

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр оториноларингологии
федерального медико-биологического агентства»

На правах рукописи

Загорская Дарья Алексеевна

**ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ БОЛЬНЫХ С ПАРААНГИОМой
ВИСОЧНОЙ КОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ФОТОАНГИОЛИТИЧЕСКОГО ДИОДНОГО ЛАЗЕРА**

3.1.3. Оториноларингология

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
Диаб Хассан Мохамад Али

Москва — 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ПАРААНГЛИОМА ВИСОЧНОЙ КОСТИ	
(ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	11
1.1. Общие сведения о параанглиоме височной кости	11
1.2. Эпидемиология параанглиомы	13
1.3. Классификации параанглиом.....	14
1.4. Диагностика параанглиомы височной кости.....	16
1.5. Хирургическое лечение пациентов с параанглиомой височной кости.....	20
1.6. Применение лазеров в лечении пациентов с параанглиомой.....	26
1.7. Применение синего лазера в лечении пациентов с параанглиомой	31
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	
2.1. Общая характеристика пациентов	
38	
2.2. Оториноларингологическое обследование	
40	
2.3. Аудиологическое обследование	
41	
2.4. Лучевые методы обследования	
41	
2.5. Используемые методы хирургического лечения пациентов	
с параанглиомой височной кости	
43	
2.5.1. Используемые методы хирургического лечения пациентов	
с параанглиомой височной кости в контрольной группе.....	
43	
2.5.2. Методы хирургического лечения, проводимые в основной группе	
пациентов.....	
53	
2.6. Статистическая обработка данных	
59	
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	
ФОТОАНГИОЛИТИЧЕСКОГО ДИОДНОГО ЛАЗЕРА С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 445	
НМ (КЛИНИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ)	
61	

ГЛАВА 4. КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОВ С ПАРААНГЛИОМОЙ ВИСОЧНОЙ КОСТИ ДО ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ.....	80
4.1. Результаты общеклинического обследования	80
4.2. Результаты оториноларингологического обследования.....	81
4.3. Результаты аудиологического обследования.....	82
4.4. Результаты лучевых методов обследования	85
ГЛАВА 5. ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ПАРААНГЛИОМОЙ ВИСОЧНОЙ КОСТИ.....	90
5.1. Особенности лечения пациентов контрольной группы	90
5.2. Хирургическое лечения пациентов с использованием фотоангиолитического диодного лазера	95
5.2.1. Особенности хирургического лечения пациентов основной группы.....	95
5.3. Результаты хирургического лечения пациентов основной и контрольной групп	102
5.3.1. Результаты хирургического лечения пациентов основной и контрольной групп в раннем послеоперационном периоде и через 1 месяц после операции...	103
5.3.2. Результаты хирургического лечения пациентов с параганглиомой височной кости через 1 год после операции	108
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	126
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	137

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

123I-МИБГ – 123I-метайодбензилгуанидин

18FFDA – 18F-fluorodopamine

18F-FDOPA – 18F-fluorodihydroxyphenylalanine

Nd:Yag – neodymium-doped yttrium aluminum garnet

PDL – Pulse Dye Laser

А – Ампер

В – Вольт

Вт – Ватт

Гц – Герц

дБ – децибел

КВИ – костно-воздушный интервал

КНН – короткая ножка наковальни

КТ – компьютерная томография

КТР – калий-титанил-фосфатный лазер

МРТ – магнитно-резонансная томография

НЗ – ножка завитка

НСП – наружный слуховой проход

ПЭТ – позитронно-эмиссионная томография

СРХ – стереотаксическая радиохирurgia

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Параганглиома (глумусная опухоль, хемодектома) латерального основания черепа – доброкачественная опухоль, которая характеризуется медленным ростом, тенденцией к инвазии в костные структуры и твердую мозговую оболочку, обильной васкуляризацией, частым рецидивированием [136]. По данным ВОЗ, согласно локализации процесса, параганглиомы делятся на каротидные, югулотимпанальные, ларингиальные и вагусные параганглиомы. В зависимости от локализации, размера и степени распространения, разделяют по классификации по Fisch четыре типа [111, 136].

По данным мировой литературы опухоли височной кости встречаются относительно редко. Общая заболеваемость параганглиомами головы и шеи колеблется от 1 на 30 000 до 1 на 100 000 населения [6, 7, 136], из них каротидные составляет 60%, тимпаноюгулярные – около 40%, а вагусные составляют менее 5% [8, 9, 10, 11]. Основным методом лечения данного вида доброкачественной опухоли является хирургический метод.

Основным принципом удаления параганглиомы височной кости у взрослых является проведение оссикулопластики на «сухом операционном поле» благодаря эффективной коагуляции сосуда, питающего опухоль. Применение лазерного иссечения в области питающего сосуда может быть выполнено с минимальным кровотечением, что обеспечивает качественный контроль кровотечения при удалении опухоли.

Наиболее важным преимуществом лазерных установок является минимизация риска интраоперационного кровотечения и уменьшение объема опухоли. Это позволяет хорошо визуализировать окружающие структуры, избегая механического повреждения оссикулярной цепи и других структур среднего уха. Таким образом, полное удаление опухоли с коагуляцией питающего сосуда снижает вероятность рецидива [116].

В последние десятилетия разработана новая концепция удаления параганглиомы височной кости одновременно с реконструкцией звукопроводящего аппарата среднего уха.

Учитывая влияние интраоперационной кровопотери, длительности хирургического лечения, необходимость купирования реактивных явлений в короткие сроки в наружном и среднем ухе после удаления параганглиомы височной кости возникает необходимость разработки более совершенного алгоритма хирургического удаления параганглиомы височной кости. Существенную роль в этом могут сыграть современные фотоангиолитические лазеры, использование которых может не только оптимизировать технику операции, но и окажет положительное влияние на результаты как в раннем, так и отдаленном послеоперационном периодах. Фотоангиолитические лазеры хорошо себя зарекомендовали при применении в других областях хирургии.

В доступной литературе отсутствуют данные о параметрах использования фотоангиолитического диодного лазера для удаления параганглиомы височной кости, а также оценка его эффективности, что делает настоящее исследование актуальным.

Цель исследования: повышение эффективности хирургического лечения больных с параганглиомой среднего уха на основании использования фотоангиолитического диодного лазера.

Задачи исследования:

1. Изучить на основании клинико-экспериментального исследования параметры использования фотоангиолитического диодного лазера для хирургического лечения пациентов с параганглиомой височной кости.

2. Разработать метод удаления параганглиомы височной кости с использованием фотоангиолитического диодного лазера в соответствии с классификацией типа параганглиомы височной кости.

3. Оценить при хирургическом лечении пациентов с параганглиомой височной кости влияние фотоангиолитического диодного лазера на объем кровопотери и продолжительность госпитализации.

5. Провести в динамике сравнительную оценку анатомических и функциональных результатов хирургического лечения пациентов с параганглиомой височной кости с использованием фотоангиолитического лазера и без его применения в отдаленном периоде.

Научная новизна исследования:

1. Впервые изучены параметры использования фотоангиолитического диодного лазера для хирургического лечения параганглиомы височной кости.

2. Впервые разработан способ хирургического лечения пациентов с параганглиомой височной кости с применением фотоангиолитического диодного лазера, на который получен патент RU 2 750 906 C1 от 06.07.2021, заявка № 2020135454 от 28.10.2020, «Способ хирургического удаления параганглиомы височной кости» (Диаб Х.М.А., Дайхес Н.А., Умаров П.У., Загорская Д.А., Пащинина О.А.).

3. Впервые проведена сравнительная оценка анатомических и функциональных результатов хирургического лечения пациентов с параганглиомой височной кости с использованием фотоангиолитического лазера и без его применения.

Теоретическая и практическая значимость:

1. Разработан алгоритм использования фотоангиолитического диодного лазера при лечении пациентов с параганглиомой височной кости.

2. Усовершенствован и внедрен в практику метод хирургического лечения параганглиомы височной кости с использованием фотоангиолитического диодного лазера.

Методология и методы исследования

Исследование проведено на базе ФГБУ НМИЦО ФМБА России. Диссертация выполнена в виде клинического открытого сравнительного проспективного исследования.

Экспериментальная часть исследования в целях изучения работы фотоангиолитического диодного лазера, была выполнена на базе кадаверного центра ФГБУ НМИЦО ФМБА России.

Данная научная работа одобрена Локальным Этическим Комитетом ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр оториноларингологии» ФМБА России (протокол № 04/23 от 23 ноября 2023 года).

Соответствие диссертации паспорту специальности

По актуальности, выдвинутой гипотезе, сформированной цели, задачам и полученным результатам работы диссертация соответствует паспорту специальности 3.1.3. Оториноларингология. Результаты работы, представленные в самостоятельный законченный труд, способствуют улучшению эффективности проведенного хирургического лечения пациентов с параганглиомой височной кости.

Личный вклад автора

Автором на основании литературных данных изучено современное состояние вопроса хирургического лечения пациентов с параганглиомой височной кости. Самостоятельно составлен план исследования, сформулировал задачи, разработал алгоритм использования фотоангиолитического диодного лазера при хирургическом лечении пациентов с параганглиомой височной кости. Автор лично провел экспериментальное исследование фотоангиолитического диодного лазера на кадаверном материале, оценил воздействие лазерного излучения на стенки крупных сосудов.

Степень достоверности результатов работы. Достоверность результатов подтверждается достаточным количеством проведенных исследований пациентов с применением современных методов (обследовано и пролечено 67 пациентов). Научные положения, выводы и практические рекомендации, сформулированные в диссертации, подтверждены убедительными данными, представленными в приведенных таблицах и рисунках. Статистический анализ и интерпретация полученных результатов проведены с использованием современных методов обработки информации (с использованием программы MS Excel, для проведения статистического анализа использовались языки программирования R v.4.0.3 (RStudio, Free Version 1.3.1093 – © 2009 – 2020 RStudio, Inc.) и Python 3.8.3 (Anaconda Individual Edition, version 1.7.2, Anaconda, Inc.), а также Statistica 6.0 (InstallShield Software Corporation, 1984 – 2001, США, № BXXR006B092218FAN11).

Внедрение в практику результатов исследования. Метод хирургического лечения пациентов с параганглиомой височной кости с использованием фотоангиолитического диодного лазера внедрен в отдел «Патологии уха и основания черепа» ФГБУ НМИЦО ФМБА России, в учебный процесс кафедры оториноларингологии с клиникой ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России и внедрены в лечебный процесс оториноларингологического отделения ГБУ РС (Я) Республиканской больницы № 2 Центра экстренной помощи Республики Саха (Якутия).

Связь работы с научными программами и планами. Диссертационная работа выполнена в соответствии с научно-исследовательской работой ФГБУ НМИЦО ФМБА России: «Усовершенствование хирургических методов лечения пациентов со сложной патологией височной кости и латерального основания черепа» (рег. № НИОКТР 122030200526-9).

Апробация материалов работы. Результаты научной работы доложены на следующих научно-практических мероприятиях: VI конференция оториноларингологов и сурдологов ФМБА России с международным участием, 20 – 21 июня 2019 г.; II Международный форум онкологии и радиологии «FOR LIFE», 23 – 27 сентября 2021 г.; XI Международный междисциплинарный конгресс по заболеваниям органов головы и шеи, 19 июня 2023 г.; XII Международный междисциплинарный конгресс по заболеваниям органов головы и шеи, 7 июня 2024 г.

Диссертационная работа апробирована на заседании Ученого Совета № 02/2024 и трудового коллектива ФГБУ НМИЦО ФМБА России 18.03.2024 года.

Публикации по теме диссертации. По материалам диссертационной работы опубликовано 3 научные работы, 3 из них – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 152 страницах компьютерного текста. Состоит из введения, 5 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка использованной литературы, включающего 56 отечественных и 97 зарубежных источников. Диссертационная работа иллюстрирована рисунками (75) и таблицами (14).

Положения, выносимые на защиту:

1. Данные экспериментального исследования применения фотоангиолитического диодного лазера на кадаверном материале позволили определить безопасные параметры его воздействия на сосудистые структуры височной кости.
2. Хирургическое лечение пациентов с параганглиомой височной кости с использованием фотоангиолитического диодного лазера позволяет сократить длительность хирургического вмешательства, снизить объем интраоперационной кровопотери и сократить сроки послеоперационного наблюдения.
3. Хирургическое лечение пациентов с параганглиомой височной кости с применением фотоангиолитического диодного лазера имеет преимущества перед стандартными методами, что является основанием для рекомендации его использования при данной патологии.

ГЛАВА 1. ПАРААНГЛИОМА ВИСОЧНОЙ КОСТИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Общие сведения о параанглиоме височной кости

Согласно классификации эндокринных опухолей ВОЗ, к параанглиомам относятся вненадпочечниковые опухоли из параанглиев [21, 103]. В отоларингологической практике наиболее часто встречаются югулярные и тимпанальные параанглиомы, которые анатомически связаны с височной костью [7, 109]. Особенность патологии именно этой локализации заключается в том, что часто опухоль распространяется в инфралабиринтное пространство, верхушку пирамиды височной кости и структуры мозга, что значительно затрудняет лечение и приводит к осложнениям [31, 91].

Параанглиомы в структуре эндокринных опухолей классифицируют как опухоли вненадпочечниковых параанглиев [103]. В зависимости от типа параанглия вегетативной нервной системы, параанглиомы делятся на симпатические и парасимпатические [41]. Парасимпатические параанглиомы в подавляющем большинстве случаев находятся в области головы и шеи. В свою очередь, параанглиомы головы и шеи делятся на несколько подтипов: каротидные, вагальные, ларингеальные, югулярные, темпоральные, тимпанальные каротидные [93, 103]. М. Mafee и соавторы выделяют 4 наиболее частые локализации параанглиом головы и шеи: в зоне бифуркации сонной артерии (опухоль каротидного тельца); нижний ганглий и шейная порция блуждающего нерва, как правило, между яремной веной и сонной артерией (вагальные опухоли); область яремной луковицы (югулярная опухоль); полость среднего уха (тимпанальная опухоль) [88, 148]. Параанглиома височной кости может относиться как к тимпанальным опухолям, так и к югулярным, поэтому часто выделяют общую группу тимпаноюгулярных опухолей [93].

Параганглиомы чаще всего имеют овоидную или веретенообразную форму, консистенция может варьировать. Гистологически параганглиома представлена двумя типами клеток. Первый тип – состоит из главных, эпителиальных клеток с увеличенными гиперхромными ядрами, которые могут организовываться в группы (Zellbalen). Данный паттерн роста (Zellbalen) считается характерным для параганглиомы, однако он не обладает специфичностью. Главные клетки, как правило, имеют округлые гиперхромные ядра с кластерами хроматина по типу «соль и перец». Второй тип – поддерживающие клетки, которые могут быть визуализированы иммуногистохимически с помощью S-100 протеина. Оба типа клеток окружены плотным слоем капилляров. Могут выявляться некоторые дополнительные признаки – клеточный полиморфизм, участки некрозов, фоновые воспалительные изменения. Хотя предпринимались попытки определить гистологические критерии доброкачественных и злокачественных параганглиом, точная методика дифференцирования не разработана [93, 150]. Согласно классификации опухолей центральной нервной системы ВОЗ, параганглиома относится к нейрональным и смешанным нейронально-глиальным опухолям и не делится на подтипы. По классификации опухолей мягких тканей гломусные опухоли (и варианты) относятся к периваскулярным опухолям и делятся на злокачественные гломусные опухоли и гломангиоматозные [103]. Для параганглиом также существует молекулярно-генетическая классификация, однако она пока не завершена [93].

С помощью генетических исследований выяснено, что феохромоцитома и параганглиома в 35% случаев имеют наследственную природу. Известно более двадцати спорадических или наследуемых мутаций генов, играющих триггерную роль в этиопатогенезе этих заболеваний. Примерно в 10% случаев малигнизации образования сопровождаются метастазированием в регионарные лимфоузлы, однако более чем в 30% случаев злокачественность остается нераспознанной, что приводит к серьезным осложнениям и, в ряде случаев, к летальному исходу [41, 70].

Благодаря активному развитию молекулярной биологии удалось выяснить, какие гены ассоциированы с каротидной параганглиомой. Опубликована серия работ коллективом авторов в 2018 – 2019 годах [1, 36, 48, 53]. Было выявлено 34 гена, которые могут быть ассоциированы с образованием каротидной параганглиомы. Многие из полученных генов участвуют в канцерогенезе. Эти исследования углубляют понимание этиопатогенеза параганглиомы [1, 36, 48, 53].

Параганглиомы чаще имеют доброкачественное течение, но в 3 – 4% случаев имеют злокачественный характер. При этом в 2 – 5% случаев возможно метастазирование опухоли (более характерно для каротидных параганглиом) [60]. В нейрохирургической практике параганглиомы по частоте встречаемости среди опухолей яремного отверстия занимают второе место, уступая только невриномам [92].

1.2. Эпидемиология параганглиомы

По данным 1986 года, параганглиомы головы и шеи были редкой патологией: они составляли примерно 3% всех параганглиом и 0,5% опухолей данной локализации [139]. По более поздним данным, в структуре встречаемости, параганглиомглобусные параганглиомы (глобусные опухоли) опухоли головы и шеи занимают ведущее положение, составляя примерно 20% [133]. Наиболее часто параганглиомы головы и шеи встречаются в области каротидного тельца, составляя чуть менее 1% всех опухолей этой локализации.

Параганглиома височной кости, как и другие виды параганглиом, преимущественно поражает лиц женского пола [134]. Частота встречаемости параганглиомы височной кости – 1:1300000 [15], по другим данным, 1:1000000 [125]. Средний возраст пациентов – 44,7 года. В долгосрочном исследовании (более 40 лет клинической работы) М. Carlson и соавторов (2015), в которое вошли 115 пациентов с тимпанальной параганглиомой: 90,4% пациентов были женщины со средним возрастом 55,2 года, бимодальные пики заболеваемости наблюдались в возрасте 30 и 60 лет [71]. Также важно, что глобусная опухоль у мужчин выявляется в более раннем возрасте, в том числе в младенчестве.

По данным Д.А. Гуляева и соавторов, соотношение женского и мужского полов среди взрослых – 3,5:1, среди детей – 1,4:1 [15].

Наследственные опухоли у женщин в 20 – 50% случаев бывают множественными [114]. В общей совокупности пациентов с параганглиомами множественный характер роста выявляется только в 5%. Исследования показывают, что частота вовлечения левого и правого уха в патологический процесс одинакова [81].

Хотя тимпанальные опухоли встречаются редко, они являются наиболее распространенными среди опухолей среднего уха, с пиком заболеваемости в 40 – 60 лет [97]. Гломусная опухоль встречается относительно редко, ее частота составляет 0,00036% от опухолей всего тела человека и занимает второе место среди опухолей височной кости после шванномы вестибулокохлеарного нерва [85].

1.3. Классификации параганглиом

Основная разработанная и используемая классификация гломусных опухолей височной кости – Fisch&Mattox (1988 г.): класс А – опухоль ограничена барабанной полостью, В – опухоль находится в пределах мезотимпанума, гипотимпанума, сосцевидного отростка, не эрозирует яремную луковичу, С – опухоль распространяется в инфралабиринтное пространство и на вершущку пирамиды, возможно разрушение этих структур. Для класса С предлагается субклассификация в зависимости от эрозии сонного канала: С1 – нет инвазии в сонный канал, деструкция яремной луковичи/отверстия, С2 – инвазия в вертикальную часть сонного канала, С3 – инвазия в горизонтальную часть сонного канала, С4 – инвазия в рваное отверстие и пещеристый синус. Класс D – внутричерепное распространение (De – экстрадурально, Di – интрадурально): De1 – до 2 см., De2 – более 2 см., Di1 – до 2 см [80].

Классификация Fisch&Mattox (1988 г.) объединяет в себе. как тимпанальную, так и югулярные параганглиомы.

Однако Sanna и соавторы предложили модифицированную версию классификации Fisch&Mattox (1988 г.), более подходящую для тимпанальных опухолей: А1 – края опухоли полностью видны при отомикроскопии, А2 – края

опухоли не видны полностью при отомикроскопии и могут распространяться в слуховую трубу и ниши окон, В1 – опухоль заполняет среднее ухо, продолжается в гипотимпануме и синусы ретротимпанума, В2 – опухоль заполняет среднее ухо и распространяется в структуры сосцевидного отростка, В3 – опухоль занимает барабанную полость, расширяется в структуру сосцевидного отростка и разрушает стенку сонного канала кпереди [134].

И.А. Аникин и М.В. Комаров (2011 г.) отмечают, что целесообразно введение термина отиатрической формы параганглиом латерального основания черепа – это было бы собирательной группой опухолей типа А и В по Fisch&Mattox (1988 г.) [4].

Другая классификация параганглиом – Glasscock&Jackson (1999 г.), в которой яремные и тимпанальные опухоли разделены. Классификация для тимпанальных опухолей выглядит следующим образом: класс 1 – края опухоли видны при отоскопии, класс 2 – опухоль заполняет среднее ухо, класс 3 – опухоль заполняет среднее ухо и сосцевидный отросток, класс 4 – опухоль проникает через барабанную перепонку в наружный слуховой проход [99].

Сложность классификации параганглиом височной кости в том, что она должна отражать как прогноз заболевания, так и тактику лечения. По мнению А. Alaani и соавторов (2009 г.), ни одна из существующих классификаций не отвечает этим требованиям. Классификация Fisch&Mattox (1988 г.) в значительной степени упрощена, так как рассматривает опухоли только в рамках среднего уха. Классификация Glasscock&Jackson (1999 г.) сложнее, четко делит тимпанальные опухоли на четыре класса, но не учитывает прогноз заболевания и показания к операции. В исследовании, проведенном на 9 пациентах, А. Alaani и соавторы предложили свой алгоритм классифицирования опухолей, разделив пациентов на тех, у кого по данным компьютерной томографии (КТ) височных костей, опухоль была ограничена мезотимпанумом, и тех, у кого в процесс был вовлечен гипотимпанум. Первым не проводили магнитно-резонансная томография (МРТ), и хирургическое лечение осуществляли трансканальным доступом. Вторым проводили МРТ для исключения признаков распространения опухоли за пределы полости среднего уха и вовлечения яремной луковичи; хирургический доступ осуществлялся через лицевой карман [61].

Приведенную классификацию А. Alaani и соавторов можно считать перспективной и практически ориентированной, однако ее широкое распространение ограничено из-за отсутствием достаточного количества исследований. В настоящее время наиболее распространена классификация Fisch&Mattox (1988 г.) для стадирования параганглиомы височной кости (1988 г.).

1.4. Диагностика параганглиомы височной кости

Параганглиомы головы и шеи – объемные опухоли, симптоматика которых может быть разнообразной, что связано с поражением различных анатомических зон. Параганглиомы головы и шеи крайне редко секретируют активные вещества (в 1 – 3% случаев), поэтому, как правило, не вызывают типичной симптоматики в виде тахикардии, повышения АД и повышенного потоотделения [93]. Параганглиома височной кости чаще всего проявляется в виде пульсирующего шума в ушах (81,4% пациентов). Потеря слуха изначально присутствует примерно у половины (по некоторым данным – до 77%) пациентов [66, 91, 97]. У пациентов с обширными опухолями, прорастающими через барабанную перепонку, наблюдается геморрагическая оторрея. На более далеко зашедших стадиях могут повреждаться VII – XI пары черепно-мозговых нервов, что приводит к соответствующим неврологическим нарушениям [5]. В исследовании Е.А. Громовой и др., в которое вошли 38 пациентов, при югулярных, тимпанальных и югулотимпанальных параганглиомах ведущими симптомами были нарушения слуха и дисфония, а при каротидных параганглиомах – наличие видимого пальпируемого опухолевого образования [19].

Важным этапом диагностики является аудиометрия: при импедансной аудиометрии может определяться пульсирующее движение барабанной перепонки. По данным Л.Г. Петровой, при параганглиомах пульсирующий шум носит сложный характер и чаще всего наслаивается на монотонный шум частотой 250 – 500 Гц. Сам пульсирующий шум имеет частоту 800 – 3000 Гц и силу 10 – 20 дБ.

Импедансометрия играет важную роль в дифференциальной диагностике: при параганглиомах выявляется нарушение функции слуховой трубы (тимпанограмма типа С) или повышение импеданса за счет наличия экссудата или опухоли (тимпанограмма тип В). Для сосудистой патологии эти изменения не характерны. При тональной аудиометрии для параганглиом характерно прогрессирование тугоухости, которая носит вначале кондуктивный, а затем смешанный характер [42, 44].

Исследование вестибулярной функции при параганглиомах выявляет гиповозбудимость лабиринта [42].

Большинство опухолей при отоскопии видны, как пульсирующая сосудистая масса в среднем ухе. Однако даже визуализация красной пульсирующей массы в среднем ухе не является специфической особенностью параганглиомы, поэтому клиническая диагностика параганглиомы – непростая задача для отоларинголога.

Часто клинически визуализировать всю опухоль невозможно, поэтому используются КТ и МРТ [93]. А.Б. Шебунина и др. в своем обзоре соглашаются с тем, что КТ должна выполняться всем пациентам с подозрением на параганглиому [56].

Тимпанальные и яремные параганглиомы легко диагностируются с помощью КТ и МР-ангиографии, особенно в раннюю артериальную фазу. Параганглиомы барабанной перепонки видны на КТ-снимках высокого разрешения в каменистой части височной кости в виде очагового мягкотканного образования [93]. КТ является основным методом для обнаружения костной деструкции височной кости и оценки костного компонента этой зоны – стенок барабанной полости, сонного канала, инфралабиринтного пространства, яремной ямки, задней стенки пирамиды, костного лабиринта, сосцевидного отростка [62, 63, 91]. МР-ангиография лучше подходит для скрининга и обнаружения множественных поражений. При югулярной параганглиоме применяются как КТ, так и МРТ. Оба метода могут быть использованы для оперативной навигации [72]. По результатам МРТ можно оценить степень инвазии опухоли в крупные сосудистые структуры – сигмовидный синус, внутреннюю сонную артерию, луковицу яремной вены [122].

A.D. Sweeney и соавторы отмечают, что для оценки мягкотканного компонента МРТ обычно более предпочтительна, чем КТ. Характерным проявлением параганглиомы на МРТ с контрастом является так называемая картина «соли и перца», которая лучше всего наблюдается на T2-взвешенных изображениях. Опухоли, ограниченные внутренним ухом, не требуют МРТ для оценки состояния патологического процесса, однако выполнение этого исследования помогает точно дифференцировать параганглиому от образований непосредственно височной кости [91]. Е.А. Степанова провели исследование на 30 пациентах с гломусной опухолью с целью разработать алгоритм применения тех или иных лучевых методов. Авторы сделали вывод, что при опухолях типа А и В разницы в применении КТ и МРТ нет, но при распространенных формах параганглиомы МРТ является более предпочтительной [10].

КТ высокого разрешения – наилучший способ оценки гломусной опухоли височной кости по мнению Thelen J. и соавторов [142]. Это исследование не только позволяет определить степень распространения опухоли и вовлеченность гипотимпанума, но и выявить наличие или отсутствие аберрантного сосуда. Также оно дает четкую оценку краям яремной ямки, костному гребню между яремной ямкой и сонным каналом. Если эти ориентиры не повреждены, то исключается югулярная параганглиома. Если же они повреждены, то необходима МРТ [61]. Если на КТ ангиографии виден воздух ниже опухоли, то это исключает гипотимпаническое разрастание. Одной из самых сложных задач лучевой диагностики при гипотимпаническом распространении является определение вовлеченности стенки яремной вены в опухолевый процесс. Помутнение гипотимпанических клеток на изображении может быть вызвано сохранной секрецией, но, если видна эрозия, то есть основания подозревать параганглиому. Особенно сложно бывает оценить частичную эрозию купола яремной луковицы, в таком случае U. Forest и соавторы предлагают МРТ для оптимальной дифференциальной диагностики. В случае наличия воздуха в корональной реконструкции под опухолью, гипотимпаническое расширение опухоли можно исключить [56, 81].

МРТ может быть необходима для исключения вовлечения яремной луковицы в процесс новообразования. КТ хорошо визуализирует разрушение среднего уха, но оно может быть вызвано как югулярной параганглиомой, так и крупной тимпанальной [81]. МРТ в динамике позволяет дифференцировать нижний край опухоли и сигнал пустого кровотока в яремной луковице. МРТ с контрастом имеет большое значение для опухолей, которые прорастают к основанию черепа, в шею, интракраниально или имеют отек [121]. Гломусные опухоли височной кости имеют средний или гипоинтенсивный сигнал на T1-взвешенных изображениях и гиперинтенсивный на T2. T1-взвешенные изображения используют для диагностики внутричерепного прорастания опухоли, а T2 позволяют дифференцировать параганглиому с холестеатомой и жидкостью в среднем ухе [88].

Существует ряд патологий, с которыми важно дифференцировать гломусную опухоль. Это aberrantная внутренняя сонная артерия, неврома лицевого нерва, аденокарцинома среднего уха. Диагноз может вызывать сомнения до операции даже с использованием высокотехнологичных приборов для диагностики. В исследовании 2001 года из 95 пациентов, которым была диагностирована параганглиома височной кости, 15 имели другие патологии: гранулированную ткань, остеому, аденому, шванному XII нерва, холестеатому, менингиому, яремную параганглиому и другие [81].

Помимо МРТ и КТ параганглиома височной кости хорошо визуализируется с помощью ПЭТ/КТ с 18F-FDOPA, 18FFDA и сцинтиграфии с 123I-МИБГ. Последнее исследование является специфичным для параганглиомы [117]. Более того, визуализация рецепторов соматостатина чувствительна к 90% параганглиом головы и шеи при использовании сцинтиграфии с 111 In-октреотидом [119].

Радионуклидные методы считаются перспективными в диагностике параганглиом. На данный момент стандартным минимумом диагностики параганглиом височной кости можно считать КТ высокого разрешения с контрастом и без. В дополнение, для уточнения стадии заболевания может быть использована МРТ [91].

1.5. Хирургическое лечение пациентов с параганглиомой височной кости

Лечение параганглиомы височной кости достаточно трудная задача. Это связано с тем, что анатомически эта область сложна, включает в себя много важных сосудисто-нервных пучков [98]. Гистологически параганглиомы – доброкачественные опухоли, однако клинически они злокачественны, так как могут прорасти в кость, мягкие ткани, нервы. Симптомы заболевания зачастую малозаметны и выявляются лишь при увеличении объема образования. Эти факторы обуславливают сложность лечения.

Хирургический подход к параганглиоме зависит от стадии [91]. При классе 1 Glasscock&Jackson (1999 г.), когда края опухоли видны при отоскопии, возможно трансканальное иссечение. В противном случае может быть выполнен постаурикулярный разрез. Расширенная тимпанотомия или гипотимпанотомия может выполняться для получения доступа к опухоли, которая распространяется книзу [120]. При классе 2 или 3 по Glasscock&Jackson (1999 г.) выполняется тимпаномастоидэктомия или тимпанотомия. Для 4 класса оптимальна мастоидэктомия с меатопластикой или закрытием ушного канала [71].

По мнению A.J. Offergeld и соавторов, тотальная хирургическая резекция – операция выбора, однако необходимо учитывать размер опухоли, возраст пациента и другие индивидуальные факторы [93].

При параганглиомах типов А или В по Fisch серьезных постоперационных осложнений, таких как дефицит черепных нервов, обычно не возникает, но может развиться кондуктивная тугоухость [110]. По современным данным, для типа А лучше всего подходит заушный доступ [113, 146], раньше чаще использовали эндоуральный доступ [68, 85, 87], а M. Sanna и соавторы для типа А1 рекомендуют эндауральный доступ, для типа А2 – заушный и трансмеатальный путь [134]. Для типа В вариаций больше – можно выполнять мастоидэктомию с задней тимпанотомией [85, 134], в более ранних исследованиях преобладает использование комбинированного трансмеатального и трансмастоидального доступов [87, 113]. Также возможно применение радикальной мастоидэктомии без сохранения мостика [68], а также с сохранением задней стенки и наложением задней и нижней тимпанотомии [81].

Для типа В1 возможно использование эндоурального доступа с гипотимпанотомией [120]. М.А.С. Garcia и соавторы описали 17 клинических случаев хирургического лечения тимпанальной параганглиомы класса А и В за период с 1980 по 2005 год. У 6 пациентов использовали эндоуральный доступ, также выполнялась тимпанопластика. У 11 был выбран заушный доступ с использованием транскортикального пути. Показательно, что ни в пре-, ни в постоперационном периодах функционального дефицита черепных нервов выявлено не было [85].

Лечение югулярных параганглиом, классифицирующихся по Fisch&Mattox (1988 г.) как С или D, сопряжено с рядом сложностей [66, 102]. Благодаря развитию микрохирургических технологий в настоящее время резекция таких опухолей возможна. Локальный контроль может быть достигнут в 80 – 90% случаев [57]. Как правило, такие опухоли резецируют через инфратемпоральный доступ. Для С1 – С2 или Dе опухолей может быть использован транскондилярный доступ. Важно отметить, что эти опухоли могут затрагивать IX – XII пары черепных нервов, соответственно, риск постоперационных осложнений выше, как и дальнейшая необходимость коррекции этих осложнений [74]. Опухоли, классифицируемые как D_i 1/2 должны удаляться в две стадии командой нейрохирургов. В некоторых случаях они вообще не подвергаются хирургической резекции, возможно только проведение паллиативной лучевой терапии. Данные литературы показывают, что долгосрочные положительные исходы операций на югулярных параганглиомах наблюдаются в 72 – 95% случаев [94].

В исследовании М.Ю. Мосоловой были проанализированы осложнения, возникающие после хирургического лечения параганглиом. В работу включили 12 пациентов (4 мужчины и 8 женщин). У 4 пациентов была выявлена опухоль типа С, у 3 был тип А, тип D также у 3, тип В – 2. В результате лечения у пациентов с опухолью типа А не наблюдали осложнений. При опухоли типа В осложнения были у обоих пациентов: у одного появился парез лицевого нерва 3 степени, возникший из-за его транспозиции кпереди во время операции, у второго пациента наблюдалось послеоперационное головокружение, а также полная потеря слуха.

Чаще всего осложнения наблюдались у пациентов с опухолями типа С или D. Так, у всех четырех пациентов с типом С наблюдалось разрушение канала лицевого нерва и как следствие лицевого нерва. А у пациентов с D типом была ликворея, полная потеря слуха и головокружения. При этом на контрольном МРТ через 1 – 2 года ни у одного из 12 пациентов не наблюдался рецидив. В связи с чем автор делает вывод, что хирургическое лечение, несмотря на осложнения, является золотым стандартом [30]. Конечно, выборка из 12 пациентов не является репрезентативной, но учитывая низкую распространенность параганглиомы височной кости, даже такие наблюдения ценны.

А в уже упомянутом исследовании Е.А. Громовой осложнения после эндоваскулярного лечения наблюдались в 6,1% случаев, в то время как при частичной или полной резекции опухоли осложнения встречались в 5 раз чаще – в 31,3% случаев [19].

Возможные методы лечения параганглиомы височной кости – хирургическая резекция, стереотаксическая радиохирургия, лучевая терапия. Исследования показывают, что лучевая терапия с умеренной нагрузкой останавливает рост опухоли в 90% случаев и имеет значительно меньшее количество осложнений сравнении с хирургическим методом [73]. В то же время, благодаря современным микрохирургическим методам полное удаление опухоли возможно в 83 – 95% случаев. При этом показано, что смертность может достигать 5% [129], а у 83% пациентов с продвинутыми опухолями может возникать дефицит черепных нервов [87].

В исследовании Vander May и соавторов (1992) сравнивались исходы хирургического вмешательства и применения выжидательной тактики у пациентов с параганглиомами головы и шеи (период наблюдения в среднем 13,5 лет, максимально 32 года). В обеих группах смертельные исходы, развившиеся в результате роста, рецидива или метастазирования опухоли, зарегистрированы не были. Авторы рекомендовали динамическое наблюдение за течением параганглиом головы и шеи в случаях, когда опухоль не затрагивает жизненно важные структуры [114]. Это мнение подтверждает работа Green и соавторов, в которой установлено, что у 15% пациентов, перенесших операцию на параганглиоме, наблюдались осложнения и они не смогли после вмешательства вернуться к прежнему образу жизни [136].

Радиохирургия характеризуется минимальным риском для пациента и показана при опухолях небольшого размера. Напротив, увеличение размера опухоли может служить противопоказанием для радиохирургии [89]. В качестве монотерапии лучевая и стереотаксическая радиохирургия показаны людям пожилого возраста и тем группам пациентов, у которых имеются противопоказания для стандартного хирургического вмешательства [144].

В крупное многоцентровое исследование эффективности радиохирургического лечения параганглиом вошло 132 пациента: все они получили лечение гамма-ножом, средний период наблюдения составил 50,5 месяцев, средняя доза была 15 г. Уменьшение присутствующей неврологической симптоматики наблюдалось у 11% пациентов, но у такого же количества были обнаружены признаки нового неврологического дефицита со стороны черепных нервов. Несмотря на это, исследователи пришли к выводу, что радиохирургия является достаточно эффективным и безопасным методом [84]. С другой стороны, гломусные опухоли являются достаточно радиорезистентными. Гистологические изменения, наблюдаемые после терапии, проявляются дегенеративным фиброзом стромальной ткани, тромбозом мелких сосудов [73]. Эффект терапии достигается за счет облитерации патологических сосудов, а не воздействия непосредственно на опухоль. Однако уменьшение количества сосудов – не самоцель радиохирургии. Основная задача – остановить рост опухоли и минимизировать осложнения после лечения. Повторная заболеваемость при радиохирургии в исследовании L. van Hulsteijn и соавторов, а также в ряде других работ низкая [83, 130]. Смертности, связанной с радиохирургическим лечением гломусных опухолей, также выявлено не было [108]. По данным опубликованного в 2023 году метаанализа, частота рецидивов параганглиомы височной кости при радиохирургии и хирургической резекции сопоставима, при этом радиохирургия обладает преимуществами в отношении частоты развития осложнений [115].

С точки зрения хирургического лечения важно, что параганглиома – сильно васкуляризованная опухоль, продуцирующая большое количество факторов роста сосудов [79]. В связи с этим, при операции по удалению опухоли достаточно часто развивается массивная кровопотеря, что делает актуальным проведение

эмболизации [131]. В России одним из этапов предоперационной подготовки все чаще становится ангиография с решением вопроса о необходимости эмболизации, а в зарубежных странах эмболизация параганглиом самых разных типов входит в стандартный протокол [94, 95]. М.В. Комаров и соавторы отмечают, что эндоваскулярная эмболизация ветвей бассейна наружной сонной артерии, которые кровоснабжают параганглиому, является крайне эффективной процедурой, которая минимизирует интраоперационную кровопотерю [20].

Помимо традиционных хирургических методов лечения, описанных выше, существуют менее распространенные, например, пьезохирургия. Целью исследования А. Salami и соавторов было тестирование пьезохирургии в качестве нового альтернативного метода лечения опухолей среднего уха. В исследование вошли 8 пациентов с параганглиомой височной кости класса А по Fisch&Mattox (1988 г.). С помощью пьезохирургии авторы выполняли мастоидэктомию с задней тимпанотомией через лицевой синус. В ходе операции мониторировали состояние лицевого нерва, что позволило максимально выделить канал лицевого нерва без опасности его повреждения. Опухоль во всех случаях отсепаровывалась бескровно от костных стенок барабанной полости. Авторы не проводили эмболизации сосудов, питающих опухоли, на предоперационном этапе, но несмотря на это общий объем кровотечения во всех случаях не превышал 150 мл [124].

Как следует из вышесказанного, югулярные и тимпанальные гломусные опухоли, как правило, сильно васкуляризованы. Более того, они расположены достаточно глубоко и рядом с такими структурами, как VII – XII пары черепных нервов, поэтому хирургические доступы могут быть затруднены. Современные микрохирургические разработки позволяют добиться достаточной интраоперационной визуализации, что повысило количество успешных операций за последние десятилетия. Хирургическое удаление остается стандартом лечения с хорошим клиническим прогнозом у большинства пациентов. Однако риск интраоперационных кровотечений и повреждения нервов может не позволить полностью удалить опухоль, в таком случае рекомендуется радиотерапия [67].

Согласно исследованию N.S. Patel и др., за все время лечения параганглиом не проводилось исследований по анализу качества жизни пациентов после хирургического лечения этой патологии. В поперечное исследование крупного специализированного центра включили взрослых пациентов с югулярной параганглиомой, получавших первичную стереотаксическую радиохимию или стереотаксическую радиохимию после первичной операции в период с 1990 по 2017 год. Вмешательством, соответственно, были хирургия и/или гамма-нож. Всего было разослано 69 анкет, было получено 26 полностью завершённых опросов (38% ответов). Средний возраст респондентов составил 53 года; 16 из 26 пациентов (62%) были женщинами. Медиана наблюдения составила 97 месяцев. Девятнадцать пациентов (73%) были пролечены первичной стереотаксической хирургией (СРХ) или поэтапной СРХ после субтотальной резекции, остальные ($n = 7,27\%$) получали лечение СРХ по поводу рецидивирующей югулярной параганглиомы. Для оценки качества жизни использовали специфические шкалы PROMIS-10 и ShortForm 36. Баллы по физическому и психическому здоровью по шкале PROMIS-10 составили 39,8 и 38,8 соответственно, а медиана SF36 оценки физического и психического компонента были похожи на средние показатели здорового населения. При сравнении показателей качества жизни не было выявлено достоверной разницы между пациентами, получавшими первичную или поэтапную СРХ, и теми, кто получал СРХ по поводу рецидивирующей параганглиомы. Однако скорректированная по возрасту функция глотания у пациентов, получавших первичную или стадийную СРХ, была лучше, чем у пациентов, получавших СРХ при рецидивирующей параганглиоме ($P = 0,05$). Авторы делают вывод, что пациенты, получавшие первичную или поэтапную СРХ при югулярной параганглиоме, как правило, демонстрируют лучшие результаты глотания, чем те, кто получал СРХ при рецидивирующем заболевании. Однако большинство общих и специфических для параганглиом показателей качества жизни не отличались между группами. Основываясь на низкой частоте новых черепных невропатий после СРХ, вполне вероятно, что первичная хирургическая заболеваемость является основным фактором такого исхода. Специфические для заболевания показатели общего

качества жизни, подобные тем, которые уже используются для других доброкачественных опухолей основания черепа, необходимы для более точной оценки результатов физического и психического здоровья после лечения югулярной параганглиомы. Несмотря на небольшой объем выборки это исследование уникально тем, что впервые было оценено качество жизни у пациентов с параганглиомой [128].

1.6. Применение лазеров в лечении пациентов с параганглиомой

Лазеры начали использовать в отоларингологии с 1970-х годов, преимущественно для стапедэктомии и лечения хронических заболеваний уха [141]. Преимущество лазеров заключается в том, что они минимально травмируют окружающие ткани, а также обладают хорошей коагулятивной функцией. Благодаря этому при применении лазеров возможно сохранение отличной визуализации различных структур при минимальном риске повреждения жизненно важных органов во время операции [104].

Лазерная медицина – перспективное направление хирургии внутреннего уха, популярность которого неуклонно растет [106]. Это связано, помимо прочего, с тем, что лазер уменьшает интра- и послеоперационные осложнения, сокращает время операции и практически не имеет возрастных ограничений [25]. Кроме того, при определенной длине волны излучения возможно локальное разрушение патологических тканей без риска повреждения окружающих структур. Высокая степень фокусировки позволяет выполнять микрохирургические вмешательства в труднодоступных областях [47, 51, 52, 54]. Лазерная хирургия нашла широкое применение в разных областях отоларингологии: в ринохирургии – лечение хронических ринитов, гематом, синехий; в фарингологии – удаление доброкачественных новообразований глотки, лечение гиперплазии носоглоточной и язычной миндалин, хронического тонзиллита и др.; в ларингологии – удаление доброкачественных и некоторых злокачественных новообразований, лечении отека ларингита и др. [8, 9, 11, 13, 14, 17, 18, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 38, 40, 49, 50, 55, 86].

В отоларингологической практике лазеры приобрели большое значение при выполнении лазерной вапоризации для стапедэктомии. Также лазеры используют для удаления доброкачественных новообразований, грануляций, миринготомии, мирингостомии, мирингопластики, тимпанопластики, лечения дисфункции слуховой трубы [7, 8, 9, 16, 17, 18, 37, 38, 44, 47, 51, 52, 54, 135].

И.А. Аникин и М.В. Комаров отмечают, что лазеры находят свое применение совместно с хирургическими методиками. Например, в СПб НИИ ЛОР при удалении параганглиомы височной кости на этапе деструкции субстрата опухоли применяют СО₂-лазер. В своем обзоре авторы подчеркивают, что хирургический метод является ведущим с их точки зрения при удалении отиатрической формы параганглиомы височной кости, однако во многих клиниках мира применяется и лазерное удаление данной опухоли [3].

Разные типы лазеров имеют разные спектры поглощения и свойства. СО₂-лазер – один из первых появившихся в отоларингологии, излучение которого имеет непрерывный характер. СО₂-лазер излучает в инфракрасном диапазоне. Особенно хорошо его излучение поглощает вода. Мягкие ткани человека в основном состоят из воды, поэтому СО₂-лазер, обладающий хорошими режущими свойствами, стал альтернативой скальпелю [2, 23, 151]. На данный момент СО₂-лазер является стандартным инструментом для рассечения тканей, так как он еще и уменьшает кровотечение при рассечении [100]. Для эффективного рассечения тканей нужно быстро испарять биоткань без нагрева окружающих тканей. Для этого используют суперимпульсный режим, который чаще применяется в микрохирургии среднего и внутреннего уха. Длина волны СО₂-лазера – 10 мкм, что является недостатком, так как трудно изготовить подходящее оптическое волокно, хорошо пропускающее лазерное излучение. Также гемостатические свойства СО₂-лазера часто бывают не достаточны. Другой недостаток этого лазера – непрерывный режим работы [135, 25]. В отношении параганглиом СО₂-лазеры применяются не так давно: в 2003 году в *Journal of laryngology and otology* был впервые опубликован клинический случай удаления ларингеальной параганглиомы с помощью СО₂-лазера [105].

Помимо СО₂-лазера применяются фотоангиолитические – PDL и КТР, которые особенно хороши для удаления различных васкуляризованных образований, к которым относится и параганглиома височной кости. У фотоангиолитических лазеров много различных свойств, но наиболее полезное в хирургии – способность коагулировать поверхностные и субэпителиальные сосуды, почти не повреждая эпителий. Это позволяет уменьшить абсорбцию окружающих поверхностных тканей и минимизировать коагуляцию периваскулярных тканей вокруг выбранного сосуда [127, 123].

КТР-лазеры существуют с 1980-х годов, происходят от лазера Nd:Yag или неодимового лазера, который изменяет длину волны с 1064 нм до 532 нм. Эта длина волны соответствует зеленому свету и хорошо поглощается оксигемоглобином. КТР-лазер работает на длине волны 532 нм, что соответствует одному из пиков поглощения гемоглобина, что, следовательно, может обеспечить отличную коагуляцию сосудистых структур [11]. Данный лазер чаще всего применяется для глубокой коагуляции злокачественных новообразований ЛОР-органов. КТР-лазеры успешно используются при иссечении тимпанальных гломусных опухолей [25, 116]. КТР-лазер можно легко передать через гибкую волоконнооптическую несущую систему, поэтому он более удобен в практическом применении в сравнении с СО₂-лазером.

Несколько авторов замечают, что в отношении параганглиомы височной кости можно применять Nd:Yag-лазер (при мощности от 1 до 6 Вт) или КТР (при мощности 2 Вт), используя технику «выпаривания» субстрата опухоли при эндауральном доступе. Потом коагулированную оставшуюся опухоль удаляют микрохирургически. Объем кровопотери обычно составляет не более 50 мл. Однако использование этого метода вблизи улитки может приводить к нейросенсорной тугоухости [116, 132].

В своей работе Л.Г. Петрова также подчеркивает, что Nd:Yag-лазер является хорошим методом для удаления отиатрической формы параганглиомы височной кости: при удалении опухоли класса А автор предлагает эндоуральный доступ, при классе В – заушный. Однако функциональные результаты исследования в работе не приведены [43].

В клиническом случае (1993) Nd:Yag-лазер использовался для удаления крупной тимпанальной параганглиомы. Лазер облегчал трансканальный доступ, предотвращал разрушение кости и способствовал аккуратной абляции опухоли почти без кровопотери [132]. В ретроспективном исследовании Ishman и соавторов проводился анализ эффективности использования КТР-лазера в детской отоларингологии. Из 2886 клинических случаев 49 потребовали применение данного лазера, из которых 7 были отоларингологическими. Авторы делают вывод, что КТР-лазер остается незаменимым инструментом в отоларингологической практике. С таким выводом соглашаются и другие исследователи [96, 152].

Durvasula и соавторы отмечают, что в 2005 году они впервые опубликовали исследование по успешному удалению тимпанальной параганглиомы с помощью лазера у девяти пациентов [104]. В статье Sanna и соавторов (2010) о хирургических методах лечения параганглиомы височной кости отмечается, что в ряде исследований приводится использование лазеров – Nd:Yag, КТР, Diode, но таких работ не очень много [104, 116, 132]. Как уже отмечалось, преимуществом лазеров является минимальная кровопотеря и хороший контроль над удаляемыми структурами, однако одним из частых осложнений может быть нейросенсорная тугоухость. M. Sanna и соавторы утверждают, что удаление опухоли может быть всегда успешно достигнуто хирургическими методами, а лазер может быть ценной альтернативой этим методам [134]. В 2023 году A. Alkheder и соавт. представили клиническое наблюдение удаления параганглиомы височной кости с помощью диодного лазера. Авторы отметили эффективность и безопасность процедуры. Положительный опыт лечения параганглиомы височной кости с помощью лазера также описан N.Z. Malik и соавторы (2023).

В 2010 году был опубликован клинический случай лечения гломусной опухоли ногтя с помощью 595 нм PDL-лазера. Авторы утверждают, что это первый случай удаления гломусной опухоли такой локализации с помощью PDL-лазера. I.J. Vergilis-Kalner и соавторы считают, что преимущество PDL-лазера заключается в том, что с его помощью можно быстро удалить множество сосудов, что приводит к быстрому «усыханию» опухоли.

Более того, в случае гломусной опухоли ногтя, лечение PDL-лазером привело к отличным косметическим результатам. Авторы уверены, что необходимо проведение большего количества исследований о лечении гломусных опухолей PDL-лазером [148].

J.E. Noel и H. Sajjadi отмечают, что для лечения параганглиомы височной кости важно использовать и эндоскопическую, и лазерную хирургию. Эндоскопические технологии широко распространены в ринологии и хирургии переднего основания черепа, но гораздо меньше внедрены в отоларингологическую практику, в то время как данные технологии могут быть очень востребованы в этой области. J.E. Noel и H. Sajjadi описали 5 случаев удаления параганглиомы височной кости с помощью эндоскопа, 4 из которых были успешны. Для удаления сосудистого компонента опухоли использовался KTP-лазер. Через год после проведения операции ни у одного пациента не было рецидива заболевания, а постоперативная аудиометрия не выявила значимых отклонений ни у одного из пациентов. Таким образом, сочетание лазера KTP и эндоскопической хирургии – успешный метод удаления параганглиомы височной кости [118]. А.А. Блоцкий и Н.В. Шмелева также отмечают, что эндоскопическая и лазерная хирургия в отоларингологии – возможность выхода на новый уровень, в котором хирургические вмешательства более экономичные и эффективные [6]. Эффективность и безопасность эндоскопических трансканальных вмешательств при параганглиомах височной кости подтверждены в недавно опубликованных клинических исследованиях [78, 90, 143].

Следует отметить недавно опубликованное исследование, в котором был представлен позитивный опыт лечения тимпанальной параганглиомы с применением CO₂-лазера. В рамках данной работы у 17 пациентов проводилось стандартное хирургическое лечение, у 34 пациентов – удаление опухоли с помощью CO₂-лазера. Статистически значимых различий в частоте послеоперационных осложнений (включая нарушения функций черепных нервов) и исходах операции выявлено не было. Таким образом, сделан вывод об эффективности и безопасности применения данного типа лазера при параганглиомах височной кости [138].

У всех перечисленных типов лазеров есть существенный недостаток – они громоздкие и тяжелые (вес не менее 20 кг), переносить их, например, из ЛОР-кабинета в операционную весьма затруднительно. Также эти лазеры чувствительны к механическим ударам, что делает их перевозку еще более неудобной. Кроме того, PDL-лазер требует трудоемкого и дорогостоящего обслуживания, а KTP-лазеры могут функционировать только ограниченный период времени [153]. Поэтому поиск новых технологий является актуальным для лазерной хирургии.

1.7. Применение синего лазера в лечении пациентов с параганглиомой

До последнего времени хирургам приходилось выбирать между режущими лазерами (CO₂) и фотоангиолитическими (PDL, KTP). Связано это с тем, что не существовало прибора, который объединял бы в себе свойства режущего и фотоангиолитического лазера. Кроме того, оптическое волокно для CO₂-лазера и фотоангиолитических лазеров разное, что создает дополнительные трудности разработчикам [153].

Принципиально новым видом стал синий (также называемый голубым или Bluelazer) лазер, который изначально был внедрен в стоматологию. Синие лазеры «предыдущего поколения» с низким энергетическим выходом хорошо подходили для стоматологических процедур, но не могли быть применены в других областях хирургии. TrueBlue лазер с длиной волны 445 нм был создан для того, чтобы минимизировать недостатки предыдущих лазерных систем. Абсорбционный пик гемоглобина и меланина у лазера TrueBlue (445 нм) значительно выше, чем у CO₂ и KTP-лазеров, поэтому он может обеспечить лучшую коагуляцию сосудистых структур, что актуально при удалении параганглиомы височной кости. Лазер TrueBlue позволяет проводить бесконтактные хирургические процедуры [24]. Синие 445 нм лазеры с высоким энергетическим выходом были разработаны совсем недавно, но уже зарекомендовали себя как перспективный инструмент для хирургических операций [59].

В сравнении с другими лазерами, синий лазер излучает свет с более короткой длиной волны, способен лучше абсорбировать мягкие ткани. Как и зеленый, синий лазер имеет небольшую глубину проникновения. Эта особенность снижает риск случайного повреждения глубоких тканей, позволяет более точно настраивать лазерный луч [149]. Мягкие ткани в основном состоят из воды, гемоглобина, меланина, липидов, белков, поэтому энергия синего лазера, абсорбируемая мягкими тканями, приводит к лучшей абляции и коагуляции, остановке кровотечения. Учитывая это, синий лазер позволяет разрезать ткани с минимальным кровотечением [69]. Предварительные клинические наблюдения показали, что 450 нм лазер может быть перспективным инструментом для хирургических операций. Однако исследований по режущим свойствам синего лазера высокой мощности, таким как вапоризация и коагуляция, было проведено недостаточно. Некоторые работы описывают использование синего лазера в разрезании эпителия полости рта [59]. Также полупроводниковые лазеры используются в большом количестве разных областей ввиду своей компактности и надежности [58].

D.-L. Jiang и соавторы одними из первых провели исследование по эффективности 30 В 450 нм синего лазера как инструмента для разрезания тканей, вапоризации и коагуляции. Авторы сравнивали эффект синего лазера и 30 В 532 нм зеленого в отношении вапоризации и коагуляции мочевого пузыря *in vivo* и *ex vivo*. Эксперименты *ex vivo* показали, что и синий, и зеленый лазеры демонстрируют хорошие результаты в вапоризации и коагуляции свиного мочевого пузыря. Более того, эксперименты *in vivo* на собаках продемонстрировали, что синий и зеленый лазеры имеют высокую способность к вапоризации и коагуляции тканей в процессе трансуретральной резекции. D.-L. Jiang и соавторы подчеркивают, что это первое исследование по применению 450 нм синего лазера в урологии, которое показало высокую эффективность. Таким образом, этот лазер представляет собой перспективный хирургический инструмент, а также отличается экономической выгодностью [58].

R.J. Lin и соавторы провели исследование по гистологическому сравнению степени рубцевания голосовой складки после лазерного лечения синим и КТР-лазерами на животной модели. Рандомизированное контролируемое исследование провели на 24 крысах. Лазер подавали непрерывными импульсами в нормальные голосовые складки крыс. Гистологический материал отбирали трижды: 1-й, 30-й и 90-й день после операции. В исследовании был отрицательный контроль. Анализ показал, что оба лазерных лечения приводят к значительному повышению депонирования субэпителиального белка (т.е. к фиброзу) через 90 дней после лечения по сравнению с отрицательным контролем (TrueBlue: 2 ± 0 ; КТР: $2,67 \pm 0,29$; контроль: $1,17 \pm 0,29$; $P < 0,05$). Однако степень отложения белка была значительно выше в группе КТР по сравнению с группой TrueBlue ($P = 0,016$). Внутригрупповое сравнение показало, что в группе КТР признаки фиброза проявлялись уже через 30 дней после лечения, чего не наблюдалось в группе TrueBlue. Исследователи делают вывод, что степень рубцевания значительно меньше после лазерного лечения синим лазером по сравнению с КТР в нормальной ткани голосовой складки крыс [65].

М.М. Hess и соавторы первыми рассказывают о применении 445 нм фотоангиолитического лазера в ЛОР-хирургии. В сравнении с другими лазерами этот новый прибор гораздо компактнее и не требует такого многоэтапного и дорогого технического обслуживания. Но главная особенность 445 нм фотоангиолитического лазера – соединение в нем режущих и фотоангиолитических свойств. Эта особенность позволяет расширить спектр вмешательств в отоларингологической хирургии. М.М. Hess и соавторы доказали фотоангиолитические свойства данного лазера, были подтверждены экспериментом с венозной кровью, погруженной в яичный белок. Импульсы от 445 нм лазера направлялись через стеклянную стенку в пробирку с кровью и белком. Эффект был сопоставим с КТР-лазером [111, 127].

Также М.М. Hess и соавторы исследовали режущие свойства синего лазера. Важным предметом оценки являлось то, как разрезы отражаются на тканях. В экспериментальных доклинических экспериментах на тканях изучались расстояние от кончика стеклопластика до мишени и скорость горизонтального перемещения

как факторы поглощения энергии. Также исследователи изучали эффективность лазера уже на различных опухолях у человека, в основном выполнялись: разрезание тканей под общей анестезией и фотоангиолизис в амбулаторных условиях [111].

Важным является то, что исследование М.М. Несс и соавторов о применении синего 445 нм лазера в ларингологии является одной из первых в отоларингологии. Одно из центральных мест в данной работе занимает сравнение синего лазера с хорошо известным и широко применяемым КТР-лазером. По фотоангиолитическим свойствам синий лазер не уступал КТР, что было доказано при лечении эктазированных сосудов, рецидивирующего респираторного папилломатоза, отека Рейнке, полипов, контактной гранулема и других доброкачественных поражений. При лечении также не возникало никаких нежелательных эффектов. Помимо этого, режущие свойства 445 нм лазера значительно превосходили таковые КТР-лазера. Авторы исследования отмечают, что с помощью синего лазера разрезание ткани возможно практически без карбонизации с минимальными краями коагуляции. В дополнение к этому при использовании синего 445 нм лазера отсутствует шум от охлаждающего вентилятора, что является приятным дополнением, облегчающим работу клиницистам [111].

Таким образом, лазер TrueBlue по своим свойствам похож на КТР-лазер, но обладает рядом преимуществ: может использоваться контактным и бесконтактным методом, способен обрабатывать субэпителиальные сосуды благодаря фотоангиолитическим свойствам, способен к коагулированию на более высоких энергетических уровнях. Разрезание является хорошим дополнительным свойством 445 нм лазера, так как оставляет очень тонкий край коагуляции рядом с иссеченной тканью. Его воздействие на ткань сравнимо с CO₂-лазером. Другое важное преимущество лазера TrueBlue – свойство передаваться через небольшой стеклопластик в 300 и 400 мкм, например, через рабочий канал трансназально направленного эндоскопа. Среди других значимых преимуществ несколько авторов отмечают компактность лазера, размер которого сопоставим с коробкой из-под обуви, что существенно меньше CO₂ и КТР-лазеров.

А также важно, что есть возможность уменьшения частоты импульсов до 1 мс. Все это делает синий 445 нм лазер перспективным инструментом в ларингологии, а также и в других областях отоларингологии, в частности, при лечении параганглиомы височной кости. Однако большинство авторов сходятся во мнении, что для полноценного внедрения синего лазера в клиническую практику необходимо проведение дальнейших исследований [24, 59, 75, 111].

В 2021 году в журнале *Ear, Nose and Throat Journal* вышел обзор о лазерах в отоларингологии, где авторы проследили историю возникновения лазеров вообще и их применения в отоларингологии в частности. Авторы еще раз отмечают преимущество лазера TrueBlue над CO₂, KTP и PDL-лазерами. Можно утверждать, что к 2021 году количество исследований, посвященных синему лазеру небольшое, но данное направление является одним из самых перспективных в отоларингологии [107].

В начале 2024 года M. Quer-Castells и соавт. опубликовали клиническое наблюдение эффективного и безопасного эндоскопического трансканального удаления параганглиомы (класс A2) среднего уха с помощью синего лазера. По мнению авторов исследования, использование синего лазера представляется перспективным подходом к минимально инвазивному лечению параганглиом данной локализации [64].

Таким образом, параганглиома височной кости – редкая опухоль в общей структуре новообразований, но относительно часто встречается в отологической практике. Как правило, эта опухоль доброкачественная, однако возможна ее малигнизация. Кроме того, наличие параганглиомы височной кости часто сопровождается снижением слуха, а при увеличении размеров может приводить к повреждению жизненно важных структур [91]. Это подчеркивает необходимость поиска новых методов лечения пациентов с параганглиомой данной локализации.

Большинство авторов сходятся во мнении, что на сегодняшний день хирургическая резекция опухоли является основным и наиболее часто применяемым методом лечения пациентов с параганглиомой височной кости [3, 15, 71, 91, 93, 134]. Тем не менее, при хирургической резекции существует

относительно высокий риск повреждения черепных нервов и значительной кровопотери, что является ее существенным недостатком. Хорошей альтернативой являются другие методы – лазерная и стереотаксическая радиохирургия, пьезохирургия [84, 108, 124, 130]. Однако, по мнению многих исследователей, наиболее перспективным методом лечения параганглиомы височной кости является лазерная терапия. Существуют данные об успешном применении КТР и CO₂-лазеров при лечении пациентов с данной патологией [127].

В настоящее время хирургическое удаление параганглиомы височной кости – наиболее изученный и разработанный метод лечения. Однако частота таких осложнений, как повреждение черепно-мозговых нервов (VII, VIII, IX, X, XI и XII пары), раневая инфекция, инсульт и другие, остается высокой [93, 101]. В связи с этим в клиническую практику активно внедряются радиохирургические методы (гамма-нож, кибернож, линейный акселератор), при применении которых указанные осложнения встречаются реже. Однако долгосрочные риски радиохирургического лечения, такие как нейросенсорная тугоухость, некроз тканей и развитие злокачественных новообразований вследствие облучения, остаются неопределенными [82, 126, 145], [39].

В отоларингологической практике лазеры актуальны, поскольку, в отличие от других методов, они обладают выраженными коагуляционными свойствами, минимизируют кровотечение и травматизацию, что обеспечивает хорошую визуализацию окружающих тканей [7, 104]. Помимо известных КТР и CO₂-лазеров, существует сравнительно новый лазер TrueBlue (445 нм), который объединяет в себе оптимальные режущие и фотоангиолитические свойства. Важно отметить, что в 2014 году Isamu Akasaki, Hiroshi Amano и Shuji Nakamura получили Нобелевскую премию за разработку синего лазера с длиной волны 445 нм [The Royal Swedish Academy of Sciences, 2014].

Сложность лечения параганглиомы височной кости и высокий риск осложнений требуют углубленного изучения и внедрения более рациональных, безопасных и эффективных хирургических методик, в частности, лазера TrueBlue [111].

Одной из последних разработок является применение на органах верхних дыхательных путей фотоангиолитического диодного лазера с длиной волны 445 нм, сочетающего в себе свойства упомянутых выше лазеров [58, 69, 111]. В настоящее время в литературе практически нет данных о клиническом применении фотоангиолитического диодного лазера при параганглиоме височной кости.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая характеристика пациентов

Исследование проводили на базе оториноларингологического отделения «Патологии уха и основания черепа» ФГБУ Национального медицинского исследовательского центра оториноларингологии ФМБА России (г. Москва). С 2015 г. по 2022 г. в отделение поступили 67 пациентов с параганглиомой височной кости.

Критериями включения в основную и контрольные группы обследованных пациентов являлось:

- возраст от 18 до 89 лет;
- наличие у пациентов параганглиомы височной кости тип A1, A2, B1, B2, B3 по классификации параганглиомы височной кости U. Fish и D. Mattox (1988 г.) в модификации M. Sanna (2010 г.).

Критерии исключения пациентов из исследования были следующие:

- пациенты до 18 лет;
- наличие у пациентов параганглиомы височной кости тип C1, C2, C3, C4, De1, De2, Di1, Di2 по классификации параганглиомы височной кости U. Fish и D. Mattox (1988 г.) в модификации M. Sanna (2010 г.);
- наличие у пациентов патологии, являющейся противопоказанием к проведению операции под общим интубационным наркозом;
- пациенты, у которых до хирургического лечения параганглиомы височной кости дополнительно использовалась селективная эмболизация сосудов, питающих опухоль, не были включены в исследование, так как являлись объектом другого исследования.

Предварительный диагноз пациентам устанавливали по результатам объективного осмотра и лучевых методов исследования на дооперационном этапе. Окончательное распределение пациентов по группам проводили по результатам интраоперационных находок.

Согласно поставленным задачам за период с 2015 г. по 2022 г. обследовали 67 пациентов с параганглиомой височной кости. Для сравнения эффективности проведенного хирургического лечения, обследованные нами 67 пациентов были разделены на 2 группы в зависимости от применяемой методики хирургического вмешательства.

Основную группу составили 30 пациентов, которым проведено хирургическое лечение по усовершенствованному методу с использованием фотоангиолитического диодного лазера.

Контрольную группу составили 37 пациентов, которым было проведено хирургическое лечение по ранее разработанным и общепринятым методикам. Все пациенты, включенные в исследование, находились под динамическим наблюдением в течение 1 – 3 лет.

Характеристика пациентов основной и контрольной групп по полу и возрасту отражена в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение пациентов с параганглиомой височной кости основной и контрольной групп по полу и возрасту по классификации ВОЗ

Группы пациентов	Распределение пациентов по полу и возрасту (n /%)					
	Пол		Возраст			
	Мужской	Женский	Молодого возраста 18 – 44 года	Среднего возраста 45 – 59 лет	Пожилого возраста 60 – 74 года	Старческого возраста 75 – 90 лет
Основная (n = 30)	4/13,3	26/86,7	7/23,3	7/23,3	15/50	1/3,3
Контрольная (n = 37)	9/24,3	28/75,7	10/27	9/24,3	15/40,5	3/8,1

Из таблицы видно, что распределение пациентов по возрасту и полу внутри групп было равномерным. Большую часть составила возрастная группа пациентов

от 60 до 74 лет. При этом было выявлено значимое отличие между количеством мужчин и женщин ($p < 0,05$), что можно расценить как особенность заболевания.

2.2. Оториноларингологическое обследование

Оториноларингологическое обследование включало сбор жалоб и анамнеза заболевания, осмотр ЛОР-органов общепринятыми методиками и с помощью эндоскопов, диагностических и операционных микроскопов.

Осмотр полости носа и носоглотки проводили с использованием системы TELEPACK XLED («KarlStorz», Германия) с эндоскопами 2,7 мм и 4,0 мм; с учетом обзора 0° и 30° . Во время осмотра наиболее детально определяли особенности строения внутриносовых структур.

Отомикроскопическое обследование проводили с использованием диагностического микроскопа «OPMI Pico («Karl Zeiss», Германия) и операционного микроскопа OPMI Sensera S7 и S8 («Karl Zeiss», Германия).

Архивирование результатов риноскопии и отомикроскопии у пациентов в дооперационном и послеоперационном периодах осуществлялось с использованием системы TELEPACK XLED («KarlStorz», Германия). Запись и сохранение видеоматериалов хирургического вмешательства проводилось с использованием плат видеозахвата на цифровой носитель с видеокамеры, встроенной в хирургический микроскоп.

Состояние вентиляционной функции слуховых труб определяли с помощью общепринятых проб по Toynbee (1861), Valsalva (1704) и Politzer (1883), а также катетеризации с помощью ушного металлического катетера.

Исследование камертонами проводилось по классическим методикам при помощи стандартного набора камертонов (С – 128, С – 256, С – 512, С – 1028, С – 2048), включая пробы Вебера, Ринне, Федериче, Бинга, Швабаха.

2.3. Аудиологическое обследование

Аудиологическое обследование включало тональную пороговую аудиометрию (ТПА) и импедансную аудиометрию (у пациентов с сохраненной барабанной перепонкой), которые проводились в научно-клиническом отделе «аудиологии, слухопротезирования и слухоречевой реабилитации» ФГБУ НМИЦО ФМБА России.

ТПА проводили с использованием клинического аудиометра INTERACOUSTICS Ac 40 (Дания) с определением порогов слуха по воздушному и костному проведению в диапазоне частот от 125 до 8000 Гц. При одностороннем снижении слуха более чем на 30 дБ использовался маскирующий узкополосный шум на здоровое ухо, превышающий пороги слуха на это ухо на 20 – 30 дБ. Для определения степени нарушения слуха применяли международную классификацию ВОЗ, основанную на расчете среднеарифметических пороговых значений на частотах 500, 1000, 2000 и 4000 Гц. Снижением слуха I степени считали повышение порогов звукопроводения в интервале 26 – 40 дБ, II степени – в интервале 41 – 55 дБ, III степени – в интервале 56 – 70 дБ, IV степени – в интервале 71 – 90 дБ, глухотой – более 90 дБ.

2.4. Лучевые методы обследования

Всем пациентам основной и контрольной групп на дооперационном этапе проводили мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) и магнитно-резонансную томографию (МРТ) височных костей с введением контрастного вещества, а далее – 1 раз в год в течение 3 лет проводили магнитно-резонансную томографию (МРТ) височных костей с введением контрастного вещества. Исследования проводились в научно-клиническом отделе лучевой диагностики ФГБУ НМИЦО ФМБА России (г. Москва).

МСКТ височных костей проводилось на компьютерном томографе Siemens SomatomSensation 40 (Германия) с толщиной среза 0,6 мм, лучевой нагрузкой 0,4 мЗв, напряжением 120 кВ и силой тока 45 мА в режиме костной

и мягкотканной реконструкции. Исследование дополняли мультипланарными и трехмерными реконструкциями. Пациент располагался на спине, линия позиционирования проходила через верхний край орбиты и верхний край наружного слухового прохода.

Данный вид исследования выполняли на дооперационном этапе для определения локализации и распространения основного патологического процесса. Оценивали степень сохранности оссикулярной системы и костных стенок среднего уха, в особенности – крыши аттика, антрума и сосцевидного отростка. Во всех случаях были использованы специализированные программы для оценки распространения процесса и создания 3D-модели среднего уха. Данные программы использовали для просмотра и анализа медицинских изображений в формате DICOM. Объемные 3D-реконструкции позволяли визуализировать большие объемы данных, создаваемых современными сканерами (СКТ и МРТ) в 3D-пространстве, позволяли вращать объемный рисунок, изменять уровень и положение увеличения, регулировать цвет и непрозрачность, измерять длину и показывали скрытые структуры, отсекая второстепенные, с помощью виртуального скальпеля.

В послеоперационном периоде исследование МСКТ височных костей с 3D-моделированием проводилось всем оперированным пациентам для исключения рецидива основного заболевания и оценки состоятельности костных стенок канала сонной артерии, сигмовидного синуса, луковицы яремной вены.

МРТ исследование проводили на магнитно-резонансном томографе (МРТ) экспертного класса Siemens Magnetom Espree (Германия) с напряженностью магнитного поля 1.5 Тесла. Исследования выполняли по протоколу сканирования с получением T2-взвешенных изображений, T1-взвешенных изображений в режиме iso с толщиной среза 1 мм, non-EPI DWI, CISS/FIESTA с локализацией на ствол головного мозга и область мосто-мозжечкового угла с толщиной среза 0,3 – 0,6 мм. Также всем пациентам вводили контрастный препарат (Магневист).

МРТ по данному протоколу проводили на дооперационном этапе с целью дифференциальной диагностики основного заболевания, его локализации и распространения. В постоперационный период для определения возможного локального рецидива.

2.5. Используемые методы хирургического лечения пациентов с параганглиомой височной кости

Хирургическое лечение всем пациентам проводили под эндотрахеальным наркозом.

У большинства пациентов при типе А1, А2, В1, В2, В3, вошедших в данное исследование, был использован ретроаурикулярно-трансмеатальный доступ с возможностью его сочетания с реконструктивным этапом на звукопроводящем аппарате среднего уха. У части пациентов использовали трансмастоидальный доступ к параганглиоме височной кости с расширенной задней тимпанотомией с сохранением задней костной стенки наружного слухового прохода, а объем хирургического вмешательства, у ряда пациентов заключался только в полном удалении параганглиомы височной кости и латерального основания черепа без возможности проведения реконструкции анатомических структур на звукопроводящем аппарате среднего уха.

На этапе удаления опухоли у всех пациентов в обязательном порядке использовали навигационную систему с внутривисочным датчиком (Digipointeur, Франция) и нейромониторинг лицевого нерва (Medtronic NIM Response-3.0, США) по стандартной методике крепления датчиков.

2.5.1. Используемые методы хирургического лечения пациентов с параганглиомой височной кости в контрольной группе

При удалении опухолей тип А1 – В1 использовали заушный доступ, при котором формировали узкий (до 6 мм) меатотимпанальный лоскут от уровня верхней

стенки тимпанального устья слуховой трубы на верхней стенке с переходом на заднюю стенку и далее – на нижнюю стенку максимально кпереди. Сформированный таким образом лоскут позволяет приподнять большую часть барабанной перепонки, фиксированной на рукоятке молоточка. Дополнительное удаление нижнего отдела костного барабанного кольца позволяет полностью визуализировать опухоль. Далее – барабанную перепонку отделяли от опухоли (Рисунок 15).

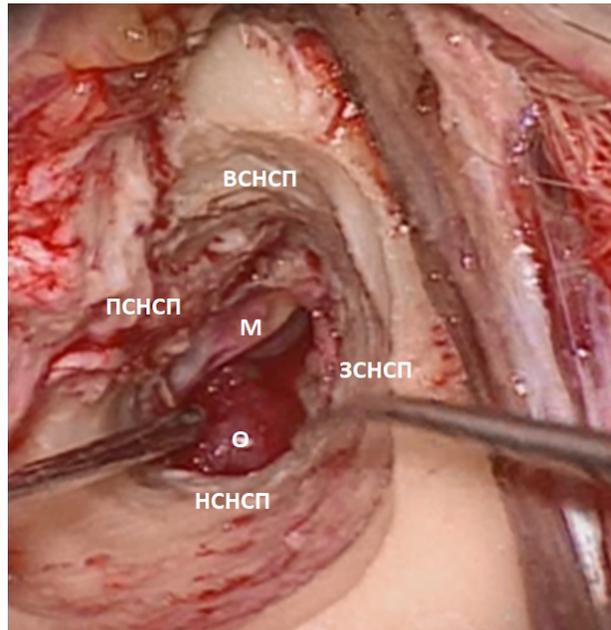


Рисунок 15 – Этап операции пациента Б., 64 года.

В барабанной полости полностью обозримо новообразование бурого цвета. ВСНСП-верхняя стенка наружного слухового прохода, ПСНСП-передняя стенка наружного слухового прохода, ЗСНСП-задняя стенка наружного слухового прохода, НСНСП-нижняя стенка наружного слухового прохода, О-опухоль, М-молоточек.

Видимые сосуды, питающие опухоль, коагулировали при помощи монополярного радиохирurgicalического аппарата Curis, Россия) (Рисунок 16).

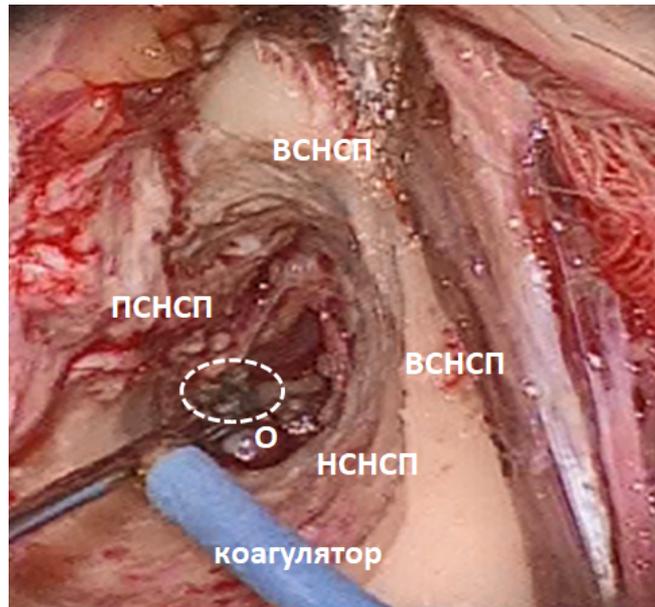


Рисунок 16 – Этап операции пациента Б., 64 года.

Следующим этапом слизистую оболочку медиальной стенки барабанной полости отсепаровывали единым блоком вместе с опухолью (Рисунок 17).

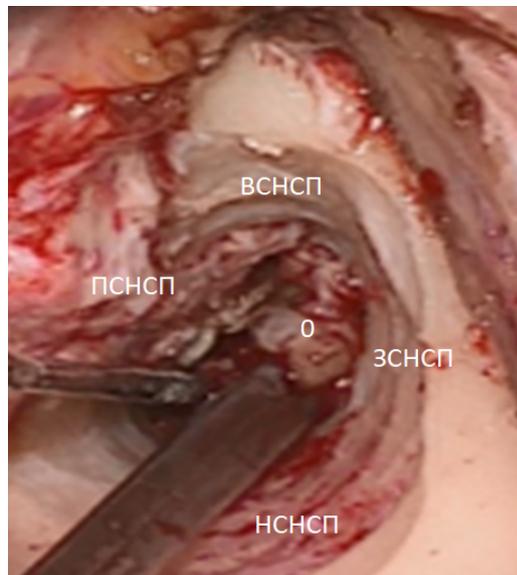


Рисунок 17 – Этап операции пациента Б., 64 года. Отсепаровка новообразования вместе с видоизмененной слизистой оболочкой барабанной полости.

После удаления параганглиомы из барабанной полости проводили визуальный контроль в целях исключения остатков новообразования в барабанной полости (Рисунок 18).

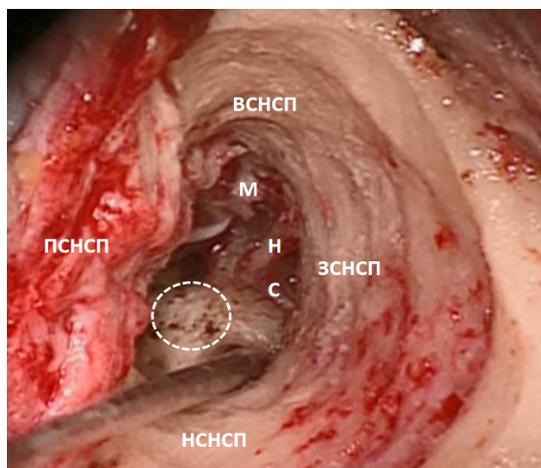


Рисунок 18 – Этап операции пациента Б., 64 года. Сохраненная цепь слуховых косточек, питающий сосуд коагулирован в области промоториума, параганглиома из барабанной полости полностью удалена. Н-наковальня, С-стремя.

Для достижения гемостаза осуществляли тампонаду среднего уха губкой (Гельфоум), фрагмент аутофасции укладывали по технике *under-lay*. Барабанную перепонку укладывали на анатомическое положение (Рисунок 19).

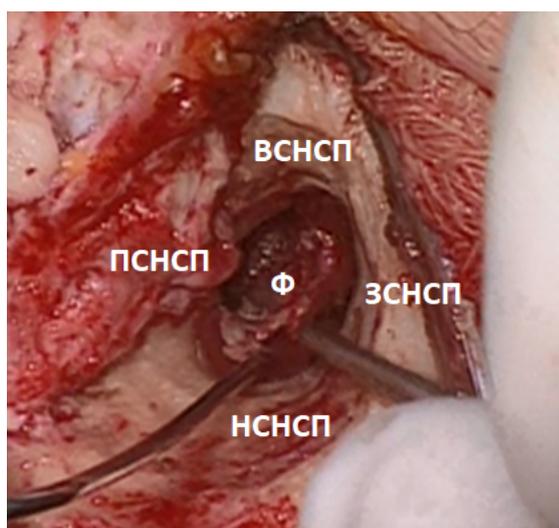


Рисунок 19 – Этап операции пациента Б., 64 года. Барабанная перепонка возвращена на прежний уровень, аутофасция уложена по технике *under-lay*.
Ф-фасциальный лоскут

В завершении тампонируют наружный слуховой проход ушным тампоном (Мероцель).

При удалении опухоли типа В2 выполняли дугообразный разрез кожи и мягких тканей заушной области, производили подготовительные этапы, забор аутофасции височной мышцы. Далее выполняли отсепаровку кожи стенок наружного слухового прохода, тимпанотомию. Выполняли расширенную каналоластику, ревизию барабанной полости и оценку распространения опухоли в ретротимпанум, гипотимпанум и аттик (Рисунок 20 А, Б).

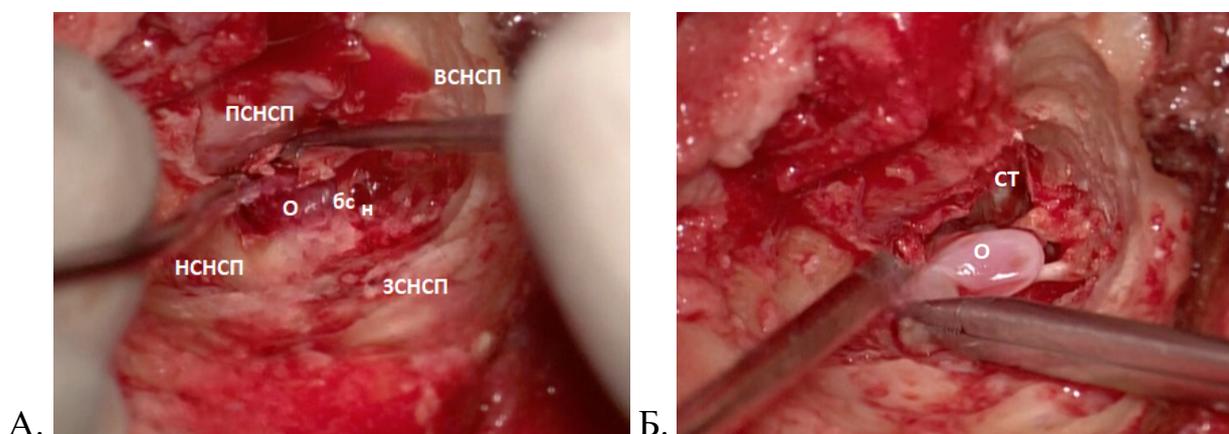


Рисунок 20 (А, Б) – Этап операции пациента М., 66 лет.
Удаление параганглиомы из барабанной полости. БС-барабанная струна,
СТ-слуховая труба

Опухоль отсепаровывали от окружающих тканей при помощи микрохирургических инструментов, мобилизовали и коагулировали при помощи каутера контактным способом. Остатки оболочки опухоли в барабанной полости также радикально удаляли каутером или при помощи микрохирургических инструментов. Проводили ревизию стенок внутренней сонной артерии и луковицы яремной вены, всех отделов барабанной полости и устья слуховой трубы (Рисунок 21).

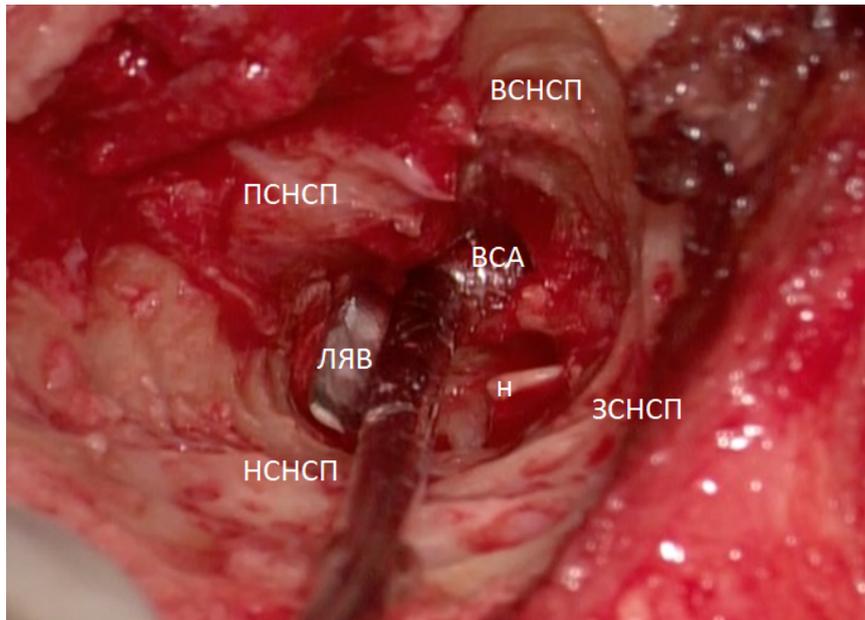


Рисунок 21 – Этап операции пациента М., 66 лет.

После удаления опухоли визуализируется стенка внутренней сонной артерии, без деструктивных изменений. ВСА-внутренняя сонная артерия, ЛЯВ-луковица яремной вены

Завершающим этапом хирургического лечения является реконструкция звукопроводящего аппарата среднего уха. В зависимости от степени повреждения оссиккулярной системы использовали частичные или тотальные титановые протезы. В случае нависания лицевого нерва над окном преддверия, лишенного костной стенки, применяли смоделированные протезы из аутохряща. Мирингопластику выполняли в зависимости от степени сохранности барабанной перепонки на заключительном этапе операции техникой *underlay* с использованием аутофасции или надкостницы (Рисунок 22).

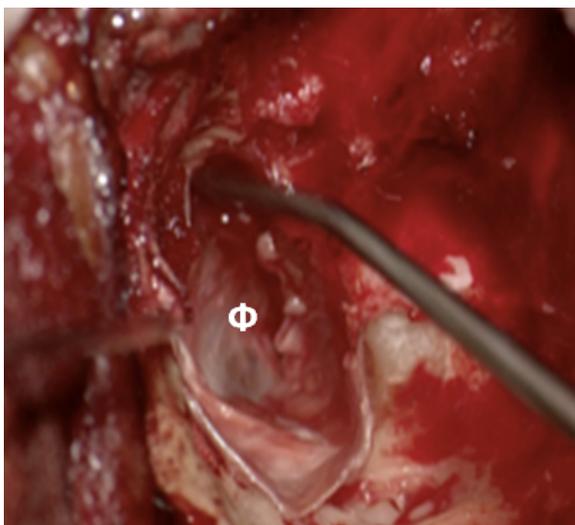


Рисунок 22 – Этап операции пациента М., 66 лет.
Окончательный этап тимпаноластики: укладка аутофасции под фиброзное кольцо барабанной перепонки и кожу наружного слухового прохода

При удалении опухоли типа В3 под контролем нейромониторинга лицевого нерва выполняли дугообразный разрез кожи и мягких тканей заушной области, производили забор аутофасции височной мышцы. Далее выполняли отсепаровку кожи стенок наружного слухового прохода, тимпанотомию. Производили ревизию барабанной полости, оценивали распространение опухоли в ретротимпанум, гипотимпанум и аттик (Рисунок 23).

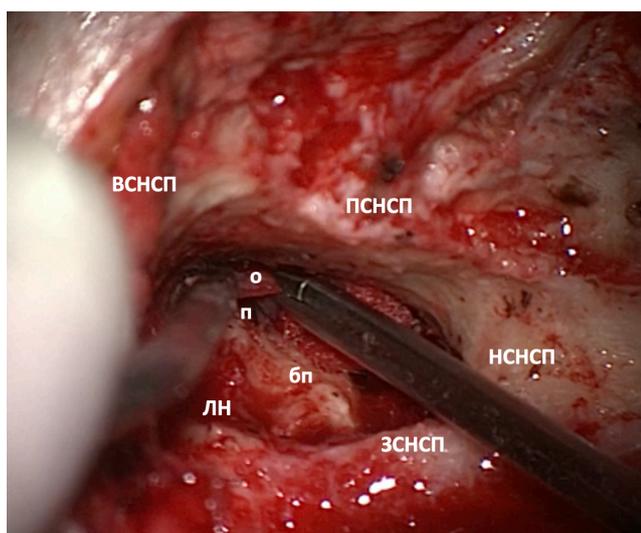


Рисунок 23 – Этап операции пациента С., 66 лет. Ревизия барабанной полости, иссечение параганглиомы из барабанной полости.

П – протимпанум, БП – барабанная полость

Бором с алмазными фрезами выполняли расширенную каналоластику для визуализации гипотимпанума.

В случае разрушения стенки костного канала внутренней сонной артерии, по данным компьютерной томографии, выполняли отсепаровку кожи передней стенки наружного слухового прохода вместе с фиброзным кольцом и барабанной перепонкой. Затем алмазными фрезами удаляли костный навес над слуховой трубой, обеспечивая экспозицию опухоли и хорошую визуализацию канала внутренней сонной артерии. Таким образом обеспечивали доступ ко всем жизненно важным структурам среднего уха. Далее опухоль мобилизовали от стенки луковицы яремной вены, обнажали и коагулировали при помощи монополярного электрода (радиохирургический аппарат Curis, Россия), сосуд, питающий опухоль (Рисунок 24, Рисунок 25).

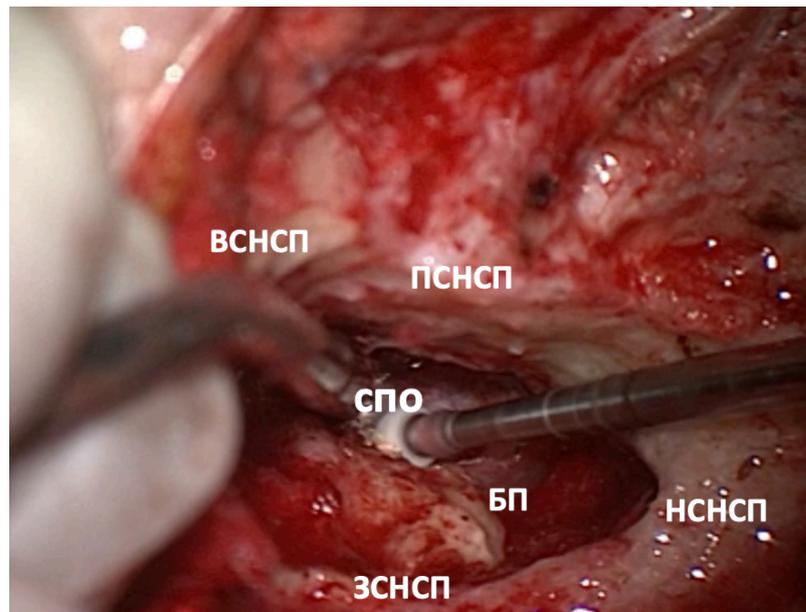


Рисунок 24 – Этап операции пациента С., 66 лет. После расширенной каналоластики с удалением навеса над слуховой трубой структуры барабанной полости обозримы, экспозиция параганглиомы выполнена в полном объеме, алмазными фрезами зашлифовывается область питающего сосуда в проекции луковицы яремной вены.

СПО- сосуд питающий опухоль

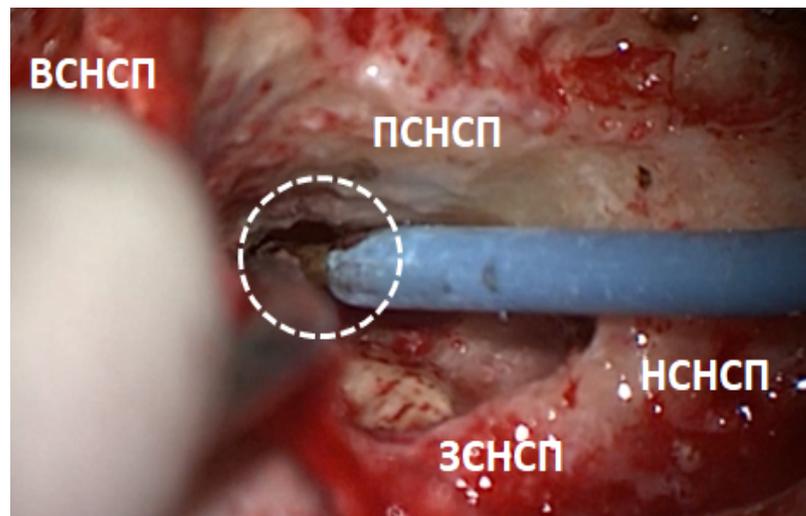


Рисунок 25 – Этап операции пациента С., 66 лет. При помощи монополярного электрода производится коагуляция ножки сосуда, питающего опухоль

После достижения гемостаза выполняли ревизию стенок внутренней сонной артерии и луковицы яремной вены, а также всех отделов барабанной полости и устья слуховой трубы (Рисунок 26, Рисунок 27).

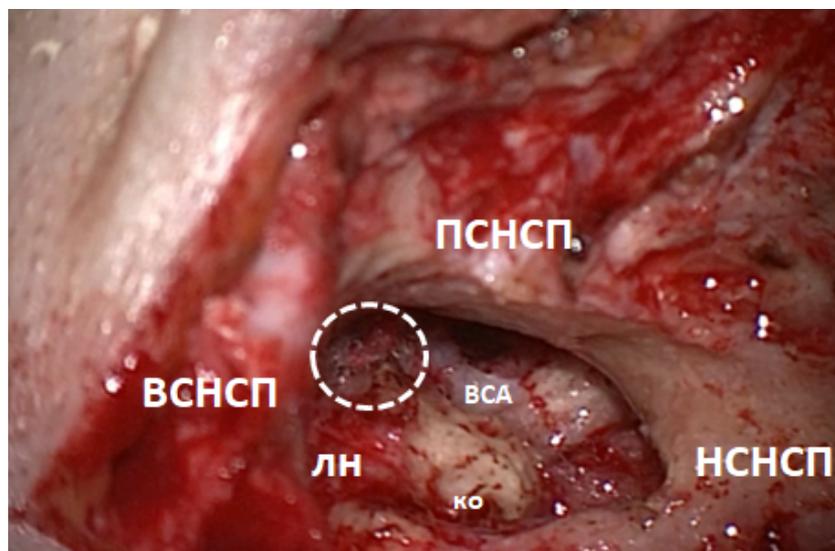


Рисунок 26 – Этап операции пациента С., 66 лет. Барабанная полость после удаления параганглиомы тип В3. ЛН-лицевой нерв, КО-круглое окно

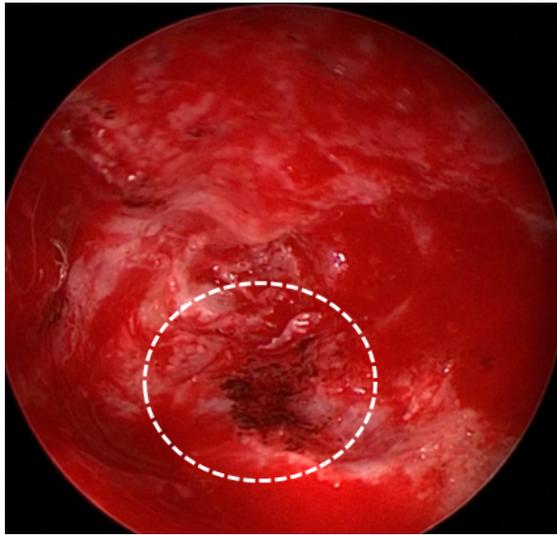


Рисунок 27 – Этап операции пациента С., 66 лет. Стенка внутренней стенки сонной артерии, целостность не нарушена, область коагуляции

Следующим этапом, при нарушении целостности системы слуховых косточек, производили оссикулопластику при помощи аутохряща, частичного или полного титанового протеза.

Операцию завершали укладкой барабанной перепонки на место или выполнением мирингопластики аутофасцией либо надкостницей (Рисунок 28).

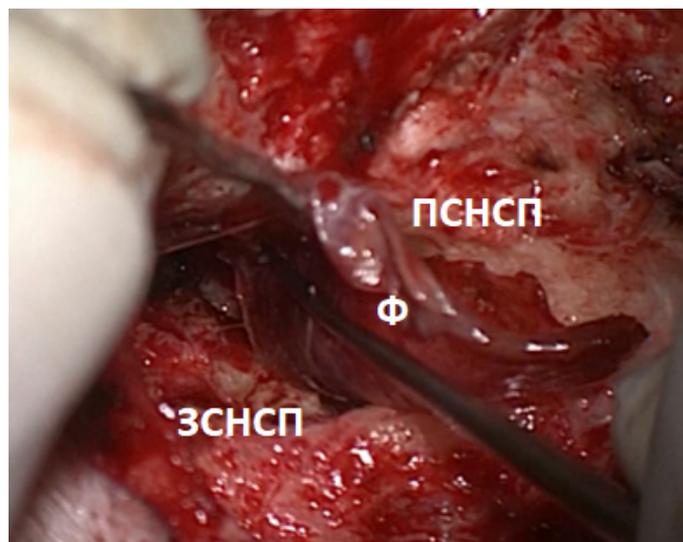


Рисунок 28 – Этап операции пациента С., 66 лет. Аутофасция уложена по технике uner-ley

По периметру края аутофасциальный трансплантат прикрывали предварительно смещенной кожей наружного слухового прохода для лучшего питания и дополнительной фиксации двуслойного трансплантата. Наружный слуховой проход тампонировали гемостатической губкой, пропитанной антибактериальными препаратами. Заушную рану ушивали послойно.

2.5.2. Методы хирургического лечения, проводимые в основной группе пациентов

Хирургическое лечение всех пациентов осуществляли под эндотрахеальным наркозом с использованием навигационной системы с внутритротовым датчиком (Digipointeur, Франция) и нейромониторинга (Medtronic NIM Response-3.0, США).

Операции выполняли под контролем операционных микроскопов Carl Zeiss OPMI Vario, Sensera S7 и S8 (Германия) с использованием микрохирургического инструментария Karl Storz (Германия).

У всех без исключения пациентов применяли заушный хирургический доступ. Затем под контролем операционного микроскопа выполняли отсепаровку кожи задней стенки наружного слухового прохода и тимпанотомию. Во время ревизии барабанной полости оценивали распространение опухоли в ретротимпанум, гипотимпанум и аттик. Бором с алмазными фрезами выполняли каналопластику, при необходимости – с аттикоадитотомией с сохранением цепи слуховых косточек.

Опухоль отсепаровывали от окружающих тканей при помощи микрохирургических инструментов (Рисунок 29).

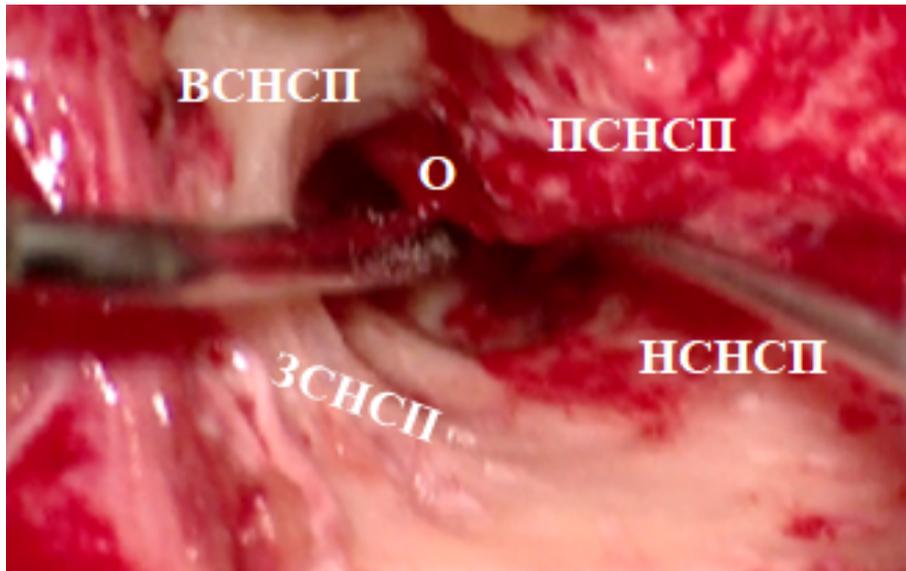


Рисунок 29 – Этап операции пациента Л., 75 лет.
Отсепаровка новообразования при помощи микрохирургической техники.

Опухоль мобилизовали и коагулировали бесконтактно фотоангиолитическим диодным лазером (длина волны 445 нм, мощность 2 – 4 Вт) в импульсном режиме. Длительность у используемого импульса составляла 60 – 100 мс, время между используемыми импульсами – до 300 мс. Расстояние от конца световода до поверхности опухоли постепенно уменьшали с 4 мм до 0,5 мм (Рисунок 30). Это способствовало первичному гемостазу в результате запускания сосудов опухоли (Рисунок 31).

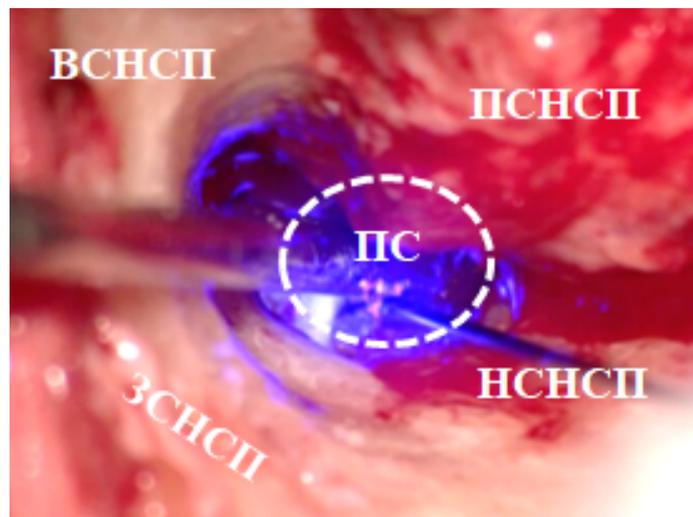


Рисунок 30 – Этап операции пациента Л., 75 лет. Коагуляция питающего опухоль сосуда при помощи фотоангиолитического диодного лазера. ПС-питающий сосуд

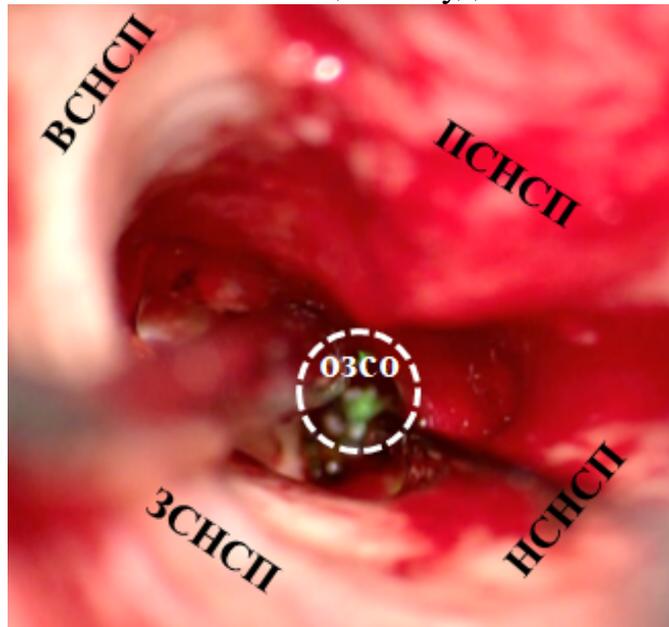


Рисунок 31 – Этап операции пациента Л., 75 лет. Первичный гемостаз в области остатков опухоли, в результате запустения сосудов опухоли.

ОЗСО – область запустения сосудов опухоли

Затем опухоль удаляли контактным способом с использованием фотоангиолитического диодного лазера (длина волны 445 нм, мощность 2 – 4 Вт) в режиме непрерывного режущего воздействия (Рисунок 32).

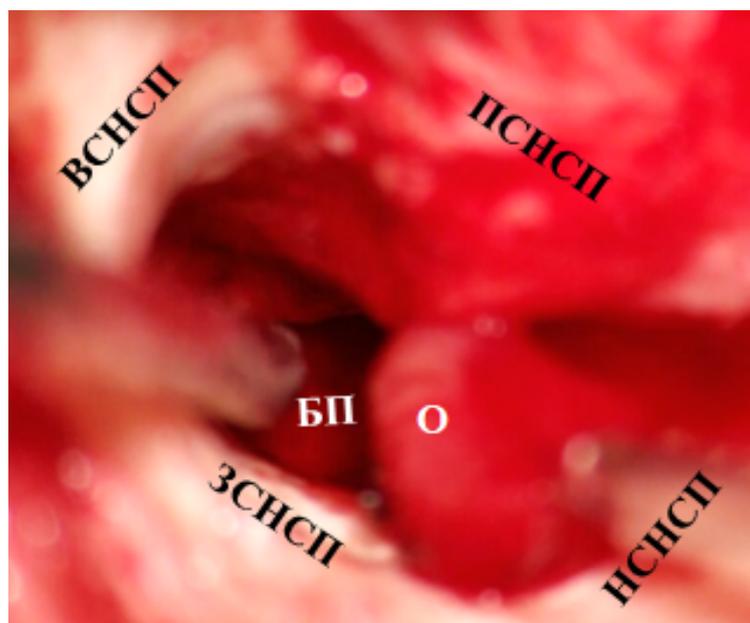


Рисунок 32 – Этап операции пациента Л., 75 лет.
Удаление опухоли из барабанной полости

Остатки оболочки опухоли в барабанной полости также радикально удаляли ангиолитическим лазером (Рисунок 33).

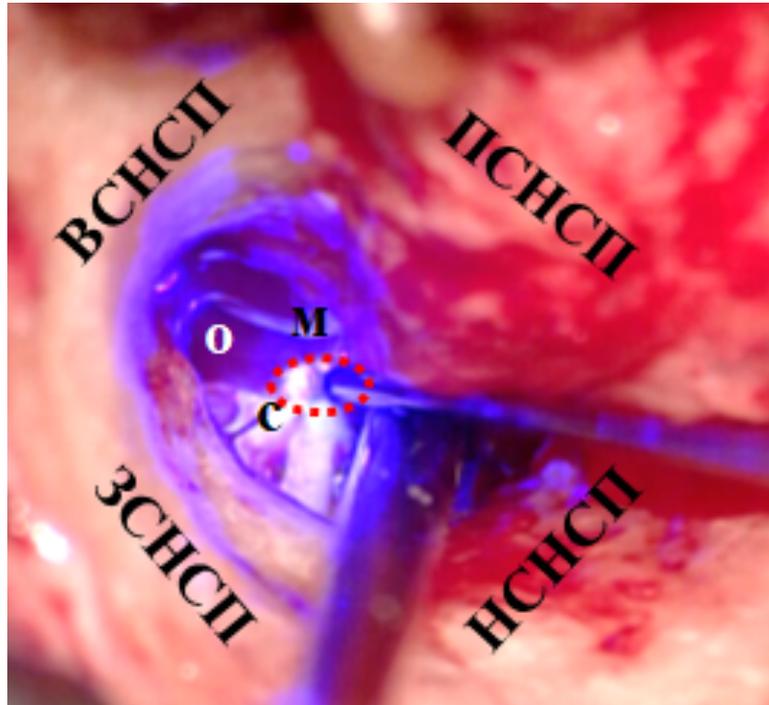


Рисунок 33 – Этап операции пациента Л., 75 лет.
Остатки оболочки опухоли удаляется при помощи фотоангиолитического лазера
вблизи слуховых косточек, не повреждая их

Осуществляли ревизию стенок внутренней сонной артерии и луковицы яремной вены, а также всех отделов барабанной полости и устья слуховой трубы (Рисунок 34).

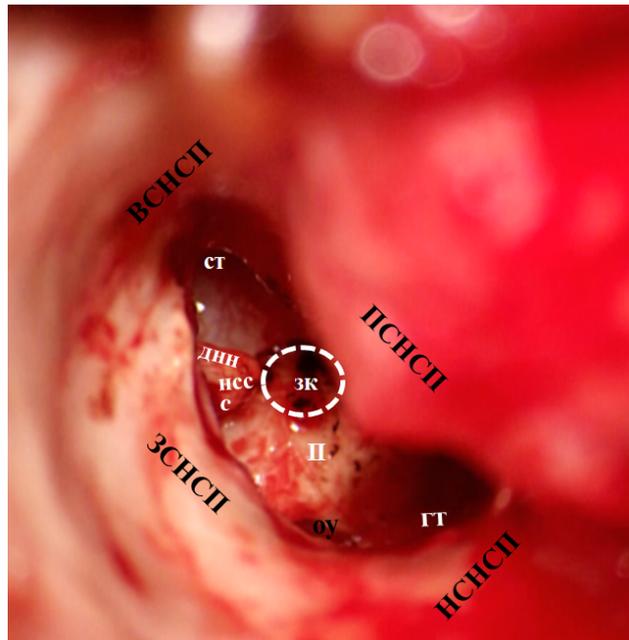


Рисунок 34 – Этап операции пациента Л., 75 лет.

Барабанная полость после удаления параганглиомы из барабанной полости. Слуховые косточки сохранены, в области промоториума определяется зона коагуляции в следствии работы фотоангиолитического лазера.

ДНН – длинная ножка наковальни, ЗК – зона коагуляции, НСС – наковально-стремениной сустав, П – протимпанум, ОУ – окно улитки, ГТ – гипотимпанум

Завершали хирургическое лечение по стандартной методике, с выполнением реконструкции звукопроводящего аппарата среднего уха. В зависимости от разрушения оссикулярной системы использовали частичные или тотальные титановые протезы. В случае нависания лицевого нерва над окном преддверия, лишенного костной стенки, применяли смоделированные протезы из аутохряща. Мирингопластику выполняли в зависимости от степени сохранности барабанной перепонки к концу операции методом underlay или overlay с использованием аутофасции (Рисунок 35).

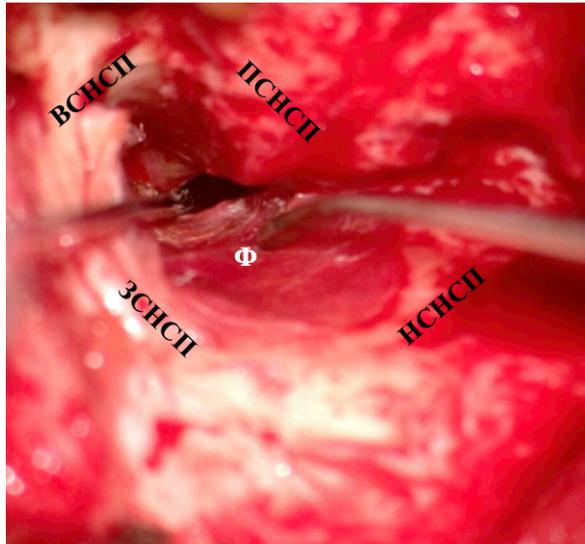


Рисунок 35 – Этап операции пациента Л., 75 лет.
Укладка аутофасции по технике under-lay

После формирования неотимпанальной мембраны и укладки меатотимпанального лоскута наружный слуховой проход тампонировали гемостатическими губками (Спонгостан) с антибактериальными препаратами на 3 – 5 суток (Рисунок 36).



Рисунок 36 – Этап операции пациента Л., 75 лет.
Наружный слуховой проход тампонирован ушным тампоном (Мероцель).
К – козелок, НЗ – ножка завитка, ПЗ – противозавиток, ПК – противокозелок,
ЧР – чаша раковины

Операцию заканчивали послойным ушиванием послеоперационной раны. В ходе операции проводили подсчет кровопотери. Далее оценивали ее влияние на гомеостаз в послеоперационном периоде. Объем кровопотери определяли

гравиметрическим методом с допущением, что средняя плотность крови 1,050 – 1,060 г/см³. Оценивали разницу массы чистых и пропитанных геморрагическими компонентами перевязочного материала. Полученное значение увеличивали на 50% и суммировали с объемом крови, собранной в емкости медицинского аспиратора.

Обоснованием к использованию фотоангиолитического диодного лазера явились результаты отдаленного клинико-морфологического использования, представленные в главе 3.

2.6. Статистическая обработка данных

Полученные при обследовании пациентов количественные результаты подвергали статистической обработке с использованием программы R 4.1.3.

Для непрерывных параметров с нормальным распределением рассчитывали среднее и стандартное отклонение, для величин с распределениями, отличающимися от нормального, применяли медиану с 1 и 3 квартилями. Для категориальных параметров рассчитывали частоту и проценты категорий. Для графического представления непрерывных параметров использовали диаграммы размаха и столбовые диаграммы для категориальных параметров.

Для описания тенденций непрерывных величин с нормальным распределением использовали среднее и стандартное отклонение ($\text{mean} \pm \text{std}$). Для описания тенденций величин с распределениями, отличающимися от нормального, применяли медиану с 1 и 3 квартилями ($\text{median} (q1, q3)$).

Проверку нормальности распределения непрерывных переменных проводили с помощью критерия Шапиро–Уилка. Величины, имеющие логнормальное распределение, приводили к нормально распределенным величинам логарифмированием.

Сравнение категориальных данных в частотных таблиц проводили с помощью точного теста Фишера. Сравнение непрерывных величин проводили с помощью: t-критерия Стьюдента для нормальных величин с логарифмическим

распределением; U-критерия Манна-Уитни для величин с одинаковой дисперсией и распределением, отличающихся от нормального, для прочих распределений.

При проверке гипотез статистически значимыми различиями считали результаты при достигнутом уровне значимости 95% (р-значение (p-value) меньше 0,05).

Результаты статистической обработки представлены в таблицах и рисунках.

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОТОАНГИОЛИТИЧЕСКОГО ДИОДНОГО ЛАЗЕРА С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 445 НМ (КЛИНИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ)

Фотоангиолитический лазер классифицируется в соответствии со стандартами EN 60601-2-22 и EN 60825-1 как лазерное устройство, регистрационное удостоверение на медицинское изделие № ФСЗ 2011/09825 от 22.07.2019 г. Аккредитован уполномоченным органом в соответствии с европейской директивой 93/42 для медицинского оборудования, изделие имеет маркировку CE 0483. Класс прицельного пучка (согласно стандарту EN 60825-1: 2007) – 2. Классификация согласно МРГ-Пв правило 9. Класс электрозащиты (согласно IEC 60601-1)-II. Классификация CE 0483 (MDC).

Фотоангиолитический диодный лазер представляет собой простой диодный лазер с лазерным диодом в качестве источника луча. Данный лазер излучает 445 нм соответствует 10 Вт, длительность светового пучка от 1 мс до 45 сек, частота лазерного заряда 0.01 Гц до 500 Гц/ОИ. Прицельный пучок 532 нм зеленый < 1мВт, 650 нм красный < 1мВт. Эксплуатационный режим – непрерывное излучение (CW) или импульс с переменной яркостью. Коэффициент передачи мощности на волокно 200 мкм, 300 мкм, 400 мкм, 600 мкм с/без наконечника. Лазерное излучение диода направляется через оптическую систему в «быстрой» и «медленной» оси вращения и, следовательно, трансформируется в поверхность приблизительно 2 мм × 4 мм. Фотоангиолитический диодный лазер с длиной волны 445 нм предназначен для использования в тех случаях, когда требуется нагрев тканей и крови до состояния коагуляции или вапоризации. Лазер предназначен для применения в оториноларингологии и хирургии. Воздействие лазера на малой мощности на ткани с высоким содержанием гемоглобина приводит к денатурации ферментов и коагуляции кровеносных сосудов. Для достижения такого эффекта использование лазера проводится с волокнами, которые направляют лазерный луч на ткань-мишень напрямую через дополнительную оптику.

Фотоангиолитический диодный лазер включает в себя три основных элемента:

– генерирующая среда, содержащая атомы или молекулы, усиливающие световой пучок;

– источник возбуждения, с которым взаимодействуют упомянутые выше молекулы и атомы, и оптический резонатор, который, подобно резонансному контуру, поддерживает или генерирует излучение посредством внутреннего отражения.

Атомы и молекулы могут иметь разное энергетическое состояние, которое в свою очередь может генерировать электромагнитное излучение, переходящее из одного состояния в другое посредством поглощения и, соответственно, излучения. В нормальном состоянии электроны атома находятся в так называемом базовом или основном состоянии.

Путем обеспечения энергией через свет или через образование плазмы так, как это делает лазер на инертном газе, электроны переходят на более высокий уровень. Время пребывания электронов на высоком уровне довольно короткое. После чего электроны возвращаются в свое исходное состояние. На протяжении данной короткой фазы ранее накопленная энергия освобождается, посылая фотоны. Испускаемые фотоны имеют постоянную длину волны и направление внутри лазера. Внутри резонатора фотоны, находящиеся между двумя зеркалами, вынуждены проходить через резонатор несколько раз. В этот промежуток времени они ударяются о следующие фотоны, генерируя монохроматический свет. Для построения света, таким образом, в резонаторе, чтобы он был доступен и снаружи, основное зеркало лазера параллельно сделано прозрачным. Фотоангиолитический диодный лазер работает с высоким (до 35 А) и низким напряжением. Легирование индивидуальных соединений, также как и индивидуальные процессы производства позволили создать диодный лазер длины волны 445 нм. Выходная мощность изменяется при разных длинах волн. Через полупроводниковый р-п переход можно достичь только определенной толщины слоев и, соответственно, можно сгенерировать только определенные длины волн.

Формирователи генерируют ток, проходящий через диод лазера в электронной системе, таким образом, позволяя пользователю контролировать выходную мощность при помощи сенсорного экрана. С помощью зеркал для отклонения луча и соединительных керамических элементов лазерное излучение вводится в кварцевое стекловолокно. Передача различных длин волн не зависит от волокна. Мощность лазера возможна в диапазоне от 70% до 80%. Работа фотоангиолитического диодного лазера контролируется внутренней электронной системой, параметры которой можно настроить с помощью контрольного монитора изделия. Выходную мощность фотоангиолитического диодного лазера, так же, как длительность и ширину импульса, можно отрегулировать индивидуально. Лазерный луч, испускаемый диодом, поляризован и поэтому легко может быть усилен или ослаблен. Путем прямого охлаждения диод вырабатывает определенную температуру, которая остается стабильной. Контур охлаждения является пассивным и контролирует внутренние вентиляторы, чтобы обеспечить естественное или принудительное рассеяние тепловыделения, в зависимости от нагрузки.

Фотоангиолитический лазер имеет оптоволоконный порт со штепсельной вилкой на передней панели изделия. В наборе имеются различные наконечники и аппликаторы для оптоволоконного порта. Для того чтобы защитить оптоволоконный порт, необходимо установить штепсельную вилку. Все волокна с этикеткой U.S. Fibern могут использоваться без ограничений.

Фотоангиолитический диодный лазер устанавливается в доступном месте или рядом с раковиной. Оптимальная температура работы лазера – не выше 21°C. Более высокая температура окружающей среды может привести к более короткому времени работы, так как изделие придется выключать раньше для предотвращения перегрева. Если температура окружающей среды слишком низкая (ниже 16°C), не следует включать изделие, чтобы избежать возможного образования конденсата на внутренней оптике, так как это может привести к необратимому повреждению. Оптоволокно на передней стенке выходит без сгибания. Влажность воздуха в помещении должна всегда быть под контролем и не превышать 75%.

Во избежание возможной опасности, вызванной прямым или рассеянным отраженным излучением, отражающие поверхности не должны находиться в помещении во время работы. К таким поверхностям относятся:

- зеркала;
- картины с передним стеклом;
- хромированные поверхности;
- окна.

Данные поверхности необходимо удалить или покрыть подходящим матовым материалом. Даже в зоне вокруг порта волокна лазера, используйте только матовые, не отражающие и негорючие инструменты и материалы. Лазер работает при напряжении постоянного тока 19 В что обеспечивается внешним источником питания. Блок электропитания можно присоединить к напряжению переменного тока от 100 В до 240 В при 50 Гц – 60 Гц.

При работе с фотоангиолитическим диодным лазером (с невидимым светом) необходимо использовать только лазерные защитные очки, с обозначением степени защиты. DIR LB5 (OD5+) для диапазона от 315 до 450 нм (AS01032) или DLB6 + IRLB7, (OD7+) для диапазона от 755 до 1090 нм (AS01032) или D:L3 + I:L5 для 980 нм, 1064 нм (AS01009) или D:L1 + I:L1 для 1470 нм (AS01031).

На базе костной лаборатории НМИЦО ФМБА России проведен эксперимент. На 12 кадаверных головах проведена диссекция, в ходе которой были выделены стенки сосудов сигмовидного синуса, внутренней сонной артерии в мастоидальном и тимпанальном отделах (Рисунок 1, Рисунок 2).



Рисунок 1 – Этап подготовки к проведению эксперимента на кадаверной голове

На рабочем месте представлен кадаверный материал, используемый инструментарий, микроскоп, аппарат для аспирации жидкостного компонента (Рисунок 1).

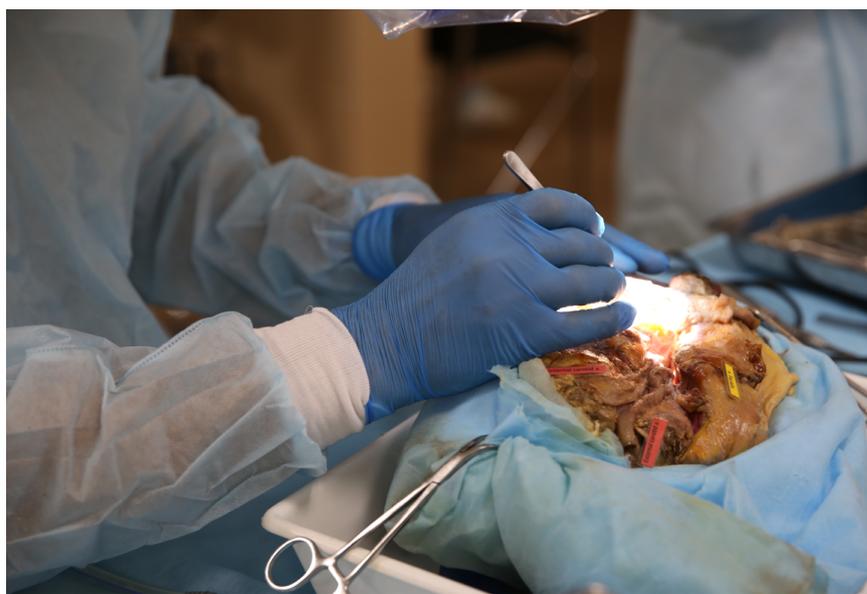


Рисунок 2 – Этап подготовки материала на кадаверной голове

При помощи микрохирургического инструментария выделяли ткани из кадаверных голов, и в дальнейшем переносились на рабочую поверхность (Рисунок 2). В ходе эксперимента мы исследовали воздействие фотоангиолитического диодного лазера в режиме, предлагаемом производителем. Необходимо было оценить послойную глубину проникновения импульса лазера в стенки различных сосудов. Данное исследование с применением фотоангиолитического диодного лазера с длиной волны 445 нм на структуры сосудистых тканей, нервной ткани и ткани параганглиомы височной кости был проведен впервые (Рисунок 3). Поэтому мы не можем сослаться на другие публикации по результатам применения этого типа лазера в отношении воздействия на ткани, дозировки энергии, настроек приборов и обращения со стеклопластиком, передающим импульсы лазерного излучения во время отохирургической операции.



Рисунок 3 – Этап проведения экспериментальной части на материалах, взятых из кадаверной головы

По сравнению с другими фотоангиолитическими лазерами, такими как КТР и PDL-лазеры, голубой лазер 445 нм имеет колоссальное техническое упрощение, путем применения полупроводника (диода), тем самым это позволяет избежать сложных технических конструкций и регулярного технического обслуживания, как в случае PDL и КТР-лазеров. Поглощение в красном и черном спектральном диапазоне примерно в десять раз выше по сравнению с частотой КТР-лазера.

Наиболее полезной чертой лазера является одновременное проявление режущих и фотоангиолитических свойств на одной частоте лазера, что позволяет расширить возможность применения в отохирургии. Максимальную мощность 445 нм лазера можно самостоятельно варьировать от 10 Вт до 1 мВт, а лазерное излучение можно переключать между режимами непрерывной волны и импульсных отрезков с длительностью от 1 мс. В прерывистом или импульсном режиме рабочие циклы и длительность пауз можно менять по отдельности, что дает хирургу возможность для адаптации определенного периода тепловой релаксации ткани-мишени и для других видов хирургического использования. Включение лазера осуществляется при помощи ножной педали. Покрытый оболочкой 300 или 400 мкм, стеклопластик можно снять и заменить на 445 нм, а также на 532 нм. Любое использование лазера определено требует ношения надлежащих защитных очков. Мы использовали данный 445 нм медицинский лазер, соответствующий нормам европейской сертификации безопасности на многих исследовательских приспособлениях в нашей лаборатории. Мы выполняли много серий применения лазера во время его удержания в руке, чтобы найти соответствующие настройки для фотоангиолизиса, коагуляции, карбонизации, испарения, рассечения тканей.

В первой части эксперимента мы использовали ткани внутренней сонной артерии, сигмовидного синуса (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Этап подготовки материалов, взятых из кадаверных голов

Полученные ткани располагались на держателях, после чего лазерные импульсы фотоангиолитического диодного лазера выпускались и наводились на ткани в расстоянии от 1 до 3 мм в режиме от 1 до 4 Вт, импульсами от 80 до 120 мс, волокном 300 мкм. Эффект воздействия оценивали при дальнейшем гистологическом исследовании.

Полученные ткани были разделены на 4 группы. Для чистоты эксперимента в каждой группе были ткани трех внутренних сонных артерий и трех сигмовидных синусов, взятых из тимпанального и мастоидального отделов височной кости.

В первой группе применяли волокно 300 мкм. Режим работы лазера выставляли в 1 Вт. Световой пучок наводили на ткани на расстоянии от 1 до 3 мм. Длительность импульса составляла 80 мс, а длительность пауз между импульсами – 150 – 300 мс.

Во второй группе применяли волокно 300 мкм. Режим работы лазера выставлялся в 2 Вт. Световой пучок наводили на ткани на расстоянии от 1 до 3 мм. Длительность импульса составляла 80 мс, а длительность пауз импульсами – 150 – 300 мс.

В третьей группе применяли волокно 300 мкм. Режим работы лазера выставляли в 3 Вт. Световой пучок наводили на ткани на расстоянии от 1 до 3 мм. Длительность импульса составляла 80 мс, а длительность пауз между импульсами – 150 – 300 мс.

В четвертой группе применяли волокно 300 мкм. Режим работы лазера выставляли в 4 Вт. Световой пучок наводили на ткани на расстоянии от 1 до 3 мм. Длительность импульса составляла 80 мс, а длительность пауз между импульсами – 150 – 300 мс.

Полученные материалы были помещены во флаконы со стерильным формалином на протяжении 12 часов с дальнейшим изготовлением парафиновых блоков. С помощью микроома ThermoScientificHM340E (Япония) изготавливали серии срезов толщиной 5 – 6 мкр с дальнейшим монтированием их на электростатические стекла. Окрашивание выполняли по стандартному протоколу: гематоксилин Майера и водно-спиртовой эозин Y. Морфометрию проводили при помощи программного обеспечения NIS-Elements D, Nikon (Япония).

При гистологическом исследовании тканей были получены следующие результаты.

В первой группе на стенках внутренних сонных артерий средняя глубина участков воздействия составила 243,4 нМ, ширина 867,90 нМ. Отмечали повреждение адвентиции до уровня меди (Рисунок 5).

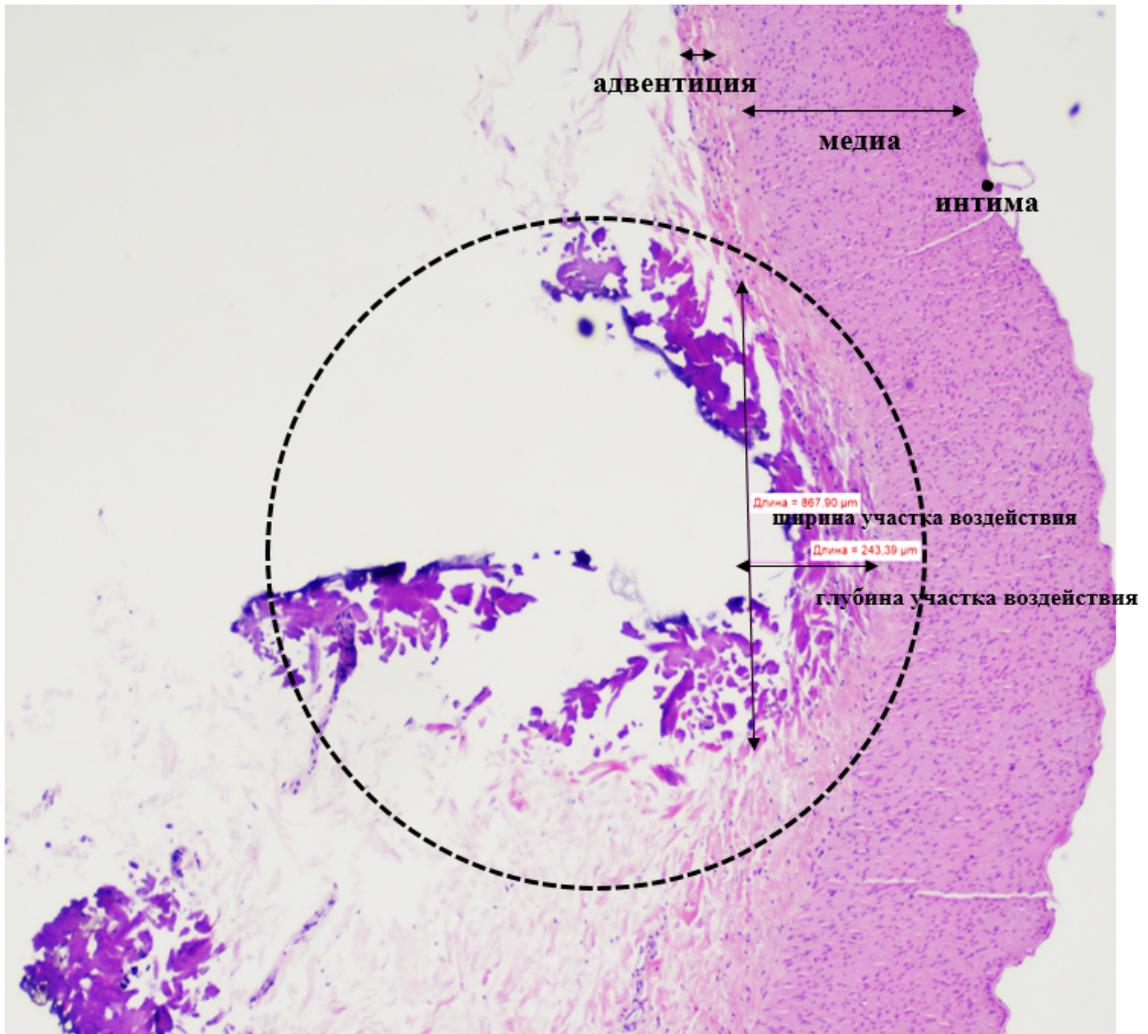


Рисунок 5 – Микрофотограмма препарата стенки внутренней сонной артерии с участком воздействием лазера 1 Вт. Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 10×40

На стенках сигмовидных синусов средняя глубина участков воздействия составляла 295,77 нМ, ширина 777,04 нМ, отмечали повреждение только адвентиции (Рисунок 6).

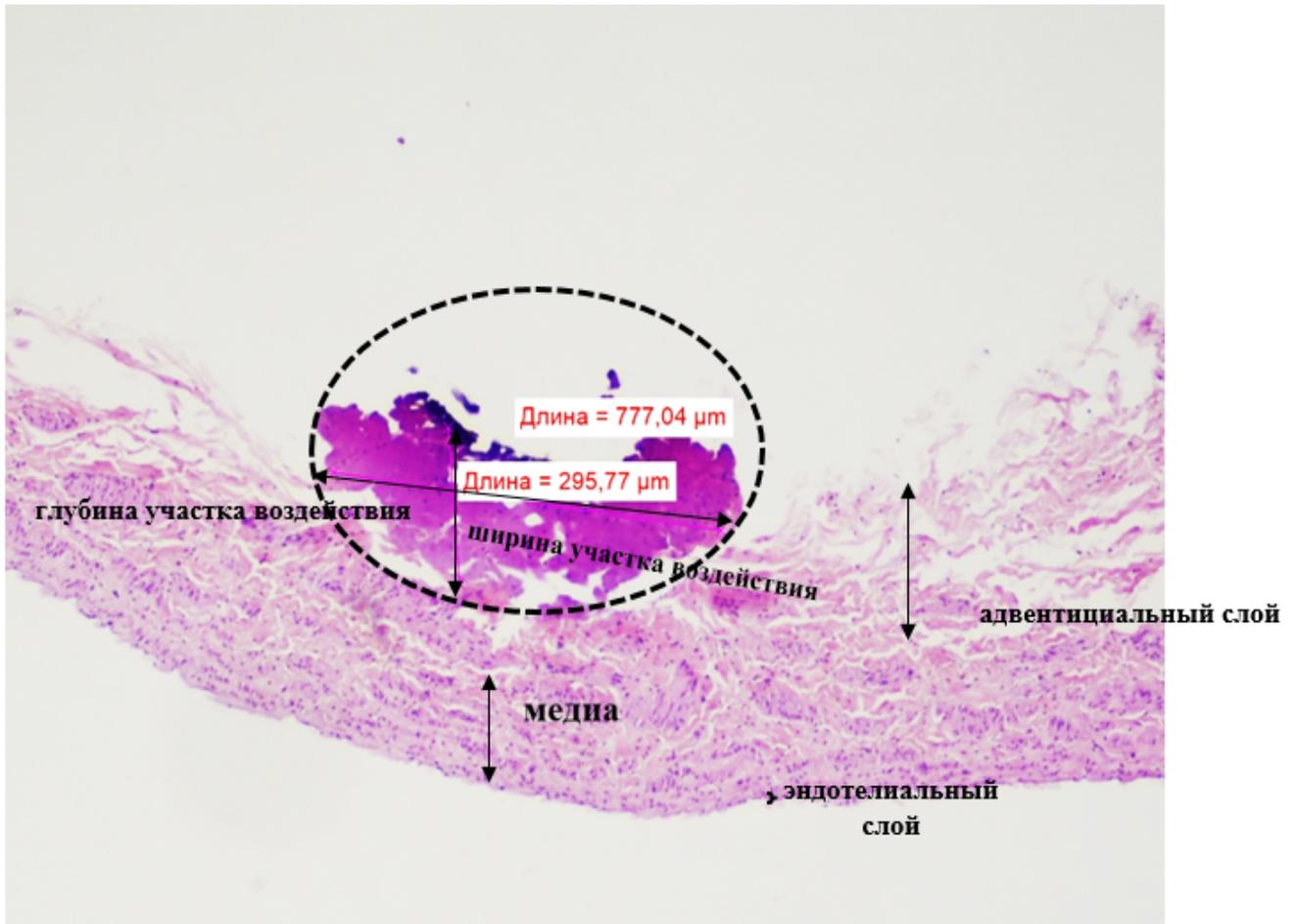


Рисунок 6 – Микрофотограмма препарата стенки сигмовидного синуса с участком воздействием лазера 1 Вт. Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 10×40

Во второй группе на стенках внутренних сонных артерий средняя глубина участков воздействия составила 360,49 нМ, ширина 640,43 нМ. Отмечали повреждение адвентиции до уровня меди (Рисунок 7).

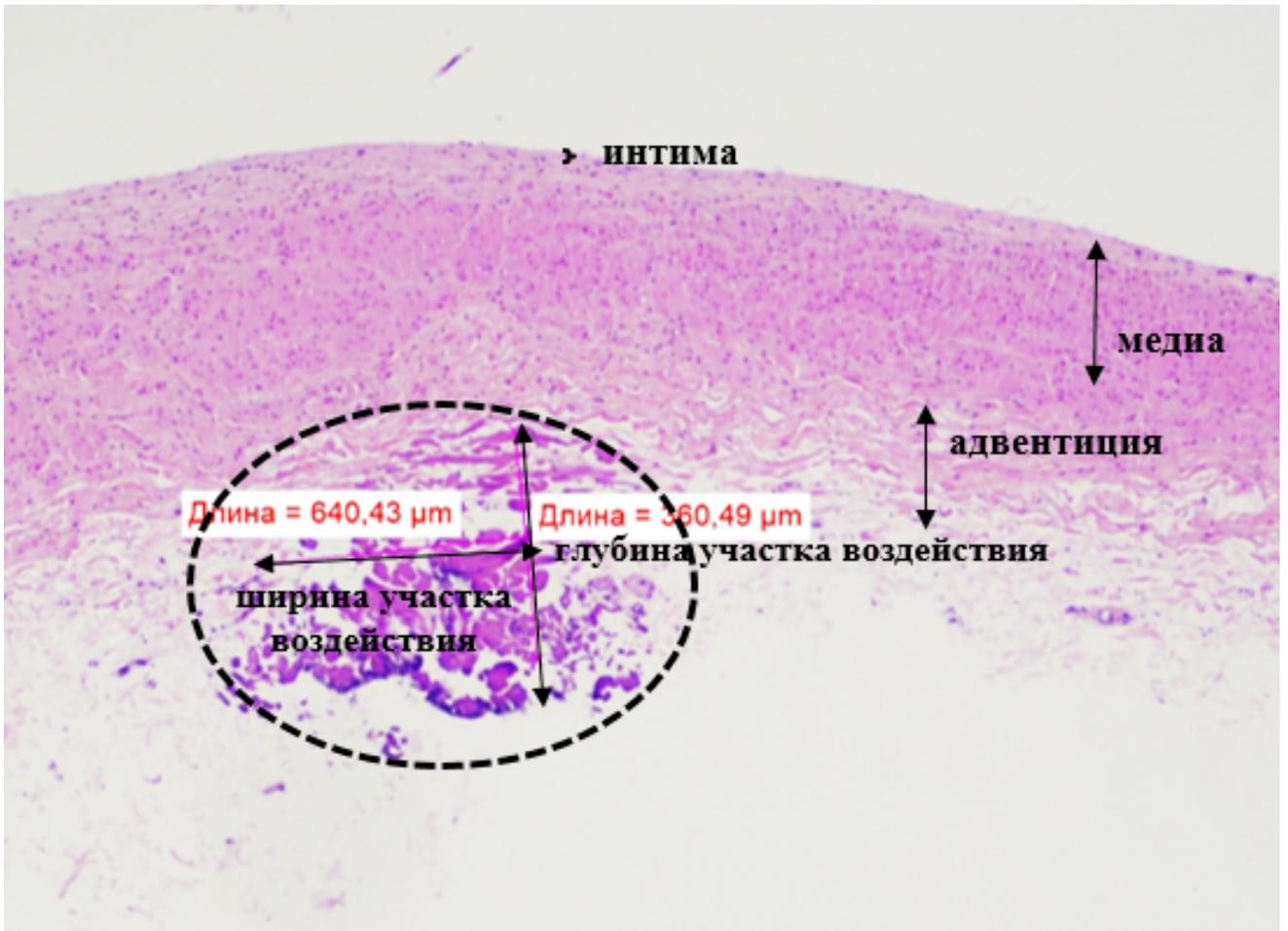


Рисунок 7 – Микрофотограмма препарата стенки внутренней сонной артерии с участком воздействием лазера 2 Вт. Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 10×40

На стенках сигмовидных синусов средняя глубина участков воздействия составляла 318,10 нМ, ширина 728,64 нМ. Отмечали повреждение адвентиции до уровня меди (Рисунок 8).

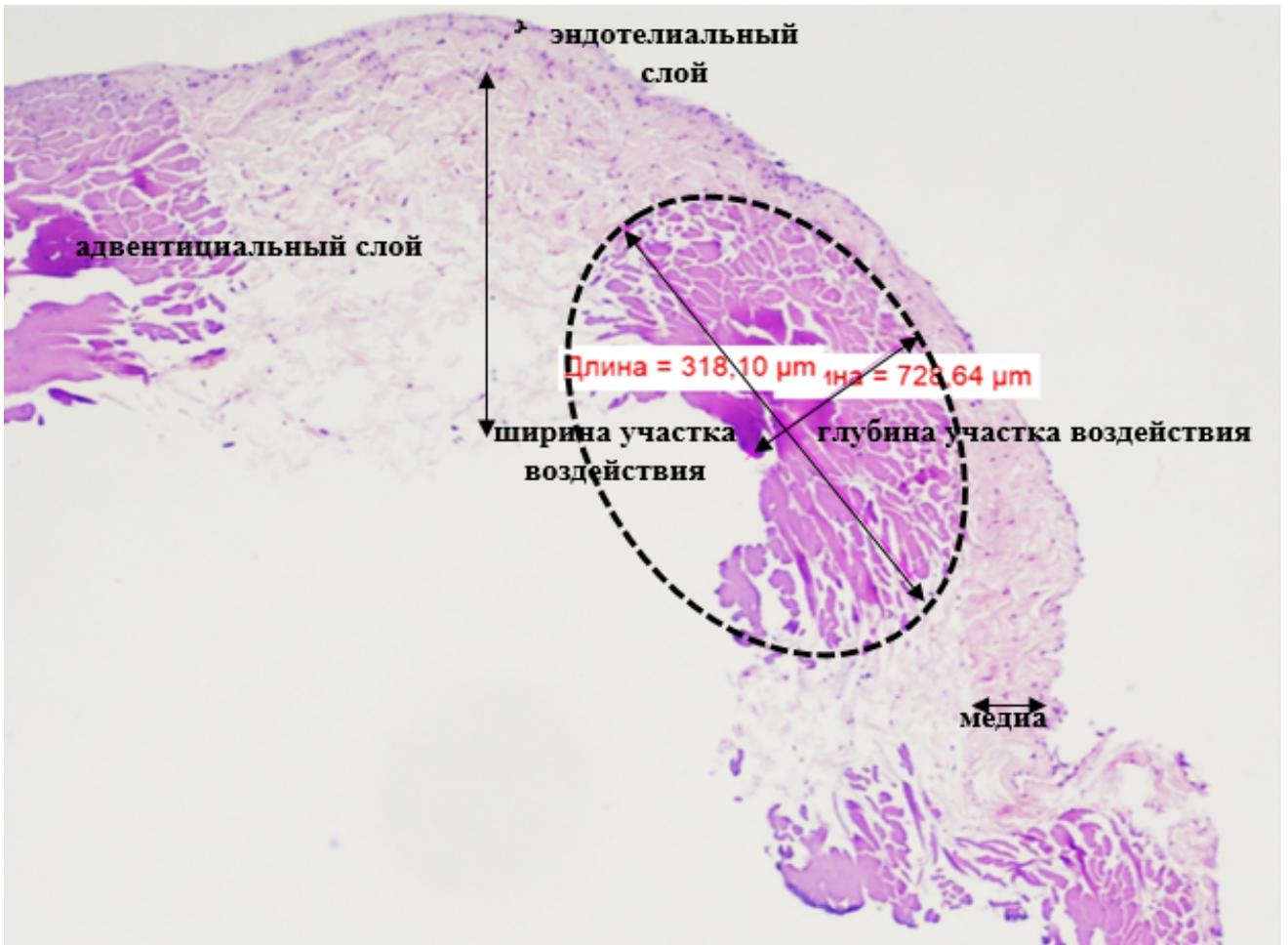


Рисунок 8 – Микрофотограмма препарата стенки сигмовидного синуса с участком воздействием лазера 2 Вт. Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 10×40

В третьей группе на стенках внутренних сонных артерий средняя глубина участков воздействия составила 434,57 нМ, ширина 927,84 нМ. Отмечали повреждение адвентиции до уровня меди (Рисунок 9).

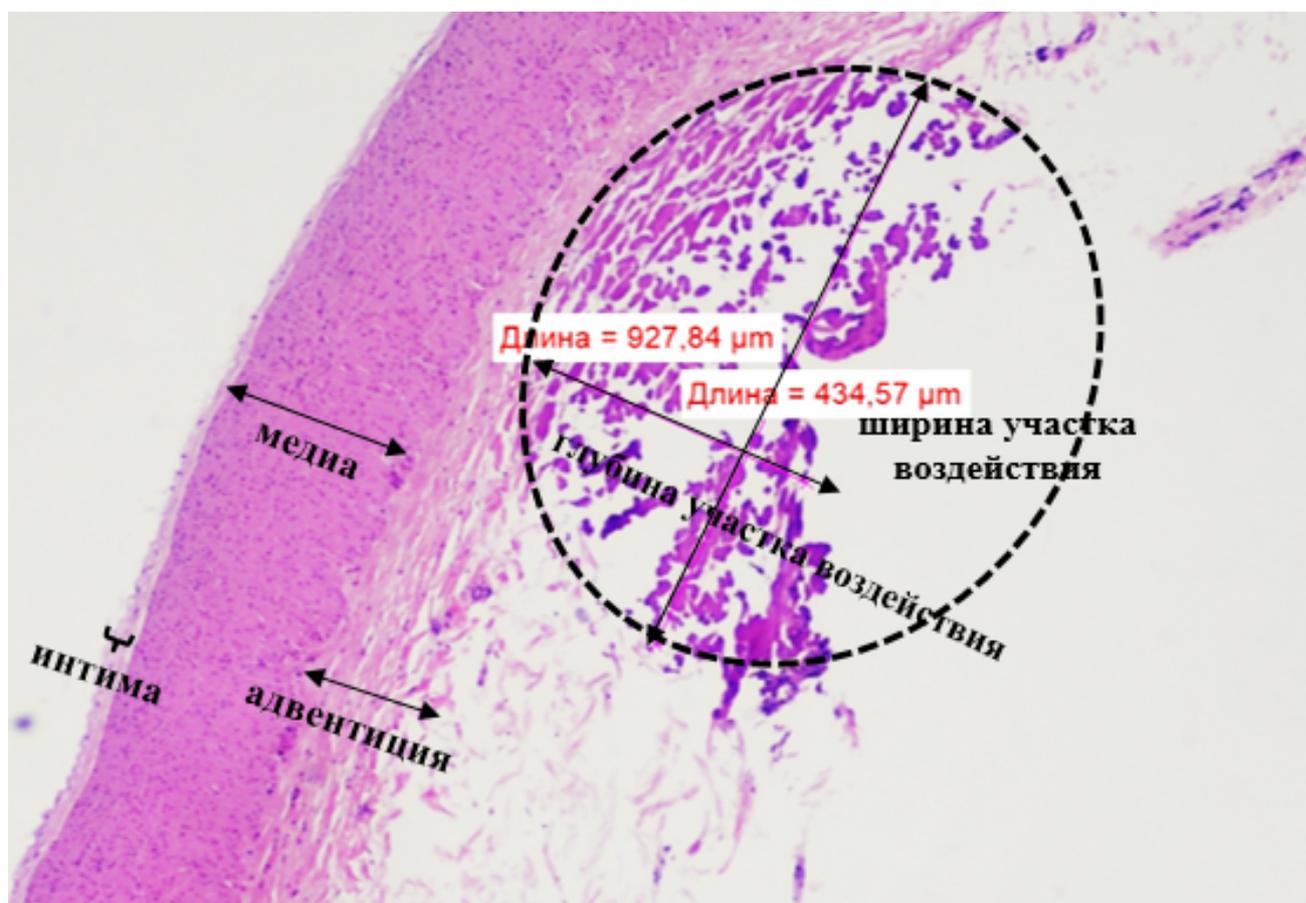


Рисунок 9 – Микрофоторамма препарата стенки внутренней сонной артерии с участком воздействием лазера 3 Вт. Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 10×40

На стенках сигмовидных синусов средняя глубина участков воздействия составляла 241,89 нМ, ширина 821,05 нМ. Отмечали повреждение адвентиции до уровня меди (Рисунок 10).

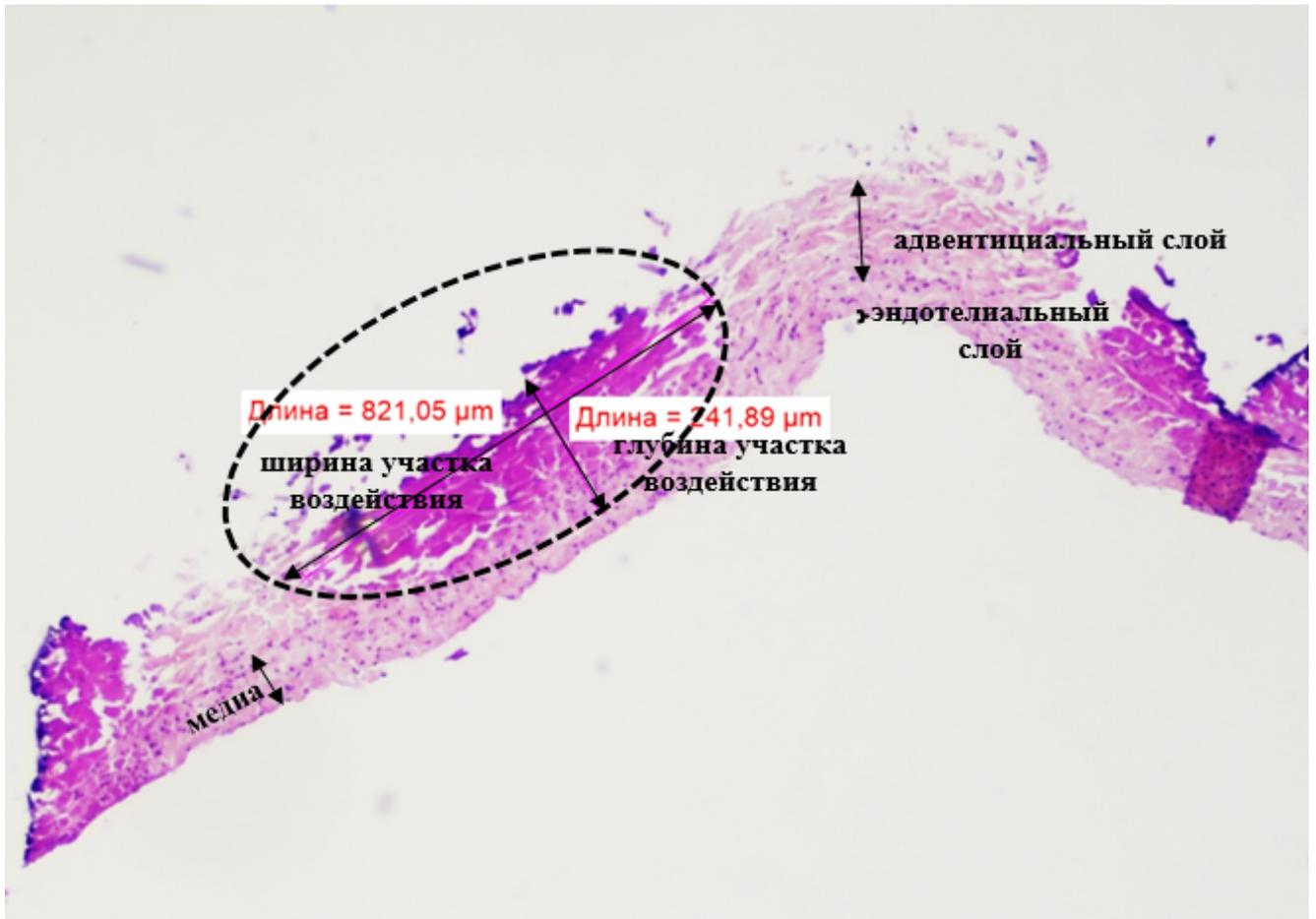


Рисунок 10 – Микрофотограмма препарата стенки сигмовидного синуса с участком воздействием лазера 3 Вт. Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 10×40

В четвертой группе на стенках внутренних сонных артерий средняя глубина участков воздействия составила 403,59 нМ, ширина 757,96 нМ. Отмечали повреждение адвентиции до уровня меди (Рисунок 11).

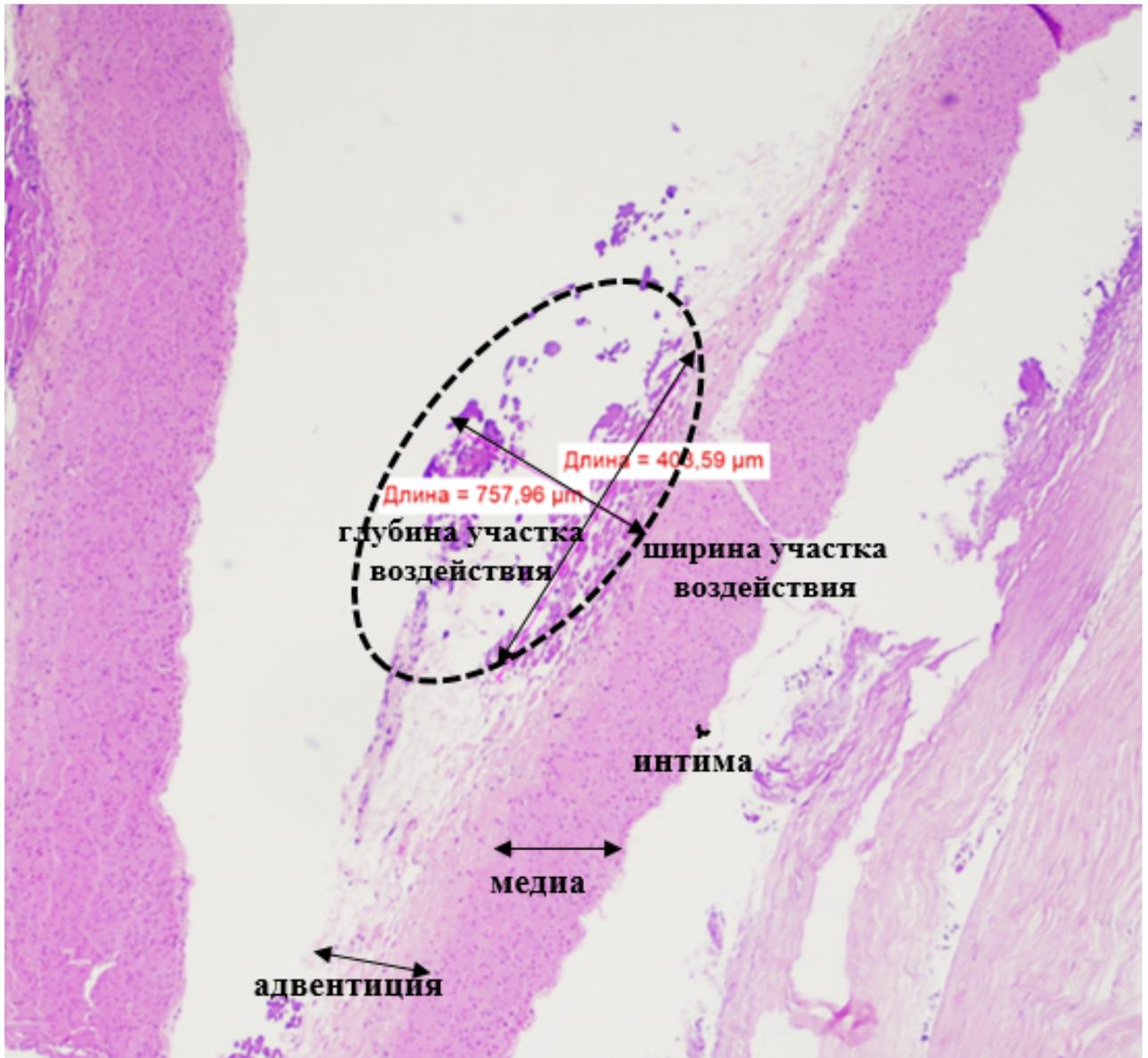


Рисунок 11 – Микрофоторамма препарата стенки внутренней сонной артерии с участком воздействием лазера 4 Вт. Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 10×40

На стенках сигмовидных синусов средняя глубина участков воздействия составляла 496,94 нМ, ширина 1527,34 нМ. Отмечали повреждение адвентиции, меди, вплоть до интимы (Рисунок 12).

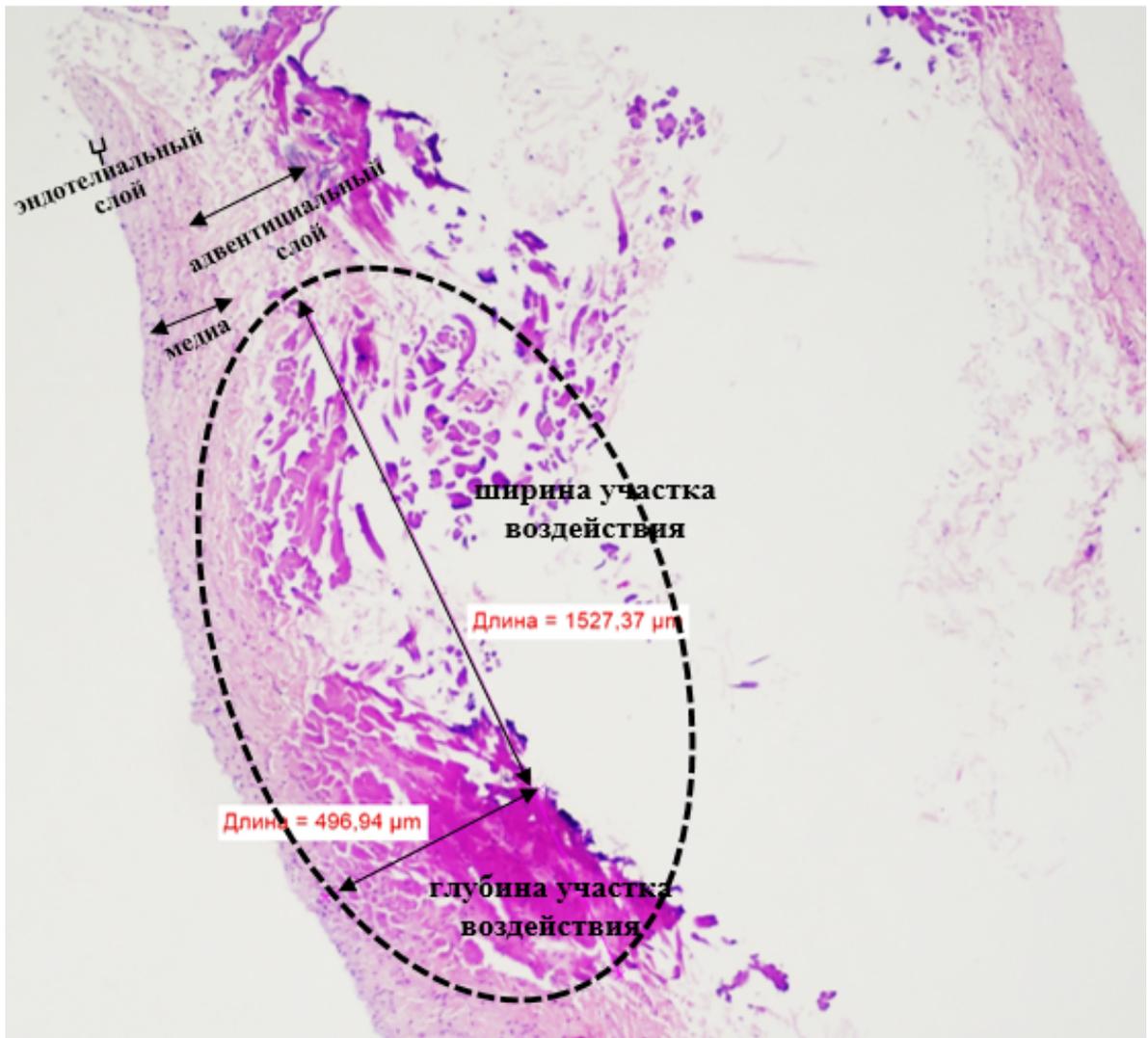


Рисунок 12 – Микрофотограмма препарата стенки сигмовидного синуса с участком воздействием лазера 4 Вт. Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 10×40

Вторая часть эксперимента была проведена на ранее полученном операционном материале – параганглиомах височной кости в количестве 30 штук. Сравнивали воздействие монополярного электрода (радиохирургический аппарат Curis, Россия) мощностью 2 Вт и фотоангиолитическим лазером мощностью от 1 до 4 Вт. В ходе исследования оценивали сохранность материала для проведения дальнейшего патоморфологического исследования.

На представленных образцах с воздействием фотоангиолитического лазера были зафиксированы морфологически сохраненные для дальнейшей гистологической

верификации процесса субстраты. Коагуляционные артефакты не мешали морфологической оценке (Рисунок 13).

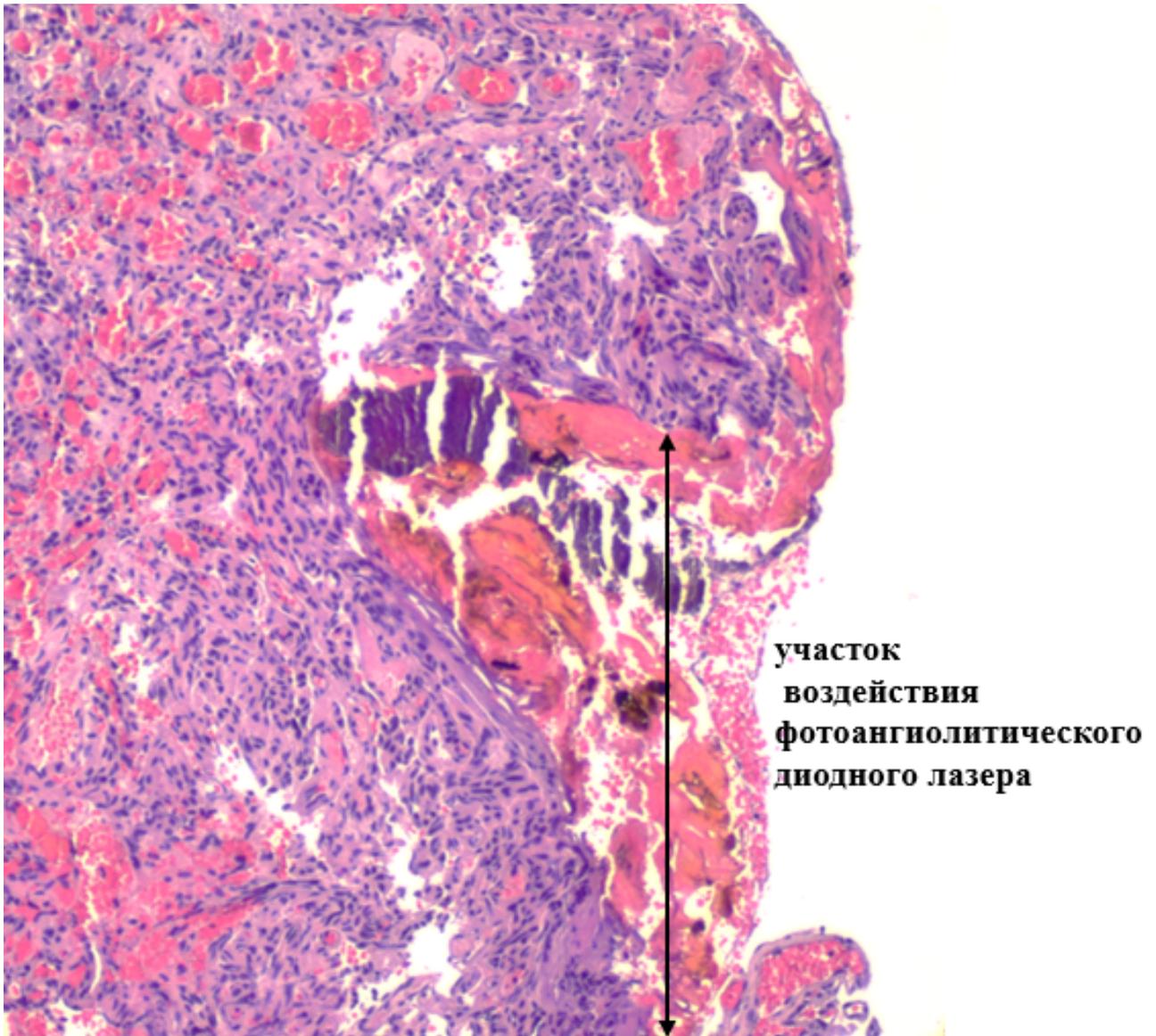


Рисунок 13 – Микрофотограмма препарата параганглиомы височной кости с участком воздействия фотоангиолитического диодного лазера. Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 10×40

При этом на представленных материалах с участками воздействия монополярного коагулятора были отмечены выраженные зоны коагуляционных артефактов, что затрудняло морфологическую оценку (Рисунок 14).

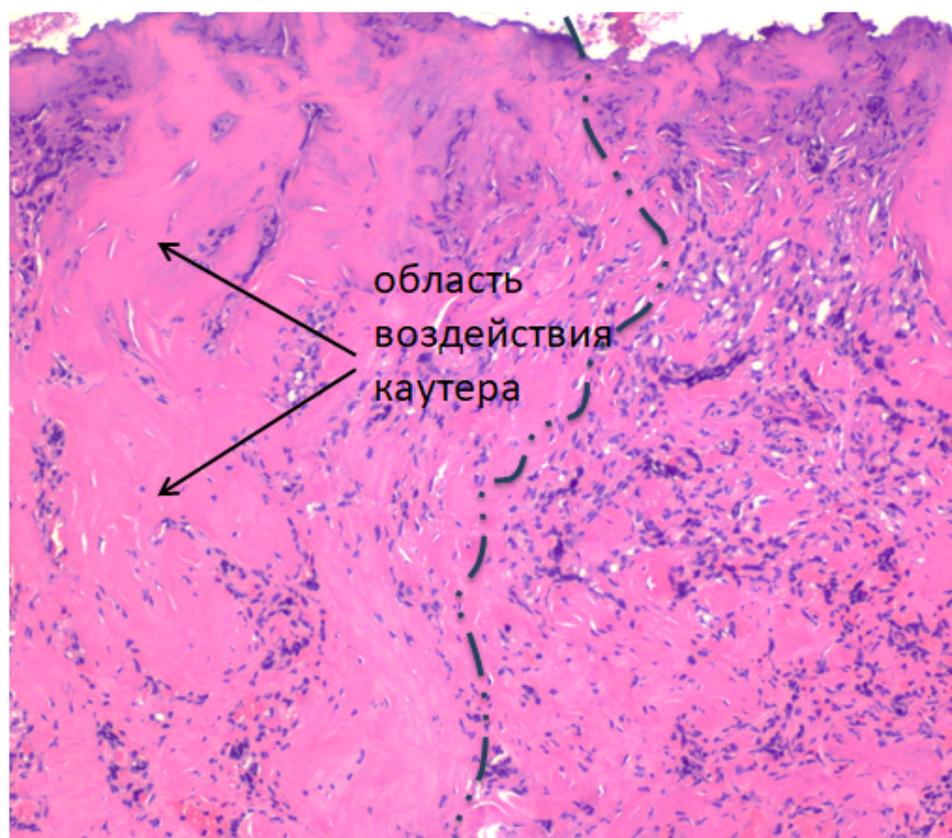


Рисунок 14 – Микрофотограмма препарата праганглиомы височной кости с участком воздействия монополярного электрода (радиохирургический аппарат Curis, Россия). Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 10×40

В ходе проведенной экспериментальной работы в условиях костной лаборатории ФГБУ НМИЦО ФМБА России удалось полностью оценить степень возможного повреждения жизненно важных структур при работе с фотоангиолитическим диодным лазером. А характер и степень повреждения тканей позволяли провести достоверное патоморфологическое исследование материала.

Наше предварительное использование фотоангиолитического диодного лазера в лабораторных условиях доказало, что режим работы 1 – 4 Вт (импульсы 80 – 120 мс, паузы 300 мс, волокно 300 мкм) безопасен для стенок различных сосудов. Это позволило нам после лабораторного эксперимента безопасно внедрить его в хирургическую практику при удалении параганглиомы височной кости с различным распространением.

ГЛАВА 4. КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОВ С ПАРААНГЛИОМОЙ ВИСОЧНОЙ КОСТИ ДО ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

4.1. Результаты общеклинического обследования

Началом основного заболевания условно считали момент появления первых клинических симптомов, таких как снижение слуха и пульсирующий шум в ухе. Результаты общеклинического обследования пациентов основной и контрольной групп не отличались.

Значимым критерием, актуальным и для оценки состояния пациента до и после хирургического лечения, считали уровень гемоглобина и гематокрита в периферической крови. Как видно из таблицы 2, до операции эти показатели у обследованных пациентов не отличались.

Таблица 2 – Уровень гемоглобина и гематокрита у пациентов контрольной и основной групп до хирургического лечения

Показатели	Величины показателей в группах исследования	
	контрольная группа (n = 37) M ± m (Min, Max)	основная группа (n = 30) M ± m (Min, Max)
Уровень гемоглобина, г/л	138,2 ± 14,7 (103 – 175)	137,1 ± 15,26 (101 – 162)
Гематокрит, %	39,8 ± 5,3 (18,3–51,7)	40,3 ± 4,2 (33,3–49,8)
p-value (t-критерий Стьюдента)	0,763	0,673

4.2. Результаты оториноларингологического обследования

При анализе жалоб на дооперационном этапе в контрольной группе снижение слуха отмечали 36 (97,3%) пациентов, шум в ухе – 37 (100%) пациентов, отделяемое из уха – 6 (16,2%) пациентов, ощущение распирания и дискомфорта в ухе – 4 (10,8%) пациента, головокружение – 2 (5,4%) пациента, асимметрию лица – 1 (2,7%) пациент. В основной группе снижение слуха отмечали 25 (84%) пациентов, шум в ухе – 30 (100%) пациентов, ощущение «распирания» и дискомфорта в ухе – 2 (7,0%) пациента, головокружение – 1 (4,0%) пациент.

В таблице 3 представлено сравнение жалоб пациентов основной и контрольных групп на дооперационном этапе.

Таблица 3 – Жалобы пациентов контрольной и основной групп в дооперационном периоде

Жалобы	Частота встречаемости признаков в группах исследования(n/%)	
	Контрольная группа (n = 37)	Основная группа (n = 30)
Снижение слуха	36/97,3	25/84
Глухота	4/10,9	0/0
Отделяемое из уха	6/16,2	0/0
Ощущение распирания, дискомфорта в ухе	4/10,8	2/7,0
Шум в ухе	37/100	30/100
Головокружение	2/5,4	1/4,0
Асимметрия лица	1/2,7	0/0

Из таблицы видно, что ведущими жалобами пациентов основной и контрольной групп были шум в ухе и снижение слуха. Достоверной разницы частоты встречаемости жалоб не было. Но в основной группе не было пациентов с ощущаемой глухотой и выделениями из уха.

При отомикроскопии во всех случаях у пациентов за барабанной перепонкой визуализировали образование бурого цвета (Рисунок 37).

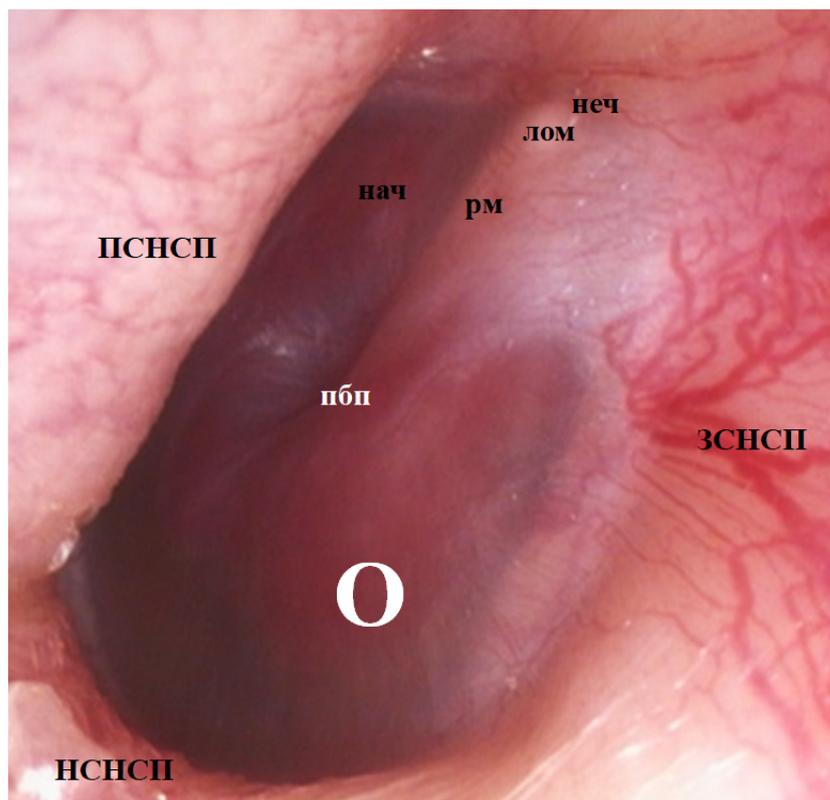


Рисунок 37 – Отоскопия с использованием эндоскопической техники у пациента К. 60 лет. Эндоскопическая картина левого уха при наличии параганглиомы височной кости. НАЧ – натянутая часть, НЕЧ – ненапрянутая часть, ЛОМ – латеральный отросток молоточка, ПБП – пупок барабанной перепонки, РМ – рукоятка молоточка

4.3. Результаты аудиологического обследования

В таблице 4 приведено сравнение результатов аудиологического обследования пациентов основной и контрольной групп на дооперационном этапе.

Таблица 4 – Степени снижения слуха у пациентов основной и контрольной группы по результату тональной пороговой аудиометрии

Степень снижения слуха	Частота встречаемости степени снижения слуха в группах исследования (n/%)	
	Контрольная группа (n = 37)	Основная группа (n = 30)
Норма слуха	3/8,1	5/16,7
I	5/13,5	7/23,3
II	9/24,3	11/36,7
III	11/29,7	3/10,0
IV	3/8,1	4/13,3
Глухота	6/16,2	0/0
Всего:	37/100	30/100
p-value (t-критерий Фишера)	0,042	0,042

Как видно из таблицы 4, в контрольной группе было значительное число пациентов с III степенью тугоухости и глухотой.

У всех обследованных пациентов при импедансометрии зафиксирован тип В, распад акустического рефлекса, который в последствии считали одним из основных критериев диагностики заболевания.

В основной группе среднее значение воздушного проведения до операции у пациентов составило 47,5 дБ, максимум – 95 дБ, минимум – 7,5 дБ, медиана – 46,88 дБ. В контрольной группе среднее значение составило 51,29 дБ, максимум – 97,5 дБ, минимум – 11,25 дБ, медиана – 52,5 дБ. Результаты дисперсного анализа при сравнении основной и контрольной групп показывают статистически незначимые различия между группами (p-value = 0,488) (Рисунок 38).

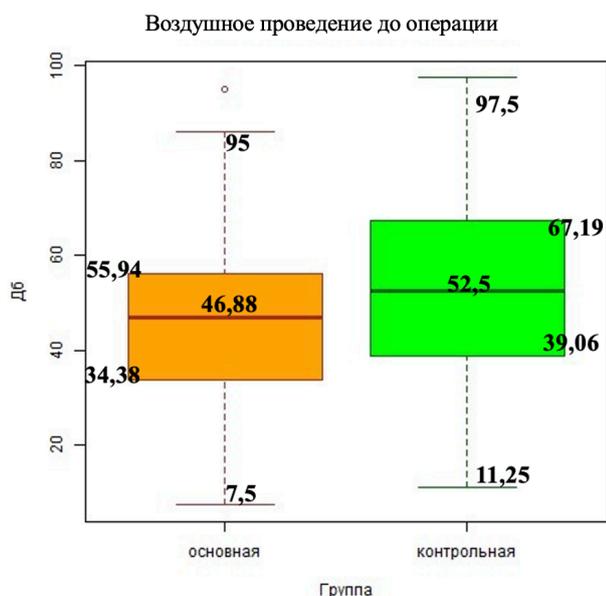


Рисунок 38 – Показатели воздушного проведения в основной и контрольной группе до операции

В основной группе среднее значение костного проведения до операции у пациентов основной группы составило 27,88 дБ, максимум 76,25 дБ, минимум 5 дБ, медиана 24,38 дБ. В контрольной группе среднее значение составило 26,75 дБ, максимум 65 дБ, минимум 6 дБ, медиана 25,62 дБ. Результаты дисперсного анализа при сравнении основной и контрольной группы демонстрируют статистически незначимые различия между группами ($p\text{-value} = 0,794$) (Рисунок 39).

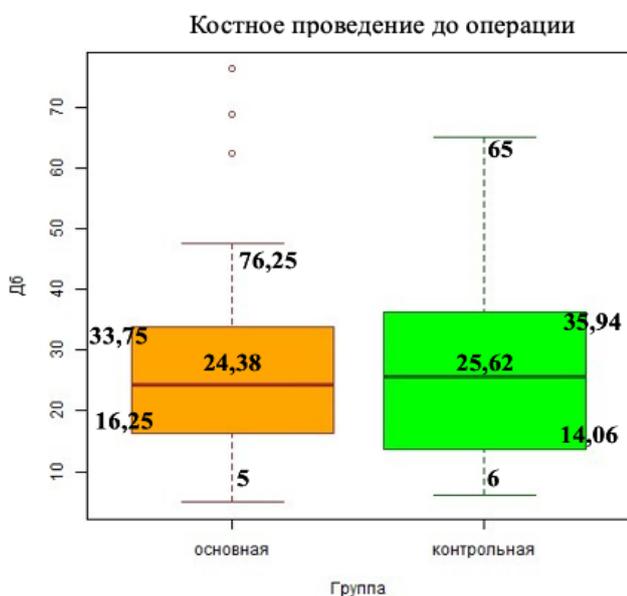


Рисунок 39 – Результаты по кости в основной и контрольной группе до операции

Результаты КВИ в группах исследования до хирургического лечения представлены на рисунке 40.

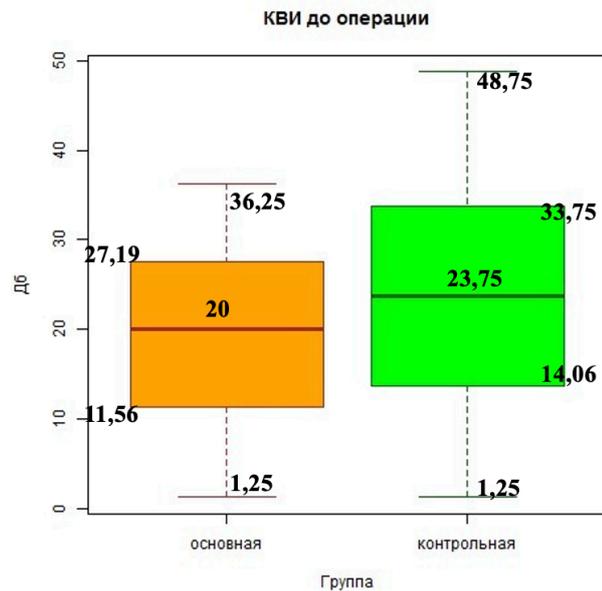


Рисунок 40 – Графическое представление сравнения результатов КВИ в основной и контрольной группе до операции

В основной группе среднее значение КВИ до операции у пациентов основной группы составило 19,62 дБ, максимум – 36,52 дБ, минимум – 1,25 дБ, медиана – 20 дБ. В контрольной группе среднее значение КВИ составило 24,54 дБ, максимум – 48,75 дБ, минимум – 1,25 дБ, медиана – 23,75 дБ. Результаты дисперсного анализа при сравнении основной и контрольной группы демонстрируют статистически незначимые различия между группами (p -value = 0,109) (Рисунок 40).

4.4. Результаты лучевых методов обследования

По МРТ височной области с контрастированием в дооперационном периоде в режимах T2-ВИ и T1-ВИ параганглиомы описываются как мягкотканное образование неоднородной структуры за счет гипо- и гиперинтенсивных включений («соль и перец»), интенсивно накапливающее контрастный препарат. Гипоинтенсивные включения соответствуют участкам быстрого артериального кровотока, гиперинтенсивные представляют собой зоны кровоизлияний или участки медленного кровотока (Рисунок 41 А, Б).

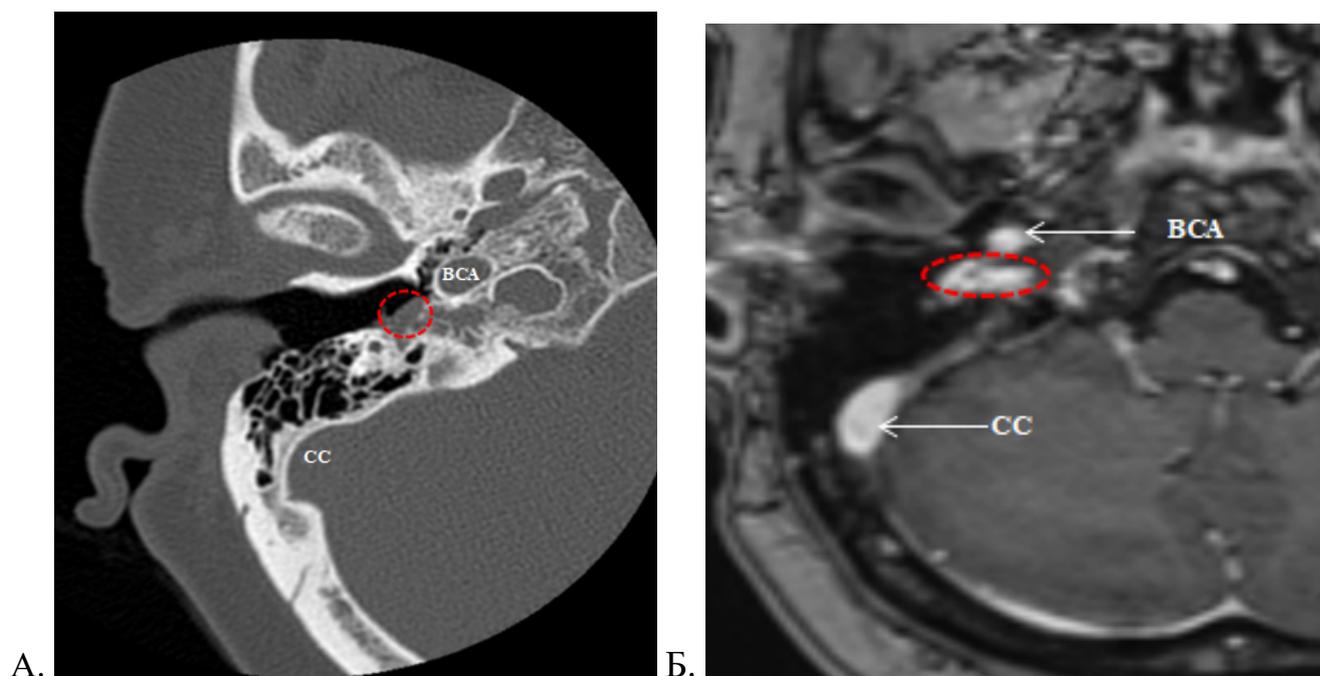


Рисунок 41 А, Б – КТ височных костей и МРТ височной области с контрастированием в дооперационном периоде пациента Д., 69 лет.
 ВСА – внутренняя сонная артерия, СС – сигмовидный синус

КТ-визуализация: опухоль типа А1 расположена в пределах барабанной полости, без прорастания в слуховую трубу. По данным МРТ (Т2-взвешенные изображения, Т1-взвешенные изображения в режиме iso, толщина среза 1 мм) определяется накопление контрастного вещества в области барабанной полости (Рисунок 41 А, Б).

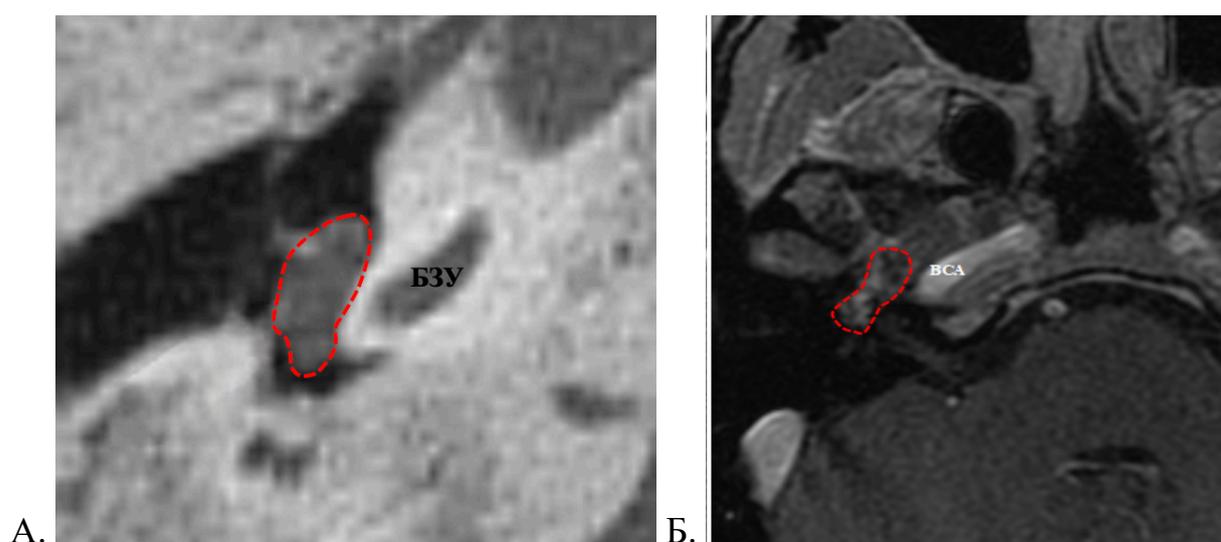


Рисунок 42 А, Б – КТ височных костей и МРТ височной области с контрастированием в дооперационном периоде пациента С., 67 лет.
 БЗУ – базальный завиток улитки

КТ-визуализация: опухоль типа А2 расположена в барабанной полости, распространяется в слуховую трубу и ниши окон. По данным МРТ (Т2-взвешенные изображения), Т1-взвешенные изображения в режиме iso, толщина среза 1 мм) определяется накопление контрастного вещества в барабанной полости с распространением в ниши окон лабиринта преддверия (Рисунок 42 А, Б).



Рисунок 43 А, Б – КТ височных костей и МРТ височной области с контрастированием в дооперационном периоде пациента Н., 70 лет.

СТ – слуховая труба

КТ-визуализация: опухоль типа В1 распространяется в гипотимпанум и синусы ретроимпанума. По данным МРТ (Т2-взвешенные изображения), Т1-взвешенные изображения в режиме iso, толщина среза 1 мм) определяется накопление контрастного вещества в гипотимпануме и синусах ретроимпанума (Рисунок 43 А, Б).

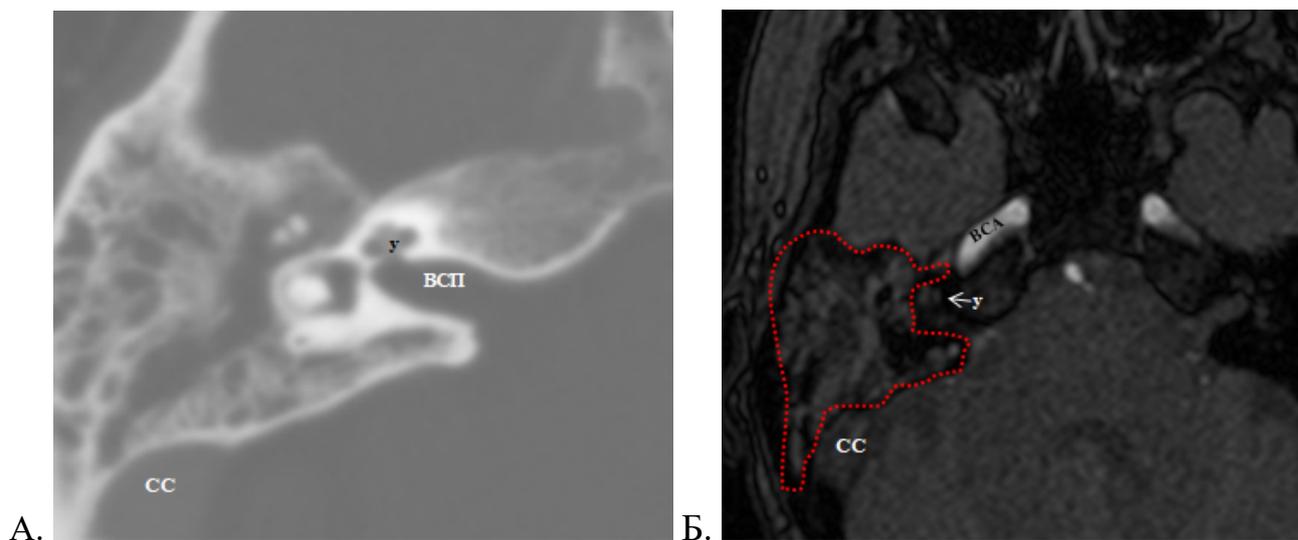


Рисунок 44 А, Б – КТ височных костей и МРТ височной области с контрастированием в дооперационном периоде пациента В., 65 лет.
У – улитка, ВСП – внутренний слуховой проход

КТ-визуализация, распространение опухоли тип В2 в барабанную полость и структуры сосцевидного отростка, по данным МРТ (Т2-взвешенных изображений), Т1-взвешенных изображений в режиме iso с толщиной среза 1 мм определяется накопление контрастного вещества в барабанной полости и клетках сосцевидного отростка (Рисунок 44 А, Б).

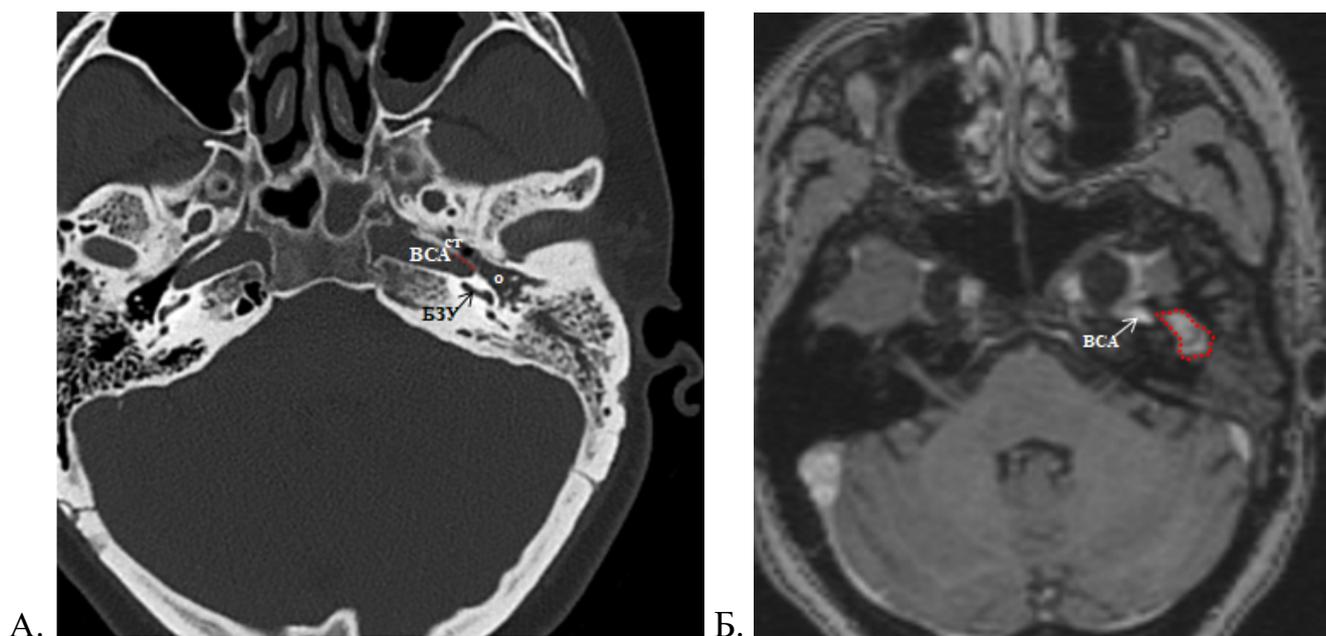


Рисунок 45 А, Б – КТ височных костей и МРТ височной области с контрастированием на дооперационном периоде пациента М., 56 лет

КТ-визуализация, распространение опухоли тип В3 в структуру сосцевидного отростка кзади и разрушение стенки сонного канала кпереди, по данным МРТ (Т2-взвешенных изображений), Т1-взвешенных изображений в режиме iso с толщиной среза 1 мм определяется накопление контрастного вещества в барабанной полости и клетках сосцевидного отростка (Рисунок 45 А, Б).

Таким образом, комплексная оценка результатов лучевых методов исследования, включающих компьютерную и магнитно-резонансную томографию височной кости с введением контрастного препарата, демонстрирует выраженную корреляцию с клинической картиной, характерной для параганглиомы. При анализе КТ-изображений визуализируется экспансивное образование с четким распространением по классификации параганглиом височной кости U. Fish и D. Mattox (1988 г.) в модификации M. Sanna (2010 г.). МРТ-исследование подтверждает наличие интенсивно васкуляризованного новообразования с характерным гетерогенным сигналом на Т1- и Т2-взвешенных изображениях, которое демонстрирует интенсивное контрастное усиление после введения контрастного препарата. Локализация, размеры и морфологические характеристики образования полностью соответствуют типичным признакам параганглиомы височной кости, что позволяет исключить другие дифференциальные диагнозы с аналогичной рентгенологической семиотикой.

Полученные данные не противоречат клиническим проявлениям заболевания и способствуют повышению диагностической точности. Они демонстрируют явное соответствие между клиническими и радиологическими находками, подчеркивая достоверность результатов лучевого обследования.

ГЛАВА 5. ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ПАРААНГЛИОМОЙ ВИСОЧНОЙ КОСТИ

5.1. Особенности лечения пациентов контрольной группы

Хирургическое удаление параанглиомы височной кости по стандартной методике провели 37 пациентам.

Среди 37 пациентов, включенных в группу по результатам рентгенологических исследований и интраоперационных находок, тип А1 отмечен у 6 (16,2%) пациентов, тип А2 – у 2 (5,4%), тип В1 – у 13 (35,2%), тип В2 – у 8 (21,6%), тип В3 – у 8 (21,6%) пациентов. Данные о распределении пациентов согласно классификации U. Fish и D. Mattox (1988 г.) в модификации M. Sanna (2010 г.), представлены на рисунке 46.

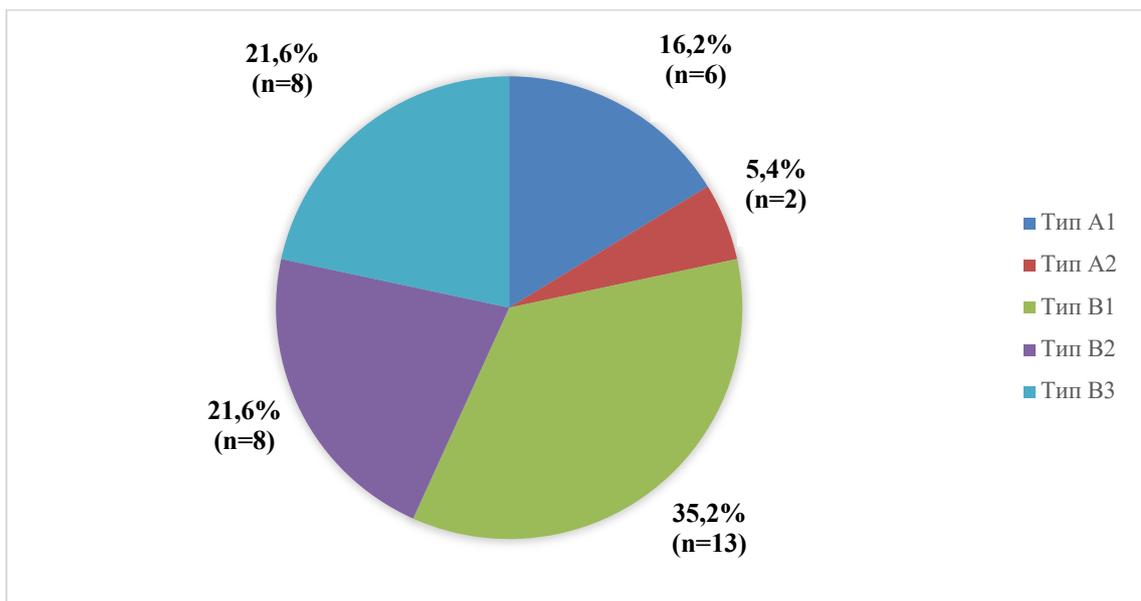


Рисунок 46 – Распределение пациентов контрольной группы согласно классификации U. Fish и D. Mattox (1988 г.) в модификации M. Sanna (2010 г.)

В контрольной группе 9 (24,3%) пациентов были прооперированы по поводу рецидива процесса после перенесенного ранее хирургического лечения в других лечебных учреждениях.

Ретроаурикулярный трансмеатальный доступ применен в 24 случаях: 5 пациентов с типом А1, 2 пациента с типом А2, 11 пациентов с типом В1, 5 пациентов с типом В2, 1 пациент с типом В3.

Трансмастоидальный доступ без сохранения стенки НСП проведен в 6 случаях: 2 пациентам с типом В2, 4 пациента с типом В3.

Трансмастоидальный доступ с расширенной задней тимпанотомией проведен у 7 пациентов: у 1 пациента с типом А1, 2 пациентов с типом В1, 1 пациента с типом В2, 3 пациентов с типом В3 (таблица 5).

Таблица 5 – Хирургические доступы у пациентов контрольной группы в зависимости от типа параганглиомы (n/%)

Вид доступа	Распределение хирургических доступов при различных типах параганглиомы (n)					Итого n/%
	А1 (n = 6)	А2 (n = 2)	В1 (n = 13)	В2 (n = 8)	В3 (n = 8)	
Ретроаурикулярный- трансмеатальный	5	2	11	5	1	24/64,9
Трансмастоидальный без сохранения задней НСП				2	4	6/16,2
Трансмастоидальный с расширенной задней тимпанотомией	1		2	1	3	7/18,9
Итого	6/16,2	2/5,4	13/35,1	8/21,6	8/21,6	37/100

Интраоперационно диагноз был подтвержден у всех 37 пациентов. Однако во время хирургического лечения при отомикроскопии тип параганглиомы отличался от такового по данным МСКТ. В 2 случаях у пациентов по результатам МСКТ был выставлен диагноз, при котором распространение параганглиомы соответствовало

типу С1. В ходе хирургического вмешательства расположение новообразования было уточнено. Опухоли занимали барабанную полость, распространялись в структуры сосцевидного отростка и разрушали стенку канала сонной артерии кпереди. Опухоли были типированы как тип В3. Различия в интерпретации опухолевого процесса на рентгенологических снимках и во время операции объясняются возможностью более точной оценки прилежащих тканей в ходе вмешательства.

Таблица 6 – Состояние звукопроводящей системы при различных типах параганглиомы у пациентов контрольной группы (по результатам хирургического вмешательства)

Тип параганглиомы	Распределение структур оссикулярной системы в зависимости от типа параганглиомы височной кости n		Всего: n/%	p-value (t-критерий Фишера)
	Слуховые косточки сохранены	Разрушение слуховых косточек		
A1	4	3	7/18,9	0,03
A2	1	1	2/5,4	
B1	7	6	13/35,2	
B2	1	6	7/18,9	
B3	0	8	8/21,6	
Всего n/%:	13/35,1	24/64,9	37/100	

Сохраненные слуховые косточки имели 13 (35,2%) пациентов, а оссикулопластика потребовалась 24 (64,9%) пациентам (Таблица 6).

Пластику барабанной перепонки всем пациентам выполнили по методике underlay.

Во время обязательного нейромониторинга лицевого нерва у всех пациентов зафиксирован ответ на стимуляцию.

В ходе хирургического вмешательства объем кровопотери в среднем составил $343,5 \pm 152,51$ мл. Минимальная кровопотеря составила 70 мл, максимальная – 1500 мл. В дальнейшем оценивали уровень гемоглобина на 3 сутки после операции, гематокрит, ОЦК, САД, ЧСС. Только одному пациенту контрольной группы с кровопотерей 1500 мл и развившейся в связи с этим постгеморрагической анемией III степени потребовалось проведение трансфузионной терапии в виде 640 мл плазмы крови и 640 мл эритроцитарной массы в раннем послеоперационном периоде.

Длительность хирургического вмешательства в течение 1 часа была у 10 (27%) пациентов, 2 часов – у 18 (48,6%) пациентов, в течение 3 часов – у 9 (24,3%) пациентов. При этом была заметна зависимость длительности операции от типа опухоли у пациента.

Таблица 7 – Длительность хирургического вмешательства при различных типах параганглиом у пациентов контрольной группы

Распределение пациентов по длительности хирургического вмешательства при различных типах параганглиомы височной кости (n)	Тип параганглиом (n)					Итого n/%
	A1 (n = 6)	A2 (n = 2)	B1 (n = 13)	B2 (n = 8)	B3 (n = 8)	
1 час	3		7	0	0	10/27
2 часа	3	2	4	5	4	18/48,6
3 часа	0		2	3	4	9/24,4
Всего (n/%):	6/16,2	2/5,4	13/35,2	8/21,6	8/21,6	37/100

Так в течение 1 часа были прооперированы 3 пациента с параганглиомой типа А1 и 7 пациентов с типом В1. В течение 2 часов были прооперированы 3 пациента с типом параганглиомы А1, 2 пациента с типом А2, 4 пациента с типом В1, 5 пациентов с типом В2, 4 пациента с типом В3. Операция в течение 3 часов длилась у 2 пациентов с типом параганглиомы В1, у 3 пациентов с типом В2, у 4 пациентов с типом В3 (Таблица 7).

5.2. Хирургическое лечения пациентов с использованием фотоангиолитического диодного лазера

5.2.1. Особенности хирургического лечения пациентов основной группы

Хирургическое удаление параганглиомы височной кости по усовершенствованному методу провели 30 пациентам.

Частота встречаемости типов параганглиомы височной кости у пациентов основной группы представлена на рисунке 47.

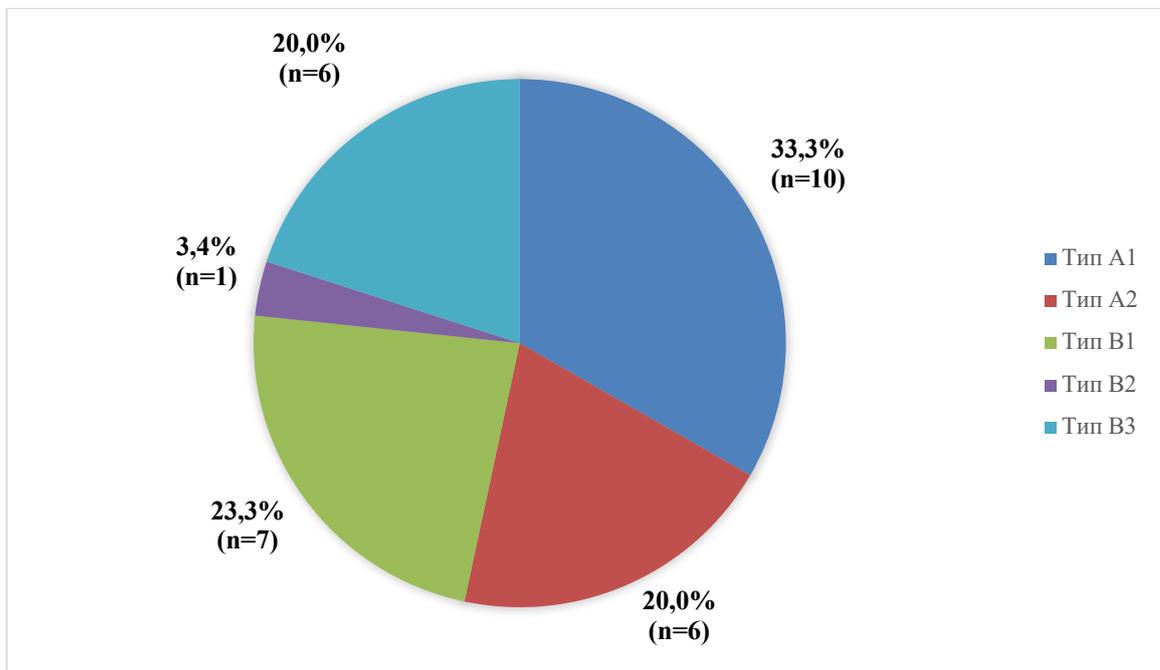


Рисунок 47 – Распределение пациентов по классификации U. Fish и D. Mattox (1988 г.) в модификации M. Sanna (2010 г.) в основной группе

Среди прооперированных пациентов основной группы тип А1 отмечен у 10 (33,3%) пациентов, тип А2 – у 6 (20,0%) пациентов, тип В1 – у 7 (23,3%) пациентов, тип В2 – у 1 (3,4%) пациента, тип В3 – у 6 (20,0%) пациентов (Рисунок 48).

Анализ хирургических доступов важен, так как они определяют возможность полного удаления опухоли. Однако риск интраоперационного кровотечения, повреждения тканей и рецидивов остается значительным.

В основной группе зафиксировано 5 (16,7%) случаев рецидива после хирургического лечения, проведенного в других лечебных учреждениях.

Доступы к образованию среднего уха представлены в таблице 8.

Ретроаурикулярный трансмеатальный доступ применили в 25 случаях: 10 пациентов с типом А1, 6 пациентов с типом А2, 6 пациентов с типом В1, 1 пациент с типом В2, 2 пациента с типом В3 (таблица 8).

Трансмastoидальный доступ без сохранения стенки НСП применили у 2 пациентов с типом В3.

Трансмastoидальный доступ с расширенной задней тимпанотомией применили у 3 пациентов: 1 пациенту с типом В1 и 2 пациентов с типом В3.

Таблица 8 – Хирургические доступы у пациентов основной группы

Вид доступа	Частота хирургических доступов при различных типах параганглиомы					Итого (n/%)
	A1	A2	B1	B2	B3	
Ретроаурикулярный-трасмеатальный	10	6	6	1	2	25/83
Трансмastoидальный без сохранения задней стенки НСП					2	2/7,0
Трансмastoидальный с расширенной задней тимпанотомией			1	0	2	3/10,0
Всего (n/%):	10/33,0	6/20,0	7/23	2/7,0	6/20,0	30/100

Интраоперационно диагноз параганглиома височной кости был подтвержден у всех 30 пациентов. В результате удаления опухолевого процесса было отмечено различное состояние оссукулярной системы. Состояние цепи слуховых косточек пациентов основной группы представлено в таблице 9. У 22 (73,3%) пациентов цепь слуховых косточек была сохранна, подвижность ее не была нарушена, что не требовало ее реконструкции (Рисунок 48).

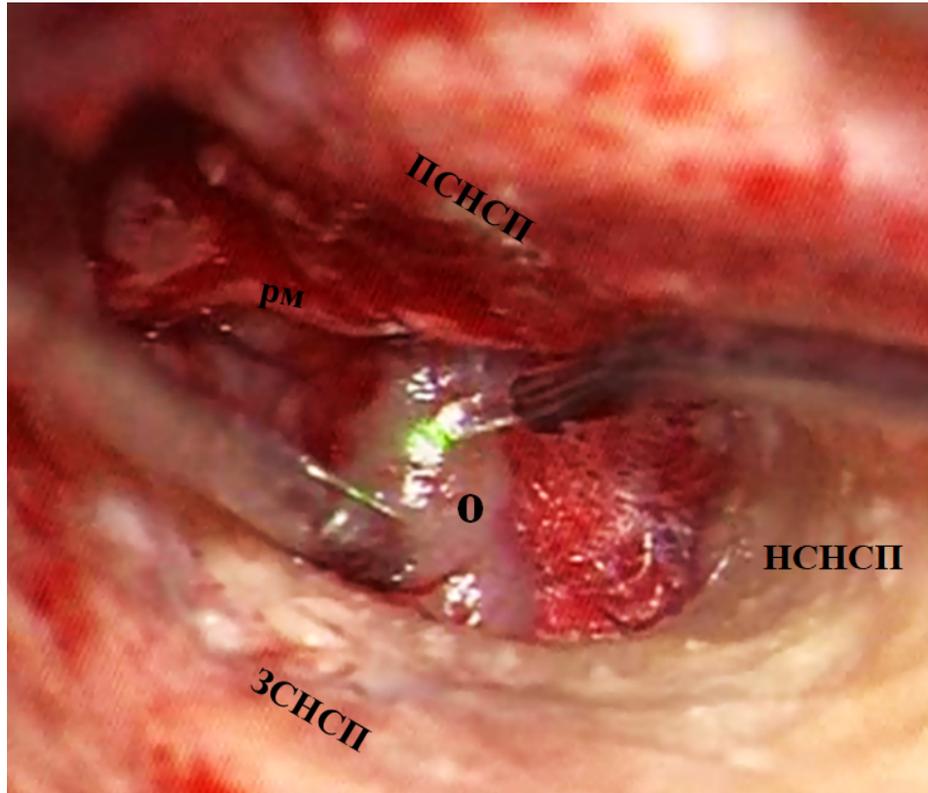


Рисунок 48 – Этап операции пациента Н., 67 лет. Фульгурирование новообразования при помощи фотоангиолитического лазера с сохранением оссикулярной системы

Оссикулопластику произвели 3 пациентам с типом А1, 1 пациенту с типом А2, 2 пациентам с типом В1 и у 2 пациентам с типом В3 (Рисунок 49).

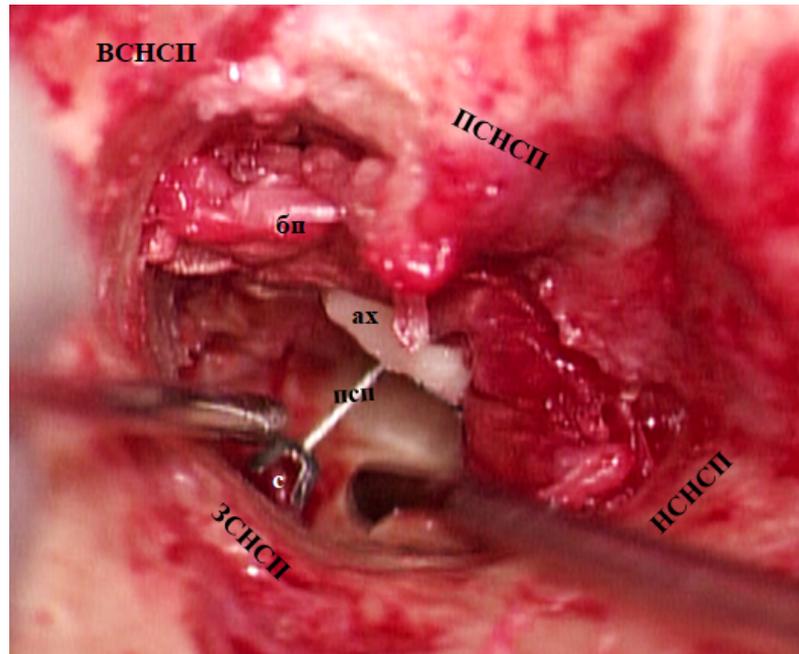


Рисунок 49 – Этап операции пациента В., 58 лет.
Оссикулопластика при помощи частичного протеза.

АХ – аутохрящ, БП – барабанная перепонка, ПСП – протез слуховых косточек

Оссикулопластика затруднена при интраоперационном кровотечении. Применение фотоангиолитического диодного лазера позволило быстро и эффективно остановить кровотечение, сохранив слуховые косточки и обеспечив возможность последующей оссикулопластики.

Таким образом, оссикулопластику произвели 8 пациентам основной группы.

Таблица 9 – Состояние оссикюлярной системы у пациентов основной группы в зависимости от типа опухоли у пациентов

Слуховые косточки сохранены n/%	Распределение пациентов по степени сохранения оссикюлярной системы при различных типах параганглиомы височной кости n		Всего n%	p-value (t-критерий Фишера)
	Слуховые косточки сохранены	Слуховые косточки разрушены		
A1	8	2	10/33,3	} 1
A2	5	1	6/20	
B1	5	2	7/23,3	
B2	1	0	1/3,4	
B3	4	2	6/20	
Всего (n/%):	22/73,3	8/26,4	30/100	

Цепь слуховых косточек оставалась функционально состоятельной у: 8 пациентов с типом А1, 5 пациентов с типом А2, 5 пациентов с типом В1, 1 пациента с типом В2, 4 пациентов с типом В3 (таблица 9).

Пластику барабанной перепонки выполняли по методике underlay с одномоментной оссикюлопластикой аутохрящем или с использованием частичного/полного оссикюлярного протеза (Рисунок 50).

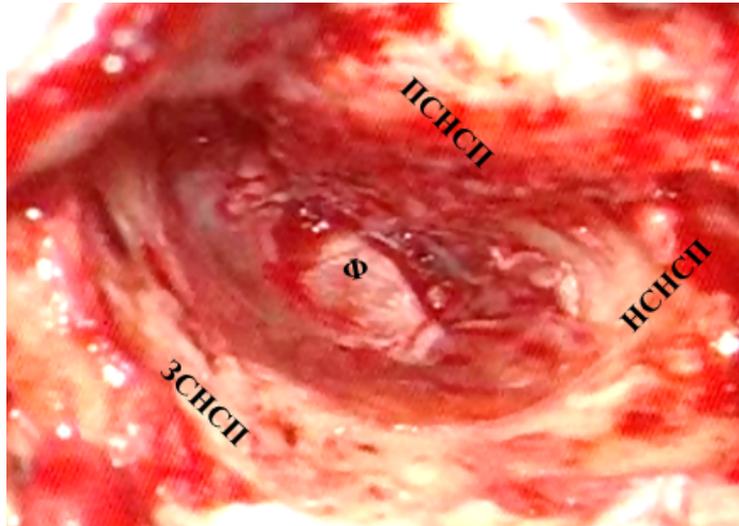


Рисунок 50 – Этап операции пациента Н., 67 лет.
Мирингопластика по технике under-lay

При обязательном нейромониторинге лицевого нерва ответ на стимуляцию был получен у всех пациентов.

Продолжительность операции зависела от типа параганглиомы (Таблица 10).

Таблица 10 – Длительность хирургического вмешательства у пациентов основной группы в зависимости от типа параганглиомы в основной группе (n = 30)

Распределение пациентов по длительности хирургического вмешательства при различных типах параганглиомы височной кости (n)	Тип параганглиом (n)					Итого n/%
	A1 (n = 11)	A2 (n = 6)	B1 (n = 7)	B2 (n = 0)	B3 (n = 6)	
1 час	7	4	4	0	2	17/56,7
2 часа	3	2	3	0	4	12/480
3 часа	0	0	0	1	0	1/3,4
Всего (n/%):	10/33,3	6/20	7/23,3	1/3,4	6/20	30/100

Как видно из таблицы 10, фотоангиолитический диодный лазер эффективно купирует интраоперационное кровотечение, что значительно сокращает продолжительность операции при параганглиоме височной кости.

Средняя кровопотеря у пациентов основной группы составила $24,5 \pm 14,0$ мл, поэтому уровень гемоглобина оценивали на третьи сутки после операции. Ни одному пациенту не потребовалась заместительная терапия из-за незначительной интраоперационной кровопотери.

5.3. Результаты хирургического лечения пациентов основной и контрольной групп

Учитывая особенности заболевания, наиболее информативным было сравнение результатов хирургического лечения в основной и контрольной группах в раннем послеоперационном периоде (с 1 по 14 день), через 1 месяц и через 1 год после операции.

Все операционные материалы направляли на патоморфологическое исследование. У всех 67 (100%) прооперированных пациентов диагноз параганглиомы был подтвержден. Признаков злокачественности не выявлено. Образец препарата параганглиомы представлен на рисунке 51.

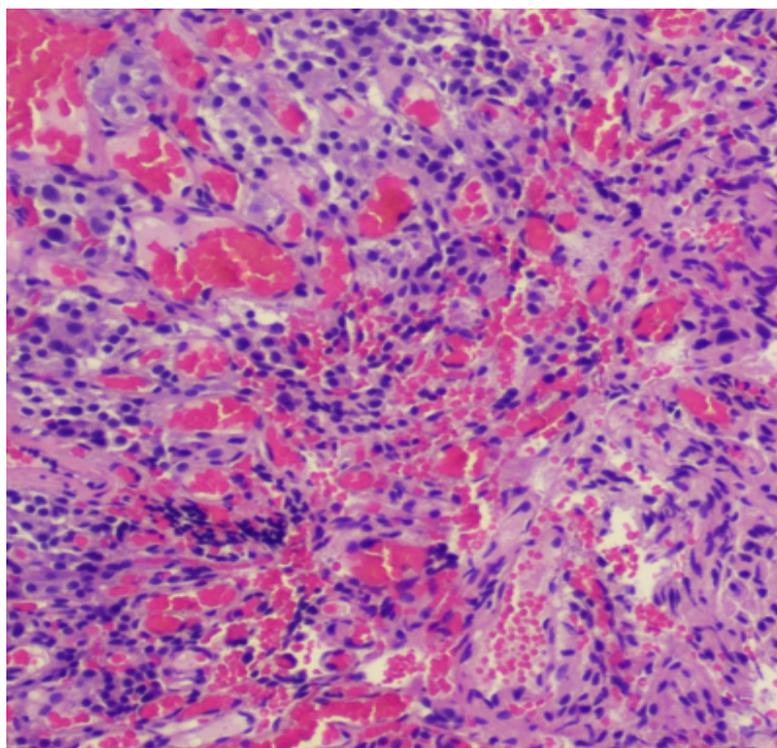


Рисунок 51 – Микрофотограмма препарата параганглиомы височной кости.
Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 10 × 40

5.3.1. Результаты хирургического лечения пациентов основной и контрольной групп в раннем послеоперационном периоде и через 1 месяц после операции

У всех обследованных пациентов в до- и послеоперационном периоде оценивали уровень гемоглобина, гематокрита, ОЦК, объем кровопотери, АД, ЧСС. Дополнительно в послеоперационном периоде оценивали объем потребовавшейся заместительной терапии.

В основной группе среднее значение объема кровопотери составило 24,5 мл, максимум – 50 мл, минимум – 10 мл, медиана – 20 мл. В контрольной группе среднее значение объема кровопотери составило 343,5 мл, максимум – 1500 мл, минимум – 10 мл, медиана – 300 мл. Результаты дисперсного анализа при сравнении основной и контрольной группы представлены на рисунке 52, графически объем кровопотери представлен с использованием логарифмической шкалы для оси ординат (Рисунок 52).

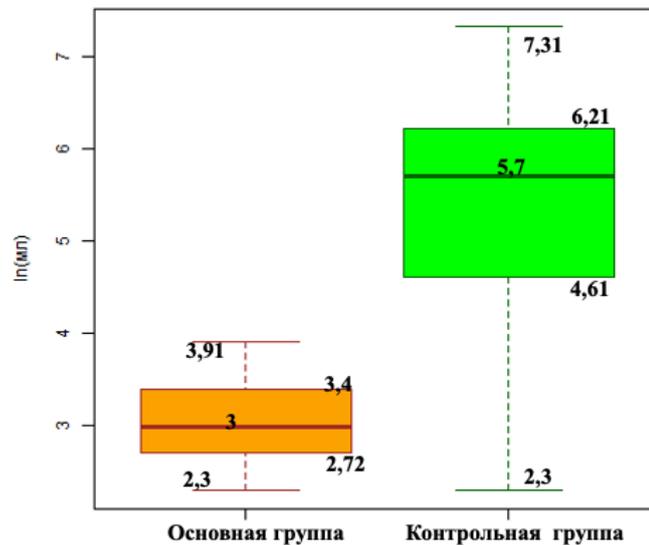


Рисунок 52 – Результаты кровопотери основной и контрольной группы

Данные рисунка 52 демонстрируют статистически значимые различия в объеме интраоперационной кровопотери ($p\text{-value} < 0,001$).

Однако различия в среднем уровне гемоглобина на третьи сутки после операции между основной и контрольной группами оказались незначительными (Таблица 11).

Таблица 11 – Уровень гемоглобина и кровопотери у пациентов основной и контрольной групп до- и на 3 сутки после хирургического лечения

Исследуемые показатели	Уровень показателей на этапах исследования в группах контроля			
	Пациенты основной группы n = 30		Пациенты контрольной группы n = 37	
	До операции	После операции	До операции	После операции
Уровень гемоглобина, г/л	137,1 ± 15,3 (101 – 162)	131,9 ± 14,2 (106 – 130)	138,2 ± 14,7 (103 – 175)	129,2 ± 17,3 (86 – 155)
p-value (t-критерий Стьюдента)	0,763	0,498	0,763	0,498

Сроки удаления тампонов из наружного слухового прохода или послеоперационной полости зависели от объема хирургического вмешательства.

В контрольной группе на третьи сутки тампоны не удаляли ни у одного пациента, на пятые – у одного пациента, на седьмые – у четырех, на десятые – у 32. Ввиду меньших объемов хирургического вмешательства на 3 сутки тампоны удалили у 3 пациентов основной группы, на 5 сутки – у 2 пациентов, на 7 сутки – у 25 пациентов.

Ни у одного из пациентов контрольной и основной групп в раннем послеоперационном периоде не было кровотечения из послеоперационной раны, наружного слухового прохода или операционной полости.

В ходе наблюдения пациентов обеих групп в раннем послеоперационном периоде показаний для повторного хирургического вмешательства, консультации других специалистов не было.

На 14 день после операции у всех пациентов контрольной группы при отоскопии отмечали выраженный отек и гиперемию кожи наружного слухового прохода, геморрагическое отделяемое в наружном слуховом проходе. При этом отмечали правильное положение неотимпанальной мембраны по отношению к стенкам наружного слухового прохода с формированием острого переднего меатотимпанального угла, отсутствие втяжений и ретракций неотимпанальной мембраны, отсутствие перфорации в ней. Такого рода клинико-морфологические результаты расценивали как удовлетворительные.

У пациентов основной группы отмечали умеренные реактивные изменения кожи наружного слухового прохода, отсутствие геморрагического отделяемого. Помимо этого, отмечали правильное положение неотимпанальной мембраны по отношению к стенкам наружного слухового прохода с формированием острого переднего меатотимпанального угла, отсутствие втяжений и ретракций неотимпанальной мембраны, отсутствие перфорации в ней. Данные клинико-морфологические результаты также расценивали как удовлетворительные.

Важным отличием клинических результатов у пациентов основной группы от таковых контрольной можно объяснить меньшим объемом хирургического вмешательства и кровоточивости тканей. Важным показателем является оценка длительности пребывания пациентов в стационаре после хирургического лечения, данные представлены на рисунке 53.

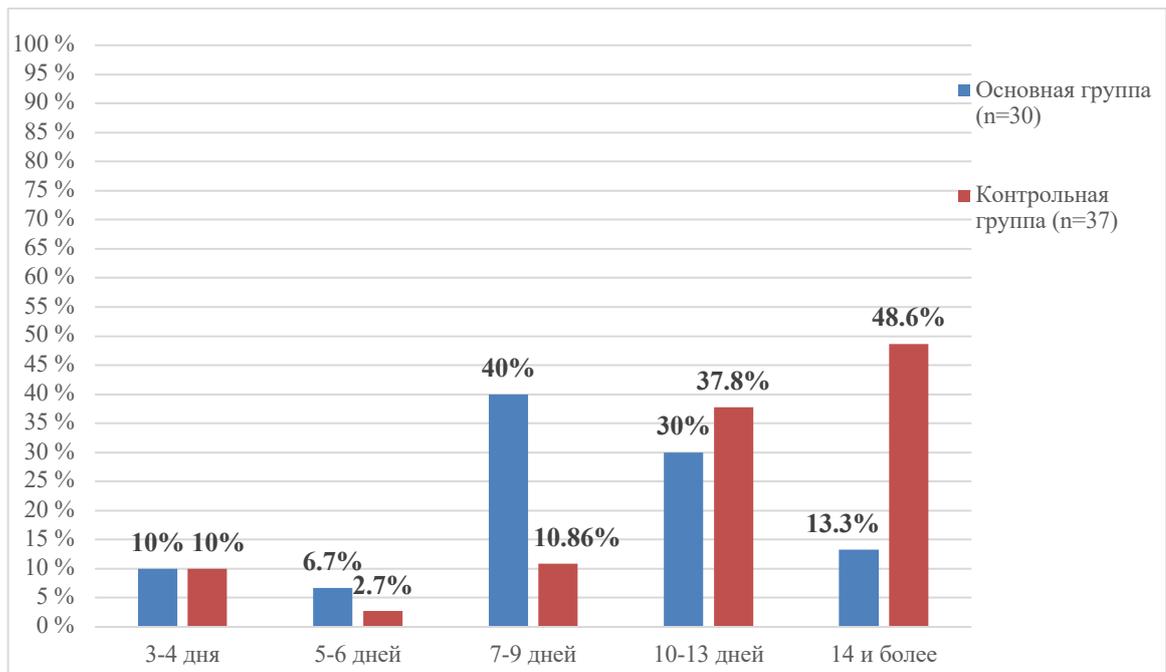


Рисунок 53 – Распределение пациентов основной и контрольной группы в зависимости от длительности пребывания в стационаре (p-value (t-критерий Фишера) = 0,001)

Средняя длительность госпитализации после хирургического лечения в основной группе была ниже, чем в контрольной (Рисунок 53).

Значительная разница в средней длительности госпитализации после хирургического лечения подтверждает эффективность нового метода хирургического лечения параганглиомы височной кости с использованием фотоангиолитического диодного лазера.

Через месяц после операции у всех пациентов основной и контрольной групп геморрагического отделяемого в наружном слуховом проходе или послеоперационной полости не было. Неотимпанальная мембрана была состоятельной, сохранялся ее острый передний меатотимпанальный угол у 30 (100%) пациентов основной групп и 37 (100%) пациентов контрольной группы. Неотимпанальная мембрана подвижна, и ретракции неотимпанальной мембраны не отмечалась у 30 (100%) пациентов основной группы и 37 (100%) пациентов контрольной группы (Рисунок 54). Активную эпидермизацию мастоидальной полости отмечали у 5 пациентов основной группы и 15 пациентов контрольной группы.

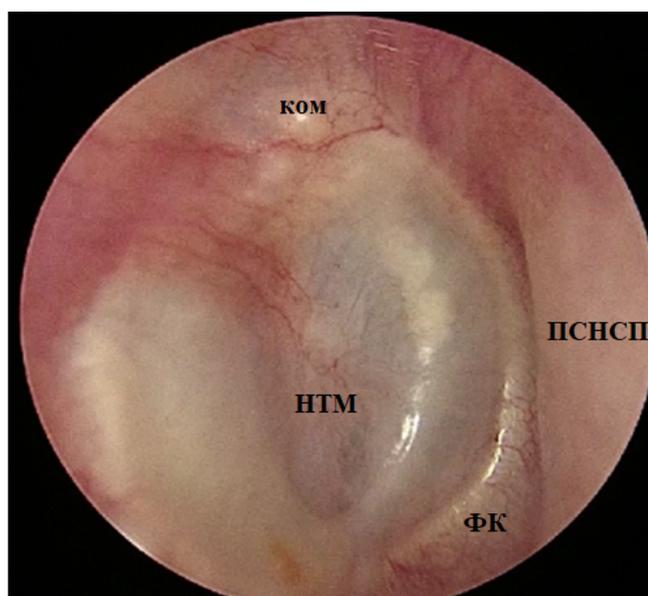


Рисунок 54 – Отоскопия пациента Н., 67 лет.
Отоскопия через 1 месяц после операции. КОМ – короткий отросток молоточка ,
НТМ – неотимпанальная мембрана, ФК – фиброзное кольцо

Снижение слуха через 1 месяц после хирургического лечения в основной группе отмечали у всех 30 пациентов. Ни у одного из них не была отмечена глухота. В контрольной группе снижение слуха отмечали у всех 37 пациентов, а у 7 (19%) из них – глухоту (Таблица 12).

Таблица 12 – Степени снижения слуха у пациентов основной и контрольной групп по результатам тональной пороговой аудиометрии через 1 месяц после хирургического лечения

Степень снижения слуха	Частота встречаемости степени снижения слуха в группах исследования (n/%)	
	Контрольная группа (n = 37)	Основная группа (n = 30)
I	1/2,7	7/23,3
II	11/29,7	9/30
III	12/32,4	10/33,3

Степень снижения слуха	Частота встречаемости степени снижения слуха в группах исследования (n/%)	
	Контрольная группа (n = 37)	Основная группа (n = 30)
IV	6/16,2	4/13,3
Глухота	7/18,9	0/0
Всего:	37/100	30/100
p-value (t-критерий Фишера)	0,016	0,016

Результаты аудиологического обследования в раннем послеоперационном периоде, соответствовали использованию гемостатического материала с установкой его в барабанную полость на область питающего опухоль сосуда, ранним послеоперационным изменениям в среднем ухе.

5.3.2. Результаты хирургического лечения пациентов с параганглиомой височной кости через 1 год после операции

Через год возобновления шума в ушах не отмечал ни один из 67 обследованных пациентов. Отоскопическая картина оставалась стабильной: состоятельная неотимпанальная мембрана с острым передним меатотимпанальным углом, подвижная, без ретракций. Послеоперационная полость у всех пациентов, у которых был применен трансмастоидальный доступ, была полностью эпидермизирована.

При аудиологическом обследовании заметили увеличение степени тугоухости у части пациентов основной и контрольной групп (Рисунок 55, 56).

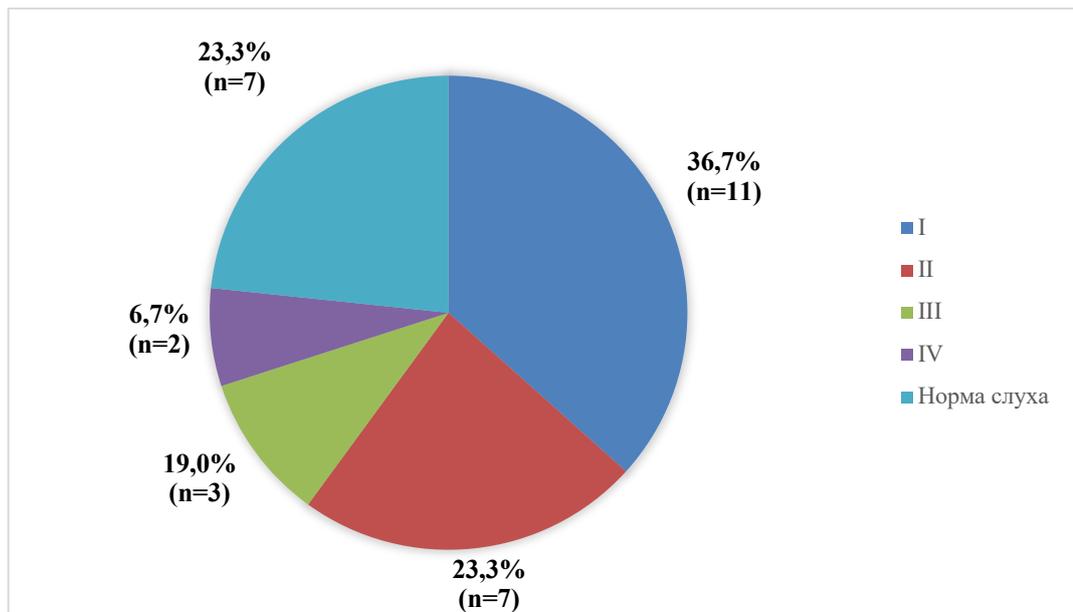


Рисунок 55 – Распределение пациентов в зависимости от степеней тугоухости в основной группе через 1 год после операции

В основной группе не выявлено ни одного пациента с глухотой. При этом количество пациентов с глухотой в контрольной группе увеличилось (Рисунок 56).

Количество пациентов в основной группе с нормальным слухом возросло, а случаи полной потери слуха в отдаленном послеоперационном периоде не были зафиксированы (Рисунок 55).

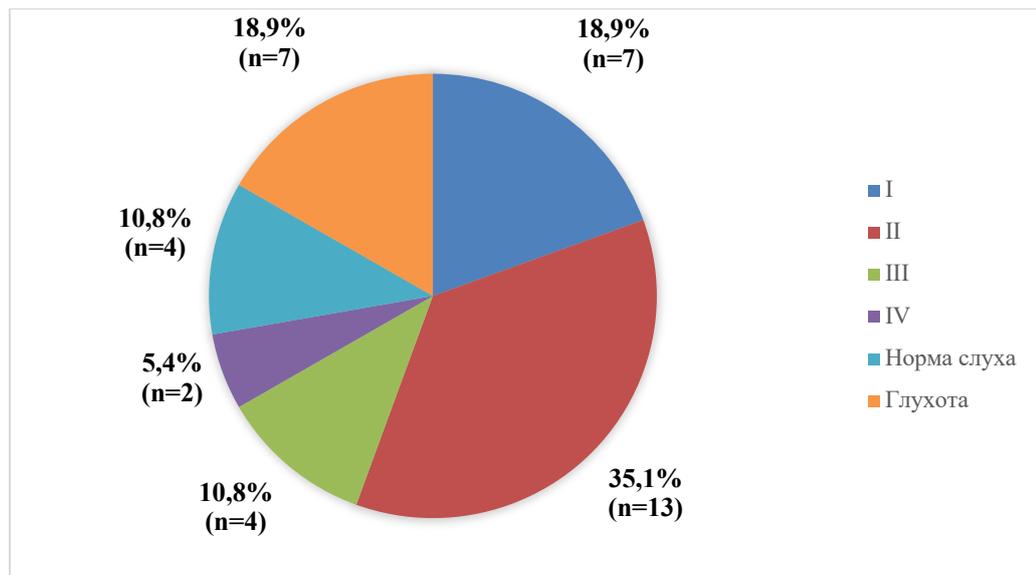


Рисунок 56 – Распределение пациентов в зависимости от степеней тугоухости в контрольной группе через 1 год после операции

Как видно из рисунков 55, 56, проведенное лечение у пациентов контрольной группы привело к заметному снижению степени тугоухости. Увеличилось количество пациентов с нормальным слухом, однако в отдаленном послеоперационном периоде наблюдались 7 случаев полной потери слуха.

Таблица 13 – Среднее значение результатов аудиологического обследования пациентов основной группы в до- и отдаленном послеоперационном периодах в зависимости от типа параганглиомы

Аудиометрические параметры при различных типах параганглиомы височной кости		Показатели аудиометрии на этапах исследования обследования (M+m)			
		До операции	p-value (t-критерий Стьюдента)	Отдаленный период 1 год	p-value (t-критерий Стьюдента)
Воздушное проведение (дБ)	Параганглиома тип А	44,71+-17,91	0,415	35,88+-19,95	0,162
	Параганглиома тип В	51,15+-23,2	0,415	47,79+-24,9	0,162
Костное проведение (дБ)	Параганглиома тип А	24,26+-14,57	0,251	25,29+-14,48	0,244
	Параганглиома тип В	32,6+-21,95	0,251	32,98+-19,38	0,244
КВИ (дБ)	Параганглиома тип А	20,44+-9,36	0,609	10,59+-7,82	0,185
	Параганглиома тип В	18,56+-10,26	0,609	14,81+-8,79	0,185

Таблица 14 – Среднее значение результатов аудиологического обследования пациентов контрольной группы в до- и отдаленном послеоперационном периодах в зависимости от типа параганглиомы

Аудиометрические параметры при различных типах параганглиомы височной кости		Показатели аудиометрии на этапах исследования обследования (M+m)			
		До операции	p-value (t-критерий Стьюдента)	Отдаленный период 1 год	p-value (t-критерий Стьюдента)
Воздушное проведение (дБ)	Параганглиома тип А	55,94+-28,04	0,57	46,56+-21,22	0,44
	Параганглиома тип В	49,6+-19,63	0,57	39,72+-19,31	0,44

Аудиометрические параметры при различных типах параганглиомы височной кости		Показатели аудиометрии на этапах исследования обследования (M+-m)			
		До операции	p-value (t-критерий Стьюдента)	Отдаленный период 1 год	p-value (t-критерий Стьюдента)
Костное проведение (дБ)	Параганглиома тип А	34,53+-20,21	0,195	31,88+-15,22	0,226
	Параганглиома тип В	23,92+-11,54	0,195	24,26+-11,38	0,226
КВИ (дБ)	Параганглиома тип А	21,41+-13,25	0,452	14,69+-8,6	0,841
	Параганглиома тип В	25,68+-13,68	0,452	15,45+-10,43	0,841

Результаты тональной аудиометрии основной и контрольной групп представлены в таблицах 13 и 14.

Как видно из таблиц 13 и 14, отмечено сокращение костно-воздушного интервала (КВИ) в основных частотных диапазонах, сопровождающееся улучшением воздушной проводимости без отрицательной динамики в показателях костной проводимости. Подтверждение вышеуказанных данных, представленные на рисунке 57.

Использование различных методов хирургического лечения параганглиомы височной кости может негативно отразиться на функции звуковосприятия, поэтому было важно оценить состояние звукового анализатора через год, при использовании традиционного удаления опухоли и использования фотоангиолитического диодного лазера, имеющего свои физические параметры, глубину воздействия и степень поглощения в тканях. Результаты представлены на серии рисунков (Рисунки 57, 58, 59).

Показатели аудиометрии по воздушному проведению обеих групп в послеоперационном периоде через 1 год отображены на рисунке 57.

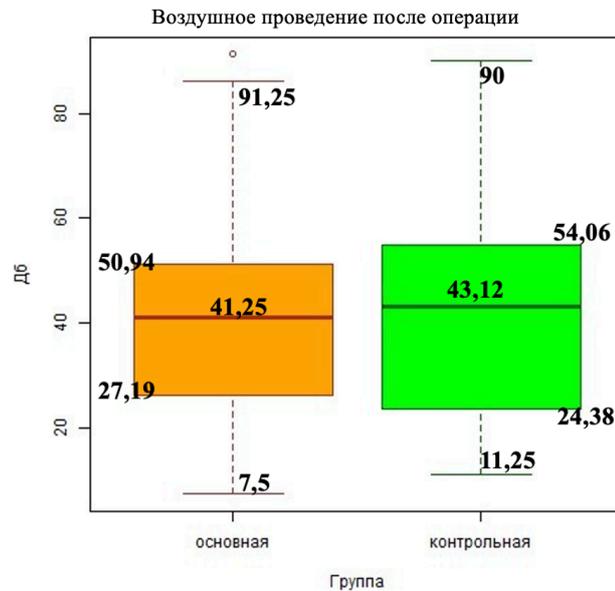


Рисунок 57 – Представление сравнения результатов проведения по воздуху в основной и контрольной группах через 1 год после операции

В основной группе среднее значение воздушного проведения после операции у пациентов основной группы составило 41,04 дБ, максимум – 91,25 дБ, минимум – 7,5 дБ, медиана – 41,25 дБ. В контрольной группе среднее значение составило 41,54 дБ, максимум – 90 дБ, минимум – 11,25 дБ, медиана – 43,12 дБ. Результаты дисперсного анализа при сравнении основной и контрольной группы демонстрируют статистически незначимые различия между группами ($p\text{-value} = 0,927$).

Анализ результатов аудиологического исследования по костной проводимости в группах через 1 год после операции представлен на рисунке 58.

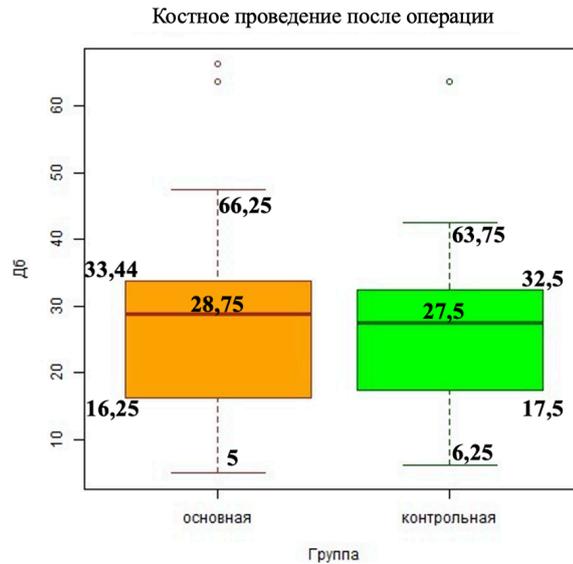


Рисунок 58 – Графическое представление сравнения результатов костного проведения в основной и контрольной группах через 1 год после операции

Важным показателем оценки послеоперационных результатов является исследование костного проведения. Данные по группам представлены на рисунке 58. В основной группе среднее значение костного проведения после операции составило 28,62 дБ, максимум – 66,25 дБ, минимум – 5 дБ, медиана – 28,75 дБ. В контрольной группе среднее значение составило 26,29 дБ, максимум – 63,75 дБ, минимум – 6,25 дБ, медиана – 27,5 дБ. Результаты дисперсного анализа при сравнении основной и контрольной группы демонстрируют статистически незначимые различия между группами ($p\text{-value} = 0,548$) (Рисунок 58).

Среднее значение КВИ в послеоперационном периоде через 1 год у обеих групп представлено на рисунке 59.

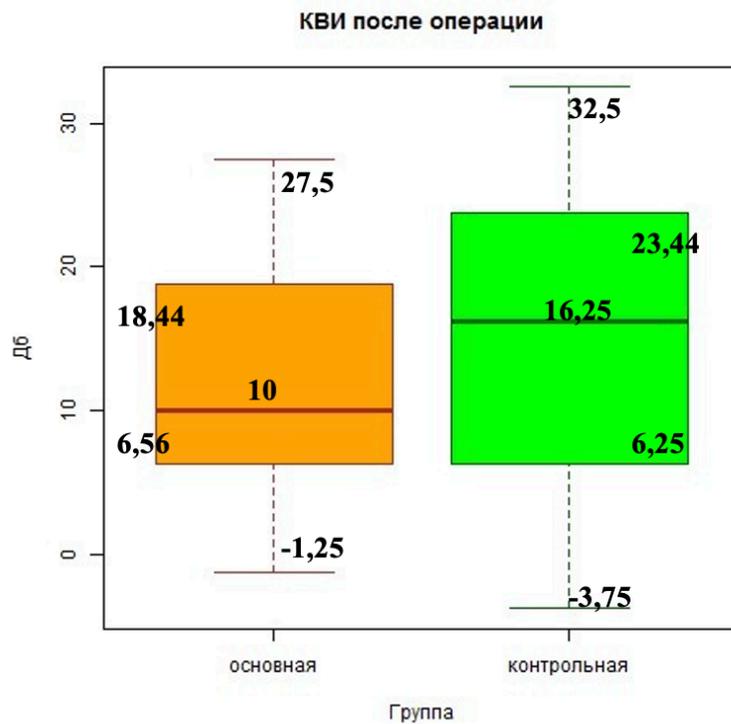


Рисунок 59 – Графическое представление сравнения результатов КВИ в основной и контрольной группах через 1 год после операции

В основной группе среднее значение КВИ после операции у пациентов основной группы составило 12,42 дБ, максимум – 27,5 дБ, минимум – 1,25 дБ, медиана – 10,5 дБ. В контрольной группе среднее значение составило 15,25 дБ, максимум – 32,5 дБ, минимум – 3,75 дБ, медиана – 16,25 дБ. Результаты дисперсного анализа при сравнении основной и контрольной группы демонстрируют статистически значимые различия между группами ($p\text{-value} = 0,235$) (Рисунок 59).

Применение модифицированного метода хирургического удаления параганглиомы типа А и типа В с использованием фотоангиолитического диодного лазера у пациентов основной группы, согласно результатам тональной аудиометрии в отдаленном послеоперационном периоде, не выявило повреждений звукового анализатора, вызывающих изменений показателей воздушной проводимости.

Для избежания рецидива параганглиомы всем пациентам основной и контрольной групп через 1 год после операции всем пациентам проводили МРТ височной области с контрастированием (Рисунок 60).

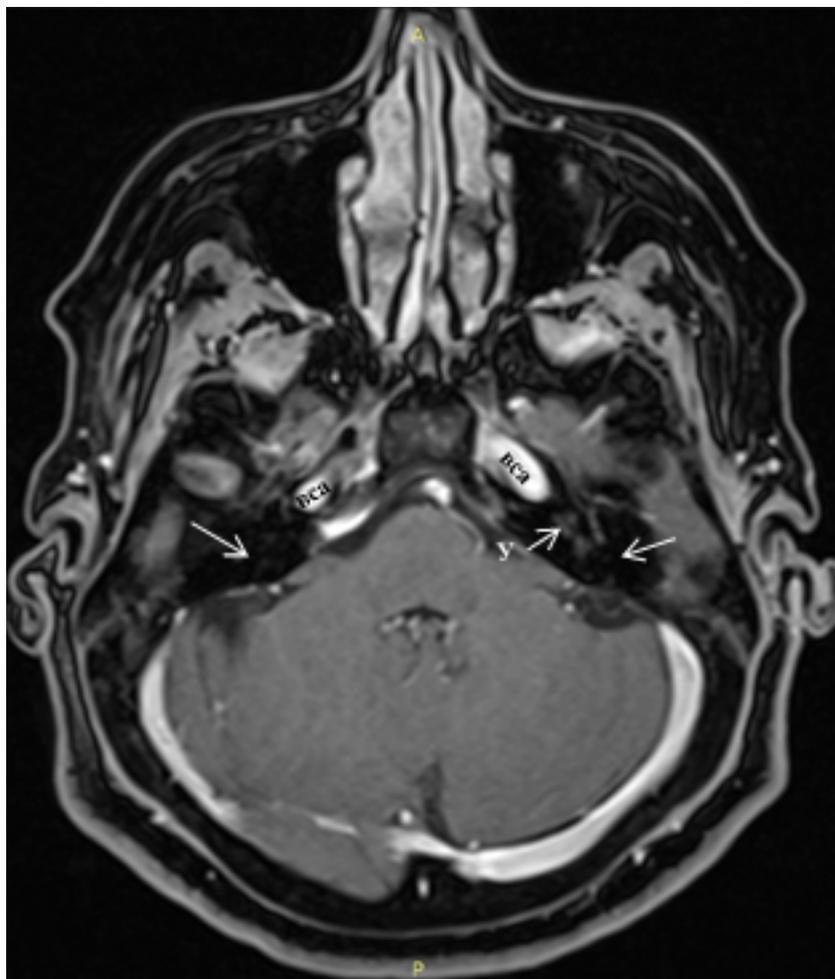


Рисунок 60 – МРТ-исследование пациента М., 56 лет. Исследование проводили через 1 год после операции на магнитно-резонансном томографе (МРТ) экспертного класса с напряженностью магнитного поля 1,5 Тесла. Т1-взвешенные изображения в режиме ISO с толщиной среза 1 мм. Мягкотканное образование, накапливающее контрастное вещество, в проекции височных областей не визуализировано

При динамическом наблюдении 52 пациентам провели обследование через 3 года после операции. Ни у одного из пациентов рецидива не было обнаружено. Данные одного из пациентов, В., 65 лет, представлены на рисунке 61 А, Б.

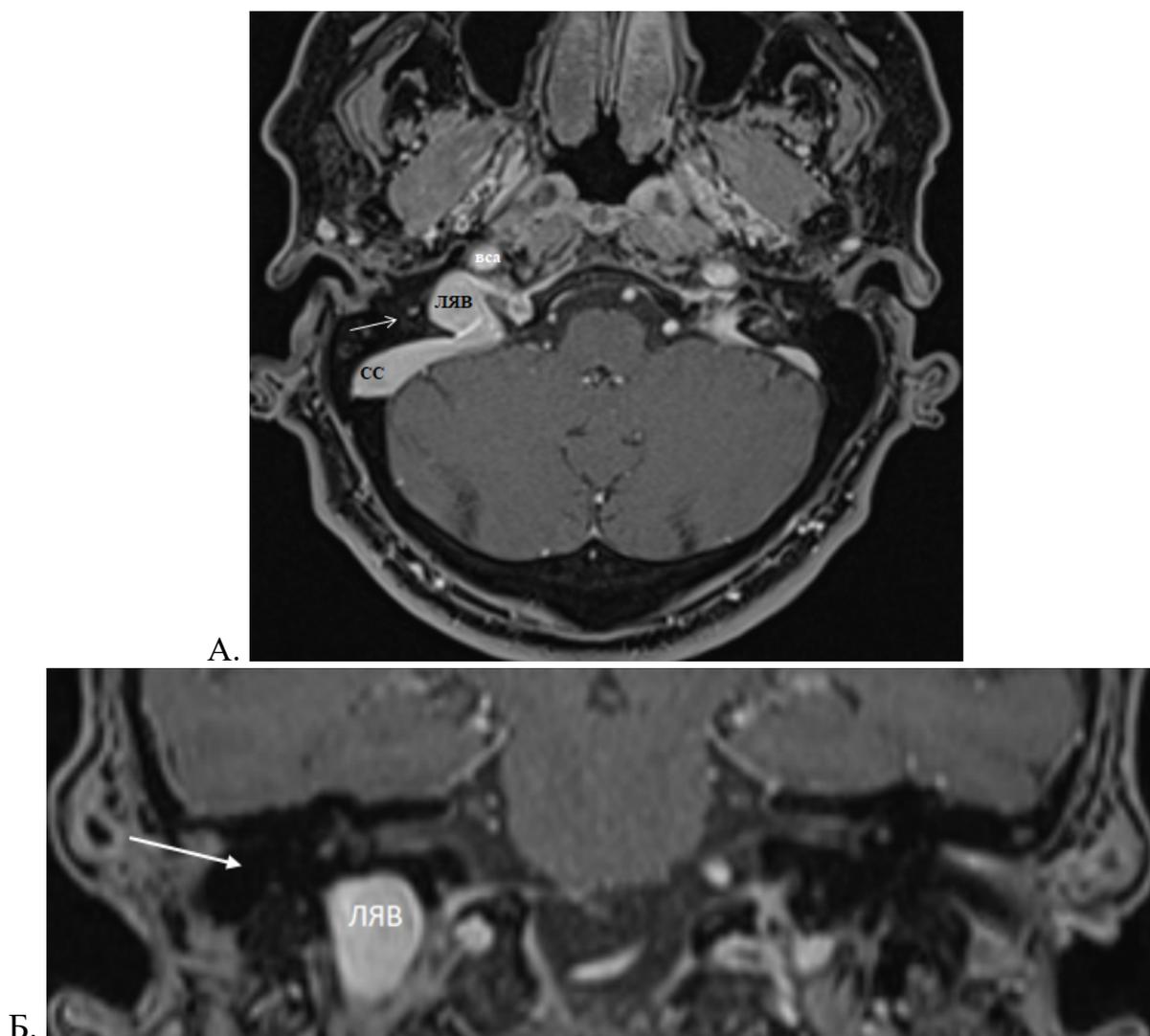


Рисунок 61 А, Б – МРТ исследование пациента В., 65 лет, проводили через 3 года после операции на магнитно-резонансном томографе (МРТ) экспертного класса с напряженностью магнитного поля 1,5 Тесла. Т1-взвешенные изображения в режиме iso с толщиной среза 1 мм. Мягкотканное образование, накапливающее контрастное вещество, в височных костях и прилежащих мягких тканях не визуализировано.

Таким образом, анализ полученных данных в ходе проведенного исследования показал, что использование фотоангиолитического диодного лазера при хирургическом лечении пациентов с параганглиомой височной кости позволяет уменьшить кровопотерю в ходе операции, сократить длительность операции и госпитализации после перенесенного хирургического лечения.

5.3.3. Клинические примеры

Клинический пример № 1: Женщина, 64 года, история болезни № 6142/20 находилась в ФГБУ НМИЦО ФМБА России с 09.11.2020 г. по 12.11.2020 г. Со слов пациентки: жалобы на пульсирующий шум в правом ухе, снижение слуха на правое ухо. Объективно: Отоскопия АД: заушная область интактна, ушная раковина правильной формы, наружный слуховой проход широкий, патологическое отделяемое в наружном слуховом проходе не отмечается, барабанная перепонка состоятельная, за барабанной перепонкой определяется образование бурого цвета (Рисунок 62).

Тональная аудиометрия от 05.11.2020 г.: Двусторонняя смешанная тугоухость справа – II степени, слева – I степени (Рисунок 63).

КТ височных костей от 4.11.2020 г.: Выявленные изменения височной кости справа могут быть отображением гломусного образования справа (Рисунок 63).

МРТ-ГМ (20.10.2020) очагового образования в проекции барабанной перепонки справа (susр. параганглиома) (Рисунок 64).

Диагноз: «Доброкачественное новообразование среднего уха справа (параганглиома тип А1 по Fisch). Правосторонняя смешанная тугоухость II степени. 09.11.2020 под ЭТН проведено: удаление новообразования височной кости справа(ретроаурикулярный-трансмеатальный доступ). Во время операции слуховые косточки сохранены. Фотоангиолитический диодный лазер не использовался. Видимые сосуды, питающие опухоль, коагулируют при помощи монополяра (радиохирургический аппарат Curis, Россия). Без осложнений. Установлены тампоны в Mergocel, в правое ухо. Длительность операции составила 1 час. Кровопотеря во время операции составила 75 мл. Этапы операции указаны. В 4 главе. Тампон на 3 сутки удален. Пациентка в удовлетворительном состоянии выписана на 3 сутки.

Жалобы на пульсирующий шум в раннем послеоперационном периоде купированы.

Патоморфологическое исследование от 09.11.2020 г. № 2486/20: параганглиома.

Ранний и поздний послеоперационный период пациентки Б., 64 года, протекал гладко: слух на оперированное ухо сохранился на уровне сенсоневральной тугоухости II степени с небольшим КВИ (около 5 – 10 дБ на разговорные частоты) (Рисунок 67), отделяемого из ушей нет; при отоскопии: неотимпанальная мембрана сохранена, подвижна (Рисунок 66). Лучевые методы исследования, проведенные через 1 и 2 года после оперативного лечения исключают наличие рецидива параганглиомы височной кости.

Пациентке было проведено через 1 год после операции 17.11.2021 г.: МРТ височной области с контрастированием с напряженностью магнитного поля 1,5 Тесла – Siemens MagnetomEspree (T1-взвешенные изображения в режиме iso с толщиной среза 1 мм). Мякотканное образование, накапливающее контрастное вещество, в височных костях и прилежащих мягких тканях не визуализировано (Рисунок 70). Пациентке проводилась тональная аудиометрия. Отмечено сокращение КВИ и отсутствие прироста сенсоневрального компонента (Рисунок 68 А, Б). Результаты представлены в 4 главе.



Рисунок 62 – Отоскопия с использованием эндоскопической техники пациентки Б., 64 года до операции.

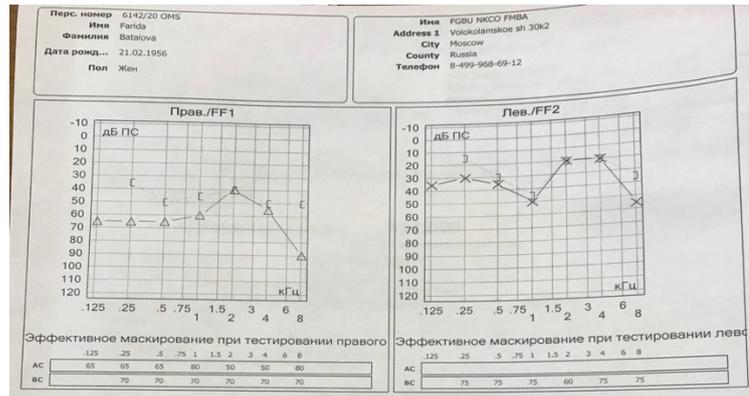


Рисунок 63 – Результаты тональной аудиометрии пациентки Б., 64 года до операции

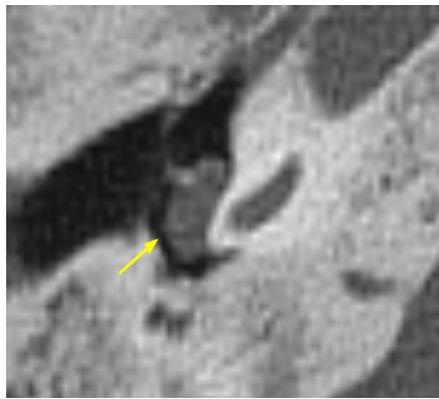


Рисунок 64 – КТ-визуализация, пациентки Б., 64 года до операции. Определяется опухоль тип А1 расположена в области барабанной полости, без прорастания в слуховую трубу

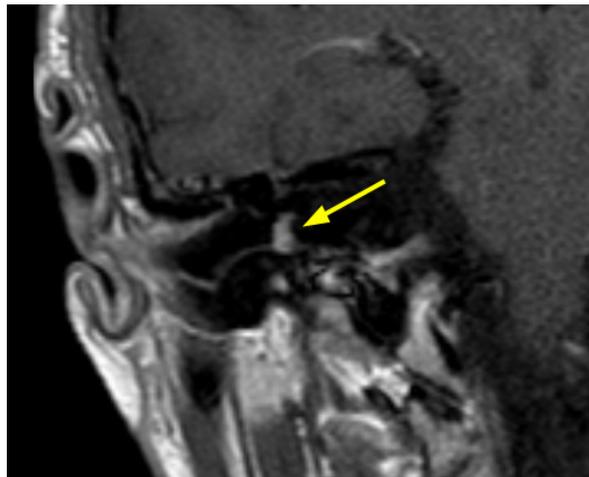


Рисунок 65 – МРТ височной области с контрастированием пациентки Б., 64 года до операции. Определяется образование в барабанной полости накапливающее контрастное вещество.



Рисунок 66 – Отоскопия с использованием эндоскопической техники пациентки Б., 64 года после операции

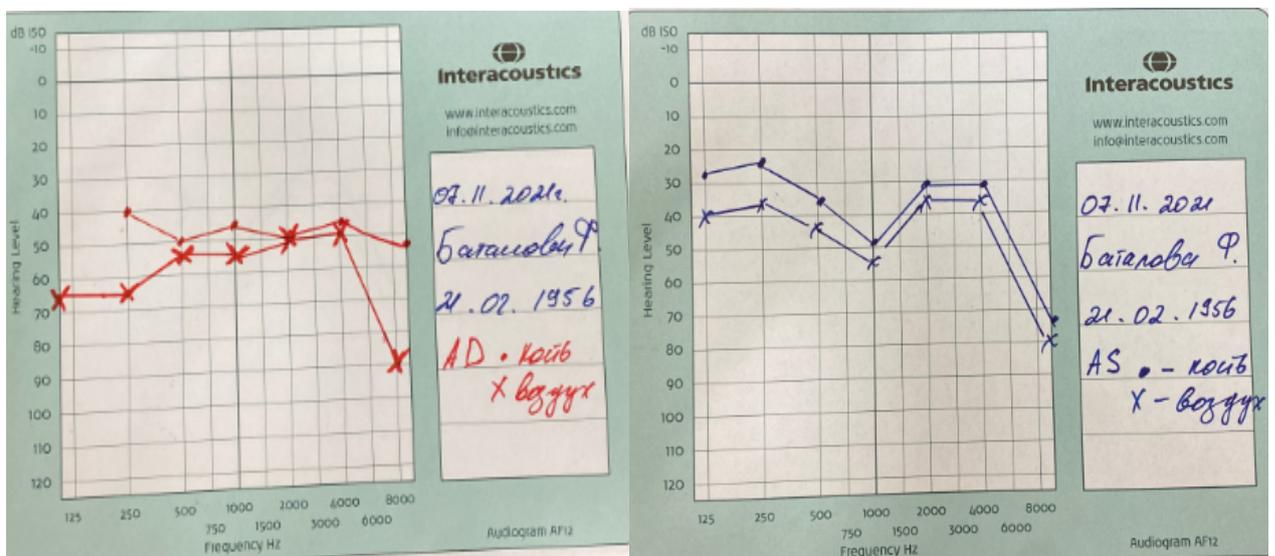


Рисунок 67 А, Б – Результаты тональной аудиометрии пациентки Б., 64. 1 год после операции

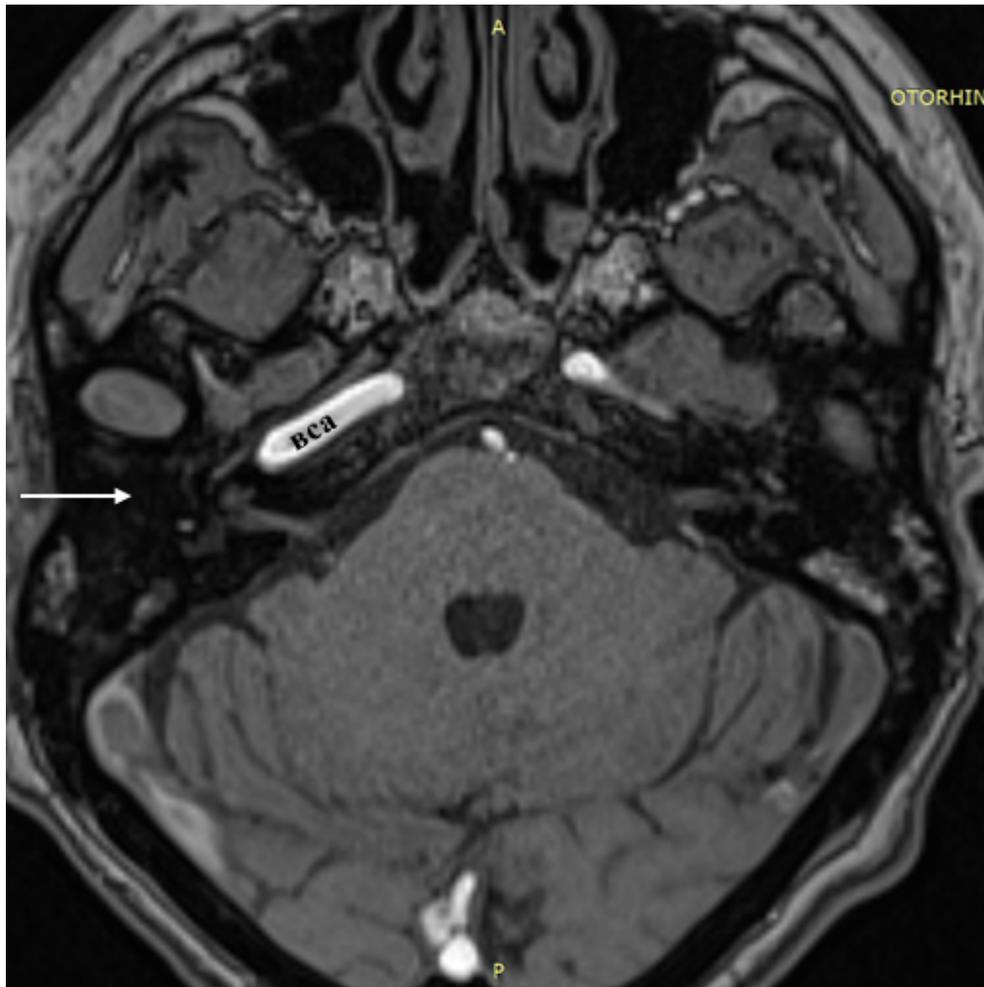


Рисунок 68 – МРТ височной области с контрастированием пациентки Б., 64 года, через 1 год после операции. Мягкотканное образование, накапливающее контрастное вещество, в височных костях и прилежащих мягких тканях не визуализировано

Клинический пример № 2: Мужчина, 47 лет, история болезни № 2713/19 находился в ФГБУ НМИЦО ФМБА России с 08.04.2019 г. по 16.04.2019 г.

Со слов пациентки: жалобы на пульсирующий шум в левом ухе, снижение слуха на левое ухо.

Объективно: Отоскопия AS: заушная область интактна, ушная раковина правильной формы, наружный слуховой проход широкий, патологическое отделяемое в наружном слуховом проходе не отмечается, obturated опухолью бурого цвета, барабанная перепонка состоятельная, полностью не обзрима (Рисунок 69).

Тональная аудиометрия от 20.03.2019 г.: Смешанная тугоухость слева – II степени (Рисунок 70).

КТ височных костей от 07.03.2019 г.: По КТ – визуализация, распространение опухоли в структуру сосцевидного отростка кзади и разрушение стенки сонного канала кпереди, по данным (Рисунок 71 А).

МРТ-височной области с контрастом (19.03.2019) МРТ T1-взвешенных изображений в режиме ISO с толщиной среза 1 мм определяется накопление контрастного вещества в барабанной полости и клетках сосцевидного отростка (Рисунок 71 Б).

Диагноз: «Доброкачественное новообразование среднего уха слева (параганглиома тип В3 по Fisch).

10.04.2019 г. – под ЭТН проведено: удаление новообразования височной кости слева (ретроаурикулярный-трансмаеатальный доступ). Во время операции слуховые косточки сохранены. Видимые сосуды, питающие опухоль, коагулировали при помощи фотоангиолитического диодного лазера с длиной волны 445 нм использовался. Мощностью 2 – 4 Вт бесконтактно в импульсном режиме. Длительность у используемого импульса составляла 60 – 100 мс, время между используемыми импульсами – до 300 мс. Расстояние от конца световода до поверхности опухоли постепенно уменьшали с 4 мм до 0,5 мм. Без осложнений. Установлены тампоны в Мероцель, в левое ухо. Длительность операции составила 1 час. Кровопотеря во время операции составила 50 мл. Этапы операции указаны.

В 4 главе (Рисунок 72). Тампон на 5 сутки удален. Пациент в удовлетворительном состоянии выписан на 6 сутки.

Жалобы на пульсирующий шум в раннем послеоперационном периоде купированы.

Патоморфологическое исследование от 10.04.2019 г. № 1210/19: параганглиома.

Ранний и поздний послеоперационный период пациента Е., 47 лет, протекал гладко: слух на оперированное ухо сохранился на уровне сенсоневральной тугоухости II степени с небольшим КВИ (около 5 – 10 дБ на разговорные частоты), отделяемого из ушей нет; при отоскопии: неотимпанальная мембрана сохранена, подвижна (Рисунок 73). Лучевые методы исследования, проведенные в течение 5 лет после хирургического лечения исключают наличие рецидива параганглиомы височной кости.

Пациенту было проведено через 1 год после операции 13.04.2020 г.: МРТ височной области с контрастированием с напряженностью магнитного поля 1,5 Тесла – Siemens MagnetomEspree (Т1-взвешенные изображения в режиме ISO с толщиной среза 1 мм). Мягкотканное образование, накапливающее контрастное вещество, в височных костях и прилежащих мягких тканях не визуализировано (Рисунок 74). Пациентке проводилась тональная аудиометрия. Отмечено сокращение КВИ и отсутствие прироста сенсоневрального компонента (Рисунок 75). Результаты представлены в 4 главе.



Рисунок 69 – Отоскопия до операции с использованием эндоскопической техники пациенту Е., 47 лет

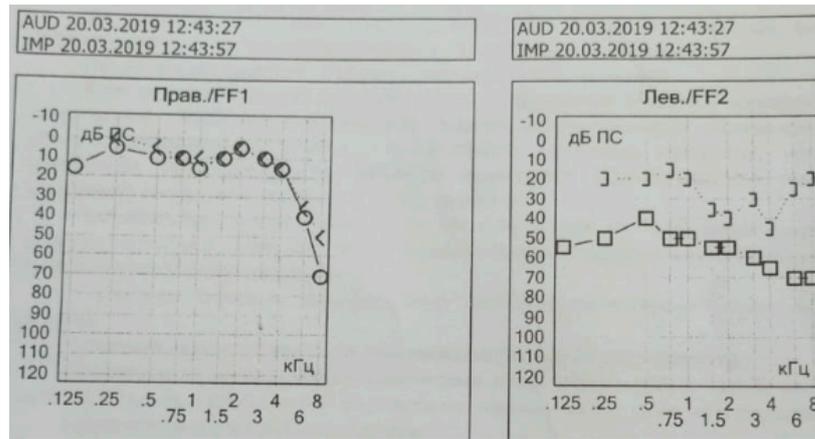


Рисунок 70 – Результаты тональной аудиометрии пациента Е., 47 года до операции.

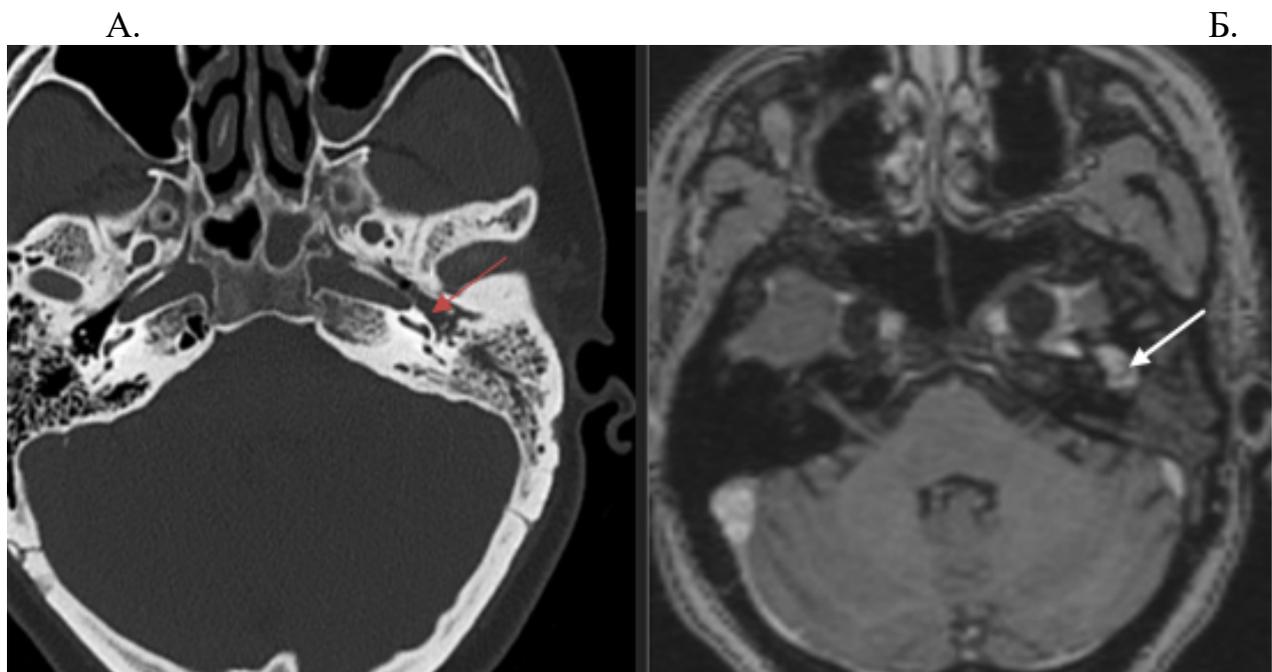


Рисунок 71 (А, Б) – КТ-визуализация, пациент Е., 47 лет до операции, определяется опухоль тип В3. МРТ височной области с контрастированием пациента Е., 47 лет до операции, определяется образование накапливающее контрастный препарат в проекции левой височной области.

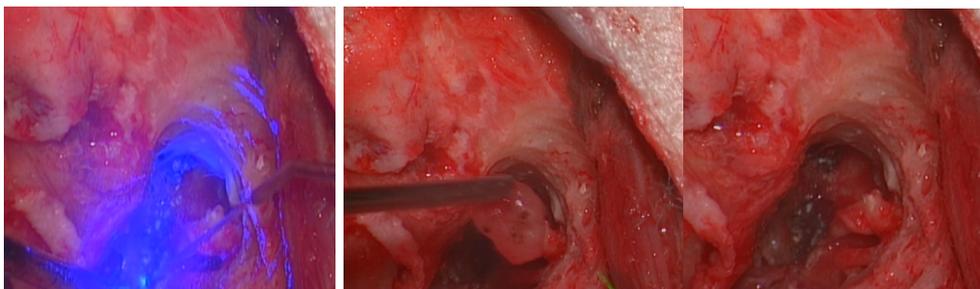


Рисунок 72 – Этапы хирургического лечения



Рисунок 73 – Отоскопия с использованием эндоскопической техники пациентки Б., 64 года после операции

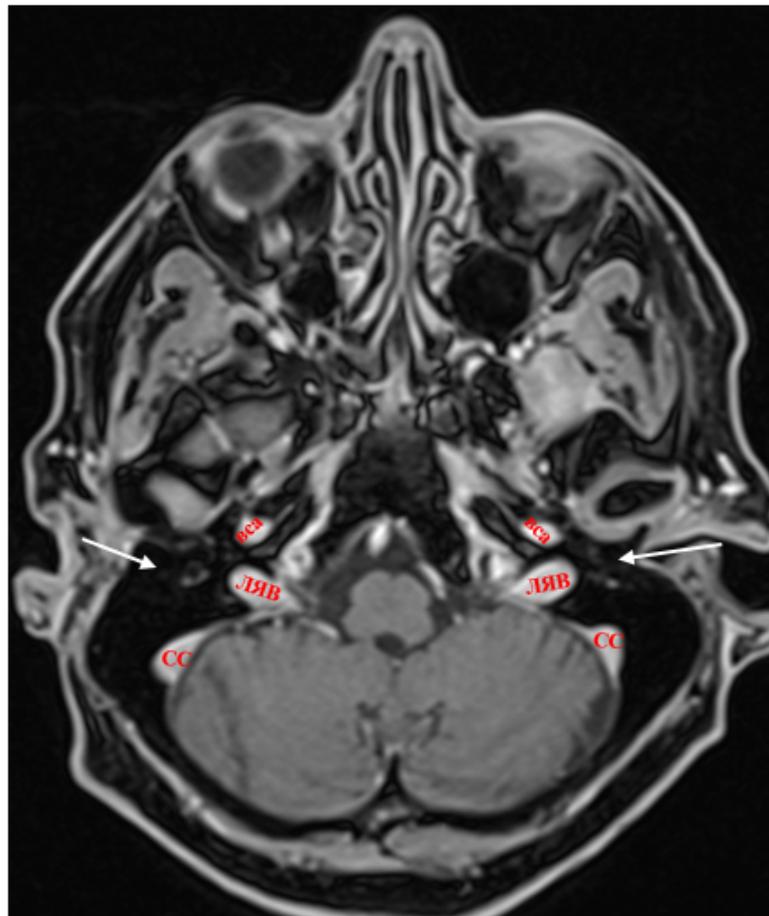


Рисунок 74 – МРТ височной области с контрастированием пациента Е., 48 лет, через 1 год после операции. Мягкотканное образование, накапливающее контрастное вещество, в височных костях и прилежащих мягких тканях не визуализировано

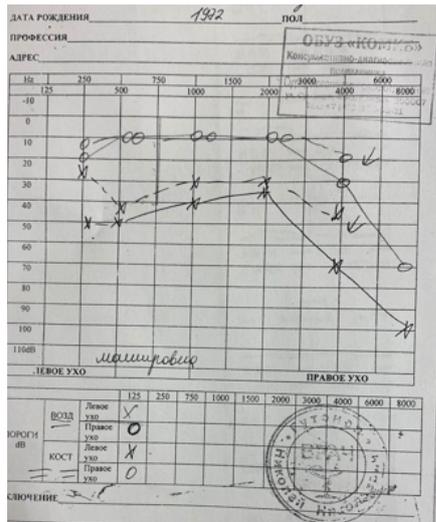


Рисунок 75 – Результаты тональной аудиометрии через 1 год после операции пациента Е., 48 лет

Таким образом, данные полученных результатов тональной аудиометрии, МРТ височной области и ММУ с введением контрастного вещества через 1 год после операции показывают отсутствие отрицательного воздействия на структуры среднего и внутреннего уха и отсутствие рецидива параганглиомы височной кости при использовании высокоэнергетического воздействия фотоангиолитического диодного лазерного излучения в усовершенствованном методе, это подтверждают и результаты тональной аудиометрии, МРТ височной области и ММУ с введением контрастного вещества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди опухолей среднего уха параганглиомы являются наиболее распространенными [85, 97]. Гломусные опухоли головы и шеи занимают лидирующие позиции, составляя около 20% в структуре заболеваемости [133]. Среди основных жалоб, побуждающих пациентов обращаться за лечением, – пульсирующие боли в области головы и шеи, усиливающиеся при физической активности, а также шум в ушах.

В настоящее время наиболее изученным и применяемым методом лечения является хирургический. Однако он часто приводит к тяжелым последствиям и осложнениям, таким как повреждение черепно-мозговых нервов, массивная кровопотеря и другие [93, 101]. В связи с этим в клиническую практику активно внедряются новые методики лечения – гамма-нож, кибернож, линейный акселератор, при применении которых осложнения встречаются реже. В хирургической практике применяются КТР- и СО₂-лазеры, обладающие высокой коагулятивной способностью, что минимизирует кровотечение и травматизацию, обеспечивая хорошую визуализацию окружающих тканей [104]. Оптимальные режущие и фотоангиолитические свойства обнаружены при применении фотоангиолитического диодного лазера с длиной волны 445 нм [111].

Цель нашего исследования – повышение эффективности хирургического лечения больных с параганглиомой среднего уха с использованием фотоангиолитического диодного лазера.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить на основании клинико-экспериментального исследования параметры использования фотоангиолитического диодного лазера для хирургического лечения пациентов с параганглиомой височной кости.

2. Разработать метод удаления параганглиомы височной кости с использованием фотоангиолитического диодного лазера в соответствии с классификацией типа параганглиомы височной кости.

3. Оценить при хирургическом лечении пациентов с параганглиомой височной кости влияние фотоангиолитического диодного лазера на объем кровопотери и продолжительность госпитализации.

5. Провести в динамике сравнительную оценку анатомических и функциональных результатов хирургического лечения пациентов с параганглиомой височной кости с использованием фотоангиолитического лазера и без его применения в отдаленном периоде.

В соответствии с первой задачей на базе костной лаборатории НМИЦО ФМБА России проведен эксперимент. На 12 кадаверинах голов выполнена диссекция, в ходе которой были выделены стенки сосудов сигмовидного синуса, внутренней сонной артерии в мастоидальном и тимпанальном отделах. В ходе проведенной экспериментальной работы удалось полностью оценить степень возможного повреждения жизненно важных структур при работе с фотоангиолитическим диодным лазером. А характер и степень повреждения тканей позволили провести достоверное патоморфологическое исследование материала.

Наши предварительные эксперименты с использованием фотоангиолитического диодного лазера в лабораторных условиях показали, что при работе с лазером длиной волны 445 нм, мощностью 2 – 4 Вт в импульсном бесконтактном режиме, длительностью импульса 60 – 100 мс, временем между импульсами до 300 мс и расстоянием от конца световода до поверхности опухоли от 4 мм до 0,5 мм, энергетическое воздействие на стенки крупных сосудов (внутренней сонной артерии и луковицы яремной вены) не вызывает повреждений. Это позволило после проведения лабораторных экспериментов безопасно применить метод в хирургической практике при удалении параганглиомы височной кости с различным распространением.

В соответствии с целью и задачами исследования на базе оториноларингологического отделения «Патология уха и основания черепа» ФГБУ «Научный медицинский исследовательский центр оториноларингологии» ФМБА России (Москва) было взято под наблюдение 67 пациентов с диагнозом параганглиома височной кости.

Диссертационное исследование является рандомизированным, проспективным, открытым, сравнительным в параллельных группах. Разделение пациентов на 2 группы проводилось в зависимости от применяемой методики хирургического вмешательства. Хирургическое лечение по разработанным ранее общепринятым методикам провели 37 пациентам (группа контроля). Хирургическое лечение по усовершенствованному методу с использованием фотоангиолитического диодного лазера провели 30 пациентам (основная группа).

В исследование были включены пациенты в возрасте 18 – 89 лет с парагангиомами височной кости типов А1, А2, В1, В2, В3 [80, 134].

Диагноз парагангиомы височной кости у пациентов контрольной и основной групп устанавливался на основании жалоб, анамнеза заболевания, данных оториноларингологического обследования и лучевых методов исследования.

Всем пациентам групп исследования проводили стандартные оториноларингологическое, аудиологическое, лучевое обследования. Запись и архивирование отомикроскопической картины у пациентов в дооперационном и послеоперационном периодах проводилось с использованием системы «TELEPACK XLED» (KarlStorz, Германия) с эндоскопами 2,7 мм и 4,0 мм; 0° и 30°. Отомикроскопический осмотр проводился с использованием «Орми Рисо» (Karl Zeiss, Германия) и операционного микроскопа «ОМПИ SENSERA S7 и S8» (Karl Zeiss, Германия). Запись и архивирование операций проводили с использованием плат видеозахвата на цифровой носитель с видеокамеры, встроенной в хирургический микроскоп.

Всем пациентам основной и контрольной групп на дооперационном этапе, а также спустя 1 год и далее в течение 3 лет после операции проводили мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) и магнитно-резонансную томографию (МРТ) височных костей с контрастированием. МСКТ височных костей проводилось на компьютерном томографе Siemens Somatom Sensation 40 с параметрами: толщина среза 0,6 мм, лучевая нагрузка 0,4 мЗв, напряжение 120 кВ, сила тока 45 мА, в режиме костной и мягкотканевой реконструкции. Исследование дополнялось мультипланарными и трехмерными реконструкциями.

По половому и возрастному параметрам группы были сопоставимы. Среди 37 пациентов контрольной группы было 9 (24,3%) мужчин и 28 (75,7%) женщин; из них 10 (27%) – молодого возраста, 9 (24,3%) – среднего, 15 (40,5%) – пожилого и 3 (8,1%) – старческого возраста. В основной группе из 30 пациентов было 4 (13,3%) женщины и 26 (86,7%) мужчин, из них 7 (23,3%) молодого возраста, 7 (23,3%) среднего, 15 (50,0%) пожилого и 1 (3,3%) старческого возраста.

Структура жалоб у пациентов основной и контрольной групп также не отличалась. Основными жалобами были шум в ухе у 100% пациентов, снижение слуха у 97,3% пациентов контрольной группы и 84,0% пациентов основной группы. Кроме этого, «распирание» в ухе отмечали 10,8% пациентов контрольной группы и 6,7% пациентов основной группы. Асимметрия лица встречалась у 1 (2,7%) пациента контрольной группы. При статистической обработке данных по жалобам группы были сравнимы ($p > 0,05$), что позволило в дальнейшем сравнивать результаты лечения.

Снижение слуха у пациентов контрольной и основной групп было следующим: I степень тугоухости выявлена у 13,5% и 23,3% соответственно ($p = 0,042$), II степень – у 24,3% и 36,7% ($p = 0,042$), III степень – у 29,7% и 10,0% ($p = 0,042$), IV степень – у 8,1% и 13,3% ($p = 0,042$). У 6 пациентов контрольной группы на дооперационном периоде отмечена глухота.

Таким образом, степень снижения слуха у пациентов контрольной группы была выше, чем у пациентов основной группы.

Диагноз параганглиомы височной кости ставился по U. Fish и D. Matto (1988 г.) в модификации M. Sanna (2010 г.), устанавливали окончательно в ходе хирургического вмешательства, ввиду интраоперационных находок. Так, были выделены типы: A1 – края опухоли полностью видны при отомикроскопии, A2 – края опухоли не видны полностью при отомикроскопии и могут распространяться в слуховую трубу и ниши окон, B1 – опухоль заполняет среднее ухо, продолжается в гипотимпанум и синусы ретротимпанума, B2 – опухоль заполняет среднее ухо и распространяется в структуры сосцевидного отростка, B3 – опухоль занимает барабанную полость, расширяется в структуру сосцевидного отростка и разрушает стенку сонного канала кпереди [134].

Тип А1 опухоли диагностировали у 16,2% пациентов контрольной группы, и 33,3% пациентов основной группы; тип А2 – у 5,4% и 20,0% пациентов соответственно; тип В1 – у 35,1% и 23,3% пациентов; тип В2 – 21,6% и 3,3% пациентов; тип В3 – у 21,6% и 20,0% пациентов.

В ходе хирургического вмешательства ретроаурикулярно-трансмеатальный доступ был применен у 24 (35,8%) пациентов контрольной группы и у 24 (35,8%) пациентов основной группы; трансмастоидальный доступ с расширенной задней тимпанотомией – у 6 (8,9%) пациентов и 3 (4,5%) пациентов соответственно. Разрушение задней стенки наружного слухового прохода (НСП) потребовалось 7 (10,4%) пациентам контрольной группы и 2 (3,0%) пациентам основной группы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что предложенная методика позволяет уменьшить хирургическую травму у пациентов основной группы вне зависимости от типа опухоли.

Одной из задач исследования было усовершенствование методики хирургического лечения, заключающееся в сочетании одномоментного удаления опухоли со слухоулучшающим этапом лечения. Для обеспечения условий для одномоментного слухоулучшающего этапа необходимо следующее: полное удаление субстрата опухоли, «сухое» операционное поле, сохраненное у пациента звуковосприятие, подвижность основной пластинки стремени.

Особое значение имеет «сухое» операционное поле. Данный фактор позволяет избежать возможное травмирование жизненно важных и пограничных структур среднего уха и оссикулярной системы при удалении опухоли.

Следует отметить то, что абсолютно достоверно судить о сохранности и функциональности оссикулярной системы у пациентов до операции невозможно, в том числе по результатам МСКТ височных костей. В группах обследованных по типу опухоли пациенты были распределены равномерно. При этом, оссикулопластика потребовалась 8 (26,7%) пациентам основной группы и 25 (67,6%) пациентам контрольной группы ($p = 0,001$).

Предложенная методика обеспечивала одно из описанных выше условий, а именно «сухое» операционное поле, что, в свою очередь, отразилось на длительности операции. Таким образом, решалась третья задача данного исследования.

Длительность хирургического лечения рассчитывали с учетом всех этапов операции.

Хирургическое вмешательство в течение 1 часа было проведено у 27 (40,4%) пациентов, из которых 10 – в контрольной группе и 17 – в основной группе ($p = 0,0012$). При более детальном рассмотрении по типам параганглиом выяснили, что среди всех прооперированных пациентов новая методика применена в большем числе случаев. Так, с типом А1 прооперировано 7 пациентов основной группы и 3 пациента контрольной группы, с типом А2 – 4 пациента основной группы, с типом В1 – 4 пациента основной группы и 7 пациентов контрольной группы, и 2 пациента с типом опухоли В3 основной группы.

В течение 2 часов хирургическое лечение проведено 30 (44,7%) пациентам, из них 12 пациентов основной группы, 18 пациентов контрольной группы ($p = 0,012$). Среди прооперированных пациентов по типам, параганглиомы типа А1 прооперировали 3 пациента основной группы и 3 пациента контрольной группы, с типом А2 2 пациента основной группы и 2 пациента контрольной группы, с типом В1 – 3 пациентов основной группы и 4 пациента контрольной группы, с типом В2 – 5 пациентов контрольной группы, 4 пациента с типом опухоли В3 основной группы и 4 пациента контрольной группы.

Хирургическое вмешательство, продолжавшееся более 3 часов, проведено 10 (14,9%) пациентам ($p = 0,012$). Из них 9 пациентов контрольной группы и 1 пациент из основной группы с типом В2. Среди пациентов контрольной группы распределение по типам параганглиомы было следующим: с типом В1 – 2 пациента, с типом В2 – 3 пациента, с типом В3 – 4 пациента.

В ходе анализа зависимости времени проведения операции от типа опухоли и вида хирургического доступа можно сделать вывод, что удаление параганглиом с применением фотоангиолитического диодного лазера позволяет сократить продолжительность операции, независимо от распространения опухоли.

У пациентов, прооперированных с применением диодного фотоангиолитического лазера, удалось снизить кровопотерю в 17 раз по сравнению с кровопотерей у пациентов, прооперированных по общепринятой методике.

Средняя кровопотеря у пациентов основной группы составила $24,5 \pm 14$ мл, а у пациентов контрольной группы – $343,5 \pm 152,51$ мл. Необходимо отметить, что кровопотеря у подавляющего большинства пациентов контрольной группы не была клинически значимой, и только одному из них потребовалась заместительная терапия.

При применении нового подхода к оперативному лечению параганглиом удалось достичь значимых улучшений слуха. Хирургическое лечение по новой методике в основной группе через 1 год после хирургического лечения, так же, как и в группе контроля, приводит к снижению костно-воздушного интервала (оценка в основных точках), при этом среднее значение КВИ у пациентов основной группы составило $12,42 \text{ дБ} \pm 8,38 \text{ дБ}$, у пациентов контрольной группы – $15,25 \pm 9,83 \text{ дБ}$ ($p = 0,235$). У 5 из 7 пациентов с изначально выраженным снижением слуха (от III степени и выше) удалось достигнуть социально значимого слуха. У пациентов основной группы не зафиксировано прироста сенсоневрального компонента по сравнению с контрольной группой. Ни у одного из пациентов из основной группы не зафиксирована полная потеря слуха.

При объективном осмотре через 1 месяц неотимпанальная мембрана была состоятельна, подвижна, сохранялся острый ее передний меатотимпанальный угол у 30 (100%) пациентов основной групп и 37 (100%) пациентов контрольной группы; ретракции неотимпанальной мембраны не отмечалась у 30 (100%) пациентов основной группы и 37 (100%) пациентов контрольной группы. Активная эпидермизация мастоидальной полости отмечена у 5 пациентов основной группы и 15 пациентов контрольной группы. Через 1 год при объективном осмотре отоскопическая картина совпадала в обеих группах с результатами, указанными через 1 месяц после перенесенного хирургического лечения, в основной группе зафиксирована полная эпидермизация мастоидальной полости у 5 пациентов, в контрольной группе у 15 пациентов.

Таким образом, предложенный метод позволяет добиться лучших функциональных результатов по сравнению с общепринятой методикой, может быть признан эффективным и рекомендован для широкого внедрения в хирургическую практику.

ВЫВОДЫ:

1. Оптимальными параметрами применения фотоангиолитического лазера (445 нм), полученными на основании клинико-экспериментальных данных и подтвержденных патоморфологическими исследованиями, для хирургического лечения пациентов с параганглиомой височной кости является режим работы мощностью 2 – 4 Вт бесконтактно в импульсном режиме, длительностью импульса 60 – 100 мс, временем между импульсами до 300 мс, расстоянием от конца световода до поверхности опухоли от 4 мм до 0,5 мм, что обеспечивает безопасность при воздействии на стенки различных сосудов и структур среднего уха.

2. Хирургический метод удаления параганглиомы височной кости типов А1, А2, В1, В2, В3 с применением фотоангиолитического лазера длиной волны 445 нм, мощностью 2 – 4 Вт бесконтактно в импульсном режиме, является безопасным при коагуляции кровоточащих тканей и эффективным для обеспечения «сухого» операционного поля, что уменьшает риск травмы структур среднего и внутреннего уха.

3. Средняя кровопотеря у пациентов с параганглиомой височной кости, у которых использовался фотоангиолитический лазер (445 нм) была в 14 раз меньше ($24,5 \pm 14$ мл ($p < 0,001$)), чем при операциях, выполненных традиционным в контрольной группе ($343,5 \pm 152,51$ мл), а продолжительность госпитализации в основной группе была меньше по сравнению с контрольной группой на 7 дней.

4. Анатомические результаты хирургического лечения пациентов с параганглиомой височной кости по общепринятой методике и с применением фотоангиолитического диодного лазера сопоставимы: в отдаленном послеоперационном периоде неотимпанальная мембрана была состоятельна в 100% случаев. Однако функциональные результаты в отдаленном послеоперационном периоде различны: среднее значение КВИ у пациентов основной группы составило $12,42 \text{ дБ} \pm 8,38 \text{ дБ}$, у пациентов контрольной группы – $15,25 \pm 9,83 \text{ дБ}$ ($p = 0,235$); среднее значение костного проведения у пациентов основной группы составило $28,62 \text{ дБ} \pm 16,91 \text{ дБ}$, у пациентов контрольной группы – $26,29 \pm 12,71 \text{ дБ}$ ($p\text{-value} = 0,548$). При этом пациентов с глухотой в основной группе не было выявлено, тогда как в контрольной отмечена тенденция к увеличению.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ:

1. Всем пациентам с установленным или предполагаемым диагнозом параганглиомы височной кости отиатрической формы следует выполнить многокомпонентную предоперационную подготовку, включающую общеклинические обследования, МРТ головы и шеи с введением контрастного вещества, МСКТ височных костей. Ангиография с последующей селективной эмболизацией артерий, питающих опухоль при выявлении параганглиомы типов А1, А2, В1, В2, В3 может быть правом выбора.

2. Во избежание возможной опасности, вызванной прямым или рассеянным излучением, отражающие лазерное излучение поверхности не должны находиться в помещении во время работы, что является частью техники безопасности операционных, оснащенных хирургическими лазерными устройствами, при этом необходимо следовать технической инструкции самого аппарата.

3. Хирургическое вмешательство пациентам с клиническим диагнозом параганглиомы височной кости типов А1, А2, В1, В2, В3 необходимо осуществлять ретроаурикулярно-трасмеатальным доступом, со щадящим подходом к костным, сосудистым и нервным структурам височной кости, с возможной оссикулопластикой при необходимости.

4. Ключевым этапом оперативного вмешательства по удалению параганглиомы височной кости следует считать коагуляцию основного питающего сосуда при помощи диодного фотоангиолитического лазера в режиме работы от 2 до 4 Вт, импульсами от 80 до 120 мс, волокном 300 мкм, позволяющего осуществить требуемый гемостаз, необходимый для тщательной ревизии барабанной полости, полного удаления параганглиомы височной кости и одномоментного выполнения реконструктивного этапа звукопроводящей системы среднего уха. В ходе операции использование гемостатического материала, а после проведения хирургического лечения рекомендуется использование тампонов с антиадгезивным эффектом.

5. Проведение контроля рецидива параганглиомы височной кости типов А и В необходимо осуществлять в течение 3 лет после хирургического лечения. При этом обязателен контроль на магнитно-резонансном томографе (МРТ) экспертного класса с напряженностью магнитного поля 1,5 Тесла, по протоколу сканирования с получением T2-взвешенных изображений, T1-взвешенных изображений в режиме iso с толщиной среза 1 мм, non-EPI DWI, CISS/FIESTA с локализацией на ствол головного мозга и область мосто-мозжечкового угла с толщиной среза 0,3 – 0,6 мм с введением контрастного препарата.

6. Аудиологическое обследование, включающее тональную пороговую аудиометрию (ТПА), необходимо проводить ежегодно после проведения хирургического удаления параганглиомы височной кости, с использованием клинического аудиометра с определением порогов слуха по воздушному и костному проведению в диапазоне частот от 125 до 8 000 Гц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ мутаций в генах CDC27, CTBP2, HYDIN и KMT5A при каротидных параганглиомах / Е. Н. Лукьянова [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – Т. 22. – № 6. – С. 726–733.
2. Агеева, С. А. Современные лазерные скальпели как основа внедрения высокоэффективных и стационарозамещающих технологий в оториноларингологии / Агеева С. А., Минаев В. П. // Национальный медицинский каталог. – 2003. – Т. 1. – №. 2. – С. 62–68.
3. Аникин И. А. Обзор методов удаления отиатрической формы параганглиомы височной кости (glomustympanicum) / И. А. Аникин, М. В. Комаров // Российская отоларингология. – 2012. – Т. 2. – № 57. – С. 144–153.
4. Аникин И.А. Опыт хирургического лечения гломусной опухоли (параганглиомы) уха / И.А. Аникин, М.В. Комаров // Российская отоларингология. – 2011. – Т. 2. – № 51. – С. 3–15.
5. Бабияк В.И. Нейрооториноларингология / В.И. Бабияк, В.Р. Гофман, Я.А. Накатис. – 2002. – С. 728.
6. Блоцкий А.А. Применение лазерной и эндоскопической хирургии в отоларингологии (обзор литературы) / А.А. Блоцкий, Ш. Н.В. // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2009. – Т. 34. – С. 42–44.
7. Богомольский, М.Р. Применение лазера на парах меди и при ЛОР-патологии у детей // ЖУНГБ – 1994. - №. 2 - С. 13-19.
8. Вишняков, В. В. Эндоскопическая диагностика заболеваний околоносовых пазух и выбор тактики хирургического вмешательства / Вишняков В. В., Пискунов Г. З. //Мед. визуализация. – 2001. – №. 1. – С. 86–88.
9. Вишняков, В. В. Возможности использования СО-лазера в эндоскопической ринохирургии / Вишняков В. В., Синьков Э. В., Первушина А. И. // Российская ринология. – 2011. – Т. 19. – №. 2. – С. 71–71.

10. Возможности КТ и МРТ в диагностике гломусных опухолей височной кости / Е. Степанова [и др.] // Медицинская визуализация. – 2018. – Т. 22. – № 3. – С. 26–32.
11. Гаращенко Т. И., Богомилский, М.Р. Болезни уха, горла, носа в детском возрасте / Богомилский М. Р., Чистякова В. Р., // Национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2009. – Т. 2. – Глава 47 – С. 266-292.
12. Гаращенко, Т. Способ деструкции гипертрофированных трубных миндалин у детей с нарушением слуха / Гаращенко Т.И, Котов, Р. В., & Денисова, О. А. – Патент №2375985 РФ, МПК А61В18/20 (2006.01) - 2009.
13. Гаращенко, Т. И. Лечение ЛОР-заболеваний с использованием лазерных скальпелей / Гаращенко Т. И., Богомилский М. Р., Минаев В. П // Тверь: ООО «Губернская медицина. – 2001 – С. 52
14. Гейниц, А. В. Применение лазерных хирургических аппаратов «Ланцет» в амбулаторной оториноларингологии. Пособие для врачей / Гейниц А. В., Лихачева Е. В. //Москва. – 2002- С.49 |
15. Гуляев, Д. А. Хирургическое лечение параганглиомы височной кости / Д. А. Гуляев, С.Я. Чеботарев, И.В. Яковенко //Опыт научных и лечебных учреждений. Креативная хирургия и онкология. – 2011 – № 6. - С. 49-53.
16. Дайхес, Н. А. Применение лазерных технологий в современной хирургии ЛОР-органов / Н. А. Дайхес, В.В. Виноградов, С. С. Решульский // Голова и шея. Российский журнал. - 2020. - Т. 8. - № 4. - С. 38–41.
17. Клинический случай хирургического лечения капиллярной гемангиомы барабанной полости / Дворянчиков В. В. и др. // Российская оториноларингология. – 2022. – Т. 21. – №. 3 (118). – С. 122–126.
18. Применение современных технологий в диагностике, выборе объема хирургического лечения и послеоперационного мониторинга у пациентов с предраковыми и злокачественными новообразованиями гортани / Дворянчиков В. В. и др. // Российская оториноларингология. – 2022. – Т.21. – №. 3 (118). – С. 47–52.

19. Доброкачественные и злокачественные параганглиомы: клиническая картина и результаты лечения 38 пациентов / Е.А. Громова [и др.] // Уральский медицинский журнал. – 2020. – Т. 2. – № 185. – С. 70–75.
20. Значение каротидной ангиографии и суперселективной эмболизации в диагностике и предоперационной подготовке пациентов с параганглиомой височной кости / М.В. Комаров [и др.] // Российская отоларингология. – 2011. – Т. 4. – № 53. – С. 103–109.
21. Клинические рекомендации российской ассоциации эндокринологов по диагностике и лечению феохромоцитомы/параганглиомы / Г.А. Мельниченко [и др.] // Эндокринная хирургия. – 2015. – Т. 9. – № 3. – С. 15–33.
22. Князьков В.Б. Лазерная хирургия заболеваний глоточного лимфатического кольца / В.Б. Князьков, В.В. Гофман, В.Р. Гофман. - Москва: Техносфера, 2016. – Глава 10. – Раздел 10-С.440
23. Князьков В.Б. Лазерная тонзиллэктомия. / В.Б. Князьков, В.Р. Гофман. – М.: Технос. – С-2014. – С.240.
24. Конарев А.В. Международная конференция по лазерной стоматологии DentsplySirona Laser days-2016 / А.В. Конарев // Стоматология для всех. – 2016. – Т. 4. – С. 58-60.
25. Лазеры в оториноларингологии / А.И. Крюков [и др.] // Вестник Отоларингологии. – 2016. – Т. 6. – С. 62-66.
26. Лазеры в ринофарингологии / М. С. Плужников, А. И. Лопотко, А. М. Гагауз; отв. ред. В. А. Попа; [Кишин. гос. мед. ин-т им. Н. А. Тестемицану]. - Кишинев : Штиинца, 1991. – С.158.
27. Лапченко, А. С. Лечение острых воспалительных заболеваний гортани и их гнойных осложнений методом антимикробной фотодинамической терапии / Лапченко А. С., Кучеров А. Г., Ордер Р. Я. // Лазерная медицина. – 2014. – Т. 18. – №. 4. – С. 55-55.
28. Лапченко, А. С. Некоторые особенности лазерной хирургии ронхопатии с остановкой дыхания во сне / Лапченко А. С., Огородников Д. С. //Лазерная медицина. – 2011. – Т. 15. – №. 2. – С. 95-95.

29. Лапченко, А.С. Современные возможности использования лазерного излучения в оториноларингологической практике / А.С. Лапченко // Вестник Отоларингологии. – 2006. – Т. 5. – С. 59-62.

30. Мосолова, М.Ю. Анализ характера послеоперационных осложнений у пациентов с гломусными опухолями височной кости / М.Ю. Мосолова // Электронное научное издание альманах пространство и время. – 2019. – Т. 17. – № 1. – С. 1-6.

31. Мустафин Х.А. О лечении гломусных опухолей с интракраниальным ростом / Х.А. Мустафин // Нейрохирургия и неврология Казахстана. – 2012. – Т. 1. – № 26. – С. 29-31

32. Экспериментальное и клиническое обоснования применения хирургического гольмиевого лазера в оториноларингологии / Наседкин А. Н. и др. // Лазерная медицина. – 1997. – Т. 1. – №. 2. – С. 18-22.

33. Наседкин, А. Н. Оптимизация методов лазерной терапии заболеваний уха, горла и носа / Наседкин А. Н., Зенгер В. Г. // Лазерная медицина. – 2000. – Т. 4. – №. 4. – С. 9-12.

34. Наседкин, А. Н. Лазерная терапия в оториноларингологии / Наседкин А. Н., Москвин С. В. М.–Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2011.– С. 122-176.

35. Импульсно-периодический СО₂-лазер с поперечным разрядом для хирургических применений / Никифоров С. М. и др. //Биомедицинская радиоэлектроника. – 2012. – №. 8. – С. 72-76.

36. Новые гены, ассоциированные с образованием каротидных параганглиом / А.В. Снежкина [и др.] // Молекулярная биология. – 2019. – Т. 53. – № 4. – С. 613-626.

37. Опыт применения диодного лазера синего спектра с длиной волны 445 нм в оториноларингологии / Овчинников А.Ю., Эдже М.А., Бакотина А.В., Атлашкин Д.Н. // Head and neck. Голова и шея. Российский журнал. – 2023. – Т.11. – №2. – С. 25–30.

38. Овчинников, Ю. М. Метод сочетанной лазерной септохондрокоррекции и традиционной септопластики при лечении больных с

деформацией перегородки носа / Овчинников Ю. М., Свистушкин В. М., Соболев В. П. // Российская ринология. – 2003. – №. 2. – С. 96-98.

39. Оценка результатов стереотаксического облучения гломусных опухолей по клинико-рентгенологическим данным / Е.В. Шелеско [и др.] // Российская Оториноларингология. – 2017. – Т. 89. - № 4. – С. 102-109.

40. Пальчун, В. Т. Применение лазеров в оториноларингологии / Пальчун В. Т., Лапченко А. С., Кучеров А. Г. // Лечебное дело. – 2005. – №. 2. – С. 20-23.

41. Персонализированная диагностика хромоффинных опухолей (феохромоцитомы, параганглиома) в онкоэндокринологии / П.О. Румянцев [и др.] // Эндокринная хирургия. – 2018. – Т. 12. – № 1. – С. 19-39.

42. Петрова, Л.Г. Дифференциальная диагностика при параганглиомах уха и основания черепа / Л.Г. Петрова // Медицинские новости. – 2004а. – №.11. - С. 53-56.

43. Петрова, Л.Г. Подходы к лечению больных с параганглиомой уха и основания черепа / Л.Г. Петрова // Журн. вушн., нос. и горл. хвороб. – 2004в. – Т. 4. – С. 75-76.

44. Плужников, М. С. Высокоэнергетический лазер в хирургии (Современное состояние проблемы) / Плужников М. С. // The 1 st International Congress Laser and Health. – 1997. – Т. 97. – С. 112-116.

45. Плужников, М. С. Контактная лазерная фонохирургия / Плужников М. С., Карпищенко С. А., Рябова М. А. – Эскулап, 2005 – С.196.

46. Плужников, М. С. Хирургическое лечение паралитических стенозов гортани / Плужников М. С., Рябова М. А., Карпищенко С. А. //Лазерная медицина. – 1997. – Т. 1. – №. 1. – С. 40-44.

47. Плужников, М.С. Возможности лазерной хирургии в оториноларингологии / М.С. Плужников, М.А. Рябова, С.А. С.А. Карпищенко // Вестник Отоларингологии. – 2008. – Т. 4. – С. 18-28.

48. Роль гена в патогенезе каротидных параганглиом / Е.Н. Лукьянова [и др.] // Онкология. Журнал им. П.А. Герцена. – 2019. – Т. 8. – № 2. – С. 94-99.

49. Садовский, В.И. Лечение хронических ринитов лазерным воздействием в амбулаторных условиях / В.И. Садовский, А.А. Сухарев, А.В. Черныш // Российская ринология. – 2005. – Т. 2. – С. 53-54.

50. Свистушкин, В. М. Восстановление носового дыхания при деформации хрящевого отдела перегородки носа путем принципиально нового метода пластической хирургии с использованием высокоэнергетических лазеров // Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук. – 2001. Москва – С.323.

51. Семенов, Ф. В. Лазерная хирургия среднего уха / Семенов Ф. В. – Сов. Кубань, 2005.

52. Семенов, Ф. В. Применение ИАГ-ND лазера с длиной волны 1,32 мкм при тимпанопластике / Семенов Ф. В., Волик А. К. // Российская оториноларингология. – 2000. – №. 2. – С. 57-60.

53. Снежкина, А. В. Мутации в генах SDHx при каротидных паранглиомах / Снежкина А. В. // Актуальные вопросы фундаментальной и клинической медицины – 2018. – С. 321–323.

54. Сущева, Н. А. Оптимизация режимов и способов воздействия на ткани нижних носовых раковин диодного и гольмиевого лазеров при лечении больных вазомоторным ринитом / Сущева Н. А., Семенов Ф. В. // Российская ринология. – 2017. – Т. 25. – №. 3. – С. 16–23.

55. Чирешкин, Д. Г. Лазерная эндоскопическая хирургия верхних дыхательных путей / Чирешкин Д. Г., Дунаевская А. М., Тимен Г. Э. // М.: Медицина. – 1990. – С. 102

56. Шебунина, А.Б. Роль КТ и МРТ в диагностике тимпанальных и яремных гломусных опухолей височной кости / А.Б. Шебунина, Э.А. Аветисян, Н.С. Серова // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2020. – Т. 10. – № 1. – С. 150–158.

57. A meta-analysis of tumor control rates and treatment-related morbidity for patients with glomus jugulare tumors / M. Ivan [et al.] // J. Neurosurg. – 2011. – T. 114. – № 5. – C. 1299-1305.
58. A novel 450-nm blue laser system for surgical applications: efficacy of specific laser-tissue interactions in bladder soft tissue / D.-L. Jiang [et al.] // Lasers in Medical Science. – 2018. – C. 48-53.
59. A novel blue light laser system for surgical applications in dentistry: evaluation of specific laser-tissue interactions in monolayer cultures / J. Reichelt [et al.] // Clin. Oral. Investig. – 2017. – T. 21. – № 4. – C. 985-994.
60. Al-Mefty, O. Complex tumor of the glomus jugulare: criteria, treatment, and outcome / O. Al-Mefty, A. Teixeira // J. Neurosurg. – 2002. – T. 97. – № 6. – C. 1356-1366.
61. Alaani, A. The crucial role of imaging in determining the approach to glomus tympanicum tumours / A. Alaani, S. V. Chavda, R.M. Irving // European Archives of Oto-Rhino-Laryngology. – 2009. – T. 266. – № 6. – C. 827-831.
62. An Unusual Presentation and Diagnosis of a Type 4 Middle Ear Paraganglioma: A Case Report / N.Z. Malik [et al.] // Cureus. - 2023. - T. 15. - № 2. – C.35358.
63. Berg, R. van der. Imaging and management of head and neck paragangliomas / R. van der Berg // EurRadiol. – 2005. – T. 15. – № 7. – C. 1310-1318.
64. Blue laser for the exclusive endoscopic transcanal approach to middle ear paraganglioma / M. Quer-Castells [и др.] // Eur. Arch. Otorhinolaryngol. - 2024. - T. 281. – №. 4. – C. 2041-2045.
65. Blue Light Laser Results in Less Vocal Fold Scarring Compared to KTP Laser in Normal Rat Vocal Folds / R.J. Lin [и др.] // Laryngoscope. – 2020. – T. 131. – №. 4. – C. 853-858.
66. Boedeker, C. Paragangliomas of the head and neck: diagnosis and treatment. / C. Boedeker, G. Ridder, J. Schipper // Fam. Cancer. – 2005. – T. 4. – № 1. – C. 55-59.

67. Borba, L. Surgical treatment of glomus jugulare tumors without rerouting of the facial nerve: an infralabyrinthine approach / L. Borba, S. Ale-Bark, C. London // *Neurosurg. Focus.* – 2004. – Т. 17. – № 2. – С. 51-55.
68. Bowdino, B. Long_Term Surgical Results for Glomus Temporale Tumors / B. Bowdino // *Neurosurg. Q.* – 2004. – Т. 14. – № 1. – С. 19-26.
69. Braun, A. Efficiency of soft tissue incision with a novel 445-nm semiconductor laser / A. Braun // *Lasers Med. Sci.* – 2018. – Т. 33. – № 1. – С. 27-33.
70. Bravo, E. Pheochromocytoma: state-of-the-art and future prospects. / E. Bravo, R. Tagle // *Endocr. Rev.* – 2003. – Т. 24. – № 4. – С. 539-553.
71. Carlson, M. Surgical management of glomus tympanicum: a review of 115 cases over four decades. / M. Carlson, A. Sweeney, S. Pelosi // *Otolaryngol. Head. Neck. Surg.* – 2015. – Т. 152. – С. 136-142.
72. Christie, A. A comparative review of multidetector CT angiography and MRI in the diagnosis of jugular foramen lesions / A. Christie, E. Teasdale // *Clin. Radiol.* – 2010. – Т. 65. – № 3. – С. 213-217.
73. Cole, J. Long-term results of treatment for glomus jugulare and glomus vagale tumors with radiotherapy / J. Cole, D. Beiler // *Laryngoscope.* – 1994. – Т. 104. – С. 1461-1465.
74. Combined endovascular and surgical treatment of head and neck paragangliomas: team approach / M. Persky [и др.] // *Head. Neck.* – 2002. – Т. 24. – № 5. – С. 423-431.
75. Development of a high-power blue laser (445 nm) for material processing. / H. Wang [и др.] // *Optics letters.* – 2017. – Т. 42. – № 12. – С. 2251-2254.
76. Does intervention improve the natural course of glomus tumors? A series of 108 patients seen in a 32-year period. / A. van der Mey [и др.] // *Ann OtolRhinolLaryngol.* – 1992. – Т. 101. – С. 635-642.
77. Effective surgical management of glomus tympanicum tumor using diode laser: A case report study / A. Alkheder [и др.] // *Int. J. Surg. Case Rep.* - 2023. - Т. 107. - С. 108356.

78. Endoscopic Management of Early Stage Middle Ear Paragangliomas - An Australian Case Series / M.E. Quick [и др.] // *Otol. Neurotol.* - 2021. - Т.42. - №10. – С. 1677-1682.
79. Expression of Angiogenic Growth Factors in Paragangliomas / R.W. Jyung [и др.] // *The Laryngoscope.* – 2000. – Т. 110. – С. 161-167.
80. Fisch, U. Microsurgery of the skull base / U. Fisch, D. Mattox // *New York_Stuttgart:Thieme.* – 1988. – С. 699.
81. Forest, J. Long-term control of surgically treated glomus tympanicum tumors. / J. Forest, C. Jackson, B. McGrew // *Otol. Neurotol.* – 2001. – Т. 22. – С. 232-236.
82. Gamma Knife Radiosurgery for Glomus Jugulare and Tympanicum / C.-C. Lee [и др.] // *Stereotactic and Functional Neurosurgery.* – 2011. – Т. 89. – № 5. – С. 291-298.
83. Gamma knife radiosurgery for glomus jugulare tumors: volumetric analysis in 17 patients / A. Varma [и др.] // *Neurosurgery.* – 2006. – Т. 59. – С. 1030-1036.
84. Gamma Knife surgery for the management of glomus tumors: a multicenter study. Clinical article. / J. Sheehan [и др.] // *J. Neurosurg.* – 2012. – Т. 117. – С. 246-254.
85. Garcia, M.A.S. Head and neck paragangliomas: revision of 89 cases in 73 patients / M.A.S. Garcia // *Acta Otorhinolaringol. Esp.* – 2007. – Т. 58. – № 3. – С. 94-100.
86. Gerlinger, I. KTP-532 laser-assisted endoscopic nasal sinus surgery / I. Gerlinger // *Clin. Otolaryngol.* – 2003. – Т. 28. – № 2. – С. 61-67.
87. Gjuric, M. Long-term results of surgery for temporal bone paraganglioma / M. Gjuric, L. Seidinger, M. Wigand // *Skull Base Surg.* – 1996. – Т. 6. – С. 147-152.
88. Glomus faciale, glomus jugulare, glomus tympanicum, glomus vagale, carotid body tumors, and simulating lesions. Role of MR imaging. / M. Mafee [и др.] // *Radiol. Clin. North. Am.* – 2000. – Т. 38. – С. 1059-1076.
89. Glomus jugulare tumors: the option of gamma knife radiosurgery / M. Gerosa [и др.] // *Neurosurgery.* – 2006. – Т. 59. – С. 561-569.

90. Glomus tympanicum removal using transcanal endoscopic assisted surgery: An experience with six cases / P.R. Sahoo [и др.] // World. J. Otorhinolaryngol. Head Neck Surg. - 2023. - Т. 9. - № 4. - С. 302-307.
91. Glomus Tympanicum Tumors / A.D. Sweeney [и др.] // Otolaryngologic Clinics of North America. – 2015. – Т. 48. – № 2. – С. 293-304.
92. Gulya, A.J. The glomus tumor and its biology / A.J. Gulya // Laryngoscope. – 1993. – Т. 103. – № 11. – С. 7-15.
93. Head and neck paragangliomas: clinical and molecular genetic classification. / C. Offergeld [и др.] // Clinics (Sao Paulo, Brazil). – 2012. – Т. 67 Suppl 1. – С. 19-28.
94. Intratumoral injection of cyanoacrylate glue in head and neck paragangliomas. / D.G. Abud [и др.] // AJNR. American journal of neuroradiology. – 2004. – Т. 25. – № 9. – С. 1457-62.
95. Is Preoperative Embolization Necessary for Carotid Paraganglioma Resection: Experience of a Tertiary Center / E.D. Gözen [и др.] // Ear Nose Throat J. - 2022. - Т.101. - № 4. – С.180-185.
96. Ishman, S.L. The KTP laser: An emerging tool in pediatric otolaryngology / S.L. Ishman, J.E. Kerschner, C.D. Rudolph // International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology. – 2006. – Т. 70. – № 4. – С. 677-682.
97. Jackson, C. Glomus tympanicum and glomus jugulare tumors. / C. Jackson // Otolaryngol. Clin. North Am. – 2001. – Т. 34. – С. 941-970.
98. Jackson, C. Glomus tympanicum tumors: contemporary concepts in conservation surgery / C. Jackson, D. Welling, P. Chironis // Laryngoscope. – 1999. – Т. 99. – С. 875-884.
99. Jackson, C. Surgery for benign tumors of the temporal bone. Glasscock-Shambaugh surgery of the ear. 6th edition. / C. Jackson, J. Leonetti, S. Marz; ред. A. Gulya, L. Minor, D. Poe. – People’s M. – 2010. – 729-750 с.
100. Jacobson, A. Emerging technology: flexible CO₂ laser waveguide / A. Jacobson, P. Woo, S. Shapshay // Otolaryngol. Head Neck Surg. – 2006. – Т. 135. – № 3. – С. 469-470.

101. Jugular and vagal paragangliomas: Systematic study of management with surgery and radiotherapy / C. Suarez [и др.] // *Head Neck*. – 2013. – Т. 35. – № 8. – С. 1195-1204.
102. Juxtacondylar approach in temporal paraganglioma surgery: when and why? *Skull Base*. / J. Schipper [и др.] // *Skull Base*. – 2009. – Т. 19. – № 1. – С. 43-47.
103. Lam, A. Update on Adrenal Tumours in 2017 World Health Organization (WHO) of Endocrine Tumours / A. Lam // *Endocr. Pathol.* – 2017. – Т. 28. – № 3. – С. 213-227.
104. Laser excision of glomus tympanicum tumours: long-term results / V.S.P. Durvasula [и др.] // *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. – 2005. – Т. 262. – № 4. – С. 325-327.
105. Laser surgical treatment of laryngeal paraganglioma / A.M. Sesterhenn [и др.] // *The Journal of Laryngology & Otology*. – 2003. – Т. 117. – № 08. – С. 641-646.
106. Lasers in endoscopic middle ear surgery: where do we stand today? / G. Fyrmpas [и др.] // *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* - 2021. - Т. 278. - № 11. - С. 4169-4177.
107. Lasers in Otolaryngology: A Laser Odyssey From Carbon Dioxide to True Blue. / P.D. Karkos [и др.]. – SAGE Publications Ltd, 2021. - Т. 100. – №. 1_suppl. – С. 1-3.
108. Leksell Gamma Knife radiosurgery of the jugulotympanic glomus tumor: long-term results / R. Liscak [и др.] // *Journal of Neurosurgery*. – 2014. – Т. 121 Suppl. – С. 198-202.
109. Leksell gamma knife radiosurgery of the tumor glomus jugulare and tympanicum / R. Liscak [и др.] // *Stereotact. Funct. Neurosurg.* – 1998. – Т. 70. – С. 152-160.
110. Long-term results of different treatment modalities in 37 patients with glomus jugulare tumors. / W. Gstoettner [и др.] // *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* – 1999. – Т. 256. – № 7. – С. 351-355.
111. Long term results of surgery for temporal bone paragangliomas / Briner H.R., Linder T.E., Pauw B., Fisch U. // *Laryngoscope*. — 1999. - Т. 109. – №. 4. – С. 577-583.

112. Hess, M.M. New 445 nm blue laser for laryngeal surgery combines photoangiolytic and cutting properties / M.M. Hess, S. Fleischer, M. Ernstberger // *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. – 2018. – Т. 275. – № 6. – С. 1557-1567.

113. Mahadevaiah, A. Surgical Management Of Glomus Tympanicum Tumor / K. Mahadevaiah, A. Kumaraswamy // *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*. – 2006. – Т. 59. – № 1. – С. 5-8.

114. Mey, A.G. van der. DNA flow cytometry of hereditary and sporadic paragangliomas (glomus tumours) / A.G. van der Mey, C.J. Cornelisse, J. Hermans // *Br. J. Cancer*. – 1991. – Т. 63. – № 2. – С. 298-302.

115. Modern Management of Complex Tympanojugular Paragangliomas: Systematic Review and Meta-Analysis / R. Dharnipragada [и др.] // *World. Neurosurg.* - 2023. - Т. 170. - С. 149-156.

116. Molony, N.C. KTP laser assisted excision of glomus tympanicum. / N.C. Molony, M. Salto-Tellez, W.E. Grant // *The Journal of laryngology and otology*. – 1998. – Т. 112. – № 10. – С. 956-958.

117. New imaging approaches to pheochromocytomas and paragangliomas. / B. Havekes et al. // *Clin. Endocrinol.* – 2010. – Т. 72. – № 2. – С. 137-145.

118. Noel, J.E. KTP-laser-assisted endoscopic management of glomus tympanicum tumors: A case series. / J.E. Noel, H. Sajjadi // *Ear, nose, & throat journal*. – 2018. – Т. 97. – № 12. – С. 399-402.

119. Octreotide scintigraphy for the detection of paragangliomas / D. Kwekkeboom [и др.] // *J. Nucl. Med.* – 1993. – Т. 34. – № 6. – С. 873-878.

120. Papaspyrou, K. Hearing results after hypotympanotomy for glomus tympanicum tumors / K. Papaspyrou, T. Mewes, M. Toth // *Otol. Neurotol.* – 2011. – Т. 32. – № 2. – С. 291-296.

121. Phelps, P. Glomus tumours of the ear: an imaging regime / P. Phelps // *Clin Radiol.* – 1990. – Т. 41. - № 5. – С. 301-305.

122. Phelps P.D. Glomus jugulare or tympanicum? The role of CT and MR imaging with gadolinium DTPA / P.D. Phelps, J.M. Stansbie // *J. Laryngol. Otol.* – 1988. – Т. 102. – № 9. – С. 766-776.

123. Photoangiolytic laser treatment of early glottic cancer: a new management strategy / S. Zeitels [и др.] // *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. Suppl.* – 2008. – Т. 199. – С. 3-24.

124. Piezosurgery in the excision of middle-ear tumors: effects on mineralized and non-mineralized tissues. / A. Salami [и др.] // *Medical science monitor : international medical journal of experimental and clinical research.* – 2007. – Т. 13. – № 12. – С. 125-129.

125. Postoperative radiographic evaluation after acoustic neuroma and glomus jugulare tumor removal / B. Thedinger [и др.] // *Laryngoscope.* – 1992. – Т. 102. – С. 261-266.

126. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement / D. Moher [и др.] // *PLoS Med.* – 2009. – Т. 6. – № 7. – С.1000097

127. Proposed classification system for reporting 532-nm pulsed potassium titanyl phosphate laser treatment effects on vocal fold lesions / P. Mallur [и др.] // *Laryngoscope.* – 2014. – Т. 124. – № 5. – С. 1170-1175.

128. Quality of Life in Jugular Paraganglioma following Radiosurgery / N.S. Patel [и др.] // *Otology and Neurotology.* – 2019. – Т. 40. – № 6. – С. 820-825.

129. Radiosurgery for paraganglioma of the temporal bone. / S.J. Feigenberg [и др.] // *Head & neck.* – 2002. – Т. 24. – № 4. – С. 384-389.

130. Regression and local control rates after radiotherapy for jugulotympanic paragangliomas: systematic review and meta-analysis / L. van Hulsteijn [и др.] // *Radiother. Oncol.* – 2013. – Т. 106. – С. 161-168.

131. Robinson, D.H. Vascular lesions of the skull base: endovascular prospective for the otolaryngologist. / D.H. Robinson // *Otolaryngologic clinics of North America.* – 2005. – Т. 38. – № 4. – С. 737-771.

132. Robinson, P. NdYAG laser treatment of a glomus tympanicum tumor. / P. Robinson, H. Grant, S. Bown // *J. Laryngol. Otol.* – 1993. – Т. 107. – С. 236-237.

133. Sajid, M. A multicenter review of carotid body tumour management. / M. Sajid, G. Hamilton, D. Baker // *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* – 2007. – Т. 34. – С. 127-130.

134. Sanna, M. Middle ear and mastoid glomus tumors (glomus tympanicum): an algorithm for the surgical management / M. Sanna, P. Fois, E. Pasanisi // *Auris Nasus Larynx*. – 2010. – Т. 37. – № 6. – С. 661-668.

135. Shaida, A.M. Recent advances in the use of lasers in otolaryngology / A.M. Shaida, I.D. Bottrill // *Indian journal of otolaryngology and head and neck surgery* : official publication of the Association of Otolaryngologists of India. – 1998. – Т. 50. – № 3. – С. 222-229.

136. Sanna, M. The combined transmastoid retro- and infralabyrinthine transjugular transcondylar transtubercular high cervical approach for resection of glomus jugulare tumors / Sanna M, Flanagan S. // *Neurosurgery*. —2007 - Т. 61. – №. 6. – С. 1340.

137. Surgical management of previously untreated glomus jugulare tumors. / J. Green [и др.] // *Laryngoscope*. – 1994. – Т. 104. – С. 917-921.

138. Surgical management of tympanojugular paragangliomas using the flexible CO₂ laser / S. Hackenberg [и др.] // *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* - 2022. - Т.279. - № 12. - С. 5623-5630.

139. Sykes, J. Paragangliomas of the head and neck / J. Sykes, R. Ossoff // *Otolaryngol. Clin. North Am.* – 1986. – Т. 19. – № 4. – С. 755-767.

140. The Royal Swedish Academy of Sciences. The Nobel Prize in Physics 2014 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2014/press-release/> (дата обращения: 20.09.2024).

141. Thedinger, B. Applications of the KTP laser in chronic ear surgery / B. Thedinger // *Am. J. Otol.* – 1990. – Т. 11. – С. 79-84.

142. Thelen, J. Multimodality imaging of paragangliomas of the head and neck / J. Thelen, A. Bhatt // *Insights Imaging*. – 2019. – Т. 10. – № 29. - С. 1-9.

143. Transcanal Endoscopic Management of Middle Ear Paragangliomas. / O. Surmelioglu [и др.] // *Otol. Neurotol.* - 2023. - Т. 44. - № 8. - С. 798-803.

144. Treatment of glomus jugulare tumors in patients with advanced age: planned limited surgical resection followed by staged gamma knife radiosurgery: a preliminary report. / S.N. Willen [и др.] // *Otology & neurotology* : official publication of the

American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otolaryngology and Neurotology. – 2005. – Т. 26. – № 6. – С. 1229-34.

145. Treatment of glomus jugulare tumours with gamma knife radiosurgery / P.G. Chen [и др.] // *Laryngoscope*. – 2010. – Т. 120. – № 9. – С. 1856-1862.

146. Treatment of glomus tympanicum tumors by preoperative embolization and total surgical resection / L. Devuyst [и др.] // *American Journal of Otolaryngology*. – 2016. – Т. 37. – № 6. – С. 544-551.

147. Vagal paraganglioma: the Jefferson experience. / R. Miller [и др.] // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2000. – Т. 122. – № 4. – С. 482-487.

148. Vergilis-Kalner I.J., Long-Pulse 595-nm Pulsed Dye Laser for the Treatment of a Glomus Tumor / I.J. Vergilis-Kalner, P.M. Friedman, L.H. Goldbeg // *Dermatologic Surgery*. – 2010. – Т. 36. – № 9. – С. 1463-1465.

149. Vogel, A. Mechanisms of pulsed laser ablation of biological tissues / A. Vogel, V. Venugopalan // *Chem Rev.* – 2003. – Т. 103. – № 2. – С. 577-644.

150. Williams MD. Paragangliomas of the Head and Neck: An Overview from Diagnosis to Genetics / M.D. Williams // *Head Neck Pathol.* - 2017. - Т. 11. - №3. - С. 278-287.

151. Wong, B.J. Surface temperature distributions in carbon dioxide, argon, and KTP (Nd:Yag) laser ablated otic capsule and calvarial bone. / B.J. Wong, J. Neev, M.J. van Gemert // *The American journal of otology*. – 1997. – Т. 18. – № 6. – С. 766-72.

152. Zastosowanie lasera KTP w otolaryngologii – 3 lat doświadczeń / A. Wojdas [и др.] // *Otolaryngologia Polska*. – 2011. – Т. 65. – № 4. – С. 281-284.

153. Zeitels, S. Office-based laryngeal laser surgery with the 532-nm pulsed-potassium-titanyl-phosphate laser / S. Zeitels, J. Burns // *Curr. Opin. Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 2007. – Т. 15. – С. 394-400.