

Применение метода виртуального биомоделирования для оптимизации хирургического лечения больных с травматическими повреждениями орбиты

Азербайджанский медицинский университет, г. Баку

Резюме. При травматическом повреждении одной или нескольких стенок орбиты наряду с эстетическим нарушением могут возникнуть и функциональные, такие как диплопия и энофтальмия, что серьезно влияет на качество жизни пациента. Данная работа была направлена на улучшение результатов хирургического лечения этой патологии, основанных на разработанном алгоритме с использованием метода биомоделирования при предоперационном планировании. Было проведено клиническое исследование 77 пациентов с повреждением стенок орбиты дефекта, разделенных на две группы в плане различного подхода при предоперационном планировании хирургической операции: основная – с использованием метода биомоделирования и контрольная – с применением традиционных методов планирования хирургического вмешательства. Метод биомоделирования позволил более точно проанализировать область повреждения орбиты, его расположение по отношению к костям лицевого скелета, создать виртуальный шаблон орбитальной пластинки, перевести форму виртуального шаблона на реальную титановую орбитальную пластинку, изогнув ее соответственно рельефу здоровой стороны и исключив при этом необходимость изготовления пластиковых моделей поврежденной орбиты для предоперационной адаптации имплантатов. Трансформация виртуальных измерений в операционное поле позволила без дополнительных навигационных устройств установить орбитальный имплантат в область дефекта по ориентирам, определенным при предоперационном планировании. Разработанный алгоритм значительно проще и дешевле традиционных методов предоперационного планирования при хирургической реконструкции дефектов и деформаций стенок орбиты улучшает функциональные и эстетические результаты лечения, а также значительно сокращает сроки их применения.

Ключевые слова: травматические повреждения орбиты, виртуальное предоперационное планирование, титановые орбитальные имплантаты, диплопия.

Лечение больных с травматическими повреждениями орбиты является одной из наиболее сложных проблем в современной челюстно-лицевой хирургии. Актуальность данной проблемы связана как с частотой повреждений скуло-орбитального комплекса, которая, по данным различных авторов, достигает до 40 % от всех повреждений костей лицевого скелета [1], так и с анатомо-топографическими особенностями орбиты [2]. В то же время в связи с повреждением одной или нескольких стенок орбиты наряду с эстетическим нарушением могут возникнуть и функциональные, такие как диплопия и энофтальмия, что серьезно влияет на качество жизни пациента [3–5].

Традиционно при подготовке к лечению подобного рода патологий применяются общеклинические и радиологические методы обследования в 2 и 3-х изображениях.

Восстановление поврежденных стенок орбиты обычно проводится при помощи установления биоинертных титановых имплантатов [6]. Интраоперационная подгонка таких имплантатов к области дефекта или деформации является трудоемкой процедурой, которая при отсутствии информативных ориентиров не всегда достаточно точно восстанавливает рельеф дна орбиты и, естественно, весь его объем [7–13].

В последнее время для повышения точности при реконструкции орбиты интраоперационно используют различные навигационные устройства, а также изготавливают пластиковые модели поврежденной орбиты для предоперационного адаптирования имплантатов [4]. Однако эти методы из-за дороговизны длительности подготовки и ограничения доступности не находят широкого клинического применения.

Целью данного исследования является улучшение результатов хирургического лечения больных с травматическими повреждениями стенок орбиты, основанных на проведении предоперационного компьютерного биомоделирования, и изготовление индивидуальных имплантатов.

Материалы и методы

Данное клиническое исследование было проведено на 77 больных с посттравматическими дефектами и деформациями скуло-орбитального комплекса, получавших лечение в отделении челюстно-лицевой хирургии учебно-хирургической клиники АМУ и клинического медицинского центра г. Баку в период 2007–2018 гг. Основным методом лечения являлся хирургический – реконструкция стенок орбиты.

Наряду с общеклиническими проводилось КТ исследование для установления диагноза и предоперационного планирования хирургического вмешательства у всех пациентов, получавших лечение.

В плане предоперационного планирования больные были разделены на две группы: основная (с проведением виртуального биомоделирования) и контрольная (с применением традиционных методов планирования хирургического вмешательства).

Распределение больных в соответствии с установленным диагнозом представлены в таблице 1.

Основное внимание при проведении клинического обследования уделялось движению глазного яблока и наличию бинокулярной диплопии и энофтальму. Всего факт наличия диплопии был отмечен у 51-го больного (табл. 2).

Метод компьютерного моделирования, применявшийся при планировании лечения в основной группе, являлся ключевым в данном исследовании. Он состоял из нескольких последовательно выполняемых этапов, отображенных на приведенной схеме 1.

Само хирургическое вмешательство проводилось под общим обезболиванием трансконъюнктивальным или подресничным доступом.

Результаты

Через 6 месяцев после проведения хирургического вмешательства в основной группе, с применением виртуального биомоделирования в рамках предоперационного

Таблиця 1

Распределение больных в соответствии с клиническим диагнозом

Клинический диагноз	Исследуемые группы			
	Основная., n = 42		Контрольная., n = 35	
	Абс.	%	Абс.	%
Изолированный перелом скуловой кости со смещением	9	21,4	6	17,1
Перелом стенок орбиты без повреждения скуловой кости	18	42,9	14	40,0
Перелом скуловой кости и орбиты	–	–	4	11,4
Перелом орбиты и других костей лицевого скелета	2	4,8	2	5,7
Перелом скуловой кости, орбиты и других костей лицевого скелета	13	31,0	9	25,7

Таблиця 2

Результаты характера диплопии у обследуемых больных

Характер диплопии (квадрант)	Исследуемые группы			
	Основная., n = 30		Контрольная., n = 21	
	Абс.	%	Абс.	%
Верхний	15	50,0	9	42,9
Верхний, центральный	2	6,7	1	4,8
Верхний, нижний	–	–	1	4,8
Верхний, медиальный	1	3,3	–	–
Верхний, латеральный	2	6,7	2	9,5
Верхний, латеральный, центральный	7	23,3	6	28,6
Верхний, латеральный, нижний	3	10,0	–	–
Верхний, нижний, центральный	–	–	1	4,8
Латеральный, нижний	–	–	1	4,8

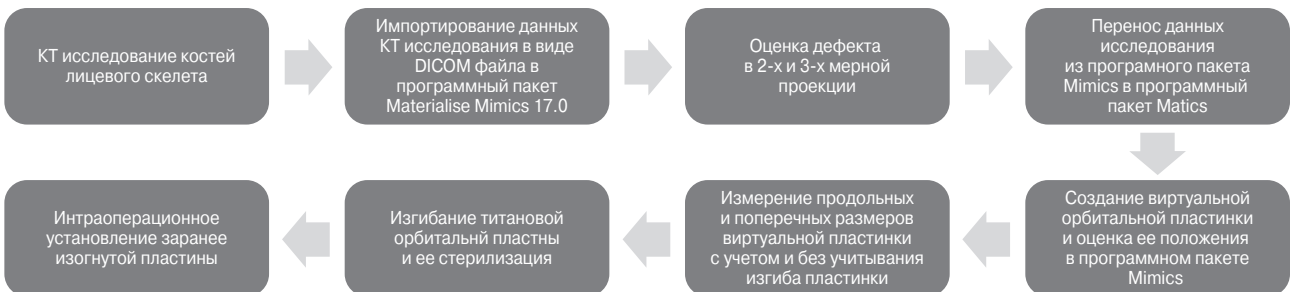


Схема 1. Алгоритм предоперационного обследования и планирования хирургического вмешательства.

Таблиця 3

Результаты хирургического лечения через 6 месяцев после вмешательства

Характер диплопии	Исследуемые группы				P
	Основная, n = 42		Контрольная, n = 35		
	müt.	%	müt.	%	
Диплопия не наблюдается	38	90,5	23	65,7	< 0,05
Диплопия наблюдается (квадрант):	4	9,5	12	34,3	
Верхний	3	7,1	9	25,7	< 0,05
Верхний, центральный	–	–	–	–	–
Верхний, нижний	–	–	–	–	–
Верхний, медиальный	1	2,4	–	–	> 0,05
Верхний, латеральный	–	–	2	5,7	> 0,05
Верхний, латеральный, центральный	–	–	1	2,9	> 0,05
Верхний, латеральный, нижний	–	–	–	–	–
Верхний, нижний, центральный	–	–	–	–	–
Латеральный, нижний	–	–	–	–	–



Рис. 8. Длительность стационарного лечения.

планирования, остаточная диплопия наблюдалась лишь в четырех случаях (9,5 %) тогда как в контрольной группе в 12-ти случаях (34,3 %). Данные относительно характера диплопии в различных группах представлены в табл. 3.

Кроме того, в основной группе продолжительность самой хирургической операции была статистически короче, также сократилось время пребывания больных в стационаре (рис. 8).

Отметим, что также сократилось количество случаев послеоперационных осложнений, связанных, по-видимому, со временем экспозиции операционной раны.

Продemonстрируем результаты исследования на одном клинический примере.

Клинический случай

Больной А. К. 28-и лет поступил в клинику с диагнозом перелом нижней стенки правой орбиты. Основной жалобой больного являлась диплопия при взгляде вверх. Со слов больного данная проблема возникла после полученной травмы семь дней назад. При визуальном обследовании выявлялись незначительный экзофтальм и ограничение движения глазного яблока в основном в верхнем квадранте. Субъективно больной отмечал диплопию в верхнем квадранте (рис. 1).

Компьютерная томография выявила наличие перелома нижней стенки орбиты с протрузией параорбитальной клетчатки, в том числе и нижней прямой мышцы в сторону дефекта (рис. 2).

Было принято решение о проведении реконструкции нижней стенки правой орбиты при помощи титановой орбитальной пластинки. В рамках предоперационного планирования был использован представленный выше алгоритм планирования с изгибанием стандартной титановой орбитальной пластинки, адаптированной к области поражения. Отдельные этапы планирования представлены ниже (рис. 3).

Изогнутая титановая орбитальная пластинка была простерилизована и упакована.

Хирургическое вмешательство проводилось под общим обезболиванием транконъюнктивальным доступом. После визуализации нижнего глазничного края были проведены поднадкостничная диссекция мягких тканей в области нижней стенки орбиты и эвакуация перемещенных тканей из области дефекта нижней стенки орбиты. Далее титановая орбитальная пластинка была установлена в область дефекта по ориентирам, определенным при предоперационном планировании.



Рис. 1. Движения глаз больного (отмечается ограничение в верхнем квадранте).



Рис. 2. КТ-исследование больного: отмечается перелом нижней стенки правой орбиты с протрузией переокулярных тканей и нижней прямой мышцы в сторону дефекта.

Послеоперационных осложнений не было. Уже через месяц после вмешательства признаков экзофтальма и симптомов диплопии ни в одном из квадрантов не было. Движение глазных яблок по всем направлениям было свободным, физиологическим (рис. 5).

Послеоперационное КТ-исследование показало адекватность позиционирования титановой орбитальной пластинки как в 2-, так и в 3-мерном режиме (рис. 6–7).

Обсуждение

Полученные результаты позволяют заключить, что метод биомоделирования, хотя его и рассматривают в большинстве исследований как часть метода медицинского быстрого прототипирования при планировании реконструктивных операций, можно использовать самостоятельно. Виртуальное биомоделирование при планировании хирургической реконструкции дефектов и деформаций нижней стенки орбиты позволяет исключить необходимость изготовления пластиковых моделей поврежденной орбиты для предоперационного адаптивования имплантатов. Данные КТ-исследования в 2- и 3-мерном режиме с помощью компьютерной программы Materialise Mimics позволяют проанализировать область повреждения орбиты при помощи линий периметра и направляющих линий создать виртуальный шаблон, его расположение по отношению к костям лицевого скелета, перевести форму виртуального шаблона на реальную титановую орбитальную пластинку, изогнув ее соответственно рельефу здоровой стороны. Трансформация виртуальных измерений в операционное поле позволяет без дополнительных навигационных устройств установить орбитальный имплантат в область дефекта по ориентирам, определенным при предоперационном планировании. Применение виртуального биомоделирования упрощает и удешевляет предоперационное планирование при хирургической реконструкции дефектов и деформаций

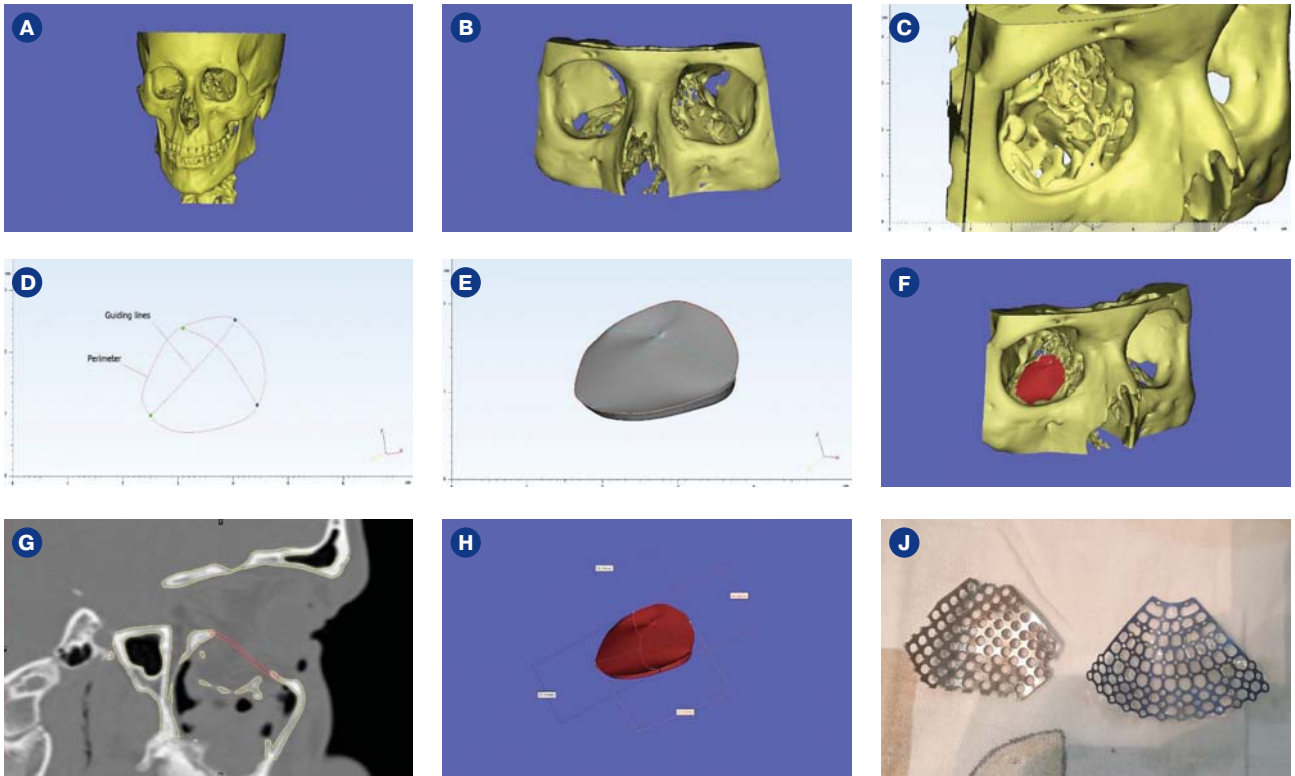


Рис. 3. Алгоритм виртуального планирования:

- A) загрузка данных КТ исследования в программный пакет Materialise Mimics 19.0 и анализ патологии в 2- и 3-мерном режиме;
- B) выделение и отделение интересующей области черепа;
- C) перенос данной области в программный пакет Materialise Matics 11.0 и обозначение области перелома орбиты;
- D) получение линий периметра и направляющих линий;
- E) создание виртуального шаблона при помощи данных линий;
- F) оценка положения виртуального шаблона по отношению к костям лицевого скелета в 3-мерном режиме;
- G) оценка положения виртуального шаблона по отношению к костям лицевого скелета в 2-мерном режиме;
- H) проведение измерений продольного и поперечного размера виртуального шаблона с учетом изгиба пластины;
- J) изогнутая титановая орбитальная пластина.

нижней стенки орбиты, приводит к улучшению функциональных и эстетических показателей лечения, а также значительно сокращает сроки лечения, что делает метод высокоэффективным для использования в широкой клинической практике.

Выводы

1. Метод биомоделирования при планировании хирургической реконструкции дефектов и деформаций нижней стенки орбиты позволяет проанализировать область повреждения орбиты, создать виртуальный шаблон орбитальной пластинки, его расположение по отношению к костям лицевого скелета, перевести форму виртуального шаблона на реальную титановую орбитальную пластинку, изогнув ее соответственно рельефу здоровой стороны, исключив при этом необходимость изготовления пластиковых моделей поврежденной орбиты, для предоперационного адаптивного имплантата.

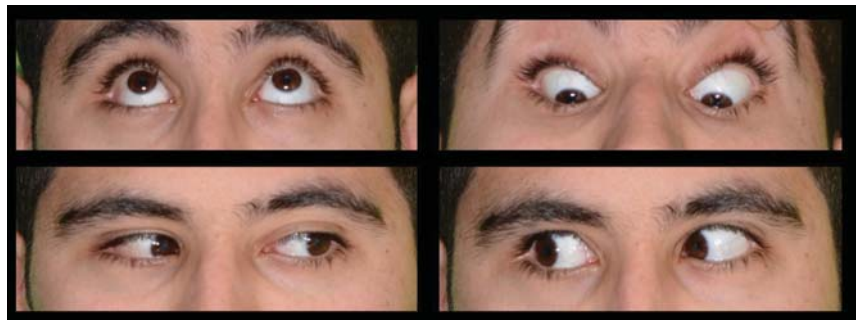


Рис. 5. Движение глазных яблок через месяц после вмешательства.

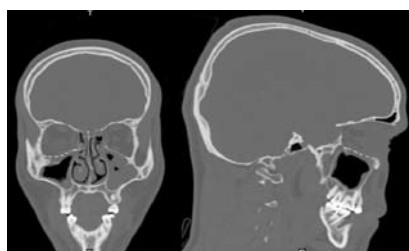


Рис. 6. Положение титановой орбитальной пластины в 2-мерном режиме.

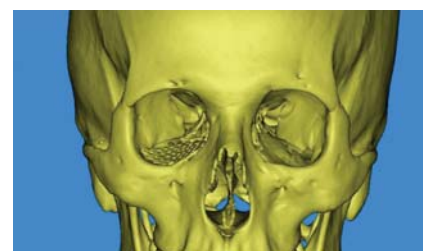


Рис. 7. Положение титановой орбитальной пластины в 3-мерном режиме.

2. Трансформація віртуальних вимірювань в операційне поле дозволяє без додаткових навігаційних пристроїв установити орбітальний імплантат в область дефекта по орієнтирам, визначеним при передопераційному плануванні.
3. Розроблений алгоритм упрощає і удешевляє передопераційне планування при хірургічній реконструкції дефектів і деформацій нижньої стінки орбіти, приводить к удосконаленню функціональних і естетических показателів лікування, а також значительно сокращает сроки лечения.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bittermann G., Metzger M.C., Schlager S., Lagrize W.A., Gross N., Cornelius C.P., Schmelzeisen R. Orbital Reconstruction: Prefabricated Implants, Data Transfer, and Revision Surgery // *Facial Plast. Surg.* – 2014; 30: 554–560.
2. Hoffmann J., Cornelius C.P., Groten M., Prubster L., Pfannenbergs C., Schwenzler N. Orbital reconstruction with individually copy-milled ceramic implants // *Plast. Reconstr. Surg.* – 1998; 101 (3): 604–612.
3. Manolidis S., Weeks B.H., Kirby M., Scarlett M., Hollier L. Classification and surgical management of orbital fractures: experience with 111 orbital reconstructions // *J. Craniomaxillofac. Surg.* – 2002; 13 (6): 726–737, discussion 738.
4. Fan X., Li J., Zhu J., Li H., Zhang D. Computer-assisted orbital volume measurement in the surgical correction of late enophthalmos caused by blowout fractures // *Ophthalm. Plast. Reconstr. Surg.* – 2003; 19 (3): 207–211.
5. Hammer B., Prein J. Correction of post-traumatic orbital deformities: operative techniques and review of 26 patients // *J. Craniomaxillofac. Surg.* – 1995; 23 (2): 81–90.
6. Gear A.J., Lokeh A., Aldridge J.H., Migliori M.R., Benjamin C.I., Schubert W. Safety of titanium mesh for orbital reconstruction // *Ann Plast. Surg.* – 2002; 48 (1): 1–7, discussion 7–9.
7. Ellis E. III, Tan Y. Assessment of internal orbital reconstructions for pure blowout fractures: cranial bone grafts versus titanium mesh // *J. Oral Maxillofac. Surg.* – 2003; 61 (4): 442–453.
8. Glassman R.D., Manson P.N., Vanderkolk C.A. et al. Rigid fixation of internal orbital fractures // *Plast. Reconstr. Surg.* – 1990; 86 (6): 1103–1109, discussion 1110–1111.
9. Oliver A.J. The use of titanium mesh in the management of orbital trauma – a retrospective study // *Ann R. Australas. Coll. Dent Surg.* – 2000; 15: 193–198.
10. Kuttnerberger J.J., Hardt N. Long-term results following reconstruction of craniofacial defects with titanium micro-mesh systems // *J. Craniomaxillofac. Surg.* – 2001; 29 (2): 75–81.
11. Schubert W., Gear A.J., Lee C. et al. Incorporation of titanium mesh in orbital and midface reconstruction // *Plast Reconstr. Surg.* – 2002; 110 (4): 1022–1030, discussion 1031–1032.
12. Lazaridis N., Makos C., Iordanidis S., Zouloumis L. The use of titanium mesh sheet in the fronto-zygomatico-orbital region. Case reports // *Aust. Dent J.* – 1998; 43 (4): 223–228.
13. Gellrich N.C., Schramm A., Hammer B. et al. Computer-assisted secondary reconstruction of unilateral posttraumatic orbital deformity // *Plast. Reconstr. Surg.* – 2002; 110 (6): 1417–1429.

Застосування методу віртуального біомодування для оптимізації хірургічного лікування хворих з травматичними ушкодженнями орбіти

Ч.Р. Рагімов, І.М. Фарзалієв, С.Г. Ахмедов

Резюме. При травматичному пошкодженні однієї чи декількох стінок орбіти поряд з естетичними порушеннями можуть виникнути і функціональні, такі як диплопія і енофтальм, що серйозно впливає на якість життя пацієнта. Дана робота була спрямована на поліпшення результатів хірургічного лікування цієї патології, заснованих на розробленому алгоритмі з використанням методу біомодування при передопераційному плануванні. Було проведено клінічне дослідження 77 пацієнтів з пошкодженням стінок орбіти дефекту, розділених на дві групи в плані різного підходу при передопераційному плануванні хірургічної операції: основна - з використанням методу біомодування і контрольна - із застосуванням традиційних методів планування хірургічного втручання. Метод біомодування дозволив більш точно проаналізувати область пошкодження орбіти, його розташування по відношенню до кісток лицьового скелета, створити віртуальний шаблон орбітальної пластинки, перевести форму віртуального шаблону на реальну титанову орбітальну пластинку, зігнувши її відповідно рельєфу здорової сторони і виключивши при цьому необхідність виготовлення пластикових моделей пошкодженої орбіти для передопераційної адаптації імплантатів. Трансформація віртуальних вимірювань в операційне поле дозволила без додаткових навігаційних пристроїв встановити орбітальний імплантат в область дефекту за орієнтирами, визначеними при передопераційному плануванні. Розроблений алгоритм значно простіше і дешевше традиційних методів передопераційного планування при хірургічній реконструкції дефектів і деформацій стінок орбіти покращує функціональні і естетичні результати лікування, а також значно скорочує терміни їх застосування.

Ключові слова: травматичні ушкодження орбіти, віртуальне передопераційне планування, титанові орбітальні імплантати, диплопія.

The application of virtual bio-modelling for optimization of surgical treatment of the patients with traumatic injuries of the orbits.

Ch. Rahimov, I. Farzaliyev, S. Ahmedov

Abstract. In cases of traumatic injuries of one or several wall of the orbit, beside esthetic disturbances one could face with functional derangements such as diplopia and enophthalmia, what has high impact on quality of life of the patient. The aim of current study was to improve the outcomes of surgical treatment of such pathologies base on algorithm of application of bio modeling in preoperative planning. Clinical study was performed on 77 patients with injuries of the orbital walls, which was divided into 2 groups based on different approaches in preoperative preparations: main group – the application of bio modeling and control group – the application of traditional methods of preoperative planning. The method of bio modeling allows to perform detailed analysis of injured region, create virtual template of orbital plate, determine its relation to different bones of facial skeleton, transfer the shape of virtual plate to real one, bend the real plate according to healthy site, and exclude the necessity to print plastic models for preoperative implants adaptation. The transformation of virtual measurements allowed installing orbital implant in defect region without additional navigation devices. Developed algorithm is much simple and cost effective comparative to traditional methods of preoperative planning of surgical reconstruction of defects and deformities of the orbital walls, improves the functional and esthetic outcomes of the treatment, and significantly decrease the duration of treatment.

Key words: traumatic injuries of orbit, virtual preoperative planning, titanium orbital implants, diplopia.

Рагімов Чингіз Рагім оглы – д-р. мед. наук, професор, заведуючий кафедрой.

Кафедра хирургии полости рта и челюстно-лицевой области, Азербайджанский медицинский университет, Азербайджан, Баку.

Фарзалієв Ісмаїл Махмуд оглы – доктор философии в области медицины, ассистент кафедры

Кафедра хирургии полости рта и челюстно-лицевой области, Азербайджанский медицинский университет, Азербайджан, Баку.

Ахмедов Сираджаддин Гурбан оглы – старший лаборант кафедры.

Кафедра хирургии полости рта и челюстно-лицевой области, Азербайджанский медицинский университет, Азербайджан, Баку.