

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра челюстно-лицевой хирургии

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научной работе

д.м.н., профессор



В.Я.Хрыщанович

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

челюстно-лицевой хирургии

д.м.н., профессор

  
А.С.Ластовка  
28.06.2019

УДК 616.716.8-001.5-089

На правах рукописи

СОСТОЯНИЕ НИЖНЕЙ СТЕНКИ ОРБИТЫ ПРИ ПЕРЕЛОМЕ  
СКУЛО-ОРБИТАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Диссертация на соискание степени магистра

Специальность: 1-79 80 26 «Стоматология»

Выполнил:

Магистрант

Юнесиджадиди Амирхосейн

  
27.06.2019

Научный руководитель

Горбачев Федор Александрович,

к.м.н., доцент

  
27.06.2019

Минск 2019

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра челюстно-лицевой хирургии

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научной работе  
д.м.н., профессор

\_\_\_\_\_ В.Я.Хрыщанович  
\_\_\_\_.\_\_\_\_.2019

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой  
челюстно-лицевой хирургии  
д.м.н., профессор

\_\_\_\_\_ А.С.Ластовка  
\_\_\_\_.\_\_\_\_.2019

УДК 616.716.8-001.5-089

На правах рукописи

СОСТОЯНИЕ НИЖНЕЙ СТЕНКИ ОРБИТЫ ПРИ ПЕРЕЛОМЕ  
СКУЛО-ОРБИТАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Диссертация на соискание степени магистра

Специальность: 1-79 80 26 «Стоматология»

Выполнил:

Магистрант

Юнесиджадиди Амирхоссейн

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_.\_\_\_\_.2019

Научный руководитель

Горбачев Федор Александрович,

к.м.н., доцент

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_.\_\_\_\_.2019

Минск 2019

## РЕФЕРАТ

Нарушение целостности стенок орбиты и смещение отломков может приводить к функционально-эстетическим нарушениям даже после репозиции скуловой кости. Своевременная диагностика наличия перелома стенки орбиты при травмах средней зоны лица позволяет выбрать верную тактику хирургического лечения пациентов. Основным методом определения наличия перелома и степени смещения отломков нижней стенки орбиты остается рентгенологический метод. Применение для диагностики различных видов компьютерной томографии позволяет достоверно определить наличие повреждений стенок орбиты.

Целью исследования было обосновать применение КЛКТ для диагностики переломов скуло-орбитального комплекса и провести сравнительный анализ пространственного положения нижней стенки орбиты в послеоперационном периоде как критерия эффективности хирургического лечения при переломе скуло-орбитального комплекса.

Объектом исследования были пациенты (30 пациентов) с переломами скуло-орбитального комплекса, которые находились на лечении 11 ГКБ г. Минска за 2015-2017 годы. Проведено изучение данных историй болезни и результатов до- и послеоперационного рентгенологического обследования.

В результате исследования выявлено, что метод конусно-лучевой компьютерной томографии может быть использован для оценки состояния нижней стенки орбиты при травмах скуло-орбитального комплекса. Использование для этой цели конусно-лучевая компьютерная томография позволяет качественно оценить состояния отломков нижней стенки орбиты и характеризовать результаты оперативного лечения переломов скуло-орбитального комплекса.

## РЭФЕРАТ

Парушэнне цэласнасці сценак арбіты і зрушэнне отломков можа прыводзіць да функцыянальна-эстэтычным парушэнняў нават пасля рэпазіцыі скуловой косткі. Своечасовая дыягностыка наяўнасці пералома сценкі арбіты пры траўмах соединей зоны асобы дазваляе выбраць верную тактыку хірургічнага лячэння пацыентаў. Асноўным метадам вызначэння наяўнасці пералому і ступені зрушэння отломков ніжняй сценкі арбіты застаецца рэнтгеналагічны метадад. Прымяненне для дыягнастуецца розных відаў кампутарнай тамаграфіі дазваляе дакладна вызначыць наяўнасць пашкоджанняў сценак арбіты.

Мэтай даследавання было абгрунтаваць прымяненне КЛКТ для дыягностыкі пераломаў скуло-арбітальнага комплексу і правесці параўнальны аналіз прасторавага становішча ніжняй сценкі арбіты ў пасляоперацыйным перыядзе як крытэрыю эфектыўнасці хірургічнага лячэння пры пераломе скуло-арбітальнага комплексу.

Аб'ектам даследавання былі пацыенты (30 пацыентаў) з пераломамі скуло-арбітальнага комплексу, якія знаходзіліся на лячэнні 11 ГКБ г. Мінска за 2015-2017 гады. Праведзена вывучэнне дадзеных гісторый хваробы і вынікаў да- і пасляоперацыйнага рэнтгеналагічнага абследавання.

У выніку даследавання выяўлена, што метадад КЛКТ можа быць выкарыстаны для ацэнкі стану ніжняй сценкі арбіты пры траўмах скуло-арбітальнага комплексу. Выкарыстання для гэтай мэты КЛКТ дазваляе якасна ацаніць стану отломков ніжняй сеткі арбіты і характарызаваць вынікі лячэння пераломаў скуло-арбітальнага комплексу.

## **ABSTRACT**

Violation of the integrity of the walls of the orbit and displacement of the fragments may lead to functional and aesthetic violations even after repositioning the zygomatic bone. Timely diagnosis of the presence of a fracture of the orbital wall in injuries of the joint zone of the face allows you to choose the right tactics of surgical treatment of patients. The main method for determining the presence of a fracture and the degree of displacement of the fragments of the lower wall of the orbit remains the x-ray method. The use of different types of computer tomography for diagnosis allows to determine reliably the presence of damage to the walls of the orbit.

The aim of the study was to justify the use of CBCT for the diagnosis of fractures of the zygoma-orbital complex and comparative analysis of the spatial position of the lower wall of the orbit in the postoperative period as a criterion of the effectiveness of surgical treatment for fracture of zygoma-orbital complex.

The object of the study were patients (30 patients) with fractures of the orbital complex, who were treated with 11 GKB in Minsk for 2015-2017 years. The study of these medical records and the results of pre- and postoperative x-ray examination.

The study revealed that the CBCT method can be used to assess the state of the lower wall of the orbit in injuries of the orbital complex. The use of CBCT for this purpose makes it possible to qualitatively assess the state of the fragments of the lower reticulum of the orbit and characterize the results of the operative treatment of fractures of the zygoma-orbital complex.

## ОГЛАВНЕНИЕ

Перечень условных обозначений .....	6
Введение .....	7
Общая характеристика работы .....	12
Глава 1 Обзор литературы .....	15
Глава 2 Материал и методы исследования .....	52
2.1. Сравнительная характеристика рентгенологических методов диагностики травм скуло-орбитального комплекса .....	54
2.2. Методика определения состояния нижней стенки орбиты с применением конусно-лучевой компьютерной томографии .....	58
Глава 3 Характеристика повреждений нижней стенки орбиты .....	61
3.1. Состояние нижней стенки орбиты при переломах скуло- орбитального комплекса до операции .....	61
3.2. Состояние стенки орбиты при переломах скуло-орбитального комплекса послеоперации .....	71
Заключение .....	81
Библиографический список .....	82

## **ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

**ДТП** – дорожно-транспортное происшествие

**КЛКТ** – конусно-лучевая компьютерная томография

**КТ** – компьютерная томография

**МСКТ** – мультиспиральная компьютерная томография

**СОК** – скуло-орбитальный комплекс

**УЗИ** – ультразвуковое исследование

**ЧМТ** – черепно-мозговая травма

**3D** – трехмерная(three dimensional)

## ВВЕДЕНИЕ

Частота повреждений костей лицевого скелета сохраняется на высоком уровне и имеет тенденцию к увеличению в последние годы (А.С. Самыкин, 2014; Д.Ю. Христофорандо, 2011; R.V.A. Ykeda, 2012). В специальной литературе при установлении переломов костей средней зоны лица используют следующую терминологию: переломы скуловой кости, скулового комплекса, скуло-орбитального комплекса(СОК), скуло-верхнечелюстного комплекса (ZMC – zygomaticomaxillary complex), скуло-орбито-верхнечелюстного комплекса (А. Tadj, 2003; L.N. Gandi, 2012). Значительную трудность представляет определение вида повреждения скуловой кости и смежных анатомических структур в связи с различными подходами в интерпретации повреждений костей средней зоны лица и стенок орбиты. Дифференциальная диагностика и тактика лечения при переломах скуловой кости, скуло-орбитального и скуло-верхнечелюстного комплексов была определена Павловым О.М. [5]. Практически при переломах скуловой кости имеет место перелом стенок орбиты. Это обусловлено анатомическим строением костей средней зоны лица, где тело и отростки скуловой кости формируют часть нижней и латеральной стенок орбиты. Соответственно нарушение целостности скуловой кости и ее соединения с другими костями средней зоны лица: верхней челюстью, лобной, височной и основной костями.

Однако в нашем же исследовании речь идет о состоянии нижней стенки орбиты при переломе СОК. Распространенность переломов скуловой кости высока. Данные повреждения занимают 3-е место среди переломов костей лицевого отдела скелета после переломов костей носа и нижней челюсти (В.С. Куницкий, 2010; С.А. Семенов, 2012; К. Hwang, 2010), а по распространенности среди переломов костей средней зоны лица переломы скуловой кости занимают 2-е место (А. Tadj, 2003). При наличии черепно-лицевой травмы переломы скуловой кости являются самой частой поврежденной костью лица, при этом

переломы скуловой кости могут быть как изолированные, так и сочетаться с переломами других костей лицевого отдела черепа.

Повреждения верхней челюсти, скуловой кости, орбиты часто связаны с ДТП и могут являться компонентом как сочетанной травмы, так и политравмы (M. Rana, 2012). ДТП являются самой частой причиной черепно-мозговой травмы(ЧМТ). Отмечено, что тяжелые повреждения лицевого отдела черепа в 35-40% случаев связаны с внутричерепными гематомами или повреждениями головного мозга, которые угрожают жизни (S.E. Connor, 2007). Активный отдых и драки часто приводят к повреждениям костей. Превалирование ДТП или нападений зависит от разных стран и особенностей их развития (Shenoi S.R., 2012; K.H. Lee, 2007). Указывается, что криминальная травма, полученная в результате нападений, а также бытовые повреждения являются лидирующими факторами при повреждении костей лица в развитых странах (K. Hwang, 2010; V. Bhatt, 2012). Так, в странах Европы и Северной Америки криминальные травмы и травмы, полученные по причине занятий спортом, превалируют над травмами, полученными в результате ДТП. ДТП могут вносить весомый вклад в смертность, так в Иране, травмы в результате ДТП являются 2-ми в общей структуре смертности населения (A.H. Mesgarzadeh, 2011).

Переломы костей средней зоны лица, при которых повреждается скуловая кость, бывают нескольких видов: переломы скуловой кости, переломы скуло-орбитального комплекса(СОК), переломы скуло-верхнечелюстного комплекса (ZMC) (M. Rana, 2012). Но в данном случае они говорят о переломах скуло-орбитального комплекса(СОК) и состоянии нижней стенки орбиты при переломе скуло-орбитального комплекса(СОК). Особенностью травм средней зоны лица является то, что удары в скуловую кость обычно приводят к повреждениям по контрфорсам и редко к переломам собственно тела скуловой кости. Исследователи указывают на частое сочетание черепно-лицевой травмы с повреждениями головного мозга и ЧМТ (Д.Ю. Христофорандо, 2011). Проведение МСКТ при черепно-челюстно-лицевой травме позволяет точно и быстро поставить диагноз, уменьшает общее время исследования (А.З.

Шалумов, 2009). Но наличие нестабильной гемодинамики, продолжающиеся кровотечения, нарушение дыхания могут перед проведением МСКТ потребовать интубации больного, проведение искусственной вентиляции легких, дренирование плевральных полостей, остановки сильных кровотечений (Ф.А. Шарифуллин, 2010).

Использование 3D моделирования результатов при проведении МСКТ позволяет просто представить характер и объем хирургических манипуляций, а также облегчает подготовку к проведению хирургического этапа лечения.

Для правильной и своевременной диагностики необходимо не только провести клиническое исследование, но и анатомически обоснованно разделить повреждения скуловой кости на переломы только скуловой кости, переломы, которые вызывают повреждения костей и мягкотканного содержимого орбиты, переломы, при которых повреждается верхняя челюсть. Повреждение стенок верхнечелюстного синуса наблюдается при всех переломах костей средней зоны лица. Переломы стенок верхнечелюстного синуса ведут к кровоизлияниям в слизистую оболочку верхнечелюстного синуса, что в свою очередь, является субстратом для развития посттравматических синуситов.

Неполная или несвоевременная диагностика травм костей средней зоны лица приводит к неполному или несвоевременному лечению, что вызывает осложнения и деформации лицевого отдела скелета.

Необходимо четко обосновать выбор обязательных методов обследования пациентов с переломами скуло-орбитального комплекса(СОК), для того чтобы узнать состояние нижней стенки орбиты при переломе скуло-орбитального комплекса(СОК). Сравнить возможности методов лучевой диагностики при данном типе повреждений для облегчения клинического применения современных способов диагностики.

Для лечения переломов скуло-орбитального комплекса(СОК) используются методы открытой и закрытой репозиции. Часто при лечении данной группы повреждений даются противоречивые рекомендации, что может быть связано с разным пониманием анатомии переломов и путаницей в

терминах. Использование методов закрытой репозиции является достаточно распространенным при лечении переломов скуло-орбитального комплекса (СОК). Для каждой страны предпочтительны определенные способы закрытой репозиции, которые часто носят исторический характер. Так, в Великобритании и Австралии наиболее распространенным является репозиция височным доступом по Gillies (M. Rana, 2012), на территории стран Союза независимых государств – репозиция крючком Лимберга (Ш.А. Боймурадов, 2009). Не всегда методы закрытой репозиции являются простыми, а фиксация костных фрагментов после них стабильна. Для достижения предсказуемой послеоперационной стабильности наилучшими являются методы открытой репозиции с внутрикостной фиксацией (ORIF – open reduction internal fixation). Начинается открытая репозиция с репозиции собственно тела скуловой кости в анатомически правильное положение, что является основой для корректной жесткой фиксации. Важно не только стабильно зафиксировать костные фрагменты, но и восстановить объем верхнечелюстного синуса, костные границы стенок синуса, устранить пролабирование мягких тканей в полость верхнечелюстного синуса. Предлагаются разные методы замещения костных дефектов стенок верхнечелюстного синуса от реплантации собственных костных фрагментов до поиска материалов для имплантации, которые позволяют устранить имеющиеся костные дефекты. В качестве материалов для имплантации предлагают использовать сверхэластичный сетчатый титан, имплантаты на основе пористого полиэтилена (К. Hwang, 2010; Чудаков О.П., Се Суюйкай., 2018).

В литературе описывается достаточно высокий процент наличия посттравматических деформаций средней зоны лица (3–4% от общего числа) (Павлов, О.М., 2017), что говорит как нельзя лучше о том, что необходимо проводить качественную современную диагностику данной группы пациентов, а не заканчивать лучевое обследование лишь проведением рентгенографии в стандартных проекциях. Наличие воспалительного процесса в

верхнечелюстном синусе значительно замедляет сроки заживления переломов СОК.

Орбитальные переломы дна представляют серьезную угрозу для повреждения подглазничного нерва (ION \_infraorbital nerve), в результате чего пациент страдает от нарушающей парестезии. Операционному хирургу сложно освободить и обезопасить захваченный нижний орбитальный нерв с помощью реконструкции орбитального дна, например, перелом орбитального дна с захваченным подглазничным нервом (ION) при декомпрессии нерва и обеспечение его восстановления (Rao, A.Y.N. и др., 2017). Далее следует острая потеря сенсорной функции подглазничного нерва (ION), которая может быть связана с компрессией, отеком, ишемией или контузией/нейротмезисом [46]. Пациенты с парестезией в области нижнего века, преддверия носа и верхней губы требуют тщательного изучения. Частота длительных нейросенсорных нарушений варьирует от 10 до 50% в различных исследованиях. Наиболее частая причина такого неврологического нарушения связана с поражением нерва сегментами перелома, которые были уменьшены или исправлены ненадлежащим образом [46].

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность**

Актуальность темы исследования обусловлена наличием тяжелых осложнений, связанных с нарушением зрения, диплопией и энтофтальмом, которые являются основными следствиями перелома нижней стенки орбиты при повреждениях скуло-орбитального комплекса(СОК), что может привести к функциональным нарушениям зрения и нарушению внешнего вида лица. В практике челюстно-лицевой хирургии не всегда уделяется внимание состоянию отломков нижней стенки орбиты, обеспечивающей анатомическое положение глазного яблока. Своевременная и точная диагностика состояния нижней стенки орбиты является определяющей при принятии решения по лечению переломов орбитального дна и основывается на клинической картине, офтальмологическом исследовании и КТ. В Республике Беларусь в данное время отсутствует комплексный подход к диагностике и последующей реконструкции нижней стенки орбиты при переломах СОК. Лечение изолированных переломов стенок орбиты занимаются врачи-офтальмологии. Тогда как при повреждениях СОК диагностика и лечение осуществляется врачами челюстно-лицевыми хирургами. В специальной литературе нет убедительных данных об исследовании состояния стенок орбиты при переломах СОК в Республике Беларусь, а также исследований объемов орбиты и верхнечелюстного синуса после травм и лечения переломов СОК. Учитывая данные литературы, подтверждающие необходимость анализа состояния стенок орбиты при переломах СОК, как фактора определяющего развитие тяжелых функционально-эстетических последствиях(диплопия, энтофтальм), тема исследования является актуальной и своевременной.

### **Объект и предмет исследования**

Объектом исследования явились 30 пациентов с травмами скуло-орбитального комплекса(СОК), проходивших лечение в отделении челюстно-

лицевой хирургии учреждения здравоохранения 11-я городская клиническая больница г. Минска в период 2015-2017гг. Предметом исследования были данные истории болезни и данные лучевой диагностики, а именно КЛКТ, данных пациентов, полученные до и после репозиции СОК.

### **Цель и задачи исследования**

Целью исследования было применить КЛКТ для диагностики переломов нижней стенки орбиты при повреждениях скуло-орбитального комплекса (СОК) и оценить состояние нижней стенки орбиты.

Задачи исследования:

1. Обосновать применение конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) при диагностике перелома нижней стенки орбиты при повреждениях скуло-орбитального комплекса(СОК).

2. Определить условия применения конусно-лучевой компьютерной томографии(КЛКТ) при переломах скуло-орбитального комплекса(СОК).

3. Определить линейные размеры орбиты для оценки состояния нижней стенки при переломе скуло-орбитального комплекса(СОК).

4. Провести сравнительный анализ пространственного положения нижней стенки орбиты в послеоперационном периоде как критерия эффективности хирургического лечения при переломе скуло-орбитального комплекса(СОК).

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

1. Конусно-лучевая компьютерная томография(КЛКТ) достоверный метод лучевой диагностики, позволяющий определить наличие перелома и степень смещения отломков нижней стенки орбиты при переломах скуло-орбитального комплекса(СОК).

2. Эффективность применения конусно-лучевой компьютерной томографии(КЛКТ) для диагностики травматических повреждений скуло-орбитального комплекса(СОК) зависит от технических особенностей аппарата и программного обеспечения.

3. Интерпретация данных конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) при исследовании нижней стенки орбиты позволяет оценить степень смещения отломков.

4. После репозиции скуло-орбитального комплекса(СОК) без реконструкции нижней стенки орбиты сохраняется изменение ее пространственного положения.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из оглавления, перечня условных обозначений, введения, общей характеристики работы, 3 глав, заключения, библиографического списка. Общее количество страниц работы 90.

# ГЛАВА 1

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Необходимость детальной диагностики и определения показаний к выбору метода лечения переломов СОК и необходимость восстановления или реконструкции нижней стенки орбиты обусловлена большим спектром осложнений и последствий таких травм. С нашей точки зрения, основными осложнениями и последствиями при переломах СОК являются:

### **А) хирургические осложнения:**

1) последствия, связанные с изменением объема орбиты [25], [42], [37], [39], [20], [15], [40], [50];

2) неадекватное восстановление орбитального дна и неадекватное восстановление боковой орбиты [35];

3) асимметрия лица [31], [58], [51], [20] и последствия, связанные с ремоделированием кости [42];

4) диплопия и энтофтальм [29], [18], [44], [55], [35], [59], [19], [23], [30], [58], [13], [28];

5) вторичные деформации дна орбиты и необходимость замена имплантата [14], [34], [12], [11];

6) эмфизема [8] и потеря чувствительности подглазничного нерва(ION) [46];

7) изменение остроты зрения, включая его потерю [22];

**Б) функциональные последствия, включающие сопутствующее повреждение орбиты с офтальмологическими нарушениями, лицевой гипестезией и тризмом, и часто связаны с сопутствующими повреждениями других частей черепно-лицевого скелета, головного мозга или позвоночника [57].**

**В) косвенные последствия, к которым мы относим влияние хирургического времени на послеоперационную подвижность глаза [33]; и**

послеоперационную визуализацию (пересмотр операционного вмешательства) [56].

Для определения характера, локализации и степени смещения костных отломков нижней и других стенок орбиты, симметрию контуров средней зоны лица при переломах скуло-орбитального комплекса(СОК) применяют различные методики, обеспечивающие, по мнению авторов, точную интерпретацию клинических данных и результатов лучевой диагностики.

Условно можно подразделить методы оценки состояния поврежденных структур скуло-орбитального комплекса(СОК) и нижней стенки орбиты на следующие:

1. клинические;
2. лучевой диагностики;
3. прототипирования;
4. интраоперационной визуализации и навигации.

**Клинические методы** оценки посттравматических изменений СОК широкого используются при определении послеоперационного результата. Так, например, клинически определить трехмерно(3D) симметрию скуло-орбитального комплекса(СОК) позволяет метод зеркалирования и сопоставления поврежденных поверхностей (Jean-Pierre T.F.Но и др., Blumer и др., 2016). Разработанный метод, по мнению авторов – Jean-Pierre T.F.Но и др. [38], Blumer и др. [34] является точным инструментом для оценки симметрии СОК, который может быть использован для диагностики и оценки качества лечения.

Оценка симметрии с использованием портативного зеркального стенда(MiRS \_portable mirror stand)(устройство с подставкой для зеркала с программным методом) в послеоперационном периоде пациентов с переломом скуловой кости была произведена Syarif, A.N. [52]. Однако за отсутствием стандартного и надежного метода, доступного для оценки состояния послеоперационных пациентов, часто полагаются на фотографии и субъективные оценки (Syarif, A.N. и др., 2017). Портативный зеркальный

стенд(MiRS), по мнению Syarif, A.N. и др. [52], является новым методом стандартизации фотографии и разработан в больнице Cipto Mangunkusumo (США, Гарвард) в отделении краниофациальной расщелины. Данное устройство с программным обеспечением анализа изображений является новым методом оценки результатов после открытой редукции и внутренней фиксации(ORIF \_ open reduction internal fixation) скуловых переломов. Переносная зеркальная подставка(MiRS \_ portable mirror stand) явилась устройством с таким программным обеспечением анализа изображений (Image J 1.46), которое может быть полезным в оценке симметрии у послеоперационных пациентов с переломом скулы (Syarif, A.N. и др., 2017).

В настоящее время эффект визуальной электрофизиологии и обследования поля зрения у пациентов с переломом глазного дна(BOF \_ orbital blowout fracture) изучается редко. Shao-Rui Liu и др. [22], провели исследование зрительной функции у пациентов с орбитальным переломом путем визуальной электрофизиологии и обследовали поле зрения в диагностике контузии глаза. Комплексная оценка зрительной функции у пациентов с орбитальным переломом давалась путем визуальной электрофизиологии и исследования поля зрения [22]. В настоящее время эффект визуальной электрофизиологии наряду с обследованием поля зрения у пациентов с переломом глазничного дна(BOF) изучается редко. Так, (Shao-Rui Liu и др., 2018) исследуют значение визуальной электрофизиологии и обследования поля зрения в диагностике контузии глаза. Острота зрения при переломах орбиты значительно снижается по сравнению с остротой зрения на неповрежденных глазах (Shao-Rui Liu и др., 2018). Перелом глазничного дна(BOF) может привести к повреждению зрительного нерва, а также может быть связан со снижением функции макулы. Комбинированный анализ визуальной электрофизиологии и исследования поля зрения полезен для ранней диагностики травмы глаза и может улучшить положительный показатель в клинической практике.

Экзофтальмометрия – это измерение степени выпирания глазного яблока вперед. Производится она при помощи специального прибора —

экзофтальмометра. Чаще всего используют зеркальный экзофтальмометр Хертеля. Медицинский термин «экзофтальмометрия» применяют для обозначения диагностической методики, которая позволяет определить степень выстояния глазного яблока из глазницы при различных заболеваниях. В процессе задействован специальный прибор — экзофтальмометр, который позволяет оценить, имеется ли у пациента выстояние(экзофтальм) или западение(энофтальм) глазного яблока относительно нормальных ограничений [59], [44], [13]. Степень энофтальма можно определять с помощью экзофтальмометра Хертеля (Swati Tiwari и др., 2017).

Измерение положения глазного яблока в сложных орбитальных переломах (II тип) и оценка состояния пациента с использованием модифицированного экзофтальмометра или цифровая технология или прибор, положение глазного яблока оценивали как с помощью экзофтальмометра Хертеля(Hertel), так и с помощью модифицированного прибора с фиксацией внешнего слухового канала у 27 пациентов со сложными переломами орбиты (18 переломов скуло-верхнечелюстного комплекса(ZMC) и 9 переломов Le Fort). Хотя 94% пациентов с переломами СОК имели относительный экзофтальм на стороне перелома или отсутствие различий между глазами по экзофтальмометрии Хертеля, более 30% тех же пациентов показали относительный энофтальм при измерении с помощью устройства с фиксацией внешнего слухового канала. У трех из четырех пациентов, перенесших хирургическое восстановление глазного дна, модифицированная экзофтальмометрия показала экзофтальм, больший или равный 2 мм, после операции на стороне перелома. Относительно низкая частота возникновения энофтальма при переломах скуло-верхнечелюстного комплекса(ZMC) указывает на необходимость селективного восстановления глазного дна [59].

Измерение положения глазного яблока в сложных орбитальных переломах и оценка состояния пациента с использованием модифицированного экзофтальмометра связаны с тем, что единообразное исследование глазного дна не может приводить к объективным результатам. Множественные оскольчатые

переломы лица (Le Fort II и III) показывают большую вариабельность положения глазного яблока и высокую частоту (90%) энофтальма, что указывает на необходимость раннего восстановления орбиты у этих пациентов. Экзофтальмометрия с фиксацией внешнего слухового канала может дать значимую информацию о положении глазного яблока у пациентов с переломами орбито-лицевой области, у которых методы на основе орбитального кольца исключены (Yeatts R.Patrick, 1992).

David Carpenter, Ronnie Shammas, и др., решался вопрос, может ли послеоперационная визуализация выявить последствия операции [56].

Наиболее распространены при диагностики переломов скуло-орбитального комплекса(СОК) и дна орбиты методы лучевой диагностики.

По данным Сандоваль, Х.М. и др. [8], рентгенографическое исследование лицевого черепа в полуаксиальной проекции позволяет оценить состояние дна глазницы, пролапс содержимого глазницы и соотношение воздуха-жидкости в верхнечелюстном синусе [8]. Существенно более полную информацию о тяжести повреждения можно, по мнению Сандоваль, Х.М. и др. [8], выявить при помощи компьютерной томографии(КТ). КТ позволяет оценить состояние как костных, так и мягкотканых структур. На сегодняшний день, как считают Сандоваль, Х.М. и др., КТ остается основным диагностическим методом выбора при орбитальной травме [8].

По мнению Сандоваль, Х.М. и др. [8], ведущим инструментальным методом исследования состояния орбиты является лучевая диагностика, так как многочисленные и трудоемкие рентгенологические исследования не обладают должной информативностью [8], нередко вводя врача в заблуждение и существенно затягивая постановку диагноза [8]. Вероятность ошибки (пропущенный при рентгенографии перелом, диагностированный с помощью последующей коронарной компьютерной томографии), по мнению Сандоваль, Х.М. и др. [8], составляет 10–13 % для нижней стенки и 20–30 % для фрактур внутренней стенки [8]. Поэтому в настоящее время рентгенография в объеме обзорных исследований черепа и орбиты применяется только на этапе приема

пострадавших в качестве скринингового метода [8]. При анализе полученных рентгенограмм внимание в основном было уделено косвенным признакам повреждения орбиты — эмфиземе мягких тканей, гемосинусу, прерывистому костному контуру передней и задней границы бумажной пластинки внутренней стенки орбиты [8].

Для хирургического лечения больных с переломами нижней стенки глазницы ключевую роль в диагностике повреждений играет рентгенологическое исследование (Сандоваль, Х.М. и др., 2009). Рентгенографическое исследование лицевого черепа в полуаксиальной проекции позволяет оценить состояние дна глазницы, пролапс содержимого глазницы и соотношение воздуха-жидкости в верхнечелюстном синусе. Существенно более полную информацию о тяжести повреждения, с точки зрения Сандоваль, Х.М. и др. [8], можно выявить при помощи компьютерной томографии(КТ), так как КТ позволяет оценить состояние как костных, так и мягкотканых структур. На сегодняшний день КТ остается основным диагностическим методом выбора при орбитальной травме (Сандоваль, Х.М. и др., 2009).

Методика воспроизводимых измерений орбиты при компьютерной томографии(КТ) разработана Elijah Zhengyang Cai и др. [41]. Эталонные плоскости для орбитальных переломов(PROF \_ planes of reference for orbital fractures) были разработаны для стандартизации измерений, выполненных при сканировании орбитальной компьютерной томографии(КТ). Это исследование описывает использование эталонных плоскостей для орбитальных переломов(PROF) для определения местоположения вдоль орбитального дна, где чаще всего встречается задний выступ(PL \_posterior ledge). Измерены также и поперечный наклон и передне-задний наклон орбитального дна (Elijah Zhengyang Cai и др., 2018).

Анализ предикторов энтофтальма у взрослых пациентов только с переломами орбитального дна получил в работах Ahmad Nasir Suraya и др. [13]. Предрасполагающие факторы энтофтальма у взрослых пациентов только с

переломами орбитального дна определялись стоматологами Малайзии и Индии методом КТ, методом 3D, программой Osirix Lite Digital Imaging and Communications in Medicine Viewer версии 7.0.1 (Женева, Швейцария) Ahmad Nasir Suraya и др. [13], сканированием орбиты, методом цифровых технологий, аналитическим методом, визуальным методом, экзофтальмометром, клиническим методом. Эталонные плоскости для орбитальных переломов(PROF) были разработаны для стандартизации измерений, выполненных при сканировании орбиты методом компьютерной томографии(КТ). Это исследование описывает использование эталонные плоскости для орбитальных переломов(PROF) для определения местоположения вдоль орбитального дна, где чаще всего встречается задний выступ(PL). Поперечный наклон и передне-задний наклон орбитального дна также были измерены. Это исследование оценивало односторонний перелом орбиты при сохранении инфра-орбитального края(IM \_ infra-orbital margin) и перелом инфра-орбитального края(IM) орбиты. Сканирование компьютерной томографии(КТ) лица произведено с использованием программы Osirix Lite Digital Imaging and Communications in Medicine Viewer версии 7.0.1 (Женева, Швейцария). Все положения черепа были стандартизированы по ориентации в соответствии с Франкфуртской и среднесагиттальной плоскостями. Измерения расстояния задний выступ(PL) от инфра-орбитального края(IM) были определены в сагиттальном виде. Измерения наклона орбитального дна в поперечном и передне-заднем сечениях были выполнены на корональной и сагиттальной проекциях соответственно. По данным анализа (Ahmad Nasir Suraya и др., 2018), для пациентов с интактным переломом инфра-орбитального края(IM) средние расстояния задний выступ(PL) от инфра-орбитальный край(IM) составляли 22,1 мм (95% доверительный интервал(ДИ): 21,2–23,0) и 21,1 мм (95%: 20,2–21,9) соответственно. Средний поперечный наклон составил 19,4 (95%: 18,3–20,5). Средний передне-задний наклон составил 15,5 (95%: 14,5–16,5). Как доказали Ahmad Nasir Suraya и др., опорные плоскости для орбитальных переломов - это простой и эффективный метод получения

стандартизированных измерений полости орбиты при компьютерной томографии(КТ). Понимание наиболее распространенного местоположения задний выступ(PL) и ориентации орбитального пола в трехмерном(3D) пространстве позволяет хирургам выполнять оперативный доступ и вмешательство с большей точностью.

Посттравматический экзофтальм(ПЭ)(PE \_ post-traumatic enophthalmos) оценивается клинически с использованием экзофтальмометра Хертеля(Hertel). Разница в осевом смещении между двумя глазницами на 2 мм или более считается клинически значимой, и это указывало бы на хирургическое вмешательство. Другая оценка проводится с помощью изображений КТ, как описано Ahmad Nasir Suraya и др.

Многие исследования были проведены и показали шокирующие выводы в прогнозировании рисков посттравматический экзофтальм(ПЭ). Такие факторы, как локализация перелома, размер перелома, и изменение мышц, были определены в качестве предикторов развития посттравматический экзофтальм(ПЭ). Данное исследование с целью определить распространенность чистого орбитального перелома и исследовать связь между местом перелома, размером, медиальным и нижним изменением прямой мышцы и вовлечением интраорбитальных структур с посттравматический экзофтальм(ПЭ) (Ahmad Nasir Suraya и др., 2018).

Чистый перелом глазничного дна(BOF) ограничен внутренней стенкой орбиты (Ahmad Nasir Suraya и др., 2018). Он не включает в себя орбитальный ободок или другие лицевые кости. Посттравматический экзофтальм(ПЭ) был описан как наиболее изнурительное осложнение этого перелома (Ahmad Nasir Suraya и др., 2018). Посттравматический экзофтальм(ПЭ) клинически характеризуется как смещение глазного яблока назад. Это может привести к нарушениям моторики и диплопии. Сообщалось о высокой заболеваемости ПЭ от 30% до 62% (Ahmad Nasir Suraya и др., 2018).

Решения по лечению переломов орбитального дна основываются на клинической картине, офтальмологическом исследовании и КТ. При обширных

переломах решения легко принимаются между консервативным и хирургическим лечением. Однако объективные параметры редки и неубедительны, поэтому возрастает роль схемы оценки на основе компьютерной томографии(КТ) при принятии решения о лечении изолированных переломов орбитального дна (Gesche Frohwittera и др., 2018).

Отдельное внимание уделяется трехмерному(3D) измерению симметрии скуло-челюстного комплекса(ZMC – zygomaticomaxillary complex) с использованием методов зеркалирования и сопоставления поврежденных поверхностей (Jean-Pierre T.F.Но и др.; Blumer и др., 2016). Представленный метод, по мнению Jean-Pierre T.F.Но и др. [38], Blumer и др. [34], является точным инструментом для оценки симметрии скуло-орбитального комплекса(СОК), который может быть полезен для расширенной диагностики и оценки лечения. Исследование Blumer и др. [34], показало, что 6 из 7 фактических ревизий размещения имплантатов было бы пересмотрено во время операции всеми 4 экспертами, если бы была применена интраоперационная визуализация с виртуальной реконструкцией орбиты с помощью компьютера, которая может быть полезна для предотвращения последующих ревизий переломов орбитального дна. В этом исследовании порог пересмотра установки имплантата во время операции казался ниже при использовании интраоперационной визуализации с виртуальными реконструкциями, потому что исследователи проверяли бы значительно больше случаев во время операции. На госпитальном и постбольничном этапах этот порог увеличивается, что свидетельствует о более важной роли клинических результатов [34]. Неясно, действительно ли хирурги пересмотрели бы те же случаи, что и эксперты, если бы использовали интраоперационную визуализацию с виртуальными реконструкциями орбиты. Тем не менее, интраоперационная визуализация с виртуальной реконструкцией орбиты с помощью компьютера помогает исключить послеоперационные пересмотры переломов орбитального дна (Blumer и др., 2015).

Сочетание методов зеркалирования и сопоставления поврежденных поверхностей, метода 3D, КТ, метода реконструкции было применено Jean-Pierre T.F.Но и др. [38], Blumer и др. [34] (Голландия). По данным (Jean-Pierre T.F.Но и др.; Blumer и др., 2016), трехмерные(3D) виртуальные модели твердых тканей можно реконструировать из статистических данных КТ. При этом полученные модели должны зеркалиться и накладываться друг на друга. Для измерения общей и максимальной симметрии должны использоваться абсолютное среднее расстояние между глаз и угол отклонения зрачка от 90 градусов (Jean-Pierre T.F.Но и др.; Blumer и др., 2016). Коэффициент корреляции внутрикласса(ККВ) необходимо рассчитывать для измерения согласованности взаимодействия (Jean-Pierre T.F.Но и др.; Blumer и др., 2016). Чтобы определить, применима ли эта методика в случаях перелома скуло-орбитального комплекса(СОК), Jean-Pierre T.F.Но и др. [38], Blumer и др. [34], были проанализированы данные КТ пациентов с односторонним переломом скуло-орбитального комплекса(СОК). По данным Jean-Pierre T.F.Но, Blumer [38, 34], для незатронутой группы среднее значение АР (АР – абсолютное среднее расстояние) составляло  $0,84 \pm 0,29$  мм (95% доверительный интервал(ДИ) 0,72–0,96), а среднее значение ДПР (ДПР – девяностое процентное расстояние) составляло  $1,58 \pm 0,43$  мм (95% доверительный интервал(ДИ) 1,41–1,76). ККВ был равен 0,97 (0,94–0,98, как 95% доверительный интервал(ДИ)), что свидетельствует о почти идеальном совпадении. В пораженной группе, по данным (Jean-Pierre T.F.Но и др.; Blumer и др., 2016), среднее значение АР составляло  $2,97 \pm 1,76$  мм (95% ДИ 1,71–4,23), а среднее значение ДПР составляло  $6,12 \pm 3,42$  мм (95% доверительный интервал(ДИ) 3,67–8,57). Пострадавшая группа показала почти идеальное соглашение о взаимодействии с ККВ 0,996 (0,983–0,999, как 95% ДИ) (Jean-Pierre T.F.Но и др.; Blumer и др., 2016).

Получение послеоперационных изображений переломов челюстно-лицевой области не влияет на клиническое ведение пациентов без симптомов. Однако David Carpenter, Ronnie Shammas и др. [56], оценили роль

послеоперационной визуализации в контексте переломов орбитального дна. Ими была дана оценка послеоперационной визуализации в лечении переломов орбитального дна изолированно и с сопутствующими переломами лица.

Измерение орбитального объема с помощью КЛКТ и программного обеспечения Cranioviewer проводилось с пациентами, перенесших энуклеацию и орбитальную имплантацию (Olga Lukats и др., 2012).

В исследовании, посвященном влиянию зеркальных компьютерных программ на принятие решения о пересмотре реконструкции переломов орбитального дна, оценивалась целесообразность интраоперационной визуализации с помощью виртуальной реконструкции с помощью компьютера при реконструкции переломов орбитального дна (Blumer и др., 2015). Намерение хирурга пересмотреть восстановленный первичный перелом орбитального дна путем оценки послеоперационной зеркальной компьютерной томографии(КТ) было проанализировано во время операции до закрытия раны, во время стационарной госпитализации и после госпитализации. Это исследование показало, что интраоперационная визуализация с помощью виртуальной реконструкции с помощью компьютера может быть полезна для предотвращения последующих ревизий переломов орбитального дна (Blumer и др., 2015).

Послеоперационные изменения при изолированных переломах медиальной орбитальной стенки на основе компьютерной томографии(КТ) изучались Soyeon Jung и др. [42]. С их точки зрения, лечение было улучшено за счет точного уменьшения размера переломов, но тем не менее было ограничено для полного уменьшения размера вследствие применения обычной техники. Авторы проанализировали послеоперационные результаты с использованием КТ после обычного открытого уменьшения изолированного перелома медиальной стенки. Это исследование очень ограничено, чтобы объяснить изменения в процессе ремоделирования костей. Дальнейшие исследования должны быть продолжены, чтобы обнаружить понимание процесса (Soyeon Jung и др., 2017).

Отрицательный вектор орбиты определяется как самая передняя часть глазного яблока, выступающая за возвышение скуло-верхнечелюстного комплекса(ZMC). Цель исследования роли отрицательного вектора орбиты при переломах глазничного дна(BOFs \_orbital blowout fractures) Soo Youn Choi и др., состояла в том, чтобы оценить взаимосвязь между отрицательным вектором орбиты и локализованным переломом, анализируя расстояние между передней поверхностью роговицы и глазничную костью с мягкими тканями лица при переломах медиального и глазничного дна с использованием орбитальной КТ (Soo Youn Choi и др., 2017).

Радиографическая оценка переломов СОК осложняется трудностями перевода трехмерное(3D) вращение и смещение в режим двухмерной(2D \_two-dimensional) визуализации. В частности, местоположение возвышения малярии(ME \_malar eminence), которое имеет решающее значение для установления симметрии лица, сложно определить в двух измерениях. Поэтому оценка степени перелома с эстетической точки зрения остается клинической оценкой. В настоящее время представлен новый метод оценки перелома СОК, в котором используется метод трехмерной(3D) визуализации для визуализации и количественного определения смещения возвышения малярии(ME) в передне-заднем, медиально-латеральном и верхне-нижнем измерениях. Затем характер смещения коррелирует с рекомендованным вмешательством, представляющим клиническую оценку тяжести перелома, а также возможный результат (Sandace Y.Pau и др., 2010).

Трехмерный(3D) анализ паттернов переломов скуло-челюстного комплекса (ZMC) был произведен Sandace Y.Pau и др. [57].

Возможности реконструкции орбиты и придаточного аппарата глаза у больных с повреждениями средней зоны лица связаны напрямую с вычислением изменения объема орбиты глаз и с измерением нижней стенки орбиты при переломе скуло-орбитального комплекса(СОК) (Маланчук, В.А. и др., 2013). Данная методика применялась в клинике кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии НМУ имени О.О. Богомольца

(Украина) с 2006 по 2011 гг., где на лечении пребывали 143 пациента с переломами средней зоны лица различной давности и этиологических причин возникновения (Маланчук, В.А. и др., 2013).

Анатомическое исследование челюстно-скулового комплекса (ZMC – zygomaticomaxillary complex) с использованием трехмерной (3D) компьютерной томографии (КТ) на основе скуловой имплантации проводили Xiangliang Xu и др. [14]. Техника навигации стала недавно использоваться при скуловой имплантации (Xiangliang Xu и др., 2017). Это ценный метод, и он будет играть более важную роль в хирургическом вмешательстве, если проводится с более подробной анатомической информацией о челюстно-скуловом комплексе (ZMC) (Xiangliang Xu и др., 2017).

Прогнозирование диплопии является наиболее важным критерием при планировании хирургического вмешательства. Цель Michaela Cellina и др. [55], состояла в том, чтобы определить результаты КТ, которые могут указывать на наличие диплопии, когда пациенты с «взрывными» переломами (Trapdoor fracture) глазничного дна не могут быть адекватно обследованы для планирования восстановления орбиты. Ретроспективно оценивалось КТ всех пациентов на предмет тупой черепно-лицевой травмы. Были оценены следующие переменные КТ: место перелома, мультифокальность перелома, смещение отломков, утолщение экстраокулярных мышц (ЕОМ – extraocular muscles), захват экстраокулярных мышц (ЕОМ), смещение экстраокулярных мышц (ЕОМ), зацепление экстраокулярных мышц (ЕОМ), внутритроночная и экстраокулярная эмфизема, внутритроночная и экстраокулярная гематома и грыжа жира. Все пациенты прошли тест Гесса-Ланкастера, чтобы установить наличие диплопии. После проведения группового сравнения с помощью критерия Пирсона  $\chi^2$  они вывели на свою модель прогнозирования, используя логистическую регрессию с диплопией в качестве прогноза и переменными КТ в качестве предикторов. Наблюдались 299 пациентов с «взрывными» переломами глазничного дна ("Explosive" orbital blowout fractures), 46 (15,4%) с диплопией, подтвержденной тестом Гесса-Ланкастера. Переменные КТ со

статистически значимым различием между группой с диплопией и группой без диплопии были следующими: перелом глазничного дна(BOF) ( $p = 0,014$ ), смещение отломков ( $p = 0,001$ ), мультифокальность ( $p = 0,005$ ), утолщение экстраокулярных мышц(ЕОМ) ( $p = 0,001$ ), захват экстраокулярных мышц(ЕОМ) ( $p < 0,001$ ), смещение экстраокулярных мышц(ЕОМ) ( $p < 0,001$ ), грыжа жировой ткани ( $p = 0,003$ ). Переменные КТ, имеющие значение в качестве предикторов диплопии при многомерном анализе, были следующими: перелом орбитального дна (значение  $p$  0,015; отношение шансов 2,871 , 95% доверительный интервал(ДИ) отношения шансов 0,223–6,738), смещение экстраокулярных мышц(ЕОМ) (значение  $p$  0,001; отношение шансов 10,693 , 95% доверительный интервал(ДИ) отношения шансов 3,761–30,401), захват экстраокулярных мышц(ЕОМ) (значение  $p$  0,001; отношение шансов 11,510 , 95% доверительный интервал(ДИ) отношения шансов 3,059–43,306). Наличие диплопии можно предположить на основании результатов КТ после травмы орбиты.

Целью исследований при оценке переломов скуло-орбитального комплекса(СОК) с помощью УЗИ McCann, P.J. и др. [36], было изучение чувствительности и надежности ультразвука для выявления переломов скуло-орбитального комплекса(СОК) и их границ. Данные исследования позволили прийти к выводу, что использование ультразвука является актуальным методом для визуализации травмы лица в качестве начального исследования и имеет целью помочь уменьшить общее количество рентгенограмм, необходимых для диагностики переломов скуло-орбитального комплекса(СОК) (McCann, P.J. и др., 2000).

Для оценки подозреваемых переломов скуло-орбитального комплекса(СОК) английские стоматологи прибегали к помощи УЗИ или рентгенологического метода, метода цифровых технологий, метода визуализации. В каждом случае проводились как обычные рентгенологические, так и ультразвуковые исследования. Визуализация с помощью ультразвука проводилась в пяти областях: подглазничном крае(IM \_ infra-orbital margin),

боковой стенке верхнечелюстной пазухи, скуловой дуге, передне-скуловом отростке и глазничном дне. Как рентгенологические, так и ультразвуковые результаты были соотнесены с данными, полученными во время операции. Совпадение результатов составило 85% между показателями рентгенограмм и ультразвуковых исследований. Ультразвуковая визуализация была наиболее надежной на боковой стенке верхнечелюстной пазухи, где совпадение по уровню чувствительности составило 94%, а по уровню специфичности (границы перелома скуло-орбитального комплекса(СОК)) – 100%. Положительная прогностическая ценность в этой области составила 100% по сравнению с рентгенографическими данными (McCann, P.J. и др., 2000).

Прогнозирование позднего энофтальма с использованием предоперационного орбитального объема и измерений площади перелома при разрывном переломе глазничного дна(Explosive orbital blowout fracture) произвели Su Hyun Choi и др. [19]. Энофтальм, вызванный расширением орбитального объема, является традиционным показанием для операции по поводу перелома глазничного дна(BOF), но он может проявиться не сразу после травмы орбиты из-за периорбитального отека. Цель работы состояла в том, чтобы исследовать корреляции отношения орбитального объема(OVR \_orbital volume ratio) и площади орбитального перелома(OFA \_orbital fracture area) с измерением позднего энофтальма при одностороннем чистом переломе (Su Hyun Choi и др., 2017).

Цель исследования (Bruneau, Stéphane и др., 2016) состояла в том, чтобы определить прогностическую ценность конкретной компьютерной томографической(КТ) оценки на основе КТ для окончательного функционального офтальмологического исхода при чистых переломах орбитального дна. Были проанализированы данные 34 последовательных пациентов только с переломами глазничного дна(BOFs), которые прошли период не менее 6 месяцев медицинского и офтальмологического наблюдения. Были включены следующие 3 параметра на основе КТ: отношение площадей переломанного орбитального дна(RF \_ratio of the fractured orbital floor),

максимальная высота грыжи периорбитальной ткани(MH \_ maximum height of periorbital tissue herniation) и 4-балльная мышечная подкорка(MSS \_ 4-grade muscular subscore), описывающая смещение нижней прямой мышцы(IRM \_ inferior rectus muscle) относительно уровень глазного дна. Ортоптические осложнения(диплопия, энофтальм и ограничение подвижности глаз) были оценены опытным страбологом. Прогностическое значение параметров КТ было проанализировано с использованием диаграмм характеристик кривых пациента, которого оперировали, а также диаграмм характеристик области под кривой(AUC \_ area under the curve), логистической регрессии и корреляции Спирмена, отношение площадей переломанного орбитального дна(RF), имел значительное прогностическое значение для появления энофтальма(площади под кривой(AUC) = 0,75 , P = 0,02), и максимальная высота грыжи периорбитальной ткани(MH) для диплопии(площади под кривой(AUC) = 0,80 , P = 0,03). Среди пациентов с осложнениями релевантность мышечная подкорка(MSS \_ muscular subscore) и максимальная высота грыжи периорбитальной ткани(MH), а также тяжесть вертикального отклонения также были клинически тесно связаны( $\rho = -0,52$  и  $-0,56$ ). Исследование Bruneau, Stéphane и др. [18], выявило значительную прогностическую ценность отношение площадей переломанного орбитального дна(RF) для возникновения энофтальма и максимальную высоту грыжи периорбитальной ткани(MH) для сохранения диплопии. Хотя статистически невозможно предсказать возникновение ограничения подвижности глаза, максимальная высота грыжи периорбитальной ткани(MH) и мышечная подкорка(MSS) клинически сильно коррелировали с серьезностью ограничений отклонения глаза (Bruneau, Stéphane и др., 2016).

Определением прогностической ценности специфической оценки на основе КТ в определении диагноза окончательного функционального офтальмологического исхода при чистых переломах орбитального дна занимались Bruneau, Stéphane и др. [18]. Результаты исследования показали, что хотя статистически невозможно предсказать возникновение ограничения

подвижности глаза, максимальная высота грыжи периорбитальной ткани(МН) и мышечная подкорка(MSS) клинически сильно коррелируют с серьезностью ограничений отклонения глаза (Bruneau, Stéphane и др., 2016).

**Методики прототипирования повреждений** СОК основаны на моделировании костных структур орбиты и скуловой кости на основе данных полученных при МСКТ или КЛКТ. Цифровые хирургические шаблоны для лечения обширных повреждений СОК могут быть связаны с изменением орбитального объема (количественной оценкой). В исследовании Xiang-Zhen Liu и др. [25], была предпринята попытка представить 3 виртуальное хирургическое планирование и цифровые шаблоны быстрого прототипирования(RP \_ rapid prototyping) для повреждений скуло-челюстного комплекса(ZMC), связанных с изменением орбитального объема, и количественно оценить результаты хирургического вмешательства (Xiang-Zhen и др., 2013).

Индивидуальная реконструкция орбитальной стенки с использованием трехмерной(3D) модели быстрого прототипа(RP \_ rapid prototype) у пациентов с переломом орбитальной стенки представлена в работах Oh, Tae Suk и др. [23]. Суть работы в том, что из-за их сложной трехмерной(3D) структуры модели быстрого прототипа(RP) орбитальной стенки трудно восстановить исходные орбитальные контуры. Кроме того, легкое неправильное расположение имплантата может привести к экзофтальму или другим осложнениям. Авторы описывают опыт использования индивидуализированных имплантатов с титановой сеткой Medpor и стереолитографического моделирования у ряда пациентов, которым была выполнена реконструкция орбитальной стенки (Oh, Tae Suk и др., 2016). Состояние внутренней орбиты после уменьшения переломов скуло-челюстного комплекса(ZMC) связывалось Ellis, E.3<sup>rd</sup> и др. [26], с определением состояния внутренней орбиты до и после уменьшения переломов скуло-челюстного комплекса(ZMC) при лечении без реконструкции внутренней орбиты (Ellis, E.3<sup>rd</sup> и др., 2004).

Исследование орбитального перелома с помощью трехмерного(3D) принтера осуществили Bastien Valding и др. [49]. За последние 10 лет в медицине значительно выросло использование 3D печати, особенно в челюстно-лицевой хирургии. На рынке доступно множество различных программ и принтеров, но проблема заключается в том, что трудно выбрать, какой из них лучше всего соответствует необходимым потребностям. Необходимо проанализировать потребность в таких программах, а также их качество, прежде чем инвестировать в 3D-печать (Bastien Valding и др., 2018). Bastien Valding и др., 2018, сравнили 3D-печать орбитального перелома между профессиональным и непрофессиональным программным обеспечением. Результаты показывают, что качество печати и время, затрачиваемое на подготовку, сильно различаются. Расходы между бесплатным или профессиональным программным обеспечением также должны учитываться.

Разрывные переломы(Explosive fractures) влияют на объем и площадь поверхности орбитальной полости. Оценка этих значений после травмы может помочь решить, является ли пациент кандидатом на операцию. Недавние исследования предоставили оценки орбитального объема и площади дефекта кости и коррелировали их со степенью энтофтальма. Тем не менее, большая степень биологической изменчивости между индивидуумами может помешать таким абсолютным значениям быть успешными индикаторами для хирургии. Стереологические методы использовались для оценки объема орбитальной полости в нескольких исследованиях, но до настоящего времени они не использовались для определения площади поверхности. Это исследование является первым, в котором была измерена вся площадь поверхности орбитальной полости на основе компьютерной томографии(КТ) с высоким качеством изображения (Felding, Ulrik Ascanius и др., 2016).

Цель исследования Huang, Li и др., состояла в том, чтобы точно оценить степень тяжести травматических дефектов орбиты и методы персонализированной реконструкции орбиты, используя радиологический показатель как оценку при лечении чистых переломов орбитального дна.

Ретроспективное исследование (Huang, Li и др., 2017), было проведено на 97 пациентах с травматическими орбитальными дефектами. Всем пациентам были проведены скрининг до и после операции спиральной компьютерной томографии. Техника пространственной ориентации использовалась для измерения трехмерного(3D) положения глазничного яблока и вычисления изменений в орбитальном объеме. В последствии компьютерная техника и метод быстрого прототипирования(RP) использовались для создания персонализированной орбитальной модели, чтобы помочь в планировании операции, а также в предварительном формировании имплантатов и костных пластинок. Во время операции было возвращено содержимое грыжи орбиты; предварительно сформированная титановая сетка, Medpor или другие имплантаты были помещены; орбитальная форма вместе дефекта была точно восстановлена; и были восстановлены нормальные пропорции между стенками орбиты и содержимым орбиты. Результаты лечения оценивались с точки зрения внешнего вида после операции, удовлетворенности пациентов, офтальмологического исследования и компьютерной томографии(КТ). Осложнения были проанализированы соответственно. Удовлетворительные результаты были достигнуты у всех пациентов со следующими исключениями: 1 пациент с неудовлетворительным внешним видом лица; 2 пациента со старой травмой и неблагоприятной коррекцией энофтальма, которые испытали диплопию без значительного улучшения в течение 6 месяцев после операции; и 2 пациента с легкой послеоперационной эктропией нижнего века. Все остальные пациенты достигли удовлетворительных результатов лечения, то есть орбитальная форма в месте дефекта была точно восстановлена, и были восстановлены нормальные пропорции между стенками орбиты и содержимым орбиты. Других серьезных осложнений не было. У пациентов с травматическими дефектами орбиты точные цифровые оценки трехмерного(3D) положения глазного яблока и изменений в объеме орбиты помогают в планировании хирургического вмешательства с помощью персонализированной модели и способствуют ранней операции с минимальной

травмой. Когда объем орбиты был восстановлен и положение глазного яблока было сохранено или исправлено, одновременно завершалась точная реконструкция анатомической формы орбиты. Таким образом, персонализированная реконструкция орбиты может повысить эффективность пластической хирургии у пациентов с орбитальными деформациями (Huang, Li и др., 2017).

Стереологические методы с использованием размеров орбитальной полости на основе компьютерной томографии(КТ) с высоким качеством изображения, получаемого на головах трупов, как дополнение использовалась автоматизированное компьютерное программное обеспечение, метод проекции, метод цифровой технологии, метод визуализации (Дания). Объем и площадь поверхности орбитальной полости оценивались на основе компьютерной томографии(КТ) 11 трупных голов с переломами скуло-орбитального комплекса(СОК). Измерения показали, что средний ( $\pm$  SD) общий объем и общая площадь поверхности орбитальных полостей составили  $24,27 \pm 3,88$  см и  $32,47 \pm 2,96$  см соответственно. Не было значительной разницы в объеме ( $P = 0,315$ ) или площади поверхности ( $P = 0,566$ ) между двумя орбитальными полостями. Стереологический метод оказался надежным и беспристрастным методом, который можно использовать в качестве золотого стандарта для сравнения с автоматизированным компьютерным программным обеспечением. Дальнейшие исследования визуализации переломов скуло-орбитального комплекса(СОК) у пациентов с переломами скуло-орбитального комплекса (СОК) с разрывом орбиты(Disruption of the orbit) могут быть основаны на индивидуальных и относительных расчетах, включающих в себя как объем грыжи, так и площадь поверхности перелома по отношению к общему объему и площади поверхности неповрежденной орбитальной полости (Felding, Ulrik Ascanius и др., 2016).

**Методики интраоперационной визуализации и хирургической навигации.** При интраоперационной визуализации с помощью системы 3D C-arm после уменьшения перелома СОК целью исследователей Frank Wilde и др.

[35], была оценка полезности интраоперационной трехмерной(3D) визуализации C-образной дуги для определения адекватности уменьшения перелома. Интраоперационная трехмерная(3D) визуализация может помочь решить, должна ли быть также восстановлена орбита (Frank Wilde и др., 2012).

Хирургическая навигация как способ повышения точности снижения односторонних осложненных переломов скуло-челюстного комплекса(ZMC) представляет собой одну из составляющих рандомизированного контролируемого исследования (Xiao Zhang и др., 2018). Лицо занимает наиболее видное положение в теле человека, что делает его уязвимым для травм (Xiao Zhang и др., 2018). Пациенты, страдающие переломами скуло-челюстного комплекса(ZMC), всегда имеют деформацию, потому что скуло-челюстной комплекс(ZMC) сильно способствует ширине и выпячиванию средней части лица (Xiao Zhang и др., 2018). Следовательно, точное уменьшение переломов скуло-челюстного комплекса(ZMC) играет жизненно важную роль в восстановлении удовлетворительного контура лица (Xiao Zhang и др., 2018). Для инвертных переломов, открытая редукция с внутренней фиксацией(ORIF) должна рассматриваться как основной и надежный вариант восстановления внешнего вида (Xiao Zhang и др., 2018). Однако переломы довольно трудно лечить, особенно в случаях сложных переломов скуло-челюстного комплекса(ZMC). Осложненные переломы скуло-челюстного комплекса(ZMC) относятся к осколочным переломам, переломам с отсроченной операцией и/или дефектам кости скуло-челюстного комплекса(ZMC). Не имея доступных ориентиров для анатомического сокращения, хирурги обрабатывают фрагменты перелома в основном в соответствии со своим собственным клиническим опытом, что часто приводит к неудовлетворительным результатам чрезмерного или недостаточного восстановления (Xiao Zhang и др., 2018). Отказ от анатомического сокращения приведет к неправильной ширине и выпячиванию скулы и асимметрии средней части лица, а также может привести к плохой самооценке и проблемам со здоровьем, связанным с низким качеством жизни. Таким образом, уменьшение расстояния между соприкасающимися

частями переломов является ключом к лечению сложных переломов скуло-челюстного комплекса(ZMC) (Xiao Zhang и др., 2018). С быстрым развитием компьютерных технологий хирургическая навигация постепенно стала новым вспомогательным инструментом для диагностики, планирования операций и лечения в медицине (Xiao Zhang и др., 2018). Для синхронизации фактической хирургической анатомии в реальном времени с визуализацией анатомии пациента, ранее полученной с помощью компьютерной томографии(КТ), хирургическая навигация впервые использовалась в нейрохирургии и получила признание (Xiao Zhang и др., 2018). В последние годы хирургическая навигация применялась во многих хирургических процедурах, таких как удаление инородного тела, резекция опухоли, коррекция деформации и имплантация (Xiao Zhang и др., 2018). Эти исследования показали, что с помощью хирургической навигации были достигнуты точные и предсказуемые результаты. Действительно ли хирургическая навигация повышает точность сокращения сложных переломов скуло-челюстного комплекса(ZMC), все еще остается спорным (Xiao Zhang и др., 2018). В этом исследовании было проведено рандомизированное контролируемое клиническое исследование для сравнения эффектов лечения сложных переломов скуло-челюстного комплекса(ZMC) с хирургической навигацией и без нее. Программное обеспечение для планирования использовалось для моделирования хирургических движений переломов костей на основе предоперационных изображений, а интраоперационная хирургическая навигация использовалась для точного сокращения. Хирургическая навигация для лечения переломов СОК может привести к значительному улучшению точности сокращений, что должно стать неотъемлемой частью хирургической терапии (Xiao Zhang и др., 2018).

Применение компьютерной навигационной системы(CANS \_ computer-assisted navigation system) в отсроченном лечении переломов скуловой кости также является одной из составляющих рандомизированного контролируемого исследования и связано с тем, что отложенное лечение перелома СОК верхней

челюсти представляет собой сложную задачу для хирургов, так как целью данных исследования является сравнение лечебных эффектов отсроченной хирургии переломов СОК с компьютерной навигационной системой(CANS) и без нее (Xi Gong и др., 2017).

Хирургическая навигация как способ повышения точности снижения односторонних осложненных переломов скуло-челюстного комплекса(ZMC) использует программное обеспечение Geomagic Studio 11 и Brainlab iPlan CMF 3.0, случайную выборку для анализа, анализ данных до- и послеоперации, визуальный метод, аналитический метод.

Точное сокращение является ключом к успешному лечению переломов костей [51]. В сложном переломе СОК, как одного из самых сложных переломов лицевой кости, часто трудно добиться точного сокращения, что приводит к деформации лица. В это исследование были включены 20 пациентов с односторонними осложненными переломами скуло-челюстного комплекса (ZMC), подразделенных случайным образом на экспериментальные и контрольные группы, с помощью и без помощи хирургической навигации соответственно. Данные до- и послеоперационной визуализации были собраны и затем проанализированы с использованием программного обеспечения Geomagic Studio 11 и Brainlab iPlan CMF 3.0. Более точное сокращение было показано в экспериментальной группе по результатам измерений обеих программ, чем в контрольной группе. Можно заключить, что хирургическая навигация показала большую ценность в выполнении точных сокращений сложных переломов скуло-челюстного комплекса(ZMC) и восстановления контура лица (Surgical navigation improves reductions accuracy of unilateral complicated zygomaticomaxillary complex(ZMC) fractures: a randomized controlled trial) (Xiao Zhang и др., 2018).

Отсроченное лечение перелома СОК и верхней челюсти представляет собой сложную задачу для хирургов. Целью исследования Xi Gong и др., было сравнение лечебных эффектов отсроченной хирургии переломов СОК с компьютерной навигационной системой(CANS) и без нее.

В рандомизированное клиническое исследование путем случайной выборки были включены пациенты с односторонним переломом скуло-челюстного комплекса(ZMC) и рандомизированы 1:1 с отсроченным лечением с или без CANS. Первичным измерением результата были абсолютные двусторонние различия возвышения и ширины скуло-челюстного комплекса (ZMC) на основе данных КТ через 48-72 часа после операции. К результатам можно отнести тот факт, что 103 пациента с односторонним переломом скуло-челюстного комплекса(ZMC) без немедленного лечения, и 78 с немедленным лечением были рандомизированы в каждую группу. Послеоперационные КТ измерения показали, что двусторонняя разница в возвышении скуло-челюстного комплекса(ZMC) была значительно меньше для навигационной группы, чем для контрольной группы (1,24 против 2,22 мм;  $P < 0,001$ ). Двусторонняя разница в ширине скуло-челюстного комплекса(ZMC) не была значимо различна между двумя группами (0,94 против 1,36 мм;  $P = 0,061$ ). Процент пациентов с морфологически симметричным лицом (двусторонние различия  $\leq 2$  мм в возвышении и ширине скуло-челюстного комплекса(ZMC)) составил 71,8% (28 из 39) для навигационной группы и 35,9% (14 из 39) для контрольной группы ( $P = 0,001$ ). Фотограмметрия показала, что средняя разница между послеоперационными данными КТ и предоперационным дизайном была меньше в группе навигации (1,30 против 2,40 мм;  $P = 0,012$ ).

Можно сказать, что использование CANS улучшило симметрию скуло-челюстного комплекса(ZMC) у пациентов с односторонним переломом скуло-челюстного комплекса(ZMC), которые откладывали лечение, что позволило более точно выполнить предоперационный план (Xi Gong и др., 2017).

Jinhwan Park и др. [47], реконструировали большой орбитальный перелом задней стенки дна с учетом орбитального угла наклона глазничного дна с использованием эндоскопа. Реконструкция большого орбитального перелома, распространяющегося на заднюю стенку верхнечелюстной пазухи, является трудной и сложной задачей. В этом исследовании авторы представляют трансконъюнктивальный или транскарункулярный подход с использованием

эндоскопии и слоистых пористых полиэтиленовых барьерных листов для управления большим орбитальным переломом стенки дна (Jinhwan Park и др., 2017).

Обширные переломы орбитального дна и медиальной стенки по сравнению с изолированными переломами орбитальной стенки с большей вероятностью потребуют хирургической коррекции из-за более высокой вероятности осложнений, таких как диплопия, энофтальм или онемение. Уникальные и сложные контуры орбитальной анатомии ограничивают интраоперационный обзор интраорбитальной анатомии, а сложные переломы орбиты, включающие опору зоны переходной зоны, делают операцию по реконструкции орбиты более сложной. Цель этого исследования состояла в том, чтобы описать опыт хирургических доступов с использованием навигационного и эндоскопического руководства для обширной реконструкции перелома дна и медиальной стенки (Jia-Ruei Yang и др., 2019).

Исследование Blumer и др. [34], показало, что 6 из 7 фактических ревизий размещения имплантатов было бы пересмотрено во время операции всеми 4 экспертами, если бы была применена интраоперационная визуализация с виртуальной реконструкцией орбиты с помощью компьютера, которая может быть полезна для предотвращения последующих ревизий переломов орбитального дна [34]. В этом исследовании порог пересмотра установки имплантата во время операции казался ниже при использовании интраоперационной визуализации с виртуальными реконструкциями, потому что исследователи проверяли бы значительно больше случаев во время операции. На госпитальном и постбольничном этапах этот порог увеличивается, что свидетельствует о более важной роли клинических результатов [34]. Неясно, действительно ли хирурги пересмотрели бы те же случаи, что и эксперты, если бы использовали интраоперационную визуализацию с виртуальными реконструкциями орбиты. Тем не менее, интраоперационное визуализация с виртуальной реконструкцией орбиты с

помощью компьютера помогает исключить послеоперационные пересмотры переломов орбитального дна (Blumer и др., 2015).

Целесообразность интраоперационной визуализации с помощью виртуальной компьютерной реконструкции переломов орбитального дна, влияние зеркальных компьютерных томограмм(КТ) на принятие решения о пересмотре лечения решена (Blumer и др., 2015). Эти виртуальные реконструкции с помощью компьютера были последовательно исследованы экспертами. Результаты показали твердое согласие исследователей в отношении пересмотра анатомически неправильно уменьшенных переломов орбитального дна во время операции путем оценки послеоперационных зеркальных КТ. Этот анализ послеоперационных компьютерных томографов (КТ) с компьютерными виртуальными реконструкциями орбиты привел бы к значительно большему количеству ревизий во время операции, но все фактические ревизии были обнаружены, за исключением 1 случая. Этот случай был одинаковым для всех экзаменаторов. Время операции было бы продлено в дополнительных пересмотренных случаях, но была бы достигнута лучшая анатомическая реконструкция. Кроме того, интраоперационный результат реконструкции должен был бы контролироваться мгновенно и исправляться немедленно, если это необходимо [34].

Предоперационные и послеоперационные функциональные и эстетические результаты были описаны методом навигации и эндоскопической реконструкции (Jia-Ruei Yang и др., 2019).

На современном этапе для оценки повреждений нижней стенки орбиты и СОК необходимо комплексная диагностика, включающая в себя применение клинических методов, рентгенологических и прототипирования для определения показаний к определенному виду консервативного или хирургического лечения и роль схемы оценки на основе компьютерной томографии(КТ) при принятии решения о лечении переломов орбитального дна. Размер дефекта перелома, по-видимому, в значительной степени связан с наличием диплопии. КТ-морфологические параметры и предоперационные

офтальмологические результаты показали статистическую значимость для диплопии и лишения мышц нижней прямой мышцы(IRM), диплопии и смещения нижней прямой мышцы(IRM), снижения подвижности и заключения нижней прямой мышцы(IRM), а также уменьшения подвижности и смещения нижней прямой мышцы(IRM). Дефекты критического размера орбитального дна  $\geq 2$  см<sup>2</sup> могут вызвать клинически значимое смещение задней части глазничного яблока, приводящее к экзофтальму, поэтому необходимо идентифицировать пациентов, нуждающихся в хирургическом вмешательстве (Gesche Frohwittera и др., 2018).

Роль интраоперационной визуализации с помощью системы 3D C-arm после уменьшения перелома скуло-орбитального комплекса(СОК) в лечении перелома заключается в том, что она оценивает адекватность перелома при лечении переломов как методом закрытого восстановления, так и методом восстановления открытой репозиции и внутренней фиксации(ORIF) скуло-орбитального комплекса(СОК). Целью ставилось значение полезности интраоперационной трехмерной(3D) визуализации С-образной дуги для оценки адекватности уменьшения перелома. Во время восстановления переломов скуло-орбитального комплекса(СОК) боковая стенка орбиты и/или орбитальное дно часто уменьшаются простым уменьшением скулы. Интраоперационная трехмерная(3D) визуализация может помочь решить, должна ли быть также восстановлена орбита. Результаты показали, что после уменьшения переломов скуло-орбитального комплекса(СОК) интраоперационное 3D-сканирование наблюдается неадекватное восстановление орбитального дна и неадекватное восстановление боковой орбиты нужно было уменьшить перелом скуловой дуги и скуловой кости. Послеоперационная визуализация показывает, нужна ли повторная операция пациенту. Интраоперационная 3D-визуализация с С-образным дном, по-видимому, является эффективным инструментом для оценки снижения перелома скуло-орбитального комплекса(СОК), что помогает избежать дополнительных процедур и, таким образом, снизить заболеваемость.

Кроме того, нет необходимости послеоперационной визуализации (Frank Wilde и др., 2012).

Можно заключить, что хирургическая навигация как координатор лечения играет большую роль в выполнении точных сокращений сложных переломов скуло-челюстного комплекса(ZMC) и восстановления контура лица, ее можно считать ключом к успешному лечению переломов (Xiao Zhang и др., 2018).

В сложном переломе скуло-челюстного комплекса(ZMC), как одного из самых сложных переломов лицевой кости, часто трудно добиться точного сокращения, что приводит к деформации лица. В это исследование были включены пациенты с односторонними осложненными переломами скуло-челюстного комплекса(ZMC), подразделенных случайным образом на экспериментальные и контрольные группы, с помощью и без помощи хирургической навигации соответственно. Данные до- и послеоперационной визуализации были собраны и затем проанализированы с использованием программного обеспечения Geomagic Studio 11 и Brainlab iPlan CMF 3.0. Более точное сокращение было показано в экспериментальной группе по результатам измерений обеих программ, чем в контрольной группе (Xiao Zhang и др., 2018).

Отложенное лечение перелома скулового комплекса верхней челюсти представляет собой сложную задачу для хирургов. Сравнение лечебных эффектов отсроченной хирургии переломов скуло-челюстного комплекса(ZMC) с компьютерной навигационной системой(CANS) и без нее приводит к заключению, что использование CANS улучшает симметрию скуло-челюстного комплекса(ZMC) у пациентов с односторонним переломом скуло-челюстного комплекса(ZMC), которые откладывали лечение, что позволяет более точно выполнить предоперационный план (Xi Gong и др., 2017).

**Сочетанное применение рентгенологического метода и клинического обследования** позволяет адекватно оценить показания к операции и ее результат. При оценке радиологического показателя в лечении чистых переломов орбитального дна Flore Roul-Yvonnet и др., стремились к

дальнейшей оценке прогностической силы и актуальности ранее опубликованного балла радиологического решения для чистых переломов с записью клинических данных. Flore Roul-Yvonnet и др., ретроспективно включили всех пациентов, которых лечили в отделении авторов по поводу чистого перелома орбитального дна, с Июня 2012 года по Ноябрь 2013 года. Flore Roul-Yvonnet и др., собрали клинические данные, включая диплопию и энтофтальм на начальном этапе и через 3 месяца наблюдения. Рентгенологические данные также были записаны: частота перелома орбитального дна, максимальная высота грыжи периорбитальной ткани(МН) при переломе орбитального дна и давался общий 4-балльный показатель состояния мышечной подкормки(MSS). Детерминанты лечения оценивались с помощью однофакторного анализа, с  $\chi$ -тестами или точными критериями Фишера для качественных переменных, и t-тестами Стьюдента для количественных. Затем был проведен многомерный анализ со ступенчатой логистической регрессией. Flore Roul-Yvonnet и др., предложили простой показатель (со специфичностью 79% и чувствительностью 56%) для указания на операцию, используя показатель, который был значимым предиктором лечения в многомерном анализе. Исследование Flore Roul-Yvonnet и др., является еще одним шагом в стандартизации решения о лечении чистых переломов орбитального дна. Предлагаемая оценка требует подтверждения клинических исследований, но уже помогает сравнивать серии пациентов [29].

Сочетание метода интраоперационной визуализации с помощью системы 3D C-arm после уменьшения перелома скуло-орбитального комплекса(СОК), метод КТ, метод цифровой технологии, клинический метод, метод сканирования переломов скуло-орбитального комплекса(СОК) применено (Frank Wilde и др., 2012) (Германия). Результаты такого сочетания методов показали, что во время восстановления переломов скуло-орбитального комплекса(СОК) боковая стенка орбиты и/или орбитальное дно часто уменьшаются за счет уменьшения объема скулы, Frank Wilde и др. [35].

Германской школой стоматологов решения по лечению переломов орбитального дна принимаются на основе клинической картины, полученной при офтальмологическом исследовании, и КТ, метода цифровой технологии, статистического метода, стандартного метода, метода сканирования, метода проекции. Решения по лечению переломов орбитального дна основываются на данных клинической картины офтальмологического исследования и КТ. Однако объективные параметры редко используются в нестандартных случаях. В качестве примера можно привести ретроспективное исследование Gesche Frohwittera и др., 2018, которое включало наблюдение 106 пациентов с односторонними изолированными переломами орбитального дна. Была проведена корреляция между предоперационными офтальмологическими исследованиями и конкретными параметрами КТ. Размер дефекта перелома, по мнению авторов, в значительной степени был связан с наличием диплопии. Метод КТ с морфологическими параметрами и предоперационные офтальмологические результаты показали статистическую вероятность диплопии и лишения мышц нижней прямой мышцы (IRM), диплопии и смещения нижней прямой мышцы (IRM), снижения подвижности и заключения нижней прямой мышцы (IRM), а также уменьшения подвижности и смещения нижней прямой мышцы (IRM) (Gesche Frohwittera и др., 2018). Схема клинической оценки при КТ сканировании переломов орбитального дна направлена, как считают Gesche Frohwittera и др., на облегчение принятия решения о лечении с использованием четырех переменных на основе КТ. Так как дефекты критического размера орбитального дна  $\geq 2$  см<sup>2</sup> могут вызвать клинически значимое смещение задней части глазничного яблока, приводящее к энтофтальму, предлагаемые исследователями параметры, полученные на основе сочетания вышеприведенных методов, предлагают легкодоступную и простую для оценки схему, которая помогает идентифицировать пациентов, нуждающихся в хирургическом вмешательстве [28].

Необходимо учитывать роль отрицательного вектора орбиты при переломах глазничного дна (BOFs) при лечении. Отрицательный вектор орбиты

определяется как самая передняя часть глазного яблока, выступающая за возвышение скуло-верхнечелюстного комплекса(ZMC). Цель исследования состояла в том, чтобы оценить взаимосвязь между отрицательным вектором орбиты и локализованным переломом, анализируя расстояние между передней поверхностью роговицы и глазничную костью с мягкими тканями лица при переломах медиального и глазничного дна с использованием орбитальной КТ. Исследовались пациенты с диагнозом переломов с переломом с участием медиального или глазничного дна. Расстояния от передней роговицы до нижнего века, нижней орбитальной стенки, нижнего края орбиты и массы передней щеки были измерены с помощью орбитальной компьютерной томографии(КТ). Соотношение отрицательного вектора орбиты и измеренного расстояния сравнивалось между переломом медиальной стенки и переломом глазничного дна(BOF). Медицинские карты, включая возраст, пол, сопутствующий офтальмологический диагноз и характер травмы, были проанализированы ретроспективно. 43 глаза от 43 пациентов с диагнозом перелома медиальной стенки и 34 глаза от 34 пациентов с диагнозом перелома орбитального дна. Не было значительного различия в расстоянии от передней роговицы до века в нижней части века ( $P = 0,574$ ), нижней орбитальной стенки ( $P = 0,494$ ) или ободка орбиты ( $P = 0,685$ ). Расстояние от передней роговицы до передней щечной массы значительно различалось при переломе медиальной стенки ( $-0,19 \pm 3,49$  мм) по сравнению с переломом орбитального дна ( $-1,69 \pm 3,70$  мм),  $P = 0,05$ . Отрицательный вектор орбиты был значительно выше у пациентов с переломами орбитального дна (70,6%) по сравнению с пациентами с переломами медиальной стенки (44,2%) ( $P = 0,04$ ). Пациенты с отрицательным отношением вектора орбиты, когда большая часть передней части глазного дна выступала за переднюю массу щеки и возвышение малярии(ME), имели более высокую вероятность развития перелома орбитального дна, чем перелома медиальной стенки (Soo Youn Choi и др., 2017).

По мнению Yukito Yamanaka (Япония) и др. [33], необходимы объективные методы для оценки предоперационной и послеоперационной хирургии глаза, как-то: метод цифровых технологий, метод HAR%, метод диаграмм, классификационный метод, аналитический метод. Целью настоящего исследования было выяснение наилучших сроков хирургического восстановления переломов глазничного дна(BOFs) с использованием отношения площади Гесса(HAR% \_ hess area ratio) для объективной оценки подвижности глаза [33]. Многочисленные предыдущие исследования (Yukito Yamanaka и др., 2018), подчеркивая наличие диплопии, не ссылались на объективные данные подвижности глаза. Чтобы объективно оценить подвижность глаза, использовали скрининг-тест Гесса, который помог отслеживать изменения подвижности глаза у пациентов с переломами глаз. В случае орбитального перелома, дисфункция глазных мышц в пределах 30 градусов может быть легко идентифицирована. Furuta и соавторы сообщили, что диплопия оценивалась с использованием процентного отношения площади Гесса(HAR%) на основе диаграммы Гесса. Кроме того, по мнению Pier и др., HAR% эффективен в прогнозировании послеоперационной диплопии у пациентов, перенесших хирургическое восстановление орбиты.

Примером анализа измерений при травме скуло-орбитального комплекса (СОК) может служить трехмерный(3D) анализ паттернов(образцов) переломов скуло-челюстного комплекса(ZMC) с использованием метода 3D, КТ, метода 2D, метода радиографии, клинического метода, метода по плоскости, метода цифровых технологий, метода визуализации, метода проекции, метода алгоритма, метода классификации (Candace Y.Pau и др., 2010). Новый метод анализа паттерна разрушения СОК использует трехмерную(3D) визуализацию изображений КТ для регистрации смещения возвышения СОК в трехмерной(3D) координатной плоскости. Характер перелома коррелировал с результатом лечения. КТ на лице пациентов с односторонними переломами СОК и переломами пациентов без переломов. Смещение скулового возвышения на сломанной стороне измеряли в медиально-латеральном (x), выше-нижнем (y)

и передне-заднем (z) измерениях, а также евклидовым расстоянием по сравнению со скуловым возвышением, которое располагается на неразрывной стороне. Исходная естественная дисперсия асимметрии была учтена путем сравнения местоположения скулового возвышения слева и справа у субъектов без переломов. Пациенты, которым требовалась открытая редукция внутренней фиксации (ORIF – open reduction internal fixation) для восстановления одного перелома СОК, имели значительно большие кумулятивные смещения скулового возвышения, чем пациенты, которым не требовалась открытая редукция внутренней фиксации (ORIF) ( $p = 0,02$ ). Кроме того, у пациентов с высоким показателем перелома 3, 4 или 5 (назначенных на основе смещения тяжести в каждом измерении) показатели открытой редукции внутренней фиксации (ORIF) были значительно выше, чем у пациентов с низким показателем перелома 0,1 или 2 ( $p = 0,05$ ). Тяжелое смещение в одном или нескольких измерениях было связано с более высокими показателями открытой редукции внутренней фиксации (ORIF), чем это наблюдалось у пациентов с только нейтральными или легкими смещениями во всех измерениях ( $p = 0,05$ ). Тяжелое смещение  $x$  наиболее сильно коррелировало с хирургическим вмешательством ( $p = 0,02$ ). В целом, как показали наблюдения Candace Y. Pau и др., восстановление глазничного дна было менее тесно связано с большинством мер по смещению, чем только восстановление скуло-верхнечелюстного комплекса (ZMC); однако пациенты, которым требовалось восстановление глазничного дна, имели большее смещение евклидова скулового возвышения, чем пациенты, которым не требовалось восстановление глазничного дна ( $p = 0,02$ ). Тяжесть перелома, определяемая множеством параметров в новой системе оценки, связана с более высокими показателями открытой редукции внутренней фиксации (ORIF) у пациентов с односторонними переломами СОК. Таким образом, определение характера перелома СОК может быть информативным при рассмотрении вариантов лечения [57].

Метод буквенно-цифровой системой оценки Cooter-David пациентов с переломами верхней челюсти орбитального дна и его соотношение с

результатами традиционного метода и метода реконструкции описан S.T. O'Sullivan, и др. [39].

Роль конкретной компьютерной томографической(КТ) оценки в определении диагноза офтальмологического исхода при переломах только орбитального дна определялась по методу диаграмм данные офтальмологического наблюдения, статистическим методом, клиническим методом, методом цифровых технологий, аналитическим методом [18]. Были проанализированы данные 34 пациентов только с переломам глазничного дна(BOF), которые прошли период не менее 6 месяцев медицинского и офтальмологического наблюдения. Были включены следующие 3 параметра на основе КТ: отношение площадей переломанного орбитального дна(RF), максимальная высота грыжи периорбитальной ткани(MH) и 4-балльная мышечная подкорка(MSS), описывающая смещение нижней прямой мышцы(IRM) относительно уровень глазного дна. Ортоптические осложнения(диплопия, энофтальм и ограничение подвижности глаз) были оценены опытным страбологом. Прогностическое значение параметров КТ было проанализировано с использованием диаграмм характеристик кривых пациента, которого оперировали, а также диаграмм характеристик области под кривой(AUC), логистической регрессии и корреляции Спирмена, отношение площадей переломанного орбитального дна(RF), имел значительное прогностическое значение для появления энофтальма (площади под кривой(AUC) = 0,75 , P = 0,02), и максимальная высота грыжи периорбитальной ткани(MH) для диплопии. Среди пациентов с осложнениями релевантность мышечная подкорка(MSS) и максимальная высота грыжи периорбитальной ткани(MH), а также тяжесть вертикального отклонения также были клинически тесно связаны ( $\rho = -0,52$  и  $-0,56$ ). Данное исследование выявило значительную прогностическую ценность отношения площадей переломанного орбитального дна(RF) для возникновения энофтальма и максимальную высоту грыжи периорбитальной ткани(MH) для сохранения диплопии.

Метод КТ в прогнозировании диплопии при переломах глазничного дна(BOFs) используется в сочетании с методом цифровых технологий, стандартным методом, статистическим методом, тестным методом, моделированием и аналитическим методом (Michaela Cellina и др., 2017, Италия). Управление переломами глазничного дна(BOFs) является спорным: оценка диплопии является наиболее важным критерием при планировании хирургического вмешательства. Цель состояла в том, чтобы определить результаты КТ, которые могут указывать на наличие диплопии, когда пациенты с переломами глазничного дна(BOFs) не могут быть адекватно обследованы для планирования восстановления орбиты. Ретроспективно оценили КТ всех пациентов с тупой черепно-лицевой травмой (N = 3334). Были оценены следующие переменные КТ: место перелома, мультифокальность перелома, смещение отломков, утолщение экстраокулярных мышц(ЕОМ), захват экстраокулярных мышц(ЕОМ), смещение экстраокулярных мышц(ЕОМ), зацепление экстраокулярных мышц(ЕОМ), внутрикональная и экстракональная эмфизема, внутрикональная и экстракональная гематома и грыжа жира. Все пациенты прошли тест Гесса-Ланкастера, чтобы установить наличие диплопии. После проведения группового сравнения с помощью критерия Пирсона  $\chi^2$  выведена модель прогнозирования, с использованием логистической регрессии с диплопией в качестве прогноза и переменными КТ в качестве предикторов. Наблюдали 299 пациентов с переломами глазничного дна(BOFs), 46 (15,4%) с диплопией, подтвержденной тестом Гесса-Ланкастера. Переменные КТ со статистически значимым различием между группой с диплопией и группой без диплопии были следующими: перелом глазничного дна(BOF) ( $p = 0,014$ ), смещение отломков ( $p = 0,001$ ), мультифокальность ( $p = 0,005$ ), утолщение экстраокулярных мышц(ЕОМ) ( $p = 0,001$ ), захват экстраокулярных мышц(ЕОМ) ( $p < 0,001$ ), смещение экстраокулярных мышц(ЕОМ) ( $p < 0,001$ ), грыжа жировой ткани ( $p = 0,003$ ). Переменные КТ, имеющие значение в качестве предикторов диплопии при многомерном анализе, были следующими: перелом орбитального дна (значение  $p = 0,015$ ; отношение шансов 2,871 , 95%

доверительный интервал(ДИ) отношения шансов 0,223–6,738), смещение экстраокулярных мышц(ЕОМ) (значение  $p$  0,001; отношение шансов 10,693 , 95% доверительный интервал(ДИ) отношения шансов 3,761–30,401), захват экстраокулярных мышц(ЕОМ) (значение  $p$  0,001; отношение шансов 11,510 , 95% доверительный интервал(ДИ) отношения шансов 3,059–43,306). Наличие диплопии можно предположить на основании результатов КТ после травмы орбиты.

В выявлении роли послеоперационной визуализации после перелома орбитального слоя использовался клинический метод, метод цифровых технологий, метод визуализации, метод проекции. Получение послеоперационных изображений переломов челюстно-лицевой области не влияет на клиническое ведение пациентов без симптомов. Однако несколько исследований оценили роль послеоперационной визуализации в контексте переломов орбитального дна (David Carpenter, Ronnie Shamma, и др., 2018). Оценивались вышеприведенные методы и их роль в послеоперационной визуализации в лечении переломов орбитального дна изолированно и с сопутствующими переломами лица на ретроспективном обзоре пациентов, перенесших открытое сокращение и внутреннюю фиксацию(ORIF \_ open reduction internal fixation) переломов орбитального дна в период. Оперативные и периоперационные записи были рассмотрены, чтобы соотнести клинические результаты с послеоперационными картинками визуализации по всем выявленным переломам орбитального дна 54% имели поражение СОК, 46% были изолированными переломами орбитального дна, 39% пациентов прошли послеоперационную визуализацию, 70% имели послеоперационную визуализацию в отсутствие клинических симптомов. Пациенты с переломами СОК подвергались значительно большему количеству исследований послеоперационной визуализации ( $p < 0,001$ ); однако не было выявлено различий в осложнениях между изолированными орбитальными и орбитальными переломами и СОК. Послеоперационное наблюдение (визуализация) не оправдано при отсутствии постоянных клинических

симптомов после открытого сокращения и внутренней фиксации(ORIF) переломов орбитального дна (David Carpenter, Ronnie Shamma, и др., 2018).

Цель исследования ученых, связанного со здоровьем качества жизни пациентов с переломом скулы, состояла в том, чтобы оценить качество жизни, связанное со здоровьем(HRQoL \_ health related quality of life), до и после хирургического лечения перелома скулового комплекса и оценить восприятие пациентами эстетических и функциональных результатов операции. Было проведено проспективное исследование пациентов до- и послеоперации по поводу перелома скулового комплекса. HRQoL измеряли с использованием универсального 15-мерного(15D) прибора, а удовлетворенность пациентов оценивали с помощью дополнительной анкеты. Средний предоперационный 15D балл для пациентов был ниже, чем для населения в целом, который был сопоставим по возрасту и полу ( $p = 0,011$ ). Средний балл 15D был наименьшим в первый послеоперационный день ( $p < 0,001$ ), когда у пациентов было хуже в 6 из 15 измерений прибора показатель 15D в общей популяции в течение первого месяца после операции. Потеря чувствительности подглазничного нерва(ION) в конце шестимесячного наблюдения оказалась единственным наиболее важным фактором, который мучил пациентов. Оценка качества жизни, связанное со здоровьем(HRQoL), значительно снижается после травмы, но улучшается через несколько недель после операции, а потеря чувствительности подглазничного нерва(ION) является заметным долгосрочным фактором, который поражает пациентов после перелома скулового комплекса. При проводимом лечении необходимо иметь ввиду, что размер перелома связан напрямую с оценкой качества жизни, а именно потерей чувствительности [31].

## ГЛАВА 2

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения состояния нижней стенки орбиты у пациентов с травмами скуло-орбитального комплекса(СОК) были изучены истории болезни пациентов, проходивших лечение в отделении челюстно-лицевой хирургии учреждения здравоохранения «11-я городская клиническая больница» г.Минска в период 2015-2017гг. Проведен анализ 30 историй болезни пациентов, которым был установлен клинический диагноз перелом скуло-орбитального комплекса(СОК) со смещением и проводилось с целью диагностики КЛКТ. Всем пациентам при поступлении была выполнена рентгенография в полуаксиальной проекции, на основании которой был установлен диагноз. Для уточнения характера смещения отломков и определения показаний к виду хирургического лечения пациентам была выполнена КЛКТ. Исследование было проведено на аппарате Galileos Viewer version 1.8, 2006-2011 Sirona Dental Systems GmbH, Software Engineering by SICAT by GmbH & Co. KG., размер матрицы 150 x 150 мм, Data Source: Galileos Implant version 1.8.

Из 30 пациентов, попавших в исследование, только 8 была проведена контрольная КЛКТ. Остальным 22 для оценки качества репозиции была выполнена рентгенография в полуаксиальной проекции. Исследовательская группа состояла из 8 пациентов (7 мужчин и 1 женщин). Возраст пациентов составил от 26 до 62 лет. Самое длительное время наблюдения составило полтора года, а самый короткий - неделя. Всем пациентам лечение проводилось путем открытой репозиции СОК и остеосинтез титановыми мини-пластинами субцилиарным, внутриротовым и доступом в области верхнего века.

Пациенты были выписаны из стационара без жалоб на нарушения зрения и других функционально-эстетических нарушений. Нет четких данных в медицинской карте стационарного пациента о имевшихся нарушениях со стороны офтальмологической сферы. Таким образом, можно считать клинический результат лечения у всех пациентов – удовлетворительным.

Размер и расположение внутренних орбитальных дефектов, смещение мягких тканей орбиты и объем орбиты были оценены в дооперационном и послеоперационном КТ. Срезы были сделаны в вентродорсальном направлении с интервалами 5,0 мм на передней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus), 10,0 мм на средней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus) и 10,0 мм на задней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus), в боковой плоскости на обеих костных орбитах(как на орбитальном переломе и имплантате, так и на здоровом). Подобные измерения были сделаны у 8 пациентов с различными зубными проблемами. КЛКТ-сканы были зарегистрированы для лицевой области черепа, содержащей орбитальную область.

## **2.1. Сравнительная характеристика рентгенологических методов диагностики травм скуло-орбитального комплекса**

Пострадавшим с переломами СОК стараются проводить рентгенографию лицевого черепа в двух проекциях, по показаниям применяют спиральную компьютерную томографию с 3D реконструкцией, создают стереолитопографические модели, метод цифровой технологии, метод проекции. По необходимости проводят офтальмологическое обследование, вычисляют изменения объема орбиты глаз, исследуют слёзоотведение (Маланчук, В.А. и др., 2013), [4, с. 46–48]. Ключевую роль в диагностике повреждений СОК в российской стоматологии играет рентгенологическое исследование лицевого черепа в полуаксиальной проекции, которое позволяет оценить состояние дна глазницы, пролапс содержимого глазницы и соотношение воздуха-жидкости в верхнечелюстном синусе. А существенно более полную информацию о тяжести повреждения можно выявить при помощи компьютерной томографии(КТ), позволяющей оценить состояние как костных, так и мягкотканых структур. Именно это позволяет утверждать, что на сегодняшний день КТ остается главным диагностическим методом выбора диагностики при орбитальной травме [8].

Измерение орбитального объема с помощью КЛКТ проводилось с пациентами, перенесших энуклеацию и орбитальную имплантацию. По мнению Olga Lukats и др., на сегодняшний день не существует подходящего метода для точного измерения объема костной орбиты, что имело бы особое значение при реконструкции орбитального повреждения [37].

Проведение МСКТ, по мнению Павлова, О.М. [5], при черепно-челюстно-лицевой травме позволяет точно и быстро поставить диагноз, уменьшает общее время исследования. Но наличие нестабильной гемодинамики, продолжающиеся кровотечения, нарушение дыхания могут перед проведением МСКТ потребовать интубации больного, проведение искусственной

вентиляции легких, дренирование плевральных полостей, остановки сильных кровотечений [Павлов, О.М., 2017].

Использование результатов 3D моделирования при проведении МСКТ позволяет облегчить представление о характере и объеме хирургических манипуляций, а также упрощает подготовку к проведению хирургического этапа лечения [Павлов, О.М., 2017].

Для правильной и своевременной диагностики (именно для клинического применения) необходимо анатомически обосновано разделить: а) повреждения, вовлекающие скуловую кость в переломы только скуловой кости, б) переломы, которые вызывают повреждения костей и мягкотканного содержимого орбиты, в) переломы, при которых повреждается верхняя челюсть. Необходимость четкого обоснования выбора обязательных методов обследования пациентов с переломами скуло-орбитального комплекса(СОК) осуществляется для того, чтобы узнать состояние нижней стенки орбиты при переломе скуло-орбитального комплекса(СОК) [Павлов, О.М., 2017]. Использование возможностей методов лучевой диагностики при данном типе повреждений облегчает клиническое применение современных способов диагностики [Павлов, О.М., 2017].

В исследовании Candace Y.Pau и др. [57], представляется новый метод оценки перелома СОК, в котором используется метод трехмерной(3D) визуализации для визуализации и количественного определения смещения возвышения малярии(МЕ) в передне-заднем, медиально-латеральном и верхне-нижнем измерениях. Затем характер смещения коррелирует с рекомендованным вмешательством, представляющим клиническую оценку лечения тяжести перелома, а также возможный результат [57].

Применение МСКТ для оценки корреляции характера перелома с результатом лечения можно рассматривать на примере работы Candace Y.Pau и др., 2010. МСКТ на лице были получены Candace Y.Pau и др., от пациентов с односторонними переломами скуло-верхнечелюстного комплекса(ZMC) и пациентов без переломов и проанализированы. Смещение скулового

возвышения на сломанной стороне измеряли в медиально-латеральном, выше-нижнем и передне-заднем измерениях, а также евклидовом расстоянии по сравнению со скуловом возвышении, которое располагается на неразрывной стороне. Исходная естественная дисперсия асимметрии была учтена путем сравнения местоположения скулового возвышения слева и справа у субъектов без переломов. Таким образом, определение характера перелома СОК комплекса может быть информативным при рассмотрении вариантов лечения [57].

У всех пациентов, включенных в собственное исследование, был проведен анализ рентгенограмм в полуаксиальной проекции. При исследовании рентгенограмм определялось смещение отломков (симптом ступеньки) по нижнему краю орбиты. Однако данный факт не может являться достоверным критерием для оценки наличия перелома дна орбиты во всех отделах и смещения отломков. Во первых относительно достоверно можно судить о переломе нижнего края орбиты (место перехода нижней стенки орбиты в переднюю поверхность верхней челюсти в области передней стенки верхнечелюстной пазухи). Косвенно о наличии смещения в переднем отделе нижней стенки орбиты. Во вторых, учитывая особенность укладки (положение головы пациента относительно рентгеновского луча – фронтальная плоскость орбиты находится под углом к направлению луча) невозможно достоверно в абсолютных числах определить смещение отломков в области нижнеглазничного края и соответственно оценить реальное значение смещения фрагментов дна орбиты.

Таким образом, учитывая данные анализа литературы и собственные исследования рентгенограмм в полуаксиальной проекции, становится очевидным, что для определения состояния нижней стенки орбиты необходимо проведение или МСКТ или КЛКТ. Указанные методы имеют общие признаки, свои преимущества и недостатки.

Условием, позволяющим получить достоверные данные о состоянии стенок орбиты при переломе СОК, является показатель размера матрицы

аппарата КЛКТ. Для получения информативного результата размер матрицы должен быть не менее 150 x 150 мм, что позволяет захватить кости средней зоны лица и орбиты вместе с верхней стенкой, которая служит вместе с основной костью ориентиром для измерений линейных размеров и объема орбиты. В Республике Беларусь на данный момент имеются аппараты для КЛКТ, обладающие указанными характеристиками, а именно аппараты КЛКТ Sirona Dental Systems GmbH с программным обеспечением Software Engineering by SICAT by GmbH & Co. KG и Planmeca ProMax 3D Max (Plus, Mid), Planmeca Oy с программным обеспечением Planmeca Romexis. КЛКТ позволяет быстро, с высоким разрешением, без ограничения массы пациента с минимальной лучевой нагрузкой получить изображение исследуемой области с 3 основных плоскостях с возможностью 3D визуализация. Ограничения для выполнения КЛКТ могут быть следующие: сочетанная травма (например, ЧМТ), повреждения опорнодвигательного аппарата.

## **2.2. Методика определения состояния нижней стенки орбиты с применением конусно-лучевой компьютерной томографии**

Например, венгерской стоматологической школой используется метод КЛКТ, использующая программу Cranioviewer, контрольная методика, при которой сопоставляются рентгенограммы пациента дооперации и послеоперации, метод цифровых технологий, при которых рассчитывается расстояние переломов скуло-орбитального комплекса(СОК) [37]. Использование данных методик в сочетании характерно при измерении орбитального объема после энуклеации и орбитальной имплантации. Самое длительное время наблюдения составило 7 лет, а самое короткое - 1 год. Объем орбиты измерялся с помощью программного обеспечения Cranioviewer. Срезы делались в вентродорсальном направлении с интервалами 4,8 мм во фронтальной плоскости на обеих костных орбитах(как на орбитальном имплантате, так и на здоровом). Подобные измерения были сделаны пациентам с различными зубными проблемами. Программа Cranioviewer может окрашивать область срезов в красный цвет, и она автоматически измеряет площадь в мм. По мнению Olga Lukats и др., на сегодняшний день не существует подходящего метода для точного измерения объема костной орбиты, что имело бы особое значение при реконструкции орбитального повреждения [37]. Тем не менее, использование результатов снимков КЛКТ и программного обеспечения орбитальной программы Cranioviewer (программа Cranioviewer может окрашивать область срезов в красный цвет, и она автоматически измеряет площадь в мм) представляет собой надежный метод для измерения изменений в орбитальном объеме.

Размер и расположение внутренних орбитальных дефектов, смещение мягких тканей орбиты и объем орбиты были оценены в дооперационном и послеоперационном КТ. Основываясь на данных литературы, нами были исследованы линейные размеры локализации нижней стенки орбиты в трех отделах(переднем, среднем, заднем) в сагитальной плоскости, как одного из

параметров определяющих степень смещения отломков. Ориентирами выбора сагиттальной плоскости были подглазничное отверстие и середина альвеолярного отростка в области первого моляра. Срезы были сделаны в вентродорсальном направлении с интервалами 5,0 мм на передней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus), 10,0 мм на средней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus) и 10,0 мм на задней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus), в боковой плоскости на обеих костных орбитах(как на стороне перелома СОК, так и на здоровой). Подобные измерения были сделаны у 8 пациентов, у которых имелись исходные и контрольные КЛКТ, достаточного качества, с возможностью ориентиров нижней, верхней стенок орбиты и альвеолярного отростка верхней челюсти. КЛКТ-сканы были зарегистрированы для лицевой области черепа, содержащей орбитальную область. У остальных 22 пациентов изучались только исходные данные КЛКТ, так как либо отсутствовали контрольные КЛКТ (послеоперации) либо их качество не позволяло провести оценку линейных размеров указанным выше методом, что было обусловлено низким фокусированием матрицы аппарата или нечеткостью изображения вследствие погрешности проведения процедуры.

Определялась глубина орбитального дна в указанной выше плоскости – от орбитальной поверхности основной кости до ниже переднего края орбиты со здоровой неповрежденной стороны.

Метки измерений находились на 5 мм проксимальнее нижнего края орбиты с дистанцией в 10 мм. Измерения выполнялись перпендикулярно линии орбитального дна вверх до кортикальной пластинки лобной кости, вниз до кортикальной пластинки внутренней поверхности альвеолярной бухты. Если линия попадала на корень зуба, измерение проводилось до проекции кортикальной пластинки в области межзубных пространств (Рисунок 1).

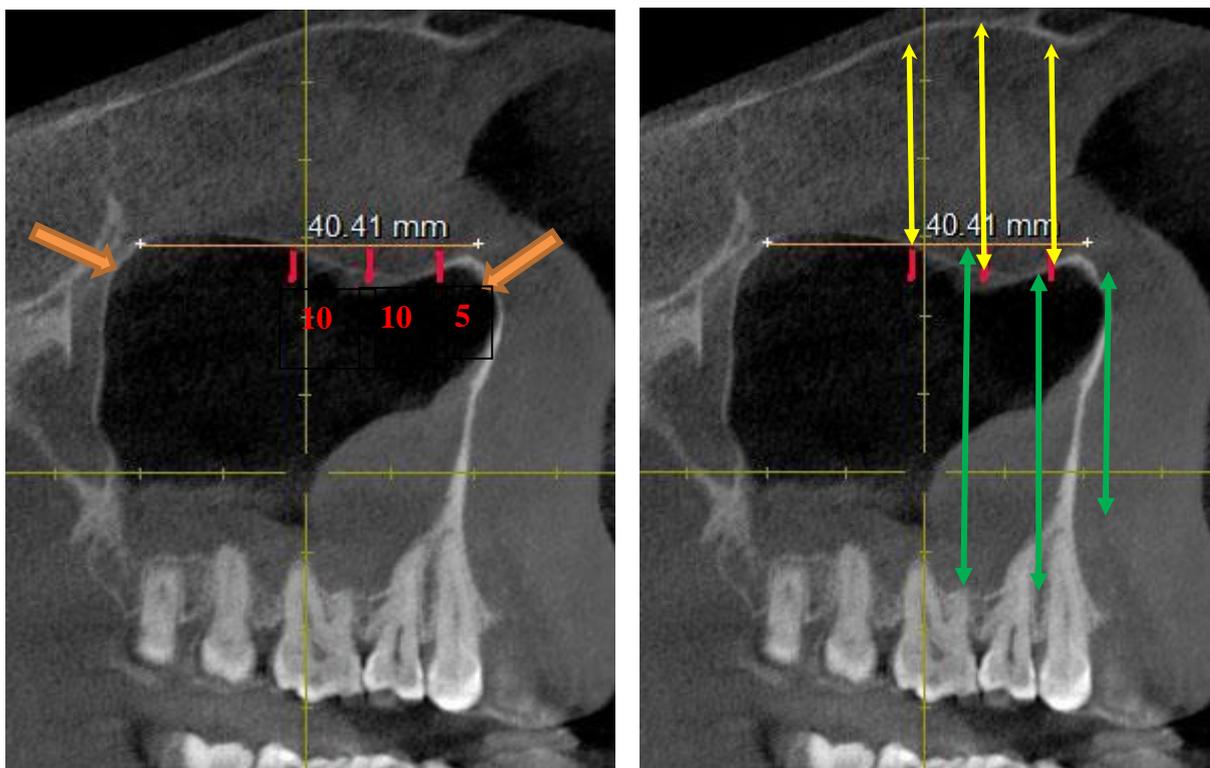


Рисунок 1 – Схема определения линейных размеров орбиты-синуса(Orbit-Sinus)

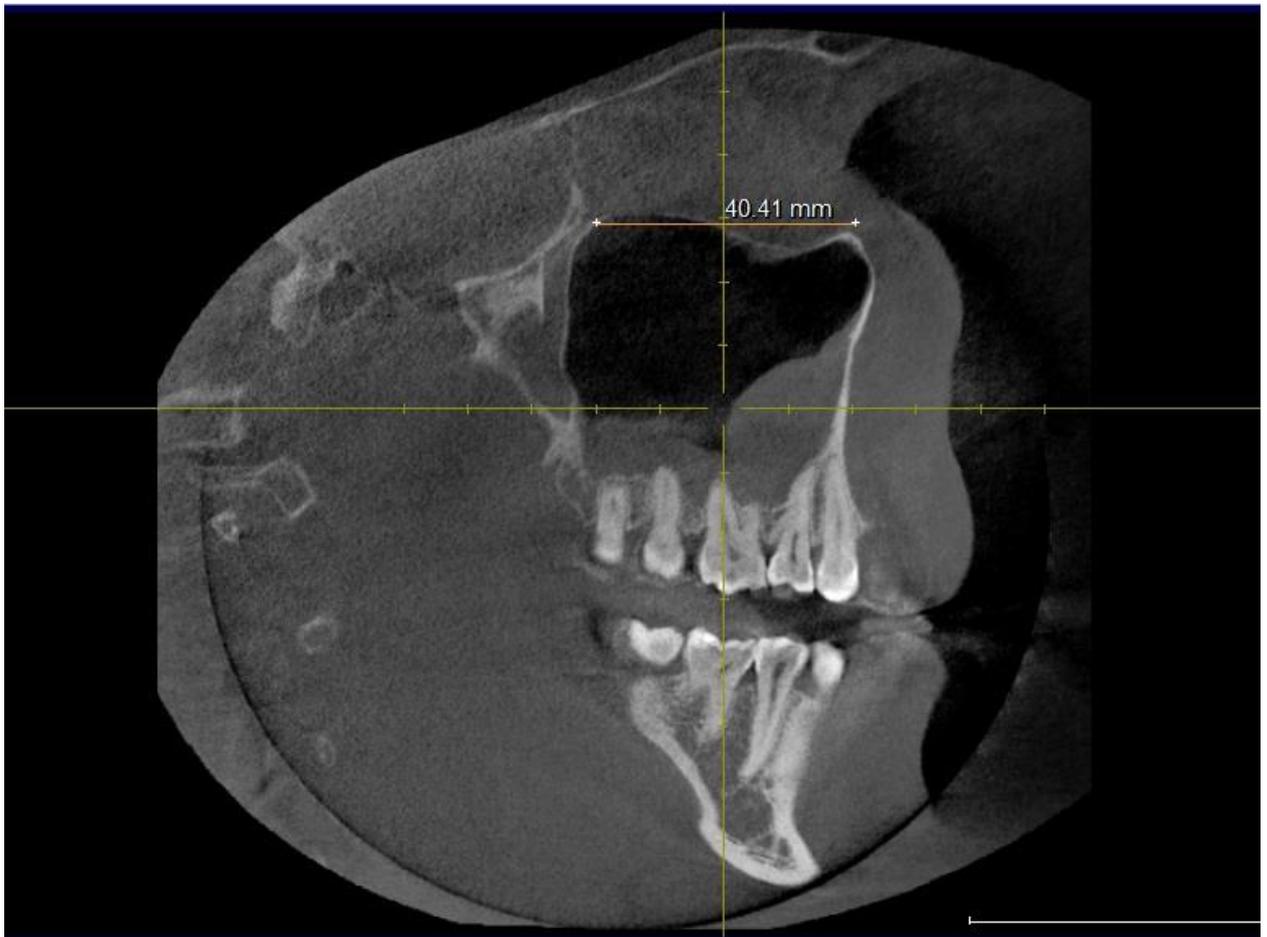
## ГЛАВА 3

# ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ НИЖНЕЙ СТЕНКИ ОРБИТЫ

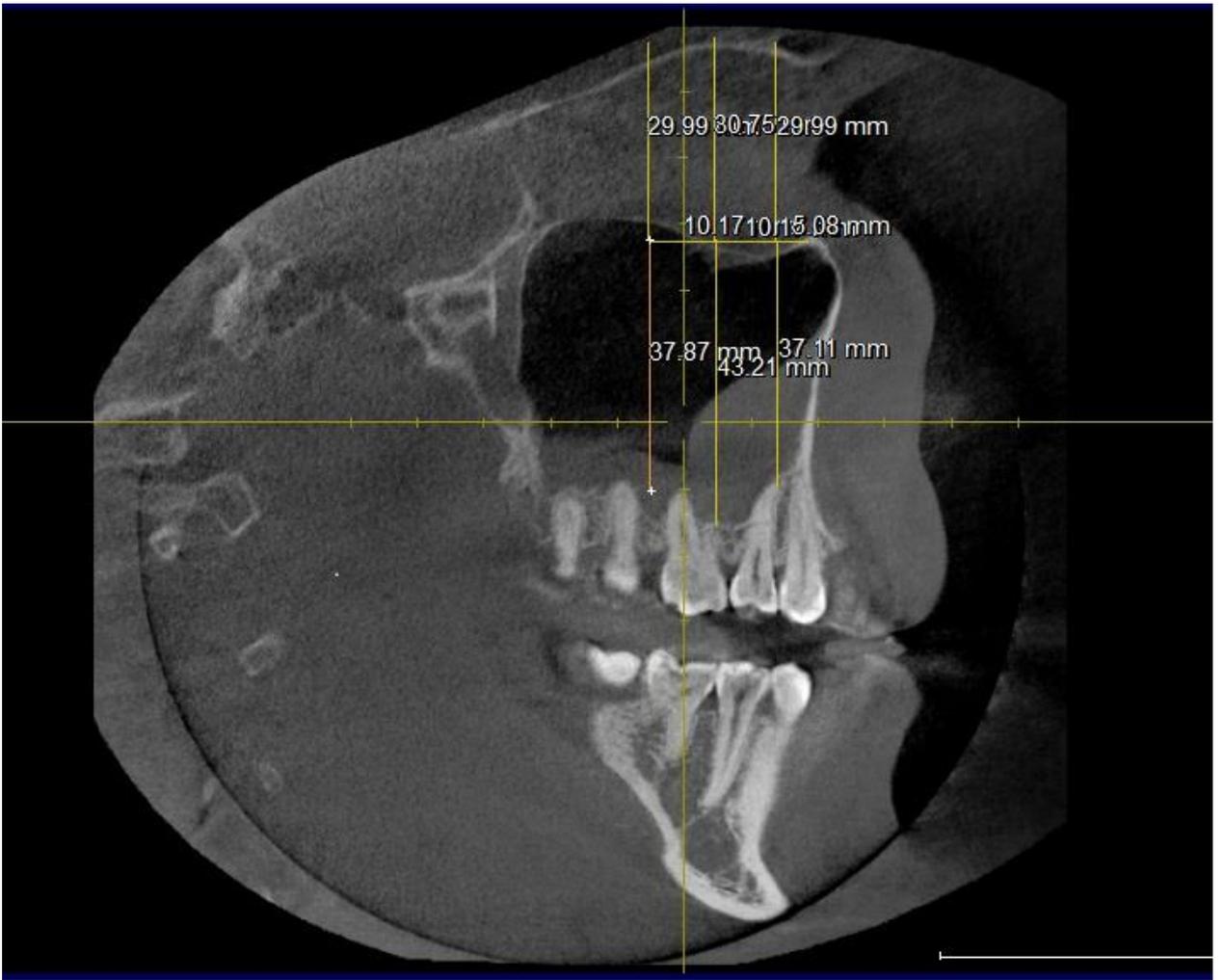
### 3.1. Состояние нижней стенки орбиты при переломах скуло-орбитального комплекса до операции

Приведем несколько примеров проведения исследования. Пациент Ш.А.А., мужчина, 30 лет с переломом назо-орбитального комплекса слева, репонировали отломков назо-орбитального комплекса слева и провели остеосинтез назо-орбитального комплекса слева с применением титановой сетчатой пластины. Под ЭТН субцилиарным доступом произведен разрез в области нижнего века слева размером до 2,0 см, отслоен слизисто-надкостничный лоскут. Кости скелетированы в области линии перелома. Выявлен оскольчатый перелом назо-орбитального комплекса слева, отломки репонированы в физиологически правильное положение. Фиксированы по передней поверхности титановой сетчатой пластиной на 4 шурупах. Гемостаз по ходу операции. Рана промыта растворами антисептиков. Слизисто-надкостничный лоскут уложен на место, фиксирован узловыми швами ПГА 3/0.

Размер глубина орбитального дна был 40,41 мм и размер перелома до операции в 07.02.2017, который пациент сделал снимок КЛКТ на здоровой стороны по передней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus) был 29,99–37,11 мм, по средней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus) был 30,75–43,21 мм и по задней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus) был 29,99–37,78 мм. А, по поврежденной стороне (слева) по передней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus) был 37,78–33,04 мм, по средней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus) был 36,09–38,38 мм и по задней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus) был 33,30–30,75 мм.



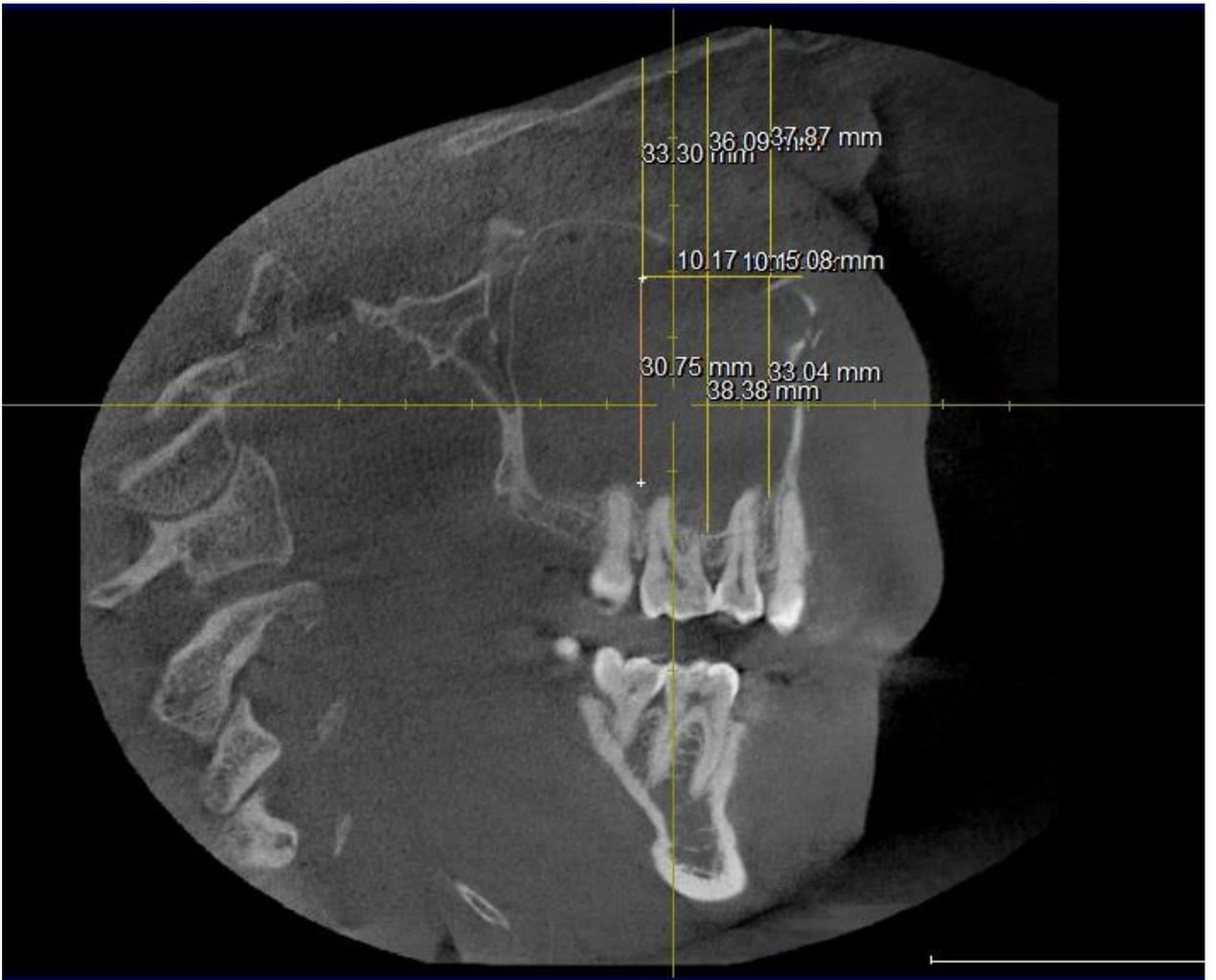
**Рисунок 2 – Пациент Ш.А.А. Глубина орбитального дна, мм, здоровая сторона**



**Рисунок 3 – Пациент Ш.А.А. Расстояние передней, средней и задней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus), мм, здоровая сторона до операции**



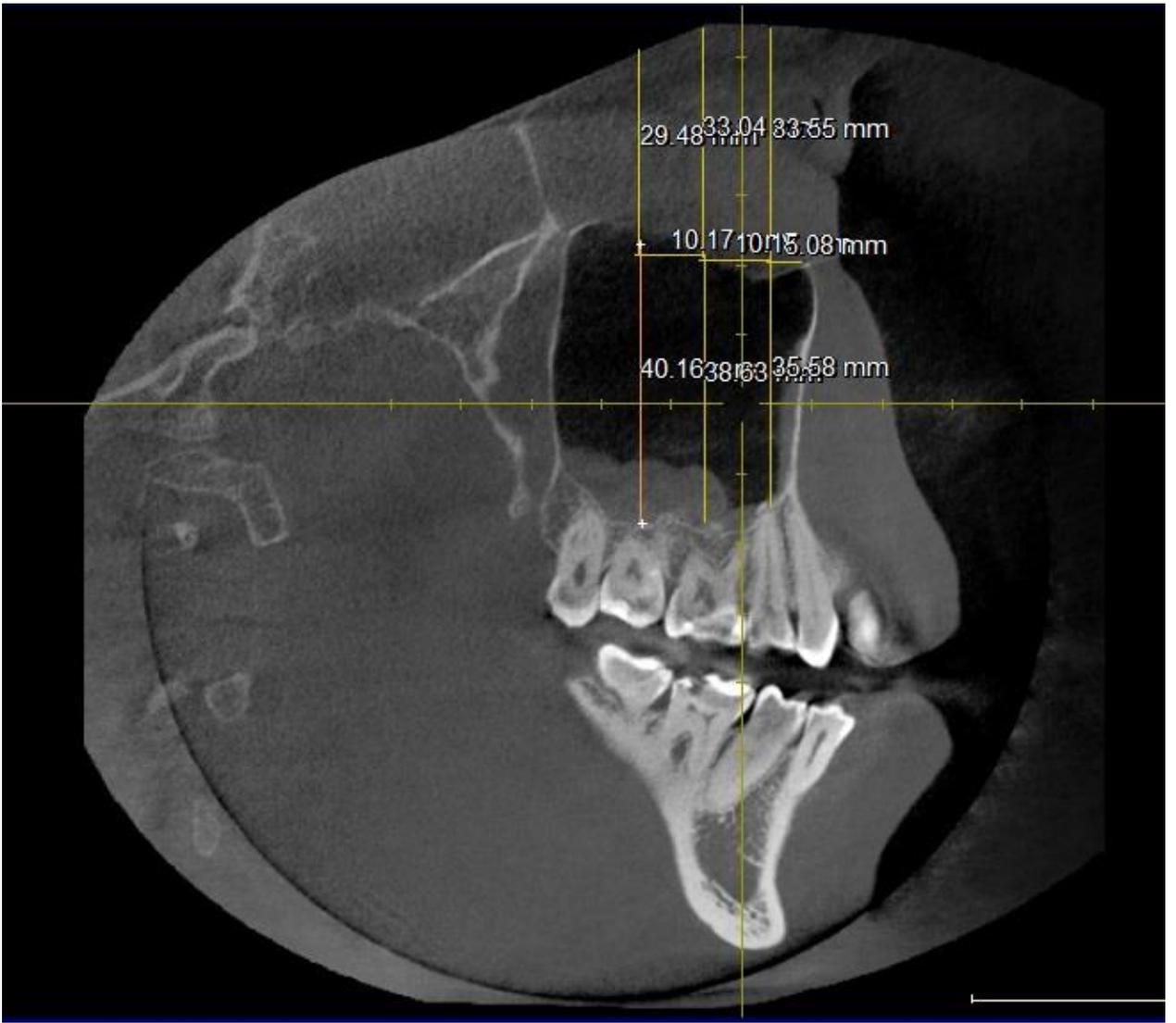
**Рисунок 4 – Пациент Ш.А.А. Глубина орбитального дна, мм, поврежденная сторона, до операции**



**Рисунок 5 – Пациент Ш.А.А. Расстояние передней, средней и задней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus), мм, поврежденная сторона до операции**



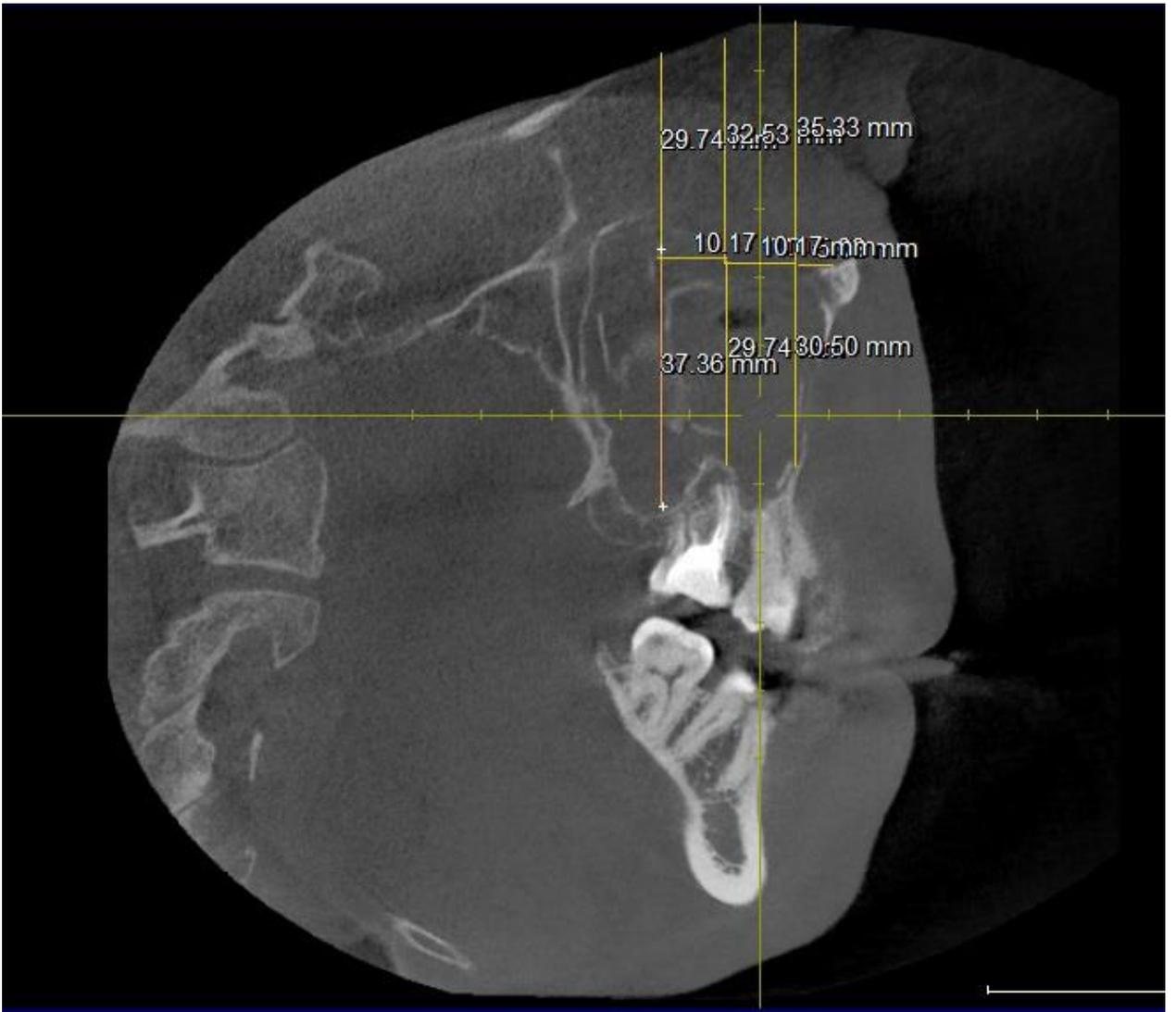
**Рисунок 6 – Пациент Л.А.А. Глубина орбитального дна, мм, здоровая сторона до операции**



**Рисунок 7 – Пациент Л.А.А. Расстояние передней, средней и задней части глазниц-пазуха(Orbit-Sinus), мм, здоровая сторона до операции**



**Рисунок 8 – Пациент Л.А.А. Глубина орбитального дна, мм, поврежденная сторона, до операции**



**Рисунок 9 – Пациент Л.А.А. Расстояние передней, средней и задней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus), мм, поврежденная сторона до операции**

**Таблица 3.1 – Измерение орбитального объема до операции**

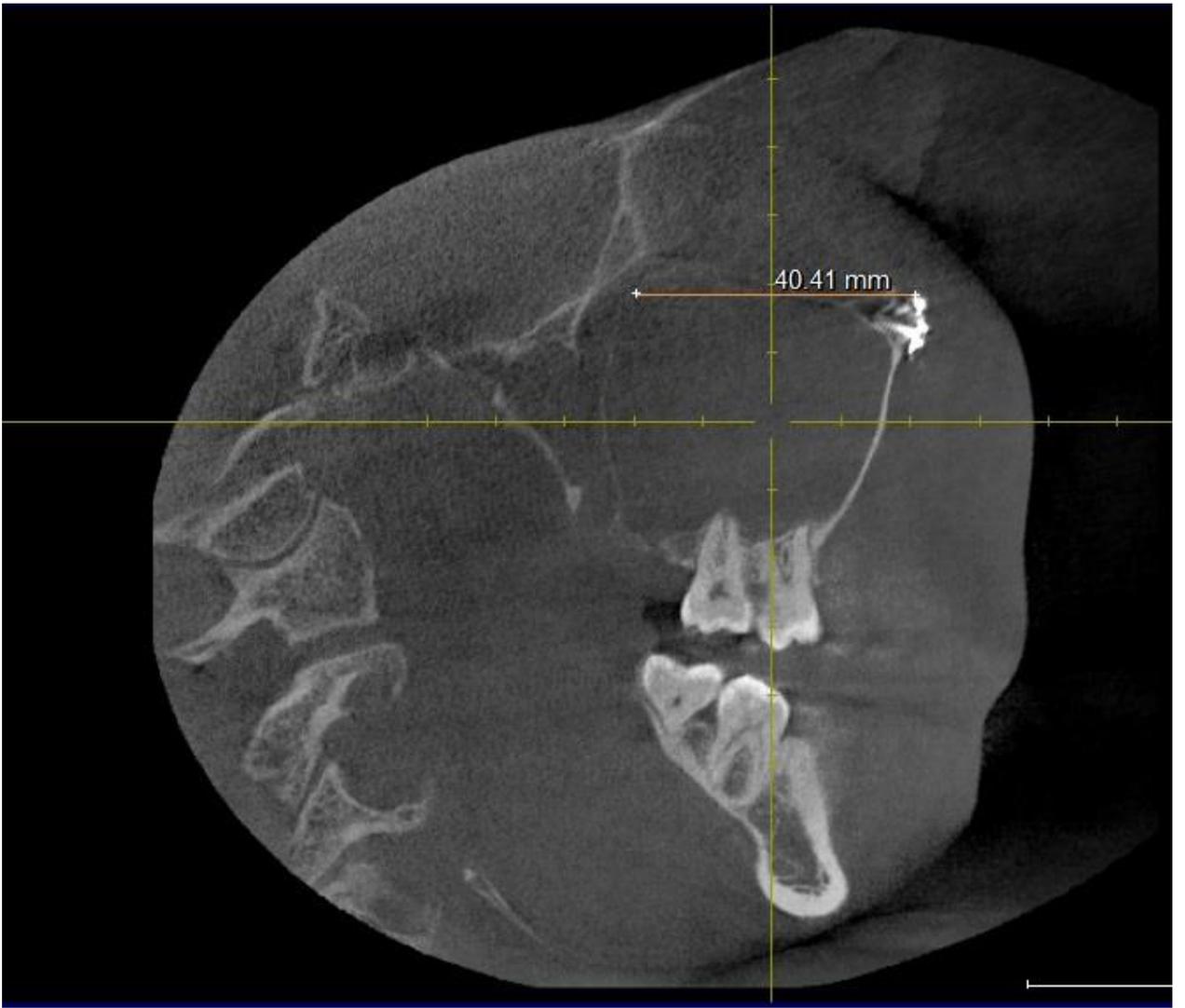
Пациент/ка No	Фамилия, Имя, Отчество	Глубина орбиталь- ного дна, мм	Здоровая сторона			Поврежденная сторона		
			Расстояние передней части, мм, (Orbit- Sinus)	Расстояние средней части, мм, (Orbit- Sinus)	Расстояние задней части, мм, (Orbit- Sinus)	Расстояние передней части, мм, (Orbit- Sinus)	Расстояние средней части, мм, (Orbit- Sinus)	Расстояние задней части, мм, (Orbit- Sinus)
1	Шахрай Алексей Александрович	40,41	29,99– 37,11	30,75– 43,21	29,99– 37,78	37,78– 33,04	36,09– 38,38	33,30– 30,75
2	Гридасов Анатолий Владимирович	38,38	33,55– 25,42	34,31– 40,67	33,04– 41,68	38,63– 36,09	39,14– 36,35	36,35– 34,57
3	Гридюшков Дмитрий Сергеевич	37,36	34,31– 27,96	34,82– 35,08	29,48– 39,40	38,89– 32,79	38,38– 32,53	33,80– 27,45
4	Бавтуго Денис Алексеевич	37,36	43,21– 18,81	37,36– 27,96	33,80– 26,18	43,21– 21,60	39,14– 31,77	37,62– 31,01
5	Литвинович Александр Антонович	35,58	33,55– 35,58	33,04– 38,63	29,48– 40,16	35,33– 30,50	32,53– 29,74	29,74– 37,36
6	Кравченко Анастасия Эдуардовна	37,87	45,50– 18,30	46,00– 25,92	41,43– 29,99	44,73– 15,25	44,22– 27,45	42,95– 32,28
7	Бирило Николай Николаевич	39,90	42,95– 23,64	38,89– 41,18	36,35– 41,43	38,63– 31,52	38,89– 38,38	36,35– 38,13
8	Зеневич Илья Викентьевич	31,01	32,28– 17,03	33,30– 30,75	28,72– 31,26	35,84– 23,38	34,06– 28,97	30,50– 31,01

### **3.2. Состояние стенки орбиты при переломах скуло-орбитального комплекса послеоперации**

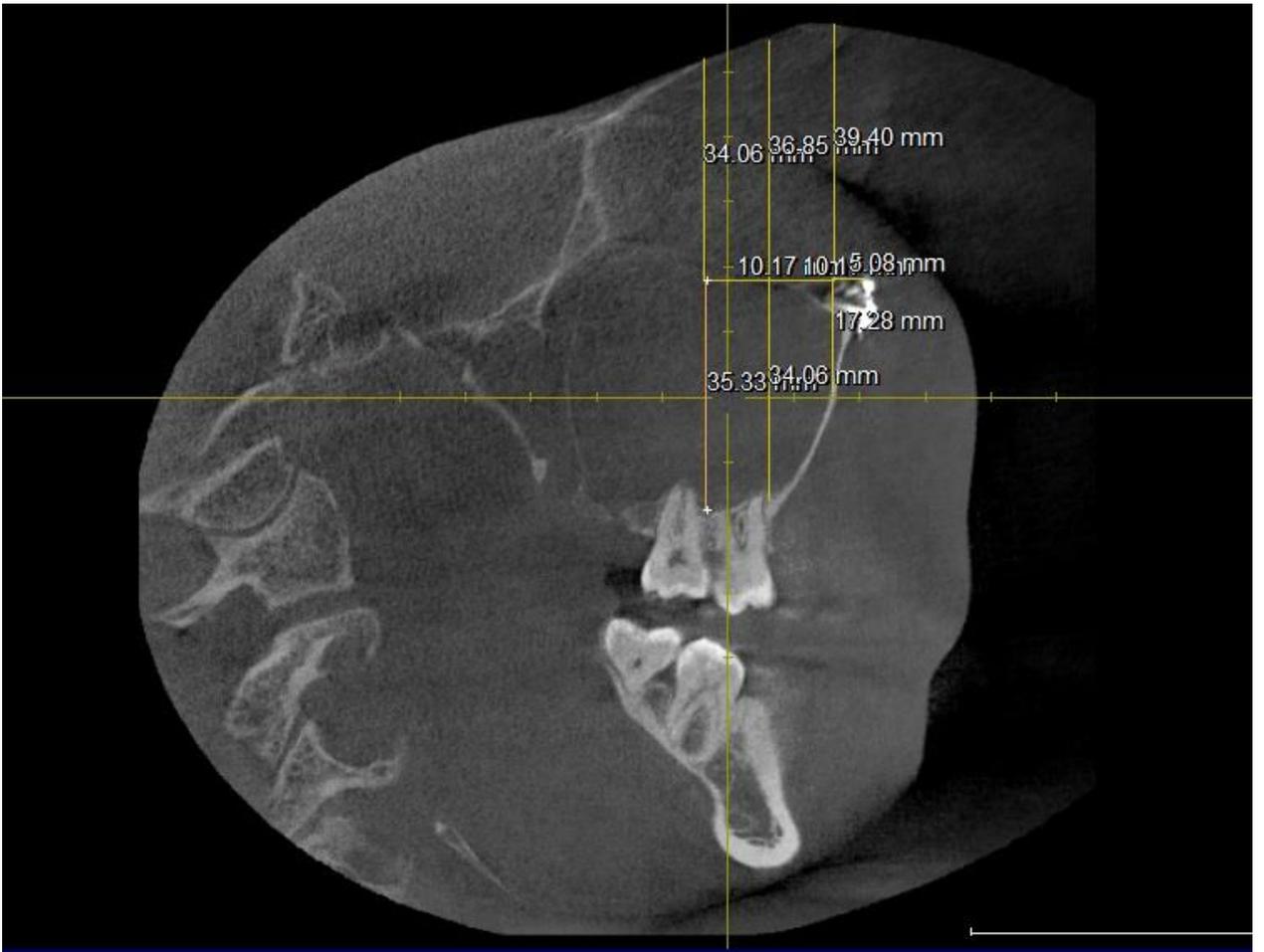
Приведем клинический пример послеоперационной оценки результата открытой репозиции СОК. После операции в 16.02.2017, пациенту Ш.А.А. повторно выполнена КЛКТ. Мы измеряли линейные размеры орбиты-синуса с помощью программа Galileos Viewer version 1.8, 2006-2011 Sirona Dental Systems GmbH, Software Engineering by SICAT by GmbH & Co. KG., Data Source: Galileos Implant version 1.8. По описанной выше методике, аналогично до операционному исследованию. Было выявлено, что на здоровой стороне изменений не было, а по поврежденной стороне (слева) по передней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus) был 39,40–17,28 мм соответственно, по средней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus) был 36,85–34,06 мм и по задней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus) был 34,06–35,33 мм (Рисунок 10, 11).

По данным записей осмотров лечащих врачей в карте стационарного пациента послеоперационный период протекал без осложнений, и пациент был выписан без жалоб на нарушение зрения и с отсутствием признаков энтофтальма, диплопии и нарушения движения глазного яблока.

Таким образом, сохранялось смещение фрагментов нижней стенки орбиты после репозиции и разница в линейных вертикальных размерах орбиты с поврежденной стороны и здоровой. Проведенное оперативное вмешательство не привело к полному восстановлению пространственного положения дна орбиты, хотя этот факт не привел к нарушению в офтальмологической сфере.



**Рисунок 10 – Пациент Ш.А.А. Глубина орбитального дна, мм, поврежденная сторона, после операции**



**Рисунок 11 – Пациент Ш.А.А. Расстояние передней, средней и задней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus), мм, поврежденная сторона после операции**

Пациент Л.А.А. мужчина, 29 лет с переломом СОК слева, перелом лобного отростка верхней челюсти слева, нейропатия II ветви тройничного нерва слева. Пациенту проведен открытый остеосинтез костей средней зоны лица: открытая репозиция и остеосинтез скуло-орбитального комплекса(СОК) слева, лобного отростка верхней челюсти слева. Под наркозом выполнен точечный разрез под телом скуловой кости, в рану введен крючок Лимберга, отломки репонированы в анатомически правильное положение, имеется вторичное смещение.

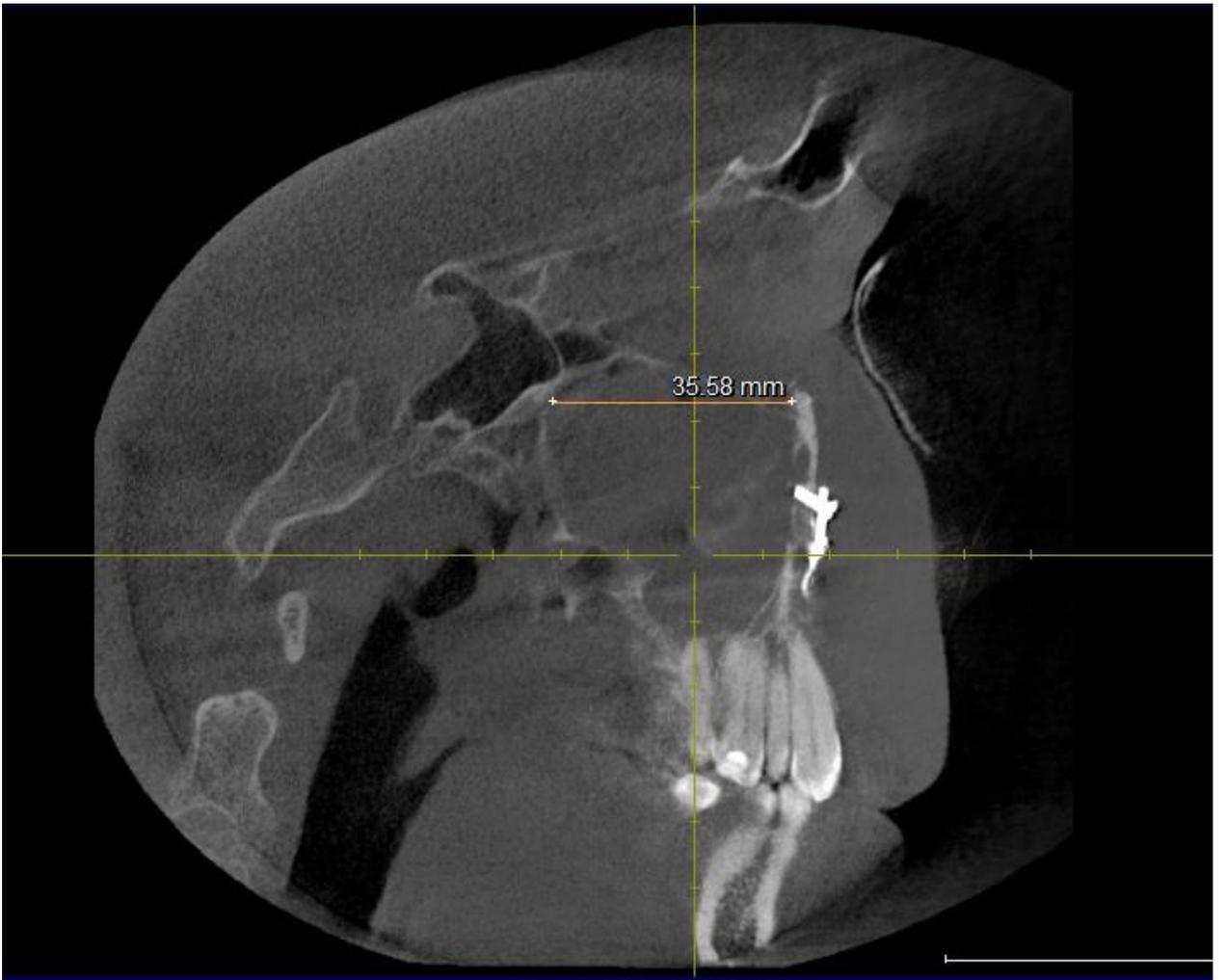
Выполнен линейный разрез по нижней складке верхнего века. Послойно рассечена кожа, круговая мышца глаза, надкостница. Скелетирована линия перелома в области скуло-лобного шва. Выполнена фиксация линии перелома С-образной мини-пластиной на 4 шурупах. Гемостаз. Послойные швы раны.

Выполнен линейный разрез по преддверию полости рта от зуба 21 до зуба 24. Скелетирована линия перелома. Выполнена репозиция лобного отростка верхней челюсти слева в анатомически правильное положение. Фиксация осуществлена линейной мини-пластиной на 4 шурупах. Гемостаз, швы раны. Шов кожи. В левую половину носа вставлена турунда, наложена гипсовая повязка на нос.

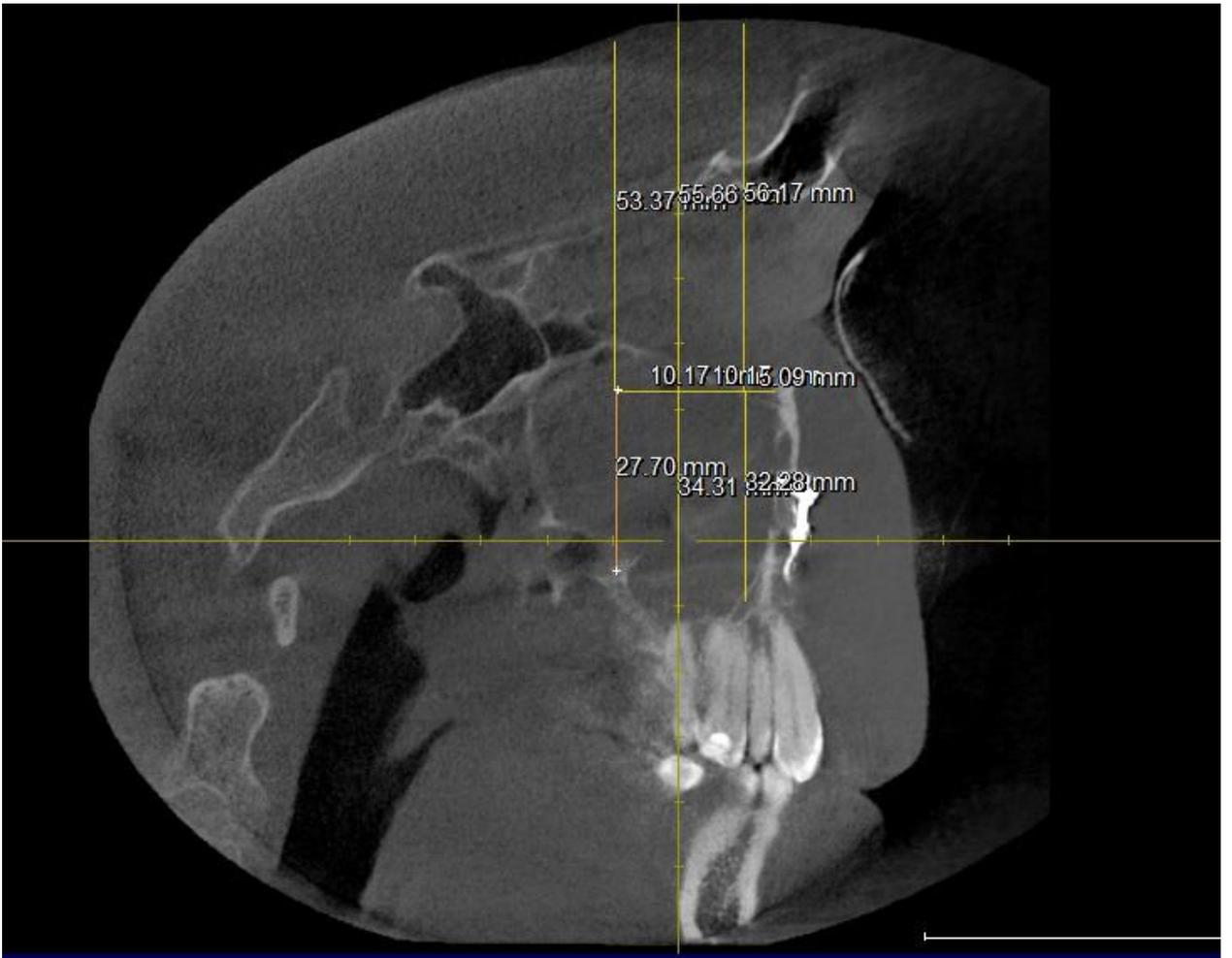
После операции повторно выполнена КЛКТ. Мы измеряли линейные размеры орбиты-синуса по описанной выше методике, аналогично до операционному исследованию. Было выявлено, что на поврежденной стороне (слева) по передней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus) был 34,17–34,28 мм соответственно, по средней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus) был 35,66–37,31 мм и по задней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus) был 30,37–38,70 мм (Рисунок 12, 13).

По данным записей осмотров лечащих врачей в карте стационарного пациента послеоперационный период протекал без осложнений, и пациент был выписан без жалоб на нарушение зрения и с отсутствием признаков энтофтальма, диплопии и нарушения движения глазного яблока.

Таким образом, сохранялось смещение фрагментов нижней стенки орбиты после репозиции и разница в линейных вертикальных размерах орбиты с поврежденной стороны и здоровой. Проведенное оперативное вмешательство не привело к полному восстановлению пространственного положения дна орбиты, хотя этот факт не привел к нарушению в офтальмологической сфере.



**Рисунок 12 – Пациент Л.А.А. Глубина орбитального дна, мм, поврежденная сторона, после операции**



**Рисунок 13 – Пациент Л.А.А. Расстояние передней, средней и задней части глазница-пазуха(Orbit-Sinus), мм, поврежденная сторона после операции**

**Таблица 3.2 – Измерение орбитального объема после операции**

Пациент/ка No	Фамилия, Имя, Отчество	Глубина орбиталь- ного дна, мм	Здоровая сторона			Поврежденная сторона		
			Расстояние передней части, мм, (Orbit- Sinus)	Расстояние средней части, мм, (Orbit- Sinus)	Расстояние задней части, мм, (Orbit- Sinus)	Расстояние передней части, мм, (Orbit- Sinus)	Расстояние средней части, мм, (Orbit- Sinus)	Расстояние задней части, мм, (Orbit- Sinus)
1	Шахрай Алексей Александрович	40,41	29,99– 37,11	30,7– 43,21	29,9– 37,78	39,40– 37,28	36,85– 34,06	34,06– 35,33
2	Гридасов Анатолий Владимирович	38,38	33,55– 25,42	34,3– 40,67	33,0– 41,68	34,31– 26,94	33,80– 38,13	31,77– 37,36
3	Гридюшков Дмитрий Сергеевич	37,36	34,31– 27,96	34,82– 35,08	29,48– 39,40	38,63– 34,06	39,14– 31,26	36,35– 28,47
4	Бавтуго Денис Алексеевич	37,36	43,21– 18,81	37,36– 27,96	33,80– 26,18	45,24– 21,61	42,70– 32,28	36,85– 32,79
5	Литвинович Александр Антонович	35,58	33,55– 35,58	33,04– 38,63	29,48– 40,16	34,17– 34,28	35,66– 37,31	30,37– 38,70
6	Кравченко Анастасия Эдуардовна	37,87	45,50– 18,30	46,00– 25,92	41,43– 29,99	44,22– 19,82	45,24– 31,77	42,95– 31,77
7	Бирило Николай Николаевич	39,90	42,95– 23,64	38,89– 41,18	36,35– 41,43	44,22– 43,97	44,73– 45,24	42,95– 40,92
8	Зеневич Илья Викентьевич	31,01	32,28– 17,03	33,30– 30,75	28,72– 31,26	34,31– 25,93	33,55– 28,21	28,98– 28,21

По результатам исследования, все 8 пациентов показали, что объем оперированной орбиты был значительно больше, чем объем здоровой орбиты и полученными результатами можно считать снижение нижней стенки орбиты при переломах СОК у всех пациентов. Размер внутренних орбитальных дефектов немного уменьшился с увеличением вертикального размера верхнечелюстной пазухи. Но внутренние орбитальные переломы были перестроены, и лишь немногие имели увеличение орбитального объема или провисание мягких тканей в пазухах. Исследование последующих КТ-сканирований у нескольких пациентов, взятых от нескольких недель до нескольких месяцев, показало, что остаточные дефекты стали меньше и что ни у одного из этих пациентов не было увеличения объема орбиты или провисания мягких тканей.

Наши исследования коррелируют с проведенным исследованием (Xiang-Zhen Liu и др., 2013), где была предпринята попытка представить 3D виртуальное хирургическое планирование и цифровые шаблоны быстрого прототипирования (RP) для повреждений скуло-челюстного комплекса (ZMC), связанных с изменением орбитального объема, и количественно оценить результаты хирургического вмешательства.

КТ сканирование СОК выполнялось перед операцией в каждом случае. Отсканированные данные были преобразованы в 3D-модели с использованием программного обеспечения Mimics (Materialise, Брюссель, Бельгия) для хирургических конструкций. Операции выполнялись с помощью готовых шаблонов для уменьшения переломов. Послеоперационная компьютерная томография (КТ) каждого пациента была получена в течение 2 недель после операции с последующим проведением количественных измерений для оценки результатов операции. Предоперационные объемы двусторонних орбит сравнивали и оценивали в соответствии с послеоперационными объемами двусторонних орбит. Двадцать одна пара расстояний от 7 маркеров до 3 базовых плоскостей была измерена для оценки послеоперационной симметрии лица.

Результаты показали, что объемы поврежденных орбит значительно отличались от объемов неповрежденных орбит до операции ( $P < 0,05$ ), тогда как двусторонние орбитальные объемы не показали статистически значимой разницы в послеоперационном периоде ( $P > 0,05$ ).

Таким образом, наличие послеоперационного смещения отломков нижней стенки орбиты не обязательно приводит к развитию диплопии или энофтальма.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все вышеизложенное позволяет заключить, что КЛКТ может быть использована для оценки нарушений внутренней орбиты с целью разработки плана лечения у пациентов с переломами СОК. КЛКТ позволяет получить данные о структуре стенок орбиты и верхнечелюстного синуса, обеспечивает визуализацию костных структур верхней челюсти, скуловой кости и орбиты при переломах СОК.

Основным условием эффективного применения КЛКТ для оценки стенок орбиты при переломах СОК является размер матрицы и фокусирование объекта на нее. Использование аппарата КЛКТ Sirona и программного обеспечения Galileos Viewer version 1.8 Dental Systems GmbH, Software Engineering by SICAT by GmbH & Co. KG., предлагает надежный метод для измерения изменений в орбитальном объеме.

У всех 30 пациентов, включенных в исследование, были выявлены нарушения целостности нижней стенки орбиты и смещение отломков в сагиттальной плоскости книзу, отмечалось увеличение вертикальных линейных размеров орбиты и соответственно уменьшение вертикальных линейных размеров синуса.

У 8 пациентов после открытой репозиции СОК и через очагового остеосинтеза сохранялось по данным послеоперационной КЛКТ смещение фрагментов нижней стенки орбиты. Однако наличие смещение дна орбиты не приводило к выраженным клиническим осложнениям и последствиям.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боймурадов, Ш.А. Значение компьютерно-томографического исследования у больных с переломами скуловой кости и скуловой дуги / Ш.А. Боймурадов // Рос. оториноларингология. – 2009. – № 4. – С. 38–43.
2. Значение спиральной компьютерной томографии в диагностике повреждений трахеи и их последствий / Т.Г. Бармина [и др.] // Мед. визуализация. – 2009. – № 6. – С. 46–52.
3. Куницкий, В.С. Избранные лекции по оториноларингологии : учеб. пособие / В.С. Куницкий ; М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Витебск. гос. мед. ун-т. – 2-е изд. – Витебск : [ВГМУ], 2010. – 88 с.
4. Маланчук, В.А. Возможности реконструкции орбиты и придаточного аппарата глаза у больных с повреждениями средней зоны лица / В.А. Маланчук, Е.А. Астапенко, Ю.В. Чепурной // Соврем. стоматология. – 2013. – № 2. – С. 46–48.
5. Павлов, О.М. Дифференциальная диагностика и тактика лечения при переломах скуловой кости, скуло-орбитального и скуло-верхнечелюстного комплексов : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.14 / О.М. Павлов ; Белорус. мед. акад. последиплом. образования. – Минск, 2017. – 21 с. ; табл.
6. Рентгеновская компьютерная томография челюстно-лицевых повреждений, сочетанных с черепно-мозговой травмой / А.З. Шалумов [и др.] // Нейрохирургия. – 2009. – № 4. – С. 42–49.
7. Самыкин, А.С. Особенности лечения травм скулоорбитального комплекса [Электронный ресурс] / А.С. Самыкин // Universum: Медицина и фармакология : электрон. научн. журн. – 2014. – № 3. – Режим доступа: URL:

<http://7universum.com/ru/med/archive/item/1105>. – Дата доступа: 25.02.2019.

8. Сандоваль, Х.М. Хирургическое лечение больных с переломами нижней стенки глазницы / Х.М. Сандоваль, В.И. Гунько // Вестн. РУДН. Сер. Медицина. – 2009. – № 3. – С. 66–70.
9. Семенова, С.А. Алгоритмы диагностики и лечения переломов костей носа / С.А. Семенова, В.С. Куницкий // Вестн. Витебск. гос. мед. ун-та. – 2012. – Т. 11, № 3. – С. 89–99.
10. Христофорандо, Д.Ю. Анализ распространенности, диагностики и лечения сочетанной черепно-лицевой травмы / Д.Ю. Христофорандо // Мед. вестн. Север. Кавказа. – 2011. – № 3. – С. 36–37.
11. Чудаков, О.П. Применение чистого титана в клинической реконструктивной хирургии травматических дефектов костей лицевого и мозгового черепа / О.П. Чудаков, Се Суюкай // Стоматол. журн. – 2018. – Т. XIX, № 1. – С. 49–54.
12. Чудаков, О.П. Экспериментальные исследования в оценке чистого титана как оптимального имплантационного материала в реконструктивной хирургии травматических дефектов костей лицевого и мозгового черепа / О.П. Чудаков, Се Суюкай, И.О. Походенько-Чудакова // Соврем. стоматология. – 2018. – № 1. – С. 65–69.
13. Ahmad Nasir, S. Predictors of enophthalmos among adult patients with pure orbital blowout fractures / S. Ahmad Nasir, R. Ramli, N. Abd Jabar // PLoS One. – 2018. – Vol. 13, № 10. – Poster e0204946. Doi: 10.1371/journal.pone.0204946.
14. An Anatomical Study of Maxillary-Zygomatic Complex Using Three-Dimensional Computerized Tomography-Based Zygomatic Implantation / X. Xu [et al.] // Biomed. Res. Int. – 2017. – Vol. 2017. – P. 8027307. Doi: 10.1155/2017/8027307.

15. Analysis of Orbital Volume Measurements Following Reduction and Internal Fixation Using Absorbable Mesh Plates and Screws for Patients With Orbital Floor Blowout Fractures / W.J. Hwang [et al.] // J. of Craniofac. Surg. – 2017. – Vol. 28, № 7. – P. 1664–1669. Doi: 10.1097/SCS.00000000000003730.
16. Analysis of the pattern of maxillofacial fractures in north western of Iran: A retrospective study / A.H. Mesgarzadeh [et al.] // J. Emerg. Trauma Shock. – 2011. – Vol. 4, № 1. – P. 48–52. Doi: 10.4103/0974-2700.76837.
17. Application of a Computer-Assisted Navigation System(CANS) in the Delayed Treatment of Zygomatic Fractures: A Randomized Controlled Trial / X. Gong [et al.] // J. Oral. Maxillofac. Surg. – 2017. – Vol. 75, Iss. 7. – P. 1450–1463. Doi: 10.1016/j.joms.2016.10.001.
18. Can a Specific Computed Tomography-Based Assessment Predict the Ophthalmological Outcome in Pure Orbital Floor Blowout Fractures? / S. Bruneau [et al.] // J. of Craniofac. Surg. – 2016. – Vol. 27, № 8.– P. 2092–2097. – Doi: 10.1097/SCS.00000000000003077.
19. Choi, S.H. Prediction of Late Enophthalmos Using Preoperative Orbital Volume and Fracture Area Measurements in Blowout Fracture / S.H. Choi, D.H. Kang // J. of Craniofac. Surg. – 2017. – Vol. 28, № 7. – P. 1717–1720. Doi: 10.1097/SCS.00000000000003765.
20. Choi, S.Y. Role of Negative Orbit Vector in Orbital Blow-Out Fractures / S.Y. Choi, H. Lee, S. Baek // J. of Craniofac. Surg. – 2017. – Vol. 28, № 8. – P. 1925–1928. Doi: 10.1097/SCS.00000000000003755.
21. Comparison between interpersonal violence and motor vehicle accidents in the aetiology of maxillofacial fractures / K.H. Lee [et al.]

// ANZ J. Surg. – 2007. – Vol. 77, № 8. – P. 695–698. Doi:  
10.1111/j.1445-2197.2007.04189.x.

22. Comprehensive Evaluation of Visual Function in Patients With Orbital Fracture by Visual Electrophysiology and Visual Field Examination / S.R. Liu [et al.] // J. of Craniofac. Surg. – 2018. – Vol. 29, № 1. – P. 188–192. Doi: 10.1097/SCS.00000000000004163.
23. Customized Orbital Wall Reconstruction Using Three-Dimensionally Printed Rapid Prototype Model in Patients With Orbital Wall Fracture / T.S. Oh [et al.] // J. of Craniofac. Surg. – 2016. – Vol. 27, № 8. – P. 2020–2024. Doi: 10.1097/SCS.00000000000003195.
24. Development and Demonstration of a Novel Computer Planning Solution for Predefined Correction of Enophthalmos in Anophthalmic Patients Using Prebended 3D Titanium-Meshes – a Technical Note / M. Rana [et al.] // J. Oral. Maxillofac. Surg. – 2012. – Vol. 70, Iss. 11. – P. e631–e638. Doi: 10.1016/j.joms.2012.07.028.
25. Digital Surgical Templates for Managing High-Energy Zygomaticomaxillary Complex Injuries Associated With Orbital Volume Change: A Quantitative Assessment / X.Z. Liu [et al.] // J. Oral. Maxillofac. Surg. – 2017. – Vol. 75, Iss. 7. – P. 1450–1463. Doi: 10.1016/j.joms.2013.06.197.
26. Ellis, E.3<sup>rd</sup>. Status of the internal orbit after reduction of zygomaticomaxillary complex fractures / E.3<sup>rd</sup> Ellis, L. Reddy // J. of Oral and Maxillofac. Surg. – 2004. – Vol. 62, № 3. – P. 275–283. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.joms.2003.01.006>.
27. Epidemiological profile of 277 patients with facial fractures treated at the emergency room at the otolaryngologist service of the department of workers hospital in Curitiba [Electronic resource] / R.B.A. Ykeda [et al.] // Int. Arch. of Otorhinolaryngol. – 2012. – Vol. 16, Suppl. 1. – Mode of access:

[http://arquivosdeorl.org.br/additional/acervo\\_eng\\_print.asp?id=1121](http://arquivosdeorl.org.br/additional/acervo_eng_print.asp?id=1121).

– Date of access: 04.03.2019.

28. Evaluation of a computed-tomography-based assessment scheme in treatment decision-making for isolated orbital floor fractures / G. Frohwitter [et al.] // *J. Craniomaxillofac Surg.* – 2018. – Vol. 46, № 9. – P. 1550–1554. Doi: 10.1016/j.jcms.2018.06.016.
29. Evaluation of a Radiological Score in the Management of Pure Fractures of the Orbital Floor / F. Roul-Yvonnet [et al.] // *J. of Craniofac. Surg.* – 2017. – Vol. 28, № 4. – P. e344-e349. Doi: 10.1097/SCS.00000000000003583.
30. Felding, U.A. The Dimensions of the Orbital Cavity Based on High-Resolution Computed Tomography of Human Cadavers / U.A. Felding, S.L. Bloch, Cv. Buchwald // *J. of Craniofac. Surg.* – 2016. – Vol. 27, № 8. – P. 2020–2024. Doi: 10.1097/SCS.00000000000002604.
31. Health-related quality of life of patients with zygomatic fracture / L. Kaukola [et al.] // *Med. Oral. Patol. Oral. Cir. Bucal.* – 2017. – Vol. 22, № 5. – P. e636–e642. Doi: 10.4317/medoral.21914.
32. Hwang, K. Analysis of facial bone fractures: An 11-year study of 2,094 patients / K. Hwang, S. H.You // *Indian. J. of Plast. Surg.* – 2010. – Vol. 43, № 1. – P. 42–48. Doi: 10.4103/0970-0358.63959.
33. Impact of surgical timing of postoperative ocular motility in orbital blowout fractures / Y. Yamanaka [et al.] // *Br. J. of Ophthalmol.* – 2018. – Vol. 102, № 3. – P. 398–403. Doi: 10.1136/bjophthalmol-2017-310312.
34. Influence of mirrored computed tomograms on decision-making for revising surgically treated orbital floor fractures / M. Blumer [et al.] // *J. Oral. Maxillofac. Surg.* – 2015. – Vol. 73, № 10. – Poster 1982, e1–9. Doi: 10.1016/j.jcms.2016.07.034.

35. Intraoperative imaging with a 3D C-arm system after zygomatico-orbital complex fracture reduction / F. Wilde [et al.] // *J. Oral. Maxillofac. Surg.* – 2013. – Vol. 71, № 5. – P. 894–910. Doi: 10.1016/j.joms.2012.10.031.
36. McCann, P.J. Assessment of zygomatico-orbital complex fractures using ultrasonography / P.J. McCann, L.M. Brocklebank, A.F. Ayoub // *Br. J. of Oral and Maxillofac. Surg.* – 2000. – Vol. 38, № 5. – P. 525–529. Doi: 10.1054/bjom.2000.0501.
37. Measurement of Orbital Volume after Enucleation and Orbital Implantation / O. Lukats [et al.] // *PLoS One.* – 2012. – Vol. 7, № 12. – P. e50333. Doi: 10.1371/journal.pone.0050333.
38. Measuring zygomaticomaxillary complex symmetry three-dimensionally with the use of mirroring and surface based matching techniques / J.P. T.F.Ho [et al.] // *J. Craniomaxillofac Surg.* – 2016. – Vol. 44, № 10. – P. 1706–1712. Doi: 10.1016/j.jcms.2016.07.034.
39. Outcome measurement of the treatment of maxillary fractures: a prospective analysis of 100 consecutive cases [Electronic resource] / S.T. O’Sullivan [et al.] // *Brit. J. of Plast. Surg.* – 1999. – Vol. 52. – P. 519–523. – Mode of access: [https://www.jprasurg.com/article/S0007-1226\(99\)93159-4/pdf](https://www.jprasurg.com/article/S0007-1226(99)93159-4/pdf). – Date of access: 04.03.2019.
40. Personalized Reconstruction of Traumatic Orbital Defects Based on Precise Three-Dimensional Orientation and Measurements of the Globe / L. Huang [et al.] // *J. of Craniofac. Surg.* – 2017. – Vol. 28, № 1. – P. 172–179. Doi: 10.1097/SCS.0000000000003201.
41. Planes of Reference for Orbital Fractures: A Technique for Reproducible Measurements of the Orbit on Computed Tomography Scans / E.Z. Cai [et al.] // *J. of Craniofac. Surg.* – 2018. – Vol. 29, № 7. – P. 1817–1820. Doi: 10.1097/SCS.0000000000005021.

42. Postoperative Changes in Isolated Medial Orbital Wall Fractures Based on Computed Tomography / S. Jung [et al.] // *J. of Craniofac. Surg.* – 2017. – Vol. 28, № 8. – P. 2038–2041. Doi: 10.1097/SCS.00000000000003956.
43. Precision and accuracy of low-dose CT protocols in the evaluation of skull landmarks / S.E. Connor [et al.] // *Dentomaxillofac Radiol.* – 2007. – Vol. 36, № 5. – P. 270–276. Doi: 10.1259/dmfr/90016954.
44. Pre-operative and post-operative volumetric analysis of orbit in unilateral orbital fracture [Electronic resource] / S. Tiwari [et al.] // *Int. J. of Adv. Res. (IJAR)*. – 2017. – Vol. 5, № 2. – P. 2584–2588. – Mode of access: [http://www.journalijar.com/uploads/279\\_IJAR-15343.pdf](http://www.journalijar.com/uploads/279_IJAR-15343.pdf). – Date of access: 04.03.2019.
45. Prospective blind comparative clinical study of two point fixation of zygomatic complex fracture using wire and mini plates / L.N. Gandhi [et al.] // *Head Face Med.* – 2012. – Vol. 6, № 8. – P. 7. Doi: 10.1186/1746-160X-8-7.
46. Rao, A.Y.N. An Alternative Route for Entrapped Inferior Orbital Nerve in Orbital Floor Fracture / A.Y.N. Rao, J. Jesudas // *Craniofac Trauma Reconstr.* – 2017. – Vol. 10, № 3. – P. 230–238. Doi: 10.1055/s-0036-1592090.
47. Reconstruction of Large Orbital Posterior Floor Wall Fracture Considering Orbital Floor Slope Using Endoscope / J. Park [et al.] // *J. of Craniofac. Surg.* – 2017. – Vol. 28, № 4. – P. 947–950. Doi: 10.1097/SCS.00000000000003461.
48. Shenoi, S.R. An assessment of maxillofacial fractures: A two-year retrospective study / S.R. Shenoi, N. Budhraj, S. Badjate // *J. Emerg. Trauma Shock.* – 2012. Vol. 5, № 2. – P. 205. Doi: 10.4103/0974-2700.96506.

49. Should You Buy a Three-Dimensional Printer? A Study of an Orbital Fracture / B. Valding [et al.] // *J. of Craniofac. Surg.* – 2018. – Vol. 29, № 7. – P. 1925–1927. – Doi: 10.1097/SCS.0000000000005048.
50. Similarity in Bilateral Isolated Internal Orbital Fractures / H.C. Chen [et al.] // *Ophthalmic. Plast. Reconstr. Surg.* – 2018. – Vol. 34, № 6. – P. 583–586. Doi: 10.1097/IOP.0000000000001117.
51. Surgical navigation improves reductions accuracy of unilateral complicated zygomaticomaxillary complex fractures: a randomized controlled trial / X. Zhang [et al.] // *Sci. Rep.* – 2018. – Vol. 8, № 1. – P. 6890. Doi: 10.1038/s41598-018-25053-z.
52. Syarif, A.N. Assessing symmetry using the mirror stand device with manual and software-assisted methods in postoperative zygomatic fracture patient [Electronic resource] / A.N. Syarif, K. Bangun // *J. of Physics: Conference Series.* – 2017. – Vol. 884, Iss. 1. – Mode of access: <http://adsabs.harvard.edu/abs/2017JPhCS.884a2066S>. – Date of access: 04.03.2019. Doi: 10.1088/1742-6596/884/1/012066.
53. Tadj, A. Fractured zygomas [Electronic resource] / A. Tadj, F.W. Kimble // *ANZ J. of Surg.* – 2003. – Vol. 73. – P. 49–54. – Mode of access: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1445-2197.2003.02595>. – Date of access: 04.03.2019.
54. The contemporary management of midface and craniofacial trauma / K. McVeigh [et al.] // *Trauma.* – 2012. – Vol. 14, Iss. 2. – P. 128–138. Doi: [org/10.1177/1460408611418767](http://dx.doi.org/10.1177/1460408611418767).
55. The role of computed tomography(CT) in predicting diplopia in orbital blowout fractures(BOFs) / M. Cellina [et al.] // *Emerg. Radiol.* – 2018. Vol. 25, № 1. – P. 13–19. Doi: 10.1007/s10140-017-1551-1.
56. The Role of Postoperative Imaging after Orbital Floor Fracture Repair / D. Carpenter [et al.] // *Craniofacial Trauma Reconstr.* – 2018. – Vol. 11, № 2. – P. 96–101. Doi: 10.1055/s-0038-1625949.

57. Three-Dimensional Analysis of Zygomatic-Maxillary Complex Fracture Patterns / C. Y.Pau [et al.] // *Craniofacial Trauma Reconstr.* – 2010. – Vol. 3, № 3. – P. 167–76. Doi: 10.1055/s-0030-1263082.
58. Yang, J.R. Functional and Aesthetic Outcome of Extensive Orbital Floor and Medial Wall Fracture via Navigation and Endoscope-assisted Reconstruction / J.R. Yang, H.T. Liao // *Ann. of Plas. Surg.* – 2019. – Vol. 82, 1S Suppl. 1. – P. S77– S85. Doi: 10.1097/SAP.0000000000001700.
59. Yeatts, R.P. Measurement of Globe Position in Complex Orbital Fractures. II. Patient Evaluation Utilizing a Modified Exophthalmometer / R.P. Yeatts // *Ophthalmic. Plast. Reconstr. Surg.* – 1992. – Vol. 8, № 2. – P. 119–125.