

На правах рукописи

Ахинян Эдуард Каренович

**ПРИМЕНЕНИЕ БАЛЛОННОЙ ТАМПОНАДЫ ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНОЙ
ПАЗУХИ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ НИЖНЕЙ СТЕНКИ ГЛАЗНИЦЫ
(КЛИНИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)**

3.1.2. Челюстно-лицевая хирургия

3.1.3. Оториноларингология

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор
Епифанов Сергей Александрович,

Научный консультант:

доктор медицинских наук, доцент
Апостолиди Константин Георгиевич

Москва – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. ХИРУРГИЯ ТРАВМ НИЖНЕЙ СТЕНКИ ГЛАЗНИЦЫ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР).....	12
1.1 Принципы хирургического лечения пациентов с переломами нижней стенки глазницы	12
1.2 Осложнения хирургического лечения пациентов с переломами нижней стенки глазницы	18
1.3 Применение методики тампонады при переломах нижней стенки глазницы	20
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	24
2.1 Дизайн исследования	24
2.2 Методы исследования.....	25
2.2.1 Анализ результатов лечения пациентов с переломом нижней стенки глазницы.....	25
2.2.2 Характеристика лабораторных животных, включённых в исследование; нормативная документация	26
2.2.3 Формирование групп животных для экспериментальных исследований .	27
2.2.4 Изучение влияния баллонной тампонады на состояние кровотока слизистой верхнечелюстной пазухи	29
2.2.5 Изучение морфологической картины восстановления костных и мягкотканых структур верхнечелюстной пазухи у лабораторных животных .	31
2.2.6 Разработка методики тампонады верхнечелюстной пазухи на анатомических препаратах.....	32
2.3 Статистическая обработка материала	34
ГЛАВА 3. РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМОМ НИЖНЕЙ СТЕНКИ ГЛАЗНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТАМПОНАДЫ ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНОЙ ПАЗУХИ.....	36
ГЛАВА 4. МОДЕЛЬ ПЕРЕЛОМА СТЕНОК ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНОЙ ПАЗУХИ, МЕТОДИКА РЕПОЗИЦИИ КОСТНЫХ ФРАГМЕНТОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА КРОЛИКАХ	46

4.1 Особенности анатомического и гистологического строения верхнечелюстных пазух кролика.....	46
4.1.1 Анатомия околоносовых пазух кролика.....	46
4.1.2 Гистологическое строение слизистой оболочки полости носа.....	47
4.2 Характеристика оперативных вмешательств (экспериментальная часть)	49
4.2.1 Моделирование травмы верхней стенки верхнечелюстной пазухи кролика.....	50
4.2.2 Баллонирование верхнечелюстной пазухи кролика.....	55
4.2.3 Удаление баллонного тампона	57
4.3 Полученные результаты и их интерпретация	58
4.4 Динамика гистологических изменений при инициированных переломах носовой кости у кроликов на 5-е – 28-е сутки	65
ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЭНДОСКОПИЧЕСКИ АССИСТИРОВАННОЙ БАЛЛОННОЙ ТАМПОНАДЫ ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНОЙ ПАЗУХИ НА АНАТОМИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТАХ	83
5.1 Моделирование перелома нижней стенки глазницы.....	85
5.2 Формирование хирургического доступа в верхнечелюстную пазуху	87
5.3 Репозиция смещенного фрагмента нижней стенки глазницы.....	91
5.4 Установка баллона в верхнечелюстную пазуху через нижний или средний носовой ход	92
5.5 Заполнение баллона 0.9% изотоническим раствором хлорида натрия для обеспечения адекватной поддержки репонированных костных фрагментов.....	95
ОБСУЖДЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ ...	105
ВЫВОДЫ	114
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	115
Список литературы.....	116

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность

В течение многих лет для восстановления переломов нижней стенки глазницы применялись различные методы, которые совершенствуются и в настоящее время [1, 7, 8, 17, 18, 22, 70, 91, 142, 155, 159, 162, 167, 169, 139, 163]. Одним из ключевых моментов являются анатомические особенности челюстно-лицевой области: нижняя стенка глазницы одновременно является составной частью верхнечелюстной пазухи [68, 145, 150, 168]. Основными направлениями совершенствования являются вопросы выбора хирургического доступа к месту перелома и варианта восстановления поврежденных костных структур, а также вопросы уменьшения возможных осложнений [55, 60, 78, 76, 79, 80, 84, 88, 93, 95, 108, 117, 124, 127, 140].

Первые сообщения о восстановлении нижней стенки глазницы через верхнечелюстную пазуху датированы серединой прошлого столетия [94]. Ранее репозицию смещенных костных фрагментов выполняли под прямым визуальным контролем [80, 98, 116, 131, 150, 158, 172, 179]. В последние годы возрос интерес к эндоскопическим методикам [85, 92, 119, 160, 171, 176]. С развитием эндоскопической техники значительно уменьшилась операционная травма [25, 28, 87, 96, 113, 123, 165].

Одним из способов стабилизации нижней стенки глазницы является применение тугой тампонады пазухи с использованием марлевых турунд, иногда пропитываемых жиро-водорастворимыми мазями или маслом. До настоящего времени нет четких рекомендаций относительно длительности такой иммобилизации, в связи с чем практикующим врачам приходится самостоятельно определять длительность нахождения тампона в верхнечелюстной пазухе, опираясь на личный опыт [8, 12]. Длительное (более 7 суток) нахождение тампона в пазухе сопряжено с риском его инфицирования, несмотря на антисептическую обработку. Образование микрозацепов тампона за острые костные края, наряду с врастанием слизистой оболочки в поры тампона приводит

к развитию вторичных кровотечений после его удаления и вторичному смещению репонированных фрагментов в процессе удаления.

В этой связи возникает вопрос поиска альтернативных способов временной иммобилизации костных фрагментов нижней стенки глазницы, например, с использованием баллона, особенно на ранних стадиях травмы [120, 125, 151, 152, 165, 175]. К потенциальным преимуществам такого способа можно отнести: низкую травматичность, возможность применять его без какой-либо травмы донорского участка, временный характер размещения, невысокую стоимость. Баллон, имея гладкое покрытие, возможно свободно удалить из верхнечелюстной пазухи, не приводя к вторичным осложнениям.

Степень разработанности темы исследования

До настоящего времени в научной литературе описаны лишь немногочисленные случаи применения баллонной тампонады верхнечелюстных пазух с целью временной иммобилизации поврежденных костных структур [25, 120, 123, 125, 152, 165, 175].

Недостаточно экспериментальных и клинических исследований, посвященных эффективности применения баллонной методики временной иммобилизации при изолированных травмах нижней стенки глазницы.

Нет обоснования требуемой длительности временной иммобилизации баллоном, а также сведений о влиянии временной иммобилизации на окружающие ткани верхнечелюстного синуса. Предлагались различные периоды размещения антрального баллона [123, 165, 175], но оптимальный период неясен.

В специализированной научной литературе не содержится сведений о влиянии баллона, устанавливаемого в верхнечелюстную пазуху, на состояние тканей слизистой пазухи и процессы микроциркуляции в них.

Не разработаны конструкции баллонов, специально предназначенных для тампонады верхнечелюстной пазухи при переломах нижней стенки глазницы, нет даже требований, определяющих конструктивные особенности подобных медицинских изделий.

Вышеперечисленные факторы обуславливают актуальность настоящего исследования.

Цель исследования:

Экспериментальное обоснование репозиции и иммобилизации стенок нижней стенки глазницы баллонированием при ее переломе, как метода профилактики специфических осложнений.

Задачи исследования:

1. Провести ретроспективный анализ результатов лечения пациентов с переломом нижней стенки глазницы, у которых использована тампонада верхнечелюстной пазухи с целью временной иммобилизации поврежденных костных структур.
2. В эксперименте *in vivo* методом лазерной доплерометрии провести оценку динамики кровотока в слизистой оболочке верхнечелюстной пазухи после ее баллонной тампонады в зависимости от длительности нахождения баллона (в период от 5 до 28 суток).
3. В эксперименте *in vivo* провести морфологический анализ восстановления поврежденных костных структур верхнечелюстной пазухи после их репозиции и временной иммобилизации баллоном в различные временные периоды (от 5 до 28 суток).
4. В эксперименте на анатомических объектах разработать методику временной баллонной стабилизации нижней стенки глазницы при её травме и внести предложения по оптимизации конструкции специального баллона для верхнечелюстной пазухи, соответствующего ее анатомической форме.

Научная новизна исследования

Проанализирован опыт лечения пациентов с переломом нижней стенки глазницы с использованием тампонирования верхнечелюстной пазухи, в том числе баллоном.

Впервые оценено с применением лазерной доплеровской флоуметрии состояние микроциркуляторного русла в динамике в ответ на установку баллона в верхнечелюстную пазуху после экспериментальной травмы, доказано отсутствие ишемических изменений тканей.

Впервые на основании морфологических исследований в эксперименте *in vivo* изучены в различные сроки тканевые реакции костных, мягкотканых и сосудистых структур верхнечелюстной пазухи, возникающие после экспериментальной травмы с временной иммобилизацией баллоном.

В анатомическом эксперименте разработана методика восстановления поврежденных костных структур нижней стенки глазницы с использованием временной иммобилизации баллоном, устанавливаемым в верхнечелюстную пазуху.

Теоретическая и практическая значимость

Результаты проведенного экспериментального исследования, наряду с ретроспективным анализом клинического применения методики тампонирования верхнечелюстной пазухи при переломах нижней стенки глазницы позволяют расширить представления о возможности применения методики баллонирования синуса в качестве меры временной стабилизации костных структур глазницы при ее переломах.

Оценена в эксперименте эффективность применения методики временной баллонной костной стабилизации при изолированных травмах нижней стенки глазницы.

Изучено в динамике влияние баллона, устанавливаемого в верхнечелюстную пазуху, на состояние костных, мягкотканых и сосудистых структур верхнечелюстной пазухи, возникающие после экспериментальной травмы в различные сроки временной иммобилизации.

Обоснованы оптимальные сроки временной баллонной иммобилизации.

В анатомическом эксперименте разработана методика временной

стабилизации нижней стенки глазницы баллоном, создающая предпосылки для внедрения ее в клиническую практику.

Разработаны предложения относительно конструкции баллона, специально предназначенного для тампонады верхнечелюстной пазухи при переломах нижней стенки глазницы.

Методология и методы исследования

Методология исследования была сформулирована в соответствии с целью и задачами, степенью разработанности проблемы. Она основана на принципах доказательной медицины. В исследовании применены проверенные временем методы, в том числе статистический анализ, основанный на современном математическом аппарате. Также разработаны оригинальные технические приемы, относящиеся к баллонированию верхнечелюстной пазухи с использованием эндоскопического и микроэндоскопического оперативных доступов. Примененный в работе системный подход к интерпретации полученных результатов позволил сформулировать положения и концепции, носящие, во многом, универсальный характер, не зависящие от большинства факторов, способных ограничить содержание сделанных выводов и практических рекомендаций.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Ретроспективный анализ лечения пациентов с переломом нижней стенки глазницы с использованием тампонирования верхнечелюстной пазухи продемонстрировал удовлетворительные непосредственные и отдаленные результаты.

2. Результаты проведенных экспериментальных исследований на животных, основанные на данных лазерной доплеровской флоуметрии и анализе динамики морфологической картины, позволяют прийти к заключению о возможности проведения клинической апробации разработанного метода баллонирования верхнечелюстного синуса в качестве временной меры при

переломе нижней стенки глазницы.

3. Разработанная в эксперименте на анатомических объектах методика репозиции нижней стенки глазницы с использованием эндоскопического доступа и временной баллонной тампонады верхнечелюстной пазухи создает предпосылки для применения ее в клинической практике.

Степень достоверности и апробация результатов работы

Достоверность проведенного исследования определяется проведением ретроспективного анализа клинического материала, основанного на достаточном количестве пролеченных пациентов, разработкой экспериментальной модели *in vivo*, апробацией на анатомических моделях, обработкой полученных результатов современными методами статистического анализа.

Результаты проведенной научной работы доложены и обсуждены на профильных научных форумах: «Современные технологии в лечении патологии головы и шеи. Мультидисциплинарный подход» – Москва, 13-15 октября 2019 г.; «31-st World Congress of the International College for Maxillo-Facial-Surgery (ICMFS)» – Tel Aviv, Israel, October 29 - November 1, 2019; научно-практическая конференция с международным участием «Аддитивные технологии в медицине: от 3D-планирования до биопечати» – Санкт-Петербург, 10 апреля 2020 г.; VII Всероссийская научно-практическая конференция «3D-технологии в медицине». - Нижний Новгород, 17 февраля 2023 г.; Всероссийская научная конференция с международным участием «Актуальные вопросы хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» – Москва, 19 мая 2023 г.; II Всероссийский съезд челюстно-лицевых хирургов с международным участием «Реконструктивная хирургия челюстно-лицевой области». – Нижний Новгород, 1-2 июня 2023 г.; «XI Международный междисциплинарный конгресс по заболеваниям органов головы и шеи» – Санкт-Петербург, 19 июня 2023 г.; Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Медицина катастроф – 2023» совместно с Всероссийской научно-практической конференцией с международным участием «Первая помощь – 2023» – Москва, 28-

29 сентября 2023 г.; Вторая Ассамблея «Детская хирургия головы и шеи» – Светлогорск, 14-15 сентября 2023 г.; XXVI Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы защиты и безопасности» – Санкт-Петербург, 3-6 апреля 2023 г.; Второй международный Форум по хирургии современных вооруженных конфликтов «Огнестрельная рана. Организация, клиника, технологии» – Москва, 16-17 ноября 2023 г.; «XII международный междисциплинарный конгресс по заболеваниям органов головы и шеи» – Москва, 6-8 июня 2024 г.

Внедрение результатов исследования

Результаты проведенного исследования внедрены в практическую деятельность в отделений челюстно-лицевой хирургии и оториноларингологии, а также в педагогический процесс обучения клинических ординаторов, аспирантов и врачей, при поведении циклов повышения квалификации на кафедрах челюстно-лицевой хирургии и стоматологии, оториноларингологии ФГБУ "Национальный медико-хирургический Центр имени Н.И. Пирогова". Результаты экспериментальной части исследования внедрены и используются в ГБОУ ВО "Смоленский государственный медицинский университет".

Публикации результатов исследования

По материалам диссертации опубликованы 13 научных работ в отечественной печати, в том числе 6 статей в рецензируемых изданиях.

Личный вклад автора

Личный вклад автора состоит в непосредственном выполнении ретроспективного анализа архивных историй болезни пролеченных пациентов с изолированными повреждениями нижней стенки глазницы, проведении анатомического исследования, разработке экспериментальной модели и выполнении эксперимента, проведении научного и статистического анализа полученных данных, обобщении материала и практическом использовании

результатов исследования, оформлении публикаций, научных докладов.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа изложена на 131 странице текста компьютерного набора и состоит из введения, обзора литературы, главы, описывающей материалы и методы исследования, глав, излагающих результаты лечения пациентов

с изолированными повреждениями нижней стенки глазницы, проведенных экспериментов, обсуждения полученных результатов, выводов и научно-практических рекомендаций, библиографии, включающей 181 источник (69 отечественных и 112 иностранных). Работа содержит 60 рисунков и 9 таблиц.

Автор выражает благодарность и признательность сотрудникам Смоленского государственного медицинского университета, а также коллективу кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова за помощь в проведении экспериментальной и клинической частей исследования и интерпретации полученных результатов.

Глава 1. ХИРУРГИЯ ТРАВМ НИЖНЕЙ СТЕНКИ ГЛАЗНИЦЫ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

1.1 Принципы хирургического лечения пациентов с переломами нижней стенки глазницы

Переломы нижней стенки глазницы являются распространенными и сложными в восстановлении. Переломы стенок глазницы могут быть изолированными или сочетаться с другими повреждениями (голова, шея и позвоночник) [8, 32, 36, 39, 46, 61, 67]. Изолированные переломы заслуживают особого внимания, потому что выбор метода лечения зависит от состояния зрения и положения глазного яблока. Большинство орбитальных переломов встречается у мужчин во втором-третьем десятилетиях их жизни [2, 7, 20, 32, 54, 89, 110, 146], а также у детей [73, 93, 101, 103, 105, 148]. Многие повреждения костей лицевого скелета включают в себя глазницу, например: 1) переломы Le Fort II и III; 2) переломы скуловой кости в сочетании со стенками пазух; 3) переломы назоорбитоэтмоидального комплекса. По механизму травмы, дорожно-транспортные происшествия и акты агрессии являются наиболее распространенными [20, 32, 46, 52, 61, 89, 97, 141, 162]. У детей чаще наблюдаются переломы, возникшие в результате падения или связанные со спортом [73, 104, 122, 138, 159].

Большинство хирургов описывают перелом костных структур глазницы в соответствии с пространственным расположением: нижняя стенка, медиальная стенка, латеральная стенка и верхняя стенка, или «крыша». Однако, подобный подход упрощает, зачастую, сложный характер этих переломов. Были предложены несколько схем классификации для определения изолированных и сочетанных переломов стенок глазницы, а также смещения мягких тканей [2, 54, 82, 83, 88, 134, 135, 141, 145, 164]. Понятийный аппарат, применяемый в классификации, улучшает междисциплинарное взаимодействие, обеспечивает

единый подход хирургического лечения (показания, сроки и т.д.), однако к кардинальным изменениям в подходах к лечению такой категории больных это не привело. Тем не менее, достижения в области визуализации, внедрение интраоперационных навигационных систем, появление гибридных операционных, улучшенные конструкции изготавливаемых индивидуальных имплантатов – привели к переоценке проверенных временем методов [27, 28, 31, 40, 48, 50, 77, 128, 132, 144, 156, 161, 167].

Компьютерная томография (КТ) остается «золотым стандартом» для выявления и определения переломов глазницы [11, 14, 37, 59, 109, 115, 129, 154, 174]. Рекомендуется визуализация всего лица, поскольку часто встречаются сопутствующие переломы. Оптимальными являются корональные и сагиттальные реконструкции (с толщиной осевого среза <1 мм) [115] и трехмерный (3D) рендеринг [12, 27, 77] для определения соотношений сопутствующих повреждений костей лицевого скелета. Медиальная стенка лучше всего визуализируется в корональном срезе. Сагиттальный вид позволяет оценить нижнюю стенку. Как корональные, так и сагиттальные изображения могут использоваться для оценки состояния мягких тканей и жировых грыж или ущемления глазодвигательных мышц.

После постановки диагноза перелома нижней стенки глазницы и обследования офтальмологом, необходимо определить показания к хирургическому вмешательству, которые можно разделить на срочные и отсроченные. Окулокардиальный (тройнично-кардиальный) рефлекс может быть вызван при переломе нижней стенки глазницы вследствие вовлечения экстраокулярных мышц. Это может привести к выраженной брадикардии, рвоте, обмороку и даже асистолии [41, 69, 124]. Таким образом, необходима срочная операция для освобождения защемленных тканей и ослабления стимула. Окулокардиальный рефлекс, как правило, отмечается при переломах по типу «открытой двери», когда сегмент кости смещается, а затем возвращается в относительно нормальное положение, захватывая орбитальные ткани. Это чаще встречается у детей, по-видимому, из-за более эластичной костной ткани [101, 103

122]. Также установлена связь возникновения окулокардиального рефлекса с защемлением нижней прямой мышцы [109]. Jordan D.R. и соавт. назвали этот тип травм «переломами с белыми глазами», поскольку у пациента может быть нормально выглядящий глаз, пока не будет обнаружено ограничение взгляда при обследовании экстраокулярных движений [121]. Поэтому важно тщательно изучить компьютерную томограмму пациентов с такими признаками и симптомами, как смещенная экстраокулярная мышца, которую необходимо сравнить с мышцей на другой стороне. Исследования показали, что раннее вмешательство в случае ущемления мышц приводило к меньшей послеоперационной диплопии [23, 38, 54, 76, 82, 93, 108, 110, 117, 121, 127]. Предполагается, что мышца может подвергнуться ишемической травме или стать дисфункциональной из-за фиброза [93, 111]. Может быть трудно оценить истинное мышечное ущемление в острую фазу, так как большинство пациентов будут иметь некоторую степень ограничения движений глаза в результате отека [108]. Принудительное тестирование (тракционный тест) может помочь выяснить, существует ли ущемление. Другим показанием к срочному вмешательству является значительный экзофтальм (более 5 мм) [143].

Большинство переломов с незначительным смещением костных фрагментов не подвергается хирургическому лечению сразу или в сроки до 14 дней после травмы. Задержка позволяет уменьшить периорбитальный отек, что может помочь в последующих обследованиях и дает возможность устранения сопутствующих травм [139, 163]. Диплопия часто встречается при переломах орбиты, но большинство симптомов исчезают в течение первых двух недель с момента травмы. Показаниями к хирургическому вмешательству являются экзофтальм

(> 2 мм), глазодвигательная дисфункция и стойкая диплопия при прямом взгляде или положении чтения, результаты КТ (дефекты более 50% нижней стенки), прогрессирующая гипостезия V2 [78, 84, 86, 130, 137].

Большинство хирургов берут за основу показания при наличии экзофтальма, который становится клинически заметным при смещении на 3-4 мм [141].

Увеличение объема глазницы на 5% (1 см³) и более, может быть достаточным, чтобы вызвать энофтальм [112, 154, 158, 174]. Переломы в области медиальной стенки и нижней стенки глазницы особенно подвержены развитию энофтальма и хронической диплопии [86, 104, 118, 164]. Степень разрушения костей может быть не единственным предиктором развития энофтальма или стойкой диплопии. Округление нижней прямой мышцы глаза на корональной плоскости КТ является прогностическим фактором послеоперационного энофтальма [143].

Отсрочка операции увеличивает риск того, что пораженные ткани фиброзно изменятся и вызовут хроническую диплопию. При отсутствии показаний к срочному вмешательству, в литературе обсуждается двухнедельный интервал для операции [88, 111, 118, 136, 180].

Вопрос хирургического доступа к месту перелома зависит от типа травмы, опыта хирурга и имеющегося оборудования [12, 22, 26, 37, 44, 60]. Подглазничные, сублабиальные и трансконъюнктивальные разрезы используются наиболее часто [45, 80, 98, 116, 131, 135, 150, 172]. Субцилиарный доступ был связан с гораздо более высокой частотой осложнений, при этом эктропион имел место примерно в 13% случаев [135]. Однако эти данные отличаются в разных источниках. Субтарзальный доступ ассоциировался с меньшим количеством осложнений в виде эктропиона и, при правильном выполнении, не должен приводить к заметному рубцу (1-3%) [98, 116]. Большинство хирургов предпочитают трансконъюнктивальный доступ к нижней стенке глазницы, потому что видимого рубца нет, а частота осложнений очень низкая - менее 1% [131, 135, 147, 158, 173].

Интерес к эндоскопическому доступу к нижней и медиальной стенкам глазницы возрос, поскольку хирурги пытаются избежать осложнений и улучшить визуализацию поврежденных стенок орбиты [85, 87, 92, 96, 113, 119, 149, 152, 160, 166, 176]. Cheung и соавторы недавно рассмотрели девять исследований с участием 172 пациентов с переломами стенок глазницы, в ходе лечения которых были использованы эндоскопические доступы [85]. Ни у одного пациента не было перехода на открытый доступ, и наиболее

распространенным осложнением была временная потеря чувствительности щеки.

Для обеспечения доступа к нижней стенке глазницы, используется сублабиальный разрез слизистой оболочки, чтобы открыть костное окно в передней стенке верхнечелюстной пазухи чуть ниже подглазничного нерва. Для визуализации перелома и грыжевого выпячивания орбитального содержимого применяются угловые эндоскопы. Дефекты медиальной стенки глазницы требуют передней этmoidэктомии, что подразумевает наличие некоторого опыта эндоскопической хирургии пазухи. Эндоскопические доступы могут быть технически сложными. Даже, если для восстановления используется разрез века, эндовидеоскопия может дать ценную информацию о локализации перелома, степени репозиции мягких и костных тканей [25].

Интраоперационная визуализация имеет то преимущество, что показывает насколько фактически была проведена репозиция костных структур, позволяет оценить положение имплантата [28, 40, 48, 77, 156, 161, 176]. В последние годы мобильные КТ-сканеры стали намного менее громоздкими, а время на настройку и сканирование сократилось до нескольких минут. С помощью этих конусно-лучевых устройств можно создавать корональные, сагиттальные и даже трехмерные изображения без значительного увеличения радиационного воздействия. В недавнем исследовании Shaye D.A. и соавторы обнаружили, что интраоперационное использование КТ приводит к необходимости ревизии в среднем в 24% случаев переломов челюстно-лицевой области [161].

Восстановление стенок глазницы может быть достигнуто с использованием широкого спектра имплантатов [1, 4, 7, 9, 10, 21, 29, 58, 72, 91, 99, 106, 114, 169, 179]. Как и в случае с любым другим типом имплантата, материалы для реконструкции дна глазницы будут различаться по специфическим свойствам, которыми они обладают. Исторически, аутооттрансплантаты были предпочтительным методом для реконструкции стенок орбиты, в то время как алломатериалы приобрели популярность благодаря улучшению материаловедения и биосовместимости, и в настоящее время представляют собой наиболее широко используемые имплантаты для реконструкции орбиты. Аутогенная кость, хотя

и обладает хорошей совместимостью, может иметь различную степень резорбции, что может быть проблематичным, и отсутствие ее податливости создает значительные трудности для адекватного закрытия дефекта [181]. Свод черепа, подвздошный гребень, малоберцовая кость, носовая, верхнечелюстная и нижнечелюстная кости, ключица, лопатка – использовались в качестве донорских участков [17, 35, 39, 94, 107, 129, 142]. Из-за непосредственной близости

к операционному полю, обычно используются расщепленные трансплантаты свода черепа. Данные, накопленные за последние 10 лет, показали, что восстановление переломов орбиты с помощью костей черепа безопасно и сопровождается значимым уменьшением энофтальма и степени диплопии, но приводит к менее точному восстановлению внутренней формы глазницы [94, 107, 181]. Перспективные результаты реконструкции с использованием свободного трансплантата подвздошной кости были сообщены Kontio R.K. и соавт. у 24 пациентов [129]. Техника была признана надежной и с низким уровнем рецидива энофтальма и гипофтальма.

Перегородочный и ушной хрящи также использовались для восстановления дефектов стенок глазницы. Исследования показали, что методика взятия трансплантата проста, и урон донорским участком минимален, а перегородочный хрящ дает лучшие результаты, чем хрящ ушной раковины, из-за внутренней формы трансплантата [74, 106, 170]. Однако, при полной биосовместимости, они обеспечивают ограниченную структурную поддержку и склонны к резорбции [43].

Титан обладает высокой биосовместимостью, обеспечивает прочную опору, не изменяет свою форму и положение с течением времени. Он хорошо известен, легко стерилизуется, доступен, хотя и стоит дорого [7, 21, 53]. Исследования показали хорошие результаты использования титановых имплантатов для реконструкции нижней стенки глазницы в долгосрочном периоде [53, 94, 107, 169]. К сожалению, отверстия в пластинах способствуют врастанию ткани, что может усложнить удаление имплантата [94, 168].

Пористый полиэтилен обладает высокой биосовместимостью, легко обрезается до любой желаемой формы, может крепиться винтом к кости и обладает хорошей прочностью и долговременной стабильностью, у него низкий уровень инфицирования [1, 4, 29, 72, 132, 178]. При необходимости, имплантат можно легко удалить, но в некоторых случаях он может деформироваться, что затрудняет его удаление. Ограничением также является его высокая цена.

Используя предоперационные данные КТ, можно специально спроектировать конструкцию, чтобы отразить незатронутую орбиту, создав таким образом имплантат, специфичный для пациента (индивидуальный имплантат) [11, 12, 27, 31, 47, 70, 99]. Титан, полиэфирэфиркетон и стеклобиокерамика использовались для производства таких имплантатов [70, 128, 132, 144, 156]. Эти, анатомически идеальные, имплантаты предназначены для уменьшения необходимости интраоперационных манипуляций, тем самым сокращая время операции с более точным восстановлением анатомии [70, 77, 156, 167]. Первоначальные исследования сообщают о точности установки, отсутствии стойких послеоперационных нарушений зрения. К сожалению, у программного обеспечения все еще есть некоторые ограничения из-за потери данных о тонкой кости, изменяющих форму имплантата, а также риск включения примесей в имплантат, способных приводить к его отторжению, что требует дальнейших исследований.

1.2 Осложнения хирургического лечения пациентов с переломами нижней стенки глазницы

Наиболее частыми послеоперационными осложнениями являются диплопия, энофтальм и эктропион [33, 39, 43, 64, 76, 79, 108, 109, 117, 147, 158, 173]. Сообщается, что частота наиболее грозных осложнений, таких как потеря зрения после операции, достигает 0,4% [43, 64, 71, 102, 140]. Большинство из этих случаев связаны с послеоперационным внутриглазничным кровоизлиянием. Временная диплопия после операции является распространенным явлением и, как правило, улучшается или исчезает через несколько недель. Однако сообщаемая

частота персистирующей диплопии колеблется от 8% до 42% [3, 34, 39, 58, 76, 79, 108, 117]. При правильном расположении имплантата, предполагается, что причиной диплопии является травма мышцы, фиброз или повреждение нервов.

Nosal

В.М.

и Beatty R.L. обнаружили, что послеоперационная диплопия наиболее часто встречается у пожилых пациентов и тех, у которых восстановление перелома было отсрочено [117]. Опять же, особое внимание следует уделить более раннему восстановлению (немедленному или в течение нескольких дней) в тех случаях, когда периорбитальные ткани могут быть ущемлены в линии перелома или повреждены [75, 78, 111, 124, 140, 163, 172]. Сообщаемая частота энтофтальма после хирургического восстановления колеблется от 7% до 27% [79, 117, 130]. Атрофия параорбитального жира считается основной причиной развития энтофтальма.

Многие авторы отмечают развитие осложнений со стороны век после проведения хирургических доступов, таких как эктропион или энтропион. Raschke G. и соавторы рассмотрели более 300 пациентов, перенесших трансконъюнктивальный и субцилиарный доступы, и отметили, что субцилиарные разрезы привели к значительному увеличению частоты эктропиона [157]. Эти состояния могут привести к сухости глаз, повреждению склеры и роговицы,

а также к эстетическим нарушениям. Несмотря на невысокую частоту таких осложнений, необходимо отметить, что выполнение трансконъюнктивального доступа требует опыта, а субцилиарный разрез подразумевает наличие опыта в пластической хирургии. Относительно мало сообщений о возможном кровотечении из подглазничной артерии во время проведения поднадкостничной мобилизации в области нижней стенки глазницы, однако такие осложнения встречаются в 0,5-3% случаев и чреваты развитием ретробульбарных гематом. Само по себе проведение хирургических манипуляций в области параорбитальной клетчатки приводит к трофическим изменениям жировой ткани и последующему образованию фиброзных тяжей, уменьшающих размер «подушки»

и обуславливающих развитие гипо- или эннофтальма.

Осложнения со стороны околоносовых пазух, такие как гемосинус, синусит встречаются в 2-6% случаев. Как правило, гемосинус не требует проведения специальных хирургических манипуляций и самостоятельно разрешается в течение нескольких дней после травмы при условии нормального функционирования естественного соустья с верхнечелюстной пазухой. В случае наличия сопутствующих проблем, таких как хронический синусит, обструкция соустья, может потребоваться санация верхнечелюстной пазухи с целью профилактики возможного развития гнойного осложнения. Именно в этих случаях возрастает роль оценки данных КТ при планировании лечения пациентов с травмой нижней стенки глазницы, т.к. гемосинус и локальный отек слизистой наблюдается у большинства пациентов. Игнорирование этих данных может приводить к инфекционным осложнениям, в том числе к инфицированию имплантата через дефект в области нижней стенки глазницы.

Некоторые авторы отмечают наличие жалоб на «инородное тело в глазу» у пациентов, которым произведено восстановление нижней стенки глазницы с использованием имплантатов или трансплантатов, несмотря на удовлетворительные функциональные и эстетические показатели, даже при отсутствии реакции на инородное тело.

1.3 Применение методики тампонады при переломах нижней стенки глазницы

Первые сообщения о восстановлении нижней стенки глазницы через верхнечелюстную пазуху датированы серединой прошлого столетия [101]. Метод хорошо себя зарекомендовал, как простой и широко распространенный в хирургической практике, т.к. еще в 1897 г. Caldwell-Luc описали доступ в верхнечелюстную пазуху. Первоначальное использование широкой трепанации передней стенки верхнечелюстной пазухи для хорошей визуализации области перелома нижней стенки глазницы характеризовалось развитием парестезии вплоть до анестезии в области подглазничного нерва. Репозицию смещенных

костных фрагментов выполняли под прямым визуальным контролем и с целью стабилизации применяли тугую тампонаду пазухи с использованием марлевых турунд, иногда пропитываемых жиро-водорастворимыми мазями или маслом. Коррекция положения костных фрагментов после тампонады была, практически, невозможна. Кроме того, невозможно было оценить повторное смещение костных фрагментов. Несмотря на значимые ограничения, методика была широко распространена в практике челюстно-лицевого хирурга из-за простоты выполнения, отсутствия значимых затрат. Некоторые авторы отмечают неудовлетворительный результат лечения таким методом ввиду отсутствия стабильности нижней стенки глазницы в области перелома после удаления тампона. Однако, до настоящего времени нет четких рекомендаций относительно длительности иммобилизации. Практикующим врачам приходится самостоятельно определять длительность нахождения тампона в верхнечелюстной пазухе, опираясь на личный опыт. Длительное (более 7 суток) нахождение тампона в пазухе сопряжено с его инфицированием, несмотря на антисептическую обработку. Образование микрозацепов тампона за острые костные края, так же как врастание слизистой оболочки в поры тампона, приводит к развитию вторичных кровотечений после его удаления и вторичному смещению репонированных фрагментов в процессе удаления.

С развитием эндоскопической техники, значительно уменьшилась операционная травма. Формирование доступа по передней стенке верхнечелюстной пазухи не требует значительного трепанационного отверстия. Также необходимо отметить, что чем более глубокая локализация перелома по отношению к верхушке глазницы, тем более трудоемки и ограничены манипуляции со стороны век. Использование эндоскопического оборудования позволяет детально проводить осмотр и репозицию смещенных костных фрагментов. Возникает вопрос о временной иммобилизации. Методика временной иммобилизации с использованием баллона является альтернативой [139, 175]. К ее преимуществам относятся: возможность применения без какой-

либо травмы донорского участка, временное размещение баллона. Баллон, имеющий гладкое покрытие, возможно свободно удалить из верхнечелюстной пазухи, не приводя к вторичным осложнениям. Однако, до настоящего времени в научной литературе недостаточно экспериментальных и клинических исследований, посвященных эффективности применения баллонной методики временной иммобилизации при изолированных травмах нижней стенки глазницы, длительности временной иммобилизации с использованием баллона, заполняемого физиологическим раствором, а также влияния временной иммобилизации на окружающие ткани верхнечелюстного синуса.

В предыдущих сообщениях предлагались различные периоды размещения антрального баллона [131], но оптимальный период неясен. Более короткий период размещения приводил к разрушению орбитального содержимого и последующему развитию энтофтальма [125]. Также в научной литературе имеются лишь единичные сообщения относительно методики размещения баллонов, материалов, из которых они изготовлены, а также давления, которое необходимо создавать в баллоне для адекватной поддержки репонированных костных фрагментов.

В качестве прототипа взята работа А.С. Киселева и соавторов, в которой описан способ лечения переломов верхней стенки глазницы [44]. Способ заключается в следующем: после разреза мягких тканей лица по нижнему краю глазницы восстанавливают анатомически правильное положение глазного яблока. Затем в просвет глазницы между тарзоорбитальной фасцией и костной стенкой глазницы вводят фрагмент ДКТ, закрывающий область перелома. После этого вскрывают верхнечелюстную пазуху и редрессируют отломки верхней стенки пазухи, устраняют интерпозицию мягких тканей и туго заполняют ее просвет турундой или тампоном с йодоформной мазью, которые прижимают костные отломки. Конец турунды или тампона выводят через риностому в нос. Турунду или тампон удаляют через 10–15 дней.

После пластики верхней стенки верхнечелюстной пазухи для фиксации

трансплантата (имплантата) просвет пазухи obtурируют тампонами или баллоном, катетером Фолея, твёрдой мозговой оболочкой или тканями перегородки носа. Некоторые авторы проводят тампонаду верхнечелюстной пазухи на 2–3-й день после операции [16].

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Дизайн исследования

Исследование основано на ряде последовательных этапов:

1. Ретроспективный анализ результатов лечения пациентов с переломом нижней стенки глазницы с использованием тампонады верхнечелюстной пазухи, которые проходили лечение в ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России в период с 2013 по 2019 гг.



2. Изучение влияния баллонной тампонады верхнечелюстной пазухи на состояние кровотока слизистой верхнечелюстной пазухи при экспериментальной травме у лабораторных животных на основе лазерной доплерометрии в зависимости от продолжительности установки баллона и степени его наполнения жидкостью.



3. Изучение морфологической картины восстановления костных и мягкотканых структур пазухи у лабораторных животных после экспериментальной травмы.



4. Разработка методики баллонной тампонады верхнечелюстной пазухи на анатомической модели.



5. Анализ результатов, формирование выводов и практических рекомендаций.

2.2 Методы исследования

2.2.1 Анализ результатов лечения пациентов с переломом нижней стенки глазницы

Проведен ретроспективный анализ результатов лечения пациентов, находившихся на лечении в ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России в период с 2013 по 2019 гг., у которых в процессе оперативного вмешательства была выполнена тампонада верхнечелюстной пазухи в связи с переломом нижней стенки глазницы. Выборку пациентов осуществляли из базы данных, содержащихся в медицинской информационной системе (МИС) ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, на основании ключевых запросов по диагнозу (кодам услуг): «Перелом нижней стенки орбиты». Изначально, для дальнейшего анализа были отобраны 379 историй болезни.

Критерии включения пациентов в исследование: 1) возраст 18 лет или старше на момент травмы; 2) рентгенологическое подтверждение перелома нижней стенки глазницы; 3) метод лечения – репозиция нижней стенки глазницы (код услуги для поискового запроса «эндоскопически ассистированная репозиция костных отломков нижней стенки орбиты транссинусным доступом»).

Критерии исключения: 1) наличие сопутствующих хронических заболеваний головы и шеи в стадии декомпенсации и/или злокачественных новообразований; 2) ранее выполненные оперативные вмешательства на челюстно-лицевой области или ранее проведенная лучевая терапия.

В итоговый анализ вошли 82 пациента, соответствовавшие обозначенным выше критериям включения/исключения, из них 44 была выполнена временная баллонная тампонада верхнечелюстной пазухи (основная группа) и 38 – хирургическое вмешательство с тампонадой марлевой турундой (группа сравнения).

Отдаленные результаты оценивали на основании анализа данных, получаемых в ходе контрольных обследований включенных пациентов

(амбулаторных карт, анкетирования, полученных по электронной почте).

2.2.2 Характеристика лабораторных животных, включённых в исследование; нормативная документация

Базой для проведения экспериментов на животных являлся виварий ФГБОУ ВО Смоленская государственная медицинская академия (СГМА) Минздрава России. Все манипуляции с животными были рассмотрены и утверждены этическим комитетом СГМА. Процесс выполнения исследования аудировала Служба обеспечения качества СГМА. Все исходные данные и документация, имеющие отношение к этому испытанию, а также копии протоколов хранятся в архиве СГМА.

Все манипуляции с животными проведены согласно принципам гуманного отношения к животным в соответствии с Международными рекомендациями, а также с соблюдением биоэтических норм и требований Международного комитета по науке.

Нормативные документы:

1. ГОСТ Р ИСО 10993.6-09 «Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 6. Исследование местного действия после имплантации».

2. Санитарные правила № 1045-73 по устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник.

3. Международные рекомендации (этический кодекс) по проведению медико-биологических исследований с использованием животных.

4. Правила лабораторной практики в Российской Федерации (Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации № 708 н от 23.08.2010).

5. Требования Международного комитета по науке по использованию в экспериментальных исследованиях лабораторных животных [62].

Эксперименты *in vivo* проведены на 16 кроликах самцах породы «Шиншилла» массой 3200 ± 600 г.

Животных содержали в стандартных условиях, соответствующих «Санитарным правилам по устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев)», по одной особи в поликарбонатной клетке. В качестве подстилки использовали древесные опилки лиственных пород.

Кролики получали стандартный корм для лабораторных животных. Кормление и потребление жидкости выполнялись в соответствии с ГОСТ 33215-2014, «Межгосударственный стандарт руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными» п.6.6, п.6.7. Микробиологический статус кормов соответствовал нормативам и не оказывал негативного влияния на результаты проводимого теста. Микробиологический статус воды соответствовал СанПиН 2.1.4.1074-01 «Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения» и не оказывал негативного влияния на результаты проводимого теста.

Животные были адаптированы в лаборатории в течение 14 суток до начала эксперимента. Во время этого периода осуществляли ежедневный осмотр их внешнего состояния. Во время карантина все кролики оставались здоровыми.

2.2.3 Формирование групп животных для экспериментальных исследований

Рандомизация животных проведена с помощью генератора случайных чисел (в диапазоне от 1 до 16), в результате которой каждой особи был присвоен индивидуальный порядковый номер, помечаемый окрашиванием и фиксируемый на карточке клетки. Далее, животные были так же рандомизированно распределены по группам в соответствии со следующим графиком выведения из эксперимента и характером выполняемых исследований (таблица 2.1).

Таблица 1 – Формирование групп животных, характер выполняемых экспериментальных исследований

№ группы	Порядковые номера животных	Срок выведения из эксперимента (сутки)	Выполняемые исследования		
			Лазерная доплеровская флоуметрия*	Визуальный осмотр**	Гистологическое исследование
1.	2, 5, 6	5	✓	✓	✓
2.	1, 15	7	✓	✓	✓
3.	3, 4, 7	10	✓	✓	✓
4.	13, 14	12	✓	✓	✓
5.	9, 11	14	✓	✓	✓
6.	8, 10	21	✓	✓	✓
7.	12, 16	28	✓	✓	✓

Примечание: * – выполняли исходно и после удаления баллона, перед выведением животного из эксперимента, оценивали состояние кровотока, как в оперированной, так и в неоперированной пазухах (контроль и сравнение); ** – аутопсия, осмотр полости верхнечелюстного синуса в оперированной и неоперированной областях.

У лабораторных животных до проведения хирургических вмешательств оценивали массу тела, регистрировали температуру тела, показатели частоты дыхания, частоты сердечных сокращений, уровень систолического и диастолического артериального давления, регистрировали ЭКГ. Проводили эксфузию венозной крови для лабораторных исследований (общеклинический анализ крови).

В послеоперационном периоде, как после первичного вмешательства, так и повторного, проводили контроль массы тела, регистрировали те же показатели, что и в дооперационном периоде (на 1-е, 3-и сутки у всех животных, далее, по мере вывода из эксперимента, на 5-е, 7-е, 10-е, 12-е, 14-е, 21-е и 28-е сутки).

В конечной стадии эксперимента выполняли эвтаназию лабораторных животных. Вывод из эксперимента осуществляли согласно ГОСТ 33215-2014, п. 6.11, с последующим проведением аутопсии (макроскопический осмотр полости верхнечелюстного синуса в оперированной и неоперированной областях) и гистологическим исследованием полученного материала.

2.2.4 Изучение влияния баллонной тампонады на состояние кровотока слизистой верхнечелюстной пазухи

Основной задачей этого раздела эксперимента было определение реакции окружающих тканей в зоне повреждения, динамики кровотока в слизистой оболочке верхнечелюстной пазухи с оценкой микроциркуляции в ответ на имплантацию силиконовых баллонов в динамике в периоды 5-28 суток.

Состояние периферического кровообращения в верхнечелюстной пазухе при экспериментальной травме у лабораторных животных оценивали методом лазерной доплеровской флоуметрии с помощью аппарата ЛАКК-М (НПП «Лазма»), Россия (Рисунок 2.1). Обработку доплерограмм проводили с помощью программы ЛДФ 3.0.2.376, разработанной НПП «Лазма», позволяющей оценивать состояние тканевого кровотока и механизмы его регуляции, в том числе с учетом частоты дыхания и сердцебиения лабораторных животных.



Рисунок 1. Аппаратный комплекс ЛАКК-М для доплеровской флоуметрии с целью изучения состояния периферического кровообращения.

Определяли состояние кровотока, как в оперированной, так и в неоперированной пазухах. Изучение состояния микроциркуляции в "здоровом" синусе было продиктовано, во-первых, необходимостью наличия источника сравнения, с учетом индивидуальных особенностей гемодинамики,

а) анализ средних значений перфузии и показателей, характеризующих микроциркуляцию; б) вэйвлет-анализ компонентов, отражающих механизмы регуляции микроциркуляции.

2.2.5 Изучение морфологической картины восстановления костных и мягкотканых структур верхнечелюстной пазухи у лабораторных животных

Морфологическую картину восстановления костных и мягкотканых структур верхнечелюстной пазухи у лабораторных животных после экспериментальной травмы оценивали в динамике, в сроки от 5 суток (минимальный срок до момента удаления баллона) до 28 суток (максимальный срок нахождения баллона в верхнечелюстной пазухе). Интерпретацию гистологических результатов проводили совместно с сотрудниками СГМА.

Для микроскопического анализа подготавливали полнослойные препараты обоих верхнечелюстных синусов кролика, включающие кожу, подкожную клетчатку, надкостницу, костные структуры в области ранее нанесенной экспериментальной травмы, слизистую оболочку синусов, а также 3 сегмента поперечно срезанного синуса (апикальный, средний, базальный) одинаковой толщины вне зоны травмы и с контралатеральной стороны. После фиксации каждый фрагмент ткани помещали в 10% раствор нейтрального формалина на 4 суток, подвергали декальцинации раствором ЭДТА (Софтидек, Биовитрум, Россия) в течение 1 месяца и заливали в парафин, затем изготавливали срезы толщиной 7 мкм.

Окрашивание микропрепаратов выполняли гематоксилином и эозином, пикрофуксином по Ван Гизону. При этом проводили качественную и количественную оценку структурных изменений в очагах остеогенеза, рубце и пограничных участках. Количественную оценку реваскуляризации проводили в пограничной к рубцу зоне. В каждом препарате в пяти последовательных полях зрения при увеличении объектива $\times 10$, $\times 20$ и $\times 40$ подсчитывали количество всех

сосудистых элементов (артериол, капилляров, венул, вен и синусов).

2.2.6 Разработка методики тампонады верхнечелюстной пазухи на анатомических препаратах

Вариантом модели, предназначенной для разработки и оценки методики проведения эндоскопически ассистированной тампонады верхнечелюстной пазухи, являлись анатомические препараты 5 голов, фиксированных формалин-спирт-глицериновой смесью (кафедра нормальной анатомии ВМедА им. С.М. Кирова). Анатомические препараты человека включали череп и шейную часть позвоночника без внешних повреждений, с полностью сохраненными взаимоотношениями мягких тканей и костных структур (не переносили ранее операции на ЧЛО и не имели травм этой области). На каждом препарате проводили моделирование травмы нижней стенки глазницы и последующее баллонирование с обеих сторон, т.е. суммарно выполнено 10 анатомических экспериментов.

При разработке эндохирургических вмешательств использовали ригидные эндоскопы – НОРKINS[®] II фирмы “Karl Storz” (Германия), длиной рабочей части 18 см и диаметром 4 мм, с углом обзора 0, 30 или 45 градусов

Передвижная стойка для эндовидеохирургии “Karl Storz” (Германия) включала в себя: видеокамеру, видеопроцессор, цветной HD монитор, источник галогенового света, водяную помпу, физиодиспенсер, электрокоагулятор, хирургический аспиратор.

В качестве баллонов, предназначенных для тампонирувания пазухи, апробированы два варианта: 1): катетер Фолея (англ. Foley Catheter) с надувным удерживающим баллоном шаровидной формы; 2) силиконовый баллон «Медсил», предназначенный для тампонады верхнечелюстной пазухи, имеющий цилиндрическую форму (Рисунок 3).

В обоих вариантах для раздувания рабочей части баллона его заполняли

0.9% раствором раствором хлорида натрия.

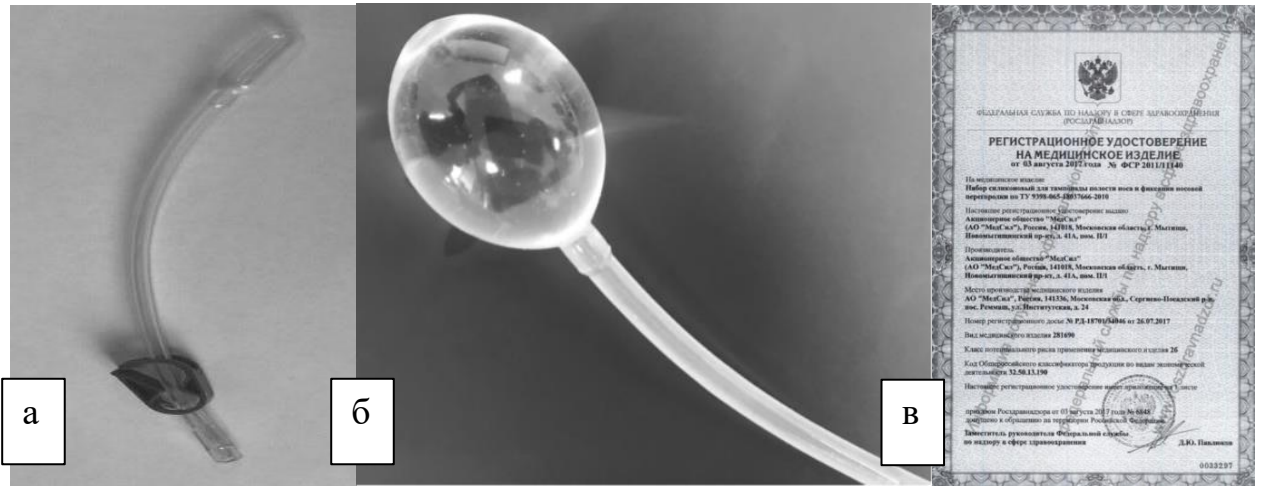


Рисунок 3. а) Баллон «Медсил» для тампонады верхнечелюстной пазухи; б) баллон в раздутом состоянии; в) регистрационное удостоверение на баллон.

Поскольку значимой частью экспериментального исследования было определение оптимального диапазона давления, создаваемого баллоном, с этой целью проводили измерение давления наполнения с помощью манометра Storz (Германия) со шкалой, градуированной от «0» до «300» и ценой деления 2 мм рт. ст. (Рисунок 4).



Рисунок 4. Анатомический препарат и манометрия степени раздувания баллона, установленного в верхнечелюстную пазуху.

2.3 Статистическая обработка материала

Все статистические методы основывались на принципах доказательной медицины.

Статистический анализ проводили с помощью пакета прикладных статистических программ (ППСП) STASTICA 23.0 для среды Windows (StatSoft Inc, USA).

Количественные и качественные переменные, предназначенные для статистического анализа клинических данных, результатов обследования пациентов, результатов экспериментальных исследований, вводили в соответствующие таблицы, специально разработанные в программе Microsoft Office Excel 2013 / Windows 365.

Проверку соответствия совокупностей нормальному распределению проводили на основании теста Колмогорова-Смирнова. При нормальном распределении переменных их значения выражали в виде средней величины и среднеквадратического отклонения от нее; при распределении, не соответствующем нормальному, – в виде медианы и межквартильных интервалов, а также минимального и максимального значений. Категориальные переменные представлены в виде частоты, абсолютных значений и процентов.

При нормальном распределении для сравнения совокупностей применяли t-критерий Стьюдента, а при распределении, отличающемся от нормального, использовали критерии Фишера, Манна-Уитни и Крускала. Параметрические данные, например, уровень гипoftальма и энoftальма, рассчитывали с использованием анализа таблиц сопряженности χ^2 (хи-квадрат Пирсона).

Уровнем статистической значимости считали вероятность ошибки первого

рода $p < 0,05$.

ГЛАВА 3. РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМОМ НИЖНЕЙ СТЕНКИ ГЛАЗНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТАМПОНАДЫ ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНОЙ ПАЗУХИ

Выборка историй болезни осуществлена в медицинской информационной системе ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России на основании ключевых запросов по диагнозу: «Перелом нижней стенки орбиты». В период с 2013 по 2019 гг. изначально было отобрано 379 историй болезни, из которых критериям включения пациентов в исследование (возраст 18 лет или старше на момент травмы, рентгенологически подтвержденный перелом нижней стенки глазницы давностью не более 3 недель, метод лечения – эндоскопическая репозиция нижней стенки глазницы с временной тампонадой верхнечелюстной пазухи) – соответствовали 82 пациента. Далее, сформированы две группы наблюдения: основную группу (Группа 1) составили 44 человека, которым была произведена баллонная тампонада; соответственно, в группу сравнения (Группа 2) включены 38 пациентов, которым в процессе хирургического вмешательства тампонаду выполняли марлевыми турундами. Ни одному из 82 пострадавших, включенных в анализ, ранее не проводилось хирургическое вмешательство по основному диагнозу. Обе группы были сопоставимы по демографическим показателям: Группа 1 – 32 мужчины (73%) и 12 женщин (27%) в возрасте от 18 до 69 лет, Группа 2 – 26 (69%) мужчин и 12 (31%) женщин в возрасте от 19 до 67 лет (Таблица 2).

Таблица 2 – Возрастная характеристика пострадавших

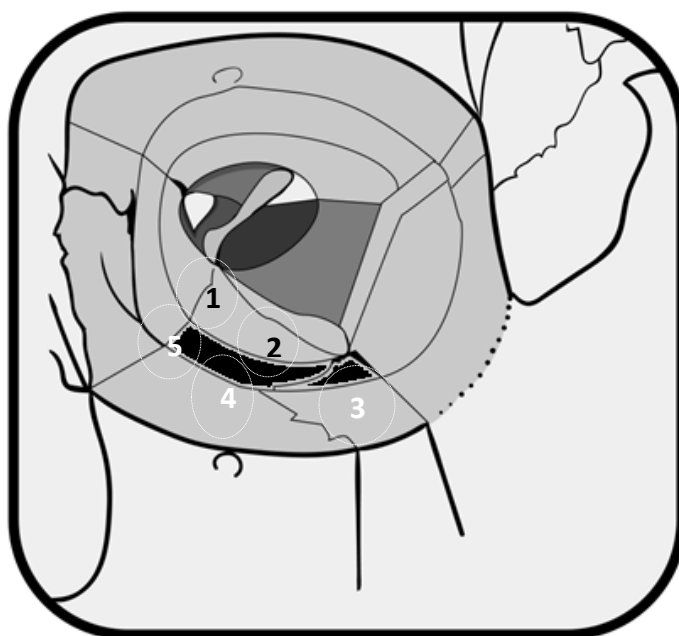
Возраст (лет)	≤ 20	21-30	31-40	41-50	≥ 51	P ^{1,2} *
Группа 1, количество пациентов, абс. (%)	1 (2,3%)	12 (27,3%)	19 (43,2%)	10 (22,7%)	2 (4,6%)	0,978
Группа 2, количество пациентов, абс. (%)	2 (5,2%)	8 (23,6%)	17 (44,7%)	9 (23,6%)	2 (5,2%)	

Примечание: * – статистические различия между группами 1 и 2 (рассчитаны с использованием t-критерия Стьюдента).

Исходя из этиологического фактора, бытовая травма зарегистрирована у 17 (39%) пациентов Группы 1 и 15 (40%) Группы 2, автотравма – у 15 (34%) и 13 (34%), спортивная – у 7 (16%) и 6 (16%), падение с высоты собственного роста – у 5 (11%) и 4 (11%), соответственно ($p=0,998$).

По данным компьютерной томографии у всех пострадавших выявлены односторонние травматические изменения одной или нескольких стенок глазницы.

Схема классификации зон переломов нижней стенки глазницы по их локализации представлена на рисунке 5, распределение пострадавших в



соответствии с этой классификацией – в таблице 3.

Рисунок 5. Локализация перелома нижней стенки глазницы (зоны).

Таблица 3 - Распределение пациентов по зонам повреждения стенок орбиты

Локализация перелома (зоны)	1, 2, 3, 4, 5	2, 3, 4	$P^{1,2}$ *
Группа 1, количество пациентов, абс. (%)	3 (6,8%)	41 (93,2%)	0,954
Группа 2, количество пациентов, абс. (%)	3 (7,9%)	35 (92,1%)	

Примечание: * – статистические различия между группами 1 и 2 (рассчитаны с использованием χ^2 -критерия Пирсона).

Нижняя стенка глазницы была изменена вследствие травмы у 100% пострадавших, большая часть из них – 41 (93,2%) в Группе 1 и 35 (92,1%) в Группе 2 – имели изолированное поражение нижней стенки глазницы, а сочетание повреждения нижней и медиальной стенок выявлено у 3 (6,8%) и 3 (7,9%) пациентов, соответственно.

Сопутствующая локальная неврологическая симптоматика (нейропатия подглазничного нерва, V2) наблюдалась у 42 (95,4%) пациентов Группы 1 и у 34 (89,5%) Группы 2, сотрясение головного мозга отмечено у 33 (75%) и у 27 (71%), соответственно.

Смещение глазного яблока вниз (гипофтальм) имело место у 38 (86,4%) пациентов Группы 1 и 33 (86,8%) Группы 2, западение глазного яблока (энофтальм) – у 39 (88,6%) и 33 (86,8%), сочетание энофтальма и гипофтальма наблюдалось у 35 (79,5%) и 30 (78,9%), соответственно. Распределение по уровню гипофтальма представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Распределение пострадавших по уровню гипофтальма

Степень гипофтальма (мм)	Группа 1 (n = 44)	Группа 2 (n = 38)	P ^{1,2} *
0	6 (13,6%)	5 (13,2%)	0,585
-1	1 (2,3%)	-	
-2	1 (2,3%)	1 (2,6%)	
-3	7 (15,8%)	6 (15,8%)	
-4	11 (25%)	10 (26,3%)	
-5	9 (20,4%)	7 (18,4%)	
-6	3 (6,8%)	3 (7,9%)	
-7	1 (2,3%)	1 (2,6%)	
-8	-	1 (2,6%)	
-9	1 (2,3%)	1 (2,6%)	
-10	1 (2,3%)	1 (2,6%)	
-11	1 (2,3%)	1 (2,6%)	
-12	1 (2,3%)	1 (2,6%)	
-13	-	-	
-14	1 (2,3%)	-	

Примечание: * - статистические различия между группами 1 и 2 (рассчитаны с использованием двустороннего F-теста критерия Стьюдента)

Статистически значимой разницы по уровню гипофтальма между пациентами Группы 1 и Группы 2 не имелось ($p=0,585$).

Выраженный энофтальм (более 5 мм) наблюдали у 4 (9%) пациентов Группы 1 и у 4 (10,5%) Группы 2. Распределение пострадавших по уровню энофтальма представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Распределение пострадавших по уровню энофтальма

Степень энофтальма (мм)	Группа 1 (n = 44)	Группа 2 (n = 38)	$P^{1,2}$ *
0	5 (11,3%)	5 (13,2%)	0,575
-1	3 (6,8%)	2 (5,2%)	
-2	8 (18,3%)	5 (13,2%)	
-3	7 (15,9%)	6 (15,8%)	
-4	11 (25%)	9 (23,7%)	
-5	6 (13,6%)	7 (18,4%)	
-6	3 (6,8%)	2 (5,2%)	
-7	-	1 (2,6%)	
-8	1 (2,3%)	1 (2,6%)	

Примечание: * - статистические различия между группами 1 и 2 (рассчитаны с использованием двустороннего F-теста критерия Стьюдента)

Статистически значимой разницы по уровню гипофтальма между пациентами Группы 1 и Группы 2 не имелось ($p=0,575$).

Подвижность глазного яблока была сохранена в полном объеме у 35 (79,5%) пациентов Группы 1 и 30 (78,9%) Группы 2, ограничение подвижности вверх в дооперационном периоде зарегистрировано у 9 (20,4%) и у 8 (21,0%), соответственно.

При поступлении 35 (79,5%) пациентов Группы 1 и 30 (78,9%) Группы 2, предъявляли жалобы на диплопию.

При наличии сопутствующей травматической патологии глаза, обусловленной травматическим повреждением камер глаза, сетчатки и/или глазного нерва, лечение проводилось совместно с офтальмологами.

Таким образом, проведенный анализ продемонстрировал статистическую сопоставимость обеих групп наблюдения по демографическим показателям, характеру травмы глазницы и ее клиническим проявлениям. Это дает основание

предполагать, что имеется возможность провести корректное сравнение результатов в зависимости от ключевого критерия, различающего пациентов этих групп наблюдения, – варианта временной тампонады верхнечелюстной пазухи – баллоном или марлевым тампоном.

Методика хирургического вмешательства

Все операции выполнены под общим обезболиванием. В качестве интраоперационного сопровождения хирургических вмешательств применяли ригидные эндоскопы длиной рабочей части 18 см и диаметром 4 мм, углом обзора 0 или 30 градусов.

В отличие от традиционных параорбитальных хирургических доступов использовали трансантральный микродоступ по передней стенке верхнечелюстной пазухи (Рисунок 6). Его же применяли для ревизии передних и средних отделов дна глазницы.

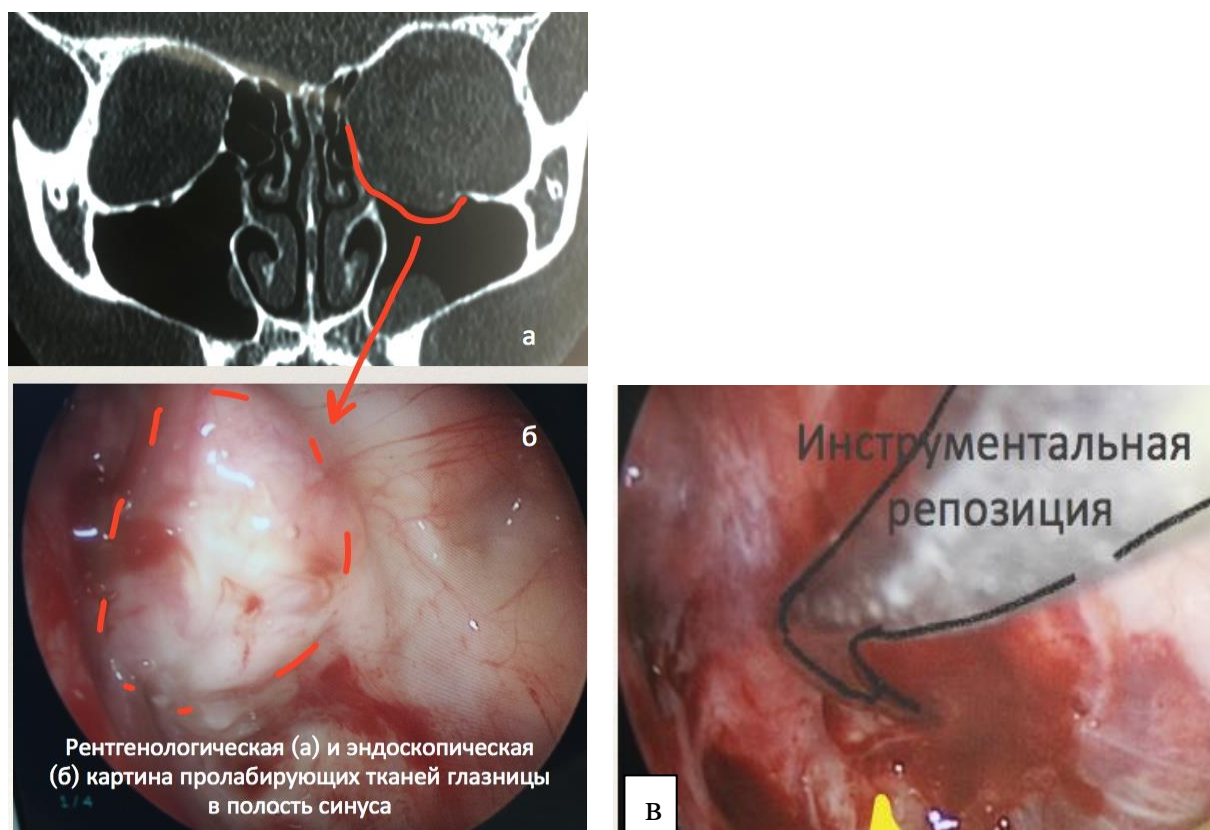


Рисунок 6. КТ (а) и интраоперационная (б) картина пролабирующей в полость верхнечелюстного синуса нижней стенки глазницы; в) этап

инструментальной репозиции.

Для иммобилизации репонированных костных фрагментов со стороны околоносовых пазух у пациентов, включенных в Группу 1, использовали методику баллонной тампонады, в Группу 2 – марлевый тампон. Степень репозиции нижней стенки глазницы определяли, исходя из индивидуальных анатомических особенностей, сравнивая со строением глазницы неповрежденной стороны.

В обоих вариантах осуществляли трансназальное выведение подводящей магистрали баллона или тампона, предварительно накладывая искусственное соустье между верхнечелюстной пазухой и нижним носовым ходом по общепринятой методике.

Удаление тампонирующего элемента проводили в сроки от 4 до 12 суток после операции. Критерием возможности извлечения считали достижение первичной стабилизации костных отломков или же отказ пациента от продолжения тампонирования пазухи в связи с выраженным дискомфортом. Перед извлечением, баллон сдували; далее, при отсутствии гипо/энофтальма и диплопии в течение 10 минут, его удаляли. В свою очередь, марлевую турунду извлекали, по возможности, медленно и осторожно, осуществляя тракции за свободный ее конец. Тем не менее, у 4 пациентов, в процессе извлечения турунды, развилось аррозивное кровотечение, потребовавшее тампонады носового хода. Данный факт, по-видимому, обусловлен тем, что марля, впитывающая кровь, трансформируется в плотный слепок, соответствующий по форме ее локации в момент установки тампона, который, при попытках извлечения, травмирует слизистую оболочку носового хода. Другим негативным моментом, сопровождающим тампонирование пазухи марлей, является значительно больший уровень дискомфорта, отмечаемого пациентами, также связанный с уплотнением тампона, увеличивающимся в процессе его стояния. Кроме того, биологический субстрат, пропитывающий марлевый тампон, является средой, благоприятной для

развития патогенной микрофлоры. Поэтому, по мере увеличения длительности нахождения марлевого тампонирующего элемента в синусе, пропорционально увеличивается и риск инфицирования области оперативного вмешательства, что ограничивает сроки тампонады, которых может оказаться недостаточно для обеспечения первичной фиксации костных отломков.

Распределение пациентов Группы 1 и Группы 2 по периоду временной тампонады и критериям удаления тампонирующего элемента представлено в таблице 6.

Таблица 6 – Распределение пациентов Группы 1 и Группы 2 по периоду временной тампонады верхнечелюстной пазухи

Период иммобилизации (сутки)	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Группа 1, (n=44), абс. (%)	1 (2,3%)	15 (34%)	13 (29,5%)	7 (15,9%)	3 (6,8%)	2 (4,5%)	1 (2,3%)	1 (2,3%)	1 (2,3%)
Достижение стабилизации*	-	-	4 (31%)	7 (100%)	3 (100%)	2 (100%)	1 (100%)	1 (100%)	1 (100%)
Отказ от продолжения баллонной тампонады*	1 (100%)	15 (100%)	9 (69%)	-	-	-	-	-	-
Группа 2, (n=38), абс. (%)	4 (10,5%)	5 (13%)	15 (39,5%)	11 (29%)	2 (5,3%)	1 (2,6%)	-	-	-
Достижение стабилизации*	-	-	3 (20%)	5 (45%)	2 (100%)	1 (100%)	-	-	-
Отказ от продолжения марлевой тампонады*	4 (100%)	5 (100%)	12 (80%)	6 (55%)	-	-	-	-	-

* Представлены процентные значения от подгруппы (достижение стабилизации / отказ от продолжения тампонады) в соответствующий период наблюдения.

Анализ данных, представленных в таблице 3.5, позволяет прийти к заключению, что в целом, сроки тампонады марлевой турундой были меньше, чем при тампонаде баллоном (Me – 5.9, Q1, Q3 – 5.0, 7.0 против Me – 6.4, Q1,

Q3 – 5.5, 7.7 суток, $p=0,393$). Также обращает на себя внимание, что причиной раннего удаления марлевых тампонов являлось несогласие пациента от продолжения тампонирования, мотивированное выраженным дискомфортом, связанным, в основном, с болевыми ощущениями и отеком тканей челюстно-лицевой области.

Баллонная тампонада также сопровождалась неприятными ощущениями у 1/3 пациентов Группы 1, потребовавшими преждевременного удаления баллона, но, в отличие от тампонады марлевой турундой, его извлечение не сопровождалось какими-либо негативными последствиями.

Осложнений, связанных с тампонированием верхнечелюстного синуса, кроме обозначенных выше вторичных кровотечений у 4 пациентов Группы 2, не было.

Первичная стабилизация была достигнута у 19 (43%) пациентов Группы 1, причем у всех 15 человек, у которых продолжительность баллонирования превышала 7 суток. При использовании тампонирования марлевой турундой аналогичные показатели составили 11 (29%), $p=0,037$.

Контрольные визиты на амбулаторный прием осуществлены в раннем послеоперационном периоде (1-3 месяца) 31 (70,4%) пациентом Группы 1, в отдаленном периоде (12 месяцев и более) – 19 (43,1%). В Группе 2 в такие же сроки после операции осмотрены 30 (79%) и 21 (55,2%), соответственно. Уменьшение количества наблюдаемых пациентов в отдаленном периоде связано с проживанием в других регионах, сменой места жительства или другими факторами, ограничивающими возможность контакта и обследования.

Формирование деформации, потребовавшей проведения повторного хирургического вмешательства, отмечено у 5 (11,3%) пациентов Группы 1. При этом основанием для реоперации явилось наличие гипо/энофтальма, а также динамической формы диплопии при взгляде вниз. На наш взгляд, в этой группе рецидив во всех наблюдениях был обусловлен ранним временем удаления тампонирующего элемента, являющегося недостаточным для

обеспечения стойкой фиксации поврежденных элементов глазницы. В Группе 2 повторное хирургическое вмешательство, связанное с такими же причинами, что и в группе 1 (деформация нижней стенки глазницы, сопровождавшаяся гипо/энофтальмом, а также динамической диплопией), потребовалось у 13 (29,5%) пациентов в сроки до 6 месяцев. Различия по этому критерию между группами наблюдения были статистически значимы ($p=0,02$).

Помимо фактора недостижения требуемого времени иммобилизации, рецидив у пациентов Группы 2 также мог быть связан с вторичным смещением костных отломков, в том числе в процессе удаления марлевой турунды, пропитанной продуктами биологического происхождения. О таком варианте косвенно свидетельствуют несколько случаев рецидива, имевших место при относительно длительных (> 7 суток) сроках стояния тампона.

Данные о частоте рецидива в группах наблюдения в зависимости от периода временной иммобилизации с применением тампонирования верхнечелюстной пазухи представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Распределение пациентов с рецидивом смещения костных фрагментов по периоду временной иммобилизации

Период иммобилизации (сутки)	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Группа 1, n=44 абс. (%)	-	3 (6,8%)	1 (2,3%)	1 (2,3%)	-	-	-	-	-
Группа 2, n=38 абс. (%)	3 (7,9%)	2 (5,3%)	1 (2,6%)	3 (7,9%)	2 (5,3%)	2 (5,3%)	-	-	-

* Представлены процентные значения от группы в соответствующий период наблюдения.

Таким образом, методика временной баллонной тампонады верхнечелюстной пазухи при переломах нижней стенки глазницы продемонстрировала, в целом, хорошие результаты, превосходящие таковые при тампонировании марлевой турундой, и представляется патогенетически обоснованной. Вместе с тем, основной причиной развития гипо/энофтальма

в послеоперационном периоде являлось раннее извлечение (на 5-7-е сутки после реконструкции) тампонирующего элемента. Более длительная тампонада баллоном приводила к стабильному функциональному результату, не сопровождаясь негативными последствиями. Тем не менее, следует отметить, что и раннее удаление баллона (менее 7 суток), связанное, в основном, с дискомфортом, испытываемым пациентом, не приводило в обязательном порядке к формированию деформации стенки глазницы в послеоперационном периоде в представленной серии наблюдений. Этот факт, на наш взгляд, косвенно свидетельствует о, как минимум, безопасности методики временного баллонирования верхнечелюстной пазухи.

Кроме того, длительность нахождения тампонирующего элемента в верхнечелюстной пазухе зависит от его физико-химических свойств. Так, использование синтетических марлевых турунд сопряжено с риском развития инфекционных осложнений и возможностью вторичного смещения костных фрагментов при его удалении, как за счет микрозацепов, так и в результате уплотнения и увеличения жесткости тампона вследствие имbibции биологическими тканями.

Последнее обстоятельство послужило причиной того, что профессиональным сообществом в 2024 г. было принято решение об ограничении применения этой методики, что было отражено в соответствующих клинических рекомендациях. Тогда же, на заседании профильной комиссии Министерства здравоохранения РФ по челюстно-лицевой хирургии было принято решение подготовить соответствующие предложения по внесению изменений и дополнений в клинические рекомендации по лечению пациентов с переломами нижней стенки глазницы после проведения соответствующих исследований.

Это явилось стимулирующим фактором для поиска путей оптимизации методики тампонирования верхнечелюстной пазухи при травматическом повреждении нижней стенки глазницы, а также изучения дифференцированной тактики применения и длительности проведения тампонады, что нашло отражение в следующих главах настоящего исследования.

ГЛАВА 4. МОДЕЛЬ ПЕРЕЛОМА СТЕНОК ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНОЙ ПАЗУХИ, МЕТОДИКА РЕПОЗИЦИИ КОСТНЫХ ФРАГМЕНТОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА КРОЛИКАХ

4.1 Особенности анатомического и гистологического строения верхнечелюстных пазух кролика

4.1.1 Анатомия околоносовых пазух кролика

Из лицевых костей, у кролика сохраняются только верхнечелюстные, в то время как лобные и клинонебные – редуцированы (здесь и далее анатомические и морфологические особенности носа и околоносовых пазух кролика цитируются по [56]).

Верхнечелюстная пазуха (*sinus maxillaris*) – самая обширная. Она объединяет воздушную полость верхнечелюстной пазухи и часть воздушных полостей, имеющих в решетчатой кости (Рисунок 7).

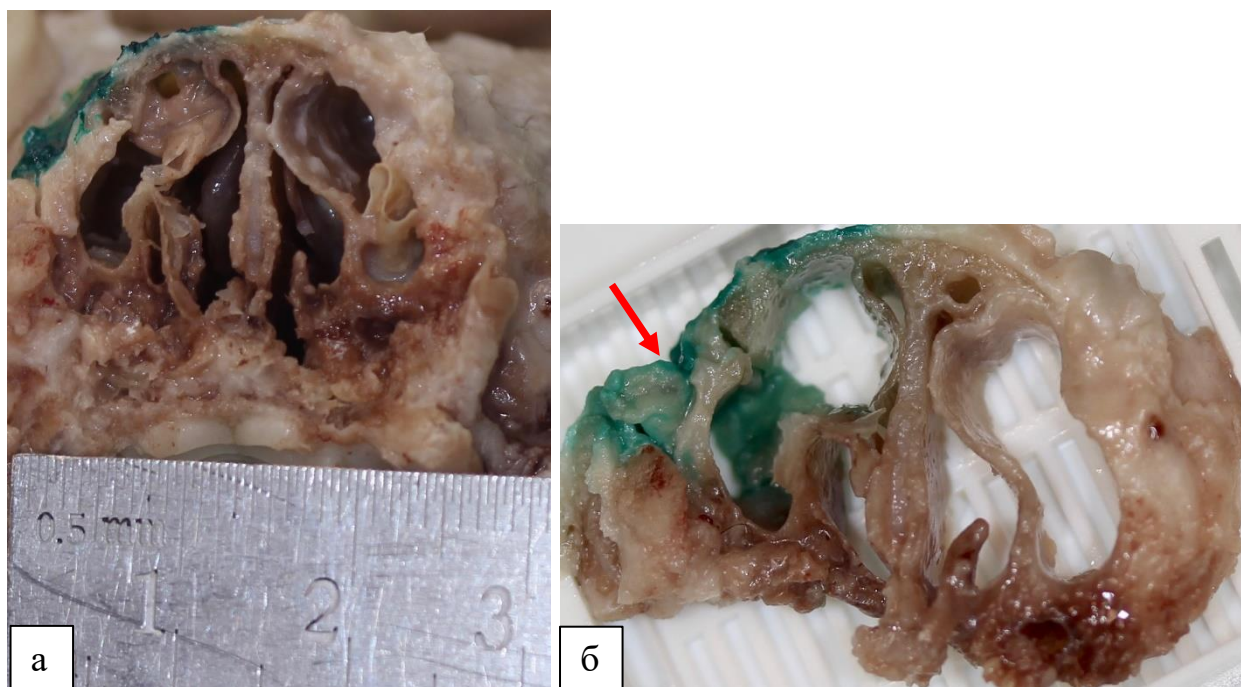


Рисунок 7. Макропрепарат (собственное фото): а) срез, проходящий через околоносовые пазухи кролика; б) пропилены в наружной стенке околоносовой пазухи (стрелка).

Спереди верхнечелюстная пазуха достигает уровня 3-го коренного зуба, а сзади – костного слезного пузыря. Медиально, на уровне 5-6-го коренных зубов пазуха сообщается широким носочелюстным ходом со средним носовым ходом, вентрально – с нёбной пазухой, а дорсокаудально – с полостью слёзной кости.

Верхнечелюстная пазуха кролика делится на три широко сообщающиеся между собой полости, располагающиеся одна над другой. С полостью носа верхнечелюстная пазуха сообщается через соустье, расположенное впереди решетчатой кости.

Таким образом, анатомически, строение верхнечелюстной пазухи кролика во многом имитирует таковую у человека, особенно во фронтальной плоскости, и, следовательно, может являться моделью для изучения травматических повреждений нижней стенки глазницы. В соответствии с задачами исследования, для размещения баллона использовали носочелюстной ход, в который предварительно вводили проводник (Рисунок 8).

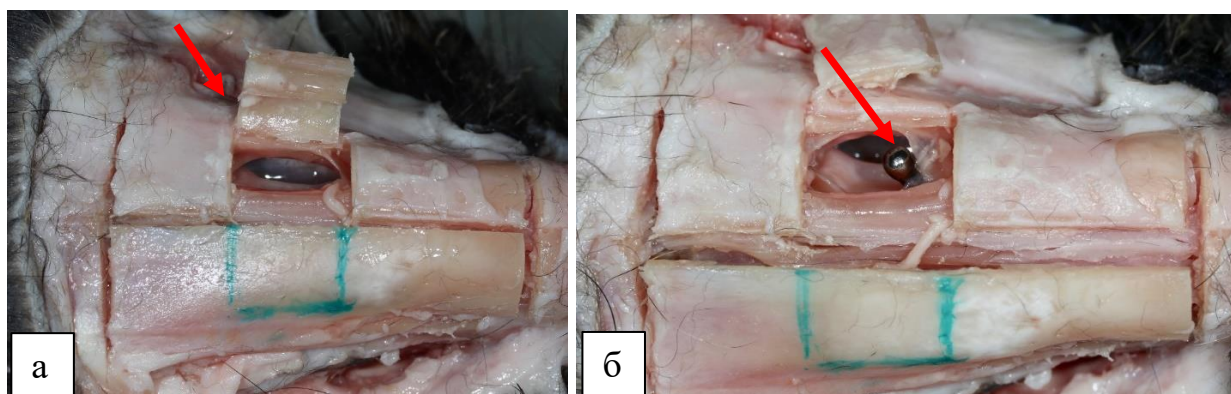


Рисунок 8. Макропрепарат: а) формирование «П»-образного доступа к верхнечелюстной пазухе; б) наложение соустья с носовым ходом, используя пуговчатый зонд.

4.1.2 Гистологическое строение слизистой оболочки полости носа

Слизистая оболочка полости носа и околоносовых пазух кролика покрыта многорядным призматическим мерцательным эпителием, высота

которого колеблется от 10 до 50 мкм. В составе мерцательного эпителия можно выделить два основных вида клеток: базальные и мерцательные.

Мерцательный эпителий располагается на базальной мембране в виде пласта, незаметно переходящего в рыхлую неоформленную соединительную ткань собственного слоя слизистой оболочки; в толще этой ткани располагаются многочисленные железы, представленные слизистыми альвеолярными и альвеолярно-трубчатыми концевыми отделами с типичной микроскопической структурой (Рисунок 9). Альвеолярно-трубчатые концевые отделы и составляющие их клетки несколько крупнее альвеолярных и образованы эпителиоцитами с более светлой цитоплазмой.

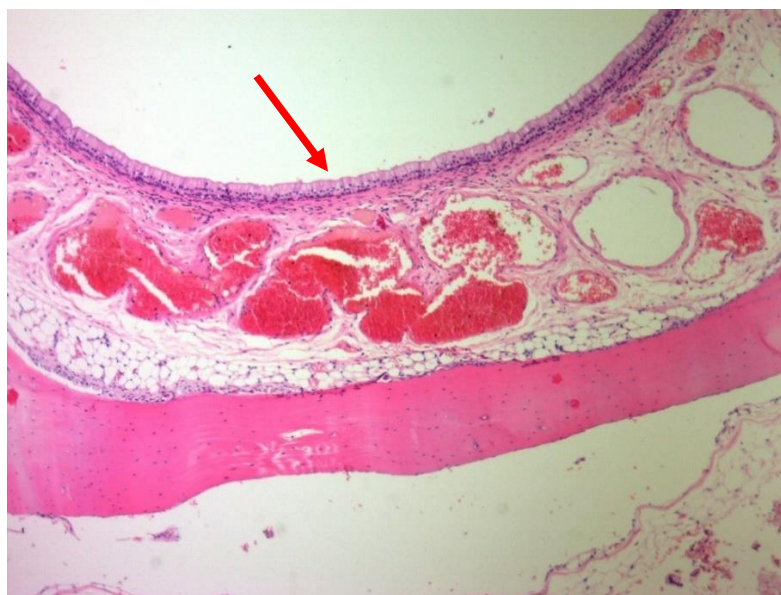


Рисунок 9. Микропрепарат: мерцательный эпителий, указан стрелкой (окраска: гематоксилин и эозин, объектив x10)

Секреторные клетки альвеолярных желез слизистой пазухи – оксифильные с мелкозернистой цитоплазмой, в зависимости от фазы секреторного цикла. Железистые клетки (в большей своей массе) пребывают в фазе синтеза и накопления секреторного материала. Цитоплазма клеток умеренно прозрачная, заполнена оксифильными гранулами, локализующимися вокруг ядра.

Слизистая оболочка околоносовых пазух имеет однотипное морфологическое строение и отличается толщиной эпителиального слоя, в котором содержится разное количество железистых клеток. При этом наиболее тонкие участки слизистой определяются в верхнечелюстной пазухе (Рисунок 10).

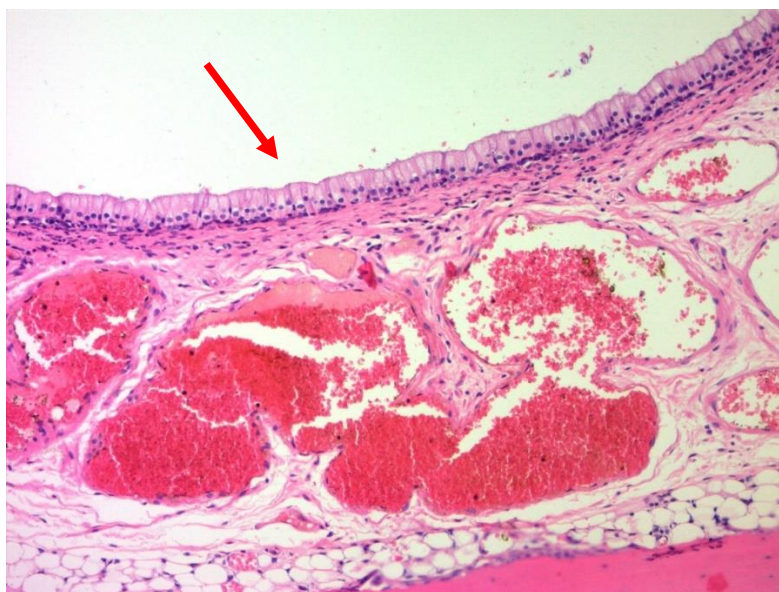


Рисунок 10. Микропрепарат: строение верхнечелюстной пазухи кролика (окраска: гематоксилин и эозин, объектив x50).

Таким образом, с учетом анатомического и гистологического строения, верхнечелюстные пазухи кролика являются подходящей моделью для создания экспериментальной травмы и проведения анализа последующих изменений в динамике.

4.2 Характеристика оперативных вмешательств (экспериментальная часть)

Экспериментальная часть исследования на лабораторных животных подразделена на две части. Первая состояла из двух последовательных этапов, один из которых заключался в создании экспериментальной травмы верхней стенки верхнечелюстной пазухи кролика, наносимой путем

рассечения костных структур и слизистой оболочки пазухи дисковым бором, с последующим смещением костного фрагмента в полость верхнечелюстной пазухи. Второй этап - репозиция смещенного костного фрагмента через средний носовой ход с последующим размещением в полости пазухи баллонного тампона для создания временной опоры костному фрагменту, а также с гемостатической целью. Во время проведения хирургического вмешательства, проводили этапное изучение кровотока в слизистой верхнечелюстной пазухи с помощью аппарата ЛАКК-М в течение 5 минут.

После операции проводили динамическое наблюдение за лабораторными животными и их обследование.

Вторую часть экспериментального исследования выполняли в соответствии с графиком эксперимента (Глава II, раздел 2.2.3), которое заключалось в удалении фиксирующего баллонного тампона через средний носовой ход с последующим изучением состояния периферического кровообращения в верхнечелюстной пазухе методом лазерной доплеровской флоуметрии с помощью аппаратного комплекса ЛАКК-М. Датчик аппарата вводили в пазуху через ранее сформированное соустье.

Аутопсию с последующим гистологическим исследованием полученного материала проводили в соответствии с ГОСТ 33215-2014, пункт 6.11.

4.2.1 Моделирование травмы верхней стенки верхнечелюстной пазухи кролика

Предоперационную подготовку начинали с катетеризации вены уха кролика (Рисунок 11). Внутривенная премедикация проводилась в соответствии с рекомендованными стандартами с помощью Ксилазина гидрохлорида в дозе 3 мг/кг.

Мониторирование параметров системной гемодинамики осуществляли посредством измерения уровня систолического / диастолического

артериального давления и частоты сердечных сокращений бытовым сфигмоманометром для детей.



Рисунок 11. Катетеризация уха кролика.

Хирургические вмешательства проведены под внутривенным наркозом (Тилетилетамин + Золазепам –(Золетил) в дозировке 10 мг/кг массы тела животного в условиях спонтанного дыхания, являвшегося необходимым компонентом для оценки динамики региональной микроциркуляции в ходе лазерной доплеровской флоуметрии.

Операции выполнены в асептических условиях в соответствии с общепринятыми хирургическими стандартами.

В лобно-носовой части головы выбривали шерсть, обеспечивая широкое операционное поле. Кролика располагали на животе с фиксацией, выполненной за конечности (Рисунок 12).



Рисунок 12. Вид операционного поля перед вмешательством.

После трехкратной обработки операционного поля кожным антисептиком Cutasept F кролика накрывали стерильным хирургическим материалом. Брюшистым скальпелем № 23 по носолобной линии выполняли «Г-» или «П»-образный разрез кожи основанием к лобной кости в проекции левой верхнечелюстной пазухи длиной около 3 см (Рисунок 13).



Рисунок 13. Формирование хирургического доступа к верхнечелюстной пазухе.

Далее, послойно рассекали кожу, подкожную клетчатку, надкостницу до носовой кости. Используя распатор, проводили поднадкостничную мобилизацию кожного лоскута, обнажая переднюю стенку верхнечелюстной пазухи.

Затем, используя дисковую фрезу (20000 об/мин, при постоянном водяном охлаждении) проводили рассечение костных и мягкотканых структур верхнечелюстной пазухи прямоугольной формы размерами 15x8 мм (рисунки 14, 15).



Рисунок 14. Формирование костных пропилов с использованием дисковой фрезы.



Рисунок 15. Сформированные костные пропилы по наружной стенке верхнечелюстной пазухи кролика.

Рассеченные костные структуры продавливали в полость синуса, создавая таким образом экспериментальную травму (Рисунок 16).

Верхнечелюстную пазуху обрабатывали раствором антисептиков, осуществляли контроль гемостаза.



Рисунок 16. Механическое смещение костного фрагмента в области ранее нанесенных пропилов: экспериментальная травма.

Завершающим элементом первого этапа хирургического вмешательства являлось изучение состояния периферического кровообращения в верхнечелюстной пазухе методом лазерной доплеровской флоуметрии с помощью аппарата ЛАКК-М. При этом датчик помещали в верхнечелюстную пазуху непосредственно через остеотомированное костное окно (Рисунок 17).



Рисунок 17. Интраоперационная лазерная доплеровская флоуметрия датчиком аппарата ЛАКК-М, помещенным в верхнечелюстную пазуху через остеотомированное костное окно (указано стрелкой).

Измерения проводили в непосредственном контакте со слизистой оболочкой в трех точках. В течение 5 минут оценивали средние значения перфузии, отражающие состояние активных и пассивных механизмов регуляции микроциркуляции. Эти данные, полученные интраоперационно, в дальнейшем сопоставляли и сравнивали со значениями, зарегистрированными при изучении динамики показателей кровотока и микроциркуляции в условиях установки баллона в верхнечелюстной синус на срок от 5 до 28 суток.

4.2.2 Баллонирование верхнечелюстной пазухи кролика

Вторым этапом первой части эксперимента (первого хирургического вмешательства) выполняли наложение искусственного соустья через средний носовой ход с верхнечелюстной пазухой кролика с помощью пуговчатого зонда. Через сформированное соустье устанавливали баллонный тампон (Рисунок 18).

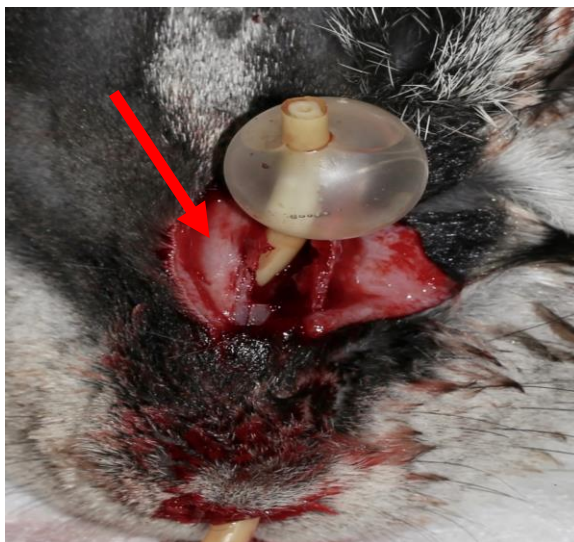


Рисунок 18. Баллон, проведенный через носовой ход в верхнечелюстную пазуху кролика и выведенный через зону экспериментальной травмы, контрольное наполнение жидкостью перед тампонадой.

Под визуальным контролем проводили репозицию смещенного

костного фрагмента в анатомическое положение. Для создания временной опоры костному фрагменту и препятствованию возможному вторичному смещению, а также с гемостатической целью, баллон заполняли стерильным физиологическим раствором. Степень наполнения контролировали визуально (Рисунок 19).



Рисунок 19. Тампонада верхнечелюстной пазухи кролика под визуальным контролем.

Критерием правильно проведенной репозиции являлось восстановление положения костного фрагмента (Рисунок 20) и отсутствие повторного его смещения при компрессии на переднюю стенку верхнечелюстной пазухи.



Рисунок 20. Репозиция костного фрагмента, проверка его устойчивости к вторичному смещению (при необходимости, проводили дополнительное введение раствора в баллон).

После репозиции удаляли приводящую трубку баллона, с лигированием проксимального ее конца; наполненный баллон оставался в синусе до момента выведения животного из эксперимента.

На завершающем этапе первого хирургического вмешательства рану послойно ушивали отдельными узловыми швами (Рисунок 21). Рану обрабатывали раствором антисептика Cutasept F.



Рисунок 21. Окончательный вид операционной раны.

Перевязку проводили 1 раз в сутки, кожный шов удаляли на 7-10-е сутки после операции (особям, участвующим в эксперименте более 10 суток).

4.2.3 Удаление баллонного тампона

Вторую часть экспериментального исследования выполняли в соответствии с графиком, приведенным в разделе 2.2.3 главы II (Материалы и методы исследования). Подготовительные этапы, анестезию и мониторинг проводили так же, как и при первом оперативном вмешательстве.

Удаляли (предварительно опорожнив, путем срезания лигатуры на

приводящей магистрали баллона) фиксирующий баллонный тампон через средний носовой ход. Затем, используя контактный датчик, изучали состояние периферического кровообращения в обеих верхнечелюстных пазухах методом лазерной доплеровской флоуметрии с помощью аппарата ЛАКК-М. На стороне экспериментальной травмы датчик вводили в пазуху через ранее сформированное соустье, на неоперированной стороне – через носовой ход. Измерения, как и на предыдущем этапе, проводили в непосредственном контакте со слизистой оболочкой в трёх точках. В течение 5 минут оценивали те же параметры микроциркуляции, что и на предыдущем этапе эксперимента. При этом референсными значениями показателей, с которыми сравнивали результаты на этапах выведения животных из эксперимента, являлись соответствующие показатели, зафиксированные интраоперационно в ходе первого оперативного вмешательства у каждой конкретной особи.

4.3 Полученные результаты и их интерпретация

В проведении этой части экспериментального исследования и интерпретации полученных результатов автору помогали сотрудники Смоленского ГМУ, на базе которого выполнены эксперименты.

В ходе проведения исследования были получены следующие результаты (приведены выборочно, поскольку разницы значений показателей между особями, выведенными из эксперимента в один и тот же срок наблюдения, не было выявлено, что может свидетельствовать об однотипности происходящих процессов и, следовательно, об определенных тенденциях в изменениях кровотока и микроциркуляции, а также гистологической картины, связанных с нахождением баллона в верхнечелюстной пазухе).

5-е сутки, кролик № 2

На основании показателей средних значений флоуметрии (амплитуды

сигналов на выходе прибора) (Рисунок 22): средний поток перфузии крови (М)

в период регистрации значительно снижен (в 4,3 раза), коэффициент вариации KV – в 3,2 раза. Эти данные возможно интерпретировать как результат снижения перфузии кровью слизистой оболочки верхнечелюстного синуса.

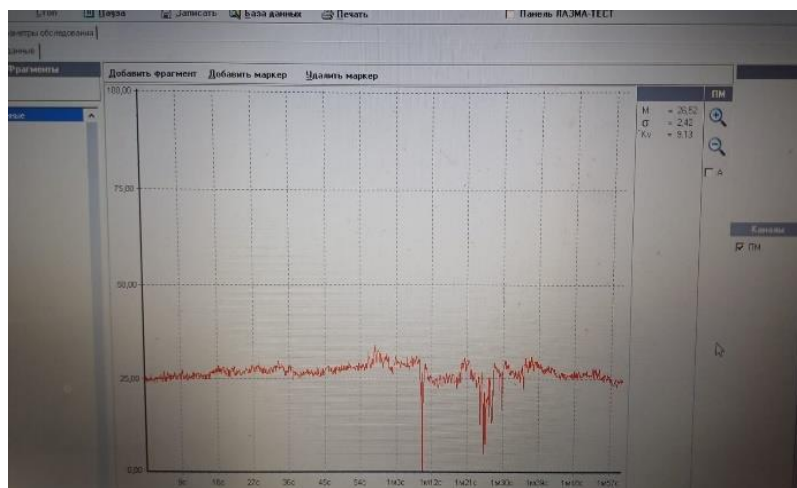


Рисунок 22. 5-е сутки после нанесения травмы, кролик № 2. Анализ лазерной доплеровской флоуметрии: значительное снижение перфузии и вазомоторной активности.

Вэйвлет-анализ:

Дыхательные волны (Д): снижение амплитуды, обусловленное повышением давления в капиллярах, снижением оттока крови и его объема в венолярном звене.

Амплитуда пульсовой волны сердечного цикла (С): повышение, связанное со снижением тургора сосудистой стенки. Учитывая одновременное снижение перфузии крови, это уменьшает микроциркуляцию крови в слизистой пазухи.

Нейрогенный и миогенный тонус: снижение амплитуды флуктуаций, сопровождающееся повышением тонуса сосудистой стенки.

Эндотелиальные колебания (Э): более медленные по сравнению с волнами нейрогенного и миогенного тонуса (более чем в 2 раза).

7-е сутки, кролик № 15

В 5-минутный период регистрации средняя величина потока перфузии уменьшена (в 2,3 раза), KV – в 2 раза. Данные позволяют судить о продолжении нарушения кровоснабжения слизистой пазухи на фоне снижения вазомоторной активности микрососудов (Рисунок 23).

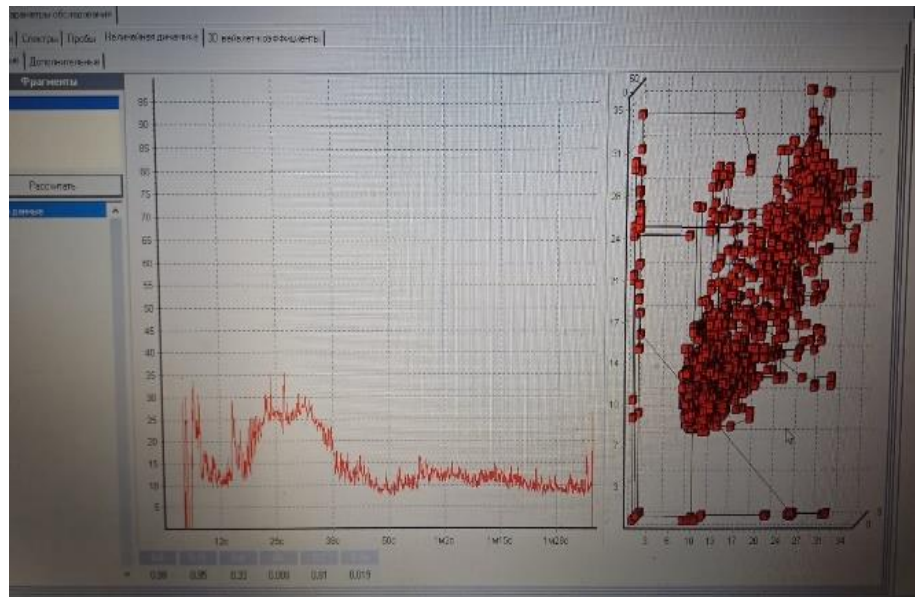


Рисунок 23. 7-е сутки после нанесения травмы, кролик № 15. Анализ лазерной доплеровской флоуметрии: снижение перфузии и вазомоторной активности микрососудов.

Результаты вэйвлет-анализа лазерной доплерографии демонстрируют следующие изменения: 1. снижение амплитуды дыхательных волн (Д), как следствие затруднения оттока из венул; 2. снижение амплитуды пульсовой волны сердечного цикла (С) из-за увеличения жесткости сосудистой стенки микроциркуляторного звена; 3. нейрогенный (Н) и миогенный (М) тонус: снижение, обусловленное повышением напряжения мышечного компонента сосудов; 4. эндотелиальные колебания снижены в 1,5 раза.

10-е сутки, кролик № 4

Отмечается повышение кровенаполнения микрососудов слизистой пазухи, но еще не достигающее нормальных значений; при этом перфузия незначительно снижена (в 1,2 раза), KV увеличен в 1,4 раза

Вэйвлет-анализ лазерной доплерографии (Рисунок 24):

1. Дыхательные волны (Д): увеличение амплитуды в результате повышения давления в микроциркуляторном русле и улучшения кровенаполнения. 2. Пульсовая волна (С): увеличение амплитуды за счет снижения тургора сосудов. 3. Нейрогенный (Н) и миогенный (М) тонус: повышается эластичность сосудистой стенки и увеличивается ее сократимость. 4. Эндотелиальные колебания: уровень повышен, тенденция к восстановлению этого компонента сосудистой регуляции.

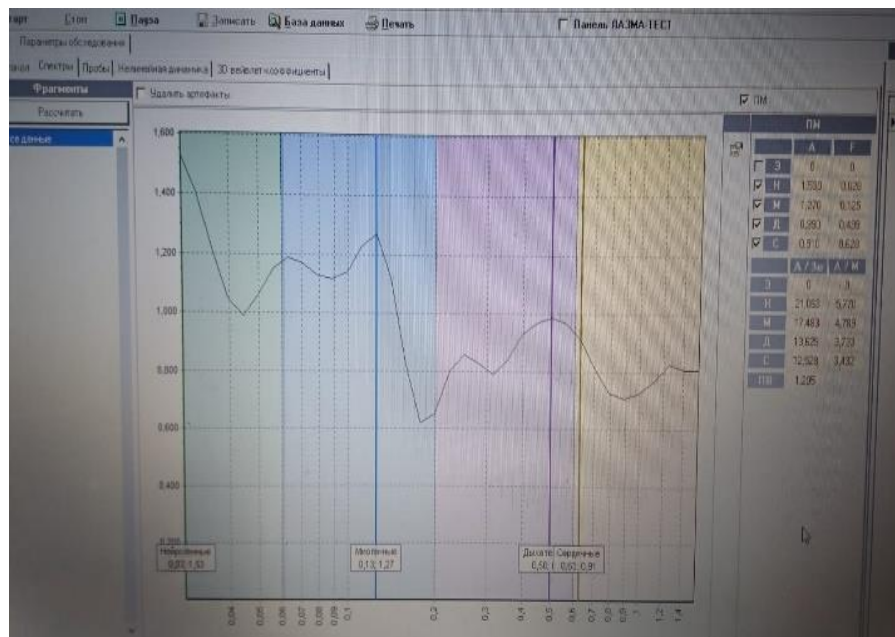


Рисунок 24. 10-е сутки после нанесения травмы, кролик № 4. Вэйвлет-анализ лазерной доплеровской флоуметрии: тенденция к восстановлению компонентов сосудистой регуляции.

12-е сутки, кролик № 14

Средняя величина кровоснабжения слизистой пазухи близка к

нормальным значениям при незначительном увеличении коэффициента вариации KV (до 1,2 раза). Это косвенно отражает восстановление перфузии кровью слизистой оболочки синуса.

Вэйвлет-анализ (Рисунок 25):

1. Дыхательные волны (Д): восстановление уровня микроциркуляции и давления. 2. Пульсовая волна (С): продолжение увеличения амплитуды. 3. Нейрогенный (Н) и миогенный (М) тонус: повышается эластичность сосудистой стенки и увеличивается ее сократимость. 4. Эндотелиальные колебания: полное восстановление (соответствует референсным значениям).

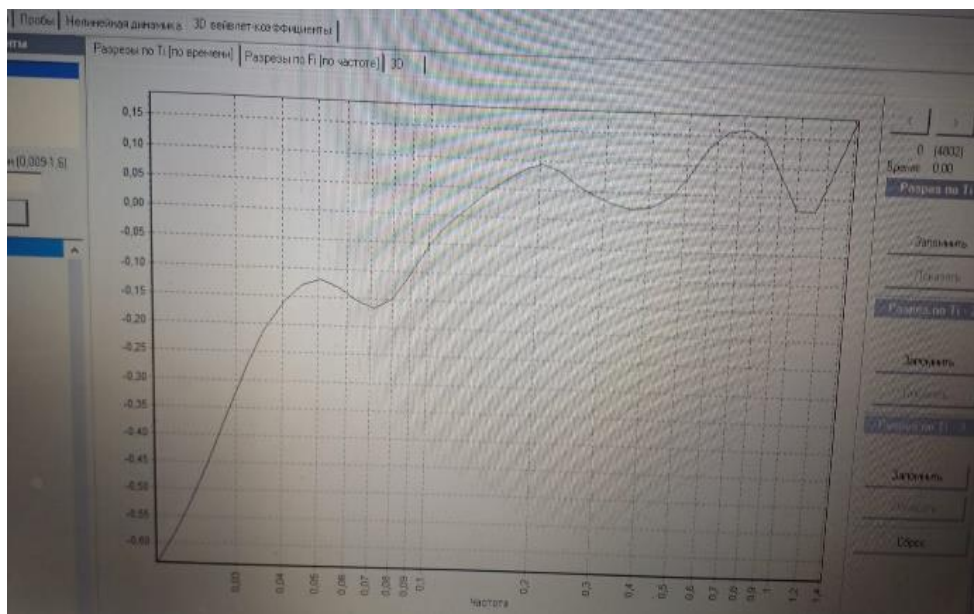


Рисунок 25. 12-е сутки после нанесения травмы, кролик № 14. Вэйвлет-анализ лазерной доплеровской флоуметрии: нормализация компонентов сосудистой регуляции

14-е сутки, кролик № 11

Отмечается некоторое увеличение (в 1,3 раза) перфузии кровью микроциркуляторного русла слизистой пазухи, что означает продолжение репаративных процессов в слизистой пазухи.

Вэйвлет-анализ:

1. Дыхательные волны (Д): восстановление амплитуды почти до

нормальных значений; улучшение оттока крови из слизистой пазухи. 2. Пульсовая волна (С): увеличения амплитуды вследствие нормализации тонуса. 3. Нейрогенный (Н) и миогенный (М) тонус: продолжается улучшение эластичности сосудистой стенки и увеличение ее сократимости. 4. Эндотелиальные колебания: без изменений по сравнению с предыдущим периодом.

21-е сутки, кролик № 8

Микроциркуляция в слизистой верхнечелюстной пазухи практически соответствует исходным (до баллонирования) значениям.

Вэйвлет-анализ:

1. Дыхательные волны (Д): восстановление амплитуды до исходных значений. 2. Пульсовая волна (С): умеренное повышение амплитуды, близкое к референсным значениям. 3. Нейрогенный (Н) и миогенный (М) тонус: восстановление эластичности и тургора сосудистой стенки. 4. Эндотелиальные колебания: показатель не изменен.

28-е сутки, кролик № 16

Средняя перфузия крови, стандартное отклонение и коэффициент вариации KV соответствуют референсным значениям. Это означает, что дальнейшей динамики по сравнению со сроком эксперимента 21 сутки не произошло.

Вэйвлет-анализ:

1. Дыхательные волны (Д): амплитуда соответствует исходным значениям. 2. Пульсовая волна (С): соответствует исходным значениям. 3. Нейрогенный (Н) и миогенный (М) тонус: соответствует исходным значениям. 4. Эндотелиальные колебания: соответствует исходным значениям.

Таким образом, детальный анализ функционирования

микроциркуляторного русла после имплантации баллона показал следующее. На 5-е сутки отмечается значительное снижение кровенаполнения и, в еще большей степени, нарушение оттока крови, сопровождающиеся нарушением микроциркуляции в тканях слизистой оболочки. Вероятно, это обусловлено последствиями операционной травмы, отека и асептического воспаления, что представляет своего рода защитно-компенсаторный процесс. Тем не менее, данные свидетельствуют, что уровень нарушений в точках измерения не достигает состояния ишемии тканей. Далее, к 7-10-м суткам отмечается некоторое перераспределение характера кровотока, заключающееся, с одной стороны, в увеличении притока и улучшении оттока на фоне снижения воспаления (забегая вперед, это подтверждается динамикой микроскопической картины). К 12-14-м суткам, прослеживается отчетливая тенденция к улучшению микроциркуляции, восстановлению тонуса и эластичности сосудистой стенки, которые к 21-м суткам фактически соответствуют исходным референсным значениям. В итоге, к этому сроку наблюдения все исследуемые показатели достигают состояния плато, без дальнейшей динамики (картина на 28-е сутки практически ничем не отличаются от таковой на 21-е).

При интерпретации зарегистрированных показателей флоуметрии следует учитывать анатомическое строение верхнечелюстной пазухи кролика, не имеющей резких переходов из одной стенки в другую. Следовательно, баллон в раздутом состоянии оказывал почти равномерное давление на все стенки синуса, что позволяет считать данные доплерометрии репрезентативными в отношении фиксации вероятных ишемических изменений (или их отсутствия).

Полученные результаты позволяют прийти к следующим важным заключениям. 1. Баллонирование верхнечелюстной пазухи, способствуя стабилизации и фиксации нижней стенки глазницы после ее травмы, в то же время не сопровождается значимыми негативными последствиями для тканей слизистой оболочки синуса и микроциркуляции в них. 2.

Оптимальным периодом установки баллона является интервал от 10-12 суток (время, необходимое и достаточное для обеспечения первичной стабилизации смещенного костного фрагмента) до 21 суток (дальнейших изменений не происходит). 3. Вопрос дальнейшей оптимизации результатов путем подбора индивидуальных параметров давления, создаваемого баллоном на окружающие ткани, требует дальнейшего изучения.

4.4 Динамика гистологических изменений при инициированных переломах носовой кости у кроликов на 5-е – 28-е сутки

5-е сутки после нанесения травмы (кролики № 2, № 5, № 6)

В месте нанесения травмы, в мягких тканях, прилежащих к носовой, межчелюстной и верхнечелюстной костям, выявлены: повреждения клеток, кровоизлияния, неравномерно полнокровные сосуды, гранулоциты (часть разрушена), макрофаги, лимфоциты. Рядом располагаются пролиферирующие между жировыми клетками, формирующие пласты фибробласты и вновь образованные сосуды. В наружном слое периостальных пластин – травмированной левой носовой кости, левой межчелюстной и верхнечелюстной костей, отмечается неравномерно выраженная пролиферация фибробластов. Во внутреннем слое периостальных пластин – пролиферация остеогенных клеток. Пролиферативный процесс неравномерно выражен по наружной и внутренней поверхностям носовой кости.

Между контактирующими поверхностями левой носовой кости с межчелюстной и межчелюстной – с верхнечелюстной имеются неширокие прослойки волокнистой соединительной ткани с тонкостенными сосудами, жировыми клетками. Верхний край резецированного фрагмента левой носовой кости неровный, с пролиферирующими остеогенными клетками. Фибробласты формируют волокнистую соединительнотканную прослойку с тонкостенными сосудами. Описанная прослойка смыкается с волокнистой соединительной тканью, прилежащей к кости извне. Рядом просматриваются

мелкие костные осколки с гомогенизированным матриксом, пустыми остеоцитарными лакунами, элементы структурно-измененной волокнистой соединительной ткани. У острых краев резецированного фрагмента – единичные остеокласты.

В резецированном фрагменте часть остеоцитарных лакун оптически пуста. В широких каналах пролиферируют эндостальные клетки, фибробласты, имеются тонкостенные полнокровные сосуды, жировые клетки. Часть небольших каналов, расположенных близко к линии резекции, не замкнута и открывается в пространства между пролиферирующими остеогенными клетками. В местах контактов травмированной левой носовой кости с межчелюстной костью, между остеогенными клетками и фибробластами просматриваются участки формирующихся узких и коротких тяжей коллагеновых волокон, веерообразно отходящих от поверхностей костей. В полостях носовой и межчелюстной костей пролиферируют эндостальные клетки. Беспорядочно, по периферии и в центре, располагаются оптически пустые лакуны. Вблизи оптически пустых лакун – каналы с расширенными оптически пустыми или спавшимися сосудами. На наружной поверхности носовой кости имеются единичные зоны резорбции костной ткани с 1-2 остеокластами рядом. Костные и хрящевые пластинки носовых раковин слева смещены, деформированы, с лакунами без остеоцитов, гомогенизированным матриксом, единичными остеобластами

у поверхностей. Рядом с фрагментами костных пластин активно пролиферируют фибробласты, остеогенные клетки, образуются сосуды. Остеогенные клетки формируют остеогенные островки (Рисунок 26), примитивные трабекулы.

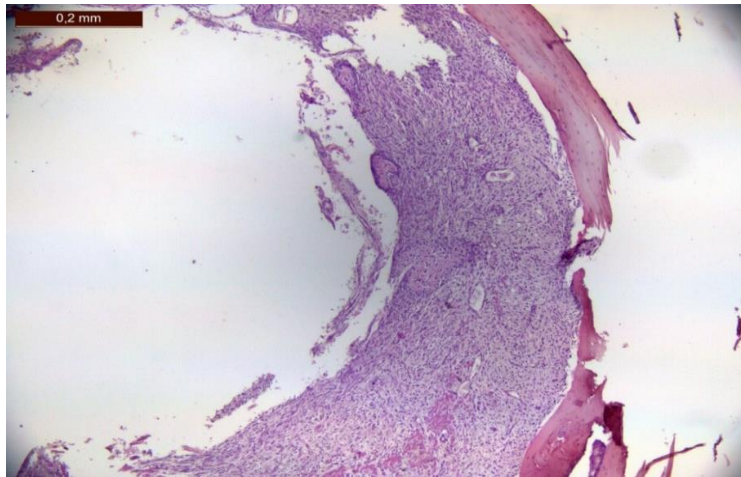


Рисунок 26. 5-е сутки после нанесения травмы, кролик № 6. Остеогенные островки в соединительной ткани, прилежащей к фрагментам носовой кости (справа). х 100. Окраска гематоксилином и эозином.

Описанная патология максимально выражена в дистальном отделе левой носовой полости (Рисунок 27).

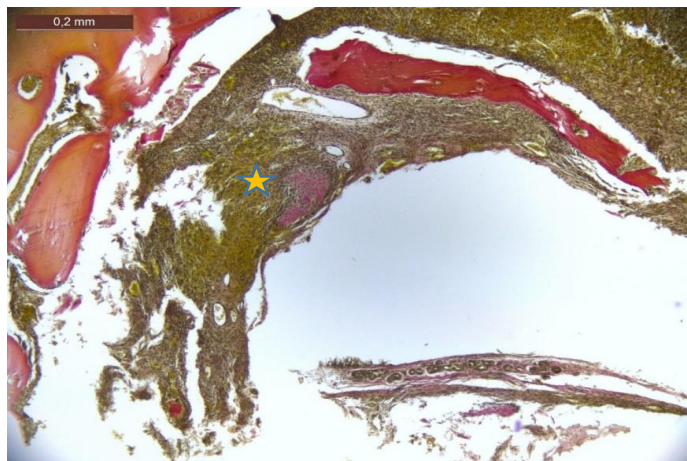


Рисунок 27. 5-е сутки после нанесения травмы, кролик № 6. Новообразованная трабекула ретикулофиброзной костной ткани в соединительной ткани, прилежащей изнутри к левой носовой кости (*). Фрагмент поврежденной кости (вверху справа). Внизу – фрагмент носовой раковины.
х 100. Окраска по Ван Гизону пикрофуксиновой смесью с докраской железнокислым гематоксилином.

Многорядный эпителий слизистой оболочки носовых раковин пролиферирует, образует до 3-4 слоев. Секреторная активность эпителиоцитов повышена. Собственная пластинка слизистой оболочки с полнокровными сосудами инфильтрирована гранулоцитами, лимфоцитами

(Рисунок

28).

В пластинке активно пролиферируют фибробласты.

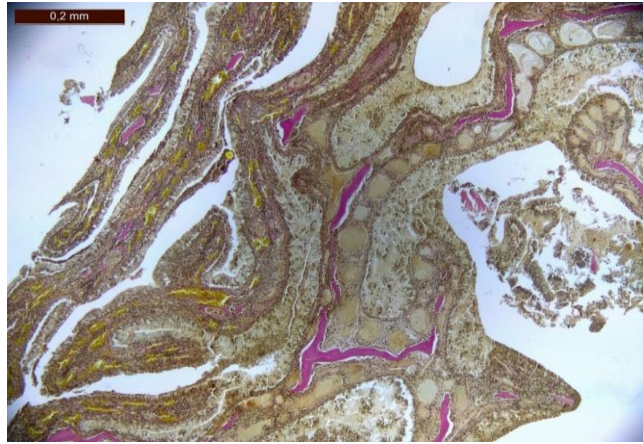


Рисунок 28. 5-е сутки после нанесения травмы, кролик № 6. Полнокровные сосуды слизистой оболочки носовой раковины, лейкоцитарная инфильтрация собственной пластинки, десквамированный эпителий, слизь. x 100. Окраска по Ван Гизону пикрофуксиновой смесью с докраской железнокислым гематоксилином.

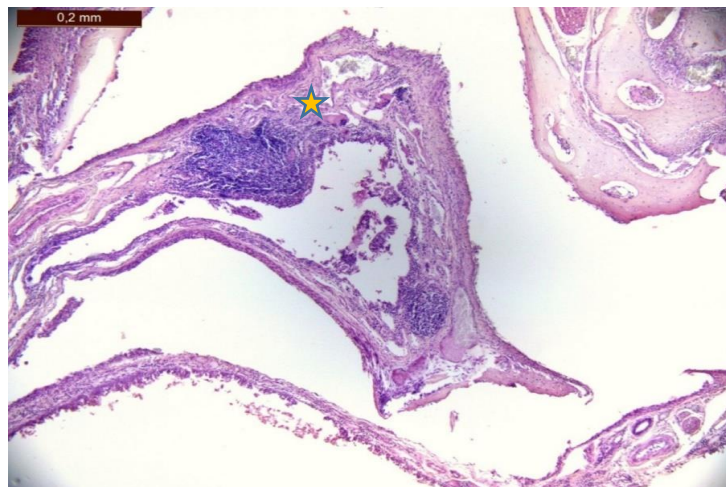


Рисунок 29. 5-е сутки после нанесения травмы, кролик № 6. Фрагмент раковины. Воспаление. Многоядерные клетки (*) у поврежденных костных фрагментов. Пролиферирующие остеогенные клетки и фибробласты. x 100. Окраска гематоксилином и эозином.

Таким образом, на 5-е сутки после нанесения травмы, по линии резекции между левой и правой носовыми костями образуется «соединительнотканый рубец»; пролиферируют остеогенные клетки и фибробласты периостальной пластины травмированной левой носовой кости.

В свою очередь, на наружной поверхности, по линии резекции

у поверхности носовой кости и у поврежденных фрагментов носовых раковин просматриваются остеокласты, участки резорбции костной ткани. Остеогенные клетки образуют островки, примитивные костные трабекулы.

7-е сутки после нанесения травмы (кролики № 1, № 15)

Волокнистая соединительная ткань у наружной поверхности левой носовой кости инфильтрирована лимфоцитами, гранулоцитами, макрофагами. Морфологическая картина варьирует в качественном и количественном соотношении компонентов, от проксимального до дистального отделов поврежденной левой носовой кости, левой межчелюстной и верхнечелюстной костей. В дистальных отделах, к поверхности травмированной носовой кости прилежит грануляционная ткань с поврежденными клеточными структурами, лизированными лейкоцитами. В некотором отдалении, вокруг мелких костных осколков с гомогенизированным матриксом и пустыми лакунами располагаются многоядерные клетки. На наружной и внутренней поверхностях левой носовой кости, на контактирующих поверхностях носовой и межчелюстной костей образуется новая костная ткань, которая представлена тонкими узкими, короткими широкими трабекулами с остеобластами в лакунах (Рисунок 30). Трабекулы местами смыкаются друг с другом. Каналы вновь образующейся кости отличаются размерами, иногда близко расположены друг к другу, содержат полнокровные тонкостенные сосуды малого диаметра. Часть каналов не замкнута, открывается в окружающее васкуляризованное поле из остеогенных клеток и фибробластов. В пластах из фибробластов и остеогенных клеток, в некотором отдалении от костной пластины – остеогенные островки, узкие извитые примитивные трабекулы, сливающиеся трабекулы.

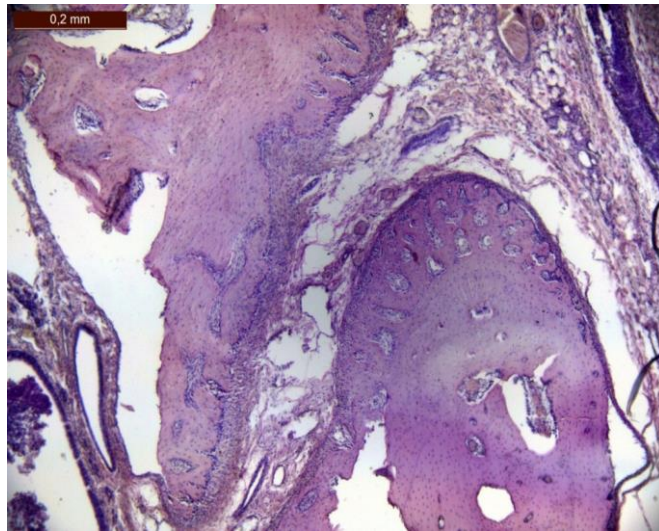


Рисунок 30. 7-е сутки после нанесения травмы, кролик № 15. Контактующие поверхности носовой и межчелюстной костей, формирующиеся и смыкающиеся трабекулы, каналы вновь образующейся кости. х 100. Окраска гематоксилином и эозином.

Описанный процесс восстановления костной ткани по всем перечисленным поверхностям выражен неравномерно (Рисунок 31).

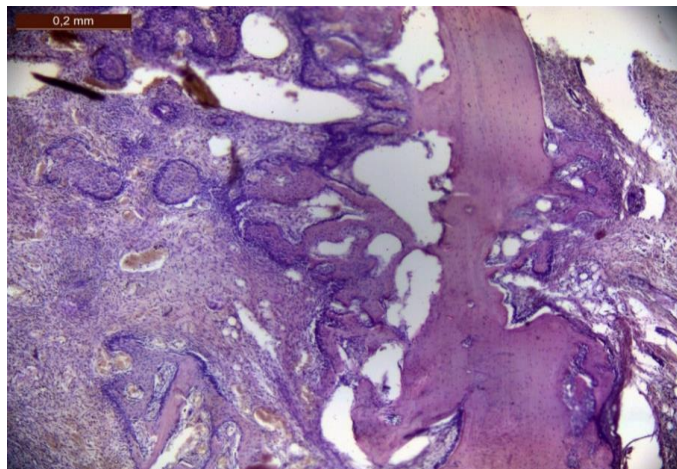


Рисунок 31. 7-е сутки после нанесения травмы, кролик № 15. Травмированная левая носовая кость изнутри и снаружи. Вновь образующаяся костная ткань. х 100. Окраска гематоксилином и эозином.

Просматривается неровный рельеф поверхности левой носовой кости по линии резекции с формирующимися и сливающимися костными балочками, пролиферирующими остеобластами, фибробластами, тонкостенными сосудами, врастающей извне волокнистой соединительной тканью. Процесс неравномерно выражен по линии повреждения левой

носовой

кости:

с минимальной активностью в проксимальном отделе резецированного фрагмента и максимальной активностью в дистальном отделе (Рисунок 32).

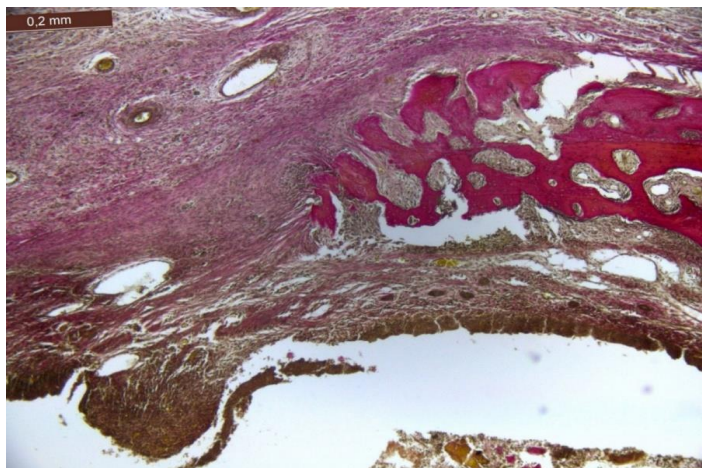


Рисунок 32. 7-е сутки после нанесения травмы, кролик № 15. Вращение соединительной ткани между поврежденными фрагментами левой носовой кости извне.

x100. Окраска по Ван Гизону пикрофуксиновой смесью с докраской железноокислым гематоксилином.

Как и в случаях № 2, № 5 и № 6 (через 5 суток после нанесения травмы), в дистальном отделе левой носовой полости, среди смещенных и деформированных костных и хрящевых пластин носовых раковин просматриваются клеточные структуры – пролиферирующие фибробласты, остеогенные клетки, имеются измененные костные фрагменты.

Остеогенные клетки и фибробласты в дистальном отделе носовой полости формируют хорошо васкуляризированное поле между поврежденной носовой раковиной и внутренней поверхностью травмированной левой носовой кости. Среди фибробластов и остеогенных клеток располагаются остеогенные островки, узкие извитые примитивные трабекулы, просматриваются костные фрагменты с острыми краями, гомогенизированным матриксом.

На 7-е сутки: по верхнему краю линии резекции просматривается «соединительнотканый рубец»; на наружной и внутренней поверхностях

травмированной носовой кости, межчелюстной и верхнечелюстной костей пролиферируют остеогенные клетки, фибробласты; остеогенные клетки дифференцируются и трансформируются в остеобласты, формирующие островки, трабекулы; трабекулы формируются на поверхностях травмированной левой носовой кости, в поле из пролиферирующих остеогенных клеток и фибробластов, прилежащем к внутренней поверхности травмированной левой носовой кости (процесс максимально выражен в дистальном отделе левой носовой полости).

10-е сутки после нанесения травмы (кролики № 3, № 4, № 7)

Снаружи, непосредственно у гладкой поверхности травмированной левой носовой кости расположена узкая полоса видоизмененной ткани с клеточным повреждением, вокруг – волокнистая соединительная ткань с мелкими костными фрагментами с гомогенизированным матриксом, многоядерные клетки вокруг некротизированных костных осколков. Среди инфильтрирующих соединительную ткань клеток преобладают лимфоциты, макрофаги.

На наружной поверхности травмированного фрагмента носовой кости, ближе к правой носовой и левой межчелюстной костям, располагаются многоядерные клетки. От поверхности травмированного фрагмента в соединительнотканную подложку отходят тонкие трабекулы.

В дистальном отделе полости носа слева, от внутренней поверхности фрагмента носовой кости отходят неширокие костные трабекулы, смыкающиеся между собой и отграничивающие каналы с тонкостенными сосудами и редкими многоядерными клетками, расположенными вплотную к костной ткани. По периферии трабекулы окружены пролиферирующими остеогенными клетками, локализованными достаточно близко к трабекулам вновь формирующейся костной пластины, расположенной среди остеогенных клеток и фибробластов. Многоядерные клетки просматриваются у поверхностей трабекул, в костных каналах. Здесь же, среди остеогенных

клеток имеются поврежденные на клеточном уровне костные фрагменты (матрикс гомогенизирован, каналы оптически пусты), служащие опорой для вновь формирующейся костной ткани. В пространстве между горизонтальной линией резекции левой носовой кости – волокнистая соединительнотканная прослойка с пролиферирующими на сглаженных поверхностях рассеченной костной пластины остеогенными клетками. Как и в предыдущих случаях, в поврежденных пластинах носовых раковин имеются поврежденные кусочки костных и хрящевых пластин, пролиферирующие остеогенные клетки, формирующие островки и трабекулы, избыточное количество волокнистой соединительной ткани с пролиферирующими сосудами (Рисунок 33).

На 10-е сутки продолжается регенерация костной ткани. Восстановление левой носовой кости происходит за счет формирования трабекул на наружной и внутренней поверхностях травмированной кости, заполнения дефекта между фрагментами травмированной кости волокнистой соединительной тканью, являющейся временной опорой для трабекул.

Поле остеогенных клеток и фибробластов является источником образования трабекул для восстановления целостности поврежденных костей раковины дистального отдела полости носа слева, восстановления и укрепления травмированной левой носовой кости.

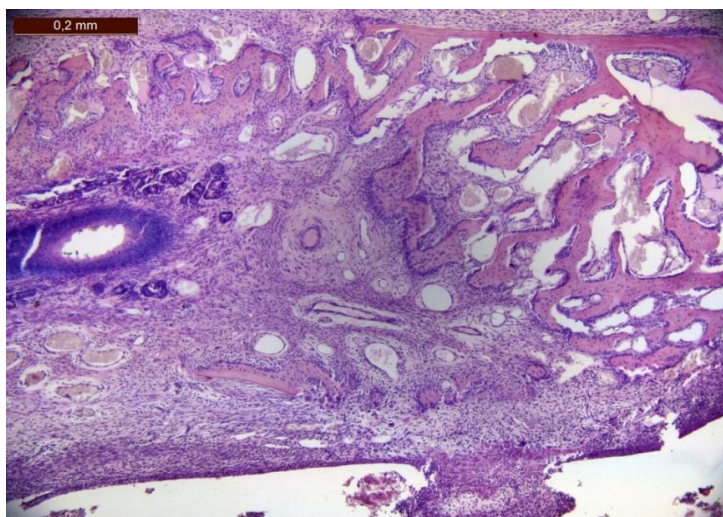


Рисунок 33. 10-е сутки после нанесения травмы, кролик № 4. Регенерация

носовой раковины.
x 100. Окраска гематоксилином и эозином.

Еще одним источником новообразованной костной ткани являются трансформирующиеся в остеобласты остеогенные клетки, сохранившиеся на поверхностях костных фрагментов (Рисунок 34).

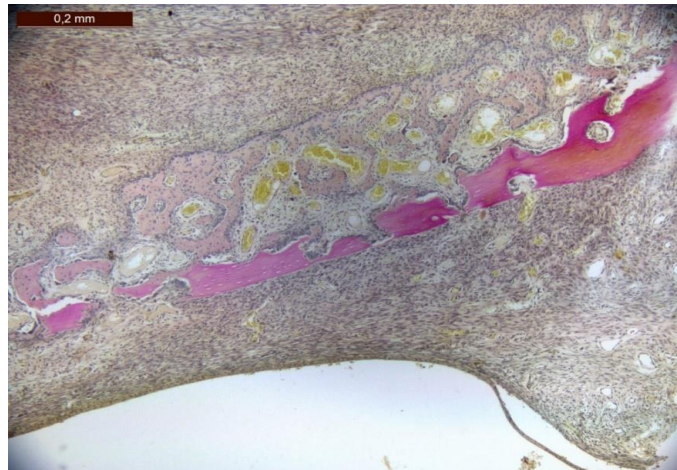


Рисунок 34. 10-е сутки после нанесения травмы, кролик № 4. Регенерация носовой раковины за счет формирования трабекул, образуемых остеобластами, дифференцирующимися из остеогенных клеток. x 100. Окраска по Ван Гизону пикрофуксиновой смесью с докраской железноокислым гематоксилином.

Источник волокнистой соединительной ткани между фрагментами носовой кости – соединительная ткань, прилежащая к наружной и внутренней поверхностям травмированной носовой кости.

Одновременно с восстановлением целостности костной пластины происходит утилизация поврежденной костной ткани и ремоделирование травмированной левой носовой кости – пролиферируют и дифференцируются остеогенные клетки, остеобласты реформируют органический матрикс вновь образующихся трабекул, в свою очередь смыкающихся между собой и одновременно меняющих свою конфигурацию с помощью остеокластов. Последние участвуют в формировании костных каналов и перестройке трабекул, лизировании некротизированных участков костной ткани.

12-е сутки после нанесения травмы (кролики № 13, № 14)

На наружной поверхности травмированного фрагмента носовой кости, в его нижней трети и на поверхности, контактирующей с левой верхнечелюстной костью, вновь образованная костная ткань представлена сливающимися трабекулами с неширокими васкуляризованными канальцами (Рисунок 35).

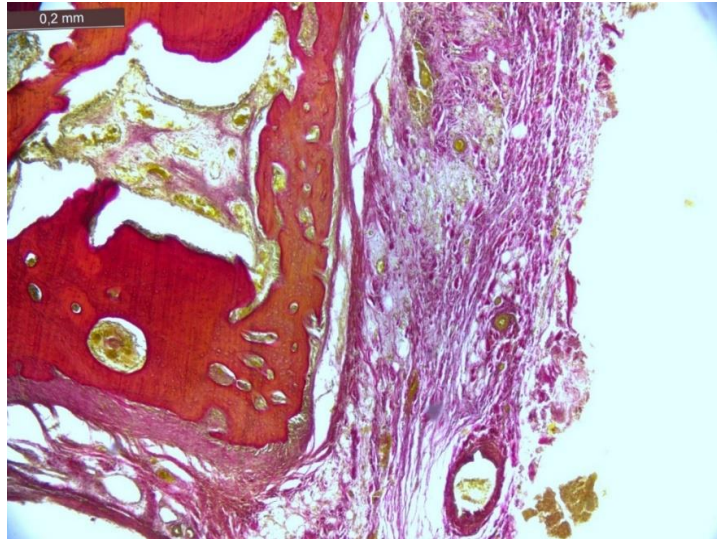


Рисунок 35. 12-е сутки после нанесения травмы, кролик № 13. Носовая кость снаружи (вновь образованная костная ткань представлена сливающимися трабекулами, широкими васкуляризованными канальцами). х 100. Окраска по Ван Гизону пикрофуксиновой смесью с докраской железноокислым гематоксилином.

По линии сращения носовой кости просматривается «соединительнотканый рубец» из фибробластов и коллагеновых волокон. Поверхности фрагментов носовой кости неравномерно закруглены и уплощены. На поверхностях просматриваются остеогенные клетки в 1-2 слоя и каналы, открывающиеся в «соединительнотканый рубец».

Левая носовая кость неравномерной ширины на всем протяжении. С внутренней поверхности носовой кости, сформированные и формирующиеся узкие костные трабекулы смыкаются, наращивая костную пластину (Рисунок 36).

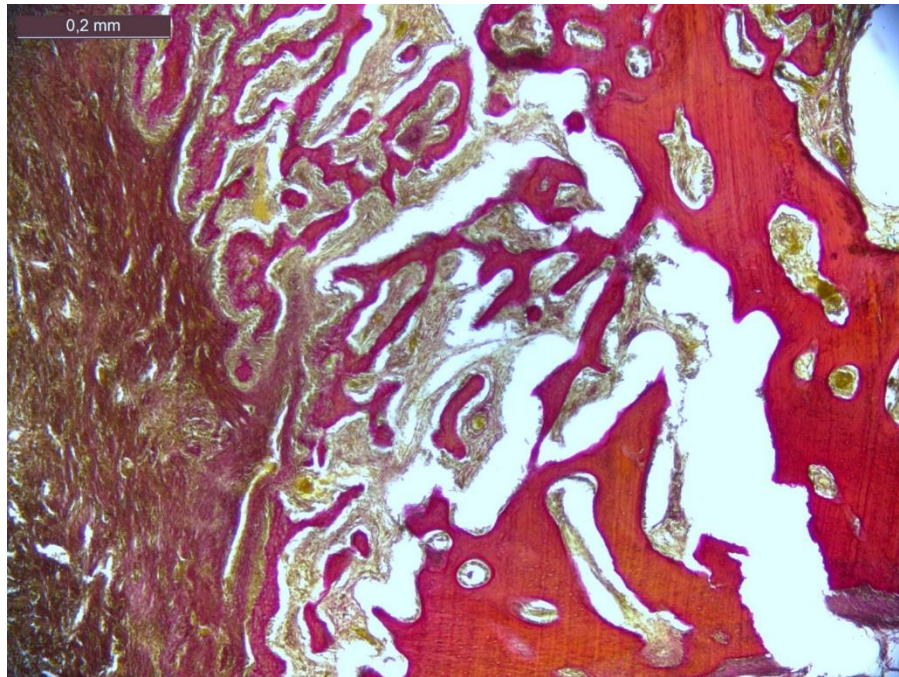


Рисунок 36. 12-е сутки после нанесения травмы, кролик № 13. Носовая кость изнутри. Узкие костные трабекулы смыкаются, наращивая костную пластину. x 100. Окраска по Ван Гизону пикрофуксиновой смесью с докраской железноокислым гематоксилином.

Вокруг трабекул – васкуляризованное, инфильтрированное лейкоцитами поле из остеогенных клеток и фибробластов по свободному краю. Среди остеогенных клеток просматриваются единичные остеоидные островки, узкие примитивные трабекулы.

В поврежденных носовых раковинах костная ткань представлена беспорядочно ориентированными и неполностью смыкающимися полиморфными трабекулами с пролиферирующими по периферии остеогенными клетками (Рисунок 37).

Трабекулы и остеогенные островки, мелкие поврежденные костные осколки располагаются в широкой соединительнотканной подложке с пролиферирующими сосудами, кровоизлияниями по периферии. Соединительнотканная подложка инфильтрирована лимфоцитами, гранулоцитами.

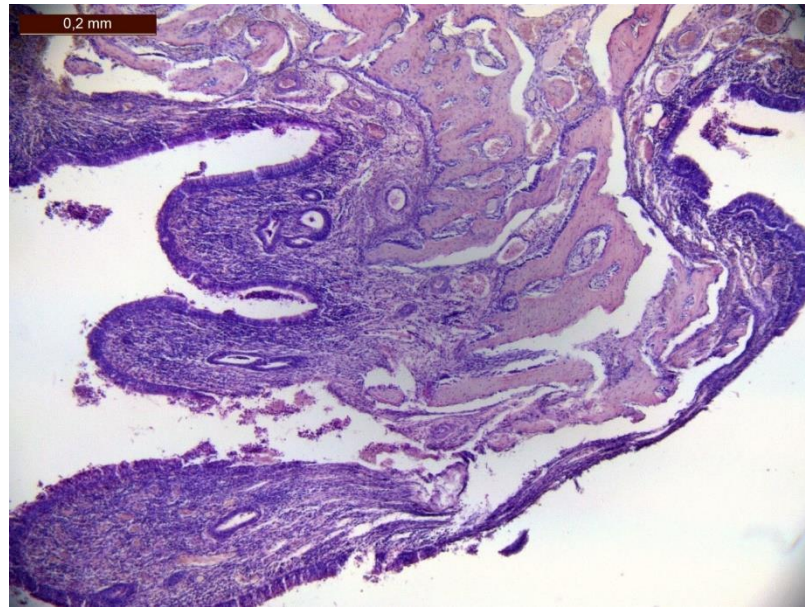


Рисунок 37. 12-е сутки после нанесения травмы, кролик № 13. Полиморфные трабекулы поврежденной носовой раковины. x 100. Окраска гематоксилином и эозином.

Просматриваются участки раковин с пролиферирующим эпителием на поверхности. В слизистой оболочке, инфильтрированной лейкоцитами, значительное количество фибробластов, лимфоциты, неполноценно регенерирующие железы.

В носовой полости кусочки мягких тканей, костных осколков с гомогенизированным матриксом.

По нижнему острому краю левой носовой кости сформированные балочки узкие, не смыкаются; костные каналы открыты в пространство, представленное зрелой волокнистой соединительной тканью между носовой и межчелюстной костью.

На 12-е сутки травмированная носовая кость, поврежденные носовые раковины продолжают регенерировать, несмотря на нарушение оттока из носовой полости, обусловленным нахождением в левой носовой полости силиконового баллона, используемого для фиксации травмированной носовой кости изнутри.

14-е сутки после нанесения травмы (кролики № 9, № 11)

Морфологическая картина подобна описанной на 12-е сутки (кролики № 13, № 14), но вновь сформированные с внутренней поверхности носовой кости трабекулы более упорядоченно ориентированы (часть перпендикулярно вытянута) относительно внутренней поверхности кости. Лакуны заполнены остеобластами. В незамкнутые каналы врастает волокнистая соединительная ткань с тонкостенными сосудами. На поверхностях слабо пролиферируют остеогенные клетки. Аналогичная картина регенерации и ремоделирования травмированной костной ткани прослеживается в поврежденных носовых раковинах (Рисунок 38).

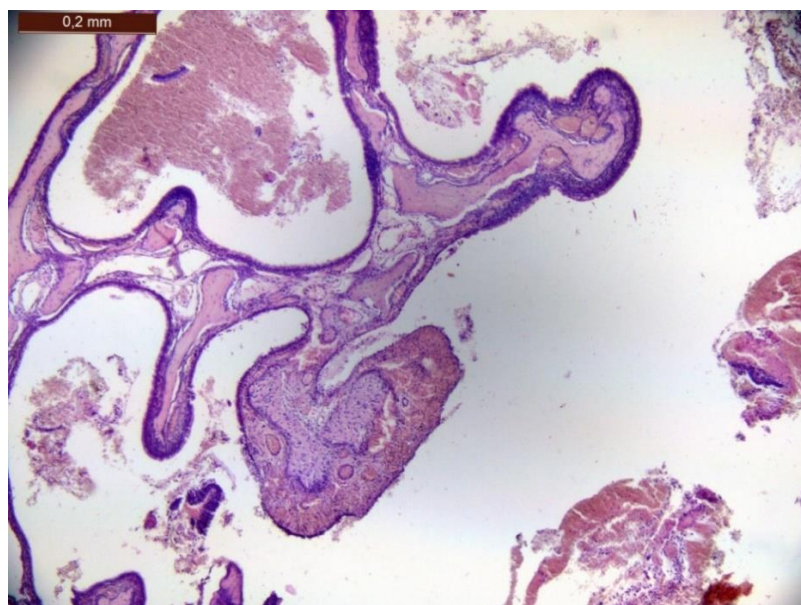


Рисунок 38. 14-е сутки после нанесения травмы, кролик № 11. Регенерация и ремоделирование носовой раковины.
x 100. Окраска гематоксилином и эозином.

21-е сутки после нанесения травмы (кролики № 8, № 10)

В прилежащих к носовой и верхнечелюстной костям мягких тканях просматривается избыточное количество волокнистой соединительной ткани, большое количество сосудов малого диаметра, значительно уменьшается количество лимфоцитов и макрофагов.

Левая носовая кость расширена по направлению к месту контакта с правой носовой и левой верхнечелюстной костью. Между правой и левой носовыми костями – остеогенные клетки и фибробласты, сосуды малого диаметра. В зоне контакта между левой носовой и верхнечелюстной костью –

рыхлая волокнистая соединительная ткань, жировые клетки. На контактирующих поверхностях костей – остеобласты, пролиферирующие остеогенные клетки, веерообразно отходящие от поверхностей (между остеогенными клетками и фибробластами) коллагеновые волокна, формирующиеся и сформированные балочки.

В нижней трети левой носовой кости четко просматривается зона восстановления целостности костной пластины: на наружной поверхности левой носовой кости очаги пролиферации остеогенных клеток периоста с трансформацией их в остеобласты; на поверхности кости невысокие и широкие вновь образованные трабекулы; крупные клетки (osteoblastы) в лакунах; каналы разных размеров. Рядом с описанным участком – остециты в лакунах, редкие каналы малого диаметра.

В расширенной верхней трети расположены широкие каналы, содержащие сосуды, жировые клетки, фибробласты. Имеются открытые наружу каналы, рядом активные остеобласты, формирующие трабекулы.

В носовых раковинах полиморфные костные пластины в большом количестве.

28-е сутки (кролики №№ 12 и 16)

В левой носовой кости – восстановленная соединительная ткань с жировой клетчаткой, дифференцированными сосудами артериального и венозного типа.

В зоне контакта левой носовой кости с правой – остеобласты на поверхности костных пластин, остеогенные клетки, фибробласты, тонкостенные сосуды в полиморфных костномозговых каналах (Рисунок 39).

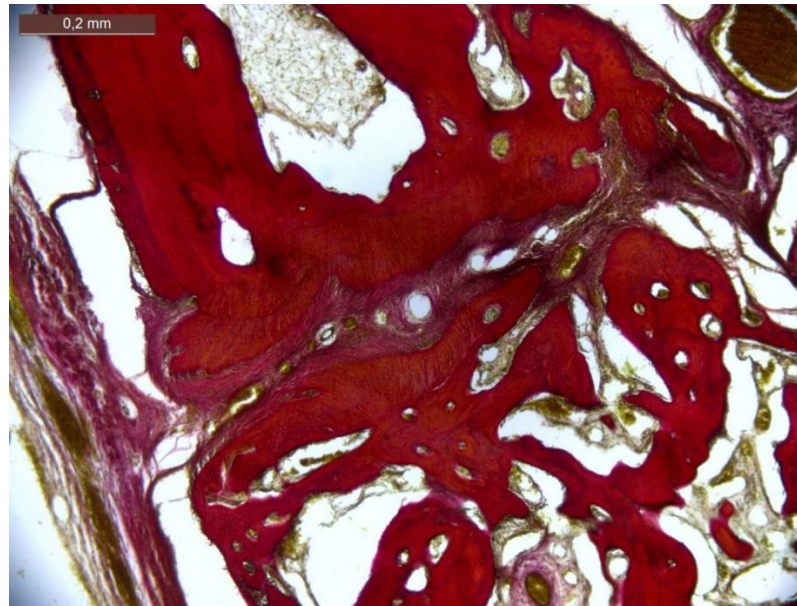


Рисунок 39. 28-е сутки после нанесения травмы, кролик № 16. Область контакта между правой и левой носовыми костями. х 100. Окраска по Ван Гизону пикрофуксиновой смесью с докраской железнокислым гематоксилином.

В местах повреждения левой носовой кости, между костными фрагментами, по наружной и внутренней поверхностям костной пластины просматривается хорошо структурированная волокнистая соединительная ткань.

Между небольшим фрагментом левой носовой кости и верхнечелюстной костью – прослойка волокнистой соединительной ткани с жировой клетчаткой.

Восстановленная травмированная левая носовая кость разной ширины, местами не имеет ровных контуров. Матрикс окрашен неравномерно. Просматриваются зоны с пустыми лакунами, сохраняются широкие каналы (Рисунок 40).

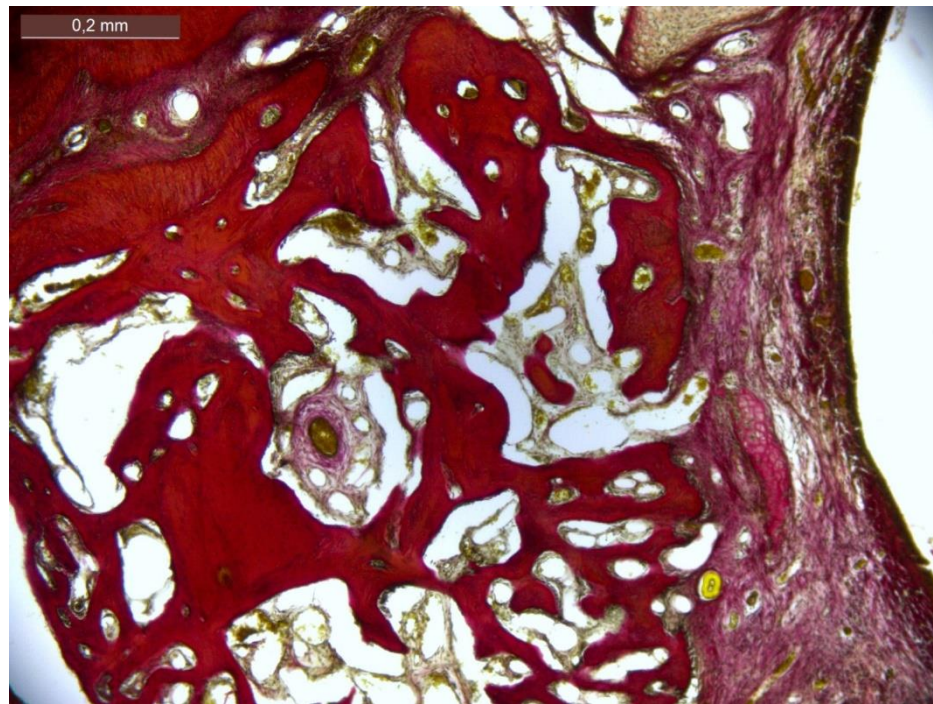


Рисунок 40. 28-е сутки после нанесения травмы, кролик № 16. Восстановленная травмированная левая носовая кость ниже зоны контакта между правой и левой носовыми пластинами. x 100. Окраска по Ван Гизону пикрофуксиновой смесью с докраской железноокислым гематоксилином.

В периостальной пластине отмечается очаговая неравномерная пролиферация остеогенных клеток с трансформацией их в остеобласты. На контактирующих поверхностях костей левой половины верхней челюсти продолжается формирование широких и коротких трабекул; имеются открытые в окружающую волокнистую соединительную ткань каналы.

В носовых раковинах уменьшается количество костных пластин, волокнистой соединительной ткани. Сохраняется слабо выраженная пролиферация переходного эпителия. Десквамированный эпителий и лейкоциты просматриваются в носовых ходах.

Таким образом, восстановление целостности носовой кости кролика происходит за счет пролиферации остеогенных клеток и фибробластов, формирующих волокнистую соединительнотканную, хорошо васкуляризованную прослойку в зоне повреждения и вокруг. Остеогенные клетки являются источником остеобластов, формирующих новую костную

ткань, о чем косвенно свидетельствуют костномозговые каналы, открывающиеся в пространства между остеогенными клетками и фибробластами. Одновременно, поврежденные фрагменты кости утилизируются остеокластами. Данная морфологическая картина прослеживается уже на 5-е сутки после нанесения травмы и достигает состояния первичной стабильности к 10-м суткам. Параллельно, в соединительнотканном матриксе поврежденных структур формируются остеогенные островки, а далее – сливающиеся трабекулы, также к 10-м суткам.

Пролиферативный процесс в зоне повреждения костных структур, по ее наружной и внутренней поверхностям, направлен на восстановление анатомической целостности травмированной кости и функциональной полноценности верхней челюсти.

Подводя итог результатам проведенных экспериментальных исследований на животных, основанных на данных лазерной доплеровской флоуметрии и анализе динамики морфологической картины, можно прийти к обоснованному заключению о целесообразности выполнения хирургического вмешательства у пациентов с переломом нижней стенки орбиты в первые 10 суток после получения травмы с продолжительностью последующей стабилизации нижней стенки орбиты баллоном от 12 до 21 суток.

Таким образом, баллонирование верхнечелюстного синуса представляется эффективным и безопасным способом временной фиксации костных фрагментов при травме нижней стенки глазницы.

ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЭНДСКОПИЧЕСКИ АССИСТИРОВАННОЙ БАЛЛОННОЙ ТАМПОНАДЫ ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНОЙ ПАЗУХИ НА АНАТОМИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТАХ

Великий хирург и топографоанатом Н.И. Пирогов на основании изучения срезов распилов черепа («Ледяная анатомия») заложил основу хирургического доступа к верхнечелюстной пазухе (Рисунок 41).

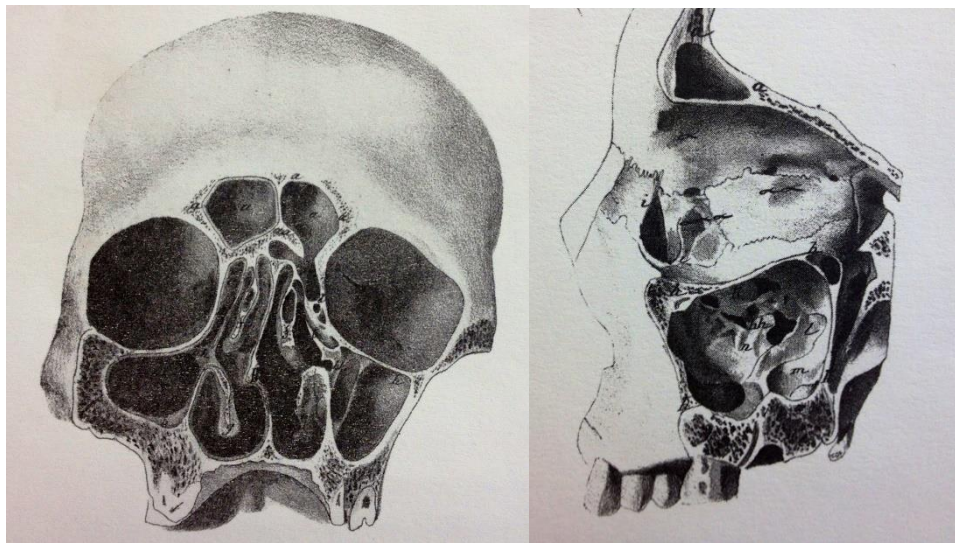


Рисунок 41. Строение медиальной и нижней стенки орбиты (из «Ледяной анатомии» Н.И. Пирогова).

Сам по себе, метод тампонады верхнечелюстной пазухи при переломах нижней стенки глазницы известен с давних времен (Рисунок 42). Эта методика использовалась как самостоятельно, так и в комбинации с реконструктивными операциями. При этом следует учитывать, что марлевые тампоны зачастую приводили к вторичным смещениям костных фрагментов за счет микрозацепов ниток за костные фрагменты, вторичным аррозивным кровотечениям, что ограничивало их использование. Кроме того, при нахождении марлевого тампона в верхнечелюстной пазухе более 7 суток часто развивались инфекционные осложнения.

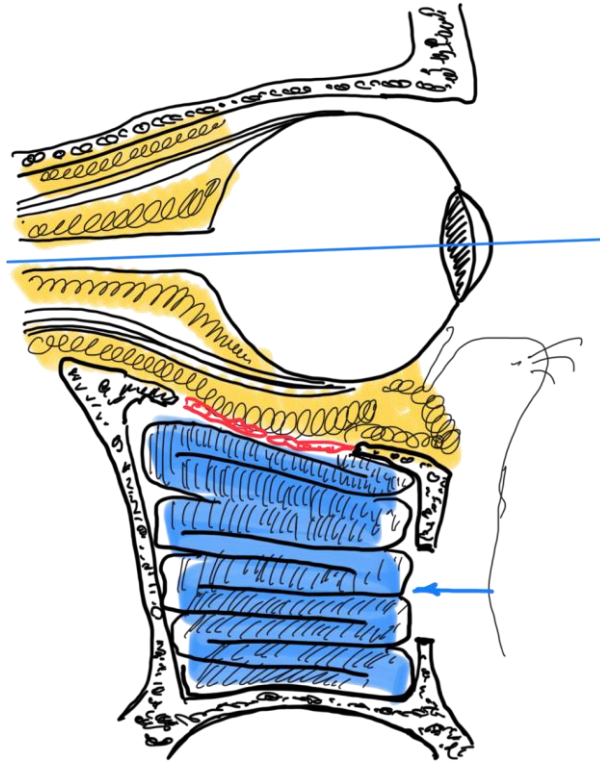


Рисунок 42. Схема тампонады верхнечелюстной пазухи. Красной линией обозначена область перелома нижней стенки глазницы, синей стрелкой – марлевый тампон.

В этой связи, как очередной виток развития науки, в последние годы набирает популярность методика эндоскопической репозиции и временной иммобилизации с использованием баллона, которая может служить альтернативой «традиционным» методом лечения, особенно на ранних стадиях после травмы. В то же время, многие технические и методологические аспекты подобного оперативного вмешательства не получили должного освещения в научной литературе.

Анатомически, нижняя стенка глазницы имеет треугольную форму и состоит из глазничной поверхности верхней челюсти, глазничной поверхности скуловой кости и глазничного отростка небной кости. Под нижней стенкой глазницы находится верхнечелюстной синус, в котором проходит подглазничный канал, содержащий в себе подглазничный нерв. Сопротивление переломам нижней стенки глазницы пропорционально

количеству перегородок верхнечелюстного синуса, толщине кости и обратно пропорционально площади поверхности нижней стенки. Следует отметить, что в некоторых участках толщина костей, составляющих нижнюю стенку глазницы, – тонкая (менее 1 мм), что может способствовать переломам в результате травм, автомобильных аварий и пр. Частота таких травм достигает 85%.

С учетом обозначенной проблемы, нами разработана на анатомических препаратах (кадаверах) методика репозиции нижней стенки глазницы с последующей временной иммобилизацией баллоном. В ходе анатомических экспериментов использовано 5 анатомических объектов (голов), смоделировано 10 изолированных переломов нижней стенки глазницы (по 2 на каждый препарат, правая и левая глазницы) с последующей поочередной установкой баллонов разных типов в обе верхнечелюстные пазухи.

Методология репозиции нижней стенки глазницы с последующей временной иммобилизацией баллоном заключается в следующем:

1. Формирование хирургического доступа в верхнечелюстную пазуху;
2. Репозиция смещенного фрагмента нижней стенки глазницы;
3. Установка баллона в верхнечелюстную пазуху через нижний носовой ход;
4. Заполнение баллона физиологическим раствором для обеспечения адекватной поддержки репонированных костных фрагментов до момента восстановления нормального положения нижней стенки глазницы

5.1 Моделирование перелома нижней стенки глазницы

Для полноценного обзора нижней стенки глазницы использовали подглазничный доступ. Скальпелем № 15 производили рассечение кожи

в подглазничной области по линии естественных складок, длиной до 5 см. Послойно рассекали подкожную клетчатку, круговую мышцу глаза. Надкостницу нижнего края глазницы оставляли нетронутой. Дальнейшее продвижение вглубь глазницы осуществляли строго по надкостнице с использованием ножниц, препарируя мягкие ткани вдоль нижней стенки. После полного обнажения нижней стенки глазницы и подъема мягких тканей, используя обратную сторону ложки Фолькмана, наносили перелом нижней стенки глазницы, содержащей надкостницу в центральной части орбиты.

С учетом того, что костные структуры в этой части глазницы тонкие, сложностей с формированием перелома не возникло ни в одной из моделей (Рисунок 43).



Рисунок 43. Моделирование перелома нижней стенки глазницы; подсвеченный участок нижней стенки глазницы перед нанесением экспериментальной травмы.

Затем мягкие ткани глазницы помещали в исходное положение, при этом параорбитальный жир частично смещали в зону перелома (Рисунок 44).

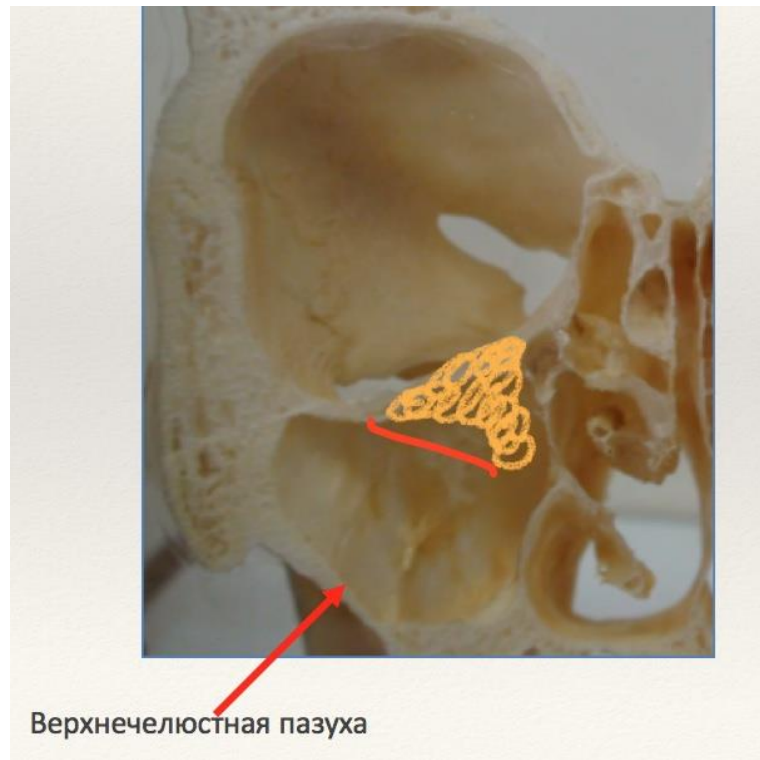


Рисунок 44. Моделирование перелома нижней стенки глазницы (схема): смещение параорбитальной клетчатки в полость верхнечелюстной пазухи.

5.2 Формирование хирургического доступа в верхнечелюстную пазуху

Выбор хирургического доступа в верхнечелюстную пазуху обусловлен необходимостью полноценного осмотра места перелома нижней стенки глазницы, проведения санации верхнечелюстной пазухи (удаления крови, инородных тел и т.д.), выполнения адекватной репозиции смещенных костных фрагментов, размещения баллона с выводом рабочего канала в носовой ход, эндоскопического контроля положения репонированных костных фрагментов в процессе заполнения баллона жидкостью.

Методика выполнения трансназального доступа к нижней стенке глазницы.

Первым этапом необходимо медиализировать среднюю носовую раковину. Далее, после визуализации естественного соустья в среднем носовом ходе, определяли его размеры. При размерах менее 4 мм проводили

его расширение путем рассечения скальпелем по направлению кпереди от крючковидного отростка, который удаляли микрощипцами, обеспечивая более широкий доступ. Важно: оценить обеспечить хорошую визуализацию всей нижней стенки глазницы.

Применение эндоскопической техники позволяет проводить доступ и визуализацию с меньшим объемом хирургической травмы (Рисунок 45).

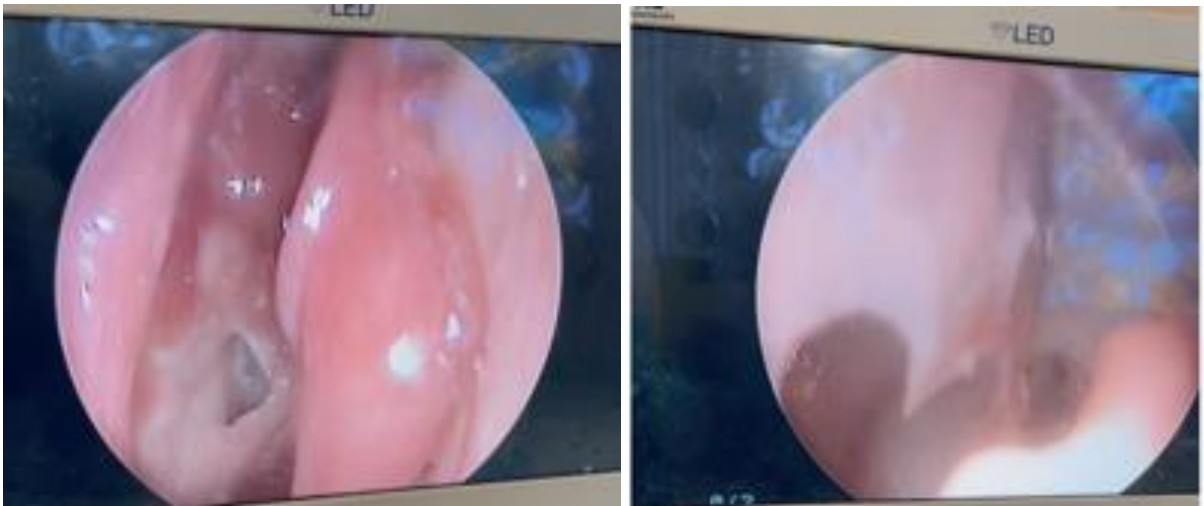


Рисунок 45. Эндоскопическая картина (с экрана монитора): доступ в верхнечелюстную пазуху через средний носовой ход.

Однако, необходимо отметить, что визуализация среднего и переднего отделов нижней стенки глазницы затруднительна ввиду естественного ограничения (перегородка носа) и требует изменения угла обзора эндоскопа в большую сторону, что не всегда удобно.

На наш взгляд, оптимальными «углами атаки» обладает доступ в области передней стенки верхнечелюстной пазухи с формированием слизисто-костного лоскута по типу «открытая дверь», хорошо известный в практике врача челюстно-лицевого хирурга. Процесс формирования не представляет технических сложностей и выполняется в следующей последовательности: разрез по переходной складке длиной 3-5 см; формирование тонкой фрезой № 11 «U»-образного пропила – нижнюю и боковые границы пропиливают на всю толщину костной ткани, по верхней

границе формируют перфорационные отверстия с последующим аккуратным надломом кортикальной пластинки с сохранением слизисто-надкостничного слоя (Рисунок 46).

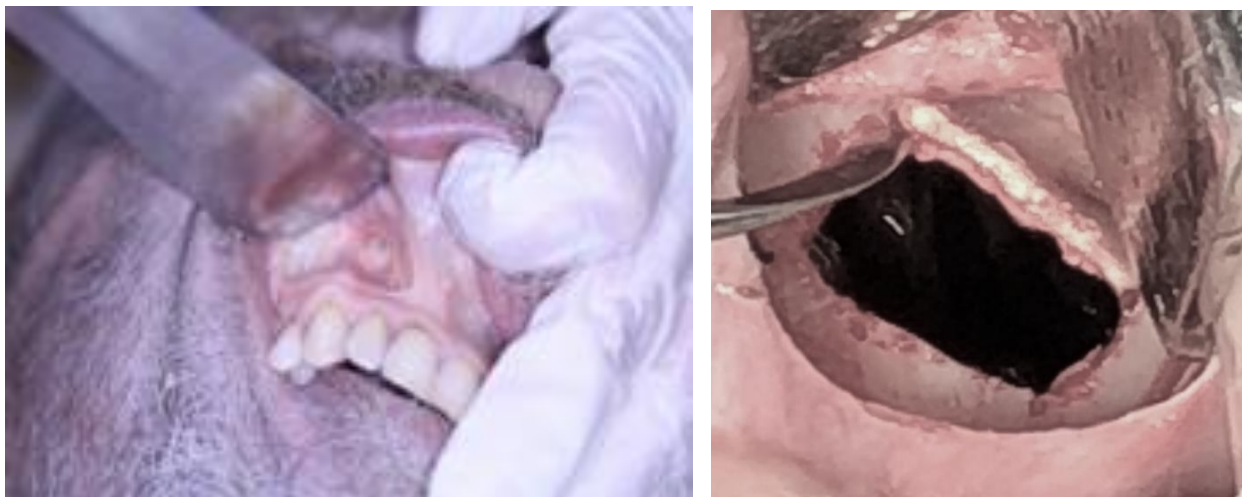


Рисунок 46. Формирование доступа в верхнечелюстную пазуху через переднюю стенку синуса, «U»-образный доступ.

В отличие от трансназального доступа по среднему носовому ходу, в этом варианте возможен более широкий угол обзора и, соответственно, имеются большие возможности для проведения манипуляций в верхнечелюстной пазухе, вплоть до выполнения остеосинтеза в любом требуемом объеме. Однако требуется соблюдение особой аккуратности при формировании трепанационного окна, ввиду возможности полного отделения лоскута от верхнечелюстной пазухи.

Альтернативным вариантом может быть использование эндоскопов малого диаметра (до 1,9 мм). Набор соответствующего инструментария представлен на рисунке 47. При этом формирование трепанационного окна по передней стенке верхнечелюстной пазухи возможно пункционным методом (Рисунок 48).



Рисунок 47. Эндоскоп, троакар, тубус малого диаметра (1,9 мм), вспомогательный троакар, эндоскопические ножницы.



Рисунок 48. Пункция передней стенки верхнечелюстной пазухи с использованием тубуса и стилета малого диаметра (1,9 мм).

Передняя стенка верхнечелюстной пазухи тонка, сложностей при выполнении трепанационной пункции не возникало. Этот метод широко распространен в практике ЛОР-врачей. Использование инструментов малого диаметра позволяет значительно уменьшить прикладываемую силу для механического формирования отверстия и уменьшить возможную травму.

После введения тубуса в пазуху, оптимальным, на наш взгляд, является использование эндоскопов с углом обзора в 30-45 градусов, для полноценной визуализации всех отделов пазухи, а также ревизии естественного соустья (Рисунок 49).

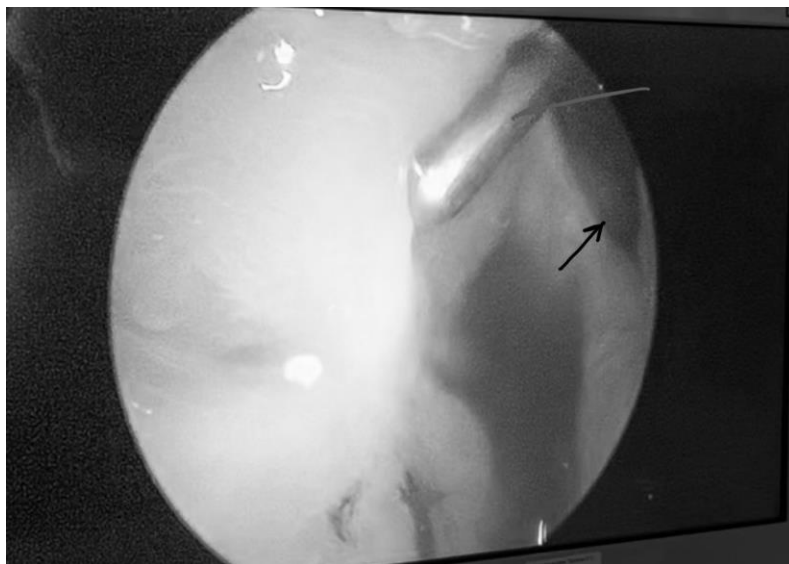


Рисунок 49. Эндоскопическая картина: проводник, введенный в естественное соустье правой верхнечелюстной пазухи.

5.3 Репозиция смещенного фрагмента нижней стенки глазницы

Репозицию смещенного костного фрагмента нижней стенки глазницы осуществляли под эндоскопическим контролем с использованием эндоскопов небольшого диаметра (от 2 до 4 мм) с разными углами обзора, от 0 до 45 градусов. В нашей практике мы использовали ригидные эндоскопы (Германия), длиной рабочей части от 6 см до 18 см и диаметром от 1,9 до 4 мм, с прямой (0°) или скошенной (30° или 45°), причем последовательно меняя их, в соответствии с требуемыми углами обзора для оптимальной экспозиции операционного поля. Такая тактика позволила обеспечить полноценный обзор всех отделов нижней стенки глазницы и возможность проведения репозиции под визуальным контролем во всех анатомических объектах исследования (рисунки 50, 51), тогда как в 4 случаях применения

трансназального доступа нам не удалось выполнить адекватную репозицию, за счет того, что манипуляции в носовом ходу ограничены перегородкой и размером ноздрей.



Рисунок 50. Репозиция смещенной нижней стенки глазницы под эндоскопическим контролем, доступ через переднюю стенку верхнечелюстной пазухи.

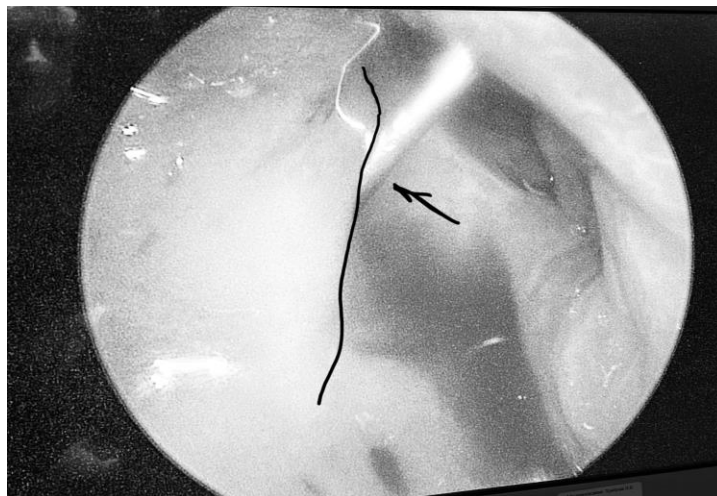


Рисунок 51. Трансназальная репозиция нижней стенки глазницы (линией отмечена пролабирующая нижняя стенка глазницы, стрелкой указан этап репозиции).

5.4 Установка баллона в верхнечелюстную пазуху через нижний или средний носовой ход

Установка баллона в верхнечелюстную пазуху осуществляется через

нижний или средний носовой ход. Методика баллонирования через нижний носовой ход включает в себя: кпереди от переднего края нижней носовой раковины (около 5 мм), формируется трепанационное отверстие по направлению к верхнечелюстной пазухе. Отверстие может быть сформировано как инструментом, так и с использованием шаровидных фрез. Основная задача – сгладить острые костные края для обеспечения свободной проходимости баллонного тампона (5-10 мм в диаметре). С целью гемостаза, перед формированием отверстия может быть проведена инфильтрация этой зоны анестетиком с вазоконстриктором (в анатомическом эксперименте не проводили).

Затем, используя хирургический зажим, баллон (в спавшемся состоянии) аккуратно вводят в верхнечелюстную пазуху (Рисунок 52).



Рисунок 52. Схема репозиции смещенной нижней стенки глазницы и установки баллона в верхнечелюстную пазуху через нижний носовой ход.

Аналогичным образом производится установка катетеров Фолея, однако его введение в пазуху может быть выполнено и проводником, предварительно установленным в концевую часть катетера. Из потенциальных преимуществ катетера Фолея необходимо отметить наличие

автоматического клапана и канала для оттока содержимого, которого нет в баллоне для тампонады верхнечелюстной пазухи «Медсил».

Использование «грубых» зажимов нежелательно, т.к. это может привести к повреждению баллона.

Установка баллона через естественное соустье требует предварительного расширения последнего, при этом угол ввода, в отличие от нижнего носового хода, значительно более острый, что требует использования гибких инструментов – проводников (Рис 53).

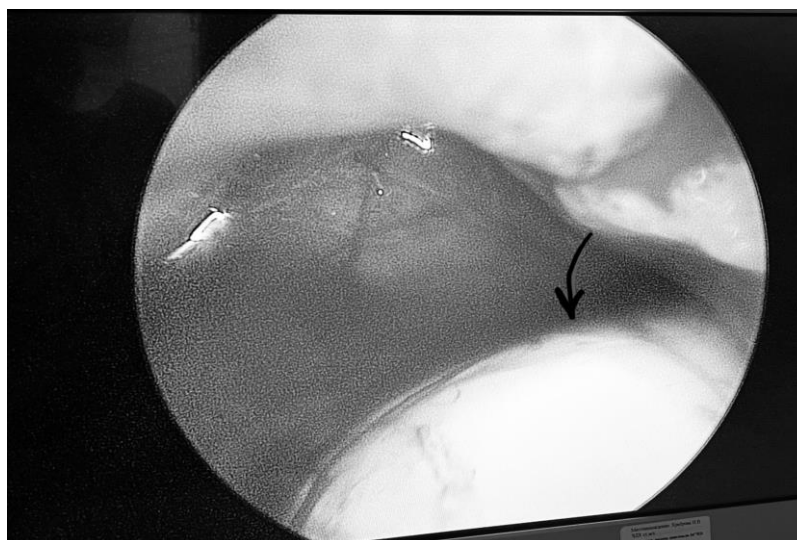


Рисунок 53. Баллон (стрелка), введенный через средний носовой ход.

Так, в процессе установки баллонов через нижний носовой ход было использовано 30 баллонов «Медсил», 10 из которых были повреждены из-за тонкого силиконового раздуваемого слоя и механического его разрыва. Также был использован 21 катетер Фолея (№ 14), из которых оказался поврежденным только один катетер, который устанавливали через средний носовой ход в препарате № 4 (Таблица 8). Чаще повреждение баллона происходило при установке через средний носовой ход по сравнению с нижним носовым ходом (8 против 3). Значимой разницы в частоте

повреждений баллона в зависимости от стороны установки (правая/левая) не выявлено: 5 против 6.

Таблица 8 – Результаты баллонирования верхнечелюстных пазух (количество использованных баллонов)

Анатомический препарат №	Сторона	Баллон «Медсил» * (количество)		Катетер Фолея (количество)	
		Нижний носовой ход	Средний носовой ход	Нижний носовой ход	Средний носовой ход
1	Правая	2	2	1	1
	Левая	1	2	1	1
2	Правая	1	1	1	1
	Левая	1	2	1	1
3	Правая	1	2	1	1
	Левая	2	1	1	1
4	Правая	1	1	1	1
	Левая	1	3	1	2
5	Правая	2	2	1	1
	Левая	1	1	1	1
Всего		13	17	10	11

* Значение, превышающее «1», указывает, что баллон был поврежден в процессе установки и выполнено повторное баллонирование

5.5 Заполнение баллона 0.9% изотоническим раствором хлорида натрия для обеспечения адекватной поддержки репонированных костных фрагментов

Заполнение баллона осуществляли стерильным 0.9% изотоническим раствором хлорида натрия. Уровень давления, создаваемого в баллонах, определяли с помощью манометрии (Рисунок 54).

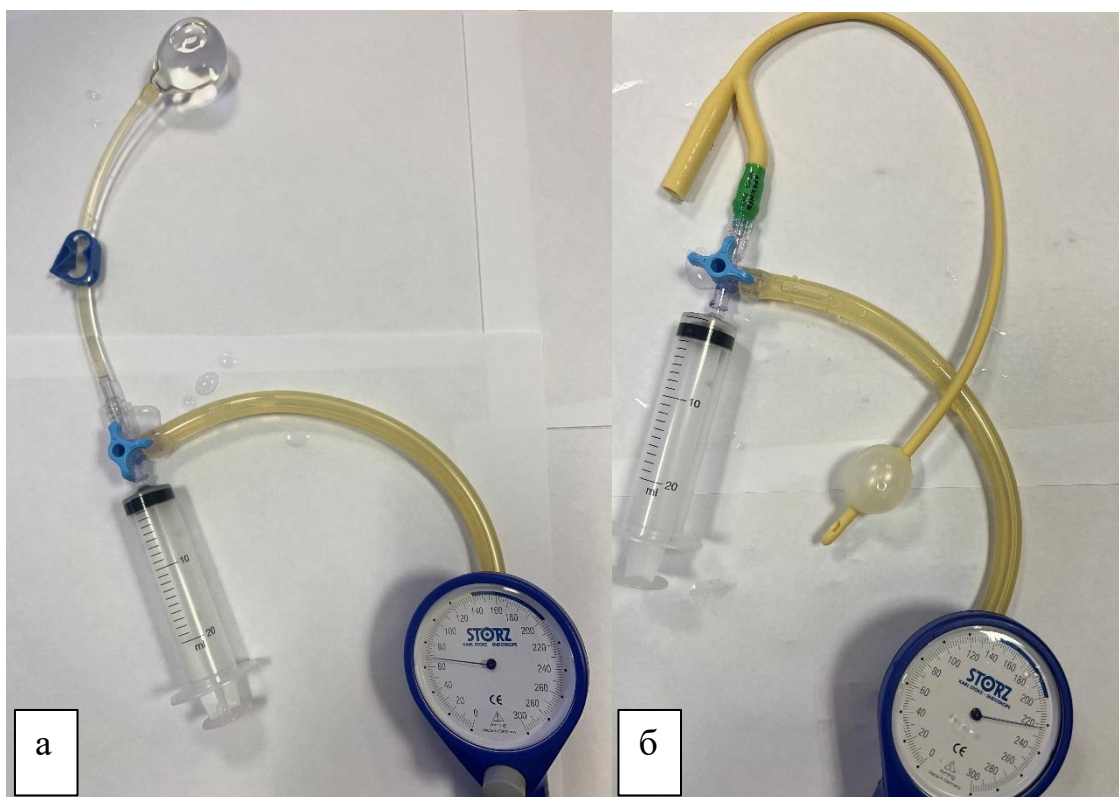


Рисунок 54. Измерение давления (в мм рт. ст.) в раздуваемых баллонах с помощью манометра: а) баллон для тампонады верхнечелюстной пазухи «Медсил», б) двухпросветный катетер Фолея № 14.

Обращает на себя внимание значительно более высокое давление наполнение катетера Фолея по сравнению с баллоном «Медсил», что связано с конструктивными особенностями каждого из медицинских изделий.

Как показало исследование, баллон заполняет не все пространство верхнечелюстной пазухи. Ни в одном случае плотного контакта баллона и стенок в углах верхнечелюстной пазухи не было, что подтверждено как визуально, так и по данным рентгенологических исследований.

У анатомического препарата № 2 размер пазух оказался значительно меньше, чем у препаратов №№ 1, 3, 4, 5, что потребовало наполнения баллона только до нижней границы установочного давления. Данный факт означает, что давление наполнения баллона является не фиксированной

величиной, а его следует подбирать индивидуально, исходя из особенностей строения пазухи, характера травмы и в соответствии с операционной ситуацией.

Результаты манометрии в ходе баллонной тампонады верхнечелюстных пазух, представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Давление, создаваемое в баллонах при тампонаде верхнечелюстных пазух через средний и нижний носовой ход

Анатомический препарат №	Сторона	Баллон «Медсил» (давление в баллоне, мм рт. ст.)		Катетер Фолея (давление в баллоне, мм рт. ст.)	
		Нижний носовой ход	Средний носовой ход	Нижний носовой ход	Средний носовой ход
1	Правая	59	64	227	239
	Левая	74	81	238	241
2	Правая	67	66	234	237
	Левая	65	70	242	240
3	Правая	73	76	239	238
	Левая	41	45	243	244
4	Правая	39	42	225	227
	Левая	44	46	232	237
5	Правая	40	48	241	240
	Левая	47	41	240	241
Среднее значение, среднеквадратическое отклонение σ		55±14	58±15	236±6	238±5
Двусторонний F-тест*		0,85		0,33	
Двусторонний F-тест **		0,001			

Примечание: * – давление в баллоне, нижний носовой ход / средний носовой ход; ** – давление в баллоне, Баллон «Медсил» / катетер Фолея.

После наполнения баллона в верхнечелюстной пазухе и создания адекватной поддержки репонируемым костным фрагментам, осуществляли тракционный тест – оценку подвижности глазного яблока, с целью исключить признаки ущемления глазодвигательных мышц репонируемыми костными фрагментами (Рисунок 55).

Так как модель эксперимента подразумевала нанесение травмы через субцилиарный доступ, то дополнительный контроль репозиции костных фрагментов осуществляли через имеющийся разрез. Также, этот доступ служил цели контроля ущемления мышц и клетчатки после проведения репозиции.

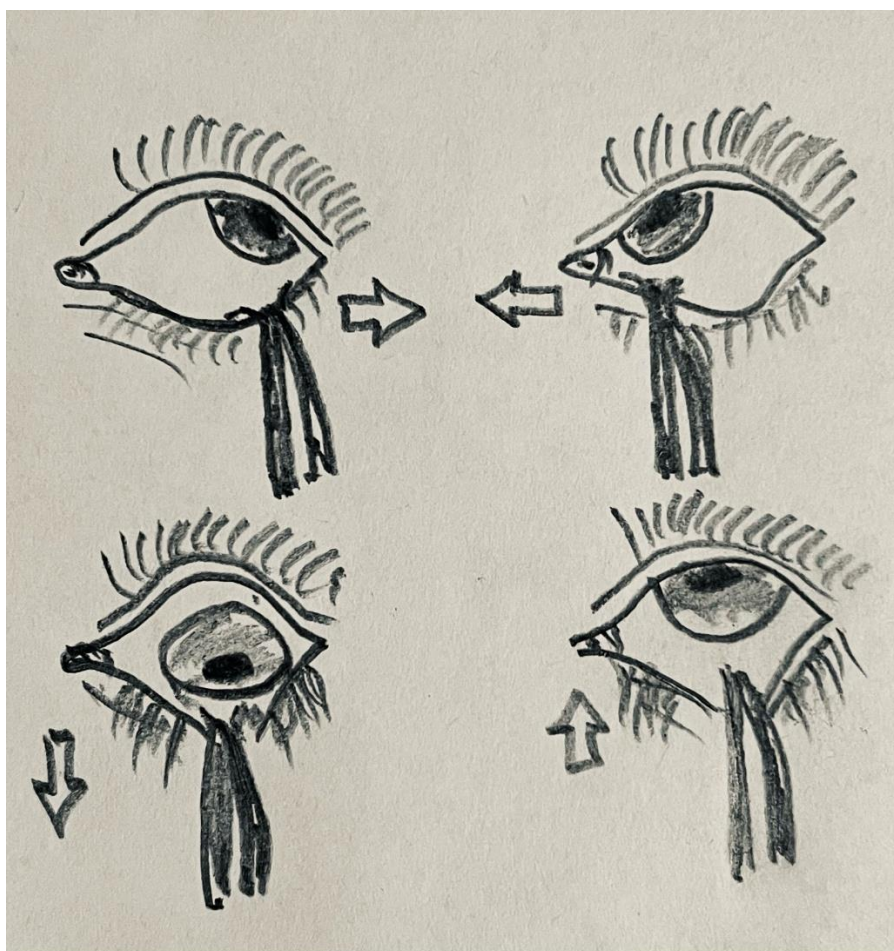


Рисунок 55. Тракционный тест – интраоперационная оценка подвижности глаза.

Был зарегистрирован только один случай ущемления нижней прямой мышцы глаза в анатомическом препарате № 3 с левой стороны, что

проявлялось ограничением движения глазного яблока вверх и потребовало частичной декомпрессии баллона, высвобождения мышцы и повторного его заполнения.

Полученные в ходе анатомического эксперимента результаты позволяют предположить возможность использования в клинической практике дополнительного подглазничного (субцилиарного) трансконъюнктивального доступа, как вариант контроля репозиции и высвобождения (при необходимости) ущемленных участков клетчатки, мышц и/или сосудисто-нервного пучка.

Использование рентгенологических методов контроля репозиции нижней стенки глазницы с использованием С-дуги или КТ способствует точности восстановления смещенных костных фрагментов (Рисунок 56).

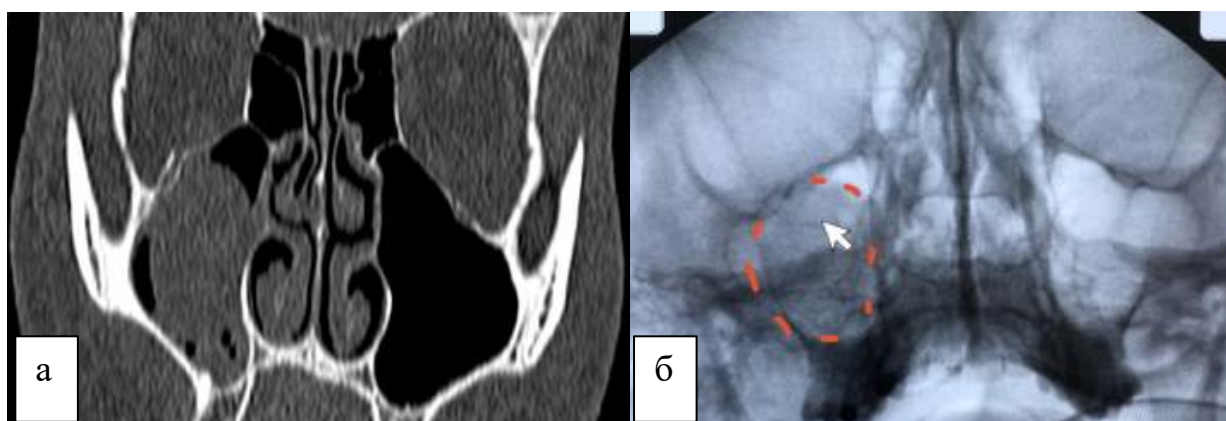


Рисунок 56. Рентгенологические методы контроля репозиции нижней стенки глазницы и тампонады верхнечелюстной пазухи с использованием баллона: а) КТ верхнечелюстных пазух, б) Рентгенограмма верхнечелюстных пазух.

Закрытие раны осуществляли путем репозиции ранее смещенного слизисто-костного лоскута по передней стенке верхнечелюстной пазухи по типу: «закрытая дверь» без дополнительной фиксации, т.к. удерживающую функцию будет осуществлять заполненный баллон в верхнечелюстной пазухе, препятствующий смещению лоскута внутрь. При нестабильности лоскута, его можно фиксировать 1-2 костными швами с использованием резорбируемого шовного материала на круглой игле Викрил 3-0,

предварительно сформировав перфорационные отверстия в лоскуте и костной части передней стенки пазухи по нижнему контуру распила (Рисунок 57).

При выполнении микротрепанационного доступа по передней стенке верхнечелюстной пазухи, накладывали 1-2 шва, с целью закрытия слизистой оболочки. Дополнительных хирургических манипуляций не требовалось.

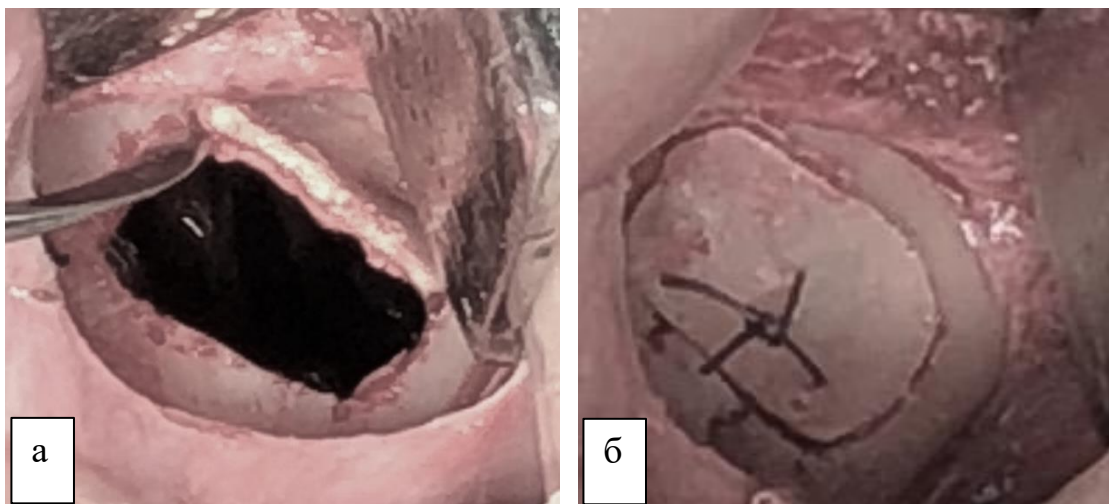


Рисунок 57. Закрытие U-образного доступа по передней стенке верхнечелюстной пазухи: а) U-образный доступ (стрелкой указана слизистая пазухи), б) костный шов после репозиции лоскута по типу «дверь закрыта».

5.6 Заключение по результатам анатомического эксперимента

На наш взгляд, перспективным является использование микротрепанационного доступа по передней стенке верхнечелюстной пазухи с применением оптики малого диаметра. Это методика позволяет минимизировать хирургическую травму, обусловленную мобилизацией слизисто-надкостничного-костного лоскута, и, следовательно, связанные с этим возможные осложнения. Однако методика может быть ограничена ввиду необходимости использования «редких» эндоскопов малого диаметра, с возможностью их повреждения во время хирургических манипуляций. Кроме того, необходимо учитывать, что проведение манипуляций по репозиции смещенных костных фрагментов не всегда возможно через естественное соустье, даже при его расширении, что может потребовать

наложения дополнительных трепанационных отверстий в передней стенке пазухи с целью введения инструментов для репозиции смещенных костных фрагментов (триангуляции). При использовании этой методики необходимо учитывать, что она, при необходимости, может быть расширена до доступа по типу «открытая дверь».

Следует отметить, что использование U-образного костного доступа по передней стенке верхнечелюстной пазухи по типу “открытая дверь” позволяет создать оптимальный угол обзора для репозиции смещенной нижней стенки глазницы во всех ее отделах, а закрытие раны с сохранением слизисто-костного лоскута, способно обеспечить отсутствие врастания тканей

в образовавшийся дефект, устраняя, таким образом, осложнения традиционной гайморотомии с доступом по Колдуэлл-Люку. Во всех случаях подглазничный сосудисто-нервный пучок был хорошо визуализирован, отведен с помощью ретрактора без его повреждения. Верхнюю часть надпила осуществляли с отступом не менее 5 мм от нижнего края костного канала пучка, что исключало его повреждение.

Использование оптики с углом обзора 0° в начале операции обеспечивало хороший обзор и простоту ориентации, особенно при локализации перелома в глубоких отделах нижней стенки глазницы. Эндоскопы с углами обзора 30 и 45 градусов могут быть использованы при локализации перелома в передних 2/3 нижней стенки глазницы при любых вариантах хирургических доступов.

Процесс репозиции смещенных костных фрагментов осуществляли малыми прямыми и изогнутыми инструментами в зависимости от локализации перелома. Необходимо отметить, что при наличии значительного смещения мягких тканей в полость глазницы, требуется использование двух инструментов одновременно: первым осуществляется репозиция клетчатки в полость глазницы, а вторым – репозиция смещенного костного фрагмента.

Возможно, из-за особенностей анатомических препаратов и ригидности глазодвигательных мышц, нами был зарегистрирован только один случай ущемления нижней прямой мышцы глаза при репозиции нижней стенки глазницы, однако это не исключает возникновение этого осложнения в клинической практике. На наш взгляд, обязательным является проведение тракционного теста после заполнения баллона раствором. В случае наличия признаков ограничения подвижности, обязательным является частичная декомпрессия баллона, создание дополнительного наружного доступа (подглазничный, субцилиарный или трансконъюнктивальный) для высвобождения ущемленной мышцы и клетчатки и повторная репозиция с заполнением баллона под контролем положения костных фрагментов со стороны наружного хирургического доступа, повторный тракционный тест.

Использование интраоперационных методов рентгенологического контроля открывает дополнительные возможности. Так, к примеру, возможна коррекция наполнения баллона исходя из снимков, полученных по данным КТ. Вероятно, в последующих исследованиях применение рентгеноконтрастных растворов для наполнения баллона с интраоперационным контролем при помощи С-дуги (наиболее распространенной в операционных хирургического профиля), позволит обеспечить более высокую точность позиционирования костных фрагментов.

По степени давления, создаваемого в баллонах, четкой корреляции с эффективностью репозиции нет. Прежде всего, степень сопротивления зависит от конструкции баллона. Так, силиконовый баллон «Медсил» мы наполняли раствором со средним показателем 72 мм рт. ст., тогда как катетер Фолея, для такой же степени репозиции костных фрагментов требовал значительно большего давления – 230 мм рт. ст. Предпочтительной является менее выраженная степень сопротивления наполнению в пределах 100-150 мм рт. ст., однако этот показатель напрямую зависит материала, из которого изготовлен баллон.

К преимуществам баллонного тампона для верхнечелюстных пазух «Медсил» относится наличие запирающего клапана, обеспечивающего

возможность коррекции наполнения баллона, короткую длину рабочей трубки; к недостаткам – низкая прочность силиконового баллона, отсутствие канала для дренирования (актуально в процессе наполнения баллона), меньшая гибкость, сложность установки в пазуху, особенно через средний носовой ход. Установка и извлечение баллонов через средний носовой ход сопряжены с риском дополнительной травмы, а также случайного повреждения клетчатки глаза. Выраженный изгиб трубки баллона может препятствовать его наполнению и декомпрессии. Из преимуществ катетера Фолея необходимо отметить более плотную структуру материала, который меньше подвержен механическому повреждению, а также относительную простоту ввода и извлечения баллона из пазухи, наличие автоматического клапана сброса раствора и канала для оттока содержимого. К недостаткам необходимо отнести значительную длину катетера, наличие концевой части, которая не заполняется раствором. Если укоротить катетер для свободного его размещения в носу, то становится невозможным провести коррекцию наполнения раствором в случае необходимости; кроме того, требуется специальный окклюдер или лигатура.

Необходимо отметить, что с конструктивной точки зрения, ни один из них, при заполнении, не повторяет форму пазухи, требуемую для адекватной репозиции костных фрагментов, т.к. оба типа баллона в раздутом состоянии имеют сферическую форму и обеспечивают максимальное давление на структуры только в точках контакта, что не исключает вторичного смещения (соскальзывание или проворачивание) в процессе наблюдения. Также, в пазухе образуются, так называемые, «мертвые пространства», что может служить потенциальным источником инфицирования (Рисунок 58).

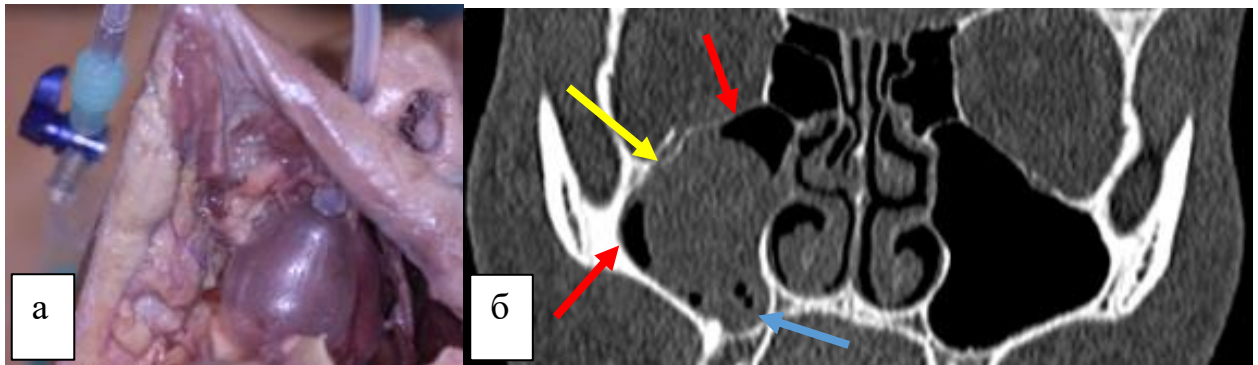


Рисунок 58. а) Анатомический препарат с остеотомированной верхней челюстью по LeFort I для визуализации положения баллона, который неравномерно заполняет верхнечелюстную пазуху с образованием «мертвых пространств»; б) КТ картина тампонады верхнечелюстной пазухи, желтая стрелка – точки контакта, красные стрелки – «мертвые пространства», синяя стрелка – скопление слизи.

Закрытие раны при формировании U-трепанационного окна не требует дополнительной фиксации, однако, при отсутствии стабильности, возможно наложение 1-2 костных швов для предотвращения смещения костного лоскута вдоль передней стенки пазухи. Баллон обеспечивает адекватную поддержку, смещения внутрь костного лоскута нами не наблюдалось. В перспективе, возможно изучение возможности использования костного лоскута с передней стенки пазухи в качестве дополнительной поддержки содержимого глазницы при мелкооскольчатых переломах.

Таким образом, рассмотренные способы микротрепанационного и U-трепанационного доступов могут быть использованы как самостоятельные или последовательные части модернизированной методики эндоскопической репозиции нижней стенки глазницы, что позволяет предположить возможность ее клинического применения. Обозначенные выше конструктивные особенности баллона должны быть учтены при проектировании и создании специализированных баллонов, предназначенных для тампонады верхнечелюстной пазухи при переломах нижней стенки орбиты.

ОБСУЖДЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В литературном обзоре показана вариативность тактики лечения пациентов с переломами нижней стенки глазницы – от динамического наблюдения до эндопротезирования с использованием костных трансплантатов. Большая часть исследований посвящена выбору материалов для восстановления нижней стенки глазницы, которая является составной частью верхнечелюстной пазухи. Лечебная тактика разделена на несколько категорий, одной из которых является наиболее популярная реконструкция с использованием имплантатов (пластин) или аутотрансплантатов. Также используются искусственные материалы, такие как титановые сетки, пластины или другие синтетические материалы. С другой стороны, набирает популярность методика эндоскопической репозиции и временной иммобилизации с использованием баллона, которая является альтернативой «традиционным» методам лечения особенно на ранних стадиях травмы. К преимуществам этой методики относятся: низкая травматичность, возможность применять его без какой-либо травмы донорского участка, временное размещение тампонирующего устройства (баллона) и стоимость хирургического лечения. Однако, до настоящего времени в научной литературе описаны единичные случаи применения баллонной тампонады верхнечелюстных пазух с целью временной иммобилизации поврежденных костных структур, и они носят наблюдательный характер, отсутствуют экспериментальные исследования посвященные эффективности применения временной (баллонной) иммобилизации при изолированных травмах верхнечелюстных пазух, отсутствуют данные об оптимальной длительности размещения баллона.

Проведен ретроспективный анализ клинического материала. В период с 2013 по 2019 гг. изначально были отобраны 379 историй болезни, из которых критериям включения пациентов в исследование (возраст 18 лет или старше на момент травмы, рентгенологически подтвержденный перелом нижней

стенки глазницы давностью не более 3 недель, метод лечения – эндоскопическая репозиция нижней стенки глазницы с временной тампонадой верхнечелюстной пазухи) – соответствовали 82 пациента. Далее, сформированы две группы наблюдения: основную группу (Группа 1) составили 44 человека, которым была произведена баллонная тампонада; соответственно, в группу сравнения (Группа 2) включены 38 пациентов, которым в процессе хирургического вмешательства тампонаду выполняли марлевыми турундами. Ни одному из 82 пострадавших, включенных в анализ, ранее не проводилось хирургическое вмешательство по основному диагнозу. Обе группы были сопоставимы по демографическим показателям: Группа 1 – 32 мужчины (73%) и 12 женщин (27%) в возрасте от 18 до 69 лет, Группа 2 – 26 (69%) мужчин и 12 (31%) женщин в возрасте от 19 до 67 лет.

Исходя из этиологического фактора, бытовая травма зарегистрирована у 17 (39%) пациентов Группы 1 и 15 (40%) Группы 2, автотравма – у 15 (34%) и 13 (34%), спортивная – у 7 (16%) и 6 (16%), падение с высоты собственного роста – у 5 (11%) и 4 (11%), соответственно ($p=0,998$).

По данным компьютерной томографии у всех пострадавших выявлены односторонние травматические изменения одной или нескольких стенок глазницы.

Смещение глазного яблока вниз (гипофтальм) имело место у 38 (86,4%) пациентов Группы 1 и 33 (86,8%) Группы 2, западение глазного яблока (энофтальм) – у 39 (88,6%) и 33 (86,8%), сочетание энофтальма и гипофтальма наблюдалось у 35 (79,5%) и 30 (78,9%), соответственно.

При поступлении большинство пациентов предъявляли жалобы на диплопию. Прослеживается взаимосвязь между степенью гипо- и энофтальма и диплопией, которая регистрируется у больных с показателями более 2 мм.

Таким образом, обе группы наблюдения были статистически сопоставимы по демографическим показателям, характеру травмы глазницы и ее клиническим проявлениям. Это дало основание полагать, что

клинический материал предоставил возможность провести корректное сравнение результатов в зависимости от ключевого критерия, различающего пациентов этих групп наблюдения, – варианта временной тампонады верхнечелюстной пазухи – баллоном или марлевым тампоном.

Анализируя методику проведения хирургического вмешательства, необходимо отметить, что данные о степени репозиции костных фрагментов в большей степени основываются на субъективной оценке степени репозиции хирургом. Безусловно, использование эндоскопов в качестве интраоперационного сопровождения значительно улучшает проведение манипуляций под визуальным контролем в верхнечелюстной пазухе. Однако, трепанационное окно для доступа в верхнечелюстную пазуху формировалось традиционным образом. Полноценно оценить степень развития послеоперационной нейропатии подглазничного нерва вследствие хирургического доступа не представляется возможным, т.к. нейропатия подглазничного нерва (V2) наблюдалась у абсолютного большинства пациентов при госпитализации и сохранялась на момент выписки из стационара. Особенно необходимо отметить разницу в сроках временной иммобилизации. Период временной тампонады верхнечелюстной пазухи составил от 4 до 12 суток. В большинстве случаев (79,5% пострадавших) тампон был удален на 5-7-е сутки с момента операции.

Первичная стабилизация была достигнута у 19 (43%) пациентов Группы 1, причем у всех 15 человек, у которых продолжительность баллонирования превышала 7 суток. При использовании тампонирования марлевой турундой аналогичные показатели составили 11 (29%), $p=0,037$.

Контрольные визиты на амбулаторный прием осуществлены в раннем послеоперационном периоде (1-3 месяца) 31 (70,4%) пациентом Группы 1, в отдаленном периоде (12 месяцев и более) – 19 (43,1%). В Группе 2 в такие же сроки после операции осмотрены 30 (79%) и 21 (55,2%), соответственно. Уменьшение количества наблюдаемых пациентов в отдаленном периоде связано с проживанием в других регионах,

сменой места жительства или другими факторами, ограничивающими возможность контакта и обследования.

Формирование деформации, потребовавшей проведения повторного хирургического вмешательства, отмечено у 5 (11,3%) пациентов Группы 1. При этом основанием для реоперации явилось наличие гипо/энофтальма, а также динамической формы диплопии при взгляде вниз. На наш взгляд, в этой группе рецидив во всех наблюдениях был обусловлен ранним временем удаления тампонирующего элемента, являющегося недостаточным для обеспечения стойкой фиксации поврежденных элементов глазницы. В Группе 2 повторное хирургическое вмешательство, связанное с такими же причинами, что и в группе 1 (деформация нижней стенки глазницы, сопровождавшаяся гипо/энофтальмом, а также динамической диплопией), потребовалось у 13 (29,5%) пациентов в сроки до 6 месяцев. Различия по этому критерию между группами наблюдения были статистически значимы ($p=0,02$).

Помимо фактора недостижения требуемого времени иммобилизации, рецидив у пациентов Группы 2 также мог быть связан с вторичным смещением костных отломков, в том числе в процессе удаления марлевой турунды, пропитанной продуктами биологического происхождения. О таком варианте косвенно свидетельствуют несколько случаев рецидива, имевших место при относительно длительных (> 7 суток) сроках стояния тампона.

Для решения поставленных задач, нами проведено экспериментальное исследование, состоящее из нескольких блоков:

- 1¶ Изучение влияния баллонной тампонады верхнечелюстной пазухи при экспериментальной травме у лабораторных животных на основе лазерной доплерометрии состояния кровотока в слизистой оболочке верхнечелюстной пазухи;
- 2¶ Изучение морфологической картины восстановления костных и мягкотканых структур пазухи у лабораторных животных после экспериментальной травмы в условиях стабилизации нижней стенки

глазницы баллоном;

3¶ Разработка методики тампонады верхнечелюстной пазухи на анатомических объектах.

Ввиду недостаточных данных специальной литературы по использованию баллонов, помещаемых в верхнечелюстную пазуху с целью временной иммобилизации травмированных костных структур, нами проведено экспериментальное исследование на лабораторных животных (кролики). В результате эксперимента установлено, что восстановление целостности костных структур на фоне установки баллона в верхнечелюстную пазуху происходит за счет пролиферации остеогенных клеток и фибробластов, формирующих волокнистую соединительнотканную, хорошо васкуляризованную прослойку в зоне повреждения и вокруг неё. Остеогенные клетки являются источником остеобластов, формирующих новую костную ткань, о чем косвенно свидетельствуют костномозговые каналы, открывающиеся в пространства между остеогенными клетками и фибробластами. Вместе с тем, некротизированные фрагменты кости утилизируются остеокластами. Данная морфологическая картина прослеживается уже на 5-е сутки после нанесения травмы и достигает стабильного состояния на 10-е сутки. Одновременно, в соединительнотканном матриксе поврежденных структур, формируются остеогенные островки, а далее – сливающиеся трабекулы. Проллиферативный процесс в зоне повреждения костных структур, по ее наружной и внутренней поверхностям, направлен на восстановление анатомической целостности травмированной кости и функциональной полноценности верхней челюсти. Исследование в динамике состояния микроциркуляторного русла показало, что после баллонирования пазухи кролика начало восстановления микроциркуляции начинается на 10-е сутки и полностью восстанавливается к 21-м суткам.

Таким образом, результаты проведенных экспериментальных исследований на животных, основанные на данных лазерной доплеровской

флоуметрии и анализе динамики морфологической картины, позволяют прийти к обоснованному заключению об эффективности и безопасности баллонирования верхнечелюстного синуса в качестве временной меры при травме нижней стенки глазницы: иммобилизация с использованием баллона, помещаемого в верхнечелюстную пазуху и заполняемого жидкостью, является физиологичной и не сопряжена с развитием осложнений. Оптимальным периодом временной иммобилизации можно считать срок от 12 ± 2 суток до 21 суток. В перспективе, дальнейший научный поиск следует проводить в направлении подбора оптимальных характеристик давления баллона на окружающие ткани, которые, при сохранении основного назначения (стабилизации поврежденных костных структур), будут оказывать меньшее влияние на микроциркуляцию в тканях слизистой оболочки в зоне контакта.

На «анатомическом» этапе экспериментального исследования разработана методология хирургического вмешательства: эндоскопическая репозиция нижней стенки глазницы с временной баллонной тампонадой верхнечелюстного синуса. Выбор хирургического доступа в верхнечелюстную пазуху обусловлен необходимостью полноценного осмотра места перелома нижней стенки глазницы, проведения санации верхнечелюстной пазухи (удаления гемосинуса, инородных тел и т.д.), выполнением адекватной репозиции смещенных костных фрагментов, размещением баллона с выводом дренирующей трубки через нижний носовой ход, заполнением баллона физиологическим раствором под эндоскопическим контролем положения репонированных костных фрагментов. На наш взгляд, в зависимости от решаемой клинической задачи, оптимальными «углами атаки» обладает доступ по передней стенке верхнечелюстной пазухи с использованием микротрепанционного доступа и эндоскопов малого диаметра или с формированием слизисто-надкостнично-костного лоскута по типу «открытая дверь», хорошо известного в практике врача-челюстно-лицевого хирурга. В отличие от трансназального доступа по среднему носовому ходу, этот вариант обеспечивает более широкий угол обзора

и бóльшие возможности для проведения манипуляций в верхнечелюстной пазухе. Кроме того, анализ отдаленных результатов лечения пациентов с формированием такого типа доступа характеризовался хорошим заживлением, отсутствием осложнений и полным костным восстановлением передней стенки верхнечелюстной пазухи. Репозицию смещенного костного фрагмента нижней стенки глазницы необходимо осуществлять под эндоскопическим контролем. Установку баллона в верхнечелюстную пазуху следует осуществлять через средний или нижний ход. Отверстие (5-10 мм в диаметре) может быть сформировано как инструментом, так и с использованием шаровидных фрез. Основная задача – сгладить острые костные края для обеспечения свободной проходимости баллонного тампона в обоих направлениях (установка и извлечение).

Заполнение баллона осуществляется стерильным физиологическим водным раствором NaCl 0,9 % с ориентировочным давлением 20-40 мм рт. ст. (для баллона «Медсил») или 200-230 мм рт. ст. (для катетера Фолея). Подглазничный / субцилиарный / трансконъюнктивальный доступы могут быть использованы в качестве дополнительного варианта контроля репозиции и высвобождения ущемленных участков клетчатки, мышц или сосудисто-нервного пучка.

До настоящего времени не существует специальных баллонов, предназначенных для стабилизации нижней стенки глазницы при ее травматическом повреждении. В рамках проведенного исследования были апробированы два типа баллонов («Медсил» и катетер Фолея), характеристики которых далеки от оптимальных в контексте тампонирования верхнечелюстной пазухи. В этой связи, насущным практическим вопросом является разработка прототипа такого специализированного изделия медицинского назначения.

На наш взгляд, баллонный тампон для верхнечелюстной пазухи должен иметь форму четырехгранной пирамиды с широким основанием, обращенным к нижней стенке глазницы, быть снабженным коротким рабочим каналом,

размещенным в передне-нижнем отделе баллона, а также иметь канал для оттока содержимого из верхнечелюстной пазухи с блокируемым клапаном обратного тока (Рисунок 59). Кроме того, он должен допускать обеспечение давления наполнения в диапазоне 70-100 мм рт. ст. (выше уровня диастолического давления крови и не превышать уровня среднего артериального (пульсового) давления). Следует отметить, что баллоны, предназначенные для правой и левой верхнечелюстных пазух, должны иметь зеркально симметричную форму.

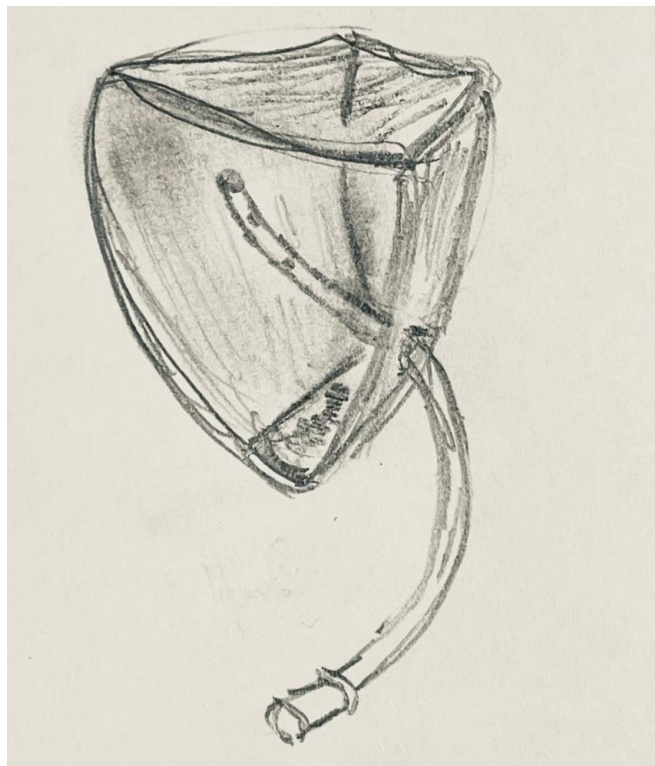


Рисунок 59. Прототип баллона, предназначенного для тампонады верхнечелюстной пазухи, имеющего в раздутом состоянии конфигурацию, близкую к ее анатомической форме.

Вариантами для установки такого баллона в верхнечелюстной синус могут быть следующие (Рисунок 60).

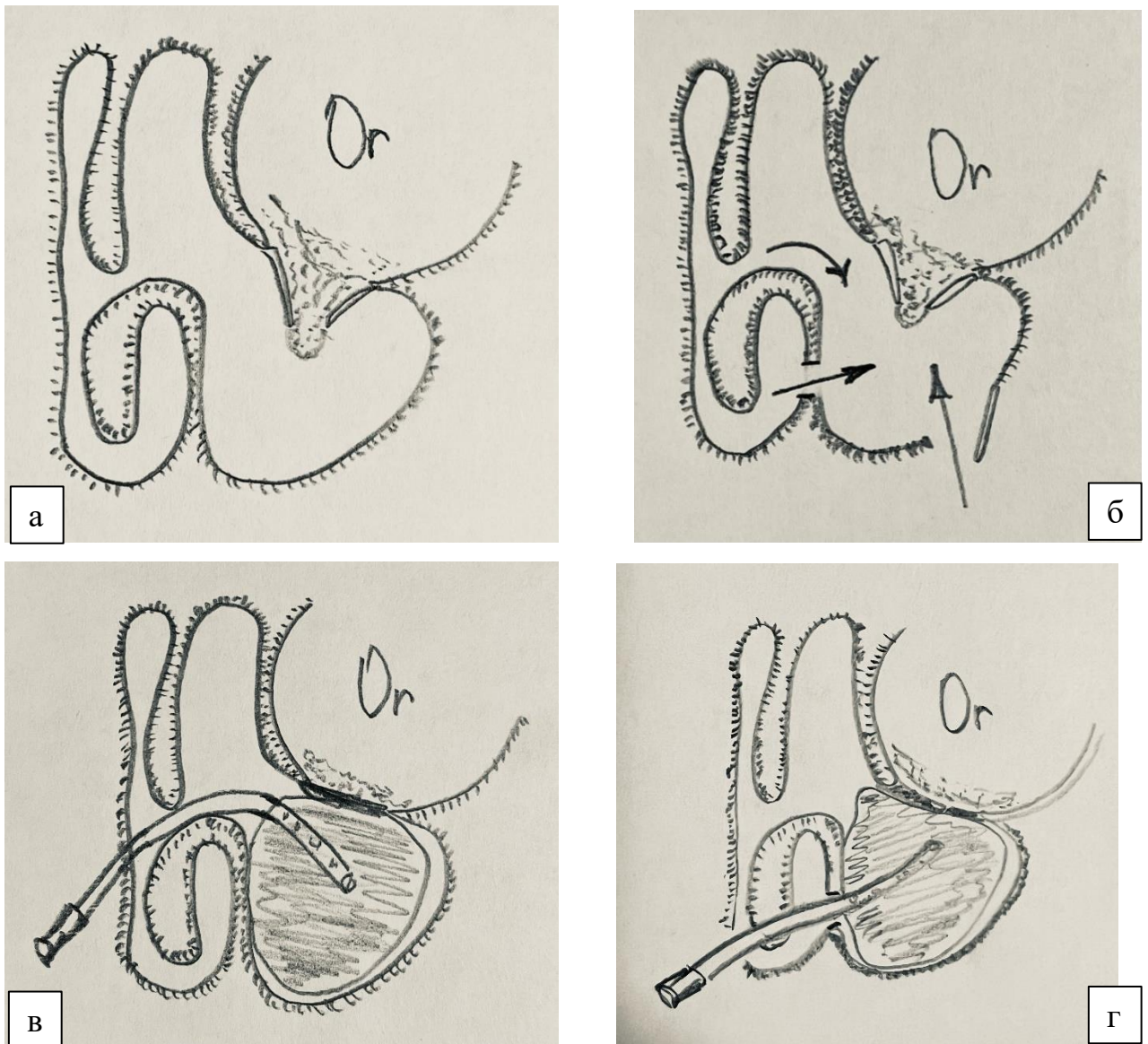


Рисунок 60. Схема вариантов тампонирования верхнечелюстной пазухи с использованием баллона а) травма нижней стенки глазницы с перемещением части тканей орбиты в верхнечелюстной синус; б) возможные хирургические доступы для установки баллона в полость верхнечелюстного синуса (стрелки указывают на средний, нижний носовые ходы и через переднюю стенку пазухи, соответственно); в) баллон, установленный в верхнечелюстной синус через средний носовой ход; г) баллон, установленный в верхнечелюстной синус через нижний носовой ход. “OR” – орбита.

ВЫВОДЫ

1. Ретроспективный анализ результатов лечения пациентов с переломом нижней стенки глазницы продемонстрировал, что формирование деформации глазницы при баллонной тампонаде верхнечелюстной пазухи отмечено у 5 (11%) по сравнению с 13 (29,5%) аналогичных по характеру травмы пациентов, которым выполнена тампонада марлевой турундой.
2. Оценка методом лазерной доплерометрии микроциркуляции в слизистой оболочке верхнечелюстной пазухи после ее баллонирования в эксперименте *in vivo* свидетельствует об отсутствии ишемии тканей, начале восстановления кровотока к 10-м суткам и полном его восстановлении к 21-м суткам в измеряемых участках.
3. В эксперименте *in vivo*, на основании проведенного морфологического анализа установлено, что начало первичной стабилизации при баллонировании верхнечелюстной пазухи происходит к 10-12-м суткам за счет соединительнотканного матрикса, который, уплотняясь, продолжает своё формирование к 28-м суткам.
4. На анатомических объектах разработана методика эндоассистированного баллонирования верхнечелюстного синуса с целью временной иммобилизации нижней стенки глазницы при ее травматическом повреждении и сформированы предложения по конструкционным особенностям баллона.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Необходима разработка специального баллона для верхнечелюстной пазухи, предназначенного для стабилизации поврежденных структур нижней стенки глазницы при ее травме, соответствующего ее анатомической форме, а также имеющего канал для оттока содержимого из верхнечелюстной пазухи с блокируемым клапаном обратного тока.
2. Разработанная в анатомическом эксперименте методика эндоассистированного баллонирования верхнечелюстного синуса с целью временной иммобилизации стенок пазухи при ее травматическом повреждении создает обоснованные предпосылки для проведения её клинического исследования.
3. Рекомендуемое давление раздуваемого баллона на ткани слизистой оболочки верхнечелюстной пазухи должно быть выше уровня диастолического давления и не превышать величины среднего артериального (пульсового) давления.

Список литературы

1. Аравийская, Д.Д. Использование политетрафторэтилена в качестве трансплантата для замещения дефектов костных стенок глазницы / Д.Д. Аравийская, Л.К. Атласова, К.А. Абсава / VII съезд офтальмологов России: Тез. Докл. - М.: Федоров, 2000. № 2. - С. 190-191.
2. Афанасьев, В.В. Травматология челюстно-лицевой области / В.В. Афанасьев. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 256 с.
3. Бакушев Артем Петрович Хирургическое лечение пациентов с изолированными повреждениями нижней стенки глазницы. – Дис. ... канд. мед. наук. – Новокузнецк, 2016. – 122 с.
4. Балин, В.Н. Устранение посттравматической деформации скулоорбитального комплекса имплантатом из пористого полиэтилена в комбинации с остеозамещающим материалом / В.Н.Балин, С.А.Епифанов, В.Д.Скуредин / Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2012. Т. 7. № 4. С. 118-119.
5. Бахадова, Э.М. Отдаленные последствия минно-взрывной травмы на нейрофизиологическое состояние головного мозга / Э.М. Бахадова, С.М. Карпов, А.Э. Апагуни и др. // Фундаментальные исследования. - 2014. - № 2. - С. 28-33.
6. Бельченко, В.А. Реконструкция верхней и средней зон лица у больных с посттравматическими дефектами лицевого скелета с использованием ауто трансплантатов мембранозного происхождения и металлоконструкций из титана: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.21 / Бельченко Виктор Алексеевич. - М., 1996. - 28 с.
7. Бельченко, В.А. Черепно-лицевая хирургия. Руководство для врачей / В.А. Бельченко. - М.: Медицинское информационное агентство, 2006. - 340 с.
8. Бельченко В.А., Чантырь И.В. Ретроспективный анализ хирургического лечения взрослых пациентов с травмами и посттравматическими деформациями средней зоны лицевого скелета // Стоматология для всех.

– 2024. – № 2 (107). – С. 4-11.

9. Боджоков, А.Р. Пластика костных дефектов стенок околоносовых пазух деминерализованными костными трансплантатами (клинико-экспериментальное исследование): дис. ... д-ра мед. наук: 14.01.03 / Боджоков Адам Рамазанович. - СПб., 2012. - 229 с.
10. Буцан, С.Б. Комплексная реабилитация больных с дефектами и деформациями челюстно-лицевой области с применением костных ауто трансплантатов: дисс. д-ра мед. наук, специальность 14.01.14 "Стоматология" / Буцан Сергей Борисович, М., 2021. – 441 с.
11. Буцан, С.Б. Использование спиральной компьютерной томографии для трехмерного компьютерного моделирования при планировании хирургического лечения дефектов и деформаций лицевого скелета / С.Б. Буцан, Н.А. Рабухина, С.А. Перфильев и др. // Вестник рентгенологии и радиологии. - 2009. - № 1-3. - С. 10-15.
12. Буцан, С.Б. Хирургическое лечение больных с дефектами и деформациями скуло-глазничной области с применением трёхмерного компьютерного моделирования при планировании оперативного вмешательства / С.Б. Буцан, С.Б. Хохлачёв, С.А. Перфильев и др. // Институт Стоматологии. - 2010. - Т. 2, № 47. - С. 48-51.
13. Васильев, А.Ю. Лучевая диагностика повреждений челюстно-лицевой области: руководство для врачей / А.Ю. Васильев, Д.А. Лежнев / - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 84 с.
14. Вербо Е.В., Буцан С.Б., Гарелик Е.И., Гилёва К.С., Йигиталиев Ш.Н. Способ устранения дефекта верхней челюсти. - Патент РФ № 2458643 от 02.06.2011 г. // Бюлл. изобр. - 2012. - № 23.
15. Вербо, Е.В. Возможности применения реваскуляризированных ауто трансплантатов при пластическом устранении комбинированных дефектов лица: дис. ... д-ра мед. наук.: 14.00.21, 14.00.27 / Вербо Елена Викторовна. - М., 2005. - 352 с.
16. Волков, А.Г., Бастриков Н.И. Пластика верхней стенки верхнечелюстной

- пазухи при ее переломах / В сб.: Гигиена, экология, сертификация на рубеже тысячелетий. — М., 2001. — С. 48–54.
- 17.Глязер, И.С., Бельченко В.А. Объективные критерии выбора оперативного доступа при переломах нижней стенки глазницы // Стоматология. – 2023. – Т. 102, № 4. – С. 18-21.
- 18.Гундорова, Р.А. Хирургическое лечение травматических повреждений орбиты с внедрением инородных тел / Р.А. Гундорова // Заболевания орбиты. - 1989. - С. 69-71.
- 19.Гундорова, Р.А. Ранения глаз резиновыми пулями / Р.А. Гундорова, М.Г. Катаев, В.П. Быков и др. // Клиническая офтальмология. - 2008. - Т. 9, № 3. - С. 98-101.
- 20.Гундорова, Р.А. Структура глазного травматизма / Р.А. Гундорова, Н.И. Капелюшникова / Новые технологии в пластической хирургии придаточного аппарата глаза и орбиты в условиях чрезвычайных ситуаций и катастроф: материалы науч.-практ. конф. - М., 2007. - С.152-154.
- 21.Гюнтер, В.Э. Никелид титана. Медицинский материал нового поколения / В.Э. Гюнтер, В.Н. Ходоренко, Ю.Ф. Ясенчук и др. - Томск: МИЦ, 2006. - 296 с.
- 22.Дурново, Е.А. Особенности реконструкции стенок орбиты при лечении травматических повреждений лицевого скелета / Е.А. Дурново, Н.Е. Хомутишникова, Н.В. Мишина и др. // Медицинский альманах. - 2013. - № 5. - С. 159-166.
- 23.Егоров, В.И., Пустовит О.М., Исаев Э.В., Ахтямов Д.В. Опыт хирургического лечения пациентов с большими остеомами околоносовых пазух / В.И.Егоров, О.М.Пустовит, Э.В.Исаев, Д.В.Ахтямов // Head and Neck / Голова и шея. Российское издание. Журнал Общероссийской общественной организации Федерация специалистов по лечению заболеваний головы и шеи. – 2023. – Т. 11, № 3. – С. 42-46.
- 24.Еолчиян, С.А. Реконструктивная хирургия краниоорбитальных

- повреждений / С.А. Еолчиян, А.А. Потапов, Н.К. Серова и др. // Вопросы нейрохирургии. - 2011. - С. 25-39.
- 25.Епифанов, С.А. Эндоскопическая методика восстановления нижней и медиальной стенок глазницы при травматических повреждениях с использованием баллонной техники / С.А.Епифанов, П.Е.Крайнюков, К.Г.Апостолиди, Э.К.Ахинян / Госпитальная медицина: наука и практика. 2020. Т. 1. № 4. С. 40-44.
- 26.Епифанов, С.А. Реконструкция нижней стенки глазницы при помощи миниинвазивных технологий / С.А.Епифанов, К.Г.Апостолиди, Э.К.Ахинян / Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2018. Т. 13. № 4. С. 71-74.
- 27.Епифанов, С.А. Компьютерные технологии в реконструктивной хирургии средней зоны лица / С.А.Епифанов, В.Н.Балин, С.С.Хрыков / Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2014. Т. 9. № 4. С. 28.
- 28.Епифанов, С.А. Хирургическое лечение больных с переломами медиальной стенки орбиты в условиях гибридной операционной / С.А.Епифанов, К.Г.Апостолиди, В.Н.Балин / Head and Neck / Голова и шея. Российское издание. Журнал Общероссийской общественной организации "Федерация специалистов по лечению заболеваний головы и шеи". 2014. № 2. С. 12-17.
- 29.Епифанов, С.А. Применение имплантатов из пористого полиэтилена в хирургическом лечении больных с деформацией скулоорбитального комплекса / С.А.Епифанов, В.Н.Балин, Э.К.Ахинян / Head and Neck / Голова и шея. Российское издание. Журнал Общероссийской общественной организации "Федерация специалистов по лечению заболеваний головы и шеи". 2014. № 2. С. 18-20.
- 30.Епифанов, С.А. Хирургическое лечение больных с переломами медиальной стенки орбиты / С.А.Епифанов, К.Г.Апостолиди, В.Н.Балин, В.Д.Скуредин / Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2013. Т. 8. № 1. С. 52-58.

- 31.Иванов, А.Л. Использование методов компьютерного и стереолитографического биомоделирования в детской челюстно-лицевой хирургии: дис. ... канд. мед. наук.: 14.00.21 / Иванов Александр Леонидович. - М., 2003. - 151 с.
- 32.Иващенко, Н.И. Сочетанная и множественная травма лица в общей статистике челюстно-лицевых повреждений / Н.И. Иващенко / Лечение повреждений лица у пострадавших с множественной и сочетанной травмой. - Л., 1986. - С. 20.
- 33.Ипполитов, В.П. Посттравматические деформации средней зоны лица: дис. ... д-ра мед. наук.: 14.00.21 / Ипполитов Владимир Петрович. - М., 1986. - 714 с.
- 34.Йигиталиев, Ш.Н. Функциональная и эстетическая реабилитация пациентов с дефектами и деформациями скуло-носо-лобно-глазничной области: дис. ... канд. мед. наук.: 14.01.14 / Йигиталиев Шухратбек Нумонжон угли. - М., 2011. - 170 с.
- 35.Калакуцкий Н.В. Особенности реконструкции верхней челюсти васкуляризированными костными аутотрансплантатами / Н.В. Калакуцкий, С.Я. Чеботарёв, В.Н. Вавилов и др. // Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии. - 2016. - № 1. - С. 83-84.
- 36.Каплан, А.В. Множественные и сочетанные повреждения (политравма). Терминология, классификация, лечение / А.В. Каплан, В.Ф. Пожариский / Политравма: Сборник научных статей. - Рига, 1982. - С. 39-44.
- 37.Караян, А.С. Клинико-рентгенологическая оценка различных способов восстановления дефектов дна глазницы при посттравматических деформациях средней трети лицевого черепа / А.С. Караян, Н.А. Рабухина, Г.И. Голубева и др. // Вестник рентгенологии и радиологии. - 2006. - № 4. - С. 4-7.
- 38.Караян, А.С. Одномоментное устранение посттравматических дефектов и деформаций скулоносоглазничного комплекса: дис. ... д-ра мед. наук.:

14.00.21 / Караян Арутюн Суренович. - М., 2008. - 235 с.

39. Караян, А.С. Устранение остаточного посттравматического энтофтальма с использованием размельченного ауто трансплантата теменной кости / А.С. Караян, Е.С. Кудинова, С.А. Перфильев и др. // *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии*. - 2006. - № 4. - С. 82-83.
40. Карпов, О.Э. Хирургическое лечение больных с травмой назоорбитоэтмоидального комплекса в условиях гибридной операционной / О.Э. Карпов, С.А. Епифанов, В.Н. Балин, К.Г. Апостолиди // *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2014. Т. 9. № 2. С. 48-52.
41. Карпов, С.М. Клинико-нейрофизиологическое течение краниофациальной травмы / С.М. Карпов, Д.Ю. Христофорандо, Е.М. Шарипов и др. // *Кубанский научный медицинский вестник*. - 2011. - № 2. - С. 76-80.
42. Катаев, М.Г. Диагностика и тактика лечения при переломах орбиты / М.Г. Катаев, С.А. Еолчиян, А.П. Тишкова // *Вестник Офтальмологии*. - 2006. - Т.122, № 1. - С. 26-32.
43. Катаев, М.Г. Лечение больных с отторжением гомохрящевого имплантата при анофтальме / М.Г. Катаев // *Пластическая хирургия орбиты и глазное протезирование*. - М., 1981. - С. 42-44.
44. Киселев А.С., Данильчев В.Ф., Горбачев Д.С. и др. Практические аспекты сочетанных повреждений глазницы и ЛОР-органов // *Новости оториноларингологии и логопатологии* — 1997. - № 2 (10). – С. 13-16.
45. Кудинова, Е.С. Оптимальные доступы при одномоментной реконструкции посттравматических дефектов и деформаций скулоносоглазничного комплекса: дис. канд. мед. наук: 14.00.21 / Кудинова Екатерина Сергеевна. - М., 2006. - 168 с.
46. Кудрячевская, К.В. Структура и хирургия сочетанной краниофациальной травмы в условиях многопрофильного стационара / К.В. Кудрячевская,

- С.А.Епифанов, А.Э.Талыпов, А.А.Гринь / Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. 2023. Т. 15. № S1. С. 132-133.
- 47.Кулагин, В.В. Стереолитография в медицинской промышленности // Новое в стоматологии. - 2002. - № 3. - С.37-38 .
- 48.Левченко, О.В. Использование безрамной навигации в хирургической реконструкции посттравматических дефектов и деформаций глазницы / О.В. Левченко, Д.В. Давыдов, В.М. Михайлюков / Труды ГВКГ им. Н.Н. Бурденко. Вып. 9. - М., 2012. -С. 22-26.
- 49.Малаховская, В.И. Реабилитация пациентов с дефектами средней зоны лица: автореферат дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.21 / Малаховская Вера Ивановна. - М., 1997. -39 с.
- 50.Марчук, В.Г. Особенности оказания квалифицированной и специализированной помощи раненым и пострадавшим с тяжелыми сочетанными ранениями и травмами в условиях многоэтапного лечения: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.27 / Марчук Виктор Георгиевич. - СПб., 2000. - 19 с.
- 51.Медведев, Ю.А. Диагностика травматических повреждений нижней стенки глазницы / Ю.А. Медведев, Л.С. Шаманаева // Здоровье и образование в XXI веке. - 2012. - Т. 14, № 4. - С. 504-505.
- 52.Медведев, Ю.А. Сочетанные травмы средней зоны лицевого черепа: автореф. дис. ... д-ра. мед. наук / Медведев Юрий Алексеевич. - Омск, 1992. - 43 с.
- 53.Медведев, Ю.А. Хирургическое лечение переломов скулоглазничного комплекса с применением конструкции из никелида титана / Ю.А. Медведев, Т.А. Хоанг, А.А. Лобков // Стоматология. - 2010. - № 1. - С.43-46.
- 54.Николаенко, В.П. Орбитальные переломы: руководство для врачей / В.П. Николаенко, Ю.С. Астахов / - СПб.: Эко-Вектор, 2012. - 436 с.
- 55.Панина, О.Л. Сочетанная тяжелая травма глазницы: автореф. дис. ...

д-ра мед. наук. / Панина О.Л. - Л., 1986. - 18 с.

56. Пискунов, С.З., Анатомические и морфологические особенности носа и околоносовых пазух кролика / С.З. Пискунов, И.С. Пискунов, О.Ю. Мезенцева // Российская ринология, 2015; 3, 36-41.
57. Решетов, И.В. Результаты использования гидрогелевых имплантатов в реконструктивно-пластической хирургии орбиты / И.В. Решетов, Д.В. Давыдов, Г.А. Сытов и др. // Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии. - 2004. - № 2. - С. 19.
58. Сангаева, Л.М. Лучевая диагностика травм глаза и структур орбиты: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.19 / Сангаева Лейла Михайловна. - М., 2009. - 99 с.
59. Соловьёва, А.А. Анатомо-топометрическое обоснование способов восстановления скулоальвеолярного контрфорса при переломах скулоглазничного комплекса: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.14, 14.03.01 / Соловьёва Анастасия Александровна. - М., 2014. - 24 с.
60. Сысолятин С.П., Палкина М.О., Быстрова О.В. [и др.] Выбор эндоскопического доступа при лечении пациентов с хроническим одонтогенным верхнечелюстным синуситом / // Российская ринология. – 2011. – Т. 19, № 2. – С. 17-18.
61. Титова, А.Т. Особенности повреждений лица при ДТП и медицинская тактика на этапах оказания помощи / А.Т. Титова, А.А. Лимберг, З.И. Часовская и др. / Медицинские аспекты дорожно-транспортного и производственного травматизма. - 1982. - С. 54-58.
62. Требования Международного комитета по науке по использованию в экспериментальных исследованиях лабораторных животных // Бюллетень ИКЛАС. – 1978. - № 24. – С. 4-5.
63. Уснунц А.Р., Сысолятин С.П., Лебедева А.А., Мкртчян К.С. Дифференцированный доступ в хирургии одонтогенных кист верхнечелюстных пазух / // Фармакология & Фармакотерапия. – 2022. – № S1. – С. 60-63.

- 64.Филатова, И.А. Анофтальм. Патология и лечение / И.А. Филатова / - М.: Авторский тираж, 2007. - 215 с.
- 65.Хомутичкикова, Н.Е. Хирургическая реабилитация пациентов с переломами скулоглазничного комплекса и нижней стенки орбиты / Н.Е. Хомутичкикова, Е.А. Дурново, Н.В. Мишина // Стоматология. - 2013. - № 6. - С. 37-40.
- 66.Хохлачёв С.Б., Вербо Е.В., Буцан С.Б., Тамаров А.Н., Перфильев С.А. Способ фиксации костной части трансплантата к фрагментам нижней челюсти. - Патент РФ № 2428938 от 02.12.2009 г. / Бюлл. изобр. - 2011. - № 26.
- 67.Шалумов, А.С. Сочетанная черепно-лицевая травма: клиника, диагностика, лечение: дис. ... д-ра мед. наук: 14.01.14 / Шалумов Арнольд-Суруиль. - М., 2015. - 388 с.
- 68.Шевченко, Ю.Л. Ледяная анатомия Пирогова и интраоперационная навигация в хирургии повреждений орбиты: гениальное пророчество и его реальное воплощение / Ю.Л.Шевченко, К.Г.Апостолиди, В.Н.Балин, С.А.Епифанов / Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2013. Т. 8. № 3. С. 8-12.
- 69.Шевченко, Ю.Л. Тройнично-кардиальный рефлекс в хирургии травм средней зоны лица / Ю.Л.Шевченко, С.А.Епифанов, В.Н.Балин, К.Г.Апостолиди, Б.А.Мазаева / Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2013. Т. 8. № 4. С. 7-14.
- 70.Alonso-Rodriguez E, Cebrian JL, Nieto MJ, et al. Polyetheretherketone custom-made implants for craniofacial defects: report of 14 cases and review of the literature. J Craniomaxillofac Surg. 2015;43(7):1232–1238.
- 71.Ansari MH. Blindness after facial fractures: a 19-year retrospective study. J Oral Maxillofac Surg. 2005;63(2):229–237.
- 72.Aral AM, O`zmen S, Uygur S, et al. Comparison of resorbable mesh (poly l-lactide/glycolic acid) and porous polyethylene in orbital floor fractures in an experimental model. Plastic Surg 2017, 25(3): 163-170.

73. Bansagi ZC, Meyer DR. Internal orbital fractures in the pediatric age group: characterization and management. *Ophthalmology*. 2000;107(5):829–836.
74. Bayat M, Momen-Heravi F, Khalilzadeh O, et al. Comparison of conchal cartilage graft with nasal septal cartilage graft for reconstruction of orbital floor blowout fractures. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2010;48(8):617–620.
75. Ben Simon GJ, Bush S, Selva D, McNab AA. Orbital cellulitis: a rare complication after orbital blowout fracture. *Ophthalmology*. 2005;112(11):2030–2034.
76. Biesman BS, Hornblass A, Lisman R, Kazlas M. Diplopia after surgical repair of orbital floor fractures. *Ophthal Plast Reconstr Surg*. 1996;12(1):9–16. Discussion 17.
77. Bly RA, Chang SH, Cudejkova M, Liu JJ, Moe KS. Computer-guided orbital reconstruction to improve outcomes. *JAMA Facial Plast Surg*. 2013;15(2):113–120.
78. Boush GA, Lemke BN. Progressive infraorbital nerve hypesthesia as a primary indication for blow-out fracture repair. *Ophthal Plast Reconstr Surg*. 1994;10(4):271–275.
79. Brucoli M, Arcuri F, Cavenaghi R, Benech A. Analysis of complications after surgical repair of orbital fractures. *J Craniofac Surg*. 2011;22(4):1387–1390.
80. Burm JS, Oh SJ. Direct local approach through a W-shaped incision in moderate or severe blowout fractures of the medial orbital wall. *Plast Reconstr Surg*. 2001;107(4):920–928.
81. Burnstine MA. Clinical recommendations for repair of isolated orbital floor fractures: an evidence-based analysis. *Ophthalmology*. 2002; 109(7): 1207–1210. Discussion 1210–1212.
82. Burnstine MA. Clinical recommendations for repair of orbital facial fractures. *Curr Opin Ophthalmol*. 2003;14(5):236–240.
83. Carinci F, Zollino I, Brunelli G, Cenzi R. Orbital fractures: a new classification and staging of 190 patients. *J Craniofac Surg*. 2006;17(6):1040–1044.
84. Chen CT, Huang F, Chen YR. Management of posttraumatic

- enophthalmos. *Chang Gung Med J*. 2006;29(3):251–261.
85. Cheung K, Voineskos SH, Avram R, Sommer DD. A systematic review of the endoscopic management of orbital floor fractures. *JAMA Facial Plast Surg*. 2013;15(2):126–130.
86. Chi MJ, Ku M, Shin KH, Baek S. An analysis of 733 surgically treated blowout fractures. *Ophthalmologica*. 2010;224(3):167–175.
87. Choi KJ, Jang DW, Hachem RA. Endoscopic endonasal approaches to the orbit. *Intern ophthalm clinics* 2018, 58; 2: 85–99.
88. Cole P, Kaufman Y, Hollier L. Principles of facial trauma: orbital fracture management. *J Craniofac Surg*. 2009;20(1):101–104.
89. Cruz AA, Eichenberger GC. Epidemiology and management of orbital fractures. *Curr Opin Ophthalmol*. 2004;15(5):416–421.
90. Dancey A, Perry M, Silva DC. Blindness after blunt facial trauma: are there any clinical clues to early recognition? *J Trauma*. 2005;58(2):328–335.
91. Dietz A, Ziegler CM, Dacho A, et al. Effectiveness of a new perforated 0.15 mm poly-p-dioxanon-foil versus titanium-dynamic mesh in reconstruction of the orbital floor. *J Craniomaxillofac Surg*. 2001;29(2):82–88.
92. Ducic Y, Verret DJ. Endoscopic transantral repair of orbital floor fractures. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2009;140(6):849–854.
93. Egbert JE, May K, Kersten RC, Kulwin DR. Pediatric orbital floor fracture: direct extraocular muscle involvement. *Ophthalmology*. 2000;107(10):1875–1879.
94. Ellis E, 3rd, Tan Y. Assessment of internal orbital reconstructions for pure blowout fractures: cranial bone grafts versus titanium mesh. *J Oral Maxillofac Surg*. 2003;61(4):442–453.
95. Ellis E., 3rd Orbital trauma. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2012;24(4):629–648.
96. Engle RD, Chaskes M, Wladis E, Pinheiro-Neto CD. Feasibility study for transnasal endoscopic repair of orbital floor fracture with alloplastic implant. *Ann Otol, Rhinol Laryngol* 2016: 1–6.

97. Erdmann D, Follmar KE, Debruijn M, et al. A retrospective analysis of facial fracture etiologies. *Ann Plast Surg.* 2008;60(4):398–403.
98. Feldman EM, Bruner TW, Sharabi SE, et al. The subtarsal incision: where should it be placed? *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69(9):2419–2423.
99. Gander T, Essig H, Metzler P, et al. Patient specific implants (PSI) in reconstruction of orbital floor and wall fractures. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015;43(1):126–130.
100. Gart MS, Gosain AK. Evidence-based medicine: orbital floor fractures. *Plast Reconstr Surg.* 2014;134(6):1345–1355.
101. Gerbino G, Rocchia F, Bianchi FA, Zavattoni E. Surgical management of orbital trapdoor fracture in a pediatric population. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68(6):1310–1316.
102. Giroto JA, Gamble WB, Robertson B, et al. Blindness after reduction of facial fractures. *Plast Reconstr Surg.* 1998;102(6):1821–1834.
103. Grant JH, 3rd, Patrinely JR, Weiss AH, Kierney PC, Gruss JS. Trapdoor fracture of the orbit in a pediatric population. *Plast Reconstructive Surgery.* 2002;109(2):482–489. Discussion 490–485.
104. Greenwald HS, Jr, Keeney AH, Shannon GM. A review of 128 patients with orbital fractures. *Am J Ophthalmol.* 1974;78(4):655–664.
105. Grunwaldt L, Smith DM, Zuckerbraun NS, et al. Pediatric facial fractures: demographics, injury patterns, and associated injuries in 772 consecutive patients. *Plast Reconstr Surg.* 2011;128(6):1263–1271.
106. Gunarajah DR, Samman N. Biomaterials for repair of orbital floor blowout fractures: a systematic review. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013;71(3):550–570.
107. Guo L, Tian W, Feng F, Long J, Li P, Tang W. Reconstruction of orbital floor fractures: comparison of individual prefabricated titanium implants and calvarial bone grafts. *Ann Plast Surg.* 2009;63(6):624–631.
108. Harris GJ. Avoiding complications in the repair of orbital floor fractures. *JAMA Facial Plast Surg.* 2014;16(4):290–295.

109. Harris GJ, Garcia GH, Logani SC, Murphy ML. Correlation of preoperative computed tomography and postoperative ocular motility in orbital blowout fractures. *Ophthal Plast Reconstr Surg*. 2000;16(3):179–187.
110. Haug RH, Van Sickels JE, Jenkins WS. Demographics and treatment options for orbital roof fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002;93(3):238–246.
111. Hawes MJ, Dortzbach RK. Surgery on orbital floor fractures. Influence of time of repair and fracture size. *Ophthalmology*. 1983;90(9):1066–1070.
112. He D, Blomquist PH, Ellis E., 3rd Association between ocular injuries and internal orbital fractures. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007;65(4):713–720.
113. Hinohira Y, Yumoto E, Shimamura I. Endoscopic endonasal reduction of blowout fractures of the orbital floor. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005; 133: 741-747.
114. Hollier LH, Rogers N, Berzin E, Stal S. Resorbable mesh in the treatment of orbital floor fractures. *J Craniofac Surg*. 2001;12(3):242–246.
115. Holmgren EP, Dierks EJ, Homer LD, Potter BE. Facial computed tomography use in trauma patients who require a head computed tomogram. *J Oral Maxillofac Surg*. 2004;62(8):913–918.
116. Holtmann B, Wray RC, Little AG. A randomized comparison of four incisions for orbital fractures. *Plast Reconstr Surg*. 1981;67(6):731–737.
117. Hosal BM, Beatty RL. Diplopia and enophthalmos after surgical repair of blowout fracture. *Orbit*. 2002;21(1):27–33.
118. Hwang K, You SH, Sohn IA. Analysis of orbital bone fractures: a 12-year study of 391 patients. *J Craniofacial Surg*. 2009;20(4):1218–1223.
119. Jeon S-Y, Kwon JH, Kim JP. Endoscopic intranasal reduction of the orbit in isolated blowout fractures. *Acta Oto-Laryngologica*, 2007; Suppl 558: 102-109.
120. Jo EJ, Kim JH, Yang HJ. Inferior blow-out fracture reduction using two urinary balloon catheters. *Arch Craniofac Surg* Vol.16 No.3, 114-118.
121. Jordan DR, Allen LH, White J, et al. Intervention within days for some

- orbital floor fractures: the white-eyed blowout. *Ophthal Plast Reconstr Surg*. 1998;14(6):379–390.
122. Joshi S, Kassira W, Thaller SR. Overview of pediatric orbital fractures. *J Craniofac Surg*. 2011;22(4):1330–1332.
123. Kashimura T, Soejima K, Kikuchi Y, Nakazawa H. Stability of orbital floor fracture fixation after endoscope assisted balloon placement. *J Craniofacial Surg* 2017; 28, 7: e669-672.
124. Kim BB, Qaqish C, Frangos J, Caccamese JF., Jr Oculocardiac reflex induced by an orbital floor fracture: report of a case and review of the literature. *J Oral Maxillofac Surg*. 2012;70(11):2614–2619.
125. Kim J, Yang HJ, Kim JH, Kim SJ. Reduction of the isolated anterior wall of the maxillary sinus fracture with double urinary balloon catheters and fibrin glue. *Arch Craniofac Surg* Vol.18 No.4, 238-242.
126. King EF, Samuel E. Fractures of the orbit. *Trans Ophthalmol Soc UK*. 1944;64:134–153.
127. Kirkegaard J, Greisen O, Højslet P E. Orbital floor fractures: early repair and results. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1986;11:69-73.
128. Klein M, Glatzer C. Individual CAD/CAM fabricated glass-bioceramic implants in reconstructive surgery of the bony orbital floor. *Plast Reconstr Surg*. 2006;117(2):565–570.
129. Kontio RK, Laine P, Salo A, et al. Reconstruction of internal orbital wall fracture with iliac crest free bone graft: clinical, computed tomography, and magnetic resonance imaging follow-up study. *Plast Reconstr Surg*. 2006;118(6):1365–1374.
130. Koo L, Hatton MP, Rubin PA. When is enophthalmos “significant”? *Ophthal Plast Reconstr Surg*. 2006;22(4):274–277.
131. Kothari NA, Avashia YJ, Lemelman BT, Mir HS, Thaller SR. Incisions for orbital floor exploration. *J Craniofac Surg*. 2012;23(7 Suppl 1):1985–1989.
132. Kozakiewicz M. Computer-aided orbital wall defects treatment by individual design ultrahigh molecular weight polyethylene implants. *J*

- Craniomaxillofac Surg.* 2014;42(4):283–289.
133. Kreidl KO, Kim DY, Mansour SE. Prevalence of significant intraocular sequelae in blunt orbital trauma. *Am J Emerg Med.* 2003;21(7):525–528.
134. Kunz C, Audige L, Cornelius CP, et al. The comprehensive AOCMF classification system: orbital fractures – level 3 tutorial. *Craniomaxillofac Trauma Reconstr.* 2014;7(Suppl 1):S092–S102.
135. Li L, London NR Jr, et al. Anatomical variants of the infraorbital canal: implications for the prelacrimal approach to the orbital floor. *Am J Rhinol Allerg* 2020, 34(2): 176–182.
136. Liao JC, Elmalem VI, Wells TS, Harris GJ. Surgical timing and postoperative ocular motility in type B orbital blowout fractures. *Ophthal Plast Reconstr Surg.* 2015;31(1):29–33.
137. Lim NK, Kang DH, Sang AO, Gu JH. Orbital wall restoring surgery in pure blowout fractures. *Arch Plast Surg* 2014;41:686-692.
138. Losee JE, Afifi A, Jiang S, et al. Pediatric orbital fractures: classification, management, and early follow-up. *Plast Reconstr Surg.* 2008;122(3):886–897.
139. Lynham AJ, Chapman PJ, Monsour FN, et al. Management of isolated orbital floor blow-out fractures: a survey of Australian and New Zealand oral and maxillofacial surgeons. *Clin Exp Ophthalmol.* 2004;32(1):42–45.
140. Magarakis M, Mundinger GS, Kelamis JA, et al. Ocular injury, visual impairment, and blindness associated with facial fractures: a systematic literature review. *Plast Reconstruct Surg.* 2012;129(1):227–233.
141. Manolidis S, Weeks BH, Kirby M, Scarlett M, Hollier L. Classification and surgical management of orbital fractures: experience with 111 orbital reconstructions. *J Craniofac Surg.* 2002;13(6):726–737. Discussion 738.
142. Marbacher S, Andereggen L, Fandino J, Lukes A. Combined bone and soft-tissue augmentation surgery in temporo-orbital contour reconstruction. *J Craniofac Surg.* 2011;22(1):266–268.
143. Matic DB, Tse R, Banerjee A, Moore CC. Rounding of the inferior rectus muscle as a predictor of enophthalmos in orbital floor fractures. *J Craniofac*

- Surg. 2007;18(1):127–132.
144. Mertens C, Lowenheim H, Hoffmann J. Image data based reconstruction of the midface using a patient-specific implant in combination with a vascularized osteomyocutaneous scapular flap. *J Craniomaxillofac Surg.* 2013;41(3):219–225.
 145. Moore CC, Bromwich M, Roth K, Matic DB. Endoscopic anatomy of the orbital floor and maxillary sinus. *J Craniofacial Surg* 2008, 19 (1): 271-276.
 146. Morris C, Kushner GM, Tiwana PS. Facial skeletal trauma in the growing patient. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2012;24(3):351–364.
 147. Mullins JB, Holds JB, Branham GH, Thomas JR. Complications of the transconjunctival approach. A review of 400 cases. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1997;123(4):385–388.
 148. Oppenheimer AJ, Monson LA, Buchman SR. Pediatric orbital fractures. *Craniomaxillofac Trauma Reconstr.* 2013;6(1):9–20.
 149. Otori N, Haruna S, Moriyama H. Endoscopic endonasal or transmaxillary repair of orbital floor fracture: a study of 88 patients treated in our department. *Acta Oto-Laryngologica,* 2003, 123;6: 718-723.
 150. Palavalli MH, Huayllani MT, Gokun YM. Surgical approaches to orbital fractures: a practical and systematic review. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2023; 11: 1-9 (e4967).
 151. Park CH, Kim HS, Lee JH, et al. A balloon dilatation technique for the treatment of intramaxillary lesions using a Foley catheter in chronic maxillary sinusitis *Am J Otolaryng-Head Neck Med Surg* 2011; 32: 304-307.
 152. Park I-H, Lee H-M, Yanagi K. Endoscopic transantral and transnasal repair of orbital floor fracture with the ballooning technique, and classification and characterization of orbital floor fractures *Am J Rhinol Allergy* 2015;29,:445–448.
 153. Pfeiffer RL. Traumatic enophthalmos. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1943;41:293–306.
 154. Ploder O, Klug C, Voracek M, et al. Evaluation of computer-based area

- and volume measurement from coronal computed tomography scans in isolated blowout fractures of the orbital floor. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002;60(11):1267–1272. Discussion 1273–1264.
155. Putterman AM, Stevens T, Urist MJ. Nonsurgical management of blow-out fractures of the orbital floor. *Am J Ophthalmol.* 1974;77(2):232–239.
156. Rana M, Chui CH, Wagner M, et al. Increasing the accuracy of orbital reconstruction with selective laser-melted patient-specific implants combined with intraoperative navigation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2015;73(6):1113–1118.
157. Raschke G, Rieger U, Bader RD, et al. Outcomes analysis of eyelid deformities using photograph-assisted standardized anthropometry in 311 patients after orbital fracture treatment. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012;73(5):1319–1325.
158. Ridgway EB, Chen C, Colakoglu S, Gautam S, Lee BT. The incidence of lower eyelid malposition after facial fracture repair: a retrospective study and meta-analysis comparing subtarsal, subciliary, and transconjunctival incisions. *Plast Reconstr Surg.* 2009;124(5):1578–1586.
159. Rottgers SA, Decesare G, Chao M, et al. Outcomes in pediatric facial fractures: early follow-up in 177 children and classification scheme. *J Craniofac Surg.* 2011;22(4):1260–1265.
160. Salgado-Lopez L, Leonel LCP, O'Brien M et al. Anatomical step-by-step dissection of complex skull base approaches for trainees: endoscopic endonasal approach to the orbit. *J Neurol Surg B Skull Base* 2023;84:79–88.
161. Shaye DA, Tollefson TT, Strong EB. Use of intraoperative computed tomography for maxillofacial reconstructive surgery. *JAMA Facial Plast Surg.* 2015;17(2):113–119.
162. Shere JL, Boole JR, Holtel MR, Amoroso PJ. An analysis of 3599 midfacial and 1141 orbital blowout fractures among 4426 United States Army Soldiers, 1980–2000. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2004;130(2):164–170.
163. Simon GJ, Syed HM, McCann JD, Goldberg RA. Early versus late repair of orbital blowout fractures. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging.*

- 2009;40(2):141–148.
164. Smith B, Regan WF., Jr Blow-out fracture of the orbit; mechanism and correction of internal orbital fracture. *Am J Ophthalmol.* 1957;44(6):733–739.
 165. Soejima K, Kashimura T, Yamaki T et al. Endoscopic endonasal repair of isolated medial orbital wall fracture with balloon technique. *Journal of Craniofacial Surgery* 2017; 00: 1-4.
 166. Soejima K, Shimoda K, Kashimura T et al. Endoscopic transmaxillary repair of orbital floor fractures: A minimally invasive treatment. *J Plast Surg Hand Surg*, 2013; Early Online: 368–373.
 167. Stoor P, Suomalainen A, Lindqvist C, et al. Rapid prototyped patient specific implants for reconstruction of orbital wall defects. *J Craniomaxillofac Surg.* 2014;42(8):1644–1649.
 168. Strong EB. Orbital fractures: pathophysiology and implant materials for orbital reconstruction. *Facial Plast Surg.* 2014;30(5):509–517.
 169. Sugar AW, Kuriakose M, Walshaw ND. Titanium mesh in orbital wall reconstruction. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1992;21(3):140–144.
 170. Talesh KT, Babaee S, Vahdati SA, Tabeshfar S. Effectiveness of a nasoseptal cartilaginous graft for repairing traumatic fractures of the inferior orbital wall. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2009;47(1):10–13.
 171. Tovi F, Rosenberg L, Gatot A. Alternative surgical method for repair of the fractured orbital floor. *Laryngoscope* 1985;95:1004-1005.
 172. Walter WL. Early surgical repair of blowout fracture of the orbital floor by using the transantral approach. *South Med J* 1972;65:1229–43.
 173. Westfall CT, Shore JW, Nunery WR, et al. Operative complications of the transconjunctival inferior fornix approach. *Ophthalmology.* 1991;98(10):1525–1528.
 174. Whitehouse RW, Batterbury M, Jackson A, Noble JL. Prediction of enophthalmos by computed tomography after ‘blow out’ orbital fracture. *Br J Ophthalmol.* 1994;78(8):618–620.
 175. Yamashita M, Nishio A, Daizo H, et al. Repair of orbital fracture: the

- antral balloon with implantable reservoir technique. *J Craniofac Surg* 2014;25:554-556.
176. Yang HC, Kim YY, Jin SM. Transnasal endoscopic ultrasound-guided reduction of maxillary sinus wall fracture. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. DOI 10.1007/s00405-017-4637-1.
177. Yano H, Nakano M, Anraku K, et al. A consecutive case review of orbital blowout fractures and recommendations for comprehensive management. *Plast Reconstr Surg*. 2009;124(2):602–611.
178. Yilmaz M, Vayvada H, Aydin E, et al. Repair of fractures of the orbital floor with porous polyethylene implants. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2007;45(8):640–644.
179. Yura S, Kato T, Ooi K, Izumiyama Y. Access to the maxillary sinus using a bone flap with sinus mucosal and mucoperiosteal pedicles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:e8-e12.
180. Zingg M, Chowdhury K, Ladrach K, et al. Treatment of 813 zygoma-lateral orbital complex fractures. New aspects. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1991;117(6):611–620. Discussion 621–612.
181. Zunz E, Blanc O, Leibovitch I. Traumatic orbital floor fractures: repair with autogenous bone grafts in a tertiary trauma center. *J Oral Maxillofac Surg*. 2012;70(3):584–592.