

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-
БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНСТВА»

На правах рукописи

РАХМАТУЛЛАЕВ МУХАММАДАМИН ШУХРАТОВИЧ

ПРИМЕНЕНИЕ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В ХИРУРГИЧЕСКОМ
ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ДЕСТРУКТИВНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ ВИСОЧНОЙ
КОСТИ

3.1.3. – Оториноларингология

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель: доктор
медицинских наук: Диаб Х. М.

Научный консультант: доктор
медицинских наук, доцент:

Зубарева А. А.

МОСКВА 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Оглавление.....	2
Список сокращений.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	11
1.1 История стереотаксической хирургии.....	13
1.2 Техническое описание хирургической навигации.....	15
1.2.2. Безрамный стереотаксис.....	16
1.2.3. Технология оптического слежения.....	17
1.2.4. Электромагнитная система слежения.....	18
1.2.5. Преимущества электромагнитного отслеживания.....	18
1.3. Деструктивные заболевания височной кости.....	19
1.3.1. Параганглиомы и шванномы лицевого нерва.....	19
1.3.2. ХГСО с холестеатомой пирамиды.....	21
1.4. Показания к использованию навигационной системы в хирургии уха....	23
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	28
2.1. Общая характеристика пациентов.....	28
2.2. Методы исследования.....	30
2.2.1. Оториноларингологическое обследование.....	31
2.2.3. Аудиологическое обследование.....	32
2.2.4. Лучевые методы обследования.....	35
2.2.5. Статистическая обработка.....	36

ГЛАВА 3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРИ РАЗНЫХ ДОСТУПАХ К ВИСОЧНОЙ КОСТИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ).....37

ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ.....49

4.1. Результаты клинического обследования пациентов основной группы, которым выполнено хирургическое вмешательство с использованием навигационной системы.....49

4.2 Результаты клинического обследования пациентов контрольной группы, которым выполнено хирургическое вмешательство без использования навигационной системы.....60

ГЛАВА 5 ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ДЕСТРУКТИВНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ ВИСОЧНОЙ КОСТИ.....67

5.1 Использование электромагнитной навигационной системы в хирургическом лечении пациентов с патологией височной кости.....67

5.2 Хирургическое лечение пациентов контрольной группы, которым выполнено хирургическое вмешательство без использования навигационной системы.....74

5.3 **Интраоперационные находки.....76**

5.3.1. Интраоперационные находки у пациентов основной группы.....76

5.3.2. Интраоперационные находки у пациентов контрольной группы...95

5.3.3. **Результаты хирургического лечение пациентов основной и контрольной группы.....110**

Заключение.....113

Выводы.....120

Практические рекомендации.....122

Список литературных источников.....124

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

3D –трехмерное моделирование

CAS – computer assisted surgery – компьютер ассистированная хирургия

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

КАНС – компьютер ассистированная навигационная система

МРТ – магнитно-резонансная томография

КТ – компьютерная томография

КВИ – костно-воздушный интервал

ВСА – внутренняя сонная артерия

СТ – слуховая труба

ЛЯВ– луковица яремной вены

М – молоточек

Н – наковальня

КНН – короткая ножка наковальни

ДНН – длинная ножка наковальни

НСП – наружный слуховой проход

ЭМГ – электромиография

ЛПК – латеральный полукружный канал

БС – барабанная струна

ВНЧС – височно-нижнечелюстной сустав

ВПК – верхний полукружный канал

ПК – перегородка Корнера

СОА – средняя оболочечная артерия

ВСП – внутренний слуховой проход

БАК – биохимический анализ крови

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы

Актуальность применения электромагнитной навигационной системы в отохирургии обусловлена сложной анатомией височной кости, в толще которой располагаются жизненно важные структуры (канал лицевого нерва, внутренняя сонная артерия, луковица внутренней яремной вены, границы средней и задних черепных ямок). Большая часть времени и усилий хирурга во время операции тратится на верификацию важных структур среднего уха, в связи изменениями нормальной анатомии височной кости вследствие патологического процесса или ранее проведённых операций [Милешина Н.А. Курбатова Е.В. 2014].

При использовании навигационного устройства манипуляции становятся более точными и менее инвазивными. Необходимость использования «навигации» особенно возрастает при аномалиях развития уха и разрушении границ между анатомическими структурами воспалительным процессом или новообразованиями [Овчинников А.Ю., Щербаков А.Ю. 2017, Golfinos J.G., Fitzpatrick B.C. 1995]

Компьютерные системы дали возможность хирургам точно определить труднодоступные места в предоперационных КТ снимках пациента. Такие системы приобрели широкое применение в хирургическом лечении ушной патологии [Caversaccio, Freysinger.2003].

Использование электромагнитной навигационной системы значительно сокращает число осложнений операции, продолжительность пребывания пациентов в стационаре [Tabaee A, Hsu A. K, Shrimel M, G, Rickert S, 2006].

У пациентов с приобретенными или врожденными аномалиями развития уха в том числе при кохлеарной имплантации даже у самых опытных хирургов могут быть затруднения в определении анатомических структур. [Schlondorff G, Mosges R., Watanabe E, Mayanagi 2015]. Наличие неподвижных постоянных костных ориентиров, позволяющих калибровать навигационную систему, обеспечивает точность навигации. Навигация имеет особую ценность, когда она применяется в

сложной области, такой как височная кость, где расстояние между важными анатомическими образованиями измеряется в миллиметрах. Височная кость является идеальным полем, в котором можно использовать изображения навигации, потому что его костная конструкция исключает пред- и интраоперационный сдвиг [Aschendorff A., Maier W. 2009, Stelter K., Ledderose G. 2012].

Применение компьютер-ассистированной навигационной системы позволяет при хирургических вмешательствах на височной кости, в том числе и на латеральном основании черепа подробно распланировать этапы хирургического вмешательства и контролировать его ход, минимизировать кровопотерю, снизить количество возможных хирургических ошибок и осложнений, а также обеспечить возможность проведения прицельной биопсии в заинтересованной зоне [Manzey D., 2009, Strauss G., Schaller S. 2011,].

Цель исследования: Повышение эффективности хирургического лечения пациентов с деструктивной патологией височной кости посредством использования навигационной поддержки

Задачи исследования:

1. В экспериментальных условиях оценить точность электромагнитной навигационной системы при разных доступах к височной кости на кадаверных препаратах.
2. Определить основные ориентиры и жизненно важные структуры при различных доступах (трансмастоидальный, транслабиринтный, через среднюю черепную ямку) в зависимости от локализации патологического процесса.
3. Сформулировать требования к выполнению КТ - височных костей для использования в навигационной системе при хирургическом лечении пациентов с деструктивной патологией височной кости
4. Провести сравнительный анализ результатов хирургического лечения пациентов с деструктивной патологией височных костей в основной (с применением навигационной системы) и контрольной (без применения навигационной системы) группах.

5. Определить показания к использованию электромагнитной навигационной системы у пациентов с деструктивной патологией височной кости.

Научная новизна работы:

Впервые на экспериментальном материале были разработаны ориентиры для электромагнитной навигационной системы при различных хирургических доступах (трансмастоидальном, транслабиринтном и через среднюю черепную ямку) к структурам височной кости.

Определены показания к применению электромагнитной навигационной системы при хирургическом лечении пациентов с деструктивной патологией височной кости.

Разработан метод использования навигационной системы при увеличении объема барабанной полости для предупреждения травматизации канала сонной артерии у пациентов с хроническими рецидивирующими гнойными средними отитами.

Теоретическая и практическая значимость работы

Результаты диссертационной работы позволяют повысить эффективность хирургического лечения, а также обеспечить профилактику возможных осложнений и сократить сроки реабилитации пациентов с деструктивной патологией височной кости.

Внедрение результатов исследования в практику

Материалы диссертации внедрены в лечебно-диагностический процесс Научно клинического отдела патологии уха и основания черепа ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр оториноларингологии ФМБА России», ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента Российской Федерации, ГБУЗ Морозовская ДГКБ ДЗМ (г. Москва); Национального детского медицинского центра (г. Ташкент, Узбекистан).

Апробация материалов работы

Результаты научной работы доложены на:

- VI-Национальном конгрессе. Пластическая хирургия, Эстетическая Медицина и Косметология. 10-12 декабря 2017 г. Москва.
- VII-Петербургском Международном Форуме Оториноларингологов России, 25-27 апреля 2018 г;
- VI-Международном Междисциплинарном Конгрессе по заболеваниям органов головы и шеи. 17-19 мая 2018 г. Москва.
- IV Всероссийском форуме оториноларингологов России с международным участием. Междисциплинарный подход к лечению заболеваний головы и шеи 20-21 сентября 2018 г. Москва
- V-Юбилейном Всероссийском форуме оториноларингологов России с международным участием. Междисциплинарный подход к лечению заболеваний головы и шеи 19-2- сентября 2019 г. Москва.
- XI-международном Конгрессе "Нейрореабилитация- 2019" г. Москвы, 14 - 15 марта 2019 г.
- Научно-практической конференции оториноларингологов ЦФО РФ «Актуальное в оториноларингологии» 24-25 октября 2019 г. Москва
- Международной научно-практической конференции "Фундаментальная наука в современной медицине" К 90 – летию Самаркандского Государственного Медицинского Института. 16 октября 2020 г. Самарканд.
- Юбилейной научно – практической конференции с международным участием «120 лет кафедре оториноларингологии с клиникой ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова». 24-25 ноября 2020 г. Санкт Петербург.

- XX - съезд оториноларингологов России с международным участием 6-9 сентября 2021 г. Москва.

Диссертационная работа апробирована на заседании Ученого совета ФГБУ НМИЦО ФМБА России 25 февраля 2021 года (протокол №01/2021).

Личный вклад автора

Личным участием автора является непосредственная организация реализации тематического плана исследовательской работы, что включает: обследование больных с подготовкой к операции, а также установка и настройка навигационной системы к хирургическому этапу. Автор ассистировал в ходе всех операций по данной научной теме. Провел статическую обработку диссертационной работы. Кроме того, лично оформил полученные результаты в самостоятельный законченный научный труд.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, из них 4 в журналах, рецензируемых ВАК. Подана заявка на патент «Способ увеличения объема барабанной полости при хирургическом лечении больных хроническим гнойным средним отитом (регистрационный №2021104580, дата регистрации 24.02.2021. Авторы: Дайхес Н.А., Диаб Х.М., Ахмедов Ш.М., Корвяков В.С, Рахматуллаев М.Ш., Бакаев А.А, Медеулова А.Р., Кондратчиков Д.С.).

Связь с планом научных исследований

Диссертация выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ ФГБУ НМИЦО ФМБА России шифр "Ухо – 18".

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 140 страницах машинописного текста. Состоит из введения, обзора литературы, 4 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка использованной литературы,

включающего работы 22 отечественных и 144 зарубежных источников. Диссертационная работа иллюстрирована 67 рисунками и 20 таблицами.

Положения, выносимые на защиту.

1. Электромагнитные навигационные системы могут быть использованы в отоларингологической практике при хирургическом вмешательстве у пациентов с деструктивными заболеваниями височной кости для улучшения результатов лечения: за счет значительного уменьшения риска возникновения интра – и послеоперационных осложнений, а также для предупреждения развития рецидивов заболевания в результате более тщательной санации патологического очага.

2. Применение навигации с введенными данными компьютерной томографии пациента позволяет определить анатомические ориентиры, выбранные в зависимости от хирургического доступа, что дает возможность хирургу в ходе операции полноценно ориентироваться в операционном поле.

3. Разработанные подходы к применению электромагнитной навигационной системы у пациентов с деструктивной патологией височной кости (холестеатомы пирамиды, параганглиомы) позволяют предотвратить повреждения жизненно важных структур (сигмовидного синуса, внутренней сонной артерии лицевого нерва, луковицы яремной вены).

Соответствие диссертации паспорту специальности.

Диссертация соответствует специальности 3.1.3 – Оториноларингология. Результаты проведенного научного исследования соответствуют пунктам 1, 2, 3 паспорта специальности 3.1.3 — Оториноларингология (медицинские науки).

ГЛАВА 1. Обзор литературы.

За последние три десятилетия достижения технического прогресса значительно изменили методологию во многих областях медицины. Использование современных навигационных систем в хирургии - показательный пример технологических возможностей, применяемых в медицине. Также компьютерная ассистенция активно используется в ортопедии, травматологии и при хирургии позвоночника и при операциях на тазобедренных суставах [5, 17].

Операции с применением КТ-навигации стали одним из самых перспективных направлений, поскольку позволяют полностью решить задачи безопасности хирургических вмешательств и делает их менее инвазивными [50, 59,].

За последние десятилетия немало разработаны и внедрены в медицинскую практику новые компьютерные навигационные системы, которые дали возможность хирургам на этапе планирования оценить состояние жизненно важных анатомических структур в КТ-снимках пациентов. Эти преимущества были очевидны и нашли широкое распространение и при хирургическом лечении больных с распространенными деструктивными изменениями височной кости [37].

Интраоперационная навигация, на основании данных компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии (МРТ) пациента, также известной как хирургия с изображением (IGS) и хирургическая навигация, позволяет хирургу отслеживать положение инструментов и имплантатов относительно важных труднодоступных анатомических структур на цветном мониторе. Цель использования электромагнитной навигационной системы состоит в том, чтобы при операции безопасно и точно ориентироваться в двух или трех измерениях, тем самым уменьшить инвазивность процедур. Навигация в оториноларингологии облегчает выполнение сложных операции на височных костях [5, 98].

Активному совершенствованию стереотаксической хирургии способствовало развитие диагностических технологий. Прорывом к новым возможностям явилось использование навигационных систем, которые позволили хирургу во время любой операции быстро и комфортно ориентироваться в трехмерном (3D) пространстве хирургического поля с точностью до миллиметров [12, 18]. В современной литературе актуальностью является эффективность и точность новейших поколений навигационных систем [48, 61, 145, 160].

Необходимость использования навигационной системы в ходе операции у пациентов с патологией височной кости не вызывает сомнения, т.к. височная кость и латеральное основание черепа имеет сложную анатомию, хирургия в этой области часто сопровождается развитием осложнений, связанные с повреждением cochlea, полукружных каналов, VII пары ч.м.н., dura mater, ЛЯВ, и ВСА [14, 15, 46, 57, 130, 131]. Кроме того, предшествующие операции, заболевания и течение патологического процесса, могут изменить анатомию этой области, что еще больше затрудняет выполнение хирургических вмешательств [74, 115].

В большинстве случаев отологические и нейроотологические операции можно выполнять без навигационного ассистирования, ориентируясь на топографоанатомические ориентиры.

Показаниями к использованию компьютерной ассистированной навигационной системы являются сложные операции с обширными разрушениями височной кости, а также при кохлеарной имплантации с аномалиями развития, новообразования височной кости и основания черепа. Это значительно облегчает проведение вмешательств с минимизацией риска получения осложнений [21, 22, 41, 42, 131]. Использование навигационной системы при хирургических вмешательствах на «латеральном основании черепа» позволяет тщательно подготовить пациента к операции, выявить все анатомические особенности, интраоперационный контроль, кроме того дает возможность провести прицельную биопсию и свести минимуму кровопотерю, уменьшить количество возможных хирургических ошибок и осложнений [3, 4, 6,

33, 139]. И тем не менее необходимо помнить, что несмотря на наличие навигационной системы, хирург должен обладать необходимыми хирургическими навыками и знаниями об анатомии хирургического поля. Навигационная система имеет несомненные достоинства, однако не заменяет навыков хирурга [23]. Компьютер ассистированная навигационная система (КАНС) достаточно четко ориентирует хирурга в пространственно-временных взаимоотношениях и позволяет интраоперационно беспрепятственно перемещать инструменты в хирургическом поле, обеспечивая точное пространственное изображение анатомических структур пациента в реальном времени с помощью предоперационной Кт [24, 39, 58, 65, 70, 86, 87, 91, 142, 144, 156].

Во время диссекции височной кости даже самые опытные хирурги могут иметь затруднения в определении анатомических структур, в частности, у пациентов с приобретенными или врожденными аномалиями развития уха, при операции кохлеарной имплантации [26, 56, 103, 141, 143]. В такой сложной области какой является височная кость навигация имеет особую ценность, где расстояния между анатомическими образованиями чрезвычайно малы. Поскольку костная конструкция височной кости исключает пред- и интраоперационный сдвиг потому навигация является идеальным полем. [131,145].

Качество компьютерной навигационной операции тесно связано с уровнем точности, на которую непосредственно влияют технологические, графические, регистрационные, прикладные, человеческие или другие ошибки [60, 71, 102, 157, 164]. Благодаря применению навигационной техники выполнение операций становится более безопасным, появляется возможность выбора менее инвазивного подхода и предупреждения повреждений важных анатомических структур [49].

1.1. История стереотаксической хирургии.

Стереотаксическая хирургия направлена на повышение безопасности и эффективности оперативных вмешательств, благодаря тому, что четко ориентирует хирурга об анатомических взаимоотношениях структур в сложном

операционном поле и позволяет визуально отслеживать и перемещать инструменты [111, 137].

Термин «стереотаксический» происходит от греческого слова «стерео», обозначающего трехмерное изображение, и *taxis* обозначающего систему или устройство, и латинского глагола «тактус» прикосновение [73].

Интересно, что уже в 1896 г. Ж.Н. Клейтон, специалист по чрезвычайным ситуациям в Бирмингеме, использовал рентгенограмму для хирургического удаления иглы из раны кисти. Рентгеновское изображение помогло определить форму и размер инородного тела и расположение иглы относительно других анатомических структур у пациента [161]. В медицине «стереотаксическая» навигация предполагает использование внешнего каркаса, прикрепленного к пациенту, чтобы обеспечить корреляцию геометрически определенных векторов с внутренними точками анатомического ориентира [100]. Рентгенограмма четко показывала только костные ориентиры, поэтому расположение сухожилий, сосудов и других мягкотканых структур хирург оценивал, полагаясь на знание общей анатомии [162].

В 1976 г. М. Бергстром и Т. Гретс впервые описали принцип стереотаксиса с компьютерной томографией. Жесткая рама для фиксации ограничивала диапазон хирургических манипуляций, что отметили авторы. Стало возможным использование датчика без жесткой фиксации с появлением электромагнитных систем [34].

Для преодоления ограничения стереотипной системы на основе рамок в 1990 г. Давидом Робертом впервые была разработана концепция бескаркасной стереотаксии для нейрохирургии. [50].

В 1985 году Георгий Шлендорф впервые понятие «компьютерная хирургия» использовал в практической деятельности [106, 113]. Одно из важных свойств и преимуществ «бескаркасной стереотаксии» то, что позволяет непрерывно контролировать операционное поле, отслеживать хирургическим инструментом не прерывая течение операции, дает направление и точность движений хирурга в ходе операции, и даже в случаях полного отсутствия анатомических ориентиров.

Точное расположение по отношению анатомии хирургического поля навигационной системе позволяет дооперационные данные лучевой диагностики [109].

Начало внедрения компьютерно-ассистированной навигационной системы в ЛОР практику осуществлялась в 1986 г. в «Университетской клинике Германии» [138]. Данный научный эксперимент открыл большие возможности в области ЛОР практики. В 1991 году Watanabe E и соав. описали работы об использовании в нейрохирургической практике нового навигатора у 68 пациентов [158], далее «Аахенская группа» сообщила о своем опыте выполнения в 200 хирургических вмешательствах с использованием КАНС [88].

1.2. Техническое описание хирургической навигации.

В 1908 году Хорсли Т.Н. и Кларк М. А. описали устройство, которое позволило разместить электроды в точном положении в мозге экспериментального животного, опираясь на анатомические ориентиры. Их изобретение основывалось на предположении, что прикрепление рамки относительно определенных внешних анатомических ориентиров таких как орбита, наружный слуховой проход, внутренние целевые точки черепа позволит ориентироваться при хирургическом лечении [73]. В 1940 году Шпигел Э.А. и Висик Н.Т. впервые использовали стереотаксические методы для нейрохирургической абляции [147]. Некоторые из этих методов включали в себя так называемый стереотаксис на основе рамок, объединяющий радиографию и анатомические атласы. После Шпигеля и Вискиса, в 1949 году, Лекслелл включил систему устройства дугу, прикрепленную к голове пациента, что в конечном итоге превратилось в известную рамку, названную в его честь. [95, 96, 101, 151]. Робертс и Браун разработали систему на основе рамок, названную Brown-Roberts-Wells (BRWsystem) для КТ в конце 1970-х годов, а затем модифицировали ее для использования с МРТ [126]. Рамы создают связь между черепом пациента и фидуциарными маркерами для локализации внутричерепных целей с точными траекториями для пространственной ориентации надежности

применения стереотаксической аппаратуры, используемой для функциональной радиохирургии [25].

1.2.2. Безрамный стереотаксис.

Благодаря внедрению в широкую практику МСКТ и МРТ за последние десятилетия стали более безопасными операции краниотомии при опухолевых, сосудистых и других поражениях головного мозга [78, 79]. Безкаркасные системы мониторингования направлены на преобразования в объемное изображения информации, получаемой при КТ сканировании. [80, 127, 148]. Безрамные системы в дальнейшем позволили выполнять процедуры спинальной навигации [63, 159]. Развитие безкаркасных стереотаксических систем позволило использовать их при заболеваниях, при которых применение навигации ранее было ограничено или недопустимо - в хирургию позвоночника, потому что внешние датчики (стереотаксическая рама) не могли быть применены к позвоночнику, а кожа, охватывающая туловище, была слишком подвижной для применения надежных внешних маркеров поверхности. Эти проблемы были преодолены за счет развития бескаркасных систем, которые используют два общих метода регистрации внешних маркеров с внутренними точками. Первый использует регистрацию на основе поверхности, чтобы соответствовать набору точек от контуров одного изображения до контура поверхностного рендеринга анатомии пациента или других изображений. Второй метод регистрации на основе точек требует от пользователя выбора соответствующих точек на разных изображениях и анатомии пациента с использованием фидуциарных маркеров и инструментов [30, 122, 155, 165]. Эти точки могут быть анатомическими ориентирами или искусственными маркерами. Маркеры можно склеивать, зажимать или приводить в движение в кости для временной и жесткой фиксации. Затем определяются координаты из каждого набора точек и вычисляется геометрическое преобразование между ними [89]. Калфас И. Н, и Мерфи М. А. в 1989 г. впервые применили бескаркасную стереотаксическую навигацию в спинальной хирургии с использованием наборов данных КТ, которые

впоследствии были расширены для интраоперационно обновляемых и автоматически регистрируемых флюороскопических изображений [77, 114]. Предложенные методы помогли перейти от черепного стереотаксиса к операциям на спинном мозге [51, 163].

Хирургические навигационные системы позволяют хирургу, в режиме реального времени отследить точное положение и ориентацию наконечника рабочего инструмента на дисплее с изображенной анатомией конкретного пациента. Для достижения этого КТ или МРТ изображения объединяются с технологией отслеживания прибора. Технология отслеживания должна иметь возможность точно определять положение и ориентацию свободно перемещаемого объекта. В настоящее время трекеры, применяемые в хирургической навигации, используют технологии, основанные на механических рычагах с оптическим, звуковым и электромагнитным зондированием. Каждая из этих технологий имеет особые преимущества и недостатки, но все они выполняют с приемлемой точностью и достоверностью роль навигационных устройств в хирургическом поле [50].

1.2.3. Технология оптического слежения.

В настоящее время технология оптического отслеживания считается самой современной для компьютерных вмешательств под визуальным контролем [38, 67, 93]. Оптоэлектрические цифровые преобразователи требуют отсутствия препятствий на пути от излучателя к вышележащей антенне камеры. Три камеры, содержащие элементы линейной матрицы, требуются для определения трехмерного положения инфракрасных светодиодов (LEDs), прикрепленных к хирургическим инструментам. Вышележащая антенна камеры помещается на высоте 1,5-2,0 м над хирургическим полем так, чтобы она могла отследить прикрепленные к инструменту светодиоды. Таким образом, она обнаруживает и отслеживает точное положение хирургического инструмента в трехмерном пространстве [7].

1.2.4. Электромагнитная система слежения.

Электромагнитная технология отслеживания была изобретена и разработана в середине 1970 годов в основном для военного использования в качестве прицела или дисплея на истребителях на шлеме [52, 123, 153, 154]. Электромагнитные системы имеют сходные преимущества с ультразвуковыми цифровыми преобразователями в том смысле, что при их использовании нет необходимости поддерживать свободную оптическую ось между датчиком и излучающей антенной. Эти системы имеют привязку к гарнитуре, которая надевается пациенту на голову во время компьютерной томографии и позднее во время операции. Электромагнитные навигационные системы имеют определенный недостаток, заключающийся в вероятности возникновения помех от сторонних электромагнитных систем, а также от отдельных видов ферромагнитной аппаратуры в операционной. Эти помехи, а также незначительные несоответствия при изменении положения гарнитур, при томографии и операции способствует ошибке и погрешности в определении местоположения. Такие погрешности относительно незначительны и несущественны для большей части хирургии передних отделов основания черепа, где эта система находит свое основное применение [79].

1.2.5 Преимущества электромагнитного отслеживания

Келли П. и Гроуз С. в 1990 г. предложили электромагнитный стереотаксис [81]. После этого электромагнитная технология слежения была модифицирована для применения при операциях с навигацией в основном для эндоскопической хирургии околоносовых синусов. В прошлом многие медицинские исследователи отказались от технологии трекера электромагнита (ЕМ) в связи с проблемой металлической чувствительности, которая могла бы привести к тому, что трекеры ЕМ могут быть неточными при работе в тяжелых «металлических средах». Однако технология ЭМ обеспечила ряд существенных преимуществ, необходимых для успешной работы в хирургической среде. Технология основана на генерации

низкочастотных (10-20 кГц), ближних полевых (квазистатических) векторов магнитного поля из единой сборки трех стационарных магнитодипольных антенн (катушечной матрицы), называемых источником или передатчиком.

Эти преимущества включают следующее:

- скорость;
- разрешение;
- непосредственная точность;
- простая передача данных ввода / вывода;
- простота калибровки и использования;
- простота настройки;
- безопасность;
- прочность сенсорного и исходного оборудования.

1.3. Деструктивные заболевания височных костей.

1.3.1 Параганглиомы и шванномы лицевого нерва. Параганглиомы – хемодектомы [29, 94], гломусные [1, 2, 13, 27, 140], нейроэндокринные опухоли [128, 146] являются наиболее распространенными опухолями среди новообразований височной кости и составляют 0,6 % от всех опухолей головы и шеи и 0,03 % от всех опухолей человека [97, 120]. Они занимают второе место среди опухолей височной кости после вестибулокохлеарной шванномы [69, 72, 75, 124]. Частота встречаемости параганглиомы головы и шеи колеблется от 1:30000 до 1:100000 [31, 32, 104]. Женщины болеют в 4-6 раз чаще мужчин [64, 149].

Классификация гломусных опухолей височных костей по степени распространенности (Fisch Mattox Sanna) рис. 1. [35, 53].

Яремный гломус (Glomus jugulare) Гломусная опухоль развивается из луковицы яремной вены.

Вагальный гломус (Glomus vagale) Опухоль растет в проекции блуждающего нерва.

Опухоль каротидного тельца (Carotid body tumor) Первичный рост в зоне бифуркации сонной артерии.

Тип А	Опухоль в пределах промонториума
Тип В	Опухоль распространяется в гипотимпанум, но не разрушает яремную ямку и не распространяется в инфралабиринтное пространство.
В1	Опухоль распространяется в гипотимпанум, но не доходит до яремной луковичи.
В2	Опухоль распространяется в гипотимпанум и в сосцевидный отросток.
В3	Опухоль заполняет барабанную полость, сосцевидный отросток и разрушает костную стенку канала сонной артерии.
Тип С	Опухоль с поражением инфралабиринтного пространства и распространением в верхушку пирамиды
С1	Опухоль распространяется вплоть до сонного отверстия, но не затрагивает сонную артерию
С2	Опухоль вовлекает вертикальную порцию сонного канала
С3	Опухоль вовлекает вертикальную и горизонтальную порции сонного канала, но не доходит до рваного отверстия
С4	Опухоль распространяется вплоть до кавернозного синуса

Рисунок 1. Классификация гломусных опухолей.

Навигация предоставляет хирургу ценную пространственную информацию, особенно в тех случаях, когда ориентация затруднена из-за инвазии опухоли [40, 45, 68, 116, 117]. Электромагнитная навигационная система широко используется, особенно при распространенных гломусных опухолях [8, 9, 10].

Шваннома лицевого нерва, наиболее частыми опухолями периферических нервов являются шванномы. Это медленно растущие первичные нейрогенные опухоли, которые происходят из шванновских клеток нервной оболочки и могут возникать в любом месте по ходу лицевого нерва от ствола мозга до нервно-мышечного соединения. Но преимущественно они располагаются в коленчатом ганглии [55, 82, 92, 121, 129, 134, 166]. Они (шваномы) являются редкими опухолями и составляет от 0,15 % до 0,8 % всех опухолей пирамиды височной кости [28, 44, 83, 107, 112, 125].

Наиболее частым проявлением невриномы является паралич лицевого нерва, за которым следует нейросенсорная или кондуктивная потеря слуха, шум в ушах и оталгия [43, 47, 62, 66, 84, 105, 110, 119, 135, 152].

В отохирургии выделяются шесть уровней канала лицевого нерва. Меатальный – отрезок нерва от продолговатого мозга до отверстия внутреннего слухового прохода; супрагеникулярный – это участок нерва от отверстия внутреннего слухового прохода до коленчатого узла; инфрагеникулярный – от коленчатого узла до места выхода стремени нерва; инфрастапедальный – от стремени нерва до места выхода барабанной струны; инфрахордальный – участок от барабанной струны до шилососцевидного отверстия; инфрафораменный – уровень нерва ниже шилососцевидного отверстия [20].

1.3.2. Хронический гнойный средний отит с холестеатомой.

Холестеатома состоит из скопления концентрически наслаивающихся друг на друга слоев эпидермальных масс и продуктов их распада, в основной холестерина, чем определяет название этого образования. В её составе имеется соединительнотканная оболочка (матрикс), покрытая многослойным плоским эпителием, плотно прилегающая к кости и нередко внедряющая в нее. Холестеатома воздействует при массивном распространении на костные стенки не только своими химическими компонентами (в частности, ферментом коллагеназой) но и продуктами распада, что ведет к разрушению костной ткани. В результате деструкции костных стенок барабанной полости, холестеатома может привести к образованию свища (фистулы) в области полукружных каналов (чаще в области ампулы латерального канала), канала лицевого нерва, что проводит к развитию лабиринтита, возникновению пареза лицевого нерва, внутричерепных осложнений. [19, 99, 118, 132, 133].

Холестеатомы в зависимости от локализации, подразделяются следующим образом.

- Аттикальные холестеатомы. Выявляются они по наличию перфорации в области ненатянутой части барабанной перепонки или ретракции, распространяющиеся в аттик, адитус и иногда – в антрум, сосцевидный отросток;
- Холестеатома синуса. Диагностируют их при задне – верхних перфорациях или ретракциях натянутой части барабанной перепонки. Они могут распространяться в задние отделы барабанной полости и тимпанальный синус, а – под наковальню и в аттик;
- Выявляются при ретракциях или перфорациях всей натянутой части распространяющиеся до аттика под складками молоточка и телом наковальни или головкой молоточка ретракционные холестеатомы натянутой части;
- При интактной барабанной перепонке расположены врожденные холестеатомы в мезотимпануме или в других отделах височной кости;

Выделяют также холестеатомы:

Резидуальные – после предыдущих операциях.

- рецидивирующие, – которые появляются в ретракционных корманах после предшествующих операций;
- ятрогенные – появляющиеся после предшествующего вмешательства по поводу хронического среднего отита без холестеатомы при тимпанопластике [11].

Хирургу при планировании хирургического вмешательства необходимо иметь представление о локализации холестеатомы в пирамиде височной кости, ее взаимоотношениях с сосудисто-нервными образованиями височной кости, наличии костно-деструктивных изменений структур среднего и внутреннего уха. Обследование пациентом проводится на предоперационном этапе с этой целью анализа полученных результатов МСКТ-исследований височных костей, включающих серию томограмм, протокола исследования. Одна из наиболее часто используемых классификаций предложена М. Sanna. Эта пятибалльная классификация подразделяет холестеатомы височной кости на супралабиринтные, инфралабиринтные, массивные, инфралабиринтно-апикальные или апикальные [133].

1.4 Показания к использованию навигационной системы в отохирургии.

Использование электромагнитной навигационной системы значительно сокращает возникновение операционных осложнений и продолжительность пребывания пациентов в стационаре [150]. Вмешательства в “рискованных” зонах являются показаниями к использованию навигационной системы: область орбиты (зрительный нерв, глазодвигательные мышцы, подглазничный нерв); основание черепа (клетки решетчатого лабиринта, клиновидная пазуха, первичная и ревизионная параназальная синус-хирургия), кроме этого, холестеатомы, новообразования или воспалительный процесс височной кости, подозрение на пороки развития среднего и внутреннего уха, вестибулярные шванномы и т.д. [5, 17, 61].

По Кохану М. (2012), критерии для использования навигационной системы в хирургии уха следующие:

хронический гнойный средний отит осложненный холестеатомой или опухолевый процесс с:

- осложнениями со стороны ЦНС;
- поражением лицевого нерва;
- эрозией костного лабиринта;
- болезнью вертушки сосцевидного отростка;
- поражением внутреннего слухового прохода;
- поражением внутренней сонной артерии;
- расширением внутричерепного пространства;
- сильно измененная анатомия от предыдущей операции или деструктивного процесса (гломусные опухоли тип В, С и Д);
- обширные холестеатиновые гранулемы вертушки сосцевидного отростка, требующие хирургического вмешательства;
- атрезии наружного, среднего и внутреннего уха;
- кохлеарная имплантация с аномалиями;
- энцефалоцеле с ликвореей [90].

В случаях костных образований ЛОР-органов (лобных пазух, основания черепа и в том числе височных костей) навигационная система позволяет получить данные высокой информативности, точности, что является необходимым и эффективным методом. Из научно-практических работ от 2012 года можно отметить опубликование о частоте использования данной «системы-точности» во время эндоскопических ЛОР операций в 235 случаях [46].

В мировой литературе описано значительное количество исследований, посвященных использованию навигационной системы в отохирургии. Одним из них является исследование, проведенное D. Bernardeschi, Y. Nguyen и соавт. в 2013 г. Авторы описали 40 пациентов, которым выполнены операции на латеральном основании черепа с помощью навигационной системы. Пациенты были разделены на две группы. В первой группе было четыре мужчины и пять женщин всего 9 пациентов. У всех из них имела место одиночная вестибулярная шваннома (семь справа, два слева), которая подверглась хирургическому удалению с помощью транслабиринтинного доступа. Вторая группа (n = 31) состояла из 16 мужчин и 15 женщин, прооперированных по поводу менингиомы задней черепной ямки (n=11), вестибулярной шванномы (n=7), верхушечной холестеатомы (n=6), новообразования лицевого нерва (n=4), тимпано-югулярной параганглиомы (n=1), новообразования черепного нерва (n=1) и менингоэнцефалоцеле (n=1). По мнению авторов КАНС следует применять при операциях на латеральном основании черепа, особенно когда нормальная анатомия изменена вследствие патологии [36].

О своем опыте применения КТ-навигационной системы сообщили D. Kohan, D. Jethanamest. Из 818 пациентов с отологическим заболеванием, подлежащих хирургическому лечению, 94 пациента были с обширным процессом, который соответствовал критериям для отологической хирургии с визуальным контролем. В центре внимания исследования были 13 пациентов (14%), которым было проведено 10 первичных и пять ревизионных операций с использованием навигации. У одного пациента было три операции, одна на левом и две на правом ухе. У двоих пациентов холестеатома распространялась в среднюю черепную

ямку, у 1 пациента имелся эпидуральный абсцесс. Среди пациентов с холестеатомой у семи были клинические признаки поражения лицевого нерва, у 10 – разрушение костного канала лицевого нерва, выявленные при предоперационном КТ исследовании. Предоперационно компьютерная томография выявила пять случаев фистулы горизонтального полукружного канала, два случая распространения холестеатомы инфралабиринтным путем, два – с вовлечением внутреннего слухового прохода и два случая энцефалоцеле с ликвореей. КАНС во время сложной отологической хирургии обеспечивает точное отображение инструментов в интраоперационном периоде и улучшает исход операции [90].

В отечественной литературе. Овчинников А.Ю., Щербаков А.Ю. в 2017 г сообщают опыт хирургического лечения 25 больных пациентов ХГСО с использованием навигационной системы. Во всех случаях интраоперационно авторы выявили наличие холестеатомы (кариозно-грануляционный процесс костных стенок полостей среднего уха у 12 пациентов, участки обнаженной патологическим процессом твердой мозговой оболочки различных размеров и локализаций у 11 пациентов). В области горизонтального полукружного канала у 2 пациентов обнаружена бессимптомная фистула лабиринта, отсутствие костной стенки, отграничивающей внутреннюю сонную артерию и луковичу яремной вены констатировано у 2 пациентов. Авторы утверждают, что полученные данные обеспечивали повышение уровня безопасности, гарантировали качество проведение операции и обосновывали перспективны для дальнейшего применения навигационных систем в хирургии височной кости [15].

Успешный отохирургической опыт применения интраоперационных навигационных систем опубликован Диаб Х. М., Дайхес Н. А. и соавт. в 2017 г. у 20 пациентов с параганглиомами латерального основания черепа (6 мужчин и 14 женщин) в возрасте от 35 до 75 лет. Первая группа пациентов (n=5) спараганглиомой типа А. Вторая группа пациентов (n=10) с опухолью типа В. Третья группа (n=5) с опухолью типа С. Все операции проводились с использованием навигационной системы. Авторы отмечают, что применение

навигационной системы дает возможность избежать травмы внутренней сонной артерии и VII, IX-XII пар ЧМН [10].

Навигационная система «контроля» позволяет хирургу непрерывно интраоперационно получить наглядные данные соотношения КТ и анатомических ориентиров, кроме того дает точную визуализацию инструментарий в операционном поле, тем самым улучшая качество операции, уменьшая риск осложнений во время операций [49].

Исходя из вышеперечисленных достоинств и преимуществ использования электро-магнитной системы навигации, в настоящее время его применение в хирургии латерального основания черепа (в том числе и височных костей) является актуальной и необходимой, связано это с сложной топографо-анатомических структур данной области, их взаимоотношения, жизненно важных структур этой области, которые могут привести к серьезным осложнениям как во время операции, так и послеоперационном периоде [102].

Большинство осложнений в отохирургии являются ятрогенными, данное обстоятельство связано с нарушениями нормальной анатомии височных костей из-за деструктивных патологий данной области, аномалиями развития, сложности микроанатомических структур внутреннего уха. В связи с чем, система навигации может играть важную роль в отохирургии в процессе улучшения качества хирургических вмешательств, в снижении риска ятрогенных осложнений и ошибок [111].

Для точности навигации во время операции, система должна настроена параметрами толщины не больше 1-2мм [88]. Однако, в литературе некоторые авторы рекомендуют использовать данный параметр до 1 мм – в случаях если операция планируется в области сложных анатомических структур, для уменьшения погрешности [38]. Как сообщают авторы, данный фактор улучшает работоспособность с инструментариями благодаря точному и легкому управлению их в сложных и суженных топографо-анатомических пространствах [16]. Кроме того, J. Kristin и его соавторы указывают в своих работах

использование системы электро-магнитной навигации во время операции латерального основания черепа с параметрами точности равная $0,9 \pm 0,4$ мм [85].

Благодаря электромагнитной навигационной системе повышается эффективность хирургического лечения за счет более точного ориентирования в операционном поле, таким образом возможно избежать травмирования анатомических важных структур а следовательно уменьшать интраоперационные осложнения. В России практически отсутствуют работы использование навигационных систем в отохирургии, не отработаны показания к её применению, не разработана методология их использования при выполнении сложных операций у пациентов с патологией височных костей и основания черепа.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЛЕЧЕНИЯ.

2.1 Общая характеристика пациентов

В период с 2017 по 2020 гг. было проведено обследование 100 пациентов с деструктивными заболеваниями височной кости, находившихся на стационарном лечении в отделении «Патологии уха и латерального основания черепа» ФГБУ «Национальном медицинском исследовательском центре оториноларингологии ФМБА России» (НМИЦО), г. Москва, в соответствии с поставленными задачами. Основной целью хирургического лечения была санация структур височной кости и латерального основания черепа, подвергавшейся патологическому процессу, с реконструкцией среднего уха. Были сформированы две клинические группы для проведения сравнительного анализа эффективности хирургических вмешательств в зависимости от выполненного оперативного вмешательства.

I группу составили 50 пациентов (основная группа), которым выполняли с использованием навигационной системы операцию на структурах височной кости.

Во II группу также включены 50 пациентов (контрольная группа), которым выполнено хирургическое вмешательство без использования навигационной системы (таблица 1).

Таблица 1. – Распределение больных в зависимости от выполненных операции

Группы исследования	Использование электромагнитной навигации	Количество пациентов абс. ч. /%
I группа	+	50/50
II группа	-	50/50

Всего обследовано и прооперировано: мужчины – 31 (31%), женщин – 69 (69 %) . В I группе пациентов мужчин было -14 (28%), женщин – 36 (72%); во II группе -17 (34%) и 33 (66%) соответственно (таблица 2).

Таблица 2. – Распределение пациентов по полу в исследуемых группах

Пол	I группа		II группа		Всего	
	абс. ч (n=50)	%	абс. ч (n=50)	%	абс. ч (n=100)	%
Мужчины	14	28	17	34	31	31
Женщины	36	72	33	66	69	69
Итого	50	100	50	100	100	100

Из включенных в исследование 100 пациентов, у 52 (52%) выявлена: параганглиома височной кости; 9 (17.3 %) пациентов с типом А (опухоль в пределах промоториума); 36 (69.2 %) пациентов с типом В2 (опухоль распространяется в сосцевидный отросток); 7 (13.4 %) пациентов с типом С (опухоль с поражением инфралабиринтного пространства и распространением к верхушке пирамиды). Кроме того, 15 пациентов были с шванномой лицевого нерва и 33 пациента с ХГСО с холестеатомой (Таблица 3).

Таблица 3. – Распределение пациентов по заболеваниям

Патология височных костей	I группа		II группа		Всего	
	абс. ч (n=50)	%	абс. ч (n=50)	%	абс. ч (n=100)	%
Параганглиома (гломусная опухоль)	34	68	18	36	52	52
Невринома лицевого нерва	7	14	8	16	15	15
ХГСО с Холестеатомой	9	18	24	48	33	33

Возраст исследуемых пациентов составил от 14 до 83 лет (таблица 4). Средний возраст больных I группы 50 лет, II–46 лет. Важно, что 67% больных составили лица трудоспособного возраста (от 18 до 60 лет).

Таблица 4. – Распределение пациентов в группах по возрасту

Возрастная группа	I группа		II группа		Всего	
	абс. ч.	%	абс. ч.	%	абс. ч.	%
До 20	2	4	4	8	6	6
21-30	3	6	7	14	10	10
31-40	9	18	7	14	16	16
41-50	11	22	9	18	20	20
51-60	6	12	9	18	15	15
Старше 60	19	38	14	28	33	33
Итого	50	100	50	100	100	100
Средний возраст	50		46,2		48,1	

В исследование включены пациенты, хирургическое вмешательство у которых осложнено в связи трудностью доступа к области операции в связи с характером самого заболевания и выраженными деструктивными изменениями височной кости пациенты с параганглиомой височной кости (тип А, В и С), с хроническим гнойным средним отитом осложненным холестеатомой и шваномой лицевого нерва.

Из исследования были исключены пациенты (критерии исключения): с сопутствующими соматическими заболеваниями в стадии декомпенсации, пациенты с другими формами ХГСО.

2.2. Методы исследования.

Перед хирургическим лечением всем пациентам проводился осмотр ЛОР органов, включавший в себя переднюю и заднюю риноскопию, фарингоскопию,

непрямую ларингоскопию, отоскопию и отомикроскопию. Кроме этого, пациентам проводили общеклиническое обследование, которое включало в себя определение гематологических показателей ОАК, БАК, коагулограмма, определение группы крови и резус принадлежности, RW, HbS и HCV – антигены, антитела к ВИЧ, электрокардиографию, рентгенографию грудной клетки, КТ височной кости и МРТ головного мозга.

2.2.1. Оториноларингологическое обследование.

Оториноларингологическое обследование включало: жалобы больных и сведения анамнеза; визикальный осмотр; обследование ЛОР-органов, включающее следующие методы:

исследование верхних дыхательных путей с помощью эндоскопа (видео/эндоскопическая система «Tele-Pack-X-Led» фирмы «Karl-Storz» (Germ.) эндоскопами 0⁰; 30⁰ и с диаметром 2,7;4,0 мм), эндо-отоскопия, отомикроскопия (микроскоп фирмы Karl-Zeiss (Germ.), операционный микроскоп «S7;S8» фирмы «Karl-Zeiss» (Germ.) с 12-и 24-х кратным увеличением, с системой видеозаписи операции. Осматривали просвет наружного слухового прохода, оценивали наличие дефектов стенок, экзостозов, остеом, патологического отделяемого, на состояние б/перепонки, сохранность, цвет, расположение и характер перфорации.

При опухолях обращали внимание на цвет и пульсацию образования, наличие деструкции костных стенок. При ранее перенесенной общеполостной операции на ухе изучали объем и форму послеоперационной полости, высоту «Шпоры», состояние выстилки в мастоидальном и тимпанальном отделах, наличие грануляций, холестеатомных масс, рубцов и гипертрофированной слизистой оболочки.

Состояние вентиляционной функции слуховой трубы определяли с помощью стандартных проб. Для оценки слуховой функции проводили акуметрию - разговорной и шепотной речью по общепринятой методике. Камертональные исследования проводили с помощью набора камертонов С-128, С-512, С-1024 и С-2028, а также проводили опыты Ринне, Федериче, Вебера.

2.2.2. Аудиологическое обследование

Аудиологическое исследование выполняли перед оперативным вмешательством. Обследование проводили в научно-клиническом отделе аудиологии, слухопротезирования и слухоречевой реабилитации ФГБУ НМИЦО ФМБА России. Тональную пороговую аудиометрию выполняли на аудиометре «INTERACOUSTICS» AC 40 (Дания) (рис.2).



Рис.2. Аудиометр «INTERACOUSTICS» AC40 (Дания)

Исследование проводили по костному и воздушному звукопроводению в диапазоне от 125 Гц до 8000 – Гц, с учетом КВИ.

2.2.3 Лучевые методы обследования

Мультисрезовая компьютерная томография височных костей – современное цифровое объемное рентгенологическое исследование позволяющие определить тип пневматизации сосцевидного отростка, локализацию и распространённость патологического процесса. Этот метод визуализации дает возможность изучить целостность костных стенок барабанной полости, отграничивающих ее от средней и задней черепных ямок, внутренней сонной артерии, луковицы яремной вены, лицевого нерва.

Перед операцией всем пациентам проводили КТ пирамид височных костей (компьютерный томограф «Siemens Somaton Sensation»). Рис 3.



Рис.3. компьютерный томограф «SiemensSomatonSensation» (Германия).

Исследование проводилось в отделение лучевой диагностики ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр оториноларингологии ФМБА России». КТ-аппаратное сканирование выполнялось срезом 0,6 мм. Использовали программу «RadiantDICOMViewer» и «VidarDicomViewer». Исследование проводили в сагитальной, аксиальной и коронарной проекциях с 3D реконструкцией. Идентифицировали структуры наружного, среднего и внутреннего уха, обращали внимание на тип пневматизации височной кости, на расположение сигмовидного синуса, луковичу яремной вены, сонную артерию, ход канала лицевого нерва и полукружных каналов, определяли степень распространения патологического процесса.

Таблица 5. – Свободная таблица рекомендаций по настройке сканера компьютерной томографии

Параметры	Обязательное значение
Протокол	Последовательный Геликоидальный
Формат файла	DICOM Несжатый С заголовкой
Размер матричного изображения	512X512
Фомат пикселей	Квадратный Высота=Вертикаль
Уголь наклона Гентри	0 градусов
Направление лица	Лицо кверху
Диаметр поля зрения	200-220 мм
Инкремент стола	0,6 мм
Пациент	Неподвижность
Объем обхвата	Стандартный от нёба 3-4 см над верхненокосовой точкой
Аксиальный ряд	Необходимо

Технические параметры компьютерной томографии височной кости, подобранные для исследования основной группы пациентов, представлены в таблице 5. Сопоставляя результаты КТ височных костей с результатами клинических данных на дооперационном этапе, мы могли более точно оценить распространенность патологического процесса и определить тактику предстоящего хирургического лечения.

Также всем пациентам проводилась МРТ височной кости в режимах T1, T2, EPI DWI и DWI non-EPI. МРТ позволяет определить наличие и распространённость новообразований и холестеатомных масс а также провести их дифференциальную диагностику.



Рис.4. Магнитно-резонансный томограф «Siemens Magnetom Espree» (Германия).

2.2.4. Интраоперационные исследования лицевого нерва.

С целью снижения риска осложнения пареза мимической мускулатуры, во время операции проводили нейромониторинг VII пары черепномозговых нервов (аппарата Nim-Neuro 3, Medtronic, производство США) (Рис 5).

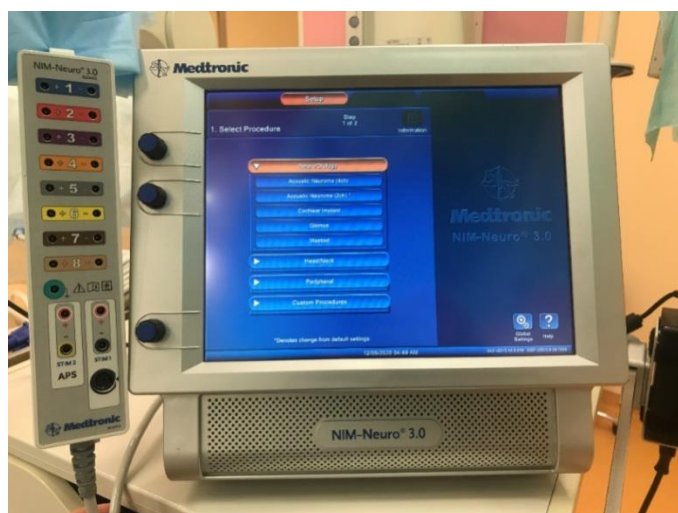


Рисунок 5. Аппарат нейромониторинга

Электроды устанавливались подкожно ипсилатерально в области m. orbicularis oculi et oris, так же третий-заземляющий в области грудины. Во время

хирургического вмешательства в области лицевого нерва использовали постоянную электрическую стимуляцию с бормашины или периодическую с монополярного зонда (сила тока 1,2 мА), при этом регистрируемые датчиками в мимической мускулатуре сопровождались разной интенсивности звуковым сигналом, что сопровождалось к более осторожному подходу хирурга.

2.2.5. Статистическая обработка.

Для статистического и графического анализа использован ПК и пакет прикладных программ Statistika 12.0 в соответствии с рекомендациями (О.Ю. Реброва 2002). Описательная статистика количественных признаков представлена средними и средне квадратическими отклонениями (в формате $M \pm s$) в случаях нормальных распределений. Абсолютными и относительными частотами представлена описательная статистика качественных признаков. Сравнительный анализ качественных переменных проводился с помощью точного критерия Фишера. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Глава 3. Использование электромагнитной навигационной системы при разных доступах к височной кости (экспериментальная часть)

В исследование приведены результаты, полученные в ходе диссекции на кадаверных головах (10 голов, 20 височных костей), под контролем электромагнитной навигационной системы. Предварительно перед диссекцией произведена компьютерная томография по требованию для подключения навигационной системы аппарата Collin Digipointeur. Отработаны доступы к височной кости и ее структурам в зависимости от локализации патологического процесса. Трансмастоидальной, транслабиринтный и доступ через среднюю черепную ямку. Определены постоянные анатомические ориентиры в зависимости от хирургического доступа, полученные результаты проанализированы и сопоставлены с данными компьютерной томографии.

Компьютерная томография (КТ) каждой кадаверной головы была получена на КТ-сканере «Siemens Somaton Sensetion» (Германия) в положении на затылке. Перед компьютерной томографией устанавливали 4-5 винта-самореза (рис.3.1.) для дальнейшей регистрации точности навигационной системы.



а



б

Рисунок 3.1. Установка в заушной области винтов саморезов до проведения компьютерной томографии. (а); После проведения компьютерной томографии, установлено устройство для фиксации датчика, регистрирующего положение инструментов (б).

При сканировании черепа использован шаг среза исследования до 0,6 мм (рис 3.2.)

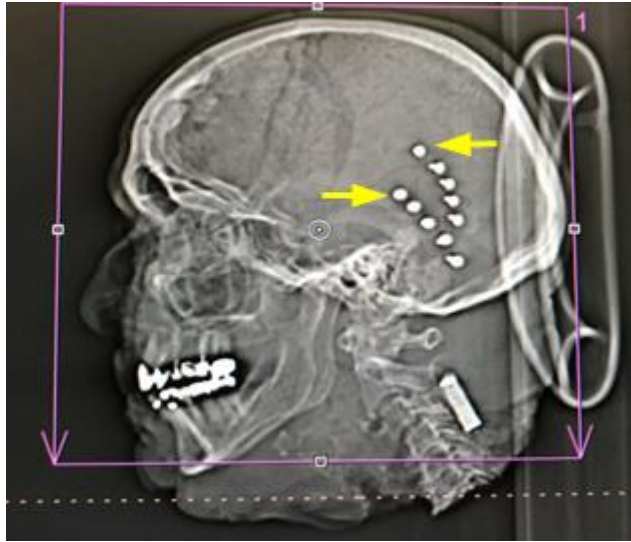


Рисунок 3.2. Компьютерная томография черепа после установки винтов саморезов (указано стрелкой).

Датчик, регистрирующий положение инструмента (рис. 3.3 а), устанавливали на череп с помощью специального адаптера, обеспечивающего его жесткую фиксацию без применения инвазивных методик и позволяющего при необходимости свободно изменять положение головы по ходу исследования (рис. 3.3б).



а

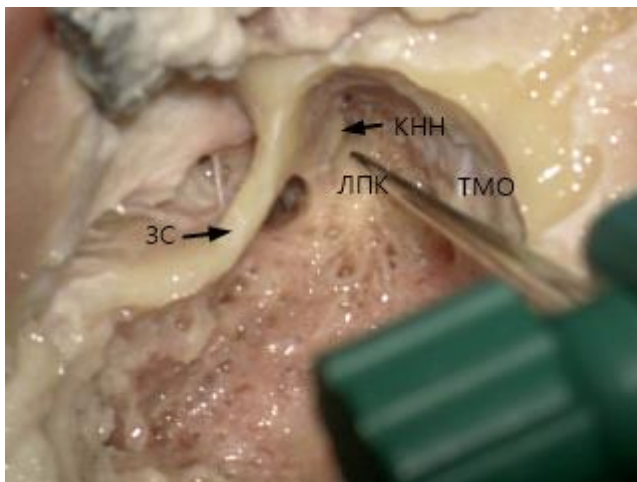


б

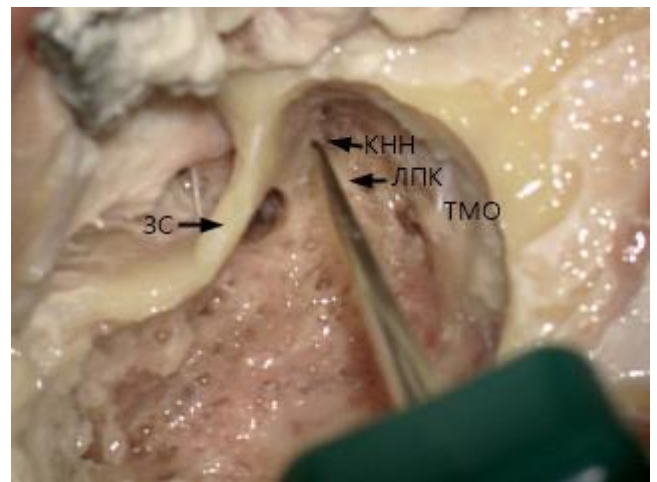
Рисунок 3.3 (а) – датчик, регистрирующий положение инструмента; (б) – датчик, регистрирующий положение инструмента фиксирован к черепу.

Данные изображения импортировались в навигационную систему с электронных носителей. Програмное обеспечение навигационной системы реконструировало данные изображения и создавало трехмерную модель кадавера. После загрузки данных для совмещения виртуальной модели с кадавером проводили регистрацию по 4 винтам саморезам, которые необходимо отметить на модели, а затем повторить на кадаверах. Далее тестировали навигацию по контрольным ориентирам: козелок ушной раковины, верхушка сосцевидного отростка. При недостаточной точности отображения расположения хирургического инструмента внутри операционного поля использовалась дополнительная калибровка во время диссекции по костным ориентирам в ухе.

Под контролем микрохирургической техники (операционный микроскоп Pentero 800 Zeiss) в заушной области, отступя от заушной складки 0.5 см, произведен дугообразный разрез кожи и подкожной клетчатки. Далее произведен разрез мягких тканей и надкостницы параллельно первому разрезу. Разрез продлен кверху – до чешуйчато – париетального шва, книзу – до верхушки сосцевидного отростка, с переходом на латеральную поверхность шеи. Распатором произведена отсепаровка мягких тканей и надкостницы, ранорасширителем мягкие ткани разведены в стороны. Визуализирован шип Генле, и височная линия. Микрораспатором произведена отслойка кожи задней стенки НСП. Далее последовательно со стороны кортикального слоя сосцевидного отростка выполнена расширенная антромастотомия



а



б

Рисунок 3.4 Интрадиссекционное определение структур височной кости с помощью навигационной системы. КНН – короткая ножка наковални ЛПК – латеральный полукружный канал, ЗС – Задняя стенка наружного слухового прохода, ТМО – твердая мозговая оболочка. Навигационный щуп установлен на латеральный полукружный канал рис.3.4.(а), на короткую ножку наковальни на рисунке 3.4. (б).

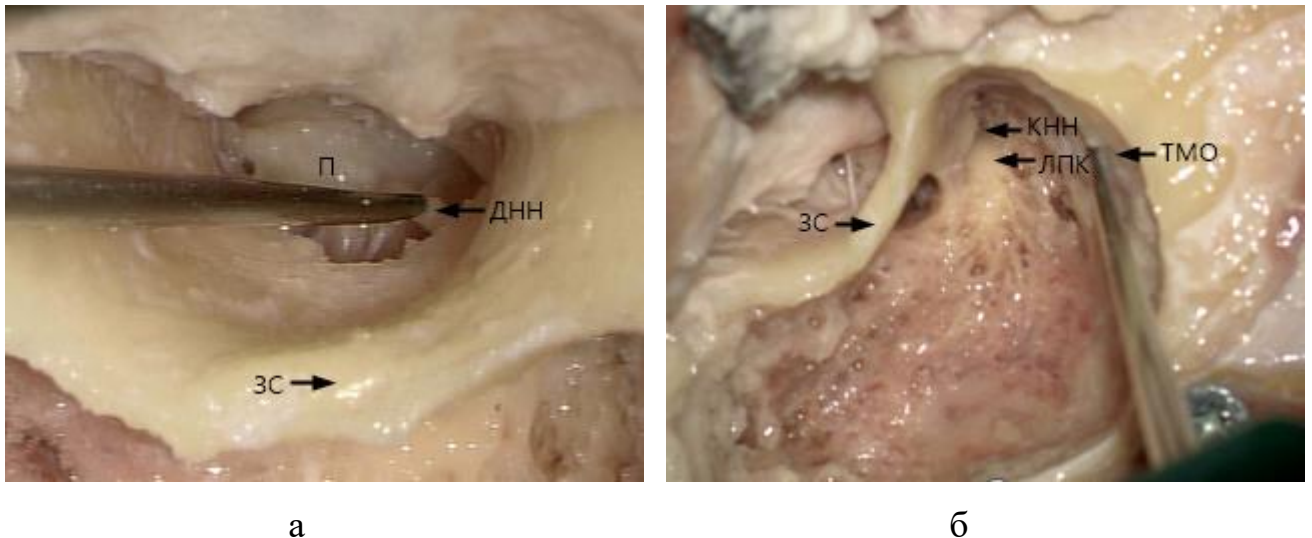


Рисунок 3.5. Интрадиссекционное определение структур височной кости с помощью навигационной системы. П – промоториум (латеральная стенки основного завитка улитки), ДНН – длинная ножка наковални, ЗС – задняя стенка нарудного слухового прохода, ТМО – твердая мозговая оболочка. Навигационный щуп установлен на (ДНН) – длинную ножку наковальни рис.3.5.(а), на твердую мозговую оболочку (ТМО) на рисунке 3.5.(б).

Определены основные ориентиры. Сопоставлены предоперационные, интрадиссекционные данные и определена точность локализации каждой анатомических структур. Основными ориентирами являлись, при диссекции мастоидальной части – полукружные каналы; в аттике – наковально-молоточковое сочленение; в барабанной полости – промоториум, ниша окна преддверия и улитки.

При транслабиринтном доступе после заушного разреза, выполняли расширенную антростоидотомию с обнажением средней черепной ямки, сигмовидного синуса. Бором удаляли латеральный, задний и верхний

полукружный канал. Вскрывали преддверия определяли проекция внутреннего слухового прохода.

В преаурикулярной области произведен линейный разрез кожи и мягких тканей до надкостницы. Подкожножировая клетчатка отсепарована от фасции височной мышцы. Распатором мягкие ткани с надкостницей разведены в стороны. Обнажена чешуя височной кости, скуловой отросток. Выполнена подвисочная миникраниотомия. Удален слой кости до уровня стекловидной пластинки, сформировано трепанационное отверстие 4,0-5,0 см в диаметре. Со стороны средней черепной ямки осуществлен доступ к пирамиде височной кости. Выполнена отсепаровка твердой мозговой оболочки средней черепной ямки от основания черепа. Определены *eminencia arcuata* (место проекции верхнего полукружного канала), большой каменистый нерв, место проекции улитки и внутренний слуховой проход (ВСП) При диссекции капсулы ВСП определяли местоположение лицевого нерва в интраканальном, лабиринтном, тимпанальном, мастоидальном отделах и место его выхода через шилососцевидное отверстие.

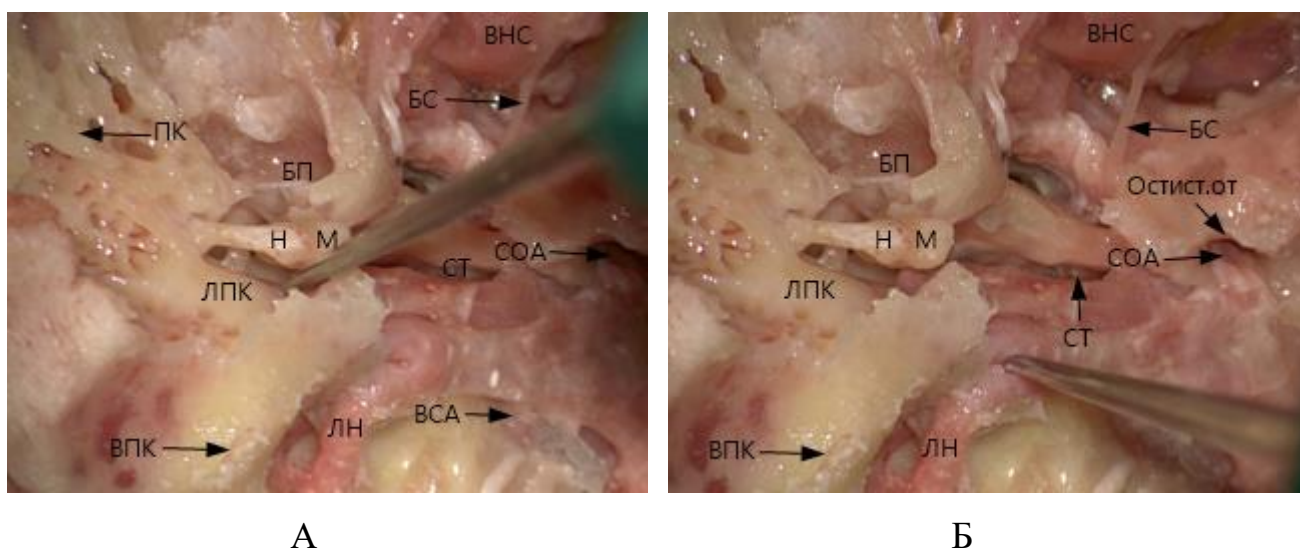


Рисунок 3.6. Интрадиссекционное определение структур височной кости с помощью навигационной системы (рис. А и рис. Б): ПК – перегородка Корнера, ЛПК – латеральный полукружный канал. ВПК – верхний полукружный канал, Н – наковальня, М – молоточек, СТ – слуховая труба, ВСА – внутренняя сонная артерия, ЛН – лицевой нерв, БП – барабанная перепонка, БС – барабанная струна,

ВНС – височно-нижнечелюстной сустав, СОА – средняя оболочечная артерия, Остист.от – остистое отверстие.

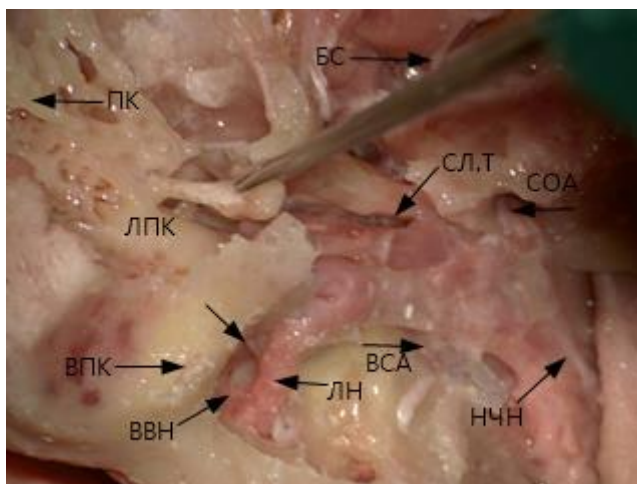


Рисунок 3.7. Измерение точности настройки навигационной системы. ПК – перегородка корнера, ЛПК – латеральный полукружный канал, БС – барабанная струна, СЛ.Т – слуховая труба, ВСА – внутренняя сонная артерия, НЧН – нижнечелюстной нерв, СОА – средняя оболочечная артерия, ЛН – лицевой нерв, ВВН – верхний вестибулярный нерв.

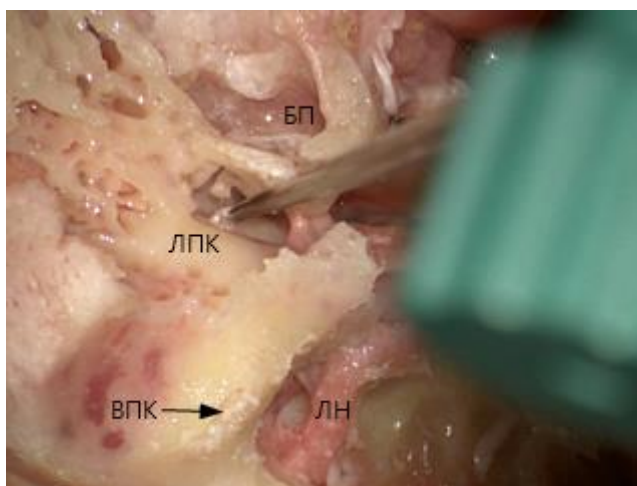
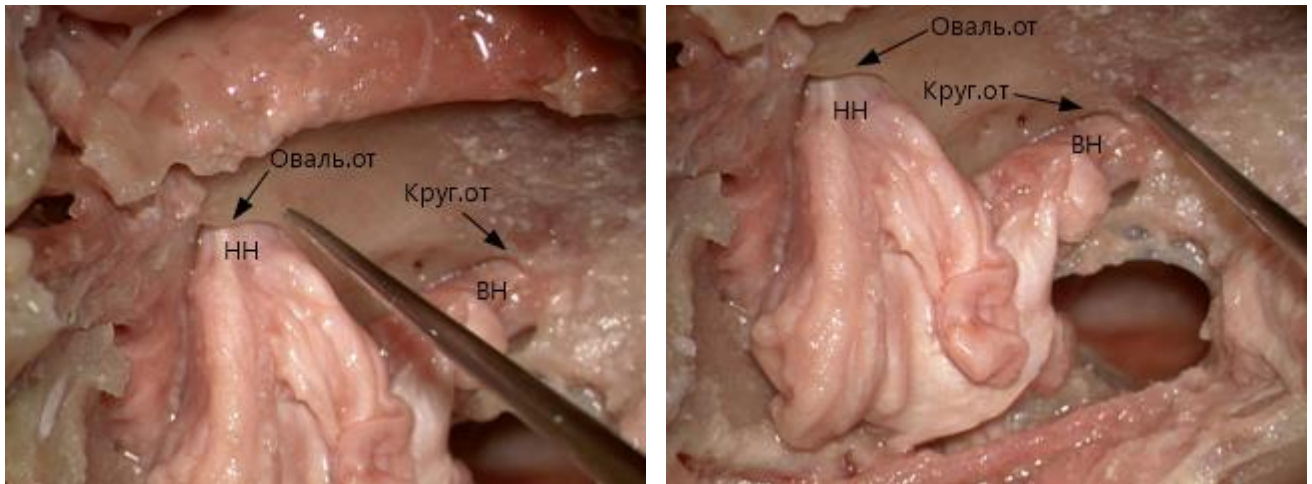


Рисунок 3.8. Интрадиссекционное определение структур височной кости с помощью навигационной системы БП – барабанная перепонка, ЛПК – латеральный полукружный канал, ВПК – верхний полукружный канал, ЛН – лицевой нерв.



А

Б

Рисунок 3.9.(А и Б). Интрадиссекционное определение структур височной кости с помощью навигационной системы. Овал.от. – Овальное отверстие, НН – нижнечелюстной нерв, Круг.от – круглое отверстие, ВН – верхнечелюстной нерв.

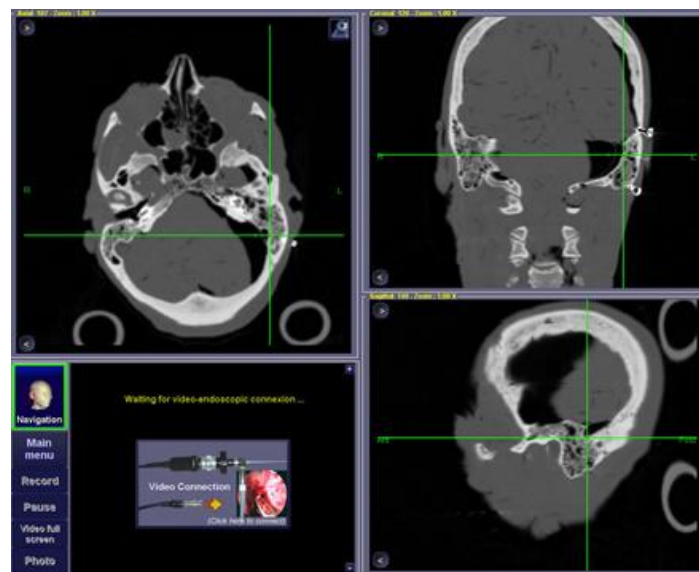


Рисунок 3.10. Типичное цифровое изображение, полученное с помощью системы Digipointeur, демонстрирует локализацию структур височной кости. Сигмовидный синус на месте пересечения линий.

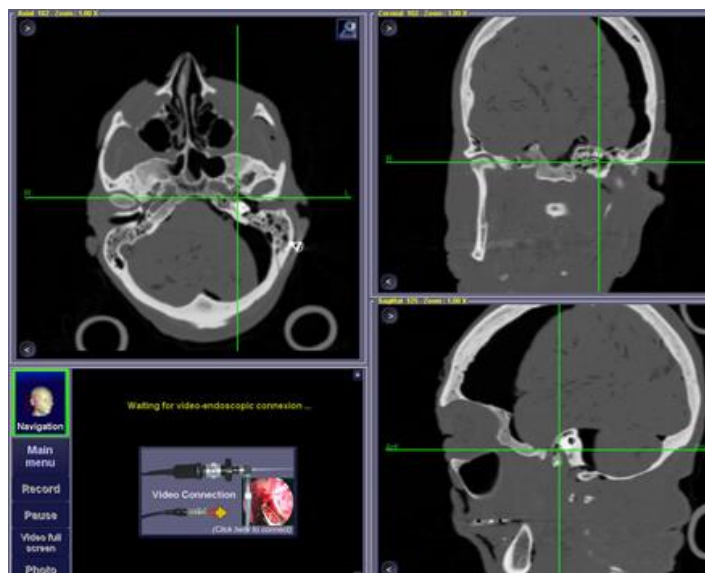


Рисунок 3.11. Типичное цифровое изображение, полученное с помощью системы Digipointeur, демонстрирует локализацию структур височной кости. Внутренняя сонная артерия на месте пересечения линий.



А

Б

Рисунок 3.11. Изображение полученное с помощью системы Digipointeur демонстрирует локализацию цели: Лицевой нерв рис. 3.11. (А), Твердая мозговая оболочка рис. 3.10. (Б) на месте пересечение линий.

Анатомические структуры и погрешность навигационной системы при доступе через среднюю черепную ямку представлены в таблице 3.1, при транслабиринтном подходе – таблица 3.2, и трансостоидальном – таблица 3.3

Таблица 3.1. – Измерения точности настройки электромагнитной навигационной системы при доступе через среднюю черепную ямку

Анатомические структуры	Среднее значение мм ($\pm$ SD)
Верхний полукружный канал	0,25 $\pm$ 0,019
Капсула внутреннего слухового прохода	0,20 $\pm$ 0,017
Внутренний слуховой проход	0,38 $\pm$ 0,018
Коленчатый узел	0,16 $\pm$ 0,017
Улитка	0,44 $\pm$ 0,030
Преддверие	0,33 $\pm$ 0,018
Модиолус	0,29 $\pm$ 0,016
Улитковый отросток	0,23 $\pm$ 0,015
Подножная пластинка стремени	0,33 $\pm$ 0,025
Наковальне – молоточковый сустав	0,38 $\pm$ 0,020
Слуховая труба	0,24 $\pm$ 0,015
Внутренняя сонная артерия, горизонтальная часть.	0,29 $\pm$ 0,017
Овальное отверстие	0,21 $\pm$ 0,011
Остистое отверстие	0,24 $\pm$ 0,008

Таблица 3.2. – Измерения точности настройки электромагнитной навигационной системы при транслабиринтном подходе

Анатомические структуры	Среднее значение мм ($\pm$ SD)
Сигмовидный синус	0,18 $\pm$ 0,019
Горизонтальный полукружный канал	0,46 $\pm$ 0,019
Задний полукружный канал	0,47 $\pm$ 0,011
Верхний полукружный канал	0,81 $\pm$ 0,014
Лицевой нерв (лабиринтный сегмент)	0,57 $\pm$ 0,019
Лицевой нерв (тимпанальный сегмент)	0,37 $\pm$ 0,015
Мастоидальный сегмент лицевого нерва	0,46 $\pm$ 0,012
Шилососцевидное отверстие	0,34 $\pm$ 0,013
Коленчатый узел	0,27 $\pm$ 0,014
Окно улитки	0,35 $\pm$ 0,016
Модиолус	0,37 $\pm$ 0,014
Подножная пластинка стремени	0,45 $\pm$ 0,016
Преддверие	0,31 $\pm$ 0,016
Капсула внутреннего слухового прохода	0,43 $\pm$ 0,018
Слуховая труба	0,38 $\pm$ 0,018
Внутренняя сонная артерия, вертикальная часть.	0,62 $\pm$ 0,017
Луковица яремной вены	0,41 $\pm$ 0,015

Таблица 3.3. – Измерения точности настройки электромагнитной навигационной системы при трансмастоидальном доступе

Анатомические структуры	Среднее значение мм ($\pm$ SD)
Латеральный полукружный канал	0,20 $\pm$ 0,010
Длинная ножка наковальни	0,23 $\pm$ 0,017
ТМО (dura mater)	0,38 $\pm$ 0,011
Сигмовидный синус	0,35 $\pm$ 0,016

В таблицах 1, 2 и 3 показаны возможности электромагнитной навигационной системы в определении анатомических структур при подходе через среднюю черепную ямку, транслабиринтно и трансмастоидально соответственно. Все выбранные анатомические структуры были идентифицированы с субмиллиметровой точностью. В ходе опыта 33 (94%) из 35 анатомических структур, выбранных для исследования, были идентифицированы с точностью менее 0,5 мм. При доступе через среднюю черепную ямку только у одного (коленчатый ганглий) из 14 анатомических ориентиров была точность определена менее 0.20 мм. Транслабиринтный доступ также обеспечивал высокую эффективность, однако в 3 (17%) из 17 анатомических локаций точность определения была больше 0,50 мм (0,57 мм - 0,62 мм - 0,81 мм). Кроме того, при трансмастоидальном доступе анатомических образований для определения было меньше, чем при остальных доступах – (всего 4), причем, точность определения трех структур была меньше 0,5 мм.

Резюме по главе.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследование на кадаверных головах человека показали, что навигационная система в 94 % случаев идентифицирует костные ориентиры височной кости, выбранные при различных

подходах: (трансмастоидальном, транслабиринтном и через среднюю черепную ямку) с точностью менее 0,5 мм, что позволяет с достаточной уверенностью судить о достоверности полученных результатов положение инструмента в ране при проведении оперативных вмешательств.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЙ ПАЦИЕНТОВ.

4.1. Клиническая характеристика пациентов основной группы.

В основной группе под наблюдением находились 50 пациентов. Из общего числа группы 34 (64%) пациента были с доброкачественным новообразованием среднего уха: 28 (56%) больных параганглиомой тип ВІІ; 6 (12%) с параганглиомой типа СІ. Также в группу входили 9 (18%) больных ХГСО с холестеатомой и 7(14%) пациентов с невриномой лицевого нерва. Распределение больных по нозологическим формам представлено в таблица 4.1.1. Среди пациентов основной группы 14 (28%) были мужского пола и 36 (72%) женского пола. Средний возраст пациентов составил 50 лет. У 13 (26%) пациентов основной группы в анамнезе имели место ранее проведенные операции: у 6 (37,7%) - санлирующая операция на ухе по открытому типу, у 4 (25%) больных была санлирующая операция по закрытому типу. У двух (12,5%) пациентов с диагнозом параганглиома тип В, было проведено радиологическое лечение с применением “Кибернож”, у 1 (6,25%) пациента в анамнезе удаление опухоли с применением техники лазеродеструкции.

Таблица 4.1.1. – Распределение пациентов основной группы по нозологическим формам

Нозологическая форма	Частота встречаемости признака	
	n=50	%
Параганглиома тип ВІІ	28	56
Параганглиома тип СІ	6	12
ХГСО с холестеатомой	9	18
Невринома лицевого нерва	7	14
Всего	50	100

Основными жалобами, предъявляемыми пациентами данной группы, были: снижение слуха у 46 (92%) больных, пульсирующий шум у 27 (54%), выделений из уха у 7 (14%). Жалобы на головную боль отмечали 5 (10%) пациентов, головокружение - 3 (6%). У 12 (24%) больных, еще на дооперационном этапе имелись симптомы пареза мимической мускулатуры - асимметрия лица (Таблица 4.1.2).

Таблица 4.1.2. – Жалобы пациентов основной группы до операции

Жалобы	Частота встречаемости признака	
	абс.ч. (n=50)	%
Снижение остроты слуха	46	92
Пульсирующий шум	27	54
Гноетечение из уха	7	14
Головокружение	3	6
Асимметрия лица	12	24

Длительность заболевания пациентов основной группы составляла от 1 года до 35 лет, в большинстве случаев (42%) анамнез заболевания не превышал 5 лет. (Таблица 4.1.3)

Таблица 4.1.3. – Распределение пациентов по длительности анамнеза заболевания
(n 50)

Длительность анамнеза заболевания	Количество пациентов	
	абс.ч (n=50)	%
1-5	21	42
6-10	15	30
11-20	10	20
21-30	3	6
Более 30	1	2
Итого	50	100

Сопутствующие заболевания у пациентов обеих групп, выявленные до госпитализации другими специалистами: в трех (6%) случаях выявлен инсулинзависимый сахарный диабет, у одного (2%) пациента в анамнезе отмечен язвенная болезнь желудка с длительной ремиссией, у семнадцати (34%) выявлена артериальная гипертензия.

При проведении отомикроскопии в 31 (62 %) случае за барабанной перепонкой имелось пульсирующее образование бордового цвета (рис.4.1.1), в 9 (18%) случаях наружный слуховой проход был obturated мягкотканым образованием, барабанная перепонка не обзрима. У 6 (12%) пациентов имелась полость после санирующей операции, в 2 (4%) случаях тотальная перфорация барабанной перепонки, в 2 (4%) слуховой проход было слепо ушит (Таблица 4.1.4.)

Таблица 4.1.4. – Отомикроскопическая картина пациентов основной группы

Отомикроскопия.	Частота встречаемости признака	
	абс.ч. (n=50)	%
Пульсирующее образование за барабанной перепонкой бордового цвета	31	62
Тотальная перфорация барабанной перепонки	2	4
Полость после радикальной операции	6	12
Наружный слуховой проход obturated образованием барабанная перепонка не обозрима	9	18
Слуховой проход слепо ушит (в результате ранее выполненного оперативного вмешательства)	2	4

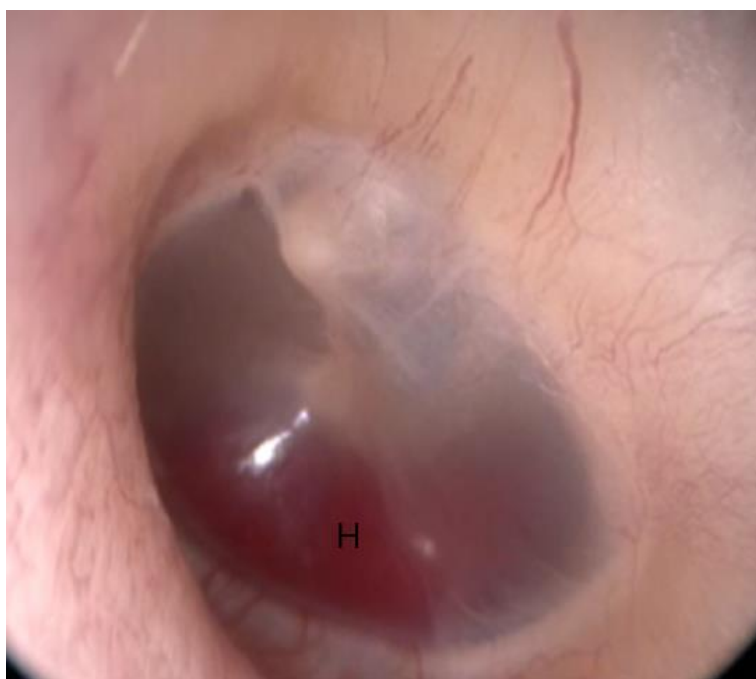
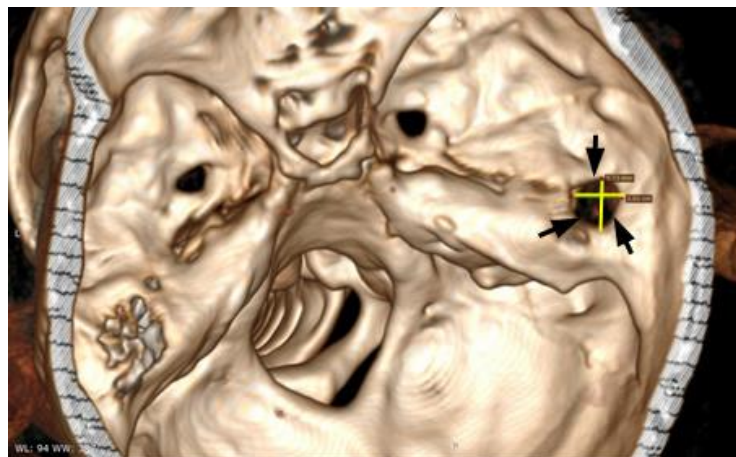


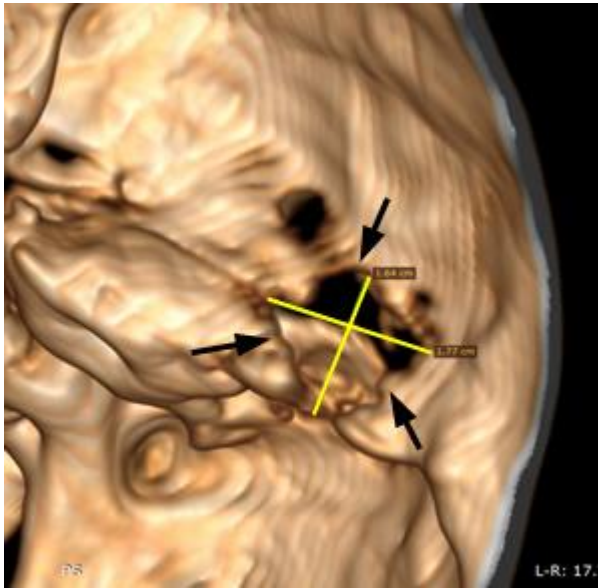
Рисунок 4.1.1. Левая барабанная перепонка, в барабанной полости проецируется пульсирующее образование бордового цвета (параганглиома тип А), Н – пульсирующее новообразования.

При тональной пороговой аудиометрии больных основной группы получены следующие результаты. Снижение слуха было отмечено у 46 (92%) пациентов, слух соответствующей норме определено у 4 (8%) пациентов. У большей части группы – 32 (64%) пациентов выявлен смешанный характер тугоухости, кондуктивная тугоухость в 5 (10%) случаях, сенсоневральная тугоухость у 3 (6%) больных. I степень тугоухости была диагностирована у 6 (12%) больных, II степень – у 12 (24%), III степень – у 10 (20%), IV степень – у 12 (24%), глухота у 6 (12%).

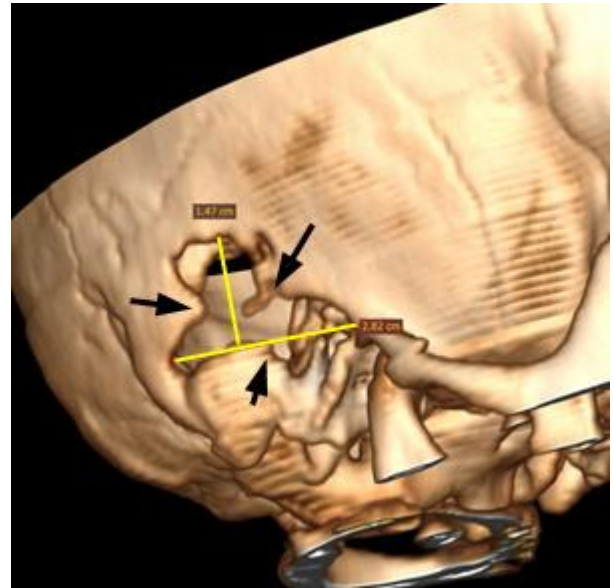
При обследовании в предоперационном периоде всем больным с доброкачественным новообразованием среднего уха, а также пациентам с ХГСО, выполнялась МСКТ височных костей. Пневматический тип височной кости при исследовании пациентов данной группы выявлен у 25 (50%) больных, смешанный тип у 15 (30%) и 10 (20%) больных склеротический. У больных с параганглиомой и ХГСО при МСКТ исследовании височных костей обнаружены дефекты костных стенок среднего уха на границе с полостью черепа в области «крыши» антрума и верхней стенки барабанной полости у 12 (24%) пациентов (рис.4.1.2.), соответственно у 5 больных с холестеатомой и у 7 с параганглиомой.



А



Б



В

Рисунок 4.1.2. (А. Б. В.) При КТ-сканировании на 3D-реконструкции определяется дефект стенок сосцевидного отростка и крыши барабанной полости правой височной кости.

У 4 (8%) больных (рис. 4.1.3) с параганглиомой височной кости выявлено рентгенологически разрушение костной стенки над сигмовидным синусом с его «обнажением».

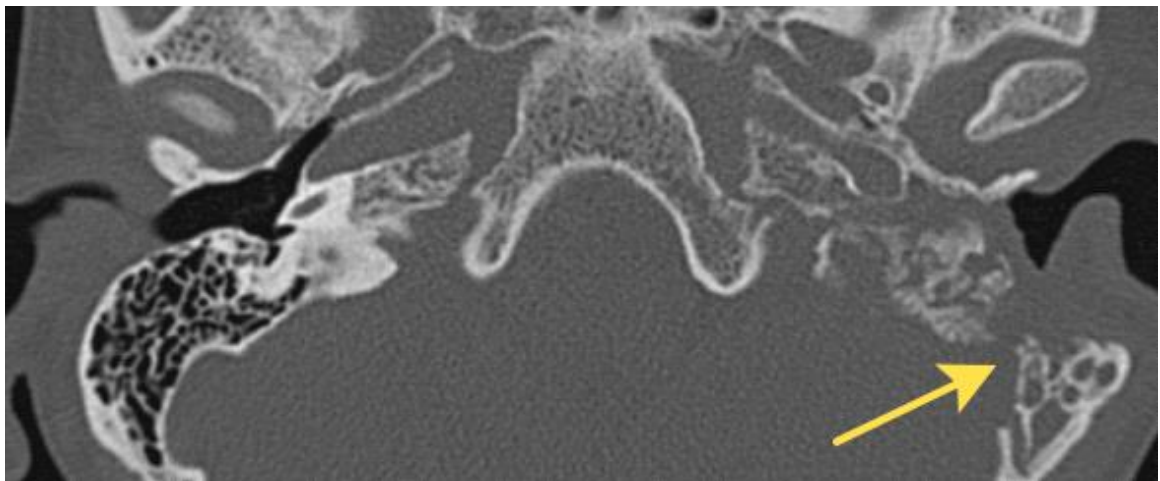


Рисунок 4.1.3. КТ височных костей в аксиальной проекции. Стенки сигмовидного синуса неровные, с явлениями деструкции, определяется дефект на протяжении 0,2 см (указано стрелкой).

Полость после РО с наличием патологического процесса выявлена у 6 (12%) больных. Фистула лабиринта выявлена у 10 (20%) пациентов. При данном обследовании (рис.4.1.4) также установлено, что тимпанальное устье слуховой трубы заблокировано мягкотканым субстратом у 32 (64%) больных (с параганглиомой у 19 (38%), с эптитимпанитом у 13 (26%) пациентов). Аттик, адитус ад антрум и клетки сосцевидного отростка заполнены и заблокированы мягкотканым субстратом у 35 (70%) больных (рис. 4.1.5).

Важным является рентгенологическая диагностика состояния костной стенки внутренней сонной артерии и луковичи яремной вены. При КТ выявлен дефект стенки внутренней сонной артерии у 9 (18%) пациентов, 6 (12%) из них с параганглиомой и у 3 (6%) с холестеатомой (рис.4.1.6), дефект стенки луковичи яремной вены у 6 (12%) больных.

Деструкция костной стенки канала лицевого нерва установлена у 15 (30%) больных (рис 4.1.7), разрушение пирамиды височной кости у 13(26%) больных; деструкция стенки яремной ямки у 12 (24%) больных (рис. 4.1.9).



Рисунок 4.1.4. Кт височных костей в аксиальной проекции. Косное устье слуховой трубы обтурировано (указано стрелкой).



Рисунок 4.1.5. КТ височных костей в аксиальной проекции. Сосцевидный отросток пневматического типа, антрум и клетки тотально заполнены патологическим содержимым. Перилабиринтные клетки также заполнены патологическим субстратом. Барабанная полость тотально заполнена патологическим субстратом, пролабирующим в наружный слуховой проход (указано стрелкой). Плотность (56-59 ед.Н).

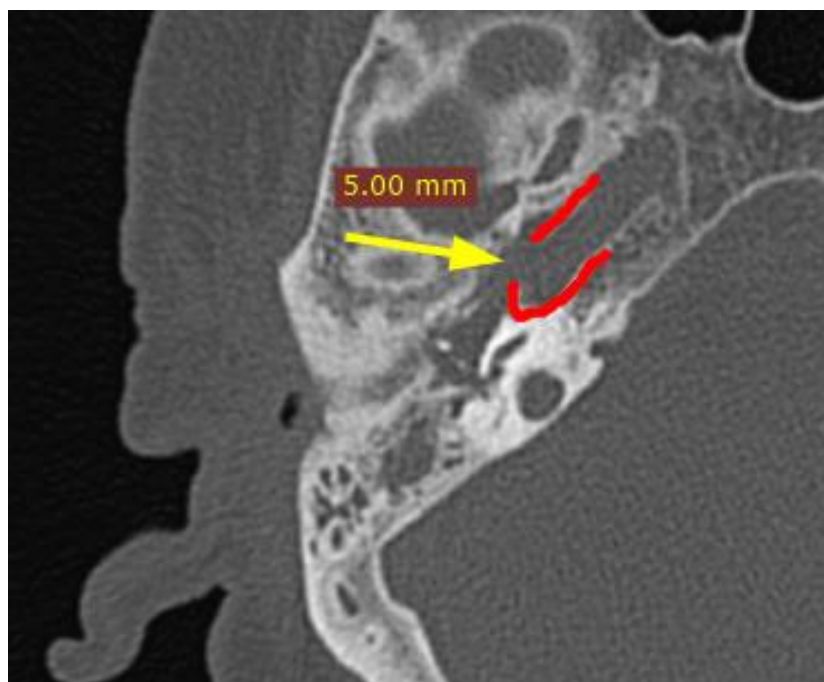


Рисунок 4.1.6. КТ височных костей в аксиальной проекции. Определяется дефект стенки канала внутренней сонной артерии до 5 мм (указано стрелкой) правой височной кости.



Рисунок 4.1.7. КТ височных костей в аксиальной проекции. Тимпанальный отдел костного канала лицевого нерва правой височной кости четко не прослеживается (указано стрелкой).

Блокирование окна преддверия и улитки выявлено у 20(40%) пациентов (рис 4.1.8). Разрушение костной стенки гипотимпанума обнаружено у 8(16%) пациентов (рис.4.1.9). Деструкция стенок наружного слухового прохода определена у 6 (12%) пациентов. Разрушение улитки выявлено у 9 (18%) пациентов.

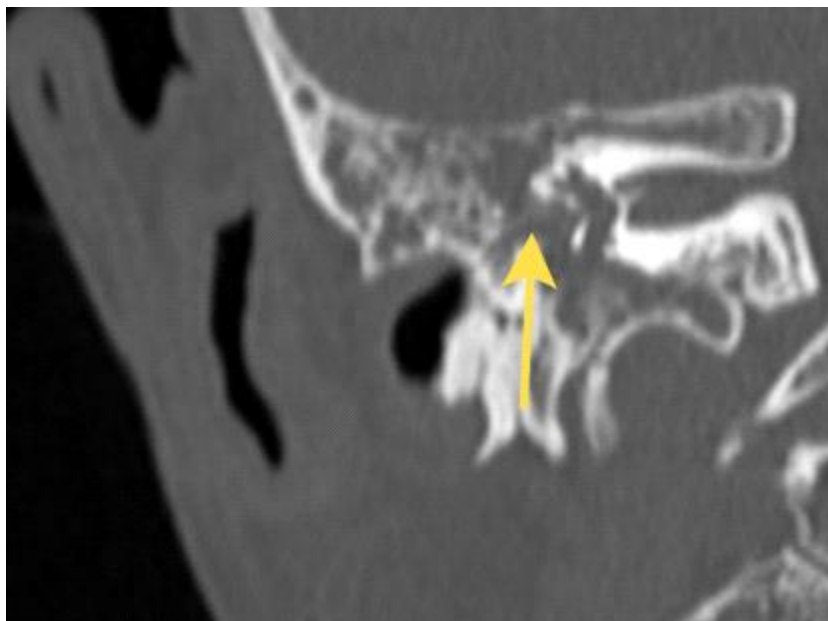


Рисунок 4.1.8. КТ височных костей в коронарной проекции. Окна преддверия и улитки правой височной кости блокированы гомогенным мягкотканым компонентом (Плотность 56-59 ед.Н). (указано стрелкой).

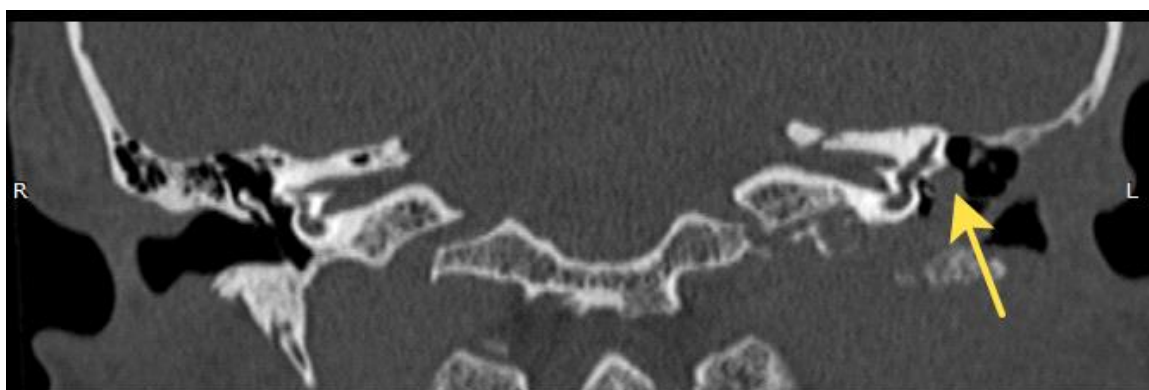


Рисунок 4.1.9. КТ височных костей в коронарной проекции. На уровне яремной ямки определяется мягкотканый компонент частично заполняющий барабанную полость, выявлено наличие деструкции костных стенок гипотипанума (указано стрелкой).

Таблица 4.1.5. – КТ-находки у пациентов I группы в предоперационном периоде

Данные КТ височных костей	Кол-во пациентов	
	(абс.ч)	%
Пневматический тип строения сосцевидного отростка	25	50
Склеротический тип строения сосцевидного отростка	10	20
Смешанный тип строения сосцевидного отростка	15	30
Полость после РО	6	12
Патологический процесс в аттике антруме и сосцевидном отростке	35	70
Дефект костной стенки канала лицевого нерва	15	30
Дефект костных стенок черепных ямок	12	24
Дефект стенки канала внутренней сонной артерии	9	18
Дефект стенки луковицы яремной вены	6	12
Разрушение пирамиды височной кости	13	26
Блокирование устья слуховой трубы	32	64
Фистула лабиринта	4	8
Деструкция стенок наружного слухового прохода	6	12
Разрушение костной стенки гипотимпанума	8	16
Разрушение улитки	9	18
Деструкция стенки сигмовидного синуса	4	8
Блокирование окна преддверия и улитки	15	30
Дегистенция верхнего полукружного канала	1	2
Дефект стенки яремной ямки	8	16

4.2. Клиническая характеристика пациентов контрольной группы.

В контрольную группу были включены 50 пациентов. Из них 24 (48%) пациента с ХГСО, 18 (36%) пациентов с доброкачественным новообразованием среднего уха. Из числа больных с новообразованием - параганглиома тип А выявлена у 8 (16%) пациентов, тип В – также у 8 (16%) и тип С – у 2 (4%) пациентов (таблица 4.2.1). Кроме того 8 (16%) пациентов с невриномой лицевого нерва.

Таблица 4.2.1. – Распределение пациентов контрольной группы по нозологическим формам

Нозологическая форма	N	%
ХГСО с холестеатомой	24	48
Параганглиома тип А	8	16
Параганглиома тип В	8	16
Параганглиома тип С	2	2
Невринома лицевого нерва	8	16
Всего	50	100

Распределение пациентов составляющих контрольную группу по полу: 17 (34%) мужчин и 33 (66%) женщин. Средний возраст больных данной группы - 46,2 лет.

Всем больным выполнялось аудиологическое исследование. Смешанный характер тугоухости был установлен у 36 (72%) больных, кондуктивный – у 6 (12%), сенсоневральная тугоухость диагностирована у 2 (4%) пациентов. Норма слуха выявлена у 4 (8%) пациентов, тугоухость I степени была диагностирована у 5 (10%) пациентов, II степени у 12 (24%), III степени у 14 (28%), IV степени у 13 (26%), глухота диагностирована у 2 (4%) больных.

До операции, 47 (94%) больных предъявляли жалобы на снижение слуха, ушной шум пульсирующего характера ощущали 17 (34%), 20 (40%) – на

отделяемое из уха. Жалобы на головную боль отмечали 8 (16%) больных, на ощущение головокружения – 5 (10%) пациентов, таблица (4.2.2.). Из общего числа пациентов включенных в исследование у 11 (22%) была ранее проведено хирургическое лечения на пораженном ухе: saniрующая операция у 9 больных ХГСО; у 2 (4%) – по поводу доброкачественного новообразования среднего уха.

Таблица 4.2.2. – Жалобы пациентов контрольной группы до операции

Жалобы	Количества пациентов	
	абс.ч.	%
Снижение слуха	47	94
Пульсирующий шум	17	34
Гноетечение из уха	20	40
Головокружение	5	10
Головная боль	8	16
Ассиметрия лица	12	24

Результаты отомикроскопии пациентов контрольной группы показано в таблице 4.2.3.

Таблица 4.2.3. Отомикроскопическая картина пациентов контрольной группы

Отомикроскопия	Количества пациентов	
	абс.ч.	%
Пульсирующее образование за барабанной перепонкой бордового цвета	16	32
Перфорация в ненатянутой части	21	42
Тотальная перфорация	2	4
Полость после радикальной операции	9	18
Наружный слуховой проход obtурирован новообразованием, барабанная перепонка не обзрима.	2	4

Как видно из данных, представленных в таблице 4.2.3., пульсирующее образование за барабанной перепонкой диагностировано у 16 (32%) больных (рис.4.2.1). Патологическая полость после санирующей операции у 9 (18%) пациентов, тотальная перфорация барабанной перепонки у 2 (4%), перфорация в ненатянутой части тимпанальной мембраны у 21 (42%) пациентов. У 2 (4%) пациентов барабанная перепонка была не обозрима, за счет obturирования наружного слухового прохода новообразованием.

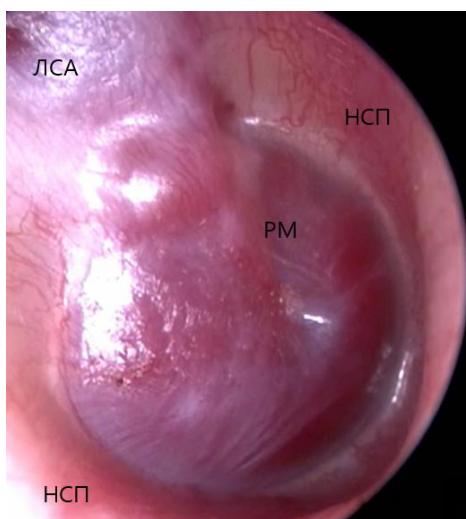


Рисунок 4.2.1. Барабанная перепонка и проецирующееся за ней, в барабанной полости, пульсирующее новообразование бордового цвета. Параганглиома тип В. ЛСА – Латеральная стенка аттика, РМ – рукоятка молоточка, НСП – просвет наружного слухового прохода.

При МСКТ височных костей выявлены: у 22 (44%) пациентов склеротический тип строения, у – 18 (36%) пневматический тип, у 10 (20%) – смешанный. Патологический процесс в аттике, антруме и клетках сосцевидного отростка у 45 (90%) пациентов, дефект стенок канала лицевого нерва у 3 (6%), дефект в области черепных ямок у 10 (20%) пациентов (рис.4.2.2.).

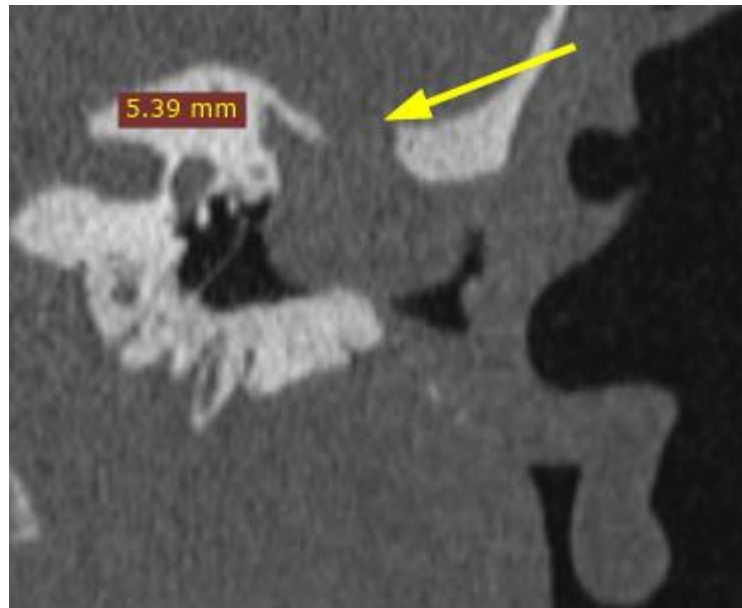


Рисунок 4.2.2. КТ височных костей в коронарной проекции. В сосцевидном отростке левой височной кости определяется послеоперационная полость, объединяющая наружный слуховой проход и антрум. Патологическое образование мягкой тканной плотностью от + 6 ЕН до 56 ЕН, заполняющее антрум левой височной кости, скорее всего (нельзя исключить) «грыжа» ТМО с веществом мозга, исходящая через дефект костной стенки крыши антрума на границе со средней черепной ямкой и распространяющаяся в наружный слуховой проход (указано стрелкой).

Рентгенологически выявлены выраженные разрушения стенок и структур среднего уха и граничащих образований, так дефект стенки канала внутренней сонной артерии установлен у 3 (6%) больных, деструкция стенки луковицы яремной вены – у 2 (4%), сигмовидного синуса – у 2 (4%), разрушение стенки яремной ямки – у 2 (4%) (таблица 4.2.4), а также пирамиды височных костей у 2 (4%) (рис 4.2.3), Деструкция костной стенки каналалицевого нерва установлена у 3 (6%) больных (рис 4.2.4), Также выявлено блокирование мягкотканым образованием костного устья слуховой трубы у 30 (60%) и лабиринтных окон у 8 (16%) пациентов, фистула лабиринта у 4(8%), деструкция стенок наружного слухового прохода у 2 (4%), разрушение улитки у 4 (8%), разрушение костной стенки гипотимпанума у 2 (4%) больных.

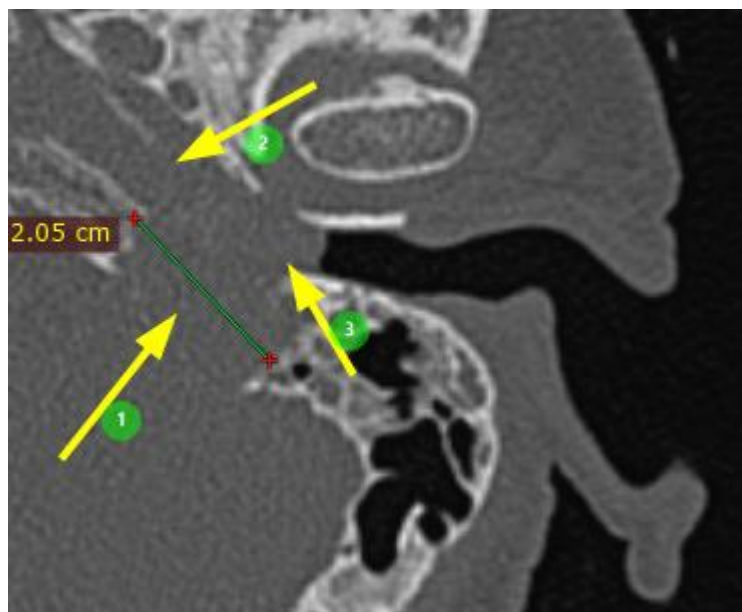


Рисунок 4.2.3. КТ височных костей в аксиальной проекции: 1) дефект пирамиды левой височной кости; 2) деструкция стенок внутренней сонной артерии; 3) полость деструкции с неровными контурами, заполнена патологическим мягкотканым компонентом, патологический субстрат субтотально заполняет барабанную полость.

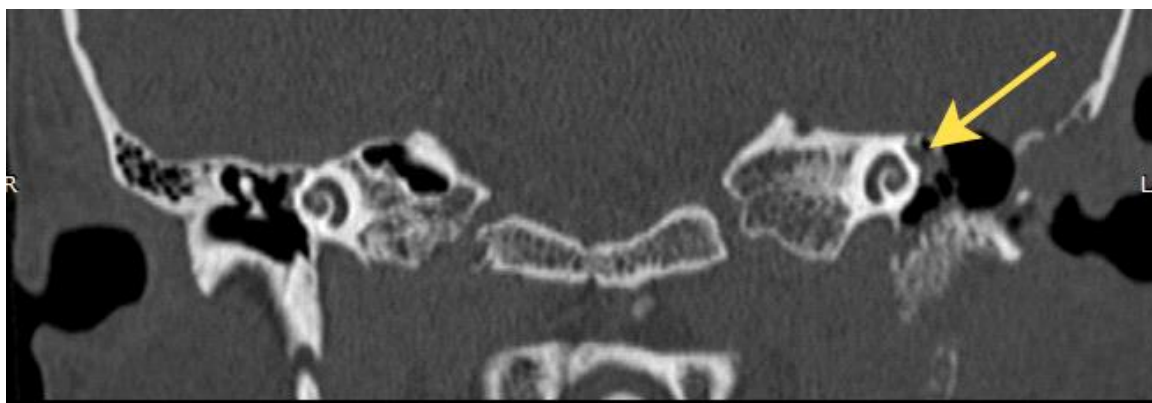


Рисунок 4.2.4. КТ височных костей в коронарной проекции. Разрушение костного канала лицевого нерва слева.

Таблица 4.2.4. – Данные компьютерной томографии височной кости у пациентов контрольной группы в предоперационном периоде

Данные КТ височных костей	Частота встречаемости признака	
	(абс.ч)	%
Блокирование лабиринтных окон	8	16
Блокирование костного устья слуховой трубы	30	60
Смешанный тип строения сосцевидного отростка	10	20
Послеоперационный полость после РО с наличием патологических изменений	11	22
Патологический процесс в аттике, антруме и сосцевидном отростке	45	90
Дефект стенок канала лицевого нерва (тимпанальная часть)	3	6
Дефект в области черепных ямок (средний и задний)	10	20
Дефект стенки канала внутренней сонной артерии	3	6
Дефект стенки луковицы яремной вены	2	4
Деструкция пирамиды височных костей	2	4
Склеротический тип строения сосцевидного отростка	22	44
Фистула лабиринта	4	8
Деструкция стенок наружного слухового прохода	2	4
Разрушение костной стенки гипотимпанума	2	4
Разрушение улитки	4	8
Деструкция стенки сигмовидного синуса	2	4
Пневматический тип строения сосцевидного отростка	18	36
Дегисценция верхнего полукружного канала	1	2
Дефект стенки яремной ямки	2	4

Таким образом, в данное исследование вошли 100 больных. Включены пациенты, течение заболеваний височной кости которых привело к большим деструктивным изменениям, таким как параганглиома тип А, В и С, ХГСО объем патологических изменений исходно расценивался как потенциально высокий риск осложнений во время оперативного вмешательства у которых ранее проводились РО.

ГЛАВА 5. ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ДЕСТРУКТИВНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ ВИСОЧНОЙ КОСТИ.

5.1.Использование электромагнитной навигационной системы при хирургическом лечении пациентов с патологией височной кости.

В основную группу вошли пациенты, которым выполнена saniрующая операция с тимпанопластикой

Во время хирургического лечения больных основной группы мы использовали электромагнитную навигационную систему Collin Digipointuer 6200, 6200V, 6200 Vtc программным обеспечением Vagneux, производства компании Collin ORL Франция (№ регистрации ФСЗ 2009/04722) рис 5.1.1.



Рисунок 5.1.1. Общий вид электромагнитной навигационной системы Collin Digipointuer.

Для соотношения трехмерного (3D) изображение данных КТ с хирургическом поле, в данный момент времени, система навигации проводит с помощью электромагнитного поле.

В аппарат навигации входит портативный модуль со встроенным программным обеспечением и генератор электромагнитного поля, создающий «рабочий объем», в котором возможно отслеживание перемещаемых инструментов.

Для хирургической навигации необходимо провести 4 этапа: 1) сделать КТ пораженной области и загрузить его в систему; 2) зарегистрировать данные КТ в навигационной системе; 3) калибровать хирургический инструмент; 4) проверить точность связи навигации.

Датчик, регистрирующий положение инструмента, устанавливали между зубами пациента с помощью специального адаптера Buccostat, обеспечивающего его жесткую фиксацию без применения инвазивных методик и позволяющего при необходимости свободно изменить положение головы пациента по ходу операции (5.1.2).



Рисунок 5.1.2. Установление датчика адаптера Buccostat в полости рта пациента.

Предварительно результаты КТ исследования пациента вводились в навигационную систему. Программное обеспечение навигационной системы реконструировало данные изображения и создавало трехмерную модель исследуемой области пациента. После загрузки данных для совмещения

виртуальной модели с реальным пациентом проводили регистрацию пациента по контрольным ориентирам (рис 5.1.3), которые необходимо отметить на модели, а потом повторить на пациенте.



А



Б



В

Рисунок 4.1.3. Используемые точки при настройке навигационной системы. А) точка переносица; Б) точка носогубная складка; В) точка козелок.

Использовались следующие точки: переносица, носогубная складка и козелок оперируемого уха. Далее проводилась многоточечная регистрация спомощью указателя (рис 5.1.4) по поверхности с обведением зоны вокруг глаз и контура наружного носа (рис 5.1.5).



Рисунок 5.1.4. Указатель.

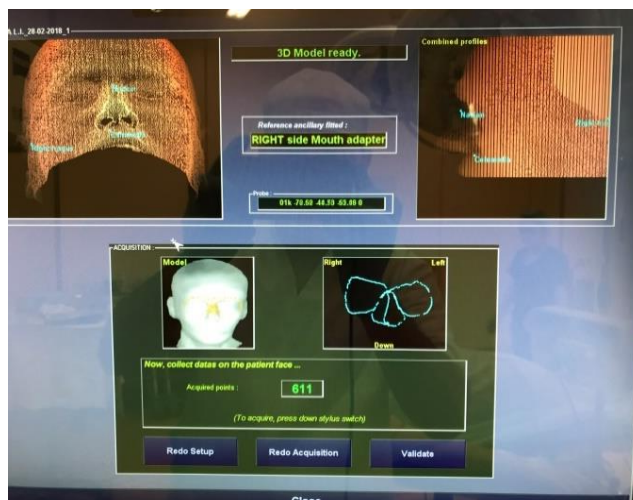


Рисунок 5.1.5. Многоточечная регистрация

Следующий шаг – регистрация операционного инструмента путем установки его кончика на точку регистрации челюстного датчика (рис 5.1.6)

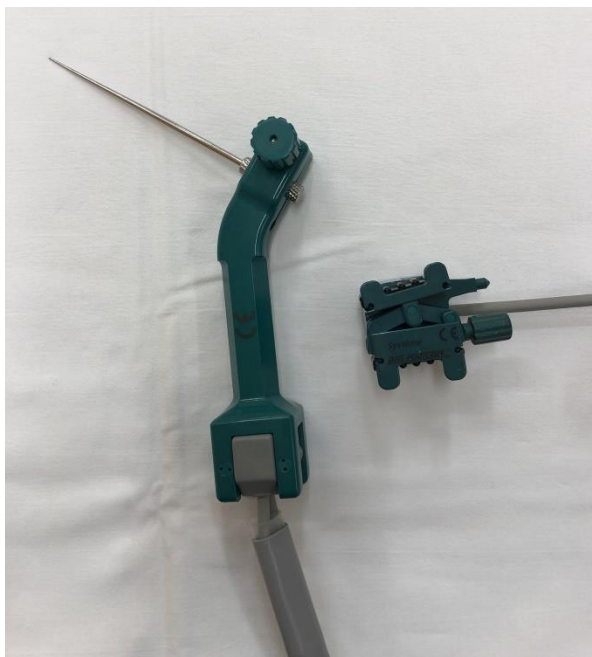


Рисунок 5.1.6 Универсальный держатель для инструмента и челюстной датчик.

В ходе операции на височной кости были использованы как специальные инструменты, так и стандартные отохирургические (наконечники для аспираторов и микроиглы), установления на них универсальных адаптеров позволяло использовать их в навигации. (рис 5.1.7).

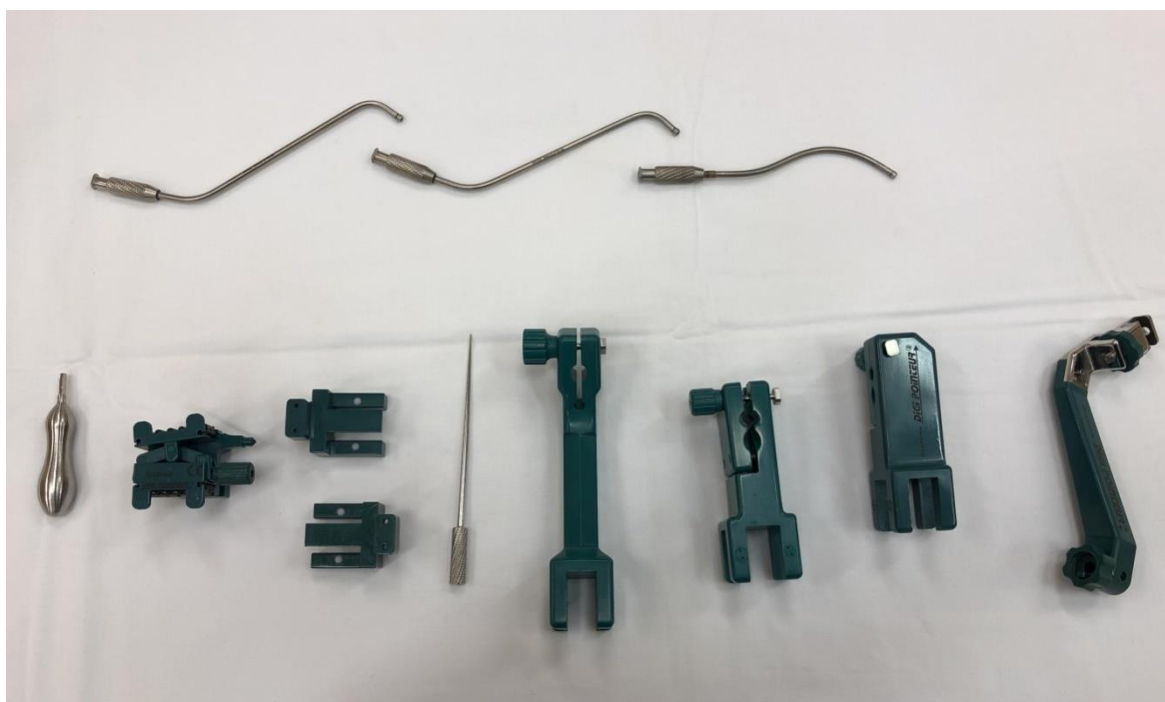


Рисунок 5.1.7 Навигационные инструменты.

Далее тестировали навигацию по контрольным ориентирам: козелок ушной раковины, верхушка сосцевидного отростка. При недостаточной точности отображения расположения хирургического инструмента внутри операционного поля использовалась дополнительная интраоперационная калибровка по костным ориентирам в ухе.

На следующем этапе выполняли saniрующее хирургическое вмешательство. Всем пациентам хирургическое лечение проводилось в условиях общей анестезии.

Больным с параганглиомой тип А – выполняли заушный разрез, далее использовали хирургический доступ к барабанной полости через наружный слуховой проход. После расширения бором костной стенки наружного слухового прохода и тимпанотомии, опухоль удаляли полностью из барабанной полости, слуховой трубы, из ниши окна улитки и преддверия с сохранением молоточка, наковальни, стремени и связи между ними. Операцию заканчивали пластикой барабанной перепонки фасцией височной мышцы.

При удалении гломусной опухоли типа В выполняли трансмастоидальный доступ. Осуществляли антротомию с удалением задней стенки НСП. Удаляли кариозно измененные слуховые косточки и новообразование из барабанной полости. Для улучшения слуха у некоторых больных цепь слуховых косточек восстанавливали металлическим протезом или аутохряшом. Завершали хирургическое вмешательство тимпанопластикой.

Гломусные опухоли типа С удаляли с использованием инфратемпорального подхода. При этом, осуществляли доступ к внутренней сонной артерии с удалением верхушки сосцевидного отростка и выделением ВЯВ. Перевязывали ВЯВ на уровне atlanta, за задней ножкой musculus digastricus в области ее прикрепления. После снятия наружной стенки Фаллопиевого канала от первого колена до шилососцевидного отверстия, лицевой нерв перемещали кпереди; вскрывали и тампонировали сигмовидный синус с последующим удалением опухоли с ЛЯВ. После удаления новообразования и дополнительной ревизии полости, лицевой нерв отграничивали фрагментом аутофасции,

послеоперационный полость облитерировали аутожиром, наружный слуховой проход ушивали по типу cul de sac.

Пациентам с холестеатомой выполняли saniрующую операцию по ходу её распространения. Периодически, с помощью навигационного щупа определяли наличие оставшего объёма и локализацию поражённых нескрытых клеток, что облегчало выбор направления дальнейшей санации.

В ходе операции под контролем операционного микроскопа проводили ревизию полостей и структур среднего уха. Навигационным щупом определяли местоположение важных анатомических структур в операционном ране и их взаимоотношение: лицевого нерва, полукружного канала, стенки внутренней сонной артерии и яремной вены, височно-нижнечелюстного сустава, дна средней черепной ямы, сигмовидного синуса, состояние оссиккулярной системы, лабиринтных окон, тимпанального устья слуховой трубы, и др., это повышает уровень безопасности хирургического лечения. Завершали операцию выполнением тимпаноластики аутохряшом или аутофасцией.

Общее время для предоперационной подготовки с регистрацией и проверкой составило в среднем 5 минут. В ходе операции определяли точность навигационной системы. У каждого больного при помощи навигационного щупа измерялась погрешность системы в хирургических ориентирах рис 5.1.8, (средняя погрешность составила 0,54 мм.).

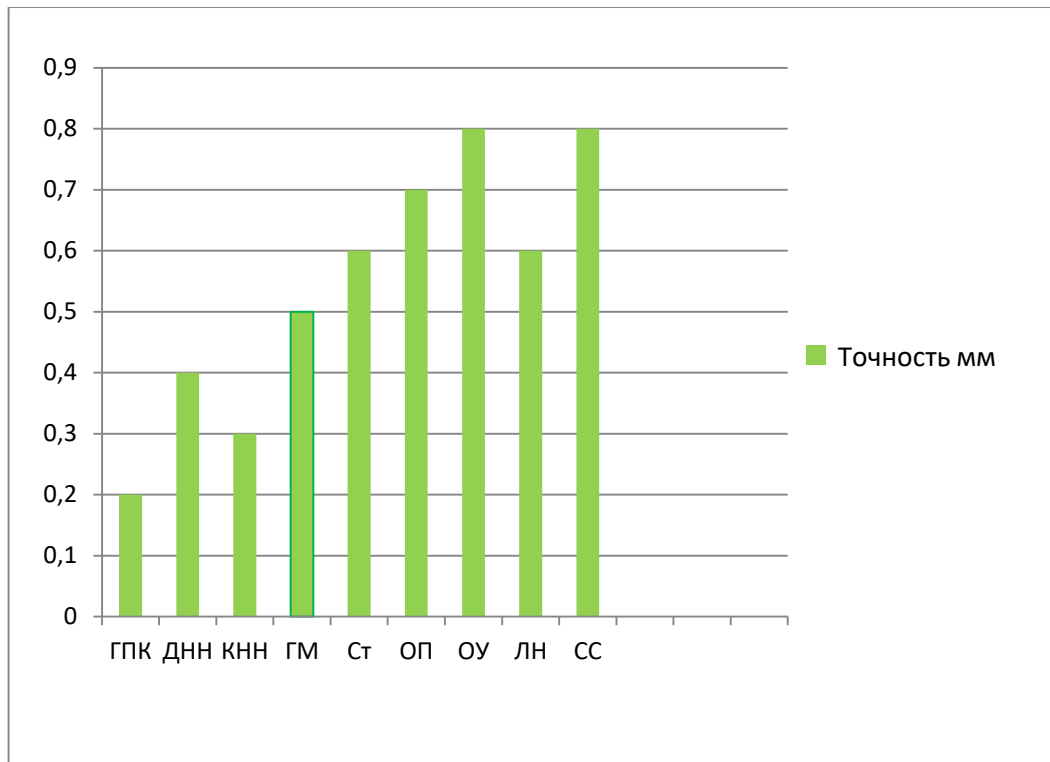


Рисунок 4.1.8. Интраоперационная точность кончика навигационного щупа на хирургических ориентирах. ГПК–горизонтальный полукружного канал, ДНН – длинная ножка наковальни, КНН – короткая ножка наковальни, ГМ – Головка молоточка, СТ – стремя, ОП – окна преддверия, ОУ – окна улитки, ЛН – лицевой нерв, СС – сигмовидный синус.

5.2. Хирургическое лечение пациентов контрольной группы.

Пациенты контрольной группы в зависимости от вида операции также были разделены на 2 подгруппы: первая подгруппа в которую вошли 24 больных, (всем проведена saniрующая операция на ухе); вторая подгруппа включала 26 больных, которым проведена удаление новообразование среднего уха. Контрольную группу составили больные эпителиомой, осложненной распространенным холестеатомным процессом, который требует санации всех отделов среднего уха. Это определяет необходимость выбора хирургических подходов, которые обеспечивали максимальный обзор всех структур и стенок среднего уха. Всем пациентам операция проводилась под эндотрахеальным наркозом. Применялся заушный подход. При проведении saniрующего этапа, пристальное внимание уделяли труднодоступным местам, особенно синусам барабанной полости. При

склеротическом типе строения сосцевидного отростка имело место предлежание сигмовидного синуса и низкое расположение ТМО. По ходу распространения холестеатомы последовательно производили аттико – адито – антромастотомию. В ходе saniрующего этапа оценивали состояние цепи слуховых косточек, проводили ревизию окна улитки и преддверье, канала лицевого нерва. надтубарного углубления и тимпанального устья слуховой трубы. При этом учитывали возможность атипичного расположения внутренней сонной артерии с учетом данных КТ височных костей. При ревизии нижних отделов барабанной полости обращали внимание на вариант расположения стояния луковицы яремной вены наличие дегистенции. Холестеатому удаляли по возможности единым блоком и оценивали состояние костных стенок трепанационной полости, граничащих со средней и задней черепными ямками, сигмовидным синусом, а также латерального полукружного канала и канала лицевого нерва. Далее при отсутствие противопоказаний выполняли реконструктивный этап операции.

5.3. Интраоперационные находки

5.3.1. Интраоперационные находки у пациентов основной группы.

В ходе операции у пациентов основной группы подтверждены выявленные при КТ исследованиях кариозные изменение стенок, элементов среднего и внутреннего уха, также установлен характер и степень поражения. Все выявленные изменения представлены в таблице 5.3.1.1.

У 92% больных 46 пациента, выявлены кариозные изменения и дефекты цепи слуховых косточек:

- 1) разрушен длинный отросток наковальни у 2 (4%);
- 2) наковальня представлена в виде культи у 2 (4%);
- 3) отсутствует наковальня у 6 (13%) больных;
- 4) разрушено тело наковальни у 4 (8%);
- 5) отсутствует молоточек у 7 (15%);
- 6) наковальня и молоточек кариозно изменены - у 6 (13%);
- 7) молоточек, наковальни стремя тугоподвижны - у 3 (7%);
- 8) рукоятка молоточка и наковальня окутаны новообразованием у 7 (15%);
- 9) отсутствие суперструктуры стремени у 7 (15%);
- 10) ножки стремени сломаны у 2 (4%)

При проведении оперативного вмешательства с использованием электромагнитной навигационной системы интраоперационно производилась идентификация всех жизненно важных структур с помощью инструмента, подключенного к системе навигации и сопоставления полученных изображений на экране с данными КТ. Полное совпадение данных получено у пациентов при идентификации полукружных каналов, области сигмовидного синуса, луковицы яремной вены, канала сонной артерии (вертикальной и горизонтальной части), области окна улитки и преддверия. Точно определить (с помощью навигационной системы) границы, разделяющие мастоидальную, антральную и тимпанальную части височной кости от средней черепной ямки, не всегда удавалось ввиду обширности данной области.

Таблица 5.3.1.1. – Интраоперационные находки пациентов основной группы

Интраоперационные находки	Частота встречаемости признака	
	(абс.ч) (n=50)	%
Дефект заднего полукружного канала	3	6
Дефект улитки	4	8
Дефект пирамиды височной кости	5	3
Дефект костной стенки ВСА	16	32
Дефект луковицы яремной вены	11	22
Разрушение стенки сигмовидного синуса	4	8
Дефект задней стенки НСП	4	8
Дефект передне-нижнего отдела костного сегмента наружного слухового прохода	3	6
Деструкция цепи слуховых косточек	46	92
Разрушение костной стенки тимпанального сегмента лицевого нерва	12	24
Разрушение латеральной стенки аттика	4	8
Дефект крыши антрума	7	14
Дефект крыши сосцевидного отростка	3	6
Разрушение мостоидального сегмента лицевого нерва	6	12
Инфралабиринтное распространение холестеатомы	7	14
Фистула латерального полукружного канала	7	14
Дефект костной стенки тимпанального устья слуховой трубы	3	6
Дефект ТМО	4	8
Высокое стояние ЛЯВ	6	12
Дефект задней черепной ямки	1	2

У 7 пациентов (14%) с дефектом в области «крыши» антрума и верхней стенки барабанной полости, дефект был визуализирован с помощью микроскопа (и подтверждены данные предоперационного КТ исследования). Определение позиции сигмовидного синуса у 4 пациентов (8%), луковицы яремной вены у 6 (12%), а также канала внутренней сонной артерии (вертикальная и горизонтальная части) у 16 (32%) больных, предварительно с помощью навигационной системы, позволило избежать травмы их обнаженных стенок (вследствие основного патологического процесса). У 10 (20%) пациентов с фистулой лабиринта (в случаях локализации дефекта в области латерального полукружного канала - 7 пациентов) фистулу определяли визуально и навигация в данном случае не влияла на ход операции. При наличии дефекта в области верхнего полукружного канала (3 пациента) с помощью навигационной системы определялась позиция канала, его взаимоотношения с лабиринтным сегментом лицевого нерва и с «крышей» барабанной полости, что способствовало идентификации канала, а также закрытию его дефекта без травматизации близлежащих структур. Точная идентификация с помощью навигационной системы канала лицевого нерва в мастоидальном, тимпанальном и лабиринтном сегментах у 18 (36%) больных позволила предупредить его травмирование, определить участки поражения нерва с безопасным удалением патологических тканей вокруг и непосредственно с самого ствола нерва. В случаях разрушения костной стенки улитки у 4 пациентов (8%), а также костные разрушения в области гипотимпанума у 8 пациентов (16%) навигационная система обеспечила элиминацию патологического процесса с возможностью определения безопасной дистанции от жизненно важных структур, предлежащих соответствующим областям (внутренний слуховой проход, луковица яремной вены, вертикальная часть сонной артерии). таблица 5.3.1.1.

Клинические примеры.

Пациентка З.(№1)., 14 лет, находилась на стационарном лечении в Научном клиническом отделе заболевания уха с 01.12.2017 по 15.12.2017 с жалобами на нарушение слуха на левое ухо, асимметрию лица и слабость мимической

мускулатуры. Со слов законного представителя, ребенок с 2 лет страдает левосторонним хроническим гнойным средним отитом. Наблюдалась у ЛОР –врача по месту жительства, неоднократно проводилось консервативное лечение с временным положительным эффектом. В 2005 и 2008 выполнялись антростомахи по поводу обострения ХГСО. С 2008 по 2016 к врачу не обращались, ухо со слов законного представителя не беспокоило. В декабре 2016 года госпитализирована в ЛОР отделение РДКБ г. Ижевска с парезом мимической мускулатуры слева, выполнена антростомахия (удалены холестеатомные массы из антростомахиальной полости), через месяц функция лицевого нерва восстановилась. В августе-сентября 2017 г вновь появились жалобы на парез мимической мускулатуры (без оторей). 24.10.2017г. выполнена очередная антростомахия (из выпишки – из антростомахиальной полости удалены эпидермальные грануляции, детрит).

Пациентка поступила в НКЦО на плановое хирургическое лечение. Анамнез жизни: Ребенок от I беременности, I роды. Масса тела при рождении 1920, рост 48 см. (недоношенность 33 нед).

При осмотре AS: Ушная раковина без особенностей. Наружный слуховой проход свободный, широкий. Барабанная перепонка рубцово изменена, контуры четкие, дефектов нет. Функция мимической мускулатуры слева снижена, соответствует 4 степени пареза по шкале House–Brackmann. По другим ЛОР - органам без особенностей. Слух на левом ухе: Р.Р. = 5 м, Ш.Р. = 3 м. При камертональном исследовании: проба Ринне – отрицательная справа, Вебер - в левое ухо. По данным аудиометрии: левосторонняя смешанная тугоухость I степени с КВИ 24 дБ. При КТ височных костей (рис. 5.3.1.1), послеоперационные изменения левой височной кости, имеется патологическая полость больших размером с деструкцией стенок сосцевидного отростка, полость заполнена мягкотканым образованием, охватывающим лабиринт. Определяется дефект крыши барабанной полости (рис 5.3.1.2) и костной стенки над сигмовидным синусом (рис. 5.3.1.1), дефект капсулы улитки в области среднего завитка (рис. 5.3.1.3).

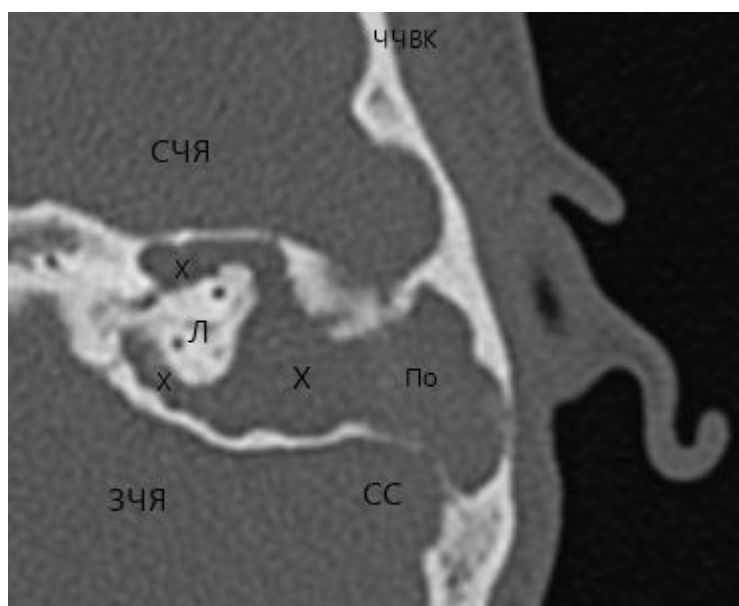


Рисунок 5.3.1.1. КТ височных костей в аксиальной проекции пациента З., 14 лет, и/б №6157/17. Эпитимпанум, антрум, сосцевидный отросток заполнены холестеатомой. ЧЧВК – чешуйчатая часть височной кости, СЧЯ – средняя черепная ямка, Х – холестеатома, Л – лабиринт, По – послеоперационный дефект, СС – сигмовидный синус, ЗЧЯ – задняя черепная ямка.

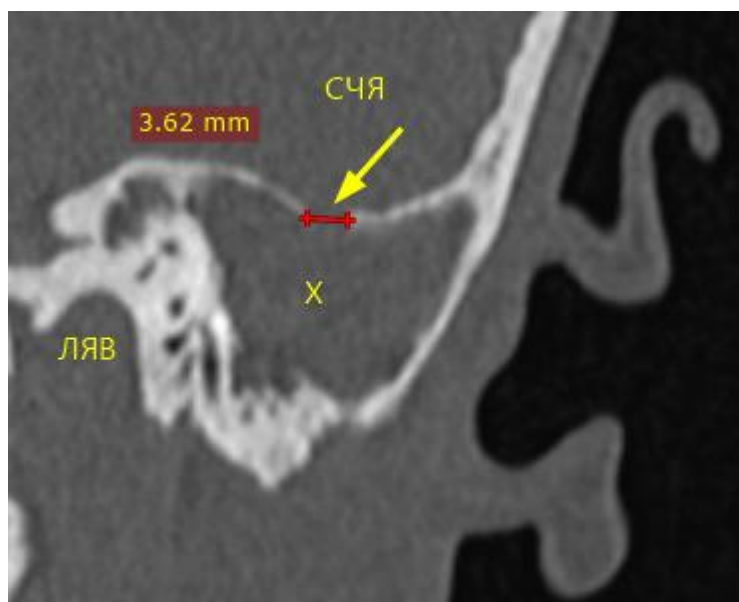


Рисунок 5.3.1.2. Кт височных костей в коронарной проекции. Определяется дефект крыши барабанной полости (указан стрелкой). Сосцевидный отросток заполнен холестеатомой. Х- Холестеатома, СЧЯ – средняя черепная ямка, ЛЯВ – луковица яремной вены.

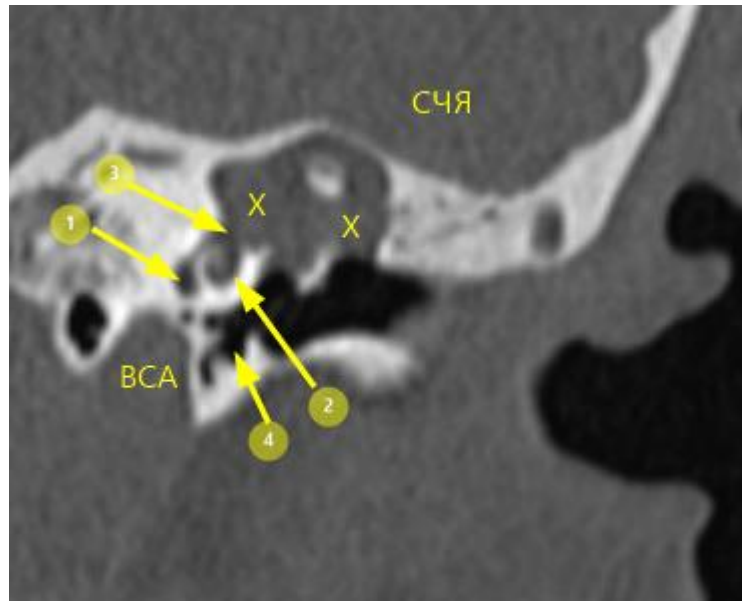
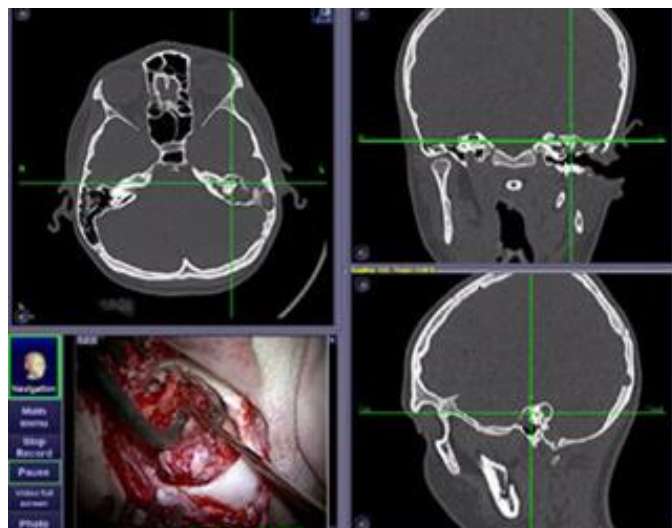


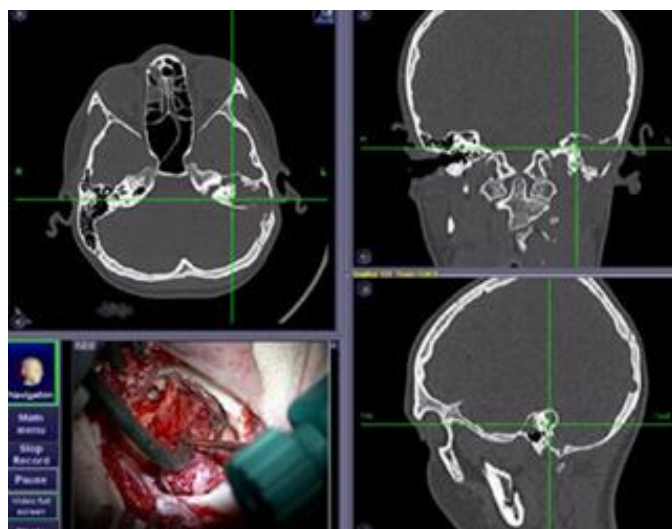
Рисунок 5.3.1.3. КТ височных костей в коронарной проекции. Распространение холестеатомы. 1 – основной завиток улитки, 2 – второй завиток улитки, 3 – дефект капсулы улитки в области второго завитка, 4 – нижняя часть барабанной полости, гипотимпанум, ВСА – внутренняя сонная артерия, СЧЯ – средняя черепная ямка.

Клинический диагноз: Хронический левосторонний гнойный средний отит. Состояние после saniрующих операций на левом ухе от 2005, 2008, 2016, 2017. Парез лицевого нерва 4 степени по House – Brackman. Под ЭТН заушным способом 04.12.2017 выполнена saniрующая операция на левом ухе с тимпанопластикой, мастоидопластикой и пластикой задней стенки наружного слухового прохода с использованием компьютерной навигации. В ходе операции удалена холестеатома (в апиальных клетках), кариозно измененная кость и грануляционная ткань. Под контролем навигации (рис 5.3.1.4) вскрыты все пораженные клетки сосцевидного отростка, удалены патологические содержимое, также обнаружен дефект костной стенки сигмовидного синуса и задней черепной ямки. Тимпанальный сегмент лицевого нерва «оголен», покрыт холестеатомным матриксом, удалены. Суперструктура стремени отсутствует, ниша окна преддверия заполнена фиброзной тканью, плотно спаянной с лицевым нервом

(отсепарована и удалена). Холестеатомный матрикс распространяется по тимпанальному сегменту лицевого нерва в передный эпитимпанум, надтубарное пространство. Вскрыты верхние перилабиринтные клетки, колено лицевого нерва, лабиринтный сегмент лицевого нерва и супрамеатальные клетки, холестеатома удалена. Вскрыты супра и инфралабиринтные клетки.



А



Б

Рисунок 5.3.1.4. А,Б. Этап оперативного вмешательства. Отображение на мониторе Collin нахождения навигационного щупа в области лабиринта при удалении холестеомы.

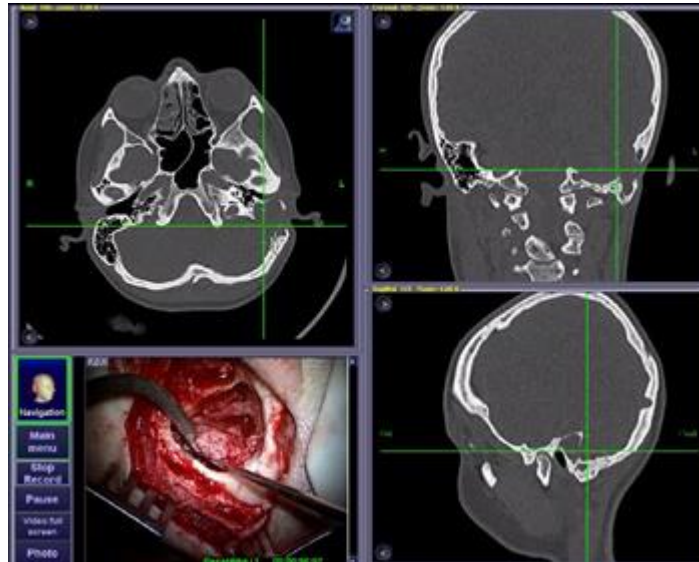


Рисунок 5.3.1.5. Отображение на мониторе Collin нахождения навигационного щупа в области дефекта костной стенки сигмовидного синуса и задней черепной ямки в аксиальной коронарной и сагитальной проекции. Фасциальный лоскут уложен по технике underlay под остатки барабанной перепонки. Аутохрящевая полоска уложена на тимпанальный сегмент лицевого нерва для увеличения высоты малой тимпанальной полости. На подножную пластинку стремени установлена аутохрящевая колумелла. Произведена укладка фасциального лоскута, лоскутом прикрыт латеральный полукружный канал, фиксирован кожей верхней и нижней стенок медиального отдела НСП. Выполнена пластика хрящевого отдела НСП (продольный разрез по задней стенке). Этап предоперационной подготовки навигационной системы занял 4 минуты. Навигационная система с точностью 1,3 мм. Не отмечено особенностей в течении послеоперационного периода. Пациент выписан на 11 сутки после операции.

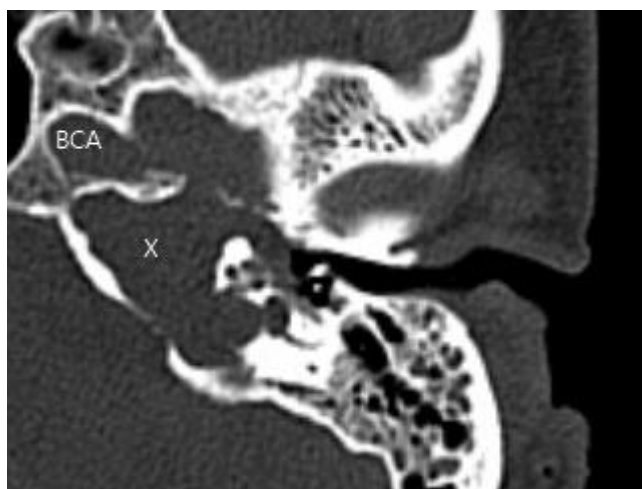
Пациент С., (№2), 32 года, история болезни №1139/19, госпитализирован в отделение заболеваний уха с диагнозом: врожденная инфралабиринтная – апикальная холестеатома левой височной кости. Состояние после хирургического лечения от 27.02.2015. Глухота слева. Парез лицевого нерва V степень по шкале House-Brackmann. Жалобы при поступлении: отсутствие слуха на левое ухо, снижение функции мимической мускулатуры левой половины лица, сухость левого глаза. Со слов пациента в детстве отитами не болел, в 2013 году отметил

резкую потерю слуха на левое ухо. Позднее отметил эпизоды резких головокружений, стал хуже закрывать левый глаз. 27.02.2015 оперирован в отделении нейрохирургии Амурской областной клинической больницы г. Благовещанска в объеме: парамедианная декомпрессивная трепанация ЗЧЯ слева с микрохирургическим удалением объемного образования пирамиды левой височной кости. Гистология №3389 от 28.02.2015: холестеатомные массы. После операции отметил улучшение функции мимической мускулатуры, уменьшение шума в левом ухе. Осенью 2018 года – ухудшение общего самочувствия, постепенное ухудшение функции, периодические боли в левой половине головы, шум в левом ухе. Консультирован нейрохирургам 08.10.18, рекомендовано консервативное лечение по месту жительства (несколько курсов антибиотиков без эффекта). Направлен в НКЦО ФМБА РФ для хирургического лечения. Оториноларингологический статус: нос, глотка, гортань – без особенностей. Уши: AS– в левой затылочной области имеется линейный рубец до 15 см. Заушная область без особенностей; При отомикроскопии (рис 5.3.1.6) наружный слуховой проход узкий, свободный, барабанная перепонка серая, дефектов нет. Спонтанного нистагма нет. Паралич лицевого нерва V степени по шкале House – Brackmann. При аудиометрии: левосторонняя смешанная тугоухость IV степени. По данным МСКТ височных костей (рис.5.3.1.7, 5.3.1.8): состояние после оперативного вмешательства – ДЧТ в левой затылочной области с удалением объемного образования пирамиды левой височной кост. В каменистой части левой височной кости определяется дефект неправильной формы размерами 20X30X26 мм, заполненный неоднородным мягкотканым содержимым. Дефект имеет неровные контуры, с признаками неравномерного истончения стенок (с наличием участков деструкции костной ткани), распространяется на внутренний слуховой проход, яремную ямку и канал левой ВСА. Дефект улитки. Нерадикально удаленное образование пирамиды левой височной кости (холестеатома). По данным МРТ головного мозга (рис 5.3.1.9.): в пирамиде левой височной кости определяется образование, размерами 30X15X24 мм, с четкими контурами, повышенной интенсивности сигнала на T2 – взвешенных

изображениях и в режиме DWI, промежуточной на T1 ВИ и в режиме Flair. Левая внутренняя сонная артерия и внутренняя яремная вена, а также сигмовидный синус тесно прилежат к опухоли, проходят по ее контуру. Задняя полукружность левой внутренней сонной артерии окружена опухолевой тканью. Дополнительное образование в пирамиде левой височной кости, более вероятно, холестеатома.



Рисунок 5.3.1.6. Отомикроскопическая картина левого уха.

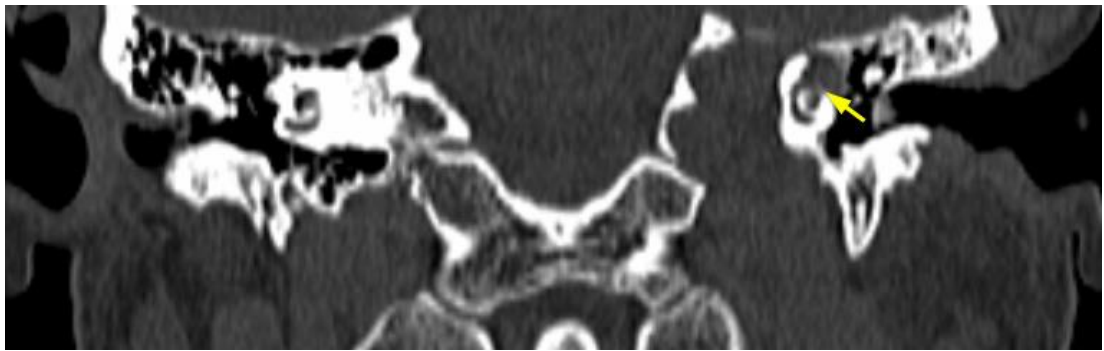


А

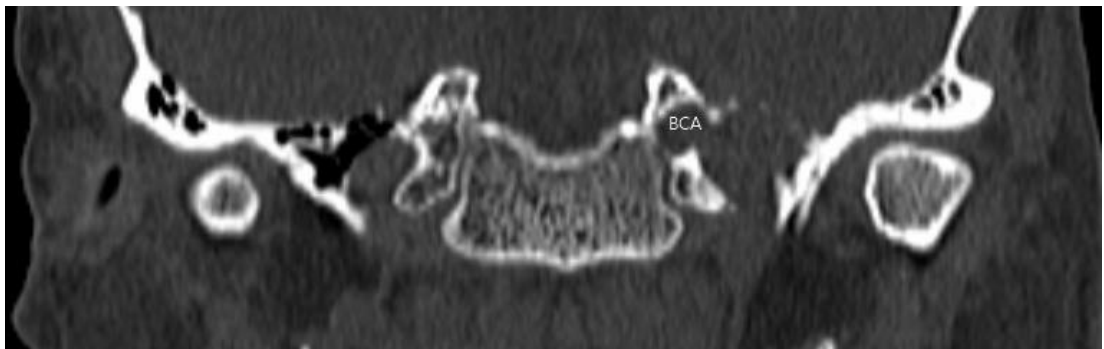


Б

Рисунок 5.3.1.7. КТ височных костей в аксиальной проекции пациента С., 32 год и/б №2397/19 ВСА – внутренняя сонная артерия, X – холестеатома (А). Зона дефекта ЗЧЯ (Б).



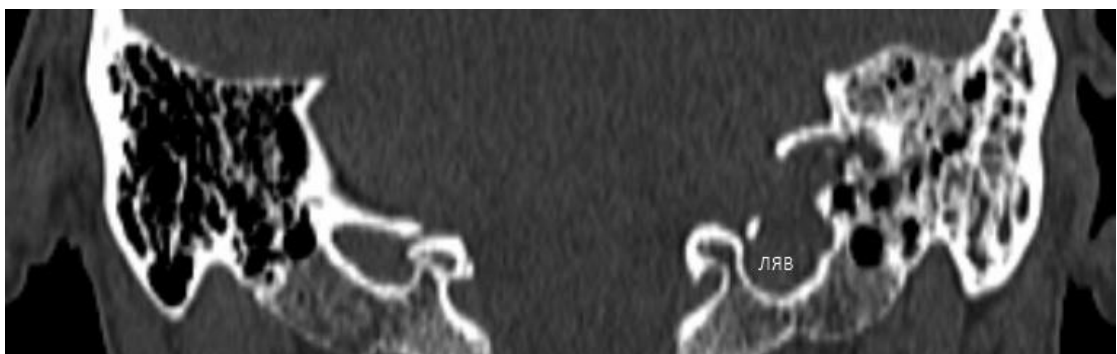
А



Б



В



Г

Рисунок 5.3.1.8.А,Б,В,Г. КТ височных костей в коронарной проекции. Разрушение улитки, стенки канала внутренней сонной артерии. ВСА – внутренняя сонная артерия. ЛЯВ – луковица яремной вены.

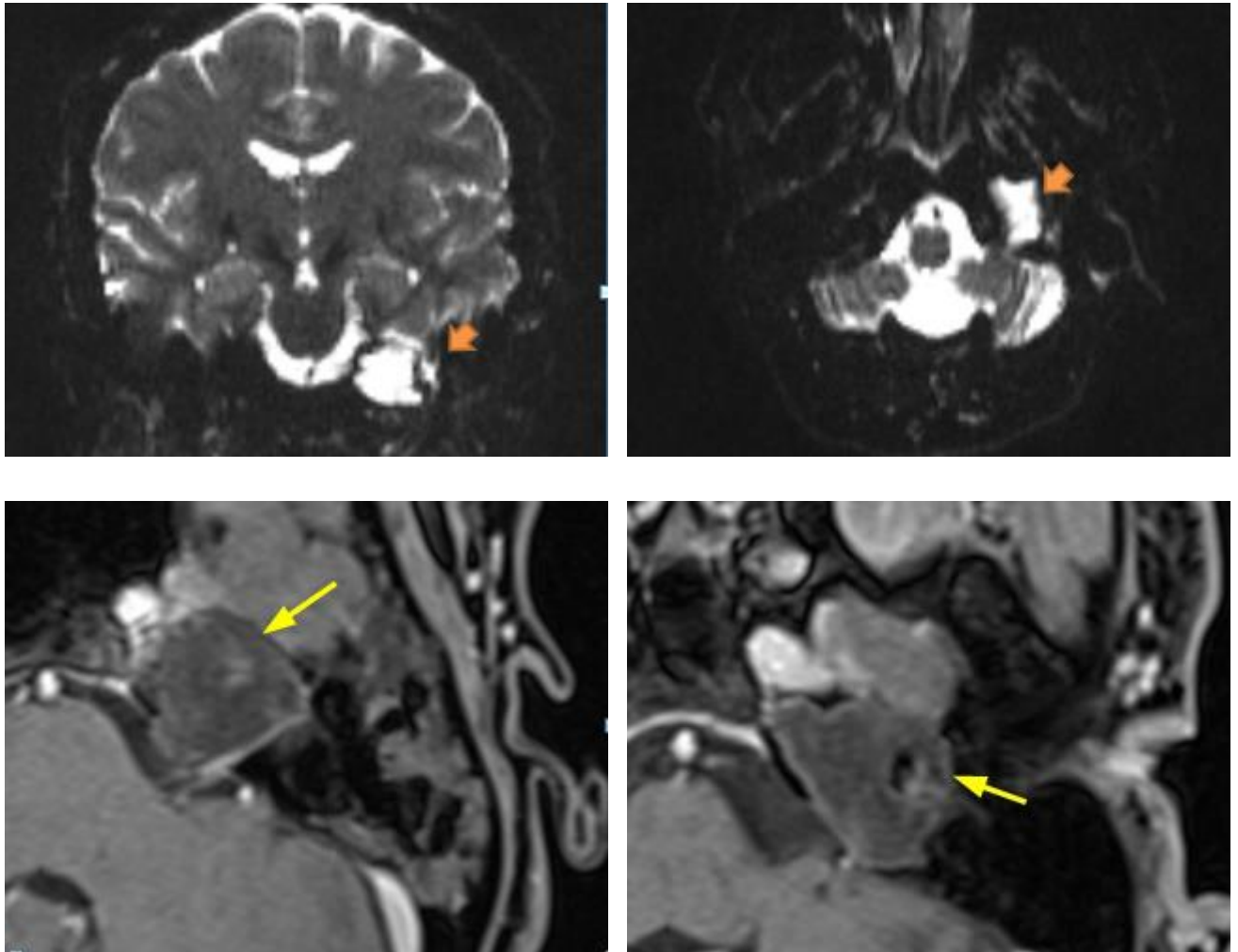
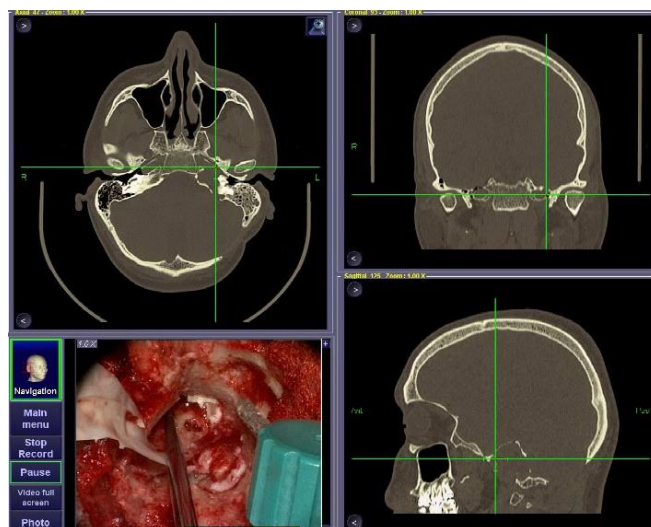


Рисунок 5.3.1.9. МТР головного мозга с контрастным усилением Магневист. В пирамиде левой височной кости определяется образование, размерами 30X15X24 мм, с четкими контурами, повышенной интенсивности сигнала на T2 – взвешенных изображениях и в режиме DWI, промежуточной на T1 ВИ и в режиме Flair. Левая внутренняя сонная артерия и внутренняя яремная вена, а также сигмовидный синус тесно прилежат к опухоли, проходят по ее контуру (указан стрелкой).

03.04.2019 под наркозом произведена saniрующая операция на левом ухе. Фиксирующий датчик установлен в ротовую полость, установлены электроды для

мониторинга лицевого нерва. Операционные находки при тимпанотомии: барабанная полость свободна, барабанная перепонка интактна, на медиальной поверхности барабанной полости в области устья слуховой трубы под слизистой оболочкой определяется образование мягкой плотности. Цепь слуховых косточек сохранна, подвижна, передача на окно улитки отсутствует. Сосцевидный отросток пневматического типа строения. Выполнена антромастотомия. Обнажены костная стенка в области средней черепной ямки, синодуральный угол, сигмовидный синус. Учитывая распространенность процесса по данным рентгенологических методов исследования, выполнена общеполостная saniрующая операция. Задняя стенка наружного слухового прохода удалена, «шпора» сглажена. Слуховые косточки удалены. Холестеатома заполняет передний мезо и гипотимпанум, просвет улитки (выполнено ее частичное вылушивание тупым путем). Визуализируются фрагменты базального, среднего, апикального завитков улитки, модиолус, хеликотрема. Под контролем навигационной системы, алмазными фрезами удалены остатки костной стенки промоториума и завитков улитки по ходу распространения холестеатомы в соответствии с авторской методике способ увеличения объема барабанной полости при хирургическом лечении больных хроническим гнойным средним отитом (регистрационный №2021104580). Дно операционной полости представлено холестеатомным матриксом, определяется передаточная пульсация. Процесс по инфра – и супралабиринтному клеточному тракту распространяется в область вершухи пирамиды. Имеется обширное разрушение кости вершухи пирамиды до твердой мозговой оболочки средней черепной ямки (последняя не повреждена). Костная стенка над внутренней сонной артерии в области вертикальном отдела, области колена и частично в области перехода в интракраниальный отдел отсутствуют. Холестеатома муфтообразно охватывает артерию, распространяется в область ската. Для полноценной санации под контролем компьютерной навигации выполнено расширение имеющейся спонтанной полости: истончение передней стенки наружного слухового прохода,

крыши барабанной полости; фрезами удалены остатки костного навеса гипотимпанума до луковичи яремной вены.



А



Б

Рисунок 5.3.1.10. Этап оперативного вмешательства. Отображение на мониторе Collin нахождение навигационного щупа в области дефекта костной стенки внутренней сонной артерии (рис а) и деструкции лабиринта (рис б) в аксиальной коронарной и сагитальной проекции.

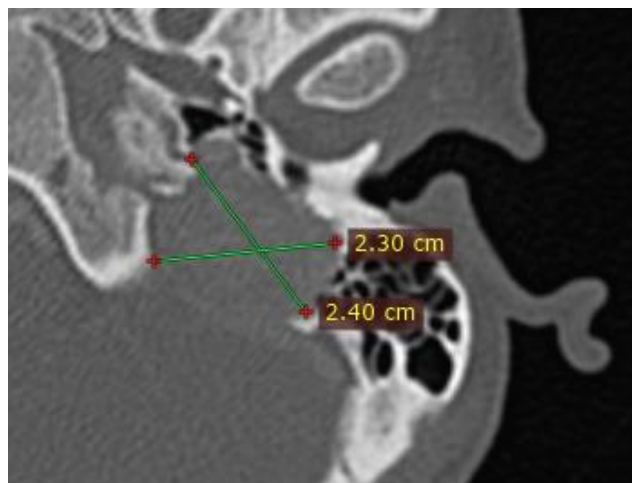
На малых оборотах режущими и алмазными борами скелетизирован лицевой нерв от лабиринтного до мастоидального отдела. Холестеатома распространяется под лицевой нерв по ходу внутреннего слухового парохода. На обозримом

участке в проекции лицевого нерва холестеатомный матрикс удален. В задних отделах холестеатомные массы разрушают медиальную стенку преддверия, костные стенки внутреннего слухового прохода на всем его протяжении, полностью окутывали связку нервов внутреннего слухового прохода и стелились между ними. Улитковый и вестибулярный нервы заканчиваются культями, лицевой нерв истончен в области перехода в коленчатый ганглий. Матрикс вылуцен между нервами, доходит до твердой мозговой оболочки задней черепной ямки, занимает практически всю пирамиду височной кости. Холестеатома с задней черепной ямки, вершины пирамиды височной кости, ВСА переходит на яремную вену, интраугулярный гребень между сосудами разрушен.

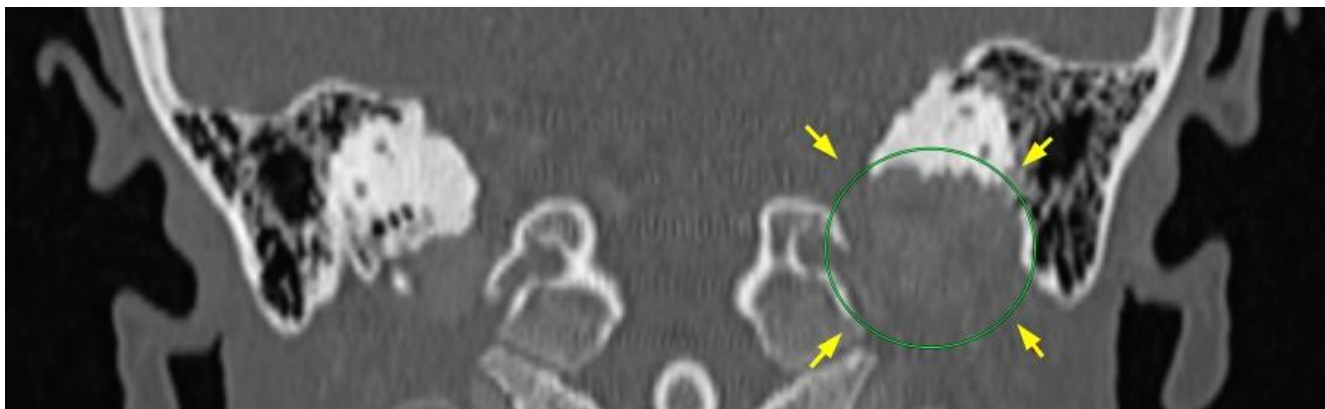
При помощи микрохирургической техники и эндоскопической ассистенции (оптика Karl Storz 2,7 мм 0 гр. И 30 гр) выполнено вылушивание холестеатомных масс тупым путем из инфралабиринтного пространства, в том числе интимно спаянных с адвентицией внутренней сонной артерии, луковицей яремной вены, твердой мозговой оболочкой, средней и задней черепной ямки. Все патологически ткани удалены. Признаки ликвореи из области внутреннего слухового прохода. Учитывая значительный костный дефект, ликворею, оголенность твердой мозговой оболочки на значительном протяжении, решено закрыть послеоперационную полость аутожиром, наружный слуховой проход защитить наглухо по технике «culdesac».

Пример №3, Пациентка Ю. 35 лет, история болезни №3202/18. Диагноз: Доброкачественное новообразование левого среднего уха (Параганглиома тип С по Fish). Поступила в отделение Заболеваний уха 28.05.2018 с жалобами на пульсирующий шум в левом ухе, снижение слуха на левое ухо. Anamnesismorbi: пульсирующий шум и снижение слуха на левое ухо стала отмечать с февраля 2018 г. В связи с чем обратилась к лор – врачу по месту жительства. Выполнена МСКТ височных костей и шеи, диагностировано образование левого среднего уха. Госпитализирована в ФГБУ НКЦО. При осмотре: AS: Заушная область и ушная раковина без особенностей, наружный слуховой проход свободный,

широкий, за барабанной перепонкой в передне – нижних отделах просвечивается пульсирующее образование бурого цвета, барабанная перепонка без перфорации. Острота слуха: Ш.Р. = 4.0 м, Р.Р. = 5.0 м, СШ (+). Камертоновая проба Вебера направляется в левое ухо. При аудиометрии наблюдается левосторонняя кондуктивная тугоухость I степени. МСКТ височных костей (рис 5.3.1.11) с внутривенным контрастированием препаратом Омнипак 300-50 мл: Ячейки сосцевидного отростка развиты по пневматическому типу, на уровне задних нижних отделов пирамиды височной кости, ниже внутреннего слухового отверстия в медиальных отделах определяется объемное образование, размерами до 17,5x20x14,5 мм, с деструкцией костной ткани пирамиды, стенок ячеек, плотностью до 30 ед. НУ, с пролабированием образования в задние и нижние отделы барабанной полости с разрушением костных стенок (задняя, нижняя и медиальная), без убедительных признаков деструкции стенок наружного слухового прохода, в проекции яремной вены, костных стенок структур внутреннего уха. После контрастирования определяется увеличение плотности образования до 100 ед. НУ.



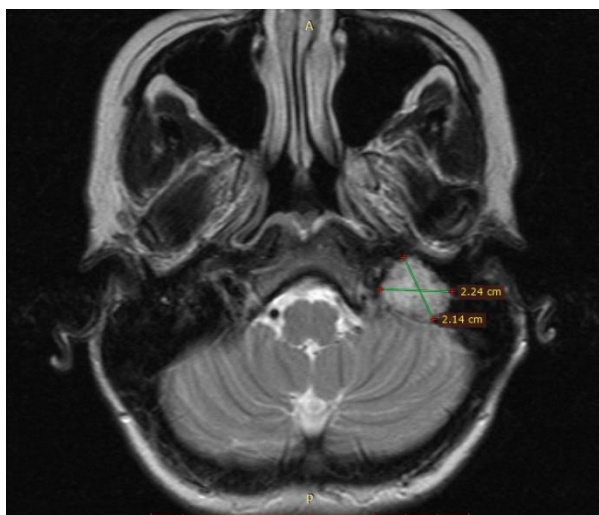
А



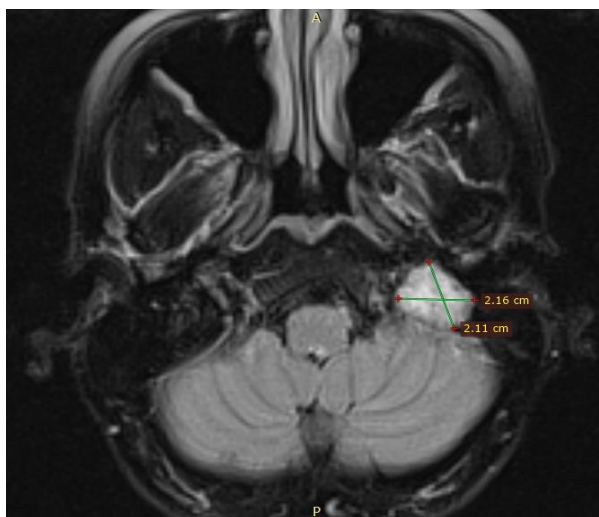
Б

Рисунок 5.3.1.11. КТ височных костей в аксиальной А, и коронарной проекции Б.с внутривенным контрастированием препаратом Омнипак 300-50 мл: Ячейки сосцевидного отростка развиты по пневматическому типу, на уровне задних нижних отделов пирамиды височной кости, ниже внутреннего слухового отверстия в медиальных отделах определяется объемное образование, размерами до 17,5х20х14,5 мм, с деструкцией костной ткани пирамиды (указан стрелкой).

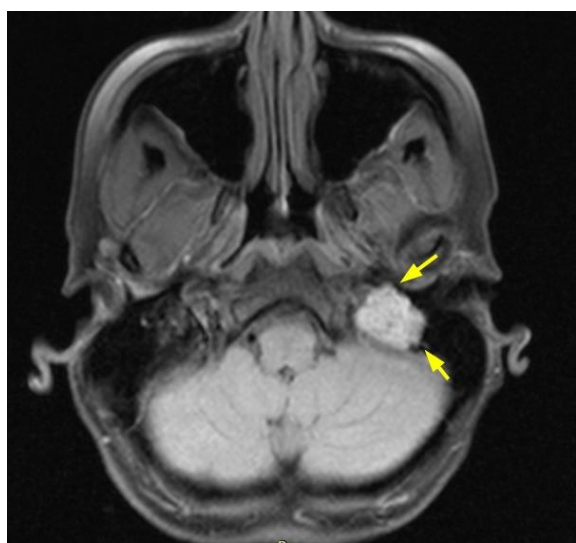
При магнитно – резонансной томографии головного мозга (рис 5.3.1.12) с контрастным усилением Магнивист: в проекции вершины пирамиды левой височной кости определяется внемозговое образование, округлой формы, с четкими неровными (фестончатыми) наружными контурами, размерами 2,1х2,3х1,9 см – гиперинтенсивного сигнала по T1-ВИ, T2-ВИ, T2- Flair, при проведении программы с жироподавлением сигналы от него неоднородно подвинулись, при проведении программы диффузии образование на высоких б-факторах имеет высокий МР – сигнал. После введения контрастного вещества определяется неоднородное, умеренно выраженное повышение интенсивности МР-сигнала от образования.



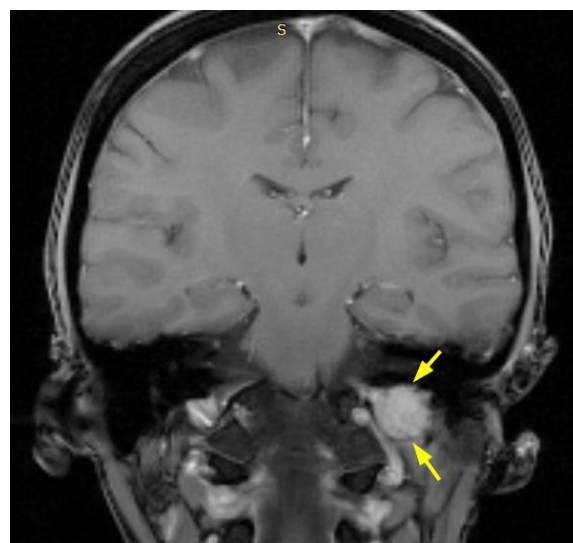
А



Б



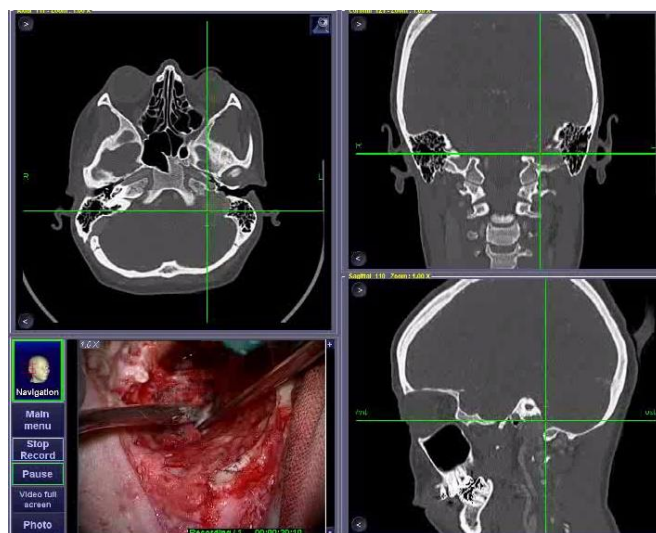
В



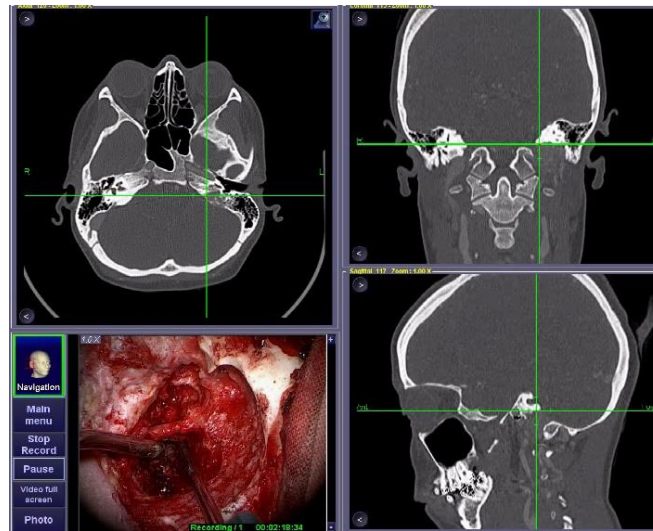
Г

Рисунок 5.3.1.12. А,Б,В,ГМРТ головного мозга с контрастным усилением: “Магневист” 10.в/в.

29.05.2018, под ЭТН и контролем навигационной техники и с нейромониторингом лицевого нерва произведено удаление новообразования левого среднего уха с применением микрохирургической техники. Операционные находки, при выполнении ревизии барабанной полости: слуховые косточки сохранены, подвижны, в гипотимпануме имеется обильно васкулизированное пульсирующее образование, багрового цвета. Агрессивными и алмазными борами выполнена антромастотомия. Сосцевидный отросток пневматического типа. На дне полученной трепанационной полости контактно кровоточащее образование, проходящее под лицевым нервом в передний и задний гипотимпанум. Сглажены костные края крыши антрума, сглажен Cog. Сглажена шпора. Под контролем компьютерной навигации идентифицирован канал лицевого нерва, опухоль располагается медиальнее последнего, в мастоидальном отделе разъедает его костную стенку, спаяна с периневрием. Выполнена декомпрессия лицевого нерва от тимпанального колена до границ выхода из шилососцевидного отверстия.



A



Б

Рисунок 5.3.1.13. А, Б На мониторе показано нахождение навигационного щупа в области дефекта костной стенки задней черепной ямки в аксиальной коронарной и сагитальной проекции

В задних отделах опухолевая ткань разрушает заднюю стенку пирамиды, доходит до твердой мозговой оболочки задней черепной ямки в проекции моста и мозжечка (дефектов нет), внутреннего слухового прохода. При выделении образования из области внутреннего слухового прохода отмечен эпизод ликвореи – остановлен с использованием Surgicell. В передних отделах образование разрушает канал внутренней сонной артерии, спаяно с артерией; в нижних отделах с луквицей яремной вены. Тупым путем выполнено выделение опухоли по всему периметру, визуализированы питающие сосуды. Произведено удаление новообразования с сохранением цепи слуховых косточек, барабанной перепонки. Сосуды питающие опухоль коагулированы с помощью контактной моно – биполярной коагуляции. Подножная пластинка целая, подвижная. Движение между окнами сохранено. Фрагментами височной мышцы заполнена послеоперационная полость в проекции задней черепной ямки, луковицы яремной вены, внутренней сонной артерии, под лицевым нервом. Аутофасция уложена по технике underlay в тимпанальном отделе, в мастоидальном на мышцу, укрывает лицевой нерв. Поверх фасции расправлена и уложена отсепарованная кожа наружного слухового прохода. Для дальнейшей эпидермизации мастоидального

отдела произведена пластика кожи слухового прохода. Время, затраченное на этап предоперационной подготовки навигационной системы, составило 4 минут. Совпадение точности анатомических структур с предоперационным компьютерной томографии 97%.

5.3.2. Интраоперационные находки у пациентов контрольной группы.

Дефект костной стенки тимпанального сегмента лицевого нерва обнаружен у 20 (40%) больных, разрушение стенки мастоидального сегмента - у 2 (4%), фистула латерального полукружного канала - у 2 (4%), дефект улитки - у 2 (4%), дефект пирамиды височной кости - у 3 (6%), дефект костной стенки внутренней сонной артерии - у 14 (28%) больных. Интраоперационно инфралабиринтное распространение холестеатомы было выявлено у 5 (10%) пациентов, деструкция стенки сигмовидного синуса - у 3 (6%), деструкция в области черепных ямок с обнажением ТМО наблюдалось в 4 (8%) случаях (табл. 5.3.2.1).

Дефекты слуховых косточек выявлены у 46 (92%) пациентов

- 1) отсутствует наковальня у 7 (%) больных;
- 2) разрушен длинный отросток наковальни у 9 (%);
- 3) разрушено тело наковальня у 3 (%);
- 4) отсутствует молоточек у 5 (%);
- 5) наковальнимолоточек кариозно изменены у 13 (%);
- 6) рукоятка молоточка и наковальня окутаны новообразованием у 12 (%);
- 7) отсутствие суперструктуры стремени у 9 (%);
- 8) ножки стремени сломаны у 6 (%)

Таблица 5.3.2.1. – Интраоперационные находки у пациентов контрольной группы.

Интраоперационные находки	Частота встречаемости признака	
	(абс.ч) (n=50)	%
Дефект улитки	2	4
Дефект пирамиды височной кости	3	6
Дефект костной стенки внутренней сонной артерии	14	28
Дефект луковицы яремной вены	8	16
Деструкция стенки сигмовидного синуса	3	6
Дефект задней стенки наружного слухового прохода	3	6
Дефект в передне – нижнем отделе костного сегмента наружного слухового прохода	3	6
Деструкция цепи слуховых косточек		
Дефект костной стенки тимпанального сегмента лицевого нерва	20	40
Разрушение латеральной стенки аттика	13	26
Дефект крыши антрума	3	6
Разрушение мостоидального сегмента лицевого нерва	2	4
Инфралабиринтное распространение холестеатомы	5	10
Фистула латерального полукружного канала	2	4
Дефект ТМО	4	8
Высокое стояние луковицы яремной вены	4	8
Дефект костной стенки задней черепной ямки	1	2

Клинический пример: Пациентка К., 53 лет, история болезни № 5008/21 поступила 22.06.21 в отделение «патология уха и основания черепа» с жалобами на шум и снижение слуха на левое ухо, осиплость, шепелявость, неполное отведение языка влево, невозможность полностью поднять и отвести левую руку. Клинический диагноз: Доброкачественное новообразование левого среднего уха с (вагальная параганглиома), левосторонняя глухота. Anamnesis morbi: Со слов пациентки шум (ранее с пульсацией, в настоящий момент монотонный) и снижение слуха стала отмечать длительное время. Осиплость голоса, нарушение дикции, шепелявость, слабость в левой руке в течение полугода. В связи, с данными жалобами обратилась к лор-врачу по месту жительства. Выполнена МСКТ височных костей и шеи, диагностировано образование левого среднего уха. Оториноларингологический статус Уши: AS - Заушная область и ушная раковина без особенностей, наружный слуховой проход свободный, барабанная перепонка целая дефектов нет. Спонтанного нистагма нет. Признаков пареза мимической мускулатуры лица нет (рис. 5.3.2.1). по другим ЛОР-органам без особенностей.



Рисунок 5.3.2.1. Видеоэндоскопическая картина левого уха. Барабанная перепонка состоятельная, без дефектов.

При МСКТ височных костей (рис.5.3.2.3) сосцевидный отросток смешанного типа, антрум и ячейки пневматизированы. Наружный слуховой проход не

деформирован. Глоточное и костное устье слуховой трубы проходимы. Барабанная полость пневматизирована, определяется нарушение целостности нижней стенки с выбуханием мягкотканого образования на 3,1мм. Цепь слуховых косточек нормальной формы, размеров и плотности. Костный лабиринт без деструктивных изменений. Ниши круглого и овального окон без особенностей. Улитка нормальных размеров и формы. Улитковый канал не деформирован, структура однородная. Преддверие лабиринта не расширено, однородной структуры. Полукружные каналы нормального строения. Контуры яремной ямки не визуализируются, определяются множественные участки эрозии кортикального слоя, преимущественно нижней поверхности височной кости, с распространением объемного образования из яремной ямки в верхнелатеральном направлении (нарушение целостности нижней стенки барабанной полости с выбуханием образования в барабанную полость); определяется участок резкого истончения яремно-сонного гребня – нельзя исключить нарушение целостности. (кт-изменения, характерные для параганглиомы яремного гломуса). Тональная пороговая аудиометрия (рис. 5.3.2.2.) – Левосторонняя глухота.

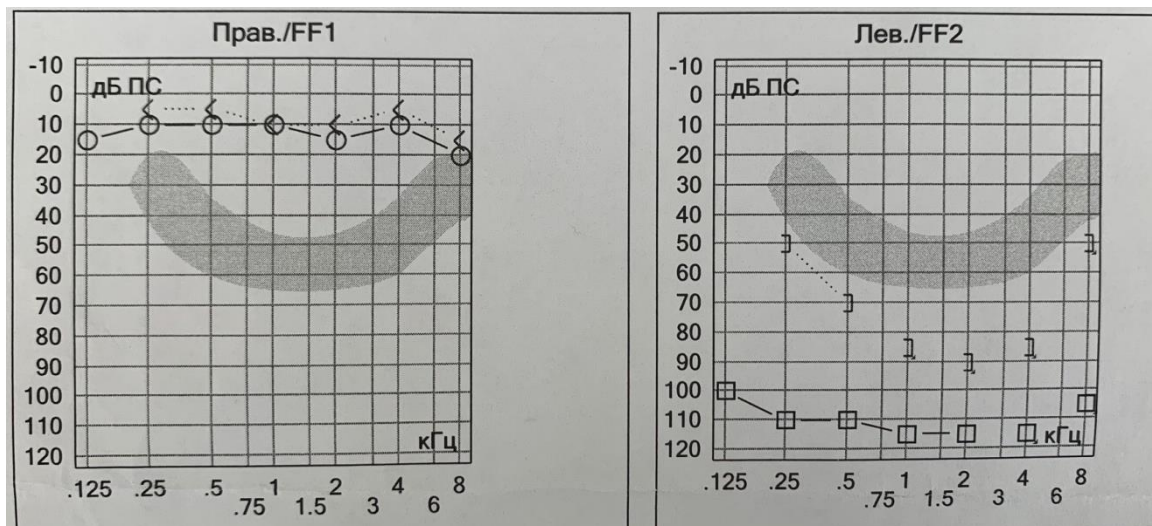


Рисунок 5.3.2.2. Левосторонняя глухота.

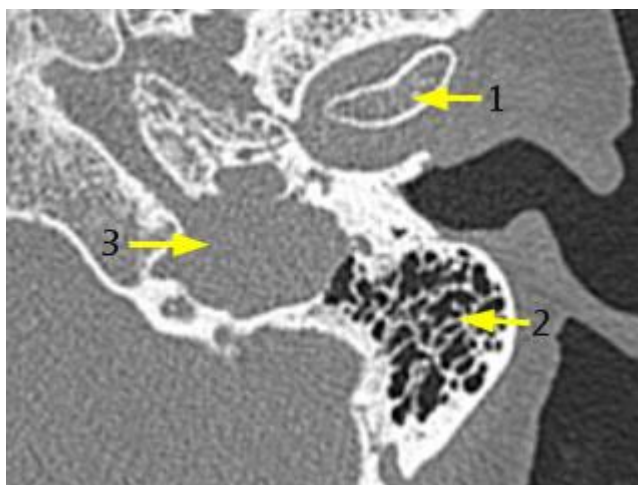
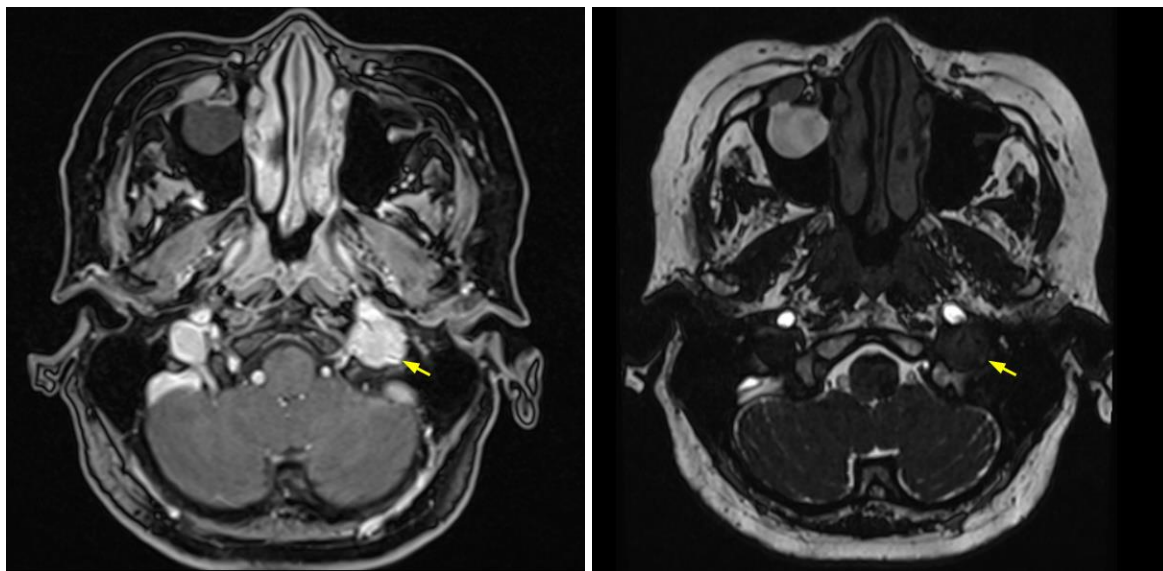


Рисунок 5.3.2.3. КТ височных костей в аксиальной проекции пациента К., 53 лет и/б № 5008/21. 1 – Височнонижнечелюстной сустав; 2 – клетки сосцевидного отростка; 3 – Образование.

По данным МРТ головного мозга – в левом мосто-мозжечковом углу определяется гипervasкулярное объемное образование размерами 13х13 мм, интенсивно накапливающее контрастный препарат (рис. 5.3.2.4).



А

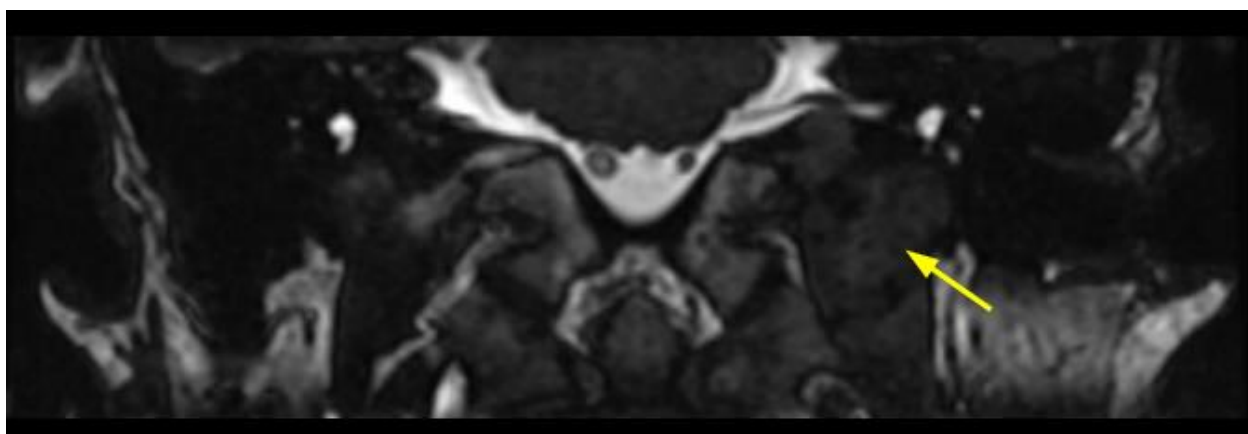
Б

Рисунок 5.3.2.4. МРТ головного мозга в аксиальной проекции с контрастным усилением 5.3.2.4. (А) и в режиме Fiesta 5.3.2.4 (Б). Определяется накопление контрастного препарата. Стрелкой указаны контуры образования.

Верхний край образования находится на уровне левого внутреннего слухового прохода, не проникая в него, прилежит и деформирует VII и VIII нервы. Образование распространяется в задней черепной ямке вниз на 1,5 см, прорастает в пирамиду височной кости (на этом уровне поперечный размер образования достигает 23x15 мм) и далее следует вдоль внутренней сонной артерии на мягкие ткани основание черепа, располагаясь преимущественно в каротидном пространстве (обрастает левую ВСА приблизительно на 1/4) на границе с околоушным пространством (прилежит к краю околоушной слюнной железы достоверно ее не деформирует). Нижний край образования находится на уровне нижнего сегмента околоушной слюнной железы, вертикальный размер образования - 3,5 см. (рис 5.3.2.5.А. Б).

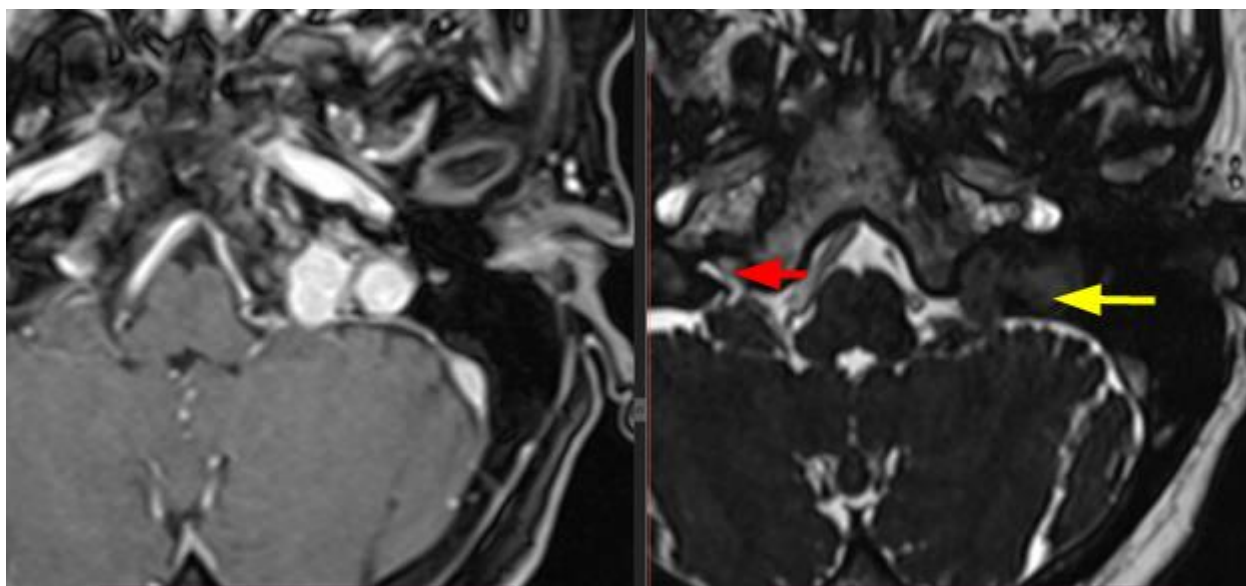


А



Б

Рисунок 5.3.2.5. МРТ головного мозга в коронарной проекции в T1 5.3.2.5 (А) с контрастом и в режиме Fiesta.



А

Б

Рисунок 5.3.2.6. Мрт головного мозга в аксиальной проекции с контрастным усилением 5.3.2.6. (А), в режиме Fiesta 5.3.2.6. (Б). Новообразование заполняет яремную отверстие. Справа отслеживается выход нижних черепно-мозговых нервов (указано красной стрелкой), слева не отслеживается (желтая стрелка).

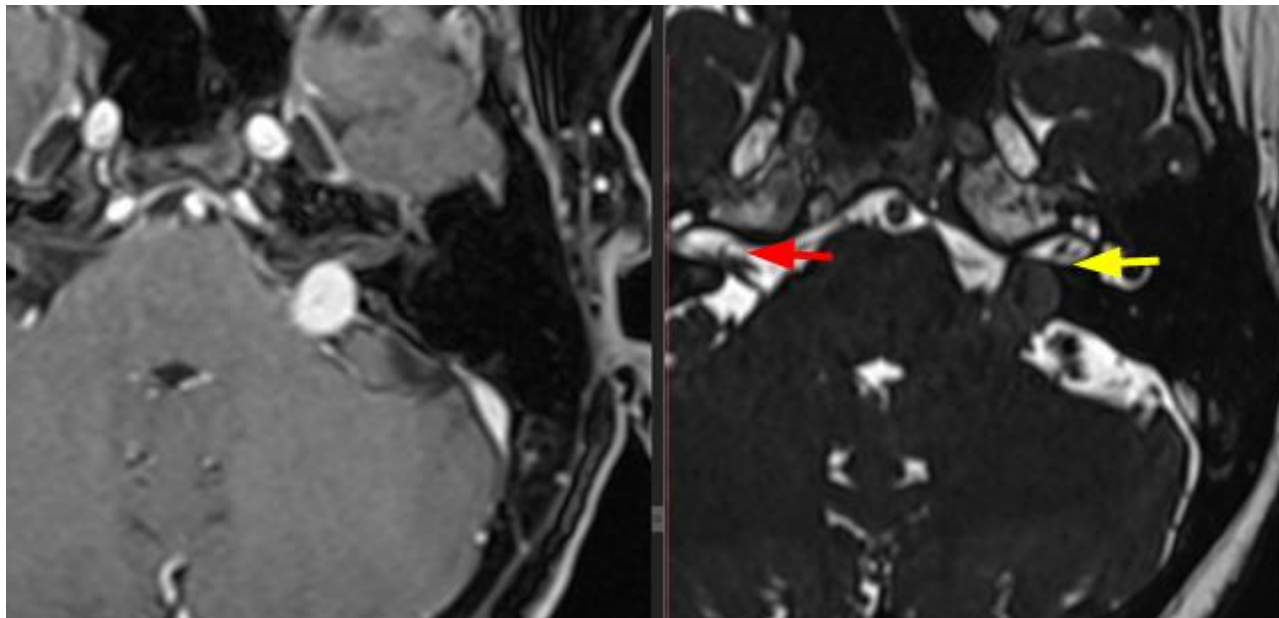
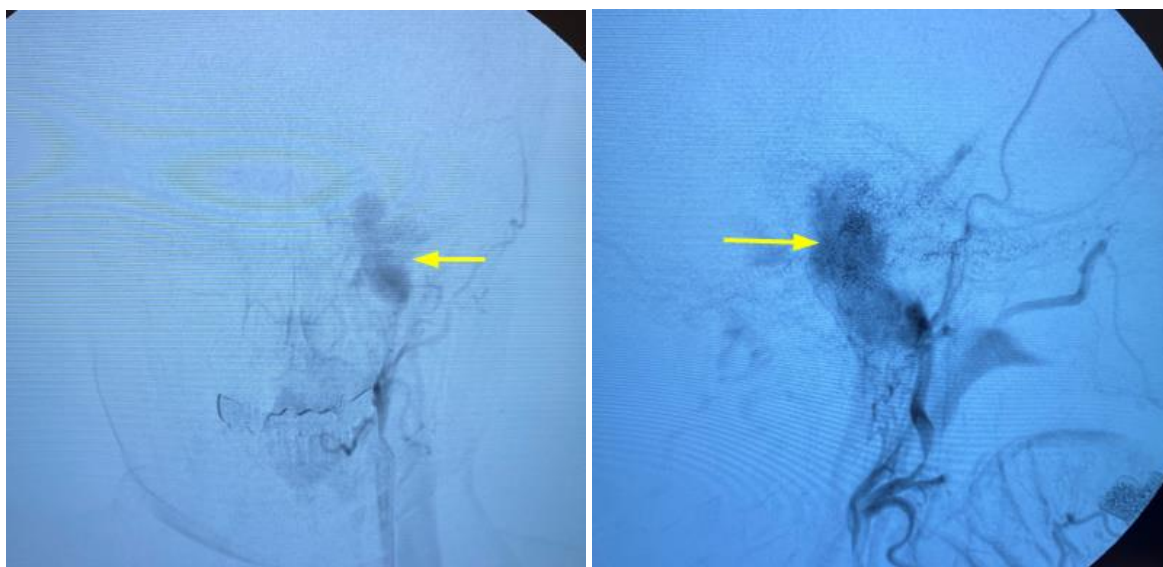


Рисунок 5.3.2.7. Мрт головного мозга в аксиальной проекции с контрастным усилением. Внутренний слуховой проход заполнен частью опухолью. Справа просвет внутреннего слухового прохода прослеживается (указано красной стрелкой), слева заполнен частью опухолью, указано (желтой стрелкой).

В асептических условиях под местной анестезией 2.0 м 0,25% новокаина пунктирована правая общая бедренная артерия, установлен интродьюсер 4 F. Диагностическим катетером выполнена селективная катетеризация левой НСА, выполнена ангиография: выявлен гипervasкуляризированный участок в парааурикулярной области и выраженный артерио-венозный сброс (рис 5.3.2.8.)



А

Б

Рисунок 5.3.2.8 А, В. Ангиография сосудов головного мозга до эмболизации. В проекции уха контрастируется гипervasкуляризованное объемное образование (указано стрелкой).

Последовательно селективно катетеризированы верхнечелюстная, поверхностная височная, восходящая глоточная артерии, внутренняя сонная артерия. Выявлено, что основным афферентом опухоли является задняя-ушная артерия НСА. Выполнена ее эмболизация, калиброванными эмболами (500-700). При контрольной ангиографии контрастирования объемного образования не получено рис. 5.3.2.9. В асептических условиях под местной анестезией 2м 0,25% новокаина пунктирована правая бедренная вена, установлен интродьюсер 6 F. Выполнена катетеризация правой луковичи яремной вены, Сс, поперечного синуса, катетер Chareron доведен до венозного конfluence.



Рисунок 5.3.2.9. Состояние после селективной эмболизации сосуда питающего опухоль (указано стрелкой).

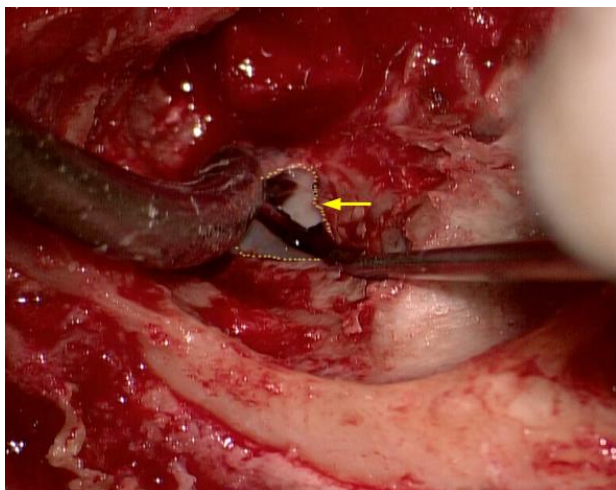
Внутренний катетер заведен в левый поперечный, сигмовидный синус выше образования. При контрастировании кровотока по луковиче яремной вены нет, отток осуществляется через кондиллярные вены в систему позвоночной артерии. Через катетер выполнена установка 2 фрагментов спирали проксимальнее опухоли в сигмовидном синусе (рис 5.3.2.10).



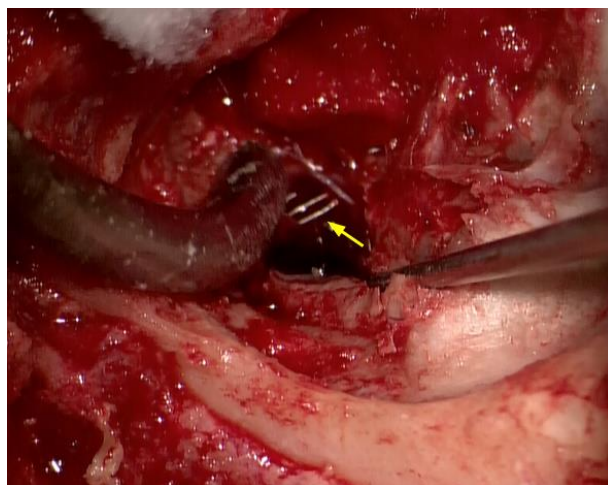
Рисунок 5.3.2.10. Спираль заполняющий сигмовидный синус (указано стрелкой).

Инструменты удалены. Гемостаз. Давящая асептическая повязка на область пункции правой общей бедренной артерии. Операция завершена без осложнений.

В условиях эндотрахеального наркоза после инфильтрации мягких тканей S.NaCl 0,9% 10 мл выполнен забор аутожировой ткани из правой подвздошной области для реконструктивного этапа. Послеоперационная рана послойно ушита. Далее после инфильтрации мягких тканей S.NaCl 0,9% 30 мл произведен разрез в заушной области слева с мобилизацией тканей с переходом на шею по переднему краю верхней кивательной мышцы до уровня угла нижней челюсти. Выполнена расширенная радикальная антростома, задняя стенка наружного слухового прохода удалена, истончена передняя стенка барабанной полости до уровня ВНЧС. Сосцевидный отросток пневматического типа строения, выделен и скелетирован сигмовидный синус, синодуральный угол, истончена костная стенка до уровня СЧЯ. Барабанная полость практически свободная, пульсирующее новообразование эластичной консистенции располагается в гипотимпануме переходит в расширенную луковицы яремной вены, эрозирует улитку, задний полукружный канал. Наковальня, молоточек удалены, для визуализации верхней границы опухоли спилена базальный завиток улитки, задний полукружный канал. Выполнен ретрофациальный доступ : по ходу лицевого нерва с сохранением его в костном канале выполнена ревизия объемов образования. На значительном протяжении опухоль проходит в луковице яремной вены, обтурируя ее просвет, распространяется к внутреннему слуховому проходу под полукружными каналами. После истончения передней стенки НСП получен доступ к вертикальному отделу сонной артерии и луковице яремной вены. Для полной визуализации сигмовидный синус вскрыт на 2/3, в проксимальной части просвета визуализирован тромб, спираль, заведена проксимальнее; просвет тампонирован Surgicell, рисунок 5.3.2.11, 5.3.2.12.



А



Б

Рисунок 5.3.2.11. Интраоперационная картина. Вскрытие сигмовидного синуса. 5.3.2.11 (А), спираль установленная в сигмовидный синус 5.3.2.11 (Б) указано стрелкой.

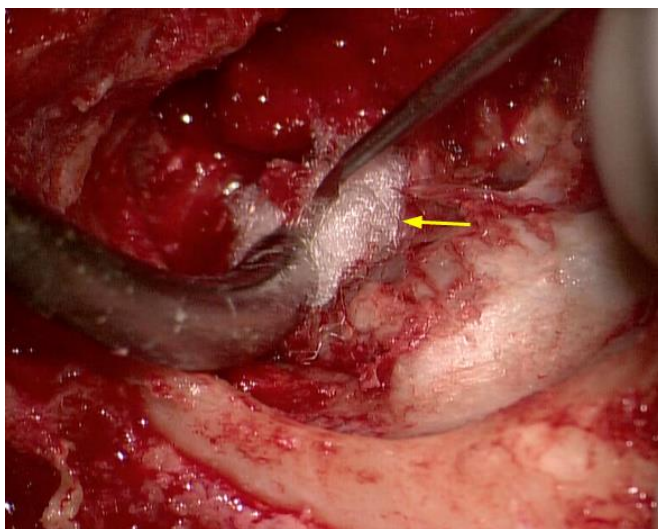
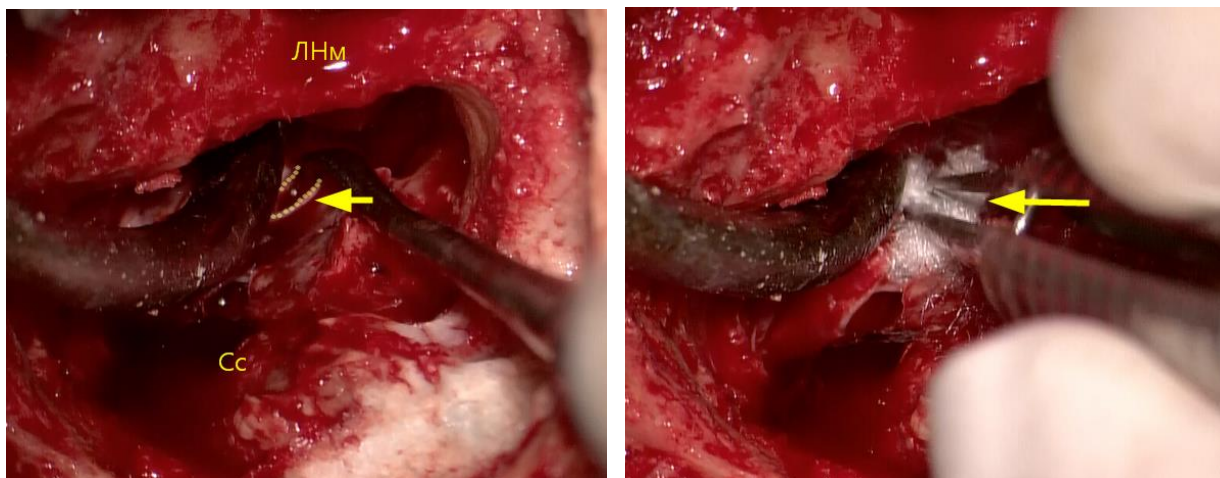


Рисунок 5.3.2.12. Интраоперационная картина. Тампонирующее сигмовидного синуса сурджицеллом.

Латеральная стенка синуса, луковицы яремной вены отсечены. Образование продолжается в верхние отделы внутренней яремной вены. Образование обойдено со всех сторон тупым и острым путем. Опухоль из области яремного отверстия вылучена, удалена (опухоль отправлена на гистологическое исследование). Ложе

коагулировано. Затампонирован Surgicell нижний каменистый синус, кондиллярная вена (рис 5.3.2.13. А.Б.)



А

Б

Рисунок 5.3.2.13. Интраоперационная картина. Просвет нижнего каменистого синуса. 5.3.2.13 (А) указано стрелкой, тампонирующее сургиселом 5.3.2.13 (Б). ЛНм – Мастоидальный отдел лицевого нерва, Сс – Сигмовидный синус.

В передних отделах опухоль разрушает стенку ВСА в вертикальном отделе с выраженной инфильтрацией этой области. Тупым путем с использованием ватных шариков выполнена отслойка опухолевой ткани вместе с адвентицией (рис.5.3.2.14). После удаления опухоли стенка внутренней сонной артерии на значительном протяжении истончена, представлена 2 слоями.

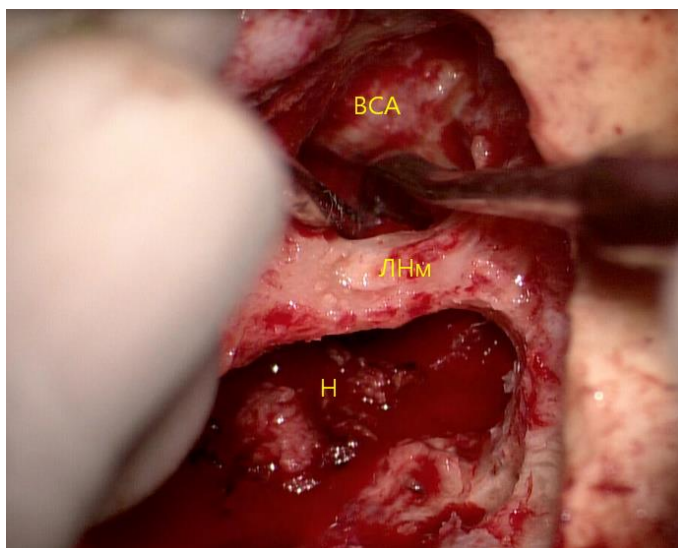


Рисунок 5.3.2.14. Интраоперационная картина. Работа в области внутренней сонной артерии. ЛНм – мастоидальная часть лицевого нерва. Н – новообразование.

Визуализированы стволы нижних черепномозговых нервов под медиальной стенкой ЛЯВ. Далее идентифицирована часть опухоли, распространяющаяся во ВСП, принято решение о ее удалении. Хирургический коридор к ВСП расширен, остатки костного массива между ВСП и яремным отверстием сглажены. Опухолевая ткань отведена от твердой мозговой оболочки ЗЧЯ. В ходе тракции образования из ВСП получено активное кровотечение, ликворея. Образование удалено, кровотечение остановлено (рис. 5.3.2.15.).

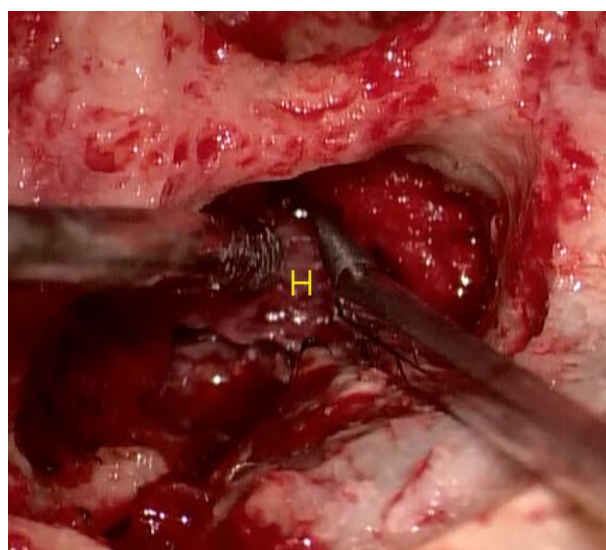
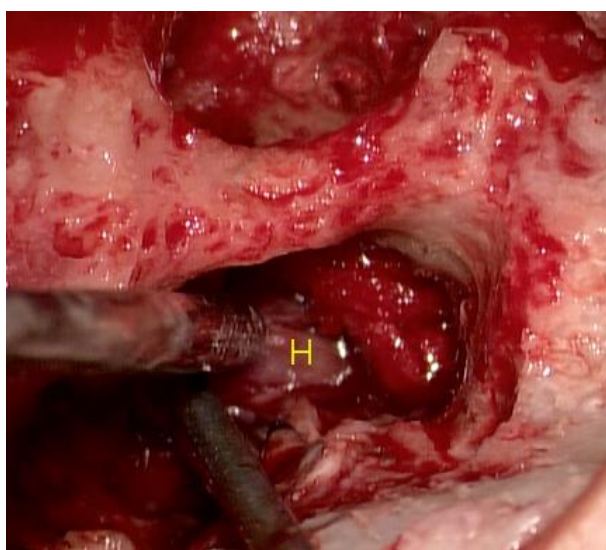
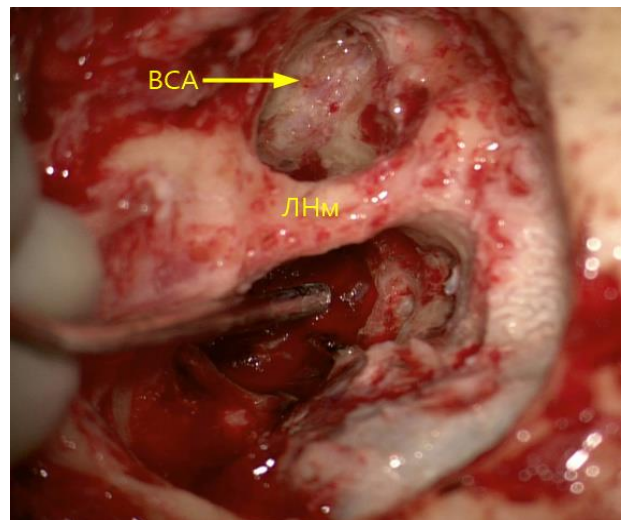


Рисунок 5.3.2.15. Интраоперационная картина. Микрошипчиками удаляется новообразование из области внутреннего слухового прохода. Н – новообразование.

Реконструктивный этап операции: в область нижнего каменистого синуса, сигмовидного синуса дополнительно после их тщательной тампонадой сурджицелом покрывались фрагментами аутофасцией которая также фиксировалась тампонадой спонгостамом и сурджицелом. Тимпанопластика производилось аутофасцией по технике underlay. Рано ушита послойно. Асептическая повязка. Признаков кровотечения нет. Интраоперационная кровопотеря -500 мл. Признаков продолжающейся отоликвореи нет. Осложнений нет. Исход благоприятный.



А



Б

Рисунок 5.3.2.16. Интраоперационная картина. До удаление новообразование 5.3.2.1.16 (А), после удаление новообразование 5.3.1.16 (Б). Н – новообразование, ЛНм – мостоидальный часть лицевого нерва. ВСА – Внутренняя сонная артерия.

В послеоперационном периоде проведено противовоспалительное, гемостатическое и симптоматическое лечение. Осложнений не было, выписана из стационара 13 сутки после операции.

5.3.3. Результаты хирургического лечение пациентов основной и контрольной группы.

Из 50 пациентов контрольной группы, у которых проводилась операция без использования электромагнитной навигационной системы у 11 (22%) пациентов выявлен дефект костной стенки сигмовидного синуса; в основной группе у 3 (6%) больных. У 3 (6%) было кровотечение из синуса, которое останавливали с помощью *surgisel* без последствий угрожающих жизни пациента. У 3 пациентов было кровотечение из области луковицы яремной вены. У 15 (30%) пациентов при работе в области средней черепной ямки возник дефект различных размеров вследствие работы бором, либо выраженного нависания твердой мозговой оболочки. При дефектах больших размеров (более 10 мм) последним был закрыт хирургически, при малых размерах (5 мм) – необходимости его закрытия не требовалось. В основной группе частота возникновения и тяжесть осложнений была ниже по сравнению с контрольной (таблица 5.3.3.1). Обнажение лицевого нерва выявлено у 6 (12%) пациентов. У двух (4%) – отмечали проходящий парез при работе в области перифасциальные клеток мастоидальной части височной кости. У 3 (6%) пациентов выявлен дефект в области верхнего полукружного канала, у 2 (4%) в области заднего полукружного канала. У 3 (6%) больных при распространение холестеатомы в перилабиринтные, супралабиринтные, супрамеатальные клетки обнаружен дефект в области верхнего полукружного канала.

Таблица 5.3.3.1. Сравнительная оценка частоты и тяжести осложнений в зависимости от метода хирургического лечения.

Виды осложнения	Частота встречаемости признака в исследуемых группах n/%		Точный критерий Фишера
	Основная группа хирургическое вмешательство с использованием навигационной системы абс.ч./% (n=50)	Контрольная группа хирургическое вмешательство без использования навигационной системы абс.ч./% (n=50)	
Травматизация сигмовидного синуса	3/6	11/22	p<0,05.
Повреждение луковица яремной вены	0	3/6	p>0,05
Травматизация костной стенки средней черепной ямки	4/8	15/30	p<0,05.
Обнажение капсулы височно нижнечелюстного сустава	0	2/4	p>0,05
Обнажение лицевого нерва в мастоидальной часть	1/2	6/12	p>0,05
Повреждение верхнего полукружного канала	0	3/6	p>0,05
Повреждение заднего полукружного канала	0	2/4	p>0,05
Всего осложнений	8/16	42/84	p<0,05.

Результаты сравнения интраоперационного повреждения анатомических структур в таблице 5.3.3.1. показывают, что наилучшие результаты по всем

клиническим показателем (минимизация интраоперационной травмы, интра- и послеоперационных осложнений) наблюдались в группе пациентов, которым хирургическое лечение выполнено под контролем электромагнитной навигационной системы (за счет повышения безопасности манипуляций на структурах среднего и внутреннего уха и подтверждения местоположения жизненно важных анатомических структур). Применение навигационной системы позволило сократить количество интраоперационных осложнений в основной группе по сравнению с контрольной на 68 %.

Заключение

Диссертация посвящена актуальной проблеме оториноларингологии – лечение пациентов с хроническим гнойным средним отитом с холестеатомой, параганглиомой, невриномой осложненные выраженными деструктивными изменениями височной кости с нарушением нормальной анатомии, что повышает риски проведения операций.

Высокая частота встречаемости больных ХГСО с холестеатомой объемных образований височной кости с разрушением структур среднего уха и стенок полостей уха с рубцовым их заполнением, также костных стенок граничащих с полостями черепа и жизненно важными структурами (внутренняя сонная артерия, луковица яремной вены, лицевой нерв, височно – нижнечелюстной сустав и др.). Кроме того, имеются пациенты, которым ранее были выполнены расширенные saniрующие операции, однако в связи с рецидивом или продолжающимся процессом необходимо проведение повторного хирургического лечения. У больных с данной патологией нарушается не только анатомия среднего уха, но и анатомо-топографические взаимоотношения в целом височной кости с жизненно важными структурами и полостями черепа, что также определяют актуальность данного исследования.

Лечение больных с деструктивной патологией височной кости – хирургическое, однако при распространенном процессе с выраженными разрушениями, порой, важнее (или сложнее) избежать местных и отдаленных осложнений (травма внутренней сонной артерии, луковицы яремной вены, лицевого нерва, лицевого нерва, лабиринта, развитие внутричерепных осложнений, сепсис и др.), чем выполнение saniрующего этапа. Поэтому, уточнение размеров и четкое местонахождение анатомических ориентиров и структур применением современных навигационных систем при операциях у данной категории больных позволит повысить безопасность их хирургического лечения.

Научная работа позволяет улучшить результативность хирургического лечения пациентов с деструктивными патологиями височных костей при использовании навигационной системы. За период выполнения диссертационной работы (2017–2020гг.) было оперировано 100 больных с данной патологией. Учитывая распространенность заболеваний, наличие обширных разрушений у этих пациентов походу хирургических вмешательств могут возникать различные осложнения, включая опасные для жизни.

Учитывая цель научной работы, нами поставлены следующие задачи:

1. В экспериментальных условиях оценить точность электромагнитной навигационной системы при разных доступах к височной кости на кадаверных препаратах.
2. Определить основные ориентиры жизненно важных структур при различных доступах (трансмостоидальный, транслабиринтный, через среднюю черепную ямку) в зависимости от локализации патологического процесса.
3. Сформулировать требования к выполнению КТ - височных костей для использования в навигационной системе при хирургическом лечении пациентов с деструктивной патологией височной кости.
4. Провести сравнительный анализ результатов хирургического лечения пациентов с деструктивной патологией височных костей в основной (с применением навигационной системы) и контрольной (без применения навигационной системы) группах
5. Определить показания к использованию электромагнитной навигационной системы у пациентов с деструктивной патологией височной кости.

Первый этап научной работы включает в себя экспериментальные исследования. Были исследованы 10 кадаверных голов (20 височной кости) под контролем электромагнитной навигационной системы. Предварительно перед диссекцией произведена компьютерная томография по требованию для подключения навигационной системы аппарата Collin Digipointeur. Необходимо было разработать доступы к височной кости и ее структурам в зависимости от локализации патологического процесса. (трансмостоидальный, транслабиринтный

и доступ через среднюю черепную ямку). Определены постоянные анатомические ориентиры в зависимости от хирургического доступа, полученные результаты проанализированы и сопоставлены с данными компьютерной томографии. Все выбранные анатомические структуры были идентифицированы с субмиллиметровой точностью. В ходе опыта 33 (94%) из 35 анатомических структур, выбранных для исследования, были идентифицированы с точностью менее 0,5 мм. При доступе через СЧЯ только у одного (коленчатый ганглий) из 14 анатомических ориентиров точность определена менее 0,20 мм. Транслабиринтный доступ также обеспечивал высокую эффективность, однако в 3 (17%) из 17 анатомических локаций точность определения была больше 0,50 мм (0,57 мм- 0,62 мм- 0,81 мм). Кроме того, при трансмастоидальном доступе анатомических образований для определения было меньше, чем при остальных доступах – всего 4, причем, точность определения трех структур была меньше 0,5 мм.

Сформированы две клинические группы для проведения сравнительного анализа эффективности хирургических вмешательств в зависимости от выполненного оперативного вмешательства. В исследование также включены пациенты с доброкачественными новообразованиями среднего уха:

- паганглиомы тип В
- паганглиомы тип В₁
- паганглиомы тип В₂
- паганглиомы тип С
- паганглиомы тип С₁
- паганглиомы тип С₂
- паганглиомы тип С₃
- невриномы лицевого нерва
- хронический гнойный средний отит осложненный холестеатомой,
- повторные радикальные операции у ранее оперированных пациентов с парезами лицевого нерва, в том числе рецидивы.

Возраст больных варьировался от 14 до 83 лет (средний возраст 48 лет), мужчин было 31, женщин - 69. Ранее были оперированы 27 пациентов на височной кости. Всем пациентам выполнено хирургическое лечение. I группу составили 50 (50%) пациентов, которым выполнили операции с использованием электромагнитной навигационной системы. Из общего числа группы 34 (64%) пациента были с доброкачественным новообразованием среднего уха 28 (56%) больных параганглиомой тип В II; 6 (12%) с параганглиомой типа CI). Также в группу входили 9 (18%) больных ХГСО с холестеатомой и 7(14%) пациентов с невриномой лицевого нерва. Среди пациентов основной группы 14 (28%) были лицами мужского пола и 36 (72%) женского пола, средний возраст пациентов составил 50 лет. У 16 пациентов основной группы в анамнезе уже были операции: у 6 (37,7%) - радикальная операция на ухе по открытому типу, у 4 (25%) больных была saniрующая операция по закрытому типу, у 2 (12,5%) пациентов с диагнозом параганглиома тип В, проводилось радиологическое лечение с применением “кибернож”, у 1 (6,25) пациента проводилось удаление опухоли с применением техники лазеродеструкции. Основными жалобами предъявляемыми пациентами данной группы, были: снижение слуха у 46 (92%), пульсирующий шум – 27 (54%), рецидивы выделений из уха-7 (14%). Жалобы на головную боль отмечали 5 (10%) пациентов, головокружение - 3 (6%). У 12 (24%) больных, еще на дооперационном этапе имелаcь асимметрия лица.

Во II группу тоже вошли также 50 больных, которым выполнена операция без использования навигационной системы. Распределение пациентов, составляющих контрольную группу, по полу следующее: 17 (34%) мужчин и 33 (66%) женщин. Средний возраст больных данной группы - 46,2 лет.

Жалобы при поступлении в стационар: снижение слуха у 47 (94%) больных, пульсирующий шум – 17 (34%), отделяемое из уха – 20 (40%), головную боль – 8 (16%), на периодическое головокружение – 5 (10%). На стороне поражённого уха у девяти пациентов проводилась радикальная операция уха по поводу ХГСО; в двух (4%) случаях выполнялось удаление доброкачественного новообразования среднего уха.

Всем пациентам перед операцией проводилось стандартное клинико-лабораторное обследование. Проводился осмотр ЛОР-органов, видеэндоскопия и микроскопия. Для осмотра органов использовали жесткий эндоскоп KarlStorz диаметром 2,7 и 4 мм углом обзора 0° и 30° с фото и видеодокументацией.

При каждом типе параганглиом использовали разные хирургические подходы. При параганглиоме тип «А» производилось удаление опухоли через ретроаурикулярно-трансмеатальный доступ, с сохранением всех анатомических структур среднего уха, что не нарушает функциональное состояние слуха у больных. Используемый доступ при параганглиоме тип «В» является трансмастоидальный, с частичным сохранением анатомических структур с одномоментной тимпанопластикой и оссикулопластикой. Удаление параганглиом с типом «С» выполнялась через инфратемпоральный подход. После удаления образования осуществлялась облитерация аутожиром послеоперационной полости, с ушиванием слухового прохода по типу «слепого мешка». В случаях ХГСО с холестеатомой осуществлялась радикальная операция по ходу её распространения, далее выполнялась тимпаноластика аутохрящом и аутофасцией.

На подготовку навигационной системы в предоперационном периоде с регистрацией и проверкой составило в среднем 4 минут. Точность навигационной системы у каждого пациента определялась с помощью щупа, используя 9 анатомических ориентиров, в среднем погрешность системы составила 0,54 мм.

При проведении оперативного вмешательства с использованием электромагнитной навигационной системы интрооперационно производилась идентификация всех жизненно важных структур с помощью инструмента, подключенного к системе навигации и сопоставление полученных изображений на экране с данными КТ. Полное совпадение данных получено у пациентов при идентификации полукружных каналов, в области сигмовидного синуса, луковичи яремной вены, канала сонной артерии (вертикальной и горизонтальной части), области окна улитки и преддверия. Точно определить (с помощью навигационной системы) границы, разделяющие мастоидальную, антральную и тимпанальную

части височной кости от средней черепной ямки, не всегда удавалось, ввиду обширности данной области. У 12 пациентов (24%) с дефектом в области «крыши» антрума и верхней стенки барабанной полости, дефект был визуализирован микроскопически с учетом данных предоперационного КТ - исследования. Определение позиции сигмовидного синуса у 4 пациентов (8%), луковицы яремной вены у 6 (12%), а также канала внутренней сонной артерии (вертикальная и горизонтальная части) у 9 (18%) больных предварительно с помощью навигационной системы позволило избежать травмы их обнаженных стенок (вследствие основного патологического процесса). У 10 (20%) пациентов с фистулой лабиринта, в случаях локализации дефекта в области латерального полукружного канала (7 пациентов) фистулу определяли визуально и навигация в данном случае не влияла на ход операции. В случаях наличия дефекта в области верхнего полукружного канала (3 пациента) с помощью навигационной системы определялась позиция канала, его взаимоотношения с лабиринтным сегментом лицевого нерва и с «крышей» барабанной полости, что способствовало идентификации канала, а в последствие закрытию его дефекта без травматизации близлежащих структур. Точная идентификация с помощью навигационной системы канала лицевого нерва в мастоидальном, тимпанальном и лабиринтном сегментах у 15 (30%) больных позволила предупредить его травмирование, определить участки поражения нерва с безопасным удалением патологических тканей вокруг и непосредственно с самого ствола нерва. В случаях разрушения костной стенки улитки у 9 пациентов (18%), а также костные разрушения в области гипотимпанума у 8 пациентов (16%) навигационная система обеспечила элиминацию патологического процесса с возможностью определения безопасной дистанции от жизненно важных структур, предлежащих к этим областям (внутренний слуховой проход, луковица яремной вены, вертикальная часть сонной артерии).

В ходе сравнения данных, было показано, что с применением навигационной системы уменьшалось количество травматизации анатомических структур.

Использование электромагнитной навигационной системы при хирургическом лечении пациентов с деструктивной патологией височной кости позволяет с высокой точностью ориентироваться в операционной ране, даже при наличии измененной анатомии вследствие патологического процесса (новообразований височной кости, лицевого нерва, и холестеатомы пирамиды) или в результате проведенных ранее операций. Применение навигационной системы позволяет избежать интраоперационных и послеоперационных осложнений за счет обеспечения безопасного доступа к труднодоступным местам и предотвращения (или сведения к минимуму) травматизации жизненно важных структур среднего и внутреннего уха.

Выводы.

1. Экспериментально на кадаверных препаратах определена разрешающая способность навигационной системы в идентификации основных важных ориентиров при различных доступах (трансмастоидальный, транслабиринтный, доступ через среднюю черепную ямку). В ходе эксперимента 33 из 35 анатомических структур, выбранных для исследования, были идентифицированы с погрешностью менее 0,5 мм.
2. Определены основные ориентиры в зависимости от локализации патологического процесса и типа применяемого доступа: при трансмастоидальном доступе, наиболее важными с хирургической точки зрения анатомическими ориентирами являются: латеральный полукружный канал, сигмовидный синус и твердая мозговая оболочка. При транслабиринтном доступе - латеральный, задний и верхний полукружные каналы, преддверие, луковица яремной вены, все сегменты лицевого нерва, капсула внутреннего слухового прохода. При доступе через среднюю черепную ямку - дугообразное возвышение, большой каменистый нерв и канал внутренней сонной артерии.
3. Определены обязательные параметры проведения КТ височных костей пациентов перед планируемым хирургическим вмешательством для эффективного применения навигационной системы: диаметр поля зрения 200-220 мм, толщина среза 0,5 – 0,6 мм, объем обхвата - от нёба 3-4 см над верхненокосовой точкой или череп в целом в костном режиме.
4. При использовании навигационной системы частота осложнений составляет 16%, тогда как без использования навигационной системы частота осложнений составляет 84%, т.е. на 68 % больше. Применение электромагнитной навигационной системы у пациентов с новообразованием височной кости способствовало снижению риска травматизации жизненно важных структур.
5. Показания к применению электромагнитной навигационной системы в ходе хирургического лечения пациентов с деструктивной патологией височных костей следующие: доброкачественные новообразования среднего уха (параганглиомы с

типом В, С и невриномы лицевого нерва); пациенты с хроническим гнойным средним отитом, осложненным холестеатомой, ранее перенесшие операции на ухе.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Применение авторского метода увеличения объема барабанной полости с использованием навигационной системы для профилактики травматизации канала сонной артерии целесообразен у пациентов с хроническим гнойным средним отитом, ранее оперированных с неудовлетворительным результатом и имеющих анатомически уменьшенный объем барабанной полости.
2. У пациентов, ранее оперированных по поводу хронического гнойного среднего отита с холестеатомой пирамиды височной кости, при транслабиринтном доступе ориентирами, требующими идентификации с помощью навигационной системы, являются: латеральный, задний и верхний полукружные каналы, преддверие, луковица яремной вены, все сегменты лицевого нерва, капсула внутреннего слухового прохода.
3. При применении доступа через среднюю черепную ямку у пациентов с деструктивной патологией височной кости, имеющих костный дефект средней черепной ямки, а также у пациентов с патологией вершины пирамиды височной кости, необходимо идентифицировать следующие ориентиры: дугообразное возвышение (*eminentia arcuata*), большой каменистый нерв, канал внутренней сонной артерии.
4. При хирургическом лечении пациентов с параганглиомами височных костей методом выбора являются трансмастоидальный и инфратемпоральный доступы, при которых основными ориентирами для идентификации с помощью навигационной системы служат: латеральный и задний полукружные каналы, сигмовидный синус, луковица яремной вены и части яремного отверстия, твердая мозговая оболочка задней черепной ямки, лицевой нерв в мастоидальном сегменте
5. В отохирургической практике установка датчика, регистрирующего положение инструмента с помощью специального адаптера Buccostat, обеспечивает его жесткую фиксацию без применения инвазивных методик и позволяет при необходимости свободно изменить положение головы пациента по ходу операции. В случае обширных поражений височной кости с применением

доступа через среднюю черепную ямку целесообразна фиксация костного анкера навигационной системы для минимизации погрешности в идентификации основных ориентиров по ходу операции.

Список литературы

1. Богомильский М. Р., Турусов Д. А., Кушель Ю. В. [и др.]. Гломусные опухоли среднего уха у детей // Вестник оториноларингологии. 2007. № 5. С. 1-8
2. Вайшенкер П. Г. Хирургическое лечение гломусных опухолей среднего уха и яремной ямки // Вестник оториноларингологии. 1976. № 3. С. 72-76.
3. Ворожцов И. Н., Грачев Н. С., Наседкин А. Н. Эндоскопическая хирургия новообразований околоносовых пазух и основания черепа с использованием компьютер-ассистированной навигационной системы (КАНС) в детской практике // Альманах клинической медицины. 2016. Т. 44. № 7. С. 809-813.
4. Ворожцов И. Н., Новичкова Г. В., Терещенко Г. В. [и др.]. Преимущества компьютер-ассистированной трансназальной хирургии новообразований околоносовых пазух и основания черепа в педиатрической практике // Head and Neck/Голова и шея. Российское издание. Журнал Общероссийской общественной организации. Федерация специалистов по лечению заболеваний головы и шеи. 2016. № 3. С. 5-9.
5. Гайдар Б. В., Парфенов В. Е., Свистов Д. В. [и др.]. Методы диагностики в нейрохирургии. // В кн.: Практическая нейрохирургия: Руководство для врачей; Под ред. Б. В. Гайдара. СПб.: Гиппократ 2002.
6. Грачев Н. С., Ворожцов И. Н., Озеров С.С., [и др.]. Хирургическое лечение заболеваний полости носа и околоносовых пазух с использованием КТ-навигации // Российская оториноларингология. 2014. № 3 (70). С. 40-43.
7. Гуля Э. Д., По Д. С., Минор Л. Б. Хирургия уха Гласскоко – Шамбо // Под ред Карипищенко С.А. М. Издательство Панфилова. 2015. С. 863.
8. Диаб Х. М. А., Дайхес Н. А., Пашинина О. А. [и др.]. Эффективность использования электромагнитной навигационной системы при хирургическом лечении новообразований височных костей // Российская оториноларингология. 2020. Т. 19. № 6 (109). С. 30-37.
9. Диаб Х. М. А., Дайхес Н.А., Рахматуллаев М.Ш. [и др.]. Использование навигационной системы в хирургии уха // Материалы VII Петербургского форума оториноларингологов России. 2018. С. 135-136.

10. Диаб Х. М, Дайхес Н. А., Нажмутдинов И. И. [и др.]. Особенности хирургического лечения параганглиом латерального основания черепа. // Российская оториноларингология. 2017. № 2 (87). С. 30-35.
11. Косяков С. Я. Избранные вопросы практической отохирургии. // Москва: МЦФЭР. 2012. С. 224. УДК. 616.03. ББК. (Р) 51.1.(2) 2.
12. Крылов В. В., Шаклунов А. А., Буров С. А. [и др.]. Использование безрамной нейронавигации в хирургии нетравматических внутричерепных кровоизлияний. // Вопросы неврологии и психиатрии. Инсульт. Приложение к журналу. Материалы II Российского международного конгресса “Цереброваскулярная патология и инсульт”. Санкт Петербург. 17–20 сентября 2007.
13. Лазо В. В., Цветков Э. А. Клиника и лечение гломусных опухолей барабанной полости // Вестник оториноларингологии. 1976. № 5. С 37 – 41.
14. Милешина Н. А., Е. В. Курбатова. Применение навигационной системы у детей с пороками развития наружного и среднего уха // Российский журнал детской гематологии и онкологии. 2014. № 2. С. 113.
15. Овчинников А. Ю., Щербаков А. Ю. Новые технологии в хирургическом лечении пациентов с ХГСО: Навигационная поддержка // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 5-2 (59). С. 151-154.
16. Панякина М. А., Меркулов О. А. Навигационная поддержка в лечении больных хроническим риносинуситом: расширение хирургических горизонтов // Российская оториноларингология. 2013. № 2 (63). С. 72-76.
17. Парфенов В. Е., Черемисин В. М., Труфанов Г. Е. [и др.]. Нейронавигация в нейрохирургии // Материалы Невского радиологического форума. 2003. “Из будущего в настоящее”. СПб. 2003. С 56–57.
18. Савелло А. В. Комплексное дифференцированное применение методов предд и интраоперационной визуализации, нейронавигации и рентгенохирургии на этапе хирургического лечения пациентов с внутри черепными опухолями: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.28., 14.00.29. - СПб. 2008. – 38 с.

19. Солдатов И. Б. Лекции по оториноларингологии: // Учеб.пособие. – М.: Медицина 1990 – 288 с.: ил. ISBN 5-225-00848-8
20. Стратиева О. В. Клиническая анатомия уха: // Учебное пособие. Спб: Спец Лит, 2004. – 271 с; ил.151. – ISBN 5-299-00276-9
21. Федосеев В. И., Милешина Н. А., Курбатова Е. В., [и др.]. Роль навигационной системы при кохлеарной имплантации у пациентов с аномалиями внутреннего и среднего уха // *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae*. 2019. Т. 25. №3. С.12-20.
22. Федосеев В. И., Милешина Н. А., Курбатова Е. В., [и др.]. В книге Современные проблемы физиологии и патологии слуха // Материалы 8-го национального конгресса аудиологов, 12-го международного симпозиума. 2019. С. 118-119.
23. Ahn J. Y., Jung J. Y., Kim J. [et al.]. How to overcome the limitations to determine the resection margin of pituitary tumours with low-field intra-operative MRI during trans-sphenoidal surgery: usefulness of Gadolinium-soaked cotton pledgets // *Acta Neurochir (Wien)*. 2008. Vol. 150, no. 8. P. 763-71; DOI:10.1007/s00701-008-1505-1.
24. Anon J. B. Computer-aided endoscopic sinus surgery // *Laryngoscope*. 1998; Vol. 108, no 7. P. 949-61. DOI: 10.1097/00005537-199807000-00001.
25. Alker G, Kelly PJ: An overview of CT based stereotactic systems for the localization of intracranial lesions // *Comput Radiol* 1984. Vol. 8, no. 4. P. 193-196. DOI: 10.1016/0730-4862(84)90122-7.
26. Aschendorff A, Maier W, Jaekel K. [et al.]. Radiologically assisted navigation in cochlear implantation for X-linked deafness malformation // *Cochlear Implants Int*. 2009. Vol. 10, no. 1. P. 14-18. DOI: 10.1179/cim.2009.10.Supplement-1.14
27. Axmann C, Dorenbeck U, Reith W. Glomus tumors of the head-neck-region // *Radiologe*. 2004. Vol. 44, no. 4. P. 389-99. DOI: 10.1007/s00117-004-1038-4. PMID: 15103413.
28. Ayberk G, Ozveren M. F, Uzum N. [et al.]. Cellular schwannoma of the greater superficial petrosal nerve presenting with abducens nerve palsy and xerophthalmia: case

report // Neurosurgery. 2008. Vol. 63, no. 4.E 813-4. doi:10.1227/01.NEU.0000325501.75772.FD.

29. Aydin. A. JI, Hanci L., Tanriverdi T. [et al.]. Chemodectoma Presenting with Dorsal Vertebral Metastasis // Neurosurgery Quarterly 2006. Vol. 16, no. 1. P. 32-34. DOI:10.1097/01.wnq.0000203023.39539.5f.

30. Barnett G. H, Miller D. W, Weisenberger J. Frameless stereotaxy with scalp-applied fiducial markers for brain biopsy procedures: experience in 218 cases. // J Neurosurg 1999. Vol. 91, no. 4. P. 569-576. DOI: 10.3171/jns.1999.91.4.0569.

31. Badenhop R. F, Jansen J. C, Fagan P. A. [et al.]. The prevalence of SDHB, SDHC, and SDHD mutations in patients with head and neck paraganglioma and association of mutations with clinical features // J Med Genet. 2004. Vol. 4, no. 7. e99. DOI:10.1136/jmg.2003.011551.

32. Baysal B. E. Hereditary paraganglioma targets diverse paraganglia // J Med Genet. 2002. Vol. 39, no. 9. P. 617-622. DOI:10.1136/jmg.39.9.617.

33. Benoit M. M, Silvera V. M, Nichollas R [et al.]. Image guidance systems for minimally invasive sinus and skull base surgery in children // Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2009. Vol. 73, no. 10. P. 1452-1457. DOI:10.1016/j.ijporl.2009.07.017.

34. Bergström M., Greitz T. Stereotaxic computed tomography // AJR Am J Roentgenol.1976. Vol. 127, no. 1. P. 167-170. DOI:10.2214/ajr.127.1.167

35. Briner H. R, Linder T. E, Pauw B, [et al.]. Fisch U. Long- term results of surgery for temporal bone paragangliomas // Laryngoscope. 1999. Vol. 109, no. 4. P. 577-583 DOI:10.1097/00005537-199904000-00011

36. Bernardeschi D, Nguyen Y, Villepelet A, [et al.]. Use of bone anchoring device in electromagnetic computer-assisted navigation in lateral skull base surgery // Acta Otolaryngol. 2013. Vol. 133, no. 10. P. 1047-1052. DOI:10.3109/00016489.2013.808764. Epub 2013 Aug 14. PMID: 23941593.

37. Caversaccio M., Freysinger W. Computer assistance for intraoperative navigation in ENT surgery // Minim Invasive Ther Allied Technol. 2003. Vol.12, no. 1. P. 36-51. DOI: 10.1080/13645700310001577.

38. Caversaccio M, Nolte L. P, Hausler R. Present state and future perspectives of computer aided surgery in the field of ENT and skull base // *Acta Otorhinolaryngol Belg* 2002. Vol. 56, no. 1. P 51-59. PMID: 11894631.
39. Caversaccio M, Panosetti E, Ziglinas P, [et al.]. Cholesterol granuloma of the petrous apex: benefit of computer-aided surgery // *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2009. Vol. 266, no. 1. P. 47-50. doi: 10.1007/s00405-008-0719-4.
40. Caversaccio M, Langlotz F, Nolte LP, [et al.]. Impact of a self-developed planning and self-constructed navigation system on skull base surgery: 10 years experience // *Acta Otolaryngol*. 2007. Vol. 127, no. 4. P. 403-407. DOI:10.1080/00016480601002104.
41. Cho B, Oka M, Matsumoto N, [et al.]. Warning navigation system using real-time safe region monitoring for otologic surgery // *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2013. Vol. 8, no. 3. P. 395-405. DOI: 10.1007/s11548-012-0797-z.
42. Cho B, Matsumoto N, Hashizume M. Navigation for cochlear implantation // *Annual International Conference IEEE, Eng Med Biol Soc*. 2013. P. 5727-5730. DOI:10.1109/EMBC.2013.6610851.
43. Carlson M. L, Deep N. L, Patel N. S, [et al.]. Facial Nerve Schwannomas: Review of 80 Cases Over 25 Years at Mayo Clinic // *Mayo Clin Proc*. 2016. Vol. 91, no. 11. P. 1563-1576. DOI:10.1016/j.mayocp.2016.07.007.
44. Channer G. A, Herman B, Telischi F. F, [et al.]. Management outcomes of facial nerve tumors: comparative outcomes with observation, Cyber Knife, and surgical management // *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2012. Vol. 147, no. 3. P. 525-530. doi:10.1177/0194599812446686.
45. Chen M, Xia N, Dong Q, [et al.]. The Application of Three-Dimensional Technology Combined With Image Navigation in Nasal Skull Base Surgery // *J Craniofac Surg*. 2020. Vol. 31, no. 8. P. 2304-2309. DOI:10.1097/SCS.00000000000006913.
46. Dorward N. L., Alberti O., Velani B., [et al.]. Postimaging brain distortion: magnitudes, correlates, and impact on neuronavigation // *Neurosurgery*. 1998. Vol. 88, no. 4. P. 656-662. DOI:10.3171/jns.1998.88.4.0656.

47. Dolenc V. V, Korsic M. Middle cranial fossa schwannoma of the facial nerve // *Br J Neurosurg*. 1996. Vol. 10, no. 5. P. 519-523. DOI: 10.1080/02688699647203.
48. Ecker R. D, Goerss S. J, Meyer F. B, [et al.]. Vision of the future: initial experience with intraoperative real-time high-resolution dynamic infrared imaging // *Technical note. J Neurosurgery*. 2002. Vol. 97, no. 6. P. 1460-1471. DOI:10.3171/jns.2002.97.6.1460
49. Ecke U, Luebben B, Maurer J, [et al.]. Comparison of Different Computer-Aided Surgery Systems in Skull Base Surgery // *Skull Base*. 2003. Vol. 13, no. 1. P. 43-50. DOI: 10.1055/s-2003-820556.
50. Enchev Y. Neuronavigation: geneology, reality, and prospects // *Neurosurg Focus*. 2009. Vol. 27, no. 3. E11. doi: 10.3171/2009.6.FOCUS09109.
51. Foley K. T, Simon D. A, Rampersaud Y. R: Virtual fluoroscopy: computer-assisted fluoroscopic navigation // *Spine*. 2001. Vol. 26, no. 4. P. 347-351. DOI:10.1097/00007632-200102150-00009.
52. Furness T. Visually-coupled information systems in ARPA // *Conference on Biocybernetic Applications for Military Systems*. Chicago. 1978.
53. Fisch U, Mattox D. Classification of glomus temporale tumors. In Fisch, Mattox D. // *Microsurgery of the skull base*. Stuttgart. Thieme. 1988. P. 149-153.
54. Forest J. A 3rd, Jackson C. G, Mc Grew B. M. Long-term control of surgically treated glomus tympanicum tumors // *Otol Neurotol*. 2001. Vol. 22, no. 2. P. 232-236. doi: 10.1097/00129492-200103000-00020.
55. Fenton J. E, Morrin M. M, Smail M, [et al.]. Bilateral facial nerve schwannomas // *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 1999. Vol. 256, no. 03. P. 133-135. doi:10.1007/s004050050125.
56. Fan C. J, Kaul V. F, Wong K, [et al.]. Intraoperative navigation during atresiaplasty for congenital aural atresia // *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2021 №. 146:110756. doi: 10.1016/j.ijporl.2021.110756.
57. Golfinos J. G., Fitzpatrick B. C., Smith L. R., [et al.]. Clinical use of a frameless stereotactic arm: results of 325 cases // *Neurosurgery*. 1995. Vol. 83, no. 2. P. 197-205. DOI: 10.3171/jns.1995.83.2.0197.

58. Grauvogel T. D, Engelskirchen P, Semper-Hogg W, [et al.]. Navigation accuracy after automatic- and hybrid-surface registration in sinus and skull base surgery // PLoS One. 2017. Vol. 12, no. 7. DOI:10.1371/journal.pone.0180975.
59. Grunert P, Darabi K, Espinosa J, [et al.]. Computer-aided navigation in neurosurgery // Neurosurg Rev. 2003. Vol. 26, no. 2. P. 73-99. DOI:10.1007/s10143-003-0262-0.
60. Grunert P, Muller-Forell W, Darabi K, [et al.]. Basic principles and clinical applications of neuronavigation and intraoperative computed tomography // Comput Aided Surg. 1998. Vol. 3, no. 4. P. 166-173. DOI:10.1002/(SICI)1097-0150(1998)3:4<166::AID-IGS6>3.0.CO;2-E.
61. Gumprecht H. K, Widenka D. C, Lumenta C. B. BrainLab VectorVision Neuronavigation System technology and clinical experiences in 131 cases. // Neurosurgery. 1999. Vol. 44, no. 1. P. 97-104. DOI: 10.1097/00006123-199901000-00056.
62. Ginsberg L. E, De Monte F, Gillenwater A. M. Greater superficial petrosal nerve: anatomy and MR findings in perineural tumor spread // AJNR Am J Neuroradiol. 1996. Vol. 17, no. 2. P. 389-393. PMID: 8938317.
63. Giorgi C, Luzzara M, Casolino D, [et al.]. A computer controlled stereotactic arm:virtual reality in neurosurgical procedures // Acta Neurochir Suppl. 1993. № 58. P. 75-76. DOI: 10.1007/978-3-7091-9297-9_17.
64. Gulya A. J. The glomus tumor and its biology // Laryngoscope. 1993. Vol. 103, no. 11. P. 7-15.
65. Gunkel A. R, Vogele M, Martin A, [et al.]. Computer-aided surgery in the petrous bone // Laryngoscope. 1999. Vol. 109, no. 11. P. 1793-1799. DOI:10.1097/00005537-199911000-00013.
66. Hasegawa T, Kato T, Kida Y, [et al.]. Gamma Knife surgery for patients with facial nerve schwannomas: a multiinstitutional retrospective study in Japan // J Neurosurg. 2016. Vol. 124, no. 2. P. 403-410. DOI: 10.3171/2015.3.JNS142677.
67. Heermann R, Schwab B, Issing P. R, [et al.]. Image-guided surgery of the anterior skull base // Acta Otolaryngol. 2001. Vol. 121, no. 8. P. 973-978. PMID: 11813906.

68. Heermann R, Issing P. R, Husstedt H, [et al.]. CAS-System MKM (R): use and results in lateral skull base surgery // *Laryngo-Rhino-Otologie*. 2001. Vol. 80, no. 10. P. 569-575. DOI: 10.1055/s-2001-17839.
69. Heth J. The basic science of glomus jugulare tumors // *Neurosurg Focus*. 2004. Vol. 17, no. 2. P. 6-11. DOI: 10.3171/foc.2004.17.2.2.
70. Hong J, Matsumoto N, Ouchida R, [et al.]. Medical navigation system for otologic surgery based on hybrid registration and virtual intraoperative computed tomography // *IEEE Trans Biomed Eng*. 2009. Vol. 56, no. 2. P. 426-432. DOI:10.1109/TBME.2008.2008168.
71. Hoffmann J, Westendorff C, Leitner C, [et al.]. Validation of 3D-laser surface registration for image-guided cranio-maxillofacial surgery // *J Craniomaxillofac Surg*. 2005. Vol. 33, no. 1. P.13-18. DOI: 10.1016/j.jcms.2004.10.001.
72. Holden P. K., Linthicum F. H. Glomus Jugulare Tumor // *Otology and Neurotology*. 2005. – Vol. 26, no. 2. P. 312 – 313. DOI: 10.1097/00129492-200503000-00032.
73. Horsley V. The structure and function of the cerebellum examined by a new method // *Brain*. 1908. Vol. 31, no. 1. P. 45–124.
74. Irving R. M., Proops D. W. The future of otology // *Laryngology and Otology*. 2000. Vol. 114, no. 1. P. 3-5.
75. Jackler R. K., Brackmann D. E. *Neurotology*, 2nd Ed. Philadelphia: Elsevier Mosby. 2005. P. 1037 – 1046.
76. Kairemo K. J, Himi T, Hopsu E. V, [et al.]. Radioimmunoimaging of glomus tympanicum tumors by In-111 labeled monoclonal antibody using single photon emission computed tomography // *Am J Otol*. 1997. Vol. 18, no. 6. P. 750-7533. PMID: 9391672. PMID: 9391672.
77. Kalfas I. H, Kormos D. W, Murphy M. A, [et al.]. Application of frameless stereotaxy to pedicle screw fixation of the spine // *J Neurosurg* 1995. Vol. 83, no. 4. P. 641-647. doi:10.3171/jns.1995.83.4.0641.
78. Kelly P. J. Stereotactic craniotomy // *Neurosurg Clin. N Am*. 1990. Vol. 1, no. 4. P. 781-799. PMID: 2136170.

79. Kelly P. J., Evolution of contemporary instrumentation for computer-assisted stereotactic surgery // *Surgical Neurology*. 1988. Vol. 30, no. 3. P. 204-215. DOI 10.1016/0090-3019(88)90273-x
80. Kelly P. J. Transposition of volumetric information derived from computed tomography scanning into stereotactic space // *Surgical Neurology*. 1984. Vol. 21, no. 5. P. 465-471. DOI 10.1016/0090-3019(84)90452-x
81. Kelly P, Groes S. Magnetic field digitizer for stereotactic surgery, in US (ed). 1998. Vol. U.S. Patent No. 5787856.
82. Kiroğlu M. M, Zorludemir S, Suleymanova D. Bilateral acoustic neurofibromatosis with bilateral multicentric facial schwannomas // *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 1996. Vol. 253, no. 4-5. P. 305–308. DOI: 10.1007/BF00171149.
83. King T. T, Morrison A. W. Primary facial nerve tumors within the skull // *J Neurosurg*. 1990. Vol. 72, no. 1. P. 1-8. DOI: 10.3171/jns.1990.72.1.0001.
84. Kinouchi H, Mikawa S, Suzuki A, [et al.]. Extradural neuromas at the petrous apex: report of two cases // *Neurosurgery*. 2001. Vol. 49, no. 4. P. 999-1003. DOI: 10.1097/00006123-200110000-00041.
85. Kristin J, Mucha D, Schipper J, [et al.]. Registration strategies for the application of the navigation system Fiagon at the lateral skull base // *Laryngorhinootologie*. 2012. Vol. 91, no. 5. P. 306-310. DOI: 10.1055/s-0031-1299755
86. Kristin J, Burggraf M, Mucha D, [et al.]. Automatic Registration for Navigation at the Anterior and Lateral Skull Base // *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2019. Vol. 128, no. 10. P. 894-902. DOI: 10.1177/0003489419849086.
87. Komune N, Matsushima K, Matsuo S, [et al.]. The accuracy of an electromagnetic navigation system in lateral skull base approaches // *Laryngoscope*. 2017. Vol. 127, no. 2. P. 450-459. DOI: 10.1002/lary.25998.
88. Klimek L, Mosges R, Bartsch M. Indications for CAS (computer assisted surgery) systems as navigation aids in ENT surgery // In: *Proceedings of the CAR 91*. Springer Verlag. 1991. P. 358–36. DOI:10.1007/978-3-662-00807-2_58.

89. Kozak J, Nesper M, Fischer M, [et al.]. Semiautomated registration using new markers for assessing the accuracy of a navigation system // *Comput Aided Surg*. 2002 Vol. 7, no. 1. P. 11-24. DOI: 10.1002/igs.10030.
90. Kohan D, Jethanamest D. Image-guided surgical navigation in otology // *Laryngoscope*. 2012. Vol. 122, no. 10. P. 2291-2299. DOI: 10.1002/lary.23522.
91. Labadie R. F, Majdani O, Fitzpatrick J. M. Image-guided technique in neurotology // *Otolaryngol Clin North Am*. 2007. Vol. 40, no. 3. P. 611-624. DOI: 10.1016/j.otc.2007.03.006.
92. Lahlou G, Nguyen Y, Russo F. Y, [et al.]. Intratemporal facial nerve schwannoma: clinical presentation and management // *EurArch Otorhinolaryngol*. 2016 Vol. 273, no. 11. P. 3497-3504. DOI 10.1007/s00405-015-3850-z.
93. Lavallee S, Cinquin P, Szeliski R, [et al.]. Building a hybrid patient's model for augmented reality in surgery: a registration problem // *Comput Biol Med*. 1995. Vol. 25, no. 2. P. 149-164. DOI: 10.1016/0010-4825(95)00004-n.
94. Larson T. C, Reese D. F, Baker H. L Jr, [et al.]. Glomus tympanicum chemodectomas: radiographic and clinical characteristics // *Radiology*. 1987 Vol. 163, no. 3. P. 801-806. DOI: 10.1148/radiology.163.3.3033738.
95. Leksell L. A note on the treatment of acoustic tumours // *Acta Chir. Scand*. 1971. Vol. 137, no. 8. P. 763-765. PMID: 4948233.
96. Leksell, L. A stereotactic apparatus for intracerebral surgery // *Acta Chir. Scand*. 1949. Vol. 99, no. 3. P. 229-233.
97. Lee J. H, Barich F, Karnell L. H, [et al.]. American College of Surgeons Commission on Cancer; American Cancer Society. National Cancer Data Base report on malignant paragangliomas of the head and neck // *Cancer* 2002. Vol. 4, no. 3. P. 730–737. doi: 10.1002/cncr.10252.
98. Ledderose G. J, Hagedorn H, Spiegl K, [et al.]. Image guided surgery of the lateral skull base: testing a new dental splint registration device // *Comput Aided Surg*. 2012. Vol. 17, no. 1. P. 13-20. DOI: 10.3109/10929088.2011.632783.

99. Lin Y, Chen Y, Lu L. J, [et al.]. Primary cholesteatoma of petrous bone presenting as cervical fistula // *Auris Nasus Larynx*. 2009. Vol. 36, no. 4. P. 466-469. DOI:10.1016/j.anl.2008.09.006.
100. Linton O. W. News of X-ray reaches America days after announcement of Roentgen's discovery // *AJR Am J Roentgenol*. 1995. Vol. 165, no. 2. P. 471-472. doi:10.2214/ajr.165.2.7618578.
101. Lundsford L, Kondziolka D, Leksell D. The Leksell stereotactic system, in Tasker P, Gildenberg P // *Textbook of Stereotactic and Functional Neurosurgery*. 1998. Mc Graw-Hill. pp 51-64.
102. Luebbers H. T, Messmer P, Obwegeser J. A, [et al.]. Comparison of different registration methods for surgical navigation in cranio-maxillofacial surgery // *J Craniomaxillofac Surg*. 2008. Vol. 36, no. 2. P. 109-116. doi:10.1016/j.jcms.2007.09.002.
103. Manzey D, Strauss G, Trantakis C, [et al.]. Automation in surgery: a systematic approach // *Surg Technol Int*. 2009. №. 18 P. 37-45. PMID: 19579188.
104. Mariman E. C., van Beersum S. E., Cremers C. W., [et al.]. Analysis of a second family with hereditary non-chromaffin paragangliomas locates the underlying gene at the proximal region of chromosome 11q // *Hum Genet*. 1993. Vol. 91, no. 4. P. 357-361. DOI: 10.1007/BF00217356.
105. Martin N, Sterkers O, Mompont D, [et al.]. Facial nerve neuromas: MR imaging. Report of four cases // *Neuroradiology*. 1992. Vol. 34, no. 1. P. 62-67. DOI: 10.1007/BF00588435.
106. Martin J. Citardi. *Computer-Aided Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*. 2002. P. 20-22
107. Matheus de S.C. Superficial petrosal nerve shwannoma: case report and literature review // *Neuro – oncology*. 2016 Vol.1, no.11.
108. Magliulo G. Petrous bone cholesteatoma: clinical longitudinal study // *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2007. Vol. 264, no. 2. P. 115-120. DOI:10.1007/s00405-006-0168-x.
109. Mezger U., Jendrewski C., Bartels M. Navigation in surgery // *Langenbecks Arch Surg*. 2013. Vol. 398, no. 4. P. 501-514. DOI: 10.1007/s00423-013-1059-4.

110. Mc Rackan T. R, Rivas A, Wanna G. B, [et al.]. Facial nerve outcomes in facial nerve schwannomas // *Otol Neurotol*. 2012. Vol. 33, no. 1. P. 78-82. DOI: 10.1097/MAO.0b013e31823c8ef1.
111. Mc Guire J. E. Space, geometrical objects and infinity // *Newton and Descartes on extension*, in *Nature mathematized*. Kluwer Academic Publishers. 1995. pp 69-112. ISBN: 978-94-009-1581-7
112. Mori R, Sakai H, Kato M, [et al.]. Huge facial nerve schwannoma extending into the middle cranial fossa without facial palsy: case report // *No Shinkei Geka*. 2007. Vol. 35, no. 6. P. 591-598. PMID: 17564052.
113. Mösges R. Georg Schlöndorff-the father of computer-assisted surgery // *HNO*. 2016. Vol. 64, no. 9. P. 630-634. DOI: 10.1007/s00106-016-0222-y.
114. Murphy M. A, McKenzie R. L, Kormos D. W, [et al.]. Frameless stereotaxis for the insertion of lumbar pedicle screws // *J Clin Neurosci*. 1994. Vol. 1, no. 4. P. 257-260. doi:10.1016/0967-5868(94)90066-3.
115. Nadol J. B. Causes of failure of mastoidectomy for chronic otitis media // *Laryngoscope*. 1985. Vol. 95, no. 4. P. 410-413. DOI:10.1288/00005537-198504000-00008.
116. Nemec S. F, Donat M. A, Mehraïn S, [et al.]. CT-MR image data fusion for computer assisted navigated neurosurgery of temporal bone tumors // *Eur J Radiol*. 2007. Vol. 62, no. 2. P. 192-198. DOI:10.1016/j.ejrad.2006.11.029.
117. Ogiwara T, Goto T, Hara Y, [et al.]. Real-Time Navigation-Guided Drilling Technique for Skull Base Surgery in the Middle and Posterior Fossae // *J Neurol Surg*. 2018. Vol. 79, no. 4. P. 334-S339. DOI: 10.1055/s-0038-1667044.
118. Pandya Y, Piccirillo E, Mancini F, [et al.]. Management of complex cases of petrous bone cholesteatoma // *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2010. Vol. 119, no. 8. P. 514-525. DOI: 10.1177/000348941011900803.
119. Parikh P. P, Amber K. T, Angeli S. I. A schwannoma of the greater petrosal nerve located within the petrous apex and treated with stereotactic radiotherapy // *Am J Otolaryngol*. 2013. Vol. 34, no. 5. P. 596-599. DOI: 10.1016/j.amjoto.2013.02.003.

120. Pellitteri P. K, Rinaldo A, Myssiorek D, [et al.]. Paragangliomas of the head and neck // *Oral Oncol.* 2004. Vol. 40, no. 6. P. 563-575. DOI: 10.1016/j.oraloncology.2003.09.004. PMID: 15063383.
121. Quesnel A. M, Santos F. Evaluation and Management of Facial Nerve Schwannoma // *Otolaryngol Clin North Am.* 2018. Vol 51, no. 6. P. 1179-1192. DOI:10.1016/j.otc.2018.07.013.
122. Raabe A, Krishnan R, Wolff R, [et al.]. Laser surface scanning for patient registration in intracranial image-guided surgery // *Neurosurgery.* 2002. Vol. 50, no. 4 P. 797-801. doi:10.1097/00006123-200204000-00021.
123. Raab F. H, Blood E. B, Steiner T. O, [et al.]. Magnetic position and orientation tracking system // *Trans. Aerosp. Electron.* 1979. Vol. 5. P. 717-719.
124. Ramina R, Maniglia J. J, Fernandes Y. B, [et al.]. Jugular foramen tumors: diagnosis and treatment // *Neurosurg Focus.* 2004. Vol. 17, no. 2. P. 31-40. DOI: 10.3171/foc.2004.17.2.5.
125. Rosenblum B, Dacis R, Camins M. Middle fossa facial schwannoma removed via the intracranial extradural approach // Case report and review of the literature. *Neurosurgery.* 1987. Vol. 21, no. 5. P. 739-741. doi: 10.1227/00006123-198711000-00027.
126. Roberts T: The BRW/CRW stereotactic apparatus, in Tasker P, Gildenberg P // *Textbook of Functional and Stereotactic Neurosurgery.* 1998. New York: Graw-Hill, 1998. P. 65-71. ISBN.0070236046,9780070236042.
127. Roberts D. W, Strohbehn J. W, Hatch J. F, [et al.]. A frameless stereotaxic integration of computerized tomographic imaging and the operating microscope // *J Neurosurg.* 1986. Vol. 65, no. 4. P. 545-549. doi: 10.3171/jns.1986.65.4.0545.
128. Reith W, Kettner M. Diagnosis and treatment of glomus tumors of the skull base and neck // *Radiologe.* 2019. Vol. 59, no. 12. P. 1051-1057. DOI: 10.1007/s00117-019-00605-0.
129. Saada A. A, Limb C. J, Long D. M, [et al.]. Intracanalicular schwannoma of the facial nerve: a manifestation of neurofibromatosis type 2 // *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2000. Vol. 126, no. 4. P. 547–549. DOI: 10.1001/archotol.126.4.547.

130. Salvinelli F., De la Cruz A. Otoneurosurgery and lateral skull base surgery. 1996. P. 500. ISBN 0721670512,9780721670515.
131. Samii A., Brinker T., Kaminsky J., [et al.]. Navigation-guided opening of the internal auditory canal via the retrosigmoid route for acoustic neuroma surgery: cadaveric, radiological, and preliminary clinical study // *Neurosurgery*. 2000. Vol. 47, no. 2. P. 382-387. DOI:10.1097/00006123-200008000-00021.
132. Sanna M, Zini C, Gamoletti R, [et al.]. Petrous bone cholesteatoma // *Skull Base Surg*. 1993. Vol. 3, no. 4. P. 201-213. DOI:10.1055/s-2008-1060585.
133. Sanna M, Pandya Y, Mancini F, [et al.]. Petrous bone cholesteatoma: classification, management and review of the literature // *Audiol Neurotol*. 2011. Vol. 16, no. 2. P. 124-136. DOI: 10.1159/000315900.
134. Schaitkin B., Driscoll C. L, Jackler R. K. Facial nerve schwannomas. Tumors of the Ear and Temporal Bone. Philadelphia, PA: Lippincott Williams &Wilkins; 2000; 276Y89.
135. Shirazi M. A, Leonetti J. P, Marzo S. J, [et al.]. *Otol Neurotol*. 2007. Vol. 28, no. 7. P. 958-963. DOI: 10.1097/MAO.0b013e3181461c8d.
136. Schikschneit M, Maier W, Kayser G, [et al.]. Amputation neuroma of the middle ear mimicking glomus tympanicum tumor // *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2007. Vol. 137, no. 5. P. 843-844. DOI: 10.1016/j.otohns.2007.05.007.
137. Shea W. R: The Magic of Numbers and Motion // The Scientific Career of Ren Descartes Canton, MA: Science History Publications. 1991. ISBN 0-88135-098-2.
138. Schlondorff G, Mosges R, Meyer-Ebrecht D, [et al.]. CAS (computer assisted surgery). A new procedure in head and neck surgery // *HNO* 1989. Vol. 37, no. 5. P. 187–190. PMID: 2732101.
139. Sindwani R. Image-guided surgery of the paranasal sinuses and skull base // *Mo Med*. 2008. Vol. 105, no. 3. P. 257-261. PMID: 18630307.
140. Singh V. K, Badhwar S, D'Souza J, [et al.]. Glomus Tympanicum // *Med J Armed Forces India*. 2004. Vol. 60, no. 2. P. 200-203. DOI: 10.1016/S0377-1237(04)80125-4.

141. Strauss G, Schaller S, Zaminer B, [et al.]. Clinical experiences with an automatic collision warning system: instrument navigation in endoscopic transnasal surgery // HNO. 2011. Vol. 59, no. 5. P.470-479. doi: 10.1007/s00106-010-2237-0.
142. Straus G, Schaller S, Nowatschin S, [et al.]. Clinical experience with navigation functions for temporal bone surgery : interim result after 40 patients // HNO. 2012 Vol. 60, no. 12. P. 1115-1121. DOI: 10.1007/s00106-012-2558-2.
143. Stelter K, Ledderose G, Hempel J. M, [et al.]. Image guided navigation by intraoperative CT scan for cochlear implantation // Comput Aided Surg. 2012. Vol. 17, no. 3. P. 153-160. doi: 10.3109/10929088.2012.668937.
144. Staecker H, O'malley B. W, Eisenberg H, [et al.]. Use of the LandmarX trade mark Surgical Navigation System in Lateral Skull Base and Temporal Bone Surgery. // Skull Base. 2001. Vol. 11, no. 4. P. 245-255. DOI: 10.1055/s-2001-18631.
145. Sure U, Alberti O, Petermeyer M, [et al.]. Advanced image-guided skull base surgery // Surg Neurol. 2000. Vol. 53, no. 6. P. 563-572. DOI:10.1016/s0090-3019(00)00243-3.
146. Su C. H, Lee J. C, Hsueh N. W, [et al.]. Carotid Body Paraganglioma Extending to the Middle Ear Cavity // Otol Neurotol. 2017. Vol. 38, no. 10. P. 511-512. DOI: 10.1097/MAO.0000000000001591.
147. Spiegel E. A, Wycis H. T, Marks M, [et al.]. Stereotaxic Apparatus for Operations on the Human Brain // Science. 1947. Vol. 106, no. 2754. P. 349-350. doi:10.1126/science.106.2754.349.
148. Smith K, Frank K, Bucholz R, [et al.]. The NeuroStation – a highly accurate, minimally invasive solution to frameless stereotactic neurosurgery // Comput Med Imaging Graph. 1994. Vol. 18, no. 4. P. 247-256. DOI: 10.1016/0895-6111(94)90049-3.
149. Sweeney A. D, Carlson M. L, Wanna G. B, [et al.]. Glomus tympanicum tumors // Otolaryngol Clin North Am. 2015. Vol. 48, no. 2. P. 293-304. DOI: 10.1016/j.otc.2014.12.004.
150. Tabaei A, Hsu A. K, Shrimel M.G, [et al.]. Quality of life and complications following image-guided endoscopic sinus surgery // Otolaryngol Head Neck Surg. 2006. Vol. 135, no. 1. P. 76-80. doi: 10.1016/j.otohns.2006.02.038.

151. Talairach J, Hecaen M, David M, [et al.]. Recherches sur la coagulation therapuetique des structures souscorticales chez l'homme // *Rev Neurol*. 1949. Vol. 81. P. 4-24.
152. Thompson A. L, Aviv R. I, Chen J. M, [et al.]. Magnetic resonance imaging of facial nerve schwannoma // *Laryngoscope*. 2009. Vol. 119, no. 12. P. 2428-2436. DOI: 10.1002/lary.20644.
153. Vannier M. W. Three-dimensional measurement accuracy of skull surface landmarks // *Am J Phys Anthropol*. 1988. Vol. 76, no. 4. P. 497-503. doi:10.1002/ajpa.1330760409.
154. Vannier M. W, Brunsden B. S, Hildebolt C. F, [et al.]. Brain surface cortical sulcal lengths: quantification with three- dimensional MR imaging // *Radiology*. 1991. Vol. 180, no. 2. P. 479-484. DOI: 10.1148/radiology.180.2.2068316.
155. Villalobos H, Germano I. M. Clinical evaluation of multimodality registration in frameless stereotaxy // *Comput Aided Surg*. 1999. Vol. 4, no. 1. P 45-49. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0150(1999)4:1<45::AID-IGS5>3.0.CO;2-P.
156. Voormolen E. H, Diederens S, Cebula H, [et al.]. Distance Control and Virtual Drilling Improves Anatomical Orientation During Anterior Petrosectomy // *Oper Neurosurg*. 2020. Vol. 18, no. 1. P. 83-91. DOI:10.1093/ons/opz064.
157. Voormolen E. H, van Stralen M, Woerdeman P. A, [et al.]. Determination of a facial nerve safety zone for navigated temporal bone surgery // *Neurosurgery*. 2012. Vol. 70, no. 1. P. 50-60. DOI: 10.1227/NEU.0b013e31822e7fc3.
158. Watanabe E, Mayanagi Y, Kosugi Y, [et al.]. Open surgery assisted by the Neuronavigator, a stereotactic articulated, sensitive arm // *Neurosurgery*. 1991. Vol. 28, no. 6. P. 792–800. DOI: 10.1097/00006123-199106000-00002.
159. Watanabe E, Watanabe T, Manaka S, [et al.]. Three-dimensional digitizer (neuronavigator): new equipment for computed tomography-guided stereotaxic surgery // *Surg Neurol*. Vol. 27, no. 6. P 543-547. doi: 10.1016/0090-3019(87)90152-2.
160. Wagner W, Gaab M. R, Schroeder H.W, [et al.]. Neuro-navigation in the central area: impact on different surgical steps related to the location and various pathological

- processes // Zentralbl Neurochir. 2000. Vol. 61, no. 4. P. 188-193. DOI:10.1055/s-2000-15599.
161. Webb S. In the beginning. // The Physics of Medical Imaging. Bristol. 1988. P. 8-12. ISBN 0-85274-349-1
162. Weinstein J. N, Spratt K. F, Spengler D, [et al.]. Spinal pedicle fixation: reliability and validity of roentgenogram-based assessment and surgical factors on successful screw placement // Spine. 1988. Vol. 13, no. 9. P. 1012-1018. doi: 10.1097/00007632-198809000-00008.
163. Welch W. C, Subach B. R, Pollack I. F, [et al.]. Frameless stereotactic guidance for surgery of the upper cervical spine // Neurosurgery. 1997. Vol. 40, no. 5. P. 958-963. doi: 10.1097/00006123-199705000-00016.
164. Widmann G, Bale R. J. Accuracy in computer-aided implant surgery a review // Int J Oral Maxillofac Implants. 2006. Vol. 21, no. 2 P. 305-313. PMID:16634503.
165. Wolfsberger S, Rossler K, Regatschnig R, [et al.]. Anatomical landmarks for image registration in frameless stereotactic neuronavigation. Neurosurg Rev. 2002. Vol. 25, no. 1-2. P. 68-72. doi: 10.1007/s10143-001-0201-x.
166. Xu F, Pan S, Alonso F, [et al.]. Intracranial Facial Nerve Schwannomas: Current Management and Review of Literature // World Neurosurg. 2017. Vol. 100. P. 444-449. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.09.082.