

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов»

На правах рукописи

ЧМУТИН Кирилл Геннадиевич

**МИНИИНВАЗИВНАЯ ХИРУРГИЯ ИНВАГИНИРОВАННОГО
ЗУБОВИДНОГО ОТРОСТКА С2 ПОЗВОНКА
(клинико-анатомическое исследование)**

3.1.10. Нейрохирургия

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
Шкарубо Алексей Николаевич,
доктор медицинских наук, профессор

Москва – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
1.1 Анатомия краниовертебрального перехода.....	10
1.2 Заболевания области краниовертебрального перехода.....	12
1.3 Базилярная инвагинация.....	13
1.4 Хирургическое лечение патологических образований краниовертебрального перехода.....	15
1.5 Стабилизация краниовертебрального перехода.....	23
Глава 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ	28
2.1 Анатомическое исследование краниовертебрального перехода.....	28
2.2 Исследование результатов хирургического лечения пациентов с инвагинацией зубовидного отростка.....	28
2.3 Методы диагностики.....	30
2.4 Клиническая картина	31
2.5 Хирургическая техника	31
2.6 Статистический анализ	32
Глава 3 АНАТОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭНДСКОПИЧЕСКОГО ТРАНСАЗАЛЬНОГО ДОСТУПА В ЛЕЧЕНИИ ПАТОЛОГИИ КРАНИОВЕРТЕБРАЛЬНОГО ПЕРЕХОДА	34
3.1 Исследование на кадаверном материале	34
3.2 Исследование данных нейровизуализации.....	42
Глава 4. ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ИНВАГИНАЦИЕЙ ЗУБОВИДНОГО ОТРОСТКА С2 ПОЗВОНКА, ВЫЗЫВАЮЩЕГО КОМПРЕССИЮ СТВОЛОВЫХ СТРУКТУР И СПИННОГО МОЗГА	44
4.1 Анализ результатов эндоскопической трансназальной одонтоидэктомии ...	44
4.2 Анализ результатов микрохирургической трансоральной одонтоидэктомии.....	56
4.3 Сравнительный анализ результатов хирургического лечения по ключевым показателям	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
ВЫВОДЫ	78
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	80
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	82
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	83

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Патологические процессы в области краниовертебрального перехода (КВП) Остаются трудной проблемой, как с точки зрения диагностики, так и хирургического лечения. Это обусловлено высокой концентрацией критически важных анатомо-функциональных структур, локализованных в относительно небольшом объеме костных и мягкой тканей, – ствол головного мозга, IV желудочек, подпаутинные цистерны, магистральные артерии, венозные сплетения, черепные и спинномозговые нервы. Среди заболеваний области КВП встречаются как опухолевые, так и неопухолевые патологические процессы, включающие в том числе воспалительные процессы (например, как осложнения ревматизма и др.) и аномалии развития (например, платибазия и базилярная импрессия). В ряде случаев эти заболевания приводят к компрессии стволовых структур, проявляющейся соответствующей неврологической симптоматикой в виде двигательных, чувствительных и бульбарных нарушений. Для хирургического лечения подобной патологии в настоящее предложены следующие типы операций:

1) задний окципитоспондилодез (ОСД) с одномоментной задней декомпрессией и «последующим удалением патологического очага трансоральным доступом» [186];

2) «трансоральное удаление патологического очага и передняя стабилизация: винтовая» [13, 36, 185, 186], «пластиной типа Хармса и индивидуальной стабилизирующей системой» [50].

Благодаря наличию более широких показаний к применению трансорального эндоскопического доступа в течение последних 15 лет он стал использоваться и для одонтоидэктомии, постепенно сменяя классический трансоральный доступ, который сопровождается рядом ограничений применения, включая невозможность его выполнения при исходной тугоподвижности нижнечелюстного сустава. Также трансоральный доступ является достаточно травматичным и требует установки трахеостомы, что несет за собой риски

послеоперационных осложнений в виде пневмонии и необходимости парентерального или зондового питания.

Впервые в хирургии эндоскопический трансназальный доступ был применен в 2005 году американским нейрохирургом А. Kassam, в рамках доступа к патологическому процессу С2 позвонка [115]. Самая большая серия из 34 подобных операций представлена в 2018 году N.T. Zwagerman и соавт. [226]. В России же подобная операция была выполнена в 2010 году (на момент выполнения в мировой литературе описано лишь 10 аналогичных операций) [19].

Степень разработанности темы

В настоящее время в мировой литературе насчитывается не более 320 эндоскопических трансназальных одонтоидэктомий, что обуславливает отсутствие единого мнения в технических особенностях операции и определения возможности применения этого доступа. В отечественной литературе на данный момент отсутствуют данные статистического анализа эндоскопической трансназальной и микрохирургической трансоральной одонтоидэктомии. Не определены возможные варианты стабилизации КВП, а также не определены случаи, когда можно обойтись без таковой. Не представлено данных об эффективности и безопасности использования метода.

Разрешение вышеуказанных проблем позволит внедрить в хирургическую практику еще один высокоэффективный метод одонтоидэктомии, обладающий меньшим количеством осложнений и легче переносимым послеоперационным периодом, что в конечном итоге положительно повлияет на качество оказания медицинской помощи, а также на качество жизни пациентов.

Цель исследования

Оценка эффективности применения эндоскопического трансназального и классического трансорального доступов при удалении инвагинированного зубовидного отростка С2 позвонка

Задачи исследования

1. Провести топографо-анатомическое обоснование использования эндоскопического трансназального доступа в хирургии инвагинированного зубовидного отростка С2 позвонка (угол операционного действия, доступная зона действия).
2. Определить показания к использованию эндоскопического трансназального доступа в хирургии патологических процессов области краниовертебрального сочленения, сопровождающихся передней компрессией стволовых структур инвагинированным зубовидным отростком.
3. Провести анализ интра- и послеоперационных осложнений эндоскопической трансназальной одонтоидэктомии.
4. Провести сравнительный анализ эндоскопического трансназального и классического трансорального доступов для одонтоидэктомии.
5. Определить целесообразность и безопасность использования эндоскопического трансназального доступа для одонтоидэктомии.

Новизна исследования

Проведение сравнительного анализа результатов эндоскопической трансназальной и микрохирургической трансоральной одонтоидэктомии. Выявлено, что частота тотальной резекции зубовидного отростка составляет 100% при эндоскопической трансназальной одонтоидэктомии и 88,2% при микрохирургической трансоральной.

Впервые сделаны выводы о целесообразности и безопасности применения на основе статистически достоверных данных. Определено, что по ключевым параметрам (время операция, степень резекции зубовидного отростка, кровопотеря, частота и характер осложнений, частота регресса симптоматики) эндоскопическая трансназальная одонтоидэктомия не уступает микрохирургической трансоральной, а по времени перевода пациента в оральное питание превосходит.

Определен спектр осложнений эндоскопической трансназальной

одонтоидэктомии и варианты их разрешения.

Теоретическая и практическая значимость исследования

В хирургическую практику внедрен метод одонтоидэктомии у пациентов с инвагинацией зубовидного отростка, вызывающего компрессию стволых структур с использованием эндоскопического трансназального доступа.

Выполнено сравнение результатов хирургического лечения классическим трансоральным доступом и предложенным эндоскопическим трансназальным доступом. Выявленные данные позволили оценить безопасность доступа, определить показания и возможности применения, выбрать оптимальный алгоритм. Отражены преимущества и недостатки эндоскопической трансназальной одонтоидэктомии. Детализированы анатомо-топографические особенности зональных структур при эндоскопическом трансназальном и микрохирургическом трансоральном доступах к КВП.

Методология и методы диссертационного исследования

Данное исследование базируется на анализе результатов, полученных на основе диссекции 15 кадаверных препаратов головы и шеи взрослых людей, а также изучения 102 компьютерных томограмм пациентов без наличия патологии КВП. В исследовании рассматривалась инвагинация зубовидного отростка, сопровождающаяся компрессией стволых структур, и применение эндоскопического трансназального и микрохирургического трансорального доступа для лечения этой патологии. Выполнен анализ 29 историй болезни пациентов, которым было проведено оперативное лечение в Нейрохирургическом центре Минздрава России имени Н.Н. Бурденко с 2007 по 2020 год и в Научно-исследовательском центре Российской Федеральной медицинской Н.Н. Приорова с 2004 по 2018 год. 2004 по 2018 год Минздрава России. Для оценки эффективности различных методов хирургического лечения 28 пациентов были разделены на две группы в зависимости от использованного метода одонтоидэктомии.

Оценивались и сравнивались ключевые показатели хирургического лечения, включая радикальность операции, достижение декомпрессии стволовых структур, особенности операции и послеоперационного периода, осложнения, метод стабилизация КВП. В рамках данного исследования все пациенты были подвергнуты комплексному обследованию, включающему нейровизуализационные, клинические и лабораторные методы.

Для данного исследования были применены широко используемые научные методы статистического и сравнительного анализов, а также табличные и графические методы визуализации данных. Работа выполнена в соответствии с актуальными требованиями к научно-исследовательским работам. В исследовании использовались стандартные статистические методы, включая тест Манна–Уитни, критерий Пирсона Хи-квадрат и точный критерий Фишера. Различия признавались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Внедрение в практику

Результаты данной диссертационной работы получили практическое применение в 8 нейрохирургическом отделении ФГАУ "НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко" Минздрава России в области лечения базальных опухолей. Рекомендации по использованию метода в эндоскопической трансназальной хирургии основания черепа были внедрены в практику лечения пациентов и могут служить основой для выбора оптимальной стратегии лечения. Кроме того, основные результаты и выводы работы используются в учебном процессе кафедры нервных болезней и нейрохирургии Медицинского института ФГАОУ ВО "Российский университет дружбы народов".

Положения, выносимые на защиту

1. Топографо-анатомические особенности полости носа и носоглотки позволяют выполнять эндоскопический трансназальный доступ к костным структурам краниовертебрального перехода и, соответственно, одонтоидэктомии без риска повреждения критически важных сосудистых и невральных структур.

2. Эндоскопическая трансназальная одонтоидэктомия является сопоставимым с трансоральной одонтоидэктомией методом хирургического лечения инвагинированного зубовидного отростка С2 позвонка, обладающим высокой степенью радикальности операции.

3. Продолжительность операции, частота осложнений и сроки госпитализации пациентов, которым выполняется эндоскопическая трансназальная одонтоидэктомия, сопоставима с таковыми при микрохирургической трансназальной одонтоидэктомии; однако эндоскопическая методика при этом лишена необходимости трахеостомии и таких осложнений, как несостоятельность раны ротоглотки.

Степень достоверности исследования

Исследование было проведено с использованием репрезентативной выборки пациентов, что повышает достоверность полученных результатов. Для анализа данных были использованы современные статистические методы, которые позволили получить точные и однозначные результаты и провести корректный вывод. Кроме того, в процессе выполнения работы авторские данные были сопоставлены с ранее полученными литературными данными по данному вопросу. Это позволило подтвердить или опровергнуть некоторые гипотезы и дополнить имеющиеся знания в области хирургического лечения инвагинированного зубовидного отростка С2 позвонка. Таким образом, результаты данного исследования могут считаться достоверными и основанными на принципах доказательной медицины, что формирует основу для разработки оптимальной стратегии лечения пациентов с данной патологией.

Личный вклад автора

Автору принадлежит ключевая роль в сборе материала, анализе, обобщении и научном обосновании полученных результатов и принимал непосредственное участие на всех этапах исследования, включая определение целей и задач исследования, формулирование выводов, подготовку результатов исследования к публикации и написание текста статьи и автореферата.

Апробация работы

Основные научные положения и практические рекомендации диссертации представлены и обсуждались: на заседаниях кафедры нервных болезней и нейрохирургии Медицинского института Российского университета дружбы народов (2018–2021 г). Материалы диссертации представлены на: XVIII Всероссийской научно-практической конференции «Поленовские чтения» (С-Петербург, 2019); XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Цивьяновские чтения» (Новосибирск, 2019); Всероссийском нейрохирургическом Форуме (Москва, 2022).

Публикации и реализация результатов исследования

На тему диссертации было опубликовано 4 научных работы в рецензируемых научных журналах. Из них 2 статьи были опубликованы в международных рецензируемых журналах, включенных в базы индексации Scopus и Web of Science (Q1), и 2 статьи - в отечественных журналах рецензируемых журналах из списка ВАК/РУДН, входят в ядро РИНЦ, RSCI и также включены в базу индексации Scopus (Q4).

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 108 страницах текста, включает в себя введение, 4 главы, заключение, выводы, рекомендации, список используемой литературы и приложения. В работе представлены 2 таблицы и 39 графиков. Библиографический список содержит 227 источников, в том числе 19 отечественных и 208 из зарубежных источников.

Глава 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Анатомия краниовертебрального перехода

Краниовертебральный переход является сложной переходной зоной между черепом и шейным отделом позвоночника, которая обеспечивает устойчивость положения и движение головы. Он включает такие структуры, как затылочная кость, позвонки С1 и С2, связочный аппарат и сосудисто-нервные структуры [133, 145, 156, 165]. КВП отвечает за 50% вращательных движений шеи (в основном на уровне С1–С2 позвонков) и обеспечивает 30° сгибания и разгибания шейного отдела позвоночника [204]. Части затылочной кости, С1 и С2 позвонки, окружая большое отверстие, образуют своеобразное костное кольцо для ствола головного мозга и верхних сегментов спинного мозга [145, 198].

В анатомии затылочной кости различают несколько частей. Она состоит из основания, расположенного спереди (скат), боковых масс (в них включены яремные отростки, канал подъязычного нерва, мышечковый канал и яремный бугорок) и затылочной чешуи [168]. Скаты соединены посредством синхондроза с телом клиновидной кости и распространяется от спинки турецкого седла до большого отверстия, подразделяясь на три части – верхнюю, среднюю и нижнюю [105]. Верхняя его часть располагается выше уровня дна турецкого седла (гипофизарная ямка); средняя часть – от уровня турецкого седла до дна клиновидной пазухи; нижняя часть – от дна клиновидной пазухи до большого отверстия [114].

С1 позвонок (атлант, atlas) состоит «из переднего (передняя дуга, *arcus anterior atlantis*) и заднего (задняя дуга, *arcus posterior atlantis*) полуколец, а также латеральных масс (*massa lateralis atlantis*)» [12]. Внутренняя поверхность переднего полукольца является суставной поверхностью (ямка зуба, *fovea dentis*) для зубовидного отростка С2 позвонка (зуб, *dens axis*) в срединном атлантаксиальном сочленении (срединный атлантаосевой сустав, *articulatio atlantoaxialis mediana*). Верхние суставные поверхности атланта (*facies articularis superior*) сочленяются с мышечками затылочной кости, образуя парный

атлантозатылочный сустав (*articulatio atlantooccipitalis*). «Нижние суставные поверхности латеральных масс атланта (*facies articularis inferior*) сочленяются с верхними суставными поверхностями С2 позвонка (*facies articularis superior*)» [12], образуя парные латеральные атлантоосевые суставы (*articulatio atlantoaxialis lateralis*) [12, 14, 168]. Зубовидный отросток С2 позвонка проходит через все отделы КВП и образует ось вращения головы.

Костные структуры КВП укреплены комплексом мышечно-связочного аппарата, часть из которых весьма специфична для этой области. Ими являются апикальная (связка вершины зуба, *lig. apicis dentis*), соединяющая вершину зубовидного отростка с нижним краем ската (передней полуокружностью большого отверстия); крыловидные (*ligg. alaria*), соединяющие боковые поверхности зубовидного отростка с передне-латеральными отделами большого отверстия затылочной кости и латеральными массами атланта (действуют как ограничители, предотвращая излишние движения), а также крестообразная связка (*lig. cruciforme atlantis*), поперечная часть которой располагается позади зуба, прикрепляясь к внутренним поверхностям латеральных масс атланта, а вертикальная – к средним отделам зуба и переднему краю большого отверстия [145, 159, 168, 215]. В области КВП локализуется ряд других соединительнотканых образований (связок и мембран) – «передняя продольная связка (*lig. longitudinale anterius*), задняя продольная связка (*lig. longitudinale posterius*), прикрепляющаяся к скату; передняя атлантозатылочная мембрана (*membrana atlantooccipitalis anterior*), задняя атлантозатылочная мембрана (*membrana atlantooccipitalis posterior*), покровная мембрана (*membrana tectoria*) и др.» [12].

В области КВП располагаются ряд важнейших невралных и сосудистых структур, среди которых – ствол головного мозга (мост и продолговатый мозг), первые шейные сегменты спинного мозга, внутренние сонные артерии (паракливалы их отделы), «V3 и V4 сегменты позвоночных артерий с соответствующими ветвями (задняя нижняя мозжечковая артерия, передняя и задняя спинномозговые артерии), основная артерия с ее ветвями (передняя

нижняя мозжечковая артерия, лабиринтная артерия, артерии моста, верхняя мозжечковая артерия), каудальная группа черепных нервов, корешки С1 и С2 спинномозговых нервов» [12], IV желудочек, подпаутинные цистерны, венозные сплетения [12, 14, 105, 168].

1.2 Заболевания области краниовертебрального перехода

Как известно, в области КВП встречаются различные формы патологии – аномалии развития, дегенеративные заболевания, травмы и онкологические процессы (экстра- и интрадуральной локализации). Часть из них могут вызывать переднюю компрессию ствола головного мозга и верхних сегментов спинного мозга, а также атланто-аксиальную или атланто-грудную нестабильность [105].

Среди аномалий развития чаще всего встречаются Синдром Гольденхара, характеризующийся нарушением развития глаз, ушей, губ, языка, неба, обеих челюстей и нарушением строения скелета, в том числе области КВП. Здесь наблюдаются скелетные дисплазии, синдром Конради и триада Клиппеля – Фейла [33, 143]. Атланто-аксиальная нестабильность при врожденных патологических синдромах чаще всего встречается при синдроме Дауна (14–20%) [205], синдроме Моркио (30–50% случаев) [142].

Кроме этого, в области КВП локализуются такие пороки развития, как платибазия (увеличение угла между основанием передней черепной ямки и ската более 140°), базилярная импрессия (внедрение зубовидного отростка в БЗО), в том числе базилярная инвагинация, сочетающаяся с аномалией Киари 1-го типа [103, 129, 161]. Причинами их развития являются гипоплазия ската/затылочной кости, мышцелков, С1 позвонка; несращение передней и задней дуг атланта, ахондроплазия и атланто-окципитальная ассимиляция [47, 119, 144], из-за чего Н. Menezes (2008), рекомендовал всегда диагностировать первоначальную аномалию развития, приведшую к базилярной инвагинации [144].

Первичные опухоли области КВП составляют порядка 0,5% от всех спинальных опухолей [50, 56, 67, 90, 177, 193]. Среди них чаще всего встречаются хордомы, менингиомы, шванномы, хондросаркомы, остеобластомы, гигантоклеточные опухоли, плазмоцитомы [69, 176, 211].

Помимо первичных опухолей, в области КВП встречаются метастазы, распространенность которых составляет примерно 0,5% от общей частоты метастазирования опухолей в позвоночник [32, 70]. В 35% случаев первичной опухолью является рак молочной железы [32].

По данным МН Bilsky, еще 13% и 10% составляют соответственно немелкоклеточный рак легкого и рак простаты [177].

Некоторые из указанных первичных и метастатических опухолей обладают инфильтративно деструктивным ростом, который обуславливает разрушение костно-связочного аппарата КВП и вовлечение в патологический процесс черепных и спинномозговых нервов [32, 201], с чем и связана клиническая симптоматика. Болевой синдром чаще всего представлен невралгией затылочного нерва и болью, возникающей при движениях, в том числе при разгибании и сгибании головы, а также при вращении головы, которые встречаются у 90% пациентов [163].

По мнению Philips and Levine, головная боль в этом случае обусловлена разрушением или повышенной нагрузкой в атлантоаксиальных фасеточных суставах (атлантоосевых суставах), а также сдавлением близкорасположенных мышц [32]. Боль в области затылка, на которую жалуются 33% пациентов, МН Bilsky объясняет сдавлением корешка С2 спинномозгового нерва [30, 32, 104].

В ряде случаев наблюдается клиническая картина поражения корешков черепных и спинномозговых нервов, двигательные и чувствительные нарушения, которая свойственна развивающейся миелопатии, имеющей место в 10–20% случаев ввиду компрессии спинного мозга и/или ствола головного мозга эпидуральными объемными процессами [212].

1.3 Базилярная инвагинация

Базилярная инвагинация является аномалией затылочно-шейной области (чаще всего врожденной), характеризующейся смещением зубовидного отростка внутрь в направлении большого отверстия и смещением ствола головного мозга [40, 68].

Этот порок развития был впервые описан Аккерманом в 1790 году при исследованиях кретинизма, а впоследствии Р. Вирховым в 1876 году, который и назвал этот порок развития базилярной импрессией и подробно описал изменения костей, наблюдаемые при инвагинации зубовидного отростка, а также был первым автором, признавшим врожденное происхождение этого состояния [35].

До развития нейровизуализирующих технологий диагноз устанавливался посмертно [35]. В настоящее время базилярная инвагинация диагностируется на основе простого рентгенографического исследования, КТ и МРТ с использованием линии Чемберлена, МакРея и МакГрегора.

Линия Чемберлена проходит от задней части твердого неба до опистиона (задний край большого отверстия) [45]. «Считается нормой, если верхушка зубовидного отростка находится чуть ниже или на линии Чемберлена, однако по данным некоторых авторов, зубовидный отросток может располагаться выше линии Чемберлена на 1–6,6 мм» [140, 205], а базилярная инвагинация диагностируется в случае превышения 5 мм [109, 191, 198].

В связи с тем, что на рентгенограммах идентификация опистиона может быть затруднена, Макгрегор разработал модификацию линии Чемберлена и назвал ее в свою честь. Линия МакГрегора распространяется от заднего края твердого неба до самой нижней точки чешуи затылочной кости [140]. По данным McGregor, в норме верхушка зубовидного отростка может располагаться выше его линии на 6 мм у женщин и на 7 мм у мужчин, причем превышение этих значений свидетельствует об инвагинации зубовидного отростка [140, 197]. Также при диагностике этого заболевания была предложена линия МакРея, которая распространяется от переднего края БЗО к заднему [141]. В норме зубовидный отросток не пересекает эту линию, а уменьшение этой линии до 19 мм и менее приводит к развитию неврологического дефицита у взрослых [141].

Базилярная инвагинация достаточно часто сочетается с другими патологическими состояниями. Так, было показано, что в 90% случаев базилярная инвагинация сопровождается мальформацией Киари 1 типа [34, 109, 196]. По данным Н. Menezes (2008), у 25–35% пациентов с базилярной инвагинацией

имеются такие патологические состояния, как сирингомиелия, сирингобульбия и гидроцефалия [144].

Еще одним аспектом базилярной инвагинации является нестабильность КВП. В 2009 году Goel & Shah [81] предположили, что первичным процессом по отношению к базилярной инвагинации является атланта-аксиальная нестабильность, ввиду чего основным методом коррекции является стабилизация. В 2012 году Goel [75] дополнил свои исследования выявлением повторяющихся микротравм, возникающих в результате нестабильности, что в итоге и приводит к прогрессии заболевания и развития более тяжелой клинической картины заболевания, которая у большинства пациентов (60–80%) представлена головной болью в области затылка или болью в шее, а у пациентов с более декомпенсированным состоянием – симптомами сдавления ствола головного мозга и черепных нервов, в том числе миндалин мозжечка [199]. При этом нормальный предел миграции миндалин в большое отверстие затылочной кости до сих пор остается спорным. Принято, что нормальным пределом считается опущение миндалин меньше чем на 3 мм, пограничным – между 3 и 5 мм и патологическим – более чем на 5 мм. Некоторые авторы считают, что опущение миндалин на 3 мм – патологическим состоянием в случае его сопровождения типичными клиническими симптомами, такими как сирингомиелия или удлинение IV желудочка [65, 199]. Также одним из патогенетических процессов, приводящих к развитию клинической симптоматики при базилярной инвагинации является уменьшение объема задней черепной ямки, что было показано на основе сравнения пациентов с базилярной инвагинацией и здоровых людей. По данным Milhorat [147], объем задней черепной ямки в случае базилярной инвагинации уменьшается на 13–14 мл, а объем ликвора субарахноидального пространства, локализованного в этой области, – на 40% [85].

1.4 Хирургическое лечение патологических образований краниовертебрального перехода

Основным показанием к хирургическому лечению патологических образований вентральных отделов КВП, в том числе при наличии инвагинированного зубовидного отростка, является компрессия невральных структур данной области [105]. Если компрессия стволовых структур поддается уменьшению путем дистракции, то возможно обойтись задней стабилизацией после выполнения дистракции, при этом стабилизация обеспечивает долгосрочный эффект дистракции [29, 208]. В случаях невозможности дистракции и прогрессии неврологических симптомов, показана декомпрессия стволовых структур и стабилизация верхних шейных позвонков [55]. Для лечения подобных патологических процессов были предложены различные доступы [56, 135, 157, 179, 186, 189]. В настоящее время наиболее распространенными являются следующие типы операций:

- «задний окципитоспондилодез с или без задней декомпрессии и последующим удалением патологического очага трансоральным доступом» [186];
- «трансоральное удаление патологического очага и передняя стабилизация винтом» [13, 36, 185, 186] или «индивидуальной стабилизирующей системой» [50].

До разработки трансорального доступа применялись задняя декомпрессия и стабилизация. Так, Caetano de Barros (1968) представили опыт 66 задних декомпрессий у пациентов с вентральной компрессией стволовых структур с обязательным выполнением пластики твердой мозговой оболочки, что позволило достигнуть регресса симптоматики практически у всех пациентов [40]. Однако, поскольку патологический очаг, компремирующий нервные структуры не удаляли, долгосрочные результаты лечения оставались неоптимальными. Уже в то время началось внедрение трансорального доступа, который впервые был выполнен *in vivo* Робертсом в 1965 году и упомянут Гротом в 1972 году [89], который также выполнял эти операции в 1971 и в 1972 годах. Он заявил, что этот доступ является предпочтительным в лечении этой категории пациентов. Эти выводы были подтверждены в 1998 году А. Goel (Goel et al., 1998), который представил результаты лечения 190 пациентов с диагнозом базилярной инвагинации, выставленным в соответствии с критериями Чемберлена. При этом автор разделил

пациентов на две группы. Первую группу составили 88 пациентов, у которых наблюдалась инвагинация зубовидного отростка в большое затылочное отверстие и компрессия ствола головного мозга. Во второй группе базилярная инвагинация сопровождалась аномалией Киари 1 типа. В первой группе выполнялась трансоральная одонтоидэктомия, а во второй – задняя декомпрессия, поскольку золотым стандартом при аномалии Киари является именно она, при этом регресс клинической симптоматики чаще наступал у пациентов после трансорального удаления зубовидного отростка. Однако недостатком явилось более частая потребность в выполнении стабилизирующей операции после трансоральной одонтоидэктомии.

Menezes and VanGilder представили результаты трансоральной декомпрессии у 72 пациентов в 1988 году. Они были одними из первых, кто предложил рассекать мягкое небо, аргументируя это лучшей визуализацией операционного поля [146]. В их серии у всех пациентов наблюдалось неврологическое восстановление после декомпрессии. В результате, в настоящее время, благодаря набору опыта и клинического материала, трансоральное микрохирургическое удаление патологических процессов вентральных отделов КВП, обеспечивающее прямой коридор к нижним отделам ската (clivus) и C1-C2 сегментам позвоночника без необходимости тракции сосудисто-нервных структур, является золотым стандартом и широко применяемым в нейрохирургической практике [13, 17, 42, 57, 116].

Наибольшим опытом его применения обладают Alan Crockard с David Choi. В 2013 году они представили опыт хирургического лечения 479 больных с различной патологией КВП (артриты – 45%, опухоли – 20% и др.) [58, 60, 149].

«В случае базилярной инвагинации при сочетании с передней компрессией ствола головного мозга и атлантоаксиальной нестабильностью, стандартным выбором лечения, также является трансоральная декомпрессия с последующей задней стабилизацией» [162].

Тем не менее трансоральный доступ не лишен своих недостатков как с точки зрения возможности его выполнения у ряда пациентов, так и сопровождающихся

осложнений. Одним из возможных противопоказаний применения этого доступа является исходная тугоподвижность нижнечелюстного сустава, что значительно сокращает размеры операционного поля и уменьшает зону операционного действия [17, 115]. Послеоперационный период может осложниться несостоятельностью соединения тканей на задней стенке ротоглотки и мягком небе, что приведет к необходимости ревизионных операций [19].

Несмотря на возможность использования всех видов интубации пациентов (трахеостомия, оротрахеальная, назотрахеальная), даже при оротрахеальном ее варианте, из-за наличия обширной раневой поверхности в послеоперационном периоде питание осуществляется парентерально или через желудочный зонд в течение 3–5 дней, что доставляет значимый дискомфорт пациентам. Кроме этого, учитывая значимое сужение поля операционного действия при интубации через рот или через нос, оптимальным становится производство трахеостомии, что также сказывается на особенностях ведения пациента в послеоперационном периоде [17, 27, 62, 115, 174]. Большинству из этих недостатков лишен трансназальный эндоскопический доступ. Благодаря росту опыта хирургов и технологическому прогрессу, использование данного метода теперь возможно при хирургическом лечении широкого спектра патологических процессов в области С1-С2 позвонков, что подтверждено анатомо-топографическими исследованиями [27].

Первым в мире эндоскопическую трансназальную одонтоидэктомию представил американский нейрохирург А. Kassam [115].

В России впервые подобная операция была выполнена в 2010 году, когда в мировой медицинской практике было описано не более 10 случаев подобной операции [183].

К настоящему времени наиболее часто применяется парасептальный трансхоанный доступ с трепанацией задних отделов перегородки носа; некоторые авторы описывают применение субмукозного субпериостального доступа [106, 120, 122].

Самая большая серия из 34 подобных операций представлена NT. Zwagerman и соавт. в 2018 году [226].

Количество публикаций с описанием использования эндоскопического трансназального доступа для одонтоидэктомии неуклонно растет с 2005 года, что подтверждается проведенным Nouman Aldahak в 2017 году мета-анализом и объясняется меньшей травматичностью этого доступа и меньшим количеством осложнений в послеоперационном периоде [21].

Большинство публикаций в мировой литературе, описывающих использование данной методики, содержат от 1 до 3 случаев, в общей сложности описывается 320 пациентов (таблица 1) [51, 64, 72, 73, 82, 83, 86, 91, 110, 125, 136, 150, 151, 160, 173, 203, 209, 213, 216, 217].

Таблица 1 – Мировой опыт эндоскопической трансназальной одонтоидэктомии

<i>Автор</i>	<i>Год</i>	<i>Ко-во больных</i>	<i>Стабилизация</i>	<i>Осложнения</i>
A. Simal-Julián [192]	2021	1	ОСД*	нет
Zoia C [224]	2021	1	ОСД	нет
J. Falco [66]	2021	1	ОСД	нет
Robert S Heller [95]	2021	7	ОСД/С1-С2(3,4)	нет
Hanna N Algattas [28]	2021	1	нет	нет
James K. Liu [130]	2021	1	ОСД	нет
Nyall R London Jr [132]	2021	1	ОСД	нет
Pierlorenzo Veiceschi [206]	2021	1	нет	нет
Qasim Husain [99]	2020	30	ОСД	Дисфагия, асфиксия
Elysia Grose[88]	2020	17	ОСД	Дисфагия, синус-инфекция, носовое кровотечение, дисфункция каудальных ЧН
Butenschoen, Vicki M [39]	2020	19	С1-С2	1 летальный исход (остеомиелит), дисфагия, асфиксия
Mei-Yin Yeh [212]	2019	13	ОСД	ликворея
Toshihiro Ogiwara [153]	2019	1	ОСД	нет
Andrew F. Alalade [24]	2019	7	ОСД	нет
Paolo Pacca [155]	2019	1	С1-С2	нет
Matteo Vitali, [208]	2019	1	нет	нет
Rosaria Viola Abbritti [20]	2019	4	ОСД	нет

Malte Ottenhausen [154]	2018	14	ОСД	нет
Andrey Grin [86]	2018	1	ОСД	нет
S. Aldea [26]	2018	12	ОСД	нет
Zwagerman N [226]	2018	34	ОСД	Велофарингеальная недостаточность, дисфагия, недостаточность каудальных черепных нервов
[202] Dennis Tang	2018	1	ОСД	нет
Ibrahim Hussain [100]	2018	1	ОСД	нет
Roberto Herrera [96]	2018	1	ОСД	нет
Zefferino Rossini [170]	2018	5	ОСД	нет
Maurizio Iacoangeli [102]	2018	7	Передняя С1-С2	нет
Singh [194]	2018	4	ОСД	нет
Matthew A Sexton [175]	2018	5	н/д	Асфиксия
Salvatore Chibbaro [49]	2017	14	ОСД	нет
Francesco Zenga [219]	2016	12	ОСД	нет

Продолжение таблицы 1

<i>Автор</i>	<i>Год</i>	<i>Ко-во больных</i>	<i>Стабилизация</i>	<i>Осложнения</i>
Varun R Kshetry [120]	2016	1	ОСД	нет
Francesco Zenga [218]	2015	1	нет	нет
Terry C. Burns [38]	2015	2	ОСД	нет
Matteo Zoli [225]	2015	2	ОСД	нет
Gokmen Kahilogullari [111]	2015	1	ОСД	Ликворея
Emanuele La Corte [54]	2015	6	ОСД	нет
Nauman S Chaudhry [48]	2015	1	Нет	нет
Tony Goldschlager [82]	2015	9	ОСД	Носовое кровотечение
J Duntze [63]	2014	9	ОСД	нет
Yen YS [213]	2014	13	ОСД	Ликворея
Omar Choudhri [51]	2014	5	ОСД	Велофарингеальная недостаточность
Diego Mazzatenta [138]	2014	5	ОСД	нет
	2013	1	ОСД	нет
Tapan Nagpal [150]	2013	1	н/д	нет
Francesco Zenga [220]	2013	1	ОСД	нет
Maurizio Iacoangeli [101]	2013	3	нет	нет
Yong Yu [217]	2013	3	ОСД	Ликворея

Rounak B Rawal [167]	2013	1	ОСД	нет
Patel [160]	2012	1	ОСД	нет
Maurizio Gladi [73]	2012	4	ОСД/нет	нет
A. GRAMMATICA [83]	2011	1	ОСД	нет
Jan Frédérick Cornelius [53]	2011	1	ОСД	нет
F Scholtes [173]	2011	1	нет	нет
Ivan H. El-Sayed [64]	2011	8	н/д	н/д
Gempt J, [72]	2011	3	ОСД	нет
Shkarubo A [180]	2020	4	ОСД	ликворея
Salima Magrini [136]	2008	1	задняя фиксация костным графтом	нет
Jau-Ching Wu [209]	2008	3	ОСД	нет
Jayakar Nayak [151]	2007	9	ОСД	Велофарингеальная недостаточность
Kassam A. [115]	2005	1	ОСД	нет
<i>Примечание – * – окципитоспондилодез</i>				

При эндоскопическом трансназальном доступе хирургическое поле ограничено носовой и небной костями, через которые проводят две линии: назопалатинную, предложенную А. Кассамом (линия соединяющая ринион с задним краем твердого неба) и назокливальную, предложенную А. Шкарубо и соединяющую ринион и нижний отдел ската, в результате чего образуется треугольная форма хирургического коридора [114, 187]. Этот хирургический коридор обеспечивает доступ ко всему вентральному отделу краниовертебрального перехода в срединной плоскости [29, 115]. Для расширения зоны доступности в каудальном направлении применяется трепанация задних отделов твердого неба [165], его истончение для увеличения экскурсии инструментов [101] или выполнение транссептального доступа с трепанацией задних отделов перегородки носа [170]. По бокам хирургическое поле ограничено евстахиевыми трубами (слуховая труба, tuba auditiva), медиальными крыловидными отростками и паракливальными отделами внутренних сонных артерий. Ориентация возможна как при помощи нейронавигации, так и при помощи интраоперационной КТ/МРТ [153].

Благодаря тому, что трансназальный доступ к зубовидному отростку С2 позвонка выполняется через небольшой разрез в носоглотке, воздействие на рану слюны и бактерий снижается по сравнению с трансоральным доступом. Это соответственно понижает риск развития инфекционных осложнений [28, 31, 35, 130–132, 181, 186, 194, 202]. Еще одним преимуществом по сравнению с трансоральным доступом является траектория доступа сверху вниз, которое позволяет лучше контролировать этапы трепанации костных структур и с более удобной позиции визуализировать связочный аппарат зуба [25].

Одну из крупных серий представили V. Butenschoen с соавт. (2020). На основании результатов лечения 19 пациентов авторы [39] показали 84,2% частоту успешной трансназальной одонтоидэктомии и соответственно декомпрессии стволовых структур. В оставшихся случаях авторы выполнили реоперацию и также достигли успеха. Частота осложнений составила всего 10,5% (дисфагия и асфиксия). В целом частота осложнений (велофарингеальная недостаточность, дисфагия, асфиксия, нарушение функции каудальных черепных нервов, ликворея), по данным различных авторов, составляет 10-50%, в некоторых сериях достигая 70%. Однако во всех случаях это были не тяжелые осложнения, в основном представленные транзитной велофарингеальной недостаточностью [20, 28, 35, 59, 88, 95, 99, 129–131, 132, 153, 155, 156, 175, 188, 202, 206, 208, 212, 226].

Одним из обсуждаемых вопросов является срок экстубации пациентов и их перевод на оральное питание. J.A. Ponce-Gómez с соавт. показал, что при эндоназальном доступе экстубацию можно проводить ранее [165]. Также сокращаются сроки госпитализации (в среднем до 7 дней) и становится возможным проведение более ранней реабилитации [99, 165]. Авторы отмечают, что использование эндоскопической трансназальной техники может значительно увеличить время операции по сравнению с микроскопическими трансоральными операциями. Средняя продолжительность эндоскопических эндоназальных операций составляет 230 минут, а микроскопических трансоральных операций – 140 минут [58, 79, 93, 213, 216, 217, 225].

В одной из крупных серий, представленной в 2019 году и включающей 19 пациентов, которым эндоскопически трансназально удален зубовидный отросток [88], средняя продолжительность операции составила 280 минут (диапазон 222–493 минуты). В их работе частота осложнений составила 77%, включая дисфагию (47%) и синус-инфекции (18%). Тем не менее такая, казалось бы, высокая частота осложнений нивелируется их транзиторным характером.

1.5 Стабилизация краниовертебрального перехода

Общепринятым мнением в медицинском сообществе является то, что при удалении переднего полукольца С1 позвонка и зубовидного отростка С2 позвонка возникает нестабильность атланта-аксиального сочленения, требующая внутренней или наружной фиксации [56, 60, 70, 76–79, 84, 87, 109, 117, 135, 138, 146, 227]. Menezes и VanGilder (1988) в своей работе представили следующие результаты: у 72% из 72 оперированных пациентов после одонтоидэктомии возникла послеоперационная нестабильность КВП, что потребовало «проведения задней стабилизации после резекции зубовидного отростка С2 позвонка» [146]. Схожие данные предоставил и Dickman в 1992 году на основе опыта лечения 28 пациентов – в 70% случаев после резекции зубовидного отростка потребовалась стабилизирующая операция [61, 117].

Ввиду того, что общепринятая ранее задняя декомпрессия в настоящее время уступила по своей эффективности передней декомпрессии, возникла необходимость проводить хирургическое лечение в два этапа – либо разделенных во времени, либо же одномоментно с интраоперационным переворотом пациента [78, 117, 128, 171, 221], что само по себе повышает риск развития неврологических осложнений, связанных с переворотом пациента и интраоперационной ликвореей [23, 221]. В абсолютном большинстве случаев выполняется стандартный окципитоспондилодез либо перед передней декомпрессией, либо после нее [35, 88, 153, 202, 226]. В ряде случаев выполняется С1-С2 фиксация [39, 95, 155]. При этом Chang с соавт (2016) в ретроспективной серии пациентов, перенесших переднюю одонтоидэктомию и различные варианты

задней стабилизации (окципитоспондилодез с фиксацией C1-C2-C3, ОСД с фиксацией C2-C3, только C1-C2), используя разработанный ими алгоритм (треугольник включающий нижнюю точку ската, задненижнюю точку тела C2 позвонка и наиболее близкую к стволу точку зубовидного отростка), отметили, что лучшие результаты декомпрессии достигаются у тех, у кого выполняется окципитоцервикальная стабилизация с включением C1-C2 сегментов [46].

Помимо задней стабилизации, анализ литературы показывает развитие методов передней стабилизации, что позволяет проводить операцию в один этап без переворота. Впервые передняя стабилизация краниовертебрального перехода была описана Schmelzle с соавт. в 1987 году [172]. К настоящему времени на основании исследований ряда авторов выявлено, что передняя стабилизации превосходит по эффективности заднюю по биомеханическим параметрам [11, 112].

Одним из первых вариантов передней стабилизации стало применение пластины Harms [94], однако в ходе набора опыта были выделены ее недостатки, связанные с особенностями конструкции и высокой частотой раскручивания винтов [113, 117]. Для того чтобы нивелировать эти недостатки Kerschbaumer F. Было предложено комбинировать переднюю стабилизацию, используя пластину Harms, с дополнительной задней стабилизацией при помощи проволоки, описанную ранее авторами Brooks and Jenkins [37, 117]. Еще одним вариант передней стабилизации является винтовая трансартикулярная стабилизация C1-C2 [164]. При удалении тела C2 позвонка возможно использовать спондилодез C1-C3 сетчатым кейджем, как это продемонстрировано в работе Štulík с соавторами (2007), которые выполнили подобную стабилизацию после трансмандибулярного (с рассечением нижней челюсти) удаления тела C2 позвонка, пораженного метастазом щитовидной железы [200]. Ряд авторов оценил эффективность применения transoral Atlantoaxial Reduction Plate в биомеханических и клинических испытаниях. «Была показана ее универсальность и обеспечение сращения фиксируемых сегментов» [23, 214, 222].

«Также известна система transoral atlantoaxial anchored cage, которая показала сопоставимые результаты в биомеханических исследованиях» [221]. При переломах зубовидного отростка в настоящее время выполняют как переднюю стабилизацию, путем прямого остеосинтеза, так и заднюю. Помимо этого, применяется Гало-аппарат. Авторы, которые выступают за переднюю стабилизацию, аргументируют свою позицию тем, что выполняется прямой доступ к месту перелома и снижаются ограничения в подвижности C1-C2 сегмента [84, 97, 124]. Сторонники же задней стабилизации отдают ей предпочтение ввиду ее универсальности [87, 152, 195]. «При переломах зубовидного отростка Y. Hu с соавт. (2016) предложили использовать Anterior Odontoid Screw Plate для фиксации C1-C3 сегмента» [98]. «Для реконструкции верхнешейных сегментов позвоночника было предложено использовать индивидуальные напечатанные на 3D принтере тела позвонков» [210]. Также описано применение индивидуализированных стабилизирующих пластин (C1-C2, C1-C3, C1-C4) для передней трансоральной их установки после удаления патологического очага области КВП [185, 186]. Еще одним вариантом передней стабилизации после одонтоидэктомии является стабилизация при помощи расщепленного переднего полукольца C1, установленного между передними отделами боковых масс C1 позвонка и боковыми отделами ската [181].

В поисках метода, не требующего удаления зубовидного отростка и соответственно выполнения травматичного трансорального удаления патологического очага, в 2004 и 2008 году A. Goel с соавт. предложили еще один вариант лечения базилярной инвагинации, заключающийся в дистракции атлантоаксиального сустава и прямой фиксации латеральных масс. Этот метод включает в себя размещение специально разработанных шипованных прокладок в атлантоаксиальном суставе с последующей фиксацией винтом боковой массы. Несмотря на хорошие ранние результаты, было показано, что метод обеспечивает лишь неполное уменьшение инвагинации зубовидного отростка [74, 80]. В 2015 году те же авторы предложили концепцию, согласно которой патогенетическими факторами при базилярной инвагинации, связанной с аномалией Киари 1 типа или

без нее, является именно нестабильность КВП. В связи с этим, авторы предложили вовсе изменить парадигму лечения этих пациентов в сторону одной лишь стабилизации путем артродеза и интраоперационной дистракции атлантаксиального сочленения без декомпрессии большого затылочного отверстия, что и было подтверждено на основании лечения 62 пациентов, у которых после стабилизации КВП произошел регресс симптоматики. На основании этого исследования авторы сделали вывод об отсутствии необходимости выполнения декомпрессирующих операций [76, 77, 190]. Однако к настоящему времени эта методика не нашла широкого применения.

Для исключения дестабилизации КВП после одонтоидэктомии некоторые авторы предлагают удалять зубовидный отросток без резекции переднего полукольца С1 позвонка, путем интраоперационного изменения положения головы [28, 206, 219]. Также возможно обойтись без стабилизации при сращении заднего полукольца С1 позвонка и затылочной кости [208].

Таким образом, в настоящее время эндоскопический трансназальный доступ постепенно замещает трансоральный у ряда пациентов, которым показана передняя одонтоидэктомия. При этом анализ литературы отображает все более глубокое развитие этой методики с учетом все большего количества особенностей хирургического лечения, включая оптимизацию размеров операционного поля, попытки выполнять С1 сохраняющие операции и определение достаточного объема трепанации костных структур. Однако однозначных показаний в применении трансорального или трансназального доступа в настоящее время не сформировано. Применяются такие показатели, как назопалатинная и назокливальная линии, но в большинстве случаев выбор доступа зависит от оснащенности клиники и навыков хирурга. Тем не менее, анализ литературы за последние 20 лет отображает постепенное смещение акцента хирургического лечения пациентов с базилярной инвагинацией в сторону минимально-инвазивных техник, позволяющих статистически уменьшить частоту послеоперационных осложнений, сократить пребывание пациента в стационаре и снизить частоту выполнения стабилизирующих операций, что значимо может

повысить качество жизни пациентов за счет отсутствия нарушения подвижности шейного отдела позвоночника.

Глава 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

2.1 Анатомическое исследование краниовертебрального перехода

Анатомическое обоснование применения эндоскопического трансназального доступа при одонтоидэктомии проведено на кадаверном материале – 15 трупах взрослых людей без патологии области КВП. Артериальное и венозное русла головы и шеи были заполнены цветным силиконом по методике М.А. Шкарубо с целью их визуализации [1]. Диссекция тканей производилась при помощи различных микроинструментов с последовательным использованием 0°, 30°, 45° и 70° эндоскопов.

Помимо кадаверного материала проанализированы КТ головы 102 пациентов (44 женщины, 58 мужчин) без патологии области КВП в возрасте 18–86 лет (медиана 33,9 лет). Проводилась оценка угла между назопалатинной и назокливальной линиями, зоны доступности, угла операционного действия.

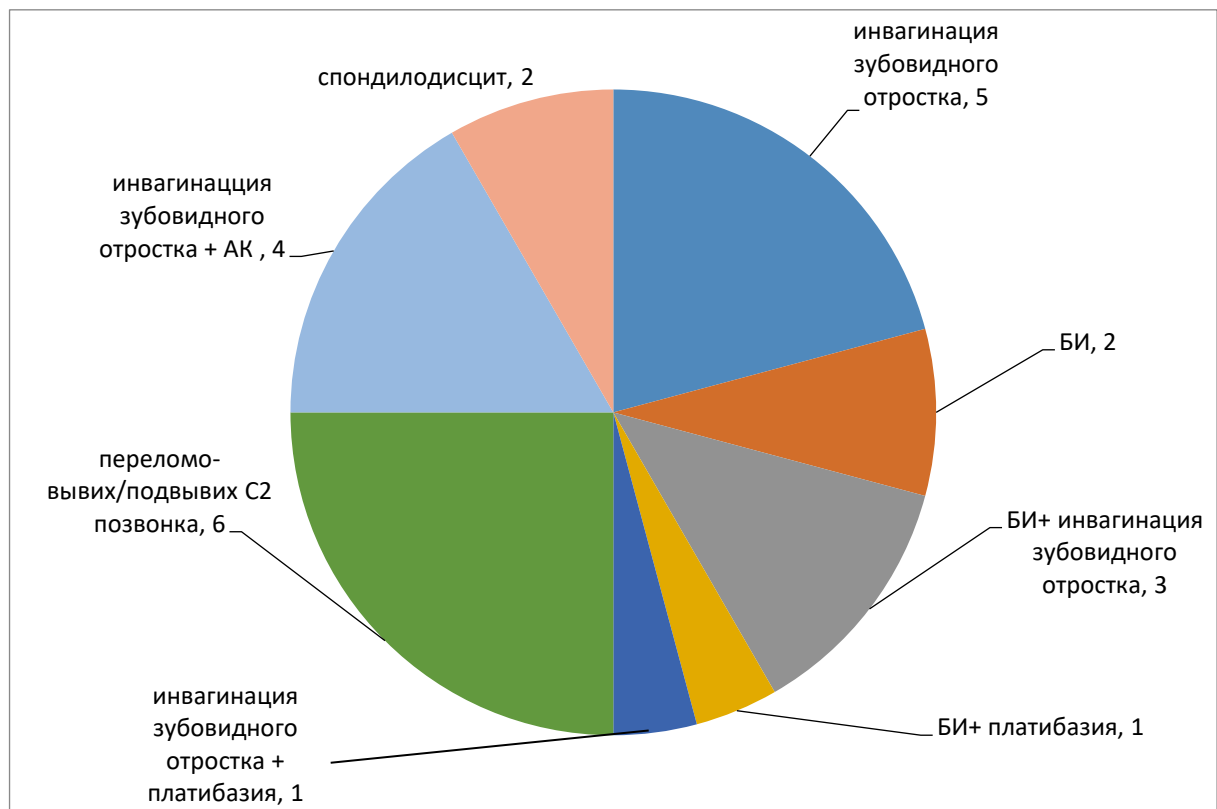
2.2 Исследование результатов хирургического лечения пациентов с инвагинацией зубовидного отростка

Для оценки эффективности, безопасности и целесообразности использования эндоскопического трансназального доступа при одонтоидэктомии был проведен статистический анализ. Исследование проводилось в форме ретроспективного когортного исследования на двух группах пациентов ($n = 29$) – основной и контрольной, с целью сравнения результатов хирургического лечения.

Для включения пациентов в исследование стало необходимым проведение операции по одонтоидэктомии, либо эндоскопическим трансназальным доступом (основная группа), либо микрохирургическим трансоральным (контрольная группа). В основную группу вошли 5 пациентов с аномалиями развития КВП: инвагинацией зубовидного отростка с или без базилярной импрессии. В 1-м случае заболевание сопровождалось формированием сирингомиелитической кисты на уровне С3-Th3 позвонков, еще в 1-м случае – аномалией Арнольда–Киари, миндалины мозжечка были опущены на 19 мм ниже линии Чемберлена. Изучение основной группы пациентов, включенных в исследование, проводилось

на основе данных, полученных в период с 2010 по 2020 годы на базе 8-го нейрохирургического отделения ФГАУ "НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко" Минздрава России. Все операции по одонтоидэктомии в основной группе были проведены с использованием эндоскопического эндоназального доступа, который был основным методом доступа в данном исследовании.

Для сравнения была проанализирована контрольная группа из 24 человек с аномалиями развития, связанными с инвагинацией зубовидного отростка или с приобретенной компрессией стволовых структур инвагинированным зубовидным отростком (Рисунок 1). Пациенты этой группы были оперированы с 2007 по 2020 гг. в ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России и ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России с 2004 по 2018 гг.



Примечание – БИ – базилярная импрессия, АК – аномалия Арнольда Киари

Рисунок 1 – Распределение пациентов контрольной группы по нозологиям

Для оценки эффективности и безопасности использования эндоскопического трансназального доступа при одонтоидэктомии в исследовании были выбраны показатели, учитывающие клиническую симптоматику и ее динамику в послеоперационном периоде, особенности и объем операции,

развитие осложнений, демографические данные, нозологическую единицу и особенности ведения пациентов в послеоперационном периоде. Эти показатели позволяют полноценно оценить применимость эндоскопического трансназального доступа, сравнить его с традиционными методами и определить его эффективность и безопасность на практике.

Распределение больных по полу и возрасту

В проведенном исследовании основная группа пациентов состояла из пяти человек, среди которых было четыре женщины и один мужчина в возрасте от 22 до 60 лет, со средним возрастом 51 год. Контрольная группа состояла из двадцати четырех человек (12 мужчин и 12 женщин) в возрасте от 11 до 60 лет, со средним возрастом 33,5 лет [16,5; 52,5]). Разница в половом распределении пациентов ($p > 0,05$, точный критерий Фишера) не была статистически значимой.

2.3 Методы диагностики

Все пациенты были обследованы в соответствии со стандартными протоколами, включая лабораторную диагностику, клинические данные и нейровизуализацию.

Методы клинического исследования

В проведенном исследовании все пациенты обеих групп были подвергнуты предоперационному и послеоперационному неврологическому, нейроофтальмологическому и оториноларингологическому обследованию, включая оценку группы черепных бульбарных нервов.

В качестве предоперационной подготовки всем пациентам проводился обследовательский комплекс, который включал общий анализ крови, биохимический анализ крови, коагулограмму и общий анализ мочи. Кроме того, проводилось инструментальное обследование, которое включало электрокардиограмму, рентгенографию органов грудной клетки, ультразвуковое исследование вен нижних конечностей и другие исследования.

Перед операцией всем пациентам была выполнена магнитно-резонансная томография головного мозга в различных режимах сканирования и компьютерная томография головного мозга. В первые 24 часа после операции у всех пациентов

проводилась контрольная нейровизуализация. В катamnестическое обследование было включено оценка неврологического статуса и контрольная нейровизуализация, в сроки от 3 месяцев после операции.

2.4 Клиническая картина

Неврологическая симптоматика у пациентов в обеих группах была обусловлена степенью компрессии невральных структур на уровне краниовертебрального перехода.

В основной группе клиническая симптоматика была представлена:

- 1) тетрапарезом различной степени выраженности (2 пациента – 40%);
- 2) головными болями (4 пациента – 80%);
- 3) мозжечковой атаксией (1 пациент – 20%);
- 4) проводниковыми чувствительными расстройствами (5 пациентов – 100%);
- 5) бульбарными нарушениями (1 пациент – 20%).

Нарушений контроля тазовых функций не наблюдалось ни у одного пациента.

В контрольной группе клиническая симптоматика была представлена:

- 1) тетрапарезом различной степени выраженности (16 пациентов – 66,7%);
- 2) гемипарезом различной степени выраженности (3 пациента – 12,5%);
- 3) головными болями (16 пациентов – 66,7%);
- 4) мозжечковой атаксией (9 пациентов – 37,5%);
- 5) нарушением контроля тазовых функций (1 пациент – 4,2%);
- 6) проводниковыми чувствительными расстройствами (20 пациентов – 83,3%);
- 7) бульбарными нарушениями (4 пациента – 16,7%).

2.5 Хирургическая техника

В основной группе пациентов операции выполнялись с использованием эндоскопической техники, описанной во множестве работ [2, 3, 130, 132, 206, 4–8, 18, 43, 95]. В контрольной группе пациентов применялся классический

трансоральный доступ, также широко представленный в литературе и включающий в себя такие этапы, как установка роторасширителя, рассечение мягкого неба, рассечение задней стенки глотки по средней линии, скелетизация ската, С1, С2 позвонков, трепанация переднего полукольца С1 позвонка, трепанация и удаление зубовидного отростка и послойное закрытие раны [50, 185, 186, 211]. У 2х пациентов из основной группы и у 7 из контрольной группы операция была двухэтапной: первым этапом выполнялась задняя стабилизация (окципитоспондилодез) и затем после переворота пациента – основной этап операции. Основной этап операции (удаление зубовидного отростка) в обеих группах включал в себя установку люмбального дренажа (при необходимости), укладку пациента в положение лежа для трансорального доступа и полусидя для трансназального и выполнение соответствующего доступа. У 2 пациентов на этапе подготовки к одонтоидэктомии отмечена исходная нестабильность КВП: у первого с переломо-вывихом зубовидного отростка, у второго с инвагинацией зубовидного отростка с неудачной попыткой задней стабилизации из-за инфекционных осложнений.

2.6 Статистический анализ

Статистический анализ данных выполнялся с помощью программы Statistica 10 ©StatSoft. Проводилось сравнение различных показателей хирургического лечения групп пациентов: продолжительность операции, степень декомпрессии стволовых структур, объем кровопотери, сроки госпитализации и др.

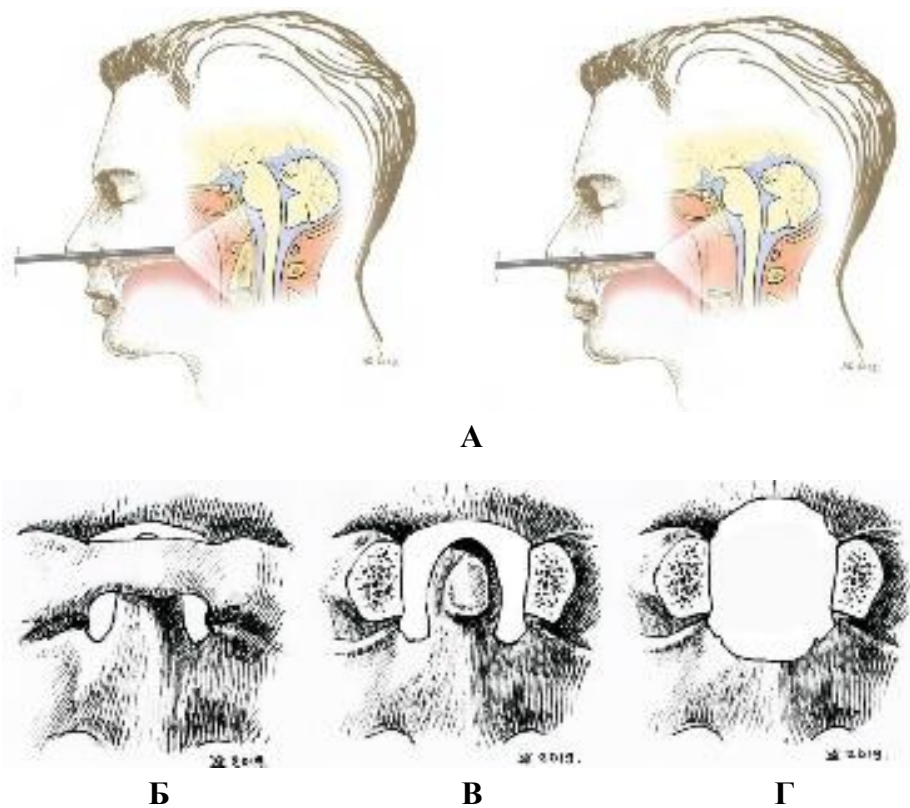
Статистическая значимость была оценена с помощью различных статистических тестов для категориальных, бинарных и числовых показателей, в зависимости от их типа и распределения. Для категориальных и бинарных показателей мы использовали тест Хи-квадрат и точный тест Фишера соответственно. Для числовых показателей, для которых нормальность распределения не была подтверждена тестами Шапиро – Уилка или Колмогорова – Смирнова, мы использовали тест Манна – Уитни. Результаты считались статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$.

Для решения задач также использованы методы описательной статистики. Результаты представлены в формате среднее \pm стандартное отклонение для нормально распределенных случайных величин, медиана [квартили] для случайных величин, распределение которых отличается от нормального.

Глава 3 АНАТОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭНДОСКОПИЧЕСКОГО ТРАНСНАЗАЛЬНОГО ДОСТУПА В ЛЕЧЕНИИ ПАТОЛОГИИ КРАНИОВЕРТЕБРАЛЬНОГО ПЕРЕХОДА

3.1 Исследование на кадаверном материале

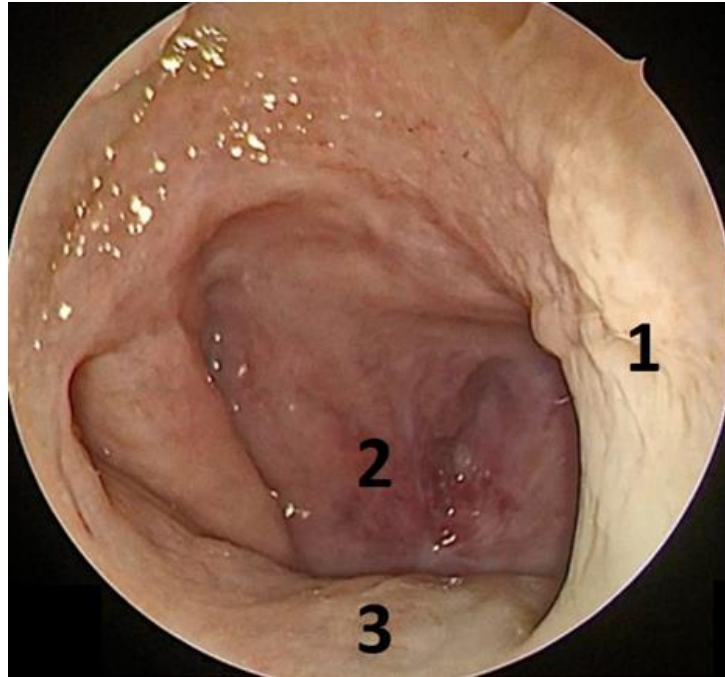
Исследование проведено на 15 кадаверных препаратах головы и шеи без патологии КВП. После наливки сосудистого русла цветным силиконом выполнялся эндоскопический трансназальный доступ к структурам КВП (Рисунок 2).



Примечание – А – схема эндоскопической трансназальной резекции зуба; Б, В, Г – этапы выполнения операции; Б – вид костных структур КВП до трепанации переднего полукольца С1 позвонка и зуба С2 позвонка; В – резекция переднего полукольца С1 позвонка; Г – резекция зуба С2 позвонка, нижних отделов ската, верхних отделов тела С2 позвонка

Рисунок 2 – Схема выполнения эндоскопической трансназальной резекции зубовидного отростка С2 позвонка

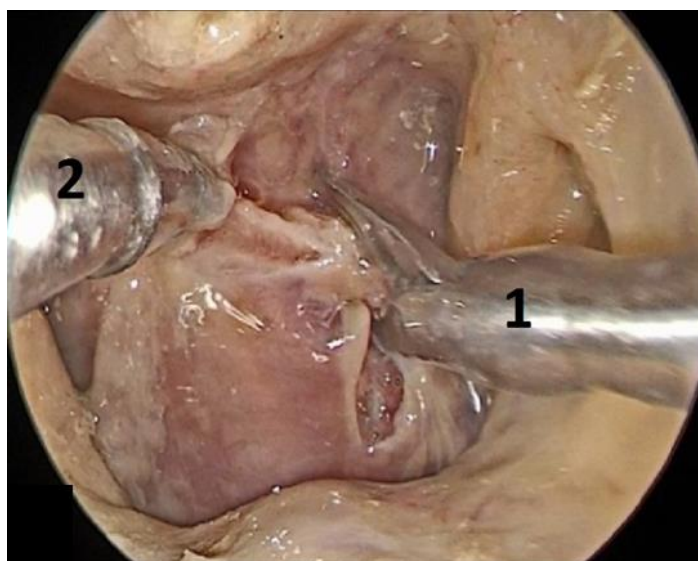
Первым этапом выполнялся осмотр полости носа и носоглотки через хоаны (Рисунок 3). Эндоскопический трансназальный доступ к краниовертебральному переходу требовал более низкой траектории по сравнению с подходами к турецкому седлу [115].



Примечание – 1 – задние отделы перегородки носа; 2 – задняя стенка носоглотки; 3 – задние отделы твердого неба

Рисунок 3 – Эндоскопическое фото полости носа и носоглотки

Затем выполнялся разрез слизистой оболочки задней стенки носоглотки вплоть до предпозвоночных мышц (Рисунок 4). Для этого использовались монополярная коагуляция, микроножницы. В ходе исследования было выявлено, что предпозвоночные мышцы имеют аваскулярную зону по средней линии, которая может быть использована для разреза и отведения мышц в стороны.

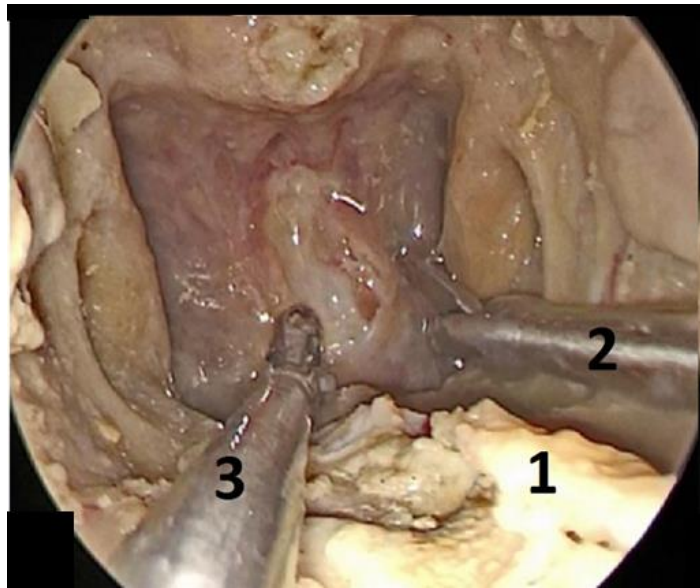


Примечание – 1 – микроножницы; 2 – кусачки по типу Блексли

Рисунок 4 – Эндоскопическое фото полости носоглотки.

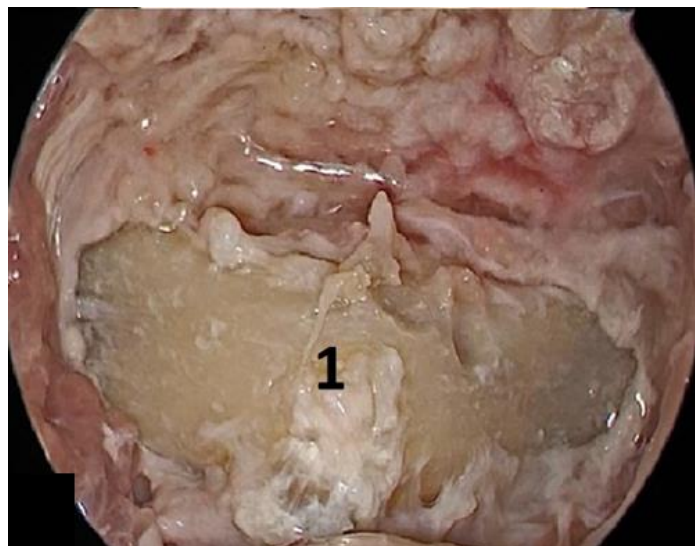
Начало диссекции задней стенки носоглотки:

Для расширения зоны доступности задняя треть нижних отделов перегородки носа удалялась, что позволяло при биназальной работе на большем протяжении контролировать микроинструменты и визуализировать контралатеральные отделы носоглотки (Рисунок 5). После рассечения предпозвоночных мышц и фасций выполнялась скелетизация переднего полукольца С1 позвонка (Рисунок 6).



Примечание – 1 – остатки задних отделов перегородки носа; 2 – микроножницы; 3 – кусачки по типу Блексли

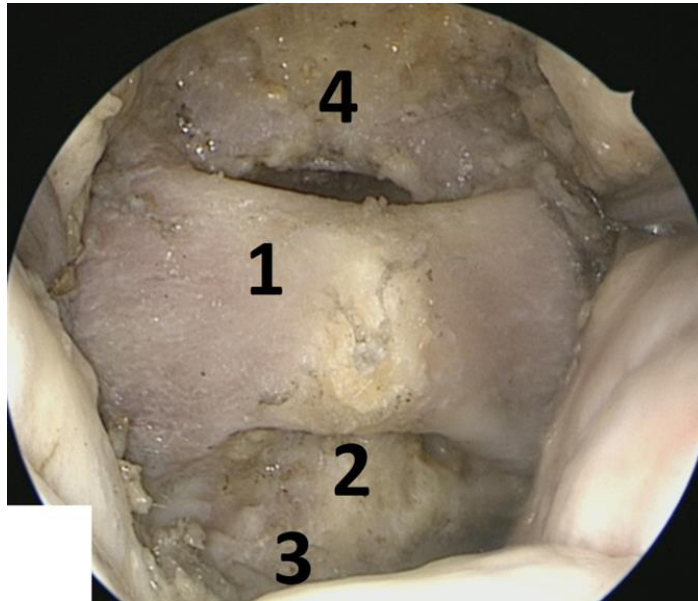
Рисунок 5– Эндоскопическое фото полости носоглотки. Продолжение диссекции задней стенки носоглотки. Удален задний отдел перегородки носа для расширения зоны доступности



Примечание – 1 – переднее полукольцо С1 позвонка

Рисунок 6 – Эндоскопическое фото полости носоглотки. Продолжение диссекции задней стенки носоглотки. Скелетировано переднее полукольцо С1 позвонка

Для определения границ трепанации и определения анатомических структур дополнительно выполнялась скелетизация ската, зубовидного отростка и тела С2 позвонка (Рисунок 7).

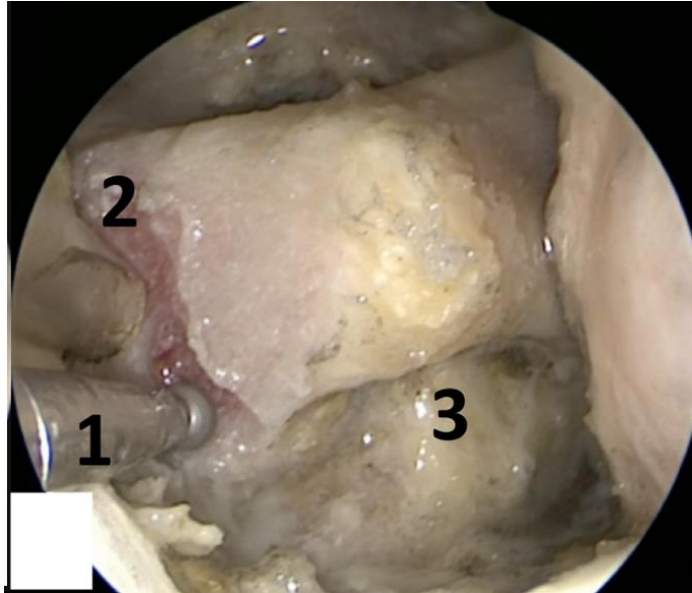


Примечание – 1 – переднее полукольцо С1 позвонка; 2 – зуб С2 позвонка; 3 – тело С2 позвонка; 4 – нижний отдел ската

Рисунок 7 – Эндоскопический вид костных структур краниовертебрального перехода

После скелетизации костных структур КВП выполнялось два вертикальных распила в максимально доступных латеральных отделах переднего полукольца С1 позвонка – в пределах 10–14 мм в каждую сторону от средней линии, чтобы не повредить позвоночные артерии, выходящие из поперечных отверстий (*foramen transversarium*) и лежащие в бороздах позвоночной артерии С1 позвонка (*sulcus arteriae vertebralis*) (Рисунок 8).

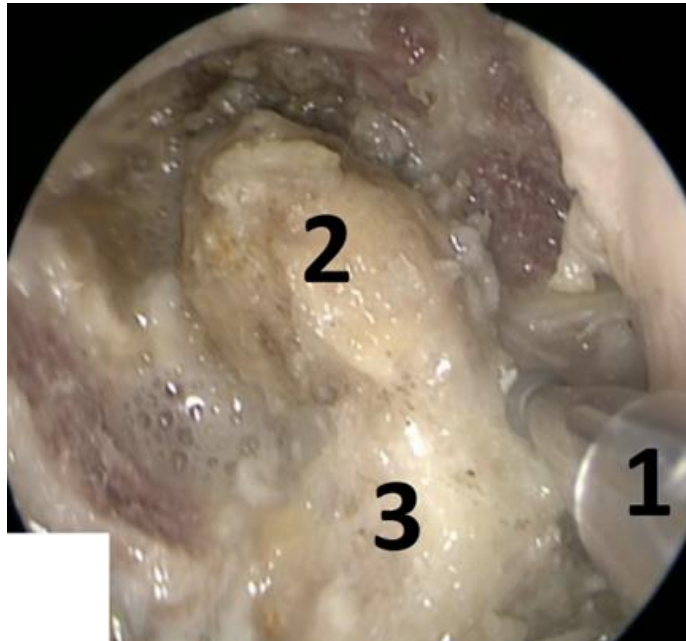
Трепанация выполнялась алмазной высокооборотной дрелью диаметром 2–2,5 мм. В литературе представлен вариант стабилизации С0-С1 расщепленными фрагментами переднего полукольца С1 позвонка [182], ввиду чего он сохранялся (фрагмент размерами 16–20 мм с учетом толщины линий распила) для последующей отработки фиксации.



Примечание – Начало трепанации зубовидного отростка С1 позвонка: 1 – высокооборотная дрель, 2– линия распила, 3 – зуб С2 позвонка

Рисунок 8 – Эндоскопический вид костных структур краниовертебрального перехода

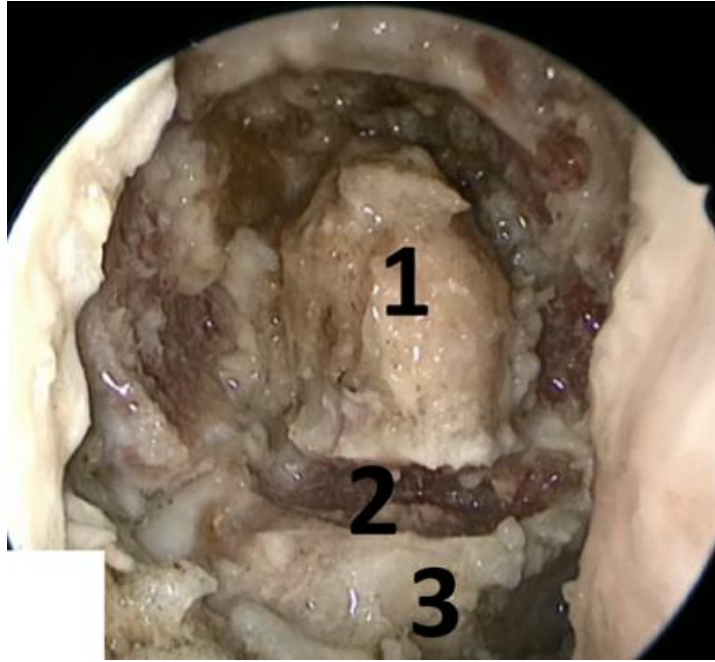
После выполнения двух распилов выполнялось пересечение связок между передней поверхностью зуба и задней поверхностью переднего полукольца С1 позвонка (сустав Крювелье). Следующим этапом выполнялась скелетизация зуба С2 позвонка и верхних отделов тела С2 (Рисунок 9).



Примечание – 1 – высокооборотная дрель; 2 – зуб; 3 – тело С2 позвонка

Рисунок 9 – эндоскопический вид зуба С2 позвонка перед его трепанацией

После этого пересекалась шейка зуба максимально близко к телу С2 позвонка (Рисунок 10).



Примечание – 1 – зуб; 2 – линия распила; 3 – тело С2 позвонка

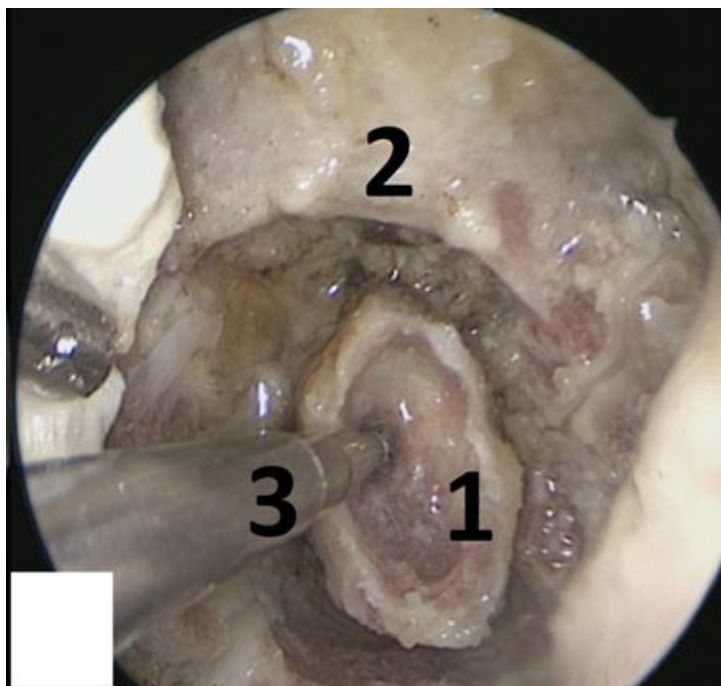
Рисунок 10 – эндоскопический вид зуба С2 позвонка после трепанации

Зуб С2 позвонка фиксирован сложной связочной системой, образованной крыловидными, апикальной и крестообразными связками. Крыловидные связки являются тонкими соединительнотканными структурами, которые соединяют зуб с затылочными мышечками.

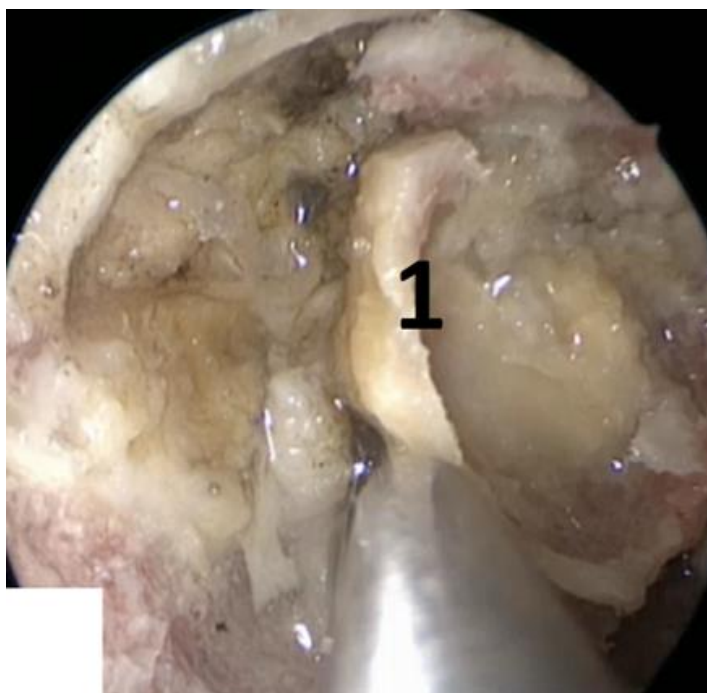
Апикальная связка (lig. apicis dentis, связка верхушки зуба) расположена по срединной линии и соединяет верхушку зуба с краем большого отверстия затылочной кости. Для удаления зуба все эти связки были пересечены.

Ввиду плотной фиксации зуба связочным аппаратом выполнялась поэтапная его трепанация изнутри до кортикальной пластинки его задней поверхности, которая истончалась до толщины яичной скорлупы (Рисунок 11).

После дебалкинга зуба становилась возможным его смещение, дальнейшее фрагментирование кусачками Кериссона, отделение от связочного аппарата и окончательное удаление (Рисунок 12).



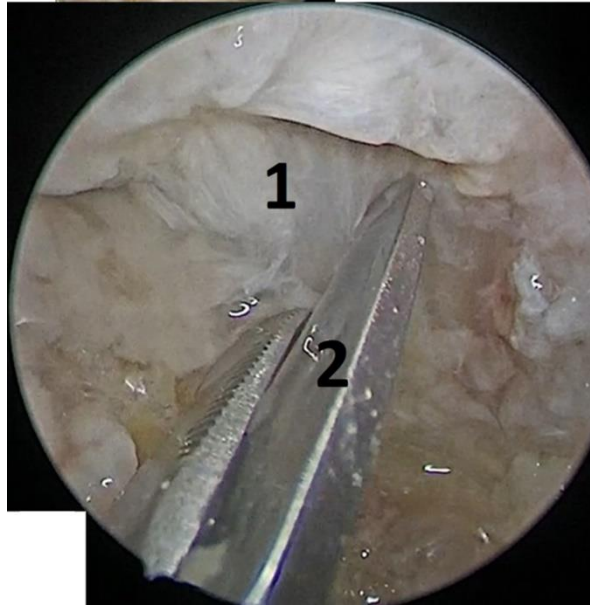
Примечание – 1 – зуб; 2 – нижний отдел ската; 3 – высокооборотная дрель
Рисунок 11 – Эндоскопический вид зуба С2 позвонка после его дебалкинга



Примечание – 1 – зуб
Рисунок 12 – Эндоскопический вид зуба С2 позвонка после его дебалкинга

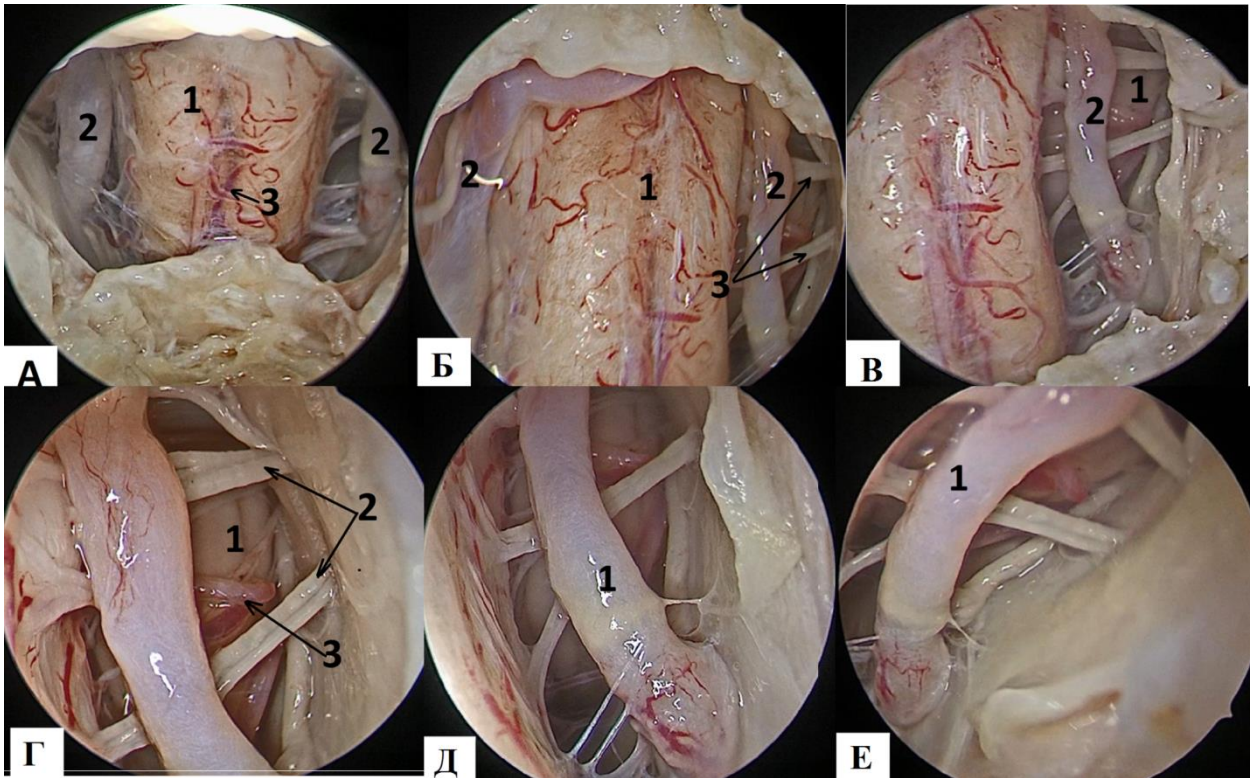
Для оценки зоны доступности к интрадуральным структурам выполнялся разрез твердой мозговой оболочки по средней линии микроножницами (Рисунок 13).

При использовании 0, 30 и 45 градусных эндоскопов становились доступными для визуализации интрадуральные структуры (Рисунок 14).



Примечание – 1 – твердая мозговая оболочка; 2 – микроножницы

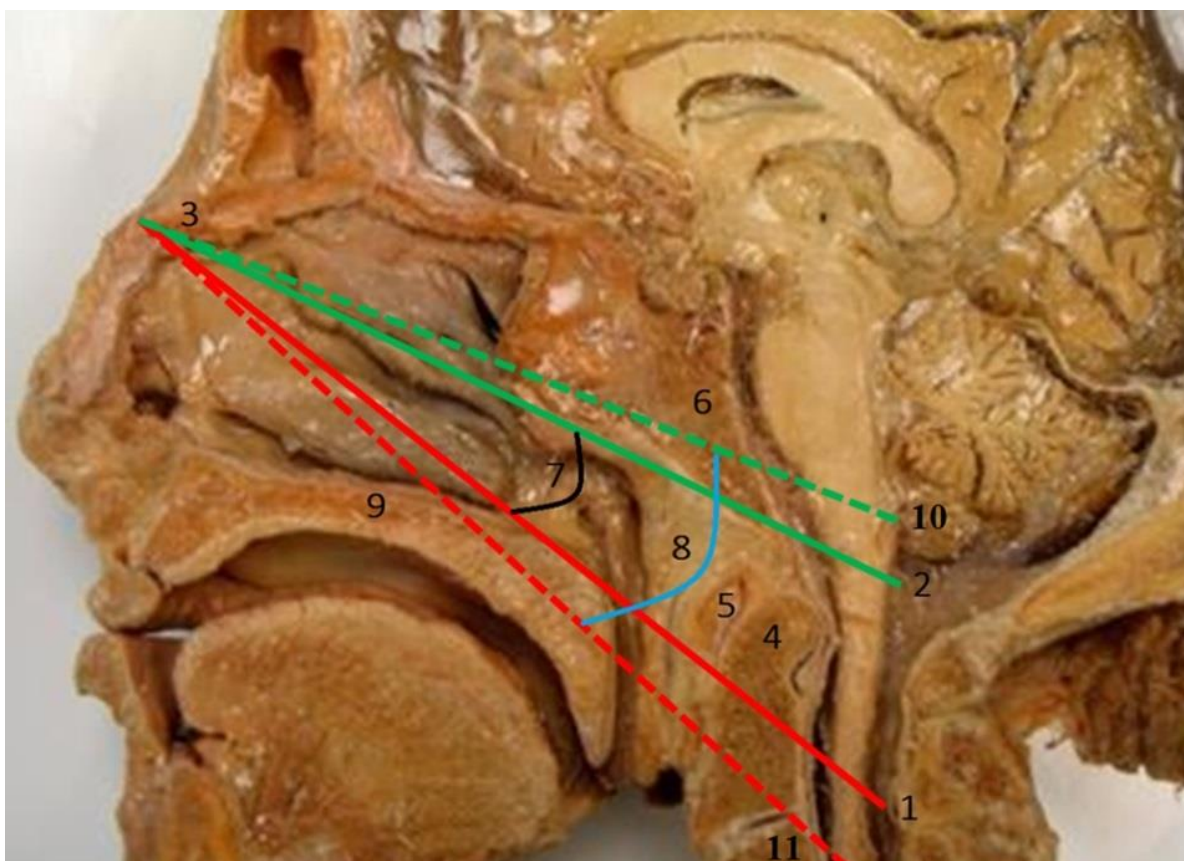
Рисунок 13 – Эндоскопический вид зуба ТМО на уровне зуба С2 позвонка



Примечание – А – общий вид субдуральных структур после вскрытия твердой мозговой оболочки на уровне С1–С2 позвонков: 1 – спинной мозг; 2 – позвоночные артерии; 3 – передняя спинальная артерия. Б – вид субдуральных структур уровня С1–С2 позвонков: 1 – спинной мозг, 2 – позвоночные артерии, 3 – корешки спинномозговых нервов. В – вид левой половины позвоночного канала: 1 – миндалик мозжечка; 2 – левая позвоночная артерия. Г – вид левой половины позвоночного канала: 1 – миндалина мозжечка; 2 – спинномозговые нервы; 3 – задняя нижняя мозжечковая артерия. Д – область входа левой позвоночной артерии в субдуральное пространство: 1 – левая позвоночная артерия. Е – область входа левой позвоночной артерии в субдуральное пространство: 1 – левая позвоночная артерия

Рисунок 14 – Интрадуральные сосудисто-нервные структуры на уровне С1–С2 позвонков

При отсутствии платибазии и инвагинации зубовидного отростка угол операционного действия при эндоскопическом трансназальном доступе к области С1-С2 сегмента составил $14\text{--}16^\circ$ (медиана $15^\circ \pm 1$) и при расширении доступа путем трепанации нижних отделов ската и задних отделов твердого неба угол достигал $23\text{--}25^\circ$ (медиана $24^\circ \pm 1$) (Рисунок 15).



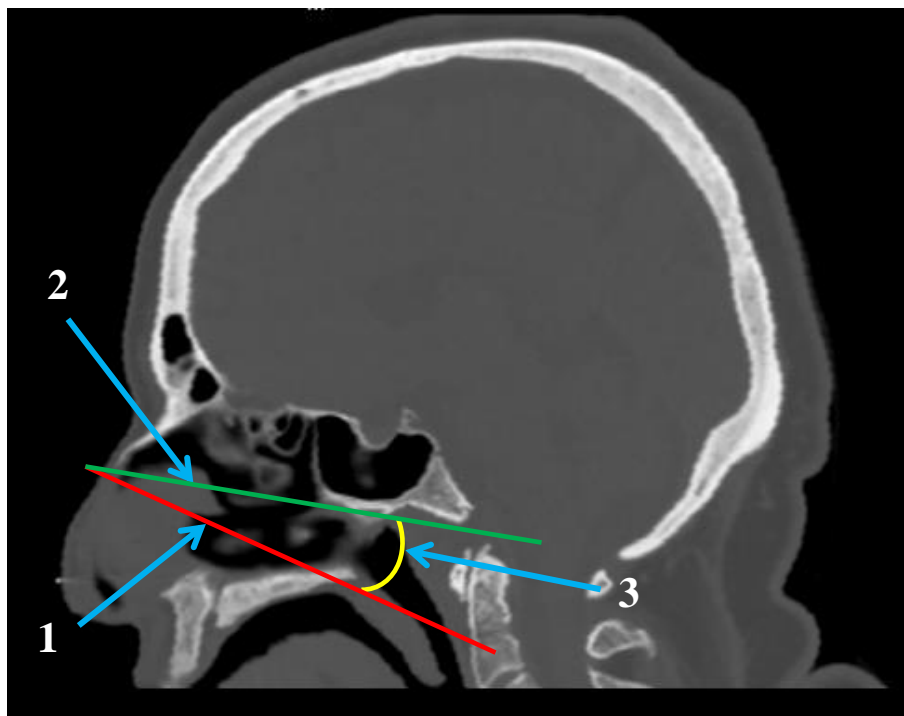
Примечание – 1 – назопалатинная линия; 2 – назокливальная линия; 3 – носовая кость; 4 – зуб; 5 – переднее полукольцо С2 позвонка; 6 – скат; 7 – угол между назопалатинной линией и назокливальной линией $14\text{--}16^\circ$; 8 – угол между назопалатинной линией и назокливальной линией после расширения зоны доступности $23\text{--}25^\circ$; 9 – твердое небо; 10 – назокливальная линия при расширении доступа вверх; 11 – назопалатинная линия при расширении доступа вниз

Рисунок 15 – Зона доступности при эндоскопическом трансназальном доступе к С2 позвонку

3.2 Исследование данных нейровизуализации

Проводился анализ данных КТ в сагиттальной проекции по срединной линии (пример на Рисунке 16) 102 пациентов без патологии области КВП в возрасте 18–86 лет (медиана 33,9 лет). Было выявлено, что угол операционного действия при эндоскопическом трансназальном доступе к области С1-С2 сегмента составил 8–

18° (медиана 13°±5). В зону доступности вошли все отделы ската, С1, С2 и С3 позвонки, что вполне достаточно для выполнения одонтоидэктомии.



Примечание –1 – назопалатинная линия; 2 – назокливальная линия; 3 – угол между назопалатинной линией и назоклиальной линией (150)

Рисунок 16 – КТ одного из пациентов, на основании которой рассчитывались углы операционного действия

Таким образом, было определено, что эндоскопический трансназальный доступ обеспечивает прямой хирургический коридор к костным структурам КВП, а также позволяет визуализировать и выполнять хирургические манипуляции в субдуральном пространстве на этом уровне при необходимости. Достаточной широкий угол операционного действия, достигающий 25° при максимальном расширении, позволяет выполнять все необходимые хирургические манипуляции. На основе проведенного исследования определено, что оптимальным вариантом выполнения доступа является включение в этапы вмешательства трепанацию задних отделов перегородки носа для лучшей визуализации области носоглотки и возможности более безопасного манипулирования хирургическими инструментами через обе ноздри, что значительно повышает скорость и оперативно-техническое удобство выполнения хирургического вмешательства на всех этапах его выполнения.

Глава 4. ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ИНВАГИНАЦИЕЙ ЗУБОВИДНОГО ОТРОСТКА С2 ПОЗВОНКА, ВЫЗЫВАЮЩЕГО КОМПРЕССИЮ СТВОЛОВЫХ СТРУКТУР И СПИННОГО МОЗГА

4.1 Анализ результатов эндоскопической трансназальной одонтоидэктомии

Результаты хирургического лечения оценивались на основе ретроспективного анализа историй болезни 5 пациентов, у которых эндоскопически трансназально был удален зубовидный отросток С2 позвонка. В данном случае этапы операции соответствовали тем, которые были описаны в первом разделе главы 3.

Пациентов с наличием дооперационной нестабильности КВП не было. У двух пациентов стабилизация (окципитоспондилодез системой «Vertex») была выполнена в сроки 1 и 3 месяца до основного этапа лечения. У двух пациентов стабилизация выполнена одномоментно первым этапом в составе двухэтапного оперативного лечения. У одного из них (диагноз: базилярная импрессия, инвагинация зубовидного отростка, сирингомиелитическая киста на уровне С3-Тh3 позвонков) в ходе задней стабилизации была выполнена задняя декомпрессия уровня КВП. У одного пациента (диагноз: инвагинация зубовидного отростка, аномалия Киари 1 типа) стабилизация КВП не выполнялась, несмотря на отсутствие ассимиляции С1 позвонка с черепом и после 3-месячного ношения воротника по типу Филадельфия отмечена стабилизация КВП.

У троих из пяти пациентов до операции была установлена трахеостома. У одного из них планировался трансоральный доступ, но в связи с ограничением подвижности нижней челюсти был использован трансназальный доступ. В двух случаях в течение в среднем 7 дней (8 и 6 дней) была выполнена деканюляция и соответственно оральное питание начато на 8 и 2 суки после операции. У одного пациента ввиду появления бульбарных нарушений деканюляция в рамках госпитализации выполнена не была. У оставшихся двух больных ИВЛ осуществлялась оротрахеально и в послеоперационном периоде не возникло необходимости трахеостомии. Оральное питание этими пациентами начато на 1

сутки после операции. Средний срок начала орального питания составил 3 дня после операции.

Средняя продолжительность одонтоидэктомии составила 320 ± 72.5 минут (Рисунок 17).



Рисунок 17 – изменение продолжительности трансназальной одонтоидэктомии с набором хирургического опыта

В 4 случаях для расширения зоны доступности выполнялась трепанация нижних отделов ската. В этих случаях верхушка зубовидного отростка была за нижним отделом ската. В двух случаях, когда требовалось обеспечить более удобную визуализацию при трепанации верхних отрезков зубовидного отростка, была выполнена трепанация верхних отделов тела С2 позвонка. Это позволяло опускать эндоскоп ниже дрели и иметь более точный контроль над подлежащими структурами. Во всех случаях удалось выполнить полную резекцию зубовидного отростка и визуализировать истонченную, пульсирующую, подлежащую твердую мозговую оболочку, что подтверждало полную декомпрессию ствольных структур на интраоперационном этапе лечения.

В двух случаях (первые две операции) на последних этапах удаления зубовидного отростка отмечено точечное повреждение твердой мозговой

оболочки с развитием интраоперационной ликвореи. Пластика была выполнена Тахокомбом и фибринтромбиновым клеем. В одном из этих случаев на 4 сутки после операции была отмечена назальная ликворея и менингит, ввиду чего была выполнена ревизионная операция с послойной пластикой дефекта аутофасцией, аутожиром. Ни в одном случае не отмечено повреждения магистральных сосудов. Средняя кровопотеря составила 300 мл. Включение в операцию этапа стабилизации увеличивало кровопотерю на 500 мл.

Среди осложнений также отмечено развитие пневмонии в 1 случае после операции.

Оценка клинической симптоматики выполнялась на момент выписки пациента. У двух пациентов с исходным тетрапарезом отмечена положительная динамика в виде полного восстановления силы в конечностях. У одного пациента без исходных двигательных нарушений отмечена отрицательная динамика с развитием тетрапареза до 4 баллов. У 3 из 4 пациентов с краниалгией после операции отмечен регресс головных болей, у 1 – динамики не отмечено. У единственного пациента с атаксией отмечен регресс шаткости походки после операции. У всех пациентов с чувствительными нарушениями отмечен их регресс в раннем послеоперационном периоде (Рисунок 18). У пациентки с аномалией Арнольда–Киари в раннем послеоперационном периоде (7 сутки после операции) отмечена частичная редислокация с миндалин мозжечка с 19 мм до 15 мм и дальнейшая редислокация до 7 мм в течение трех месяцев наблюдения.

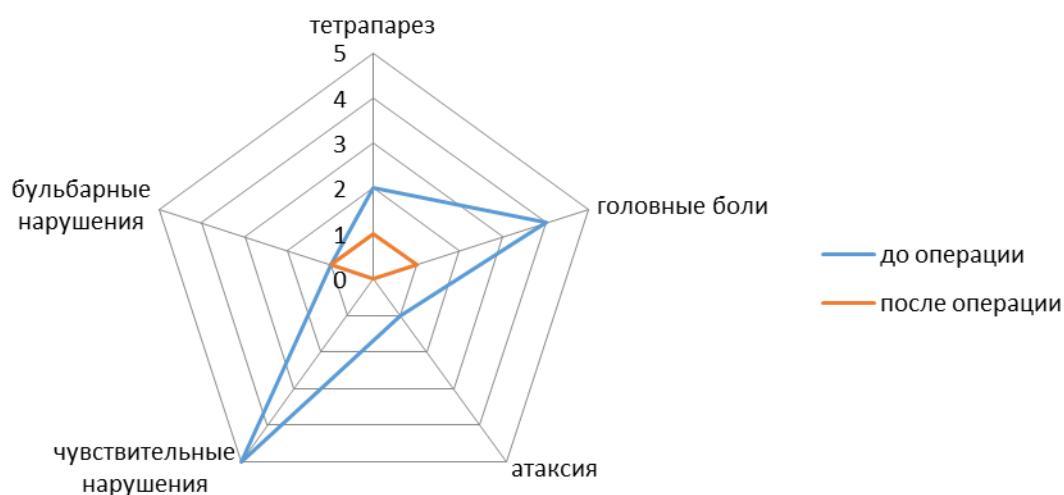
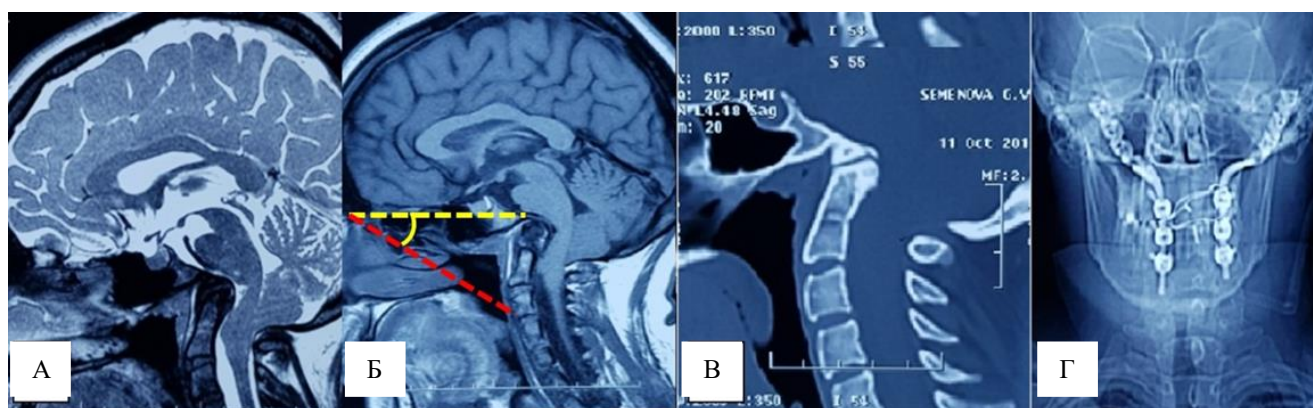


Рисунок 18 – Динамика симптомов после операции в основной группе пациентов (по количеству пациентов)

Медиана продолжительности госпитализации после одонтоидэктомии составила 12 дней ± 18.9 (7–52 дня). Самая продолжительная госпитализация составила 52 дня у пациента с послеоперационной ликвореей и менингитом.

Клинический пример №1.

Пациентка С. 22 лет 18.06.18 поступила в ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» МЗ РФ с диагнозом «Платибазия. Инвагинация зубовидного отростка С2 позвонка, компрессия продолговатого мозга» после выполненного в марте 2018 года в качестве первого этапа лечения в ФГБУ «НМИЦ ТО им. Приорова» окципитоспондилодеза (Рисунок 19).



Примечание – А – МРТ головы в Т2 режиме в сагиттальной проекции. Определена платибазия и инвагинация зубовидного отростка с выраженной компрессией стволовых структур. Б – МРТ головы в Т1 режиме. Желтый пунктир – назокливальная линия, красный пунктир – назопалатинная линия. Угол операционного действия 300. В – КТ головы в сагиттальной проекции. Г – краниография в прямой проекции. Правильное расположение стабилизирующей системы

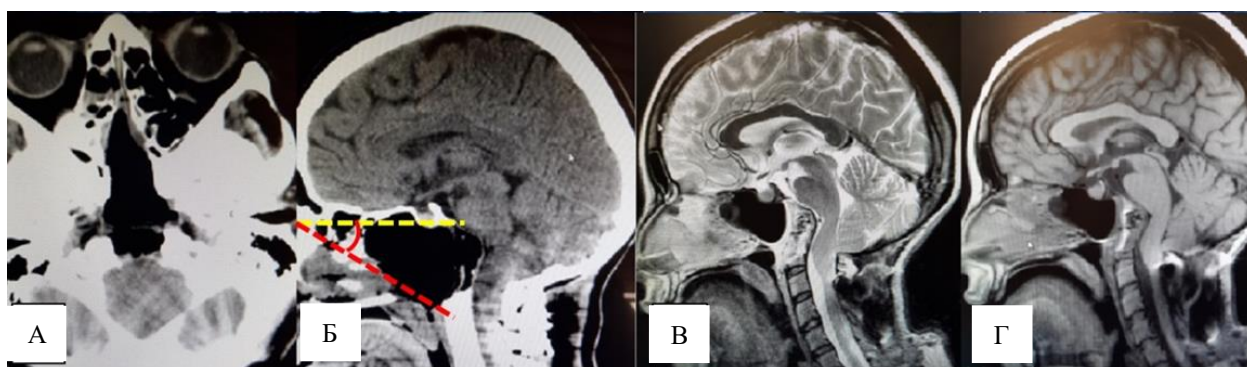
Рисунок 19 – нейровизуализационные исследования пациентки С до операции

В клинической картине заболевания периодическое затруднение дыхания, онемение пальцев кистей, выраженная краниалгия. Через 2 дня после госпитализации выполнена операция «Трансназальное эндоскопическое удаление инвагинированного зубовидного отростка С2 позвонка, декомпрессия стволовых структур».

Ход операции: Под эндотрахеальным наркозом, трахеостомия. Выполнена имплантация наружного люмбального дренажа. Положение больной на

операционном столе лежа на спине, с приподнятым головным концом. Выполнен эндоскопический биназальный доступ к передней стенке пазухи клиновидной кости. Последняя трепанирована. Слизистая пахухи удалена. Трепанация ската при помощи алмазной фрезы. Визуально скат выглядел укороченным, однако вместе с зубовидным отростком С2 позвонка компремировал ствольные структуры. Поэтапно трепанировано переднее полукольцо С1 позвонка, которое располагалось за дистальным отделом ската. Поэтапно трепанирован инвагинированный зубовидный отросток С2 позвонка, задние отделы которого грубо компремировали ствольные структуры. Трепанация производилась высокооборотной алмазной фрезой и пистолетными костными кусачками. Вapоризирована поперечная связка. Подлежащая твердая мозговая оболочка очень истончена. Четко визуализированы подлежащие ствольные структуры. Отмечено появление отчетливой пульсации базальной твердой мозговой оболочки. Активной ликвореи нет. Гемостаз. На базальную твердую мозговую оболочку области ската и С1-С2 сегмента уложен Тахокомб, клей Ивисел. Люмбальный дренаж по окончании операции удален.

После операции у пациентки наблюдались легкие преходящие бульбарные нарушения, однако при проведении КТ после операции определили полную декомпрессию ствольных структур (Рисунок 20, А, Б).



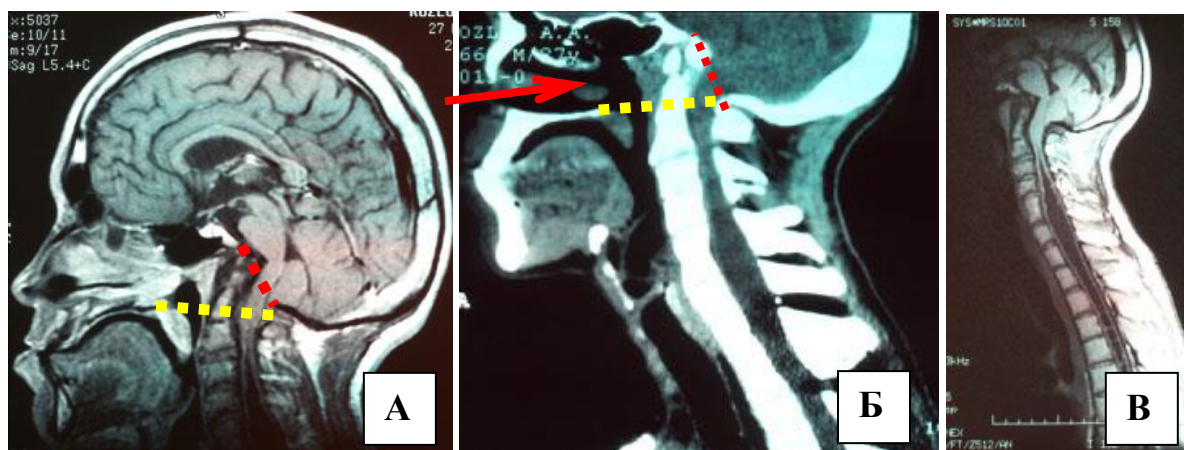
Примечание – После операции: **А** – КТ головы в аксиальной проекции на 1-е сутки после операции; **Б** – КТ головы в сагиттальной проекции. Определяется полная декомпрессия ствольных структур, тотальное удаление зубовидного отростка. Желтый пунктир – назокливая линия, красный пунктир – назопалатинная линия. **В** – МРТ головы в Т2 режиме в сагиттальной проекции; **Г** – МРТ головы в Т1 режиме в сагиттальной проекции. Выявлены резервные пространства в области бывшей компрессии ствольных структур зубовидным отростком С2 позвонка

Рисунок 20 – Нейровизуализационные исследования пациентки С.

Через 12 дней после операции пациентка была выписана в удовлетворительном состоянии, и ей была удалена трахеостома. При последующем катamnестическом обследовании через 6 месяцев после операции симптоматика полностью регрессировала. При МРТ определяется полная декомпрессия стволовых структур, появление резервных ликворных пространств (Рисунок 20, В, Г).

Клинический пример № 2

Пациент К. 27 лет поступил в ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак Н.Н. Бурденко» Минздрава России с жалобами на головные боли, онемение в правых конечностях, снижение силы в руках и ногах. При проведении МРТ и СКТ обследований выявлено укорочение ската, базилярная импрессия, а также инвагинация зубовидного отростка С2 позвонка, которая привела к деформации стволовых структур на уровне понто-медуллярной борозды. Также отмечается опущение миндалин мозжечка в большое затылочное отверстие на 4–5 мм и протяженная сирингомиелитическая киста с поперечными трабекулами с уровня С2 до Th 7 (Рисунок 21).



Примечание – А – МРТ до операции; Б – СКТ до операции. Инвагинация зубовидного отростка С2 позвонка, компрессия продолговатого мозга. Красная пунктирная линия – линия плоскости большого затылочного отверстия Мак-Рея; желтая пунктирная линия – линия Чемберлена; красная стрелка указывает направление доступа. Угол операционного действия 25°. В – МРТ до операции, сирингомиелитическая киста С3-Тh7

Рисунок 21 – Нейровизуализационные исследования пациента К. до операции

Пациенту был поставлен клинический диагноз: базилярная импрессия. Инвагинация зубовидного отростка С2 позвонка. Сирингомиелитическая киста на уровне С3-Th7 позвонков.

Выполнена двухэтапная операция – «Первый этап. Окципитоспондилодез системой "Vertex". Второй этап. Эндоскопическое трансназальное удаление инвагинированного зубовидного отростка С2, декомпрессия стволовых структур».

Ход операции: Выполнена имплантация наружного люмбального дренажа. Выполнена транскутанная дилатационная трахеостомия. В положении лёжа на животе произведён типичный окципитоспондилодез системой "Vertex". Смена положения лежа на спине. Выполнен эндоскопический доступ к проекции передней стенки основной пазухи. Последняя трепанирована. Скелетирован скат, переднее полукольцо С1, верхние отделы тела С2. Отмечается значительное уменьшение размеров ската. Поэтапная трепанация ската, через переднее полукольцо С1, зубовидный отросток С2. За верхним полюсом зубовидного отростка С2 располагался отдельно лежащий фрагмент верхушки зубовидного отростка, который был интимно спаян с прилежащей ТМО. Поэтапно трепанирован этот костный фрагмент, с использованием высокооборотной дрелью с алмазной фрезой диаметром 4 мм. На всем протяжении от ската до С2 позвонка твердая мозговая оболочка была интимно спаяна с инвагинированными костными тканями. При удалении патологического очага она повреждена, отмечена ликворея. После удаления компремирующего очага наблюдалась ее отчетливая пульсация. Произведена пластика твердой мозговой оболочки "Тахокомбом", "Суржицелем" и клеем "Тиссукол". С целью профилактики реновой ликвореи, принято решение об сохранении люмбального дренажа.

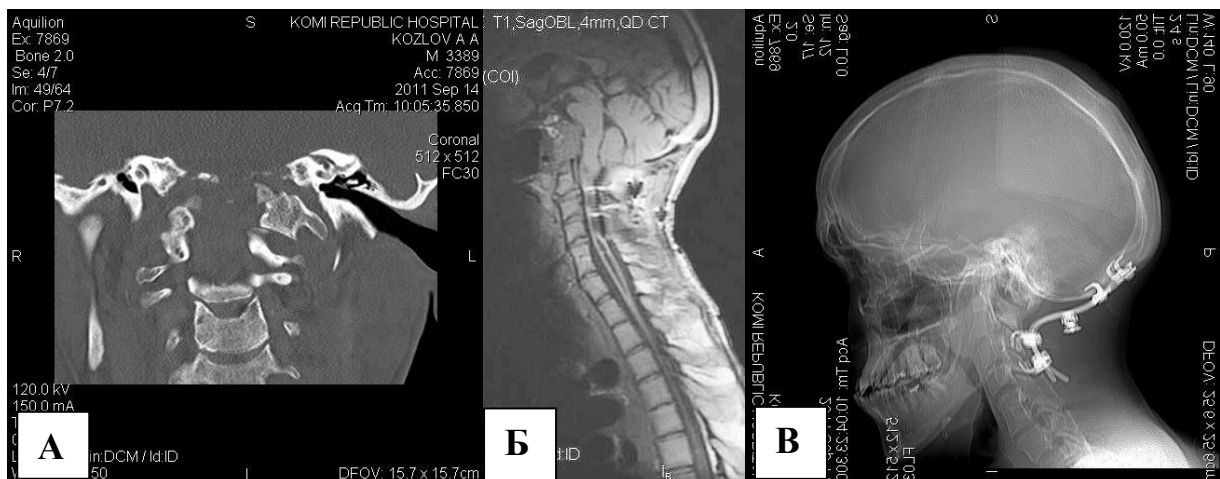
В течение первых дней после операции у пациента проявились симптомы менингита и через 4 дня была обнаружена ликворея. После того как воспалительные процессы были устранены, на 10-й день после первой операции пациенту было проведено повторное оперативное вмешательство, направленное на закрытие ликворной фистулы. Пациент активизирован. Отмечен регресс неврологического дефицита в виде увеличения силы в конечностях до 5 баллов.

Поскольку у пациента были выявлены бульбарные нарушения, проявляющиеся в форме затруднения глотания твёрдой и жидкой пищей, ему была установлена постоянная трахеостома при выписке. На контрольной нейровизуализации: послеоперационный костный дефект зубовидного отростка С2 и ската; отмечается полная декомпрессия невралжных структур краниовертебрально перехода; отсутствие признаков стеноза позвоночного канала; стабилизирующая система, в удовлетворительном положении (Рисунок 22).



Рисунок 22 – СКТ 7-е сутки после операции.
Декомпрессия продолговатого и спинного мозга

При катamnестическом обследовании через три месяца был отмечен полный регресс симптоматики. По данным нейровизуализационных исследований выявлена полная декомпрессия стволовых структур и частичный регресс гигантской сирингомиелической кисты (Рисунок 23).

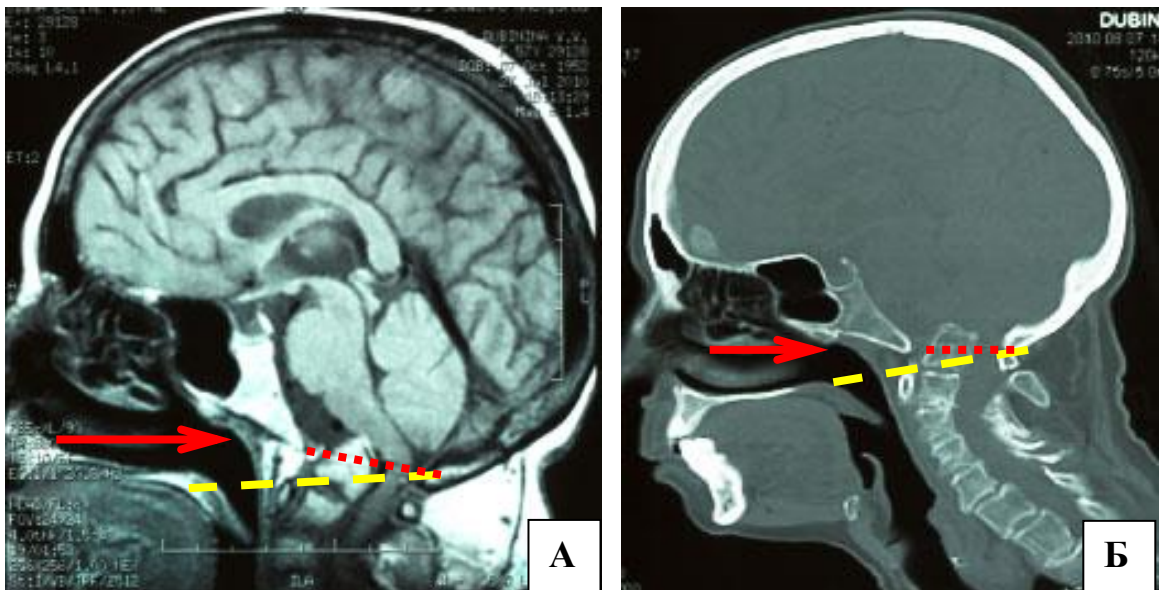


Примечание – А – СКТ через 3 месяца после операции; Б – МРТ головы и шеи в сагиттальной проекции в T1 режиме. Декомпрессия продолговатого и спинного мозга, частичный регресс гигантской сирингомиелической кисты; В – Рентгенограмма в боковой проекции. Правильное стояние стабилизирующей системы

Рисунок 23 – Нейровизуализационные исследования через 3 месяца после оперативного лечения

Клинический пример № 3

Пациентка Д-на 58 лет поступила в ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России с жалобами на снижение силы во всех конечностях, парезестезии в теле. В неврологическом статусе: спастический тетрапарез до 1 балла, значительные нарушения поверхностной и глубокой чувствительности в верхних и нижних конечностях, а также в туловище. На МРТ и СКТ выявлена инвагинация зубовидного отростка и тела С2 с компрессией стволовых структур (Рисунок 24).



Примечание – А – МРТ в T1 режиме в сагиттальной проекции; Б – СКТ головы в сагиттальной проекции. Посттравматическая инвагинация зубовидного отростка С2 позвонка с грубой компрессией продолговатого мозга и верхних шейных сегментов спинного мозга. Красный пунктир – линия МакРея, желтый пунктир – линия Чемберлена; красная стрелка – направление доступа

Рисунок 24 – Нейровизуализационные исследования пациентки Д-ной до операции

Пациентке поставлен клинический диагноз: Посттравматическая инвагинация зубовидного отростка С2 позвонка с грубой компрессией продолговатого мозга и верхних шейных сегментов спинного мозга.

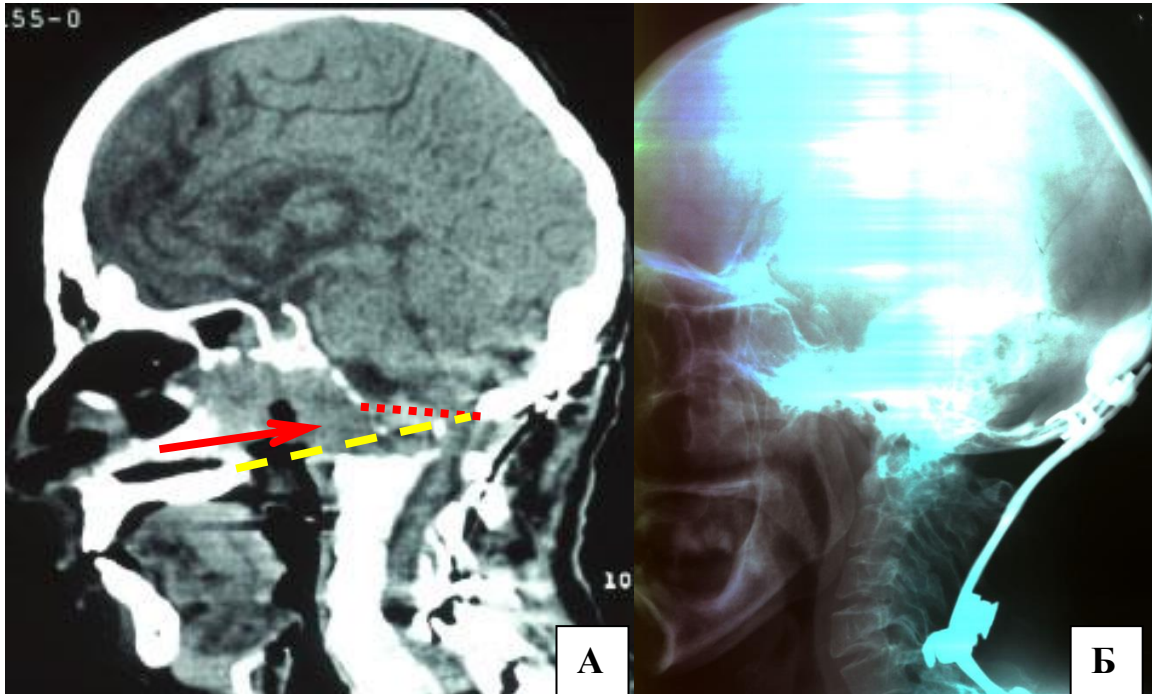
Выполнена операция: Окципитоспондилодез системой "Vertex".
Эндоскопическое трансназальное удаление зубовидного отростка С2 позвонка.

Ход операции: Выполнена транскутанная дилатационная трахеостомия. В положении лёжа на животе произведён типичный окципитоспондилодез системой "Vertex". Смена положения лежа на спине. Первоначально было планировано проведение трансорального доступа к очагу поражения, но из-за тяжелой ограниченности подвижности нижне-челюстного сустава (максимальное расстояние между резцами верхней и нижней челюсти составляло 12 мм), решено провести операцию с использованием эндоскопического эндоназального доступа. Выполнена имплантация наружного люмбального дренажа. Выполнен эндоскопический доступ к проекции передней стенки основной пазухи. Последняя трепанирована. Выполнена дополнительная трепанация ската до нижних его отделов. Скелетирована передняя поверхность зубовидного отростка С2 позвонка. При помощи высокооборотной дрели (с алмазной фрезой диаметром 4 мм) поэтапно трепанирован зубовидный отросток С2 позвонка, который грубо компримировал верхние сегменты спинного мозга. Этот этап был технически сложным из-за высокого и наклоненного кзади положения зубовидного отростка.

После удаления зубовидного отростка, отмечена отчетливая пульсация твердой мозговой оболочки области ската и области краниоспинального перехода (в области компрессии С2). Важно отметить очень плотное приращение кортикальной пластинки к твердой мозговой оболочке, которая была повреждена (небольшой точечный дефект) на заключительном этапе операции. На область дефекта уложен "Тахокомб", "Суржицель". Выполнена дополнительная герметизация фибрин-тромбиновым клеем. По завершению операции выполнено удаление люмбального дренажа.

Послеоперационный период гладкий, осложнений не наблюдалось. На 8-е сутки после операции выполнена деканюляция трахеостомической трубки. В неврологическом статусе отмечен частичный регресс тетрапареза. Чувствительные нарушения регрессировали практически полностью. Признаков назальной ликвореи не отмечено.

На контрольной СКТ полная декомпрессия ствольных структур, правильное расположение стабилизирующей системы от С7 позвонка до затылочной кости (Рисунок 25).

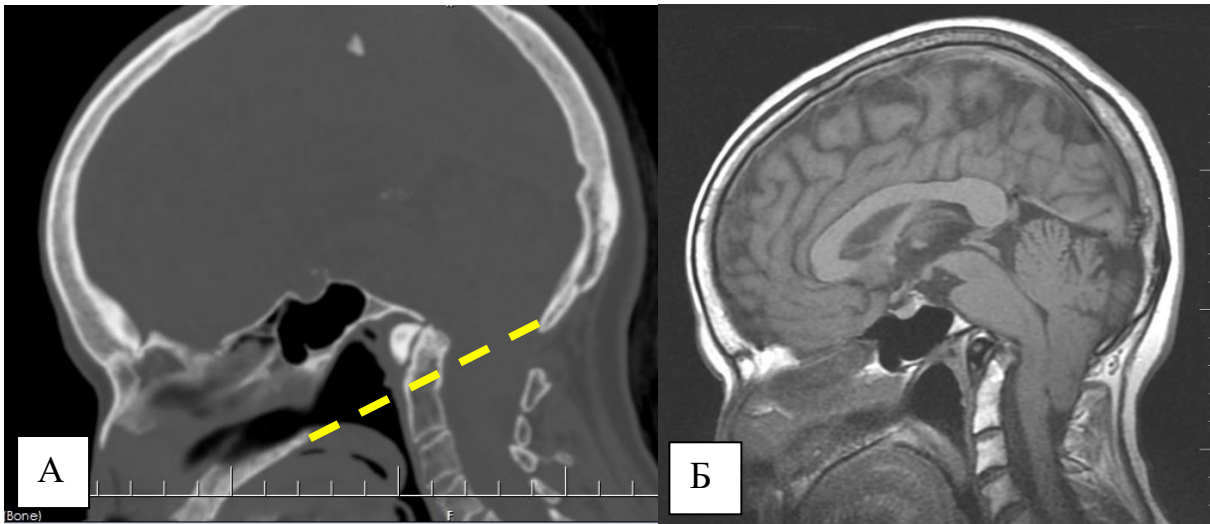


Примечание – А – СКТ в сагиттальной проекции. Полная декомпрессия ствольных структур. Желтый пунктир – линия Чемберлена, красный пунктир – линия Мак-Рея, красная стрелка – направление доступа; Б – рентгенограмма в боковой проекции после операции. Правильное стояние стабилизирующей системы

Рисунок 25 – Нейровизуализационные исследования пациентки Д-ной после операции:

Клинический пример № 4

Пациентка С. 60 лет поступила в ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак Н.Н. Бурденко» Минздрава России с жалобами на головные боли, головокружение. По данным МРТ и КТ выявлено наличие инвагинированного зубовидного отростка С2 позвонка, грубо компремирующего ствольные структуры, опущение миндалин мозжечка в большое затылочное отверстие на 19 мм ниже линии Чемберлена (Рисунок 26).



Примечание – **А** – СКТ в сагиттальной проекции; **Б** – МРТ в сагиттальной проекции в T1 режиме. Определяется платибазия, инвагинация зубовидного отростка, грубая компрессия стволовых структур. Желтый пунктир – линия Чемберлена

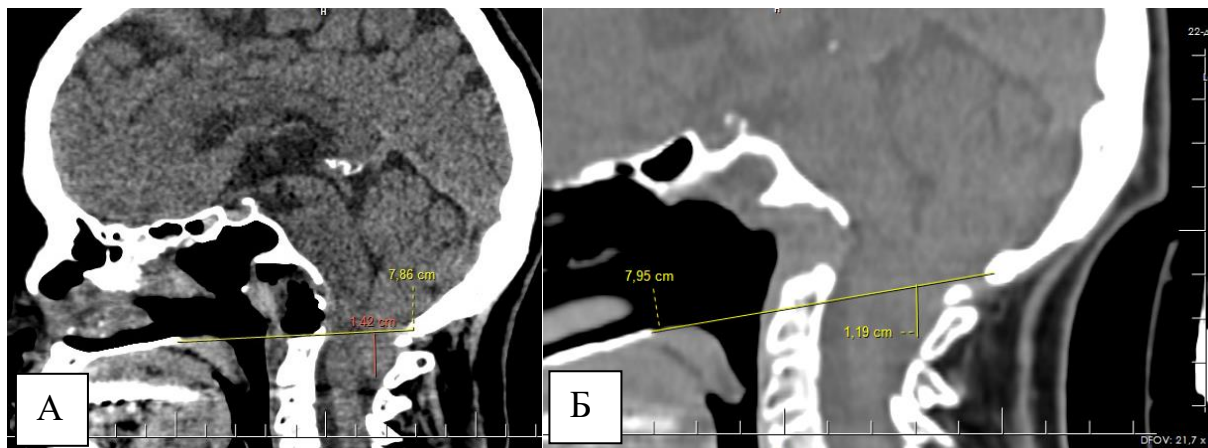
Рисунок 26 – Нейровизуализационные исследования пациентки С-вой до операции

Выполнена операция «Эндоскопическое трансназальное удаление инвагинированного зубовидного отростка С2 позвонка, декомпрессия стволовых структур».

Ход операции: Наркоз эндотрахеальный. Положение больной лежа на спине с приподнятым головным концом. Через правый носовой ход осуществлен эндоскопический доступ к передней стенке пазухи основной кости. Последняя трепанирована. Выполнена поэтапное скелетирование нижних отделов ската, переднего полукольца С1, шейки зубовидного отростка С2, верхних отделов тела С2. Поэтапно трепанировано и удалено переднее полукольцо С1 позвонка. Поэтапно трепанирован инвагинированный зубовидный отросток С2 позвонка, освобождены подлежащие стволовые структуры. Ликворея интраоперационно не отмечалась. Поэтапно использованы 0, 30 град эндоскоп. На твердую мозговую оболочку уложен Тахокомб, фрагмент аутослизистой, Сурджицель.

Послеоперационный период гладкий, осложнений не наблюдалось. Отмечен регресс головных болей. При КТ после операции отмечается полное удаление зубовидного отростка, частичная редислокация миндалик мозжечка с 19 до 14 мм (Рисунок 27А). На 7 сутки после операции пациентка выписана в удовлетворительном состоянии с рекомендацией носить головодержатель по типу

Филадельфия в течение 6 месяцев. При КТ через 6 месяцев отмечается дальнейшая редислокация миндаликов мозжечка с 14 до 12 мм (Рисунок 27, Б). Также отмечено развитие импрессии С2 позвонка на фоне отсутствия стабилизирующей конструкции.



Примечание – А – СКТ в сагиттальной проекции через 5 дней после операции; Б – СКТ в сагиттальной проекции через 5 месяцев после операции. Отмечается полная декомпрессия стволовых структур. Частичная редислокация миндаликов мозжечка до 12 мм

Рисунок 27 – нейровизуализационные исследования пациентки С-вой после операции

4.2 Анализ результатов микрохирургической трансоральной одонтоидэктомии

Для оценки результатов хирургического лечения, был проведен ретроспективный анализ историй болезни 24 пациентов, у которых была выполнена микрохирургическая трансоральная операция по удалению зубовидного отростка С2 позвонка.

У 11 пациентов стабилизирующая операция была выполнена одномоментно (у 8 из них первым этапом операции был окципитоспондилодез, у 3 вторым этапом сразу после удаления зубовидного отростка – передняя стабилизация индивидуальной стабилизирующей системой). У 7 пациентов стабилизация была выполнена предварительно в среднем в течение года до основного этапа хирургического лечения; в 3 случаях окципитоспондилодез был выполнен в течение 2 недель после одонтоидэктомии. Окципитоспондилодез был выполнен крючковой системой «Vertex» в 11 случаях, винтовой системой «DM» – в 4 и

системой summit – в 2 случаях. У одного пациента (диагноз: инвагинированный зубовидный отросток С2 позвонка) стабилизация КВП не выполнялась, несмотря на отсутствие ассимиляции С1 позвонка с черепом, и после 6-месячного ношения воротника по типу Филадельфия отмечена стабилизация КВП. В 7 случаях окципитоспондилодез сопровождался ламинэктомией на уровне С1-С2 позвонков.

Всем пациентам до операции устанавливалась трахеостома. Деканюляция выполнялась в среднем через 11 дней после операции. Отмечено снижение продолжительности ношения трахеостомы пациентами с набором клинического опыта (Рисунок 28).



Рисунок 28 – Средние показатели продолжительности ношения трахеостомы по годам

Средняя продолжительность операции составила 400 минут. Медиана продолжительности одонтоидэктомии составила 380 минут [320;450]. При анализе влияния набора опыта на продолжительность операции этот показатель оставался стабильным. Выполнение окципитоспондилодеза первым этапом удлиняло операцию на 525 минут – медиана [480;550] (Рисунок 29).



Рисунок 29 – изменение продолжительности трансоральной одонтоидэктомии с набором хирургического опыта

В 5 случаях для расширения зоны доступности выполнялась трепанация нижних отделов ската (в этих случаях верхушка зубовидного отростка была за нижним отделом ската) и во всех случаях выполнялась трепанация тела С2 позвонка. В 21 случае достигнута полная резекция зубовидного отростка. В 1 случае оставлена дорсальная кортикальная пластика зубовидного отростка, однако декомпрессия стволовых структур достигнута. В 1 случае удалена одна половина зубовидного отростка, что потребовало выполнить реоперацию, после чего зубовидный отросток был удален полностью. В 1 случае ввиду ошибки ориентации в операционной ране вместо зубовидного отростка выполнена трепанация передних отделов мыщелка затылочной кости (ошибка от средней линии составила 4 мм), ввиду чего пациенту выполнена реоперация на следующий день и достигнуто полное удаление зубовидного отростка.

В двух случаях на последних этапах удаления зубовидного отростка отмечено повреждение твердой мозговой оболочки с развитием интраоперационной ликвореи. В обоих случаях выполнена пластика Тахокомбом, во втором – тахокомбом, аутожиром и аутофасцией. Ни у одного пациента в послеоперационном периоде не отмечено развития менингита или ликвореи. В 1 случае после операции развилась пневмония.

В 15 случаях оральное питание начиналось за 3–4 дня до деканюляции, в 4 случаях начало орального питания совпало с днем деканюляции и в оставшихся 3 случаях ввиду бульбарных нарушений оральное питание начиналось спустя 7–10 дней после деканюляции. В двух случаях деканюляция не была выполнена в рамках госпитализации из-за сохраняющихся бульбарных нарушений. В среднем срок начала орального питания составил 8,3 дня.

Ни в одном случае не отмечено повреждения магистральных сосудов. Средняя кровопотеря у пациентов, которым одновременно с одонтоидэктомией выполнялась задняя стабилизация составила 1040 мл. У пациентов, которым не выполнялась стабилизация или выполнялась одномоментная передняя стабилизация средняя кровопотеря составила 416 мл.

Оценка клинической симптоматики выполнялась на момент выписки пациента. У 10 из 16 пациентов с исходным тетрапарезом отмечена положительная динамика в виде повышения силы в конечностях. Ни у одного из пациентов без исходных двигательных нарушений ($n = 5$) в послеоперационном периоде не отмечено появления таковых. У всех пациентов с исходным гемипарезом ($n = 3$) также отмечена положительная динамика в виде повышения силы в конечностях. У 10 из 16 пациентов с предоперационной краниалгией она регрессировала после операции. У оставшихся осталась на прежнем уровне. У 6 из 9 пациентов отмечен регресс атаксии.

У 12 из 20 пациентов, в послеоперационном периоде, имелся регресс чувствительных нарушений. У 1 пациента из 4 с бульбарными нарушениями отмечена положительная динамика; у 2 – степень нарушения осталась на предоперационном уровне и у 1 отмечено их усугубление. У 1 пациента бульбарные нарушения появились после операции, но регрессировали к 26-му дню послеоперационного периода. Динамика клинической картины представлена на Рисунке 30.

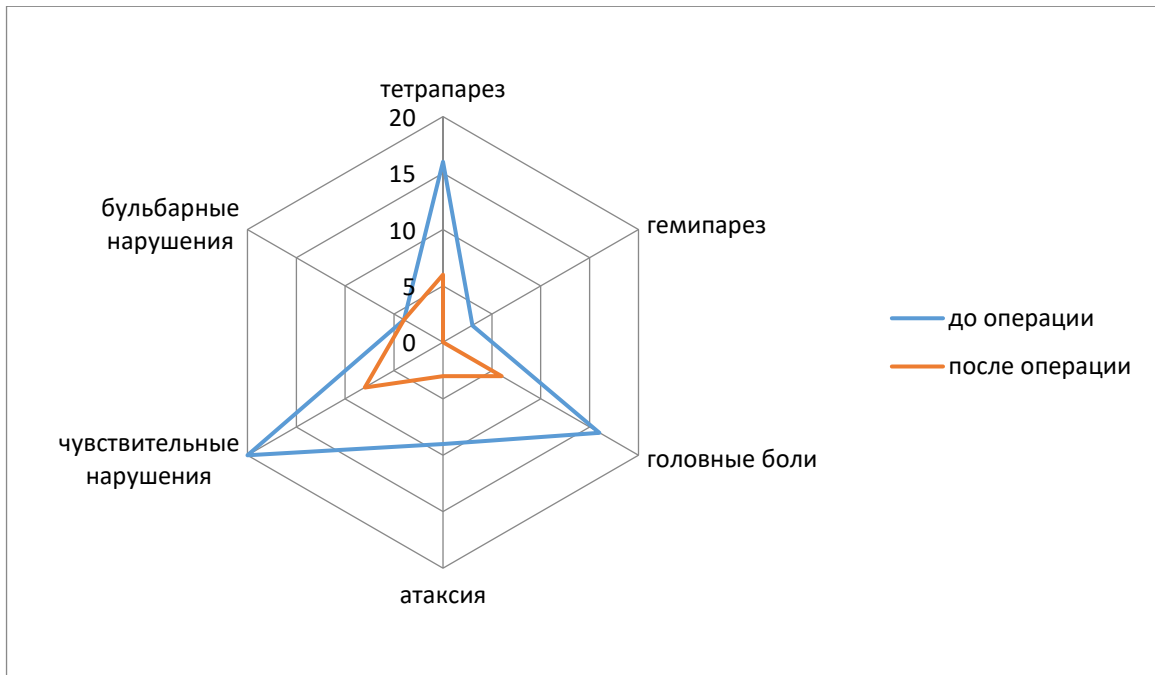
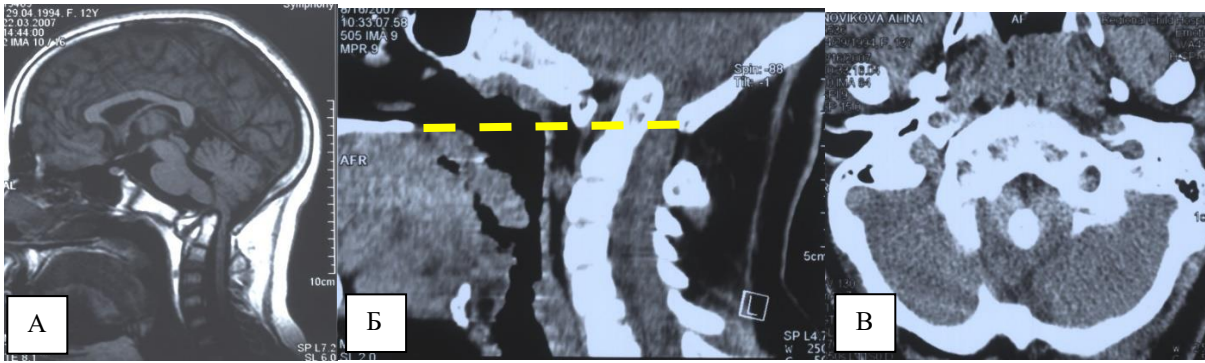


Рисунок 30 – Динамика симптомов после операции в контрольной группе пациентов (по количеству пациентов)

Медиана продолжительности госпитализации после одонтоидэктомии составила 18 дней [11,5; 28,5]. Самая длительная госпитализация составила 55 дней у пациента с троекратным расхождением швов на задней стенке ротоглотки в послеоперационном периоде.

Клинический пример № 5

Пациентка Н. 13 лет поступила в ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России с жалобами на нарушение глотания, речи, слабость в конечностях, шаткость и неустойчивость при ходьбе. При МРТ и КТ выявлена платибазия, инвагинированный зубовидный отросток с компрессией стволовых структур (Рисунок 31). В неврологическом статусе спастический тетрапарез 4 балла, бульбарные нарушения, атаксия.



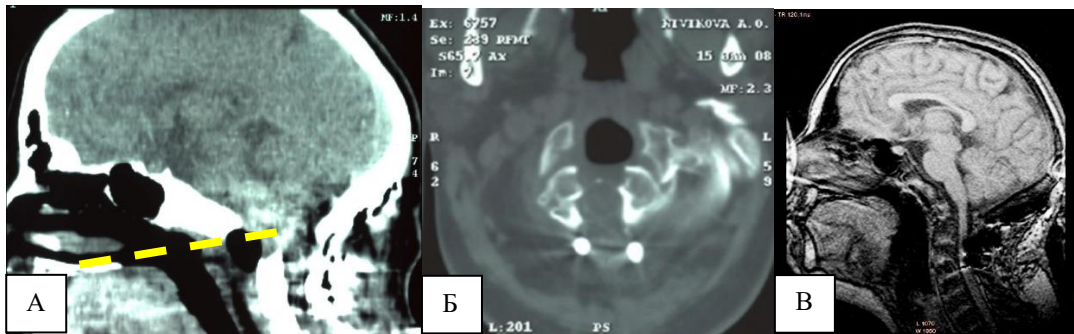
Примечание – **А** – МРТ в Т1 режиме в сагиттальной проекции; **Б** – СКТ в сагиттальной проекции; **В** – СКТ в аксиальной проекции. Определяется платибазия, инвагинация зубовидного отростка. Желтый пунктир – линия Чемберлена

Рисунок 31 – нейровизуализационные исследования пациентки Н. до операции:

Пациентке выполнена операция: «Окципитоспондилодез системой "Vertex". Трансоральное удаление зубовидного отростка и верхних отделов С2 позвонка по поводу платибазии и грубой базилярной импрессии».

Ход операции: первым этапом установлена стабилизирующая конструкция. После переворота пациентки установлен роторасширитель. Выполнен линейный парамедианный разрез мягкого неба, которое прошито и разведено на нитях-держалках. Линейный разрез глотки, который прошит и разведен на нитях-держалках. Поэтапно препарированы костные структуры основания черепа – скат, а также переднее полукольцо С1 позвонка и С2 позвонок. Необходимо отметить ассимиляцию С1 позвонка со скатом. Произведена трепанация переднего полукольца С1 и нижних отделов ската черепа. Обнаружен инвагинированный зубовидный отросток С2 позвонка. Сустав Крювелье значительно расширен. Произведена трепанация основания зубовидного отростка С2 и верхних отделов тела С2 позвонка. Обнаружена левая позвоночная артерия. После мобилизации зубовидного отростка С2, последний фрагментирован и полностью удален. После удаления зубовидного отростка расправилась твердая мозговая оболочка основания черепа, отмечена отчетливая ее пульсация. Гемостаз. Интраоперационной ликвореи не отмечено. На твердую мозговую оболочку основания черепа и верхних шейных сегментов уложен "Тахокомб". Послойное ушивание глотки. Швы на мягкое небо. Этапы операции видеодокументированы. Гемодинамические показатели во время операции оставались стабильными.

Послеоперационный период протекал без осложнений. На 14-е сутки после операции сняты швы с задней стенки глотки. Трахеостома удалена на 23-и сутки после операции. Переведена на самостоятельное питание на 23-и сутки после операции (до этого питание осуществлялось через назогастральный зонд). В неврологическом статусе: регресс тетрапареза, бульбарных нарушений. При контрольной КТ отмечается правильное стояние стабилизирующей системы (Рисунок 32).



Примечание – **А** – СКТ сразу после операции в аксиальной проекции; **Б** – СКТ сразу после операции в сагиттальной проекции **В** – МРТ через 2 месяца после операции в сагиттальной проекции. Отмечается декомпрессия передних отделов спинного мозга. Желтый пунктир – линия Чемберлена

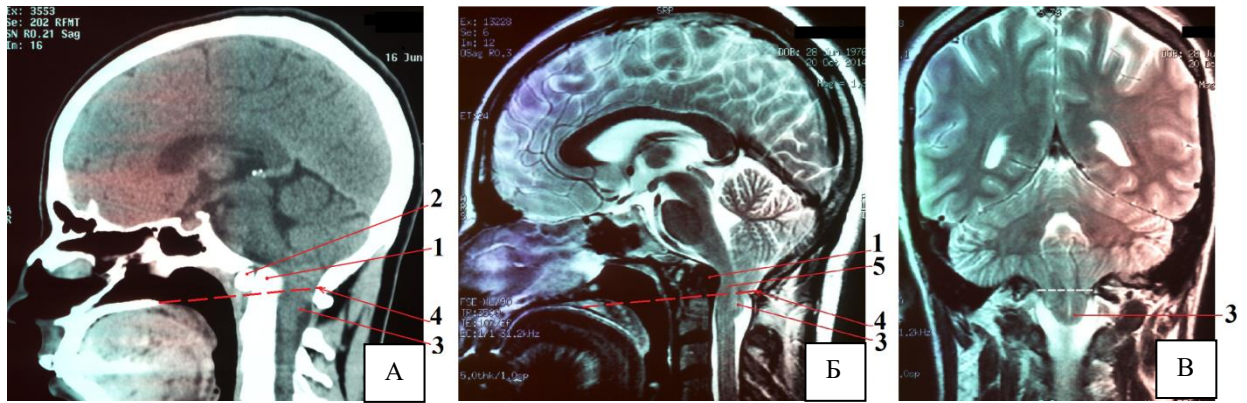
Рисунок 32 – МРТ и СКТ пациентки Н. после операции

На 43-и сутки после операции пациентка выписана в удовлетворительном состоянии.

Клинический пример № 6

Пациентка М. 38 лет поступила в ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н Бурденко» Минздрава России с жалобами на головные боли, поперхивание при глотании жидкой и твердой пищей, онемение в конечностях и снижение силы в правых конечностях. При МРТ и СКТ выявлены аномалия Арнольда–Киари 1 типа, инвагинированный зубовидный отросток С2 позвонка, компремирующий стволовые структуры (Рисунок 33).

При неврологическом осмотре отмечается мозжечковая атаксия, левосторонний гемипарез до 4 баллов, нарушение чувствительности в конечностях.



Примечание – **А** – СКТ в T2 режиме в сагиттальной проекции; **Б** – МРТ в сагиттальной проекции; **В** – МРТ во фронтальной проекции. Определяется базиллярная импрессия, инвагинация зубовидного отростка, который компримирует, стволые структуры, аномалия Киари 1-го типа – опущение миндалин мозжечка на 15 мм ниже линии Чемберлена (красный пунктир). Белый пунктир – большое затылочное отверстие. **1** – зубовидный отросток С2 позвонка; **2** – переднее полукольцо С1 позвонка; **3** – опущенные миндалины мозжечка; **4** – линия Чемберлена

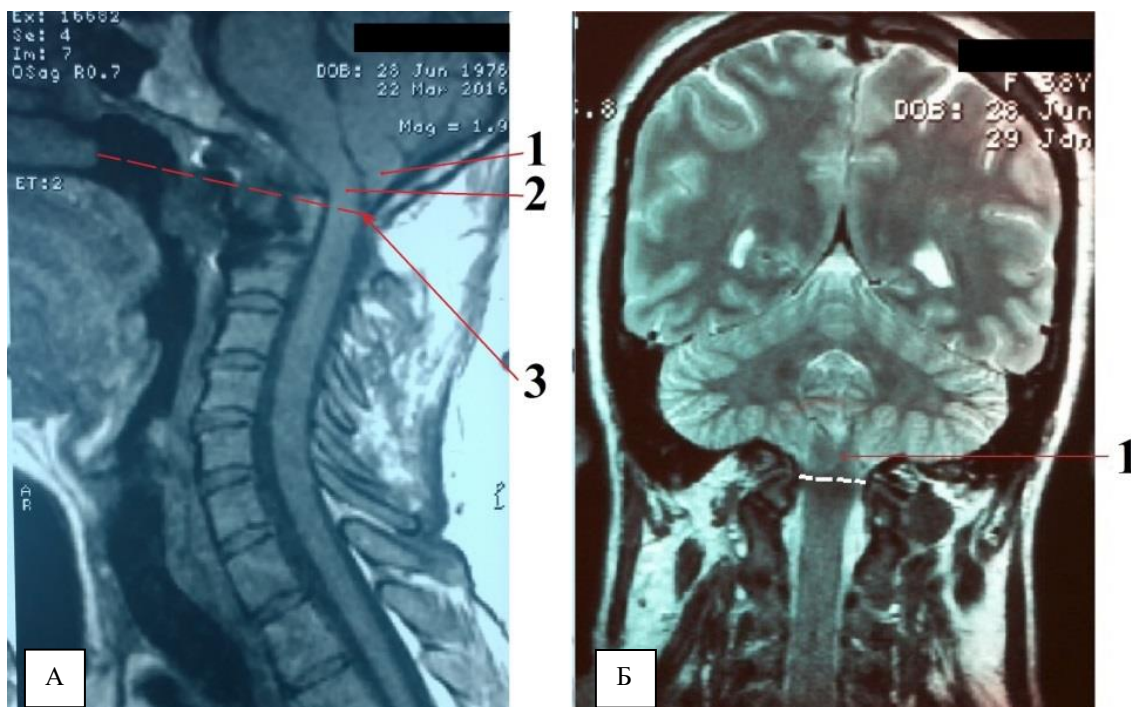
Рисунок 33 – Нейровизуализационные исследования пациентки М. до операции

Проведена операция «трансоральное удаление ретрофлексируемого зубовидного отростка С2 позвонка, декомпрессия верхнешейных отделов спинного мозга, передний спондилодез С1-С2 с использованием накладной металлической пластины, изготовленной с использованием стереолитографической модели краниовертебрального сегмента».

Ход операции: установлена трахеостома. Имплантация наружного люмбального дренажа. Установлен роторасшиитель. Линейный парамедианный разрез мягкого неба, последнее прошито и разведено на нитях-держалках. Линейный разрез глотки по средней линии. Поэтапное скелетирование переднего полукольца С1, нижних отделов зубовидного отростка С2 и тела С2 позвонка. Резекция переднего полукольца С1 позвонка. Поэтапная резекция увеличенного и инвагинированного зубовидного отростка С2 позвонка. После удаления зубовидного отростка, отмечено появление четкой пульсации, подлежащей ТМО. Твердая мозговая оболочка не повреждена, ликвореи нет. Установлена индивидуальная пластина, изготовленная с использованием стереолитографической модели. Боковые винты установлены в боковые массы С1 позвонка, а нижние винты установлены в тело С2 позвонка. Головки винтов фиксированы при помощи стопорного устройства. Послойное ушивание мягких тканей глотки. Швы на мягкое небо. Наружный люмбальный дренаж удален.

Пациентка выписана на 16-е сутки после операции в удовлетворительном состоянии с положительной динамикой двигательных и чувствительных нарушений.

На контрольной МРТ отмечается декомпрессия стволовых структур, миндалины мозжечка редислоцированы (Рисунок 34).



Примечание – А – МРТ в сагиттальной проекции через 17 месяцев после операции; Б – МРТ во фронтальной проекции через 7 месяцев после операции. 1 – редислоцированные миндалины мозжечка; 2 – верхнешейные отделы спинного мозга; 3 – линия Чемберлена

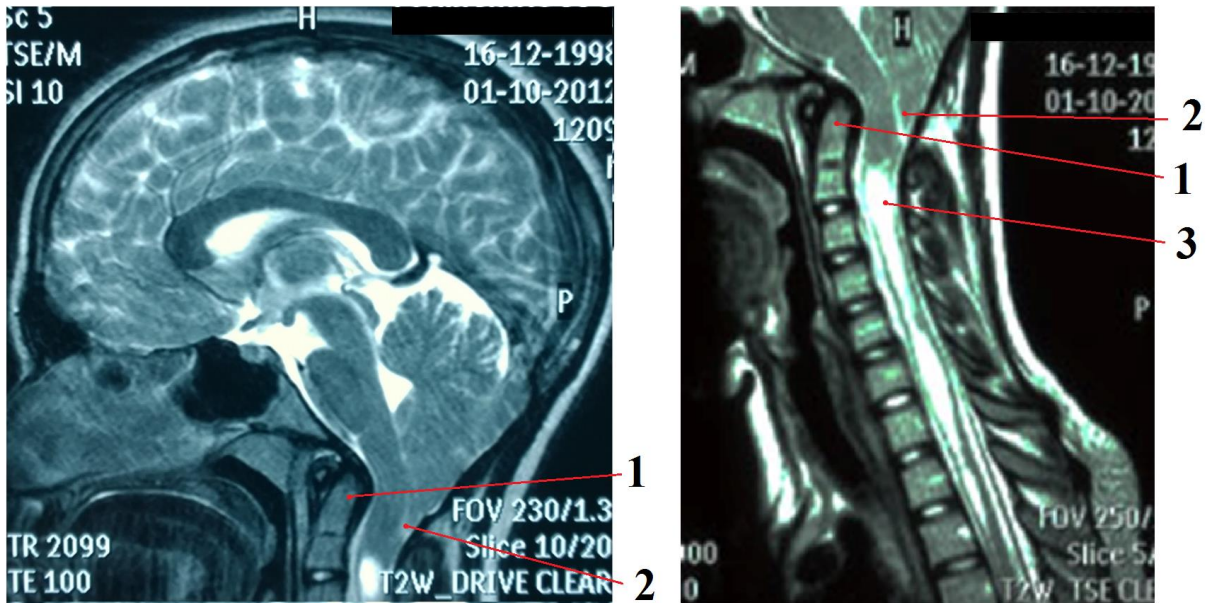
Рисунок 34 – Обследования пациентки М.

Клинический пример № 7

Пациентка Л. 13 лет поступила в ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н Бурденко» Минздрава России с жалобами на головные боли, двоение, шаткость и неустойчивость при ходьбе. При обследовании выявлены парез VI пары черепных нервов справа, атаксия. Проведенная ранее декомпрессия задней черепной ямки оказалась неэффективной, ввиду чего пациентка была госпитализирована для передней декомпрессии

На СКТ и МРТ: базилярная импрессия, инвагинация зубовидного отростка, компрессия стволовых структур, опущение миндалик мозжечка до уровня С2

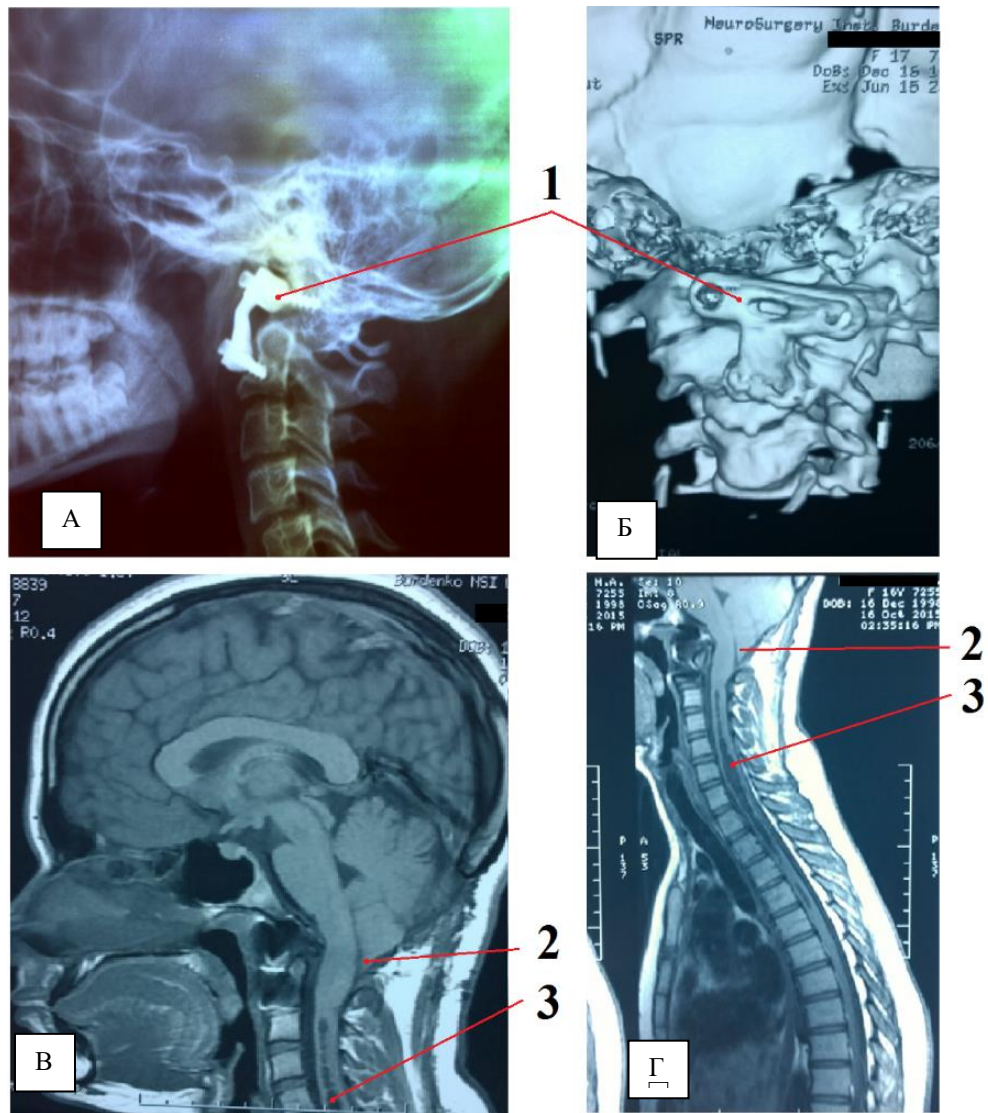
позвонка на 12 мм. Сирингомиелитическая киста с уровня С2 до Th2 (Рисунок 35).



Примечание – 1 – зубовидный отросток С2 позвонка; 2 – опущенные миндалины мозжечка, 3 – сирингомиелитическая киста

Рисунок 35 – МРТ пациентки Л. в сагиттальной проекции после задней декомпрессии. Определяется базилярная импрессия, инвагинация зубовидного отростка, мальформация Киари 1-го типа

Проведена операция "Трансоральное удаление ретрофлексирующего зубовидного отростка С2 позвонка, компремирующего продолговатый мозг, спондилодез С1-С2 с использованием накладной металлической пластины, изготовленной с использованием стереолитографической модели". На контрольных рентгенограммах шейного отдела позвоночника расположение накладной металлической пластины правильное. На СКТ явной компрессии ствола нет, расположение накладной металлической пластины правильное (Рисунок 36).



Примечание – **А** – рентгенограмма в боковой проекции; **Б** – СКТ в режиме 3D реконструкции – правильное стояние накладной металлической пластины; **В** – МРТ в сагиттальной проекции – декомпрессия верхнешейных сегментов спинного мозга; **Г** – МРТ в сагиттальной проекции. Уменьшение размеров синингомиелитической кисты; **1** – накладная металлическая пластина; **2** – редислоцированные минда-лины мозжечка; **3** – синингомиелитическая киста

Рисунок 36 – Исследования пациентки Л. после операции

Пациентка в удовлетворительном состоянии выписана на 18-е сутки после операции с сохранным объемом движения в шейном отделе позвоночника.

Клинический пример № 8

Пациентка П. 12 лет поступила в ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России с жалобами на слабость в руках и ногах шаткость походки. При обследовании выявлены тетрапарез 3 балла, туловищная атаксия (пошатывание при ходьбе). По данным МРТ и СКТ выявляется аномалия

краниовертебрального перехода – платибазия, высокое стояние зуба С2, изолированный зуб С2, передняя компрессия ствола головного мозга (Рисунок 37). За год до госпитализации выполнен окципитоспондилодез.



Примечание – А – МРТ в Т1 режиме в сагиттальной проекции; Б – СКТ в сагиттальной проекции. Определяется базилярная импрессия, грубая компрессия верхнешейных отделов спинного мозга инвагинированным зубовидным отросток

Рисунок 37 – нейровизуализационные исследования пациентки П. до операции

Выполнена операция «Трансоральное удаление зубовидного отростка и тела С2 позвонка».

Ход операции: Наркоз эндотрахеальный (наложена трахеостома). Положение больной лежа. Установлен роторасширитель.

Линейный парамедианный разрез мягкого неба, которое прошито и края разведены на нитях-держалках. Линейный разрез глотки, края которого прошиты и разведены на нитях-держалках. Поэтапно скелетировано переднее полукольцо С1 позвонка. Обнаружен люфтующий зубовидный отросток С2 позвонка.

Произведена трепанация переднего полукольца С1 позвонка. Поэтапно препарирован и целиком удален зубовидный отросток С2 позвонка.

Дополнительное препарирование тела С2 позвонка. Трепановано тело С2 позвонка. Задняя продольная связка была сохранена на небольшом участке, в основном к задней поверхности тела С2 прилежала твердая мозговая оболочка. После удаления тела С2 (основного компрессирующего фактора) отмечена

распрявление твердой мозговой оболочки области продолговатого мозга; появление ее пульсации и выпрямление твердой мозговой оболочки до задней кромки проекции переднего полукольца С1 позвонка.

С2 позвонок удален практически до межпозвонкового диска С2-С3. Гемостаз. Интраоперационной ликвореи не отмечено.

Гемостаз с использованием «Тахокомба» и «Суржицеля». Швы на фарингс и мягкое небо.

Гемодинамические показатели во время операции оставались стабильными.

На КТ после операции полная декомпрессия ствольных структур (Рисунок 38).



Рисунок 38 – КТ пациентки П. после операции. Отмечается полная декомпрессия ствольных структур. Зубовидный отросток удален полностью

В послеоперационном периоде отмечен регресс тетрапареза, шаткости походки. На 14-е сутки после операции выявлено расхождение швов на мягком небе, ввиду чего проведена операция «Пластика мягкого неба».

Через 3 недели отмечено появление свища в области мягкого неба, что также потребовало проведения ревизии. На 52-е сутки после операции пациентка выписана в удовлетворительном состоянии.

4.3 Сравнительный анализ результатов хирургического лечения по ключевым показателям

Для оценки эффективности и целесообразности применения эндоскопического доступа при одонтоидэктомии группы пациентов сравнивались по ключевым показателям.

Частота полной резекции зубовидного отростка статистически не отличалась между группами ($p > 0,05$, точный критерий Фишера), Рисунок 39.

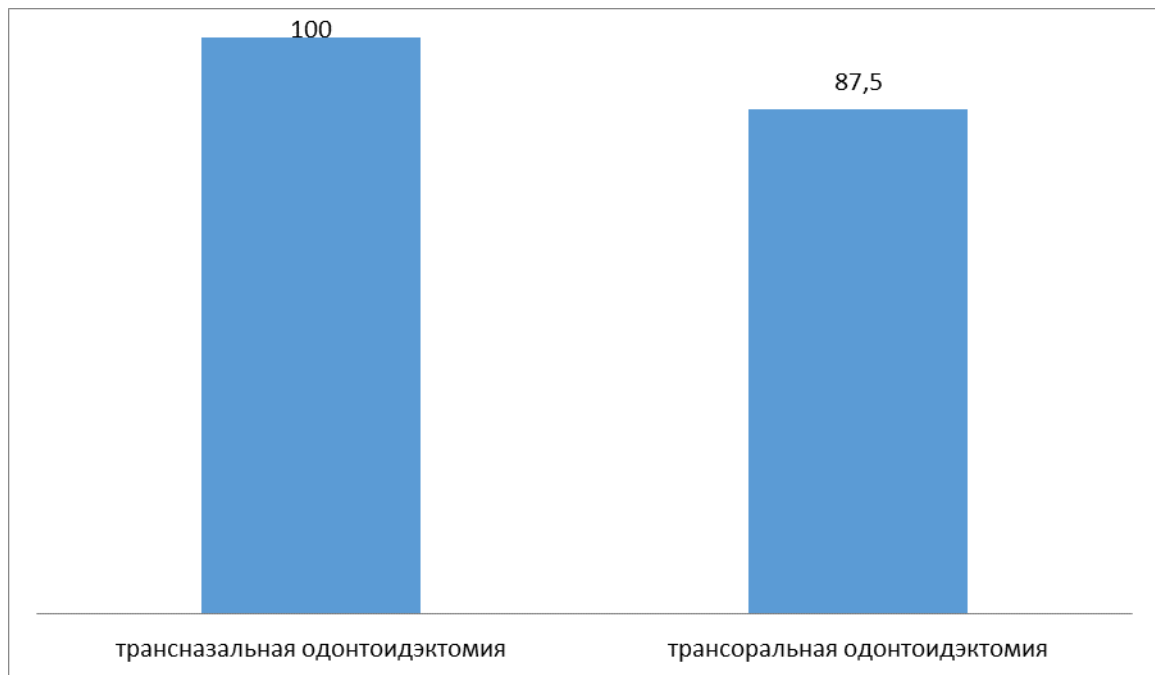


Рисунок 39 – сравнение групп пациентов по частоте полной резекции зубовидного отростка

Средняя продолжительность одонтоидэктомии оказалась выше в контрольной группе – 320 минут в основной против 400 минут в контрольной ($p > 0,05$, тест Манна–Уитни). При сравнении объема кровопотери у пациентов, которым выполнялась только одонтоидэктомии оказалось, что достоверной разницы нет ($p > 0,05$, тест Манна–Уитни): в среднем 450 мл в основной группе против 416 мл в контрольной. Продолжительность госпитализации также оказалась выше в контрольной группе: в среднем 22 дня в контрольной группе против 19 в основной ($p > 0,05$, тест Манна–Уитни). Оценка достоверности разности сроков деканюляции с использованием критерия Манна–Уитни оказалась невозможна из-за малого количества подобных наблюдений в основной

группе (2 больным из 5 трахеостома не устанавливалась). Тем не менее, в контрольной группе средний срок деканюляции составил 10,4 дня против 7 дней в основной. Оральное питание же достоверно раньше начинали пациенты из группы, в которой была проведена трансзальная одонтоидэктомия ($p < 0,05$, тест Манна–Уитни).

Частота хирургических осложнений (ликворея, менингит, расхождение раны) оказалась недостоверно выше в основной группе (20%), чем в контрольной (5%) ($p > 0.05$, точный критерий Фишера) (таблица 2).

Таблица 2 – Осложнения хирургического лечения

<i>Осложнения</i>	<i>Группы сравнения, n (%)</i>	
	<i>Основная группа</i>	<i>Контрольная группа</i>
Ликворея	1 (20)	0 (0)
Менингит	1 (20)	0 (0)
Несостоятельность раны на задней стенке глотки	0 (0)	2 (8,3)
Пневмония	1 (20)	1 (4,1)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель работы заключается в исследовании возможности использования эндоскопического трансназального доступа для лечения патологических состояний краниовертебрального перехода, включая инвагинацию зубовидного отростка. Также исследовалась эффективность, безопасность и целесообразность этой методики путем сравнения результатов двух групп пациентов, оперированных с использованием эндоскопического трансназального доступа и без него. Основной мотивацией данной работы был поиск более эффективных и безопасных методов менее травматичных методов одонтоидэктомии по сравнению с классическим трансоральным, требующим формирования обширной раневой поверхности в полости рта и ротоглотки. Рассматриваемым методом стал эндоскопический трансназальный, применение которого за последние 20 лет значительно расширилось с хирургии эндоселлярных аденом гипофиза до удаления крупных распространенных опухолей основания черепа [9, 10, 15, 16, 18, 41, 44, 52, 71, 92, 106–108, 118, 127, 134, 137, 169, 178, 184, 223].

Эндоскопический трансназальный доступ для лечения инвагинированного зубовидного отростка в настоящее время применяется значительно реже, чем классический трансоральный доступ. Это связано с трудоемкостью операции и необходимостью у хирурга специфических навыков манипуляций под контролем эндоскопической оптики. [50, 56, 60, 78, 102, 109, 167, 174, 189, 213]. Тем не менее, анализ мировой литературы отображает возрастающий интерес нейрохирургов к применению этого метода, что связано с выходом на первый план не только продолжительности жизни, но и ее качества, включая ранний послеоперационный период.

Впервые удалять зубовидный отросток эндоскопическим трансназальным доступом предложил А. Kassam в 2005 г. [115] и в настоящее время общее количество описанных операций не превышает 320. Самая большая серия при этом состоит из 34 подобных операций представлена NT. Zwagerman и соавт. в 2018 году [226]. В России подобные вмешательства единичны и выполняются только в узкоспециализированных центрах.

Анатомической предпосылкой возможности выполнения эндоскопической трансназальной одонтоидэктомии является формирование прямого хирургического коридора к патологическому очагу через нижние отделы полости носа и носоглотку. Исследование, проведенное на 15 кадаверах препаратов и представленное в данной работе, продемонстрировало отсутствие критически важных структур (артерий, сосудов) на траектории доступа, что обеспечивает безопасность методики. Аналогичные результаты были представлены и в литературе [105, 133, 156]. Угол операционного действия, рассчитываемый между линией передней черепной ямки и назопалатинной линией (в зарубежной литературе), а также между назокливающей и назопалатинной линиями (в отечественной и зарубежной литературе) достаточно широк для обеспечения доступа ко всем структурам КВП [115, 179, 180, 187]. В представленном исследовании угол между назокливающей и назопалатинными линиями составил $14\text{--}16^{\circ}$ (медиана $15^{\circ}\pm 1$) и при расширении доступа путем трепанации нижних отделов ската и задних отделов твердого неба угол достигал $23\text{--}25^{\circ}$ (медиана $24^{\circ}\pm 1$), что позволяет выполнять необходимые хирургические манипуляции. Также наличие самой патологии области КВП, включая платибазию и инвагинацию зубовидного отростка расширяет угол операционного действия ввиду более высокого расположения нижнего края ската. Различные методы расширения доступа для повышения удобства и безопасности операции были предложены в литературе, включая трепанацию задних отделов перегородки носа, транссептальный доступ, резекцию ската и тела С2 позвонка [88, 99, 170, 226]. В представленной серии пациентов для полноценной резекции зубовидного отростка оказалось достаточным выполнять трепанацию нижних отделов ската, что связано с анатомическими особенностями пациентов, вошедших в исследование. Полная декомпрессия стволовых структур с полным удалением зубовидного отростка достигнута у всех 5 пациентов из основной группы, что соотносится с данными литературы, по которым частота успешности операции также составляет 95–100% [20, 49, 88, 99, 154, 226]. При этом временные затраты достижения полной резекции зубовидного отростка эндоскопическим

трансназальным доступом сопоставимы с таковыми при трансоральном доступе и даже ниже, несмотря на отсутствие статистической достоверности.

Поскольку у всех пациентов обеих групп была достигнута полная декомпрессия стволых структур динамика клинической картины не отличалась между группами. Наиболее часто присутствующие симптомы (головная боль, двигательные и чувствительные нарушения) регрессировали с сопоставимой частотой в обеих группах, что указывает на эффективность примененной методики и соответствует данным литературы, отображая результативность передней декомпрессии как таковой [67, 88, 95, 99, 189, 219, 226]. По данным литературы, в среднем частота регресса неврологической симптоматики после трансназальной одонтоидэктомии составляет 94% против 90% после трансоральной [189]. Стоит отметить, что в литературе не представлены случаи ухудшения неврологического статуса после эндоскопической трансназальной одонтоидэктомии, а частота ухудшения статуса после трансоральной одонтоидэктомии составляет 0,9% [189]. В представленной серии в одном случае отмечено появление двигательных нарушений по типу тетрапареза, больше выраженного в ногах.

Важным преимуществом исследуемой методики является отсутствие необходимости установки трахеостомы, несмотря на представленные в литературе сведения о возможной ее необходимости в послеоперационном периоде (из-за транзиторной велофарингеальной недостаточности или бульбарных нарушений), частота которой достигает 2–3% [99, 151, 189]. Это значительно отличается от таковой частоты среди пациентов, оперированных трансорально – 26,3% [121]. В исследуемой группе ни в одном случае в послеоперационном периоде не возникло необходимости установки трахеостомы; а пациенты, которым она была установлена до операции, прошли процедуру деканюляции в стандартные сроки и оральное питание пациентами основной группы начато в более ранние сроки, что связано в том числе с более низким риском инфицирования раны и отсутствием риска расхождения швов на мягком небе и задней стенке глотки, частота чего составила 8,3% в контрольной группе.

По данным литературы, частота расхождения раны составляет в среднем 2% [189]. Не менее важным фактором раннего начала орального питания является более низкая вероятность развития (до 6% по данным литературы) велофарингеальной недостаточности у пациентов, которым выполняется эндоскопическая трансназальная одонтоидэктомия с развитием гнусавости голоса и заброса пищи в полость носа, что обусловлено более низкой концентрацией нервных волокон глоточного сплетения в области разреза при эндоскопическом трансназальном доступе и отсутствием необходимости рассечения мягкого неба [21, 99, 162, 189]. В исследуемой группе ни в одном случае после трансназальной одонтоидэктомии не отмечено подобных осложнений.

Трансназальная эндоскопическая одонтоидэктомия является новым направлением, насчитывающим несколько сотен описанных операций, в связи с чем вопрос о возможных интраоперационных сложностях и послеоперационных осложнениях является достаточно актуальным. Как и в любой хирургии основным возможным интраоперационным осложнением является кровотечение. Ни в основной, ни в контрольной группе нашего исследования не произошло ранения магистрального сосуда, при 2% частоте подобных осложнений описанной в литературе [189]. Однако потенциальный риск подобных проблем всегда существует и достигнуть гемостаза в условиях эндоскопического доступа всегда сложнее по сравнению с микрохирургической техникой, применяемой в трансоральной хирургии. Прежде всего это связано с отсутствием возможности полноценной бимануальной работы. Тем не менее, использование современных гемостатиков и инструментов, предназначенных для эндоскопической эндоназальной хирургии, включая алмазные боры и биполярную коагуляцию, а также теплое орошение позволяют обеспечивать гемостаз [207].

Также стоит отметить, что уровень кровопотери в исследуемых группах оказался сопоставим, что позволяет применять трансназальный эндоскопический доступ наравне с микрохирургическим трансоральным. Одним из возможных осложнений, которое можно ожидать в послеоперационном периоде является носовое кровотечение, встречающееся в 2% случаев [91, 123, 160, 217]. Как и при

доступе к пазухе клиновидной кости, кровотечение чаще всего развивается из ветвей клиновидно-небной артерии и единственным вариантом его купирования является ревизия раны и коагуляция сосуда. В анализируемой серии подобных осложнений не отмечено.

Еще одним возможным осложнением является интраоперационная ликворея, которая в случае одонтоидэктомии может произойти из-за истончения твердой мозговой оболочки в области инвагинированного зубовидного отростка и плотной спаянности кортикальной пластинки с оболочкой. Оно может случиться на самых заключительных этапах одонтоидэктомии. Несмотря на выполняемую пластику, всегда остается риск развития ликвореи в послеоперационном периоде, что отмечено у 1 из 5 (20%) пациентов исследуемой группы. Это сопоставимо с данными литературы, по которым частота подобных осложнений составляет от 2 до 20% (в среднем 6%), частота менингита при этом в среднем достигает 4% [111, 189, 212, 213, 217]. Такая высокая частота сопряжена с особенностями реконструкции костно-дурального дефекта в области КВП и ската из-за размера дефектов, выраженного тока спинномозговой жидкости, отсутствия опорных структур и влияния гравитации [126, 131]. В трансоральной же хирургии инвагинированного зубовидного отростка частота ликвореи составляет в среднем 1% равно как и менингита, что обусловлено послойным ушиванием задней стенки носоглотки и возможностью более деликатного выделения кортикальной пластинки зубовидного отростка, что соответственно снижает риск травмирования твердой мозговой оболочки [189]. В литературе представлены различные методики пластики подобных дефектов твердой мозговой оболочки [88, 95, 132, 156, 202]. Основными методами пластики костно-дурального дефекта этой области являются сочетание методов свободной трансплантации (жира и фасции) и лоскутов на питающей ножке. В основном используется техника "тройной F" (fat, fascia, flap) [67, 148, 207]. В последние годы чаще всего применяется пластика с использованием мукопериостального лоскута с перегородки носа и лоскута, сформированного из задней стенки глотки с или без аутожира и аутофасции. Также возможно выполнение наложения швов на заднюю

стенку глотки, что более удобно выполнять в условиях микрохирургического трансорального доступа.

Экстракраниальными осложнениями после трансоральной одонтоидэктомии чаще всего по данным литературы являются кардиальные и пульмонологические, которые связывают в основном с трахеостомией и исходными дыхательными нарушениями [158, 189]. В описанной серии также выявлены подобные осложнения в виде пневмонии, развившейся у 1 больного из каждой группы пациентов.

Общепринятым вариантом стабилизации у пациентов, которым предполагается одонтоидэктомия, в настоящее время является окципитоспондилодез до или после основного этапа. В обеих группах представлены пациенты, которым вместо классического окципитоспондилодеза выполнена стабилизация индивидуальной стабилизирующей системой. Применение технологии передней стабилизации у пациентов, которым выполняется одонтоидэктомия с резекцией переднего полукольца С1 позвонка, позволяет избежать развития ограничения подвижности в шейном отделе позвоночника. Это значительно повышает качество жизни пациентов и при этом, согласно данным литературы, обеспечивает лучшие результаты стабилизации, однако требует тщательной предоперационной подготовки и следования операционному плану, так как подобные пластины изготавливаются с учетом планируемой трепанации [11, 185].

Сохранение передней дуги С1 является важным элементом для краниоцервикальной стабильности, поскольку это позволяет избежать явления оседания черепа, предотвращая смещение боковых масс С1 [22]. В описанной серии не имеется случаев одонтоидэктомии с сохранением переднего полукольца С1 позвонка. В литературе представлены обнадеживающие результаты применения подобной методики, которая возможна по сути только при трансназальном доступе из-за возможности визуализации верхушки зубовидного отростка без трепанации переднего полукольца С1 позвонка [101, 102, 218]. Помимо сохранения костных структур, избежать нестабильности в этом случае

позволяет и сохранность вторичных стабилизаторов таких, как капсулярные связки, так называемые параспинальные мышцы, передняя продольная и желтая связки [139, 166]. Также перспективным методом является разработка метода передней C0-C1-C2 стабилизации с использованием эндоскопического трансназального доступа.

Таким образом, анализ литературы и собственных данных продемонстрировал удовлетворительные результаты эндоскопической одонтоидэктомии как с точки зрения степени резекции зубовидного отростка, так и частоты осложнений и особенностей послеоперационного периода, который в этом случае значительно легче, чем у пациентов, которым выполняется трансоральная одонтоидэктомия. Сопоставимость результатов эндоскопической трансоральной и микрохирургической трансоральной одонтоидэктомии по ключевым параметрам, низкая частота осложнений исследуемой методики позволяют заключить, что эндоскопическая трансназальная одонтоидэктомия является полноценным вариантом хирургического лечения пациентов с инвагинацией зубовидного отростка, позволяющим эффективно и безопасно выполнять одонтоидэктомию.

ВЫВОДЫ

1. Проведенное анатомо-топографическое исследование показало, что морфологические особенности полости носа и носоглотки позволяют выполнять эндоскопичекий трансназальный доступ к костным структурам краниовертебрального перехода и соответственно одонтоидэктомию без риска повреждения критически важных сосудистых и невральных структур. Угол операционного действия между назопалатинной и назокливающей линиями составляет $8-18^\circ$ (медиана $13^\circ \pm 5$), а при расширении достигает $23-25^\circ$ (медиана $24^\circ \pm 1$), что достаточно для хирургических манипуляций.

2. Показаниями к эндоскопической трансназальной одонтоидэктомии являются анатомо-топографическая доступность зубовидного отростка между назопалатинной и назокливающей линиями, отсутствие острых воспалительных изменений полости носа и околоносовых пазух. Использование эндоскопического эндоназального доступа имеет свои ограничения, так как область манипуляций ограничена твёрдым нёбом, что затрудняет доступ к основанию зубовидного отростка и телу С2 позвонка (в зависимости от индивидуальных анатомических особенностей каждого пациента).

3. Эндоскопическая трансназальная одонтоидэктомия лишена тяжелых интраоперационных осложнений (повреждение сосудисто-нервных структур) ввиду прямого хирургического коридора к патологическому очагу. В послеоперационном периоде в 20% случаях отмечено развитие менингита и назальной ликвореи.

4. Эндоскопическая трансназальная одонтоидэктомия сопоставима с трансоральной микрохирургической одонтоидэктомией в радикальности резекции зубовидного отростка (100% и 87,5%, соответственно), частоте послеоперационных осложнений (20% и 5%, соответственно), продолжительности госпитализации (19 и 22 дня, соответственно), сроках деканюляции (7 и 10,4 дней, соответственно) и начала орального питания (3 и 8,3 дня, соответственно).

5. Эндоскопический трансназальный доступ целесообразно и безопасно применять при одонтоидэктомии, так как данный метод не уступает

классическому трансоральному по ключевым параметрам, а в некоторых случаях может явиться единственным возможным методом передней одонтоидэктомии и декомпрессии стволовых структур.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В случае выявления у пациента инвагинированного зубовидного отростка С2 позвонка, вызывающего компрессию ствольных структур, необходимо рассмотреть несколько вариантов лечения: задняя декомпрессия, задняя декомпрессия со стабилизацией и передняя декомпрессия эндоскопическим трансназальным или микрохирургическим трансоральным доступом, передняя декомпрессия (одним из двух вышеуказанных методов) с передней стабилизацией.

2. Для определения возможности выполнения трансназальной эндоскопической одонтоидэктомии необходимо оценить угол операционного действия, который можно построить с использованием назопалатинной и назокливальной линии. Для построения назопалатинной линии необходимо провести линию от переднего края носовой кости до заднего края твердого неба. Для построения назокливальной линии необходимо провести линию от переднего края носовой кости до нижнего края ската.

3. В случае возможности применения эндоскопического трансназального доступа предоперационная подготовка включает осмотр пациента ЛОР-врачем. Трахеостому устанавливать необязательно при отсутствии исходных бульбарных нарушений.

4. Для выполнения эндоскопической трансназальной одонтоидэктомии возможно применить несколько вариантов расширения угла операционного действия путем трепанации задних отделов твердого неба, ската и тела С2 позвонка.

5. Этапы трепанации переднего полукольца С1 позвонка (передней дуги атланта) и зубовидного отростка С2 позвонка оптимально выполнять с использованием высокооборотного алмазного бора. При этом стоит произвести дебалкинг зуба перед его отделением от подлежащей твердой мозговой оболочки с целью снижения риска ее повреждения во избежание ликвореи.

6. В случае повреждения твердой мозговой оболочки возможно использовать Тахокомб, аутожир, аутофасцию, мукопериостальные васкуляризированные лоскуты.

7. Операцию эндоскопического трансназального удаления инвагинированного зубовидного отростка целесообразно выполнять в клиниках, где имеется опыт микрохирургии и эндоскопической трансназальной хирургии различных форм патологии в области основания черепа и КВП.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВСА – внутренняя сонная артерия

МРТ – магнитно-резонансная томография

КВП – краниовертебральный переход

КТ – компьютерная томография

ОСД – окципитоспондилодез

ИБ – история болезни

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимова Е.А. Морфо-топометрическое обоснование выбора методов хирургической коррекции деформаций позвоночного столба: автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. / Е. А. Анисимова – Саратов, 2009. – 48с.
2. Калинин П.Эндоскопическая трансфеноидальная хирургия / П. Калинин, М.А. Кутин, Д.В. Фомичев. – Москва: Шико, 2017. – 184 с.
3. Калинин П.Л. Хирургическое лечение аденом гипофиза / П. Л. Калинин, Б.А. Кадашев, Д.В. Фомичев, М.А. Кутин, Л.И. Астафьева, О.И. Шарипов, А.Н. Шкарубо, О.Ф. Тропинская, И.А. Воронина, Л.А. Фомочкина // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко – 2017. – Т. 81. – № 1. – 95–107с.
4. Калинин П.Л. Наш опыт освоения современной эндоскопической трансназальной хирургии патологии хиазмально-селлярной области / П.Л. Калинин, М.А. Кутин, Д.В. Фомичев // Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии – 2017. – № 12. – 22–24с.
5. Калинин П.Л. Анатомия латерального расширенного трансфеноидального эндоскопического эндоназального доступа / П.Л. Калинин, М.А. Кутин, Д.В. Фомичев, Г.Ф. Добровольский, Л.И. Астафьева, О.И. Шарипов // Эндоскопическая хирургия – 2017. – Т. 23. – № 3. – 28–31с.
6. Калинин П.Л. Пластика операционных дефектов центральных отделов основания черепа в хирургии опухолей хиазмально-селлярной области / П.Л. Калинин, М.А. Кутин, Д.В. Фомичев, О.И. Шарипов, А.В. Косырькова, Ю.В. Струнина // Нейрохирургия – 2018. – Т. 20. – № 3. – 104–110с.
7. Калинин П.Л. Передний расширенный трансфеноидальный эндоскопический эндоназальный доступ в хирургии краниофарингиом / П.Л. Калинин, Д.В. Фомичев, М.А. Кутин, Б.А. Кадашев, Л.И. Астафьева, А.Б. Курносов, К.А. Попугаев, Л.А. Фомочкина, О.Ф. Тропинская // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко – 2013. – Т. 77. – № 3. – 13–20с.
8. Калинин П.Л. Эндоскопическая эндоназальная хирургия аденом гипофиза

- (опыт 1700 операций) / П.Л. Калинин, Д.В. Фомичев, М.А. Кутин, Б.А. Кадашев, Л.И. Астафьева, А.Н. Шкарубо, С.Н. Алексеев, Л.А. Фомочкина // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко – 2012. – Т. 76. – № 3. – 26–33с.
9. Калинин П.Л. Эндоскопическое эндоназальное удаление питуицитом и онкоцитом / П.Л. Калинин, Д.В. Фомичев, И.В. Чернов, М.А. Кутин, А.Н. Шкарубо, Д.Б. Исмаилов, М.В. Рыжова // Нейрохирургия – 2018. – Т. 20.– № 1. – 15–26с.
 10. Коновалов А.Н. Опыт хирургического лечения невриноом тройничного нерва с одновременным распространением в среднюю и заднюю черепные ямки / А.Н. Коновалов, В.Н. Шиманский, О.И. Шарипов, М.А. Кутин, Д.В. Фомичев, Б.А. Кадашев, А.М. Туркин, А.Б. Курносов, П.Л. Калинин // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко – 2014. – Т. 78. – № 5. – 23–32с.
 11. Кулешов А.А. Сравнительное экспериментальное исследование индивидуальной пластины для передней стабилизации и дорсальных систем фиксации на уровне С1–С2-позвонков / А. А. Кулешов, А. Н. Шкарубо, Н. С. Гаврюшенко, И. С. Громов, М. С. Ветрилэ, Л. В. Фомин, В. В. Маршаков // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова – 2016. – Т. 1. – 76–82с.
 12. Пуцилло М.В. Нейрохирургическая анатомия / М. В. Пуцилло, А. И. Белов, А. Г. Винокуров – Москва: АНТИДОР, 2002. – 200с.
 13. Раткин И.К. Использование трансорального доступа для хирургического лечения краниовертебральных аномалий / И. К. Раткин, А. А. Луцик // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко – 1993. – №2. – 3–5с.
 14. Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека. – Т.4: Учение о нервной системе и органах чувств. / Р.Д. Синельников, Я.Р. Синельников – Москва: Медицина, 1996. – 320с.
 15. Фомичев Д.В. Трансфеноидальная хирургия супраселлярных менингиом — есть ли будущее у методики? / Д. В. Фомичев, М. А. Кутин, И.В. Чернов,

- Б.А. Кадашев, П.Л. Калинин // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко – 2018. – Т. 82. – № 5. – 30–38с.
16. Шарипов О.И. Латеральный расширенный трансфеноидальный эндоскопический доступ через крыловидно-небную ямку в хирургии менингоэнцефалоцеле бокового кармана клиновидной кости / О. И. Шарипов, М.А. Кутин, Г.А. Полев, П.Л. Калинин // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко – 2018. – Т. 82 – № 5 – 96–103с.
17. Шкарубо А.Н. Трансоральное удаление хордомы основания черепа с предварительным окципитоспондилодезом / А. Н. Шкарубо, В. М. Казначеев, Б. В. Фомин, Г. А. Пахомов, О. В. Бочаров, Т. В. Буланова // Нейрохирургия – 2002. – Т. 1. – 48–52с.
18. Шкарубо А.Н. Эндоскопический эндоназальный задний расширенный (трансклиивальный) доступ к опухолям области ската черепа и вентральных отделов задней черепной ямки. – Часть 3. Анализ результатов хирургического лечения 127 пациентов / А.Н. Шкарубо, К. В. Коваль, Б.А. Кадашев, Д.Н. Андреев, И.В. Чернов // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко – 2018. – Т. 82. – № 3. – 15–28с.
19. Шкарубо А.Н. Эндоскопическая эндоназальное удаление инвагинированного зубовидного отростка С2 позвонка / А. Н. Шкарубо, Н.А. Коновалов, П.В. Зеленков, В.А. Мазаев, Д.Н. Андреев, И.В. Чернов // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н.Бурденко – 2015. – Т. 79.– № 5.– 82–91с.
20. Abbritti R.V. Endoscopic Endonasal Odontoidectomy and Posterior Fusion in a Single-Stage Surgery: Description of Surgical Technique and Outcome. – 2019. – 197–207p.
21. Abel K.M. Van Transnasal odontoid resection: is there an anatomic explanation for differing swallowing outcomes? / K. M. Van Abel, G. W. Mallory, J. L. Kasperbauer, M.D., E. J. Moore, D. L. Price, E. K. O'Brien, K. D. Olsen, W. E. Krauss, M. J. Clarke, M. E. Jentoft, J. J. Van Gompel // Neurosurg. Focus. – 2014. – Т. 37. – № 4. – E16p.

22. Agarwal A. A Novel Technique of Odontoidoplasty and C1 Arch Reconstruction: Anatomical and Biomechanical Basis / A. Agarwal, P. M. Reyes, U. Garcia-Gonzalez, D. D. Cavalcanti, S. W. Chang, N. Theodore, V. K. H. Sonntag, R. F. Spetzler, M. C. Preul, N. R. Crawford // *Oper. Neurosurg.* – 2011. – T. 68. – № suppl_1. – ons103–ons113p.
23. Ai F.-Z. Transoral Atlantoaxial Reduction Plate Internal Fixation with Transoral Transpedicular or Articular Mass Screw of C2 for the Treatment of Irreducible Atlantoaxial Dislocation / F.-Z. Ai, Q.-S. Yin, D.-C. Xu, H. Xia, Z.-H. Wu, X.-H. Mai // *Spine (Phila. Pa. 1976)*. – 2011. – T. 36. – № 8. – E556–E562p.
24. Alalade A.F. A Dual Approach for the Management of Complex Craniovertebral Junction Abnormalities: Endoscopic Endonasal Odontoidectomy and Posterior Decompression with Fusion / A. F. Alalade, E. Ogando-Rivas, J. Forbes, M. Ottenhausen, R. Uribe-Cardenas, I. Hussain, P. Nair, K. Lehner, H. Singh, A. Kacker, V.. K. Anand, R. Hartl, A. Baaj, T.H. Schwartz, J.. P. Greenfield // *World Neurosurg.* X – 2019. – T. 2. – 100010p.
25. Aldahak N. The endoscopic endonasal approach to cranio-cervical junction: the complete panel / N. Aldahak, B. Richter, J.S. Bemora, J.T. Keller, S. Froelich, K.M. Abdel // *Pan Afr. Med. J.* – 2017. – T. 27.– 277.p.
26. Aldea S. How I do it: Endoscopic endonasal approach for odontoid resection / S. Aldea, D. Brauge, S. Gaillard // *Neurochirurgie* – 2018. – T. 64. – № 3. – 194–197p.
27. Alfieri A. Endoscopic endonasal approach to the ventral cranio-cervical junction: anatomical study. / A. Alfieri, H.-D. Jho, M. Tschabitscher // *Acta Neurochir. (Wien)*. – 2002. – T. 144. – № 3. – 219–25p.; discussion 225p.
28. Algattas H.N. Staged Repositioning in Endoscopic Endonasal Odontoidectomy Maximizes Decompression While Allowing Preservation of the C1 Anterior Arch: A Technical Note / H.N. Algattas, D.O. Okonkwo, C. Snyderman, P.A. Gardner, E.W. Wang, G.A. Zenonos // *World Neurosurg.* – 2021. – T. 151. – 118–123p.
29. Almeida J.R. de Defining the nasopalatine line: The limit for endonasal surgery

- of the spine / J.R. de Almeida, A.M. Zanation, C.H. Snyderman, R. L. Carrau, D.M. Prevedello, P.A. Gardner, A.B. Kassam // *Laryngoscope* – 2009. – T. 119. – № 2. – 239–244p.
30. Atanasiu J.P. Metastatic Lesions of the Cervical Spine A Retrospective Analysis of 20 Cases / J. P. Atanasiu, F. Badatcheff, L. Pidhorz // *Spine (Phila. Pa. 1976)*. – 1993. – T. 18 – № 10 – 1279–1284p.
31. Baird C.J. Radiographic and Anatomic Basis of Endoscopic Anterior Craniocervical Decompression: a Comparison of Endonasal, Transoral, and Transcervical Approaches / C. J. Baird, J. E. Conway, D. M. Sciubba, D. M. Prevedello, A. Quiñones-Hinojosa, A. B. Kassam // *Oper. Neurosurg.* – 2009. – T. 65 – № suppl_6 – 158–p.
32. Bilsky M.H. Diagnosis and Management of a Metastatic Tumor in the Atlantoaxial Spine / M. H. Bilsky, F. J. Shannon, S. Sheppard, V. Prabhu, P. J. Boland // *Spine (Phila. Pa. 1976)*. – 2002. – T. 27 – № 10 – 1062–1069p.
33. Bogusiak K. Goldenhar syndrome: current perspectives / K. Bogusiak, A. Puch, P. Arkuszewski // *World J. Pediatr.* – 2017. – T. 13 – № 5 – 405–415p.
34. Botelho R.V. The effects of posterior fossa decompressive surgery in adult patients with Chiari malformation and sleep apnea / R. V. Botelho, L. R. A. Bittencourt, J. M. Rotta, S. Tufik // *J. Neurosurg.* – 2010. – T. 112 – № 4 – 800–807p.
35. Brito J.N.P. de O. Basilar invagination associated with chiari malformation type I: A literature review / J. N. P. de O. Brito, B. A. dos Santos, I. F. Nascimento, L. A. Martins, C. B. Tavares // *Clinics* – 2019. – T. 74.– e653p.
36. Brooks A.L. Atlanto-axial arthrodesis by the wedge compression method. / A. L. Brooks, E. B. Jenkins // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1978. – T. 60 – № 3 – 279–84p.
37. Brooks A.L. Atlanto-axial arthrodesis by the wedge compression method. / A. L. Brooks, E. B. Jenkins // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1978. – T. 60 – № 3 – 279–84p.
38. Burns T. Endoscopic Transnasal Approach for Urgent Decompression of the

- Cranio cervical Junction in Acute Skull Base Osteomyelitis / T. Burns, S. Mindea, A. Pendharkar, N. Lapustea, I. Irime, J. Nayak // *J. Neurol. Surg. Reports* – 2015. – T. 76 – № 01 – e37–e42p.
39. Butenschoen V.M. Endoscopic Transnasal Odontoidectomy for Ventral Decompression of the Craniovertebral Junction: Surgical Technique and Clinical Outcome in a Case Series of 19 Patients / V. M. Butenschoen, M. Wostrack, B. Meyer, J. Gempt // *Oper. Neurosurg.* – 2020. – T. 20 – № 1 – 24–31p.
40. Caetano de Barros M. Basilar impression and Arnold-Chiari malformation. A study of 66 cases. / M. Caetano de Barros, W. Farias, L. Ataide, S. Lins // *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* – 1968. – T. 31 – № 6 – 596–605p.
41. Castelnuovo P. Endoscopic endonasal surgery for malignancies of the anterior cranial base / P. Castelnuovo, P. Battaglia, M. Turri-Zanoni, G. Tomei, D. Locatelli, M. Bignami, A. Bolzoni Villaret, P. Nicolai // *World Neurosurg.* – 2014. – T. 82 – № 6 – 22–S31p.
42. Cavallo L.M. The extended endoscopic endonasal approach to the clivus and cranio-vertebral junction: anatomical study / L. M. Cavallo, P. Cappabianca, A. Messina, F. Esposito, L. Stella, E. de Divitiis, M. Tschabitscher // *Child's Nerv. Syst.* – 2007. – T. 23 – № 6 – 665–671p.
43. Cavallo L.M. Endoscopic endonasal surgery of the midline skull base: anatomical study and clinical considerations. / L. M. Cavallo, A. Messina, P. Cappabianca, F. Esposito, E. de Divitiis, P. Gardner, M. Tschabitscher // *Neurosurg. Focus* – 2005. – T. 19 – № 1 – E2p.
44. Cavallo L.M. Extended endoscopic endonasal approach to the pterygopalatine fossa: anatomical study and clinical considerations. / L. M. Cavallo, A. Messina, P. Gardner, F. Esposito, A. B. Kassam, P. Cappabianca, E. de Divitiis, M. Tschabitscher // *Neurosurg. Focus* – 2005. – T. 19 – № 1 – E5p.
45. Chamberlain W.E. Basilar Impression (Platybasia): A Bizarre Developmental Anomaly of the Occipital Bone and Upper Cervical Spine with Striking and Misleading Neurologic Manifestations. / W. E. Chamberlain // *Yale J. Biol. Med.* – 1939. – T. 11 – № 5 – 487–96p.

46. Chang P.-Y. The importance of atlantoaxial fixation after odontoidectomy / P.-Y. Chang, Y.-S. Yen, J.-C. Wu, H.-K. Chang, L.-Y. Fay, T.-H. Tu, C.-L. Wu, W.-C. Huang, H. Cheng // *J. Neurosurg. Spine* – 2016. – T. 24 – № 2 – 300–308p.
47. Charnas L.R. Communicating hydrocephalus, basilar invagination, and other neurologic features in osteogenesis imperfecta / L. R. Charnas, J. C. Marini // *Neurology* – 1993. – T. 43 – № 12 – 2603–2603p.
48. Chaudhry N.S. Basilar Invagination: Case Report and Literature Review / N. S. Chaudhry, A. Ozpinar, W. L. Bi, V. Chavakula, J. H. Chi, I. F. Dunn // *World Neurosurg.* – 2015. – T. 83 – № 6 –1180.e7-1180.e11 p.
49. Chibbaro S. Endonasal Endoscopic Odontoidectomy in Ventral Diseases of the Craniocervical Junction: Results of a Multicenter Experience / S. Chibbaro, H. Cebula, S. Aldea, B. Baussart, L. Tigan, J. Todeschi, A. Romano, M. Ganau, C. Debry, F. Servadei, F. Proust, S. Gaillard // *World Neurosurg.* – 2017. – T. 106 – 382–393p.
50. Choi D. Evolution of Transoral Surgery / D. Choi, H. A. Crockard // *Neurosurgery* – 2013. – T. 73 – № 2 – 296–304p.
51. Choudhri O. Experience with intraoperative navigation and imaging during endoscopic transnasal spinal approaches to the foramen magnum and odontoid / O. Choudhri, S. A. Mindea, A. Feroze, E. Soudry, S. D. Chang, J. V. Nayak // *Neurosurg. Focus* – 2014. – T. 36 – № 3 – E4p.
52. Cook S.W. Endonasal transsphenoidal removal of tuberculum sellae meningiomas: technical note / S. W. Cook, Z. Smith, D. F. Kelly // *Neurosurgery* – 2004. – T. 55 – № 1 – 239–246p.
53. Cornelius J.F. Transnasal endoscopic odontoidectomy after occipito-cervical fusion during the same operative setting—technical note / J. F. Cornelius, R. Kania, R. Bostelmann, P. Herman, B. George // *Neurosurg. Rev.* – 2011. – T. 34 – № 1 – 115–121p.
54. Corte E. La The rhinopalatine line as a reliable predictor of the inferior extent of endonasal odontoidectomies / E. La Corte, P. R. Aldana, P. Ferroli, J. P. Greenfield, R. Härtl, V. K. Anand, T. H. Schwartz // *Neurosurg. Focus* – 2015. –

- T. 38 – № 4 – E16p.
55. Crockard H.A. The transoral approach to the base of the brain and upper cervical cord. / H. A. Crockard // *Ann. R. Coll. Surg. Engl.* – 1985. – T. 67 – № 5 – 321–5p.
 56. CROCKARD H.A. Transoral surgery: some lessons learned / H. A. CROCKARD // *Br. J. Neurosurg.* – 1995. – T. 9 – № 3 – 283–294p.
 57. Crockard H.A. The transoral approach for the management of intradural lesions at the craniovertebral junction / H. A. Crockard, C. N. Sen // *Neurosurgery* – 1991. – 88p.
 58. Dasenbrock H.H. Endoscopic Image-Guided Transcervical Odontoidectomy / H. H. Dasenbrock, M. J. Clarke, A. Bydon, D. M. Sciubba, T. F. Witham, Z. L. Gokaslan, J.-P. Wolinsky // *Neurosurgery* – 2012. – T. 70 – № 2 – 351–360p.
 59. Deopujari C.E. Endonasal endoscopic skullbase surgery in children / C. E. Deopujari, N. J. Shah, S. T. Shaikh, V. S. Karmarkar, C. B. Mohanty // *Child's Nerv. Syst.* – 2019. – T. 35 – № 11 – 2091–2098p.
 60. Dickman C.A. Biomechanical Effects of Transoral Odontoidectomy / C. A. Dickman, N. R. Crawford, A. G. U. Brantley, V. K. H. Sonntag // *Neurosurgery* – 1995. – T. 36 – № 6 – 1146–1153p.
 61. Dickman C.A. The influence of transoral odontoid resection on stability of the craniovertebral junction / C. A. Dickman, J. Locantoro, R. G. Fessler // *J. Neurosurg.* – 1992. – T. 77 – № 4 – 525–530p.
 62. Divitiis O. de Endoscopic Transoral-Transclival Approach to the Brainstem and Surrounding Cisternal Space: Anatomic Study / O. de Divitiis, A. Conti, F. F. Angileri, S. Cardali, D. La Torre, M. Tschabitscher // *Neurosurgery* – 2004. – T. 54 – № 1 – 125–130p.
 63. Duntze J. Advantages and limitations of endoscopic endonasal odontoidectomy. A series of nine cases / J. Duntze, C. Eap, J.-C. Kleiber, É. Théret, H. Dufour, S. Fuentes, C.-F. Litré // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2014. – T. 100 – № 7 – 775–778p.
 64. El-Sayed I.H. The Importance of Platybasia and the Palatine Line in Patient

- Selection for Endonasal Surgery of the Craniocervical Junction: A Radiographic Study of 12 Patients / I. H. El-Sayed, J.-C. Wu, N. Dhillon, C. P. Ames, P. Mummaneni // *World Neurosurg.* – 2011. – T. 76 – № 1–2 – 183–188p.
65. Elster A.D. Chiari I malformations: clinical and radiologic reappraisal. / A. D. Elster, M. Y. Chen // *Radiology* – 1992. – T. 183 – № 2 – 347–353p.
66. Falco J.J. Endoscopic Transnasal Odontoidectomy / J. J. Falco, C. A. Solares, C. Reyes // *J. Neurol. Surg. Part B Skull Base* – 2021. – T. 82 – № S 01 – S8–S9p.
67. Fang C.H. Purely endoscopic endonasal surgery of the craniovertebral junction: A systematic review / C. H. Fang, R. Friedman, S. D. Schild, I. M. Goldstein, S. Baredes, J. K. Liu, J. A. Eloy // *Int. Forum Allergy Rhinol.* – 2015. – T. 5 – № 8 – 754–760p.
68. Ferreira J. The odontoid process invagination in normal subjects, Chiari malformation and Basilar invagination patients: Pathophysiologic correlations with angular craniometry / J. Ferreira, R. Botelho // *Surg. Neurol. Int.* – 2015. – T. 6 – № 1 – 118p.
69. Fornasier V.L. Metastases to the vertebral column / V. L. Fornasier, J. G. Horne // *Cancer* – 1975. – T. 36 – № 2 – 590–594p.
70. Fourney D.R. Management of atlantoaxial metastases with posterior occipitocervical stabilization / D. R. Fourney, J. E. York, Z. R. Cohen, D. Suki, L. D. Rhines, Z. L. Gokaslan // *J. Neurosurg. Spine* – 2003. – T. 98 – № 2 – 165–170p.
71. Gardner P.A. Endoscopic endonasal resection of anterior cranial base meningiomas / P. A. Gardner, A. B. Kassam, A. Thomas, C. H. Snyderman, R. L. Carrau, A. H. Mintz, D. M. Prevedello // *Neurosurgery* – 2008. – T. 63 – № 1 – 36–54p.
72. Gempt J. Endoscopic transnasal resection of the odontoid: case series and clinical course / J. Gempt, J. Lehmberg, A. E. Grams, L. Berends, B. Meyer, M. Stoffel // *Eur. Spine J.* – 2011. – T. 20 – № 4 – 661–666p.
73. Gladi M. Endoscopic transnasal odontoid resection to decompress the bulbo-medullary junction: a reliable anterior minimally invasive technique without

- posterior fusion / M. Gladi, M. Iacoangeli, N. Specchia, M. Re, M. Dobran, L. Alvaro, E. Moriconi, M. Scerrati // *Eur. Spine J.* – 2012. – T. 21 – № S1 – 55–60p.
74. Goel A. Treatment of basilar invagination by atlantoaxial joint distraction and direct lateral mass fixation / A. Goel // *J. Neurosurg. Spine* – 2004. – T. 1 – № 3 – 281–286p.
75. Goel A. Instability and basilar invagination / A. Goel // *J. Craniovertebr. Junction Spine* – 2012. – T. 3 – № 1 – 1p.
76. Goel A. Craniovertebral Junction Instability: A Review of Facts about Facets / A. Goel // *Asian Spine J.* – 2015. – T. 9 – № 4 – 636p.
77. Goel A. Is atlantoaxial instability the cause of Chiari malformation? Outcome analysis of 65 patients treated by atlantoaxial fixation / A. Goel // *J. Neurosurg. Spine* – 2015. – T. 22 – № 2 – 116–127p.
78. Goel A. Basilar invagination: a study based on 190 surgically treated patients / A. Goel, M. Bhatjiwale, K. Desai // *J. Neurosurg.* – 1998. – T. 88 – № 6 – 962–968p.
79. Goel A. Atlantoaxial joint distraction for treatment of basilar invagination secondary to rheumatoid arthritis / A. Goel, S. Pareikh, P. Sharma // *Neurol. India* – 2005. – T. 53 – № 2 – 238p.
80. Goel A. Atlantoaxial joint distraction as a treatment for basilar invagination: A report of an experience with 11 cases / A. Goel, A. Shah // *Neurol. India* – 2008. – T. 56 – № 2 – 144p.
81. Goel A. Reversal of longstanding musculoskeletal changes in basilar invagination after surgical decompression and stabilization / A. Goel, A. Shah // *J. Neurosurg. Spine* – 2009. – T. 10 – № 3 – 220–227p.
82. Goldschlager T. The endoscopic endonasal approach to the odontoid and its impact on early extubation and feeding / T. Goldschlager, R. Härtl, J. P. Greenfield, V. K. Anand, T. H. Schwartz // *J. Neurosurg.* – 2015. – T. 122 – № 3 – 511–518p.
83. Grammatica A. Transnasal endoscopic removal of malformation of the odontoid

- process in a patient with type I Arnold-Chiari malformation: a case report. / A. Grammatica, M. Bonali, F. Ruscitti, D. Marchioni, G. Pinna, E. M. Cunsolo, L. Presutti // *Acta Otorhinolaryngol. Ital.* – 2011. – T. 31 – № 4 – 248–52p.
84. Graziano G. A Comparative Study of Fixation Techniques for Type II Fractures of the Odontoid Process / G. Graziano, C. Jagers, M. Lee, W. Lynch // *Spine (Phila. Pa. 1976)*. – 1993. – T. 18 – № 16 – 2383–2387p.
85. Greenberg A.D. Transoral Decompression of Atlanto-Axial Dislocation Due to Odontoid Hypoplasia / A. D. Greenberg, W. B. Scoville, L. M. Davey // *J. Neurosurg.* – 1968. – T. 28 – № 3 – 266–269p.
86. Grin A. Endoscopic endonasal resection of the odontoid process in a patient with chronic injury of the C1 transverse ligament / A. Grin, I. Lvov, I. Godkov, A. Sytnik, A. Kordonskiy, V. Smirnov // *Asian J. Neurosurg.* – 2018. – T. 13 – № 4 – 1179p.
87. Grob D. Atlanto-axial fusion with transarticular screw fixation / D. Grob, B. Jeanneret, M. Aebi, T. Markwalder // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1991. – T. 73- B – № 6 – 972–976p.
88. Grose E. Clinical Outcomes of Endoscopic Endonasal Odontoidectomy: A Single-Center Experience / E. Grose, I. D. Moldovan, S. Kilty, C. Agbi, A. Lamothe, F. Alkherayf // *World Neurosurg.* – 2020. – T. 137 – e406–e415p.
89. Grote W. Der ventrale Zugang zum dens epistropheus / W. Grote, F. Römer & W. Bettag // *Langenbecks Arch. fur Chir.* – 1972. – T. 331 – № 1. - 15–22p.
90. Guidetti B. Benign Extramedullary Tumors of the Foramen Magnum , 1988. – 83–120p.
91. Hankinson T.C. Transnasal odontoid resection followed by posterior decompression and occipitocervical fusion in children with Chiari malformation Type I and ventral brainstem compression / T. C. Hankinson, E. Grunstein, P. Gardner, T. J. Spinks, R. C. E. Anderson // *J. Neurosurg. Pediatr.* – 2010. – T. 5 – № 6 – 549–553p.
92. Hanna E. Endoscopic resection of sinonasal cancers with and without craniotomy / E. Hanna, F. DeMonte, S. Ibrahim, D. Roberts, N. Levine, M.

- Kupferman // Arch. Otolaryngol. Neck Surg. – 2009. – T. 135 – № 12 – 1219p.
93. Hansen M.A. Endoscopic transnasal decompression for management of basilar invagination in osteogenesis imperfecta / M. A. Hansen, M. J. da Cruz, B. K. Owler // J. Neurosurg. Spine – 2008. – T. 9 – № 4 – 354–357p.
94. Harms J. Osteosynthesen im occipito-cervicalen Übergang vom transoralen Zugang aus Munich: Demeter Verlag, 1987. - 28p.
95. Heller R.S. Endoscopic Endonasal Versus Transoral Odontoidectomy for Non-Neoplastic Craniovertebral Junction Disease: A Case Series / R. S. Heller, T. Glaspy, R. Mhaskar, R. Bhadelia, C. B. Heilman // Oper. Neurosurg. – 2021. Nov. - 15;21(6). 380-385p.
96. Herrera R. [Adult Grisel Syndrome and Cervical Skull instability. Transnasal endoscopic odontoidectomy and occipito-cervical fusion. Case report and literature review]. / R. Herrera, H. Rojas, A. Estramian, J. Gómez, J. L. Ledesma, J. Pablo, J. Pastore // Surg. Neurol. Int. – 2018. – T. 9 – № Suppl 1 – S8–S15p.
97. Hou Y. Clinical Evaluation of Anterior Screw Fixation for Elderly Patients With Type II Odontoid Fractures / Y. Hou, W. Yuan, X. Wang // J. Spinal Disord. Tech. – 2011. – T. 24 – № 8 – E75–E81p.
98. Hu Y. A Novel Anterior Odontoid Screw Plate for C1–C3 Internal Fixation / Y. Hu, W. Dong, C. K. Kepler, Z. Yuan, X. Sun, J. Zhang, H. Xie // Spine (Phila. Pa. 1976). – 2016. – T. 41 – № 2 – E64–E72p.
99. Husain Q. Endoscopic endonasal approaches to the craniovertebral junction: The Otolaryngologist's perspective / Q. Husain, M. H. Kim, I. Hussain, V. K. Anand, J. P. Greenfield, T. H. Schwartz, A. Kacker // World J. Otorhinolaryngol. - Head Neck Surg. – 2020. – T. 6 – № 2 – 94–99p.
100. Hussain I. Endoscopic Endonasal Approach to the Upper Cervical Spine for Decompression of the Cervicomedullary Junction Following Occipitocervical Fusion / I. Hussain, T. H. Schwartz, J. P. Greenfield // Clin. Spine Surg. A Spine Publ. – 2018. – T. 31 – № 7 – 285–292p.
101. Iacoangeli M. Endoscopic endonasal odontoidectomy with anterior C1 arch preservation in elderly patients affected by rheumatoid arthritis / M. Iacoangeli,

- M. Gladi, L. Alvaro, A. Di Rienzo, N. Specchia, M. Scerrati // *Spine J.* – 2013. – T. 13 – № 5 – 542–548p.
102. Iacoangeli M. Endoscopic Endonasal Odontoidectomy with Anterior C1 Arch Preservation in Rheumatoid Arthritis: Long-Term Follow-Up and Further Technical Improvement by Anterior Endoscopic C1-C2 Screw Fixation and Fusion / M. Iacoangeli, D. Nasi, R. Colasanti, B. Pan, M. Re, A. Di Rienzo, L. di Somma, M. Dobran, N. Specchia, M. Scerrati // *World Neurosurg.* – 2017. – T. 107 – 820–829p.
103. Jaggarao N. The Vogt-Koyanagi-Harada syndrome: association with hypothyroidism and diabetes mellitus. / N. Jaggarao, D. Voth, J. Jacobsen // *Postgrad. Med. J.* – 1989. – T. 65 – № 766 – 587–8p.
104. Jenis L.G. Metastatic Disease of the Cervical Spine / L. G. Jenis, E. J. Dunn, H. S. An // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1999. – T. 359 – 89–103p.
105. Jhawar S. Craniovertebral junction 360°: A combined microscopic and endoscopic anatomical study / S. Jhawar, M. Nunez, P. Pacca, D. Voscoboinik, H. Truong // *J. Craniovertebr. Junction Spine* – 2016. – T. 7 – № 4 – 204p.
106. Jho H.D. Endoscopic Endonasal Skull Base Surgery: Part 3 - The Clivus and Posterior Fossa / H. D. Jho, H. G. Ha // *min - Minim. Invasive Neurosurg.* – 2004. – T. 47 – № 1 – 16–23p.
107. Jho H.D. Endoscopic Endonasal Skull Base Surgery: Part 2 - The Cavernous Sinus / H. D. Jho, H. G. Ha // *min - Minim. Invasive Neurosurg.* – 2004. – T. 47 – № 1 – 9–15p.
108. Jho H.D. Endoscopic Endonasal Skull Base Surgery: Part 1 - The Midline Anterior Fossa Skull Base / H. D. Jho, H. G. Ha // *min - Minim. Invasive Neurosurg.* – 2004. – T. 47 – № 1 – 1–8p.
109. Joaquim A. Basilar invagination: Surgical results / A. Joaquim, A. Patel, H. Tedeschi, E. Ghizoni, L. Giacomini // *J. Craniovertebr. Junction Spine* – 2014. – T. 5 – № 2 – 78p.
110. Joaquim A.F. Surgical treatment of Type II odontoid fractures: anterior odontoid screw fixation or posterior cervical instrumented fusion? / A. F. Joaquim, A. A.

- Patel // Neurosurg. Focus – 2015. – T. 38 – № 4 – E11p.
111. Kahilogullari G. Pneumocephalus after endoscopic odontoidectomy in a pediatric patient: the lesson learned / G. Kahilogullari, C. Meco, M. Zaimoglu, S. Beton, B. C. Meco, B. Tetik, A. Unlu // Child's Nerv. Syst. – 2015. – T. 31 – № 9 – 1595–1599p.
112. Kandziora F. Biomechanical Assessment of Transoral Plate Fixation for Atlantoaxial Instability / F. Kandziora, F. Kerschbaumer, M. Starker, T. Mittlmeier // Spine (Phila. Pa. 1976). – 2000. – T. 25 – № 12 – 1555–1561p.
113. Kandziora F. Stage-related surgery for cervical spine instability in rheumatoid arthritis / F. Kandziora, T. Mittlmeier, F. Kerschbaumer // Eur. Spine J. – 1999. – T. 8 – № 5 – 371–381p.
114. Kassam A. Expanded endonasal approach: the rostrocaudal axis. Part II. Posterior clinoids to the foramen magnum. / A. Kassam, C. H. Snyderman, A. Mintz, P. Gardner, R. L. Carrau // Neurosurg. Focus – 2005. – T. 19 – № 1 – E4p.
115. Kassam A.B. The Expanded Endonasal Approach: A Fully Endoscopic Transnasal Approach and Resection of the Odontoid Process: Technical Case Report / A. B. Kassam, C. Snyderman, P. Gardner, R. Carrau, R. Spiro // Oper. Neurosurg. – 2005. – T. 57 – № suppl_1 – E213–E213p.
116. Kawashima M. Comparison of the Far Lateral and Extreme Lateral Variants of the Atlanto-occipital Transarticular Approach to Anterior Extradural Lesions of the Craniovertebral Junction / M. Kawashima, N. Tanriover, A. L. Rhoton, A. J. Ulm, T. Matsushima // Neurosurgery – 2003. – T. 53 – № 3 – 662–675p.
117. Kerschbaumer F. Transoral Decompression, Anterior Plate Fixation, and Posterior Wire Fusion for Irreducible Atlantoaxial Kyphosis in Rheumatoid Arthritis / F. Kerschbaumer, F. Kandziora, C. Klein, T. Mittlmeier, M. Starker // Spine (Phila. Pa. 1976). – 2000. – T. 25 – № 20 – 2708–2715p.
118. Kim B.J. Endoscopic versus traditional craniofacial resection for patients with sinonasal tumors involving the anterior skull base / B. J. Kim, D. W. Kim, S. W. Kim, D. H. Han, D.-Y. Kim, C.-S. Rhee, C. H. Lee // Clin. Exp. Otorhinolaryngol. – 2008. – T. 1 – № 3 – 148p.

119. Klimo P. Congenital Anomalies of the Cervical Spine / P. Klimo, G. Rao, D. Brockmeyer // *Neurosurg. Clin. N. Am.* – 2007. – T. 18 – № 3 – 463–478p.
120. Kshetry V.R. Endoscopic Approaches to the Craniovertebral Junction / V. R. Kshetry, B. D. Thorp, M. F. Shriver, A. M. Zanation, T. D. Woodard, R. Sindwani, P. F. Recinos // *Otolaryngol. Clin. North Am.* – 2016. – T. 49 – № 1 – 213–226p.
121. Landeiro J.A. Transoral approach to the craniovertebral junction / J. A. Landeiro, S. Boechat, D. de H. Christoph, M. B. Gonçalves, I. de Castro, M. A. Lapenta, C. H. Ribeiro // *Arq. Neuropsiquiatr.* – 2007. – T. 65 – № 4b – 1166–1171p.
122. Laufer I. Endonasal endoscopic resection of the odontoid process in a nonachondroplastic dwarf with juvenile rheumatoid arthritis: feasibility of the approach and utility of the intraoperative Iso-C three-dimensional navigation / I. Laufer, J. P. Greenfield, V. K. Anand, R. Härtl, T. H. Schwartz // *J. Neurosurg. Spine* – 2008. – T. 8 – № 4 – 376–380p.
123. Lee A. Endoscopic Transnasal Approach to the Craniovertebral Junction / A. Lee, D. Sommer, K. Reddy, N. Murty, T. Gunnarsson // *Skull Base* – 2010. – T. 20 – № 03 – 199–205p.
124. Lee S.-H. Anterior odontoid fixation using a 4.5-mm Herbert screw: the first report of 20 consecutive cases with odontoid fracture / S.-H. Lee, J.-K. Sung // *Surg. Neurol.* – 2006. – T. 66 – № 4 – 361–366p.
125. Leng L.Z. Endonasal Endoscopic Resection of an Os Odontoideum to Decompress the Cervicomedullary Junction / L. Z. Leng, V. K. Anand, R. Hartl, T. H. Schwartz // *Spine (Phila. Pa. 1976)*. – 2009. – T. 34 – № 4 – E139–E143p.
126. Leng L.Z. “Gasket-seal” Watertight Closure in Minimal-access Endoscopic Cranial Base Surgery / L. Z. Leng, S. Brown, V. K. Anand, T. H. Schwartz // *Oper. Neurosurg.* – 2008. – T. 62 – № suppl_5 – ONS342–ONS343p.
127. Li H. Endoscopic endonasal resection and radiotherapy as treatment for skull base chordomas / H. Li, H. Zhang, L. Hu, H. Wang, D. Wang // *Acta Otolaryngol.* – 2020. – T. 140 – № 9 – 781–786p.
128. Li X. The development and evaluation of individualized templates to assist

- transoral C2 articular mass or transpedicular screw placement in TARP-IV procedures: adult cadaver specimen study / X. Li, Z. Wu, H. Xia, X. Ma, F. Ai, K. Zhang, J. Wang, X. Mai, Q. Yin // *Clinics* – 2014. – T. 69 – № 11 – 750–757p.
129. Liao C. The Relationship Between Basilar Invagination and Chiari Malformation Type I: A Narrative Review , 2019. – 111–118p.
130. Liu J.K. Endoscopic Endonasal Transclival Odontoidectomy for Basilar Invagination: Operative Video and Technical Nuances / J. K. Liu, V. N. Dodson, K. Zhao, J. A. Eloy // *J. Neurol. Surg. Part B Skull Base* – 2021. – T. 82 – № S 01 – S16–S18p.
131. Locatelli D. Endoscopic Endonasal Approaches for Treatment of Craniovertebral Junction Tumours , 2019. – 209–224p.
132. London N.R. Endoscopic Endonasal Odontoidectomy with Nasopharyngeal Flap Reconstruction / N. R. London, A. Mohyeldin, R. L. Carrau, D. M. Prevedello // *J. Neurol. Surg. Part B Skull Base* – 2021. – T. 82 – № S 01 – S12–S13p.
133. Lopez A.J. Anatomy and biomechanics of the craniovertebral junction / A. J. Lopez, J. K. Scheer, K. E. Leibl, Z. A. Smith, B. J. Dlouhy, N. S. Dahdaleh // *Neurosurg. Focus* – 2015. – T. 38 – № 4 – E2p.
134. Luong A. Management of sinonasal malignant neoplasms: defining the role of endoscopy / A. Luong, M. J. Citardi, P. S. Batra // *Am. J. Rhinol. Allergy* – 2010. – T. 24 – № 2 – 150–155p.
135. Magerl F. Stable Posterior Fusion of the Atlas and Axis by Transarticular Screw Fixation Vienna: Springer Vienna, 1987. – 322–327p.
136. Magrini S. Endoscopic endonasal odontoidectomy in a patient affected by down syndrome / S. Magrini, E. Pasquini, D. Mazzatenta, C. Mascari, E. Galassi, G. Frank // *Neurosurgery* – 2008. – T. 63 – № 2 – E373–E374p.
137. Mahmoud M. Optic canal involvement in tuberculum sellae meningiomas: influence on approach, recurrence, and visual recovery / M. Mahmoud, R. Nader, O. Al-Mefty // *Oper. Neurosurg.* – 2010. – T. 67 – № 3 – 108–119p.
138. Mazzatenta D. Endoscopic Endonasal Odontoidectomy / D. Mazzatenta, M. Zoli, C. Mascari, E. Pasquini, G. Frank // *Spine (Phila. Pa. 1976)*. – 2014. – T. 39 – №

- 10 – 846–853p.
139. McCabe C.M.J. The Effect of Soft-Tissue Restraints After Type II Odontoid Fractures in the Elderly / C. M. J. McCabe, S. D. McLachlin, S. I. Bailey, K. R. Gurr, C. S. Bailey, C. E. Dunning // *Spine (Phila. Pa. 1976)*. – 2012. – T. 37 – № 12 – 1030–1035p.
140. McGregor M. The Significance of Certain Measurements of the Skull in the Diagnosis of Basilar Impression / M. McGregor // *Br. J. Radiol.* – 1948. – T. 21 – № 244 – 171–181p.
141. MCRAE D.L. Occipitalization of the atlas. / D. L. MCRAE, A. S. BARNUM // *Am. J. Roentgenol. Radium Ther. Nucl. Med.* – 1953. – T. 70 – № 1 – 23–46p.
142. Menezes A.H. *Acquired abnormalities of the craniovertebral junction* Philadelphia: Saunders, 2003. – 4569–4585p.
143. Menezes A.H. Craniovertebral junction database analysis: incidence, classification, presentation, and treatment algorithms / A. H. Menezes // *Child's Nerv. Syst.* – 2008. – T. 24 – № 10 – 1101–1108p.
144. Menezes A.H. Craniocervical developmental anatomy and its implications / A. H. Menezes // *Child's Nerv. Syst.* – 2008. – T. 24 – № 10 – 1109–1122p.
145. Menezes A.H. Anatomy and biomechanics of normal craniovertebral junction (a) and biomechanics of stabilization (b) / A. H. Menezes, V. C. Traynelis // *Child's Nerv. Syst.* – 2008. – T. 24 – № 10 – 1091–1100p.
146. Menezes A.H. Transoral-transpharyngeal approach to the anterior craniocervical junction / A. H. Menezes, J. C. VanGilder // *J. Neurosurg.* – 1988. – T. 69 – № 6 – 895–903p.
147. Milhorat T.H. Chiari I Malformation Redefined: Clinical and Radiographic Findings for 364 Symptomatic Patients / T. H. Milhorat, M. W. Chou, E. M. Trinidad, R. W. Kula, M. Mandell, C. Wolpert, M. C. Speer // *Neurosurgery* – 1999. – T. 44 – № 5 – 1005–1017p.
148. Morales-Valero S.F. Endoscopic endonasal approach for craniovertebral junction pathology: a review of the literature / S. F. Morales-Valero, E. Serchi, M. Zoli, D. Mazzatenta, J. J. Van Gompel // *Neurosurg. Focus* – 2015. – T. 38 – № 4 – E15p.

149. Naderi S. Biomechanical analysis of cranial settling after transoral odontoidectomy / S. Naderi, N. R. Crawford, M. S. Melton, V. K. H. Sonntag, C. A. Dickman // *Neurosurg. Focus* – 1999. – T. 6 – № 6 – E9p.
150. Nagpal T. Transnasal endoscopic removal of malformation of the odontoid process in craniovertebral anomaly: a case report / T. Nagpal // *Turkish J. Ear Nose Throat* – 2013. – 123–126p.
151. Nayak J. V. Experience with the Expanded Endonasal Approach for Resection of the Odontoid Process in Rheumatoid Disease / J. V. Nayak, P. A. Gardner, A. D. Vescan, R. L. Carrau, A. B. Kassam, C. H. Snyderman // *Am. J. Rhinol.* – 2007. – T. 21 – № 5 – 601–606p.
152. Ni B. Posterior Reduction and Temporary Fixation for Odontoid Fracture / B. Ni, Q. Guo, X. Lu, N. Xie, L. Wang, X. Guo, F. Chen // *Spine (Phila. Pa. 1976)*. – 2015. – T. 40 – № 3 – E168–E174p.
153. Ogiwara T. Endoscopic Endonasal Odontoidectomy in the Hybrid Operating Room / T. Ogiwara, Y. Miyaoka, T. Nakamura, K. Tsukada, D. Yamazaki, K. Ito, Y. Hanaoka, J. Koyama, T. Horiuchi, K. Hongo // *World Neurosurg.* – 2019. – T. 131 – 137–140p.
154. Ottenhausen M. Quality of Life After Combined Endonasal Endoscopic Odontoidectomy and Posterior Suboccipital Decompression and Fusion / M. Ottenhausen, A. F. Alalade, K. Rumalla, P. Nair, A. Baaj, R. Hartl, A. Kacker, J. P. Greenfield, V. K. Anand, T. H. Schwartz // *World Neurosurg.* – 2018. – T. 116 – e571–e576p.
155. Pacca P. Endoscopic Endonasal Approach for Urgent Decompression of Craniovertebral Junction in Syringobulbia / P. Pacca, N. Marengo, G. Di Perna, F. Penner, M. Ajello, D. Garbossa, F. Zenga // *World Neurosurg.* – 2019. – T. 130 – 499–505p.
156. Pacca P. The Endoscopic Endonasal Approach to Craniovertebral Junction Pathologies: Surgical Skills and Anatomical Study , 2019. – 25–36p.
157. Pait T.G. Inside—outside technique for posterior occipitocervical spine instrumentation and stabilization: preliminary results / T. G. Pait, O. Al-Mefty, F.

- A. Boop, K. I. Arnautovic, S. Rahman, W. Ceola // *J. Neurosurg. Spine* – 1999. – T. 90 – № 1 – 1–7p.
158. Pandia M. Post-operative pulmonary complications in patients undergoing transoral odontoidectomy and posterior fixation for craniovertebral junction anomalies / M. Pandia, G. Rath, P. Bithal, H. Dash, M. Marda // *J. Anaesthesiol. Clin. Pharmacol.* – 2013. – T. 29 – № 2 – 200p.
159. Pang D. Atlantoaxial Rotatory Fixation: Part 1—Biomechanics OF Normal Rotation at the Atlantoaxial Joint in Children / D. Pang, V. Li // *Neurosurgery* – 2004. – T. 55 – № 3 – 614–626p.
160. Patel A.J. Endoscopic endonasal odontoidectomy in a child with chronic type 3 atlantoaxial rotatory fixation: case report and literature review / A. J. Patel, J. Boatey, J. Muns, R. J. Bollo, W. E. Whitehead, C. M. Giannoni, A. Jea // *Child's Nerv. Syst.* – 2012. – T. 28 – № 11 – 1971–1975p.
161. Pearce J.M.S. Platybasia and Basilar Invagination / J. M. S. Pearce // *Eur. Neurol.* – 2007. – T. 58 – № 1 – 62–64p.
162. Perrini P. Transoral approach to extradural non-neoplastic lesions of the craniovertebral junction / P. Perrini, N. Benedetto, N. Di Lorenzo // *Acta Neurochir. - Wien.* – 2014. - 156(6). - 1231-1236p.
163. PHILLIPS E. Metastatic Lesions of the Upper Cervical Spine / E. PHILLIPS, A. M. LEVINE // *Spine (Phila. Pa. 1976)*. – 1989. – T. 14 – № 10 – 1071–1077p.
164. Polli F.M. Atlantoaxial anterior transarticular screw fixation: a case series and reappraisal of the technique / F. M. Polli, M. Miscusi, S. Forcato, A. Raco // *Spine J.* – 2015. – T. 15 – № 1 – 185–193p.
165. Ponce-Gómez J.A. Evolution from microscopic transoral to endoscopic endonasal odontoidectomy / J. A. Ponce-Gómez, L. A. Ortega-Porcayo, H. E. Soriano-Barón, A. Sotomayor-González, N. Arriada-Mendicoa, J. L. Gómez-Amador, M. Palma-Díaz, J. Barges-Coll // *Neurosurg. Focus* – 2014. – T. 37 – № 4 – E15p.
166. Puttlitz C.M. Biomechanical Rationale for the Pathology of Rheumatoid Arthritis in the Craniovertebral Junction / C. M. Puttlitz, V. K. Goel, C. R. Clark, V. C. Traynelis, J. L. Scifert, N. M. Grosland // *Spine (Phila. Pa. 1976)*. – 2000. – T. 25

- № 13 – 1607–1616p.
167. Rawal R.B. Endonasal odontoidectomy for basilar impression and brainstem compression due to radiation fibrosis / R. B. Rawal, R. N. Shah, A. M. Zanation // *Laryngoscope* – 2013. – T. 123 – № 3 – 584–587p.
168. Raybaud C. Anatomy and development of the craniovertebral junction / C. Raybaud // *Neurol. Sci.* – 2011. – T. 32 – № S3 – 267–270p.
169. Raza S.M. Endoscopic endonasal resection of trigeminal schwannomas / S. M. Raza, M. A. Amine, V. Anand, T. H. Schwartz // *Neurosurg. Clin. N. Am.* – 2015. – T. 26 – № 3 – 473–479p.
170. Rossini Z. Endoscopic Transseptal Approach with Posterior Nasal Spine Removal: A Wide Surgical Corridor to the Craniovertebral Junction and Odontoid: Technical Note and Case Series / Z. Rossini, D. Milani, F. Nicolosi, F. Costa, G. B. Lasio, V. A. D'Angelo, M. Fornari, G. Colombo // *World Neurosurg.* – 2018. – T. 110 – 373–385p.
171. Sawin P.D. Basilar invagination in osteogenesis imperfecta and related osteochondrodysplasias: medical and surgical management / P. D. Sawin, A. H. Menezes // *J. Neurosurg.* – 1997. – T. 86 – № 6 – 950–960p.
172. Schmelzle R. Osteosynthesen im occipitocervicalem Übergang vom transoralen Zugang aus / R. Schmelzle, J. Harms, D. Stolze // XVIII SICOT World Congr. Abstr. – 1987. – 27–28p.
173. Scholtes F. Endoscopic Endonasal Resection of the Odontoid Process as a Standalone Decompressive Procedure for Basilar Invagination in Chiari Type I Malformation / F. Scholtes, F. Signorelli, N. McLaughlin, F. Lavigne, M. Bojanowski // *min - Minim. Invasive Neurosurg.* – 2011. – T. 54 – № 04 – 179–182p.
174. Seker A. Comparison of Endoscopic Transnasal and Transoral Approaches to the Craniovertebral Junction / A. Seker, K. Inoue, S. Osawa, A. Akakin, T. Kilic, A. L. Rhoton // *World Neurosurg.* – 2010. – T. 74 – № 6 – 583–602p.
175. Sexton M.A. Comparison of Anesthetic Management and Outcomes in Patients Having Either Transnasal or Transoral Endoscopic Odontoid Process Surgery /

- M. A. Sexton, A. S. Abcejo, J. J. Pasternak // *J. Neurosurg. Anesthesiol.* – 2018. – T. 30 – № 2 – 179–183p.
176. Sherk H.H. Lesions of the Atlas and Axis / H. H. Sherk // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1975. – T. 109 – 33–41p.
177. Shin H. Occipitocervical fusion after resection of craniovertebral junction tumors / H. Shin, I. J. Barrenechea, J. Lesser, C. Sen, N. I. Perin // *J. Neurosurg. Spine* – 2006. – T. 4 – № 2 – 137–144p.
178. Shipchandler T.Z. Outcomes for endoscopic resection of sinonasal squamous cell carcinoma / T. Z. Shipchandler, P. S. Batra, M. J. Citardi, W. E. Bolger, D. C. Lanza // *Laryngoscope* – 2005. – T. 115 – № 11 – 1983–1987p.
179. Shkarubo A.N. Surgical Treatment of Skull Base Tumors, Extending to Craniovertebral Junction / A. N. Shkarubo, D. N. Andreev, N. A. Konovalov, P. V. Zelenkov, A. J. Lubnin, I. V. Chernov, K. V. Koval // *World Neurosurg.* – 2017. – T. 99 – 47–58p.
180. Shkarubo A.N. Expanded endoscopic transnasal odontoidectomy and posterior stabilization: a combined approach. / A. N. Shkarubo, I. Chernov, D. N. Andreev, V. N. Nikolenko, K. G. Chmutin, M. Y. Sinelnikov // *J. Neurosurg. Sci.* – 2020. – 66(6). – 551-559p.
181. Shkarubo A.N. Transoral Removal of Ventrally Located Meningiomas of the Craniovertebral Junction / A. N. Shkarubo, I. V. Chernov, D. N. Andreev // *World Neurosurg.* – 2019. – T. 124 – e387–e394p.
182. Shkarubo A.N. Transoral Removal of Ventrally Located Meningiomas of the Craniovertebral Junction / A. N. Shkarubo, I. V. Chernov, D. N. Andreev // *World Neurosurg.* – 2018 Dec 31. – S1878-8750(18). – 32926-7.p.
183. Shkarubo A.N. Endoscopic endonasal removal of the invaginated odontoid process of the C2 vertebra / A. N. Shkarubo, N. A. Konovalov, P. V. Zelenkov, V. A. Mazaev, D. N. Andreev, I. V. Chernov // *Vopr. neirokhirurgii Im. N.N. Burdenko* – 2015. – T. 79 – № 5 – 82p.
184. Shkarubo A.N. Endoscopic endonasal transclival removal of tumors of the clivus and anterior region of the posterior cranial fossa (results of surgical treatment of

- 140 patients) / A. N. Shkarubo, K. V. Koval, I. V. Chernov, D. N. Andreev, A. B. Kurnosov, A. A. Panteleyev // *Chinese Neurosurg. J.* – 2018. – T. 4 – № 1 – 36p.
185. Shkarubo A.N. Transoral Decompression and Anterior Stabilization of Atlantoaxial Joint in Patients with Basilar Impression and Chiari Malformation Type I: A Technical Report of 2 Clinical Cases / A. N. Shkarubo, A. A. Kuleshov, I. V. Chernov, M. S. Vetrile // *World Neurosurg.* – 2017. – T. 102 – 181–190p.
186. Shkarubo A.N. Transoral Decompression and Stabilization of the Upper Cervical Segments of the Spine Using Custom-Made Implants in Various Pathologic Conditions of the Craniovertebral Junction / A. N. Shkarubo, A. A. Kuleshov, I. V. Chernov, M. S. Vetrile, I. N. Lisyansky, S. N. Makarov, G. P. Ponomarenko, M. Spyrou // *World Neurosurg.* – 2018. – T. 109 – e155–e163p.
187. Shkarubo A.N. Anatomical Aspects of the Transnasal Endoscopic Access to the Craniovertebral Junction / A. N. Shkarubo, V. N. Nikolenko, I. V. Chernov, D. N. Andreev, M. A. Shkarubo, K. G. Chmutin, M. Y. Sinelnikov // *World Neurosurg.* – 2020. – T. 133 – e293–e302p.
188. Shkarubo M.A. Making Anatomic Preparations of the Human Brain Using Colored Silicone for Vascular Perfusion Staining (Technical Description) / M. A. Shkarubo, A. N. Shkarubo, G. F. Dobrovolsky, G. A. Polev, I. V. Chernov, D. N. Andreev, V. V. Karnaukhov, K. V. Koval // *World Neurosurg.* – 2018. – T. 112 – 110–116p.
189. Shriver M.F. Transoral and transnasal odontoidectomy complications: A systematic review and meta-analysis / M. F. Shriver, V. R. Kshetry, R. Sindwani, T. Woodard, E. C. Benzel, P. F. Recinos // *Clin. Neurol. Neurosurg.* – 2016. – T. 148 – 121–129p.
190. Silva J.A.G. da Suboccipital craniectomy with opening of the fourth ventricle and duraplasty: study of 192 cases of craniovertebral malformations / J. A. G. da Silva, A. A. dos Santos Jr., M. do D. L. da Costa, E. B. de Almeida // *Arq. Neuropsiquiatr.* – 2013. – T. 71 – № 9A – 609–614p.
191. Silva J.A.G. da Posterior fossa decompression with tonsillectomy in 104 cases of

- basilar impression, Chiari malformation and/or syringomyelia / J. A. G. da Silva, A. A. dos Santos Jr, L. R. S. Melo, A. F. de Araújo, G. P. Regueira // *Arq. Neuropsiquiatr.* – 2011. – T. 69 – № 5 – 817–823p.
192. Simal-Julián J.A. Endonasal Odontoidectomy in Basilar Invagination / J. A. Simal-Julián, P. Miranda-Lloret, M. R. Sanchis-Martín, A. Quiroz, C. Botella-Asunción, A. B. Kassam // *J. Neurol. Surg. Part B Skull Base* – 2021. – T. 82 – № S 01 – S14–S15p.
193. Singh H. Ventral Surgical Approaches to Craniovertebral Junction Chordomas / H. Singh, J. Harrop, P. Schiffmacher, M. Rosen, J. Evans // *Neurosurgery* – 2010. – T. 66 – № suppl_3 – A96–A103p.
194. Singh H. Endoscopic endonasal odontoid resection with real-time intraoperative image-guided computed tomography: report of 4 cases / H. Singh, S. Rote, A. Jada, E. D. Bander, G. J. Almodovar-Mercado, W. I. Essayed, R. Härtl, V. K. Anand, T. H. Schwartz, J. P. Greenfield // *J. Neurosurg.* – 2018. – T. 128 – № 5 – 1486–1491p.
195. Smith H.E. Trends in surgical management for type II odontoid fracture: 20 years of experience at a regional spinal cord injury center. / H. E. Smith, A. R. Vaccaro, M. Maltenfort, T. J. Albert, A. S. Hilibrand, D. G. Anderson, J. Harrop, M. G. Fehlings, B. Kopjar, D. S. Brodke, P. M. Arnold, C. I. Shaffrey // *Orthopedics* – 2008. – T. 31 – № 7 – 650p.
196. Smith J.S. Basilar Invagination / J. S. Smith, C. I. Shaffrey, M. F. Abel, A. H. Menezes // *Neurosurgery* – 2010. – T. 66 – № suppl_3 – A39–A47p.
197. Smoker W.R. Craniovertebral junction: normal anatomy, craniometry, and congenital anomalies. / W. R. Smoker // *RadioGraphics* – 1994. – T. 14 – № 2 – 255–277p.
198. Smoker W.R.K. Imaging the craniocervical junction / W. R. K. Smoker, G. Khanna // *Child's Nerv. Syst.* – 2008. – T. 24 – № 10 – 1123–1145p.
199. Stovner L.J. The chiari type I malformation in two monozygotic twins and first-degree relatives / L. J. Stovner, J. Cappelen, G. Nilsen, O. Sjaastad // *Ann. Neurol.* – 1992. – T. 31 – № 2 – 220–222p.

200. Stulík J. Total spondylectomy of C2: a new surgical technique. / J. Stulík, J. Kozák, P. Sebesta, T. Vyskocil, J. Kryl, M. Pelichovská // *Acta Chir. Orthop. Traumatol. Cech.* – 2007. – T. 74 – № 2 – 79–90p.
201. Sundaresan N. Treatment of odontoid fractures in cancer patients / N. Sundaresan, J. H. Galicich, J. M. Lane, H. S. Greenberg // *J. Neurosurg.* – 1981. – T. 54 – № 2 – 18 – 192p.
202. Tang D. Technical notes on the endoscopic endonasal approach to the craniovertebral junction for odontoidectomy / D. Tang, C. Roxbury, B. D'Anza, V. Kshetry, T. Woodard, P. Recinos, R. Sindwani // *Am. J. Rhinol. Allergy* – 2018. – T. 32 – № 2 – 85 – 86p.
203. Tomazic P. V Endoscopic resection of odontoid process in Arnold Chiari malformation type II. / P. V Tomazic, H. Stammberger, M. Mokry, C. Gerstenberger, W. Habermann // *B-ENT* – 2011. – T. 7. – № 3. – 209 – 13p.
204. Tubbs R.S. Ligaments of the craniocervical junction / R. S. Tubbs, J. D. Hallock, V. Radcliff, R. P. Naftel, M. Mortazavi, M. M. Shoja, M. Loukas, A. A. Cohen-Gadol // *J. Neurosurg. Spine* – 2011. – T. 14 – № 6. – 697–709p.
205. VanGilder J.C. craniovertebral junction abnormalities / J. C. VanGilder, A. H. Menezes, K Dolan – Mount Kisco, N.Y.: Futura Pub. Co., 1987.– 1.–255p.
206. Veiceschi P. Endoscopic Endonasal Odontoidectomy Preserving Atlantoaxial Stability: a Pediatric Case / P. Veiceschi, F. Pozzi, F. Restelli, T. Alfiero, P. Castelnuovo, D. Locatelli // *J. Neurol. Surg. Part B Skull Base* – 2021. – T. 82. – № S 01. – 2–3s.
207. Visocchi M. Endoscopic Endonasal Approach for Craniovertebral Junction Pathologic Conditions: Myth and Truth in Clinical Series and Personal Experience / M. Visocchi, F. Signorelli, C. Liao, M. Rigante, G. Paludetti, G. Barbagallo, A. Olivi // *World Neurosurg.* – 2017. – T. 101. – 122–129p.
208. Vitali M. Stability-Sparing Endoscopic Endonasal Odontoidectomy in a Malformative Craniovertebral Junction: Case Report and Biomechanical Considerations. - 2019. – 229–233p.
209. Wu J.-C. Endoscopic Transnasal Transclival Odontoidectomy: A New Approach

- to Decompression: Technical Case Report / J.-C. Wu, W.-C. Huang, H. Cheng, M.-L. Liang, C.-Y. Ho, T.-T. Wong, Y.-H. Shih, Y.-S. Yen // *Oper. Neurosurg.* – 2008. – T. 63 – № suppl_1 – ONSE92–ONSE94p.
210. Xu N. Reconstruction of the Upper Cervical Spine Using a Personalized 3D-Printed Vertebral Body in an Adolescent With Ewing Sarcoma / N. Xu, F. Wei, X. Liu, L. Jiang, H. Cai, Z. Li, M. Yu, F. Wu, Z. Liu // *Spine (Phila. Pa. 1976)*. – 2016. – T. 41. – № 1. – E50–E54p.
211. Yang J. Surgical treatment of upper cervical spine metastases: a retrospective study of 39 cases / J. Yang, Q. Jia, D. Peng, W. Wan, N. Zhong, Y. Lou, X. Cai, Z. Wu, C. Zhao, X. Yang, J. Xiao // *World J. Surg. Oncol.* – 2017. – T. 15.– № 1. – 21p.
212. Yeh M.-Y. Suture Repair in Endoscopic Surgery for Craniovertebral Junction / M.-Y. Yeh, W.-C. Huang, J.-C. Wu, C.-H. Kuo, H.-K. Chang, T.-H. Tu, P.-Y. Chang, Y.-S. Yen, H. Cheng // *Neurospine* – 2019. – T. 16. – № 2. – 257–266p.
213. Yen Y.-S. Endoscopic transnasal odontoidectomy without resection of nasal turbinates: clinical outcomes of 13 patients / Y.-S. Yen, P.-Y. Chang, W.-C. Huang, J.-C. Wu, M.-L. Liang, T.-H. Tu, H. Cheng // *J. Neurosurg. Spine* – 2014. – T. 21. – № 6. – 929–937p.
214. Yin Q. Transoral atlantoaxial reduction plate internal fixation for the treatment of irreducible atlantoaxial dislocation: a 2- to 4-year follow-up / Q. Yin, F. Ai, K. Zhang, X. Mai, H. Xia, Z. Wu // *Orthop. Surg.* – 2010. – T. 2. – № .2 – 149–155p.
215. Young W.F. Magnetic resonance imaging confirmation of resolution of periodontoid pannus formation following C1/C2 posterior transarticular screw fixation / W. F. Young, O. Boyko // *J. Clin. Neurosci.* – 2002. – T. 9 – № 4 – 434 – 436c.
216. Yu Y. Endoscopic transnasal odontoidectomy combined with posterior reduction to treat basilar invagination / Y. Yu, F. Hu, X. Zhang, J. Ge, C. Sun // *J. Neurosurg. Spine* – 2013. – T. 19. – № 5. – 637–643p.
217. Yu Y. Endoscopic transnasal odontoidectomy to treat basilar invagination with

- congenital osseous malformations / Y. Yu, X. Wang, X. Zhang, F. Hu, Y. Gu, T. Xie, X. Jiang, C. Jiang // *Eur. Spine J.* – 2013. – T. 22. – № 5. – 1127–1136p.
218. Zenga F. C1 anterior arch preservation in transnasal odontoidectomy using three-dimensional endoscope: A case report / F. Zenga, N. Marengo, P. Pacca, G. Pecorari, A. Ducati // *Surg. Neurol. Int.* – 2015. – T. 6. – № 1 – 192p.
219. Zenga F. Endoscopic Endonasal Approach to the Odontoid Pathologies / F. Zenga, P. Pacca, V. Tardivo, V. Pennacchietti, D. Garbossa, G. Pecorari, A. Ducati // *World Neurosurg.* – 2016. – T. 89. – 394–403p.
220. Zenga F. Endoscopic transnasal odontoidectomy using ultrasonic bone curette: Technical case report / F. Zenga, A. Villaret, M. Fontanella, P. Nicolai // *Neurol. India* – 2013. – T. 61 – № 1 – 69p.
221. Zhang B. Biomechanical comparison of a novel transoral atlantoaxial anchored cage with established fixation technique - a finite element analysis / B. Zhang, H. Liu, X. Cai, Z. Wang, F. Xu, H. Kang, R. Ding, X. Luo // *BMC Musculoskelet. Disord.* – 2015. – T. 16. – № 1. – 261p.
222. Zhang B. Biomechanical Comparison of Modified TARP Technique Versus Modified Goel Technique for the Treatment of Basilar Invagination / B. Zhang, H. Liu, X. Cai, Z. Wang, F. Xu, X. Liu, H. Wang, H. Kang, R. Ding // *Spine (Phila. Pa. 1976)*. – 2016. – T. 41. – № 8. – E459–E466p.
223. Zhang Q.-H. Endoscopic approach to remove intra-extracranial tumors in various skull base regions / Q.-H. Zhang, Z.-L. Wang, H.-C. Guo, F. Kong, B. Yan, M.-C. Li, G. Chen, J.-T. Liang, Y.-H. Bao, F. Ling // *Chin. Med. J. (Engl)*. – 2017. – T. 130. – № 24. – 2933–2940p.
224. Zoia C. Endoscopic Transnasal Odontoidectomy / C. Zoia, D. Bongetta, S. Luzzi // *J. Neurol. Surg. Part B Skull Base* – 2021. – T. 82. – № S 01. – 10–S11s.
225. Zoli M. Endoscopic Endonasal Odontoidectomy / M. Zoli, D. Mazzatenta, A. Valluzzi, C. Mascari, E. Pasquini, G. Frank // *Neurosurg. Clin. N. Am.* – 2015. – T. 26. – № 3. – 427–436p.
226. Zwagerman N.T. Endoscopic endonasal resection of the odontoid process: clinical outcomes in 34 adults / N. T. Zwagerman, M. J. Tormenti, Z. J. Tempel,

E. W. Wang, C. H. Snyderman, J. C. Fernandez-Miranda, P. A. Gardner // J. Neurosurg. – 2018. – T. 128. – № 3. – 923–931p.

227. Zygmunt S. Reduction of Rheumatoid Periodontoid Pannus Following Posterior Occipito-cervical Fusion Visualised by Magnetic Resonance Imaging / S. Zygmunt, H. Säveland, H. Brattström, B. Ljunggren, E. M. Larsson, F. Wollheim // Br. J. Neurosurg. – 1988. – T. 2. – № 3. – 315–320p.