

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

На правах рукописи

АБДУЛКЕРИМОВ

Тимур Хийирович

**ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПЕРЕЛОМОВ
ВЕРХНЕЙ ЧЕЛЮСТИ В ОБЛАСТИ ОРБИТЫ**

3.1.7. — Стоматология
(медицинские науки)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель —
д.м.н., профессор
Юлия Владимировна Мандра

Екатеринбург—2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....		4
Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ ТРАВМАТИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ СРЕДНЕЙ ЗОНЫ ЛИЦА.....		12
1.1. Анатомо-топографические особенности строения верхней челюсти и средней зоны лица. Эпидемиология, классификация травматических повреждений средней зоны лица.....		12
1.2. Современные методы диагностики и лечения травматических повреждений верхней челюсти. Применение 3D-технологий в реконструктивной хирургии средней зоны лица		20
1.3. Использование титановых аугментов в качестве медицинских изделий.....		27
Глава 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....		31
2.1. Материалы исследования.....		33
2.2. Методы исследования.....		34
Глава 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ.....		51
3.1. Результаты ретроспективного исследования.....		51
3.2. Результаты первичного обследования.....		53
3.3. Технологические этапы аддитивного производства индивидуальных моделей и предоперационной подготовки.....		77
3.4. Клинический пример.....		83
Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....		87
4.1. Клинические результаты проведенного лечения.....		87
4.1.1. Результаты оценки стоматологического статуса.....		89

4.1.2. Результаты сравнительной оценки высоты зрачковых линий.....	90
4.2. Результаты векторного измерения объемов глазниц в послеоперационном период.....	95
4.3. Результаты оценки качества жизни пациентов.....	98
4.3.1. Результаты оценки качества жизни по шкале SNOT-22.....	98
4.3.2. Результаты оценки качества жизни пациентов по опроснику ОНПР-49-RU.....	107
4.4. Клинический пример.....	111
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	120
ВЫВОДЫ.....	127
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	129
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	130
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	131

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования и степень её разработанности

Травматические повреждения челюстно-лицевой области составляют от 6 до 16% всех травм, при этом отечественные авторы отмечают как рост количества повреждений костей лица более чем в 2 раза [23, 43, 137]. Эпидемиологические особенности челюстно-лицевой травмы значительно варьируют в разных странах, регионах одного государства и остаются серьезной проблемой общественного здравоохранения [18, 38, 40, 50, 77, 114, 137, 157].

Переломы средней трети лица наиболее часто встречаются среди травматических поражений костей лицевого скелета, составляя до 70% от всех случаев. Согласно мировой статистике лидирующими причинами травм костей лицевого скелета остаются дорожно-транспортные происшествия и бытовая травма, а также производственная, спортивная травма [137]. Такие особенности, как близкое расположение жизненно важных анатомических структур, органа зрения, а также эстетическая значимость средней зоны лица и наличие рисков развития серьезных осложнений, формируют необходимость в высокой степени прецизионности работы хирурга, а также индивидуальном подходе к лечению данных больных [1, 3, 5, 15, 18, 23, 30, 33, 40, 42, 43].

Сегодня цифровые технологии являются неотъемлемой частью большинства сфер деятельности человека, в том числе и медицины [4, 13, 21, 36, 47, 83, 152]. Благодаря масштабной компьютеризации и автоматизации появился широкий спектр возможностей предоперационного планирования и моделирования, стало возможным говорить об индивидуализации подхода к лечению пациентов, в том числе с травматическими повреждениями костей средней трети лица [21, 26, 34, 41, 142, 160, 175].

Большие перспективы в решении задач по совершенствованию реконструктивных вмешательств вследствие переломов костей средней зоны лица

открывают аддитивные технологии [41, 58, 91, 104, 130, 158], основанные на послойном воспроизведении объекта заданной геометрии. Однако до сих пор нет четких клинических протоколов, унифицированного программного обеспечения для цифровой трансформации изображений, обоснования последовательности этапов реконструктивных операций при хирургическом лечении переломов верхней челюсти в области орбиты с использованием аддитивного прототипирования [29]. Вышеперечисленные факторы послужили основанием для выполнения настоящего исследования.

Цель исследования

Представить научное обоснование выбора индивидуализированных титановых аугментов, изготовленных с применением высокоточных физических моделей по аддитивной технологии, для замещения костных дефектов при хирургическом лечении пациентов с переломами верхней челюсти в области орбиты.

Для достижения вышеуказанной цели необходимо решить следующие задачи.

Задачи исследования

1. В ретроспективном исследовании определить частоту встречаемости травматических повреждений верхней челюсти в области нижней стенки орбиты и оценить отдаленные результаты комплексного лечения пациентов.
2. Разработать и клинически апробировать способ векторного измерения пространственного расположения структур средней зоны лица с 3D и VRT реконструкцией дефектов средней зоны лица.
3. Обосновать выбор индивидуализированных титановых аугментов, изготовленных с применением высокоточных физических моделей по аддитивной технологии, для замещения костных дефектов при травматических повреждениях

верхней челюсти в области орбиты с учетом анатомических особенностей строения конкретного пациента.

4. В сравнительном аспекте изучить ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения больных с травматическими повреждениями верхней челюсти в области орбиты в зависимости от метода лечения.

Научная новизна

Предложен способ векторного измерения пространственного расположения структур средней зоны лица с применением цифровых технологий, апробирован на примере орбиты (заявка на свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ).

На основании анализа мультипланарных реконструкций (реформаций) лицевого скелета после цифровой трансформации КТ-изображений дефективных зон и перевода их в STL-формат впервые обосновано применение высокоточных физических моделей, изготовленных 3D-печатью методом селективного лазерного спекания полиамидных порошков.

Разработан способ индивидуализации титановых аугментов для замещения костных дефектов средней зоны лица с применением полученных по аддитивной технологии моделей (заявка на патент РФ на изобретение № 2022114906 от 03.06.2022 г.).

Доказано, что применение индивидуализированных титановых аугментов, изготовленных с помощью высокоточных физических моделей по аддитивной технологии, для замещения костных дефектов при хирургическом лечении пациентов с травматическими повреждениями верхней челюсти в области орбиты целесообразно и эффективно, имеет преимущества перед традиционными подходами.

Теоретическая и практическая значимость

1. Для клинической практики предложен способ векторного измерения пространственного расположения структур средней зоны лица с применением информационных технологий, позволяющий на этапах диагностики и лечения своевременно определить тяжесть патологических изменений, оценить эффективность и прогнозировать отдаленные результаты проведенных мероприятий в комплексном лечении пациентов с травматическими повреждениями верхней челюсти в области орбиты.

2. Разработана поэтапная технология изготовления индивидуализации титановых аугментов:

– перевод КТ-изображений, включающих зоны костных дефектов, в STL-формат;

– 3D-печать высокоточных физических моделей методом селективного лазерного спекания полиамидных порошков;

– индивидуализация преформированных титановых пластин (Matrix MidFace) на предоперационном этапе с помощью высокоточных полиамидных моделей зоны дефекта методом «штампования».

3. Совершенствование методики хирургического лечения пациентов с травматическими повреждениями верхней челюсти в области орбиты с применением индивидуализированных титановых аугментов позволяет ускорить заживление, сократить сроки реабилитации, снизить количество постоперационных осложнений, повысить эффективность лечения и качество жизни пациентов.

Внедрение результатов клинического исследования в практику

Усовершенствованная технология хирургического лечения пациентов с травматическими повреждениями верхней челюсти в области орбиты с применением индивидуализированных титановых аугментов для замещения

костных дефектов, изготовленных на высокоточных физических моделях применяется в учебном процессе кафедры хирургической стоматологии, оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, кафедре ортопедической и хирургической стоматологии с курсом ЛОР-болезней ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России, а также в практической деятельности ГАУЗ СО ЦГКБ № 23, ГАУЗ СО ЦКБ № 40.

Методология и методы исследования

Диссертационная работа выполнена согласно принципам и правилами доказательной медицины, одобрена Локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России (протокол № 8 от 18.10.2018 г.). Проведённое исследование одноцентровое, рандомизированное, контролируемое, параллельное, открытое, проспективное, в которое включено 84 пациента мужского и женского пола в возрасте от 18 до 60 лет с наличием перелома верхней челюсти в области нижней стенки орбиты.

Дизайн исследования включает анализ групп, критерий деления – выбор титановых аугментов для реконструктивной хирургии костных дефектов. Для реализации поставленной цели и задач использованы общенаучные методы познания (наблюдение, анализ, синтез, описание) в сочетании с методами доказательной медицины (клинический, лабораторный, инструментальный, статистический).

Теоретическую базу исследования составили работы российских и зарубежных авторов. После сбора массива данных была проведена их статистическая обработка при помощи лицензированного программного обеспечения. На основании полученных результатов сформулированы выводы и практические рекомендации.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Переломы верхней челюсти в области нижней стенки орбиты являются распространенными повреждениями средней зоны лица, требующими особой прецизионности проводимых реконструктивных вмешательств.

2. Предложенный способ векторного измерения пространственного расположения структур средней зоны лица с применением цифровых технологий, компьютерного моделирования с переводом мультипланарных срезов компьютерных томограмм в виртуальную STL-модель позволяет повысить точность диагностики и прогнозировать результаты лечения больных с переломами костей средней зоны лица.

3. Выбор титановых аугментов, индивидуализированных при помощи высокоточных физических моделей, изготовленных по аддитивной технологии, для замещения костных дефектов при травматических повреждениях верхней челюсти в области орбиты повышает эффективность комплексного лечения и качество жизни пациентов.

Апробация результатов исследования

Результаты проведенных исследований были представлены на:

- Международном конгрессе «Стоматология Большого Урала» (г. Екатеринбург, 2018 г.);
- Конкурсе инновационных идей «Минута технославы» Иннопром (г. Екатеринбург, 2019 г.);
- IV международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения» IV форум медицинских и фармацевтических ВУЗов России «За качественное образование» (г. Екатеринбург, 2019 г.);
- Международном конгрессе «Стоматология Большого Урала» (г. Екатеринбург, 2019 г.);

- Научной школе для молодежи по проблемам фундаментальной стоматологии в рамках Международного конгресса «Стоматология Большого Урала – 2019» (г. Екатеринбург, 2019 г.);
- Молодежной научной школы в рамках международного конгресса «Стоматология Большого Урала – 2020» (г. Екатеринбург, 2020 г.);
- Международном конгрессе «Стоматология Большого Урала» (г. Екатеринбург, 2020 г.);
- Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы стоматологии» (г. Махачкала, 2021 г.);
- Международном конгрессе «Стоматология Большого Урала» (Екатеринбург, 2021 г.);
- Симпозиуме «Актуальные вопросы стоматологии: междисциплинарные аспекты» в рамках Ежегодной межрегиональной научно-практической конференции оториноларингологов Уральского и Приволжского федеральных округов (г. Екатеринбург, 2022 г.).

Апробация материалов диссертационной работы произведена на заседании кафедры терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний (19.04.2022 г.); проблемной научной комиссии по стоматологии (29.04.2022 г.) при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России).

Публикации

Основное содержание диссертационного исследования опубликовано в 12 научных работах, из которых 3 — в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК при Минобрнауки России, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, по научным специальностям и

соответствующим им отраслям науки, 1 учебном пособии. Подана заявка на получение патента РФ на изобретение «Инструмент для индивидуализации титановых аугментов, замещающих костные дефекты средней зоны лица».

Личное участие автора

Автором сформулирована идея диссертационной работы, цели и задачи исследования. Совместно с научным руководителем разработан дизайн и методологические аспекты. Самостоятельно проведен обзор отечественной и зарубежной литературы по исследуемой проблеме, предложен способ векторного измерения пространственного расположения структур средней зоны лица с применением цифровых технологий, а также способ индивидуализации титановых аугментов для замещения костных дефектов средней зоны лица с использованием высокоточных аддитивных моделей.

Автором осуществлен набор клинического материала, анализ, структурирование, статистическая обработка и обобщение полученных данных. Сформулированы выводы и практические рекомендации. Автором совместно с научным руководителем были подготовлены к публикации статьи.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 151 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка литературы, содержащего 176 источника, из которых 50 отечественных и 126 зарубежных авторов. Диссертация иллюстрирована 60 рисунком, 26 таблицами, 4 формулами.

Глава 1.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ ТРАВМАТИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ СРЕДНЕЙ ЗОНЫ ЛИЦА

1.1 Анатомо-топографические особенности строения верхней челюсти и средней зоны лица. Эпидемиология, классификация травматических повреждений средней зоны лица

Говоря об анатомических особенностях, лицевой скелет схематично можно подразделить также на три зоны: верхнюю, среднюю и нижнюю [42, 71, 88, 89]. Границей между верхней и средней зонами является условная горизонтальная линия, проведенная через область носо-лобного сочленения и скуло-лобные швы с обеих сторон. От нижней зоны среднюю отделяет окклюзионная плоскость зубов верхней челюсти, в случае же отсутствия последних, границей будет считаться горизонтальная линия, проведенная по вершине альвеолярного гребня верхней челюсти. В антропологии же, широкое распространение получила несколько иная градация, при которой верхней границей средней трети лица является середина линии надбровных дуг, а нижней ее границей являются края крыльев носа.

В результате такого разграничения, верхняя зона представлена лобной костью, лобными пазухами, а также верхними стенками (крышами) орбит, нижняя зона представлена, соответственно, нижней челюстью. В формировании средней зоны лицевого скелета принимают участие шесть парных костей – это верхняя челюсть, скуловая кость, слезная кость, носовые кости, нижняя носовая раковина и небная кость, две непарные кости – сошник и решетчатая кость, а также скуловые отростки височных костей и крыловидные отростки клиновидных костей. Соединены все эти кости между собой посредством плоских швов [115].

Ключевое положение в средней зоне лицевого скелета занимает верхняя челюсть и является своеобразным связующим звеном между лицевым и мозговым отделами черепа. Такая тесная анатомическая связь, в свою очередь, обуславливает значительное варьирование степени тяжести травмы и распространенность зоны переломов с возможным повреждением как костей лицевого скелета, так и основания черепа [8, 23, 39, 42, 48].

За исключением нижней челюсти, наиболее часто среди переломов лицевого скелета встречаются переломы скуловой кости. Линии переломов обычно проходят по скуло-лобному шву и в области латерального возвышения скуловой кости в средней зоне лица. При более сложных оскольчатых переломах вовлекаются также подглазничные края и области скуловых дуг [115]. Соединяясь с височными, лобной, клиновидными костями, а также верхней челюстью, скуловая кость принимает участие в образовании височной ямки, нижней и латеральной стенок орбит, в связи с чем латеральный отдел средней зоны лицевого скелета объединяется таким понятием, как скуло-орбитальный комплекс (СОК) [23]. Особого внимания в средней зоне лица требует область глазницы, так как более чем в 40% случаев переломов костей лицевого скелета встречаются переломы орбитальных краев и/или внутренних стенок орбит [126].

Орбита представляет собой комплексную 3D-структуру в виде четырехгранной пирамиды неправильной формы с усеченной вершиной, образованную семью различными костями: верхней челюстью, клиновидной, слезной, скуловой, небной, решетчатой, а также лобной костями. В ее строении различают 3 отдела: передний, представляющий собой наружные края орбит, средний, представленный внутренними стенками орбиты, и задний отдел, в который входят области верхней и нижней глазничных щелей, а также отверстие канала зрительного нерва [23, 60, 77, 101, 107, 132, 146].

Несмотря на то, что самой тонкой стенкой глазницы является медиальная стенка, толщина которой варьирует от 0,4 до 0,6 мм, наиболее хрупкой является нижняя ее стенка, образованная глазничной поверхностью верхней челюсти, в

латеральных отделах скуловой костью, а также глазничной пластинкой небной кости дистально [23, 60].

Объем глазницы взрослого человека, в среднем, составляет 24,5 см³ у женщин и 24,9 см³ у мужчин [150]. Содержимое глазницы представлено собственно глазным яблоком и экстраокулярными мышцами, зрительным нервом (II), глазной артерией и веной, проходящими через отверстие зрительного канала; жировой клетчаткой орбиты, ветвями III, IV, VI пар черепно-мозговых нервов, а также глазной ветвью тройничного нерва (V₁), выходящими через верхнюю глазничную щель; верхнечелюстной (V₂), подглазничные нерв и артерия, секреторные ветви крыло-небного узла и ветвь нижней глазной вены, попадающие в полость глазницы через нижнюю глазничную щель. Кроме того, в области медиальной стенки орбиты располагаются передние и задние решетчатые артерии, выходящие из одноименных отверстий, а в переднелатеральном отделе крыши орбиты, в слезной ямке (*fossa lacrimalis*) расположена глазничная часть слезной железы [23].

Также, среди особенностей анатомического строения костей как средней зоны, так и лицевого скелета в целом, необходимо отметить наличие особых силовых линий, контрфорсов – участков костной ткани повышенной плотности, благодаря которым происходит равномерное распределение нагрузки на кости и лицевого, и мозгового отделов черепа. Восстановление целостности данных образований в ходе реконструктивных операций играет важную роль в полноценной реабилитации пациентов с травматическими повреждениями костей лицевого скелета [126].

Травматические повреждения черепно-лицевой области являются достаточно значимой проблемой в современной челюстно-лицевой хирургии [2, 9, 20, 41, 50, 60, 84, 87, 98, 114, 143, 155, 162, 176]. Эпидемиология черепно-лицевой травмы различается не только в разных странах, но и в отдельных регионах одного государства, и зависит от многих факторов, включая географическое расположение, социально-экономический статус, а также культурные особенности [1, 3, 33, 59, 68, 147, 157]. Травматические повреждения черепно-

лицевой зоны имеют различные механизмы возникновения – это могут быть переломы в последствие дорожно-транспортных происшествий (ДТП), падений с различной высоты, бытовая, спортивная либо производственная травма. Фактически же, лидирующим и наиболее важным механизмом переломов костей лицевого скелета во всем Мире остается дорожно-транспортная травма, но, несмотря на это, в некоторых государствах за последние десятилетия отмечается снижение травматизма в последствие ДТП, во многом благодаря ужесточению законодательства относительно безопасности дорожного движения и средствам безопасности водителя, пассажиров [23, 59, 75, 167].

Эпидемиология травматических повреждений костей средней зоны лица

По данным российских авторов, челюстно-лицевой травматизм составляет от 6 до 16% всех травм, при этом отечественные авторы отмечают как рост количества повреждений костей лица более чем в 2 раза, так и изменение их структуры за счет увеличения сочетанных и множественных переломов. Лидирующую позицию по частоте встречаемости переломов костей лицевого скелета занимают переломы нижней челюсти (до 80,8%), на второе место занимают переломы костей средней трети лица (скуловые кости и скуло-орбитальный комплекс – 12%, верхняя челюсть и кости носа – 8%)[42].

Переломы средней зоны лица в настоящее время достаточно часто встречаются с вовлечением области глазниц. Более 40% переломов данной зоны так или иначе могут включать в себя края и/или стенки орбит, что говорит о разнообразном характере переломов, возникающих в последствие получения травмы [126].

Касаясь вопроса эпидемиологии, необходимо обратить внимание на изменение структуры механизмов возникновения травм челюстно-лицевой области. Так, в связи с растущим уровнем урбанизации городов, криминогенной обстановки, а также возрастающим количеством автотранспорта, в настоящее время преобладает высокоэнергетический механизм повреждений по сравнению с

низкоэнергетической травмой, что обуславливает более тяжелую степень получаемых повреждений костей лицевого скелета и повышает риски развития серьезных осложнений [20, 64, 67, 100, 105, 121, 138, 149, 154, 162, 172]. Кроме того, такие особенности, как близкое расположение жизненно важных анатомических образований, органа зрения, а также эстетическая и функциональная значимость средней зоны лица, формируют необходимость в высокой степени прецизионности работы хирурга [49, 57, 75, 91, 93, 95, 104, 105, 146, 165, 167, 172], а также индивидуальному подходу к лечению этих больных [2, 9, 11, 27, 28, 37, 39, 42, 44, 48].

Классификации повреждений костей лицевого скелета

В настоящее время существует множество различных классификаций травматических повреждений костей лицевого скелета: статистические, клинические, клинико-рентгенологические [42, 59, 149].

Согласно статистической классификации МКБ 10-го пересмотра, переломам лицевых костей посвящен класс S02 [42]:

S02.0 Перелом свода черепа, к которому относятся переломы лобной и теменных костей;

S02.1 Перелом основания черепа, к которому помимо передней, средней и задней черепных ямок и затылочной кости, относятся переломы верхней стенки глазницы, лобной пазухи и решетчатого лабиринта, клиновидной, а также височных костей;

S02.2 Перелом костей носа;

S02.3 Перелом дна глазницы;

S02.4 Перелом скуловой кости и верхней челюсти, скуловой дуги;

S02.6 Перелом нижней челюсти;

S02.7 Множественные переломы черепа и лицевых костей;

S02.8 Переломы других лицевых костей и костей черепа, к которым относятся также переломы альвеолярного отростка, глазницы без дополнительного уточнения, а также переломы небной кости;

S02.9 Перелом неуточненной части костей черепа и лицевых костей.

Стоит помнить о том, что классификация МКБ-10 является статистической, что говорит об отсутствии полноценной характеристики особенностей травматических повреждений той или иной локализации, основываясь на которых проводятся дальнейшие диагностика и лечение пациентов.

Сегодня в практике специалистов челюстно-лицевых хирургов применяются более детальные клинико-рентгенологические классификации, позволяющие более точно описывать степень тяжести и конфигурацию переломов костей лицевого скелета, терминология которых в некоторых случаях не соответствует МКБ-10

В 1901 году французским хирургом Рене Ле Фором была предложена собственная классификация переломов верхней челюсти и костей лицевого скелета, получившая широкое распространение по всему Миру. В соответствии с данной классификацией выделяется три типа (конфигурации) переломов костей лица [23, 42, 59, 126, 149]:

Le Fort I – Линия перелома при данной конфигурации проходит в горизонтальной плоскости над альвеолярным отростком и сводом твердого неба. Начинаясь у края грушевидного отверстия с двух сторон, она идет дистальночерез дно верхнечелюстных пазух, бугры верхней челюсти и нижние отделы крыловидных отростков клиновидной кости. Иногда дистально линия перелома заканчивается в области второго или третьего моляров верхней челюсти. Возможно также одностороннее повреждение. В таком случае возникает сагиттальный перелом твердого неба.

Le Fort II – линия перелома начинается от места соединения лобного отростка верхней челюсти с носовой частью лобной кости в области ее решетчатой вырезки, после чего проходит по медиальной стенке глазницы, вниз до нижней глазничной щели. Затем линия перелома направляется по нижней стенке

глазницы, кпереди до подглазничного края, пересекает его по скуло-верхнечелюстному шву или вблизи от него. Линия перелома может пройти через подглазничное отверстие. По передней стенке верхней челюсти вдоль скуло-верхнечелюстного шва она переходит кзади на бугор верхней челюсти и крыловидный отросток клиновидной кости. В литературе данный вид перелома называют суборбитальным типом.

Le Fort III – линия перелома проходит в месте соединения лобного отростка верхней челюсти с носовой частью лобной кости и костями носа, затем – по внутренней стенке глазницы к месту соединения верхнеглазничной и нижнеглазничной щелей. Далее линия перелома переходит на латеральную стенку орбиты, вверх и кпереди до верхнелатерального ее угла. Здесь линия перелома проходит по скуло-лобному шву или вблизи от него, затем направляется кзади и вниз по большому крылу клиновидной кости до нижней поверхности тела и верхнего отдела крыловидного ее отростка. Ломаются также скуловая дуга и перегородка носа. В литературе данный вид перелома называют суб-базальным типом.

В годы создания приведенной выше классификации наблюдалось преобладание низкоэнергетического механизма получения травмы. На сегодняшний день эта тенденция сменилась преобладанием высокоэнергетического механизма, что говорит о неоднородности конфигурации линий переломов костей лица с обеих сторон, а также о превалировании мелкооскольчатых переломах над крупнооскольчатыми [23].

В соответствие с вышеизложенными фактами, справедливо полагать, что некогда исчерпывающая классификация, предложенная Ле Фором, в некоторых случаях уже неспособна в полной мере охарактеризовать конфигурацию линий переломов костей лица.

Классификация AO/ASIF, созданная и усовершенствованная усилиями В. Spiessl (1989) и А.М. Greenberg (1993) включает в себя тип, локализацию перелома, наличие либо отсутствие других костей лицевого скелета, мягких тканей лица, зубов, а также нарушений со стороны окклюзионных

взаимоотношений. Данная классификация распространяется на области верхнее и нижней челюстей, кости черепа, носа, а также назо-орбито-этмоидального комплекса [42, 126].

Согласно данной классификации локализация перелома (кость) определяется следующим образом:

Mn – нижняя челюсть;

Mx – верхняя челюсть;

Na – носовые кости;

Zm – скуловая кость;

Fr – лобная кость;

Cr – другие кости черепа.

Категория F (fracture) описывает характер перелома:

F₀ – неполный перелом;

F₁ – одиночный перелом;

F₂ – множественный перелом;

F₃ – оскольчатый перелом;

F₄ – отрывной перелом (с образованием костного дефекта).

Категория O (occlusion) характеризует состояние окклюзионных взаимоотношений:

O₀ – отсутствие окклюзионных нарушений;

O₁ – имеются окклюзионные нарушения;

O₂ – отсутствие зубов.

В индексах категории S (soft tissue) выполняется описание наличия/отсутствия повреждений мягких тканей:

S₀ – закрытый перелом;

S₁ – открытый перелом, сообщающийся с полостью рта или носа;

S₂ – открытый перелом с повреждением кожных покровов;

S₃ – открытый перелом с повреждением слизистой полости рта или носа и кожных покровов;

S₄ – открытый перелом с образованием мягкотканого дефекта.

В 1966 году G.F. Fueger и соавторами [99] была разработана классификация так называемых «взрывных» переломов, которая выглядит следующим образом:

1. Классический – низкоэнергетический перелом наиболее слабой (медиальной) половины нижней стенки орбиты.
2. С вовлечением канала подглазничного нерва.
3. Инферомедиальный – перелом нижней и медиальной стенок орбиты.
4. Полный (тотальный) перелом нижней стенки орбиты.
5. Атипичные формы переломов:
 - а) прямоугольная;
 - б) треугольная;
 - в) звездчатая;
6. Линейные переломы нижней стенки орбиты без смещения отломков:
 - а) Y-образный;
 - б) латеральный линейный.

Согласно данным E.V. Strong, наиболее часто встречается классический тип перелома нижней стенки орбиты, при этом частота его встречаемости достигает 50% от всех случаев [106].

1.2 Современные методы диагностики и лечения травматических повреждений верхней челюсти. Применение 3D-технологий в реконструктивной хирургии средней зоны лица

Высокая вариабельность и сложность структуры повреждений, а также функциональная и эстетическая значимость челюстно-лицевой области, создают необходимость в применении передовых методов диагностики и лечения пациентов с переломами костей лица [34, 36, 41, 51, 56, 81, 84, 88, 122, 140, 153, 156, 174]. Помимо основных методов обследования и дополнительных лабораторных, большую значимость в диагностике и лечении переломов костей лицевого скелета имеют методы визуализации [36, 53, 135, 151, 160, 171]. Несмотря на доступность и простоту проведения стандартной рентгенографии в

различных проекциях, она имеет также и ряд недостатков, таких как относительно высокая лучевая нагрузка для пациента и затруднение диагностики в ряде случаев, когда из-за наложения смежных костных структур не удается точно локализовать область повреждения.

На сегодняшний день золотым стандартом лучевой диагностики больных данной группы является компьютерная томография, которая позволяет получить достаточную визуализацию в трех различных плоскостях (фронтальная, сагиттальная, аксиальная) и на их основании провести построение трехмерной реконструкции зоны повреждения, что в результате позволяет оценить протяженность зоны повреждения, направление и углы смещения отломков [16, 17, 36, 46].

Вместе с ростом числа множественных и сочетанных травм челюстно-лицевой области появляется необходимость разработки новых методов диагностики и лечения [38, 40, 41], которые позволили бы максимально тщательно изучить зону повреждения, спланировать объемы оперативного вмешательства и, тем самым, оптимизировать качество оказания помощи больным с переломами костей лицевого скелета [63, 71, 72, 78, 82, 108, 109, 112, 159]. На смену стандартным рентгенограммам на пленочных носителях приходит компьютерная томография [30] и системы компьютерного моделирования [92, 99], а на смену остеосинтезу спицами Киршнера, костным швом, приходят современные системы фиксации костей лицевого скелета, представленные титановыми пластинами различной конфигурации и стандартными сетчатыми аугментами [105, 136].

Согласно действующему клиническому протоколу оказания медицинской помощи при острой травме тканей лица, головы и шеи, утвержденному на заседании секции Стоматологической Ассоциации России (СтАР) «Ассоциация челюстно - лицевых хирургов и хирургов-стоматологов» от 21 апреля 2014 года, основной задачей лечения пациентов с острой травмой челюстно-лицевой области является восстановление анатомической и функциональной целостности поврежденных структур [15]. Анатомическая близость и функциональная связь

всех элементов лица, часто приводит к сочетанным повреждениям, что требует активного вовлечения в процесс лечения специалистов смежных специальностей (офтальмолога, нейрохирурга, оториноларинголога, невролога) [25, 42]. Должен быть применен единый междисциплинарный комплексный подход к диагностике и лечению данного рода пациентов [9, 15, 16, 20, 21, 42, 56, 73, 172].

Согласно данным научной литературы, симптомы, сопутствующие перелому нижней стенки орбиты по частоте встречаемости располагаются следующим образом [21]:

- 1) периорбитальная гематома – 75%;
- 2) диплопия – 50-60%;
- 3) субконъюнктивальное кровоизлияние – 40%;
- 4) энофтальм – 33%.

В трудах R.B. Wilkins, W.E. Havins (1982), а также F. Schmal и соавторов (2006) среди клинических проявлений переломов нижней стенки орбиты в качестве одного из наиболее частых симптомов было описано нарушение чувствительности в области зоны иннервации подглазничного нерва (n. Infraorbitalis): кожа подглазничной области, нижнего века (частично), а также крыла носа на стороне повреждения. Описанная частота встречаемости данного симптома составила 70%.

Согласно научным трудам M.J. Reeh и J.K. Tsujimura (1966), в структуре жалоб при переломах верхней челюсти нижней стенки орбиты наиболее важное диагностическое значение имеет явление диплопии при вертикальных движениях глазного яблока, которое, по данным I.A. Al-Qurainy и соавторов (1991), встречается у 58% пациентов.

В 1970 году S. Lerman сформулировал закономерности касаясь диплопии у пациентов с переломами дна глазницы:

1. В случае усиления диплопии при направлении взора кверху и уменьшается при взгляде вниз и при первичном положении взора глазное яблоко на поврежденной стороне слегка отклонено книзу, то произошло ущемление нижней прямой мышцы глаза в преэкваatorialной зоне, то есть в передних ее

отделах.

2. Если ограничение подвижности и диплопия одинаково выражены в момент направления взора как кверху, так и книзу, а при первичном положении взора глазное яблоко занимает центральное положение, следует предполагать, что ущемление нижней прямой мышцы глаза произошло в области экватора глазного яблока.

3. В случае усиления диплопии при направлении взора книзу и ослабевает при взгляде вверх, а при первичном положении взора глазное яблоко отклонено кверху, ущемление нижней прямой мышцы глаза произошло за экватором глазного яблока, то есть в задних ее отделах.

Кроме того, к возможным причинам девиации глазного яблока стоит относить парез нижней прямой мышцы, смещение нижнего мышечного комплекса глазного яблока книзу в область перелома, а также патологический угол прикрепления смещенной нижней прямой мышцы глаза к склере [21].

В соответствии с клиническим протоколом [9, 15, 16, 21, 26, 42, 56, 73, 172], оперативные вмешательства при переломах костей средней зоны лица преследуют решение следующих задач:

- репозиция и фиксация костных отломков в анатомически правильном положении, восстановление контуров лицевого скелета;
- восстановление прикуса;
- восстановление анатомической целостности краев и стенок глазницы;
- репозиция глазного яблока при эно – и гипофтальме;
- устранение ограничения подвижности глазного яблока;
- высвобождение ущемленных в линии перелома тканей;
- репозиция глазного яблока;
- устранение бинокулярной диплопии;
- ревизия и санация поврежденных придаточных пазух носа;
- декомпрессия нижнеглазничного нерва;
- ревизия поврежденного носо-слезного канала;
- при мелкооскольчатых переломах недопустима открытая репозиция и

остеосинтез, ведущая к потере костного вещества, что приведет к многоэтапному хирургическому лечению по замещению костного дефекта;

– при вмешательствах на придаточных пазухах носа необходимо предупредить развитие воспалительных процессов и по возможности восстановить нормальный контур травмированной пазухи.

Также в рассматриваемом клиническом протоколе подчеркивается важность обязательного назначения антибиотиков широкого спектра действия или остеотропных антибактериальных препаратов [15].

Исходя из вышеизложенных задач и учитывая недостатки существующих стандартизованных решений для реконструкции костных дефектов нижней стенки орбиты, формируется необходимость в наиболее полном и прецизионном восстановлении целостности поврежденных костных структур средней зоны лицевого скелета, а именно дна глазницы, в связи с чем появляются предпосылки к поиску новых решений для совершенствования алгоритмов оперативного лечения пациентов данной группы, в частности, с применением аддитивных технологий, являющихся перспективным и динамично развивающимся методом производства изделий различной направленности, в том числе и медицинских [80,116, 163, 164].

Применение 3D-технологий в реконструктивной хирургии средней зоны лица

Индивидуализированный подход к лечению пациентов постепенно становится все более значимым вектором развития практической медицины, открывая новые возможности и горизонты перед врачами различных специальностей. Одним из направлений данного подхода является применение аддитивных технологий [4, 12, 14, 26, 29, 47, 168].

Впервые в челюстно-лицевой хирургии стереолитография, как одна из первых представителей группы аддитивных технологий, была применена Вгix и Lambrecht в 1985 году для предоперационного планирования [70]. Применение

моделей, изготовленных по аддитивным технологиям, зарекомендовало себя как перспективное направление в диагностике черепно-челюстно-лицевых дефектов, челюстно-лицевой травмы, асимметрии лица, планировании реконструктивных и ортогнатических операций. С развитием аддитивного производства открылись новые возможности компьютерного моделирования и 3D-принтинга. В настоящее время сформировался довольно широкий спектр технологий быстрого прототипирования, а также материалов для воссоздания объектов различного назначения, обладающих требуемыми для той или иной отрасли потребительскими качествами и характеристиками, что в конечном итоге значительно расширило поле применения технологий аддитивного производства [74, 92, 102, 116, 117, 131, 164, 168].

Современные технологии компьютерного моделирования позволяют специалистам различных отраслей медицины, в том числе и челюстно-лицевым хирургам проводить не только предоперационное планирование с использованием виртуальных моделей дефективных зон, но и непосредственно проектировать, а также создавать с помощью аддитивных технологий индивидуальные высокоточные физические модели зоны повреждения [24, 45, 55, 58, 61, 75, 81, 90, 91, 144, 158, 173]. В свою очередь наличие подобных средств визуализации областей повреждения уже на предоперационном этапе делает возможным разработку индивидуализированных аугментов костных дефектов с учетом всех особенностей строения анатомических структур конкретного пациента [80, 131, 128, 163, 168, 171]. Особый интерес в данном случае представляет технология селективного лазерного спекания порошковых материалов (SLS).

SLS или Selective Laser Sintering — технология аддитивного производства, основанная на послойном спекании порошковых материалов (полиамиды, пластик) с помощью луча лазера. SLS-технология производит лишь частичное плавление поверхности частиц, необходимое для спекания их вместе.

Процесс печати по технологии Selective Laser Sintering заключается в послойном спекании частиц порошкообразного материала до образования физического объекта по заданной CAD-модели. Спекание материала происходит

под воздействием луча одного или нескольких лазеров. Перед началом процесса построения расходный материал разогревается почти до температуры плавления, что облегчает и ускоряет работу SLS-установки.

Особенностью данной технологии является отсутствие поддерживающей структуры, что значительно облегчает дальнейшую постобработку готового изделия. Роль поддержки в этом случае выполняет «подушка» из самого порошка. Остатки порошка легко удаляются с готового изделия при помощи струи сжатого воздуха.

Немаловажным является полное отсутствие кислорода в процессе аддитивного производства, позволяющее избегать оксидации расходного материала, что открывает принципиально важный раздел аддитивных технологий для медицинских специальностей - печать такими материалами, как титан.

Использование аддитивных технологий в лечении пациентов с травматическими повреждениями лицевого скелета позволит индивидуализировать весь процесс и, как следствие, добиться наилучших результатов лечения и успешной реабилитации данной группы пациентов [5, 14, 18, 21, 29, 26, 28, 31, 43].

Таким образом, современная концепция лечения пациентов с переломами черепно-лицевой зоны основывается на следующих постулатах:

1. Мультидисциплинарный подход, включающий всех врачей смежных специальностей в зависимости от специфики повреждений пациента.
2. Применение современных методов визуализации.
3. Проведение оперативных вмешательств в оптимальные сроки.
4. Лечение, особенно хирургическое, должно проводиться в соответствии с самыми высокими стандартами, включая современные оперативные техники и инструментарий. В черепно-лицевой травматологии это подразумевает применение современных систем фиксации, аугментов для замещения различных мягкотканых и костных дефектов [60, 98, 125, 134, 135, 140, 175], а в некоторых случаях, применение эндоскопической техники и навигационных систем [11, 24, 126].

Помимо технологий аддитивного производства, внимания заслуживают такие технологии 3D-моделирования, как волюметрический анализ глазниц [78] с последующим построением конечноэлементных реконструкций для более наглядной оценки как предстоящей реконструкции, так и ее результатов. Стоит обратить внимание, что одним из показаний к хирургическому лечению является увеличение объема поврежденной глазницы на 2 и более мл, так как в этом случае значительно повышается риск развития посттравматического энофтальма, приводящего не только к косметическим, но и функциональным нарушениям. Данная техника описана в работах зарубежных авторов и используется в хирургической практике при выполнении реконструктивных операций, в то время как в России волюметрический анализ при планировании подобных вмешательств практически не используется [69, 83, 128, 136, 156].

1.3 Использование титановых аугментов в качестве медицинских изделий

Согласно историческим данным, первая операция остеосинтеза была проведена в 1873 году, когда G. Lister соединил отломки надколенника человека посредством костного шва. В России же первую операцию остеосинтеза произвели Н.В. Склифосовский и И.И. Насилов.

В 1951 году Gottlieb Leventhal провел исследование с целью определения биологической совместимости титанового сплава Ti6Al4V с тканями живого организма и получил отличные результаты относительно широко применяемых на тот момент имплантатов из нержавеющей стали и кобальт-хромового сплава, также известного под названием Виталлий.

Благодаря расширенному исследованию титановых сплавов в 1950-х годах, были разработаны несколько типов высокопрочных титановых сплавов, наиболее важным из которых стал Ti6Al4V.

Тем не менее, несмотря на достаточно важное открытие, производители медицинских изделий не обратили должного внимания на результаты

исследования G. Leventhal. Лишь в середине 1960-х годов сплав Ti6Al4V начал свое распространение в качестве материала для изготовления различных имплантатов.

В настоящее время титан и его сплавы являются основным материалом для изготовления металлоконструкций, имплантируемых в тело человека, в травматологии и ортопедии, а также черепно-лицевой хирургии [6, 21, 28, 35, 92, 116, 117]. Кроме того, активное распространение получило комбинированное лечение пациентов с применением титановых аугментов и цифрового моделирования [53, 82, 94, 122, 154].

Наиболее широко распространенным в рутинной практике видом аугмента, применяемого для замещения костных дефектов верхней челюсти в области нижней стенки орбиты, на сегодняшний день являются титановые сетки, изготовленные фабричным способом. К достоинствам данных конструкций можно отнести их доступность, возможность придания необходимых формы и размеров, а также способность обеспечить жесткую опору для глазного яблока и мягких тканей орбиты [52, 62, 94, 123, 125, 135, 161, 167, 173]. Несмотря на перечисленные преимущества, использование стандартных титановых сеток не позволяет в некоторых ситуациях добиться полноценного восстановления конфигурации поврежденной глазницы по причине необходимости мануального моделирования заготовки будущего аугмента, а при отсутствии необходимых ориентиров, полноценная реконструкция дефекта становится задачей практически невыполнимой [52, 54, 92, 103, 118, 119, 124, 133, 134, 145, 147, 165].

Определенным шагом на пути к индивидуализации титановых аугментов стало появление на рынке так называемых преформированных пластин, также изготовленных фабрично, но уже адаптированных к выполнению ряда конкретных задач, а именно, восстановлению дефектов стенок орбиты, в том числе дна и медиальной ее стенки. Адаптация в данном случае сводится к выпуску пластин с уже сформированными контурами соответственно стенкам орбиты. Данное решение позволило повысить качество выполняемой реконструкции и сократить время оперативного вмешательства [7, 76], но при

этом сохранив необходимость интраоперационного моделирования аугмента.

Применение аддитивных технологий в медицине

К преимуществам цифровых моделей относится не только произвольность формы [10, 14, 43], но и возможность их моментальной передачи в любую точку мира, что позволяет организовать локальное производство в мировых масштабах [61, 90, 102, 164]. Еще одной важной особенностью технологий аддитивного производства является близость получаемой формы изделия к заданной, что существенно сокращает расходы материала и отходы производства. Совместное исследование European Aeronautic Defense and Space Company (Бристоль, Великобритания) и EOS Innovation Center (Уорвик, Великобритания) показало, что экономия сырья с применением аддитивных технологий в производстве может достигать 75%. Благодаря всем этим качествам, аддитивное производство, в сравнении с традиционными производственными технологиями, обладает значительным потенциалом в том, что касается сокращения затрат, энергосбережения и снижения вредных выбросов в атмосферу.

Уникальные возможности аддитивных технологий обеспечивают следующие преимущества [26, 55, 61, 90]:

- сокращение сроков и стоимости запуска изделия в производство благодаря отсутствию необходимости в специализированной инструментальной оснастке;
- возможность и экономическая целесообразность мелкосерийного производства;
- оперативные изменения в проекте на этапе производства;
- функциональная оптимизация продукции;
- экономическая целесообразность производства кастомизированной продукции;
- сокращение потерь и отходов производства;
- возможности для упрощения логистики, сокращения времени поставок,

уменьшения объемов складских запасов;

– индивидуализация дизайна.

В силу развития аддитивного производства, понятие технологий «быстрого прототипирования» на данный момент исчерпало себя, так как современные тенденции аддитивных технологий позволяют создавать не просто прототипы, а полноценные функциональные модели различного назначения [74], что диктует необходимость разработки новых материалов и модернизации уже существующих, а также повышение требований к ним [137].

Потребность в изделиях медицинского назначения, в том числе для работы по профилю черепно-челюстно-лицевой хирургии достаточно широка [74]. Оценка, проводимая с применением информационно-аналитической системы Спарк-Маркетинг, показывает, что на первый квартал 2018 года эта потребность составила порядка 1223 млн руб. [19].

Таким образом, в современной стоматологии, челюстно-лицевой хирургии, травматологии, биомедицинской инженерии в настоящее время активно формируется новый тренд: использование аддитивных технологий для высокоточного производства изделий сложной геометрической формы. На российском рынке биоинженерных изделий данные научно-технологические идеи начинают свой путь к внедрению в практическое здравоохранение.

Глава 2.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследуемые группы пациентов представлены лицами мужского и женского пола в возрасте от 18 до 60 лет с наличием переломов костей средней зоны лицевого скелета, а именно верхней челюсти в области нижней стенки орбиты. Протокол исследования представлен на рис.1.

Пациенты с переломами верхней челюсти в области нижней стенки глазницы



Рисунок 1 — Протокол исследования

Выполнено одноцентровое, рандомизированное, контролируемое, параллельное, открытое, проспективное исследование, в которое было включено

84 пациента с наличием перелома верхней челюсти в области нижней стенки орбиты костей.

Дизайн исследования включает анализ групп, критерии деления – выбор титановых аугментов для реконструктивной хирургии костных дефектов. Для реализации поставленной цели и задач использованы общенаучные методы познания (наблюдение, анализ, синтез, описание) в сочетании с методами доказательной медицины (клинический, лабораторный, инструментальный, статистический).

После проведенного обследования, пациенты были рандомизированы на две группы: основная и группа сравнения (ГС). Последняя включила в себя две подгруппы: подгруппа 1 (ПГ 1), в которой хирургическое лечение было выполнено с применением интраоперационно адаптированных преформированных титановых пластин системы Matrix MidFace (De Puy Synthes, Швейцария), и подгруппа 2 (ПГ 2), где замещение костного дефекта области повреждения было проведено с использованием стандартных титановых аугментов Stryker Dynamic Mesh (Stryker Medical, США) и других производителей, путем интраоперационного их моделирования. В основной группе оперативное лечение осуществлялось с помощью преформированных титановых аугментов костных дефектов Matrix MidFace, которые были индивидуализированы на предоперационном этапе с помощью высокоточных физических моделей области повреждения конкретного пациента, изготовленных методом селективного лазерного спекания порошковых материалов. Распределение больных по группам проводилось на основании специально разработанных критериев, а также при обязательном наличии информированного добровольного согласия пациентов. Дизайн исследования одобрен заключением локального этического комитета Уральского государственного медицинского университета (выписка из протокола №8 от 18 октября 2018 года).

2.1 Материалы исследования

В ходе исследования был проведен ретроспективный анализ историй болезней 190 пациентов мужского и женского пола, возрастной категории от 18 до 65 лет, находившихся на лечении в нейрохирургическом отделении центральной городской клинической больницы №23 г. Екатеринбурга с изолированными и сочетанными травматическими повреждениями костей лицевого скелета, в частности с повреждениями костных структур орбит за период с 01.01.2017 по 31.12.2017 г., по результатам которого наиболее распространенным вариантом орбитальной травмы стал изолированный перелом нижней стенки орбиты (68 случаев), а также сочетание перелома нижней стенки орбиты и скуло-орбитального комплекса (59 случаев).

Характеристика исследуемых групп

В клиническом этапе работы участие принимали 84 пациентов, подписавших информированное добровольное согласие, соответствующие разработанным критериям включения/исключения и подразделенные на следующие группы:

- основная группа (n=30);
- группа сравнения № 1 (n=30);
- группа сравнения № 2 (n=24).

Критерии включения:

- лица мужского и женского пола в возрасте от 18 до 60 лет включительно;
- наличие костного дефекта средней зоны лицевого скелета (костные стенки орбиты);
- наличие показаний к хирургическому лечению;
- согласие пациента на оперативное вмешательство;
- отсутствие в анамнезе тяжелой соматической патологии в стадии суб- и декомпенсации.

Критерии исключения:

- лица мужского и женского пола моложе 18 и старше 60 лет;
- отказ от оперативного вмешательства;
- наличие костного дефекта средней зоны лицевого скелета без значимых смещений;
- отсутствие показаний к хирургическому лечению;
- наличие сахарного диабета 1, 2 типов в стадии суб- и декомпенсации;
- наличие в анамнезе тяжелой соматической патологии в стадии суб- и декомпенсации.

Согласно Международной классификации болезней десятого пересмотра (МКБ-10), всем пациентам был установлен диагноз S02.4.

2.2 Методы исследования

Пациентам исследуемых групп проводилось обследование в следующем объеме:

1. Общеклинические методы:

- сбор жалоб;
- сбор анамнеза настоящего заболевания;
- сбор анамнеза жизни;
- внешний осмотр;
- пальпация костей лицевого скелета.

2. Офтальмологический методы:

- измерение высоты зрачковых линий;
- исследование остроты зрения с помощью предметов, а также специализированной зрительной шкалы;
- периметрия (тест зрительных полей) с помощью сферопериметра Гольдмана;
- оценка глазодвигательной активности;
- оценка положения глазных яблок;

- оценка зрачкового рефлекса;
- бесконтактная тонометрия;
- офтальмоскопия;

3. Стоматологические методы:

- осмотр полости рта;
- индексная оценка гигиены полости рта.

4. Неврологические методы:

- стато-координаторные пробы.

5. Лучевые методы (компьютерная томография костей лицевого скелета, флюорография).

6. Лабораторные методы:

– общий и биохимический анализ крови, общий анализ мочи и др. анализы, необходимые для плановой госпитализации.

При наличии соответствующих показаний проводились консультации врачей смежных специальностей: офтальмолог, невролог, нейрохирург, оториноларинголог и др.

В рамках предоперационного обследования оценивались следующие критерии:

- жалобы на момент поступления;
- наличие/отсутствие нарушения конфигурации лица;
- причина изменения конфигурации лица (посттравматический отек, деформация костей лицевого скелета);
- нарушение чувствительности мягких тканей в зоне повреждения (парестезии);
- наличие/отсутствие диплопии;
- нарушение положения глазного яблока:
 - гипофтальзм (<2мм, >2мм),
 - экзофтальзм (<2мм, >2мм),
 - энофтальзм (<2мм, >2мм);

7. Нарушения глазодвигательной активности.

8. Оценка изменения объема орбиты на стороне повреждения.

В объем обследования также включены исследования остроты зрения, тест зрительного поля, тест глазодвигательной активности, бинокулярного зрения, позиции глазных яблок, тест зрачкового рефлекса, а также внутриглазного давления. Кроме того, в отдаленном послеоперационном периоде (через 3 месяца после хирургического вмешательства) было проведено измерение так называемой высоты зрачковых линий (pupillary height) с применением специального градуированного прибора для измерения межзрачкового расстояния и зрачковой высоты.

Исследование остроты зрения и тест зрительных полей на этапе междисциплинарного обследования пациентов выполнялось специалистом-офтальмологом.

Следующим этапом производилась оценка глазодвигательной активности, при которой пациент также должен был следить за пальцем врача, при этом последний смещал палец латерально, а также вверх и книзу, что позволяло оценить функциональное состояние экстраокулярных мышц.

Оценка позиции глазных яблок представляет собой простой тест, проводимый с применением шпателя. Пациента просили направить взор вперед и на уровне межзрачковой линии устанавливался инструмент (плоский шпатель). В норме зрачки обоих глазных яблок должны находиться на одном уровне. Контроль позиции глазных яблок должен проводиться как над уровнем глазных яблок, так и ниже, когда пациента просят запрокинуть голову кзади для оценки лицевой симметрии/асимметрии.

Источник света использовался для оценки зрачкового рефлекса пациента.

На основании проведенного обследования, методом случайных чисел была проведена рандомизация пациентов на две группы: основная группа и группа сравнения, включавшая в себя две подгруппы (табл. 1).

Таблица 1 — исследуемые группы пациентов

	Основная группа (преформированные аугменты, индивидуализирован ные на предоперационном этапе)	ПГ 1 (преформированные аугменты, адаптированные интраоперационно)	ПГ 2 (стандартные аугменты)	Итого
Кол-во пациентов	30	24	30	84

Кроме общего осмотра, лучевых методов исследования, консультации смежных специалистов, всем наблюдаемым выполняли и лабораторные исследования, которые включали: клинический анализ крови, общий анализ мочи, определение уровня (концентрации) глюкозы в крови (осуществляли лицам старше 40 лет и при наличии сопутствующего сахарного диабета), производилось и биохимическое исследование крови, включавшие в себя определение ряда показателей, по которым можно было судить о состоянии обменных процессов в организме. Назначались также и серологические реакции на сифилис, гепатиты В, С, а также определение ВИЧ-статуса.

По клиническому анализу крови определяли количество лейкоцитов (референсные значения – $4,5-11 \times 10^9/\text{л}$), эритроцитов (референсные значения – $3,6-5,2 \times 10^{12}/\text{л}$), скорость оседания эритроцитов (СОЭ) по Вестергрену (референсные значения до 50 лет: мужчины – 0-15, женщины – 0-20 мм/ч, старше 50 лет: мужчины – 0-20, женщины – 0-30 мм/ч).

Результаты биохимического анализа крови оценивали по количеству С-реактивного белка (СРБ) (референсные значения – $<5 \text{ мг/л}$), уровню содержания глюкозы в крови (референсные значения – $3,30-5,50 \text{ ммоль/л}$), количества общего белка (референсные значения – $64-84 \text{ г/л}$), билирубина (референсные значения – $5-20 \text{ мкмоль/л}$), креатинина (референсные значения – $53-115 \text{ мкмоль/л}$) и др., по показаниям.

Кроме того, всем наблюдаемым производили комплексное гематологическое исследование (гемостазиограмма), направленное на оценку состояния системы гемостаза (свертывание крови). Коагулограмма – сочетает в себя несколько показателей, указывающих на состояние свёртывающей системы крови, в том числе: содержание протромбина (протромбин по Квику, протромбиновый индекс или ПТИ (референсные значения – 70 -140 %); показатель – международное нормализованное отношение (МНО) (референсные значения – 0,9 - 1,2); активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ) относят к одному из самых часто назначаемых анализов крови на гемостаз (референсные значения – 25,4 -39,9 сек.) и др. по показаниям.

Забор материал осуществлялся в процедурном кабинете, место доступа - из вены. Общий анализ крови проводился по SLS-методу (реакция с лаурилсульфатом натрия), автоматически на аппарате Sysmex XT-4000i, Sysmex, Япония.

Для определения лейкоцитарной формулы была использована микроскопия с окрашиванием гематологического мазка автоматически на аппарате Nemattek2000 /Axiostar, Bayer/Zeiss, Германия.

Пациентам основной группы пластика костного дефекта была выполнена с применением преформированных титановых аугментов, индивидуализированных на предоперационном этапе с помощью высокоточных моделей зоны дефекта, изготовленных с учетом всех анатомических особенностей строения конкретного пациента, на основе аддитивных технологий из полиамида. В ПГ 1 группы сравнения лечение проводилось с применением преформированных титановых пластин Matrix MidFace, адаптированных к области перелома непосредственно во время оперативного вмешательства. Больным ПГ 2 группы сравнения хирургическое лечение проведено по общепринятой методике с применением стандартных титановых сеток, моделирование и адаптация к области костного дефекта которых выполнялось интраоперационно.

В качестве метода фиксации аугментов костных дефектов как в основной группе, так и в группах сравнения был выбран вариант с применением

стандартных титановых винтов.

Были определены следующие показания к оперативному лечению:

- наличие диплопии;
- смещение отломков более 2 мм;
- пролабирование/ущемление содержимого орбиты в зоне костного дефекта;
- костный дефект размерами более 2 см²;
- значительные гипо-, энофтальм (более 2 мм);
- затруднение движений глазного яблока на стороне поражения;
- увеличение объема орбиты более 8% (около 2 мл), что при отсутствии хирургического лечения является неблагоприятным прогностическим признаком, так как увеличение объема глазницы на каждый миллилитр в результате приводит к развитию энофтальма на 1 мм.

Помимо общеклинического осмотра объем первичного обследования также включал в себя оценку стоматологического статуса пациентов, так как состояние полости рта играет немаловажную роль в обеспечении хорошего уровня качества жизни.

Обследование полости рта проводилось по следующим параметрам:

- оценка индекса КПУз;
- упрощенный индекс Грина-Вермильона (ИГРу);
- папиллярно-маргинально-альвеолярный индекс (ПМА).

Оценка индекса КПУз проводилась следующим образом: при обследовании полости рта учитывалось количество зубов с кариозными поражениями (К), пломбированных (П) и удаленных (У) зубов, при этом зубы, имеющие одновременно пломбу и кариозные полости, считаются кариозными (табл. 6), после чего производился расчет коэффициента интенсивности поражения кариесом по формуле:

$$\text{Интенсивность кариеса} = \frac{\text{сумма КПУ обследованных}}{\text{число пациентов с кариозными поражениями}} \quad (1)$$

Гигиенический индекс Грина-Вермильона подразумевает собой оценку площади поверхности зуба, покрытой неминерализованными (мягкий зубной налет) и минерализованными зубными отложениями (зубной камень). Для определения данного индекса были исследованы буккальные поверхности зубов 1.6 и 2.6, лингвальные поверхности зубов 3.6 и 4.6, а также вестибулярные поверхности 1.1 и 3.1 зубов. Расчет индекса производился по следующей формуле:

$$\text{ИГР} - \text{У} = \frac{\text{сумма значений мягкого зубного налета}}{\text{количество поверхностей}} + \frac{\text{сумма значений зубного камня}}{\text{количество поверхностей}} \quad (2)$$

Вычисление индекса РМА производилось с целью определения гигиенического состояния слизистой оболочки альвеолярных отростков. Была выполнена оценка состояния десен в области всех зубов согласно балльной шкале от 1 до 3, где:

1 балл – воспаление в области десневого сосочка;

2 балла – воспаление в области десневого сосочка и маргинальной части десны;

3 балла – воспаление в области десневого сосочка маргинальной и альвеолярной частей десны.

После подсчета количества баллов производилось вычисление результатов по соответствующей формуле:

$$\text{РМА}(\%) = \frac{\text{сумма показателей}}{3 \cdot \text{количество зубов}} \quad (3)$$

Значения индекса до 30% включительно означали легкую степень гингивита, при показателе от 31% до 60% – гингивит средней степени тяжести и от 61% говорили о наличии тяжелой степени гингивита.

В целях более детальной диагностики и дополнительной визуализации области повреждения, помимо рентгенографии грудной клетки, всем пациентам основной группы и группы сравнения была проведена мультиспиральная

компьютерная томография костей лицевого скелета. При этом обращает на себя внимание тот факт, что данный метод на сегодняшний день является золотым стандартом в диагностике травматических повреждений костей черепно-лицевой области. Исследование проводилось с применением компьютерного томографа Toshiba Aquilion 64.

Изготовление индивидуализированных аугментов

Материалы для реконструкции костных дефектов были представлены двумя видами:

1. Стандартные титановые сетки Stryker Dynamic Mesh толщиной 0,6 мм производства компании Stryker Medical (США) (рис.2Б), Jeil Mesh Membrane (Jeil Medical Corporation, Южная Корея) (рис. 2А), выполненные из чистого титана в соответствии со стандартом ASTM F-67.

2. Преформированная пластина системы Matrix MidFace Preformed Orbital Plates толщиной 0,5 мм, производства компании DePuy Synthes (Швейцария), изготовленная также из чистого титана (рис. 3).

Полиамидный порошок марки PA 2200 в аддитивном производстве различных конструкций хорошо зарекомендовал себя как материал, сочетающий оптимальные значения прочности, жесткости и химической устойчивости, демонстрируя при этом прекрасные показатели уровня детализации готового изделия, что особенно важно для применения данного материала в целях создания конструкций медицинского назначения: различных направляющих, шаблонов и анатомических моделей. В соответствии с международными стандартами EN ISO 10993-1 and USP/level VI/121°C, данный материал является биосовместимым (рис. 4).

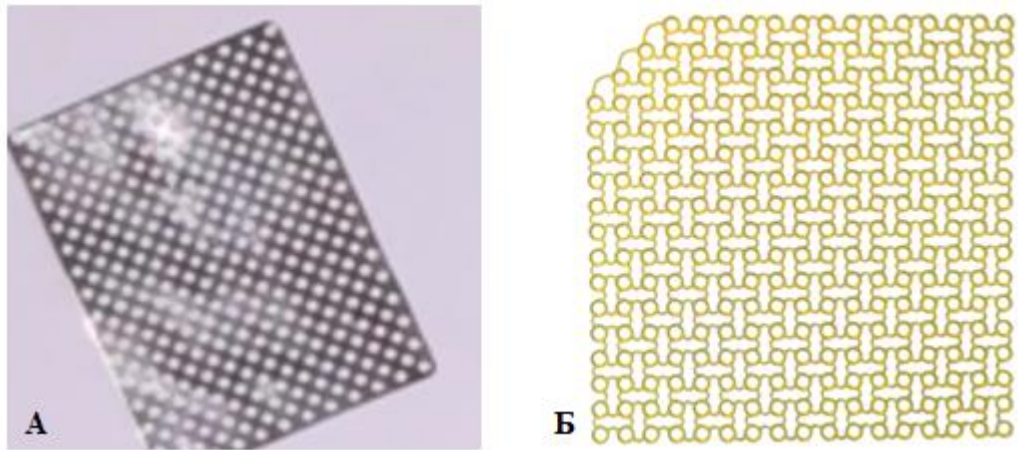


Рисунок 2 — А – титановая сетка Jeil Mesh Membrane (Jeil Medical Corporation, South Korea); Б – титановая сетка Stryker Dynamic Mesh (Stryker Medical, USA)



Рисунок 3 — Преформированный сетчатый аугмент MatrixMIDFACE Preformed Orbital Plates (DePuy Synthes, Switzerland)



Рисунок 4 — Полиамидный порошок марки PA 2200

Обработка срезов компьютерных томограмм пациентов и изготовление индивидуальных моделей областей повреждения производилась на базе Инновационно-внедренческого центра «Региональный инжиниринговый центр» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский Федеральный университет имени первого Президента Российской Федерации Б. Н. Ельцина» (ИВЦ «РИЦ» ФГБОУ ВО УрФУ им. Б. Н. Ельцина).

Производство высокоточных индивидуальных моделей областей повреждения было осуществлено на базе ИВЦ «РИЦ» ФГБОУ ВО УрФУ им. Б. Н. Ельцина с применением аддитивных технологий на установке EOSINT P396 (EOS GmbH - Electro Optical Systems, Германия).

Для более детальной диагностики и обеспечения условий объективного сравнения техник оперативного вмешательства при данной патологии были применены технологий математического моделирования, которые заключались в дополнительной обработке срезов компьютерных томограмм пациентов с созданием индивидуальных 3D-моделей дефективных зон.

Обработка компьютерных томограмм, создание и редактирование виртуальных 3D-моделей зон повреждения было произведено с применением программного пакета Materialise Mimics Medical и Mimics 3-Matic (Materialise Software, NV).

Результаты компьютерной томографии были записаны на компакт-диск DVD-R с присвоением индивидуального номера, который соответствовал номеру истории болезни пациента. Далее, данные КТ выгружались в программный пакет Materialise Mimics Medical, где производились расчет и создание трехмерного конечно-элементного макета области повреждения (рис. 5), а также волнометрический анализ орбит на пред- и послеоперационном периодах (рис. 6). Дальнейшая обработка созданной 3D-модели производилась путем выгрузки STL-файла области построения в рабочую среду программного обеспечения Mimics 3-Matic. Здесь проводились манипуляции по оптимизации виртуального макета, и при отсутствии необходимых ориентиров выполнялось дополнительное их

построение с применением технологии зеркального воспроизведения, симметрично противоположной неповрежденной стороне.

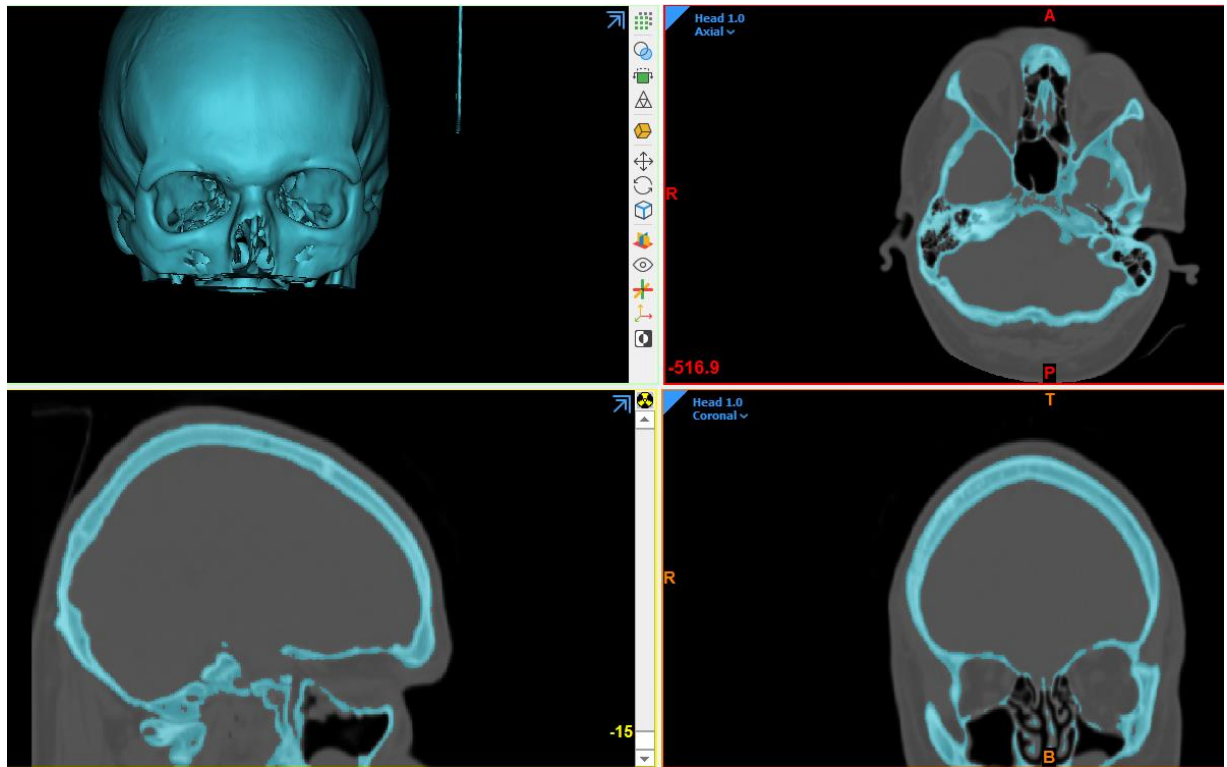


Рисунок 5 — Срезы КТ головы пациента Ч. ИБ №44328 с построением трехмерной модели области исследования

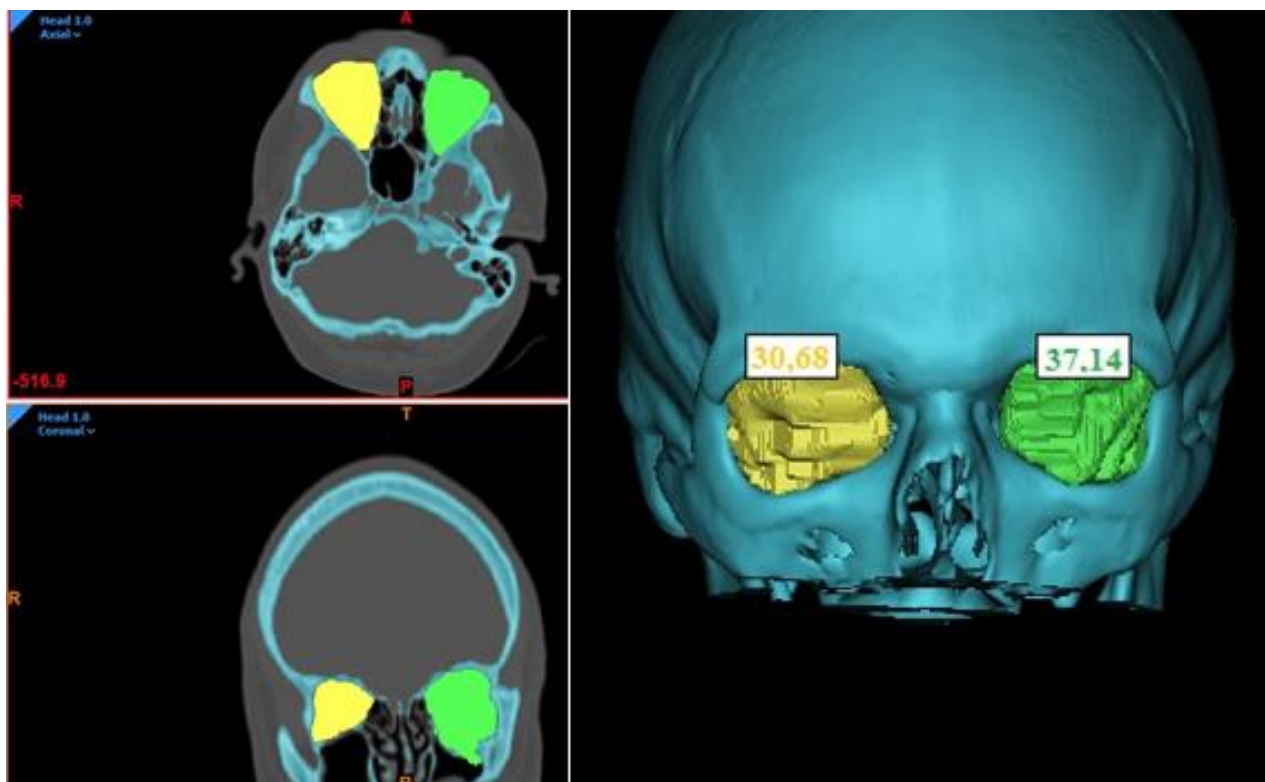


Рисунок 6 — Воллюметрический анализ глазниц пациента Ч. ИБ №44328 с построением трехмерных моделей полостей глазниц

Хирургические методы лечения

Согласно клиническому протоколу медицинской помощи при острой травме тканей лица, головы и шеи, утвержденному Стоматологической Ассоциацией России (СтАР), оперативное вмешательство пациентам основной группы и групп сравнения выполнялось под эндотрахеальным наркозом, с применением ингаляционного препарата для наркоза Sevoflurane (Севофлуран).

На хирургическом этапе, после асептической обработки операционного поля, пациентам основной группы выполнялся пресептальный трансконъюнктивальный хирургический доступ, у больных группы сравнения визуализация операционного поля была осуществлена с помощью чрескожного субтарзального доступа на стороне повреждения (рис. 7). Выбор хирургических доступов был обусловлен эстетико-функциональными их характеристиками, так как с учетом эстетической значимости области оперативного вмешательства, к выполняемым разрезам предъявлялись сравнительно более высокие требования

не только достаточной визуализации операционного поля, но и косметического эффекта. Далее, производилась ретракция глазного яблока и орбитальной клетчатки с помощью глазного ретрактора, были скелетированы нижнеглазничный край, а также зона посттравматического дефекта верхней челюсти в области нижней стенки орбиты, после чего проводился туалет раны 3% раствором перекиси водорода. Гемостаз во всех группах осуществлялся по ходу операции.

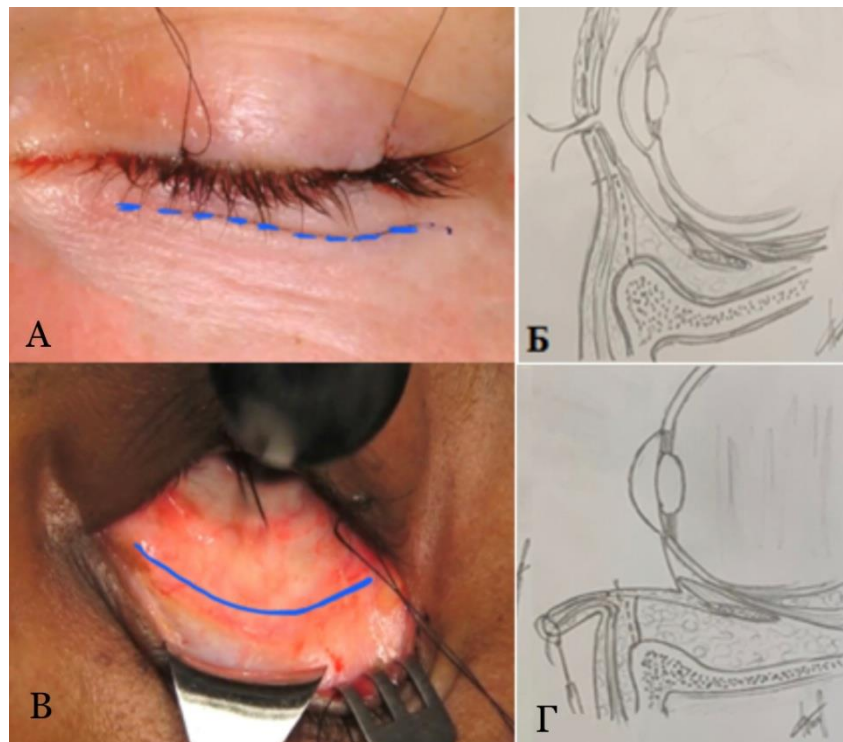


Рисунок 7 — Субтарзальный (А, Б) и трансконъюнктивальный (В, Г) хирургические доступы

Пациентам основной группы после выполнения доступа и скелетирования зоны дефекта был установлен преформированный титановый аугмент, индивидуализированный на предоперационном этапе по высокоточной модели области повреждения, которая была изготовлена по аддитивной технологии, с учетом всех анатомических особенностей строения исследуемой области конкретного пациента.

У пациентов ПГ 1 и ПГ 2 группы сравнения после визуализации

операционного поля, было проведено интраоперационное измерение зоны дефекта с помощью градуированного глазного ретрактора, обрезание и мануальное формирование титанового сетчатого аугмента соответственно размерам дефекта из стандартной заготовки, который впоследствии был уложен на область костного дефекта.

После винтовой фиксации аугментов всем пациентам был проведен тракционный тест с целью оценки объема глазодвигательной активности и профилактики ущемления орбитальной клетчатки и экстраокулярных мышц. Далее, был повторно проведен туалет раны 3% раствором перекиси водорода, после чего было выполнено послойное ушивание операционной раны узловыми швами рассасывающейся нитью Novosyn (B. Braun, Германия) 5/0, нерассасывающимся шовным материалом Prolene 5/0 (Ethicon, Шотландия).

Оценка эффективности хирургического лечения

С целью сравнительной оценки продолжительности оперативного вмешательства, а также продолжительности госпитализации проводился хронометраж указанных показателей.

Оценка точности проведенной реконструкции выполнялась с помощью инструментальных методов обследования (оценка положения зрачковых линий, положения глазных яблок), а также путем анализа срезов МСКТ и волнометрического анализа глазниц на контр-латеральных сторонах.

Для индексной оценки жалоб пациентов в пред- и послеоперационном периоде лицам исследуемых групп было предложено заполнить русифицированный вариант валидированного опросника SNOT-22, включающий в себя 22 пункта с шестью вариантами ответа для каждого (рис.8). Оценка проводилась на момент госпитализации, через 1, 3, 6 и 12 месяцев после выписки из стационара. Также при выписке пациентов проводилась интегральная оценка качества оказания медицинской помощи с использованием соответствующей шкалы уровня качества лечения (УКЛ).

№ п/п	Симптом	Не беспокоит	Почти не беспокоит	Незначительно беспокоит	Значительно беспокоит	Сильно беспокоит	Крайне сильно беспокоит	Наиболее важные пункты
1	Выделения из носа (насморк)	0	1	2	3	4	5	○
2	Заложенность носа	0	1	2	3	4	5	○
3	Чихание	0	1	2	3	4	5	○
4	Ринорея	0	1	2	3	4	5	○
5	Кашель	0	1	2	3	4	5	○
6	Постназальное затекание	0	1	2	3	4	5	○
7	Густое отделяемое из носа	0	1	2	3	4	5	○
8	Заложенность ушей	0	1	2	3	4	5	○
9	Головокружение	0	1	2	3	4	5	○
10	Боль в ухе	0	1	2	3	4	5	○
11	Лицевая боль/ощущение давления	0	1	2	3	4	5	○
12	Снижение обоняния/вкуса	0	1	2	3	4	5	○
13	Трудности при засыпании	0	1	2	3	4	5	○
14	Ночные пробуждения	0	1	2	3	4	5	○
15	Отсутствие полноценного ночного сна	0	1	2	3	4	5	○
16	Разбитость после пробуждения	0	1	2	3	4	5	○
17	Утомляемость	0	1	2	3	4	5	○
18	Снижение работоспособности	0	1	2	3	4	5	○
19	Снижение концентрации внимания	0	1	2	3	4	5	○
20	Разочарованность/тревожность/ раздраженность	0	1	2	3	4	5	○
21	Уныние	0	1	2	3	4	5	○
22	Растерянность	0	1	2	3	4	5	○

Рисунок 8 — Опросник SNOT-22

Кроме того, в целях сравнительной оценки послеоперационных рубцов, через 3, 6 и 12 месяца после выписки, у всех пациентов была проведена индексная оценка по Ванкуверской шкале оценки рубцов (рис. 9).

Параметр	Характеристика рубца	Баллы
Пигментация	Нормальный	0
	Гипопигментация	1
	Смешанная пигментация	2
	Гиперпигментация	3
Васкуляризация	Нормальный	0
	Розовый	1
	Красный	2
	Багровый	3
Эластичность	Нормальный	0
	Эластичный	1
	Упругий (поддается давлению)	2
	Плотный (несжимаемый, но смещаемый)	3
	Спаянный с тканями, приводящий к натяжению	4
	Контрактура (устойчивое укорочение рубца)	5
Высота/толщина, мм	Плоский рубец	0
	Менее 2	1
	2–5	2
	Более 5	3

Рисунок 9 — Ванкуверская шкала VSS для оценки послеоперационных рубцов

Для оценки качества жизни на этапах лечения был использован в том числе и валидированный опросник оценки стоматологического здоровья ОНП-49-RU (Гилева О.С., 2009 г.). Данный опросник позволил оценить динамику качества жизни пациентов с позиции стоматологического здоровья на момент госпитализации, на момент окончания стационарного этапа лечения и в течение 12 месяцев после выписки из стационара. При оценке полученных результатов обращает на себя внимание обратная зависимость их интерпретации: чем ниже показатель, тем более высоким является уровень качества жизни.

После выписки из стационара проводилось диспансерное наблюдение больных сроком до 36 месяцев с момента выписки: это плановые осмотры через 1, 3, 6 месяцев и далее, по мере необходимости, 1 раз в год. Осмотры проводились врачом челюстно-лицевым хирургом с привлечением специалистов смежных специальностей – по необходимости (нейрохирург, оториноларинголог и офтальмолог). В течение диспансерного наблюдения, при наличии соответствующей потребности, проводилось назначение и дополнительных реабилитационных физиотерапевтических мероприятий: магнитотерапия и дарсонвализация; гимнастика для глаз – которые способствовали ускоренному и более полноценному восстановлению после полученных травм. Рекомендации по гигиене полости рта включали в себя: подбор средств гигиены, исходя из конкретной ситуации; обучение правильной технике чистки зубов, а также использованию дополнительных средств гигиены (флосс, межзубные ершики, ирригаторы); также с пациентами проводилась санпросветработа в виде бесед о важности и необходимости соблюдения базовых правил гигиены полости рта; кроме того, при выписке из стационара, по мере необходимости, больные направлялись к профильным специалистам (стоматолог-терапевт, стоматолог-ортопед, стоматолог-хирург, ортодонт) с целью лечения патологии твердых тканей зубов, пародонта, слизистой оболочки полости рта и рационального протезирования.

Через 3, 6 и 12 месяцев после выписки из стационара всем пациентам исследуемых групп была проведена оценка положения зрачковых линий для контроля эстетических результатов и точности выполненной реконструкции. В ходе всего динамического наблюдения на периодических осмотрах проводился контроль стоматологического статуса пациентов, где при выявлении патологии со стороны полости рта пациенты направлялись к профильным специалистам, а также давались рекомендации по профилактике стоматологических заболеваний.

Статистическая обработка полученных на этапах диагностики и лечения пациентов данных была проведена с использованием методов описательной статистики при помощи программного продукта IBM SPSS Statistics 17.0 (IBM Corporation, USA). Для расчета статистической значимости полученных данных о продолжительности оперативного вмешательства, сроках госпитализации, а также оценке жалоб пациентов согласно опросников ОНП-49-RU (Гилева О.С., 2009 г.) и SNOT-22, был использован непараметрический критерий Краскела-Уоллиса, применяемый для анализа исследуемых данных количественного типа. Оценка статистической значимости данных о точности проведенной реконструкции в сравниваемых группах, а также характеристика послеоперационных рубцов по шкале VSS были проведены с применением непараметрического критерия Краскела-Уоллиса.

Глава 3.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ

3.1 Результаты ретроспективного исследования

В ходе проведенного ретроспективного исследования был выполнен анализ 190 историй болезней пациентов мужского и женского пола в возрасте от 18 до 65 лет включительно, госпитализированных с изолированными и сочетанными травматическими повреждениями лицевого скелета, в период с 1 января по 31 декабря 2017 года. Выборка была представлена больными с изолированными переломами верхней челюсти в области нижней стенки орбиты, медиальной ее стенки, сочетанные переломы области дна глазницы и скуло-орбитального комплекса, переломы стенок глазниц в сочетании с переломами передней черепной ямки, а также с переломами верхней/нижней челюстей (табл. 3).

Таблица 3 — Распределение локализации переломов костей лицевого скелета согласно проведенному ретроспективному исследованию

Локализация перелома	Количество пациентов
Нижняя стенка глазницы	68
Медиальная стенка глазницы	19
Стенки глазницы и скуло-орбитальный комплекс	59
Стенки глазниц и нижняя челюсть	20
Стенки глазниц и верхняя челюсть	20
Стенки глазниц и передняя черепная ямка	4

Согласно полученным данным, наиболее часто встречались изолированные переломы верхней челюсти в области нижней стенки глазницы и сочетание их с переломами скуло-орбитального комплекса.

Кроме того, следует заметить, что основными причинами полученных повреждений были дорожно-транспортные происшествия (28,4%) и бытовые травмы (46,8%), при этом доля повторных операций вследствие послеоперационных осложнений составила 24,7% от всех проанализированных историй болезней (табл. 4).

Таблица 4 — Характеристика послеоперационных осложнений лечения переломов верхней челюсти в области нижней стенки орбиты

Вид осложнений	Частота встречаемости	
	Абс.	%
Гипоэстезия подглазничной области	18	38,3
Нарушение глазодвигательных движений	7	14,9
Малпозиция аугмента по КТ	5	10,6
Гемосинус	9	19,2
Диплопия	8	17
ИТОГО	47	100

Наиболее частыми осложнениями, по данным ретроспективного анализа, стали гипоэстезия подглазничной области, гемосинус и диплопия на стороне повреждения (табл. 3). Важным является тот факт, что более чем в 10% случаев встречались осложнения (нарушение глазодвигательной активности, диплопия, малпозиция аугмента дефекта, а также гемосинус на стороне повреждения), требующие проведения дополнительных инвазивных процедур либо ревизии области ранее проведенного оперативного вмешательства. Осложнения лечения переломов верхней челюсти в области нижней стенки глазницы при использовании стандартных материалов для реконструкции, в том числе и титановых сеток, встречались с частотой до 44%, что является весьма значимым показателем. Причем на лидирующих позициях находилась послеоперационная гипоэстезия, наблюдаемая в 38,3% случаев. Потребность в ревизии области реконструкции в связи с некорректным восстановлением целостности костных структур находилась в тесной корреляции с объемом посттравматического

дефекта и в значительной степени возрастала с увеличением объема зоны повреждения. Полученные результаты согласуются с данными современных научных исследований.

3.2 Результаты первичного обследования

Согласно результатам первичного обследования, ПГ 1 группы сравнения была представлена 30 пациентами с диагнозом перелом нижней стенки орбиты, среди них 25 мужчин и 5 женщин. ПГ 2 группы сравнения в своем составе имела 20 пациентов мужского и 4 пациентки женского пола (табл. 5). Возрастной диапазон в группах сравнения составил при этом от 18 до 60 лет включительно.

Основная группа была представлена также в количестве 30 человек, среди которых было 27 мужчин и 3 женщины в возрасте от 18 до 57 лет (табл.6). Средний возраст во всех рассматриваемых группах составил 35,48 лет, что в соответствии с классификацией ВОЗ определяется как молодой возраст (от 18 до 44 лет включительно).

Кроме того, полученные данные о возрастной категории пациентов свидетельствуют о том, что подобного рода травмам подвержено трудоспособное население, что также является важным социально-экономическим показателем.

Таблица 5 — Демографическая характеристика группы сравнения

Характеристика	Показатель	
	ПГ 1	ПГ 2
Количество пациентов	24	30
Средний возраст, лет (SD)	34,45 (10,79)	36,5 (11,25)
Min; Max	19; 57	18; 60
Мужчины (n, %)	20 (83,3%)	25 (83,3%)
Женщины (n, %)	4 (16,7%)	5 (16,7%)

Таблица 6 — Демографическая характеристика основной группы

Характеристика	Показатель
Количество пациентов	30
Средний возраст, лет (SD)	35,5 (11,17)
Min; Max	18; 57
Мужчины (n, %)	27 (90%)
Женщины (n, %)	3 (10%)

В ходе же нашего исследования основными жалобами, предъявляемыми пациентами на момент первичного осмотра, стали боль и отек мягких тканей параорбитальной, подглазничной областей соответственно стороне поражения (90%), а также онемение мягких тканей в подглазничной области на стороне повреждения (86,6%). Оценка чувствительности в зоне иннервации подглазничного нерва проводилась путем сравнения ощущения прикосновений кончиком стерильной иглы в симметричных точках на стороне повреждения и с противоположной стороны.

Кроме того, пациенты отмечали диплопию как при направлении взора вверх, так и в покое (76,6%). В 83,3% случаев больных беспокоило затруднение глазодвигательных движений на стороне повреждения, обусловленное пост-травматическим отеком различной степени выраженности, а также пролапсом орбитальной клетчатки в щель перелома либо в область дефекта нижней стенки глазницы с вовлечением экстраокулярных мышц, а именно нижней прямой мышцы глаза. Жалобы на косметический недостаток в виде нарушения положения глазного яблока беспокоили 70% пациентов подгруппы 2 (рис. 10).

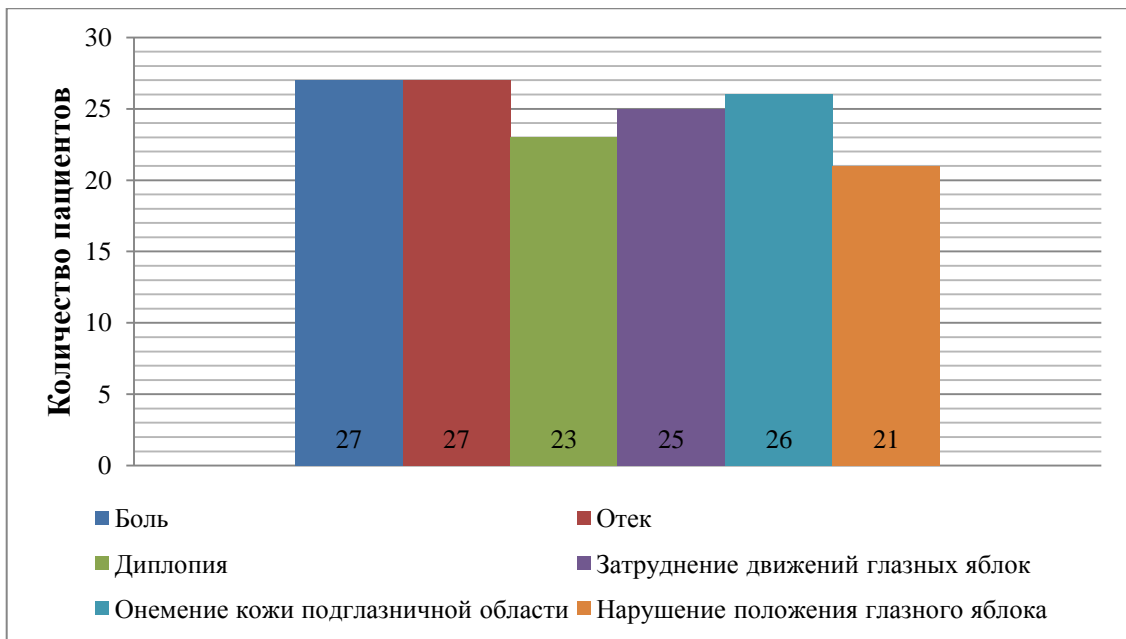


Рисунок 10 — Структура жалоб пациентов подгруппы сравнения 2

Структура жалоб пациентов подгруппы 1 оказалась примерно идентичной: всех пациентов беспокоили боль и отек в области полученной травмы, гипоэстезия подглазничной области на стороне повреждения отмечали почти 80% больных (19 чел.), жалобы на диплопию встречались у 75% пострадавших, при этом нарушение положения глазного яблока (рис.14) отмечали только 16.66% представителей ПГ 1 (рис. 11).

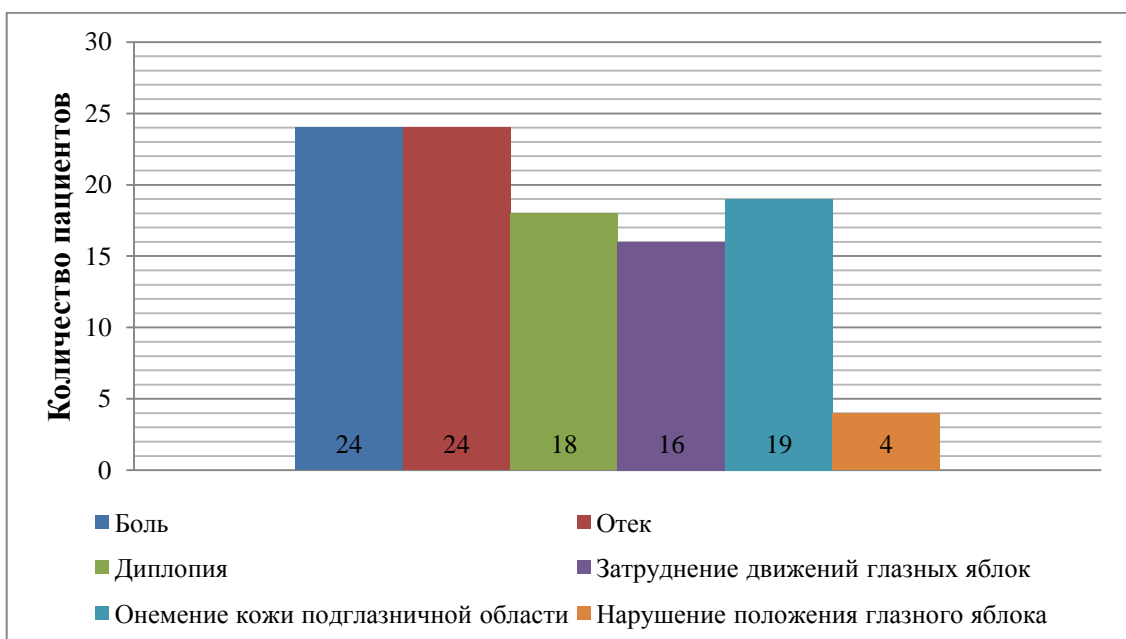


Рисунок 11 — Структура жалоб пациентов подгруппы сравнения 1

В свою очередь у пациентов основной группы (рис. 12) на передний план выступили жалобы на наличие боли и отека мягких тканей областей соответственно стороне поражения (100%), а также затруднение движений глазного яблока на стороне повреждения (86,6%) (рис. 13). Онемение мягких тканей в подглазничной области на стороне повреждения в данной группе встречалось в 70%. Оценка чувствительности в зоне иннервации подглазничного нерва проводилась путем сравнения ощущения прикосновений кончиком стерильной иглы в симметричных точках на стороне повреждения и с противоположной стороны.

Диплопию пациенты основной группы отмечали в 80% случаев.

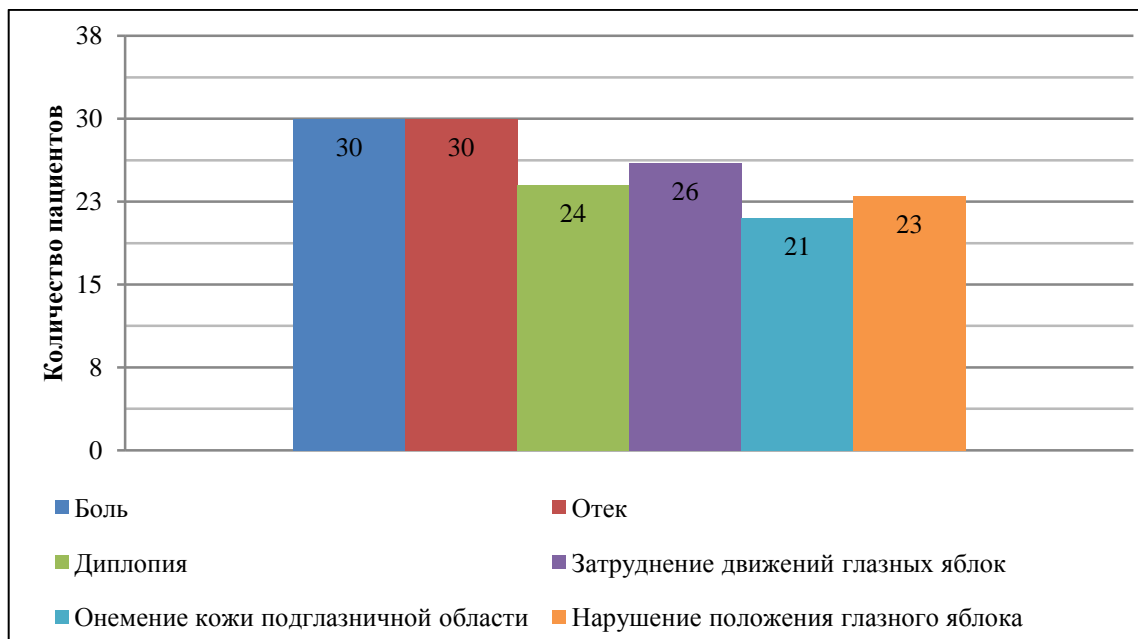


Рисунок 12 — Структура жалоб пациентов основной группы



Рисунок 13 — Внешний вид пациента Д. ИБ № 44320. На фотографии изображен вариант ограничения глазодвигательной активности при переломе нижней стенки правой орбиты с ущемлением нижней прямой мышцы глаза (при направлении взора кверху ущемленная нижняя прямая мышца не позволяет правому главному яблоку двигаться синхронно левому)



Рисунок 14 — Внешний вид пациентки Б. ИБ № 44322. На фотографии изображено выявленное при внешнем осмотре смещение правого глазного яблока кзади – экзофтальм (выделен красной стрелкой)

Распределение основных причин переломов средней зоны лицевого скелета в ПГ 1 представлены на рис. 15. Таким образом, лидирующими причинами

являлись бытовая (75%) и дорожно-транспортная (25%) травмы.

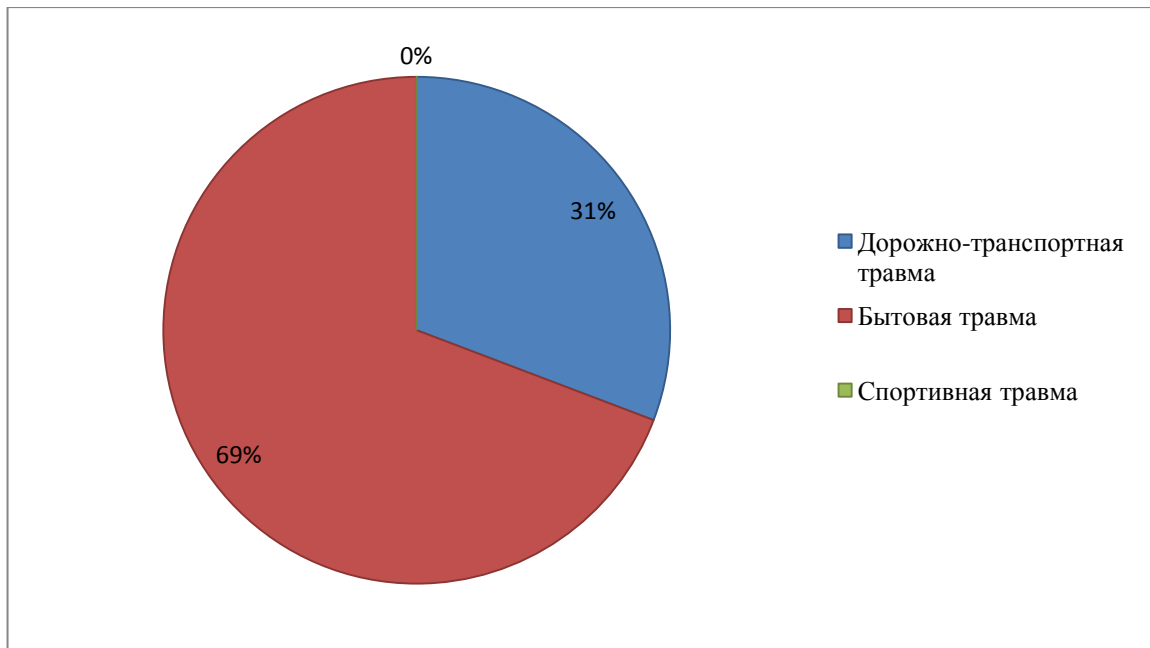


Рисунок 15 — Основные причины (механизмы) полученной травмы в ПГ 1

У всех пациентов ПГ 2 были диагностированы травмы непроизводственного характера, среди них: в 26,6% случаев - повреждения, полученные в результате дорожно-транспортных происшествий, у 10% пострадавших диагностирована спортивная травма и у 63,3% обратившихся за помощью – травма бытового характера (рис. 16).

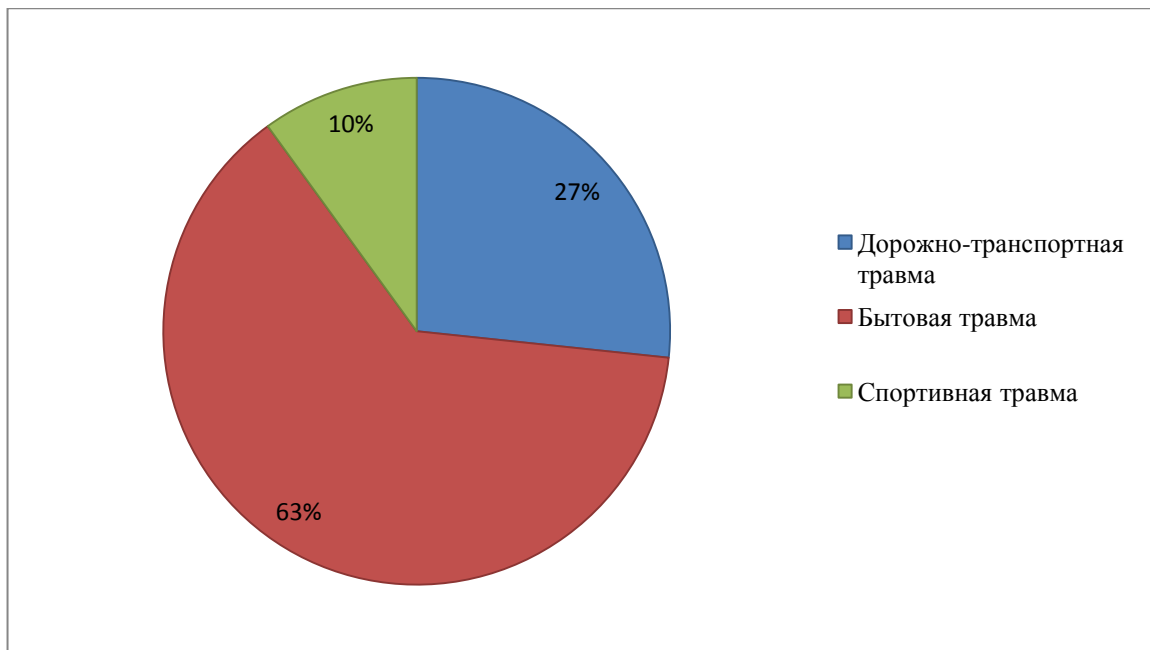


Рисунок 16 — Основные причины (механизмы) полученной травмы в ПГ 2

Структура причин полученных травм в основной группе, в целом, идентична группе сравнения: 16,7% пациентов потребовалась госпитализация в результате дорожно-транспортных происшествий, 76,7% госпитализированы с травмами бытового характера и 6,6% лиц основной группы обратились за помощью вследствие спортивной травмы (рис. 17).

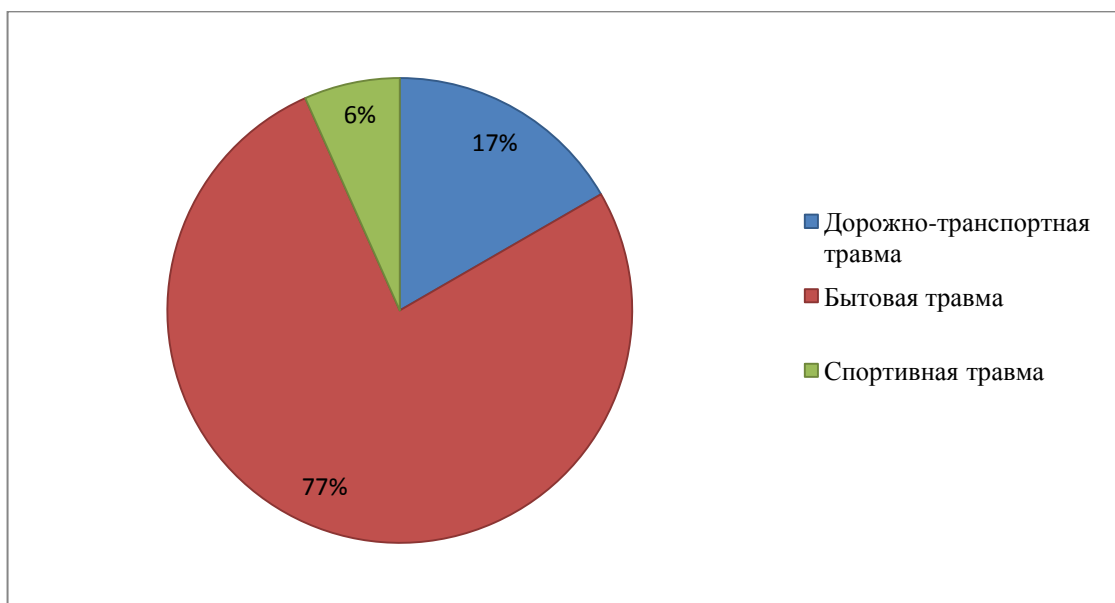


Рисунок 17 — Основные причины (механизмы) полученной травмы в основной группе

Необходимо заметить, что среди причин переломов нижней стенки орбиты

как в группе сравнения, так и в основной группе лидирующие позиции заняли бытовая (71,4%) и дорожно-транспортная травмы (26,6%), что соответствует данным мировой статистики.

Важным этапом первичного обследования пациентов с травматическими повреждениями средней зоны лица является проведение лучевой диагностики. Данный вид исследования представляет высокую ценность для клинициста, так как позволяет более детально изучить не только наличие либо отсутствие переломов костей лицевого скелета, но и вовлеченность окружающих органов и структур, которые, зачастую невозможно определить невооруженным глазом.

В качестве дополнительного метода визуализации была использована мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) с толщиной среза в 0.5 мм. По результатам проведенного обследования была определена локализация перелома нижней стенки глазницы (рис. 18-20).

Очевидными признаками перелома нижней стенки орбиты, определяемыми при проведении компьютерной томографии, являются ущемление нижней прямой мышцы глаза в линии перелома, а также наличие костного дефекта дна глазницы и различной степени выраженности пролапс орбитальной клетчатки в полость верхнечелюстной пазухи (рис. 21-26).

Косвенные симптомы, определяемые на срезах компьютерных томограмм пациентов, которые дают основания заподозрить перелом нижней стенки глазницы, представлены следующими вариантами:

1. Предлежание нижней прямой мышцы глаза к визуально неповрежденному дну глазницы в сочетании с характерной клинической картиной может свидетельствовать о возможном ущемлении фасциального футляра глазодвигательной мышцы и окружающих соединительнотканых перемычек в линии перелома по типу «закрытой дверцы».

2. Хорошо заметное на корональных срезах КТ глазницы округление брюшка нижней прямой мышцы глаза, которое может свидетельствовать либо о потере ее костной и соединительнотканной поддержки. Кроме того, данный симптом может свидетельствовать о контузии указанной глазодвигательной

мышцы (рис. 22).

3. Наличие свободной жидкости в полости верхнечелюстной пазухи (рис. 21).

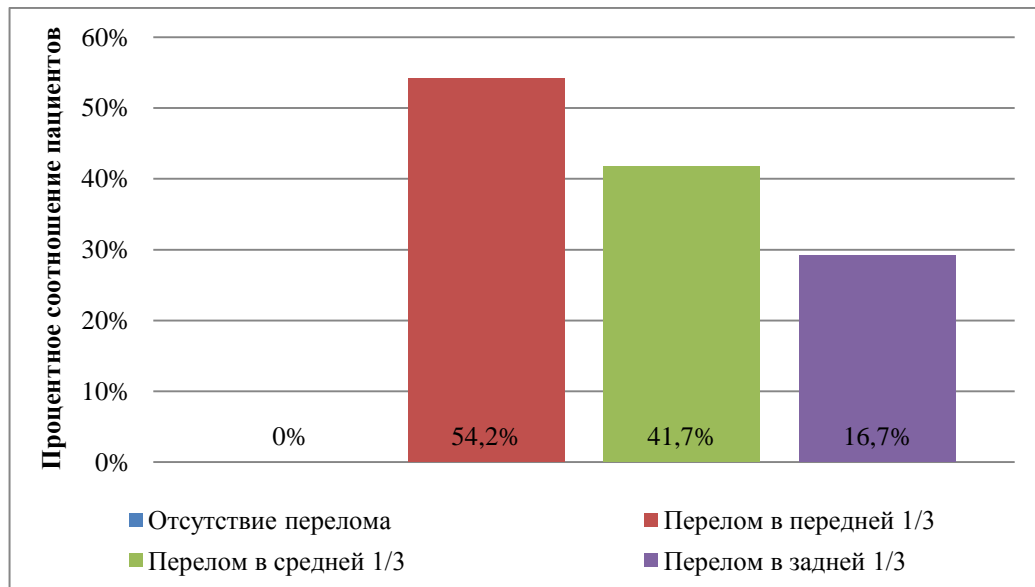


Рисунок 18 — Локализация переломов нижней стенки глазницы у пациентов подгруппы сравнения 1

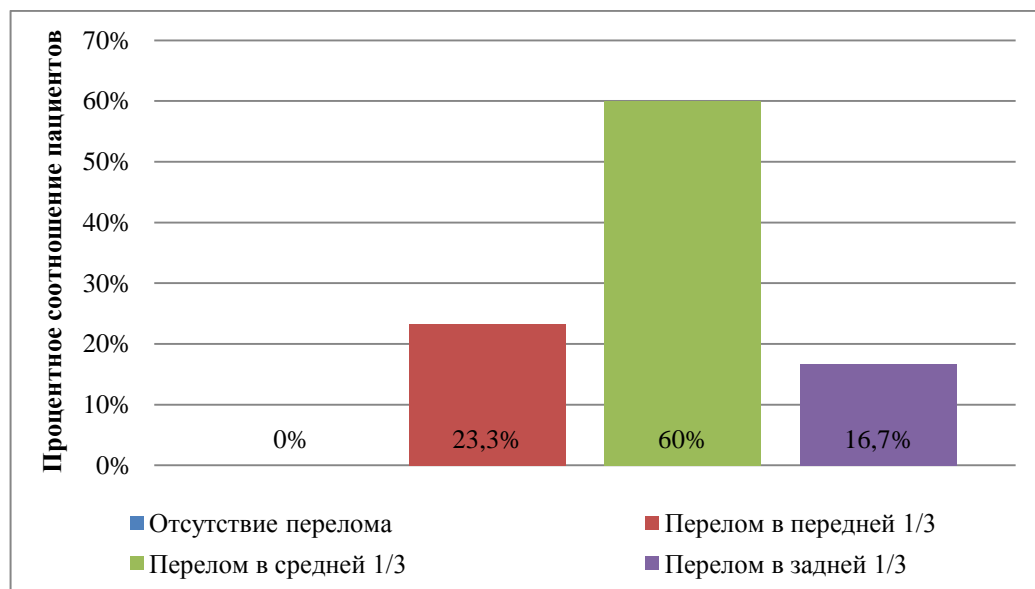


Рисунок 19 — Локализация переломов нижней стенки глазницы у пациентов подгруппы сравнения 2

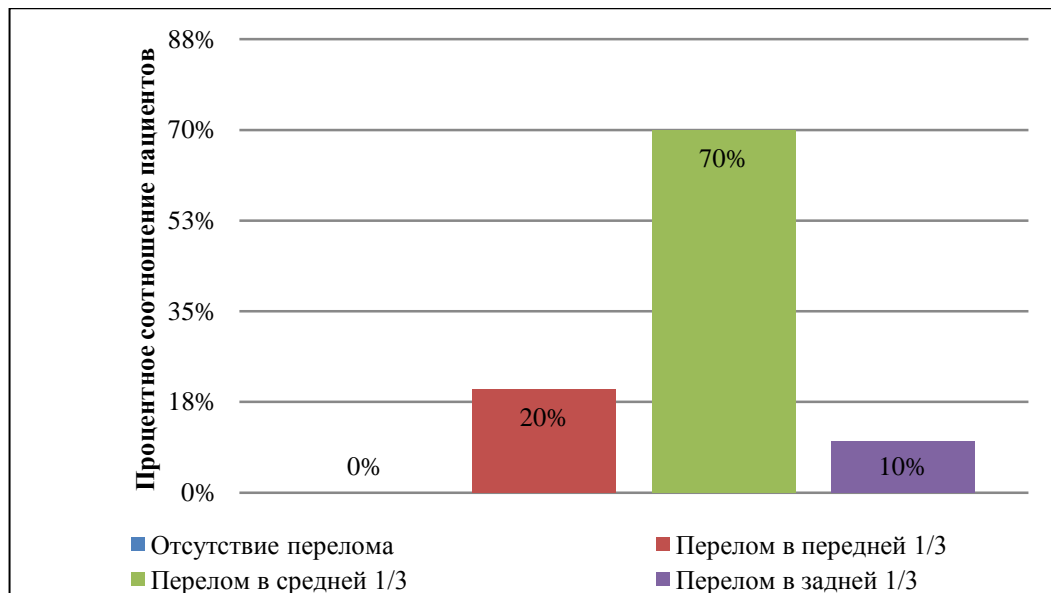


Рисунок 20 — Локализация переломов нижней стенки глазницы у пациентов основной группы

По результатам проведенной лучевой диагностики, у всех обследованных были выявлены переломы нижней стенки орбиты со смещением отломков более 2мм. Среди пациентов подгруппы сравнения 1, у большинства пациентов наблюдались переломы в ее средней трети (18 случаев), в 7 случаях был диагностирован перелом в передней трети нижней стенки орбиты и в 5 случаях был выявлен перелом в задних отделах дна глазницы. При этом среди перечисленных категорий также встречались и переломы, сочетающие несколько локализаций, а именно: у пятерых больных был выявлен перелом в переднем и среднем отделах, у троих – тотальный перелом нижней стенки орбиты с вовлечением всех трех отделов.

У пациентов подгруппы сравнения 2 в 10 случаях перелом был локализован в передней трети нижней орбиты, в средних отделах перелом был выявлен у 7 больных, и в 4 случаях область повреждения была обнаружена в дистальных отделах нижней стенки глазницы. В то же время у троих лиц – представителей данной группы был выявлен тотальный перелом нижней стенки глазницы, распространяющийся на все ее отделы.

В основной группе по результатам лучевой диагностики в 21 случае выявлен перелом нижней стенки орбиты в средних ее отделах, 6 случаев наличия

перелома в передних отделах и 3 перелома с локализацией в дистальных отделах. Сочетание переломов с переднем и среднем отделах встречалось в трех случаях, у двоих пациентов был выявлен тотальный перелом нижней стенки глазницы и один больной основной группы был госпитализирован с переломом дна глазницы с локализацией в средних и дистальных отделах.

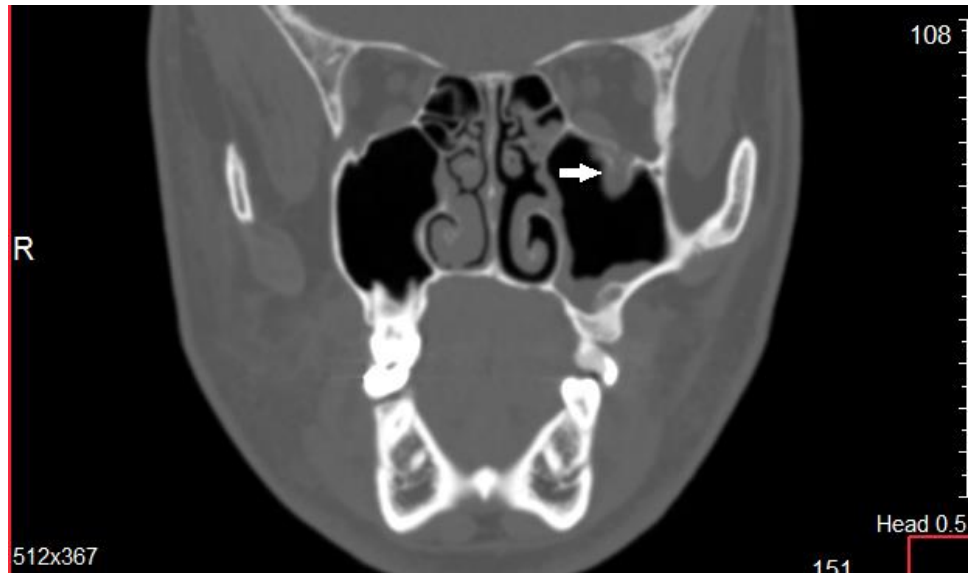


Рисунок 21 — Коронарный срез КТ пациента В., ИБ №46689. На снимке стрелкой отмечена пролабирванная в полость верхнечелюстной пазухи орбитальная клетчатка



Рисунок 22 — Коронарный срез КТ пациента Л., ИБ №45997. На снимке определяется утолщение брюшек нижней прямой мышцы левого и правого глаз (выделены красной пунктирной линией)

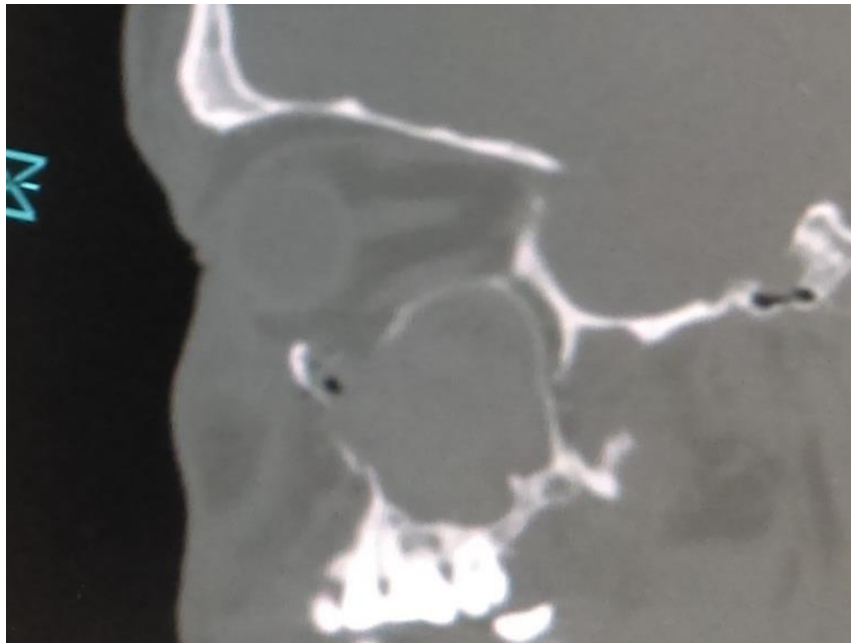


Рисунок 23 — Сагиттальный срез КТ пациента Д., ИБ № 44983. На снимке представлен перелом нижней стенки орбиты в переднем ее отделе в сочетании с гемосинусом (наличием крови в полости верхнечелюстной пазухи на стороне повреждения)



Рисунок 24 — Сагиттальный срез КТ пациента К., ИБ № 46689. На снимке представлен перелом нижней стенки орбиты в среднем отделе со смещением ОТЛОМКОВ

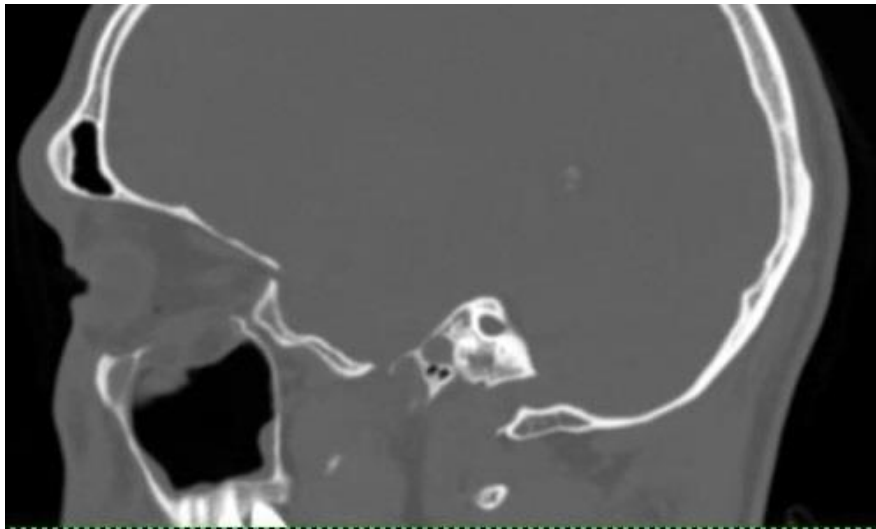


Рисунок 25 — Сагиттальный срез КТ пациента З., ИБ № 45897. На снимке представлен перелом нижней стенки орбиты в дистальных ее отделах с вовлечением в область перелома нижней прямой мышцы глаза



Рисунок 26 — Сагиттальный (А) и коронарный (Б) срезы КТ пациента М., ИБ №46385. На снимках представлен тотальный перелом нижней стенки орбиты со смещением отломков. Стрелками отмечена ущемленная в зоне перелома нижняя прямая мышца глаза

Всем пациентам группы сравнения и основной группы в рамках первичного обследования были проведены консультации следующих смежных специалистов:

1. Офтальмолог;
2. Нейрохирург;
3. По показаниям также были назначены консультации оториноларинголога, невролога, терапевта.

Расположение органа зрения непосредственно в полости глазницы, а также тесная его связь с костными структурами орбиты определяет необходимость проведения офтальмологического обследования всем пациентам вне зависимости от наличия либо отсутствия конкретных жалоб на изменение зрительной функции. Вовлечение в область перелома нижней прямой мышцы глаза во многих случаях чревато развитием различной степени выраженности нарушений как эстетического, так и функционального характера. Изменение положения глазного яблока в полости орбиты, снижение глазодвигательной активности вплоть до некроза нижней прямой мышцы, который может привести, в свою очередь, к стойкой утрате прежней остроты зрения – это лишь небольшая часть осложнений несвоевременной диагностики и лечения орбитальной травмы.

В рамках междисциплинарного обследования, пациенты также были осмотрены специалистом-офтальмологом. Для оценки остроты зрения на стороне повреждения использовались стандартные таблицы Сивцева-Головина, которые представляют собой буквенные наборы, а также разнонаправленные кольца Ландольта различной величины.

Пациент располагался на расстоянии 5 метров от таблицы. Величина остроты зрения (V) рассчитывалась по формуле:

$$V = \frac{d}{D}, \quad (4)$$

где d – величина расстояния, на котором было проведено исследование;

D – расстояние, на котором виден определенный при нормальном показателе остроты зрения, то есть $V=1$ (табл. 7).

Таблица 7 — Показатели остроты зрения в группах сравнения и в основной группе

Степень выраженности нарушения зрительной функции (V)	Количество больных (ГС ПГ 1)		Количество больных (ГС ПГ 2)		Количество больных (основная группа)	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
0.1 – 0.3	-	-	-	-	-	-
0.4	-	-	1	3.3	-	-
0.5	-	-	1	3.3	2	6.7
0.6	-	-	2	6.7	1	3.3
0.7	2	8,3	2	6.7	1	3.3
0.8	2	8.3	2	6.7	5	16.7
0.9	4	16.7	3	10	7	23.3
1.0	16	66.7	19	63.3	14	46.7
Всего	24	100	30	100	30	100

Также всем пациентам в рамках офтальмологического осмотра была проведена периметрия с целью определения границ полей зрения. Исследование проводилось с применением сферопериметра Гольдмана. Несмотря на то, что этот прибор для периметрии был создан в 40-х годах века, в настоящее время он является стандартом для современных автоматизированных периметров. По итогам проведенной периметрии были получены следующие результаты: у 16 пациентов ГС ПГ 1 и 19 пациентов ГС ПГ 2 поля зрения были не изменены, в основной группе нарушения зрительной функции отсутствовали у 14 человек (рис. 27).

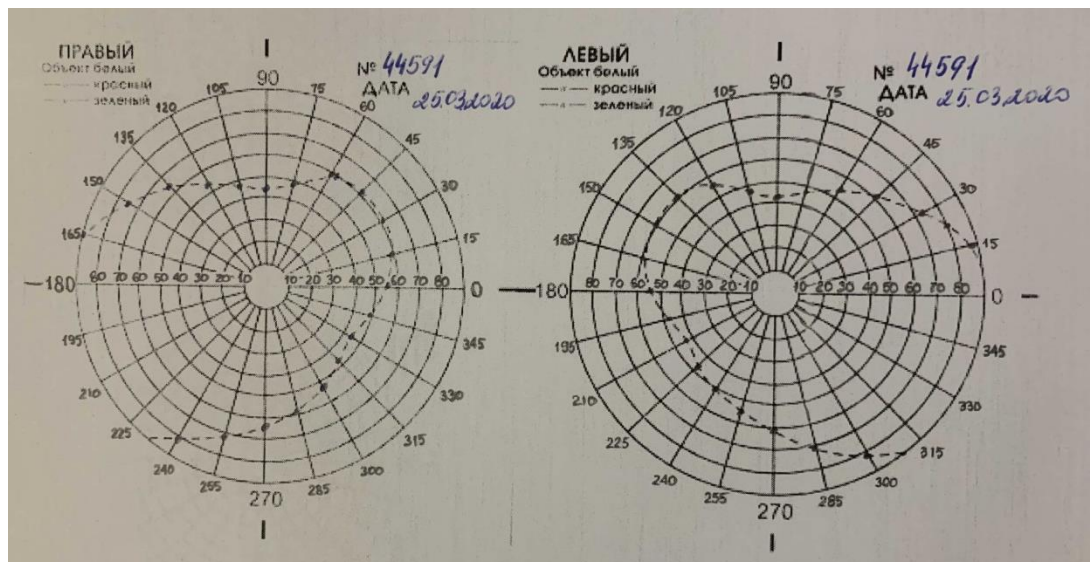


Рисунок 27 — Карта полей зрения пациента Л. ИБ №44591

По результатам проведенного офтальмологического обследования 8 пациентам ГС ПГ 1, 11 пациентам ПГ 2 и 16 пациентам основной группы был выставлен сопутствующий диагноз «ушиб глазного яблока (контузия глазного яблока легкой степени). Субконъюнктивальное кровоизлияние соответственно стороне повреждения».

Вместе с тем у данных лиц были выявлены также и нарушения остроты зрения в сочетании с концентрическим сужением полей зрения на стороне повреждения (рис. 28). В этом случае причинами функциональных нарушений со стороны органа зрения стали обратимые постконтузионные изменения глазного яблока в виде берлиновского помутнения сетчатки, выявленные в результате проведенной офтальмологом офтальмоскопии (рис. 29).

При контузии легкой степени у пациентов отмечался характерный симптомокомплекс в виде субконъюнктивального кровоизлияния глазного яблока на стороне поражения, спазм аккомодации и так называемое берлиновское помутнение сетчатки глаза при нормальных показателях внутриглазного давления.

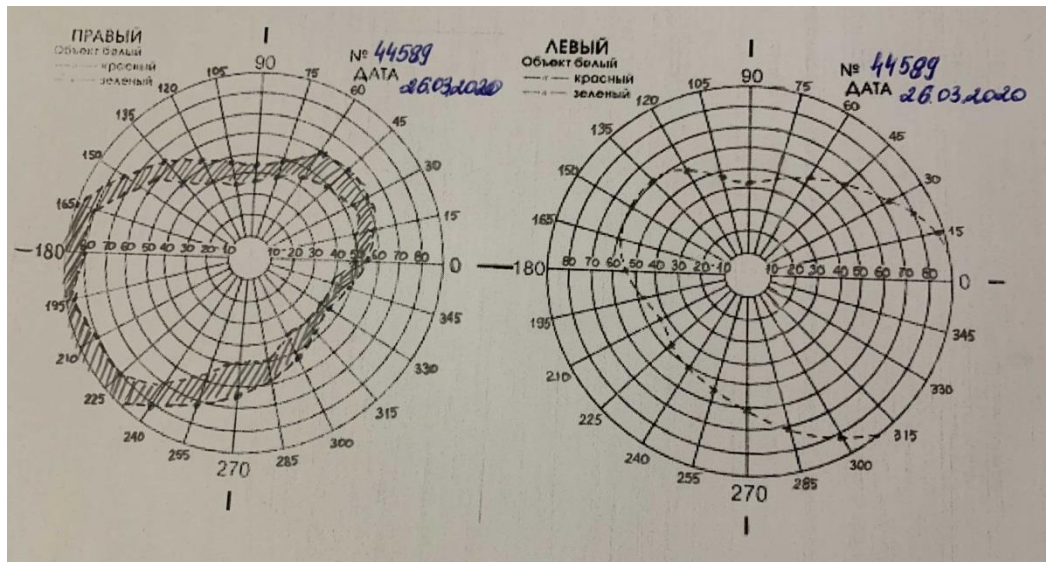


Рисунок 28 — Карта полей зрения пациента Ф., ИБ № 44589. На фотографии представлено концентрическое сужение полей зрения при правосторонней орбитальной травме



Рисунок 29 — Офтальмоскопия глазного дна пациента Л., ИБ № 45997. Стрелками указаны участки берлиновского помутнения сетчатки (участки просветления), выявленные при исследовании глазного яблока на стороне повреждения

Бесконтактная тонометрия является достаточно точным методом оценки величины внутриглазного давления. В основе его заложен принцип деформации роговицы за счет импульсного воздействия воздушного потока при времени экспозиции 1-3 мс. Данный метод зарекомендовал себя в офтальмологической

практике как простой и информативный способ измерения внутриглазного давления, не требующий местной анестезии. При проведении бесконтактной тонометрии глазных яблок ни у одного из больных группы сравнения патологии выявлено не было (табл. 8).

Таблица 8 — Показатели величины внутриглазного давления у пациентов групп сравнения и основной группы

Величина внутриглазного давления, мм рт. ст.	Количество пациентов (ГС ПГ 1)		Количество пациентов (ГС ПГ 2)		Количество пациентов (основная группа)	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
10 – 11	-	-	-	-	-	-
12 - 13	-	-	4	13,3	3	10
14 - 15	3	12,5	6	20	4	13,3
15 - 16	7	29,16	8	26,7	11	36,7
17 – 18	13	54,16	9	30	10	33,3
19 - 20	1	4,16	3	10	2	6,7
Всего	24	100	30	100	30	100

Консультация нейрохирурга назначалась пациентам при наличии в анамнезе заболевания потери сознания в момент получения травмы, наличии тошноты, рвоты, чувства головокружения, головных болей, в том числе на момент осмотра. При этом консультация проводилась как при наличии нескольких симптомов, так и одного из вышеперечисленных. В рамки нейрохирургического осмотра вошли: опрос, сбор анамнеза, проведение стато-координаторных проб (проба Ромберга, пальце-носовая проба), а также анализ компьютерных томограмм головного мозга пациентов.

В рамках нашего исследования консультация нейрохирурга потребовалась 43 пациентам (15 обследованных из подгруппы сравнения 1, аналогичное количество представителей подгруппы сравнения 2 и 13 – представители основной группы), из которых все больные дополнительно предъявляли жалобы на головную боль, 22 пациентов беспокоило чувство головокружения, 19

пациентов в момент получения травмы теряли сознание, 13 больных отмечали рвоту (однократно) и 15 человек жаловались на наличие тошноты. Следует заметить, что всех обследованных пациентов беспокоили, по меньшей мере, два симптома из перечисленных выше (табл. 9).

Таблица 9 — Структура неврологических жалоб пациентов с переломами нижней стенки орбиты

Симптомы	Абс.	%
Головная боль + головокружение	12	27,9
Головная боль + тошнота	5	11,6
Головная боль + головокружение + тошнота	7	16,3
Головная боль + потеря сознания	6	14
Головная боль + потеря сознания + рвота	10	23,3
Головная боль + потеря сознания + тошнота + рвота + головокружение	3	7
Итого	43	100

В ходе клинического осмотра нейрохирургом все 43 пациента были неустойчивы в позе Ромберга, из них 19 человек выполняли пальце-носовую пробу с промахиванием. Также на срезах компьютерных томограмм обследованных пациентов травматических повреждений головного мозга выявлено не было. По результатам обследования 43 пациентам был выставлен сопутствующий диагноз – «закрытая черепно-мозговая травма (ЗЧМТ): сотрясение головного мозга».

Биохимический анализ крови, который включал в себя определение ряда показателей, использовался для выявления сведений о функциональном состоянии отдельных органов, а также и организма в целом с достоверным отражением состояния минерального, углеводного, липидного и белкового обмена. Правильная расшифровка показателей биохимического анализа крови у взрослых позволяла провести точное диагностирование состояния внутренних органов.

С-реактивный белок (СРБ) относится к наиболее высокочувствительным показателям повреждения тканей при травмах и воспалительных процессах. Он вырабатывается в основном клетками печени (гепатоцитами) вследствие попадания в организм человека возбудителей инфекций, как реакция на травму, а также при ревматических заболеваниях. Следует заметить, что СРБ оказывает стимулирующее действие иммунные реакции в организме и активирует его защитные системы. Чем активнее процесс, тем концентрация СРБ становится выше. Поэтому СРБ отсутствует или выявляется в минимальных количествах в крови здорового человека.

Кроме этого, ещё одним показателем острого воспаления является скорость оседания эритроцитов (СОЭ), который относится к неспецифичным маркерам воспаления. Однако СРБ более информативен и уровень его начинает расти раньше, а снижается быстрее. Таким образом, анализ на С-реактивный белок для оценки воспалительного процесса представляется более современным и информативным.

Тестирование содержания глюкозы в крови проводилось в первую очередь пациентам старше 40 лет и при наличии сопутствующего сахарного диабета. Содержание сахара в крови даёт наиболее наглядное состояние углеводного обмена.

При проведении лабораторной диагностики у больных обеих групп, показатели общеклинических анализов крови на момент госпитализации находились в пределах нормы, где в ПГ 1 общее количество лейкоцитов находились в пределах от $6,3 \pm 0,77$ ($\times 10^9/\text{л}$); эритроцитов $4,1 \pm 0,77$ ($\times 10^{12}/\text{л}$); гемоглобин – $120,2 \pm 0,63$ (г/л); СОЭ – $14,2 \pm 0,64$ (мм/ч); С-реактивный белок – $4,75 \pm 0,27$; общий белок – $67,6 \pm 3,1$ (г/л); глюкоза (содержание сахара в крови) – $4,8 \pm 1,23$ (ммоль/л); билирубин – $15,0 \pm 2,23$ (мкмоль/л); креатинин – $71,9 \pm 1,91$ (мкмоль/л); показатели коагулограммы (ПТИ – $110,3 \pm 3,14\%$, МНО – $0,9 \pm 0,01$, АЧТВ – $30,9 \pm 0,98$ сек.)

В подгруппе сравнения 2 общее количество лейкоцитов составили от $9,3 \pm 0,53$ ($\times 10^9/\text{л}$), эритроцитов $4,4 \pm 0,81$ ($\times 10^{12}/\text{л}$); гемоглобин - $119,7 \pm 0,86$

(г/л); СОЭ – $13,9 \pm 0,76$ (мм/ч); С-реактивный Белок – $4,91 \pm 0,29$; общий белок – $63,8 \pm 4,9$ (г/л); глюкоза (содержание сахара в крови) – $5,1 \pm 0,93$ (ммоль/л); билирубин – $16,7 \pm 2,03$ (мкмоль/л); креатинин – $62,9 \pm 3,37$ (мкмоль/л); показатели гемостазиограммы (ПТИ – $99,8 \pm 3,27\%$, МНО – $1,0 \pm 0,37$, АЧТВ – $28,4 \pm 2,17$ сек.).

В основной группе общее количество лейкоцитов соответствовали $9,8 \pm 0,61$ ($\times 10 \times 9$ /л), эритроцитов $4,5 \pm 0,63$ ($\times 10 \times 12$ /л); гемоглобин – $121,6 \pm 0,13$ (г/л); СОЭ – $13,8 \pm 0,68$ (мм/ч); С-реактивный белок – $4,71 \pm 0,19$; общий белок – $64,6 \pm 7,7$ (г/л); глюкоза (содержание сахара в крови) – $5,0 \pm 0,51$ (ммоль/л); билирубин – $15,91 \pm 2,65$ (мкмоль/л); креатинин – $67,9 \pm 1,84$ (мкмоль/л); показатели по оценке состояния системы гемостаза (ПТИ – $111,5 \pm 2,98\%$, МНО – $1,0 \pm 0,11$, АЧТВ – $29,7 \pm 1,14$ сек.). (табл. 10).

Таблица 10 — Результаты лабораторных методов исследования у больных основной группы и группы сравнения ($p \leq 0,01$)

Показатель	ГС ПГ 1 (n=24)	ГС ПГ 2 (n=30)	Основная группа (n=30)
Лейкоциты ($\times 10 \times 9$ /л)	$6,3 \pm 0,77$	$9,3 \pm 0,53$	$9,8 \pm 0,61$
Эритроциты ($\times 10 \times 12$ /л)	$4,1 \pm 0,77$	$4,4 \pm 0,81$	$4,5 \pm 0,63$
Гемоглобин (г/л)	$120,2 \pm 0,63$	$119,7 \pm 0,86$	$121,6 \pm 0,13$
СОЭ (мм/ч)	$14,2 \pm 0,64$	$13,9 \pm 0,76$	$13,8 \pm 0,68$
С-Реактивный Белок	$4,75 \pm 0,27$	$4,91 \pm 0,29$	$4,71 \pm 0,19$
Общий белок (г/л)	$67,6 \pm 3,1$	$63,8 \pm 4,9$	$64,6 \pm 7,7$
Глюкоза (содержание сахара в крови) (ммоль/л.)	$4,8 \pm 1,23$	$5,1 \pm 0,93$	$5,0 \pm 0,51$
Билирубин (мкмоль/л.)	$15,0 \pm 2,23$	$16,7 \pm 2,03$	$15,91 \pm 2,65$
Креатинин (мкмоль/л.)	$71,9 \pm 1,91$	$62,9 \pm 3,37$	$67,9 \pm 1,84$
ПТИ (%)	$110,3 \pm 3,14$	$99,8 \pm 3,27$	$111,5 \pm 2,98$
МНО	$0,9 \pm 0,01$	$1,0 \pm 0,37$	$1,0 \pm 0,11$
АЧТВ (сек.)	$30,9 \pm 0,98$	$28,4 \pm 2,17$	$29,7 \pm 1,14$

Из представленных в таблице 9 результатов лабораторных исследований групп больных до лечения видно, что средние значения показателей (количество лейкоцитов, эритроцитов, содержание гемоглобина, скорости оседания эритроцитов, С-реактивного белка, содержания глюкозы в крови, билирубина и креатинина), а также значения комплексного гематологического исследования (гемостазиограмма) не выходили за пределы референсных значений.

При этом перед выпиской больных из стационара, показатели этих исследований также оставались пределах референсных значений ($p \leq 0,001$).

В ходе оценки стоматологического статуса, интенсивность кариозных поражений среди представителей подгруппы сравнения 1 составила 11,6, при вычислении данного индекса в подгруппе сравнения 2, его показатель оказался равен 12,6, что в обоих случаях соответствует средней степени интенсивности. В основной группе данный показатель оказался несколько ниже и составил 10,7, что также характерно для средней степени интенсивности кариозного поражения зубов (табл. 11).

Таблица 11 — Результаты индексной оценки (КПУ) состояния полости рта у пациентов группы сравнения и основной группы

Значение КПУ	Количество пациентов (ГС ПГ 1)		Количество пациентов (ГС ПГ 2)		Количество пациентов (основная группа)	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
1 – 4	2	8,3	2	6,7	4	3,3
5 – 10	8	33,3	11	36,7	8	26,7
11 – 15	9	37,5	7	23,3	14	46,7
16 – 18	4	16,6	3	10	1	3,3
>18	1	4,16	7	23,3	3	10
Всего	24	100	30	100	30	100

В результате проведенной оценки индекса ИГРу 13 пациентов поддерживали хороший уровень гигиены полости рта (значение индекса менее

0,6), 36 человек продемонстрировали удовлетворительные результаты (значение индекса 0,7-1,6). У 25 больных был выявлен неудовлетворительный уровень гигиены (значение индекса 1,7-2,5) и уровень гигиены полости рта 10 обследованных был оценен как плохой (значение индекса, превышающее 2,6) (табл. 12).

Таблица 12 — Результаты оценки упрощенного индекса гигиены полости рта ИГРу у пациентов группы сравнения и основной группы

Значение	Количество пациентов (ГС ПГ 1)		Количество пациентов (ГС ПГ 2)		Количество пациентов (основная группа)	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
>0.6	2	8,3	4	13,3	7	23,3
0.7 – 1.6	10	41,7	12	40	14	46,7
1.7 – 2.5	7	29,2	11	36,7	7	23,3
>2.6	5	20,8	3	10	2	6,7
Всего	24	100	30	100	30	100

Таблица 13 — Значения гигиенического индекса РМА у пациентов группы сравнения и основной группы

Значение индекса, %	Количество пациентов (ГС ПГ 1)		Количество пациентов (ГС ПГ 2)		Количество пациентов (основная группа)	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
≤30	12	50	4	13,3	7	23,3
31 – 60	8	33,3	23	76,7	21	70
≥61	4	16,7	3	10	2	6.7
Всего	24	100	30	100	30	100

Согласно результатам, отображенным в таблице 13, в большинстве случаев наблюдалась средняя степень выраженности воспаления слизистой альвеолярных отростков (у 44 пациентов), в то время как имели место и легкая степень воспалительного процесса вплоть до его отсутствия (11 больных), и тяжелая

степень воспаления слизистой оболочки альвеолярных отростков челюстей (5 случаев).

Наряду с гингивитом, при более детальной диагностике с применением лучевых методов исследования (МСКТ с шагом среза 0.5мм), были выявлены также и другие заболевания пародонта у пациентов исследуемых групп: общее количество случаев пародонтита легкой степени тяжести в обеих группах составило 15, средняя степень тяжести пародонтита была выявлена в 22 случаях, тяжелая степень пародонтита обнаружена у 11 пациентов.

Также в рамках комплексной оценки стоматологического статуса у пациентов всех групп в полости рта отсутствовали съемные ортопедические конструкции, при этом наличие мостовидных протезов определялось у 33 человек (67 конструкций), одиночные коронки у 54 больных (83 конструкции). Из перечисленных ортопедических конструкций в удовлетворительном состоянии, без нарушения краевого прилегания, оказались 44 мостовидных и 37 одиночных коронок. Кроме того, при изучении состояния полости рта пациентов исследуемых групп было выявлено 67 включенных дефектов (31 в области верхней челюсти и 36 в области нижней челюсти) и 21 концевой дефект (9 в области нижней челюсти и 12 в области нижней челюсти). Также обращает на себя внимание тот факт, что все включенные дефекты, вне зависимости от их протяженности, были замещены ортопедическими конструкциями (мостовидными протезами), тогда как концевые дефекты ни в одном из случаев замещены не были, что, как следствие, отразилось в виде различной степени выраженности атрофии беззубого альвеолярного отростка как верхней, так и нижней челюстей.

Всем пациентам ГС ПГ 1 и 2, а также основной группы в целях более подробной диагностики помимо физикальных и лабораторных методов исследования, а также осмотра, консультации смежными специалистами, такими как офтальмолог, оториноларинголог, невролог, нейрохирург (по показаниям), была проведена мультиспиральная компьютерная томография с шагом среза 0,5 мм и VRT-реконструкцией.

В случаях незначительного смещения отломков, отсутствия ущемления содержимого глазницы в линии перелома, а также увеличение объема поврежденной глазницы относительно интактной менее чем на 2 мл, таким пациентам оперативное лечение не было показано – эти больные исключались из выборки и не входили в группы исследования.

Согласно действующему клиническому протоколу медицинской помощи при острой травме тканей лица, головы и шеи, утвержденному СтАР, дополнительная обработка результатов компьютерной томографии пациентов, получавших лечение по стандартной методике (подгруппы сравнения 1 и 2), в рамках предоперационного планирования не производилась.

3.3 Технологические этапы аддитивного производства индивидуальных моделей и предоперационной подготовки

С помощью программного пакета Materialise Mimics Medical и Mimics 3-Matic, Materialise (Бельгия) срезы компьютерных томограмм пациентов основной группы были преобразованы в виртуальные 3D-модели для дальнейшего проектирования подготовке к аддитивному производству индивидуальной модели костных структур зоны повреждения (рис. 30). Важное диагностическое значение при планировании реконструкции тотальных переломов нижней стенки глазницы со значительным смещением отломков, а также при сочетании переломов нижней и медиальной стенок глазницы имеет угол между этими двумя стенками (рис. 31).

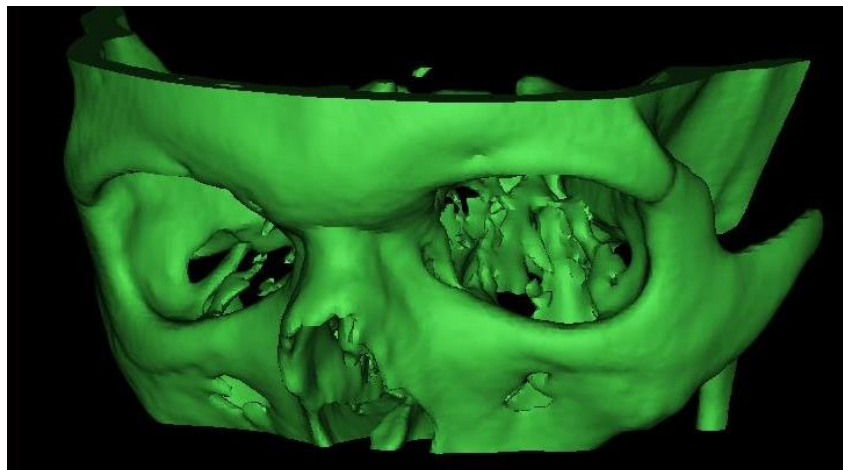


Рисунок 30 — 3D-модель средней зоны лицевого скелета. Пациента Ч. ИБ № 44238 с локализацией тотального дефекта верхней челюсти в области нижней стенки левой глазницы



Рисунок 31 — Корональный срез КТ пациента Ч. ИБ № 44238. На снимке представлен пример измерения углов между медиальной и нижней стенками глазницы при тотальных переломах нижней стенки глазницы

При наличии тотальных переломов нижней стенки орбиты с потерей костных ориентиров была использована техника зеркального наложения срезов неповрежденной контр-латеральной стороны на область посттравматического дефекта, что позволило восстановить костные ориентиры пропорционально противоположной стороне и наиболее точно спланировать будущую реконструкцию (рис. 32).

В случаях сравнительно небольших, изолированных посттравматических дефектов, при сохранности костных ориентиров, а это: нижнеглазничная щель, слезная ямка, нижняя глазничная щель, дистальный край нижней стенки орбиты, отверстие канала зрительного нерва, а также переходная зона между нижней и

медиальной стенками орбиты – проектирование будущей индивидуальной модели возможно и без реконструкции по контрлатеральной стороне (рис. 33-37).

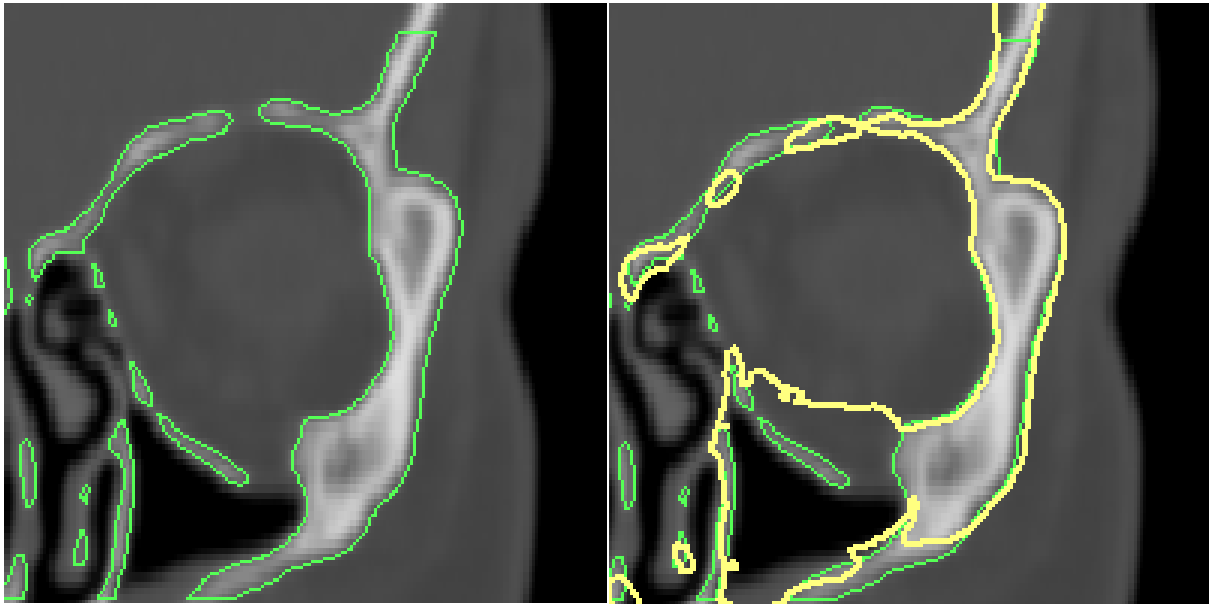


Рисунок 32 — Срезы КТ области нижней стенки глазницы пациента Ч. ИБ №44238. Слева представлен вариант исходной ситуации, справа – результат восстановления целостности костных структур на виртуальной модели путем зеркального наложения противоположной неповрежденной стороны

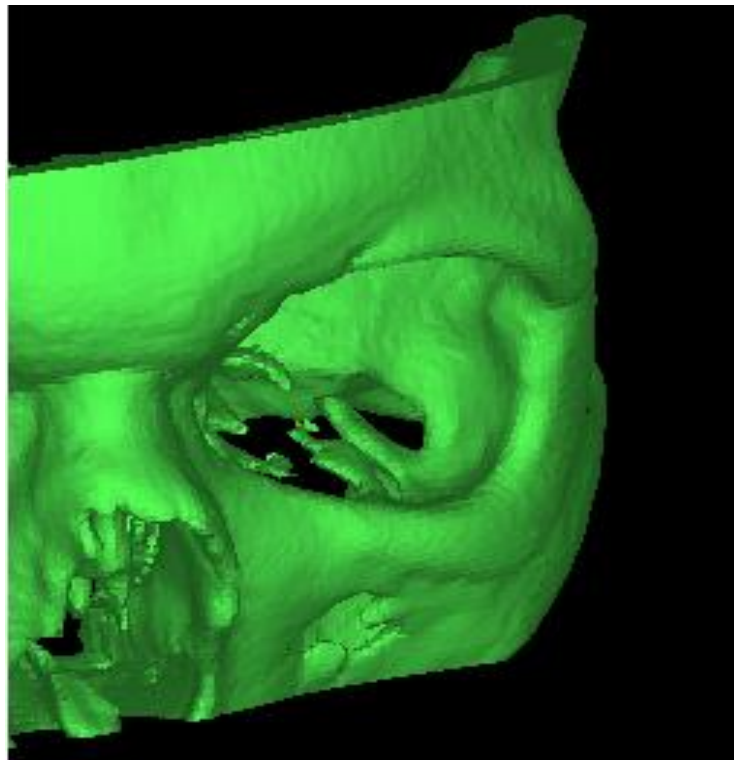


Рисунок 33 — Фрагмент индивидуальной 3D-модели области нижней стенки левой глазницы пациента Д. ИБ № 43201

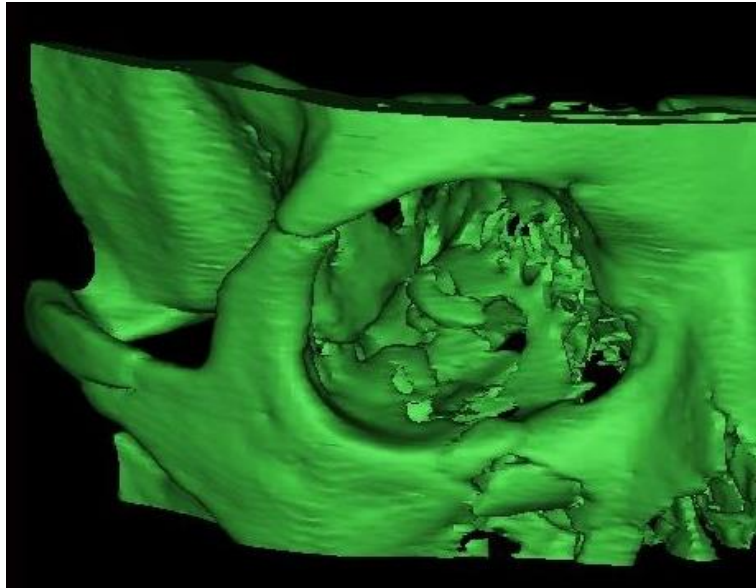


Рисунок 34 — Индивидуальная 3D-модель области нижней стенки правой глазницы пациентки М. ИБ № 45560. Вариант незначительного нарушения целостности нижнеорбитального края и медиального края нижней глазничной щели

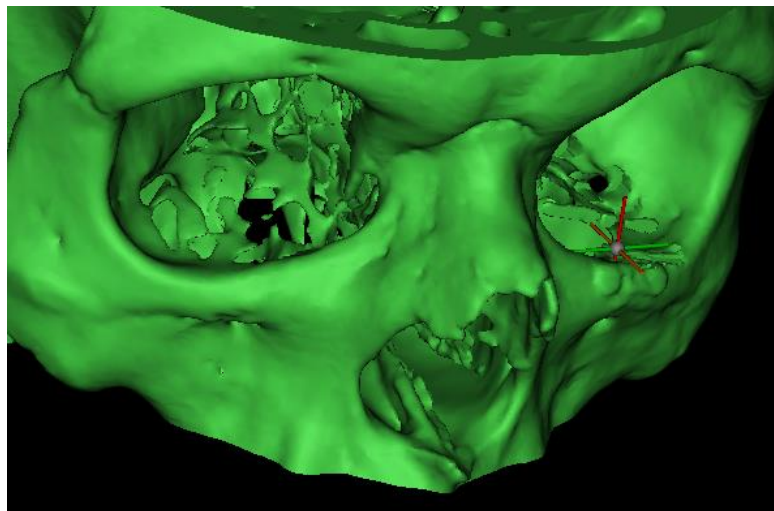


Рисунок 35 — Индивидуальная 3D-модель изолированного перелома в области нижней стенки правой глазницы пациента О. ИБ № 44431. Несмотря на тотальный перелом дна орбиты, основные анатомические ориентиры в данном случае сохранены.

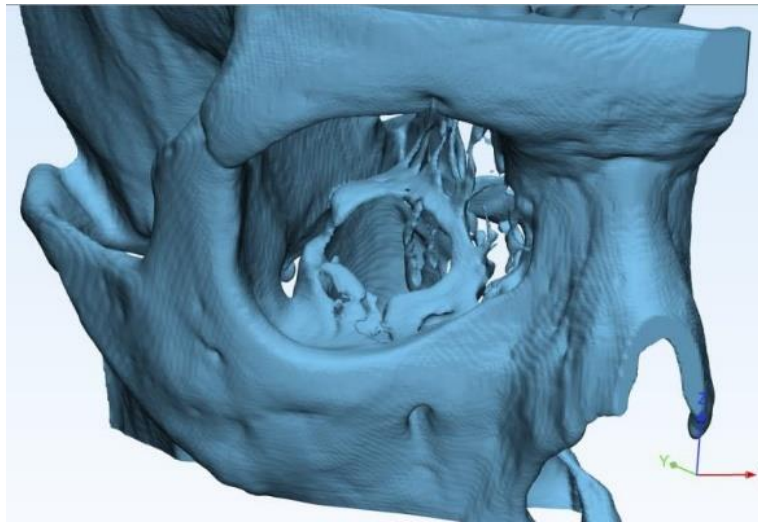


Рисунок 36 — индивидуальная 3D-модель изолированного перелома в области нижней стенки правой глазницы пациента А. ИБ № 45496

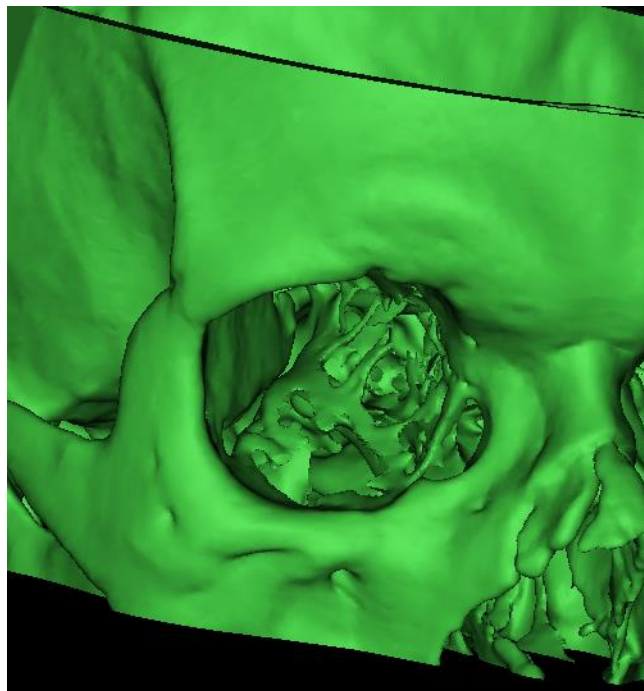


Рисунок 37 — Индивидуальная 3D-модель изолированного перелома верхней челюсти в области нижней стенки правой глазницы пациента Б. ИБ № 45403

С целью определения наличия либо отсутствия показаний к оперативному лечению, одним из этапов цифровой обработки полученных срезов компьютерных томограмм пациентов являлся волюметрический анализ полостей глазниц на контр-латеральных сторонах [69] с последующим построением

конечноэлементных реконструкций для более наглядной оценки как предстоящей реконструкции, так и ее результатов. (рис. 38). Вычисление объемов глазниц было произведено с помощью программного пакета Mimics Medical 21.0, Materialise (Бельгия). Следует заметить, что одним из показаний к хирургическому лечению является увеличение объема поврежденной глазницы на 2,0 мл и более [69, 163], так как в этом случае значительно повышается риск развития посттравматического энтофтальма, приводящего не только к косметическим, но и функциональным нарушениям.

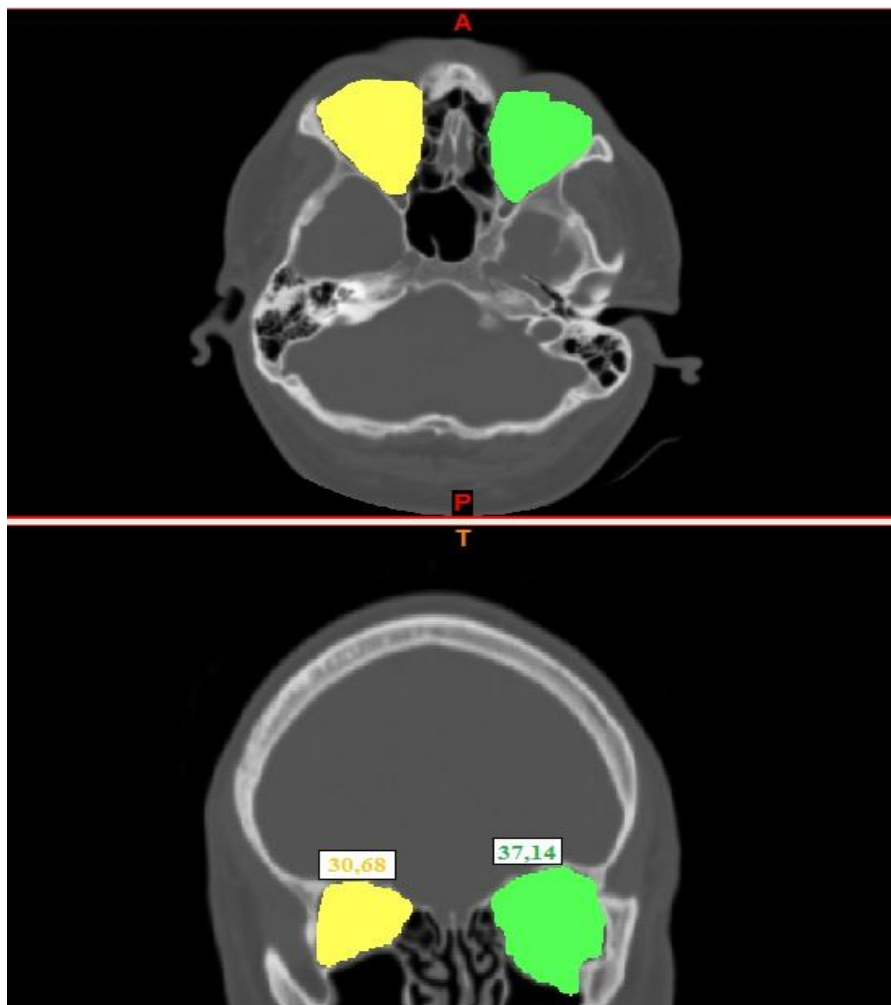


Рисунок 38 — Результаты предоперационного волюметрического анализа полостей глазниц пациента Ч. ИБ № 44328. В данном случае наблюдалось увеличение объема на поврежденной стороне на 6,46 мл относительно интактной стороны, что является одним из показаний к проведению реконструкции поврежденной стенки глазницы

Таким образом, данный этап дополнительной обработки результатов лучевых методов обследования с волюметрическим анализом данных на предоперационном этапе позволил нам более подробно изучить полученные срезы компьютерных томограмм больных с переломами верхней челюсти в области нижней стенки орбиты. Подобные исследования также описаны в работах зарубежных авторов [163, 166, 167, 169, 173]. В России при планировании и выполнении аналогичных реконструктивных вмешательств в области стенок глазниц векторное измерение пространственного расположения структур средней зоны лица с 3D и VRT реконструкцией дефектов средней зоны лица практически не используется в хирургической практике. В то же самое время, данная технология позволяет более точно определить показания к хирургической реконструкции поврежденной стенки, в зависимости от разности объемов орбит.

Кроме того, применение векторного измерения пространственного расположения структур средней зоны лица с 3D и VRT реконструкцией дефектов средней зоны лица дает возможность оценки прецизионности проведенного оперативного вмешательства, а также наличие необходимости выполненного вмешательства по поводу перелома стенок орбиты уже в послеоперационном периоде, который покажем на кратком клиническом примере.

3.4 Клинический пример

Пациент Н., 38 лет. Обратился с жалобами на боль в области левой орбиты, ограничение подвижности левого глазного яблока, выделения из левой половины полости носа. Из анамнеза заболевания выяснено, что 1 год назад в одной из клиник было выполнено оперативное вмешательство по поводу перелома нижней и медиальной стенок левой орбиты с применением стандартной титановой сетки, при этом в стационарной карте больного имеется запись об отсутствии диплопии и ограничения подвижности глазного яблока на стороне повреждения.

Пациенту была выполнена повторная компьютерная томография. При анализе серий КТ данного пациента была выявлена малпозиция реконструктивного титанового аугмента, верхне-медиальные отделы которого травмировали медиальную прямую мышцу левого глаза (рис. 39 В, 40).

Более того, при проведении волюметрического анализа полостей глазниц на контр-латеральных сторонах, разница объемов составила 0.53 мл (рис. 39 А, Б), что не является показанием к оперативному лечению.



Рисунок 39 — Серии КТ пациента Н. ИБ № 45318. А, Б — разница объемов на контрлатеральных сторонах (0,53 мл.). В – расположение титанового аугмента в орбите

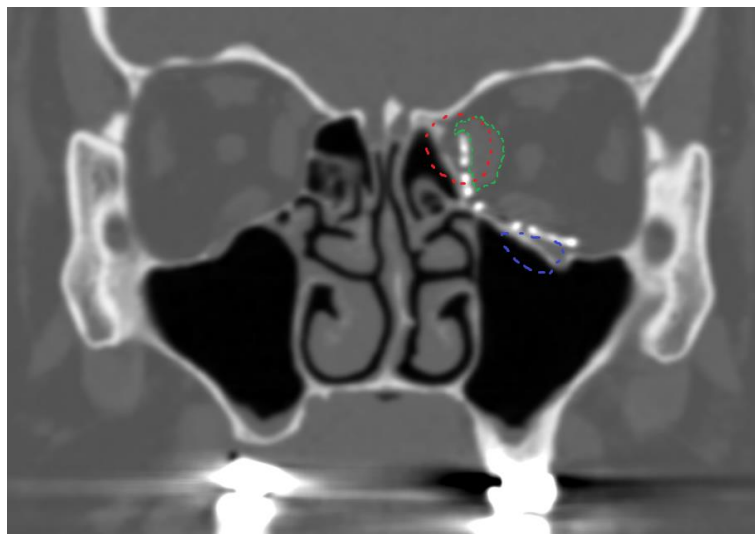


Рисунок 40 — Корональный срез КТ пациента Н. ИБ № 45318. На срезе красным маркером отмечена область контакта аугмента с медиальной прямой мышцей левого глаза, выделенной зеленым маркером, область перелома обозначена синим маркером. Обращают на себя внимание малпозиция верхне-медиального края титановой сетки, а также утолщение брюшка медиальной прямой мышцы левого глаза, свидетельствующее о ее травматизации

Учитывая жалобы на наличие болей в области левой орбиты, ограничение подвижности левого глазного яблока, выделения из левой половины полости носа, наличие малпозиции реконструктивного титанового аугмента, верхне-медиальные отделы которого конфликтовали с медиальной прямой мышцей левого глаза, а также данных волнометрического анализа полостей глазниц на контрлатеральных сторонах (разница объемов – 0,53 мл.), было принято решение по удалению ранее установленных металлоконструкций. В исследуемые группы он не был включен.

После удаления реконструктивного аугмента все имевшие ранее жалобы полностью регрессировали в течение 5 суток.

По завершении этапа компьютерного проектирования STL-файлы моделей области дефекта и имплантата были сохранены и отправлены в ИВЦ «РИЦ» ФГБОУ ВО УрФУ им. Б. Н. Ельцина, расположенный в городе Екатеринбурге, для подготовки к аддитивному производству и постобработке готовых изделий. Краткая схема процесса изготовления индивидуальных высокоточных 3D-моделей по аддитивной технологии представлена на рис. 41.

Постобработка индивидуальных 3D-моделей заключалась лишь в удалении остатков полиамидного порошка струей сжатого воздуха, необходимость удаления поддерживающих структур отсутствовала по той причине, что роль поддержки модели на плите аддитивной машины выполняла «подушка» из слоя полиамидного порошка. Далее, готовые модели запечатывались в индивидуальную упаковку и были направлены в медицинское учреждение, где проводилось оперативное лечение, для окончательной подготовки к хирургическому вмешательству путем предоперационной индивидуализации преформированных пластин по полученным высокоточным образцам области костного дефекта. Заключительным этапом предоперационной подготовки являлась стерилизация индивидуализированного аугмента воздушным методом в сухожаровом шкафу при температуре 180 °С в течение 1 часа, в соответствии с отраслевым стандартом ОСТ 42-21-2-85 «Стерилизация и дезинфекция изделий медицинского назначения. Методы, средства и режимы».

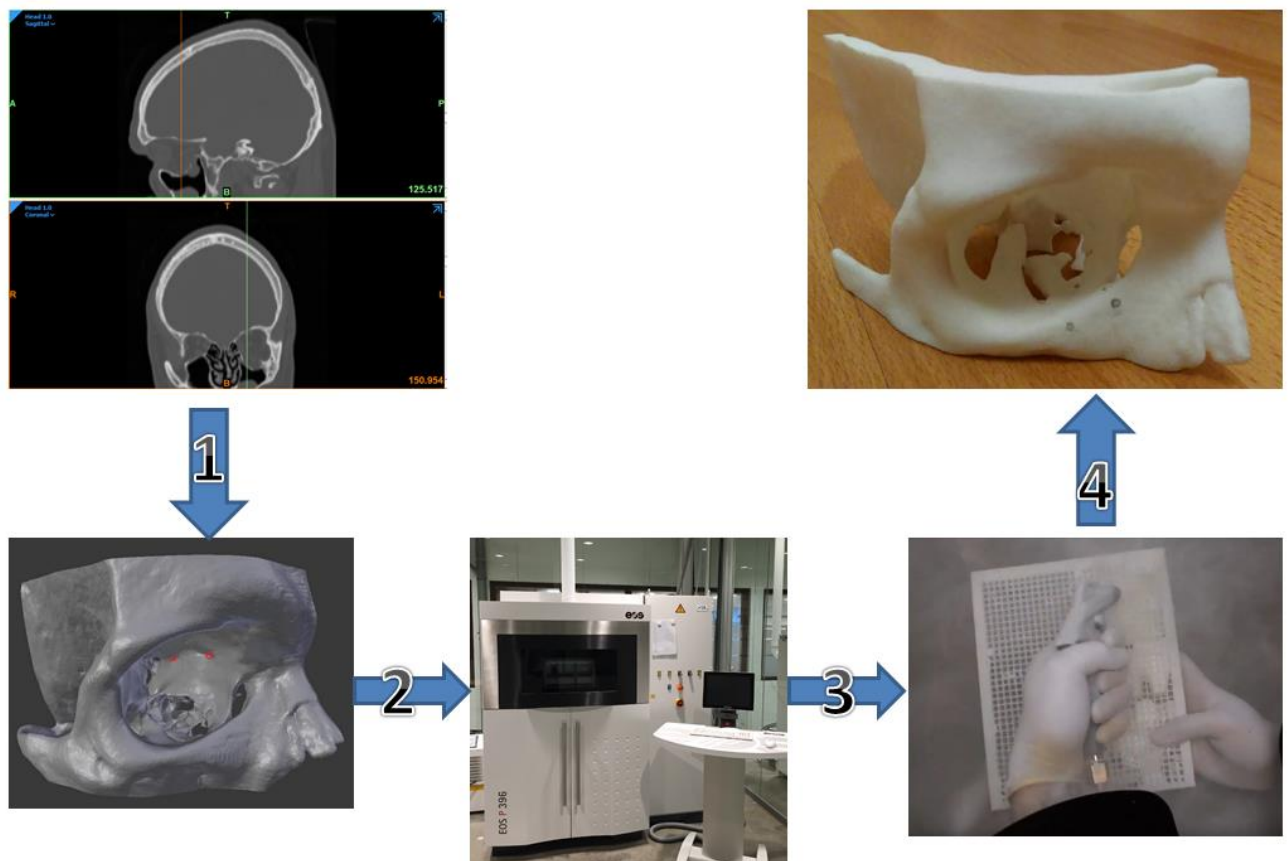


Рисунок 41 — Этапы аддитивного производства индивидуальной 3D-модели области поврежденной глазницы: 1 – обработка срезов КТ пациента с преобразованием их в виртуальную 3D-модель зоны повреждения с последующим ее редактированием; 2 – создание STL-файла индивидуальной модели, финишная ее подготовка и 3D-принтинг; 3 – постобработка готового изделия, удаление остатков порошкового материала; 4 – готовая высокоточная индивидуальная 3D-модель области глазницы

Таким образом, была предложена и апробирована технология аддитивного производства высокоточных индивидуальных моделей из полиамида, отработаны все информационные, технологические, медицинские этапы, в том числе предоперационная подготовка аугментов, в соответствии с действующим законодательством РФ.

Глава 4.

РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

4.1 Клинические результаты проведенного лечения

Средние сроки оперативного вмешательства составили $4,8 \pm 0,2$ суток с момента получения травмы, при этом минимальный срок составил 1 сутки с момента получения травмы, а максимальный срок хирургического вмешательства составил 8 суток с момента получения травмы.

Согласно рассмотренному во второй главе протоколу оперативного вмешательства, хирургический этап лечения был осуществлен под эндотрахеальным наркозом. Перед выполнением хирургического доступа, в целях защиты роговицы глаз от пересушивания во время операции, всем пациентам предварительно была проведена двусторонняя блефарорафия. Исключение составила основная группа, в которой сшивание век производилось только на неповрежденной стороне.

У пациентов основной группы и подгруппы сравнения 1 использован пресептальный трансконъюнктивальный хирургический доступ. Следующим этапом были скелетированы нижнеглазничный край и дно глазницы, что обеспечило достаточный уровень визуализации операционного поля. Гемостаз проводился по ходу операции. На область дефекта был уложен преформированный титановый аугмент, индивидуализированный по высокоточной анатомической 3D-модели зоны повреждения, выполненной методом аддитивного производства. После позиционирования аугмента, выполнена его фиксация в области нижнеглазничного края титановыми винтами диаметром 1,5 мм. Далее проводился туалет операционной раны 3% раствором перекиси водорода, блефарорафические швы удалялись, после чего выполнялся тракционный тест. При отсутствии затруднения движений глазного яблока на

стороне повреждения: туалет раны – повторно, послойное ушивание раны и наложение асептической повязки.

У больных подгруппы сравнения 2 наряду с пресептальным трансконъюнктивальным хирургическим доступом в 5 случаях был выполнен чрескожный субтарзальный доступ к нижней стенке глазницы. Дальнейший протокол оперативного вмешательства был идентичен, с тем лишь отличием, что после визуализации операционного поля проводилось дополнительное измерение области повреждения с целью определения необходимого размера и формы аугмента, замещение же костного дефекта верхней челюсти в области нижней стенки орбиты производилось по стандартной методике интраоперационно, путем обрезки и ручного изгибания стандартной сетчатой титановой заготовки.

Послойное ушивание ран, включая надкостницу, подкожную клетчатку, проводилось с использованием синтетического плетеного шовного материала на основе полиглактина Novosyn 5/0 (B. Braun, Германия). Швы на кожу были наложены с помощью синтетического монофиламентного шовного материала Prolene 5/0 (Ethicon, Шотландия).

Послеоперационное ведение обеих групп пациентов происходило идентичным образом и включало в себя ежедневные осмотры и перевязки (совместно со смежными специалистами – при наличии показаний), а также назначение медикаментозных препаратов согласно действующим клиническим протоколам оказания медицинской помощи больным с травматическими повреждениями костей черепно-лицевой области.

Перед выпиской всем пациентам была повторно проведена оценка основных лабораторных показателей общеклинического анализа крови. По результатам проведенного контроля отмечается улучшение показателей у всех представителей исследуемых групп, при этом их значения так же оставались в пределах допустимых норм.

4.1.1 Результаты оценки стоматологического статуса

В день выписки всем пациентам также была проведена повторная индексная оценка уровня гигиены полости рта (табл. 17, 18), в результате которой, значимых изменений со стороны слизистой полости рта и десен у наших пациентов не наблюдалось. При этом, значительных осложнений, таких как распространение кариозного поражения зубов, осложненные формы кариеса и выраженное прогрессирование патологии пародонта на момент выписки также не было выявлено.

Таблица 17 — Результаты оценки упрощенного индекса гигиены полости рта ИГР-у у пациентов группы сравнения и основной группы в день выписки из стационара

Значение	Количество пациентов (ГС ПГ 1)		Количество пациентов (ГС ПГ 2)		Количество пациентов (основная группа)	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
>0.6	2	8,33	3	10	5	16,7
0.7 – 1.6	9	37,5	12	40	13	43,3
1.7 – 2.5	6	25	10	33,3	9	30
>2.6	7	29,17	5	16,7	3	10
Всего	24	100	30	100	30	100

Таблица 18 — Значения папиллярно-маргинально-альвеолярного гигиенического индекса РМА у пациентов групп сравнения и основной группы в день выписки из стационара

Значение индекса, %	Количество пациентов (ГС ПГ 1)		Количество пациентов (ГС ПГ 2)		Количество пациентов (основная группа)	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
≤30	11	45,83	3	10	5	16,7
31 – 60	6	25	22	73,3	21	70
≥61	7	29,17	5	16,7	3	10
Всего	24	100	30	100	30	100

4.1.2 Результаты сравнительной оценки высоты зрачковых линий

Через 3 месяца после оперативного вмешательства всем пациентам было проведено измерение разницы высоты зрачковых линий (рис. 47). В подгруппе сравнения 1 зрачковая линия на прооперированной стороне оказалась выше, в среднем, на 0,53мм. В подгруппе сравнения 2 зрачковая линия на стороне поражения оказалась ниже, чем с противоположной стороны, в среднем, на 0,21 мм, когда в основной группе зрачковая линия на стороне оперативного вмешательства, в среднем, оказалась выше на 0.1мм, что меньше относительно групп сравнения в 5,3 и 2,1 раза соответственно ($p \leq 0,05$).

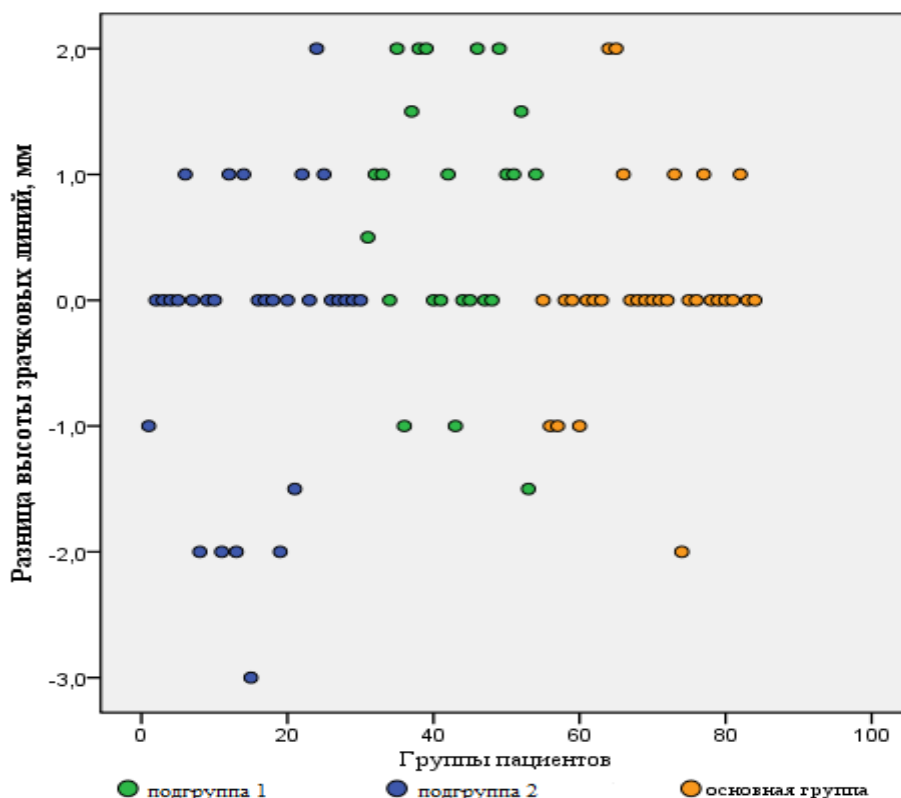


Рисунок 47 — Результаты исследования зрачковой высоты через 3 месяца после оперативного вмешательства

В ПГ 1 и основной группе разница высоты зрачковых линий на контрлатеральных сторонах не превышала 2мм, когда в ПГ 2 в одном случае разница составила 3 мм. При повторном контроле уровней зрачковых линий через 6 и 12

месяцев после выписки из стационара статистически значимых различий выявлено не было.

Оценка клинической эффективности предлагаемого комплексного лечения была оценена по следующим критериям:

1. Продолжительность оперативного вмешательства.
2. Продолжительность госпитализации.
3. Точность выполненной реконструкции.
4. Сравнительная оценка послеоперационного рубца согласно шкале Vancouver Scar Scale (VSS).
5. Оценка жалоб пациентов согласно опросников ОНП-49-RU и SNOT-22.

Говоря о продолжительности оперативного вмешательства, при использовании индивидуализированных аугментов обращает на себя внимание отсутствие необходимости проведения таких подготовительных мероприятий, как интраоперационные обрезка стандартной заготовки и ручное ее моделирование, что позволяет в значительной степени сократить время хирургического этапа лечения. Сравнивая время, затрачиваемое на проведение операции, были получены статистически достоверные данные ($p \leq 0,05$) о различии длительности операции проведения оперативного вмешательства у основной группы и группы сравнения (табл. 19).

Таблица 19. Сравнительная таблица продолжительности оперативного вмешательства у группы сравнения и основной группы

Продолжительность оперативного вмешательства	ГС ПГ 1	ГС ПГ 2	Основная группа
Минимальная продолжительность, мин.	21	21	18
Максимальная продолжительность, мин.	105	214	70
Средняя продолжительность, мин.	48,5±2,18	62,2±2,92	39,3±1,57

Из данных, приведенных в таблице 9, следует, что максимальная продолжительность операции в группе пациентов, которым лечение было проведено с применением преформированных титановых аугментов, индивидуализированных по высокоточным анатомическим 3D-моделям дефективных зон, сократилась относительно подгруппы сравнения 1 в 1,5 раза, при этом, более чем в 3 раза сократился данный показатель относительно подгруппы сравнения 2. Кроме того, средняя продолжительность оперативного вмешательства в основной группе сократилась относительно ПГ 1 и 2 группы сравнения в 1,2 и 1,6 раз соответственно. Следствиями сокращения продолжительности операции являются:

- снижение инвазивности хирургического вмешательства за счет минимизации манипуляций в области операционной раны;
- сохранение более полноценного уровня питания в области послеоперационной раны, благодаря уменьшению времени нахождения мягких тканей в состоянии ишемии в результате сдавления их хирургическим инструментарием в момент ретракции для обеспечения достаточного уровня визуализации операционного поля.

На третьи сутки после хирургического вмешательства всем пациентам повторно была проведена компьютерная томография с целью контроля положения аугмента костного дефекта верхней челюсти в области нижней стенки орбиты.

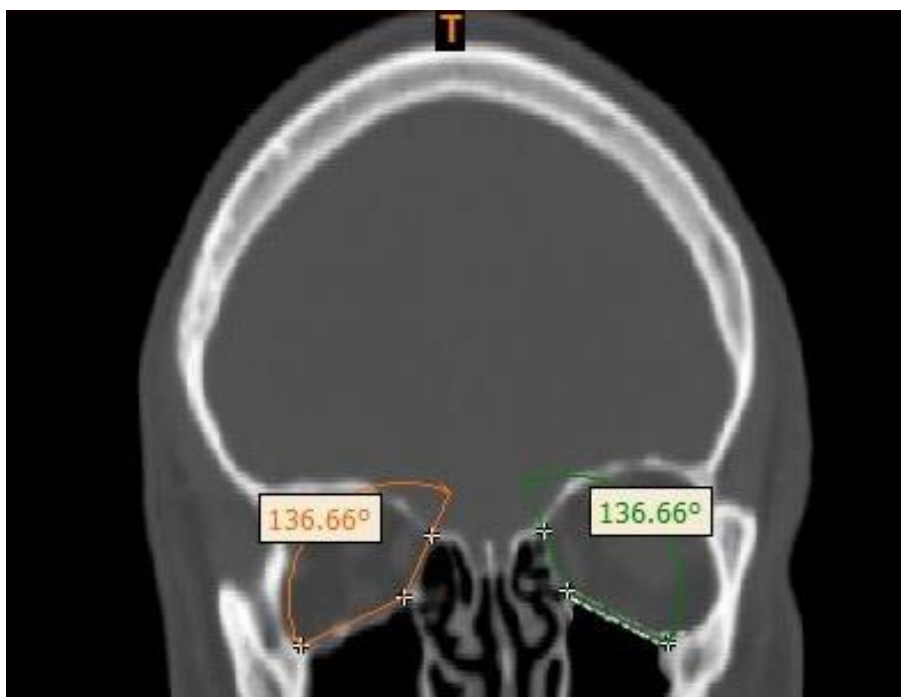


Рисунок 48 — Корональный срез КТ пациента Ч. ИБ №44238, вид в послеоперационном периоде. Отломки нижней стенки левой орбиты удалены из полости верхнечелюстной пазухи. В данном случае угол между медиальной и нижней стенками орбиты с противоположной стороны послужил ориентиром для моделирования положения индивидуализированного аугмента

Сравнивая показатели продолжительности госпитализации, были получены статистически значимые различия ($p \leq 0,01$) между группой сравнения и основной группой, представленные в таблице ниже (табл. 20).

Таблица 20 — Сравнительная таблица показателей сроков госпитализации в группе сравнения и основной группе

Длительность госпитализации	ГС ПГ 1	ГС ПГ 2	Основная группа
Минимальная продолжительность, сут.	4	3	3
Максимальная продолжительность, сут.	10	20	10
Средняя продолжительность, сут.	6,9±0,31	9,3±0,44	6±0,28

Исходя из полученных данных, мы можем достоверно говорить о снижении максимальной длительности госпитализации в основной группе относительно подгруппы сравнения 2 в 2 раза, при этом данный показатель оказался аналогичным максимальной длительности госпитализации в подгруппе сравнения 1 группы сравнения. Показатель средней продолжительности госпитализации представителей основной группы продемонстрировал снижение относительно ГС ПГ 1 и ГС ПГ 2 1,2 и в 1,5 раза соответственно.

Необходимо также отметить справедливое предположение о том, что сокращение времени проведения оперативного вмешательства будет способствовать не только разгрузке операционного блока, но и сократить сроки госпитализации и дальнейшей реабилитации больных с переломами нижней стенки орбиты, что позволит более эффективно распределить потоки пациентов и повысить эффективность работы стационара.

Основными жалобами в ближайшем послеоперационном периоде во всех группах были боль и отек в области оперативного вмешательства. В подгруппе сравнения 1 усредненный показатель сохранения указанных жалоб составил $3,7 \pm 0,18$ суток. Полный регресс жалоб на боль и отек в подгруппе сравнения 2 происходил, в среднем, в течение $4,2 \pm 0,21$ суток после операции, когда в основной группе этот показатель оказался меньше в 1,08 и 1,2 раза соответственно, и составил $3,4 \pm 0,15$ суток ($p \leq 0,05$).

Также, спустя 3 месяца после выписки из стационара, всем пациентам была проведена индексная оценка послеоперационных рубцов с применением Ванкуверской шкалы Vancouver Scar Scale, которая в настоящее время является наиболее известной и широко применяемой шкалой оценки рубцов различного генеза, в том числе и пост-операционных (табл. 21).

Таблица 21 — Сравнительная оценка послеоперационных рубцов по шкале Vancouver Scar Scale

Параметры оценки	ГС ПГ 1 Ср. знач. (SD)	ГС ПГ 2 Ср. знач. (SD)	Основная группа Ср. знач. (SD)	<i>p</i> -значение
Пигментация	0	0.17 (±0,38)	0	0,00885
Васкуляризация	0.13 (±0,33)	0.27 (±0,45)	0.07 (±0,25)	0,09269
Эластичность	0.13 (±0,33)	0.13 (±0,35)	0.1 (±0,31)	0,91932
Толщина/высота	0.08 (±0,28)	0.1 (±0,31)	0.07 (±0,25)	0,89781

По итогам сравнительной оценки послеоперационных рубцов у пациентов обеих групп, статистически значимых различий получено не было, за исключением того, что пресептальный трансконъюнктивальный доступ оказался несколько более эстетичным ввиду отсутствия рубца на коже и, как следствие, возможной его пигментации. При оценке результатов спустя 6 и 12 месяцев после выписки из стационара, показатели оказались идентичными и не продемонстрировали статистически значимых отличий.

В целом, оба варианта хирургических доступов к нижней стенке орбиты показали хорошие результаты как косметический, так и функциональный. В то же время стоит понимать, что разница в эстетическом эффекте компенсируется и различием в простоте выполнения, где чрескожный субтарзальный хирургический доступ считается более простым в плане технических аспектов его выполнения.

4.2 Результаты векторного измерения объемов глазниц в послеоперационном периоде

Весьма полезным диагностическим инструментом, а также средством контроля качества проведенной реконструкции является волюметрическое исследование глазниц, которое помогает, в первую очередь, выявить наличие либо отсутствие показаний к оперативному лечению, определить степень

прецизионности выполненного хирургического вмешательства, а также спрогнозировать риск возможных послеоперационных осложнений.

Оценка точности восстановления объема поврежденной орбиты производилась на третьи сутки после оперативного вмешательства путем проведения диагностической мультиспиральной компьютерной томографии костей лицевого скелета, вычисления и сравнения объемов глазниц на стороне оперативного вмешательства и на неповрежденной стороне (рис. 49).

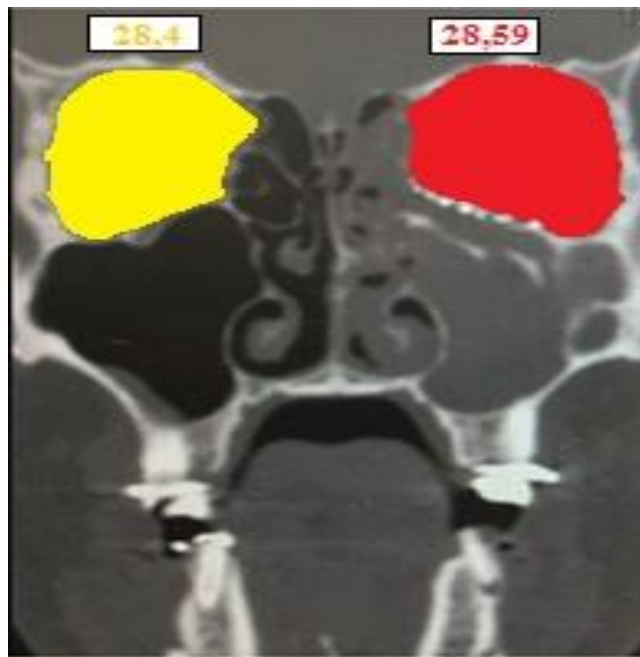


Рисунок 49 — Волюметрический анализ полостей глазниц пациента М. ИБ № 46385 после проведенной реконструкции в области нижней стенки левой орбиты. Разница между объемами полостей глазниц на контрлатеральных сторонах составила 0,19 мл

В результате анализа полученных данных было выявлено, что в подгруппе сравнения 1 максимальная разница между объемами прооперированной и неповрежденной орбит составила 2,5мл при среднем значении равном $0,21 \pm 0,01$ мл. В подгруппе сравнения 2 группы сравнения наибольшее отклонение составило 3.7 мл при среднем показателе $0.61 \pm 0,03$ мл, что говорит об увеличении объема полости глазницы на прооперированной стороне по сравнению с контрлатеральной. Причем максимальная разница между объемами

прооперированной и неповрежденной орбит в основной группе составила 1 мл при среднем значении $0,1 \pm 0,01$ мл ($p \leq 0,05$).

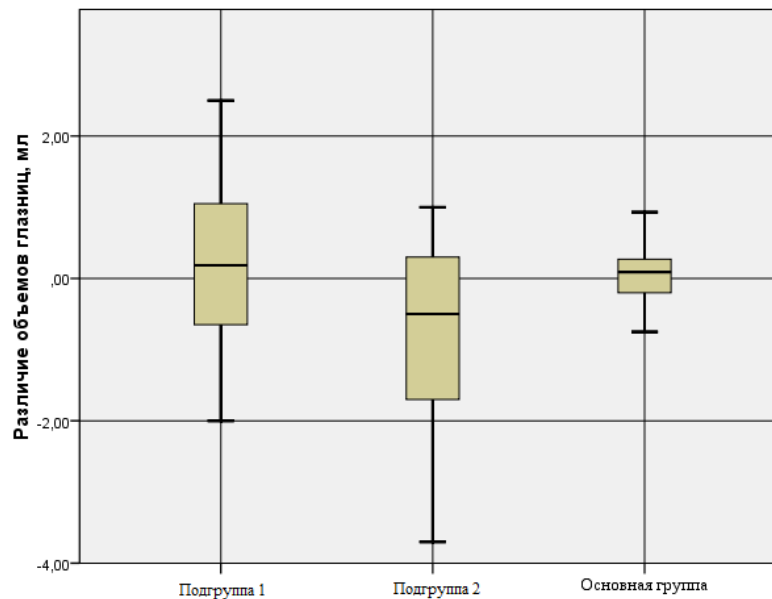


Рисунок 50 — Результаты исследования соотношения объемов глазниц на стороне оперативного вмешательства и на противоположной стороне

Примечательно, что в подгруппе сравнения 1 изменение объема глазницы на стороне оперативного вмешательства на 2 и более мл было зафиксировано у двоих пациентов. У подгруппы сравнения 2 в 5 случаях наблюдалось увеличение объема прооперированной глазницы на 2 и более мл. Следует заметить, что подобное увеличение объема орбиты является неблагоприятным прогностическим признаком, при котором возрастает риск развития клинически значимого экзофтальма в отдаленном периоде. Среди больных, получивших лечение с применением индивидуальных 3D-моделей, изготовленных по аддитивной технологии, аналогичных изменений объема поврежденной глазницы после ее реконструкции получено не было. Исходя из полученных данных следует, что точность реконструкции по методике с применением аддитивных технологий достоверно оказалась выше, чем в подгруппах 1 и 2 группы сравнения в 6,1 и 2,1 раза соответственно ($p \leq 0,05$) (рис. 50).

4.3 Результаты оценки качества жизни пациентов

4.3.1 Результаты оценки качества жизни по шкале SNOT-22

Учитывая локализацию области повреждения при рассматриваемом виде травмы, следует обратить внимание на ее тесную взаимосвязь с верхними дыхательными путями, включая околоносовые пазухи, где нижняя стенка орбиты одновременно представляет собой верхнюю стенку верхнечелюстной пазухи, и повреждение ее непосредственно сказывается также на дыхательной функции. В этой связи, с целью наиболее полноценной характеристики качества жизни и ее динамики у пациентов с травматическими повреждениями верхней челюсти в области нижней стенки орбиты, был использован опросник SNOT-22 (табл. 22-24).

При проведенном анкетировании пациентов по опроснику SNOT-22 среди лиц подгрупп 1 и 2 группы сравнения, ряд жалоб вышел на передний план, а именно:

- заложенность носа;
- головокружение;
- лицевая боль/ощущение давления;
- разбитость после пробуждения;
- утомляемость;
- снижение работоспособности.

Пациентами основной группы по результатам проведенного анкетирования в качестве наиболее важных были отмечены следующие жалобы:

- заложенность носа;
- лицевая боль/ощущение давления;
- разочарованность/тревожность/раздраженность;
- уныние;
- снижение работоспособности.

Таблица 22 — Показатели качества жизни согласно опроснику SNOT-22 на момент госпитализации

(ГС ПГ1/ГС ПГ 2/Основная группа)

Жалоба	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов	Итого, %	Средний балл
Выделения из носа (насморк)	-	-	-	-	-	0	-
Заложенность носа	-	7/6/5	10/12/15	4/7/10	-	21/25/30 87,5/83,3/100	2,8±0,72/ 3,04±0,73/ 3,16±0,69
Чихание	-	-	-	-	-	0	-
Ринорея	-	-	-	-	-	0	-
Кашель	-	-	-	-	-	0	-
Постназальный затек	-	-	-	-	-	0	-
Густое отделяемое из носа	-	-	-	-	-	0	-
Заложенность ушей	-	-	-	-	-	0	-
Головокружение	7/3/2	5/4/3	-	-	-	12/7/5 50/23,3/16,7	1,42±0,51/ 1,57±0,53/ 1,6±0,55
Боль в ухе	-	-	-	-	-	0	-
Лицевая боль	15/18/1 9	7/10/11	-	-	-	22/28/30 91,7/93,3/100	1,32±0,48/ 1,36±0,49/ 1,37 ±0,49
Снижение вкуса/обоняния	-	-	-	-	-	0	-
Трудности при засыпании	-	-	-	-	-	0	-
Ночные пробуждения	-	-	-	-	-	0	-

Нарушение сна	-	-	-	-	-	0	-
Разбитость после пробуждения		11/5/8	4/7/4	6/9/5		21/21/17 87,5/70/39,7	2,76±0,89/ 3,19±0,81/ 2,82±0,88
Утомляемость	13/10/7	9/16/18	-	-	-	22/26/25 91,7/86,7/83,3	1,41±0,5/ 1,61±0,5/ 1,72±0,46
Снижение работоспособности	11/6/9	10/5/11	3/18/5	-	-	24/29/25 100/96,7/83,3	1,67±0,7/ 2,41±0,83/ 1,84±0,75
Снижение концентрации внимания	11/15/1 4	8/13/10	-	1/2/5	-	20/30/29 83,3/66,7/96,7	1,55±0,76/ 1,63±0,81/ 1,86±1,09
Разочарованность/ тревожность	-	10/13/16	-	8/5/7	-	18/18/23 75/60/76,7	2,89±1,02/ 2,56±0,92/ 2,61±0,94
Уныние	12/17/9	-	3/9/6	-	-	15/26/15 62,5/86,7/50	1,4±0,82/ 1,69±0,97/ 1,8±1,01
Растерянность	-	3/5/4	-	-	-	3/5/4 12,5/16,7/13,3	2/ 2/ 2
Средний балл							2,04±1,18

Таблица 23 — Показатели качества жизни согласно опроснику SNOT-22 в день выписки из стационара
(ГС ПГ1/ГС ПГ 2/Основная группа)

Жалоба	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов	Итого, %	Средний балл
Выделения из носа (насморк)	-	-	-	-	-	0	-
Заложенность носа	-	7/6/5	2/-/-	1/-/-	-	10/6/5 33,3/25/16,67	2,4±0,5/ 2/ 2
Чихание	-	-	-	-	-	0	-
Ринорея	-	-	-	-	-	0	-
Кашель	-	-	-	-	-	0	-
Постназальный затек	-	-	-	-	-	0	-
Густое отделяемое из носа	-	-	-	-	-	0	-
Заложенность ушей	-	-	-	-	-	0	-
Головокружение	-/1/-	4/3/-	-	-	-	4/4/0 13,3/16,67/0	2/ 1,75±0,25/ 0
Боль в ухе	-	-	-	-	-	0	-
Лицевая боль	13/8/-	9/5/8	-	-	-	22/13/8 73,3/54,17/26, 67	1,4±0,25/ 1,4±0,25/ 2
Снижение вкуса/обоняния	-	-	-	-	-	0	-
Трудности при засыпании	-	-	-	-	-	0	-
Ночные пробуждения	-	-	-	-	-	0	-

Нарушение сна	-	-	-	-	-	0	-
Разбитость после пробуждения		5/-/-	1/4/-	-/1/-		6/5/0 20/20,83/0	2,2±0,2/ 3,2±0,2/ 0
Утомляемость	-/5/-	6/-/-	-	-	-	6/5/0 20/20,83/0	2/ 1/ 0
Снижение работоспособности	-/2/-	6/-/7	2/1/-	-	-	8/3/7 26,67/12,5/3,3	2,25±0,2/ 1,7±1,3/ 2
Снижение концентрации внимания	5/2/1	1/2/-	-	-	-	6/4/0 20/16,67/0	1,2±0,2/ 1,5±0,3/ 1
Разочарованность/ тревожность		-/-/9	-	-	-	0/0/9 0/0/30	0/ 0/ 2
Уныние	-/-/3	-	-	-	-	0/0/3 0/0/10	0/ 0/ 1
Растерянность	-	-	-	-	-	0	-
Средний балл							1,33±0,14

Таблица 24 — Показатели качества жизни согласно опроснику SNOT-22 через 1 месяц
после выписки из стационара (ГС ПГ1/ГС ПГ 2/Основная группа)

Жалоба	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов	Итого, %	Средний балл
Выделения из носа (насморк)	-	-	-	-	-	0	-
Заложенность носа	-	-	-	-	-	0	-
Чихание	-	-	-	-	-	0	-
Ринорея	-	-	-	-	-	0	-
Кашель	-	-	-	-	-	0	-
Постназальный затек	-	-	-	-	-	0	-
Густое отделяемое из носа	-	-	-	-	-	0	-
Заложенность ушей	-	-	-	-	-	0	-
Головокружение	-	-	-	-	-	0	-
Боль в ухе	-	-	-	-	-	0	-
Лицевая боль	1/2/-	-	-	-	-	1/2/- 4,17/6,67/ -	1/ 1/ 0
Снижение вкуса/обоняния	-	-	-	-	-	0	-
Трудности при засыпании	-	-	-	-	-	0	-
Ночные пробуждения	-	-	-	-	-	0	-
Нарушение сна	-	-	-	-	-	0	-

Разбитость после пробуждения	-	-	-	-	-	0	-
Утомляемость	-	-	-	-	-	0	-
Снижение работоспособности	-	-	-	-	-	0	-
Снижение концентрации внимания	-	-	-	-	-	0	-
Разочарованность/ тревожность	-	-	-	-	-	0	-
Уныние	-	-	-	-	-	0	-
Растерянность	-	-	-	-	-	0	-
Средний балл							1

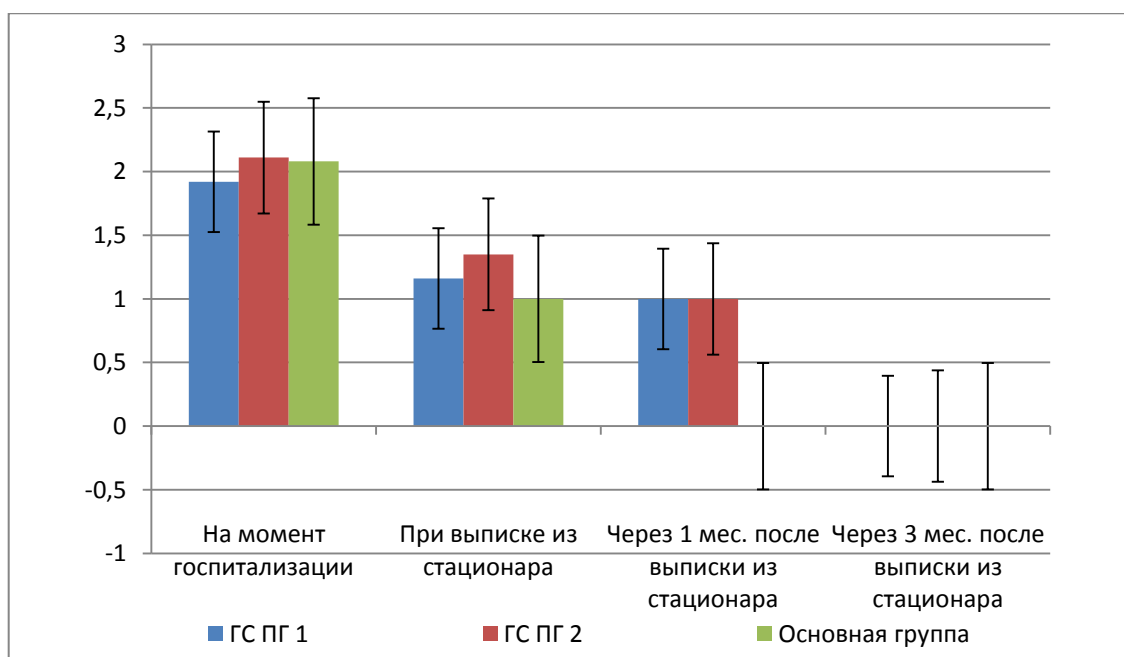


Рисунок 51 — Динамика изменения показателей качества жизни в соответствии с анкетированием пациентов по опроснику SNOT-22 ($p \leq 0,05$)

Таким образом, на момент выписки основные жалобы пациентов обеих групп были практически идентичны лишь с тем исключением, что в основной группе большинство жалоб было отмечено как вариант «Беспокоит незначительно», когда в подгруппах сравнения по некоторым пунктам встречались варианты значительного и сильного беспокойства тем или иным аспектам. Примечательно, что в основной группе, в отличие от группы сравнения, у больных отсутствовали жалобы на головокружение, ощущение разбитости при пробуждении, а также утомляемость. Жалобы на разочарованность и уныние, как правило, были связаны с фактом получения травмы и госпитализацией в стационар. Повторное анкетирование пациентов было проведено через 1 месяц и через 3 месяца после операции. Спустя 1 месяц после лечения, по результатам повторного анкетирования, все пациенты основной группы смогли вернуться к прежнему образу жизни в полном объеме, с отсутствием активных жалоб. В подгруппе 2 через месяц после оперативного вмешательства, у двоих пациентов сохранялись жалобы на лицевые боли в области хирургического вмешательства, но на уровне варианта «Почти не беспокоит», также, подобные жалобы в

незначительной степени беспокоили одного пациента из подгруппы 1 группы сравнения. Через 3 месяца после оперативного лечения при проведении очередного анкетирования, активные жалобы отсутствовали во обеих группах.

При анализе данных проведенного анкетирования получены статистически значимые ($p \leq 0,05$) результаты динамики качества жизни среди пациентов исследуемых групп, сопровождавшиеся уменьшением количества и степени выраженности жалоб среди пациентов с полным регрессом через 3 месяца после выписки из стационара (рис. 51). При последующих анкетированиях через 6 и 12 месяцев после выписки из стационара дополнительных жалоб у пациентов-представителей обеих групп выявлено не было.

Опираясь на полученные результаты проведенного анкетирования можно сделать вывод о сокращении сроков реабилитации после оперативного вмешательства в основной группе относительно группы сравнения.

4.3.2 Результаты оценки качества жизни пациентов по опроснику ОНП-49-RU

У пациентов обеих групп на момент госпитализации качество жизни было снижено. В среднем, интегральный показатель качества жизни составил $154 \pm 7,7$. По блоку «ограничение функций» показатель составил $28,1 \pm 1,7$, что пациенты связывали с нарушением зрения. Наибольшие значения были отмечены по блоку «физический дискомфорт» — $32,1 \pm 2,01$, «психологический дискомфорт» — $19,3 \pm 0,65$ (при максимально возможном показателе в 20 баллов, что объяснялось боязнью необратимых изменений со стороны органа зрения, а также страхом перед необходимостью оперативного лечения), «социальная дезадаптация» — $18,33 \pm 0,69$ (из-за полученной травмы пациенты также испытывали явный дискомфорт по поводу их дальнейшей социальной их адаптации) (рис. 52). Перечисленные выше разделы опросника являлись наиболее значимыми по результатам анализа анкет пациентов обеих групп. Высокие показатели

социальной дезадаптации, физического и психологического дискомфорта в данном случае говорят о выраженном полиморфизме и манифестности симптоматики рассматриваемого вида травм.

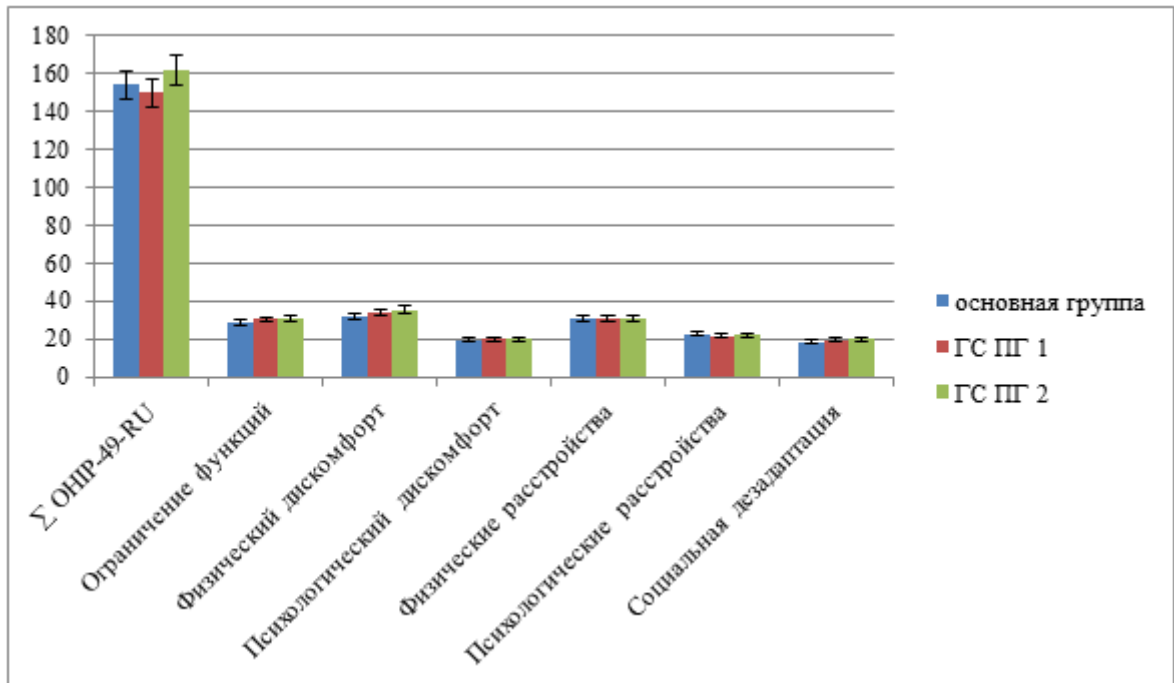


Рисунок 52 — Интегральный и шкаловые значения опросника ОНПР-49 на момент госпитализации ($p \leq 0,05$)

В результате первичной оценки согласно опроснику ОНПР-49-RU, качество жизни в обеих группах пациентов оказалось снижено по интегральному показателю в среднем на 78,57%, причем по отдельным шкалам (таким как физический дискомфорт — 89,16%, психологический дискомфорт — 96,5%) снижение усредненного показателя качества жизни было наиболее значительным. Обусловлено такое снижение болевыми ощущениями пациентов, эмоциональными переживаниями и обеспокоенностью своим внешним видом. Средний показатель социальной дезадаптации, отмеченный анкетированными, находился также на достаточно высоком уровне и составлял 91,65%, что было обусловлено такими симптомами как боль, отек области повреждения, а также в

ряде случаев эмфиземой век на стороне травмы. Перед выпиской из стационара пациенты обеих групп были анкетированы повторно (рис. 53).

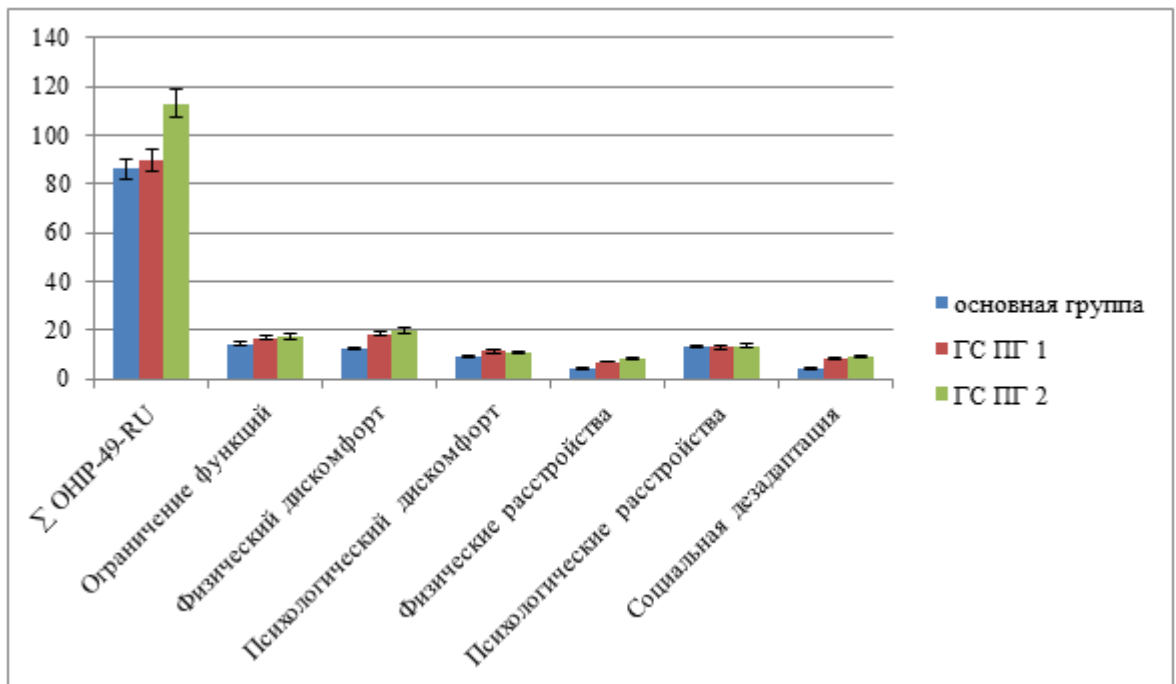


Рисунок 53 — Интегральный и шкаловые значения опросника OHIP-49 на момент выписки из стационара ($p \leq 0,05$)

После проведенного лечения, на момент выписки интегральный показатель качества жизни согласно опроснику OHIP-49-RU в основной группе снизился в 1,79 раз, в подгруппе 1 группы сравнения — в 1,66 раз и в подгруппе 2 группы сравнения данный показатель снизился в 1,43 раза. Повторные анкетирования также проводились через 1, 3, 6 и 12 месяцев после выписки из стационара (рис. 54).

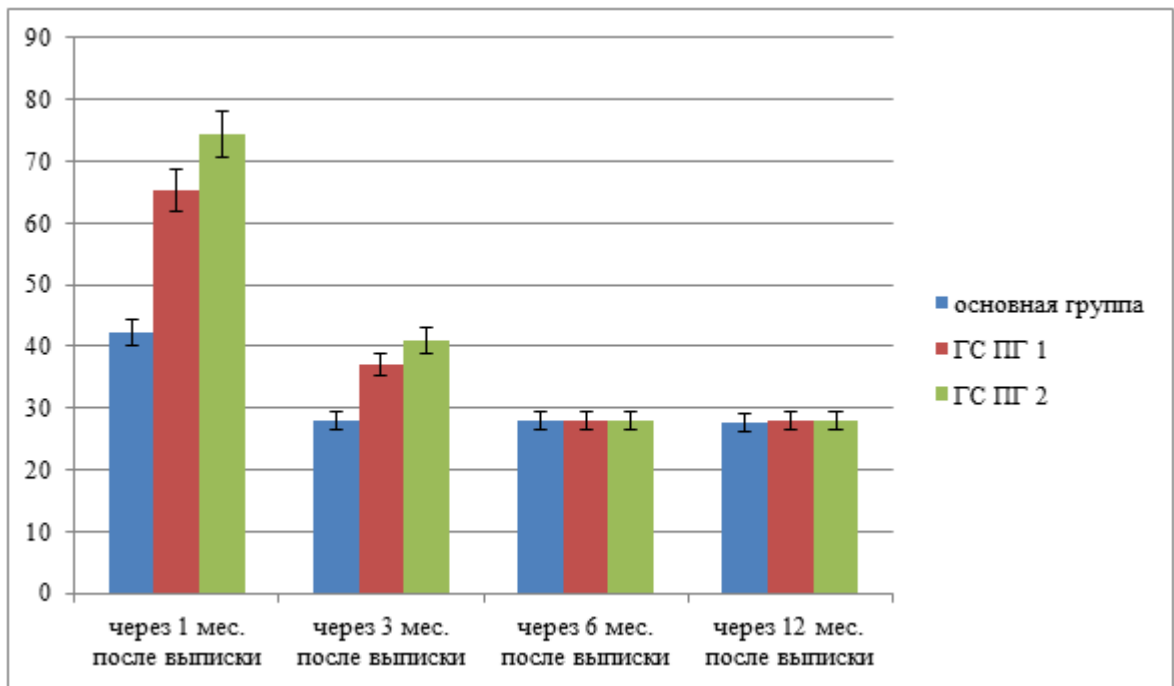


Рисунок 54 — Динамическое изменение интегрального показателя ОНІР-49 через 1, 3, 6 и 12 месяцев после выписки из стационара ($p \leq 0,05$)

Таким образом, через 1 месяц после выписки из стационара интегральный показатель ОНІР-49 составил в среднем $42,1 \pm 1,58$, когда в ПГ 1 и 2 группы сравнения этот показатель оказался $65,3 \pm 2,1$ и $74,4 \pm 2,93$. Через 3 месяца после выписки в основной группе были достигнуты нормальные значения интегрального показателя ОНІР-49, в то время как в группе сравнения нормализация данного критерия была отмечена спустя 6 месяцев после выписки из стационара.

Отмечено достоверное снижение интегрального показателя ОНІР-49 в основной группе по сравнению с исходным его значением уже через 1 месяц после лечения в 3,65 раз, когда в группе сравнения кратность снижения данного критерия не превышала 2,3 раз (в ПГ 1 он уменьшился в 2,29 раза, а в ПГ 2 — в 2,17 раз), что указывает на преимущество предложенной методики по сравнению со стандартными способами реконструкции области переломов верхней челюсти в области орбиты.

4.4 Клинический пример

Пациент М., 24 года (ИБ № 46385). Обратился в приемное отделение с жалобами на боль и отек мягких тканей левой параорбитальной области, «онемение» мягких тканей левой подглазничной области, «чувство двоения» при направлении взгляда вверх. При сборе анамнеза со слов пациента было выяснено, что 4 дня назад был избит неизвестным: нанесены несколько ударов кулаком в область левой глазницы, после чего появились указанные ранее жалобы. Потерю сознания, тошноту, рвоту отрицает. Самолечением не занимался. При внешнем осмотре определяется незначительный посттравматический отек мягких тканей левой параорбитальной области, гематома век OS. Пальпация указанной области болезненна. При пальпации в области нижнеорбитального края левой орбиты определяется положительный симптом «ступеньки». При осмотре оториноларинголога выявлен перелом верхней стенки верхнечелюстной пазухи, а также гемосинус левой верхнечелюстной пазухи. В результате осмотра офтальмологом были выявлены незначительное субконъюнктивальное кровоизлияние OS, ограничение глазодвигательных движений левого глазного яблока и диплопия при направлении взгляда вверх, а также концентрическое сужение полей зрения на стороне повреждения, характерное для контузии глазного яблока (рис. 55).

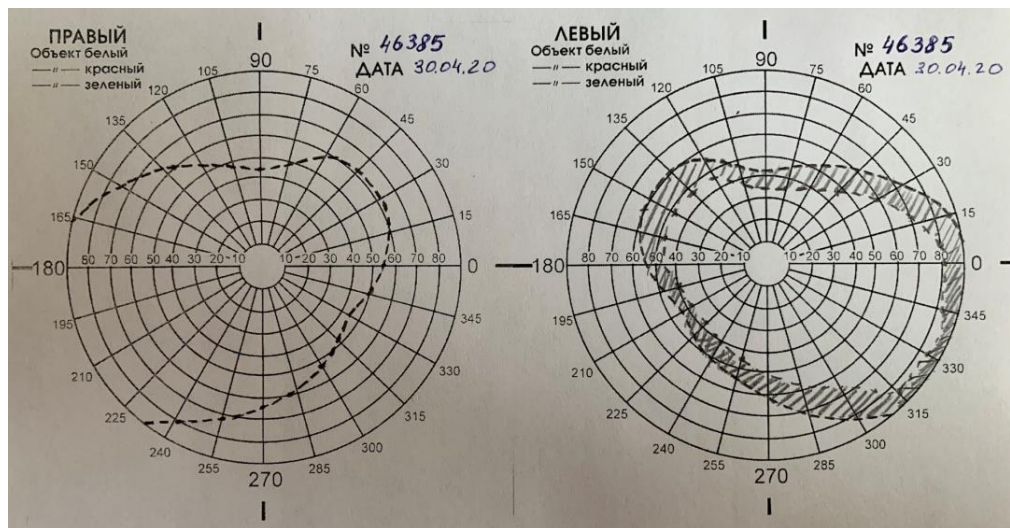


Рисунок 55 — карты полей зрения пациента М. ИБ №46385. На фото отображено концентрическое сужение полей зрения левого глазного яблока в результате его тупой травмы. Травмирующим агентом в данном случае стал кулак.

При проведении лабораторной диагностики, показатели результатов анализов находились в пределах допустимых значений (табл. 25).

Таблица 25 — Результаты лабораторных анализов пациента Пациент М. (ИБ № 46385) на момент госпитализации

Показатель	Лейкоциты ($10^9/\text{л}$)	Эритроциты ($10^{12}/\text{л}$)	Гемоглобин (г/л)	СОЭ (мм/ч)	С-Реактивный белок (мг/л)	Общий белок (г/л)	Глюкоза (содержание сахара в крови) (ммоль/л.)	Билирубин (мкмоль/л.)	Креатинин (мкмоль/л.)	ПТИ (%)	МНО	АЧТВ (сек.)
Значение	8,9	4,47	122	10	4,71	65,8	5,3	15,6	71	108	1	29,3

По КТ: на мультипланарных срезах с VRT и 3D-реконструкцией определяется перелом верхней челюсти в области нижнеорбитального края и нижней стенки левой орбиты со смещением отломков. Также определяется пролапс содержимого левой орбиты в полость левой верхнечелюстной пазухи с ущемлением в линии перелома нижней прямой мышцы глаза (рис. 56 А-В). В рамках КТ-диагностики было выполнено волюметрическое исследование полостей глазниц на контрлатеральных сторонах: объем интактной глазницы составил 28,4мл, в то время как на стороне повреждения объем глазницы оказался равен 33,61мл (рис. 56 Г).

Диагноз — «перелом верхней челюсти в области нижнеорбитального края и нижней стенки левой орбиты со смещением отломков».

Показано хирургическое лечение в объеме: открытая репозиция, остеосинтез нижнеорбитального края с реконструкцией нижней стенки орбиты индивидуализированным титановым аугментом (рис. 57). В данном случае выполнен чрескожный субтарзальный хирургический доступ (рис. 58).

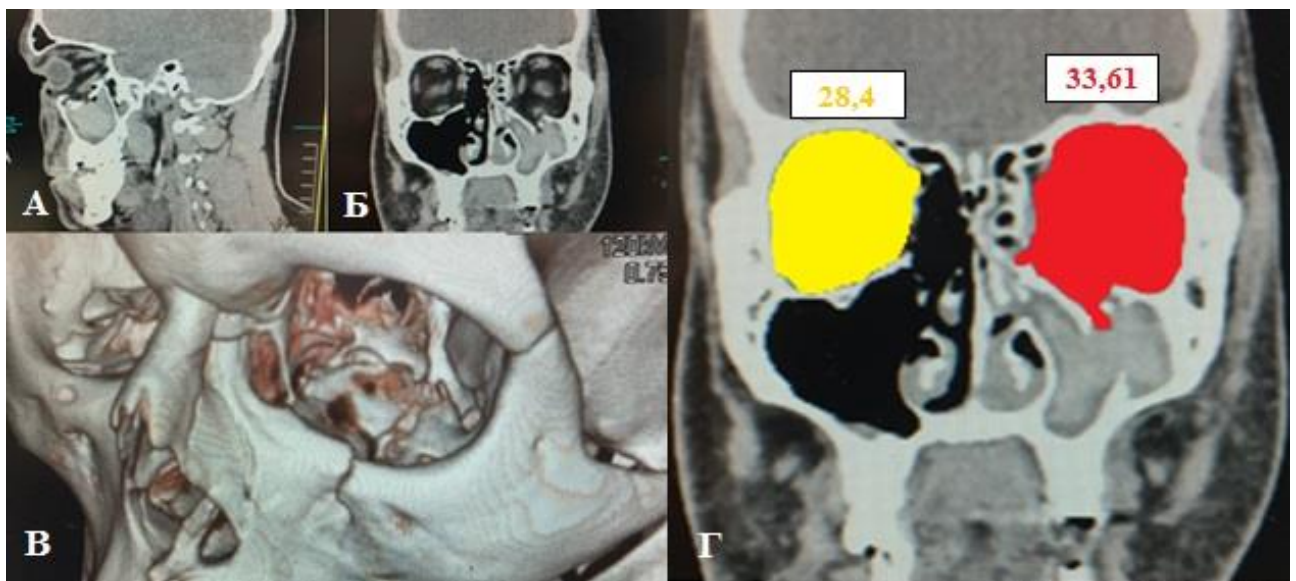


Рисунок 56 — Срезы компьютерной томографии пациента М. ИБ № 46385 на предоперационном этапе: определяется перелом в области нижней стенки левой глазницы с вовлечением области нижнеорбитального края (А-В). По результатам волюметрического анализа, увеличение объема поврежденной орбиты составило 5,21мл (Г)

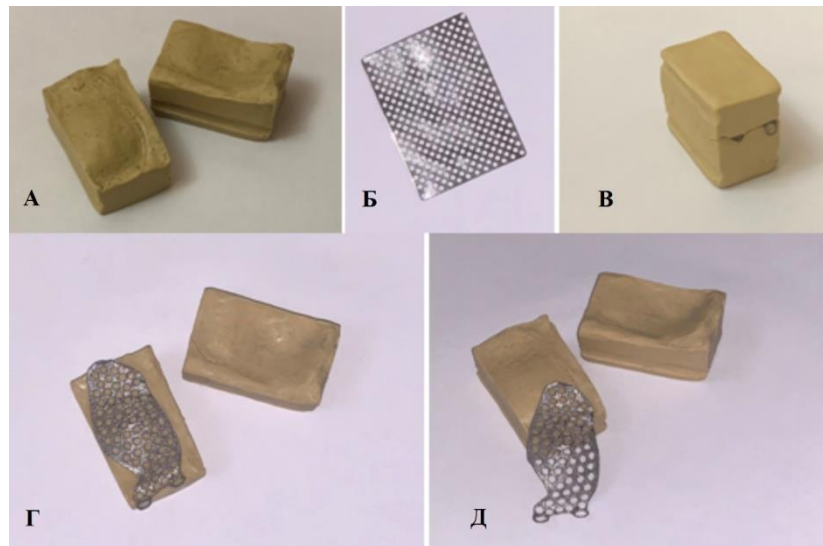


Рисунок 57 — Этапы индивидуализации титанового аугмента: А – индивидуальные модели области дефекта по типу «штамп-контрштамп»; Б – титановый аугмент (сетка); В – предварительно обрезанный по форме дефекта аугмент установлен на рабочие части индивидуальных моделей, выполнено штампование; Г, Д – вид индивидуализированного аугмента



Рисунок 58 — Основные этапы выполненного доступа, где изображены: область оперативного вмешательства перед проведением разреза (А), этап диссекции и доступа к области нижнеорбитального края (Б), этап визуализации

посттравматического костного дефекта нижней стенки орбиты (В), а также внешний вид операционной раны после ее ушивания (Г)

Под эндотрахеальным наркозом пациенту было проведено оперативное вмешательство в объеме: открытая репозиция, остеосинтез нижеорбитального края OS с помощью С-образной титановой пластины и винтов, пластика дефекта нижней стенки левой орбиты с применением титанового аугмента, индивидуализированного на предоперационном этапе с помощью высокоточной физической 3D-модели области дефекта, изготовленной путем SLS 3D-принтинга.

На третьи сутки после оперативного вмешательства была выполнена контрольная компьютерная томография области оперативного вмешательства с шагом среза 0,5мм (рис. 59).

В результате проведенного оперативного лечения из линии перелома была высвобождена пролабированная орбитальная клетчатка с нижней прямой мышцей OS, тем самым, восстановлена глазодвигательная активность левого глазного яблока; выполнена репозиция и остеосинтез нижеорбитального края, реконструкция нижней стенки левой орбиты с восстановлением ее преморбидной анатомической формы.

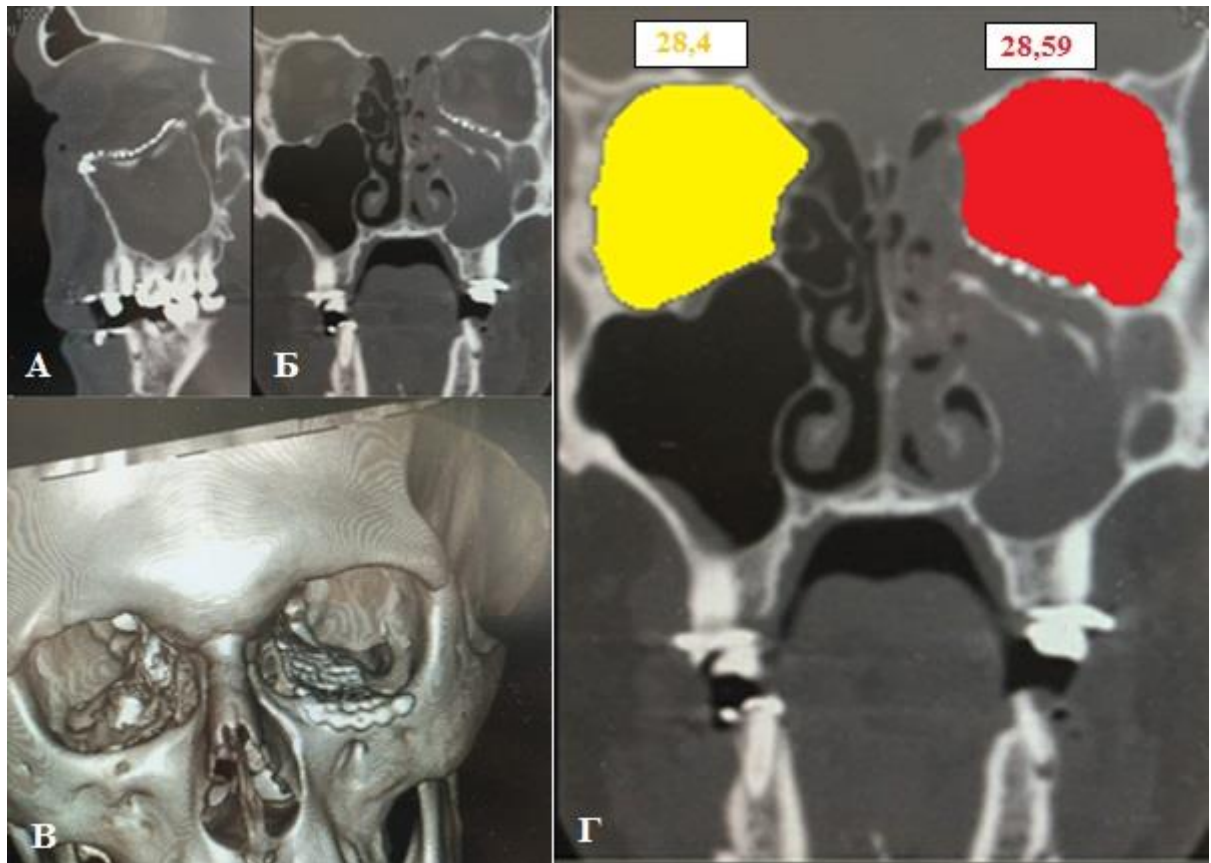


Рисунок 59 — Срезы компьютерной томографии пациента М. ИБ №46385 после проведенной открытой репозиции, остеосинтеза нижнеорбитального края OS с помощью С-образной титановой пластины, пластики дефекта нижней стенки левой орбиты с применением титанового аугмента, индивидуализированного на предоперационном этапе с помощью высокоточной физической 3D-модели области дефекта, изготовленной путем SLS 3D-принтинга. Фиксация металлоконструкций выполнена с помощью титановых винтов (А-В). Также был проведен сравнительный волюметрический анализ орбит на контрлатеральных сторонах для оценки точности проведенной реконструкции (Г)

В послеоперационном периоде, в рамках динамического наблюдения, оториноларингологом проводилась анемизация слизистой оболочки полости носа и средних носовых ходов для снятия отека и более эффективного дренирования содержимого левой верхнечелюстной пазухи (послеоперационный гемосинус) через естественное соустье с полостью носа.

После снятия швов на 5 сутки больной выписан на амбулаторное долечивание по месту жительства с рекомендациями.

На рисунке 60 представлен внешний вид пациента на 5 сутки после оперативного вмешательства, после снятия швов.



Рисунок 60 — Внешний вид пациентка М. (ИБ № 46385) после снятия швов, на 5 сутки после оперативного лечения

Результаты лабораторных анализов пациента на момент выписки также оставались в рамках референсных значений (табл. 26).

Таблица 26 — Результаты лабораторных анализов пациента Пациент М. (ИБ №46385) в день выписки из стационара

Показатель	Лейкоциты(10^9 /л)	Эритроциты (10^{12} /л)	Гемоглобин (г/л)	СОЭ (мм/ч)	С-Реактивный белок (мг/л)	Общий белок (г/л)	Глюкоза (содержание сахара в крови) (ммоль/л.)	Билирубин (мкмоль/л.)	Креатинин (мкмоль/л.)	ПТИ (%)	МНО	АЧТВ (сек.)
Значение	8,2	4,38	125	9	4,12	64,7	5,23	14,8	68	106	1	30,8

При выписке помимо общих рекомендаций пациенту рекомендовано динамическое наблюдение специалистов: челюстно-лицевого хирурга, оториноларинголога и офтальмолога. С целью восстановления естественной

вентиляции и, соответственно, улучшения дренирования левой верхне-челюстной пазухи рекомендовано использование сосудосуживающего препарата в форме спрея интраназально в течение 5-7 суток.

Резюме

Переломы костей средней зоны лица в настоящее время представляют собой обширную группу травматических повреждений, требующую к себе повышенного внимания и междисциплинарного подхода в виду особенностей локализации, взаимоотношения с жизненно важными органами. Не оставляет сомнений социальная значимость травматизма лицевого скелета, так как лицо является «визитной карточкой», одним из основных способов идентификации человека в обществе, активного взаимодействия людей друг с другом. Одной из важных функций лицевого скелета является обеспечение опоры для мягких тканей и, как следствие, придание лицу человека индивидуального облика, а также формирование ложа для таких органов, как глазное яблоко и его придаточный аппарат. Нарушение целостности костей лица и их смещение при несвоевременной, неполноценной диагностике и лечении могут повлечь за собой формирование грубых посттравматических деформаций, в некоторых случаях обезображивающих лицо пострадавшего, что в значительной степени снижает уровень его социальной адаптации и реабилитации в последующем.

Благодаря стремительному развитию цифровых технологий и материаловедения, на сегодняшний день удалось в значительной степени расширить междисциплинарное взаимодействие специалистов различных отраслей науки, что сделало возможным применение 3D-моделирования и предоперационного планирования в черепно-челюстно-лицевой хирургии *in silico* с последующим созданием физических моделей зоны повреждения с помощью технологий аддитивного производства.

Результаты проведенного исследования продемонстрировали возможность детальной диагностики с участием врачей смежных специальностей для

оптимального выбора тактики ведения больного, точного планирования оперативного вмешательства с помощью 3D-технологий (моделирования *in silico* и печати), позволяя повысить прецизионность вмешательства и предсказуемость результата.

Тем не менее, в настоящий момент реализован далеко не весь потенциал использования 3D-моделирования и аддитивных технологий в челюстно-лицевой хирургии, что приводит к продолжению научного поиска, расширению внедрения цифровых технологий с целью повышения качества оказания медицинской помощи, сохранения и укрепления здоровья населения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день проблема травматизма черепно-лицевой области не утратила своей актуальности. Урбанизация населенных пунктов, рост количества автотранспорта, а также неблагоприятная криминогенная обстановка – главные причины роста числа пациентов с травмами костей кранио-фациальной области. По данным литературы, травматические поражения глазниц чаще встречаются среди лиц молодого возраста [59]. Говоря о повреждениях средней зоны лицевого скелета, необходимо отметить, что переломы стенок глазниц по частоте встречаемости уступают лишь переломам костей носа.

В результате проведенного исследования, наиболее распространенным видом повреждения стенок глазницы являются взрывные или так называемые Blow-out переломы верхней челюсти в области нижней стенки глазницы, на долю которых приходится до 85% всех переломов стенок орбит. Основными причинами рассматриваемого вида повреждений стали дорожно-транспортные происшествия, а также бытовые травмы, что в целом подтверждает данные литературы, а также мировой статистики [12, 50, 59].

Несмотря на современный уровень развития медицины, именно неполноценная диагностика и несвоевременное обращение пациентов за помощью могут повлечь за собой осложнения различной степени тяжести [23, 72, 154]. Изначально пациенты с орбитальной травмой предъявляют жалобы лишь на отек в соответствующей области, данная клиническая картина может быть расценена как простой ушиб либо гематома, хотя на самом деле произошел перелом стенки верхней челюсти в области глазницы. Необходимо иметь в виду близкое расположение к области глазниц важных анатомических образований: полость носа и околоносовые пазухи, орган зрения (глазное яблоко), головной мозг. Тщательная диагностика, высокая прецизионность реконструкции преморбидной конфигурации поврежденных или утраченных структур, а также неоднозначность клинической картины делают переломы данной локализации

«полем» широкого междисциплинарного взаимодействия челюстно-лицевых хирургов, оториноларингологов, офтальмологов, нейрохирургов и неврологов [9, 26, 16, 121]. При наличии сопутствующей патологии список мультидисциплинарной команды врачей может быть расширен соответствующими специалистами.

Трудности диагностики и лечения пациентов с переломами верхней челюсти в области нижней стенки глазницы, высокая частота осложнений традиционных методов коррекции (до 44%) вызывают особый интерес к выбору цифровых технологий в комплексном восстановлении больных данной категории. Аддитивное прототипирование представляет собой достаточно объемный набор различного рода методик, направленных на послойное высокоточное воссоздание объектов заданной геометрии. На этапе становления данная группа технологий называлась «быстрым прототипированием», в настоящий момент с помощью аддитивного производства можно в сжатые сроки получить не только опытные прототипы, но и полноценные функциональные модели различного назначения, в том числе медицинского [74].

В проведенном исследовании группы пациентов были сформированы, исходя из методики оперативного лечения переломов верхней челюсти в области нижней стенки орбиты, два из которых проводились путем интраоперационного моделирования титановых аугментов.

Междисциплинарное взаимодействие врачей различных специальностей позволило провести комплексное обследование пациентов всех групп, что явилось благоприятным фактором не только для достижения хороших результатов оперативного вмешательства, но и своевременного назначения реабилитационных мероприятий в целях сокращения восстановительного периода. Немаловажным является и контроль состояния полости рта, который проводился с момента госпитализации и до 12 месяцев после выписки из стационара, что позволило достичь более полноценного уровня реабилитации

после полученной травмы и улучшению показателей здоровья, в том числе и стоматологического.

В результате выполненной работы, использование аддитивных технологий в лечении пациентов с травматическими повреждениями верхней челюсти в области нижней стенки орбиты позволило индивидуализировать лечебно-диагностический процесс, добиться более высокого уровня прецизионности выполненной реконструкции и успешной реабилитации больных.

Несомненным является тот факт, что толчок развитию цифровых технологий в медицине произошел совместно с совершенствованием лучевых методов диагностики, в частности, появлением компьютерной томографии. Развитие данного направления позволило усовершенствовать стандарты лучевой диагностики черепно-лицевой травмы, прочно закрепив за данной технологией звание «золотого стандарта». Проведение мультиспиральной компьютерной томографии пациентам в значительной степени расширило возможности диагностики и планирования хирургического вмешательства [13, 36, 71, 112].

При планировании оперативного вмешательства нами было использовано измерение углов между медиальной и нижней стенками глазниц для определения необходимого положения аугмента костного дефекта, а также волюметрическое исследование поврежденной и контр-латеральной сторон на пред- и послеоперационном этапах с целью определения точности реконструкции. На срезах компьютерных томограмм пациентов основной группы были успешно применены технологии виртуального моделирования для визуализации и проектирования высокоточных 3D-моделей областей посттравматических повреждений средней зоны лицевого скелета, что позволило изготовить индивидуализированные аугменты костных дефектов уже на этапе планирования хирургического вмешательства с учетом всех анатомических особенностей конкретного пациента.

Перед выбором оптимального хирургического доступа был проведен анализ массива отечественной и зарубежной специализированной литературы, в

результате которого наиболее подходящим к применению в рамках проведенной работы оказался чрескожный субтарзальный и пресептальный трансконъюнктивальный хирургический доступ, характеризующиеся удовлетворительной эстетикой и позволяющие добиться достаточной визуализации операционного поля, что согласуется и с данными литературы [23, 65, 152, 70, 166, 141]. Меры профилактики возможных осложнений в интра- и послеоперационном периоде соответствовали протоколу оказания помощи пациентам с травматическим повреждением костей лицевого скелета.

Весьма значимым преимуществом применения аддитивных технологий стало отсутствие необходимости интраоперационного моделирования титанового аугмента, что позволило сократить травматизацию области оперативного вмешательства многократным введением аугмента в операционную рану с целью адаптации к области дефекта и оценке соответствия его размеров и формы. При использовании же аугментов, изготовленных на предоперационном этапе с применением высокоточных физических 3D-моделей зоны повреждения, созданных с помощью технологий аддитивного производства, появляется возможность заранее спланировать положение, размеры и форму замещающей костный дефект металлоконструкции вплоть до определения точек ее фиксации с учетом костных ориентиров, их сохранности и других индивидуальных особенностей конкретного пациента. В итоге объем оперативного вмешательства подразумевает выполнение хирургического доступа, визуализацию области повреждения, введение предварительно моделированного титанового аугмента на область посттравматического дефекта с последующей его фиксацией согласно запланированной позиции и дальнейшим послойным ушиванием раны, без необходимости кропотливого моделирования вручную с большей долей субъективности проводимых манипуляций.

При оценке эффективности предлагаемой методики оперативного лечения переломов верхней челюсти в области нижней стенки орбиты были получены статистически значимые и достоверные показатели, продемонстрировавшие

преимущество данного способа над традиционными подходами интраоперационного моделирования замещающих костные дефекты аугментов.

Таким образом, основными жалобами в ближайшем послеоперационном периоде в сравниваемых группах были боль и отек в области оперативного вмешательства. В подгруппе 1 группы сравнения средний показатель сроков сохранения указанных жалоб составил $3,7 \pm 0,18$ суток. Полный регресс постоперационных явлений в подгруппе 2 группы сравнения происходил в среднем в течение $4,2 \pm 0,21$ суток после операции, когда в основной группе этот показатель составил $3,4 \pm 0,15$ суток, что меньше на 23,5%.

В ходе проведенного исследования было выяснено, что путем применения технологий компьютерного моделирования и индивидуальных 3D-моделей дефективных зон, изготовленных по аддитивной технологии, удалось добиться повышения точности реконструкции верхней челюсти в области нижней стенки глазницы относительно подгрупп 1 и 2 группы сравнения в 2,1 и 6,1 раза соответственно, при среднем показателе различия объемов в $0,1 \pm 0,01$ мл.

В целях более подробной оценки качества жизни пациентов были использованы валидированные опросники OHIP-49-RU и SNOT-22.

Опираясь на данные SNOT-22, на момент выписки основные жалобы пациентов обеих групп были практически идентичны лишь с тем исключением, что в основной группе большинство жалоб было отмечено как вариант «Беспокоит незначительно», когда в подгруппах сравнения 1 и 2 по некоторым пунктам встречались варианты значительного и сильного беспокойства тем или иным аспектом. Повторное анкетирование пациентов было проведено через 1, 3, 6 и 12 месяцев после операции.

Спустя месяц после лечения, по результатам повторного анкетирования, все пациенты основной группы смогли вернуться к прежнему образу жизни в полном объеме, с отсутствием активных жалоб. В подгруппе сравнения 2 через месяц после оперативного вмешательства, у двоих пациентов сохранялись жалобы на лицевые боли в области хирургического вмешательства, но на уровне варианта

«Почти не беспокоит». Аналогичные жалобы сохранялись у одного пациента подгруппы сравнения 1. Через 3 месяца после оперативного лечения при проведении очередного анкетирования, активные жалобы отсутствовали во всех группах. При повторном анкетировании пациентов через 6 и 12 месяцев после выписки из стационара дополнительных жалоб по тем или иным пунктам получено не было.

Оценка качества жизни по профилю стоматологического здоровья ОНП-49-RU продемонстрировала достоверное улучшение показателей, при этом очевидным преимуществом предложенной методики является более короткий период восстановления по сравнению со стандартными методиками интраоперационного моделирования аугментов.

В ходе изучения вертикального положения глазных яблок на контрлатеральных сторонах через 3 месяца после оперативного вмешательства стало уменьшение разницы между данным показателем в основной группе относительно подгрупп 1 и 2 группы сравнения в 2,1 и 5,3 раза соответственно. При повторной оценке данного показателя через 6 и 12 месяцев после выписки статистически значимых результатов получено не было.

На сегодняшний день развитие медицинской науки и технологический прогресс открывают все новые возможности не только для узкоспециализированных направлений, но и для междисциплинарного взаимодействия докторов различных специальностей, особенно в области головы и шеи, где встречаются, по меньшей мере, компетенции шести дисциплин: стоматология, челюстно-лицевая хирургия, оториноларингология, офтальмология, неврология и нейрохирургия. Такое сочетание очередной раз доказывает важность и необходимость междисциплинарного подхода не на определенных этапах, а на протяжении всего лечебно-диагностического процесса, в целях достижения наилучших результатов как функциональных, так и эстетических.

В результате проведенной работы была доказана эффективность усовершенствованного алгоритма реконструкции посттравматических дефектов

верхней челюсти в области нижней стенки орбиты путем применения технологий компьютерного моделирования и аддитивных технологий.

Данная работа демонстрирует возможности цифровизации подходов к лечебно-диагностическому процессу в медицине, а также применения современных методов визуализации, позволяющих по-новому взглянуть на вопросы диагностики и лечения, в частности, травматических повреждений костей средней зоны лица с применением аддитивных технологий. Несмотря на широкое внедрение в медицинской практике, включая хирургию, аддитивное производство остается отраслью, до сих пор не раскрывшей весь свой потенциал, что дает предпосылки к продолжению дальнейшего научного поиска в этой сфере.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее частыми причинами травматических повреждений верхней челюсти в области нижней стенки орбиты являются дорожно-транспортные происшествия (28,4%) и бытовая травма (46,8%). При этом среди переломов верхней челюсти в области орбиты, изолированные переломы нижней стенки глазницы встречаются чаще всего – 35,8% случаев.

2. По данным ретроспективного анализа, переломы верхней челюсти в области орбиты проявляются полиморфной симптоматикой с появлением как офтальмологических, так и стоматологических симптомов, сопровождающихся снижением качества жизни пациентов по показателям стоматологического здоровья и сино-назальной функции. Наиболее частыми осложнениями в ближайшем послеоперационном периоде стали гипоэстезия подглазничной области (38,3%), гемосинус (19,2%) и диплопия (17%) на стороне повреждения. Осложнения лечения переломов верхней челюсти в области нижней стенки глазницы при использовании стандартных материалов для реконструкции, в том числе и титановых сеток, достигало 44%. В отдаленном периоде потребность ревизии области реконструкции была связана с некорректным восстановлением области посттравматического дефекта и составила 24,7%.

3. Компьютерный способ векторного измерения пространственного расположения структур средней зоны лица с 3D и VRT реконструкцией дефектов, дает возможность оценить точность реконструкции и восстановления объема анатомических структур глазницы на этапах диагностики, предоперационного планирования, возможности хирургического лечения и оценки его эффективности.

4. Воссозданные по цифровым 3D-моделям с использованием аддитивных технологий, физические модели зоны повреждения с учётом индивидуальных особенностей анатомического строения, используются в качестве шаблона для индивидуализации аугментов костных дефектов на этапе предоперационного

планирования (заявка на патент РФ на изобретение № 2022114906 от 03.06.2022 г.).

5. Применение индивидуализированных титановых аугментов в хирургической коррекции травматических повреждений верхней челюсти в области орбиты позволяет достоверно уменьшить продолжительность оперативного вмешательства в 1,4 раза, повысить точность реконструкции в 3,7 раза, ускорить сроки заживления относительно группы сравнения, сократить сроки госпитализации, что способствует снижению количества послеоперационных осложнений, повышению эффективности лечения и качества жизни пациентов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

В целях улучшения качества диагностики и лечения больных с переломами верхней челюсти в области нижней стенки глазницы рекомендовано:

1. Пациентам с подозрением на орбитальные переломы выполнять мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) костей черепно-лицевой зоны с 3D и VRT реконструкцией (толщиной среза не более 1 мм).

2. В зависимости от характера, степени тяжести полученной травмы, клинических проявлений, соматического статуса пациентов, проводить комплексный осмотр, с привлечением специалистов смежных профилей (мультидисциплинарный подход).

3. Применять цифровые расчеты на срезах компьютерных томограмм пациентов в объеме волюметрического исследования полостей глазниц с обеих сторон и измерения углов между медиальной и нижней стенками глазниц на пред- и послеоперационном этапах.

4. Использовать цифровые 3D-модели зоны повреждения для воссоздания высокоточных физических моделей методом аддитивного прототипирования с учетом индивидуальных особенностей анатомического строения исследуемой области, с применением их в качестве шаблона для индивидуализации аугментов костных дефектов на этапе предоперационного планирования и подготовки (заявка на патент РФ на изобретение № 2022114906 от 03.06.2022 г.).

5. В качестве хирургического доступа предпочтителен выбор пресептального трансконъюнктивального доступа.

6. Необходимо учитывать особенности гигиены лица, а также полости рта на протяжении периода госпитализации: умывание проводится теплой проточной водой без применения специализированных средств (мыло, гели для умывания), исключая контакт с послеоперационной раной, избегая растирающих движений. Чистка зубов осуществляется обычным образом, с помощью зубной щетки и пасты. Обработка непосредственно раны производится средним медицинским персоналом (перевязочной сестрой) в условиях перевязочного кабинета.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВОЗ	– Всемирная организация здравоохранения
ДТП	– дорожно-транспортное происшествие
ИГРу	– гигиенический индекс зубного налета Грина-Вермильона
КПУз	– гигиенический индекс кариозных, пломбированных и удаленных зубов
КТ	– компьютерная томография
МСКТ	– мультиспиральная компьютерная томография
МКБ-10	– Международный классификатор болезней 10-го пересмотра
ПМА (англ. PMA)	– папиллярно-маргинально-альвеолярный гигиенический индекс
СОК	– скуло-орбитальный комплекс
ГС	– группа сравнения
ПГ 1	– подгруппа 1 группы сравнения
ПГ 2	– подгруппа 2 группы сравнения
3D (Three-dimensional)	– объемное отображение объекта в трех взаимоперпендикулярных плоскостях
CAD (Computer-aided design)	– процесс создания объекта с применением технологий компьютерного моделирования
SLS (Selective laser sintering)	– технология аддитивного производства путем селективного лазерного сплавления порошковых материалов
STL (Standart Tessellation Language)	– наиболее распространенный формат файлов трехмерных моделей для применения в аддитивном их производстве
VRT (Volume rendering technique)	– объемный рендеринг, техника, позволяющая получать плоские изображения из трехмерного набора данных

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрашитова, А. Б. Временная нетрудоспособность пациентов при травмах челюстно-лицевой области / А. Б. Абдрашитова, Р. А. Салеев // Российский стоматологический журнал. – 2019. – № 3. – С. 133-139.
2. Анализ картины переломов челюстно-лицевой области в городе Екатеринбурге / Д. П. Самохвалов, В. П. Журавлёв, В. А. Петренко, А. Н. Николаева // Уральский медицинский журнал. – 2011. – № 5 (83). – С. 103-107.
3. Ахроров, А. Лечение пострадавших с травмами скуловой кости и дуги при помощи использования малоинвазивных методов / А. Ахроров, Б. Пулатова // Общество и инновации. – 2021. – № 2 (2). – С. 289-295.
4. Багатурия, Г. О. Перспективы использования 3D-печати при планировании хирургических операций // Медицина: теория и практика. – 2016. – № 1. – С. 26-28.
5. Ближайшие и отдаленные результаты лечения пациентов с переломами нижней стенки орбиты / Н. Е. Хомутишникова, Е. А. Дурново, Н. В. Мишина, Ю. В. Высельцева // Стоматология. – 2018. – № 97 (5). – С. 54-58.
6. Ванин, А. А. Рынок медизделий: основные факторы на рынке медизделий для остеосинтеза // Ремедиум. – 2020. – № 4-6. – С. 92-94.
7. Василюк, В. П. Использование аддитивных технологий при восстановлении дефектов лицевого скелета / В. П. Василюк, Г. И. Штраубе, В. А. Четвертных // Пермский Медицинский Журнал. — 2013. — № 3(30). — С. 60-65.
8. Волков, А. Г. Лечение переломов верхней стенки верхнечелюстной пазухи // Российская оториноларингология. – 2018. – № 5 (96). – С. 20-22.
9. Гущина, М. Б. Посттравматический энофтальм: проблемы диагностики и реабилитации / М. Б. Гущина, Д. С. Афанасьева // РМЖ. Клиническая офтальмология. – 2019. – № 4. – С. 252-256.
10. Дьяченко, Д. Ю. Применение метода конечных элементов в компьютерной симуляции для улучшения качества лечения пациентов в

стоматологии: систематический обзор / Д. Ю. Дьяченко, С. В. Дьяченко // Кубанский научный медицинский вестник. – 2021. – № 5. – С. 98-116.

11. Елифанов, С. А. Реконструкция нижней стенки глазницы при помощи мини-инвазивных технологий / С. А. Елифанов, К. Г. Апостолиди, Э. К. Ахинян // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова. – 2018. – № 4. – С. 71-74.

12. Журавлёв, В. П. Актуальность организации экстренной медицинской помощи больным с травмой черепно-челюстно-лицевой области / В. П. Журавлёв, Д. П. Самохвалов, М. М. Бухер // Уральский медицинский журнал. – 2010. – № 4 (69). – С. 40-43.

13. Карасева, В. В. Применение компьютерной томографии в обследовании, диагностике и планировании стоматологической реабилитации пациентов с огнестрельными ранениями челюстно-лицевой области // Вятский медицинский вестник. – 2019. – № 2 (62). – С. 30-34.

14. Копорушко, Н. А. Клинические результаты реконструктивных нейрохирургических вмешательств на черепе с использованием компьютерного моделирования и трехмерной печати / Н. А. Копорушко, С. В. Мишинов, В. В. Ступак // Политравма. – 2020. – № 3. – С. 54-64.

15. Клинический протокол медицинской помощи при острой травме тканей лица, головы и шеи / А. А. Кулаков, А. И. Неробеев, В. В. Рогинский [и др.] ; Секция СТАР «Ассоциация челюстно-лицевых хирургов и хирургов-стоматологов». – Москва, 2014. – 59 с.

16. Лебедев, М. В. Междисциплинарный подход в оказании помощи пациентам с патологией челюстно-лицевой области в условиях центра челюстно-лицевой хирургии / М. В. Лебедев, И. Ю. Захарова // Здоровье и образование в XXI веке. – 2021. – № 6. – С. 261-267.

17. Лучевая диагностика в оценке послеоперационных состояний при травма орбиты / О. Ю. Павлова, Н. С. Серова, Д. В. Давыдов, М. В. Шилова // REJR. – 2018. – № 8 (3). – С. 149-154.

18. Матвеева, Л. Г. Цифровые императивы адаптации системы

здравоохранения России к условиям пандемии: роль промышленности / Л. Г. Матвеева, Ю. Ю. Козель, Е. Л. Косенкова // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 4 (45). – С. 191-197.

19. Материалы для изделий высокотехнологичной медицинской помощи / Сост. Е. А. Шейн ; НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ. – Москва, 2018. – Режим доступа: <https://viam.ru/review/5202>. – Текст : электронный.

20. Медведев, В. Э. Психопатологические расстройства у пациентов с травмами челюстно-лицевой области / В. Э. Медведев, В. И. Фролова, А. Ю. Дробышев // Архивъ внутренней медицины. – 2016. – № S1. – С. 74-75.

21. Мишинов, С. В. Краниопластика: обзор методик и новые технологии в создании имплантатов. Современное состояние проблемы / С. В. Мишинов, В. В. Ступак, Н. А. Копорушко // Политравма. – 2018. – № 4. – С. 82-89.

22. Николаев, В. А. Опыт и перспективы использования технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальности в условиях цифровой трансформации системы здравоохранения / В. А. Николаев, А. А. Николаев // Медицинские технологии. Оценка и выбор. – 2020. – № 2 (40). – С. 35-42.

23. Николаенко, В. П. Орбитальные переломы / В. П. Николаенко, Ю. С. Астахов ; под ред. А. Ф. Бровкина. – Санкт-Петербург : Эко-Вектор, 2012. – 436 с. : ил., табл.; 24 см.; ISBN 978-5-9903627-2-7.

24. Особенности компьютерной томографии для применения в навигационном оборудовании при операциях в челюстно-лицевой области / С. А. Карпищенко, А. И. Ярёмченко, Е. В. Болознева [и др.] // Folia otorhinolaryngologiae et pathologiae respiratoriae. – 2019. – № 1 (25). – С. 34-49.

25. Офтальмология. Национальное руководство / под ред. Т. Х. П. Аветисов С. Э., Егоров Е. А., Мошетьова Л. К., Нероев В. В. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 944 с.

26. Первый опыт применения технологии 3d-печати, в качестве предоперационного планирования, у пациента с патологией краниовертебральной области / С. И. Кириленко, Е. В. Ковалев, В. В. Дубровский, В. А. Гуринович // Медицинские новости. – 2020. – № 8 (311). – С. 49-51.

27. Послеоперационные дефекты верхней челюсти / С. А. Епифанов, А. П. Поляков, И. В. Ребрикова [и др.] // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова. – 2018. – № 4. – С. 132-136.

28. Походенько-Чудакова, И. О. Новые направления исследований по использованию имплантационных материалов в хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии / И. О. Походенько-Чудакова, А. О. Савич // Вятский медицинский вестник. – 2021. – № 1 (69). – С. 91-95.

29. Правовое регулирование изготовления изделий медицинского назначения с использованием 3D-печати: современное состояние проблемы / Н. Н. Карякин, И. И. Шубняков, А. О. Денисов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2018. – № 4. – С. 129-136.

30. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 14.06.2006 № 487 «Об утверждении стандарта медицинской помощи больным с переломом черепа и лицевых костей, последствием перелома черепа и костей лица».

31. Применение аддитивных технологий 3d-печати в нейрохирургии, вертебрологии, травматологии и ортопедии / А. В. Яриков, Р. О. Горбатов, А. А. Денисов [и др.] // Клиническая практика. – 2021. – № 1. – С. 90-104.

32. Применение метода конечных элементов при моделировании биологических систем в травматологии и ортопедии / В. Э. Дубров, Д. А. Зюзин, И. А. Кузькин [и др.] // Российский журнал биомеханики. – 2019. – № 1. – С. 140-152.

33. Профессиональные риски хирургического и ортопедического лечения пациентов с приобретенными дефектами лица и челюстей (обзор литературы) / С. Д. Арутюнов, В. К. Леонтьев, А. В. Цимбалистов [и др.] // Актуальные проблемы медицины. – 2020. – № 2. – С. 285-303.

34. Пшеницына, Е. С. Неотложная помощь при травмах глаза и его придаточного аппарата / Е. С. Пшеницына, И. В. Мартынова // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н. А. Семашко. – 2018. – № 3. – С. 49-58.

35. Реконструкция анатомических структур на основе статистической модели формы / Н. А. Смелкина, Р. Н. Косарев, А. В. Никоноров [и др.] // Компьютерная оптика. – 2017. – Т. 41, № 6. – С. 897-904.
36. Роль компьютерной томографии в диагностике переломов носолобно-решетчато-верхнечелюстно-скулового комплекса / Л. П. Мальчикова, В. А. Виссарионов, В. П. Сакович, И. В. Саблин // Тр. VI съезда Стоматологической ассоциации России. – М. : Б. и., 2000. – С. 321-322.
37. Симультанная vs двухэтапная хирургия при хроническом риносинусите и вторичной адентии верхней челюсти по данным опросников SNOT-22 и HADS / А. Ю. Овчинников, А. М. Панин, К. Н. Мустафадзе [и др.] // Российская оториноларингология. — 2022. — № 21 (1). — С. 42-50.
38. Служко, Е. Л. Контузии органа зрения // Астраханский вестник экологического образования. – 2015. – № 31 (1). – С. 189–196.
39. Сравнительный анализ клинических проявлений и методов диагностики перелома нижней стенки орбиты у детей и взрослых / Н. В. Казинская, Н. Н. Дергачева, Е. А. Бузовкина [и др.] // Вестник СМУС74. – 2019. – № 3 (26). – С. 25-28.
40. Старковский, К. И. Оценка возможности применения остеофиксаторов из сплавов титана с модифицированными поверхностями в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии / К. И. Старковский, А. Л. Рубежов, А. И. Яременко // Вятский медицинский вестник. – 2021. – № 2 (70). – С. 47-51.
41. Стерлёва, Е. А. Анализ инновационных технологий XXI века в стоматологии / Е. А. Стерлёва, А. Г. Михайлюта, С. О. Иванюта // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2020. – № 5. – С. 50-55.
42. Трёхмерное моделирование рентгенологического изображения лицевого скелета в реконструктивной хирургии дефектов лица / М. А. Хассан, А. А. Ховрин, П. Н. Митрошенков [и др.] // Голова и шея. – 2017. – № 1. – С. 13-17.
43. Трунин, Д. А. Оптимизация лечения больных с острой травмой средней зоны лица и профилактика посттравматических деформаций : автореф.

дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.21 / Д. А. Трунин ; Московский мед. стомат. инст. им. Н.А. Семашко. – М., 1998. – 34 с.

44. Хирургическая стоматология и челюстно-лицевая хирургия : национальное руководство / под ред. А. И. Неробеева, А. А. Кулакова, Т. Г. Робустовой. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 928 с. : ил., цв. ил.; 25 см ; ISBN 978-5-9704-3727-8.

45. Хирургия дефектов черепа: обзор современных методик, материалов и аддитивных технологий / А. В. Яриков, А. П. Фраерман, В. А. Леонов [и др.] // Амурский медицинский журнал. – 2019. – № 4 (28). – С. 65-77.

46. Цифровые данные компьютерной томографии как фундамент развития цифровых методов реконструкции костной ткани человека / Н. В. Попов, Е. А. Ищенко, Е. В. Новикова, Л. В. Лиманова // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. – 2019. – № 3 (39). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-dannye-kompyuternoy-tomografii-kak-fundament-razvitiya-tsifrovyyh-metodov-rekonstruktsii-kostnoy-tkani-cheloveka>. –

Текст : электронный.

47. Цифровые технологии в стоматологии / Р. Ш. Гветадзе, Д. Е. Тимофеев, В. Г. Бутова [и др.] // Российский стоматологический журнал. – 2018. – № 5. – С. 224-228.

48. Черезова, Н. И. Значение CAD/CAM-технологий в эктопротезировании челюстно-лицевой области (обзор литературы) // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. – 2021. – № 3 (51). – С. 92-97.

49. Шаргородский, А. Г. Морфофункциональные нарушения у пострадавших с переломами костей лица // Смоленский медицинский альманах. – 2020. – № 3. – С. 8-13.

50. Экономический эффект хирургического лечения пострадавших с повреждениями верхней челюсти / Н. В. Кривенко, В. А. Петренко, В. П. Журавлев, А. Ю. Клевакин // Проблемы стоматологии. – 2010. – № 5. – С. 34-35.

51. 3d anatomically shaped titanium implant for the reconstruction of an orbital

floor fracture with large posterior defect: A case report / D. Vrînceanu, B. Bănică, C. F. Cîrstoiu [et al.] // *Revista Romana de Materiale/ Romanian Journal of Materials*. – 2018. – Vol. 48 (4). – P. 407-411.

52. 50 Landmark Papers every Oral & Maxillofacial Surgeon Should Know / Edited By N. M. H. McLeod, P. A. Brennan. – London : CRC Press, 2020. – 312 p. – ISBN 9780367210526.

53. A Comparative Study of Orbital Blow Out Fracture Repair, Using Autogenous Bone Graft and Alloplastic Materials / A. K. Saha, S. Samaddar, A. Kumar [et al.] // *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*. – 2019. – Vol. 71 (4). – P. 542-549. – Doi: 10.1007/s12070-019-01724-9.

54. A Meta-analysis of complications of orbital blowout fracture by surgical approaches / Y. Jin-Hai, H.-F. Liao, H. Luo [et al.] // *International Eye Science*. – 2019. – Vol. 19 (4). – P. 577-581.

55. A retrospective computed tomography analysis of maxillary fractures and the clinical outcomes of their unreduced parts / C. M. Chung, S. W. Tak, H. Lim [et al.] // *Archives of Craniofacial Surgery*. – 2019. – 20 (6). – P. 370-375. – Doi: 10.7181/acfs.2019.00528.

56. A Review of 3D Printing Technology for Medical Applications / Q. Yan, H. Dong, J. Su [et al.] // *Engineering*. 2018. – Vol. 4 (5). – P. 729-742. – <https://doi.org/10.1016/j.eng.2018.07.021>.

57. A review of powder additive manufacturing processes for metallic biomaterials / W. Harun, M. Kamariah, N. Muhamad [et al.] // *Powder Technology*. – 2018. № 327. – P. 128–151. – Doi:10.1016/j.powtec.2017.12.058.

58. Abdullah, K. A. 3D printing in medical imaging and healthcare services / K. A. Abdullah, W. Reed // *Journal of Medical Radiation Sciences*. – 2018. – Vol. 65. – № 3. – P. 237-239. – Doi: 10.1002/jmrs.292.

59. Additive manufacturing of biomaterials / S. Bose, D. Ke, H. Sahasrabudhe, A. Bandyopadhyay // *Progress in Materials Science*. – 2018. – № 93. – P. 45-111. – Doi: 10.1016/j.pmatsci.2017.08.003.

60. Additive Manufacturing Solutions for Improved Medical Implants / V.

Petrovic, J. V. Haro, J. R. Blasco, L. Portolés // *Biomedicine*. – 2012. – Doi: 10.5772/38349.

61. Ahmad R. The Role of Digital Technology and Artificial Intelligence in Diagnosing Medical Images: A Systematic Review // *Open Journal of Radiology*. – 2021. – № 01 (11). – P. 19-34.

62. Aimar, A. The Role of 3D Printing in Medical Applications: A State of the Art / A. Aimar, A. Palermo, B. Innocenti // *Journal of Healthcare Engineering*. – 2019. – Vol. 2019. – P. 5340616. – Doi: 10.1155/2019/5340616.

63. Al-Khdhairi, O. B. H. Is Orbital Floor Reconstruction with Titanium Mesh Safe? / Al-Khdhairi O. B. H., Abdulrazaq S. S. // *Journal of Craniofacial Surgery*. – 2017. – Vol. 7 (28). – P. 692–694.

64. Al-Qattan, M. M. «Trap door» Orbital Floor Fractures in Adults: Are They Different from Pediatric Fractures? / M. M. Al-Qattan, Y. M. Al-Qattan // *Plastic and Reconstructive Surgery - Global Open*. – 2021. – Vol. 9 (4). – P. e3537. – Doi: 10.1097/GOX.0000000000003537.

65. Allison, J. R. Predicting orbital fractures in head injury: a preliminary study of clinical findings / J. R. Allison, A. Kearns, R. J. Banks // *Emergency Radiology*. – 2020. – Vol. 27 (1). – P. 31-36. – Doi: 10.1007/s10140-019-01720-0.

66. Alloplastic reconstruction of orbital floor fractures: a systematic review and pooled outcomes analysis / J. D. Oliver, E. S. Saba, N. Gupta [et al.] // *European Journal of Plastic Surgery*. – 2020. – Vol. 43. – P.109–116. – Doi:10.1007/s00238-019-01614-x.

67. An anatomical study of orbital dimensions and its utility in orbital reconstructive surgery / Z. Khan, G. Nadeem, H. Khan [et al.] // *Onkologia i Radioterapia*. – 2021. – Vol. 15 (3). – P. 1-9.

68. Aslan, F. Correlation of Clinical Findings with Computed Tomography in Orbital Traumas / F. Aslan, O. Ozen // *Journal of Craniofacial Surgery*. – 2019. – Vol. 30 (7). – P. e586-e590. – Doi: 10.1097/SCS.0000000000005583.

69. Assessing the precision of posttraumatic orbital reconstruction through “mirror” orbital superimposition: A novel approach for testing the anatomical accuracy /

D. Sozzi, D. Gibelli, G. Canzi [et al.] // Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery. – 2018. – Vol. 46 (8). – P. 1258-1262. – Doi: 10.1016/j.jcms.2018.05.040.

70. Brix, F. Individuelle Schädelmodellherstellung auf der Grundlage computertomographischer Informationen / F. Brix, J. T. Lambrecht // Fortschritte der Kiefer- und Gesichts-Chirurgie. – 1987. – № 32.

71. Characterization of the orbital volume in normal population / P. Andrades, P. Cuevas, R. Hernández [et al.] // Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery. – 2018. – Vol. 46 (4). – P. 594-599. – Doi: 10.1016/j.jcms.2018.02.003.

72. Chouinard, A. F. The Acute Management of Facial Fractures / A. F. Chouinard, M. J. Troulis, E. T. Lahey // Current Trauma Reports. – 2016. – № 2. – P. 55-65. – Doi:10.1007/s40719-016-0040-4.

73. Chunhua, S. Application and Development of 3D Printing in Medical Field / S. Chunhua, S. Guangqing // Modern Mechanical Engineering. 2020. – № 10. – P. 25-33.

74. Clinical outcome after orbital floor fracture reduction with special regard to patient's satisfaction / S. Hartwig, M.-C. Nissen, J. O. Voss [et al.] // Chinese Journal of Traumatology - English Edition. – 2019. – Vol. 22 (3). – P. 155-160. – Doi: 10.1016/j.cjte.2019.01.002.

75. Cohen, L. M. Isolated Orbital Floor Fracture Management: A Survey and Comparison of American Oculofacial and Facial Plastic Surgeon Preferences / L. M. Cohen, D. A. Shaye, M. K. Yoon // Craniomaxillofacial Trauma & Reconstruction. – 2019. – Vol. 12 (2). – P. 112-121. – Doi: 10.1055/s-0038-1639350.

76. Comparison of preseptal and retroseptal transconjunctival approaches in patients with isolated fractures of the orbital floor / S. Barcic, M. Blumer, H. Essig [et al.] // Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery. – 2018. – Vol. 46 (3). – P. 388-390. – Doi: 10.1016/j.jcms.2017.12.013.

77. Complex reconstructions in the facial and cranial regions / N. C. Gellrich, F. M. Eckstein, F. Lentge [et al.] // Unfallchirurg. – 2021. – Vol. 24 (10). – P. 807-816. – Doi: 10.1007/s00113-021-01076-6.

78. Complications following orbital floor repair: Impact of intraoperative

computed tomography scan and implant material / J. Causbie, B. Walters, J. Lally [et al.] // *Facial Plastic Surgery and Aesthetic Medicine*. – 2020. – № 5 (22). – Doi: 10.1089/fpsam.2020.0117.

79. Computed tomography exclusion of osseous paranasal sinus injury in blunt trauma patients: The «clear sinus» sign / D. M. Lambert, S. E. Mirvis, K. Shanmuganathan, D. L. Tilghman // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 1997. – Vol. 55 (11). – P. 1207-10. – Doi: 10.1016/s0278-2391(97)90167-1.

80. Controversies and Contemporary Management of Orbital Floor Fractures / S. Patel, T. Shokri, K. Ziai, J. G. Lighthall // *Cranio-maxillofacial Trauma & Reconstruction*. – 2021. – <https://doi.org/10.1177/19433875211026430>.

81. Correlation between increased orbital volume and enophthalmos and diplopia in patients with fractures of the orbital floor or the medial orbital wall / D. Schönegg, M. Wagner, P. Schumann [et al.] // *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. – 2018. – Vol. 46 (9). – P. 1544-1549. – Doi: 10.1016/j.jcms.2018.06.008.

82. CT features of posttraumatic vision loss / L. Ibanez, M. Navallas, I. A. de Caceres [et al.] // *American Journal of Roentgenology*. – 2021. – Vol. 217 (2). – P. 469-479. – Doi: 10.2214/AJR.20.24164.

83. CT parameters in pure orbital wall fractures and their relevance in the choice of treatment and patient outcome: a systematic review / M. Wevers, E. M. Strabbing, O. Engin [et al.] // *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2021. – Vol. 51 (6). – P. 782-789. – Doi: 10.1016/j.ijom.2021.10.001.

84. De Araújo Vian, R. L. Major approaches the orbit fracture and surgical treatments: a systematic review / R. L. de Araújo Vian, I. J. Zotarelli Filho // *International Journal of Development Research*. – 2020. – Vol. 10. – P. 5.

85. Diagnostic accuracy of physical examination findings for midfacial and mandibular fractures / R. Rozema, M. H. J. Doff, M. El Mounni [et al.] // *Injury*. – 2021. – Vol. 52 (9). – P. 2616-2624. – Doi: 10.1016/j.injury.2021.05.037.

86. Does Early Repair of Orbital Fractures Result in Superior Patient Outcomes? A Systematic Review and Meta-Analysis / H. E. Jazayeri, N. Khavanin, J. W. Yu [et al.] // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2020. – Vol. 78 (4). – P.

568-577. – Doi: 10.1016/j.joms.2019.09.025.

87. Düzgün, S. Comparison of post-operative outcomes of graft materials used in reconstruction of blow-out fractures / S. Düzgün, B. K. Sirkeci // *Ulusal Travma ve Acil Cerrahi Dergisi*. – 2020. – Vol. 26 (4). – P. 538-544. – Doi: 10.14744/tjtes.2020.80552.

88. Efficacy of transconjunctival approach for the treatment of orbital fractures: A protocol for systematic review and meta-analysis / Y. X. Qi, S.-Y. Li, D.-L. Wang, P.-P. Zhou // *Medicine*. – 2020. – Vol. 99 (29). – P. e20536. – Doi: 10.1097/MD.00000000000020536.

89. Ehrenfeld, M. Principles of Internal Fixation of the Craniomaxillofacial Skeleton: Trauma and Orthognathic Surgery / M. Ehrenfeld, P. N. Manson, J. Prein. – 2nd ed. – Thieme, 2012. – 412 p. – Doi: 10.1055/b-002-85491.

90. El-anwar, M. W. Zygomaticomaxillary Complex Fracture as an Orbital Wall Fracture // *Surgical Case Reports*. – 2020. –Doi: 10.31487/j.SCR.2020.12.03.

91. Enophthalmos and Orbital Volume Changes in Zygomaticomaxillary Complex Fractures: Is There a Correlation Between Them? / A. Ebrahimi, M. H. K. Motamedi, H. R. Rasouli, N. Naghdi [et al.] // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2019. – Vol. 77 (1). – P. 134.e1-134.e9. – Doi: 10.1016/j.joms.2018.08.028.

92. Epidemiology of Orbital Fractures in a Large Hospital in the Netherlands: Results of Implementation of a Multidisciplinary Orbital Trauma Team / T. J. A. Kooger, M. Joosse, E. M. van Minderhout [et al.] // *The Open Ophthalmology Journal*. – 2021. – Vol. 15 (1). – 122-129. – Doi: 10.2174/1874364102115010122.

93. Evaluation of concomitant orbital floor fractures in patients with head trauma using conventional head CT scan: A retrospective study at a level II trauma center / L. K. Huang, H.-F. Tu, L.-D. Jiang [et al.] // *Journal of Clinical Medicine*. 2019. – Vol. 8 (11). – P. 1852. – Doi: 10.3390/jcm8111852.

94. Evaluation of using titanium mesh in the reconstruction of traumatic orbital floor fracture / M. S. Alasady, I. A. Kumail, A. T. Alsultany, A. B. Roomi // *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*. – 2020. – Vol. 2 (14). – P. 433-438.

95. Facial fractures: classification and highlights for a useful report / E. Gómez

Roselló, A. M. Quiles Granado, M. A. Garcia [et al.] // *Insights into Imaging*. 2020. – Vol. 11 (1). – P. 49. – Doi: 10.1186/s13244-020-00847-w.

96. Felding U. N. A. Blowout fractures - clinic, imaging and applied anatomy of the orbit // *Danish Medical Journal*. – 2018. – Vol. 65 (3). – P. B5459.

97. Filatova, A. Testing and Introduction of Medical Products Manufactured by Selective Melting / A. Filatova, T. Tarasova // *Materials Today: Proceedings*. – 2019. – Vol. 11 (1). – P. 300-304. – Doi: 10.1016/j.matpr.2018.12.148.

98. Frequency of maxillofacial fractures among patients with head and neck trauma referred to shahid beheshti hospital in Babol, 2018-2019 / S. Y. Pasha, M. Mohamadi, F. Abesi, S. Khafri // *Journal of Babol University of Medical Sciences*. – 2021. – Vol. 23 (1). – P. 126-134.

99. Fueger, F. G. Britton The roentgenologic evaluation of orbital blow-out injuries / F. G. Fueger, A. T. Milauskas, W. Britton // *Plastic and Reconstructive Surgery*. 1966. – Vol. 97 (3). – P. 614-7. – Doi: 10.2214/ajr.97.3.614.

100. Ghosh, S. K. Fractures involving bony orbit: A comprehensive review of relevant clinical anatomy / S. K. Ghosh, R. K. Narayan // *Translational Research in Anatomy*. – 2021. – Vol. 24. – Doi: 10.1016/J.TRIA.2021.100125.

101. Gordon, A. A. Eyelid and orbital trauma for the primary care physician / A. A. Gordon, L. T. Tran, P. O. Phelps // *Disease-a-Month*. – 2020. – Vol. 66 (10). – P. 101045. – Doi: 10.1016/j.disamonth.2020.101045.

102. Gospe, S. M. Orbital Anatomy / S. M. Gospe, M. T. Bhatti // *International Ophthalmology Clinics*. – 2018. – Vol. 58 (2). – P. 5-23. – Doi: 10.1097/HIO.0000000000000214.

103. Haleem, A. Role of CT and MRI in the design and development of orthopaedic model using additive manufacturing / A. Haleem, M. Javaid // *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. – 2018. – 9 (3). – P. 213-217. – Doi: 10.1016/j.jcot.2018.07.002.

104. Hayder, G. The Evaluation of Complications of Titanium Mesh Reconstruction in Orbital Floor Fractures / G. Hayder, W. Ismael // *Iraqi Postgraduate Medical Journal*. – 2021. – Vol. 20 (1). – P. 67-71. – Doi: 10.52573/ipmj.2021.167828.

105. Holmes S. Post-Traumatic Orbital Reconstruction: Anatomical Landmarks and the Concept of the Deep Orbit : In the book 50 Landmark Papers every Oral & Maxillofacial Surgeon Should Know / Edited By N. M. H. McLeod, P. A. Brennan. – CRC Press, 2020. – 312 p. – ISBN 978-0-3672-1052-6.

106. Homer, N. Contemporary management of orbital blowout fractures / N. Homer, A. Huggins, V. D. Durairaj // *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery*. – 2019. – Vol. 27 (4). – P. 310-316. – Doi: 10.1097/MOO.0000000000000550.

107. Hoşal, B. M. Diplopia and enophthalmos after surgical repair of blowout fracture / B. M. Hoşal, R. L. Beatty // *Orbit*. 2002. – Vol. 21 (1). – P. 27-33. – Doi: 10.1076/orbi.21.1.27.2598.

108. Hu, S. Surgical Orbital Anatomy / S. Hu, P. Colley // *Seminars in Plastic Surgery*. – 2019. – Vol. 2 (33). – P. 85-91.

109. Hwang, K. Orbital Roof Blowout Fracture With an Intact Orbital Rim: A Case Report / K. Hwang, S. Y. Oh // *Eplasty*. – 2020. – № 20. – P. e13.

110. Implant malposition and revision surgery in primary orbital fracture reconstructions / M. Nikunen, H. Rajantie, E. Marttila, J. Snäll // *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. – 2021. – Vol. 49 (9). – P. 837-844. – Doi: 10.1016/j.jcms.2021.04.008.

111. Indications for Surgery of Orbital Floor Fractures: A Retrospective Analysis Based on CT Images // *Sosyo*. – 2020. – № 3 (11). – P. 107-114.

112. International Standard BS EN ISO 10993-1 Biological evaluation of medical devices - Part 5: Tests for cytotoxicity: in vitro methods. October 2009 (3 Ed).

113. Intraoperative Use of Mixed Reality Technology in Median Neck and Branchial Cyst Excision / V. M. Ivanov, A. M. Krivtsov, S. V. Strelkov [et al.] // *Future Internet*. – 2021. – Vol. 13 (8). – P. 214. – <https://doi.org/10.3390/fi13080214>.

114. Involvement of orbit in maxillofacial fractures: «Evaluation of its spectrum, characteristics, and treatment in 200 patients»—Prospective study / Q. Lin, X. Hong, D. Zhang, H. Jin // *Journal of Cosmetic Dermatology*. – 2020. – Vol. 9 (12). – P. 3302-3306. – Doi: 10.1111/jocd.13385.

115. Ishida, K. Evolution of the surgical approach to the orbitozygomatic fracture: From a subciliary to a transconjunctival and to a novel extended transconjunctival approach without skin incisions // *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*. – 2016. – Vol. 69 (4). – P. 497-505. – Doi: 10.1016/j.bjps.2015.11.016.
116. Javaid, M. Additive manufacturing applications in medical cases: A literature based review / M. Javaid, A. Haleem // *Alexandria Journal of Medicine*. – 2018. – № 4 (54). – P. 411-422. – Doi: 10.1016/j.ajme.2017.09.003.
117. Javaid, M. Additive manufacturing applications in orthopaedics: A review / M. Javaid, A. Haleem // *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. – 2018. – Vol. 9 (3). – P. 202-206. – Doi: 10.1016/j.jcot.2018.04.008.
118. Javaid, M. Current status and challenges of Additive manufacturing in orthopaedics: An overview / M. Javaid, A. Haleem // *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. – 2019. – Vol. 10 (2). – P. 380-386. – Doi: 10.1016/j.jcot.2018.05.008.
119. Joseph L., John M E. Clinical Profile of Orbital Fractures with Special Reference to Blow Out Fractures // *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*. – 2019. – Vol. 42 (8). – P. 3151-3154.
120. Karki, K. T. Predictors and Significance of Orbital Fracture in Traumatic Brain Injury / K. T. Karki, P. R. Nepal // *Eastern Green Neurosurgery*. – 2020. – Vol. 1 (2). – Doi:10.3126/egn.v2i1.27456.
121. Khudyk, A. Results of treatment of patients with midfacial fractures / A. Khudyk, S. Grigorov // *Inter Collegas*. – 2021. – Vol. 8, № 2. – <https://doi.org/10.35339/ic.8.2.115-122>.
122. Lal, H. 3D printing and its applications in orthopaedic trauma: A technological marvel / H. Lal, M. K. Patralekh // *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. – 2018. – Vol. 9 (3). – P. 260-268. – Doi: 10.1016/j.jcot.2018.07.022.
123. Late complication associated with the treatment of orbital floor fracture with titanium mesh / P. J. C. Costa, J. H. de Gauw, J. Z. C. Filho [et al.] // *Journal of Craniofacial Surgery*. – 2018. – Vol. 29 (6). – P. e623-e624. – Doi: 10.1097/SCS.0000000000004732.

124. Lievevrouw, E. The FDA's standard-making process for medical digital health technologies: co-producing technological and organizational innovation / E. Lievevrouw, L. Marelli, I. V. Hoyweghen // *BioSocieties*. – 2021. – P. 1-28. – Doi: 10.1057/s41292-021-00232-w.

125. Lower eyelid malposition following repair of complex orbitofacial trauma / V. S. North, E. R. Reshef, N. G. Lee [et al.] // *Orbit (London)*. – 2020. – Vol. 41 (2). – P. 193-198. – Doi: 10.1080/01676830.2020.1862245.

126. Lozada, K. N. Orbital Trauma / K. N. Lozada, P. W. Cleveland, J. E. Smith // *Seminars in Plastic Surgery*. – 2019. – Vol. 33 (2). – P. 106-113. – Doi: 10.1055/s-0039-1685477.

127. Maxillofacial Surgery / P. A. Brennan, H. Schliephake, G. E. Ghali, L. Cascarini. – 3rd ed. – St. Louis, Missouri : Elsevier, 2017. – 1623 p. – ISBN 978-0-7020-6056-4.

128. Midfacial fractures: A retrospective etiological study over a 10-year period in Western Romanian population / P. A. Tent, R. I. Juncar, T. Lung, M. Juncar // *Nigerian Journal of Clinical Practice*. – 2018. – Vol. 21 (12). – P. 1570-1575. – Doi: 10.4103/njcp.njcp_256_18.

129. Mo, Y. W. Prediction of late enophthalmos using quantitative measures in isolated medial orbital wall fracture: Multiple regression analysis / Y. W. Mo, S. W. Kim, H. K. Shin // *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*. – 2020. – Vol. 73 (3). – P. 576-585. – Doi: 10.1016/j.bjps.2019.10.010.

130. Mohamed, F. I. Anthropometric changes in the morphology of the lower eyelid after using three different approaches in patients with orbital fractures / F. I. Mohamed, H. M. Reda, G. A. Khalifa // *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. – 2020. – Vol. 48 (10). – P. 985-993. – Doi: 10.1016/j.jcms.2020.08.002.

131. Mohamed, F. Subciliary Versus Subtarsal Approach for The Management Of Infraorbital Rim And Orbital Floor Fractures. An Anthropometric Analysis // *Egyptian Dental Journal*. – 2020. – Vol. 66 (2). – Doi:10.21608/edj.2020.24782.1049.

132. Mohan Alwala, A. Surgical Planning in Pan Facial Trauma Using Additive Manufacturing Medical Model-A Case Study / A. Mohan Alwala, S. Kumar Malyala //

Jurnalul de Chirurgie. – 2016. – Vol. 12 (3). – P. 125–128.

133. Nasir, S. A. Predictors of enophthalmos among adult patients with pure orbital blowout fractures / S. A. Nasir, R. Ramli, N. A. Jabar // PLoS ONE. – 2018. – Vol. 13 (10). – P. e0204946. – Doi: 10.1371/journal.pone.0204946.

134. Natarajan, P. G. Objectification of the frontoorbital unit in cranial vault remodeling surgery / P. G. Natarajan, P. C. Salins, S. Shetty // International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2019. – Vol. 48 (1). – P. 11. – <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2019.03.029>.

135. Orbital Anatomy: Anatomical Relationships of Surrounding Structures / L. Salgado-López, L. C. P. Campos-Leonel, C. D. Pinheiro-Neto, M. Peris-Celda // Journal of Neurological Surgery, Part B: Skull Base. – 2020. – Vol. 81 (4). – P. 333-347. – Doi: 10.1055/s-0040-1713931.

136. Orbital floor fractures: epidemiology and outcomes of 1594 reconstructions / L. Seifert, T. Mainka, C. Herrera-Vizcaino [et al.] // Eur J Trauma Emerg Surg. –2021. – <https://doi.org/10.1007/s00068-021-01716-x>.

137. Orbital reconstruction: Prefabricated implants, data transfer, and revision surgery / G. Bittermann, M. C. Metzger, S. Schlager [et al.] // Facial Plastic Surgery. – 2014. – Vol. 30 (5). – P. 554-60. – Doi: 10.1055/s-0034-1395211.

138. Oztel, M. Subtarsal Versus Transconjunctival Approach: A Long-Term Follow-Up of Esthetic Outcomes and Complications / M. Oztel, R. Goh, E. Hsu // Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. – 2021. – Vol. 79 (6). – P. 1327.e1-1327.e6. – Doi: 10.1016/j.joms.2021.02.004.

139. Overview of tools for the measurement of the orbital volume and their applications to orbital surgery / C. Sentucq, M. Schlund, B. Bouet [et al.] // Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery. – 2021. – Vol. 74 (3). – P. 581-591. – Doi: 10.1016/j.bjps.2020.08.101.

140. Piniara A. Surgical Anatomy of the Orbit, Including the Intraconal Space / A. Piniara, C. Georgalas // Endoscopic Surgery of the Orbit. – 2021. – P. 18-27. – <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-61329-3.00004-4>.

141. Prediction of late displacement of the globe in orbital blowout fractures / Y.

Ji, Y. Zhou, Q. Shen [et al.] // *Acta Ophthalmologica*. – 2020. – Vol. 98 (2). – P. e197-e202. – Doi: 10.1111/aos.14226.

142. Prediction of Post-Traumatic Enophthalmos Based on Orbital Volume Measurements: A Systematic Review / M. Schlund, J.-C. Lutz, C. Sentucq [et al.] // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2020. – Vol. 78 (11). – P. 2032-2041. – Doi: 10.1016/j.joms.2020.05.049.

143. Prediction of surface area size in orbital floor and medial orbital wall fractures based on topographical subregions / C. P. Cornelius, T. Stiebler, P. Mayer [et al.] // *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. – 2021. – Vol. 49 (7). – P. 598-612. – Doi: 10.1016/j.jcms.2020.07.010.

144. Preseptal transconjunctival approach: A retrospective review / S. A. Rahman, M. S. F. Mohamad, S. Haque, M. K. Alam // *World Journal of Dentistry*. – 2019. – Vol. 10 (2). – Doi:10.5005/JP-JOURNALS-10015-1612.

145. Prevalence and severity of orbital blowout fractures / L. Khojastepour, M. Moannaei, H. R. Eftekharian [et al.] // *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2020. – Vol. 58 (9). – P. e93–e97. – <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2020.07.001>.

146. Progressive 3D Printing Technology and Its Application in Medical Materials / D. Fan, Y. Li, X. Wang [et al.] // *Frontiers in Pharmacology*. – 2020. – Vol. 11.– P. 122. – Doi: 10.3389/fphar.2020.00122.

147. Reliability of orbital volume measurements based on computed tomography segmentation: Validation of different algorithms in orbital trauma patients / Y. Chepurnyi, D. Chernohorskyi, D. Prykhodko [et al.] // *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. – 2020. – Vol. 48 (6). – P. 574-581. – Doi: 10.1016/j.jcms.2020.03.007.

148. Retrospective Analysis of Subtarsal Incision in Maxillofacial Trauma / R. K. Mahajan, K. Gupta, K. Srinivasan [et al.] // *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*. – 2020. – Vol. 19 (3). – P. 443-446. – Doi: 10.1007/s12663-019-01302-0.

149. Retrospective cohort study of frequency and patterns of orbital injuries on whole-body ct with maxillofacial multi-slice ct / L. Goelz, A. Syperek, S. Heske [et al.]

// Tomography. 2021. – Vol. 7 (3). – P. 373-386. – Doi: 10.3390/tomography7030033.

150. Review of Orbital Fractures in an Urban Level I Trauma Center / D. Amin, K. Al-Mulki, O. A. Henriquez [et al.] // *Cranio-maxillofacial Trauma & Reconstruction*. 2020. – Vol. 13 (3). – P. 174-179. – Doi: 10.1177/1943387520924515.

151. Rodríguez-Salvador, M. Additive manufacturing in healthcare / M. Rodríguez-Salvador, L. Garcia // *Foresight and STI Governance*. – 2018. – Vol. 12 (1). – P. 47-55. – Doi: 10.17323/2500-2597.2018.1.47.55.

152. Rounding of the inferior rectus muscle as an indication of orbital floor fracture with periorbital disruption / A. Banerjee, C. C. Moore, R. Tse, D. Matic // *Journal of Otolaryngology*. – 2007. – Vol. 36 (3). – P. 175-80.

153. Rounding of the inferior rectus muscle as a predictor of enophthalmos in orbital floor fractures / D. B. Matic, R. Tse, A. Banerjee, C. C. Moore // *Journal of Craniofacial Surgery*. – 2007. – Vol. 18 (1). – P. 127-32. – Doi: 10.1097/SCS.0b013e31802ccdc8.

154. Scolozzi, P. Computer-aided volume measurement of posttraumatic orbits reconstructed with AO titanium mesh plates: Accuracy and reliability / P. Scolozzi, B. Jaques // *Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery*. – 2008. – Vol. 24 (5). – P. 383-9. – Doi: 10.1097/IOP.0b013e318185a72c.

155. Sex-related and racial variations in orbital floor anatomy / S. J. Moon, W. J. Lee, T. S. Roh, W. Baek // *Archives of Craniofacial Surgery*. – 2020. – Vol. 21 (4). – P. 219-224. – Doi: 10.7181/acfs.2020.00143.

156. Shaping of comminuted midface fractures with stock Titanium mesh: A technical note / A. K. Singh, S. Dhungel, S. Dulal, M. Yadav // *Journal of Oral Medicine and Oral Surgery*. – 2021. – Vol. 27 (4). – P. 51-59. – <https://doi.org/10.1051/mbcb/2021024>.

157. Subciliary vs. transconjunctival approach for the management of orbital floor and periorbital fractures: A systematic review and meta-analysis / E. A. Al-Moraissi, S. R. Thaller, E. Ellis // *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. – 2017. – Vol. 45 (10). – P. 1647-1654. – Doi: 10.1016/j.jcms.2017.07.004.

158. Surgical anatomy of the head and neck / P. Janfaza, J. B. Nadol Jr, R. J.

Galla, R. L. Fabian. – Harvard University Press, 2012. – 932 p.

159. Surgical Approach to Orbital Floor Fractures: Comparing Complication Rates Between Subciliary and Subconjunctival Approaches / J. A. Bronstein, W. J. Bruce, F. Bakhos [et al.] // *Craniofacial Trauma & Reconstruction*. – 2020. – Vol. 13 (1). – P. 45-48. – Doi: 10.1177/1943387520904893.

160. Surgical management of isolated orbital floor and zygomaticomaxillary complex fractures with focus on surgical approaches and complications / M. Schneider, I. S. Besmens, Y. Luo [et al.] // *Journal of Plastic Surgery and Hand Surgery*. – 2020. – Vol. 54 (4). – P. 200-206. – Doi: 10.1080/2000656X.2020.1746664.

161. Surgical management of orbital fractures using x-ray film plate: A retrospective case series / Z. K. Siddique, Q. A. Dar, A. Farooq [et al.] // *Pakistan Journal of Ophthalmology*. – 2021. – Vol. 37 (2). – Doi:10.36351/PJO.V37I2.1111.

162. Tappa, K. Novel biomaterials used in medical 3D printing techniques / K. Tappa, U. Jammalamadaka // *Journal of Functional Biomaterials*. – 2018. – Vol. 9 (1). – P. 17. – Doi: 10.3390/jfb9010017.

163. Technological supply of additive technologies for face skeleton reconstruction / I. V. Reshetov, D. S. Svyatoslavov, K. G. Kudrin, V. A. Dub // *Russian Electronic Journal of Radiology*. – 2017. – Vol. 7 (4). – P. 140–153. – Doi:10.21569/2222-7415-2017-7-4-140-153.

164. The advantages of advanced computer-assisted diagnostics and three-dimensional preoperative planning on implant position in orbital reconstruction / J. Jansen, R. Schreurs, L. Dubois [et al.] // *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. – 2018. – Vol. 46 (4). – P. 715-721. – Doi: 10.1016/j.jcms.2018.02.010.

165. The predictive factors of diplopia and extraocular movement limitations in isolated pure blow-out fracture / A. Kasaei, A. Mirmohammadsadeghi, F. Kazemnezhad [et al.] // *Journal of Current Ophthalmology*. – 2017. – Vol. 29 (1). – P. 54-58. – Doi: 10.1016/j.joco.2016.09.001.

166. The Role of MDCT and 3D computed tomography in the assessment of maxillofacial fractures and their types: a tertiary care hospital experience / A. Iqbal, A. Yasin, M. Javeed [et al.] // *Journal of Fatima Jinnah Medical University*. 2020. – № 03

(14). – Doi: 10.37018/dvdu4414.

167. The value of titanium mesh in cranio-maxillofacial reconstructive surgery / V. V. Costan, O. Boisteanu, D. Timofte, D. Marius // *Revista de Chimie*. – 2019. – Vol. 70 (8). – P. 3021-3023. – Doi:10.37358/RC.19.8.7478.

168. Thomas. D. J. 3D additive manufacture of oral and maxillofacial surgical models for preoperative planning / D. J. Thomas, M. A. B. M. Azmi, Z. Tehrani // *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. – 2014. – Vol. 71 (9–12). – P. 1643–1651. – Doi:10.1007/S00170-013-5587-4.

169. Three-Dimensional Computer-Aided Analysis of 293 Isolated Blowout Fractures – Which Radiological Findings Guide Treatment Decision? / K. Pyötsiä, V. Lehtinen, M. Toivari [et al.] // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2021. – Vol. 79 (11). – P. 2306-2318. – Doi: 10.1016/j.joms.2021.06.026.

170. Three-Dimensional diagnosis in orbital reconstructive surgery / C. R. Rahimov, S. G. Ahmadov, M. C. Rahimli, I. M. Farzaliyev // *Annals of Maxillofacial Surgery*. – 2020. – Vol. 10 (1). – P. 3-9. – Doi: 10.4103/ams.ams_183_19.

171. Topographical CT-data analysis of the human orbital floor / M. C. Metzger, R. Schön, R. Tetzlaff [et al.] // *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2007. – Vol. 36 (1). – P. 45-53. – Doi: 10.1016/j.ijom.2006.07.013.

172. Traditional Versus Virtual Surgery Planning of the Fronto-Orbital Unit in Anterior Cranial Vault Remodeling Surgery / P. Ganesh, S. R. R. V. Mahipathy, V. T. T. Rajan [et al.] // *The Journal of craniofacial surgery*. – 2021. – Vol. 32 (1). – P. 285-289. – Doi: 10.1097/SCS.00000000000007086.

173. Validity of computed tomography in diagnosing midfacial fractures / M. F. de Carvalho, J. N. M. Vieira, R. Figueiredo [et al.] // *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2021. – Vol. 50 (4). – P. 471-476. – Doi: 10.1016/j.ijom.2020.09.002.

174. Virtual planning and intraoperative control using computer navigation systems in orthognaticsurgery / P. P. Mitroshenkov, A. Y. Drobyshev, P. N. Mitroshenkov, V. M. Mikhaylyukov // *Stomatologiya*. – 2020. – Vol. 99 (5). – P. 38-45. – Doi: 10.17116/stomat20209905138.

175. What are the limitations of the non-patient-specific implant in titanium reconstruction of the orbit? / F. Schlittler, N. Vig, J. P. Burkhard et al. // *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2020. – Vol. 58 (9). – P. e80-e85. – Doi: 10.1016/j.bjoms.2020.06.038.

176. What Is the Incidence of Implant Malpositioning and Revision Surgery After Orbital Repair? / F. Schlittler, A. Schmidli, F. Wagner [et al.] // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2018. – Vol. 76 (1). – P. 146-153. – Doi: 10.1016/j.joms.2017.08.024.