

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования Первый Московский государственный медицинский  
университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения  
Российской Федерации (Сеченовский Университет)

*На правах рукописи*

Павлова Ольга Юрьевна

**ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ТРАВМАТИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ  
СРЕДНЕЙ ЗОНЫ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ НА ДО- И  
ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ЭТАПАХ ЛЕЧЕНИЯ**

14.01.13 – лучевая диагностика, лучевая терапия

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

член-корреспондент РАН, профессор

доктор медицинских наук,

Серова Наталья Сергеевна

Научный консультант:

профессор, доктор медицинских наук

Давыдов Дмитрий Викторович

Москва –2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Глава I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	13
1.1. Эпидемиология травм средней зоны лица.....	13
1.2. Особенности травматических повреждений средней зоны лица.....	17
1.3. Методы лучевой диагностики, используемые при травматических повреждениях средней зоны лица.....	23
1.4. Лечение травматических повреждений средней зоны лица.....	29
1.5. Методы обработки данных лучевой диагностики до и после хирургического лечения.....	33
Глава II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.....	38
2.1 Общая характеристика собственного материала.....	38
2.2 Методы обследования пациентов.....	41
2.3 Рентгенография.....	42
2.4 Конусно-лучевая компьютерная томография.....	44
2.5 Мультиспиральная компьютерная томография.....	46
2.6 Методика измерения объёмов орбит.....	52
2.7 Методика оценки и классификации дефектов нижней стенки орбиты.....	54
2.8 Методика оценки положения и симметричности глазных яблок травмированной и здоровой орбит.....	56
2.9 Методика оценки плотности мягких тканей травмированной и здоровой орбит.....	59
2.10 Функциональная мультиспиральная компьютерная томография.....	60
2.11 Статистическая обработка данных.....	63

Глава III. РЕЗУЛЬТАТЫ.....	67
3.1. Результаты лучевого обследования пациентов на дооперационном этапе.....	67
3.2. Определение тактики ведения пациентов на основании данных МСКТ.....	90
3.3. Результаты лучевого обследования пациентов на послеоперационном этапе.....	96
3.4. Статистическая обработка данных.....	113
3.5. Клинический пример.....	120
Заключение.....	128
Выводы.....	145
Практические рекомендации.....	147
Список сокращений .....	149
Список литературы.....	150

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Актуальность исследования**

На сегодняшний день проблема травматических повреждений средней зоны лица остается крайне актуальной (Филатова И.А., 2007; Серова Н.С., 2007; Kubal W.S., 2008; Караян А.С., 2008; Андреева Т.М., 2010; Груша Я.О., 2012; Дробышев А.Ю., 2012; Дубровин М.С., 2013; Essig Harald, 2013; Медведев Ю.А., Давыдов Д.В., 2014; Maximilian E., 2016; Андрианова А.В., 2016). По данным ВОЗ, количество травматических повреждений все еще увеличивается и в 2015 году почти 5 миллионов человек получили смертельные травмы.

Травмы глаза и структур орбиты составляют приблизительно 20% от всех патологий органа зрения, которые являются основной причиной слепоты и слабовидения лиц детского и трудоспособного возраста (Денисов И. С., 2005; Лежнев Д.А., 2008; Клевно В. А., 2009; Васильев Ю.В., 2010; Nastri A.L., 2016). В 50,0% случаев повреждения органа зрения приводят к слепоте одного глаза, в 20,0% – обоим глаз (Fan X., 2003; Susarla S.M., 2015; Sukegawa S., 2017).

Наиболее часто травмы черепа и челюстно-лицевой области возникают в результате дорожно-транспортных происшествий, уличной и бытовой травм и ранений в зоне военных конфликтов (Стучилов В.А., 2003; Kolk A., 2007; Kühnel T.S., 2015). Правильная экспертная оценка тяжести причиненного вреда здоровью повреждений, в том числе при травмах орбиты, является в настоящее время сложной междисциплинарной проблемой (Андреева Т.М., 2010; Андрианова А.В., 2016).

Средняя зона лица является сложным отделом челюстно-лицевой зоны, как в анатомическом, так и в функциональном аспектах. Данная зона содержит важные костные и мягкотканые структуры, включая орган зрения и придаточный аппарата глаза, околоносовые синусы, кровеносные сосуды,

нервы, слюнные железы (Серова Н.С., 2006; Сангаева Л.М., 2009; Sidebottom A.J., 2013; Соловьева А.А., 2014; Маркеева М.В., 2017).

В большинстве случаев клинические проявления разнообразны и зависят от характера и выраженности повреждений костных и мягкотканых структур средней зоны лица (Медведев Ю.А., 2015; Jansen J., 2016). Клиническое обследование пациентов не всегда может дать полное представление об объёме повреждений или всевозможных осложнениях (Сангаева Л.М., 2009; Решетов И.В., 2014, Krause M., 2017). Тяжелые повреждения лица часто сопряжены с деформациями, изменением объема орбиты, дислокацией ее содержимого, нарушением подвижности глаза и, как следствие, различными по выраженности функциональными расстройствами (Кудинова Е.С., 2006; Лежнев Д.А., 2008; Кобзева И.В., 2013).

Присутствие значимых анатомических структур и близость жизненно важных органов создают серьезные проблемы как при острой травме, так и при развитии посттравматической деформации: изменение конфигурации и объема орбиты и связанный с этим эно- и гипофтальм, приводящий к диплопии, эстетическим и функциональным нарушениям, а в ряде случаев к тяжелой инвалидизации больных (Кобзева И.В., 2013). Многообразие существующих хирургических методов лечения дефектов и деформаций основания орбиты говорит о сложности устранения последствий такой травмы (Месхиа Ш.М., 2009; Николаенко В.П., 2012; Maximilian E., 2016).

Рост общего числа травматизма, сочетанное повреждение костных и мягкотканых анатомических структур средней зоны лица, травмы глазного яблока и его опорно-двигательного аппарата диктует необходимость своевременной диагностики таких состояний для предоперационного планирования и послеоперационного контроля (Кудинова Е.С., 2006; Стучилов В.А., 2006; Лежнев Д.А., 2008; Natri A.L., 2016).

Нескоординированность действий врачей смежных специальностей, позднее обращение пациентов, неудовлетворительная диагностика на уровне

стоматологических поликлиник и непрофильных отделений часто приводит к формированию стойких деформаций дна орбиты, выраженных функциональных и эстетических нарушений, требующих в дальнейшем сложного хирургического вмешательства с длительной реабилитацией (Whitehouse R.W. 1994; Рыбальченко Г.Н., 2004; Луцевич Е.Э., 2013).

На сегодняшний день лучевая диагностика травматических повреждений средней зоны лица эволюционировала от рентгенологического обследования к мультиспиральной компьютерной томографии, конусно-лучевой компьютерной томографии, использованию специализированных моделей для визуализации, планирования и конструирования имплантатов индивидуального изготовления (Рабухина Н.А., 2007; Yilmaz S.Y., 2014; Susarla S.M., 2015).

Сочетанное повреждение нескольких анатомических структур, травма глазного яблока, полиморфизм клинических проявлений, необходимость выработки оптимальной тактики хирургического лечения требуют применения комплекса методов лучевой диагностики (Филатова И.А., 2005; Серова Н.С., 2006; Чибисова М.А., 2010; Scolozzi P, 2010; Чупова Н.А., 2012; Яценко О.Ю., 2016).

Крайне важным вопросом является планирование хирургического лечения, так как неудовлетворительно выполненная реконструкция может привести к ограничению работы глазодвигательного аппарата, нарушению эстетики лица и развитию посттравматических деформаций (Shintaku W. H., 2009; Stuck B.A., 2012; Михайлюков В.М., 2014). Внедрение новых высокоинформативных диагностических методик позволяет своевременно и точно диагностировать повреждения орбиты, существенно сократить время сканирования и лучевую нагрузку, а также полноценно осуществить реконструкцию орбиты (Kubal W.S., 2008; Essig Harald, 2013; Давыдов Д.В., 2014; Maximilian E., 2016).

В связи с постоянным техническим развитием на сегодняшний день важную роль приобретает разработка методов специализированной обработки изображений для получения дополнительной диагностической информации. Использование данных методик предоставляет возможность лечащему врачу выбрать тактику ведения пациента, спланировать ход оперативного вмешательства, что в свою очередь позволит повысить эффективность и качество лечения и реабилитации данной категории пациентов.

В связи с вышеизложенным, наша работа направлена на повышение эффективности диагностики травматических повреждений средней зоны лица с полноценным использованием возможностей доступных методов визуализации для определения оптимальной тактики ведения пациента и прогнозирования развития возможных осложнений.

### **Степень разработанности темы исследования**

Автором проделана большая работа по обследованию 107 пациентов с изолированными повреждениями нижней стенки орбиты, скуло-орбитальными повреждениями и множественными травмами средней зоны лица на до- и послеоперационных этапах обследования с применением методов лучевой диагностики. Выводы и практические рекомендации автора диссертации основаны на результате ведения достаточного количества пациентов с травмами средней зоны лица.

План обследования пациентов на до- и послеоперационных этапах соответствует цели и задачам исследования. Результаты исследования научно обоснованы. Достоверность полученных результатов подтверждена проведенным статистическим анализом.

Проверена первичная документация (истории болезни пациентов, протоколы методов исследований на до- и послеоперационных этапах обследования, протоколы хирургического лечения, выписные эпикризы, таблицы, базы данных).

### **Цель исследования**

Совершенствование лучевой диагностики у пациентов с травматическими повреждениями средней зоны челюстно-лицевой области на до- и послеоперационном этапах лечения.

### **Задачи исследования**

1. Разработать методики измерения объёмов орбит, оценки и классификации дефектов нижней стенки орбиты, оценки положения глазных яблок и плотности мягких тканей орбиты по данным МСКТ на до- и послеоперационном этапах лечения.
2. Разработать расширенный протокол описания данных МСКТ у данной категории пациентов.
3. Определить диагностическую эффективность методов лучевой диагностики (рентгенография, КЛКТ, МСКТ) у пациентов с травматическими повреждениями средней зоны лица на до- и послеоперационном этапах лечения.
4. Определить критерии прогнозирования послеоперационных осложнений по данным МСКТ у пациентов с травматическими повреждениями средней зоны лица.

### **Научная новизна**

Впервые уточнен, расширен и систематизирован протокол описания МСКТ исследований у пациентов с травмами средней зоны лица на до- и послеоперационных этапах. Выделены критерии корректного предоперационного планирования и эффективности проведенного хирургического лечения, основанные на высокотехнологичных методах лучевой диагностики. Впервые выявлены критерии оценки дефектов нижней стенки орбиты, плотности мягких тканей орбиты, положения глазного яблока, изменении объёмов орбиты до и после лечения. Впервые разработаны стратегия и алгоритм проведения диагностических

исследований на до- и послеоперационных этапах лечения у пациентов с изолированными повреждениями нижней стенки орбиты, скуло-орбитальных повреждениях и множественных травмах средней зоны лица в зависимости от срока давности травмы.

### **Теоретическая и практическая значимость**

Разработанные критерии измерения объёмов орбит, оценки дефектов нижней стенки орбиты, плотности мягких тканей орбиты, положения глазного яблока на до- и послеоперационных этапах лечения у пациентов с изолированными повреждениями нижней стенки орбиты, скуло-орбитальных повреждениях и множественных травмах средней зоны лица в зависимости от срока давности травмы позволили разработать алгоритм проведения диагностических исследований с целью повышения точности предоперационного планирования и объективной оценки эффективности проведенного хирургического лечения.

### **Методология и методы исследования**

Представленная на защиту научно-исследовательская работа выполнена с соблюдением этических норм и принципов доказательной медицины. Методология диссертационной работы предусматривала разработку дизайна исследования, определение объема выборки для обеспечения ее репрезентативности, подбор математических и программных средств статистической обработки полученных данных. Для проведения исследовательской работы использованы современные диагностические и инструментальные методы обследования пациентов.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. На дооперационном этапе оценка травматических повреждений средней зоны лица должна осуществляться на основе данных МСКТ с учётом расширенного протокола описания исследования и применением разработанных методик: измерения объёмов орбит, оценки дефектов нижней

стенки орбиты, оценки положения глазных яблок и плотности мягких тканей орбиты.

2. Выбор тактики ведения пациентов должен осуществляться на основании комплексного клинико-лучевого обследования с учётом разработанных лучевых критериев предоперационного планирования. Послеоперационный контроль в раннем и позднем послеоперационном периодах необходимо проводить с помощью компьютерной томографии и с применением разработанных методик оценки МСКТ данных.

3. Прогнозирование послеоперационных осложнений у пациентов должно осуществляться на основе разработанных лучевых критериев: увеличение объёма травмированной орбиты и дооперационный энтофтальм.

#### **Связь работы с научными программами, планами, темами**

Представленная диссертационная работа выполнена в соответствии с научно-исследовательской программой на кафедре лучевой диагностики и лучевой терапии лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по проблеме «Совершенствование профилактики, диагностики, лечения и реабилитации различных заболеваний на основе современных технологических решений» (государственная регистрация № 01201367943), также в рамках реализации двух Грантов Президента РФ для государственной поддержки научных исследований молодых российских ученых — докторов наук: МД-229.2013.7 «Гибридные технологии лучевой диагностики в челюстно-лицевой хирургии» (грантополучатель Н.С. Серова) и МД-5534.2016.7 «Разработка новых лучевых технологий и алгоритмов их применения в 3Dмоделировании, диагностике и мониторинге лечения заболеваний и повреждений челюстно-лицевой области» (грантополучатель Н.С. Серова).

#### **Внедрение результатов исследования в практику**

Результаты диссертационного исследования внедрены в работу отделов лучевых методов диагностики Университетских клинических больниц №1, 2,

4 Сеченовского Университета (г. Москва); в учебный процесс кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Сеченовского Университета (г. Москва), кафедры реконструктивно-пластической хирургии с курсом офтальмологии Российского университета дружбы народов (г. Москва).

#### **Личный вклад автора**

Научные результаты, обобщенные в диссертационной работе Павловой О.Ю., получены ею самостоятельно в кабинете рентгеновской компьютерной томографии и маммографии УКБ №1 и отделении лучевой диагностики УКБ №2 (базы кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии лечебного факультета). В исследование включено 107 пациентов с травмой средней зоны лица. Автор принимала непосредственное участие в лучевом обследовании пациентов с изолированными повреждениями нижней стенки орбиты, скуло-орбитальными повреждениями и множественными травмами средней зоны лица на до- и послеоперационных этапах обследования. Автором проанализированы результаты рентгенологических исследований, определена диагностическая эффективность лучевых методов исследования на до- и послеоперационных этапах обследования.

Проведена статистическая обработка данных с использованием статистических программ.

#### **Апробация результатов работы**

Основные положения диссертации доложены на VIII, IX, X, XI, XII Всероссийских Национальных Конгрессах лучевых диагностов и терапевтов «Радиология» (Москва, 2014–2018 гг.), IV Научно-практической конференции с международным участием «Остеосинтез лицевого черепа» (Москва, 2014), на European Congress of Radiology (Вена, 2015–2018 гг.), на III, IV, V, VI Междисциплинарных конгрессах по заболеваниям головы и шеи (Москва, 2015–2018 гг.), на VII Международной научно-практической конференции по реконструктивной челюстно-лицевой хирургии и протезной реабилитации пациентов с заболеваниями и травмами челюстно-лицевой

области «Челюстно-лицевая реабилитация» (Красногорск, 2016 г.), на IV Съезде врачей лучевой диагностики Сибирского Федерального округа (Омск, 2016), на VI Евразийском конгрессе травматологов-ортопедов (Казань, 2017 г.), на конференции «Ophthalmic Imaging: from Theory to Current Practice» (Париж, 2018 г.), на конференции German Ophthalmology Society (Бонн, 2018 г.).

### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности**

По тематике, методам исследования (рентгенологическое исследование, мультиспиральная компьютерная томография, конусно-лучевая компьютерная томография, функциональная мультиспиральная компьютерная томография), предложенным новым научным положениям представленная диссертация соответствует паспорту научной специальности 14.01.13 – Лучевая диагностика, лучевая терапия.

### **Публикации**

По теме диссертационного исследования опубликовано 20 научных работ, из них 7 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, в том числе 5 в изданиях, индексируемых международной базой SCOPUS, получено 4 патента РФ на изобретения.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация изложена на 162 страницах машинописного текста и состоит из введения, 3 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и списка литературы. Работа иллюстрирована 43 рисунками, 25 таблицами. Указатель литературы включает 120 источников, из них 89 отечественных и 32 работы иностранных авторов.

## **ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Состояние проблемы лучевой диагностики травматических повреждений средней зоны лица на до- и послеоперационных этапах лечения**

#### **1.1. Эпидемиология травм челюстно-лицевой области**

На сегодняшний день проблема травматических повреждений средней зоны лица остается крайне актуальной. По данным ВОЗ, количество травматических повреждений все еще увеличивается и в 2015 году почти 5 миллионов человек получили смертельные травмы [23, 24, 66, 91]. По данным статистики на долю переломов черепа и внутричерепных травм приходится 5,1% от общего числа всех зарегистрированных травм согласно показателям травм и отравлений и других несчастных случаев среди взрослого населения в 2009 году [2, 3]. В структуре общего травматизма 1,7% занимают травмы глаза и орбиты [2, 3, 6, 66, 91].

Травма костей лицевого черепа составляет до 40% от всего списка болезней у пациентов, госпитализированных для лечения в отделения челюстно-лицевой хирургии, и составляет почти 21% от всего числа пострадавших с травмами, находящихся в стационарах лечебных учреждений [74, 40, 41].

В США около 3% всех обращений в отделения неотложной помощи связано с травмами глаза [118]. Травмы глаза и структур орбиты составляют приблизительно 20,0% от всех патологий органа зрения, которые являются основной причиной слепоты и слабовидения лиц детского и трудоспособного возраста. В 50,0% случаев повреждения органа зрения приводят к слепоте одного глаза, в 20,0% – обоим глаз [12, 15, 66, 80, 106]. В структуре травм органа зрения у взрослых первое место занимают проникающие ранения, составляющие от 67,0 до 84,0 % [18, 80, 91, 118].

Наиболее часто травмы черепа и челюстно-лицевой области возникают в результате дорожно-транспортных происшествий, уличной и бытовой травм и ранений в зоне военных конфликтов [24-27, 29, 33, 39, 41, 64, 80, 118].

*Дорожно-транспортные происшествия.*

По прогнозам ВОЗ, к 2030 году доля дорожно-транспортных происшествий возрастет и они станут седьмой по значимости причиной смерти [23-25, 27, 117].

В 2015 г. в результате ДТП погибли 1,3 млн. человек, на долю мужчин и мальчиков приходится более половины случаев (76%) [23, 24]. Показатель травматизма у мужчин почти в 1,5 раза выше, чем у женщин, при этом травмы среди мужского населения отличаются большей тяжестью [2, 3, 23, 24].

Дорожно-транспортные травмы являются основной причиной смерти молодых людей в возрасте 15-29 лет [23, 46]. От 20 до 50 миллионов человек получают несмертельные травмы, многие из которых приводят к инвалидности. По данным ГИБДД в 2000-2010 гг. в России на один случай смерти в ДТП приходилось от 6 до 9 случаев ранения и получения травм, в 2012 году эта цифра не снижается (составила 9,5 случаев) [2, 3, 23-26, 64, 65].

Лица, пострадавшие в результате дорожно-транспортных травм, их семьи и страны в целом несут значительные экономические убытки, связанные со стоимостью лечения, реабилитацией и инвалидизацией [2, 3, 23-25, 65, 117, 118].

Тяжесть травм усугубляется задержками в выявлении лиц, попавших в ДТП, и оказании им помощи. Своевременность помощи пострадавшим после ДТП имеет решающее значение: минутное промедление нередко диктует разницу между выживанием и гибелью [23, 24].

*Уличная и бытовая травма.*

Ежегодно во всем мире более 1,6 миллиона человек теряют жизнь в результате насилия. На каждого человека, потерявшего жизнь в результате

насилия, приходится гораздо больше людей, получивших травмы и страдающих от различных физических проблем [2-4, 9, 23, 24, 66].

Возрастает количество бытовых травм, зависящих от социальной напряженности, расслоения в обществе, неконтролируемой миграции населения. Межрегиональные конфликты, высокий процент лиц, хранящих оружие, ведет к увеличению частоты огнестрельных поражений. Следует отметить увеличение в структуре огнестрельной травмы раненых в челюстно-лицевую область [2-4, 23-25, 65, 117, 118].

#### *Спортивная травма.*

До 13% всех травм глаза связано со спортом. Их распределение по видам спорта зависит от популярности тех или иных видов в разных странах. Ударные единоборства и боевые искусства являются главным источником травм глаз тяжёлой степени. Широкое увлечение пейнтболом привело к тому, что на данный момент этот вид спорта вышел на второе место после единоборств по числу травм глаз тяжёлой степени [2-4, 38].

#### *Военная травма.*

В условиях вооруженных конфликтов и террористических актов очень уязвимым органом является орган зрения. Огнестрельные ранения глаз характеризуются полиморфизмом изменений, трудностями диагностики локальных изменений при их многообразии и сложностью определения тактики лечения [2, 3, 27]. В свою очередь, особенности клинических проявлений современной огнестрельной травмы глаз, тем более при множественных и сочетанных повреждениях, обуславливают необходимость совершенствования диагностики, лечения и эвакуации раненых офтальмологического профиля в условиях вооруженных конфликтов. Это диктуется и возросшими требованиями к качеству лечения раненных в глаза, предполагающими не только спасение жизни, но и достижение максимально положительного функционального эффекта. В то же время, несмотря на

развитие медицинской науки, инвалидизация раненых офтальмологического профиля по-прежнему остается на высоких цифрах [38, 39, 40].

По сравнению с периодом второй мировой войны в современных локальных войнах и вооруженных конфликтах отмечается возрастание частоты огнестрельных ранений глаз с 2 % до 6,8-9 % и более. Преимущественно осколочно-взрывной характер ранений органа зрения определил и высокую (69-80 %) частоту множественной и сочетанной боевой травмы с повреждением глаз с другими органами и системами [22, 23, 62].

*Экспертная оценка тяжести травм челюстно-лицевой области.*

Правильная экспертная оценка тяжести причиненного вреда здоровью повреждений, в том числе при травмах орбиты, является в настоящее время сложной междисциплинарной проблемой [3, 9, 14, 61, 66].

В России потеря трудоспособности, как результат последствий травм челюстно-лицевой области, находится на третьем месте [3, 27, 62]. Повреждения челюстно-лицевой области в 91% случаев встречаются у трудоспособных лиц [61, 73, 74].

При судебно-медицинской оценке травмы орбиты как доминирующего повреждения в 71,8% устанавливают средней тяжести вред здоровью, 15,5% - легкий вред здоровью и только в 12,7% - тяжкий вред здоровью. Доля орбитальных травм среди пострадавших, общего количества судебных экспертиз живых лиц - 0,4%. Травма орбиты сочетается с черепно-мозговой травмой разной степени тяжести в 81,8% случаев, а с угрожающими жизни состояниями в - 7%. Установлено, что травма орбиты в половине случаев (49,6%) является повреждением, определяющим тяжесть вреда причиненного здоровью при сочетании ее с сотрясением или ушибом головного мозга легкой степени (38,5%) или же в случаях изолированной травмы (11,2%) [3, 27, 62].

По разным данным одной из наиболее частых причин энуклеации глазного яблока является посттравматическая патология – от 5 до 50 %

случаев [8, 12, 44, 82, 117]. Данный тип хирургического вмешательства и последующий анофтальм является «своеобразным индикатором организации и качества работы офтальмологической службы и способен формировать у человека признаки стойкой социально-психологической дезадаптации, резко снижать качество жизни» [8, 11, 82, 118].

В настоящее время, несмотря на определённые успехи соответствующих государственных и межгосударственных структур, отвечающих за безопасность граждан, отмечается рост общего травматизма в результате техногенных и природных катастроф, дорожно-транспортных происшествий, локальных военных конфликтов, бытовых травм, противоправных действий и террористических актов [2-4, 42, 49, 51, 73, 117].

## **1.2. Особенности травматических повреждений средней зоны лица**

Средняя зона лица является сложным отделом челюстно-лицевой зоны, как в анатомическом, так и в функциональном аспектах. Данная зона содержит важные костные и мягкотканые структуры, включая орган зрения и придаточный аппарата глаза, околоносовые синусы, кровеносные сосуды, нервы, слюнные железы. Среднюю зону лица также принято разделять на центральные и латеральные отделы. Травмы латеральных отделов орбиты возникают на 63% чаще, чем повреждения центральных отделов. Вследствие полиморфизма повреждений костных и мягкотканых структур средней зоны лица пострадавшие этой группы в большинстве случаев относятся к категории тяжелых [68, 69, 72, 117, 118]. Помимо этого при любых видах механической травмы лица, особенно при проникающих ранениях, могут встречаться инородные тела в голове и шее [14, 15, 48, 63, 69, 72].

В большинстве случаев клинические проявления разнообразны и зависят от характера и выраженности повреждений костных и мягкотканых структур средней зоны лица. Клиническое обследование пациентов не всегда может дать полное представление об объёме повреждений или всевозможных осложнениях [14, 15, 48, 49, 51, 63, 72, 80, 91, 117].

По данным Караян А.С. (2008) «...тяжелые травмы средней зоны лица являются причиной развития не только функциональных нарушений, связанных с изменением расположения глазного яблока, нарушений носового дыхания и прикуса, но и значительного обезображивания лица пациента, приводящего, как правило, к тяжелым психическим нарушениям и к социальной дезадаптации» [36].

Среди всех травматических повреждений челюстно-лицевой зоны 40% приходится на переломы орбиты. В более половине случаев повреждается нижняя стенка от медиальной части к подглазничная борозда и канал [104, 117]. Статистически известно, что при офтальмологической травме в 82% случаев присутствуют переломы орбиты [106, 119].

Перелом дна орбиты представляет собой одно из самых частых поражений при повреждениях средней зоны лицевого скелета и составляет, по данным различных авторов 6-12%. До 70% переломов стенок орбиты сочетаются с различными видами травмы глазного яблока, опорно-мышечного аппарата глаза, других переломов костей черепа, черепно-мозговой травмой [77, 78].

Тяжелые повреждения лица часто сопряжены с деформациями, изменением объема орбиты, дислокацией ее содержимого, нарушением подвижности глаза и, как следствие, различными по выраженности функциональными расстройствами [48, 60, 75, 77]. Классическая семиотика включает: энофтальм, гипофтальм, ограничение подвижности глаза в вертикальной плоскости, появление вертикальной бинокулярной диплопии, нарушение чувствительности кожи лица в зоне иннервации подглазничного нерва, углубление орбито-пальпебральной борозды [36, 42, 43]. При повреждениях нижнего отдела глазницы нередко возникает заинтересованность комплекса нижняя прямая-нижняя косая мышцы. Даже минимальное механическое ограничение подвижности глаза может сопровождаться значимой диплопией [15, 80].

Присутствие значимых анатомических структур и близость жизненно важных органов создают серьезные проблемы как при острой травме, так и при развитии посттравматической деформации: изменение конфигурации и объема орбиты и связанный с этим эно- и гипофтальм, приводящий к диплопии, эстетическим и функциональным нарушениям, а в ряде случаев к тяжелой инвалидизации больных [27, 33-38, 40-42, 94, 95]. Многообразие существующих хирургических методов лечения дефектов и деформаций основания орбиты говорит о сложности устранения последствий такой травмы [20-22, 28, 31, 37, 51, 52, 56, 57, 60, 68, 80-83, 100, 102, 116].

#### *Классификации.*

С начала 20 века отечественные и зарубежные ученые разрабатывали классификации повреждений структур средней зоны лица [4, 12, 14, 27, 54, 75, 91, 118]. Впервые это удалось французскому челюстно-лицевому хирургу Rene Le Fort, который выделил 3 вида травм на основании траектории линий переломов лицевого черепа (Le Fort I, Le Fort II, Le Fort III). Данная классификация используется и на сегодняшний день [3, 12, 14].

Существуют различные классификации травм средней зоны лица на основе локализации и распространенности повреждений. Так, по количеству вовлеченных травмированных структур лицевого скелета принято разделять повреждения на изолированные, множественные, комбинированные и сочетанные [14, 50, 59, 62, 70, 75, 78, 82].

На основе локализации травматических повреждений наиболее подробной является классификация с разделением на повреждения центральных и латеральных отделов средней зоны лица [14, 59, 62, 117].

Среди травм в центральном отделе выделяют повреждения.

- лобного синуса;
- фронто-базальные переломы;
- клиновидного синуса;
- носовых костей;

- носовой перегородки;
- назо-этмоидного комплекса (назо-орбито-этмоидного комплекса)
- орбитальные переломы [49, 62, 75, 81, 117].

В рамках травмы латеральных отделов средней зоны лица встречаются повреждения:

- скуло-орбитального комплекса
- изолированные повреждения скуловой кости;
- верхнечелюстного синуса;
- орбитальные переломы [49, 62, 73, 117].

Переломы различных отделов орбиты при краниофациальной травме встречаются до 98% случаев, до 93% пациентов имеют повреждение глазного яблока и вспомогательного аппарата, поэтому данный тип повреждений относят к отдельной категории [29, 30, 71].

Орган зрения является одной из важнейших анатомических и функциональных структур средней зоны лица, поэтому на сегодняшний момент существует несколько классификаций орбитальной травмы, как клинико-анатомических, так и рентгенологических [14, 15, 71, 117].

В клинической классификации травмы глаза разграничивают на повреждения глазного яблока и придаточного аппарата глаза, проникающие и непроникающие ранения, с вовлечением костных структур орбиты, с наличием инородных тел, а также указывается характер травмы, ее распространенность и сочетания с повреждениями других областей лицевого скелета [14, 27, 54, 62, 80, 91, 118].

Однако, клиническая классификация травматических повреждений костных стенок орбиты является спорным вопросом в рамках судебной экспертизы таких состояний, поэтому на данный момент общепринятой классификации травм орбиты не существует [49, 62, 118].

Согласно рентгенологическим классификациям наиболее распространенными типами орбитальных переломов являются

назоорбитоэтмоидальные (НОЭ) переломы, переломы скулоорбитального комплекса, переломы верхней челюсти по типу Ле Фор II и III, фронтобазальные переломы.

Многие авторы отдельно выделяют «взрывные» и вдавленные переломы нижней и медиальной стенок орбиты, так как на их долю приходится более 85% от всех переломов орбиты. Термин «взрывной» перелом впервые был предложен в 1957 году и отражает специфическое состояние стенок орбиты, при котором происходит смещение отломков стенок при неповрежденном орбитальном кольце [19, 28, 61, 62].

В зарубежной и отечественной литературе все большее внимание обращается не только на классификацию травматических повреждений структур лицевого скелета, но и на возможные варианты анатомического строения черепа для более точного предоперационного планирования у каждого пациента [14, 54, 62, 75, 91, 117-119].

Информация о краниометрических параметрах орбиты носит важный характер, так как морфометрические параметры стенок орбиты и анатомо-топографических структур средней зоны лица имеют широкий диапазон вариантной анатомии и данная информация необходима для определения тактики оперативного лечения, выбора хирургического доступа и размеров имплантатов с целью проведения эффективной реконструктивной операции у каждого пациента с учётом индивидуальных краниометрических показателей [54, 75].

Согласно процентному соотношению высоты лица к его ширине выделяют следующие формы лицевого черепа:

- эйрипрозопическую (процентное соотношение высоты лица к его ширине <49,5%),
- мезопрозопическую (процентное соотношение высоты лица к его ширине – 49,5-54,9%),

- лептопрозопическую (процентное соотношению высоты лица к его ширине  $> 55\%$ ) [54].

Согласно процентному соотношению поперечного диаметра черепа к продольному диаметру выделяют следующие типы черепа:

- долихокранный (соотношение поперечного диаметра черепа к продольному диаметру  $< 74,9\%$ ),

- мезокранный (соотношение поперечного диаметра черепа к продольному диаметру –  $75,0-79,9\%$ ),

- брахикранный (соотношение поперечного диаметра черепа к продольному диаметру  $> 80,0\%$ ) [54].

Для определения анатомических характеристик орбиты - ширины и высоты орбиты, использовались стандартные краниометрические точки [54].

На сегодняшний день важно разграничивать повреждения средней зоны лица по сроку давности травмы, так как клинические проявления, патогенез, диагностика и лечение пациентов в остром периоде и в стадии посттравматической деформации будут различаться [19-21]. В отечественной и зарубежной литературе утверждается, что травма средней зоны лица считается острой, если с момента получения травмы прошло не более 2 недель [21, 36].

Термин «посттравматическая деформация» подразумевает под собой сложный биомеханический процесс, связанный с разрушением стройной системы контрфорсов костной основы и повреждением мягкотканых структур, которые приводят к возникновению стойких функциональных и косметических нарушений [19, 20, 21, 33, 36, 41, 48].

Доля посттравматических деформаций средней зоны лица составляет по разным данным от 25% до 48% от общего количества пациентов с деформациями лицевого скелета, однако многие авторы утверждают, что в России не существует четких статистических данных о частоте развитии посттравматических деформаций [26, 36, 42, 45, 80].

В последние годы учёными были выделены 3 основные стадии в процессе формирования посттравматической деформации средней зоны лица [36]:

первая стадия - деформация средней зоны лица после острой травмы (до 4 недель),

вторая стадия - формирующаяся посттравматическая деформация (до 3 месяцев после травмы),

третья стадия - сформированная посттравматическая деформация (3 месяца после травмы и более).

Перелом нижней стенки (дна) орбиты остается недиагностированным у пациентов с анофтальмом в 27-33% [117]. Сочетание перелома нижней стенки орбиты с анофтальмом усиливает выраженность анофтальмического синдрома (западение протеза со смещением его книзу по горизонтали; опущение верхнего века с западением верхней переходной складки; пролапс/отвисание нижнего века), что требует реконструкции нижней стенки орбиты [20, 36, 42, 45, 73, 80].

Учитывая полиморфизм повреждений различных структур при травмах средней зоны лица авторы сходятся во мнении, что на сегодняшний момент не существует единой общепринятой классификации, которая бы наиболее полно отражала повреждения всех костных и мягкотканых элементов, учитывала бы сроки давности травмы, сочетанные повреждения и возможные осложнения [20-22, 28, 31, 37, 42, 51, 73, 80-83, 102, 116, 118].

### **1.3. Методы лучевой диагностики, используемые при травматических повреждениях средней зоны лица**

Рост общего числа травматизма, сочетанное повреждение костных и мягкотканых анатомических структур средней зоны лица, травмы глазного яблока и его опорно-двигательного аппарата диктует необходимость своевременной диагностики таких состояний для предоперационного планирования и послеоперационного контроля [7, 14, 15, 36, 46, 47].

На сегодняшний день лучевая диагностика травматических повреждений средней зоны лица эволюционировала от рентгенологического обследования к экстренной мультиспиральной компьютерной томографии, конусно-лучевой компьютерной томографии, использованию специализированных моделей для визуализации, планирования и конструирования имплантатов индивидуального изготовления [1, 6, 11, 14, 43, 50, 54, 76, 79, 86, 91, 97, 117].

Сочетанное повреждение нескольких анатомических структур, травма глазного яблока, полиморфизм клинических проявлений, необходимость выработки оптимальной тактики хирургического лечения требуют применения комплекса методов лучевой диагностики [15, 16, 20, 43, 76].

Крайне важным вопросом является планирование хирургического лечения, так как неудовлетворительно выполненная реконструкция может привести к ограничению работы глазодвигательного аппарата, нарушению эстетики лица и развитию посттравматических деформаций [7, 14, 15, 46, 47].

Внедрение новых высокоинформативных диагностических методик позволяет своевременно и точно диагностировать повреждения орбиты, существенно сократить время сканирования и лучевую нагрузку, а также полноценно осуществить реконструкцию орбиты [16, 17, 72, 84, 85, 86, 88].

### ***Рентгенография.***

Рентгенография, в том числе в специальных укладках, выявляет деформацию лицевого скелета, переломы, стояние отломков, деструктивные процессы в костях, а также инородные тела, локализующиеся в глазницах и околоносовых пазухах (в 80,0 % случаев) [36, 51, 73, 76]. Однако проведение данного исследования в полном объеме из-за тяжелого состояния пострадавших часто затруднено [62].

Кроме того, при рентгенологическом исследовании крайне скудна получаемая диагностическая информация о состоянии мягких тканей

челюстно-лицевой области, хрящевых и соединительно-тканых структур [13, 36, 49, 70].

### ***Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ).***

Внедрение в широкую практику компьютерной томографии произвело революцию в диагностике травм черепа и лицевого скелета. [3, 14, 15, 36, 71, 72, 80, 117, 118].

Компьютерная томография, как метод послойного исследования внутренней структуры объекта, был предложен в 1972 году G.N. Hounsfield и A. McL. Cormack и основан на измерении и компьютерной обработке разности ослабления рентгеновского излучения различными по плотности тканями [23, 57, 89].

Принцип ее работы заключается в непрерывном вращении рентгеновской трубки и поступательном движении объекта исследования [13, 47]. Современные томографы позволяют сканировать область исследования шириной до 16 см за один оборот трубки [47, 72].

Компьютерная томография является методом выбора при обследовании пациентов с травмой лицевого скелета. МСКТ орбиты в стандартном режиме в аксиальной проекции с последующим получением мультипланарных и трехмерных реконструкций позволяет оценить костные и мягкотканые структуры орбиты [16, 17, 72, 84, 85, 86, 88].

При МСКТ одновременно визуализируются костно-травматические изменения и состояние глазного яблока, зрительного нерва и его опорно-двигательного аппарата, околоносовые синусы. МСКТ является наиболее информативным и перспективным методом диагностики травм глаза и структур орбиты, в определении точной локализации и глубины залегания инородных тел, состоянии глазодвигательных мышц [3, 14, 15, 36, 71, 72, 80, 117, 118].

Наиболее оптимальным протоком исследования является получение тонких аксиальных КТ срезов с преобразованием их в мультипланарные реконструкции [14, 36, 49, 70].

***Функциональная мультиспиральная компьютерная томография (фМСКТ).***

При повреждениях стенок орбиты часто происходит травмы глазодвигательных мышц, заключающееся в ограничение их подвижности из-за защемления, смещения или рубцовой фиксации. При острой травме оценка повреждений мягкотканых орбиты на основании клинической картины (особенно при выраженном отеке, наличии сочетанных и комбинированных повреждений) нередко затруднена [16, 17, 86-88].

Функциональная МСКТ считается неинвазивным и низкодозовым методом в диагностике травматических повреждений прямых мышц глаза. Исследование заключается в проведении МСКТ орбит в различных направлениях взора, анализе изменений положения и поперечного сечения экстраокулярных мышц по данным видеорегистрации для последующего анализа сократительной активности мышц, локализации и протяженности рестрикции для определения тактики ведения пациентов [16, 17, 54, 72, 84-87].

Методика фМСКТ дает возможность не только детализировать характер повреждения и расположение окружающих структур, но и оценить движения и сократительную способность прямых мышц глаза. Данные фМСКТ позволяют более точно определить механизм рестрикции и разработать оптимальную тактику лечения, уточнить показания и объем хирургического вмешательства при деформациях орбиты. Метод ФМСКТ открывает принципиально новые перспективы неинвазивной визуальной диагностики при повреждениях прямых мышц глаза [16, 17, 86-88].

### ***Конусно-лучевая компьютерная томография.***

На сегодняшний день широко обсуждаются вопросы применения конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) при повреждениях лицевого скелета [14, 43, 52, 84].

КЛКТ является рентгенологическим методом диагностики с конической формой пучка излучения. По данным многих отечественных и зарубежных авторов лучевая нагрузка при КЛКТ в разы ниже по сравнению с МСКТ [106, 112, 115, 120]. Технические характеристики КЛКТ находятся на пике своего развития, существует множество программных приложений, которые, помимо мультипланарных и трёхмерных реконструкций, позволяют планировать и моделировать хирургическое лечение, осуществлять послеоперационный мониторинг [104, 110, 112-114].

К техническим преимуществам КЛКТ можно отнести следующие характеристики: высокое качество изображений в костном режиме, возможности построения мультипланарных и 3D реконструкций, относительно небольшая лучевая нагрузка и время выполнения исследования по сравнению с МСКТ, удобное (чаще в положении сидя или стоя) позиционирование пациента, множество дополнительных приложений и программ для планирования и виртуального моделирования различных видов хирургического лечения [43, 52, 84, 114, 120]. Ограничением метода является практически полное отсутствие дифференцировки мягких тканей, что выражается в затрудненной визуализации структур мягкотканной плотности [84, 101, 106, 112, 115, 120].

Встречаются единичные публикации о возможности интраоперационного контроля репозиции поврежденных костных структур с помощью КЛКТ [43, 114].

На этапах послеоперационного обследования пациентов одной из важнейших задач лучевого исследования является выявление возможных деструктивных изменений костной ткани у пациентов с реконструкцией

лицевого скелета, а также контроль правильного положения имплантатов и металлоконструкций [43, 115, 120]. Ввиду технических особенностей, артефакты при КЛКТ выражены значительно меньше по сравнению с МСКТ [43, 114, 120]. Это преимущество позволяет использовать КЛКТ в отдаленном послеоперационном периоде для оценки состояния костной ткани в зонах непосредственного контакта с металлическими элементами для раннего выявления возможных костно-деструктивных изменений. КЛКТ может быть использована для визуализации имплантатов и металлоконструкций, включая оценку их объема, формы и положения, а также соответствие конфигурации костных границ неповрежденной области с противоположной стороны [106, 112, 115, 120].

#### *Ультразвуковое исследование.*

Ультразвуковое исследование (УЗИ) является важным дополнительным методом в диагностике повреждений лицевого скелета и структур орбиты, позволяющим выявить гемофтальм, отслойку сетчатки, а также оценить эти состояния в динамике [11, 12, 69, 70, 82]. В последние годы метод ультразвуковой диагностики высокого разрешения получил более широкое распространение в офтальмологической практике. Преимущество УЗИ связано с его доступностью, высокой информативностью и разрешающей способностью, узким кругом противопоказаний [14, 52, 69, 83].

Важную диагностическую ценность ультразвуковой метод имеет при наличии кровоизлияний в переднюю камеру и в стекловидное тело, при дислокациях хрусталика, отслойках сетчатки. УЗИ позволяет выявлять инородные тела и судить о глубине их залегания. Применение цветного доплеровского картирования при травмах глаза позволяет оценить сосуды глазного яблока в динамике дает важные данные о прогнозе функции глаз, диагностике воспалительных осложнений [48, 49, 68, 69, 72].

УЗИ позволяет быстро и неинвазивно провести биометрию. Однако этот метод диагностики с учетом топографических особенностей костной орбиты

не дает возможности получить информацию о состоянии мягких тканей орбиты, локализующихся у ее вершины. Также при проведении УЗИ из-за индивидуальных анатомических особенностей лицевого скелета нередко возникают сложности с визуализацией некоторых мягкотканых структур, особенно у пациентов с выраженным экзофтальмом [11, 12, 14, 69, 70].

### ***Магнитно-резонансная томография.***

Применение магнитно-резонансной томографии (МРТ) в диагностике травм челюстно-лицевой области имеет существенные ограничения. Это связано с трудностью обнаружения мелких костных отломков, обызвествлений, с появлением выраженных артефактов от движений пациентов, длительностью процедуры, а также с противопоказанием для проведения этого исследования при наличии металлических инородных тел [14, 48, 80, 99].

Помимо отсутствия ионизирующего излучения и возможности получения изображения в различных плоскостях МРТ может показать состояние зрительного нерва, экстраокулярных мышц глаза, орбитальной клетчатки и глазного яблока. Отмечается и хорошая визуализация вершин орбит, при этом невозможно оценить состояние костных стенок орбиты [14, 48, 49, 52, 69, 70, 72, 80].

### **1.4. Лечение травматических повреждений средней зоны лица**

Пациенты с травмами средней зоны лица нуждаются в стационарном лечении в 85% случаев [77, 78]. При госпитализации пациентов в специализированные челюстно-лицевые стационары, на долю травм лицевого черепа приходится 30%-40%, что составляет почти 21% от общего числа травмированных пациентов в лечебных учреждениях [74].

По мнению многих авторов в отношении повреждений средней зоны лица хирургическое лечение должно быть оказано в течение первых 2 недель после получения травмы с целью достижения оптимальных результатов реконструктивных вмешательств. Далее начинаются процессы абсорбции

костных фрагментов и образования костной мозоли, формирование фиброзно-рубцовых изменений, неправильное срастание костных фрагментов, что приводит к сложностям в репозиции анатомических структур. Лечение, которое оказывается пациентам после 2 недель от момента получения травмы, считается отсроченным и основано на принципах лечения развивающихся посттравматических деформаций [36, 118].

Несмотря на то, что сроки проведения хирургического лечения все еще разнятся, абсолютно все авторы сходятся во мнении, что ведение пациентов с травмами средней зоны лица должно осуществляться мультидисциплинарно с участием челюстно-лицевых хирургов, офтальмологов, пластических хирургов, оториноларингологов и других специалистов [36, 77, 78].

Критериями успешного хирургического лечения служат правильно выбранные сроки операции, хирургический доступ и тактика проведения операции с корректным выбором различных материалов для реконструкции [74].

За последние годы, применение новых технологий в челюстно-лицевой хирургии и исчерпывающий знание комплексной анатомии внутренних структур орбиты, способствовало эволюционированию тактики ведения пациентов с травмой орбиты. Энфталм, как частое осложнение травмы орбиты, может проявиться не сразу, и часто диагностируется на поздних стадиях и неадекватно лечится. Ведение пациентов с энфталмом представляет трудности и может быть непредсказуемым из-за последствий, связанных с неконтролируемой реакцией тканей внутри орбиты следуемой за травмой костных стенок орбиты или недиагностируемыми переломами стенок орбиты [89, 90].

Для восстановления стенок орбиты используются различные материалы: аутотрансплантаты, аллотрансплантаты, ксенотрансплантаты,

рассасывающиеся материалы, металлические пластины, аллопластический заменитель костной ткани [113].

При реконструкции костных структур средней зоны лица применяются различные элементы металлоостеосинтеза (титановые мини- и микропластинами, конструкции из никелида титана с эффектом памяти формы), в основе которого стабильная фиксация костных фрагментов с исключением их подвижности и травматизации регенерата. Однако, при такого рода реконструкциях встречаются осложнения (около 12 % случаев), почти половина из них связана с развитием воспалительных изменений, в некоторых случаях пластины могут вызывать у пациентов болевые ощущения и дискомфорт [55, 56, 62, 74].

При широком спектре современных вариантов реконструкции средней зоны лица, пластических материалов и хирургических доступов, на сегодняшний день не существует унифицированного протокола по ведению больных с травмами средней зоны лица, вопросы по выбору показаний к операции, срокам хирургического вмешательства и техники выполнения операции остаются дискуссионными [7, 9, 10, 18, 28, 29, 55, 56].

Отдельного подхода к лечению требуют кранио-орбито-фациальные травмы, который предусматривает проведение хирургического лечения в течение первых 12-72 часов после получения травмы, при тяжелом состоянии пациента оперативное вмешательство желательно провести в течение первых 2 недель. Задержка проведения оперативного лечения приводит к формированию тяжелых эстетических и функциональных посттравматических деформаций [3, 28, 29].

Лечение посттравматических дефектов и деформаций средней зоны лица является отдельной и сложной проблемой. Предоперационное планирование играет здесь важнейшую роль вместе с выбором оптимального хирургического доступа и техникой операции. Многие авторы отмечают, что операция должна быть проведена, по возможности, одномоментно с

восстановлением не только костных контрфорсов, но и устранением дефектов мягких тканей [36, 80].

В случае если хирургическое лечение было проведено некорректно, осложнения посттравматических орбитальных деформаций включают в себя диплопию, энофтальм, нарушение движения глаз, нарушение чувствительности и иннервации, нарушение зрительных функций вследствие увеличенного объёма орбиты [112, 117, 122].

Несмотря на наличие корректных рекомендаций по лечению пострадавших, в нашей стране доля пациентов с посттравматическими дефектами и деформациями все еще возрастает, вероятнее всего, из-за отсутствия унифицированного протокола по лечению и реабилитации таких пациентов [7, 9, 10, 18, 28, 29, 55, 56].

Несмотря на наличие множества подходов и техник хирургического лечения, не стоит забывать о возможностях консервативного лечения при травмах средней зоны лица [51, 52, 91, 117]. В некоторых случаях это эффективно помогает при геморрагических состояниях, при профилактике рубцевания мягких тканей, для подготовки пациента к операции. Консервативное лечение чаще всего включается в себя поддерживающую и стимулирующую терапию, физиотерапевтическое лечение с протеолитическими ферментами, использовании призматической коррекции и другие и направлено на успешную и эффективную реабилитацию пациентов с травмами средней зоны лица [50-52].

Нескоординированность действий врачей смежных специальностей, позднее обращение пациентов, неудовлетворительная диагностика на уровне стоматологических поликлиник и непрофильных отделений часто приводит к формированию стойких деформаций дна орбиты, выраженных функциональных и эстетических нарушений, требующих в дальнейшем сложного хирургического вмешательства с длительной реабилитацией [7, 9, 10, 18, 28, 29, 55, 56].

### **1.5. Методы обработки изображений до и после хирургического лечения**

В связи с постоянным техническим развитием на сегодняшний день важную роль приобретает разработка методов специализированной обработки изображений для получения дополнительной диагностической информации. Использование данных методик предоставляет возможность лечащему врачу выбрать тактику ведения пациента, спланировать ход оперативного вмешательства, что в свою очередь позволит повысить эффективность и качество лечения и реабилитации данной категории пациентов [79, 93, 112].

Среди широкого спектра осложнений травмы орбиты, двумя типичными значимыми последствиями травмы являются экзофтальм и гипоглобус, основанные на посттравматическом увеличении орбитального объёма. Неадекватное восстановление может нарушить функцию и эстетику средней зоны лица. В данном случае целью хирургического вмешательства является уменьшение увеличенного объёма костных границ орбиты. Считается, что критическими значениями для хирургической реконструкции орбиты является разница в позиции между двумя глазными яблоками равное 2 мм или более согласно измерениям в передне-задней плоскости по экзофтальмометрии Хертеля [98, 101, 119].

Исследования по измерению объёмов орбит высоко гетерогенны. Данные, полученные в последних исследованиях более надежные из-за более точных методов измерения и получения изображений чем в предыдущие десятилетия. Исследования с большой выборкой необходимы для утверждения точных математических измерений для предупреждения раннего экзофтальма более 2 мм, при котором необходима хирургическая реконструкция стенок орбиты [98, 100, 116]. На сегодняшний день и по результатам опубликованных работ, хирургическая реконструкция орбит должна быть показана при дефекте стенки орбиты более 2 см<sup>2</sup>, и когда объём орбиты увеличивается более чем на 1,62 см<sup>3</sup> или более чем на 10-15% [78, 89,

106]. Анализ расчёта объёмов показал, что увеличение орбитального объёма больше чем на 5% может считаться достаточным для появления клинически значимого экзофтальма [97].

Попытки точного измерения объёмов орбит были сделаны давно, однако результаты исследований еще не нашли широкого применения в клинической практике. Многие исследования показывают, что наиболее достоверные результаты измерений орбитального объёма получаются при использовании КТ [94, 105-108].

Однако, несмотря на технический прогресс, все еще остается сложным идентифицировать пациентов, находящихся в группе риска по возникновению экзофтальма с травмой орбиты, так как отек и гематома мягких тканей орбиты, возникшие в ответ на травму, могут скрыть экзофтальм величиной до 3 мм [77, 78, 91].

Многие опубликованные исследования в последние годы показали, что увеличение орбитального объёма прямо коррелирует с развитием и тяжестью экзофтальма [91-97, 101, 105, 117].

Многие авторы отмечают, что 3D-оценка объёма пролабирующего компонента в дополнении к 2D-оценке дефекта стенки орбиты может быть необходима для определения тактики ведения пациента и обеспечения адекватного хирургического результата. Предыдущие исследования показали, что размер измеренного при помощи 2D-оценки орбитального дефекта при КТ на дооперационном этапе может спрогнозировать развитие последующего экзофтальма в позднем послеоперационном периоде [101, 108]. Мансон и другие установили, что дефект стенки орбиты более 2 см<sup>2</sup> может привести к значительному смещению глазного яблока в заднем отделе орбиты более, чем на 3 мм [97, 107].

После репозиции скуловой кости без контроля состояния дна орбиты у 8% пациентов в течение последующих 2 недель после операции возникает смещение глазного яблока из-за дефекта дна орбиты [36, 37].

Смещение глазного яблока является одним из серьезных нарушений при острой травме и посттравматической деформации средней зоны лица, приводящее к диплопии. Для устранения эно- или гипoftальма необходимо точное определение величины этого смещения. На настоящий момент принятые в офтальмологии методики таких измерений являются не достаточно точными [36, 37].

В 2008 году Караян А.С. и соавт. предложили методику измерения посттравматического эно- и гипoftальма с использованием фронтальных и аксиальных срезов МСКТ. Пациенты с посттравматическими деформациями были разделены на 3 категории: 1-я – пациенты с легкой степенью энофтальма (до 2 мм), 2-я – пациенты со средней степенью энофтальма (от 2 до 4 мм), 3-я – пациенты с тяжелой степенью энофтальма (более 4 мм) [36, 37].

Многие авторы придают особую значимость знанию нормальной анатомии орбиты и измерению линейных размеров горизонтального и вертикального входа в орбиту, длины орбиты, длины вершины орбиты, горизонтального размера входа в вершину орбиты [87, 88].

Также были разработаны методики измерения линейных размеров орбиты и оценки дистопии глазного яблока по данным МСКТ при посттравматических дефектах и деформациях орбиты по специальной мультипланарной реконструкции (МПР) в косо-сагиттальной плоскости, методика измерения горизонтальных размеров глазницы, включая методику оценки дистопии глазного яблока в верхне-нижнем направлении на стороне повреждения (гипoftальм), методику оценки дистопии глазного яблока в передне-заднем направлении на стороне повреждения (энофтальм). По разнице измерений поврежденной и неповрежденной орбит определяли степень энофтальма в миллиметрах [59].

Многие авторы сходятся во мнении, что линейные и объемные характеристики костной орбиты и ее вершины полезны при определении

тактики ведения пациента и оценки объёма хирургического вмешательства [59].

**Таким образом,** в главе обзор литературы представлена основная информация об этиологии, патогенезе и особенностях травматических повреждений костных и мягкотканых структур средней зоны лица. Актуальность проблемы не вызывает сомнений, учитывая статистические данные, подтверждающие как рост общего мирового травматизма, так и повреждений структур средней зоны лица в частности. Представлен анализ методов лучевой диагностики таких повреждений и их основные достоинства и недостатки, включая функциональную МСКТ и КЛКТ, использование которых при травмах средней зоны лица было применено относительно недавно.

В главе приводятся основные аспекты хирургического лечения, в зависимости от срока давности травмы, от характера и объёма повреждений, от стадии и сроков развития посттравматических деформаций. Освещены менее обсуждаемые вопросы консервативного лечения травм средней зоны лица.

Основной задачей в реконструктивно-пластической хирургии при травматических повреждениях орбиты является восстановление ее правильной анатомии и устранение функциональных нарушений для предупреждения развития осложнений. На сегодняшний день в связи с бурным техническим прогрессом необходимым является освещение не только основ диагностики и лечения травм средней зоны лица, но и обсуждение аспектов индивидуального предоперационного планирования. С этой целью в главе обсуждены современные возможности специализированной обработки данных методов лучевой диагностики для получения дополнительной диагностической информации об изменениях объёмов орбит, измерениях линейных размеров орбит, дефектов нижней

стенки орбиты для достижения успешных результатов лечения и реабилитации у каждого пациента с травмой средней зоны лица.

## ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### 2.1. Общая характеристика собственного материала

С 2014 по 2018 годы в клиниках ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) было обследовано 107 пациентов (100%) с травматическими повреждениями средней зоны лица. Обследование пациентов производили в университетских клинических больницах №1 и №2 Сеченовского Университета.

Критериями включения пациентов в исследование являлись травматические повреждения средней зоны лица с различным сроком давности травмы.

Критерии не включения: пациенты, отказавшиеся от лечения или проведения диагностического контроля в послеоперационном периоде.

Критерии исключения: пациенты, получившие повторную травму средней зоны лица после хирургического лечения.

Среди пациентов (n=107; 100%) отмечалось преобладание лиц мужского пола (n=91; 85%) над женским (n=16; 15%).

Как видно из таблицы 1, пациенты с травматическим повреждением средней зоны лица, включенные в диссертационную работу, распределились в зависимости от возраста следующим образом.

Таблица 1 – Распределение пациентов в зависимости от возраста

Возраст	Всего	
	n	%
Меньше 20 лет	14	13
21-30 лет	34	32
31-40	31	29
41-50	17	16
Больше 50 лет	11	10
Всего	107	100

Возраст пациентов составил от 15 до 66 лет. Превалирующее большинство пациентов располагалось в возрастных группах от 21 до 30 лет и от 31 до 40 лет.

Как представлено в таблице 2, большинство пациентов получили травму в результате дорожно-транспортных происшествий (n=67; 63%).

Таблица 2 – Распределение пациентов в зависимости от механизма получения травмы

Характер травмы	Всего	
	Абс.	%
ДТП	67	63
Уличная травма	25	23
Бытовая травма	8	7,5
Спортивная травма	7	6,5
Всего	107	100

Все пациенты, поступившие на обследование, были распределены в зависимости от срока получения травмы, согласно 3 основным стадиям процесса формирования посттравматических деформаций. В остром периоде (до 4 недель) поступило 50 пациентов (47%), в период формирующихся посттравматических деформаций (ПТД) – до 3 месяцев после травмы – было госпитализировано 30 пациентов (28%), в стадии сформировавшихся посттравматических деформаций для обследования обратились 27 пациентов (25%) (табл. 3).

Таблица 3 – Распределение пациентов в зависимости от срока получения травмы

Срок травмы	Всего	
	Абс.	%
Острый период	50	47
Стадия формирующихся посттравматических деформаций	30	28
Стадия сформированных посттравматических деформаций	27	25
Всего	107	100

Всем пациентам (n=107; 100%), поступившим на обследование, был выполнен сбор жалоб и анамнеза, клинический осмотр врачом челюстно-лицевым хирургом и врачом офтальмологом, а также обследование с применением методов лучевой диагностики. Письменное согласие на проведение исследования, в том числе с ионизирующим излучением, было получено у всех 107 пациентов (100%).

При госпитализации всем пациентам (n=107; 100%) диагностическое обследование проводили в течение 24-48 часов от поступления.

На послеоперационном этапе было обследовано 107 пациентов (100%). Послеоперационное обследование у всех пациентов (n=107; 100%) проводилось в течение 10 дней после хирургического лечения в рамках раннего послеоперационного контроля и через 3-6 месяцев на этапе послеоперационного мониторинга.

На до- и послеоперационном этапах обследования 107 пациентам (100%) выполняли рентгенографию, МСКТ и КЛКТ, у 15 пациентов (14%) с подозрением на повреждение глазодвигательных мышц применяли фМСКТ в пред- и послеоперационном периодах (рис. 1).

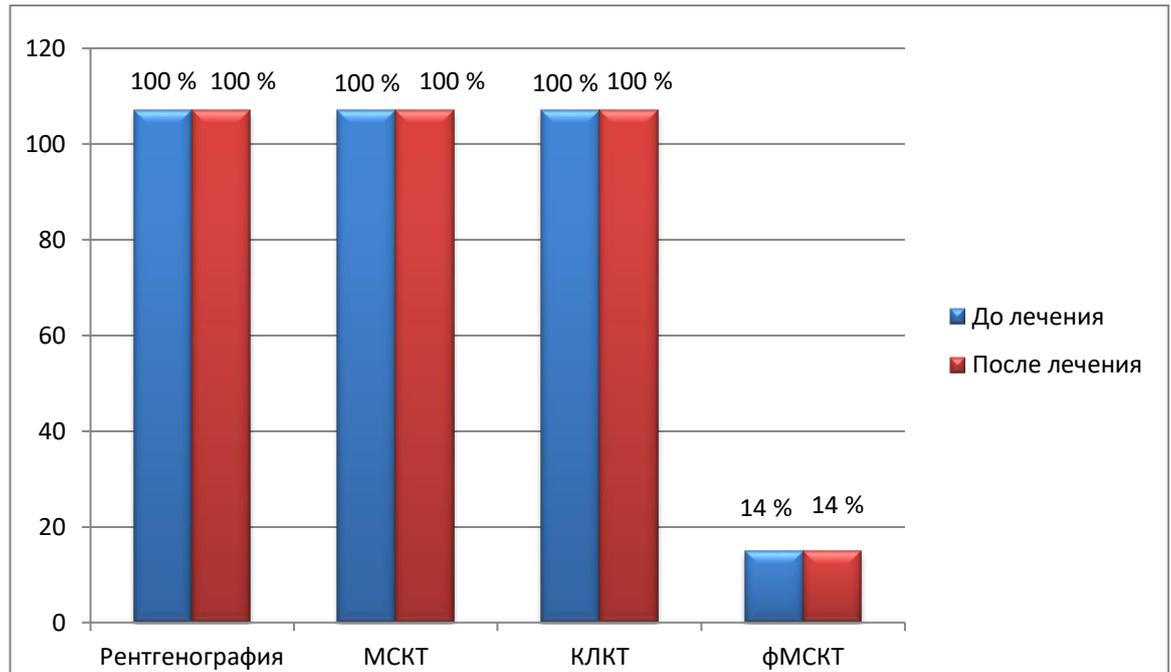


Рисунок 1 – Диаграмма проведенных методов лучевой диагностики у пациентов до лечения и после

## 2.2. Методы обследования пациентов

Сбор жалоб и анамнеза.

Всем пациентам ( $n=107$ ; 100%) с подозрением на травматические повреждения средней зоны лица выполнялись сбор жалоб и анамнеза пациента с регистрацией механизма и срока давности травмы, а также стандартное клинико-лабораторное обследование пациентов согласно общепринятой классификации МКБ, включая общий и биохимический анализ крови, анализ мочи, анализ крови на RW, ВИЧ, Hbs Ag, ЭКГ, флюорографию. В рамках госпитализации проводились консультации пациентов врачами челюстно-лицевыми хирургами, офтальмологами, оториноларингологами, стоматологами, невропатологами, терапевтами, анестезиологами.

Клиническое обследование.

Всем пациентам ( $n=107$ ; 100%) с подозрением на травматические повреждения средней зоны лица выполнялся осмотр челюстно-лицевым хирургом. На клиническом этапе критериями оценки повреждений костей и мягких тканей средней зоны лица являлись:

- изменение конфигурации лица за счет наличия припухлости и отека мягких тканей в подглазничной, параорбитальной, скуловой и щечной областях;
- оценка состояния кожи, изменения цвета кожных покровов, наличие рубцовых деформаций;
- определение ссадин на кожных покровах, гематом в области верхнего и нижнего век;
- снижение чувствительности и онемение кожных покровов подглазничной и щечной областей;
- положительный симптом «ступеньки» в области скулоообного шва, скулоальвеолярного гребня, подглазничной области;
- сужение глазной щели, несимметричность зрачковой линии, диплопия при взгляде вверх/вниз и влево/вправо;
- субконъюнктивальные кровоизлияния глазного яблока;
- ограничение движений глазного яблока при вверх/вниз и влево/вправо;
- оценка полости рта, состояние нижней челюсти, наличие ограничений открывая рта;
- оценка периферических лимфатических узлов.

У всех пациентов (n=107; 100%) с подозрением на травматические повреждения средней зоны лица и орбиты было проведено офтальмологическое обследование врачом офтальмологом. Критерии офтальмологической оценки состояли из:

- оценки конфигурации лица, орбит и состояния кожных покровов;
- оценки движения глазных яблок;
- оценки зрительной функции.

### **2.3 Рентгенография.**

При госпитализации всем пациентам (n=107; 100%) выполняли рентгенографию лицевого скелета на аппарате General Electric Advantx

(США). Исследование проводили в прямой проекции в положении стоя или сидя. Голову пациента фиксировали центрально, подбородок устанавливали на специальную подставку. Для более точного позиционирования головы пациента использовали лазерную разметку. Технические параметры исследования представлены в таблице 4. Рентгенологические исследования лицевого скелета в носо-подбородочной проекции производили с открытым ртом, исследования черепа производили в прямой и боковой проекциях с закрытым ртом. Рентгенологическое исследование использовали в рамках первичной диагностики для визуализации костно-травматических изменений лицевого скелета, оценке изменений конфигурации стенок орбит, околоносовых синусов, носовой полости, видимых линий переломов. Косвенно оценивали мягкие ткани лицевого скелета при отёке мягких тканей или наличия вакуолей воздуха.

Таблица 4 – режимы исследования при рентгенологическом исследовании

<b>Параметры исследования</b>	
Проекция	Прямая Носо-подбородочная
Напряжение	60 кВ
Сила тока	8-12 мА
Время экспозиции	10-15 сек

На послеоперационном этапе рентгенологическое исследование провели 107 пациентам (100%). Алгоритм проведения и технические характеристики рентгенографии оставались такими же, как и до хирургического лечения.

На данном этапе рентгенография выполнялась для оценки репозиции и восстановления костных структур лицевого скелета и положения имплантатов и элементов металлоостеосинтеза.

## 2.4 Конусно-лучевая компьютерная томография

У 107 пациентов (100%) на до- и послеоперационном этапах выполняли КЛКТ на аппарате Galileos (Sirona, Germany) (табл. 5).

Исследование проводили в положении стоя или сидя. Голову пациента устанавливали между рентгеновской трубкой и детектором, уровень аппарата обязательно подстраивали под рост пациента, при этом плечи пациента должны были находиться чуть ниже края аппарата во избежание столкновения рентгеновской трубки и тела пациента. Голову пациента закрепляли с двух сторон специальными фиксаторами. Для более точного позиционирования применяли лазерную разметку. Руки пациента во время исследования находились на специальных опорах для более стабильного положения (рис. 2). Во время исследования рентгеновская трубка вращалась вокруг головы пациента в течение не более 2-х минут. По окончании вращения трубки и регистрации изображения, голову пациента освобождали от фиксаторов.

Таблица 5 – Параметры исследования КЛКТ

<b>Параметры исследования</b>	
Напряжение	120 кВ
Мощность	18,5 мА
Размер воксела	0,25/0,125 мм
FOV	15,4x15,4x15,4 мм
Время экспозиции	20 сек
Форма реконструкции	сфера
Время реконструкции	До 4 мин



Рисунок 2 – Фото. Аппарат Galileos (Sirona, Germany)

Обработка изображений происходила на рабочей станции аппарата КЛКТ в костном режиме, с применением мультипланарных реконструкций в аксиальной, корональной и сагиттальной плоскостях и построением 3D моделей (рис. 3).

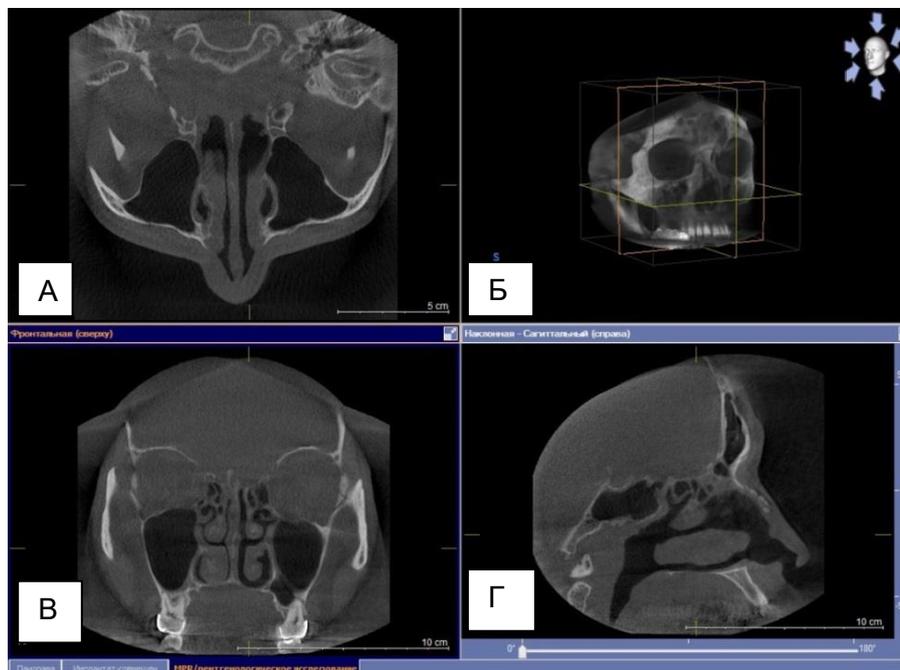


Рисунок 3 – КЛКТ, экран рабочей станции аппарата Galileos (Sirona, Germany): А – аксиальная плоскость, Б – 3D реконструкция, В – корональная плоскость, Г – сагиттальная плоскость

При анализе КЛКТ-данных до оперативного лечения и после критерии описания костно-травматических повреждений включали в себя те же позиции, что и при описании МСКТ данных.

Так как ограничением метода является практически полное отсутствие дифференцировки мягких тканей, оценка структур мягкотканной плотности при КЛКТ-исследованиях не производили.

### **2.5. Мультиспиральная компьютерная томография**

Всем пациентам (n=107; 100%) при госпитализации выполняли МСКТ на аппарате Somatom Sensation 40 (Siemens, Germany), аппарате Aquilion One 640 (Toshiba, Japan) (Рис. 4). Технические параметры исследования представлены в таблице 6.



Рисунок 4 – Фото. Аппарат Aquilion One 640 (Toshiba, Japan)

Таблица 6 – Параметры исследования МСКТ средней зоны лица

<b>Параметры исследования</b>		
Параметры	Somatom Sensation 40	Aquilion One 640

Режим томографирования	спиральный	объемный
Толщина среза	1 мм	0,5 мм
Угол наклона гентри	0	0
Поле исследования	20-30 см	16 см
Напряжение	100 кВ	100 кВ
Сила тока	60 мА	60 мА
Время одного оборота рентгеновской трубки	0,37 сек	до 0,275 сек
Время исследования	4-5 сек	1-2 сек
Тип реконструкции	костный, мягкотканый	костный, мягкотканый

Пациента укладывали на деку стола томографа в положении лежа на спине. Голову пациента предварительно освобождали от всех съёмных металлических элементов и ровно укладывали на подголовник. Взгляд пациента просили фиксировать центрально. Использовали лазерные метки для точного определения области сканирования. Для разметки области исследования выполняли топограмму. Томографирование начинали от верхней точки черепа до нижней границы тела нижней челюсти. Томографирование лицевого скелета проводили в аксиальной плоскости с толщиной среза 0,5 мм с применением реконструкции в костном и мягкотканном режимах.

Данные МСКТ в аксиальной плоскости дополняли мультипланарной реконструкцией в корональной и сагиттальной плоскостях и построением 3D моделей (рис. 5).

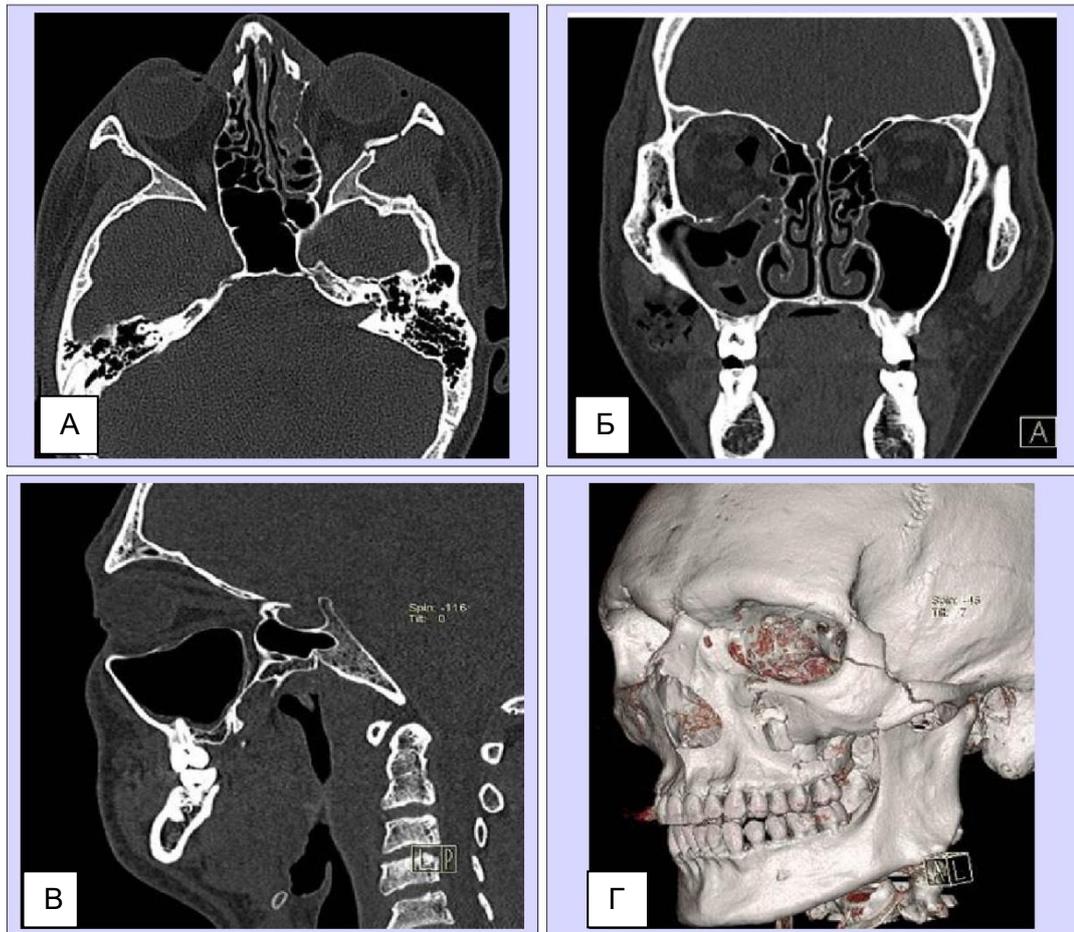


Рисунок 5 – МСКТ. Аксиальная (А), корональная (Б), сагиттальная (В), 3D (Г) реконструкции

МСКТ применяли для детальной визуализации травматических изменений костных и мягкотканых структур. В рамках предоперационного планирования в алгоритм анализа МСКТ-данных входили: оценка изменений объёмов орбит и околоносовых синусов, анализ дефектов стенок орбит, оценка изменений положения глазного яблока.

Протокол описания данных МСКТ разделяли на анализ костных и мягкотканых структур средней зоны лица, оценку объёмов орбит, анализ дефектов стенок орбит и измерение плотности мягких тканей орбит.

## **I. Критерии оценки костных структур средней зоны лица до оперативного лечения.**

### **1. Орбиты:**

- симметричность и положение орбит;

- измерение анатомических параметров орбит - глубина, ширина и высота;
- объёмы орбит (мл);
- состояние всех стенок орбит, включая верхушку орбиты, верхнюю и нижнюю глазничные щели;
- целостность стенок подглазничного канала;
- наличие внутриорбитальной эмфиземы.

## **2. Околоносовые синусы:**

- положение и симметричность верхнечелюстных синусов, изменение их объёмов, наличие гемосинуса, состояние всех стенок, включая детальную оценку сохранной костной ткани верхней стенки синуса с целью планирования возможного хирургического лечения;
- клетки решетчатой кости, состояние решетчатой, глазничной и перпендикулярной пластинок решетчатой кости, наличие локального мягкотканного патологического содержимого в клетках в области костно-травматических повреждений;
- лобные синусы, состояние глазничной части лобной кости и надглазничного края, наличие локального мягкотканного патологического содержимого в клетках в области костно-травматических повреждений;
- клиновидный синус, состояние тела, больших и малых крыльев, и крыловидных отростков клиновидной кости, наличие локального мягкотканного патологического содержимого в клетках в области костно-травматических повреждений.

## **3. Полость носа:**

- симметричность, целостность и смещение носовых костей;
- целостность лобных отростков верхней челюсти, состояние носо-лобных швов;
- целостность слёзных костей и стенок носо-слёзных каналов, состояние перегородки носа, носовых раковин и сошника.

**4. Скуловая кость:**

- целостность тела скуловой кости;
- состояние скуло-лобного, скуло-верхнечелюстного и скуло-орбитального швов;
- целостность скуловой дуги в области височного отростка скуловой кости и скулового отростка височной кости.

**5. Твердое нёбо:**

- симметричность нёбных костей;
- состояние горизонтальной и вертикальной пластинок нёбных костей;
- целостность больших нёбных каналов;
- целостность стенок крыло-нёбных ямок.

**6. Альвеолярный отросток верхней челюсти:**

- Костно-травматические изменения;
- Состояние зубов.

**7. Височно-нижнечелюстной сустав.****II. Критерии оценки мягкотканых структур средней зоны лица до оперативного лечения.****1. Структуры орбиты:**

- Глазное яблоко (наличие, симметричность, положение глазных яблок, состояние и положение хрусталика, состояние стекловидного тела, изменение его плотности, наличие инородных тел в глазном яблоке).
- Околобульбарная клетчатка (пролабирование мягких тканей в верхнечелюстной синус, структура, наличие инородных тел).
- Глазодвигательные мышцы (симметричность мышц, пролабирование всей или части мышц в верхнечелюстной синус, состояние мышцы (утолщение), форма, изменение её структуры и плотности).
- Зрительный нерв (симметричность по сравнению с контралатеральной стороной, диаметр зрительного нерва, изменение его структуры и плотности).

- Слёзные железы (положение слёзных желез, симметричность, изменение структуры и плотности слёзных желез).

## **2.Мягкие ткани лица:**

- отек мягких тканей лица;
- эмфизема мягких тканей лица.

## **3.Большие слюнные железы.**

**III. Оценка изменения объёмов здоровой и травмированной орбиты и околоносовых синусов.**

**IV. Оценка размеров, объёма и локализации дефектов стенок орбиты.**

**V. Анализ положения глазного яблока здоровой и травмированной орбиты, определение гипо- или энфталма.**

**VI. Измерение плотности мягких тканей орбиты для оценки посттравматических изменений и определения срока давности травмы.**

На послеоперационном этапе исследования 107 пациентам (100%) выполняли МСКТ на аппаратах Somatom Sensation 40 (Siemens, Germany), Aquilion One 640 (Toshiba, Japan). Алгоритм проведения и технические характеристики МСКТ оставались такими же, как и до хирургического лечения.

На этапе послеоперационного обследования анализ данных МСКТ производили по критериям оценки костных и мягкотканых структур разработанным на дооперационном этапе, а также дополняли алгоритм данными о восстановлении костных границ и объёмов структур средней зоны лица, оценки закрытия дефектов стенок орбиты, анализа положения имплантатов и металлоостеосинтеза, оценки положения и симметричности глазных яблок, измерении плотности мягких тканей орбиты в послеоперационном периоде и анализ послеоперационных осложнений.

## Дополнительная обработка данных МСКТ

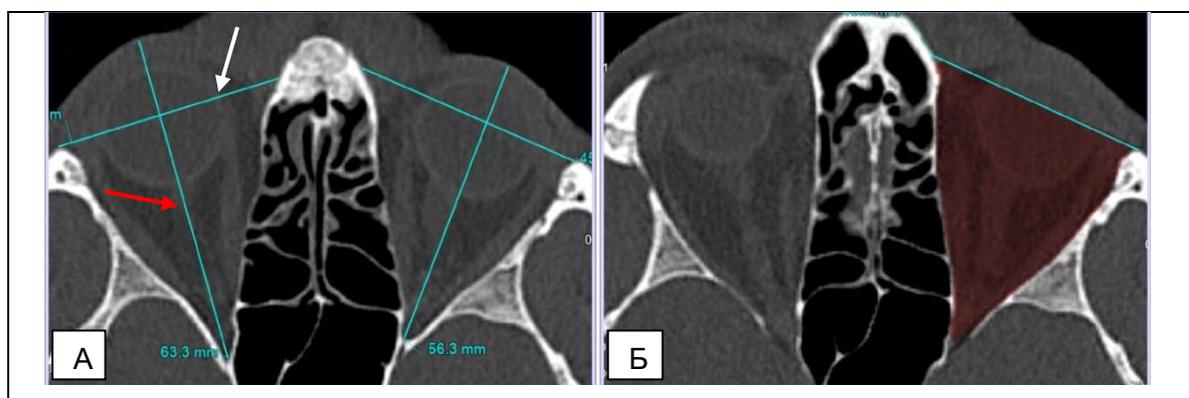
### 2.6. Методика измерения объёмов орбит

Всем 107 пациентам (100%) на до- и послеоперационном этапах выполняли дополнительную обработку данных МСКТ с помощью программного обеспечения на рабочей станции «Vitrea».

После сканирования на изображениях определяли костные границы орбит, по которым проходила маркировка стенок орбит. Необходимым условием правильного выполнения исследования являлась симметричность костных границ для обеих орбит. Для этого необходимо было провести линию через всю длину орбиты и перпендикуляр к ее длине для определения наружной границы маркировки.

На каждом аксиальном срезе проводили маркировку всех костных границ орбит, начиная с верхней стенки до уровня дна орбиты. Для точности измерения четко соблюдали костные границы и учитывали анатомические вариации строения.

Пациенту повторно проводили обработку данных мультиспиральной компьютерной томографии после проведения реконструктивной операции. После измерения объёмов орбит сравнивали полученные результаты до и после реконструктивной операции (рис. 6).



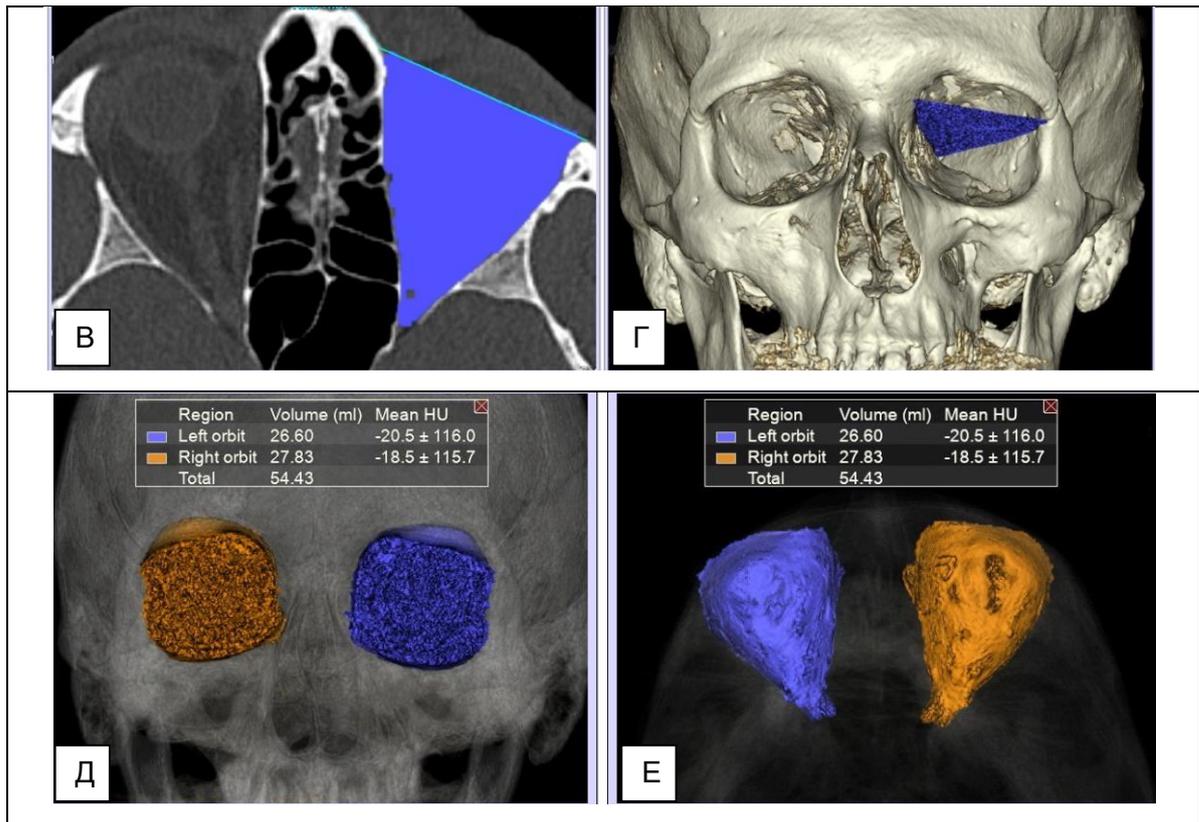


Рисунок 6 – МСКТ. Обработка изображений в аксиальной плоскости для измерения объёмов орбиты

А – аксиальная реконструкция, проведение линии через всю длину орбиты (красная стрелка) и перпендикуляр к ее длине (белая стрелка) для определения наружной границы маркировки для определения симметричности костных границ для обеих орбит,

Б, В – аксиальные реконструкции, маркировка всех костных границ орбиты на каждом аксиальном срезе начиная с верхней стенки до уровня дна орбиты с учётом костных границ и анатомических вариаций строения,

Г – 3D реконструкция, маркировка костных границ орбиты,

Д, Е - 3D реконструкции, сравнение объёмов правой и левой орбиты.

При разнице объёмов орбит более 2 мл западение глазного яблока увеличивается на 1 мм и, как следствие, повышается риск развития энофтальма. По разработанной методике расчёта объёмов орбит был получен патент «Способ оценки эффективности реконструктивной операции на орбите» RU (11) 2 638 623 (13) C1, 14.12.2017 Бюл. № 35.

## 2.7. Методика оценки и классификации дефектов нижней стенки орбиты

В рамках предоперационного планирования с целью оптимизации тактики лечения и выбора способов реконструкции стенок орбиты были разработаны критерии оценки и классификация дефектов нижней стенки орбиты. После сканирования добивались полной симметричности изображений в аксиальной, сагиттальной и коронарной плоскостях, выделяли нижнюю стенку орбиты и ее дефект.

Проводили объёмное измерение дефекта нижней стенки орбиты, заключающееся в маркировке костных границ дефекта во всех мультипланарных реконструкциях, объём дефекта представлялся в мм<sup>3</sup> (рис. 14). После маркировки границ дефекта на мультипланарных реконструкциях и 3D моделях отображалась форма и локализация дефекта по отношению к нижней стенке орбиты (рис. 7).

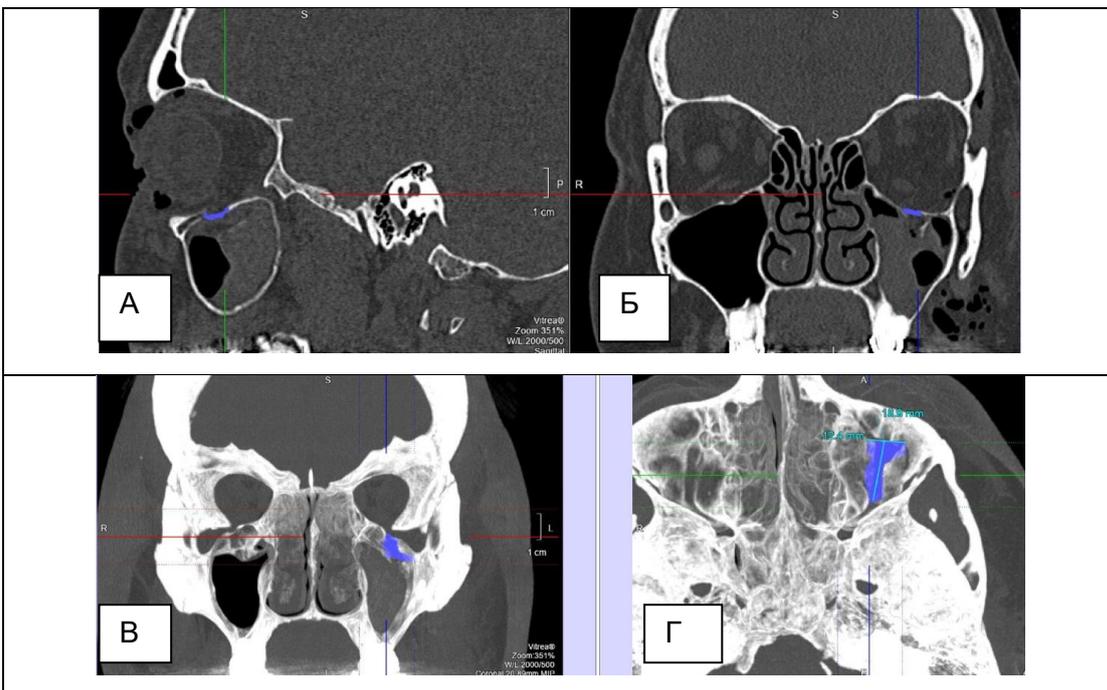


Рисунок 7 – МСКТ. А – сагиттальная реконструкция, Б – коронарная реконструкция, В – корональная реконструкция, Г– аксиальная реконструкция. Обработка изображений для измерения объёма и площади дефекта нижней стенки орбиты и маркировка границ дефекта на мультипланарных реконструкциях

Рассчитывали площадь дефекта по формуле в зависимости от формы дефекта (круг, квадрат, эллипс, треугольник и тд.).

Площадь прямоугольника:  $S=a*b$

Площадь квадрата:  $S=N^2$

Площадь круга:  $S=\pi r^2$

Площадь треугольника:  $S=0,5a*h$

Площадь эллипса:  $S = \pi*a* b$

Площадь дефекта представлялась в мм<sup>2</sup>. На основании значений площади дефектов нижней стенки орбиты была разработана классификация дефектов (табл. 7).

Таблица 7 – Распределение дефектов нижней стенки орбиты в зависимости площади и объёма

<b>Тип дефекта нижней стенки орбиты</b>	<b>Значение площади и объёма дефекта нижней стенки орбиты</b>	<b>Значение площади и объёма дефекта нижней стенки орбиты</b>
Малый	до 54 мм <sup>2</sup> включительно	до 105 мм <sup>3</sup> включительно
Средний	от 54 мм <sup>2</sup> до 117,2 мм <sup>2</sup>	от 105 мм <sup>3</sup> до 201,4 мм <sup>3</sup>
Большой или тотальный	117,3 мм <sup>2</sup> и более	201,5 мм <sup>3</sup> и более

После измерения площади дефекта оценивали локализацию дефекта по отношению к стенке орбиты (латеральный или медиальный отдел орбиты, задний или передний отдел орбиты).

Также оценивали анатомические особенности стенок орбиты в зависимости от анатомического строения и типа черепа.

Для определения ширины орбиты измерялось расстояние от краниометрической точки «maxillofrontale» (точка пересечения внутреннего края орбиты с лобно-верхнечелюстным швом) до точки «frontomalare

orbitale» (точка на наружном крае орбиты в месте пересечения со скуло-лобным швом).

Для определения высоты орбиты измерялось расстояние от краниометрической точки «orbitale» (самая нижняя точка подглазничного края) до верхней точки надглазничного края (рис. 8).

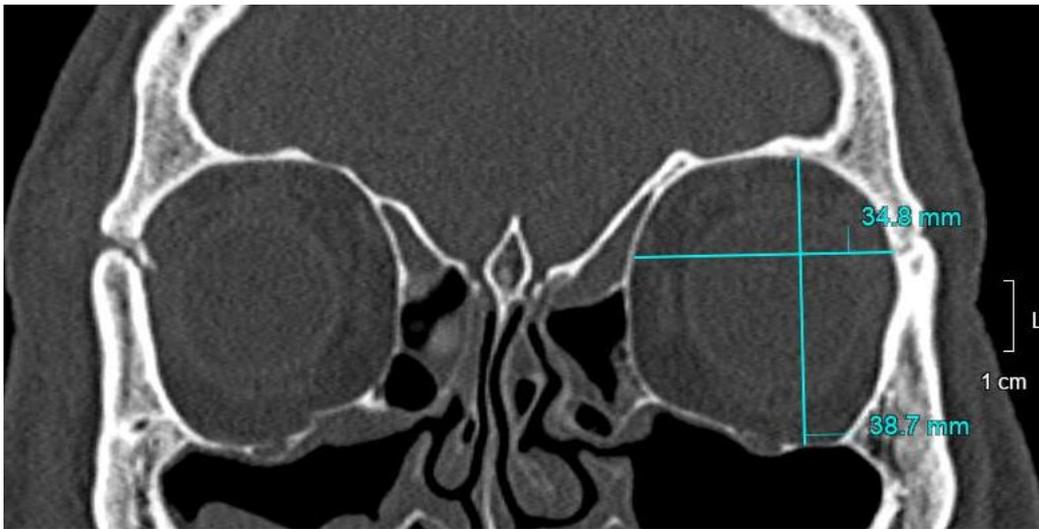


Рисунок 8 – МСКТ. Корональная реконструкция. Измерение ширины и высоты здоровой орбиты

Далее оценивали отношение посттравматического дефекта ко всей площади нижней стенки орбиты (в %).

**По разработанной методике расчёта объёмов орбит был получен патент «Способ выбора тактики лечения пациентов с дефектом нижней стенки орбиты» (19) RU(11) 2 661 004(13) C1, 11.07.2018 Бюл. № 20.**

2.8 Методика оценки положения и симметричности глазных яблок травмированной и здоровой орбит

С целью прогнозирования развития энофтальма были разработаны критерии оценки положения глазного яблока на до- и послеоперационных этапах лечения. Выравнивали изображение в сагиттальной плоскости, используя срез, проходящий через зрительный нерв в аксиальной плоскости (рис. 9).

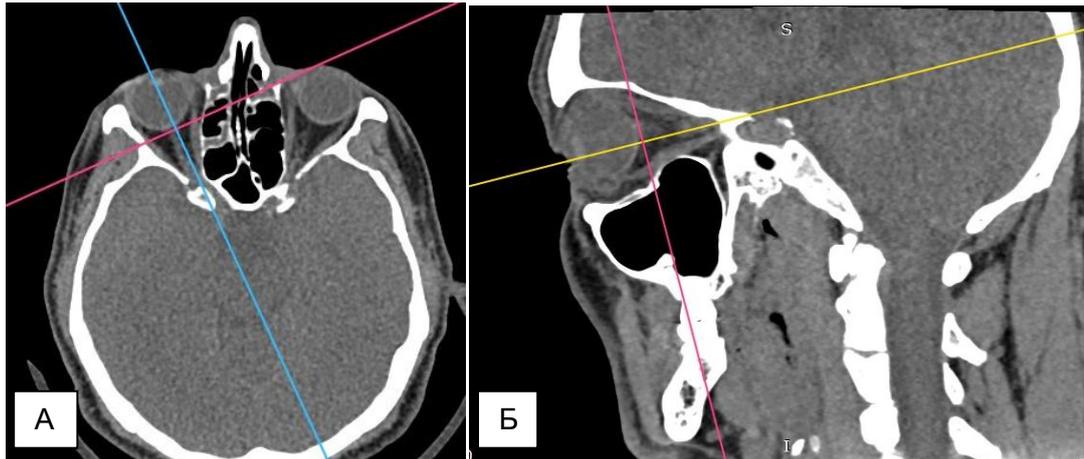


Рисунок 9 – МСКТ. Обработка изображений для определения положения глазного яблока. А - срез, проходящий через зрительный нерв в аксиальной плоскости, Б – «выровненная» сагиттальная плоскость

В полученной «выровненной» сагиттальной плоскости обводили границы глазного яблока с помощью инструмента «Эллипс» в мягкотканном режиме. Проводили линию через центр глазного яблока в дистальном отделе и по нижней границе малого крыла клиновидной кости (вершины орбиты) в проксимальном отделе.

Проводили перпендикуляр к ранее проведенной линии по заднему полюсу глазного яблока.

Измеряли высоту верхней и нижней половины перпендикуляра. Сравнивали результаты по положению правого и левого глазного яблока до оперативного лечения и после (рис. 10).

При разнице верхних половин перпендикуляров менее 1,2 мм при сравнении здоровой и травмированной орбиты, можно сделать вывод о минимальном смещении глазного яблока книзу.

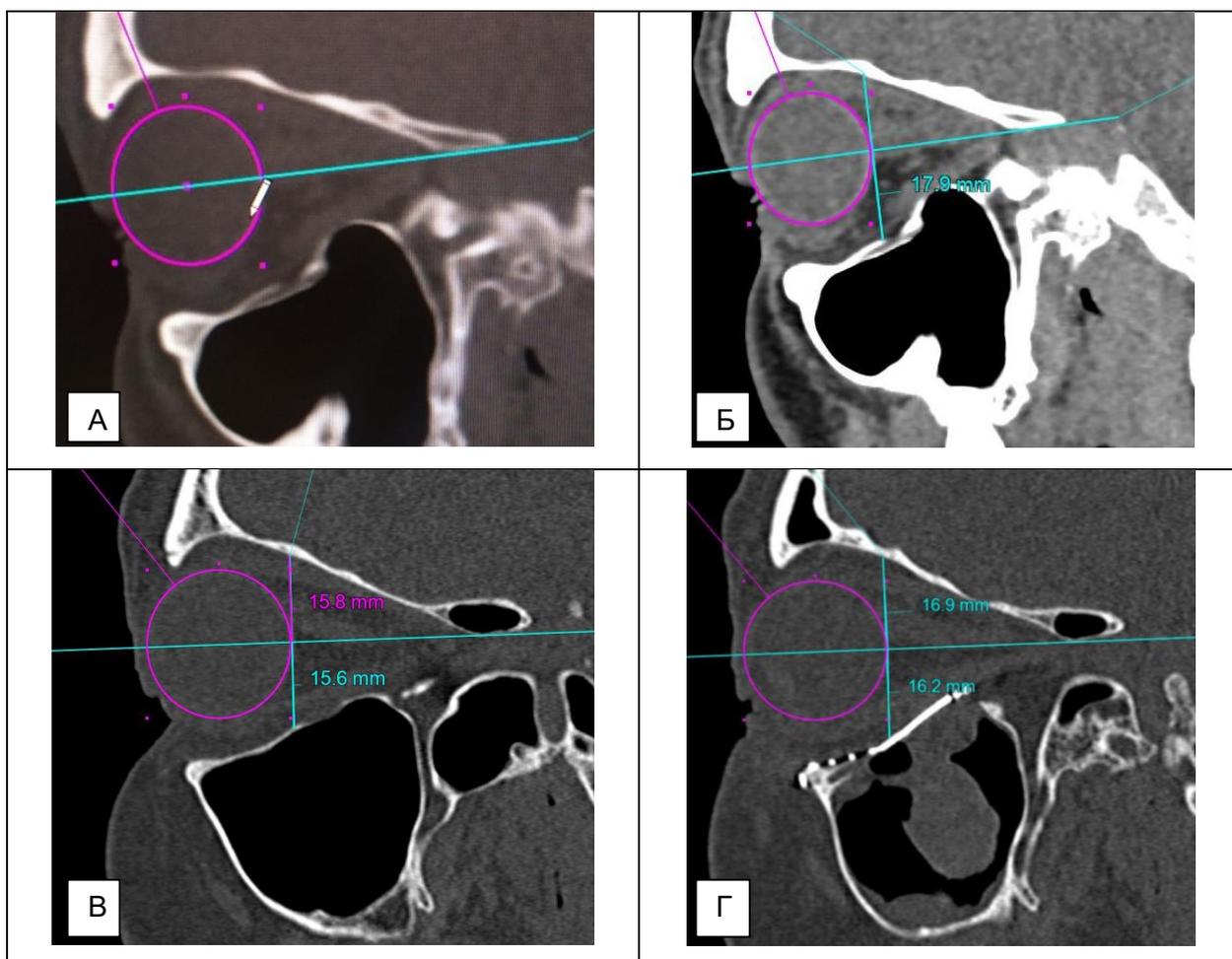


Рисунок 10 – МСКТ, А-Г – сагиттальные реконструкции, обработка изображений для определения положения глазного яблока

А – сагиттальная реконструкция, маркировка границ глазного яблока с помощью инструмента «Эллипс», проведение линии через центр глазного яблока в дистальном отделе и по нижней границе малого крыла клиновидной кости (вершины орбиты) в проксимальном отделе,

Б – сагиттальная реконструкция, проведение перпендикуляра к ранее проведенной линии по заднему полюсу глазного яблока,

В – сагиттальная реконструкция, измерение высоты верхней и нижней половины перпендикуляров для оценки положения глазного яблока,

Г – сагиттальная реконструкция, измерение высоты верхней и нижней половины перпендикуляров для оценки положения глазного яблока после протезирования нижней стенки орбиты.

По разработанной методике расчёта объёмов орбит был получен патент «Способ оценки положения глазных яблок у пациентов с травмами средней зоны лица» (19) RU (11) 2 661 698 (13) C1, 19.07.2018 Бюл. № 20.

## **2.9. Методика оценки плотности мягких тканей травмированной и здоровой орбит**

После сканирования добивались полной симметричности изображений в аксиальной, сагиттальной и корональной плоскостях.

Для точного, корректного и симметричного измерения плотности жировой клетчатки глубоких отделов орбиты необходимы стабильные ориентиры. Для этого использовали построение перпендикуляров и измерений, используя алгоритм оценки положения и симметричности глазных яблок травмированной и здоровой орбит.

Для корректного и симметричного определения изменений плотности мягких тканей орбиты определяли плотности жировой клетчатки переднего и заднего отделов орбиты. Плотность мягких тканей необходимо было измерять в симметричных отделах орбиты с применением одинаковых инструментов для измерения плотности.

Измерение плотности мягких тканей заднего отдела орбиты проводили в пространстве между зрительным нервом и нижней прямой глазодвигательной мышцей.

Вторым этапом проводили измерение плотности мягких тканей переднего отдела орбиты в трех участках симметричных отделов с помощью инструмента «Эллипс» (диаметр инструмента для измерения был одинаковый у одного и того же пациента, до операции и после), измерение плотности можно было проводить как в мягкотканном, так и костном режимах.

Результат измерения плотности указывали в единицах Хаунсфилда (HU). На основании измерения плотности мягких тканей орбиты делали

вывод о сроке давности травмы и состоянии мягкотканых структур орбиты (рис. 11).

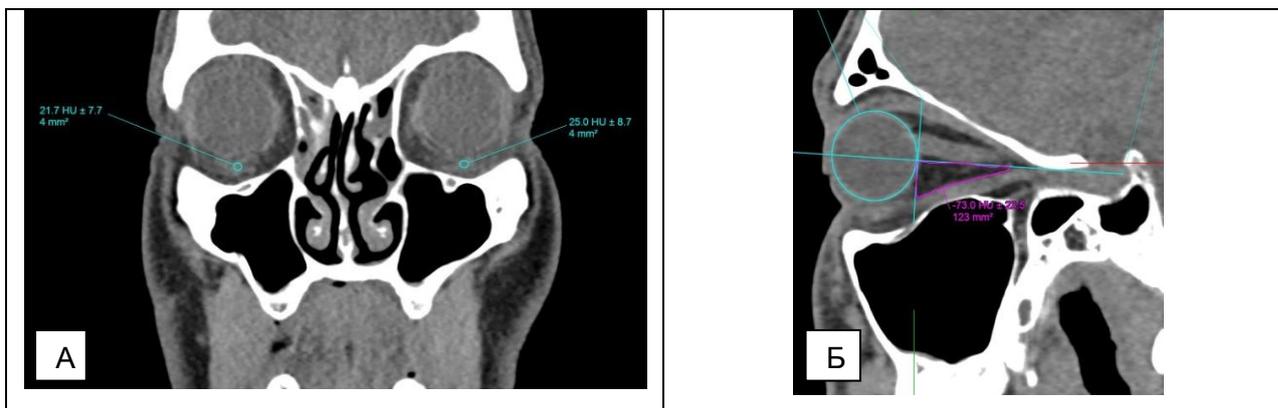


Рисунок 11 – МСКТ. Обработка изображений для определения плотности мягких тканей орбиты

По разработанной методике расчёта объёмов орбит был получен патент «Способ определения состояния мягких тканей орбиты у пациентов с травмами средней зоны лица» (19) RU (11) 2 661 006 (13) С1, 11.07.2018 Бюл. № 20.

## 2.10. Функциональная мультиспиральная компьютерная томография

У 15 пациентов (14%) с подозрением на наличие функциональных посттравматических нарушений глазодвигательных мышц после консультации офтальмолога и проведения МСКТ, выполняли фМСКТ на аппарате Aquilion One 640 (Toshiba, Japan).

Пациента укладывали на деку стола томографа в положении лежа на спине. Голову фиксировали в подголовнике центрально, для более точного и симметричного положения головы применяли лазерную разметку. До начала исследования в обязательном порядке проводили с пациентом предварительную тренировку движений глаз с секундомером и засекали время, в течение которого пациент делал все движения глаз четко и плавно. Движения глаз пациент производил по следующей схеме: центральное положение глазных яблок, далее пациент переводил взор вверх, вниз, направо, налево и возвращал их в центральное положение. Для разметки области исследования выполняли топограмму. Исследование начинали на 1

см выше надглазничного края орбиты и заканчивали на 1 см ниже подглазничного края. Во время исследования по команде врача-рентгенолога «начали» пациент начинал плавно двигать глазами вверх-вниз-направо-налево в течение 6-8 секунд (рис. 12, 13). По команде «закончили» пациент переводил глаза в центральное положение. Производили съёмку в аксиальной плоскости с толщиной среза 0,5 мм с применением реконструкции в мягкотканном режиме (таблица 8).

Таблица 8 – Параметры исследования фМСКТ орбит

<b>Параметры исследования</b>	
Режим томографирования	Continuous (Intermittent)
Толщина среза	0,5 мм
Угол наклона гентри	0
Ширина детектора	16 см
Напряжение	80 кВ
Сила тока	125 мА
Время одного оборота рентгеновской трубки	до 0,275 сек
Время исследования	6–8 секунд
Зона исследования	6-8 см
Тип реконструкции	мягкотканый

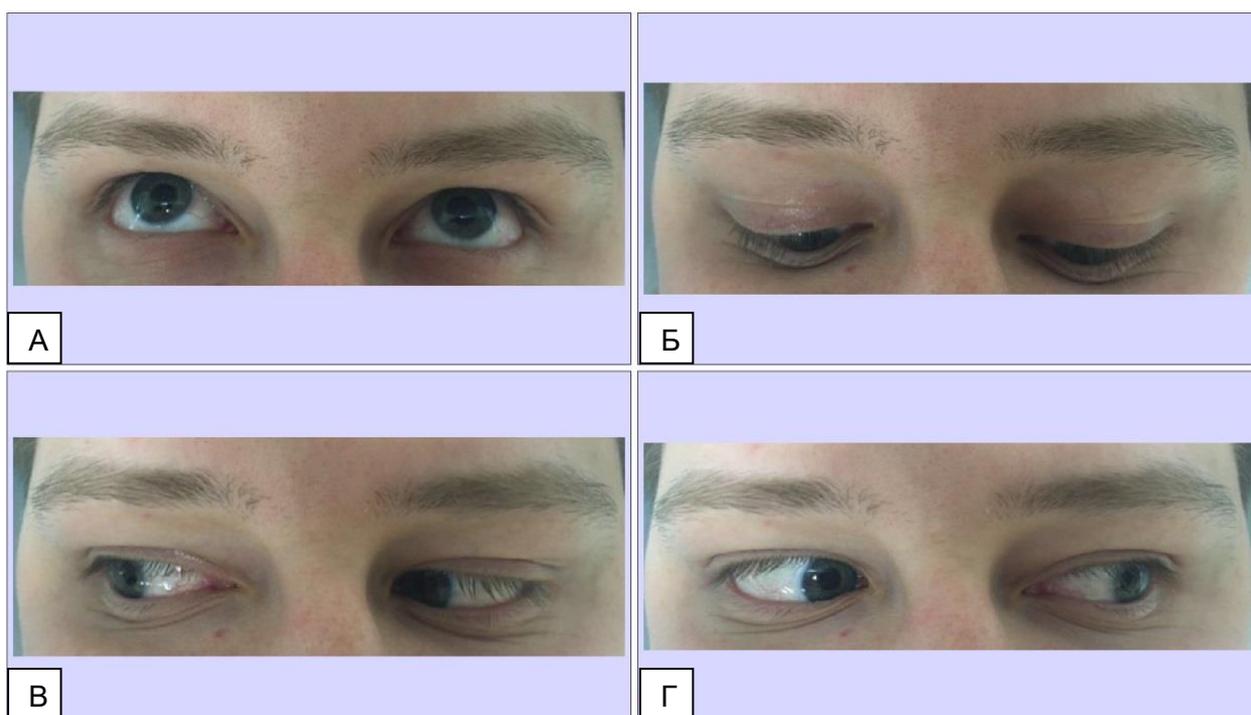


Рисунок 12 – Фото. Движения глаз пациента вверх (А), вниз (Б), направо (В), налево (Г) во время фМСКТ

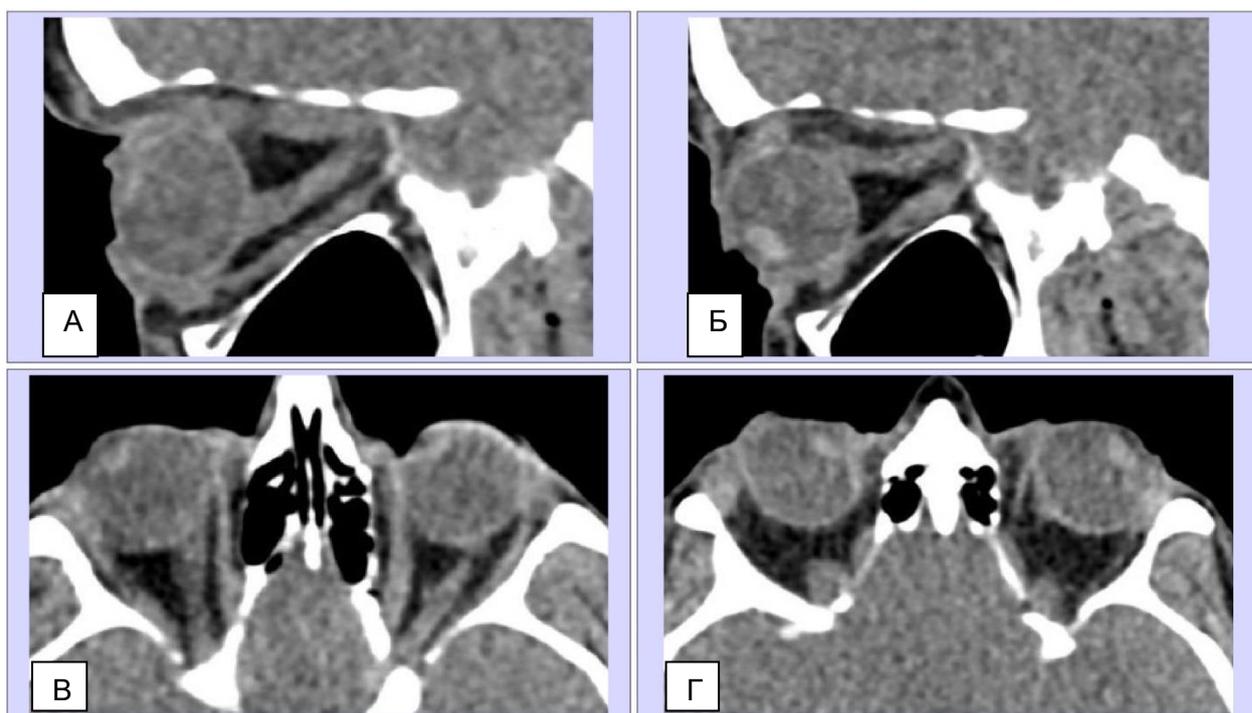


Рисунок 13 – ФМСКТ, сагиттальная (А, Б) и аксиальная (В, Г) плоскости. Движения глаз пациента вверх (А), вниз (Б), направо (В), налево (Г)

На этапе предоперационного обследования в алгоритм анализа данных фМСКТ входили: оценка полноты движений и сократимости

глазодвигательных мышц, анализ ограничения движений глазного яблока и зрительного нерва, наличие инородных тел и костных фрагментов, повреждающие мягкотканые структуры орбиты.

На этапе послеоперационного обследования анализ данных фМСКТ включал в себя: оценка полноты движений и сократимости глазодвигательных мышц, анализ ограничения движений глазного яблока и зрительного нерва, состояние и положение имплантатов и металлоостеосинтеза, повреждение имплантатами мягкотканых структур орбиты.

### **2.11. Статистическая обработка данных**

Статистическую обработку полученных данных выполняли при помощи компьютерной программы IBM SPSS, версии 22.0.

Описательная статистика результатов исследования представлена для качественных и порядковых признаков в виде абсолютных значений и частот, рассчитанных на 100 наблюдений, для количественных – в виде средних арифметических ( $M$ ) и стандартных отклонений ( $\sigma$ ), в случае нормального распределения переменных. В случаях отклонений от нормального распределения переменных, в описательной статистике использовали медиану ( $Me$ ) и квартили ( $Q_{25}$ ;  $Q_{75}$ ).

Проверка характера распределения значений переменных в группах наблюдения проводили с использованием критериев Шапиро-Уилкса и Колмогорова-Смирнова.

При подтверждении нормального распределения количественных переменных в исследуемых группах, проверку статистической значимости различий проводили при помощи дисперсионного анализа при множественных сравнениях и t-критерия Стьюдента для независимых выборок при парных сравнениях. Для оценки различий, полученных при изучении динамики нормально распределенных переменных, использовали t-критерий для связанных выборок.

Различия между группами наблюдения считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Для оценки силы связи между категориальными переменными использовали критерий  $\phi$  и  $V$  Крамера. Критерии, оценивающие силу связи между категориальными переменными, могут принимать значения от 0 до 1 (табл. 9).

Таблица 9 – Интерпретация значений критерия  $V$  Крамера согласно рекомендациям Rea & Parker

<b>Значение критериев <math>\phi</math> и <math>V</math> Крамера</b>	<b>Сила взаимосвязи</b>
<0,1	Несущественная
0,1 – <0,2	Слабая
0,2 – <0,4	Средняя
0,4 – <0,6	Относительно сильная
0,6 – <0,8	Сильная
0,8 – 1,0	Очень сильная

Для прогнозирования осложнений оперативного лечения травматических повреждений средней зоны лица был использован метод множественного логистического регрессионного анализа.

В качестве переменной отклика рассматривалась бинарная переменная, где 0 – отсутствие осложнений, 1 – развитие осложнений в послеоперационном периоде (смещения имплантата, повреждение имплантатом мягких тканей орбиты).

Была проведена сравнительная оценка возможности использования в качестве предикторов послеоперационных осложнений результатов визуальной оценки клинических признаков (наличие визуального увеличения объёма орбиты при оценке данных КТ, наличие энофтальма) и параметров, установленных по разработанной методике (увеличение объёма

орбиты, площадь дефекта нижней стенки орбиты, значение объёма орбиты травмированной стороны, дооперационный энофтальм).

Модель логистической регрессии представляет собой зависимость логарифма шанса наступления прогнозируемого события (логита) от линейной комбинации факторных переменных.

$$\ln \frac{p}{1-p} = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_nx_n$$

Соответственно, вероятность наступления прогнозируемого события можно рассчитать при помощи следующего уравнения:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1x_1 + \dots + b_nx_n)}}$$

где,

$p$  – вероятность прогнозируемого события,

$e$  – математическая константа 2,72,

$b_0$  – константа модели,

$b_n$  – коэффициент при предикторной переменной  $x_n$ , показывающий изменение логарифмических шансов, вызванное единичным изменением соответствующей независимой переменной,

$n$  – порядковый номер предиктора, включенного в уравнение (1...n).

Проверку статистической значимости модели осуществляли при помощи критерия  $\chi^2$  Вальда. При значении  $p < 0,05$ , нулевая гипотеза о незначимости модели отвергалась.

Соответствие модели использованным данным характеризовали с помощью критерия согласия Хосмера-Лемешева. При  $p > 0,05$  принималась гипотеза о согласованности модели.

Чувствительность и специфичность предикторов оценивали при помощи ROC-анализа. Количественную интерпретацию результатов проводили при помощи построения ROC-кривых с оценкой величины показателя AUC (Area under ROC curve – площадь под ROC-кривой). При

условии 100% процентной вероятности наступления прогнозируемого события значение AUC соответствует единице.

Диагностическая эффективность различных методов лучевой диагностики в диссертационном исследовании изучалась на основании определения:

- чувствительности ( $S_n$ )
- специфичности ( $S_p$ )
- точности ( $A_c$ )

Данные показатели рассчитывались по следующим формулам:

- $S_n = PS / PS + NS$ ,
- $S_p = NH / PH + NH$ ,
- $A_c = PS + NH / PS + NS + PH + NH$ ,

где PS – количество истинно положительных результатов;

NH – количество истинно отрицательных результатов;

PH – количество ложноположительных результатов;

NS – количество ложноотрицательных результатов.

За истинно положительный (отрицательный) результат принимали случай положительного (отрицательного) совпадения заключения по данным лучевых методов исследования с окончательным диагнозом.

За ложноположительный (отрицательный) результат принимали случай положительного (отрицательного) заключения по данным лучевых методов исследования, не соответствующий окончательному диагнозу.

## ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ

### Характеристика пациентов с травматическими повреждениями средней зоны лица

По данным клинического обследования изменение конфигурации лица за счет наличия припухлости и отека мягких тканей в подглазничной, параорбитальной, скуловой и щечной областях определяли у всех пациентов (n=107; 100%). Также отмечали ссадины на кожных покровах и гематомы в области верхнего и нижнего век (n=107; 100%). Сужение глазной щели, онемение кожных покровов подглазничной области определяли у большинства пациентов (n=103; 96%). Положительный симптом «ступеньки» в области скулообного шва, скулоальвеолярного гребня, подглазничной области отмечали в 95 случаях (89%). Несимметричная зрачковая линия, диплопия при взгляде вверх/вниз и влево/вправо, а также субконъюнктивальные кровоизлияния глазного яблока определили у 86 пациентов (80%).

В 105 случаях (98%) поражения средней зоны лица имели односторонний, но множественный характер, то есть определялась травма нескольких костей и структур в пределах средней зоны лица справа/слева. У 2 (2%) пациентов было зафиксировано двустороннее повреждение средней зоны лица и обеих орбит.

#### 3.1 Результаты лучевого обследования пациентов на дооперационном этапе

При обследовании на дооперационном этапе всем пациентам (n=107; 100%) проводили анализ данных методов лучевой диагностики – рентгенографии, КЛКТ, МСКТ и фМСКТ согласно разработанному и расширенному протоколу описания повреждений костных и мягкотканых структур средней зоны лица.

**Рентгенологическое исследование** данной области позволило оценить нарушение целостности костей по следующим признакам: видимая линия

перелома, нарушение гладкости контура кости и расхождение отломков костей в скулолобной (n=53; 49%), подглазничной (n=54; 50%), скулоальвеолярной областях (n=45; 42%). Увеличение объёма травмированной орбиты отметили в 30 случаях (28%). Также встречались косвенные признаки травматических повреждений средней зоны лица: затемнение верхнечелюстного синуса на стороне травматического воздействия (n=58; 54%) и в области мягких тканей средней зоны лица (n=55; 51%). Признаки инородных тел средней зоны лица и орбиты отметили у 9 пациентов (8,4%).

Детальную информацию о состоянии мягких тканей орбиты при использовании рентгенологического метода получить не удалось (рис. 14).

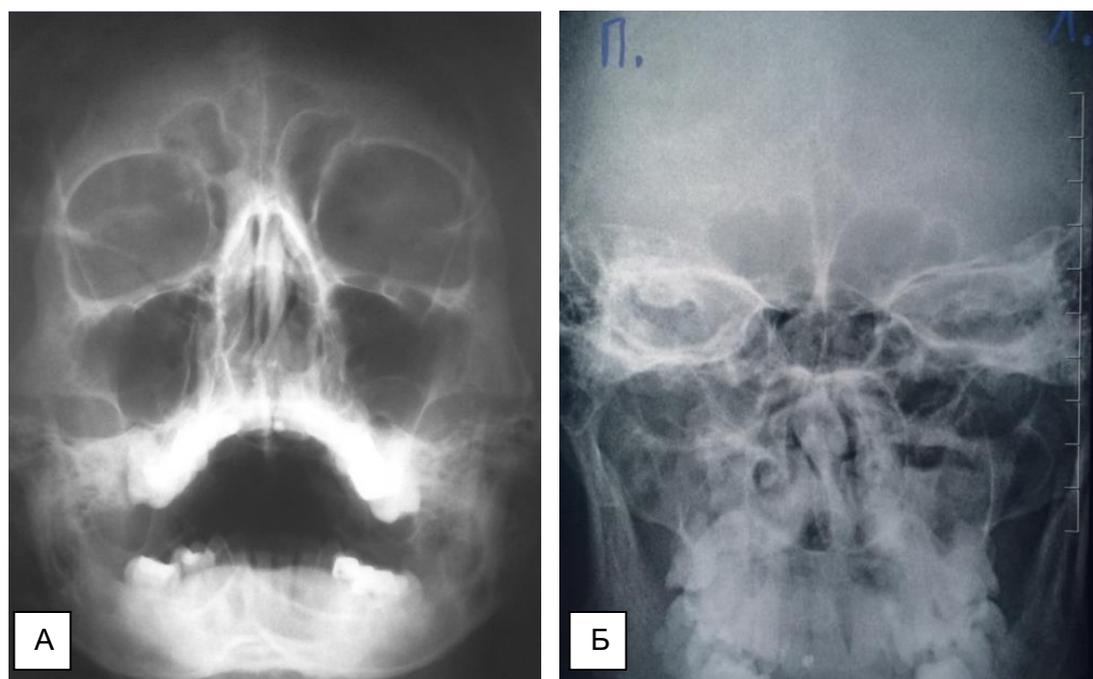


Рисунок 14 – Рентгенограммы. Носо-подбородочная проекция лицевого скелета (А), прямая проекция лицевого черепа (Б)

У 107 пациентов (100%) в посттравматическом периоде выполняли КЛКТ. Травматические повреждения костных структур средней зоны лица выявляли при КЛКТ у такого же количества пациентов, как и при МСКТ. Инородные тела средней зоны лица и орбиты встречались у 9 пациентов (8,4%).

Наличия пролабирования мягкотканого содержимого в верхнечелюстной синус определяли у 73 пациентов (68%), однако, так как ограничением метода является практически полное отсутствие дифференцировки мягких тканей, оценка мягкотканых структур орбиты и мягких тканей лица при КЛКТ не позволила выявить значимой диагностической информации (рис. 15).



Рисунок 15 – КЛКТ, корональная плоскость (А), аксиальная плоскость (Б). Визуализируются костно-травматические повреждения стенок верхнечелюстных синусов (А) и передней стенки лобного синуса (Б)

**МСКТ** позволило выявить повреждение костных структур средней зоны лица у всех 107 пациентов (100%).

Изменение симметричности, положения и формы травмированной орбиты определяли визуально по данным КТ у 35 пациентов (33%). У 2 пациентов (2%) определяли нарушение симметричности, положения и формы обеих орбит вследствие двусторонней травмы средней зоны лица.

Переломы нижней стенки орбиты встретили у большинства пациентов (n=88; 82%). Переломы латеральной стенки орбиты встретили в 59 случаях (55%), медиальной стенки – 41 пациента (38%), верхней стенки – 21 пациентов (19%). Изолированные переломы одной стенки орбиты отметили у 33 пациентов (31%), двух стенок орбиты – в 27 случаях (25%), трех стенок орбиты – в 22 случаях (20%) и переломы всех стенок орбиты определялись у 7 пациентов (6%) (рис. 16).



Рисунок 16 – Диаграмма. Частота повреждений стенок орбиты по данным МСКТ (n=107; 100%)

Тотальные переломы нижней стенки орбиты встретили у 20 пациентов (19%). В остальных случаях (n=87, 81%) локализация переломов в области нижней стенки орбиты распределилась следующим образом (рис. 17, 18).

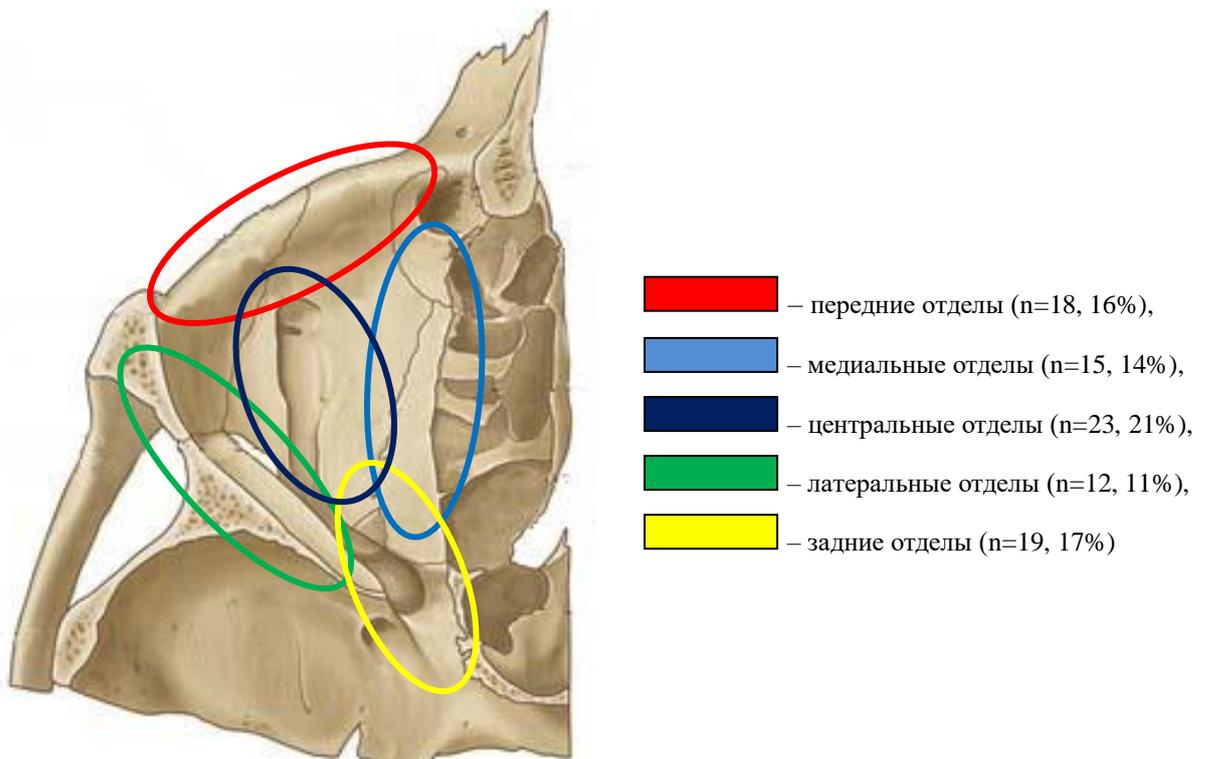


Рисунок 17 – Распределение пациентов по локализации переломов нижней стенки орбиты по данным МСКТ (n=107; 100%)

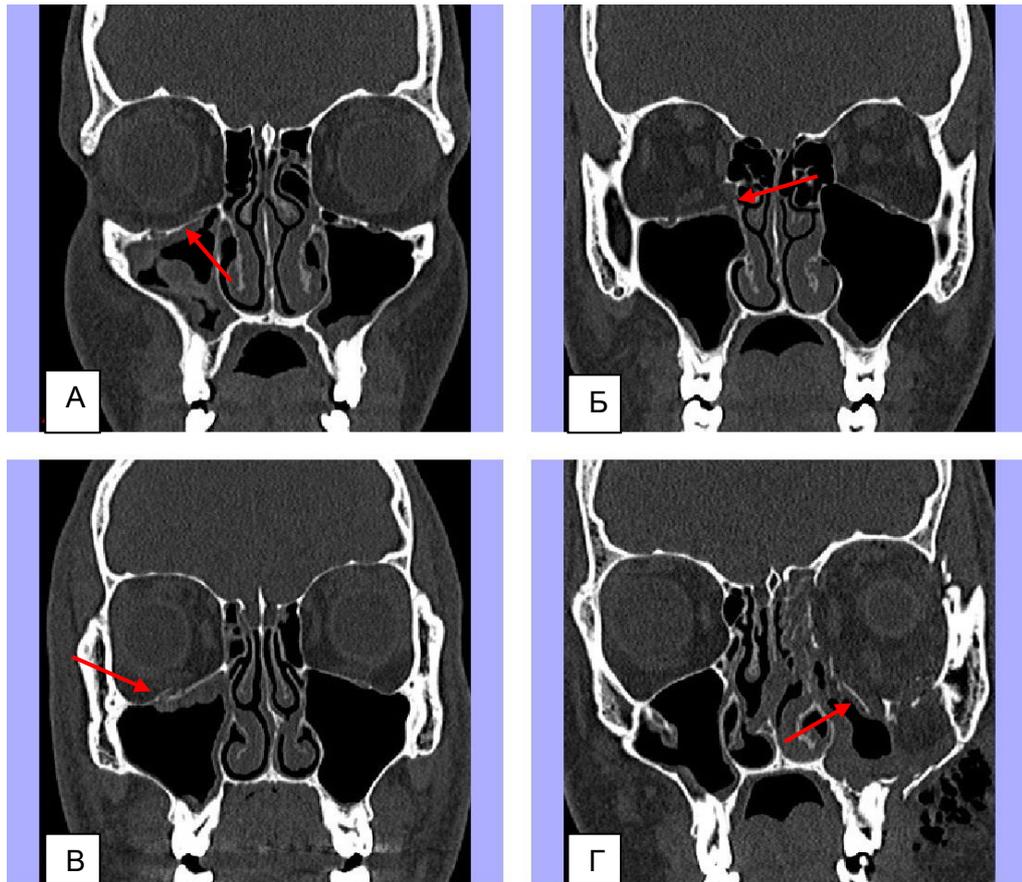


Рисунок 18 – МСКТ, корональные плоскости. А – перелом центрального отдела нижней стенки правой орбиты (стрелка), Б – перелом медиального отдела нижней стенки правой орбиты (стрелка), В – перелом нижней стенки правой орбиты в области стенок подглазничного канала (стрелка), Г – тотальный перелом нижней стенки левой орбиты (стрелка)

Травматические повреждения костей, образующих стенки орбиты распределили следующим образом (рис. 19):



Рисунок 19 – Диаграмма. Частота повреждений костей средней зоны лица, образующие стенки орбиты по данным МСКТ (n=107; 100%)

Травматические повреждения важных анатомических костных структур орбиты распределили следующим образом:

- верхушка орбиты – 12 пациентов (11%),
- подглазничный канал – 65 пациентов (61%),
- носо-слёзный канал – 22 пациента (20%),
- верхней и нижней глазничные щели – 7 пациентов (6%).

У 43 пациентов (40%) отметили признаки внутриорбитальной эмфиземы.

В таблице 10 представлено распределение пациентов в зависимости от костно-травматических повреждений костей средней зоны лица и околоносовых синусов.

Таблица 10 – Распределение пациентов в зависимости от костно-травматических повреждений средней зоны лица

Костно-травматические изменения средней зоны лица	Всего	
	Абс.	%
Верхняя челюсть, в том числе верхнечелюстной синус, альвеолярный отросток, зубы	115	107
Скуловая кость	82	77
Скуловая дуга	65	61
Клетки решетчатой кости	63	59
Клиновидная кость, в том числе клиновидный синус	54	50
Лобная кость, в том числе лобный синус	41	38
Носовая кость	33	31
Перегородка носа, носовые раковины, сошник	30	32
Нёбная кость	26	24
Слёзная кость	24	22

У большинства пациентов (n=115; 107%) отмечали костно-травматические повреждения верхней челюсти, включая травмы верхнечелюстного синуса, альвеолярного отростка и зубов. У наименьшего количества пациентов отмечалось повреждение слёзной кости (n=24; 22%). Количество наблюдений превышает 100%, так как повреждения носили сочетанный характер.

В таблице 11 представлено распределение пациентов в зависимости от травматических повреждений мягкотканых структур средней зоны лица.

#### **Травматические повреждения мягкотканых структур орбиты**

Таблица 11 – Распределение пациентов в зависимости от травматических повреждений мягких тканей средней зоны лица

Травматические изменения мягкотканых структур средней зоны лица	Всего	
	Абс.	%
Пролабирование содержимого орбиты	73	68
Отёк мягких тканей лица	51	48
Повреждения глазодвигательных мышц	44	41
Эмфизема мягких тканей лица	36	34
Повреждения зрительного нерва	34	32
Энофтальм, гипофтальм	29	27
Повреждения глазного яблока	19	17
Инородные тела	9	8,4
Повреждения слёзной железы	4	3,7

Количество наблюдений превышает 100%, так как повреждения носили сочетанный характер. Пролабирование содержимого орбиты в верхнечелюстной синус различной степени выраженности встречалось у большинства пациентов среди мягкотканых повреждений средней зоны лица (n=73; 68%).

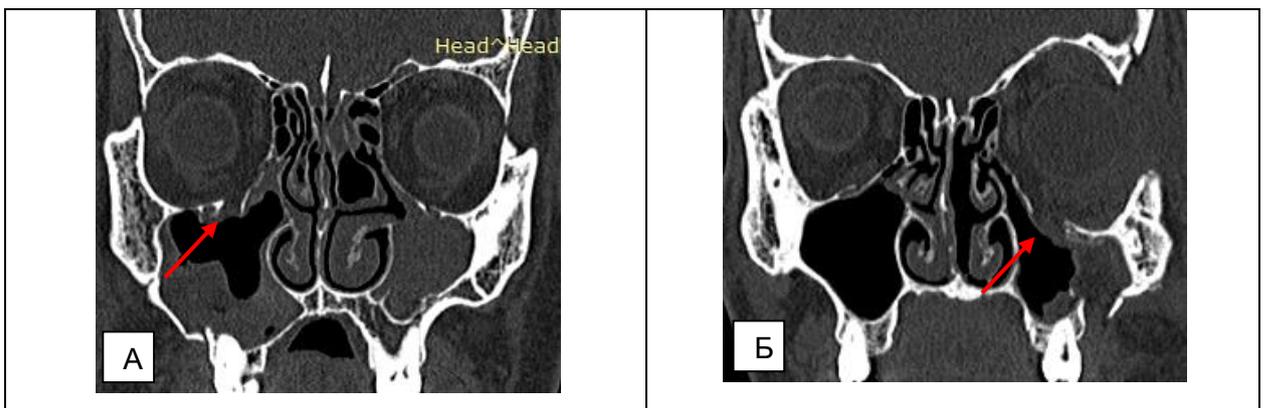
Пролабирование мягких тканей орбиты в полость верхнечелюстного синуса отметили у 73 пациентов (68%), при этом у 29 пациентов (27%) выявлено смещение комплекса мягких тканей в верхнечелюстной синус, включая глазное яблоко глазодвигательные мышцы, зрительный нерв, жировую клетчатку, а у 44 пациентов (41%) определялось смещение только жировой клетчатки в верхнечелюстной синус.

Энофтальм встречался у 29 пациентов (27%). Повреждение глазного яблока выявили у 19 пациентов (17%), включая разрыв глазного яблока (n=4; 3%), смещение хрусталика (n=5; 4,7%), кровоизлияние в стекловидное тело (n=3; 2,8%).

Повреждение зрительного нерва выявили у 34 пациентов (32%) в виде его извитого хода (n=11, 10%), утолщения (n=14, 13%) и пролабирования в верхнечелюстной синус (n=28, 26%). Разрыв зрительного нерва встречался в 7 случаях (6,5%).

Повреждения глазодвигательных мышц встретили у 44 пациентов (41%). Отмечался извитой характер хода мышц (n=38, 35%), их утолщение (n=41, 38%), повреждение мелкими костными фрагментами (n=19, 17%) и пролабирование мышц в верхнечелюстной синус (n=42, 39%). Разрыв глазодвигательных мышц встречался в 7 случаях (6,5%).

В 36 случаях (34%) травма средней зоны лица сопровождалась эмфиземой мягких тканей с появлением вакуолей воздуха в полости орбиты и мягких тканей лица, отёком мягких тканей лица (n=51; 48%), а также инородными телами размером от 1 мм до 8 мм в полости орбиты, мягких тканях лица и головном мозге (n=9, 8,4%). Смещение слёзной железы отметили в 4 случаях (3,7%) (рис. 20).



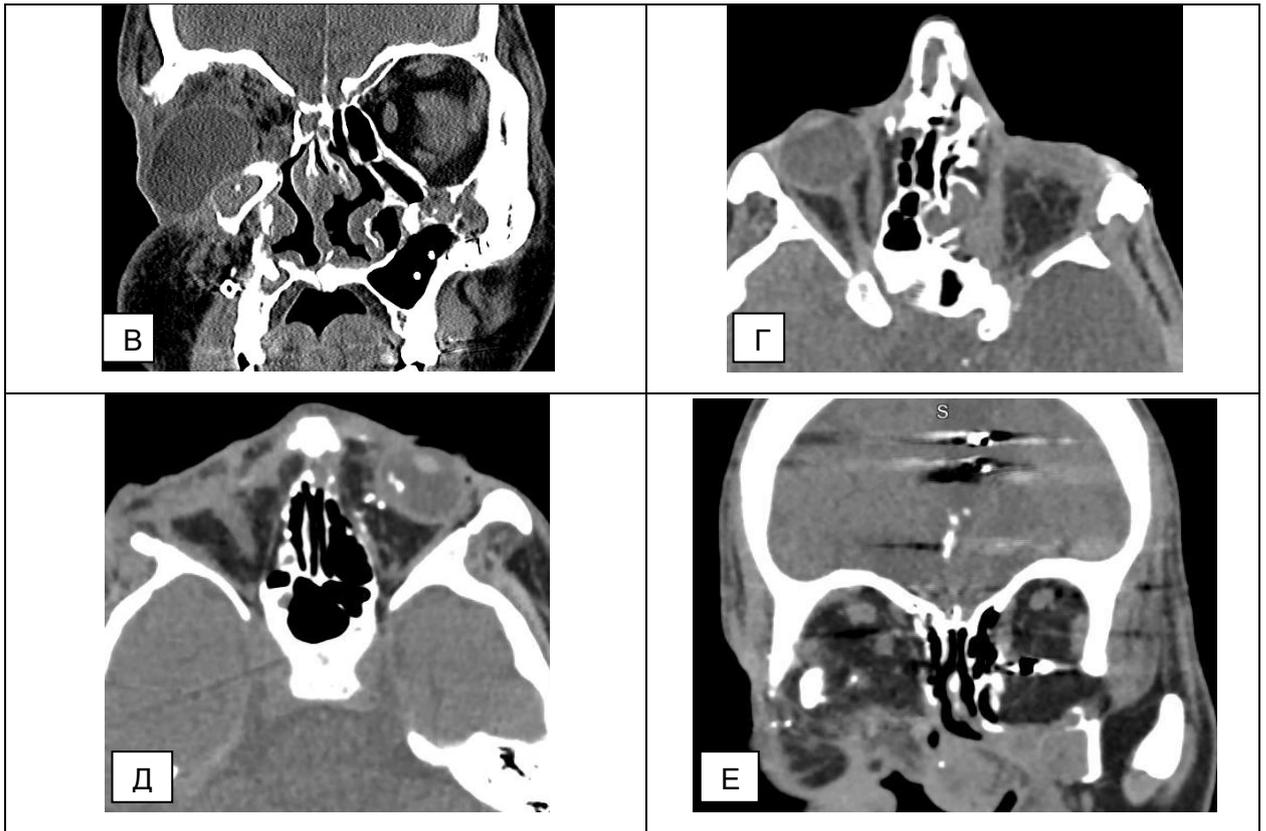


Рисунок 20 – МСКТ. Режим костного (А, Б) и мягкотканого (В-Е) окна.

Корональные (А, Б, В, Е) и аксиальные (Г, Д) реконструкции стрелки

А – пролабирование жировой клетчатки правой орбиты в верхнечелюстной синус (стрелка),

Б – пролабирование жировой клетчатки и мягкотканых структур левой орбиты в верхнечелюстной синус (стрелка),

В – деформация правой орбиты, смещение и деформация правого глазного яблока, правосторонний экзофтальм и гипофтальм,

Г – левосторонний анофтальм, разрыв левого зрительного нерва, медиальной и латеральной прямых глазодвигательных мышц,

Д – инородные тела левой орбиты и левого глазного яблока,

Е – инородные тела мягких тканей средней зоны лица и головного мозга.

В рамках дополнительного диагностического обследования у 15 пациентов (14%) с подозрением на наличие функциональных посттравматических нарушений глазодвигательных мышц после

консультации офтальмолога и проведения мультиспиральной компьютерной томографии выполняли фМСКТ.

В алгоритм анализа фМСКТ данных входили: оценка полноты движений и сократимости глазодвигательных мышц, анализ ограничения движений глазного яблока и зрительного нерва, наличие костных фрагментов, повреждающие мягкотканые структуры орбиты.

Снижение амплитуды движений и сократимости глазодвигательных мышц встречалось у всех 15 пациентов (14%) с пролабированием нижней (n=6; 5,6%), медиальной (n=4; 3,7%) и латеральной (n=5; 4,7%) прямых глазодвигательных мышц в верхнечелюстной синус и утолщением мышц на стороне травматического воздействия.

Нарушение симметричности и ограничение движений глазного яблока и зрительного нерва на стороне травматического воздействия встречалось у 4 пациентов (3,7%). Повреждения нижней и медиальной прямых глазодвигательных мышц костными отломками подтверждалось при фМСКТ у 4 пациентов (3,7%) (рис. 21).

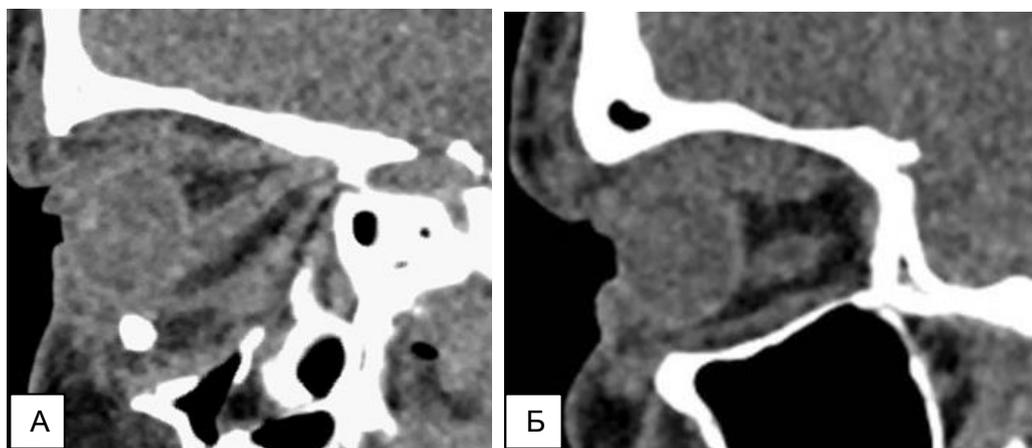


Рисунок 21 – фМСКТ, сагиттальные реконструкции. Исследование травмированной орбиты (А) при сравнении со здоровой стороной (Б).

На основании полученных данных все пациенты (n=107; 100%) были распределены в зависимости от типа повреждения на 3 группы (таблица 12).

Таблица 12 – Распределение пациентов в зависимости от типа повреждения

Тип травмы	Всего	
	Абс.	%
Изолированное повреждение нижней стенки орбиты (группа I)	26	24
Скуло-орбитальный комплекс (группа II)	51	48
Множественные повреждения структур средней зоны лица (группа III)	30	28
Всего	107	100

Таким образом, пациенты (n=107; 100%) с травматическими повреждениями средней зоны лица были распределены на 3 группы:

- 1<sup>ая</sup> группа – изолированное повреждение нижней стенки орбиты (n=26; 24%),
- 2<sup>ая</sup> группа – скуло-орбитальный комплекс (n=51; 48%),
- 3<sup>ая</sup> группа - множественные повреждения структур средней зоны лица (n=30; 28%).

У большинства пациентов (n=51; 48%) определяли травматические повреждения скуло-орбитального комплекса, у 30 пациентов (28%) встречались множественные и сочетанные травмы костных и мягкотканых структур средней зоны лица, у меньшинства пациентов (n=26; 24%) выявляли изолированное повреждение нижней стенки орбиты.

С целью определения состояния структур средней зоны лица в зависимости от срока получения травмы пациенты из каждой группы дополнительно были разделены по срокам поступления от момента

получения травмы на острый период, стадии формирующихся и сформированных посттравматических деформаций (ПТД) (таблица 13).

Таблица 13 – Распределение пациентов в зависимости от типа повреждения и срока получения травмы на дооперационном этапе

Срок поступления	Тип повреждений		
	Изолированное повреждение нижней стенки орбиты (группа I)	Скуло-орбитальный комплекс (группа II)	Множественные повреждения структур средней зоны лица (группа III)
Острый период	18 (16,8%)	27 (25,2%)	5 (4,7%)
Стадия формирующихся ПТД	6 (5,6%)	17 (16%)	7 (6,5%)
Стадия сформированных ПТД	2 (1,9%)	7 (6,5%)	18 (16,8 %)

Большинство пациентов в остром периоде от момента получения травмы поступили с изолированными повреждениями нижней стенки орбиты (n=18; 16,8%) и скуло-орбитальными повреждениями (n=27; 25,2%), в стадии формирующихся ПТД – 17 пациентов (16%). У большинства пациентов в стадии сформированных ПТД выявляли Множественные сочетанные повреждения структур средней зоны лица (n=18; 16,8 %).

#### **Дополнительная обработка данных МСКТ.**

##### **1. Измерение объёма травмированной орбиты.**

С целью получения дополнительной информации у всех пациентов с (n=107; 98%) на дооперационном периоде выполняли обработку данных МСКТ с помощью программного обеспечения на рабочей станции «Vitrea» для измерения объёмов орбит травмированной и здоровой сторон.

I группа (изолированные повреждения нижней стенки орбиты).

Острый период (n=18; 16,8%).

При анализе данных I группы у 2 пациентов (1,9%) с изолированными повреждениями в остром периоде определялось визуальное увеличение объёма травмированной орбиты, что подтвердилось разработанной методикой расчёта объёмов орбит. Еще у одного пациента (0,9%) визуального увеличения объёма не определялось, однако с помощью методики расчёта было выявлено увеличение объёма травмированной орбиты более чем на 2 мл. У остальных 15 пациентов (14%) визуальное и при применении методики расчёта разница объёмов травмированной и здоровой орбит не превышала 2 мл.

Стадия формирующихся посттравматических деформаций (n=6; 5,6%).

У пациентов I группы в стадии формирующихся посттравматических деформаций визуальное не было выявлено изменений объёмов орбит, что было подтверждено разработанной методикой.

Стадия сформированных посттравматических деформаций (n=2; 1,9%).

У пациентов I группы в стадии сформированных посттравматических деформаций визуальное не было выявлено изменений объёмов орбит, что было подтверждено разработанной методикой, интраоперационно и при динамическом наблюдении.

II группа (скуло-орбитальный комплекс).

Острый период (n=27; 25,2%).

У 6 пациентов (5,6%) визуально определяли увеличение объёма травмированной орбиты, что было подтверждено при применении методики расчёта объёмов. С помощью методики расчёта объёмов еще у 6 пациентов (5,6%) было выявлено увеличение объёма травмированной орбиты, что не было выявлено визуальное. У остальных 15 пациентов (14%) визуальное и при методике расчёта разницы в объёмах травмированной и здоровой сторон выявлено не было.

Стадия формирующихся посттравматических деформаций (n=17; 16%).

Визуально по данным МСКТ у пациентов данной группы изменений в объёмах травмированной и здоровой сторон выявлено не было. Однако, при применении методики расчёта у 4 пациентов (3,7%) было выявлено увеличение объёма травмированной орбиты по сравнению с контралатеральной более, чем на 2 мл.

Стадия сформированных посттравматических деформаций (n=7; 6,5%).

У 1 пациента (0,9%) определили визуальное увеличение орбиты, что подтвердилось при дополнительной обработке данных. Еще у 6 пациентов (5,6%) визуально не определяли увеличения объёма травмированной орбиты, однако при обработке данных было выявлено увеличение объёма травмированной орбиты по сравнению с контралатеральной более чем на 2 мл.

III группа (множественные повреждения структур средней зоны лица).

Острый период (n=5; 4,7%).

У 2 пациентов (1,9%) визуально определили увеличение объёма травмированной орбиты, что подтвердили с помощью методики расчёта объёма орбиты. У остальных 3 пациентов (2,8%) визуально и при расчёте объёмов орбит изменений выявлено не было.

Стадия формирующихся посттравматических деформаций (n=7; 6,5%).

У 6 пациентов (5,6%) визуально определили увеличение травмированной орбиты, что подтвердили с помощью методики расчёта объёмов орбит. Еще у одного пациента (0,9%) увеличение объёма травмированной орбиты определялось при дополнительной обработке данных по разработанной методике.

Стадия сформированных посттравматических деформаций (n=18; 16,8%).

У 17 пациентов (15,9%) визуально определяли увеличение травмированной орбиты, что подтвердили с помощью методики расчёта объёмов орбит. Еще у одного пациента (0,9%) увеличение объёма

травмированной орбиты определили при дополнительной обработке данных по разработанной методике.

В результате применения разработанной методики расчёта объёмов орбит все пациенты (n=107; 100%) были распределены в зависимости от разницы увеличения объёмов травмированной орбиты (рис. 22).

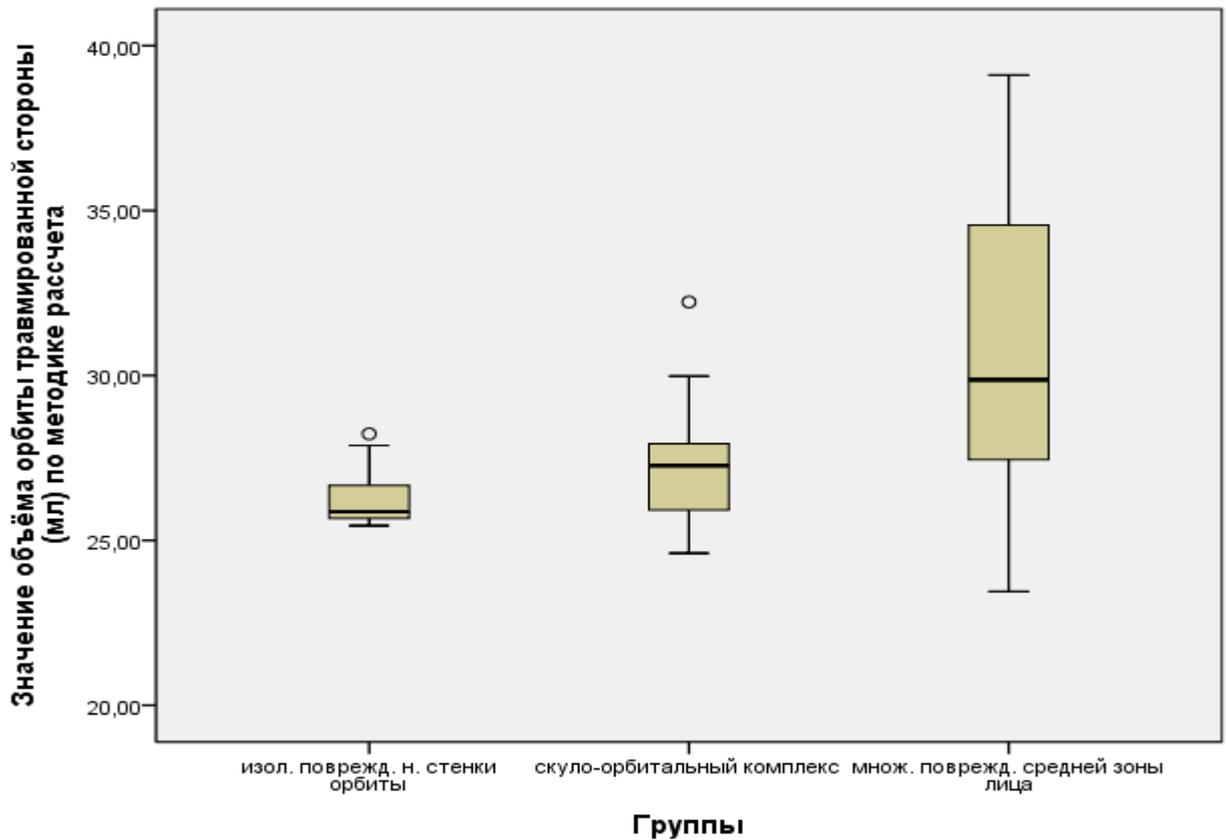


Рисунок 22 – Диаграмма. Сравнение значений объёмов орбит травмированной стороны по разработанной методике у разных групп

Значительное увеличение объёма орбиты травмированной стороны наблюдали в группе с множественными повреждениями структур средней зоны лица при сравнении с группой с изолированными повреждениями нижней стенки орбиты и скуло-орбитальными повреждениями.

На основании полученных данных все пациенты (n=107; 100%) были распределены в зависимости в зависимости от выявленных изменений объёмов орбиты по данным МСКТ визуально и с применением разработанной методики (таблица 14).

Таблица 14 – Распределение пациентов в зависимости от выявленных изменений объёмов орбиты по данным МСКТ визуально и с применением разработанной методики

Количество пациентов	Объём травмированной орбиты	
	Визуально по данным МСКТ	По разработанной методике расчёта
35 пациентов (33%)	+	+
51 пациент (48%)	–	–
21 пациент (19%)	–	+

Таким образом, у 51 пациента (48%) объём травмированной орбиты увеличен не был. У 35 пациентов (33%) увеличение объёма орбиты было выявлено при визуальной оценке и при применении разработанной методики расчёта по данным МСКТ. В 21 случае (19%) при визуальной оценке МСКТ изменений объёма орбиты не наблюдали, однако при применении дополнительной методики обработки данных было выявлено увеличение объёмов более критического значения – 2 мл.

## 2. Оценка и классификация дефектов нижней стенки орбиты.

В рамках предоперационного планирования с целью оптимизации тактики лечения и выбора способов реконструкции стенок орбиты был произведен анализ данных МСКТ всех пациентов (n=107; 100%) согласно разработанным критериям оценки и классификация дефектов нижней стенки орбиты (таблица 14).

На основании полученных данных были определены диагностические показатели согласно разработанному алгоритму, необходимые для выбора тактики лечения.

### Тип дефекта нижней стенки орбиты.

Тип дефекта был определен на основании разработанной нами классификации, учитывающей значения объемов и площадей дефектов нижней стенки орбиты (рис. 23).

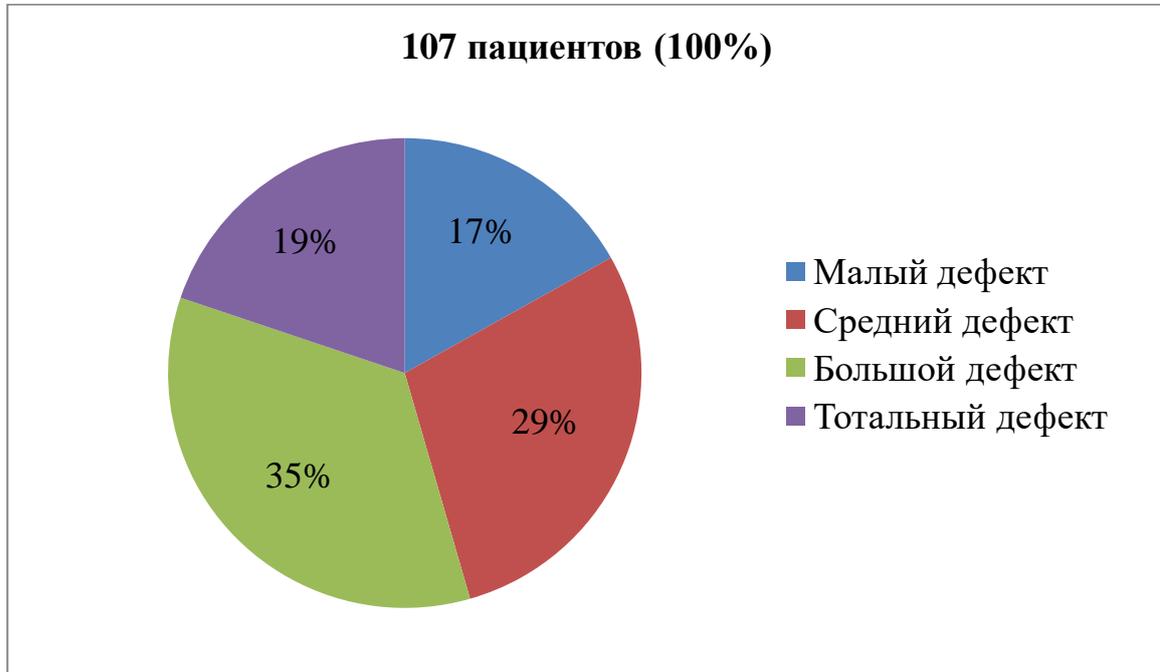


Рисунок 23 – Диаграмма. Распределение пациентов в зависимости от типа дефекта нижней стенки орбиты

### Распределение дефектов нижней стенки орбиты у пациентов с различными типами повреждений.

I группа - изолированные повреждения нижней стенки орбиты (n=26; 24%).

У 11 пациентов (10,3%) определяли малый дефект нижней стенки орбиты, у 11 пациентов (10,3%) – средний дефект, у 4 пациентов (3,7%) – большой дефект. Тотальных дефектов нижней стенки орбиты у пациентов данной группы не определялось.

II группа – скуло-орбитальный комплекс (n=51; 48%).

У 7 пациентов (6,5%) определялся малый дефект нижней стенки орбиты, у 18 пациента (16,8%) – средний дефект, у 25 пациентов (23,3%) – большой дефект, у 1 пациента (0,9%) – тотальные дефекты нижней стенки орбиты.

III группа – множественные повреждения структур средней зоны лица (n=30; 28%).

У 1 пациента (0,9%) определялся малый дефект нижней стенки орбиты, у 2 пациентов (1,9%) – средний дефект, у 8 пациентов (7,5%) – большой дефект, у 19 пациентов (17,7%) – тотальные дефекты.

В результате применения разработанной методики оценки дефектов нижней стенки орбиты все пациенты с малыми, средними и большими/тотальными дефектами (n=107; 100%) были распределены в зависимости от типа повреждения структур средней зоны лица (рис. 24).

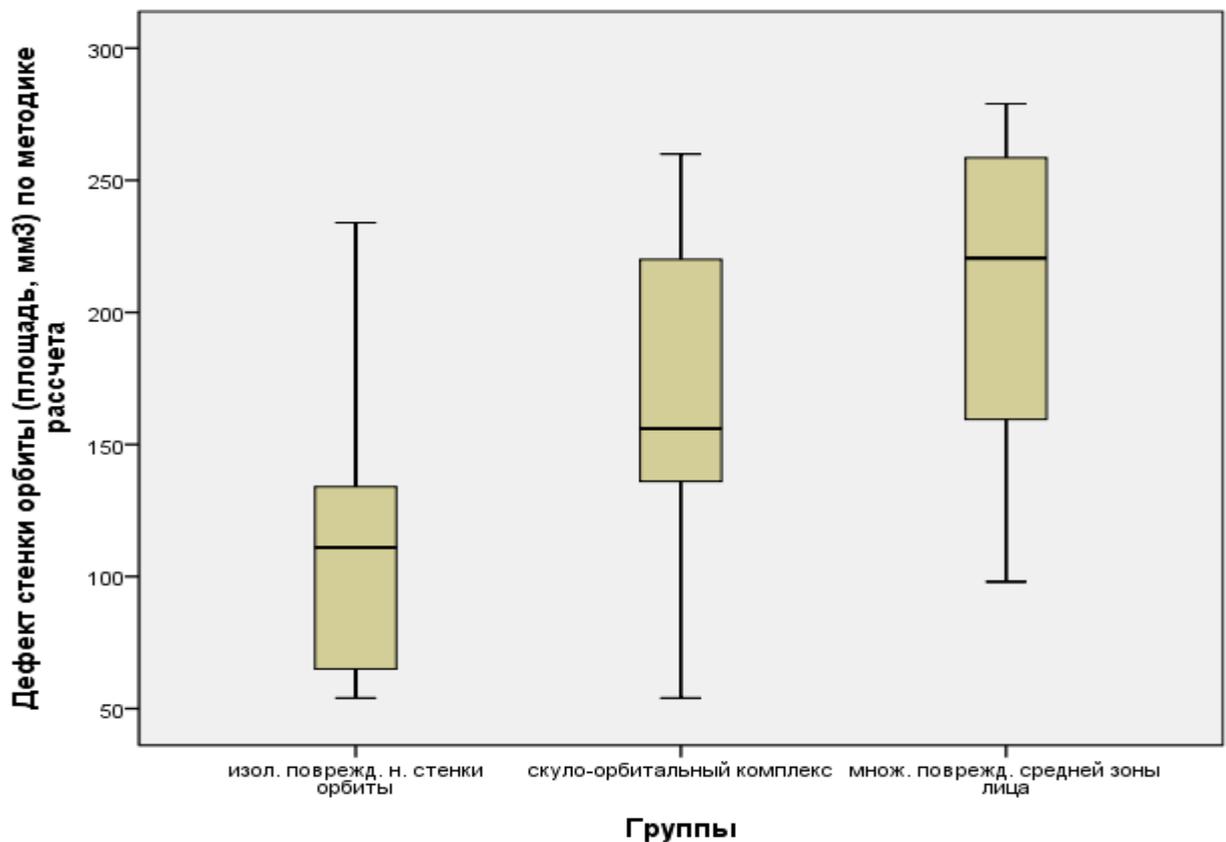


Рисунок 24 – Диаграмма. Сравнение значений дефектов нижней стенки орбиты у пациентов с различными типами повреждений

Таким образом, у пациентов с изолированными повреждениями нижней стенки орбиты чаще всего выявляли малый дефект стенки, а в группе с множественными повреждениями средней зоны лица чаще всего определяли большие и тотальные дефекты нижней стенки орбиты.

### **Локализация дефекта по отношению к стенке орбиты.**

Из 107 пациентов (100%) у 18 пациентов (16,8%) выявили переднюю локализацию дефекта, у 15 (14%) – медиальные отделы, центральные отделы – у 24 (22,4%), латеральные отделы – у 10 (9,3%), задние отделы – у 20 (18,7%), тотальные дефекты отмечали у 20 пациентов (18,7%).

### **Отношение площади посттравматического дефекта ко всей площади нижней стенки орбиты (в %).**

Из 107 пациентов (100%) у 19 пациентов (18%) соотношение дефекта орбиты ко всей стенке орбиты было менее 6,65%. У большинства пациентов (n=88; 82%) соотношение дефекта орбиты ко всей стенке орбиты было более 6,65%.

### **Анатомические характеристики черепа и орбиты.**

Брахикранная форма черепа встречалась у 22 пациентов (20%), мезокранная форма черепа – в 49 случаях (46%), долихокранная форма – у 36 пациентов (34%).

Эйрипрозопическая форма лицевого черепа встречалась у 19 пациентов (18%), мезопрозопическая – в 46 случаях (43%), лептопрозопическая – у 42 пациентов (39%).

У 51 пациента (48%) соотношение высоты и ширины орбиты – менее 95%, у 56 пациентов (52%) – более 95%.

### **3. Оценка положения и симметричности глазных яблок травмированной и здоровой орбит.**

В рамках предоперационного планирования с целью прогнозирования развития энтофтальма были разработаны критерии оценки положения глазного яблока на дооперационном этапе.

Распределение пациентов с различными типами повреждений в зависимости от выявленных признаков энтофтальма.

I группа - изолированные повреждения нижней стенки орбиты (n=26; 24%).

У 25 пациентов (23%) признаки энофтальма не определяли ни визуально, ни по методике расчёта. В одном случае (0,9%) с помощью методики расчёта положения глазного яблока были выявлены признаки энофтальма, что не определяли визуально по данным МСКТ.

II группа – скуло-орбитальный комплекс (n=51; 48%).

Из 51 пациента (48%) у 7 пациентов (6,5%) энофтальм определяли и визуально, и по методике расчёта. В 5 случаях (4,5%) с помощью методики расчёта были выявлены признаки энофтальма, что не определялось визуально по МСКТ данным. У остальных пациентов (n=39; 37%) признаков энофтальма не определялось ни визуально, ни по методике расчёта.

III группа – множественные повреждения структур средней зоны лица (n=30; 28%).

Из 30 пациентов (28%) у 27 пациентов (25,2%) энофтальм определялся и визуально и при применении методики расчёта. В 3 случаях (2,8%) с помощью методики расчёта были выявлены признаки энофтальма, что не определялось визуально по МСКТ данным.

На основании полученных данных все пациенты (n=107; 100%) были распределены в зависимости от наличия признаков энофтальма по данным МСКТ визуально и с применением разработанной методики расчёта (таблица 15).

Таблица 15 – Распределение пациентов в зависимости от наличия признаков энофтальма

<b>Количество пациентов</b>	<b>Энофтальм</b>	
	<b>Визуально по МСКТ данным</b>	<b>По разработанной методике расчёта</b>
26 пациентов (24%)	+	+
71 пациентов (66%)	–	–

9 пациентов (8,1%)	–	+
1 пациент (0,9%)	+	–

Таким образом, из 107 пациентов в 26 случаях (24%) визуально по данным МСКТ определялось смещение глазного яблока, что было подтверждено методикой расчёта. Еще у 9 пациентов (8,1%) при применении разработанной методики расчёта были выявлены признаки энофтальма, что не визуализировалось при стандартной обработке данных МСКТ. В одном случае (0,9%) визуально по данным МСКТ было подозрение на наличие энофтальма, что не подтвердилось разработанной методикой. В остальных случаях (n=71; 66%) признаки энофтальма не определялись ни визуально по данным МСКТ, ни с применением методики расчёта.

#### **4. Оценка плотности мягких тканей травмированной и здоровой орбит.**

Плотность жировой клетчатки переднего и заднего отделов орбиты в норме имела жировую плотность в диапазоне от -40 НУ до -105 НУ. При наличии свежей травмы плотность жировой клетчатки увеличивалась и составила от -41 НУ до +30 НУ, что свидетельствует о КТ-признаках отёка мягких тканей орбиты. Появление в области мягких тканей орбиты отдельных участков плотностью от +31 НУ до +80 НУ свидетельствовало о КТ-признаках гематомы в области мягких тканей орбиты. Появлению участков неоднородной плотности в области жировой клетчатки орбиты в диапазоне от -40 НУ до +84 НУ, с наличием фиброзных тяжей, свидетельствовало о возможной замене нормальной жировой ткани на фиброзную и рубцовую вследствие развития посттравматических деформаций (КТ-признаки атрофии мягких тканей орбиты) (рис. 25).

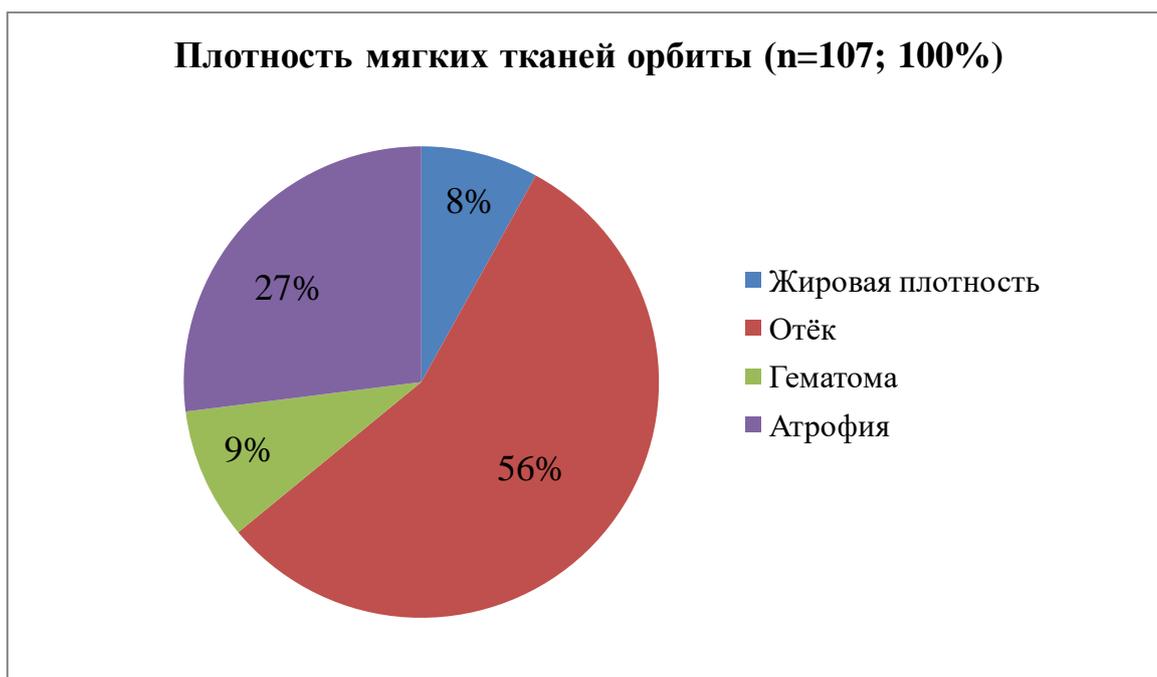


Рисунок 25 – Диаграмма. Распределение пациентов в зависимости от изменений плотности мягких тканей орбиты

Таким образом, в большинстве случаев (n=60; 56%) у пациентов определяли КТ-признаках отёка мягких тканей орбиты, у 28 пациентов (27%) пациентов выявили признаки атрофии мягких тканей орбиты, у 10 пациентов (9%) пациентов – гематома в области мягких тканей орбиты, у 9 пациентов (8%) пациентов – плотность мягких тканей орбиты не была изменена.

**Распределение пациентов по изменению плотности мягких тканей в зависимости от срока давности травмы.**

Пациенты в остром периоде (n=50; 47%).

Изолированные повреждения (n=18; 16%): у 4 человек (3%) плотность жировой клетчатки орбиты не изменилась, у 14 пациентов (13%) определяли отёк мягких тканей орбиты.

Скуло-орбитальный комплекс (n=27; 25%): у 25 пациентов (23%) определяли отёк мягких тканей орбиты, у 2 (2%) – гематома.

Множественные повреждения средней зоны лица (n=5; 4%): у всех пациентов (4%) определяли отёк мягких тканей орбиты.

Пациенты в стадии формирующихся посттравматических деформаций (n=30; 28%).

Изолированные повреждения (n=6; 5,5%): у 1 (0,9%) пациента определяли жировую плотность, у 1 пациента (0,9%) – признаки отёка, у 1 (0,9%) пациентов гематома, у 3 пациента (2,8%) – атрофия.

Скуло-орбитальный комплекс (n=17; 16%): у 2 пациентов (1,9%) – жировую плотность, отек – у 6 (5,7%) пациентов, у 5 пациентов (4,7%) – гематома, у 4 пациентов (3,7%) – атрофия мягких тканей орбиты.

Множественные повреждения средней зоны лица (n=7; 6,5%): у 2 пациентов (1,9%) определяли признаки отека, у 1 (0,9%) пациента – гематома, у 4 пациентов (3,7%) – атрофия мягких тканей орбиты.

Пациенты в стадии сформированных посттравматических деформаций (n=27; 25%).

Изолированные повреждения (n=2; 1,8%): у 1 пациента (0,9%) определяли жировую плотность мягких тканей орбиты, атрофия мягких тканей – в 1 случае (0,9%).

Скуло-орбитальный комплекс (n=7; 6,5%): у 2 пациентов (1,9%) определяли жировую плотность мягких тканей орбиты, атрофия мягких тканей – в 5 случаях (4,6%).

Множественные повреждения средней зоны лица (n=18; 16%): У 4 пациентов (3%) определяли жировую плотность мягких тканей орбиты, атрофию мягких тканей – в 14 случаях (13%).

### **3.2 Определение тактики ведения пациентов на основании данных**

#### **МСКТ**

В рамках предоперационного планирования на основании анализа данных МСКТ и разработанных методик оценки травматических изменений средней зоны лица были определены прямые и косвенные критерии определения тактики ведения пациентов с травмами средней зоны лица (таблица 16).

Таблица 16 – Выбор тактики ведения пациентов в зависимости от сочетания прямых и косвенных признаков в рамках предоперационного планирования

Диагностический показатель	ТАКТИКА ВЕДЕНИЯ ПАЦИЕНТА		
	Консервативное лечение с динамическим наблюдением	Хирургическое лечение с выбором имплантата в соответствии с рассчитанными объёмом и площадью дефекта	Протезирование нижней стенки имплантатам и в соответствии с размерами дефекта с добавлением элементов металлоостеосинтеза в области структур средней зоны лица
<b>ПРЯМЫЕ ПРИЗНАКИ</b>			
Тип дефекта нижней стенки орбиты	малый	средний	большой или тотальный
Локализация дефекта по отношению к стенке орбиты	«благоприятная» локализация дефекта – передние или латеральные отделы нижней стенки орбиты	неблагоприятная локализация дефекта – задние или медиальные отделы нижней стенки орбиты	неблагоприятная локализация дефекта – задние или медиальные отделы нижней стенки орбиты
Отношение площади посттравматического дефекта ко всей площади нижней стенки орбиты (в %)	менее 6,65%	более 6,7%	более 6,7%

Увеличение объёма орбиты травмированной орбиты	Отсутствует	Присутствует	Присутствует
Положение глазного яблока (энофтальм)	Нет признаков энофтальма	Выявлены признаки энофтальма	Выявлены признаки энофтальма
Плотность мягких тканей орбиты	Не изменена	Отёк Гематома Атрофия мягких тканей	Отёк Гематома Атрофия мягких тканей
<b>КОСВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ</b>			
Анатомические характеристики черепа и орбиты:  - форма лицевого черепа,  - тип черепа,  - ширина орбиты  - высота орбиты	Эйрипрозопическая	Мезопрозопическая Лептопрозопическая	Мезопрозопическая Лептопрозопическая
	Брахикранный	Мезокранный Долихокранный	Мезокранный Долихокранный
	Более 95 % (соотношение ширины к высоте орбиты)	Менее 95 % (соотношение ширины к высоте орбиты)	Менее 95 % (соотношение ширины к высоте орбиты)
	Более 95 % (соотношение ширины к высоте орбиты)	Менее 95 % (соотношение ширины к высоте орбиты)	Менее 95 % (соотношение ширины к высоте орбиты)

Как видно из таблицы 16 к прямым признакам относили тип дефекта нижней стенки орбиты, локализацию дефекта по отношению ко всей стенке, отношение площади посттравматического дефекта ко всей площади нижней стенки орбиты, увеличение объёма травмированной орбиты, положение глазного яблока и наличие признаков энофтальма, определение плотности

мягких тканей орбиты. К косвенным признакам относили анатомические характеристики черепа и орбиты.

Таким образом, на основании анализа данных МСКТ и разработанных методик оценки травматических изменений средней зоны лица были определены диагностические показатели в виде прямых и косвенных признаков, при применении которых возможно осуществлять выбор тактики ведения пациентов. Тактика ведения пациентов включала в себя 3 основных направления: консервативное лечение с динамическим наблюдением, хирургическое лечение с выбором имплантата в соответствии с рассчитанными объёмом и площадью дефекта, протезирование нижней стенки имплантатами в соответствии с размерами дефекта с добавлением элементов металлоостеосинтеза (МОС) в области структур средней зоны лица.

У пациентов с малым дефектом нижней стенки орбиты, «благоприятной» локализацией дефекта по отношению к стенке орбиты, отношению площади посттравматического дефекта ко всей площади нижней стенки орбиты менее 6,65%, при отсутствии увеличения объёма травмированной орбиты, отсутствии признаков энтофтальма, с не измененной плотностью мягких тканей орбиты, и «благоприятными» анатомическими особенностями черепа возможно проведение консервативного лечения с динамическим наблюдением.

У пациентов со средним дефектом нижней стенки орбиты, «неблагоприятной» локализацией дефекта по отношению к стенке орбиты, отношению площади посттравматического дефекта ко всей площади нижней стенки орбиты более 6,65%, при наличии увеличенного объёма травмированной орбиты и признаков энтофтальма, измененной плотности мягких тканей орбиты, и «неблагоприятными» анатомическими особенностями черепа необходимо проведение хирургического лечения с

выбором имплантата в соответствии с рассчитанными объёмом и площадью дефекта.

У пациентов с большим или тотальным дефектом нижней стенки орбиты, «неблагоприятной» локализацией дефекта по отношению к стенке орбиты, отношению площади посттравматического дефекта ко всей площади нижней стенки орбиты более 6,65%, при наличии увеличенного объёма травмированной орбиты и признаков экзофтальма, измененной плотности мягких тканей орбиты, и «неблагоприятными» анатомическими особенностями черепа необходимо проведение протезирования нижней стенки имплантатами в соответствии с размерами дефекта с добавлением элементов металлоостеосинтеза в области структур средней зоны лица.

Все пациенты (n=107; 100%) были распределены в зависимости проводимого лечения: консервативное лечение, протезирование нижней стенки орбиты, протезирование нижней стенки с добавлением элементов металлоостеосинтеза в области структур средней зоны лица, установка элементов металлоостеосинтеза в области структур средней зоны лица, хирургическое лечение крючком Лимберга (таблица 17).

Таблица 17 – Распределение пациентов в зависимости от типа лечения

Тип лечения	Всего	
	Абс.	%
Консервативное лечение	7	6,5
Протезирование нижней стенки орбиты	8	7,5
Протезирование нижней стенки с добавлением элементов металлоостеосинтеза в области структур средней зоны лица	63	59
Установка элементов металлоостеосинтеза в области структур средней зоны лица	27	25,2

Хирургическое лечение крючком Лимберга	2	1,8
Всего	107	100

Таким образом, из 107 пациентов (100%) в 7 случаях (6%) оперативное вмешательство проведено не было, выполнялось консервативное лечение и динамическое наблюдение, у остальных 100 пациентов (94%) были проведены различные виды оперативного лечения.

На основании разработанных критериев предоперационного планирования тактика ведения была изменена у 12 пациентов (11%). У 3 пациентов (2,8%) хирургическая тактика ведения была изменена на консервативную с динамическим наблюдением. У 5 пациентов (4,7%) с планируемой установкой МОС в области структур средней зоны лица было добавлено эндопротезирование нижней стенки орбиты. У 2 пациентов (1,9%) было проведено только эндопротезирование нижней стенки орбиты без установки МОС в области структур средней зоны лица. У 3 пациентов (2,8%) было проведено хирургическое лечение в объёме установки МОС в области структур средней зоны лица без эндопротезирования нижней стенки орбиты.

I группа - изолированные повреждения нижней стенки орбиты (n=26; 24%).

У 26 пациентов (24%) у 7 пациентов (6,5%) данной группы хирургическое лечение не проводили, эндопротезирование нижней стенки орбиты – у 5 пациентов (4,7%), у 4 пациентов (3,7%) – эндопротезирование нижней стенки орбиты с применением элементов металлоостеосинтеза, у 10 пациентов (9,3%) – металлоостеосинтез в области структур средней зоны лица.

II группа – скуло-орбитальный комплекс (n=51; 48%).

Из 51 (48%) хирургическое лечение проводили у всех пациентов: у 3 пациентов (2,8%) – эндопротезирование нижней стенки орбиты, у 33 пациентов (31%) – эндопротезирование нижней стенки орбиты с

применением элементов металлоостеосинтеза, в 2 случаях (1,9%) применяли лечение с помощью крючка Лимберга, в 13 случаях (12,1%) – металлоостеосинтез в области структур средней зоны лица.

III группа – множественные повреждения структур средней зоны лица (n=30; 28%).

Из 30 пациентов (28%) хирургическое лечение проводили у всех пациентов: в 26 случаях (24,3%) – эндопротезирование нижней стенки орбиты с применением элементов металлоостеосинтеза, у 4 пациентов (3,7%) – металлоостеосинтез в области структур средней зоны лица.

Эндопротезирование нижней стенки орбиты проводили с помощью титановых имплантатов у 69 пациентов (64%). В 2 случаях (1,9%) для закрытия костного дефекта нижней стенки орбиты применяли аутооттрансплантат из теменной кости (рис. 26).

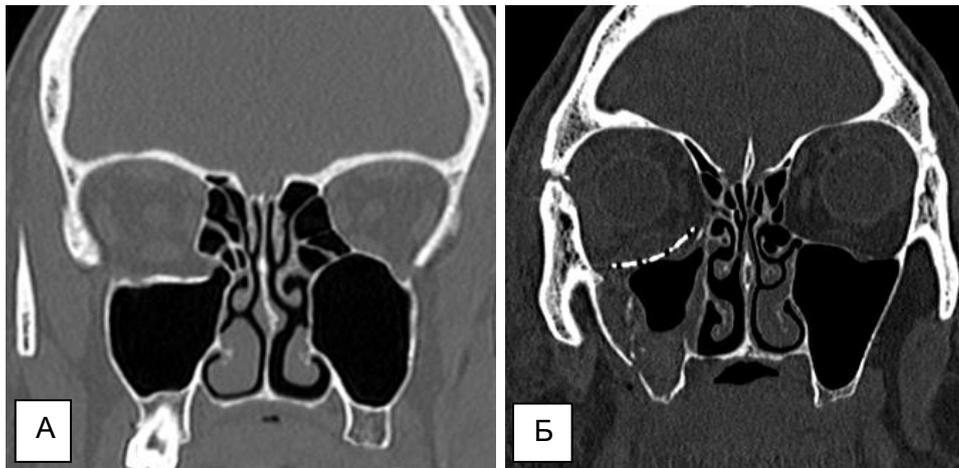


Рисунок 26 – МСКТ, корональные реконструкции. Реконструкция нижней стенки орбиты с применением костного аутооттрансплантата (А) и сетчатого титана (Б)

### **3.3 Лучевая диагностика пациентов с травматическими повреждениями средней зоны лица на послеоперационном этапе.**

На послеоперационном этапе все 107 пациентов (100%) были обследованы в раннем послеоперационном периоде – в течение 48 часов после операции. В позднем послеоперационном периоде из 107 пациентов

были обследованы 68 пациентов (63,5%) через 3-6 месяцев после операции с целью проведения дополнительного диагностического контроля (таблица 18).

Таблица 18 – Распределение пациентов в зависимости от типа повреждения и срока получения травмы на послеоперационном этапе

Срок поступления	Тип повреждений		
	Изолированное повреждение нижней стенки орбиты (группа I)	Скуло-орбитальный комплекс (группа II)	Множественные повреждения структур средней зоны лица (группа III)
Острый период	18 (16,8%)	27 (25,2%)	5 (4,7%)
Стадия формирующихся посттравматических деформаций	6 (5,6%)	17 (16%)	7 (6,5%)
Стадия сформированных посттравматических деформаций	2 (1,9%)	7 (6,5%)	18 (16,8 %)

**Рентгенологическое исследование** средней зоны лица в послеоперационном периоде позволило выявить асимметрию орбит у 14 пациентов (13%). Отсутствие восстановления объёма травмированной орбиты определяли у 14 пациентов (13%) с выраженным пролабированием имплантата нижней стенки орбиты в верхнечелюстной синус. У 98 пациентов (92%) после хирургического лечения определялись имплантаты нижней стенки орбиты и элементы металлоостеосинтеза в области структур средней зоны лица, однако оценить точное расположение элементов и состояние структуры костей в зонах контакта выявить при рентгенографии не удавалось. Затемнение верхнечелюстного синуса на стороне оперативного

вмешательства встретили у 35 пациентов (33%), признаки отёка мягких тканей средней зоны лица определялись у 42 пациентов (39%).

В послеоперационном периоде детальную информацию о состоянии мягких тканей орбиты при использовании рентгенологического метода получить не удалось (рис. 27).

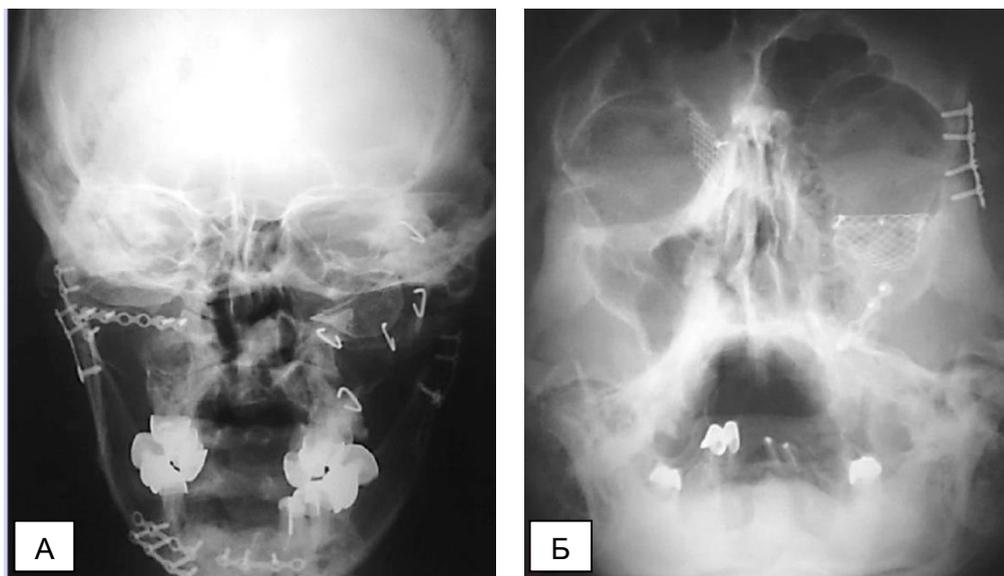


Рисунок 27 – Рентгенограммы. Череп в прямой проекции (А) и носоподбородочной проекции (Б) после хирургического лечения

У 107 пациентов (100%) в посттравматическом периоде выполняли КЛКТ (рис. 28). При оценке КЛКТ данных результаты анализа костных изменений совпадали с результатами МСКТ: объём травмированной орбиты не был восстановлен у 31 пациента (29%), неполное закрытие дефекта нижней стенки орбиты встречалось у 38 пациентов (35%).

При КЛКТ не определяли значимых артефактов от металлических конструкций, что позволило детально оценить структуру костей средней зоны лица в зонах контакта с элементами МОС – костно-деструктивных изменений выявлено не было.

Сохраняющееся пролабирование мягкотканого содержимого встречали у 14 пациентов (13%). Диагностической информации о состоянии мягких тканей в послеоперационном периоде при КЛКТ получено не было.

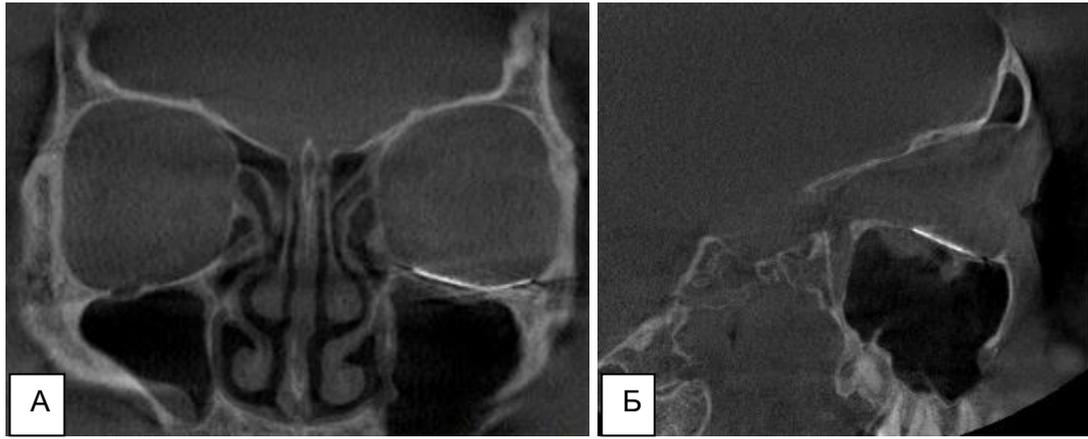


Рисунок 28 – КЛКТ, корональная реконструкция (А), сагиттальная реконструкция (Б) после хирургического лечения. Визуализируется имплантат нижней стенки левой орбиты

На этапе послеоперационного обследования в алгоритм обязательного анализа данных МСКТ входили: восстановление костных границ и конфигурации средней зоны лица, состояние мягких тканей средней зоны лица, оценка положения имплантатов и металлоостеосинтеза, восстановление объёмов орбит и околоносовых синусов, закрытие дефектов стенок орбит, оценка положения и симметричности глазных яблок.

1. Восстановление объёмов здоровой и травмированной орбиты, и околоносовых синусов.
2. Оценка закрытия дефектов стенок орбиты.
3. Анализ положения и симметричности глазных яблок здоровой и травмированной орбиты, определение гипо- или энофтальма.
4. Измерение плотности мягких тканей орбиты в послеоперационном периоде.
5. Оценка положения имплантатов, металлоостеосинтеза и прилежащей костной ткани.
6. Анализ послеоперационных осложнений.

В послеоперационном периоде критериями оценки удовлетворительного результата хирургического лечения по данным компьютерной томографии являлись (рис. 29):

- восстановление костных границ стенок орбит, полное закрытие костного дефекта стенок имплантатом,
- отсутствие пролабирования мягкотканного компонента в верхнечелюстной синус,
- симметричность костных границ орбиты при сравнении с контралатеральной стороной,
- восстановление объёма поврежденной орбиты,
- отсутствие повреждений мягкотканых структур имплантатами и элементами МОС.

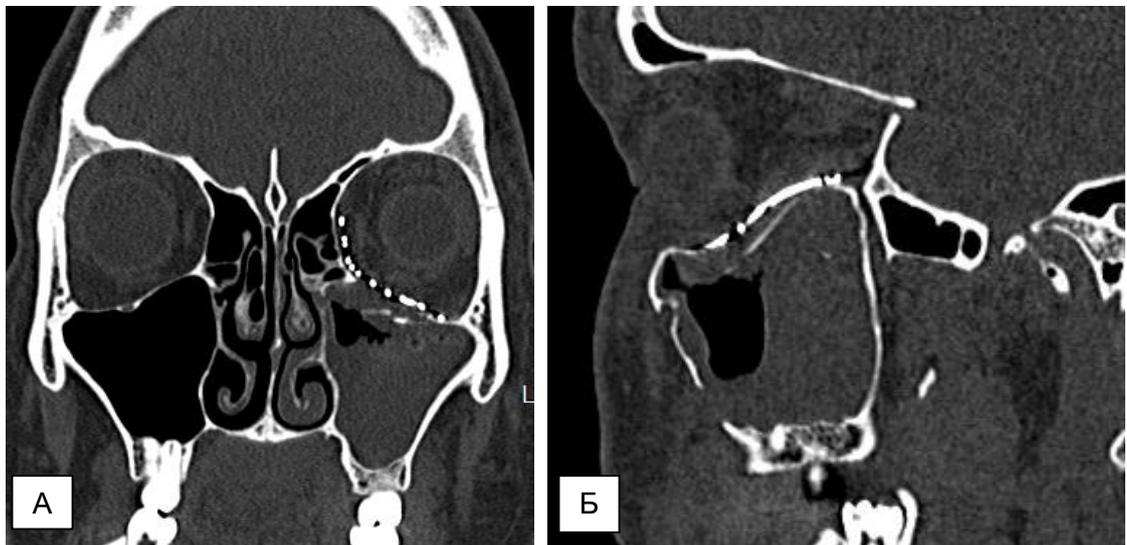


Рисунок 29 – МСКТ. Корональная (А) и сагиттальная (Б) реконструкция.  
Режим «костного окна»

А – корректная реконструкция нижней стенки левой орбиты с переходом на медиальную стенку с восстановлением орбитального объёма.

Б – полное закрытие дефекта нижней стенки левой орбиты с восстановлением костной границы

В случае неудовлетворительных результатов оперативного вмешательства анализ данных компьютерной томографии включал следующие признаки (рис. 30):

- несимметричность костных границ восстановленной орбиты и увеличенный орбитальный объём при сравнении с контралатеральной стороной,
- сохраняющиеся костные дефекты стенок орбиты, их размеры, форма и положение,
- пролабирование мягкотканного компонента (включая жировую клетчатку, глазное яблоко, зрительный нерв и глазодвигательные мышцы) в верхнечелюстной синус,
- некорректное положение имплантатов стенок орбиты, пролабирование имплантатов кверху в полость орбиты или вниз в верхнечелюстной синус,
- повреждение имплантатами и элементами МОС мягкотканых структур орбиты.

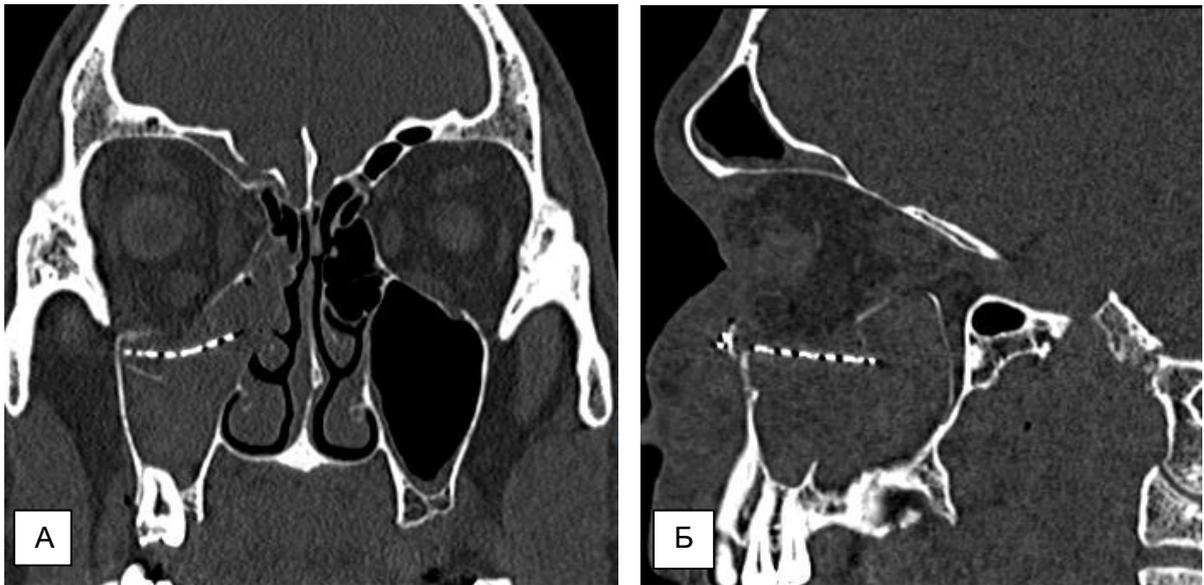


Рисунок 30 – МСКТ. Корональная (А) и сагиттальная (Б) реконструкция. Режим «костного окна». А, Б – полное пролабирование имплантата нижней стенки орбиты в верхнечелюстной синус, сохраняющийся костный дефект нижней стенки орбиты

Таким образом, в послеоперационном периоде при визуальной оценке МСКТ данных объём травмированной орбиты не был восстановлен у 31

пациента (29%), неполное закрытие дефекта нижней стенки орбиты встречали у 38 пациентов (35%), послеоперационный экзофтальм встречали у 14 пациентов (13%).

Однако, у 14 пациентов (13%) с металлоостеосинтезом в области структур средней зоны лица определяли выраженные артефакты от металлических конструкций, что могло повлиять на оценку структуры костей и определение возможных костно-деструктивных изменений, что потребовало проведения КЛКТ.

В послеоперационном периоде у 15 пациентов (14%) с подозрением на наличие функциональных нарушений глазодвигательных мышц после консультации офтальмолога и проведения МСКТ, выполняли фМСКТ.

В алгоритм анализа **фМСКТ** данных входили помимо оценки полноты движений и сократимости глазодвигательных мышц, анализа ограничения движений глазного яблока и зрительного нерва, оценка положения имплантатов нижней стенки орбиты, повреждающие мягкотканые структуры орбиты.

Снижение амплитуды движений и сократимости глазодвигательных мышц встречали у 10 пациентов (9%) с пролабированием нижней прямой глазодвигательной мышцы в верхнечелюстной синус вместе с имплантатом нижней стенки орбиты.

У 1 пациента (0,9%) определяли повреждение нижней прямой глазодвигательной мышцы пролабирующим кверху имплантатом нижней стенки орбиты (рис. 31).

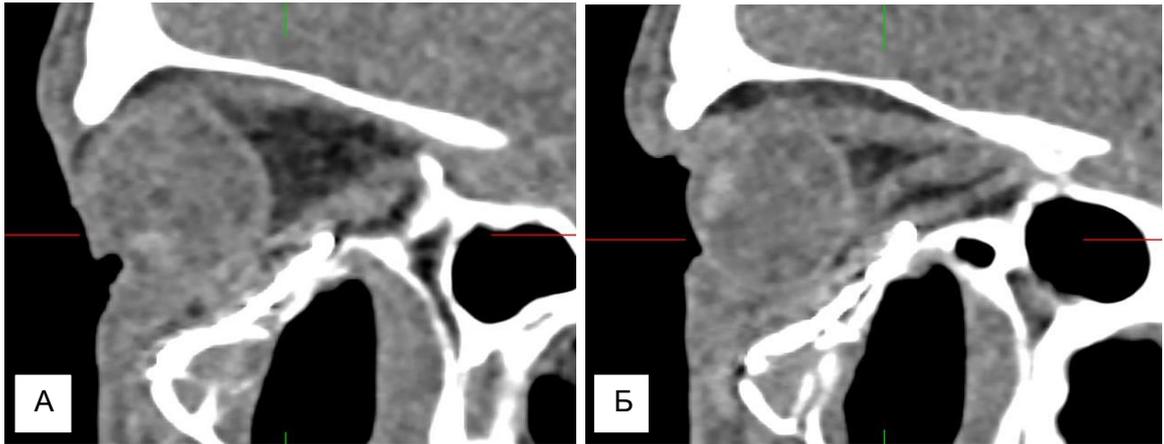


Рисунок 31 – фМСКТ, сагиттальные реконструкции. Движения глаз пациента вниз (А), вверх (Б). Близкий контакт имплантата нижней прямой глазодвигательной мышцы определяется при взгляде пациента вверх

#### **Дополнительная обработка МСКТ данных на послеоперационном этапе.**

I группа - изолированные повреждения нижней стенки орбиты (n=26; 24%).

Острый период (n=18; 16,8%).

В послеоперационном периоде объёмы травмированных орбит были восстановлены по данным визуальной оценки данных КТ и при применении методики расчёта у 11 пациентов (10,3%), которым выполнялось хирургическое лечение. Полное закрытие дефектов нижней стенки орбиты отмечали у всех пациентов (n=11; 10,3%). У всех пациентов (n=11; 10,3%) не было выявлено признаков послеоперационного экзофтальма как визуально, так и по разработанной методике расчёта. У 7 пациентов (6,5%) из данной группы не проводили хирургическое лечение.

У 17 пациентов (16%) не отмечали осложнений в раннем послеоперационном периоде, у 1 пациента (0,9%) определяли близкий контакт имплантатов нижней стенки орбиты с мягкими тканями орбиты.

Стадия формирующихся посттравматических деформаций (n=6; 5,6%).

В послеоперационном периоде объёмы травмированных орбит были восстановлены по данным визуальной оценки КТ данных и при применении

методики расчета у всех пациентов (n=6; 5,6%). Полное закрытие дефектов нижней стенки орбиты отмечали у всех пациентов (n=6; 5,6%). У всех пациентов (n=6; 5,6%) не отмечали признаков послеоперационного энофтальма, как визуально, так и по разработанной методике расчёта.

У 4 пациентов (3,7%) не отмечали осложнений в раннем послеоперационном периоде, у 2 пациентов (1,9%) определяли близкий контакт имплантатов нижней стенки орбиты с мягкими тканями орбиты.

Стадия сформированных посттравматических деформаций (n=2; 1,9%).

В послеоперационном периоде объёмы травмированных орбит были восстановлены по данным визуальной оценки КТ и при применении методики расчета у всех пациентов (n=2; 1,9%). Полное закрытие дефектов нижней стенки орбиты отмечали у всех пациентов (n=2; 1,9%). У всех пациентов (n=2; 1,9%) не выявляли признаков послеоперационного энофтальма и осложнений, как визуально, так и по разработанной методике расчёта.

II группа – скуло-орбитальный комплекс (n=51; 48%).

Острый период (n=27; 25,2%)

В послеоперационном периоде объёмы травмированных орбит были восстановлены по данным визуальной оценки КТ и при применении методики расчета у 15 пациентов (14%), признаки неполного восстановления были отмечены у 2 пациентов (1,9%). В 6 случаях (5,6%) по данным визуальной оценки КТ определяли восстановление объёмов орбит, что было опровергнуто разработанной методикой расчёта. Еще у 4 пациентов (3,7%) по данным визуальной оценки определяли признаки неполного восстановления, однако применение методики расчёта объёмов доказало, что разница объёмов травмированных и здоровых орбит не превышает 2 мл.

Полное закрытие дефектов нижней стенки орбиты определяли у 17 пациентов (16%), неполное закрытие – у 10 пациентов (9,3%). У 26 пациентов (24,3%) не отметили признаков послеоперационного энофтальма,

как визуально, так и по разработанной методике расчёта. По данным визуальной оценки КТ данных и при применении методики расчета признаки послеоперационного энтофтальма отмечали у 1 пациента (0,9%). Однако, разработанная методика позволила выявить признаки энтофтальма еще у 4 пациентов (3,7%).

У 14 пациентов (13,1%) определяли осложнения в раннем послеоперационном периоде: в 6 случаях (5,6%) – пролабирование имплантата нижней стенки орбиты в верхнечелюстной синус, у 2 пациентов (1,9%) – пролабирование имплантата нижней стенки орбиты кверху, у 6 пациентов (5,6%) – близкий контакт имплантатов нижней стенки орбиты с мягкими тканями орбиты.

Стадия формирующихся посттравматических деформаций (n=17; 16%).

В послеоперационном периоде объёмы травмированных орбит были восстановлены по данным визуальной оценки КТ у 15 пациентов (14%), однако у 2 пациентов (1,9%) при применении методики расчёта отмечались признаки неполного восстановления объёмов. В 2 случаях (1,9%) по данным визуальной оценки КТ определяли отсутствие восстановления объёмов орбит, что было исключено разработанной методикой расчёта. Неполное закрытие дефектов нижней стенки орбиты отмечали у 3 пациентов (2,8%). У всех пациентов (n=17; 16%) не было выявлено признаков послеоперационного энтофтальма, как визуально, так и по разработанной методике расчёта.

У 4 пациентов (3,7%) определяли осложнения в раннем послеоперационном периоде: в 1 случае (0,9%) – пролабирование имплантата нижней стенки орбиты в верхнечелюстной синус, у 3 пациентов (2,8%) – близкий контакт имплантатов нижней стенки орбиты с мягкими тканями орбиты.

Стадия сформированных посттравматических деформаций (n=7; 6,5%).

В послеоперационном периоде объёмы травмированных орбит были

восстановлены по данным визуальной оценки КТ и при применении методики расчета у 4 пациентов (3,7%), признаки неполного восстановления объёмов орбит определяли у 3 пациентов (2,8%). Неполное закрытие дефектов нижней стенки орбиты отмечали у 3 пациентов (2,8%). У всех пациентов (n=7; 6,5%) не было выявлено признаков послеоперационного энтофтальма, как визуально, так и по разработанной методике расчёта.

По данным визуальной оценки КТ данных и при применении методики расчета признаки послеоперационного энтофтальма отсутствовали у 6 пациентов (5,6%). Однако, разработанная методика позволила выявить признаки энтофтальма еще у 1 пациентов (0,9%), что не было выявлено при визуальной оценке КТ данных.

У 6 пациентов (5,6%) определяли осложнения в раннем послеоперационном периоде: в 3 случаях (2,8%) – пролабирование имплантата нижней стенки орбиты в верхнечелюстной синус, у 3 пациентов (2,8%) – близкий контакт имплантатов нижней стенки орбиты с мягкими тканями орбиты.

III группа – множественные повреждения структур средней зоны лица (n=30; 28%).

Острый период (n=5; 4,7%).

В послеоперационном периоде объёмы травмированных орбит были восстановлены по данным визуальной оценки КТ и при применении методики расчета у 3 пациентов (2,8%), признаки неполного восстановления объёмов орбит определялись у 2 пациентов (1,9%). Неполное закрытие дефектов нижней стенки орбиты определяли у 2 пациентов (1,9%).

По данным визуальной оценки КТ данных и при применении методики расчета признаки послеоперационного энтофтальма отсутствовали у 3 пациентов (2,8%). Однако, разработанная методика позволила выявить признаки энтофтальма еще у 2 пациентов (1,9%), что не было выявлено при визуальной оценке КТ данных. У этих же 2 пациентов (1,9%) определяли

осложнения в раннем послеоперационном периоде в виде пролабирования имплантата нижней стенки орбиты в верхнечелюстной синус.

Стадия формирующихся посттравматических деформаций (n=7; 6,5%).

В послеоперационном периоде объёмы травмированных орбит не были восстановлены по данным визуальной оценки КТ и при применении методики расчета у 4 пациентов (3,7%). При визуальной оценке КТ данных признаки восстановления объёмов орбит определяли у 3 пациентов (2,8%), что не было подтверждено при применении разработанной методике расчёта.

Неполное закрытие дефектов нижней стенки орбиты отмечали у 5 пациентов (4,7%), полное – у 2 пациентов (1,9%).

По данным визуальной оценки КТ данных признаки послеоперационного энфталъма встречались у 1 пациента (0,9%). Однако, разработанная методика позволила выявить признаки энфталъма еще у 5 пациентов (4,7%), что не было выявлено при визуальной оценке КТ данных. У этих же 5 пациентов (4,7%) определяли осложнения в раннем послеоперационном периоде в виде пролабирования имплантата нижней стенки орбиты в верхнечелюстной синус.

Стадия сформированных посттравматических деформаций (n=18; 16,8%).

В послеоперационном периоде объёмы травмированных орбит были восстановлены по данным визуальной оценки КТ у 4 пациентов (3,7%), что не подтвердилось методикой расчета объёмов орбит. Еще у одного пациента (0,9%) восстановление объёма орбиты было выявлено при применении методики расчета, что не определялось при визуальном анализе КТ данных. У остальных пациентов объёмы травмированных орбит не были восстановлены по данным визуальной оценки КТ и при применении методики расчета.

Полное закрытие дефектов нижней стенки орбиты определяли у 2, у остальных пациентов (n=16; 15%) – неполное закрытие.

По данным визуальной оценки КТ данных признаки послеоперационного энтофтальма встречались у 10 пациентов (9,3%). Однако, при применении разработанной методики признаки энтофтальма были выявлены у 16 пациентов (15%).

У 17 пациентов (16%) определяли осложнения в раннем послеоперационном периоде: в 16 случаях (15%) – пролабирование имплантата нижней стенки орбиты в верхнечелюстной синус, у 1 пациента (0,9%) – близкий контакт имплантатов нижней стенки орбиты с мягкими тканями орбиты.

Таким образом, у 51 пациента (57%) объём травмированной орбиты восстановился после операции. У 24 пациентов (22%) отсутствие восстановления объёма орбиты было выявлено при визуальной оценке данных МСКТ и при применении разработанной методики расчёта. У 15 пациентов (14%) при визуальной оценке МСКТ данных было отмечено восстановление орбитального объёма, однако при применении специализированной методики обработки данных было выявлено сохраняющееся увеличение объёмов более критического значения – 2 мл (таблица 19). У 7 пациентов (6%) визуальное по МСКТ данным было подозрение на увеличение объёма травмированной орбиты, что не подтвердилось при использовании специализированной обработке данных.

Таблица 19 – Распределение пациентов в зависимости от выявления изменений объёмов орбиты визуальное по МСКТ данным и по разработанной методике в послеоперационном периоде

Количество пациентов	Объём травмированной орбиты	
	Визуально по МСКТ данным	По разработанной методике расчета
61 пациент (57%)	+*	+

24 пациента (22%)	—**	—
15 пациентов (14%)	+	—
7 пациентов (6%)	—	+

\* - объём орбиты восстановился.

\*\* - объём орбиты не восстановился.

В послеоперационном периоде у 14 пациентов (13%) визуально по МСКТ данным определялось смещение глазного яблока, что было подтверждено методикой расчёта. У 15 пациентов (14%) при применении разработанной методики расчёта были выявлены признаки послеоперационного энофтальма, что не определялось при визуальной оценке данных МСКТ. В остальных случаях (n=78; 73%) признаки энофтальма не были выявлены ни по данным МСКТ без методики расчёта, ни с применением специализированной методики расчёта (таблица 20).

Таблица 20 – Распределение пациентов в зависимости от наличия признаков послеоперационного энофтальма

Количество пациентов	Энофтальм	
	Визуально по МСКТ данным	По разработанной методике расчёта
14 пациентов (13%)	+*	+
78 пациентов (73%)	—**	—
15 пациентов (14%)	—	+

\* - признаки энофтальма.

\*\* - признаков энофтальма не определяется.

На основании разработанных критериев оценки данных МСКТ на послеоперационном этапе все пациенты (n=107; 100%) были

проанализированы согласно разработанному алгоритму. У 56 пациентов (52%) послеоперационных осложнений выявлено не было. У 51 пациента (48%) встречались различные послеоперационные состояния после реконструкции орбиты: пролабирование имплантата нижней стенки орбиты книзу (n=33; 31%), пролабирование имплантата нижней стенки орбиты кверху (n=3; 2%), близкий контакт имплантата нижней стенки орбиты с глазодвигательными мышцами (n=16; 15%). Распределение осложнений у пациентов на послеоперационном этапе представлено на рисунке 33.



Рисунок 32 – Диаграмма. Распределение осложнений у пациентов на послеоперационном этапе

На рис. 32 представлено распределение 51 пациента (48%) в послеоперационном периоде в зависимости от дальнейшей тактики ведения.

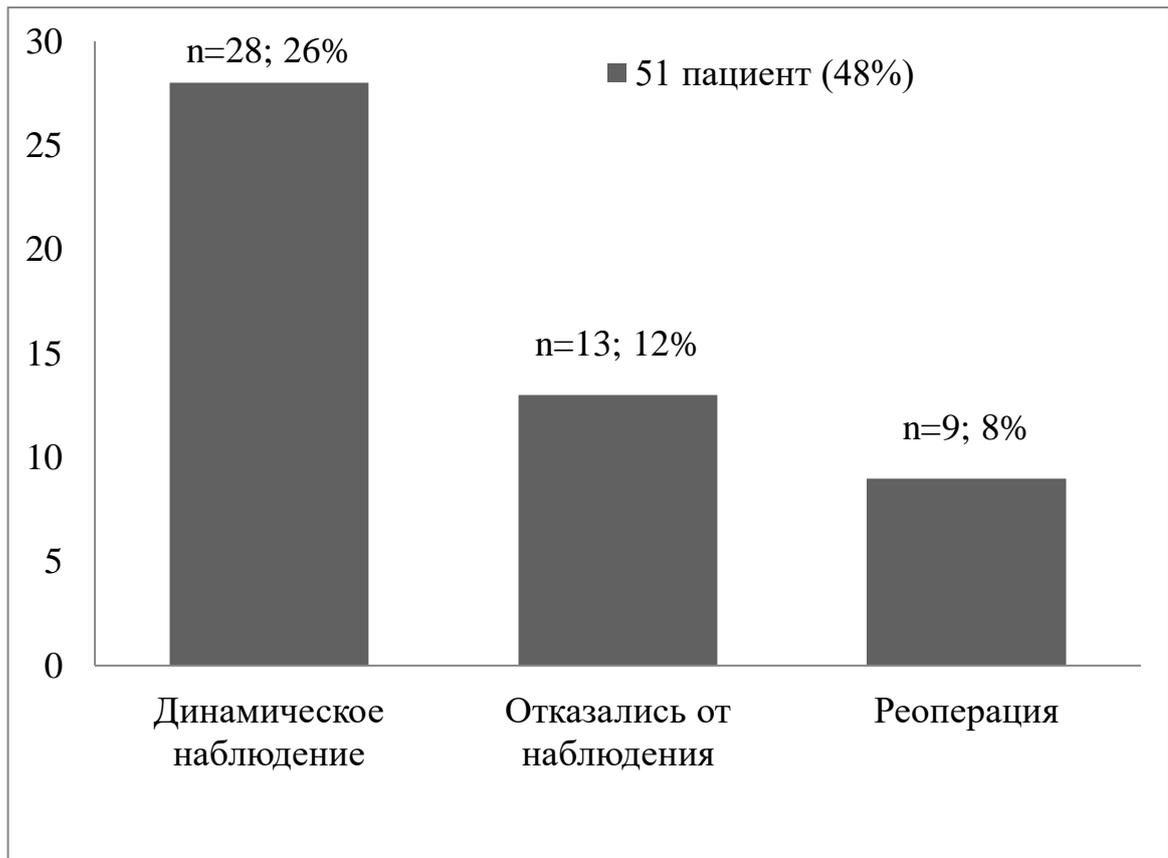


Рисунок 33 – Диаграмма. Распределение осложнений у пациентов на послеоперационном этапе

Таким образом, из 107 пациентов в послеоперационном периоде у 51 пациента (48%) были выявлены различные состояния, которые потребовали реоперации у 9 пациентов (8%), динамического наблюдения – у 28 пациентов (26%). 13 пациентов (12%) отказались от дальнейшего обследования.

Показаниями к реоперации (n=9; 8%) послужили жалобы пациента, результаты клинического осмотра и данные МСКТ на основании разработанных методик анализа пациентов в послеоперационном периоде: сохраняющийся дефект нижней стенки орбиты, увеличение объёма орбиты, признаки экзофтальма и близкий контакт имплантата нижней стенки орбиты с мягкоткаными структурами орбиты (рис. 34). Динамического наблюдения потребовали 28 пациентов (26%) ввиду близкого контакта имлантата с нижней прямой глазодвигательной мышцей без признаков её повреждения, а также ввиду незначительного пролабирования имплантата книзу без признаков экзофтальма.

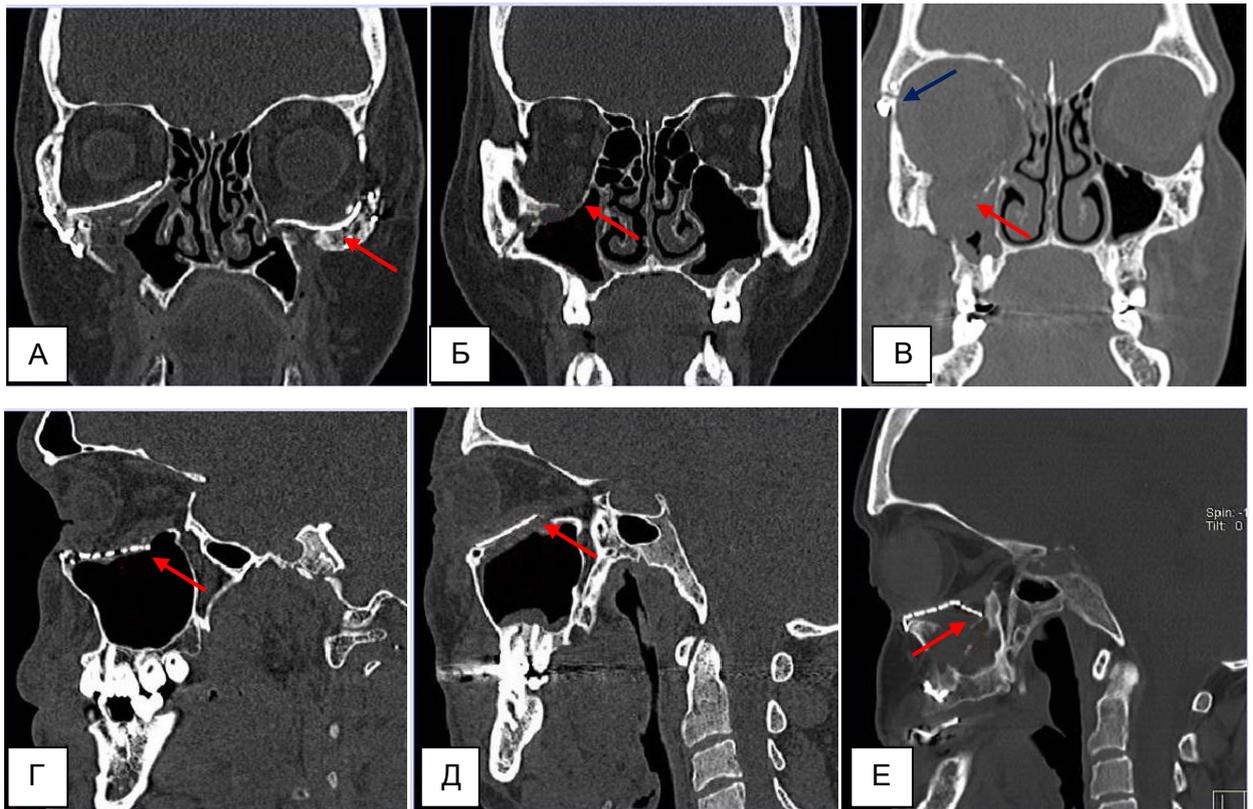


Рисунок 34 – МСКТ, реконструкции. А-В – корональные реконструкции, Г-Е – сагиттальные реконструкции

А – отсутствие симметричности восстановленных нижних стенок орбит, пролабирование имплантата нижней стенки левой орбиты в верхнечелюстной синус (стрелка),

Б – сохраняющийся дефект нижней стенки правой орбиты с пролабированием мягкотканых структур орбиты в верхнечелюстной синус,

В – восстановление правого лобно-скулового шва (синяя стрелка) без восстановления нижней стенки правой орбиты, сохраняющееся пролабирование мягкотканых структур орбиты в верхнечелюстной синус,

Г – пролабирование заднего отдела имплантата нижней стенки орбиты в верхнечелюстной синус,

Д – пролабирование заднего отдела имплантата нижней стенки орбиты кверху, в полость орбиты,

Е – выраженное пролабирование 1/3 имплантата нижней стенки орбиты в верхнечелюстной синус.

### 3.4. Статистическая обработка данных

1. Изучение прогностической ценности авторской методики в прогнозировании осложнений у пациентов с травматическими повреждениями средней зоны лица.

При изучении прогностической ценности авторской методики в отношении осложнений оперативного лечения травматических повреждений средней зоны лица на первом этапе, на основании данных наблюдения 107 пациентов была построена регрессионная модель прогнозирования осложнений послеоперационного периода на основании результатов визуальной оценки МСКТ-признаков:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(-0,947 + 1,108x_1 + 3,200x_2)}}$$

где

$p$  – вероятность развития послеоперационного осложнения,

$x_1$  - увеличение объёма орбиты при визуальной оценке МСКТ данных (0 – нет, 1 - да),

$x_2$  – наличие энтофтальма по МСКТ данным (0 – нет, 1 - да),

$b_0$  – константа модели.

Модель является статистически значимой ( $\chi^2=41,619$ ;  $p<0,001$ ) и согласованной с исходными данными (по Хосмеру-Лемешеву  $p=0,430$ ) На втором шаге построения модель характеризуют следующие параметры (таблица 21).

Таблица 21 – Сводные данные по регрессионной модели прогнозирования осложнений после оперативного лечения травматических повреждений средней зоны лица на основании результатов визуальной оценки МСКТ признаков

Предикторы	Коэфф. регрессии (b)	Стд. ошибка	Статистика Вальда $\chi^2$	Значимость (p)	Exp(b)	95% ДИ для Exp(b)	
						Нижняя	Верхняя
Увеличение объёма орбиты при	1,186	0,617	3,697	0,055	3,275	0,977	10,976

визуальной оценке данных МСКТ							
Энофтальм при визуальной оценке данных МСКТ	3,200	1,108	8,342	0,004	24,539	2,797	215,275
Константа	-0,947	0,267	12,619	<0,001	0,388		

Для данной модели коэффициент детерминации ( $R^2$ ) составил 0,430, что показывает статистически значимое объяснение данными предикторами дисперсии переменной отклика на 43,0%. При этом модель обладает 89,3%-ной специфичностью в плане предсказания отсутствия осложнений, чувствительность модели составила 62,7%. Общий процент корректных предсказаний достигает 76,6% (рис. 34).

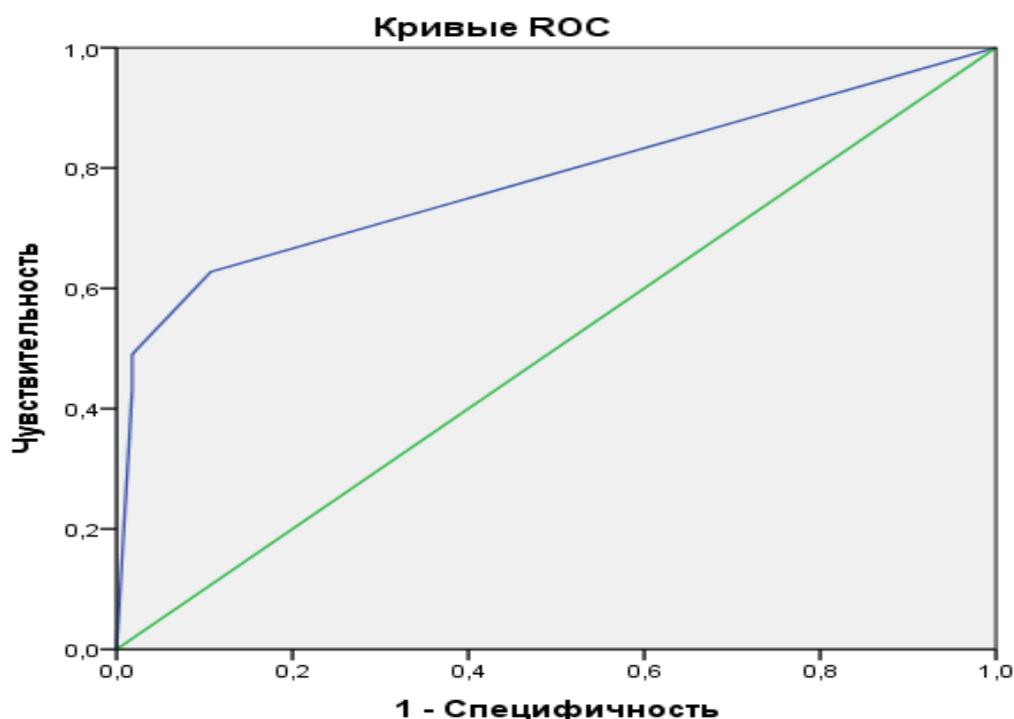


Рисунок 34 – ROC-кривая прогнозирования осложнений после оперативного лечения травматических повреждений средней зоны лица на основании результатов визуальной оценки МСКТ данных

По результатам построения ROC-кривой показатель AUC составил  $0,780 \pm 0,047$  (ДИ 95% 0,688-0,872;  $p < 0,001$ ), что соответствует в целом хорошему качеству прогностической модели.

Далее, на основании данных тех же пациентов, методом принудительного включения предикторов была построена логистическая регрессионная модель с использованием параметров, определенных при помощи авторской методики (специализированная обработка данных МСКТ) (таблица 22).

Таблица 22 – Сводные данные по регрессионной модели прогнозирования осложнений после оперативного лечения травматических повреждений средней зоны лица на основании параметров, определенных по авторской методике

Предикторы	Коэфф. регрессии (b)	Стд. ошибка	Статистика Вальда $\chi^2$	Значимость (p)	Exp(b)	95% ДИ для Exp(b)	
						Нижняя	Верхняя
Увеличение объёма орбиты	2,004	0,899	4,964	0,026	7,419	1,273	43,243
Значение объёма орбиты (мл)	-0,136	0,242	0,315	0,574	0,873	0,543	1,403
Площадь дефекта стенки орбиты (мм <sup>3</sup> )	0,005	0,006	0,744	0,388	1,005	,993	1,017
Дооперационный энофтальм	2,620	1,167	5,039	0,025	13,741	1,395	135,400
Константа	0,896	6,337	0,020	0,888	2,450		

Из таблицы 2 видно, что статистически значимо оценить повышение вероятности послеоперационных осложнений можно при помощи 2 признаков (увеличение объёма орбиты и дооперационный энофтальм). При увеличении значения каждого из них повышается вероятность развития послеоперационных осложнений. Отношение шансов для дооперационного энофтальма составляет 13,741 (ДИ 95% 1,395-135,4), для увеличения объёма

орбиты - 7,419 (ДИ 95% 1,273 - 43,243). Специфичность данной модели составляет 85,7%, чувствительность – 71,9%, общая точность – 80,7%.

Учитывая, что не все признаки имели статистическую значимость для изменения вероятности послеоперационных осложнений, была построена регрессионная модель, основанная только на показателях, вносящих достоверный вклад в результаты прогнозирования:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(-2,015 + 2,197x_1 + 2,457x_2)}}$$

где

$p$  – вероятность развития послеоперационного осложнения,

$x_1$  - увеличение объёма орбиты, определенное по авторской методике (0 – нет, 1 - да),

$x_2$  – наличие дооперационного энофтальма по авторской методике (0 – нет, 1 - да),

$b_0$  – константа модели.

Модель является согласованной с исходными данными (по Хосмеру-Лемешеву  $p=1,000$ ) и статистически значимой ( $\chi^2=40,755$ ;  $p<0,001$ ).

Сводные данные по регрессионной модели на 2-м шаге построения представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Сводные данные по регрессионной модели прогнозирования осложнений после оперативного лечения травматических повреждений средней зоны лица на основании статистически значимых параметров, определенных по авторской методике

Предикторы	Коэфф. регрессии (b)	Стд. ошибка	Статистика Вальда $\chi^2$	Значимость (p)	Exp(b)	95% ДИ для Exp(b)	
						Нижняя	Верхняя
Увеличение объёма орбиты	2,197	0,610	12,970	< 0,001	9,000	2,722	29,755
Дооперационный энофтальм	2,457	1,120	4,810	0,028	11,667	1,299	104,817

Константа	-2,015	0,435	21,493	<0,001	0,133		
-----------	--------	-------	--------	--------	-------	--	--

Увеличение обоих показателей, включённых в модель в качестве предикторов, статистически значимо повышает вероятность развития послеоперационных осложнений.

Коэффициент детерминации ( $R^2$ ) для данной модели составил 0,507, что указывает на статистически значимое объяснение изменений переменной отклика выбранными предикторами на 50,7%. При этом специфичность модели, позволяющая правильно предсказывать отсутствие осложнений составляет 80,4%. Точность прогнозирования развития осложнений (чувствительность) увеличивается до 81,3%. Общий процент корректных предсказаний составил 80,7% (рис. 35).

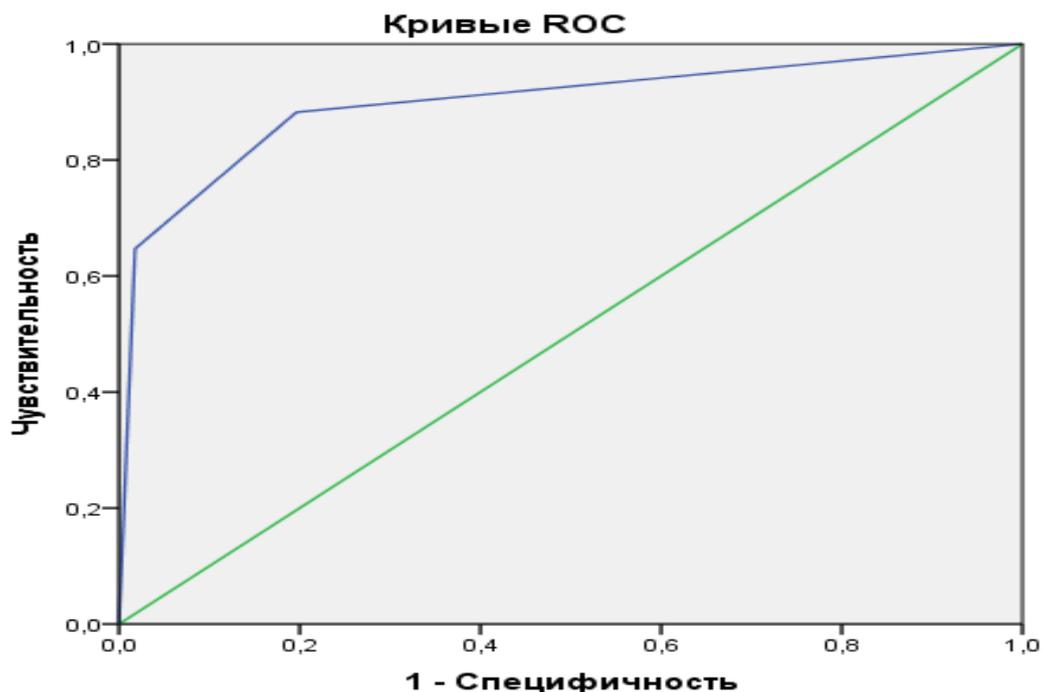


Рисунок 35 – ROC-кривая прогнозирования осложнений после оперативного лечения травматических повреждений средней зоны лица на основании статистически значимых параметров, определенных по авторской методике

По результатам построения ROC-кривой показатель AUC составил  $0,899 \pm 0,033$  (ДИ 95% 0,835 - 0,962;  $p < 0,001$ ), что указывает на очень высокое качество модели для прогнозирования послеоперационных осложнений.

Таким образом, прогностическая регрессионная модель, основанная на показателях, определенных при помощи авторской методики, обладает несколько меньшей специфичностью, но существенно превосходит в чувствительности модель, использующую аналогичные признаки визуальной оценки данных МСКТ. Сравнение полученных моделей при помощи ROC-анализа указывает на большую прогностическую ценность модели, основанной на показателях авторской методики.

2. Анализ диагностической эффективности методов лучевой диагностики на до- и послеоперационных этапах у пациентов с травматическими повреждениями средней зоны лица.

На основании проведенного исследования были проанализированы возможности лучевых методов исследования (рентгенография, МСКТ, КЛКТ) в диагностике травматических повреждений костных и мягкотканых структур средней зоны лица до и после хирургического лечения (табл. 24,25). Таблица 25 – Распределение значений чувствительности, специфичности и общей точности методов лучевой диагностики (рентгенография, КЛКТ, МСКТ) в диагностике костных структур средней зоны лица на до- и послеоперационном этапах лечения

Методы	Визуализация костных структур					
	Чувствительность		Специфичность		Общая точность	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
<b>Рентгенография</b>	60%	56%	58,8%	54,9%	59,8%	55,8%

<b>КЛКТ</b>	100%	98,9%	100%	93,3%	100%	98,1%
<b>МСКТ</b>	100%	97,3%	100%	92,8%	100%	97,1%

Таблица 25 – Распределение значений чувствительности, специфичности и общей точности методов лучевой диагностики (рентгенография, КЛКТ, МСКТ) в диагностике мягкотканых структур средней зоны лица на до- и послеоперационном этапах лечения

<b>Методы</b>	<b>Визуализация мягкотканых структур</b>					
	<b>Чувствительность</b>		<b>Специфичность</b>		<b>Общая точность</b>	
	<b>До лечения</b>	<b>После лечения</b>	<b>До лечения</b>	<b>После лечения</b>	<b>До лечения</b>	<b>После лечения</b>
<b>Рентгеног рафия</b>	25%	22,5%	13,4%	11,9%	17,7%	15,8%
<b>КЛКТ</b>	27,2%	24,2%	39,1%	37,8%	35,5%	33,6%
<b>МСКТ</b>	87,9%	88,2%	78%	81,8%	81,3%	85,9%

### 3.5. Клинический пример

Пациент А., 49 лет, травма лица получена в результате падения с высоты. Пациенту была проведена мультиспиральная компьютерная томография на 640-спиральном компьютерном томографе Toshiba Aquilion ONE. По данным МСКТ у пациента определялся перелом правого скуло-орбитального комплекса (рис. 36).

В рамках предоперационного планирования проводилась оценка изменения объёмов орбит, размеров и площади дефекта, оценка положения глазного яблока травмированной орбиты и оценка плотности мягких тканей орбиты по разработанным алгоритмам.

При подсчете объёмов поврежденной и здоровой орбит у данного пациента разница объёмов после травмы составила 0,4 мл (рис. 37). При разнице объёмов орбит более 2 мл западение глазного яблока увеличивается на 1 мм и, как следствие, повышается риск развития энофтальма. Таким образом, у данного пациента риск развития посттравматического энофтальма минимален.

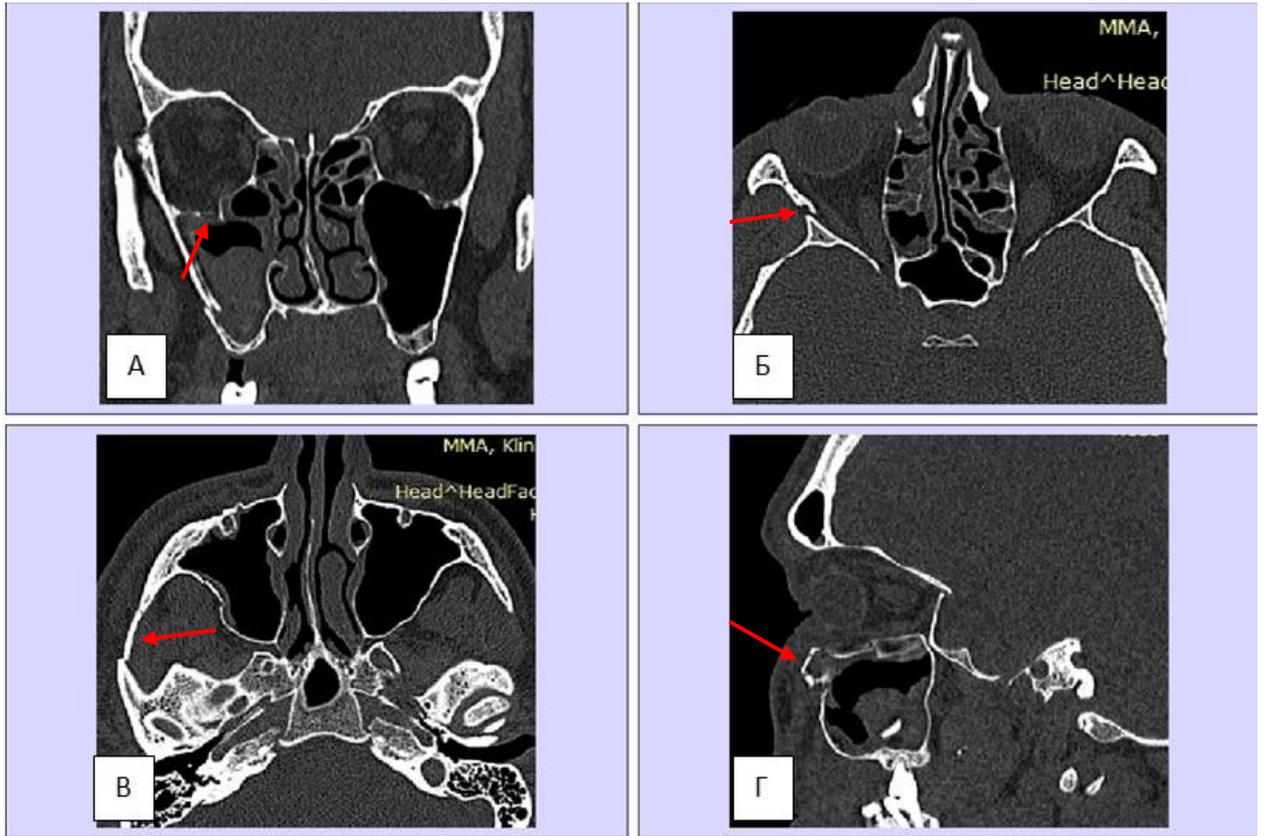


Рисунок 36 – МСКТ, корональная (А), аксиальная (Б, В) и сагиттальная (Г) реконструкции, травматические повреждения лицевого скелета справа: перелом латеральной и нижней стенок правой орбиты (А, Б, стрелки), двойной перелом правой скуловой дуги (В, стрелка), перелом подглазничного края орбиты и передней стенки правого верхнечелюстного синуса (Г, стрелка)

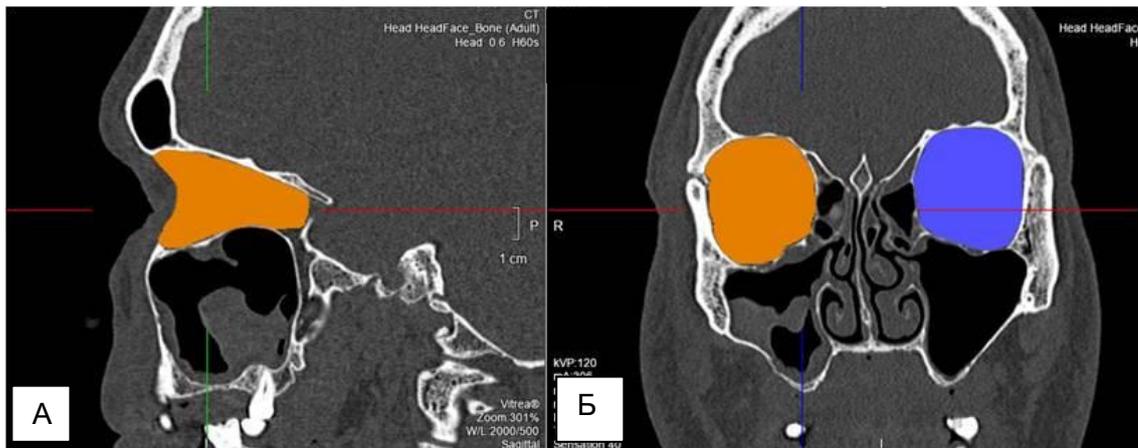




Рисунок 37 – МСКТ, сагиттальная (А), корональная (Б), 3D реконструкция (В) и аксиальная (Г) реконструкция. При подсчете объёмов поврежденной и здоровой орбит у данного пациента разница объёмов в течение 48 часов после травмы составила 0,4 мл

У пациента была выявлена треугольная форма дефекта нижней стенки орбиты, что позволило применить формулу расчета площади дефекта с треугольной формой у данного пациента. Площадь и объём дефекта нижней стенки орбиты составили  $54 \text{ мм}^2$  и  $104,5 \text{ мм}^3$ , соответственно (рис. 38).

При измерении анатомо-топографических типов черепа у данного пациента отмечались показатели процентного соотношения высоты лица к его ширине  $<49,5\%$ , что свидетельствует о эйрипрозопической форме лицевого черепа, измерение соотношения поперечного диаметра черепа к продольному диаметру составило  $>80,0\%$ , что свидетельствует о брахикранном типе черепа. Соотношение ширины орбите к высоте орбиты составляет более  $95\%$ . По данным анализа анатомо-топографических взаимоотношений типа и формы черепа можно сделать вывод о наличии «благоприятной» формы черепа у данного пациента с широкой формой орбиты.

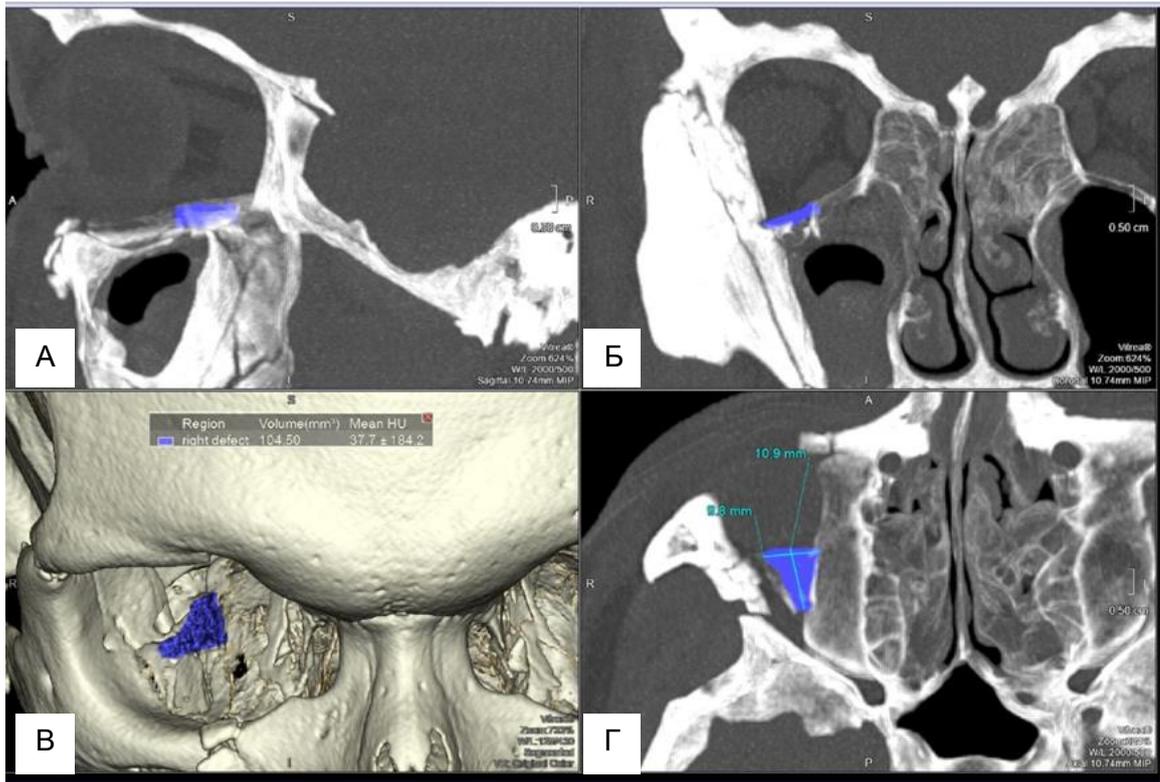


Рисунок 38 – МСКТ, мультипланарные реконструкции в сагиттальной (А), корональной (Б), аксиальной плоскостях (Г) и 3D модель (В). На сагиттальной (А) и корональной (Б) реконструкциях синим цветом показана область дефекта нижней стенки орбиты и локализация дефекта – задне-латеральный отдел. На рисунке В представлена 3D модель лицевого скелета с визуализацией дефекта в задне-латеральном отделе нижней стенки орбиты и представлением объёма дефекта в мм<sup>3</sup> (104,5 мм<sup>3</sup>). На аксиальной реконструкции (Г) представлена форма треугольного дефекта нижней стенки орбиты с измерением длины и ширины дефекта для представления площади дефекта

Различия значений верхних перпендикуляров здоровой и травмированной сторон составляло 1,2 мм через 48 часов после травмы (рис. 39). Значение разницы верхних перпендикуляров здоровой и травмированной орбиты менее 1,2 мм говорит о небольшом риске развития энтофтальма у данного пациента.

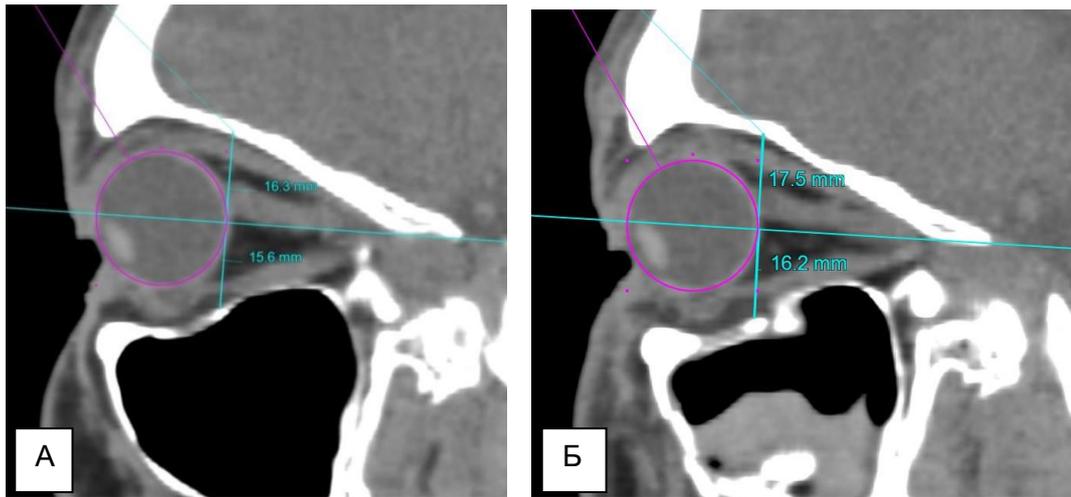


Рисунок 39 – МСКТ, сагиттальная плоскость, исследование через 48 часов после получения травмы. Измерение положения глазного яблока в здоровой (А) и травмированной (Б) орбите, различия верхнего и нижнего расстояний составляет 1,2 мм и 0,6 мм, соответственно

При измерении плотности мягких тканей переднего и заднего отделов орбиты, плотность жировой клетчатки и околоорбитальных структур не изменена (рис. 40).

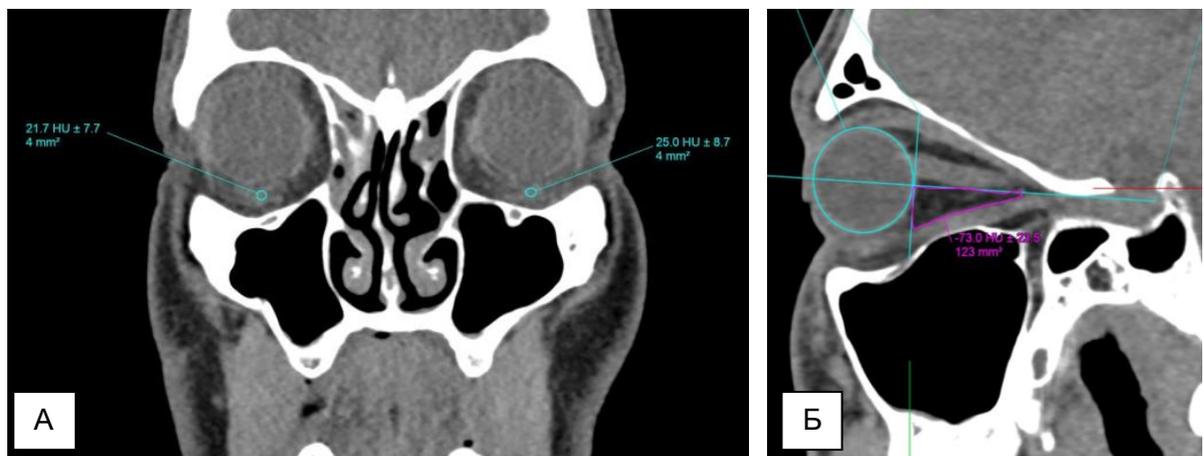


Рисунок 40 – МСКТ, корональная (А) и сагиттальная (Б) реконструкции, исследование через 48 часов после получения травмы. Измерение плотности мягких тканей переднего (А) и заднего (Б) отделов орбиты, плотность жировой клетчатки и околоорбитальных структур не изменена, симметрична

Учитывая малый размер дефекта согласно измерению объёма и площади дефектов, «благоприятную» локализацию дефекта в центрально-

латеральном отделе, процентное соотношении дефекта к нижней стенке орбиты (менее 6,65%) и анатомо-топографические взаимоотношения типа и формы черепа был сделан вывод о возможности консервативного лечения и динамического наблюдения с помощью МСКТ.

В рамках динамического наблюдения пациенту проводился МСКТ контроль в течение 2 лет, что позволило выявить положительную динамику, заключающуюся в восстановлении стенок правой орбиты, восстановлении стенок правого верхнечелюстного синуса и скуловой дуги, правильном положении глазного яблока и отсутствия пролабирования мягкотканых структур орбиты (рис. 41).

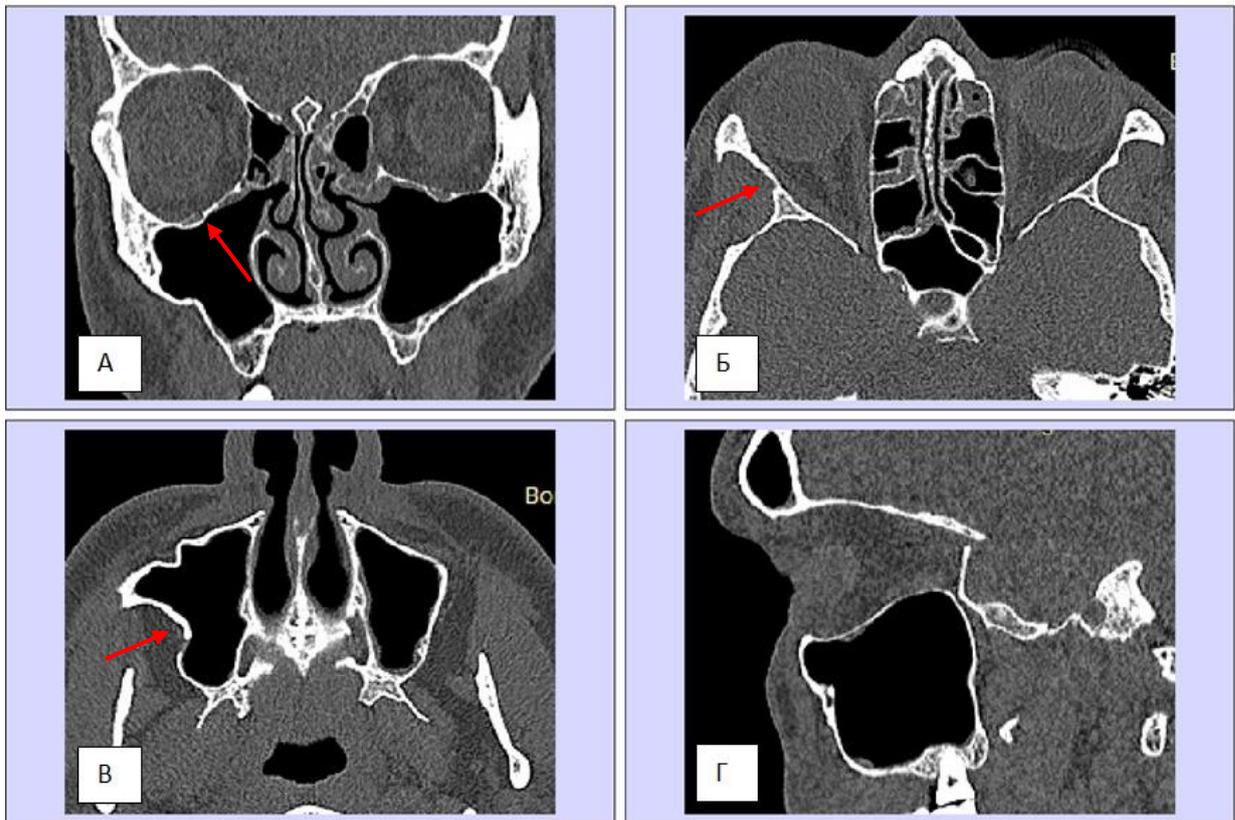


Рисунок 41 – МСКТ, корональная (А), аксиальные (Б, В) и сагиттальная (Г) реконструкции, отмечается восстановление костных стенок правой орбиты (А, Б, стрелки), а также восстановление стенок правого верхнечелюстного синуса и скуловой дуги, при этом визуализируется деформация латеральной стенки синуса (В, стрелка). Пролабирования мягких тканей правой орбиты в верхнечелюстной синус не выявлено (Г).

Однако, оценить изменение объёма правой орбиты по полученным КТ данным не представляется возможным. Для этого была применена методика расчёта объёмов орбиты с помощью обработки КТ изображений на рабочей станции. В позднем посттравматическом периоде разница объёмов травмированной и здоровой стороны составила 0,67 мл, что находится в диапазоне допустимых значений и свидетельствует о минимальном риске развития энофтальма (рис. 42).

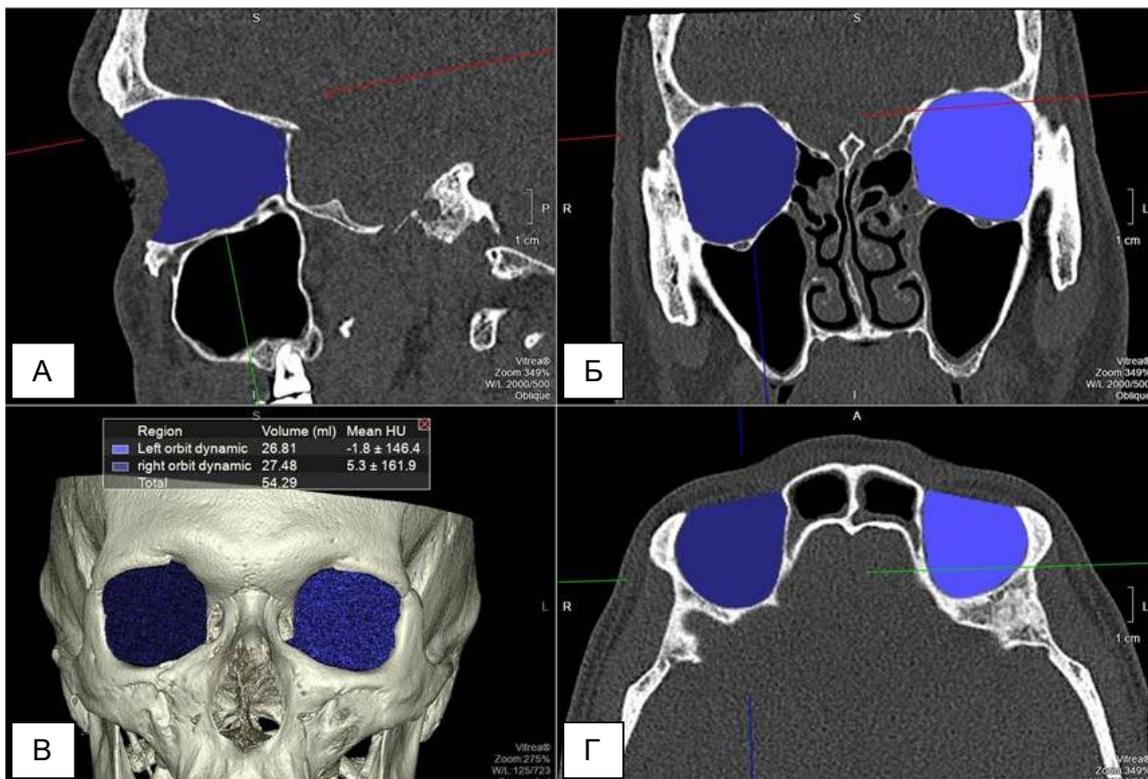


Рисунок 42 – МСКТ, сагиттальная (А), корональная (Б), 3D реконструкция (В) и аксиальная (Г) реконструкция. Измерение объёмов орбит через 2 года после травмы. В позднем посттравматическом периоде разница объёмов травмированной и здоровой стороны составила 0,67 мл.

Различия в положении глазных яблок здоровой и травмированной стороны составляло 1,1 мм через 2 года после травмы (рис. 43).

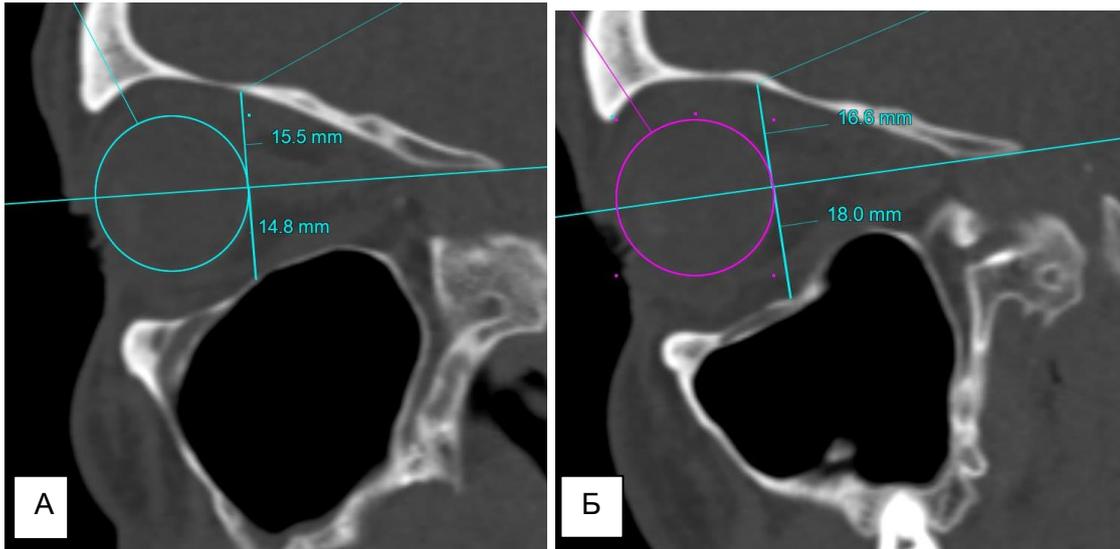


Рисунок 43 – МСКТ, сагиттальная плоскость, исследование через 2 года после получения травмы. Измерение положения глазного яблока в здоровой (А) и травмированной (Б) орбите, различия верхнего и нижнего расстояний составляет 1,1 мм и 4,0 мм, соответственно

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день проблема травматических повреждений средней зоны лица остается крайне актуальной. По данным статистики на долю переломов черепа и внутричерепных травм приходится 5,1% от общего числа всех зарегистрированных травм согласно показателям травм и отравлений и других несчастных случаев среди взрослого населения в 2009 году [2, 3]. В структуре общего травматизма 1,7% занимают травмы глаза и орбиты [2, 3].

Травма костей лицевого черепа составляет до 40% от всего списка болезней у пациентов, госпитализированных для лечения в отделения челюстно-лицевой хирургии, и составляет почти 21% от всего числа пострадавших с травмами, находящихся в стационарах лечебных учреждений [74, 40, 41].

В 50,0% случаев повреждения органа зрения приводят к слепоте одного глаза, в 20,0% – обоих глаз [80]. В структуре травм органа зрения у взрослых первое место занимают проникающие ранения, составляющие от 67,0 до 84,0 % [80].

Наиболее часто травмы черепа и челюстно-лицевой области возникают в результате дорожно-транспортных происшествий, уличной и бытовой травм и ранений в зоне военных конфликтов [41, 80].

Правильная экспертная оценка тяжести причиненного вреда здоровью повреждений, в том числе при травмах орбиты, является в настоящее время сложной междисциплинарной проблемой [3].

При судебно-медицинской оценке травмы орбиты как доминирующего повреждения в 71,8% устанавливают средней тяжести вред здоровью, 15,5% - легкий вред здоровью и только в 12,7% - тяжкий вред здоровью. Установлено, что травма орбиты в половине случаев (49,6%) является повреждением, определяющим тяжесть вреда причиненного здоровью при сочетании ее с сотрясением или ушибом головного мозга легкой степени (38,5%) или же в случаях изолированной травмы (11,2%) [3].

По разным данным одной из наиболее частых причин энуклеации глазного яблока является посттравматическая патология – от 5 до 50 % случаев. Данный тип хирургического вмешательства и последующий анофтальм является «своеобразным индикатором организации и качества работы офтальмологической службы и способен формировать у человека признаки стойкой социально-психологической дезадаптации, резко снижать качество жизни» [8].

Средняя зона лица является сложным отделом челюстно-лицевой зоны, как в анатомическом, так и в функциональном аспектах. Данная зона содержит важные костные и мягкотканые структуры, включая орган зрения и придаточный аппарата глаза, околоносовые синусы, кровеносные сосуды, нервы, слюнные железы. Среднюю зону лица также принято разделять на центральные и латеральные отделы. Травмы латеральных отделов орбиты возникают на 63% чаще, чем повреждения центральных отделов. Вследствие полиморфизма повреждений костных и мягкотканых структур средней зоны лица пострадавшие этой группы в большинстве случаев относятся к категории тяжелых [68, 69, 72, 117, 118]. Помимо этого при любых видах механической травмы лица, особенно при проникающих ранениях, могут встречаться инородные тела в голове и шее [14, 15, 48, 72].

В большинстве случаев клинические проявления разнообразны и зависят от характера и выраженности повреждений костных и мягкотканых структур средней зоны лица. Клиническое обследование пациентов не всегда может дать полное представление об объеме повреждений или всевозможных осложнениях [14, 15, 48, 72, 80].

Присутствие значимых анатомических структур и близость жизненно важных органов создают серьезные проблемы как при острой травме, так и при развитии посттравматической деформации: изменение конфигурации и объема орбиты и связанный с этим эно- и гипофтальм, приводящий к диплопии, эстетическим и функциональным нарушениям, а в ряде случаев к

тяжелой инвалидизации больных [27]. Многообразие существующих хирургических методов лечения дефектов и деформаций основания орбиты говорит о сложности устранения последствий такой травмы [80].

Рост общего числа травматизма, сочетанное повреждение костных и мягкотканых анатомических структур средней зоны лица, травмы глазного яблока и его опорно-двигательного аппарата диктует необходимость своевременной диагностики таких состояний для предоперационного планирования и послеоперационного контроля [7, 14, 15, 46, 47].

На сегодняшний день лучевая диагностика травматических повреждений средней зоны лица эволюционировала от рентгенологического обследования к экстренной мультиспиральной компьютерной томографии, конусно-лучевой компьютерной томографии, использованию специализированных моделей для визуализации, планирования и конструирования имплантатов индивидуального изготовления [90].

Сочетанное повреждение нескольких анатомических структур, травма глазного, яблока, полиморфизм клинических проявлений, необходимость выработки оптимальной тактики хирургического лечения требуют применения комплекса методов лучевой диагностики [15, 16].

В связи с этим целью нашего исследования являлось совершенствование лучевой диагностики у пациентов с травматическими повреждениями средней зоны челюстно-лицевой области на до- и послеоперационных этапах лечения.

### **Задачи исследования**

1. Разработать методики измерения объёмов орбит, оценки и классификации дефектов нижней стенки орбиты, оценки положения глазных яблок и плотности мягких тканей орбиты по данным МСКТ на до- и послеоперационном этапах лечения.
2. Разработать расширенный протокол описания данных МСКТ у данной категории пациентов.

3. Определить диагностическую эффективность методов лучевой диагностики (рентгенография, МСКТ, КЛКТ) у пациентов с травматическими повреждениями средней зоны лица на до- и послеоперационном этапах лечения.
4. Определить критерии прогнозирования послеоперационных осложнений по данным МСКТ у пациентов с травматическими повреждениями средней зоны лица.

В нашем исследовании все пациенты (n=107; 100%) с травматическими повреждениями средней зоны лица были распределены на 3 группы: 1 группа – изолированное повреждение нижней стенки орбиты (n=26; 24%), 2 группа – скуло-орбитальный комплекс (n=51; 48%), 3 группа – множественные повреждения структур средней зоны лица (n=30; 28%). Также пациенты из каждой группы были разделены по срокам поступления от момента получения травмы: острый период, стадии формирующихся и сформированных посттравматических деформаций.

При обследовании на дооперационном этапе всем пациентам (n=107; 100%) проводился анализ данных методов лучевой диагностики – рентгенографии, МСКТ, КЛКТ и фМСКТ согласно разработанному и расширенному протоколу описания повреждений костных и мягкотканых структур средней зоны лица.

При рентгенологическом методе диагностически важную информацию о состоянии костей и мягких тканей средней зоны лица получить не удалось, что говорит о низкой диагностической эффективности метода.

Всем пациентам (n=107; 100%) проводился анализ данных МСКТ согласно разработанному и расширенному протоколу описания повреждений костных и мягкотканых структур средней зоны лица, что позволило детально оценить все травматические повреждения данной зоны.

У 107 пациентов (100%) в посттравматическом периоде выполнялась конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ). Травматические

повреждения костных структур средней зоны лица выявлялись при КЛКТ у такого же количества пациентов, как и при МСКТ, однако ограничением метода является практически полное отсутствие дифференцировки мягких тканей, что не позволило выявить значимой диагностической информации.

Таким образом, МСКТ является методом выбора у пациентов с травмами структур средней зоны лица на дооперационном этапе и имеет высокую диагностическую эффективность.

Крайне важным вопросом является планирование хирургического лечения, так как неудовлетворительно выполненная реконструкция может привести к ограничению работы глазодвигательного аппарата, нарушению эстетики лица и развитию посттравматических деформаций [7, 14, 15, 46, 47].

Внедрение новых высокоинформативных диагностических методик позволяет своевременно и точно диагностировать повреждения орбиты, существенно сократить время сканирования и лучевую нагрузку, а также полноценно осуществить реконструкцию орбиты [16, 17, 72, 84, 85, 86, 88].

В связи с постоянным техническим развитием на сегодняшний день важную роль приобретает разработка методов специализированной обработки изображений для получения дополнительной диагностической информации. Использование данных методик предоставляет возможность лечащему врачу выбрать тактику ведения пациента, спланировать ход оперативного вмешательства, что в свою очередь позволит повысить эффективность и качество лечения и реабилитации данной категории пациентов [79, 93, 112].

Среди широкого спектра осложнений травмы орбиты, двумя значимыми последствиями являются энтофтальм и гипоглобус, основанные на посттравматическом увеличении орбитального объёма. Неадекватное восстановление может нарушить функцию и эстетику средней зоны лица. В

данном случае целью хирургического вмешательства является уменьшение увеличенного объёма костных границ орбиты.

На сегодняшний день и по результатам опубликованных работ, хирургическая реконструкция орбит должна быть показана при дефекте стенки орбиты более 2 см<sup>2</sup>, и когда объём орбиты увеличивается более чем на 1,62 см<sup>3</sup> или более чем на 10-15% [78, 89, 106]. Анализ расчёта объёмов показал, что увеличение орбитального объёма больше чем на 5% может считаться достаточным для появления клинически значимого экзофтальма [97].

Попытки точного измерения объёмов орбит были сделаны давно, однако результаты исследований еще не нашли широкого применения в клинической практике. Многие исследования показывают, что наиболее достоверные результаты измерений орбитального объёма получаются при использовании МСКТ [94, 105-108].

Считается, что если прирост орбитального объёма не будет превышать 2 мл, западение глазного яблока будет оставаться на уровне 1 мм. Затем риск развития клинически значимого экзофтальма будет расти пропорционально увеличению объёма орбиты. У пациентов с травмой нижней стенки орбиты увеличение объёма поврежденной орбиты более чем на 2 мм, заведомо приведет к опущению глазного яблока больше, чем на 1 мм и к развитию экзофтальма. Однако, в большом количестве случаев визуально определить изменение объема по «сырым» данным МСКТ бывает затруднительно - в таких случаях необходимо более достоверное представление объемов орбит.

В нашем исследовании разработана методика точного измерения объемов орбит до и после реконструктивной операции с целью получения дополнительной диагностической информации и оценки эффективности проведенного хирургического лечения. Поставленная задача решается проведением мультиспиральной компьютерной томографии в объёмном режиме с толщиной среза 0,5 мм в аксиальной плоскости, определением

симметричных костных границ обеих орбит и маркировкой каждой костной стенки на каждом срезе, сравнением полученные объемы до и после реконструктивной операции.

В рамках нашего исследования в 51 случае (48%) объём травмированной орбиты увеличен не был. У 35 пациентов (33%) увеличение объёма орбиты было выявлено без применения методики и при применении разработанной методики расчёта по данным МСКТ. В 21 случае (19%) при оценке данных МСКТ изменений объёма орбиты не наблюдалось, однако при применении специализированной методики обработки данных было выявлено увеличение объёмов более критического значения – 2 мл, что позволяет доказать эффективность разработанной методики.

Несмотря на множество способов оценки дефектов нижней стенки орбиты, на данный момент не существует как единого подхода к оценке дефектов, к параметрам измерения дефектов, так и не существует классификации дефектов нижней стенки орбиты, и корреляции между объёмом и площадью дефектов и предоперационным выбором имплантатов.

Для выбора тактики лечения пациентов с дефектами нижней стенки орбиты крайне важной является комплексная диагностика таких повреждений, которая включает в себя объёмное измерение дефектов, что является принципиально новым подходом в измерении дефектов в отличие от линейного измерения, и позволяет добиться точного и корректного включения всех границ дефекта в зону интереса. Вследствие этого значения размеров, площади и объёма дефекта близки к истинным, что позволяет провести наиболее корректный подбор имплантатов для полного закрытия дефекта нижней стенки орбиты. Определение локализации дефекта напрямую влияет на тактику ведения пациента: в случае локализации дефекта в наименее прочном отделе нижней стенки орбиты – задне-медиальном, риск развития энтофтальма увеличивается и прогноз пациента ухудшается, в случае локализации дефекта в более прочном отделе –

передне-латеральном, риск энтофтальма невысок и прогноз пациента улучшается. Отличительной особенностью разработанной нами комплексной оценки дефектов нижней стенки орбиты является учет анатомических вариаций строения нижней стенки орбиты, локальных изогнутостей стенки, толщины стенки орбиты и ширины подглазничного канала.

В рамках нашего исследования впервые была разработана классификация дефектов нижней стенки орбиты на основании их объёма и площади, что не было представлено в литературе ранее.

На настоящий момент, несмотря на технический прогресс, все еще остается сложным идентифицировать пациентов, находящихся в группе риска по возникновению энтофтальма с травмой орбиты. Основными недостатками известных методов определения энтофтальма являются отсутствие стандартизации измерений положения глазных яблок до и после оперативного лечения, отсутствие стабильных костных ориентиров, по которым оценивают смещение глазного яблока, способы не учитывают индивидуальные особенности нижней стенки орбиты (непрямолинейный, вогнутый ход, с наличием локальных изогнутостей и истончений стенок). Данные признаки необходимо учитывать, так как морфометрические и анатомо-топографические параметры стенок орбиты имеют широкий диапазон вариантной анатомии, в зависимости от чего тактика оперативного вмешательства, хирургический доступ и выбор имплантатов может сильно отличаться у разных пациентов.

В нашем исследовании при применении разработанной методики определения признаков энтофтальма результатом является получение точной оценки положения глазных яблок у пациентов с травмами орбиты даже при минимальном смещении глазного яблока, за счет выравнивания сагиттальных изображений по ходу зрительного нерва в аксиальной реконструкции, воспроизведении границ глазного яблока и выделении

заднего полюса глазного яблока, как наиболее важного анатомического ориентира, наличия стабильного костного ориентира в измерениях – малого крыла клиновидной кости, что позволяет сравнивать и получать точные результаты не только правой и левой орбиты, но и оценивать положение глазных яблок до и после хирургического лечения, проведении перпендикуляра к заднему полюсу глазного яблока от верхней стенки орбиты до нижней с целью измерения расстояний до и после хирургического лечения для оценки эффективности реконструктивной операции.

В норме расстояние от верхней стенки орбиты до заднего полюса глазного яблока, т.е. значения верхних перпендикуляров правой и левой орбит не должны отличаться. При разнице верхних половин перпендикуляров менее 1,2 мм при сравнении здоровой и травмированной орбиты, можно сделать вывод о минимальном смещении глазного яблока книзу. Разница верхних половин перпендикуляров 1,2 мм и более при сравнении здоровой и травмированной орбиты говорит о наличии энтофтальма. Разница нижних половин перпендикуляров позволяет судить о выраженности костно-травматических изменений нижней стенки орбиты и глубины смещения костных отломков в верхнечелюстной синус. В норме расстояние от заднего полюса глазного яблока до нижней стенки орбиты, т.е. значения нижних перпендикуляров правой и левой орбит не должны различаться. Чем больше отломки нижней стенки орбиты смещаются в верхнечелюстной синус при травме орбиты, тем больше будет разница нижних перпендикуляров здоровой и травмированной орбит.

При равном значении верхних и нижних половин перпендикуляров здоровой и травмированной орбиты после операции можно сделать вывод об эффективности восстановления нижней стенки орбиты и отсутствии смещения глазного яблока.

Таким образом, в диссертационном исследовании в предоперационном периоде из 107 пациентов в 26 случаях (24%) по данным МСКТ определялось смещение глазного яблока, что было подтверждено методикой расчета. Еще у 9 пациентов (8,1%) при применении разработанной методики расчёта были выявлены признаки энофтальма, что не визуализировалось при визуальной оценке МСКТ данных. В одном случае (0,9%) визуально по МСКТ данным было подозрение на наличие энофтальма, что не подтвердилось разработанной методикой. В остальных случаях (n=71; 66%) признаки энофтальма не определялись ни визуально по данным МСКТ, ни с применением методики расчёта.

По литературным данным считается, что отек и гематома мягких тканей орбиты, возникшие в ответ на травму, могут скрыть энофтальм величиной до 3 мм [77, 78, 91]. Основными недостатками известных методов является отсутствие стандартизации измерений плотности мягкотканых структур орбиты, отсутствие стабильных ориентиров, по которым возможна точная оценка плотности мягких тканей, отсутствие разделения в измерениях плотности мягких тканей орбиты на передние и более глубокие, задние, отделы, отсутствие правильной интерпретации измерений плотности мягкотканых структур орбиты для выбора дальнейшей тактики ведения пациента.

Поэтому в нашем исследовании был стандартизован подход для корректного измерения плотности мягких тканей орбиты. Методика подходит для оценки состояния мягких тканей в остром и в отдаленном посттравматическом периодах, для объективной оценки срока давности травмы в рамках предоперационного планирования и выбора тактики лечения пациентов. Так, оценка мягких тканей орбиты в остром посттравматическом периоде позволяет выявить отёк, кровоизлияние, гематому, внутриорбитальную эмфизему, а наличие фиброзных изменений

мягких тканей орбиты, свидетельствующих о наличии посттравматических деформаций.

Преимуществами разработанного нами метода являются получение точной и корректной информации об изменениях плотности мягких тканей орбиты после травмы за счет выравнивания сагиттальных изображений по ходу зрительного нерва в аксиальной реконструкции, измерения плотности мягкотканых структур орбиты, используя стабильные ориентиры, тем самым достигая стандартизации и воспроизводимости разработанного метода, разделение измерения плотности мягкотканых структур орбит: отдельно в передних и в более глубоких, задних отделах. Данное разделение необходимо для определения выраженности травматических изменений мягкотканых структур орбиты, так как отёк мягких тканей переднего отдела орбиты зачастую может частично отражать отёк околоорбитальных мягких тканей лица. Изменение плотности мягких тканей в глубоких отделах орбиты отражает изменения непосредственно орбитальных структур и позволяет судить о выраженности травматического повреждения орбиты.

Измерение плотности мягких тканей заднего отдела орбиты проводят в пространстве между зрительным нервом и нижней прямой глазодвигательной мышцей. Плотность мягких тканей необходимо измерять в симметричных отделах орбиты с применением одинаковых инструментов для измерения плотности. При выявлении свежей травмы необходимо измерять плотность мягких тканей переднего и заднего отделов орбиты для выявления КТ-признаков отёка, так как значительный отёк мягких тканей орбиты может дать ложноположительное представление об отсутствии смещения глазного яблока по сравнению с подострым периодом.

В нашем исследовании также производился анализ анатомических особенностей лицевого черепа и структур средней зоны лица, что не использовалось ранее в рамках предоперационного планирования.

Информация о краниометрических параметрах орбиты носит важный характер при планировании реконструктивно-восстановительных операций в области средней зоны лица, так как морфометрические параметры стенок орбиты и анатомо-топографических структур средней зоны лица имеют широкий диапазон вариантной анатомии и данная информация необходима для определения тактики оперативного лечения, выбора хирургического доступа и размеров имплантатов с целью проведения эффективной реконструктивной операции у каждого пациента с учётом индивидуальных краниометрических показателей.

Таким образом, на основании анализа данных МСКТ и разработанных методик оценки травматических изменений средней зоны лица в нашем исследовании были определены прямые и косвенные критерии определения тактики ведения пациентов с травмами средней зоны лица. К прямым признакам относили тип дефекта нижней стенки орбиты, локализацию дефекта по отношению ко всей стенке, отношение площади посттравматического дефекта ко всей площади нижней стенки орбиты, увеличение объёма травмированной орбиты, положение глазного яблока и наличие признаков энфтальма, определение плотности мягких тканей орбиты. К косвенным признакам относили анатомические характеристики черепа и орбиты.

Тактика ведения пациентов включала в себя 3 основных направления: консервативное лечение с динамическим наблюдением, хирургическое лечение с выбором имплантата в соответствии с рассчитанными объёмом и площадью дефекта, протезирование нижней стенки имплантатами в соответствии с размерами дефекта с добавлением элементов металлоостеосинтеза в области структур средней зоны лица.

На основании разработанных критериев предоперационного планирования тактика ведения была изменена у 12 пациентов (11%). У 3 пациентов (2,8%) хирургическая тактика ведения была изменена на

консервативную с динамическим наблюдением. У 5 пациентов (4,7%) с планируемой установкой МОС в области структур средней зоны лица было добавлено эндопротезирование нижней стенки орбиты. У 2 пациентов (1,9%) было проведено только эндопротезирование нижней стенки орбиты без установки МОС в области структур средней зоны лица. У 3 пациентов (2,8%) было проведено хирургическое лечение в объёме установки МОС в области структур средней зоны лица без эндопротезирования нижней стенки орбиты

На послеоперационном этапе все 107 пациентов (100%) были обследованы на раннем послеоперационном этапе – в течение 48 часов после операции. Из 107 пациентов в позднем послеоперационном этапе были обследованы 68 пациентов (63,5%) через 3-6 месяцев после операции с целью проведения дополнительного диагностического контроля.

При обследовании на послеоперационном этапе пациентам проводился анализ данных методов лучевой диагностики – рентгенографии, МСКТ, КЛКТ и фМСКТ согласно разработанному и расширенному протоколу описания послеоперационных состояний и оценки восстановления структур средней зоны лица.

При рентгенологическом методе в послеоперационном периоде диагностически важную информацию о состоянии костей и мягких тканей средней зоны лица получить не удалось, что говорит о низкой диагностической эффективности метода.

На этапе послеоперационного обследования в алгоритм обязательного анализа МСКТ данных входили: восстановление костных границ и конфигурации средней зоны лица, состояние мягких тканей средней зоны лица, оценка положения имплантатов и металлоостеосинтеза, восстановление объёмов орбит и околоносовых синусов, закрытие дефектов стенок орбит, оценка положения и симметричности глазных яблок.

Однако, у 14 пациентов (13%) с металлоостеосинтезом в области структур средней зоны лица определялись выраженные артефакты от

металлических конструкций, что могло повлиять на оценку структуры костей и определение возможных костно-деструктивных изменений.

При КЛКТ возможности оценки состояния костных структур средней зоны лица были практически сопоставимы с МСКТ, однако диагностической информации о послеоперационном состоянии мягких тканей орбиты при КЛКТ получено не было. При КЛКТ не определялось значимых артефактов от металлических конструкций, что позволило детально оценить структуру костей средней зоны лица в зонах контакта с элементами МОС.

Таким образом, МСКТ является методом выбора у пациентов с травмами структур средней зоны лица в раннем послеоперационном периоде и имеет высокую диагностическую эффективность. Однако, в позднем послеоперационном периоде для оценки положения имплантатов и элементов МОС можно использовать КЛКТ.

Для получения дополнительной диагностической информации о восстановлении объёма травмированной орбиты и определения наличия послеоперационного энфталма были применены специализированные методики обработки МСКТ данных на послеоперационном этапе.

В 51 случае (57%) объём травмированной орбиты восстановился после операции. У 24 пациентов (22%) отсутствие восстановления объёма орбиты было выявлено при визуальной оценке данных МСКТ и при применении разработанной методики расчёта. В 15 случаях (14%) при визуальной оценке МСКТ данных было отмечено восстановление орбитального объёма, однако при применении специализированной методики обработки данных было выявлено сохраняющееся увеличение объёмов более критического значения – 2 мл. У 7 пациентов (6%) визуально по МСКТ данным было подозрение на увеличение объёма травмированной орбиты, что не подтвердилось при использовании специализированной обработки данных.

В послеоперационном периоде в 14 случаях (13%) визуально по МСКТ данным определялось смещение глазного яблока, что было подтверждено

методикой расчёта. У 15 пациентов (14%) при применении разработанной методики расчёта были выявлены признаки послеоперационного энофтальма, что не визуализировалось при визуальной оценке МСКТ данных. В остальных случаях (n=78; 73%) признаки энофтальма не определялись ни визуально по данным МСКТ, ни по методике расчёта.

На основании разработанных критериев оценки данных МСКТ на послеоперационном этапе все пациенты (n=107; 100%) были проанализированы согласно разработанному алгоритму и из 107 пациентов в послеоперационном периоде в 48% случаях были выявлены различные осложнения, которые потребовали реоперации в 12% случаях, динамического наблюдения в 26% случаях и 8% пациентов отказались от дальнейшего обследования.

Показаниями к реоперации (n=9; 8%) послужили жалобы пациента, результаты клинического осмотра и данные МСКТ на основании разработанных методик анализа пациентов в послеоперационном периоде: сохраняющийся дефект нижней стенки орбиты, увеличение объёма орбиты, признаки энофтальма и повреждения мягких тканей орбиты имплантатами. Динамического наблюдения потребовали 28 пациентов (26%) ввиду близкого контакта имлантата с нижней прямой глазодвигательной мышцей без признаков её повреждения и незначительного пролабирования имплантата книзу без признаков энофтальма.

Диагностическая эффективность методов лучевой диагностики у пациентов с травматическими повреждениями средней зоны лица на дооперационном этапе составила: при анализе костных структур: рентгенография (Sn – 60%, Sp – 58,8%, Ac – 59,8%), КЛКТ (Sn – 100%, Sp – 100%, Ac – 100%), МСКТ (Sn – 100%, Sp – 100%, Ac – 100%); при анализе мягкотканых структур: рентгенография (Sn – 25%, Sp – 13,4%, Ac – 17,7%), КЛКТ (Sn – 27,2%, Sp – 39,1%, Ac – 35,5%), МСКТ (Sn – 87,9%, Sp – 78%, Ac – 81,3%).

Диагностическая эффективность методов лучевой диагностики у пациентов с травматическими повреждениями средней зоны лица на послеоперационном этапе составила: при анализе костных структур: рентгенография (Sn – 56%, Sp – 54,9%, Ac – 55,8%), КЛКТ (Sn – 98,9%, Sp – 93,3%, Ac – 98,1%), МСКТ (Sn – 97,3%, Sp – 92,8%, Ac – 97,1%), при анализе мягкотканых структур: рентгенография (Sn – 22,5%, Sp – 11,9%, Ac – 15,8%), КЛКТ (Sn – 24,2%, Sp – 37,8%, Ac – 33,6%), МСКТ (Sn – 88,2%, Sp – 81,8%, Ac – 85,9%).

В рамках диссертационного исследования для прогнозирования осложнений хирургического лечения травматических повреждений средней зоны лица был использован метод множественного логистического регрессионного анализа.

Была проведена сравнительная оценка возможности использования в качестве предикторов послеоперационных осложнений результатов визуальной оценки МСКТ данных (наличие визуального увеличения объёма орбиты, наличие энофтальма) и параметров, установленных по авторской методике (увеличение объёма орбиты, площадь дефекта стенки орбиты, значение объёма орбиты травмированной стороны, дооперационный энофтальм).

Статистически значимо оценить повышение вероятности послеоперационных осложнений можно при помощи 2 признаков (увеличение объёма орбиты и дооперационный энофтальм). При увеличении значения каждого из них повышается вероятность развития послеоперационных осложнений. Отношение шансов для дооперационного энофтальма составляет 13,741 (ДИ 95% 1,395-135,4), для увеличения объёма орбиты - 7,419 (ДИ 95% 1,273 - 43,243). Специфичность данной модели составляет 85,7%, чувствительность – 71,9%, общая точность – 80,7%.

Таким образом, прогностическая регрессионная модель, основанная на показателях, определенных при помощи авторской методики, а именно увеличение объёма травмированной орбиты и наличие энофтальма, обладает несколько меньшей специфичностью, но существенно превосходит в чувствительности модель, использующую аналогичные признаки визуальной оценки МСКТ данных. Сравнение полученных моделей при помощи ROC-анализа указывает на большую прогностическую ценность модели, основанной на показателях авторской методики. Точность прогнозирования развития осложнений составляет до 81,3%.  $p < 0,001$ , что указывает на очень высокое качество модели для прогнозирования послеоперационных осложнений.

## ВЫВОДЫ

1. Разработанные методики измерения объемов орбит, оценки и классификации дефектов нижней стенки орбиты, оценки положения глазных яблок и плотности мягких тканей орбиты по данным МСКТ на до- и послеоперационном этапах лечения дали возможность получить дополнительную диагностическую информацию о состоянии структур средней зоны лица и позволили изменить тактику ведения пациентов в 11% случаев.
2. Разработанный расширенный протокол анализа данных МСКТ, включающий подробное описание всех костей и анатомических структур средней зоны лица и анализ мягкотканых структур орбиты и мягких тканей лица, позволил получить полную информацию о состоянии пациентов для выбора вида хирургического лечения и оценки возможных послеоперационных осложнений.
3. Диагностическая эффективность методов лучевой диагностики у пациентов с травматическими повреждениями средней зоны лица на дооперационном этапе составила:
  - при анализе костных структур: рентгенография (Sn – 60%, Sp – 58,8%, Ac – 59,8%), КЛКТ (Sn – 100%, Sp – 100%, Ac – 100%), МСКТ (Sn – 100%, Sp – 100%, Ac – 100%),
  - при анализе мягкотканых структур: рентгенография (Sn – 25%, Sp – 13,4%, Ac – 17,7%), КЛКТ (Sn – 27,2%, Sp – 39,1%, Ac – 35,5%), МСКТ (Sn – 87,9%, Sp – 78%, Ac – 81,3%).
4. Диагностическая эффективность методов лучевой диагностики у пациентов с травматическими повреждениями средней зоны лица на послеоперационном этапе составила:
  - при анализе костных структур: рентгенография (Sn – 56%, Sp – 54,9%, Ac – 55,8%), КЛКТ (Sn – 98,9%, Sp – 93,3%, Ac – 98,1%), МСКТ (Sn – 97,3%, Sp – 92,8%, Ac – 97,1%),

- при анализе мягкотканых структур: рентгенография (Sn – 22,5%, Sp – 11,9%, Ac – 15,8%), КЛКТ (Sn – 24,2%, Sp – 37,8%, Ac – 33,6%), МСКТ (Sn – 88,2%, Sp – 81,8%, Ac – 85,9%).
5. Увеличение объёма орбит на 2 мл и смещение глазных яблок на 1,2 мм по данным МСКТ являются прогностическими признаками статистически значимого повышения вероятности развития послеоперационных осложнений у пациентов с травматическими повреждениями средней зоны лица (точность прогнозирования развития осложнений составляет до 81,3%.  $p < 0,001$ ).

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При оценке данных МСКТ на до- и послеоперационных этапах необходимо использовать расширенный протокол описания костных и мягкотканых структур средней зоны лица, включающий подробное описание всех костей средней зоны лица: орбит, околоносовых синусов, скуловой кости, твёрдого нёба, костей полости носа и альвеолярного отростка верхней челюсти, включая описание анатомических каналов, ямок и щелей средней зоны лица; анализ данных МСКТ при описании мягкотканых структур средней зоны лица должен включать подробный анализ структур орбиты (глазное яблоко, около- и ретробульбарная клетчатка, глазодвигательные мышцы, зрительный нерв, слёзные железы).
2. У пациентов с малым дефектом нижней стенки орбиты (до  $105 \text{ мм}^3$  включительно или до  $54 \text{ мм}^2$  включительно), передне-латеральной локализацией дефекта по отношению к стенке орбиты, отношению площади посттравматического дефекта ко всей площади нижней стенки орбиты менее 6,65%, при отсутствии увеличения объёма травмированной орбиты, отсутствии признаков энфальма, с неизменной плотностью мягких тканей орбиты рекомендовано проведение консервативного лечения с динамическим наблюдением.
3. У пациентов со средним дефектом нижней стенки орбиты (от  $105 \text{ мм}^3$  до  $201,4 \text{ мм}^3$  или от  $54 \text{ мм}^2$  до  $117,2 \text{ мм}^2$ ), «неблагоприятной» локализацией дефекта по отношению к стенке орбиты (медиальный отдел орбиты, задний отдел орбиты), отношению площади посттравматического дефекта ко всей площади нижней стенки орбиты более 6,65%, при наличии увеличенного объёма травмированной орбиты и признаков энфальма, измененной плотности мягких тканей орбиты необходимо

проведение хирургического лечения с выбором имплантата в соответствии с рассчитанными объёмом и площадью дефекта.

4. У пациентов с большим или тотальным дефектом нижней стенки орбиты ( $201,5 \text{ мм}^3$  и более или  $117,3 \text{ мм}^2$  и более), локализацией дефекта по отношению к стенке орбиты (медиальный отдел орбиты, задний отдел орбиты), отношению площади посттравматического дефекта ко всей площади нижней стенки орбиты более 6,65%, при наличии увеличенного объёма травмированной орбиты и признаков экзофтальма, измененной плотности мягких тканей орбиты необходимо проведение протезирования нижней стенки имплантатами в соответствии с размерами дефекта с добавлением элементов металлоостеосинтеза в области структур средней зоны лица.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

КТ — компьютерная томография

МСКТ — мультиспиральная компьютерная томография

фМСКТ — функциональная мультиспиральная компьютерная томография

КЛКТ — конусно-лучевая компьютерная томография

РГ — рентгенография

ПТД — посттравматическая деформация

МОС — металлоостеосинтез

Абс. — абсолютное число

Рис. — рисунок

Табл. — таблица

HU — единица Хаунсфилда

Ac — точность

Sn — чувствительность

Sr — специфичность

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Амосов В.И., Сперанская А.А., Лукина О.В. Использование мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) в офтальмологии // Офтальмологические ведомости. 2008; 1 (3): 54-59.
2. Андреева Т.М. Травматизм в Российской Федерации на основе данных статистики // "Социальные аспекты здоровья населения". 2010; 16 (4): 2.
3. Андрианова А.В. Клинико-инструментальные критерии экспертной оценки тяжести вреда здоровью при травмах орбиты. Дисс. ...канд. мед. наук: 14.01.07:14.03.05/Андрианова Анна Владимировна – М., 2016.- 148с.
4. Атькова Е.Л. Особенности клиники, диагностики и лечения переломов нижней стенки орбиты при тупой травме: дисс. ...канд.мед.наук: 14.01.07// Атькова Евгения Львовна – М.,1984. – 112с.
5. Ашмарин М.П. Восстановление нижней орбитальной стенки доступом через верхнечелюстную пазуху // Вестн.оториноларингологии. 2000; 6: 32.
6. Багатурия Т.Г. Компьютерная томография в диагностике и оптимизации лечения осколочных ранений глаза и орбиты: дисс. ...канд.мед.наук: 14.00.28/Багатурия Татьяна Гугушевна – М.,1988.- 190с.
7. Бакушев А. П. Хирургическое лечение пациентов с изолированными повреждениями нижней стенки глазницы. 14.01.14. Дис. канд.мед.наук. Бакушев Артем Петрович. Новокузнецк, 2016. 122 с.
8. Балашова П.М., Гололобов В.Т., Козина Е.В., Гахраманова Э.М., Кох И.А. Посттравматическая энуклеация глазного яблока среди взрослого населения красноярского края // Тихоокеанский медицинский журнал. 2016; 61 (3): 36-39.
9. Бельченко В.А., Рыбальченко Г.Н. Ранняя специализированная помощь больным с переломами дна глазницы// Новое в стоматологии. 2001; 5: 76-78.
10. Бельченко В.А., Рыбальченко Г.Н., Баранюк И.С. Клинико-анатомическое обоснование использования трансантрального оперативного доступа при переломах нижней стенки глазницы. Часть II // Стоматология. 2014; 3: 23-27.
11. Берая М.З. Комплексная диагностика орбитальной области до и после удаления глазного яблока: дисс. ...канд.мед.наук: 14.00.08/Берая Майя Зауровна – М., 2006.-170с.

12. Бровкина А.Ф., Яценко О.Ю. Компьютерно-томографическая анатомия орбиты с позиции клинициста // Вестник офтальмологии. 2008; 1: 11-14.
13. Буцан С.Б., Хохлачев С.Б., Йигиталиев Ш.Н., Заякин Я.А. Возможность 3D-моделирования в реконструктивной хирургии глазницы // Вестн. офтальмологии. 2012; 2: 20-26.
14. Васильев Ю.В., Лежнев Д.А. Лучевая диагностика повреждений челюстно-лицевой области: руководство для врачей / А.Ю. Васильев, Д.А. Лежнев. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 80 с.
15. Груша О.В., Луцевич Е.Э., Груша Я.О. Принципы лечения травматических деформаций орбиты в позднем периоде (40-летний опыт) // Вестник офтальмологии. 2003; 119 (4): 31.
16. Давыдов Д.В. Медико-биологические аспекты комплексного использования биоматериалов у пациентов с анофтальмом: Автореф. дис. д-ра мед. 14.00.08. Давыдов Дмитрий Викторович. М., 2000. - 31с.
17. Груша Я.О., Данилов С.С., Бодрова И.В., Чупова Н.А. Функциональная мультиспиральная компьютерная томография в диагностике повреждений орбиты. первые результаты // Вестник офтальмологии. 2012; 128 (4): 52-56.
18. Груша Я.О., Федоров А.А., Бакаева Т.В. Сравнительное экспериментальное исследование современных имплантационных материалов, применяемых в хирургии орбиты // Вестник офтальмологии. 2012; 2: 27-33.
19. Давыдов Д.В., Левченко О.В., Михайлюков В.М. Реконструктивная хирургия посттравматических дефектов и деформаций глазницы с использованием интраоперационной безрамной навигации // Вестник офтальмологии. 2014; 130 (2): 20-26.
20. Давыдов Д.В., Левченко О.В., Михайлюков В.М. Реконструктивная хирургия посттравматических дефектов и деформаций глазницы с использованием интраоперационной безрамной навигации // Вестник офтальмологии. 2014; 130 (2): 20-26.
21. Давыдов Д.В., Лежнев Д.А., Костенко Д.И. МСКТ-диагностика и планирование хирургического лечения при травмах и

- посттравматических деформациях стенок глазниц // Доктор.Ру. 2016; 1 (118): 116-120.
22. Давыдов Д.В., Решетов И.В., Копылова Н.Е., Евсеев А.В. Стереолитографическое моделирование при устранении деформаций орбиты // Офтальмохирургия. 2004; 1: 43-46.
23. Денисов И. С. Организационные и клинические аспекты оказания офтальмологической помощи при множественной и сочетанной боевой травме с повреждением глаз. Дис. канд. мед. наук. 14.00.27, 14.00.08. Денисов Игорь Семенович М. – 2005. 178с.
24. Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире [Электронный ресурс].- ВОЗ.- 2013.- Режим доступа: [http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2013](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013)
25. Дорожно-транспортные травмы. Информационный бюллетень N°358 (Октябрь 2015). Доступно по: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/ru/>
26. Дробышев А.Ю., Кобзева И.В., Дубина Л.Х., Давыдов Д.В., Якименко И.И. Современные представления о диагностике и реконструктивно-восстановительном лечении пациентов с посттравматическими дефектами и деформациями костей лицевого скелета // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. 2012; 1: 181-185.
27. Дубровин М.С., Копецкий И.С., Полунин В.С. Медико-социальная характеристика больных с повреждениями челюстно-лицевой области // Вестник Росздравнадзора. 2013; 2: 46-48.
28. Дурново Е.А., Хомутишникова Н.Е., Мишина Н.В., Трофимов А.О. Особенности реконструкции стенок орбиты при лечении травматических повреждений лицевого скелета // Медицинский альманах. 2013; 5 (28): 159-161.

- 29.Еолчиян С.А. Пластика сложных дефектов черепа имплантатами из титана и полиэтерэтеркетона(РЕЕК), изготовленными по САД/САМ технологиям // Вопросы нейрохирургии. 2014; 4: 3-13.
- 30.Еолчиян С.А. Черепно-мозговая травма сопровождающаяся повреждением зрительного нерва: дисс. ...канд. мед. наук: 14.00.28/Еолчиян Сергей Азникович - М.,1996. - 260с.
  
- 31.Еолчиян С.А., Катаев М.Г., Серова Н.К. Современные подходы к хирургическому лечению краниоорбитальных повреждений // Вестн. Офтальмологии. 2006; 1: 9-13.
- 32.Еолчиян С.А., Серова Н.К. Повреждение зрительного нерва при черепно-мозговой травме // Клиническое руководство по черепно-мозговой травме под ред. А.Н. Коновалова, Л.Б. Лихтермана, А.А. Потапова // М.: «Антидор», 2002. С. 208-233.
- 33.Жаров В.В., Клевно В.А., Григорьева Н.Е. Судебно-медицинские критерии определения степени тяжести вреда здоровью при переломах скуловых костей // Судебно-медицинская экспертиза. 2010; 2: 10-12.
- 34.Захаров В.О. Диагностика и лечение кранио-орбитальных повреждений: дисс. ...канд.мед.наук:14.00.28/Захаров Владимир Олегович – М., 2006. - 163с.
- 35.Иванов А.Л. Использование компьютерного и стереолитографического биомоделирования в детской челюстно-лицевой хирургии: автореф. дисс. ...канд.мед.наук: 14.00.21/Иванов Александр Леонидович - М., 2002. - 22с.
- 36.Ипполитов В.П., Рабухина Н.А., Колескина С.С. Сравнительная клинико-рентгенологическая оценка методов остеосинтеза при лечении больных с посттравматическими дефектами и деформациями костей верхней и средней зон лица // Стоматология. 2003; 1: 23-26.
- 37.Караян А.С. Одномоментное устранение посттравматических дефектов и деформаций скуло-носо-глазничного комплекса: дисс. ... д-ра мед. наук: 14.00.21/Караян Арутюн Суренович - М., 2008. - 190с.
- 38.Караян А.С., Кудинова Е.С., Рабухина Н.А., Перфильев С.А., Голубева И.Г. Одномоментная реконструкция скулоносоглазничного комплекса с использованием свободных костных и хрящевых аутооттрансплантантов // Стоматология. 2003; 5: 39-43.
- 39.Касымов Ф.О., Куликов В.С., Николаенко В.П., Зумбулидзе Н.Г. Механическая травма органа зрения. Учебное пособие. СПб, Издательство ГБОУ ВПО СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2015. 51 с.

40. Клевно В. А. Эффективные инструменты определения степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека // Судебно-медицинская экспертиза. 2009; 1: 3-6.
41. Кобзева И.В. Особенности диагностики и планирования лечения пациентов с посттравматическими дефектами и деформациями средней зоны лица. Автореа. дис. ... кандидата медицинских наук: 14.01.14 /Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова. Кобзева Ирина Владимировна. Москва, 2013. 225 с.
42. Кобзева И.В., Дробышев А.Ю., Давыдов Д.В., Дубина Л.Х. Применение системы резорбируемых пластин и пинов при лечении больных с челюстно-лицевой травмой // Тихоокеанский медицинский журнал. 2013; 1: 67-69.
43. Костенко Д.И. Современные лучевые технологии диагностики и послеоперационного контроля у пациентов с деформациями средней зоны лица. Автореф.дис. канд.мед.наук. 14.00.13, 14.01.14. Костенко Дмитрий Игоревич. М. - 2017. 23 с.
44. Кугоева Е.Э. Диагностика и лечение повреждений и заболеваний орбиты и век как структур придаточного аппарата глаза: дисс. ...д-ра мед. наук: 14.00.08/Кугоева Екатерина Эммануиловна. М., 1997. 353с.
45. Кудинова Е.С. Оптимальные доступы при одномоментной реконструкции посттравматических дефектов и деформаций скулоносоглазничного комплекса. Дис. канд.мед.наук. / Кудинова Екатерина Сергеевна. М. 2006. 204 с.
46. Лебедев М.В., Оленникова М.М., Бахтурина Ю.А., Бахтурин Н.А. Частота и структура повреждения органа зрения при сочетанных травмах в дорожно-транспортных происшествиях // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2015; 2 (50): 92-95.
47. Левченко О.В. Хирургическое лечение краниоорбитальных повреждений в остром периоде черепно-мозговой травмы: дисс....д-ра мед. наук: 14.01.18/ Левченко Олег Валерьевич. М., 2012. - 283с.
48. Левченко О.В., Крылов В.В., Давыдов Д.В., Лежнев Д.А., Михайлюков В.М., Шарифуллин Ф.А., Костенко Д.И. Рентгеновская компьютерная томография для оценки эффективности хирургической реконструкции посттравматических дефектов и деформаций глазницы // Нейрохирургия. 2014; 1: 29-33.
49. Лежнев Д.А. Лучевая диагностика травматических повреждений челюстно-лицевой области: дисс. ...д-ра. мед. наук: 14.00.19/Лежнев Дмитрий Анатольевич. М., 2008.-206с.
50. Лежнев Д.А., Трутень В.П., Серова Н.С. Роль методов лучевой диагностики в визуализации изолированных повреждений челюстно-

- лицевой области // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2008; 2 (22): 66–68.
51. Луцевич Е.Э., Альхумиди К. Современные аспекты диагностики и лечения переломов орбиты // Вестник офтальмологии. 2013; 129 (6): 89-95.
52. Луцевич Е.Э., Подгорная Н.Н., Тихомирова Т.В., Альхумиди К. Возможности физиотерапевтического лечения при травматических повреждениях орбиты // Вестник офтальмологии. 2013; 129 (4): 37-43.
53. Луцевич Е.Э., Подгорная Н.Н., Тихомирова Т.В., Кхалед Альхумиди. Возможности физиотерапевтического лечения при травматических повреждениях орбиты // Вестник офтальмологии. 2013; 4: 37-43.
54. Лучевая диагностика в стоматологии: национальное руководство, гл. ред. тома А. Ю. Васильев. (Серия «Национальные руководства по лучевой диагностике и терапии», гл. ред. серии С.К. Терновой). М., ГЭОТАР-Медиа, 2010. 288 с.
55. Маркеева М.В., Николенко В.Н., Алешкина О.Ю., Мареев О.В. Применение краниометрических данных решетчатой кости, полученных с помощью компьютерной краниометрии, в клинической практике врача оториноларинголога // REJR. 2017; 7 (4): 9-14.
56. Медведев Ю.А., Николенко В.Н., Волкова В.А., Петрук П.С. Анатомо-топометрические показатели нижней стенки глазницы в травматологии скулоглазничного комплекса // Российский стоматологический журнал. 2015; 19 (4): 9-12.
57. Медведев Ю.А., Шаманаева Л.С., Петрук П.С., Синь Я., Соловьева А.А. Применение имплантатов из тканевого никелида титана для реконструкции нижней стенки глазницы // Стоматология. 2014; 93 (3): 35-38.
58. Медведев Ю.А., Шаманаева Л.С., Петрук П.С., Ян Синь, Соловьева А.А. Применение имплантатов из тканевого никелида титана для реконструкции нижней стенки глазницы // Стоматология. 2014; 3: 35-38.
59. Месхиа Ш.М. Отдаленные результаты лечения больных с переломами костей средней зоны лица при сочетанной травме: автореф. дис. .канд. мед. наук. СПб. 2009. 95 с.
60. Михайлюков В. М. Безрамная навигация в хирургическом лечении посттравматических дефектов и деформаций глазницы. Дис.

- канд.мед.наук. 14.01.17, 14.01.18. Михайлюков Владимир Михайлович. М. 2014. 178 с.
- 61.Мошетьова Л.К., Ромодановский П.О., Андрианова А.В., Кутровская Н.Ю., Чернакова Г.М. Травма орбиты: судебно-медицинская оценка ее исходов // Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь. 2016; 1: 30-32.
- 62.Николаенко В.П., Астахов Ю.С. Орбитальные переломы: руководство для врачей. Спб.: Эко-Вектор, 2012. 436с.
- 63.Петрук П.С., Медведев Ю.А., Поляков К.А., Шаманаева Л.С., Волкова В.А., Шкварникова Е.С. Применение материалов с эффектом памяти формы при проведении реконструктивно-восстановительных операций в области латерального отдела средней зоны лицевого черепа // Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии. 2016; 1: 102-103.
- 64.Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.gibdd.ru/stat/>.
- 65.Рабухина Н.А., Голубева Г.И., Перфильев С.А., Караян А.С., Кудинова Е.С., Вербо Е.В., Бруслова Л.А., Карнаухова А.В. Использование спиральной компьютерной томографии на этапах лечения больных с дефектами и деформациями лицевых костей и мягких тканей // Стоматология. 2007; 86 (5): 44-47.
- 66.Рамонов А., Васин С. Внешние причины и травматизм: источники информации, методы и показатели оценки потерь // Демоскоп Weekly. 2012; 535: 536.
- 67.Решетов И.В., Давыдов Д.В., Сытов Г.А., Валуев Л.И., Копылова Н.Е. Результаты использования гидрогелевых имплантатов в реконструктивно-пластической хирургии орбиты // Анналы пласт., реконстр. и эстет. хирургии. 2004; 2: 19-26.
- 68.Рыбальченко Г.Н. Клиническая характеристика, диагностика и лечение больных с травмой средней зоны лицевого черепа: дисс. ...канд. мед. наук: 14.00.21/Рыбальченко Глеб Николаевич. М., 2000. 132с.
- 69.Сангаева Л.М. Лучевая диагностика травм глаза и структур орбиты: дисс. ...канд. мед.наук: 14.00.19/Сангаева Лейла Михайловна. М., 2009. 135с.
- 70.Сангаева Л.М., Серова Н.С., Выключок М.В., Буланова Т.В. Лучевая диагностика травм глаза и структур орбиты // Вестник рентгенологии и радиологии. 2007; 2: 60-64.

- 71.Сандаваль, Родригес Хосе Мигель. Оптимизация алгоритма медицинской реабилитации больных с переломами скуло-орбитального комплекса. Дис. канд.мед.наук. Сандаваль, Родригес Хосе Мигель. 14.01.14. М., 2010. 95 с.
- 72.Сергеева Л.А. Офтальмологическая симптоматика краниоорбитальной травмы. Дис. канд.мед.наук: 14.01.18,14.01.07/ Сергеева Лидия Александровна. М., 2012. 106 с.
- 73.Серова Н.С. Лучевая диагностика сочетанных повреждений костей лицевого черепа и структур орбиты: дисс. ...канд. мед. наук: 14.00.19/Серова Наталья Сергеевна. М., 2006. 130с.
- 74.Сироткина И.А., Бухарина Е.С. Особенности реконструкции нижней стенки орбиты у пациентов с анофтальмом // ВЕСТНИК ОГУ. 2014; 173 (12): 268-270.
75. Соловьева А.А. Анатомо-топометрическое обоснование способов восстановления скулоальвеолярного контрфорса при переломах скулоглазничного комплекса. Дисс....канд. мед. наук: 14.01.14:14.03.01/ Соловьева Анастасия Александровна. М., 2014. 139с.
- 76.Стучилов В.А., Никитин А.А., Горбуленко В.Б., Труханов Е.Ф., Замураев В.Ю., Герасименко М.Ю., Филатова Е.Ф., Кокорев В.Ю. Диагностика, лечение и реабилитация больных с последствиями переломов глазницы // Воен.-мед. журн. 2003; 324 (1): 50-54.
- 77.Стучилов В.А., Никитин А.А., Рябов А.Ю. Комплексная диагностика и лечение больных с переломами орбиты // Российская ринология. 2005; 2: 158.
- 78.Стучилов В.А., Никитин А.А., Рябов А.Ю. Особенности клинических проявлений и устранения дефектов стенок глазницы, гипо-энофтальма при «взрывных» переломах глазницы с использованием эндоскопического метода // Клиническая стоматология. 2006; 3: 60-64.
- 79.Стучилов В.А., Никитин А.А., Секирин А.Б., Филатова Е.В., Ларионов К.С., Гришин А.С., Кокорев В.Ю., Рябцева А.А. Компьютерное моделирование и лазерные технологии в реабилитации пациентов при травме средней зоны лица // Альманах клинической медицины. 2015; 36: 82-89.
- 80.Сергеева Л. А. Офтальмологическая симптоматика краниоорбитальной травмы: дисс. ...канд. мед. наук: 14.01.18:14.01.07/Сергеева Лидия Александровна. М., 2012. 143с.

81. Федорова С.В. Ретроспективный анализ клиники, диагностики и лечения больных с посттравматическими дефектами и деформациями нижнего края и дна глазницы. Дис....канд. мед наук: 14.00.21/ Федорова Светлана Владимировна. М., 2004. 152 с.
82. Филатова И.А. Анофтальм. Патология и лечение. Москва, 2007. 215с.
83. Филатова И.А., Тишкова А.П., Берая М.З., Полякова Л.Я., Тхелидзе Н.Р. Компьютерная томография в диагностике и определении тактики лечения у пациентов с посттравматической патологией глаза и орбиты // Вестник офтальмологии. 2005; 6: 9-14.
84. Чибисова М.А., Зубарева А.А. Цифровая объемная томография (3D GALILEOS/GALAXIS, SIRONA) – стандарт качества диагностики и лечения в стоматологии, челюстно-лицевой хирургии и оториноларингологии. СПб., МЕДИ, 2010. 128 с.
85. Чупова Н.А. Функциональная мультиспиральная компьютерная томография (фМСКТ) в оценке мышц глаза при механическом повреждении. Дис....канд. мед наук: 14.00.21/ Чупова Нина Андреевна. М., 2013. 116 с.
86. Чупова Н.А., Бодрова И.В., Терновой С.К., Груша Я.О., Данилов С.С. Роль функциональной мультисрезовой компьютерной томографии в определении сократимости прямых мышц при травме орбиты // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2012; 57 (5): 47-53.
87. Чупова Н.А., Бодрова И.В., Терновой С.К., Груша Я.О., Данилов С.С. Роль функциональной мультиспиральной компьютерной томографии в определении сократимости прямых мышц при травматическом повреждении орбиты // Бюллетень сибирской медицины. 2012; 11 (S1): 145-147.
88. Яценко О.Ю., Тюрин И.Е. Рентгеноанатомия орбиты. Часть 1. Костная орбита и ее вершина // Вестник рентгенологии и радиологии. 2015; 3: 5-11.
89. Яценко О.Ю., Тюрин И.Е. Рентгеноанатомия орбиты. Часть 2. Мякотканое содержимое орбиты // Вестник рентгенологии и радиологии. 2016; 97 (1): 5-13.
90. Ahn HB, Ryu WY, Yoo KW, Park WC, Rho SH, Lee JH, et al. Prediction of enophthalmos by computer-based volume measurement of orbital fractures in a Korean population. Ophthal Plast Reconstr Surg. 2008; 24: 36–9.

91. Andrew J. Sidebottom The TN Chawla Lecture. The current management of midfacial trauma. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research* 3 (2013) 120 e1 2 2.
92. Blas Garcia Garcia, Alicia Dean Ferrer. Surgical indications of orbital fractures depending on the size of the fault area determined by computed tomography: A systematic review. *Rev Esp Cir Oral Maxilofac*. 2016;38(1):42–48.
93. Fabian Schlittler, Andre Schmidli, Franca Wagner, Chantal Michel, Matthias Mottini, Olivier Lieger. What Is the Incidence of Implant Malpositioning and Revision Surgery After Orbital Repair? *Craniofacial Trauma*. 2018; 76 (1): 146–153.
94. Fan X, Li J, Zhu J, Li H, Zhang D. Computer-assisted orbital volume measurement in the surgical correction of late enophthalmos caused by blowout fractures. *Ophthal Plast Reconstr Surg*. 2003;19:207–11.
95. Harald Essig\*, Lars Dressel, Majeed Rana, Madiha Rana, Horst Kokemueller, Martin Ruecker and Nils-Claudius Gellrich. Precision of posttraumatic primary orbital reconstruction using individually bent titanium mesh with and without navigation: a retrospective study. *Head & Face Medicine* 2013, 9:18.
96. Jansen J., Schreurs R., Dubois L., Maal T.J., Gooris P.J., Becking A.G. Orbital volume analysis: validation of a semi-automatic software segmentation method. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2016 Jan;11(1):11-8. doi: 10.1007/s11548-015-1254-6.
97. Jin HR, Shin SO, Choo MJ, Choi YS. Relationship between the extent of fracture and the degree of enophthalmos in isolated blowout fractures of the medial orbital wall. *J Oral Maxillofac Surg*. 2000;58:617–20 [discussion 620–1].
98. Jong Hyun Cha, Myeong Ho Moon, Yong Hae Lee, In Chang Koh, Kyu Nam Kim, Chang Gyun Kim, Hoon Kim. Correlation between the 2-Dimensional Extent of Orbital Defects and the 3-Dimensional Volume of Herniated Orbital Content in Patients with Isolated Orbital Wall Fractures. *Arch Plast Surg*. 2017, Vol. 44, No. 1. 26-33.
99. Kolk A, Pautke C, Schott V, Ventrella E, Wiener E, Ploder O, et al. Secondary post-traumatic enophthalmos: high-resolution magnetic resonance imaging compared with multislice computed tomography in postoperative orbital volume measurement. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007;65: 1926–34.

100. Krause M., Hümpfner-Hierl H., Völker L., Hierl T., Pausch N.C.. A new approach to treat bone gaps after midfacial and zygomatic fractures with a collagen membrane. *Oral Maxillofac Surg.* 2017 Dec;21(4):439-446. doi: 10.1007/s10006-017-0652-z.
101. Kumar M., Shanavas M., Sidappa A., Kiran M. Cone beam computed tomography - know its secrets. *J Int Oral Health.* 2015; 7 (2): 64-8.
102. Lee WT, Kim HK, Chung SM. Relationship between small-size medial orbital wall fracture and late enophthalmos. *J Craniofac Surg.* 2009;20:75–80.
103. Lívia Bonjardim Lima, Renato Barjona Miranda de Miranda, Lair Mambrini Furtado, Flaviana Soares Rocha, Marcelo Caetano Parreira da Silva, Cláudia Jordão Silva. Reconstruction of orbital floor for treatment of a pure blowout fracture. *Revportestomatolmedentcirmaxillofac.* 2015;56(2):122–126.
104. Maximilian E. H.Wagner, Nils-Claudius Gellrich, Karl-Ingo Friese, Matthias Becker, Franz-Erich Wolter, Juergen T. Lichtenstein, Marcus Stoetzer, Majeed Rana, Harald Essig. Model-based segmentation in orbital volume measurement with cone beam computed tomography and evaluation against current concepts. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2016 Jan;11(1):1-9. doi: 10.1007/s11548-015-1228-8.
105. Minoru Furuta. Measurement of Orbital Volume by Computed Tomography: Especially on the Growth of the Orbit. *Jpn J Ophthalmol* 2001;45:600–606.
106. Nastri A.L., Gurney B. Current concepts in midface fracture management. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016; 24 (4): 368-75. doi: 10.1097/MOO.0000000000000267.
107. Oliver Ploder, Clemens Klug, Werner Backfrieder, Martin Voracek, Christian Czerny, Manfred Tschabitscher. 2D- and 3D-based measurements of orbital floor fractures from CT scans. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* (2002) 30, 000–000.
108. Ploder O, Klug C, Voracek M, Burggasser G, Czerny C. Evaluation of computer-based area and volume measurement from coronal computed tomography scans in isolated blowout fractures of the orbital floor. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002;60:1267–72.
109. Raskin EM, Millman AL, Lubkin V, della Rocca RC, Lisman RD, Maher EA. Prediction of late enophthalmos by volumetric analysis of orbital fractures. *Ophthal Plast Reconstr Surg.* 1998;14:19–26.

110. Regensburg NI, Kok PH, Zonneveld FW, Baldeschi L, Saeed P, Wiersinga WM, Mourits MP. A new and validated CT-based method for the calculation of orbital soft tissue volumes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2008 May;49(5):1758-62. doi: 10.1167/iovs.07-1030.
111. Scolozzi P, Momjian A, Heuberger J. Computer-aided volumetric comparison of reconstructed orbits for blow-out fractures with nonpreformed versus 3-dimensionally preformed titanium mesh plates: a preliminary study. *J Comput Assist Tomogr.* 2010;34:98–104.
112. Shintaku W. H., Venturin J. S., Azevedo B., Noujeim M. Applications of cone-beam computed tomography in fractures of the maxillofacial complex. Review article. *Dental Traumatology.* 2009; 25: 358–366. doi: 10.1111/j.1600-9657.2009.00795.x
113. Shintaro Sukegawa, Takahiro Kanno, Akane Shibata, Kenichi Matsumoto, Yuka Sukegawa-Takahashi, Kyosuke Sakaida, Yoshihiko Furuki. Treatment of Orbital Fractures with Orbital-Wall Defects using Anatomically Preformed Orbital Wall Reconstruction Plate System. *Journal of Hard Tissue Biology* 26[2] (2017) 231- 236.
114. Stuck B.A., Hülse R., Barth T.J. Intraoperative cone beam computed tomography in the management of facial fractures. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2012; 41 (10): 1171-5. doi: 10.1016/j.ijom.2012.06.006.
115. Suomalainen A., Pakbaznejad Esmaeili E., Robinson S. Dentomaxillofacial imaging with panoramic views and cone beam CT. *Insights Imaging.* 2015; 6: 1–16. doi: 10.1007/s13244-014-0379-4
116. Susarla SM, Duncan K, Mahoney NR, Merbs SL, Grant MP. Virtual Surgical Planning for Orbital Reconstruction. *Middle East Afr J Ophthalmol.* 2015 Oct-Dec;22(4):442-6. doi: 10.4103/0974-9233.164626.
117. Thomas S. Kühnel, Torsten E. Reichert. Trauma of the midface. *Head and Neck Surgery* 2015, Vol. 14. 45 p.
118. Wayne S. Kubal. *RadioGraphics.* 2008; 28:1729–1739.
119. Whitehouse RW, Batterbury M, Jackson A, Noble JL. Prediction of enophthalmos by computed tomography after ‘blow out’ orbital fracture. *Br J Ophthalmol.* 1994;78:618–20.
120. Yilmaz S.Y., Misirlioglu M., Adisen M.Z. Diagnosis of Maxillary Sinus Fracture with Cone-Beam CT: Case Report and Literature Review. *Craniomaxillofac Trauma Reconstr.* 2014; 7 (2): 85-91. doi: 10.1055/s-0034-1371550.