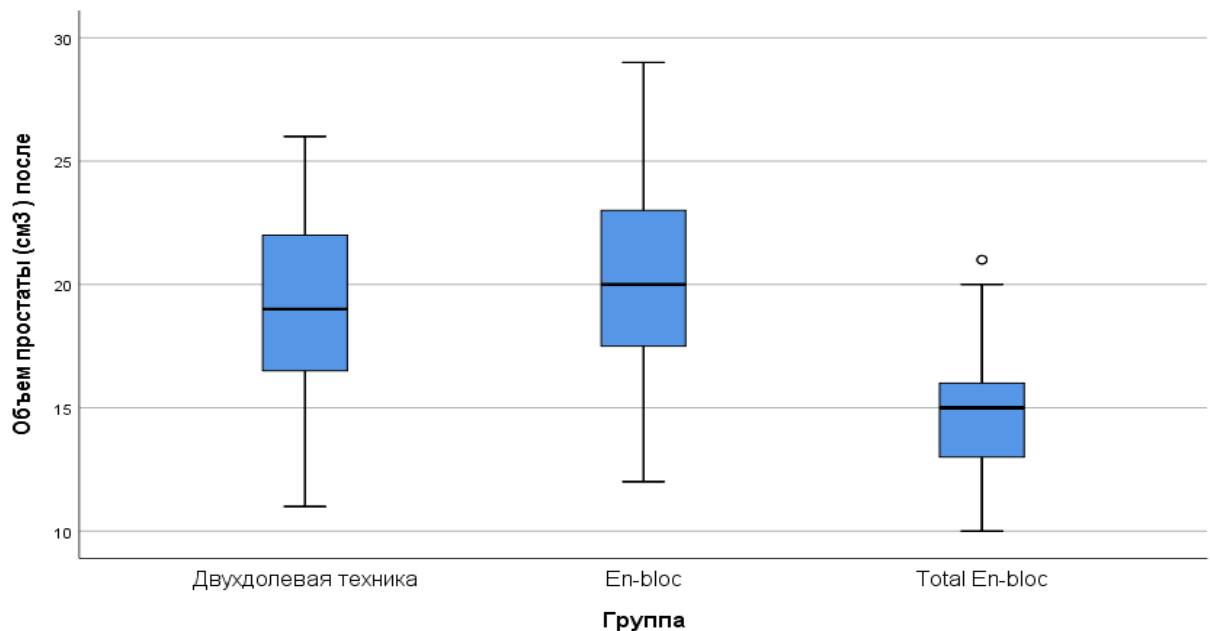


Диаграмма 26 – Оценка остаточного объема простаты в послеоперационном периоде

Послеоперационная оценка уродинамических показателей не выявила статистически значимых различий в максимальной скорости мочеиспускания

(Qmax) между группами: средние значения составили $19,15 \pm 3,29$ мл/с при двухдолевой технике, $19,48 \pm 4,01$ мл/с при en-bloc и $20,22 \pm 4,44$ мл/с при total en-bloc ($p = 0,065$). Несмотря на численное превосходство группы total en-bloc, различия не достигли порога статистической значимости (Диаграмма 27).

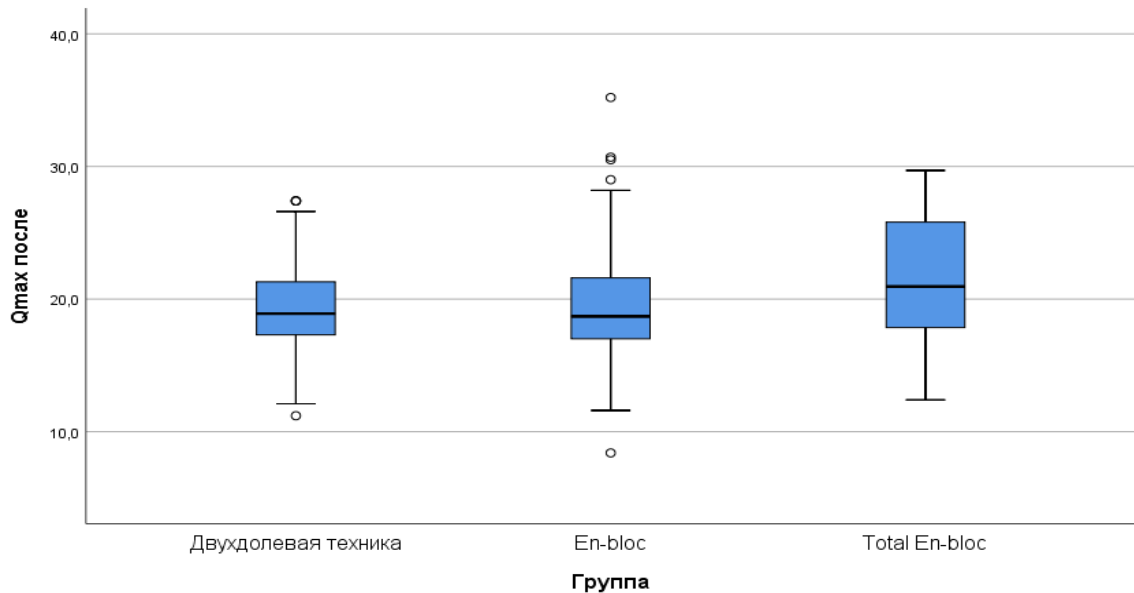


Диаграмма 27 – Средние показатели максимальной скорости мочеиспускания (Qmax) после операции

Средняя скорость мочеиспускания (Qave) через 3 месяца после операции составила $12,48 \pm 2,52$ мл/с при двухдолевой технике, $12,03 \pm 2,34$ мл/с при en-bloc и $12,67 \pm 1,77$ мл/с при total en-bloc, без статистически значимых межгрупповых различий ($p = 0,895$). Полученные данные свидетельствуют о сопоставимой эффективности всех методик в достижении стабильных уродинамических показателей в среднесрочном периоде (Диаграмма 28).

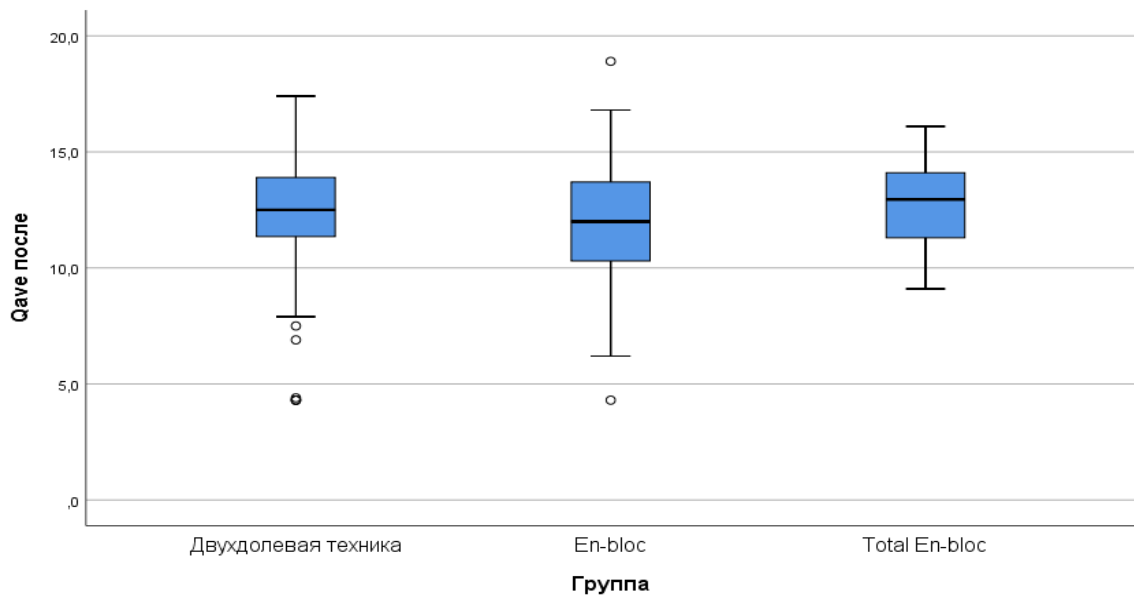


Диаграмма 28 – средние показатели средней скорости мочеиспускания (Qave) после операции

Через 3 месяца после операции медиана выраженности симптомов нижних мочевых путей по шкале IPSS составила 4,0 балла (25–75 перцентили: 4,0–5,0) для двухдолевой техники, 4,0 балла (3,5–5,0) для en-bloc и 4,0 балла (2,0–5,0) для total en-bloc, без статистически значимых межгрупповых различий ($p = 0,102$). Полученные данные подтверждают сопоставимую эффективность всех методик в снижении симптоматики в среднесрочном периоде (Диаграмма 29).

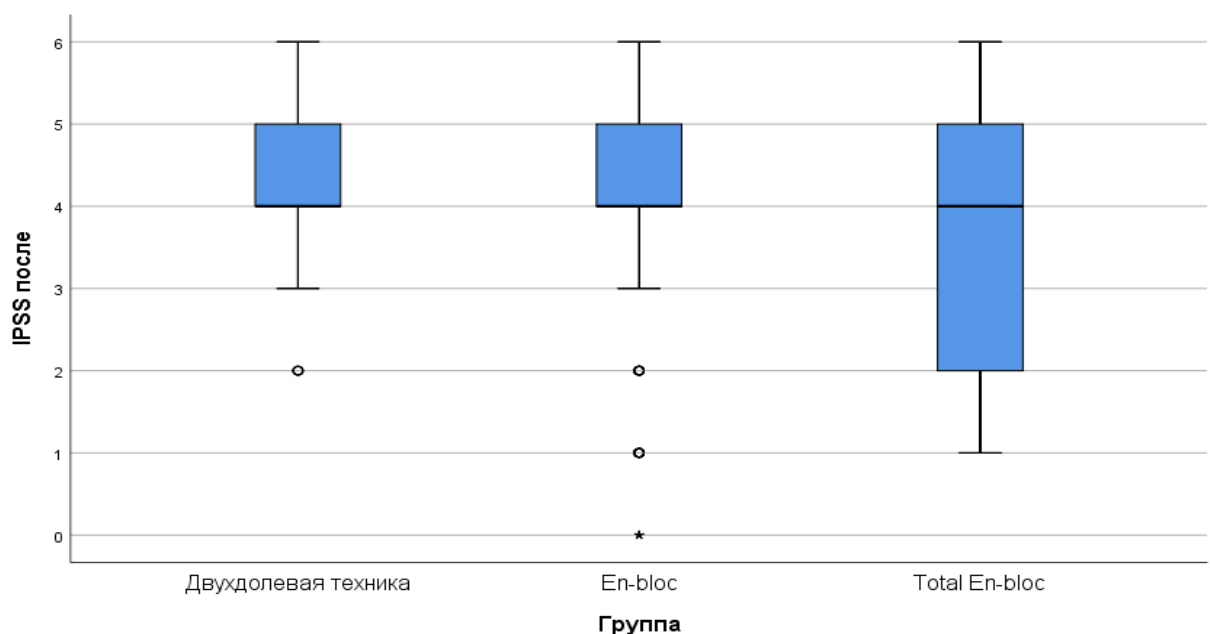


Диаграмма 29 – показатели шкалы IPSS в послеоперационном периоде

Послеоперационный уровень общего простатического специфического антигена (ПСА общ.) после лазерной энуклеации гиперплазии простаты, выполненной по двухдолевой технике (2,2 нг/мл; 1,6–2,9), технике en-bloc (2,3 нг/мл; 1,7–3,1) и технике total en-bloc (1,8 нг/мл; 1,1–2,7), не продемонстрировал статистически значимых межгрупповых различий ($p = 0,563$) (Диаграмма 30).

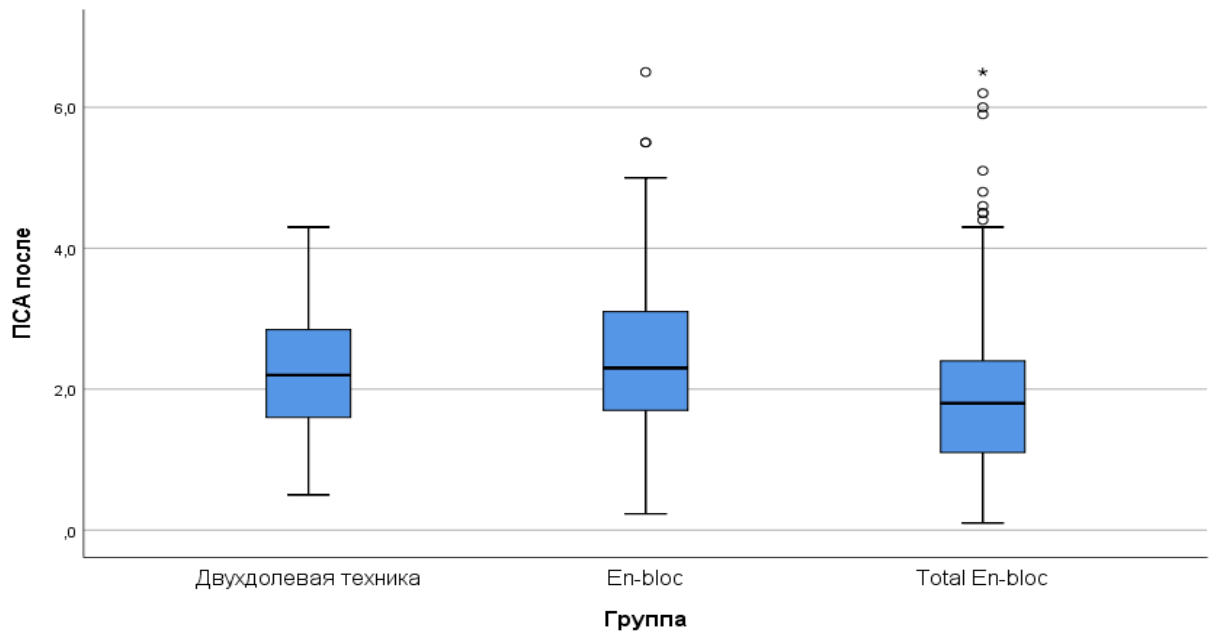


Диаграмма 30 – показатели средних значений уровня общего ПСА в послеоперационном периоде

Также была рассчитана средняя длительность пребывания пациентов в стационаре при использовании каждой из техник лазерной энуклеации гиперплазии простаты. Средняя длительность госпитализации пациентов составила $5,05 \pm 1,15$ дней при применении двухдолевой технике, $5,37 \pm 1,24$ дней при применении en-bloc и $4,26 \pm 0,77$ дней при применении total en-bloc, демонстрируя статистически значимые различия между группами ($p < 0,001$), что подтверждает преимущество техники total en-bloc в сокращении сроков стационарного лечения (Таблица 14).

Таблица 14 – Результаты оперативного лечения в раннем послеоперационном периоде (3 месяца)

Переменные	Двухдолевая техника (n=151)	En-bloc (n=153)	Total en-bloc (n=168)	Значение - p
Объем простаты (см ³)	19,28 ± 3,50	20,11 ± 3,73	14,74 ± 2,48	<0,001
Q max (мл/с)	19,15 ± 3,29	19,48 ± 4,01	20,22 ± 4,44	0.065
Q ave (мл/с)	12,48 ± 2,52	12,03 ± 2,34	12,67 ± 1,77	0.895
IPSS (баллы)	4,0 (4,0 – 5,0)	4,0 (3,5 – 5,0)	4,0 (2,0 – 5,0)	0.102
ПСА общий (нг/мл)	2,2 (1,6 – 2,9)	2,3 (1,7 – 3,1)	2,1 (1,1 – 2,7)	0.563
Койко день	5,05 ± 1,15	5,37 ± 1,24	4,26 ± 0,77	<0,001

4.3. Анализ интраоперационных и ранних послеоперационных осложнений

Безопасность является ключевым элементом любого хирургического вмешательства. Основное внимание уделяется противопоказаниям к проведению операции, а также риску осложнений во время и после неё. Эти осложнения могут возникать на разных этапах: непосредственно во время операции (интраоперационный период), в ближайшие дни после неё (ранний послеоперационный период) и спустя длительное время (отдалённый послеоперационный период). Их частота и характер зависят от выбора оперативного доступа, сложности вмешательства и его продолжительности.

Эндоскопические хирургические методы классифицируются как малоинвазивные, поскольку обеспечивают минимальное травмирующее воздействие на внутренние органы. Благодаря этому достигается снижение частоты послеоперационных осложнений и уменьшение сроков госпитализации пациентов в сравнении с традиционными открытыми оперативными вмешательствами. [156].

Особого внимания заслуживают лазерные техники, такие как HoLEP и ThuFLEP. Как упоминалось ранее, они демонстрируют преимущества в виде сокращения срока послеоперационной катетеризации и времени госпитализации. Важно подчеркнуть, что продолжительное использование катетера не только

ухудшает качество жизни пациента, но и повышает риск инфекционных осложнений в послеоперационном периоде [103].

Одним из распространённых интраоперационных осложнений является повреждение хирургической капсулы предстательной железы. Небольшие надрывы, как правило, не приводят к критическим нарушениям хода операции. Однако их возникновение, особенно в сочетании с потерей правильной плоскости энуклеации, требует от хирурга дополнительного времени для восстановления анатомических ориентиров. Согласно имеющимся данным, травма капсулы также может быть связана с риском развития нарушений эректильной функции в отдалённом послеоперационном периоде [59, 85].

В ряде случаев обширная перфорация капсулы сопровождается травматизацией венозных сплетений. Если гемостаз не удаётся достичь с помощью лазерной коагуляции, применяется биполярная электрокоагуляция.

Безопасное проведение морцелляции аденоматозной ткани возможно лишь при соблюдении двух ключевых условий: достаточного наполнения мочевого пузыря и чёткой визуализации операционного поля. Пренебрежение этими требованиями существенно увеличивает риск перфорации стенки мочевого пузыря инструментом-морцеллятором. В случаях, когда интраоперационная обстановка не соответствует указанным критериям, рекомендуется отложить процедуру фрагментации. После установки уретрального катетера с системой непрерывной ирригации морцелляцию проводят в отсроченном порядке — через 24–48 часов. Такой подход доказал свою высокую эффективность, поскольку за время отсрочки ткань аденомы размягчается, что значительно облегчает и ускоряет процесс её фрагментации.

В рамках проведённой работы не зафиксировано ни одного случая ятрогенного повреждения стенки мочевого пузыря, что подтверждает безопасность методики при соблюдении протокола.

Несмотря на редкость, интраоперационное повреждение устьев мочеточников представляет собой серьёзное осложнение энуклеации предстательной железы. К факторам, увеличивающим риск такой травмы,

относятся рецидив гиперплазии, значительные склеротические изменения простатической уретры и шейки мочевого пузыря, а также большой объём простаты (более 80 см³) [107].

По мнению ряда авторов, ключевым фактором риска является наличие крупной средней доли аденомы, которая анатомически сближает устья мочеточников с зоной резекции [155]. Для минимизации осложнений Kuntz и соавт. рекомендуют тщательную визуализацию устьев до начала энуклеации и их регулярный интраоперационный мониторинг [107].

В представленной работе повреждение устьев мочеточников распределилось по группам следующим образом: при двухдолевой технике — 7 случаев (4,6%), при en-bloc — 5 случаев (3,3%), при total en-bloc — 0 случаев. Отсутствие осложнений в группе total en-bloc и значимые межгрупповые различия ($p < 0,001$) подтверждают преимущество этой методики в снижении риска травматизации. Таким образом, выбор техники total en-bloc, наряду с аккуратным выделением анатомических ориентиров и учётом морфологических особенностей аденомы (например, выраженной средней доли), позволяет существенно снизить вероятность повреждения устьев мочеточников, улучшая безопасность хирургического вмешательства.

Послеоперационные кровотечения, зафиксированы в 1,9% случаев (9 пациентов). Ведение таких случаев включало продление ирригации мочевого пузыря в первые сутки для предотвращения образования сгустков, механическое промывание катетера при его закупорке и цистоскопию с эвакуацией сгустков при гемотампонаде. Распределение осложнений между группами было равномерным: 3 случая (2,0%) при двухдолевой технике, 3 случая (2,0%) при en-bloc и 3 случая (1,8%) при total en-bloc ($p = 0,990$), что исключает влияние хирургической техники энуклеации на риск кровотечений. Полученные данные подтверждают, что риск послеоперационных кровотечений определяется индивидуальными факторами (например, исходной коагулопатией), а не выбором метода энуклеации. Стандартизация послеоперационного ведения, включая алгоритмы ирригации и

своевременный переход к инвазивным методам при неэффективности консервативной терапии, остается основой минимизации осложнений.

Острая задержка мочеиспускания, развивающаяся после удаления уретрального катетера и не обусловленная обструкцией мочевых путей сгустками, наблюдалась в 8,6% случаев (13 пациентов) при двухдолевой технике, 6,5% (10 пациентов) при en-bloc и 6,5% (11 пациентов) при total en-bloc, без статистически значимых межгрупповых различий (критерий χ^2 ; *p* = 0,720). Этиологически данное осложнение может быть обусловлено послеоперационным отёком шейки мочевого пузыря или транзиторной дисфункцией детрузора. Тактика ведения включала повторную катетеризацию на 24–48 часов с последующей оценкой самостоятельного мочеиспускания, а также применение альфа-адреноблокаторов для снижения тонуса шейки мочевого пузыря. Равномерное распределение частоты осложнений между группами подчеркивает необходимость стандартизированного подхода к профилактике, такого как ранняя активизация пациентов и медикаментозная поддержка, независимо от выбранной хирургической методики. Полученные данные подтверждают, что риск острой задержки мочеиспускания сопоставим для всех методов энуклеации и требует индивидуальной коррекции в зависимости от клинического контекста.

Стрессовое недержание мочи в послеоперационном периоде относится к числу наиболее тяжело переносимых пациентом осложнений. У мужчин оно закономерно ведет к значительному снижению качества жизни и служит фактором риска развития депрессии и социальной дезадаптации [140].

Результаты логистического регрессионного анализа подтвердили, что вероятность развития послеоперационного стрессового недержания мочи значимо зависит от хирургической техники лазерной энуклеации и объема предстательной железы. Данное осложнение было зафиксировано у 49 пациентов (10,4%). К шестому месяцу наблюдения симптоматика сохранялась лишь у 6 человек, что составило 1,3% от общей когорты.

Частота послеоперационного стрессового недержания мочи напрямую коррелировала с применяемой методикой лазерной энуклеации. Наиболее высокая

она была после двухдолевой техники (13,9%; n=21), несколько ниже — после техники en-bloc (12,4%; n=19). Минимальные показатели отмечены при использовании методики total en-bloc (5,4%; n=9). В рамках однофакторного анализа выявлена статистически значимая связь между выбором хирургической техники энуклеации и частотой стрессового недержания мочи ($p = 0,013$); многофакторный анализ, ориентированный на объём простаты, подтвердил независимое влияние техники энуклеации на развитие стрессового недержания мочи ($p = 0,046$).

Динамика восстановления функции мочеиспускания показала, что у 33 пациентов (67,3%) контроль восстановился в течение первых трёх месяцев после операции, а у 10 пациентов (20,4%) — в период от трёх до шести месяцев. Применение техники total en-bloc ассоциировалось с более ранним восстановлением функций мочеиспускания: в однофакторной модели — OR = 0,350 (95% ДИ [0,155–0,791]), в многофакторной модели — OR = 0,363 (95% ДИ [0,149–0,885]). Таким образом, полученные результаты подтверждают, что методика total en-bloc ассоциирована со статистически значимым снижением частоты стрессового недержания мочи и более быстрым восстановлением мочеиспускания в сравнении с техниками двухдолевой энуклеации и en-bloc (Таблица 15).

Таблица 15 – Сравнительная оценка частоты стрессового недержания мочи в зависимости от применяемой хирургической техники лазерной энуклеации

Переменные	Двухдолевая техника (n=151)	En-bloc (n=153)	Total en-bloc (n=168)	Значение - p
ICIQ-SF	9,6	8,7	7,7	0,025
Стрессовое недержание через 1 месяц (%)	21 (13,9%)	19 (12,4%)	9 (5,4%)	0,027
Стрессовое недержание через 3 месяц (%)	7 (4,6%)	5 (3,3%)	4 (2,4%)	0,037
Стрессовое недержание через 6 месяц (%)	2 (1,3%)	2 (1,3%)	2 (1,2%)	0,993

Клиническое наблюдение

Пациент 69 лет, обратился с жалобами на затрудненное мочеиспускание с вялой струей, ночную поллакиурию до 3–4 раз за ночь, с чувством неполного опорожнения мочевого пузыря, периодическим резким прерыванием мочеиспускания и периодической макрогематурией.

Из анамнеза известно о 15-летней истории дизурии, при этом терапия альфа-адреноблокатором (омник) имела лишь временный эффект. Среди сопутствующих заболеваний — ИБС на фоне гипертонической болезни II ст., 2 ст., риск 3 (получает постоянную терапию конкором и беталокком). На фоне ожирения (ИМТ 30,4 кг/м²) коморбидный фон расценен как тяжелый, что соответствует анестезиологическому риску ASA III. Сопутствующей урологической патологии не отмечено.

При пальцевом ректальном исследовании определяется увеличенная предстательная железа тугоэластической консистенции, однородная и безболезненная. Срединная бороздка сглажена. Отмечается свободная смещаемость слизистой оболочки над железой, парапростатическая клетчатка не инфильтрирована.

По показателям УЗИ объем простаты составляет 147,9 см³, мочевого пузыря без особенностей (Рисунок 11).

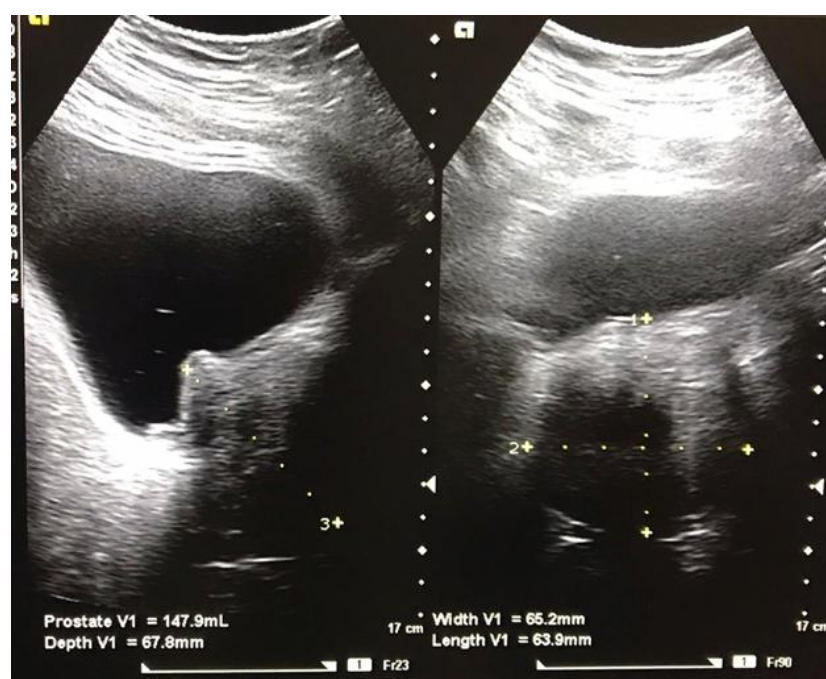


Рисунок 11 – УЗИ предстательной железы

Урофлоуметрия показала снижение максимальной (Q_{\max} 6.8 мл/с) и средней (Q_{ave} 3.5 мл/с) скорости потока мочи при объеме 210 мл, с остаточной мочой 80 мл. По опроснику IPSS набрано 29 баллов, индекс качества жизни (QoL) составил 5 баллов. В анализах крови определялись: креатинин 114 мкмоль/л, общий ПСА 3.1 нг/мл, остальные показатели в пределах референсных значений (глюкоза 5.5 ммоль/л, мочевины 5.2 ммоль/л, Hb 132 г/л). В общем анализе мочи отмечалась микрогематурия (8-10 эритроцитов в п/зр.) при pH 5.0 и единичных лейкоцитах.

Поставлен диагноз – гиперплазия простаты 2 ст.

С учётом увеличенных размеров простаты, выраженных нарушений мочеиспускания и отсутствия эффекта от консервативной терапии, для восстановления нормального самостоятельного мочеиспускания была проведена лазерная энуклеация гиперплазии простаты тулиевым волоконным лазером с применением техники total en-bloc.

Операция длилась 63 минуты (энуклеация — 32 мин., морцелляция — 21 мин., прочие манипуляции — 10 мин.) и была завершена без осложнений. Несмотря на анатомические сложности (большие размеры железы и средняя доля), удалось успешно выполнить лазерную энуклеацию с максимальным сохранением анатомии шейки мочевого пузыря и наружного сфинктера (Рисунок 12, 13, 14).



Рисунок 12 – Диссекция ткани гиперплазии зоне шейки мочевого пузыря и контроль устья мочеточника

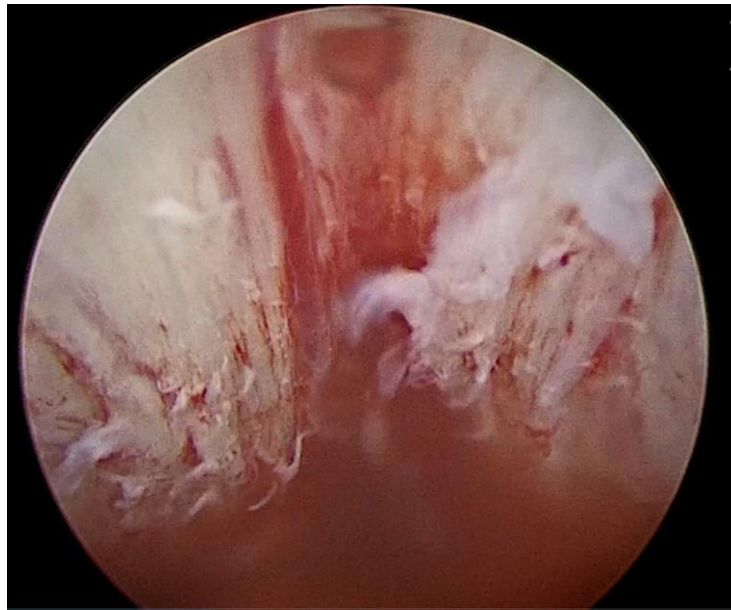


Рисунок 13 – Натянутая слизистая, покрывающая волокна наружного сфинктера в момент диссекции в этой области



Рисунок 14 – Визуализация области наружного сфинктера после окончания этапа энуклеации

После завершения операции пациента перевели в палату урологического отделения. Для профилактики гемотампонады мочевого пузыря через трёхходовой уретральный катетер осуществлялась непрерывная ирригация физиологическим раствором с минимальной скоростью подачи. Промывная жидкость имела слабую окраску. На первые послеоперационные сутки пациент активизирован. Уретральный катетер удален на вторые сутки. Самостоятельное мочеиспускание

восстановилось в полном объеме, без признаков задержки и стрессового недержания мочи.

Перед выпиской на вторые сутки после операции контрольная урофлоуметрия продемонстрировала значительное улучшение показателей: максимальная скорость потока мочи (Q_{max}) достигла 18.1 мл/с, средняя (Q_{ave}) – 11.4 мл/с при объеме 158 мл. Остаточный объем мочи сократился до 19 мл. Пациент был выписан в удовлетворительном состоянии.

При контрольном ультразвуковом исследовании, выполненном через 3 месяца после операции, визуализируется ложе энуклеированной гиперплазии предстательной железы. Объем оставшейся ткани железы составляет 16.07 см³

При гистологическом исследовании морфологическая картина соответствует смешанной форме доброкачественной гиперплазии предстательной железы с фиброзно-мышечным и железисто-фиброзным компонентами.

При контрольном обследовании через полгода после операции показатели урофлоуметрии составили: максимальная скорость потока мочи (Q_{max}) — 23,4 мл/с, средняя скорость (Q_{ave}) — 15,4 мл/с. Остаточная моча не определяется. Баллы по шкале IPSS — 4, индекс качества жизни (QoL) — 1.

Данный клинический случай успешной лазерной энуклеации простаты техникой total en-bloc, с гладким послеоперационным течением и быстрым восстановлением функции, демонстрирует эффективность и безопасность метода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В исследовании проанализированы результаты трансуретральной тулиевой лазерной энуклеации простаты (ThuFLEP) у 472 пациентов, что позволило получить важные выводы, имеющие существенное значение для современной урологической практики. Сравнение трёх хирургических техник лазерной энуклеации — двухдолевой техники, классической en-bloc и инновационной total en-bloc — продемонстрировало, что последняя обладает рядом неоспоримых преимуществ, сочетая высокую эффективность, безопасность и сокращение времени вмешательства.

Техника total en-bloc подтвердила свою клиническую значимость, показав статистически значимое сокращение продолжительности операции до медианы 46 минут (37–58) против 108 и 106 минут для двухдолевой техники и en-bloc соответственно ($p < 0,001$). Это достижение связано с оптимизацией этапа энуклеации, где скорость удаления ткани составила 1,94 г/мин, что почти в три раза превышает аналогичные показатели других методов. Кроме того, применение total en-bloc позволило добиться минимального остаточного объёма простаты ($14,74 \pm 2,48$ см³), что свидетельствует о радикальности вмешательства и снижает риск рецидива. Важным аспектом стало отсутствие случаев повреждения устьев мочеточников в группе total en-bloc, в отличие от двухдолевой техники (4,6%) и en-bloc (3,3%), что подчёркивает её точность и безопасность при работе с анатомически сложными случаями, такими как крупная средняя доля или склеротические изменения [42].

Оценка через 3 и 6 месяцев после операции показала схожую эффективность всех методов по основным функциональным параметрам (IPSS, QoL, PVR, Qmax/Qave). Ключевое отличие выявлено в отношении послеоперационного стрессового недержания мочи: в группе total en-bloc его частота была достоверно ниже (5,4%), чем в других группах (13,9% и 12,4%; $p=0,013$). Данная техника была признана независимым протективным фактором (OR=0,363), что, вероятно,

обусловлено анатомической точностью энуклеации, снижающей повреждение структур шейки пузыря и сфинктера уретры [27, 37].

Безопасность методик, оцененная по частоте интра- и послеоперационных осложнений, оказалась высокой для всех групп [1]. Послеоперационные кровотечения (1,9%), острая задержка мочи (6,5–8,6%) и инфекции распределялись равномерно ($p > 0,05$), что указывает на универсальность стандартов послеоперационного ведения. Отсутствие случаев перфорации мочевого пузыря при total en-bloc и успешное применение отсроченной морцелляции подчёркивают важность соблюдения протоколов, включая адекватное наполнение пузыря и визуализацию

Клиническая ценность работы заключается в подтверждении того, что техника total en-bloc, имитируя принципы открытой аденомэктомии, сочетает преимущества малоинвазивности с радикальностью. Это особенно актуально для пациентов с объёмом простаты >80 см³ и выраженной средней долей, где традиционные методы сопряжены с повышенным риском осложнений. Методика также демонстрирует более пологий профиль обучения: отсутствие необходимости множественных разрезов и чёткая идентификация хирургической капсулы снижают зависимость результатов от опыта хирурга [41].

Ограничения исследования, такие как ретро- проспективный дизайн, нерандомизированное распределение пациентов и короткий срок наблюдения (6 месяцев), не позволяют исключить влияние внешних факторов, включая эволюцию хирургических навыков, и оценить отдалённые последствия (стриктуры, рецидивы). Однако полученные данные создают основу для дальнейших исследований — рандомизированных многоцентровых с длительным сроком наблюдения, которые смогут объективно сравнить методики и уточнить показания к их применению [31].

Перспективным направлением является интеграция технологий искусственного интеллекта и интраоперационной навигации для повышения точности диссекции, а также разработка обучающих программ, направленных на сокращение кривой обучения. Уже сейчас ясно, что техника лазерной

энуклеации total en-bloc представляет собой эволюционный шаг в эндоскопической хирургии гиперплазии простаты, сочетая скорость, безопасность и радикальность. Её внедрение в клиническую практику способно не только улучшить результаты лечения, но и снизить экономическую нагрузку за счёт сокращения времени госпитализации ($4,26 \pm 0,77$ дней против $5,05-5,37$ дней для других методик; $p < 0,001$).

Таким образом, работа вносит значимый вклад в урологию, обосновывая переход к технике total en-bloc как новому стандарту хирургического лечения пациентов с гиперплазией простаты. Методика демонстрирует превосходство в сокращении операционного времени, снижении частоты осложнений и улучшении функциональных исходов, сохраняя при этом все преимущества малоинвазивного подхода. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию её применения в различных клинических сценариях и популяризацию среди хирургического сообщества.

ВЫВОДЫ

В результате исследования, в котором проведено сравнение трёх техник лазерной энуклеации предстательной железы (двухдолевой, en-bloc и total en-bloc), были сделаны следующие выводы:

1) Все изученные техники лазерной энуклеации продемонстрировали сопоставимую эффективность в устранении симптомов нижних мочевых путей, улучшении уродинамических показателей (Q_{max} , Q_{ave} , PVR) и качества жизни (QoL) пациентов. Осложнения в пери- и послеоперационном периодах (кровотечения, инфекции, острая задержка мочи) распределялись равномерно между группами, подтверждая общую безопасность методов.

2) Техника total en-bloc обеспечивает значительное сокращение операционного времени. Этап энуклеации при её использовании занимал в среднем 46 минут (37–58), что статистически значимо меньше, чем при двухдолевой технике (108 мин) и классической технике en-bloc (106 мин) ($p < 0,001$). Такой эффект достигается за счёт оптимизированной диссекции по хирургической капсуле без необходимости множественных разрезов, что ускоряет выделение аденомы.

3) Лазерная энуклеация гиперплазии простаты с использованием техники total en-bloc благодаря минимизации травматизации шейки мочевого пузыря и наружного сфинктера позволяет снизить частоту стрессового недержания мочи в раннем послеоперационном периоде и ассоциировано с ранним восстановлением полноценного мочеиспускания. Применение техники total en-bloc значительно уменьшило частоту раннего послеоперационного недержания до 5,4% против 13,9% при использовании двухдолевой техники и 12,4% при применении техники en-bloc ($p = 0,013$). Многофакторный анализ подтвердил, что выбор методики является независимым предиктором данного исхода (OR = 0,363).

4) Применение техники лазерной энуклеации total en-bloc благодаря улучшенной визуализации зоны устьев мочеточников в момент диссекции гиперплазированной ткани от шейки мочевого пузыря позволяет снизить риск

интраоперационных осложнений, а именно позволяет избежать повреждения устьев мочеточников. В группе total en-bloc не зафиксировано ни одного случая травматизации устьев мочеточников, в отличие от двухдолевой техники (4,6%) и техники en-bloc (3,3%) ($p < 0,001$). Это подчёркивает точность методики при работе с анатомически сложными случаями, такими как крупная средняя доля или склеротические изменения простатической уретры.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1) Лазерная энуклеация гиперплазии простаты с применением техники энуклеации total en-bloc является предпочтительным методом хирургического лечения для всех пациентов независимо от объема простаты. Данная методика сочетает радикальное удаление аденоматозной ткани с минимальной травматизацией окружающих структур.

2) Активное применение этой методики в клинической практике позволяет добиться улучшения результатов лечения пациентов, минимизировать риски интраоперационных и послеоперационных осложнений, сократить длительность оперативного вмешательства, сроки госпитализации и период восстановления пациентов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АЧТВ – активированное частичное тромбопластиновое время

ВАК – высшая аттестационная комиссия

ВОЗ – всемирная организации здравоохранения

ДГПЖ – доброкачественная гиперплазия предстательной железы

ЗМ – задержка мочеиспускания

ИАГ – иттрий-алюминий-гранат

МНО – международное нормализованное отношение простаты

ПСА – простатический специфический антиген

РКИ – рандомизированные контролируемые исследования [21]

РПЖ – рак предстательной железы

ТЗ – транзиторная зона

ТУРП – трансуретральная резекция простаты

ТУР-синдром – синдром водной интоксикации

УЗИ – ультразвуковое исследование

ЭЭП – эндоскопическая энуклеация простаты

AUA – Американская ассоциация урологов

EAU – Европейская ассоциация урологов

Ho:YAG (Holmium: YAG) – гольмиевый лазер на иттрий-алюминиевом гранате

HoLEP – гольмиевая лазерная энуклеация простаты

HoLRP – гольмиевая лазерная резекция простаты

ICIQ-UI SF – международный опросник по оценке недержания мочи

ИЕФ – международный индекс эректильной функции

IPSS – международная система оценки симптомов при заболеваниях простаты

КТР:YAG – калий-титанил-фосфатный лазер

LBO:YAG – литий-боратный лазер

Nd:YAG (Neodimium:YAG) – неодимовый лазер на иттрий-алюминиевом гранате

PVR – количество остаточной мочи

Qave – средняя скорость потока мочи

Q_{\max} – максимальная скорость потока мочи

QoL – индекс качества жизни

Thu:YAG (Thulium:YAG) – тулиевый лазер на иттрий-алюминиевом гранате

ThuLEP – тулиевая лазерная энуклеация простаты

Tm-fiber – лазер на тулий-активированном волокне

TUEB – трансуретральная энуклеация простаты биполярной петлей

YAG – иттрий-алюминиевый гранат

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ пери- и послеоперационных результатов лазерной энуклеации гиперплазии простаты при выполнении различными техниками / Ч. Д. Дибиралиев, Ч. Н. Абдулаев, С. П. Данилов [и др.] // Урология. – 2024. – №3. – С. 57-62.
2. Болезни предстательной железы : учебник / А.Ю. Аляев, н.К. Ахвледиани, Е.А. Безруков, К.Л. Локшин, С.П. Морозов, Р.Р. Харчилава, П.А. Шестиперов ; под ред. Ю. Г. Аляева. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2009. — 240 с. – ISBN 978-5-9704-0870-4
3. Болезни предстательной железы в Российской Федерации: статистические данные 2008–2017 гг. / О.И. Аполихин, А.В. Сивков, В.А. Комарова, А.А. Никушина // Экспериментальная и клиническая урология. – 2019. – № 4. – С. 4–12.
4. Винаров, А.З. Комбинированная терапия гиперплазии предстательной железы в свете клинических рекомендаций / А.З. Винаров, Л.Г. Спивак, А.В. Миронов // Урология. – 2017. – № 3. – С. 112–118.
5. Всемирная организация здравоохранения : офиц. сайт. – URL: <https://www.who.int/ru> (дата обращения: 07.05.2025).
6. Всемирная организация здравоохранения. Европейский портал информации здравоохранения : офиц. сайт. СКС, болезни мочеполовой системы, в любом возрасте, на 100000 населения. [Электронный ресурс]. – URL. – <https://goo.su/sUUUVW>
7. Глыбочко, П.В. Урология: учебник для вузов / П.В. Глыбочко, Ю.Г. Аляев. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 720 с. – ISBN 978-5-9704-7123-5.
8. Гольмиевая лазерная энуклеация (HoLEP) при гиперплазии простаты маленьких, больших и гигантских размеров. Практические рекомендации. Опыт более 1000 операций / Д.В. Еникеев, П.В. Глыбочко, Ю.Г. Аляев [и др.]// Урология. – 2016. – № 4. – С. 112–120.
9. Гольмиевая лазерная энуклеация гиперплазии простаты (HoLEP) больших размеров – альтернатива открытой аденомэктомии / М.Э. Еникеев, Н.И. Сорокин,

Д.В. Еникеев [и др.] // Медицинский вестник Башкортостана. – 2015. – Т. 1. – № 3. – С. 51–56.

10. Гольмиевая лазерная энуклеация гиперплазии простаты единым блоком (HOLEP EN BLOC): наш опыт / Л.М. Рапопорт, Н.И. Сорокин, Р.Б. Суханов [и др.]// Урология. – 2018. – № 3. – С. 34–41.

11. Гольмиевая энуклеация простаты в лечении больных доброкачественной гиперплазией предстательной железы / П.В. Глыбочко, Ю.Г. Аляев, К.Л. Локшин, А.М. Дымов // Медицинский вестник Башкортостана. – 2011. – Т. 6. – № 4. – С. 112–117.

12. Давыдов, Д.С. Осложнения лазерной энуклеации гиперплазии простаты : специальность 14.01.23. «Урология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук ; Давыдов Денис Сергеевич ; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – 2018. – 135с.

13. Данилов, С.П. Выбор способа удаления аденоматозной ткани из мочевого пузыря после эндоскопической энуклеации гиперплазии простаты : специальность 14.01.23. «Урология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Данилов Сергей Павлович ; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – 2021. – 131с.

14. Дымов, А.М. Оперативное лечение урологических больных с применением волоконного тулиевого лазера : специальность 3.1.13. «Урология и андрология» : диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук ; Дымов Алим Мухамедович ; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – 2023. – 248с.

15. Дымов, А.М. Лазерное (гольмиевое) удаление ткани простаты в лечении больных гиперплазией предстательной железы: специальность 14.01.23 «Урология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Дымов Алим Мухамедович : ГОУ ВПО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минсоцразвития России. – Москва, 2011. – 145 с.

16. Еникеев, Д.В. Сравнительный анализ ведущих современных оперативных методик лечения гиперплазии простаты : специальность 14.01.23. «Урология» : диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Еникеев Дмитрий Викторович ; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – 2018. – 248с.
17. Еременко, С.Н. Диодные лазерные технологии в лечении пациентов с доброкачественной гиперплазией предстательной железы / С.Н. Еременко, А.Н. Еременко, В.С. Бощенко // Экспериментальная и клиническая урология. – 2017. – № 3. – С. 67-74.
18. Зубарев, И.Г. Н.Г. Басов — пионер и организатор лазерных исследований в СССР / И.Г. Зубарев // Квантовая электроника. – 2022. – Т. 52. – № 1. – С. 5-12.
19. Камалов, А.А. Трансуретральная фотоселективная лазерная вапоризация в лечении аденомы предстательной железы / А.А. Камалов. Б.И. Овчинников // Урология. – 2008. – № 3. – С. 15–20.
20. Клинические рекомендации. Доброкачественная гиперплазия предстательной железы : офиц. сайт. – URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/6_2 (дата обращения: 07.05.2025).
21. Костенков, Н.Ю. Персонализированный подход в выборе метода эндоскопического лечения больных доброкачественной гиперплазией предстательной железы больших размеров : специальность 3.1.13. «Урология и андрология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Костенков Николай Юрьевич ; ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России. – 2025. – 112с.
22. Красулин, В.В. Современные возможности хирургического лечения гиперплазии предстательной железы / В.В. Красулин, В.П. Глухов, К.С. Васильев // Вестник урологии. – 2019. – Т. 7. – № 2. – С. 85–92.
23. Кузьмин, И.В. Пептиды предстательной железы в лечении больных с симптомами нижних мочевых путей вследствие доброкачественной гиперплазии предстательной железы / И.В. Кузьмин, Н.О. Шабудина, С.Х. Аль-Шукри // Эффективная фармакотерапия. – 2015. – № 42. – С. 12-18.

24. Лапароскопическая позадилонная экстрауретральная аденомэктомия / С.Н. Еременко, А.Н. Еременко, В.Ю. Михайличенко [и др.] // Вестник урологии. – 2022. – № 2. – С. 45-52.
25. Мартов, А.Г. Руководство по трансуретральной эндоскопической электрохирургии доброкачественной гиперплазии простаты / А.Г. Мартов, Н.А. Лопаткин. – Москва : Медпрактика-М, 2007. – 180 с. – ISBN 978-5-98803-086-3.
26. Мосоян, М.С. Осложнения трансуретральной резекции простаты у больных доброкачественной гиперплазией предстательной железы : специальность 14.00.40 «Урология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Мосоян Мкртич Семенович : Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова. – Санкт-Петербург. – 2004. – 95 с.
27. Оценка влияния различных техник лазерной энуклеации гиперплазии простаты на риск развития послеоперационного стрессового недержания мочи : [Сборник абстрактов. Материалы XXV Конгресса Российского общества урологов. 11-14 сентября 2025 г.] / Ч. Д. Дибиралиев, Г. Т. Маркосян, С. П. Данилов [и др.] – Текст: электронный // Российское общество урологов : сборник абстрактов. – URL: <https://congress-rou.ru/theses> – Дата публикации: 15.09.2025.
28. Послеоперационные урологические осложнения трансуретральных электрохирургических вмешательств на предстательной железе по поводу аденомы / А.Г. Мартов, Д.С. Меринов, С.И. Корниенко [и др.] // Урология. – 2006. – № 2. – С. 25-32.
29. Рахимов, С.А. Лазерные технологии в хирургии доброкачественной гиперплазии предстательной железы / С.А. Рахимов, И.В. Феофилов, И.А. Арбузов // Урологические ведомости. – 2021. – Т. 11. – № 2. – С. 34-42.
30. Результаты лечения больных доброкачественной гиперплазией предстательной железы с помощью гольмиевой лазерной энуклеации (HoLEP) на этапе освоения методики / Н.И. Сорокин, А.М. Дымов, Р.Б. Суханов [и др.] // Медицинский вестник Башкортостана. – 2015. – Т. 10. – № 3. – С. 45–50.

31. Ретро- и проспективный сравнительный анализ результатов лазерной энуклеации гиперплазии простаты при выполнении различными техниками : [Сборник абстрактов. Материалы XXIII Конгресса Российского общества урологов. 14-16 сентября 2023 г.] / Ч. Д. Дибиралиев, Ч. Н. Абдулаев, С. П. Данилов [и др.] – Текст: электронный // Российское общество урологов : сборник абстрактов. – URL: https://congress-rou.ru/theses_archive . – Дата публикации: 17.09.2023.
32. Руководство по трансуретральной эндоскопической электрохирургии доброкачественной гиперплазии простаты / А.Г. Мартов, Н.А. Лопаткин, Б.Л. Гущин, А.К. Чепуров. — Москва : Медицина, 1997. — 320 с.
33. Русанов, А.С. Создание алгоритма прогноза выживаемости онкологических пациентов на фоне и после перенесенной коронавирусной инфекции COVID-19 : специальность 3.1.6. Онкология, лучевая терапия : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук ; Русанов Александр Сергеевич ; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – 2024. – 155с.
34. Севрюков, Ф.А. Использование биполярной трансуретральной энуклеации для лечения доброкачественной гиперплазии простаты больших размеров / Ф.А. Севрюков // Современные технологии в медицине. – 2012. – № 4. – С. 45-49.
35. Современные подходы к хирургическому и малоинвазивному лечению пациентов с доброкачественной гиперплазией предстательной железы / А.А. Зимичев, Д.О. Гусев, А.С. Почивалов [и др.] // Вестник медицинского института "Реавиз": реабилитация, врач и здоровье. – 2020. – № 3. – С. 114-124
36. Способы удаления аденоматозной ткани из мочевого пузыря / С.П. Данилов, Е.А. Безруков, Р.Б. Суханов [и др.] // Вопросы урологии и андрологии. – 2017. – Т. 5. – № 2. – С. 45-52.
37. Сравнение послеоперационного стрессового недержания мочи у пациентов после лазерной энуклеации гиперплазии простаты при выполнении с помощью различных техник / Ч. Д. Дибиралиев, Г. Т. Маркосян, Ю. В. Олефир [и др.] // Урология. – 2025. – № 2. – С. 141-146.

38. Сравнение энуклеации доброкачественной гиперплазии предстательной железы объемом более 80 см³ гольмиевым и тулиевым лазерами: ретроспективное клиническое исследование с 12-месячным наблюдением / С.В. Попов, И.Н. Орлов, А.Г. Мартов [и др.] // Урология. – 2019. – № 3. – С. 80-83.
39. Тарасов, Л.В. Физика лазера : Учебное пособие для вузов / Л.В. Тарасов ; Москва: Наука, 2010. — 504 с. – ISBN 978-5-02-037381-9.
40. Тараткин, М.С. Тулиевый волоконный лазер в хирургии мягких тканей : специальность 3.1.13. «Урология и андрология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук ; Тараткин Марк Сергеевич ; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – 2023. – 115с.
41. Техника total en-bloc — новая модифицированная техника лазерной энуклеации гиперплазии простаты : [Сборник абстрактов. Материалы XXIV Конгресса Российского общества урологов. 12-14 сентября 2024 г.] / Ч. Д. Дибиралиев, С. П. Данилов, С. Х. Али [и др.] – Текст: электронный // Российское общество урологов : сборник абстрактов. – URL: https://congress-rou.ru/theses_archive. – Дата публикации: 15.09.2024.
42. Техника total En-bloc (единым блоком без дополнительных продольных разрезов): новая модифицированная техника лазерной энуклеации гиперплазии простаты / Ч. Д. Дибиралиев, С. П. Данилов, С. Х. Али [и др.] // Вопросы урологии и андрологии. – 2024. – Т. 12. – № 2. – С. 5-10.
43. Трансуретральная монополярная энуклеация доброкачественной гиперплазии предстательной железы. Наш опыт / Д.Г. Цариченко, Р.Р. Симбердеев, П.В. Глыбочко [и др.] // Урология. – 2016. – № 4. – С. 45–51.
44. Хирургическое лечение доброкачественной гиперплазии предстательной железы: прошлое и настоящее / А.Т. Мустафаев, П.С. Кызласов, М.П. Дианов [и др.] // Урологические ведомости. – 2019. – Т. 9. – № 1. – С. 47-56.
45. Храмов, Ю.А. Физики : Биографический справочник / Ю.А. Храмов ; — Москва : Наука, 1983. — 400 с.

46. Цариченко, Д.Г. Профилактика, диагностика и лечение осложнений трансуретрального электровыпаривания доброкачественной гиперплазии предстательной железы : специальность 14.00.40 «Урология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Цариченко Дмитрий Георгиевич : Московская медицинская академия им. И.М. Сеченова. – Москва. – 2000. – 120 с.
47. Эректильная функция после эндоскопических операций по удалению гиперплазии предстательной железы / П.В. Глыбочко, Ю.Г. Аляев, Л.М. Рапопорт [и др.] // Андрология и генитальная хирургия. 2017. – Т. 18. – № 4. – С. 12-18.
48. Эякуляторно-протективная энуклеация доброкачественной гиперплазии предстательной железы: это вообще возможно? / А.Г. Мартов, Д.В. Ергаков, К.А. Аслиев, Н.А. Байков // Вестник урологии. – 2023. – Т. 11. – № 1. – С. 34-42.
49. A critical analysis of the current knowledge of surgical anatomy related to optimization of cancer control and preservation of continence and erection in candidates for radical prostatectomy / J. Waltz, A.L. Burnett, A.J. Costello [et al.] // European Urology. – 2010. – Vol. 57. – № 2. – P. 179-192.
50. A Review of Risk Factors for Predicting Urinary Incontinence after Benign Prostatic Hyperplasia / F. Guo, Y. Xiong, J. Lin [et al.] // Journal of Biosciences and Medicines. – 2022. – Vol. 10. – № 3. – P. 1-12.
51. A Review of the Recent Evidence (2006-2008) for 532-nm Photoselective Laser Vaporisation and Holmium Laser Enucleation of the Prostate / R. Naspro, a. Bachmann, P. Gilling [et al.] // European Urology. – 2009. – Vol. 55. – № 6. – P. 1345-1357.
52. A systematic review and meta-analysis of functional outcomes and complications following transurethral procedures for lower urinary tract symptoms resulting from benign prostatic obstruction / J. -N. Cornu, S. Ahyai, A. Bachmann [et al.] // European Urology. – 2015. – Vol. 67. – № 6. – P. 1066-1096.
53. A Systematic Review of Holmium Laser Prostatectomy for Benign Prostatic Hyperplasia / R. Tooher, P. Sutherland, A. Costello [et al.] // The Journal of Urology. – 2004. – Vol. 171. – № 5. – P. 1773–1781.

54. Ahyai, S.A. Holmium Laser Enucleation versus Transurethral Resection of the Prostate: 3-Year Follow-Up Results of a Randomized Clinical Trial / S.A. Ahyai, K. Lehrich, R.M. Kuntz // *European Urology*. – 2007. – Vol. 52. – № 5. – P. 1456–1464.
55. Anteroposterior dissection HoLEP: a modification to prevent transient stress urinary incontinence / F. Endo, Y. Shiga, S. Minagawa [et al.] // *Urology*. – 2010. – Vol. 76. – № 6. – P. 1451-1455.
56. Baazeem, A.S. Holmium laser enucleation of the prostate: Modified technical aspects / A.S. Baazeem, H.M. Elmansy, M.M. Elhilali // *BJU International*. – 2010. – 1 Vol. 105. – № 5. – P. 584-585.
57. Barnes, R.W. Endoscopy / R.T. Bergman, H.L. Hadley // *Encyclopedia of Urology*. – 1959. – Vol. 6. – P. 1-150.
58. Benign prostatic hyperplasia / M. Ng, S. Leslie, K.M. Baradhi // *StatPearls Internet*. – 2024. – [Electronic resource] – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK558920/>
59. Bieri, S. Capsular Perforation Localization and Adenoma Size as Prognostic Indicators of Erectile Dysfunction after Transurethral Prostatectomy / S. Bieri S, C.E. Iselin, S. Rohner // *Scandinavian Journal of Urology and Nephrology*. – 1997. – Vol. 31. – № 6. – P. 545-548.
60. Burnett, A.L. In situ anatomical study of the male urethral sphincteric complex: relevance to continence preservation following major pelvic surgery / A.L. Burnett, J.L. Mostwin // *Journal of Urology*. – 1998. – Vol. 160. – № 4. – P. 1301-1306.
61. Castro, J.E. The Treatment of Prostatic Hypertrophy and Neoplasia / J.E. Castro ; Berlin : Springer, 1974. – 186 p. – ISBN 978-3-642-80775-8.
62. Comparison of predictive factors for postoperative incontinence of holmium laser enucleation of the prostate by the surgeons' experience during learning curve / K. Shigemura, K. Tanaka, F. Yamamichi [et al.] // *International Neurourology Journal*. – 2016. – Vol. 20. – № 1. – P. 59-68.
63. Critical review of lasers in benign prostatic hyperplasia (BPH) / S. Gravas, A. Bachmann, O. Reich [et al.] // *BJU International*. – 2011. – Vol. 107. – № 7. – P. 1030–1043.

64. Cuschieri, A. Slicer and tissue retrieval system for excisional endoscopic surgery / A. Cuschieri, T. Frank // *Surgical Endoscopy*. – 1994. Vol. 8. – № 10. – P. 1246-1249.
65. Das, A. K. Holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP): size-independent gold standard for surgical management of benign prostatic hyperplasia / A.K. Das, T.M. Han, T.J. Hardacker // *Canadian Journal of Urology*. – 2020. – Vol. 27. № S3. – P. 11–15.
66. Dellabella, M. Anatomical Control of Adenoma Technique: An Accurate Surgical Approach to Thulium Laser Enucleation of the Prostate / M. Dellabella, D. Castellani // *Urology*. – 2018. – Vol. 113. – P. 252-253.
67. Devlin, C.M. Benign prostatic hyperplasia – what do we know? / C.M. Devlin, M.S. Simms, N.J. Maitland // *BJU International*. — 2021. — Vol. 127. — № 4. — P. 389–399.
68. Does Surgeon Experience Affect Operative Time, Adverse Events and Continence Outcomes in Holmium Laser Enucleation of the Prostate? A Review of More Than 1,000 Cases / K. Shigemura, F. Yamamichi, K. Kitagawa [et al.] // *Journal of Urology*. – 2017. – Vol. 198. – № 3. – P. 663-670.
69. EAU guidelines on the assessment of non-neurogenic male lower urinary tract symptoms including benign prostatic obstruction / C. Gratzke, A. Bachmann, A. Descazeaud [et al.] // *European Urology*. – 2015. – Vol. 67. – № 6. – P. 1099-1109.
70. EAU guidelines on the treatment and follow-up of non-neurogenic male lower urinary tract symptoms including benign prostatic obstruction / M. Oelke, A. Bachmann, A. Descazeaud [et al.] // *European Urology*. – 2013. – Vol. 64. – № 1. – P. 118-140.
71. Effect of transurethral resection of the prostate on erectile function: A prospective comparative study / M. Jaidane, N.B. Arfa, W. Hmida [et al.] // *International Journal of Impotence Research*. – 2010. – Vol. 22. – № 2. – P. 146-151.
72. Electrical cutting device for laparoscopic removal of tissue from the abdominal cavity / R.A. Steiner, E. Wight, Y. Tadir, U. Haller // *Obstetrics & Gynecology*. – 1993. – Vol. 81. – № 3. – P. 471-474.

73. Eltabey, M.A. Holmium laser enucleation versus transurethral resection of the prostate / M.A. Eltabey, H. Sherif, A.A. Hussein // *Canadian Journal of Urology*. – 2010. – Vol. 17. – № 6. – P. 5447-5452.
74. Elzayat, E. Holmium Laser Enucleation of the Prostate in Patients on Anticoagulant Therapy or With Bleeding Disorders / E. Elzayat, E. Habib, M. Elhilali // *Journal of Urology*. – 2006. – Vol. 175. – № 4. – P. 1428-1432.
75. Elzayat, E.A. Holmium laser enucleation of prostate for patients in urinary retention / E. Elzayat, E. Habib, M. Elhilali // *Urology*. – 2005. – Vol. 66. – № 4. – P. 789-793.
76. En bloc and two-lobe techniques for laser endoscopic enucleation of the prostate: retrospective comparative analysis of peri- and postoperative outcomes / D. Enikeev, M. Taratkin, E. Laukhtina [et al.] // *International Urology and Nephrology*. – 2019. – Vol. 51. – № 11. – P. 1969-1974.
77. 'En Bloc' HoLEP with early apical release in men with benign prostatic hyperplasia / G. Saitta, J.E.A. Becerra, J.F. Del Alamo [et al.] // *World Journal of Urology*. – 2019. – Vol. 37. – № 11. – P. 2451-2458.
78. En-Bloc Technique With Anteroposterior Dissection Holmium Laser Enucleation of the Prostate Allows a Short Operative Time and Acceptable Outcomes / S. Minagawa, S. Okada, H. Sakamoto [et al.] // *Urology*. – 2015. – Vol. 86. – № 3. – P. 628-633.
79. Full functional-length urethral sphincter preservation during radical prostatectomy / T. Schlomm, H. Heinzer, T. Steuberg [et al.] // *European Urology*. – 2011. – Vol. 60. – № 2. – P. 320-329.
80. Gilling, P.J. Holmium laser prostatectomy: a technique in evolution / P.J. Gilling, M.R. Fraundorfer // *Current Opinion in Urology*. – 1998. – Vol. 8. – № 1. – P. 11–15.
81. Gil-Vernet, J.M. Topographic anatomy and its development in urology in the 20th century. The work of Salvador Gil Vernet / J.M. Gil-Vernet, O. Arango, R. Álvarez-Vijande // *European Journal of Anatomy*. – 2016. – Vol. 20. – № 1. – P. 1-12.
82. Global burden of benign prostatic hyperplasia in males aged 60–90 years from 1990 to 2019: results from the global burden of disease study 2019 / Z. Ye, J. Wang, Y. Xiao [et al.] // *BMC Urology*. – 2017. – Vol. 24. – №1. – P. 193.

83. Gross, A.J. History of lasers / A.J. Gross, T.R.W. Herrmann // World Journal of Urology. – 2007. – Vol. 25. – № 3. – P. 217-220.
84. Halliday, D. Fundamentals of Physics / D. Halliday, R. Resnick, J. Walker. – Hoboken, NJ: Wiley, 2013. — 1232 p. — ISBN 978-1-118-23072-5.
85. Hanbury, D.C. Erectile function following transurethral prostatectomy / D.C. Hanbury, K.K. Sethia // British Journal of Urology. – 1995. – Vol. 75. – № 1. – P. 12-13.
86. Hawtrey, C.E. Historical Evolution of Transurethral Resection at the University of Iowa: Alcock and Flocks / C.E. Hawtrey, R.D. Williams // Journal of Urology. – 2008. – Vol. 180. – № 1. – P. 55-61.
87. Hecht, J. Laser pioneers / J. Hecht. — Boston : Academic Press, 1992. — 298 p. — ISBN 0-12-336030-7.
88. Hiraoka, Y. Transurethral enucleation of benign prostatic hyperplasia / Y. Hiraoka, M. Akimoto // Journal of Urology. – 1989. – Vol. 142. – № 5. – P. 1247–1250.
89. Hoffman, M.S. Abdominal hysterectomy versus transvaginal morcellation for the removal of enlarged uteri / M.S. Hoffman, S. DeCesare, C. Kalter // American Journal of Obstetrics and Gynecology. – 1994. – Vol. 171. – № 2. – P. 309-315.
90. Holmium laser enucleation for prostatic adenoma: analysis of learning curve over the course of 70 consecutive cases / N. Seki, O. Mochida, N. Kinukawa [et al.] // Journal of Urology. – 2003. – Vol. 170. – № 5. – P. 1847-1850.
91. Holmium laser enucleation of prostate: outcome and complications of self-taught learning curve / J. Placer, A. Gelabert-Mas, F. Vallmaya [et al.] // Urology. – 2009. – Vol. 73. – № 5. – P. 1042-1048.
92. Holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP) combined with transurethral tissue morcellation: An update on the early clinical experience / P.J. Gilling, K. Kennett, A.K. Das [et al.] // Journal of Endourology. – 1998. – Vol. 12. – № 5. – P. 457–459.
93. Holmium Laser Enucleation of the Prostate (HoLEP): A Technical Update / R.L. Kuo, R.F. Paterson, S.C. Kim [et al.] // World Journal of Surgical Oncology. – 2003. – Vol. 1. – № 1. – P. 6.

94. Holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP): The methodist hospital experience with greater than 75 gram enucleations / R.L. Kuo, S.C. Kim, J.E. Lingeman [et al.] // *Journal of Urology*. – 2003. – Vol. 170. – № 1. – P. 149-152.
95. Holmium laser enucleation of the prostate and holmium laser ablation of the prostate: Indications and outcome / N. Suardi, A. Gallina, A. Salonia [et al.] // *Current Opinion in Urology*. – 2009. – Vol. 19. – № 1. – P. 38-43.
96. Holmium Laser Enucleation of the Prostate is Effective in the Treatment of Symptomatic Benign Prostatic Hyperplasia of Any Size Including a Small Prostate / M.H. Lee, H.J. Yang, D.S. Kim [et al.] // *Korean Journal of Urology*. – 2014. – Vol. 55. – № 11. – P. 737–741.
97. Holmium laser enucleation of the prostate versus thulium laser enucleation of the prostate for the treatment of large-volume prostates > 80 ml: 18-month follow-up results / J. Zhang, Z. Ou, X. Zhang [et al.] // *World Journal of Urology*. – 2020. – Vol. 38. – № 6. – P. 1555-1562.
98. Holmium laser enucleation of the prostate: efficiency gained by experience and operative technique / M.W. Dusing, A.E. Krambeck, C. Terry [et al.] // *Journal of Urology*. – 2010. – Vol. 184. – № 2. – P. 635-640.
99. Holmium Laser Enucleation of the Prostate: Modified Two-Lobe Technique versus Traditional Three-Lobe Technique - A Randomized Study / C. Xu, Z. Xu, C. Lin [et al.] // *BioMed Research International*. – 2019. – Vol. 2019. – Art. 3875418.
100. Holmium Laser Enucleation of the Prostate: Results at 6 Years / J.P. Gilling, T.F. Aho, Frampton C.M. [et al.] // *European Urology*. – 2008. – Vol. 53. – № 4. – P. 744–749.
101. Holmium laser enucleation versus transurethral resection of the prostate: results from a 2-center, prospective, randomized trial in patients with obstructive benign prostatic hyperplasia / F. Montorsi, R. Naspro, A. Salonia [et al.] // *Journal of Urology*. – 2004. – Vol. 172. – № 5. – P. 1926-1929.
102. Holmium laser resection of the prostate: Preliminary results of a new method for the treatment of benign prostatic hyperplasia / P.J. Gilling, C.B. Cass, M.D. Cresswell, M.R. Fraundorfer // *Urology*. – 1996. – Vol. 47. – № 1. – P. 48–51.

103. Indwelling urinary catheter use in the postoperative period: Analysis of the national surgical infection prevention project data / H.L. Wald, A. Ma, D.W. Bratzler, A.M. Kramer // *Archives of Surgery*. – 2008. – Vol. 143. – № 6. – P. 551-557.
104. Kahokehr, A.A. Which laser works best for benign prostatic hyperplasia? / A.A. Kahokehr, P.J. Gilling // *Current Urology Reports*. – 2013. – Vol. 14. – № 6. P. – 614–619.
105. Kim, M. Technical aspects of holmium laser enucleation of the prostate for benign prostatic hyperplasia / M. Kim, H.E. Lee, S.J. Oh // *Korean Journal of Urology*. – 2013. – Vol. 54. – № 9. – P. 570–579.
106. Krambeck, A.E. Experience With More Than 1,000 Holmium Laser Prostate Enucleations for Benign Prostatic Hyperplasia / A.E. Krambeck, S.E. Handa, J.E. Lingeman // *Journal of Urology*. – 2010. – Vol. 183. – № 3. – P. 1105-1109.
107. Kuntz, R.M. Does Perioperative Outcome of Transurethral Holmium Laser Enucleation of the Prostate Depend on Prostate Size? / R.M. Kuntz, K. Lehrich, S. Ahyai // *Journal of Endourology*. – 2004. – Vol. 18. – № 2. – P. 183-188.
108. Kuntz, R.M. Transurethral holmium laser enucleation versus transvesical open enucleation for prostate adenoma greater than 100 gm.: A randomized prospective trial of 120 patients / R.M. Kuntz, K. Lehrich // *Journal of Urology*. / 2002. – Vol. 168. – № 4. – P. 1465–1469.
109. Kuo, H.C. Predictive factors for successful surgical outcome of benign prostatic hypertrophy / H.C. Kuo, S.C. Chang, T. Hsu // *European Urology*. – 1993. – Vol. 24. – № 1. – P. 12–17.
110. Laparoscopic Nephrectomy: Initial Report of Pelviscopic Organ Ablation in the Pig / R.V. Clayman, L.R. Kavoussi, S.R. Long [et al.] // *Journal of Endourology*. – 1990. – Vol. 4. – № 3. – P. 247-252.
111. Logie, J. Incidence, prevalence and management of lower urinary tract symptoms in men in the UK / J. Logie, G.M. Clifford, R.D.T. Farmer // *BJU International*. — 2005. — Vol. 95. – № 4. — P. 557–562.

112. Madersbacher, S. Pathophysiology of Benign Prostatic Hyperplasia and Benign Prostatic Enlargement: A Mini-Review / S. Madersbacher, N. Sampson, Z. Culig // *Gerontology*. – 2019. – Vol. 65. – №. 5. – P. 458-464.
113. Maiman, T.H. Stimulated optical radiation in Ruby / T.H. Maiman// *Nature*. – 1960. – Vol. 187. – № 4736. – P. 493-494.
114. Mauermayer, W. [Technique of transurethral electroresection in high-pressure irrigation. Use of a multifunctional irrigation stopcock (author's transl)] / W. Mauermayer, W. Schuetz // *Urologia Internationalis*. – 1980. – Vol. 35. – № 4. – P. 294-297.
115. Meta-analysis of holmium laser enucleation versus transurethral resection of the prostate for symptomatic prostatic obstruction / A.H.Y..Tan, C. Liao, Z. Mo, Y. Cao // *British Journal of Surgery*. – 2007. – Vol. 94. – № 10. – P. 1201–1208.
116. Meyer-Schwickerath, G.R.E. Diabetic Retinopathy and Photocoagulation / G.R.E. Meyer-Schwickerath, K. Schott // *American Journal of Ophthalmology*. – 1968. – Vol. 66. – № 4. – P. 597-603.
117. Michalak, J. HoLEP: the gold standard for the surgical management of BPH in the 21st Century / J. Michalak, D. Tzou, J. Funk // *American Journal of Clinical and Experimental Urology*. – 2015. – Vol. 3. – № 1. – P. 36-42.
118. Miernik, A. Current Treatment for Benign Prostatic Hyperplasia / A. Miernik, C. Gratzke // *Deutsches Ärzteblatt International*. – 2020. – Vol. 117. – № 49. – P. 843.
119. Miller, W.W. The transurethral prostatectomy: Nesbit technique / W.W. Miller // *JAMA*. – 1956. – Vol. 160. – № 3. – P. 253-258.
120. Morbidity, mortality and early outcome of transurethral resection of the prostate: a prospective multicenter evaluation of 10,654 patients / O. Reich, C. Gratzke, A. Bachmann [et al.] // *Journal of Urology*. – 2008. – Vol. 180. – № 1. - P. 246-249.
121. Nesbit, R.M. Transurethral prostatectomy / R.M. Nesbit — Springfield: Charles C Thomas, 1943. — 215 p.
122. Oh, S.J. Enucleation of the prostate: An anatomical perspective / S.J. Oh, T. Shitara // *Andrologia*. – 2020. – Vol. 52. – № 8. – e13744.

123. Peri-operative complications of holmium laser enucleation of the prostate: experience in the first 280 patients, and a review of literature / H.N. Shah, A.P. Mahajan, S.S. Hegde, M.B. Bansal // *BJU International*. – 2007. – Vol. 100. – № 1. – P. 94-101.
124. Perioperative management of transurethral surgery for benign prostatic hyperplasia: A nationwide survey in Japan / K. Okumara, Y. Nojiri, N. Seki [et al.] // *International Journal of Urology*. – 2011. – Vol. 18. – № 4. – P. 304-310.
125. Predictive factors of urinary incontinence after holmium laser enucleation of the prostate: a multicentric evaluation / V. Houssin, J. Olivier, M. Brenier [et al.] // *World Journal of Urology*. – 2021. – Vol. 39. – № 1. – P. 143-148.
126. Prospective Assessment of Learning Curve of Holmium Laser Enucleation of the Prostate for Treatment of Benign Prostatic Hyperplasia Using a Multidimensional Approach / A.M. Elshah, H. Nabeeh, Y. Eldemerdash [et al.] // *Journal of Urology*. – 2017. – Vol. 197. – № 4. – P. 1099-1107.
127. Prospective Evaluation of the Learning Curve for Holmium Laser Enucleation of the Prostate / H.N. Shah, A.P. Mahajan, H.S. Sodha [et al.] // *Journal of Urology*. – 2007. – Vol. 177. – № 4. – P. 1468-1474.
128. Reasons to go for thulium-based anatomical endoscopic enucleation of the prostate / B. Becker, C. Netsch, G. Bozzini [et al.] // *World Journal of Urology*. – 2021. – Vol. 39. – № 7. – P. 2363-2374.
129. Reich, O. Techniques and long-term results of surgical procedures for BPH / O. Reich, C. Gratzke, C.G. Stief // *European Urology*. – 2006. – Vol. 49. – № 6. – P. 970-978.
130. Relationships between lower urinary tract symptoms and bladder outlet obstruction: results from the ICS-"BPH" study / J.J. de la Rosette, G. Alivizatos, S. Madersbacher [et al.] // *Neurourology and Urodynamics*. – 1998. – Vol. 17. – № 2. – P. 99-108.
131. Rivera, M.E. Holmium Laser Enucleation of the Prostate / M.E. Rivera, J.E. Lingeman, A.E. Krambeck // *Journal of Endourology*. – 2018. – Vol. 32. – № S1. – P. S7-S9.

132. Robotic simple prostatectomy / R. Sotelo, R. Clavijo, O. Carmona [et al.] // *Journal of Urology*. – 2008. – Vol. 179 – № 2. – P. 513-515.
133. Roehrborn, C.G. Efficacy of α -Adrenergic Receptor Blockers in the Treatment of Male Lower Urinary Tract Symptoms / C.G. Roehrborn // *Reviews in Urology*. – 2009. – Vol. 11. – №S1. – 1. P. S1-S8.
134. Roehrborn, C.G. Pathology of benign prostatic hyperplasia / C.G. Roehrborn // *International Journal of Impotence Research*. – 2008. – Vol. 20. – № S3. – P. S11-S18.
135. Rosen, R.C. The International Index of Erectile Function (IIEF): a state-of-the-science review / R.C. Rosen, J.C. Cappelleri, N. Gendrano // *International Journal of Impotence Research*. – 2002. – Vol. 14. – № 4. – P. 226–244.
136. Safety and efficacy of a modified technique of holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP) for benign prostatic hyperplasia / G. Cochetti, M. Del Zingaro, M. Panciarola [et al.] // *Applied Sciences*. – 2021. – Vol. 11. – № 3. – Art. 1305.
137. Scoffone, C.M. The en-bloc no-touch holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP) technique / C.M. Scoffone, C.M. Cracco // *World Journal of Urology*. – 2016. – Vol. 34. – № 8. – P. 1175-1181.
138. Serial Changes in Sexual Function Following Holmium Laser Enucleation of the Prostate: A Short-term Follow-up Study / M.S. Jeong, S.B. Ha, C.J. Lee [et al.] // *Korean Journal of Urology*. – 2012. – Vol. 53. – № 2. – P. 104-108.
139. Sorokin, P.P. Flashlamp Excitation of Organic Dye Lasers: A Short Communication / P.P. Sorokin, J.R. Lankard // *IBM Journal of Research and Development*. – 2010. – Vol. 11. – № 2. – P. 148-148.
140. Stress urinary incontinence in men / R.M. Bauer, G. Ameli, D. Schultz-Lampel, M. C. El Rutkowzki // *Der Urologe*. – 2021. – Vol. 60. - № 1. – P. 109-118.
141. Systematic review of the endoscopic enucleation of the prostate learning curve / D. Enikeev, A. Morozov, M. Taratkin [et al.] // *World Journal of Urology*. – 2021. – Vol. 39. – № 7. – P. 2427-2438.
142. Tammela, T. Benign prostatic hyperplasia: practical treatment guidelines / T. Tammela // *Drugs & Aging*. – 1997. – Vol. 10. – № 5. – P. 349-366.

143. Tan, A.H.H. Holmium laser prostatectomy: Current techniques / A.H.Y. Tan, P.J. Gilling // *Urology*. – 2002. – Vol. 60. – №1. – P. 152-156.
144. The Nobel Prize. Arthur L. Schawlow – Facts [Electronic resource] // NobelPrize.org. — Stockholm : Nobel Prize Outreach AB, 2024
145. Three-Year Outcome following Holmium Laser Enucleation of the Prostate Combined with Mechanical Morcellation in 330 Consecutive Patients / I. Vavassori, S. Valenti, R. Naspro [et al.] // *European Urology*. – 2008. – Vol. 53. – № 3. – P. 599–606.
146. Thulium laser enucleation of the prostate (ThuLEP): Transurethral anatomical prostatectomy with laser support. Introduction of a novel technique for the treatment of benign prostatic obstruction / T.R.W. Herrmann, T. Bach, F. Imkamp [et al.] // *World Journal of Urology*. – 2010. – Vol. 28. – № 1. – P. 45-51.
147. Towards optimizing prostate tissue retrieval following holmium laser enucleation of the prostate (HoLEP): Assessment of two morcellators and review of literature / A.M. Elshal, R. Mekki, M. Laymon [et al.] // *Canadian Urological Association Journal*. – 2015. – Vol. 9. – № 9-10. – P. E618-E624.
148. Transcapsular Adenomectomy (Millin): A Comparative Study, Extraperitoneal Laparoscopy versus Open Surgery / F. Porpiglia, C. Terrone, J. Renard [et al.] // *European Urology*. – 2006. – Vol. 49. – № 1. – P. 120-126.
149. Transurethral enucleation of benign prostatic hyperplasia / Y. Hiraoka, T. Lin, N. Tsuboi, Y. Nakagami // *Nippon Ika Daigaku zasshi*. – 1986. – Vol. 53. – № 2. – P. 212-215.
150. Transurethral holmium laser enucleation of the prostate versus transurethral electrocautery resection of the prostate: a randomized prospective trial in 200 patients / R.M. Kuntz, S. Ahyai, K. Leirich, A. Fayad // *Journal of Urology*. – 2004. – Vol. 172. – № 3. – P. 1012-1016.
151. Tyson, M.D. Safety of Holmium Laser Enucleation of the Prostate in Anticoagulated Patients / M.D. Tyson, L.B. Lerner // *Journal of Endourology*. – 2009. – Vol. 23. – № 8. – P. 1343-1346.
152. Vincent, M.W. HoLEP has come of age / M.W. Vincent, P.J. Gilling // *World Journal of Urology*. – 2015. – Vol. 33. – № 4. – P. 487-493.

153. Von Heland, M. Role of alpha blockers in the treatment of BPH: a critical review of clinical results / M. Von Heland, P. Casale // *Archivos Españoles de Urología*. – 1994. – Vol. 47. – № 9. – P. 873-881.
154. Wei, J. T. Urologic diseases in America project: benign prostatic hyperplasia / J. T. Wei, E. Calhoun, S.J. Jacobsen // *Journal of Urology*. – 2005. – Vol. 173. – № 4. – P. 1256–1261.
155. Welliver, C. Technique considerations and complication management in transurethral resection of the prostate and photoselective vaporization of the prostate / C. Welliver, S. Helo, K.T. McVary // *Translational Andrology and Urology*. – 2017. – Vol. 6. – № 4. – P. 695-703.
156. Wickham, J.E.A. The new surgery / J.E.A. Wickham // *British Medical Journal (Clinical Research Ed.)*. – 1987. – Vol. 295. – № 6613. – P. 1581-1582.
157. Wilde, S. See One, Do One, Modify One: Prostate Surgery in the 1930s / S. Wilde // *Medical History*. – 2004. – Vol. 48. – № 3. – P. 351-366.
158. Yael, W. Bipolar saline TURP eliminates risk of dilutional hyponatremia / W. Yael // *Urology*. – 2004. – № 64. – P. 298–301
159. Zinn, K.M. Clinical aspects of ophthalmic argon laser / K.M. Zinn // *Lasers in Surgery and Medicine*. – 1981. – Vol. 1. – № 4. – P. 289-322