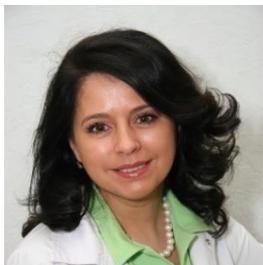


УДК 612.089.67:004.38

УГЛУБЛЕННЫЙ АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ИННОВАЦИОННОЙ ЛИЦЕВОЙ ХИРУРГИИ



О.Н. Дудич¹
кандидат медицинских наук, доцент, кафедра офтальмологии, БелМАПО



В.Л. Красильникова¹
доктор медицинских наук, профессор, кафедра офтальмологии БелМАПО



В.С. Осипович²
кандидат технических наук, доцент, кафедра инженерной психологии и эргономики БГУИР



А.Ю. Николаев²
магистр техники и технологии, инженер-программист, кафедра инженерной психологии и эргономики БГУИР



А.Л. Раднёнок²
магистр технических наук, ассистент, кафедра инженерной психологии и эргономики БГУИР



К.Д. Яшин²
Заведующий кафедрой инженерной психологии и эргономики БГУИР, кандидат технических наук, доцент

¹Белорусская медицинская академия последипломного образования, отделение офтальмологии, ул. П. Бровки, 3, Минск, 220013, Беларусь

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, кафедра инженерной психологии и эргономики, Беларусь
E-mail: Nikolaev17Andrei@mail.ru

О.Н. Дудич

Окончила Саратовский государственный медицинский институт по специальности «Лечебное дело». Защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата медицинских наук на тему «Профилактика послеоперационных воспалительных осложнений в хирургии возрастной катаракты с использованием инъекционной формы кислоты ацетилсалициловой». Является автором 62 печатных работ, 1 патента, 10 учебно-методических пособий, 5 инструкций по применению. Основной исполнитель научного проекта «Разработка и внедрение изделия на основе нерезорбируемых материалов для устранения посттравматических дефектов и деформаций глазницы и глазничного органоконтекста с использованием технологий 3D моделирования и прототипирования».

В.Л. Красильникова

Окончила Гродненский государственный медицинский институт по специальности «Лечебное дело». Защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. В 2007 г. защитила диссертацию на соискание ученой степени доктора медицинских наук на тему «Медико-социальная реабилитация пациентов с анофтальмом с помощью композиционного офтальмологического имплантата: клинико-экспериментальное исследование». Является автором более 130 печатных работ, 5 патентов, 10 учебно-

методических пособий, 3 инструкции по применению. Под ее руководством защищена 1 диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Научный руководитель проекта «Разработка и внедрение изделия на основе нерезорбируемых материалов для устранения посттравматических дефектов и деформаций глазницы и глазничного органоконструкса с использованием технологий 3D моделирования и прототипирования».

В.С. Осипович

Основной исполнитель научного проекта «Разработка и внедрение изделия на основе нерезорбируемых материалов для устранения посттравматических дефектов и деформаций глазницы и глазничного органоконструкса с использованием технологий 3D моделирования и прототипирования» в части 3D моделирования и прототипирования индивидуальных имплантов.

А.Ю. Николаев

В 2015 году окончил БГУИР, специальность «Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий». Квалификация инженер-системотехник. В 2016 году окончил магистратуру по специальности «Управление безопасностью производственных процессов» с присвоением академической степени магистра техники и технологии. Обучается в аспирантуре. Специалист по 3D-моделированию индивидуальных имплантов.

А.Л. Раднёнок

В 2015 году окончил БГУИР, специальность «Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий». Квалификация инженер-системотехник. В 2016 году окончил магистратуру по специальности «Психология труда, инженерная психология, эргономика» с присвоением академической степени магистра технических наук. Обучается в аспирантуре. Читаемые курсы: Управление информационными проектами, Основы конструирования программ. Направления исследований: нейросетевые технологии, обработка изображений, исследование человека в условиях риска.

К.Д. Яшин

Руководитель научно-исследовательской группы НИГ – 7.1 «Системы и приборы экологического мониторинга в управлении безопасностью жизнедеятельности».

Аннотация. Представлены результаты углубленного анализа больших данных клиничко-лабораторных исследований по разработке и внедрению изделий на основе нерезорбируемых материалов для устранения посттравматических дефектов и деформаций глазницы и глазничного органоконструкса с использованием технологий 3D моделирования и прототипирования.

Ключевые слова: клиничко-лабораторные исследования, индивидуальные титановые импланты, 3D модели имплантов.

Введение

В работах [1-5] представлены результаты и подходы в решении проблемы реконструкции дефектов глазницы. Особо высокие требования предъявляются к хирургическому вмешательству на глазнице при наличии функционально полноценного глаза, учитывая опасность повреждения глазного яблока, экстраокулярных мышц и сосудисто-нервного пучка. В этой связи постоянно ведется разработка методов и способов реконструкции, позволяющих минимально травмировать окружающие ткани. Учитывая геометрическую сложность пространственных взаимоотношений всех фрагментов орбитальной зоны, обширность повреждений при современных травмах, эффективность хирургического вмешательства зависит от возможности получения точного трёхмерного представления о размерах изменения конфигурации костных и мягко-тканых структур лица.

Для выявления и анализа объемных характеристик дефекта костного скелета в повседневной практике большинство хирургов, к сожалению, используют лишь методы, основанные на получении фотографий пациента в нескольких проекциях и рентгенограмм костей лицевого скелета в стандартных укладках. Однако данные, полученные в результате указанных методов, имеют ряд существенных недостатков, которые не позволяют оцени-

вать параметры дефекта в трехмерном пространстве. В связи с этим возникают определенные сложности при определении формы и размеров необходимого трансплантата.

Внедрение таких современных методов диагностики как мультиспиральная компьютерная томография позволяет построить компьютерную трехмерную модель той или иной анатомической области и увидеть ее на экране компьютера.

Цель настоящей работы – провести анализ данных посттравматических деформаций глазничного органокомплекса. Для достижения цели решены задачи. 1) Осуществлен выбор исследуемых титановых имплантов. 2) Проведен анализ результатов доклинических испытаний титановых имплантов на мелких лабораторных животных (выполнены гистоморфологические исследования имплантированного ложа). 3) Проведена лучевая визуализация посттравматических повреждений костных структур глазницы. 4) Проведен анализ осложнений после реконструкции костных дефектов глазницы. 5) Проведен анализ влияния индивидуальных имплантов на показатели клиничко-лабораторных исследований.

Результаты исследований

Анализ причин, приведших к повреждению структур глазницы приведён на рисунках 1, 2. Выбор титановых имплантов (пластин) осуществлялся таким образом: титановые пластины без перфорации, без покрытия; титановые пластины без перфорации, с покрытием на основе серебра; титановые пластины с перфорацией, без покрытия; титановые пластины с перфорацией, с покрытием на основе серебра; сетчатые титановые пластины («улитка») без покрытия; сетчатые титановые пластины («улитка») с покрытием на основе серебра. На рисунке 3 представлены изображения исследованных прототипов и опытных образцов индивидуальных титановых имплантов.



Рисунок 1. Причины повреждения костных структур глазницы у пациентов основной группы



Рисунок 2. Причины повреждения костных структур глазницы у пациентов ретроспективной группы



Рисунок 3. Изображение прототипов и опытных образцов индивидуальных имплантов



Рисунок 4. Изображения микроспиральной компьютерной томографии глазницы в сагитальных и корональных

Результаты исследований с использованием микроспиральной компьютерной томографии (рисунок 4) легли в основу расчетов индивидуальных имплантатов. Исследования проводились с использованием компьютерного томографа GELightSeedPro 32 при режимах сканирования: мультиспиральное сканирование с толщиной среза 0,625 мм с постпроцессингом до 2,5 мм в костном и мягкотканном режимах.

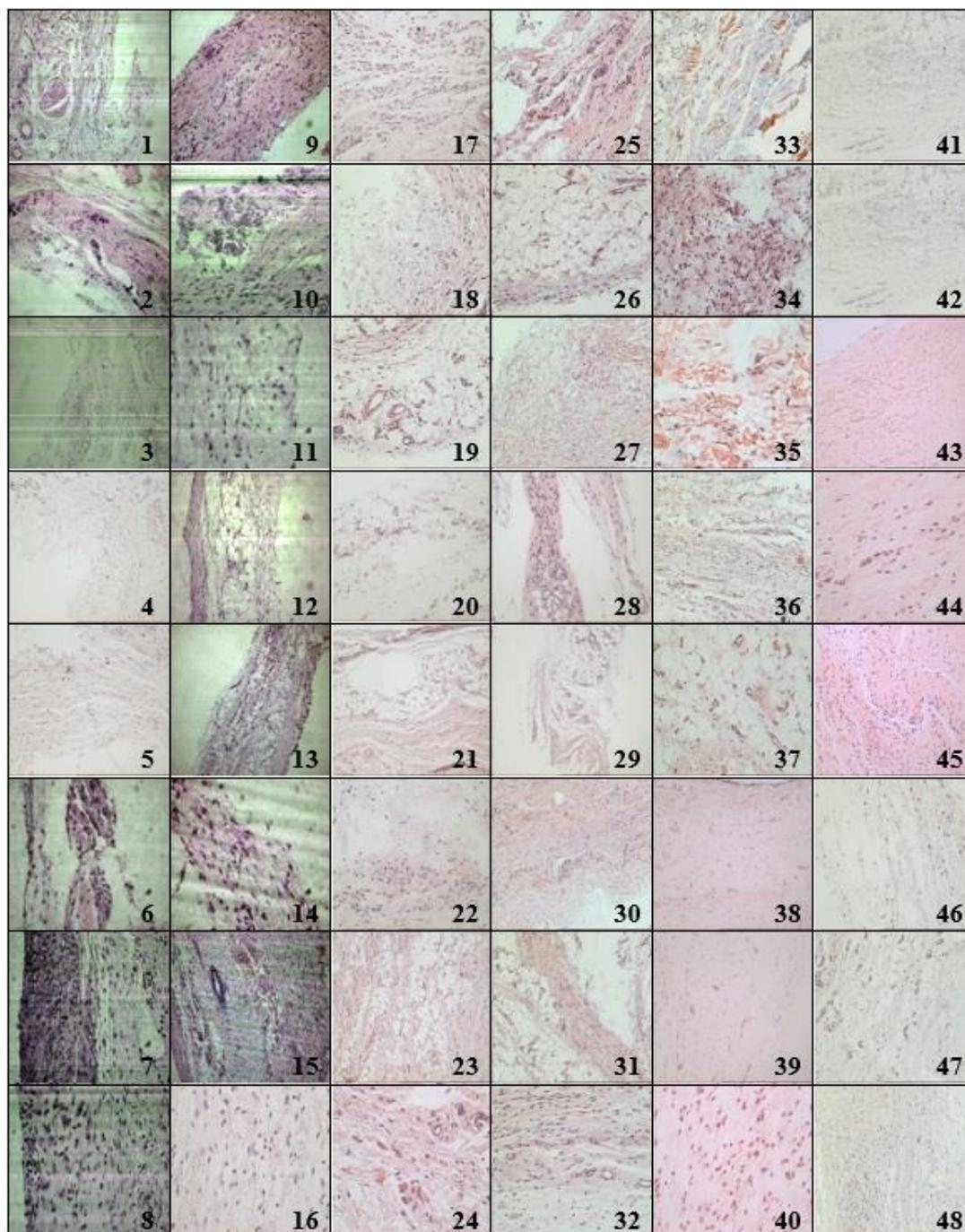


Рисунок 5. Морфогистологические картины тканей вокруг имплантов (окраска гематоксилином и эозином), увеличение 100 и 200 крат

Установлено, что перелом нижней и медиальной стенок орбиты достоверно визуализируются только в коронарной и сагиттальной реконструкциях. В аксиальной реконструкции перелом нижней стенки глазницы оказалось затруднительно дифференцировать. Нижняя и медиальная стенки орбиты анатомически являются очень тонкими структурами (толщина ~0,1-0,3 мм), что намного меньше разрешающей способности существующих аппаратов (минимально возможная толщина реконструкции до 0,625мм).

Таким образом, в результате анализа данных компьютерных томограмм, получены ориентировочные размеры имеющегося дефекта, что позволяет выбрать подходящий размер пластины среди существующих типоразмеров. Доклинические испытания на мелких лабораторных животных выполнялись на основе результатов гистоморфологических исследований имплантированного ложа на разных этапах наблюдений. Морфологические картины тканей вокруг имплантов через 30 суток, 90 суток, 120 суток представлены на рисунке 5. Анализ данных морфогистологических картин тканей позволил сделать выводы:

1) Установлено, что на 30 сутки во всех группах капсула была выполнена из рыхлой неоформленной соединительной ткани. На 90 сутки наблюдался процесс фиброизирования капсулы. К 120 суткам во всех группах определяется оформленная соединительная ткань.

2) Антибактериальное покрытие оказывает положительное действие только в ранние сроки после имплантации. На более поздних сроках наблюдения разница нивелировалась. В основном данное покрытие может привести к удорожанию изделия.

3) Интеграционные процессы наиболее выражены при имплантации перфорированных пластин. Это еще раз доказывает тот факт, что для идеальных интеграционных процессов необходимо наличие открытых, достаточных по размеру пор.

4) Наиболее предпочтительным будет решение о разработке комбинированной конструкции имплантата, состоящего из перфорированной и неперфорированной частей.

Оценка эффективности индивидуального титанового имплантата для реконструкции костных структур глазницы проводилась в соответствии с критериями индивидуальной карты исследований. Среди субъективных критериев эффективности экзопротезирования оценивалась удовлетворенность пациента и врача косметическим результатом. Оценка проводилась в баллах (0 – не удовлетворен, 1 – частично удовлетворен, 2 – полностью удовлетворен). Также среди субъективных критериев оценивались: ощущение пациентом свободного движения мышц лица при пользовании эпителиком, наличие болевых ощущений при ношении эпителика. К объективным критериям эффективности относили: наличие воспалительных явлений в зоне головок имплантатов, наличие явлений дерматита в области контакта эпителика с кожей пациента. Оценка производилась в баллах (0 – отсутствие признака, 1 – умеренная выраженность, 2 – сильная выраженность признака).

На рисунке 6 представлена оценка эффективности экзопротезирования глазницы с фиксацией экзопротеза на внутрикостных имплантах. Видно, что отсутствовали признаки воспаления у 11 из 14 пациентов, пользующихся эпителиком. У 3 пациентов наблюдалась умеренная гиперемия кожных покровов, наличие серозных корочек на абатментах и на коже. При выяснении причин локального воспаления установлено, что со стороны пациентов не осуществлялась должная обработка кожных покровов. Осмотр покровных тканей глазничной области не выявил явлений дерматита в зонах их соприкосновения с силиконовым эпителиком ни у одного из 14 пациентов.

Получены результаты лучевой визуализации посттравматических повреждений костных структур глазницы у пациентов до операции. Исследования проводились с использованием компьютерного томографа GELightSeedPro 32, при следующих параметрах сканирования: мультиспиральное сканирование с толщиной среза 0,625 мм с постпроцессингом до 2,5 мм в костном и мягкотканом режимах.

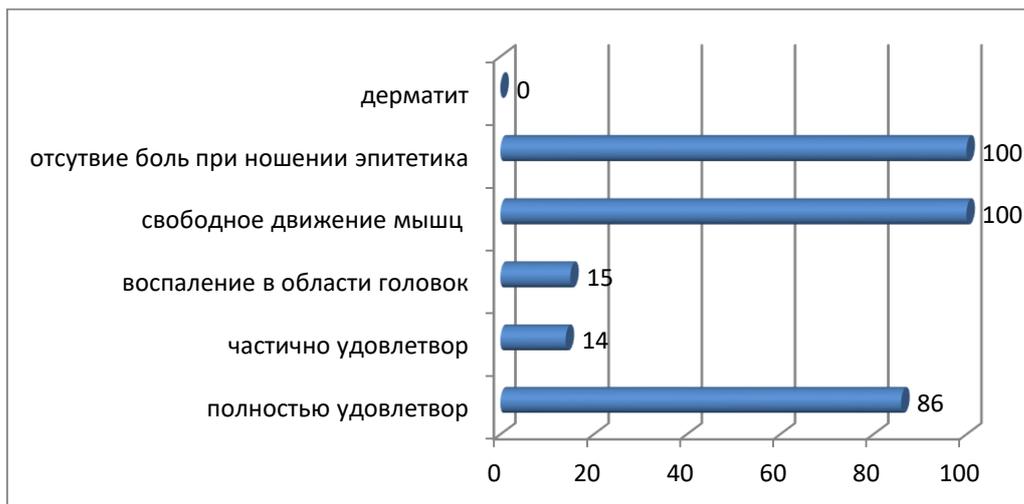


Рисунок 6. Оценка объективных и субъективных критериев эффективности экзопротезирования глазницы с фиксацией экзопротеза на внутрикостных имплантах

Видно, что область перелома имела неправильную геометрическую форму с неровными контурами и различную протяженность (рисунок 7). Область дефекта у большинства пациентов распространялась вплоть до задней стенки гайморовой пазухи. Площадь дефектов в среднем $3,36 \pm 0,43$ мм² у пациентов основной и $3,28 \pm 0,56$ мм² у пациентов ретроспективной группы.

Анализ томограмм показал, что изменения затрагивали не только костные, но и мягкотканые образования глазничного органоконструктивного комплекса экстраокулярные мышцы и орбитальную клетчатку, но и положение глаза в орбите. Изменение положения глазного яблока у пациентов с травматическими повреждениями костных структур глазницы, по данным микроспиральной компьютерной томографии, происходило в двух плоскостях: в аксиальной плоскости – энтофтальм и в горизонтальной – гипотофтальм.

Выполнена лучевая визуализация глазницы. Пациентам до операции выполняли микроспиральную компьютерную томографию. Это позволило оценить толщину костного края глазницы и, исходя из полученных данных, выбрать наиболее оптимальные точки фиксации имплантов. Результаты измерения толщины костной ткани в области предполагаемых точек фиксации имплантатов представлены в таблице 1.

Анализ костной ткани в предполагаемых точках фиксации имплантов у пациентов подгрупп А,В,Г показал, что толщина кости была достаточной для установки импланта, диаметр которого составляет 3-3,5 мм, высота 4,0-5,0 мм. В то время, как у пациентки подгруппы Б толщина кости не позволяла установить ни отечественный типоразмерный комбинированный имплант, ни типоразмерный цилиндрический имплант Vistafix (Швеция). Измененная кость создавала угрозу перфорации. Клиническая ситуация требовала индивидуального подхода к лечению.

Проведен анализ состояния мягких тканей в области глазницы после операции. Реакция мягких тканей области глазницы в ранний послеоперационный срок оценивалась по состоянию покровных тканей над зоной имплантации. Для регистрации степени выраженности реакции использовалась бальная система: 0 – реакция мягких тканей отсутствует, 1 – умеренно выраженная, 2 – резко выраженная. В качестве критических признаков были выбраны следующие: гиперемия и отёк, болезненность. Степень выраженности признаков фиксировалась на 3, 7, 30 и на 120 сутки после I этапа – установка имплантов и на 3, 7 и 30 сутки после II этапа – установка абатментов. Динамика выраженности признаков воспаления в баллах у пациентов после I этапа – установке имплантов представлена в таблице 2.

Спустя 4 месяца над зоной имплантации у всех пациентов выглядела интактно, что позволило приступить ко II этапу – установка абатментов. Динамика выраженности признаков воспаления в баллах у пациентов после II этапа – установка абатментов представлена в таблице 3.

1		Ширина, мм Высота, мм S области, мм S области, точки S фигуры, точки S фигуры, мм	7,58 13,57 102,86 12 912 165 7 899 629 62,93
2		Ширина, мм Высота, мм S области, мм S области, точки S фигуры, точки S фигуры, мм	6,35 10,21 64,84 8 140 500 5 737 901 45,70
3		Ширина, мм Высота, мм S области, мм S области, точки S фигуры, точки S фигуры, мм	15,40 22,52 346,87 10 885 981 7 486 278 238,54
4		Ширина, мм Высота, мм S области, мм S области, точки S фигуры, точки S фигуры, мм	15,95 27,49 438,32 13 757 750 9 340 096 297,57
5		Ширина, мм Высота, мм S области, мм S области, точки S фигуры, точки S фигуры, мм	19,87 6,96 138,18 4 336 640 2 704 833 86,19
6		Ширина, мм Высота, мм S области, мм S области, точки S фигуры, точки S фигуры, мм	19,49 19,62 382,37 12 002 604 8 066 351 256,97
7		Ширина, мм Высота, мм S области, мм ² S области, точки ² S фигуры, точки ² S фигуры, мм²	19,57 24,28 475,19 14 911 567 9 026 588 287,65
8		Ширина, мм Высота, мм S области, мм ² S области, точки ² S фигуры, точки ² S фигуры, мм²	24,12 29,65 715,02 22 440 816 14 367 455 457,78
9		Ширина, мм ² Высота, мм ² S области, мм ² S области, точки ² S фигуры, точки ² S фигуры, мм²	55,49 46,00 2 552,68 28 846 110 13 488 929 1 193,68
10		Ширина, мм ² Высота, мм ² S области, мм ² S области, точки ² S фигуры, точки ² S фигуры, мм²	17,18 22,42 385,19 4 351 358 3 059 346 270,82
11		Ширина, мм ² Высота, мм ² S области, мм ² S области, точки ² S фигуры, точки ² S фигуры, мм²	24,72 31,44 777,27 8 782 776 5 091 350 450,58
12		Ширина, мм ² Высота, мм ² S области, мм ² S области, точки ² S фигуры, точки ² S фигуры, мм²	25,60 28,40 726,99 8 211 978 5 650 204 500,20
13		Ширина, мм ² Высота, мм ² S области, мм ² S области, точки ² S фигуры, точки ² S фигуры, мм²	22,26 23,82 530,19 5 990 712 3 942 037 348,88
14		Ширина, мм ² Высота, мм ² S области, мм ² S области, точки ² S фигуры, точки ² S фигуры, мм²	20,98 24,04 504,41 5 700 205 3 321 924 293,96
15		Ширина, мм ² Высота, мм ² S области, мм ² S области, точки ² S фигуры, точки ² S фигуры, мм²	18,59 29,09 540,76 6 109 792 4 046 709 358,16
16		Ширина, мм ² Высота, мм ² S области, мм ² S области, точки ² S фигуры, точки ² S фигуры, мм²	16,86 24,53 413,52 4 671 744 3 202 351 283,45
17		Ширина, мм ² Высота, мм ² S области, мм ² S области, точки ² S фигуры, точки ² S фигуры, мм²	22,75 34,96 795,17 8 985 288 6 615 264 585,43

Рисунок 7. Конфигурация дефектов глазницы (результаты трехмерной реконструкции)

Таблица 1

Результаты измерения толщины костной ткани в области предполагаемых ретенционных точек фиксации имплантатов у пациентов до операции

Место расположения ретенционной точки фиксации импланта	Подгруппа (n), проекция реконструкции, результаты замеров мм, X± m		
	Аксиальная реконструкция	Коронарная реконструкция	Сагиттальная реконструкция
<i>Подгруппа А(n=8)</i>			
верхний край глазницы	9,3±1,13	10,2±1,12	12,4±1,64
нижне-латеральный край глазницы	7,7±0,71	9,6±0,53	12,6±1,61
латеральный край глазницы	9,6±0,88	11,9±1,19	13,7±1,56
<i>Подгруппа Б(n=1)</i>			
верхний край глазницы	5,6	8,5	9,1
нижне-латеральный край глазницы	4,5	7,6	10
латеральный край глазницы	4,5	7,7	7,1
<i>Подгруппа В(n=5)</i>			
верхний край глазницы	9,3±1,13	10,3±1,12	12,4±1,64
нижне-латеральный край глазницы	7,7±0,72	9,6±1,03	12,6±1,60
латеральный край глазницы	9,6±0,90	11,9±1,19	13,6±1,56
<i>Подгруппа Г(n=1)</i>			
верхний край глазницы	10,4	10,4	12,2
нижне-латеральный край глазницы	10	11,7	9,8
латеральный край глазницы	10,9	13,2	18,6

Таблица 2

Динамика выраженности признаков воспаления в баллах у пациентов после I этапа установки имплантов

Подгруппа (n)/признак	Период наблюдения (сутки после операции), баллы X± m			
	3-и	7-е	30-е	120-е
<i>Подгруппа А(n= 8)</i>				
отек	1,26±0,2	0,73±0,2	0	0
гиперемия	1,33±0,2	1,13±0,2	0	0
болезненность	1,13±0,1	0,66±0,2	0	0
<i>Подгруппа Б(n=1)</i>				
отек	1	0	0	0
гиперемия	1	1	0	0
болезненность	1	1	0	0
<i>Подгруппа В(n=5)</i>				
отек	1,20±0,2	1,06±0,1	0	0
гиперемия	1,40±0,2	1,06±0,2	0	0
болезненность	1,20±0,2	0,80±0,2	0	0
<i>Подгруппа Г(n= 1)</i>				
отек	2	1	0	0
гиперемия	2	1	0	0
болезненность	1	1	0	0

Таблица 3

Динамика выраженности признаков воспаления в баллах у пациентов после II этапа-установки абатментов

Подгруппа (n) /признак	Период наблюдения (сутки после операции), баллы $\bar{X} \pm m$		
	3-и сутки	7-е	30-е
Подгруппа А (n= 8)			
отек	1,13±0,2	0,53±0,2	0
гиперемия	1,20±0,3	1,00±0,1	0
болезненность	1,06±0,2	0,66±0,2	0
Подгруппа Б (n=1)			0
отек	–	–	0
гиперемия	–	–	0
болезненность	–	–	0
Подгруппа В (n=5)			0
отек	1,06±0,2	0,46±0,2	0
гиперемия	1,06±0,2	0,93±0,2	0
болезненность	1,00±0,2	0,53±0,2	0
Подгруппа Г (n= 1)			0
отек	1	1	0
гиперемия	1	1	0
болезненность	1	1	0

Таким образом, наблюдение за состоянием мягких тканей глазницы позволило сделать вывод, что соблюдение всех технологических особенностей при имплантации внутрикостных имплантов, проведение ежедневного «туалета» кожных покровов в области абатментов позволяет снизить риск развития воспаления в зоне имплантации.

Выполнена оценка частоты и характер осложнения после реконструкции костных дефектов глазницы. Все осложнения разделены на две группы: планируемые и операционные. О планируемых осложнениях пациенты были предупреждены до операции. К ним отнесены усиление диплопии, отек век, нарушение кожной чувствительности на стороне повреждения. Среди операционных осложнений были выделены интраоперационные и послеоперационные. Характер и частота возникновения планируемых осложнений у пациентов обеих групп после реконструкции костных структур глазницы представлены на рисунках 8, 9.

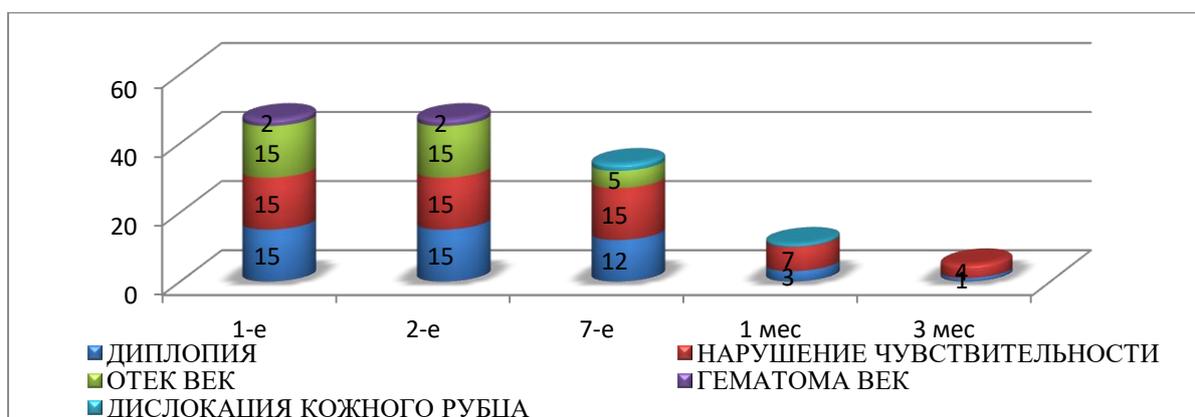


Рисунок 8. Характер и частота возникновения планируемых осложнений у пациентов основной группы

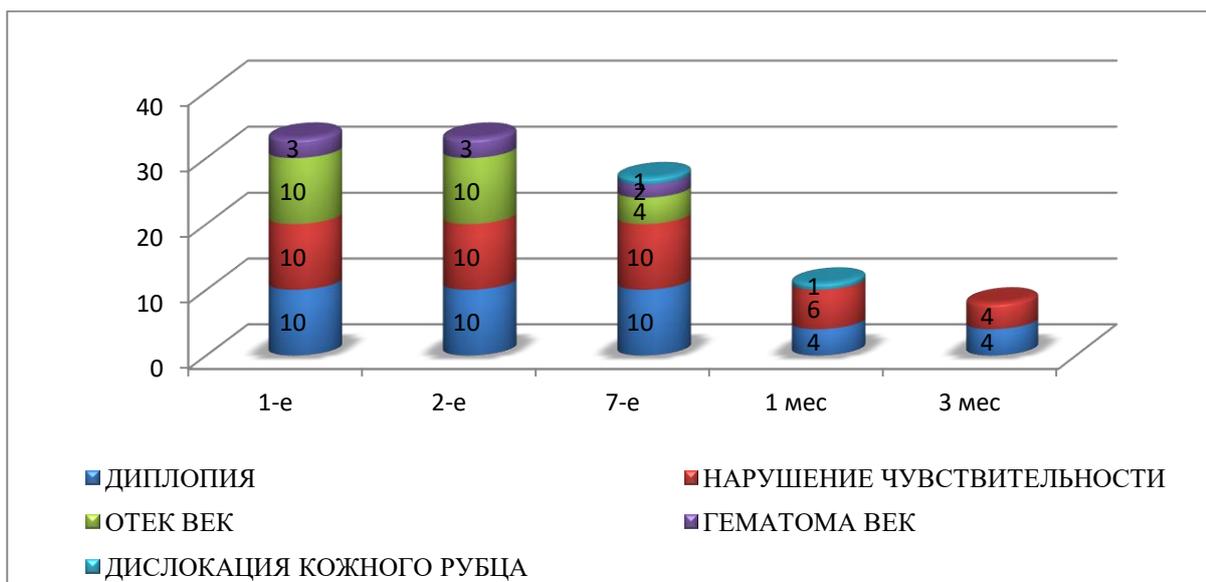


Рисунок 9. Характер и частота возникновения планируемых осложнений у пациентов ретроспективной группы

На рисунках видно, что осложнения реконструкции костных структур глазницы наблюдалось с одинаковой частотой у пациентов обеих групп. Зафиксировано усиление диплопии, а также нарушение кожной чувствительности по ходу подглазничного нерва. Развитие данных состояний обусловлено реакцией тканей на хирургические манипуляции. Регресс данных проявлений наблюдался спустя три последующих месяца. Диплопия и нарушение чувствительности может сохраняться от 2 до 6 месяцев. Что касается интраоперационных осложнений, то у пациентов основной группы их не было зафиксировано. В то время как у пациентов ретроспективной группы у 3 пациентов наблюдались осложнения, связанные с дислокацией пластины, что потребовало репозиции пластины спустя сутки после операции. Характер и частота возникновения интраоперационных осложнений представлен на рисунке 10.

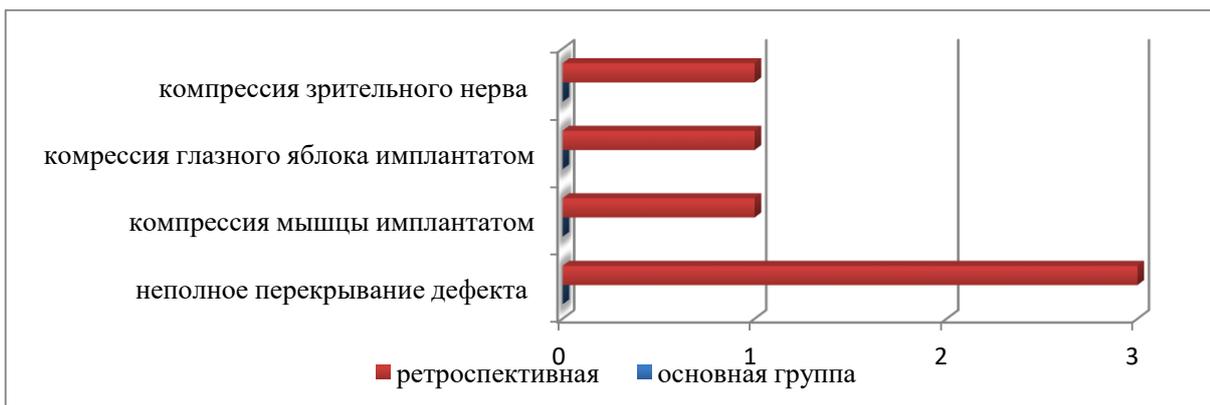


Рисунок 10. Характер и частота возникновения интраоперационных осложнений у пациентов обеих групп

У ранних послеоперационных пациентов наблюдались отеки и гематомы век, дислокация кожного рубца с изменением формы наружной половины глазной щели наблюдались

у пациентов обеих групп и были связаны с технически неправильно наложенной послеоперационной повязки.

Среди поздних послеоперационных осложнений следует выделить клинически значимые степени дистопии: энтофтальм и гипофтальм. Так спустя 3 месяца клинически значимая степень энтофтальма зафиксирована только у 2 пациентов в основной группе, что было связано повреждением скулоорбитального комплекса у пациента и отсутствием эффекта после предыдущего этапа реконструкции. В то время как в ретроспективной группе гипофтальм и энтофтальм II степени наблюдался у 4 и у 5 пациентов, соответственно.

Снижение частоты поздних осложнений в виде клинически значимых степеней дистопии у пациентов основной группы связано с применением индивидуальных имплантатов, форма которых максимально приближена к анатомии реконструируемой зоны глазницы. Реконструкция глазницы стандартными типоразмерными имплантатами не позволила достичь снижения степени дистопии у 50% пациентов, что потребовало дополнительной хирургической коррекции.

Характер и частота возникновения послеоперационных осложнений у пациентов обеих групп представлены на рисунках 11, 12.

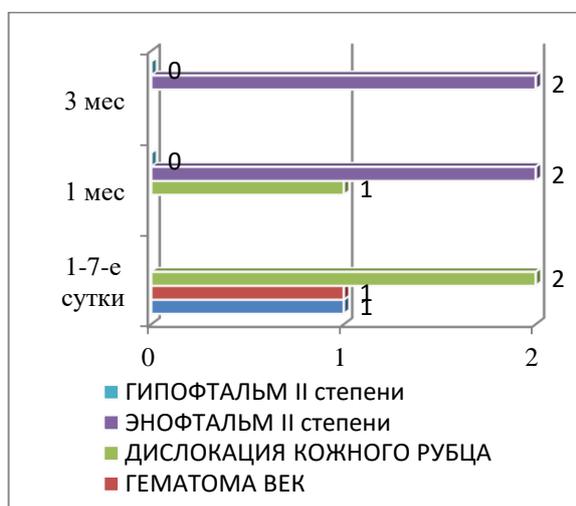


Рисунок 11. Характер и частота возникновения послеоперационных осложнений у пациентов основной группы

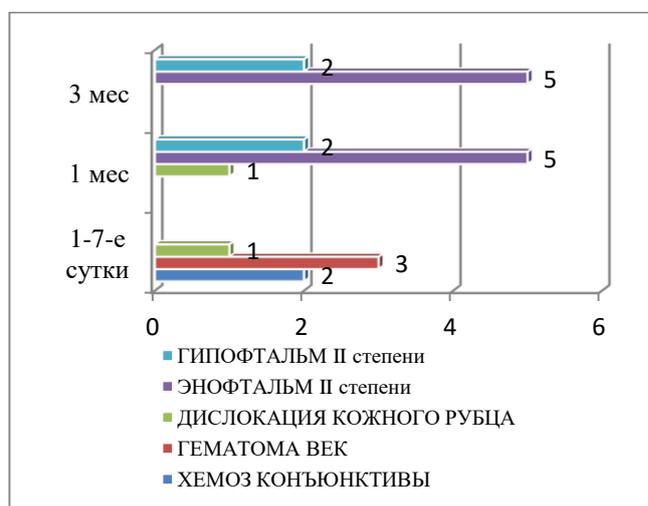


Рисунок 12. Характер и частота возникновения послеоперационных осложнений у пациентов ретроспективной группы

Анализ частоты положительных исходов реконструкции глазницы спустя три месяца показал, что у пациентов основной группы процент положительных исходов операции составил 87%, в то время как у пациентов ретроспективной группы – 50%.

Таким образом, наблюдения показали, что в раннем послеоперационном периоде у всех пациентов наблюдались прогнозируемые послеоперационные осложнения (состояния): усиление диплопии, нарушение кожной чувствительности по ходу подглазничного нерва, которые могут сохраняться от нескольких недель до нескольких месяцев. Развитие данных состояний обусловлено реакцией тканей на хирургические манипуляции.

Применение индивидуальных титановых имплантатов, выполненных с использованием технологий трехмерного моделирования и прототипирования, позволило избежать развития интраоперационных осложнений, о чем свидетельствует высокий процент положительных исходов у пациентов основной группы – 80%.

На рисунке 13 представлены 3D-модели и прототипы дефектов глазницы полученные с использованием технологии компьютерного моделирования индивидуальных имплантов [1].

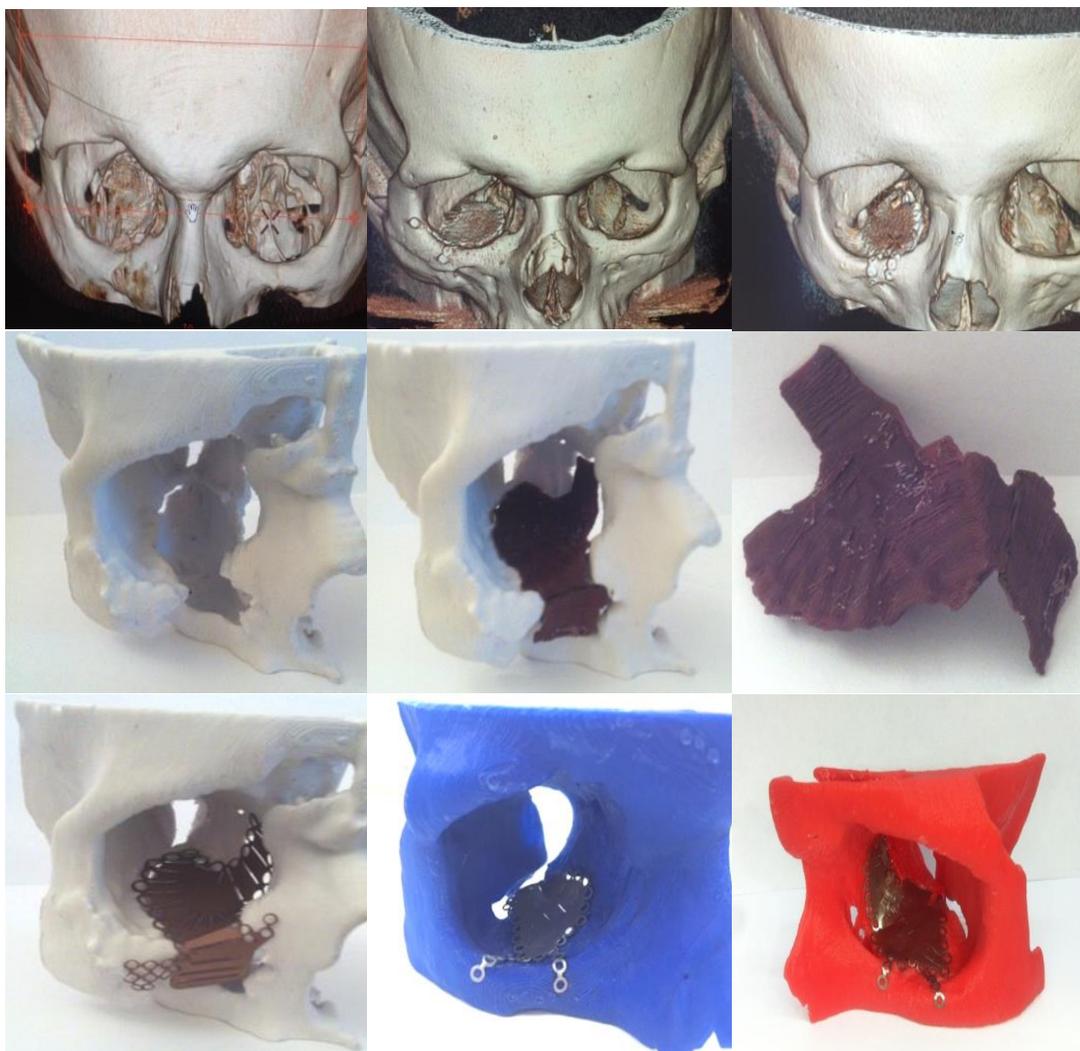


Рисунок 13. 3D-модели и прототипы дефектов глазницы

Выполнена оценка влияния индивидуального имплантата на показатели клинико-лабораторных исследований. Комплекс лабораторно-инструментальных исследований (биохимический анализ крови, общий анализ крови) проводился с целью углубленного изучения влияния титанового имплантата на организм у пациентов исследуемых групп. Исследования проводились в обязательном порядке до операции и на 7 и 30 сутки после операции.

Одними из объективных показателей реакции организма на сложные хирургические вмешательства являются величины значений содержания провоспалительных маркеров в сыворотке крови.

Персонализованные значения содержания провоспалительных маркеров в сыворотке крови до- и после операции у пациентов клинических групп приведены в таблице 4.

Таблица 4

Данные иммуноферментного определения содержания провоспалительных маркеров в сыворотке крови пациентов до и после операции по устранению дефекта костной стенки глазницы

№ п/п	Код пациента	Интерферон - γ пг/мл			ФНО – α , пг/мл			ИЛ-1- β , пг/мл		
		До операции	После операции 7 сутки	После операции 30 сутки	До операции	После операции 7 сутки	После операции 30 сутки	До операции	После операции 7 сутки	После операции 30 сутки
1	01	6,5	6,2	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	02	26,4*	5,4	6,4	0,0*	0,6	0,2	0,1	11,1	0,2
3	03	24,8*	24,8*	11,4*	0,8*	0,6	0,4	71,8*	67,3*	1,8
4	04	1,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,1	1,4
5	05	5,8	5,2	2,4	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	1,4
6	06	3,6	3,4	3,2	0,0	0,0	0,0	3,4	1,9	2,4
7	07	10,8	9,8	5,0	0,0	0,3	0,0	7,5	7,1	7,5
8	08	2,0	2,0	4,4	0,4	0,0	0,2	2,0	5,5	3,0
9	09	3,3	3,4	3,9	5,6	0,0	5,6	2,0	7,5	2,0
10	10	5,5	5,5	4,0	0,0	1,0	0,4	4,9	3,6	4,9
11	11	7,4	6,4	3,0	1,4	0,0	0,4	12,5*	0,0	1,5
12	12	28,6*	2,6	3,2	0,0*	0,7	0,5	11,5*	4,1	2,5
13	13	3,4	3,0	2,8	1,2	0,9	1,2	5,0	2,8	5,0
14	14	5,2	5,0	4,0	0,4	0,0	0,4	3,4	1,8	3,4
15	15	6,1	6,1	3,5	0,0	0,0	0,0	7,8	3,0	7,8
n		12	14	14	12	14	15	12	14	15
X		5,12	3,37	4,39	0,75	0,25	0,62	3,34	3,46	2,99
$\pm Sx$		0,73	0,41	0,45	0,47	0,12	0,45	0,73	0,89	0,6
p		p \leq 0,05			p > 0,05			p > 0,05		
		384,81	189,87		35,44	2,75		205,55	313,49	

Примечание * - гемолизирующая сыворотка.

Установлено, что у пациентов подвергнутых интраорбитальной пластике дефекта костной стенки глазницы, в дооперационном периоде имелась некоторая тенденция к повышенному содержанию интерферона- γ в сыворотке крови. В послеоперационный период наблюдалась тенденция снижения (нормализации) показателей содержания исследуемых маркеров, причем у пациентов, у которых была выполнена интраорбитальная пластика дефекта костной стенки глазницы снижение концентрации интерферона- γ в сыворотке крови оказалось статистически достоверным.

Заключение и перспективы развития

Можно сделать вывод, что разрабатываемые в рамках научно-технического инновационного проекта оригинальные хирургические пособия по интраорбитальной пластике дефекта костной стенки глазницы с использованием 3-D моделируемых имплантов не имеют серьезных (значимых) общесоматических последствий и их можно отнести к малотравматичным хирургическим вмешательствам.

Результаты клинико-лабораторных исследований подтвердили хорошую переносимость пациентами индивидуального титанового имплантата. Отсутствие различий на многих этапах наблюдения подтверждает, что индивидуальный титановый имплантат относится к безопасным и биосовместимым изделиям медицинского назначения.

Предложенная технология подготовки и изготовления индивидуальных имплантов

для замещения костей глазницы, требует очень большой и трудоёмкой подготовительной работы. Эта работа заключается в углубленном анализе больших объёмов исходных данных о состоянии пациента, а также в анализе большого количества снимков компьютерного томографа. Кроме того, необходимо изготовление самого индивидуального импланта. Эти обстоятельства требуют дополнения разработанной технологии программными средствами автоматизации обработки DICOM файлов, формирования 3D моделей повреждений костей и формирования файлов раскроя титановых имплантов. Следующим шагом развития работы будет перенос отработанных технологий на реконструкцию других костей лицевого черепа, не только костей глазницы, но и, например, костей челюсти, носа и др.

Литература

- [1] Дудич О. Н., Красильникова В.Л., Осипович В.С., Николаев А.Ю., Раднёнок А.Л., Яшин К.Д. Компьютерное моделирование индивидуальных лицевых имплантов / Доклады БГУИР, 2018, № 7(117), с.106-111.
- [2] Николаев А.Ю., Раднёнок А.Л., Осипович В.С., Яшин К.Д. Система построения геометрических моделей лицевых имплантов/ IV международная научно-практическая конференция BIG DATA and Advanced Analytics, 2018г., с. 352-356.
- [3] Nikolayeu A. Y., A. L. Radnionok , V. S. Asipovich Processing of large amounts of information for reconstructive facial surgery / Third International Conference BIG DATA and Advanced Analytics, 2017г., pp. 238-241.
- [4] Николаев А.Ю., Осипович В.С., Яшин К.Д. Обработка больших массивов выходных файлов компьютерного рентгеновского томографа для реконструктивной лицевой хирургии / II международная научно-практическая конференция BIG DATA and Advanced Analytics, 2016г., с 89-97.
- [5] Осипович В.С., Дудич О.Н, Яшин К.Д., Николаев А.Ю., Дик С.К., Медведев О.С. Технология технологии получения 3D модели костей лицевого черепа / Сборник научных статей IX международной научно-технической конференции «Медэлектроника – 2015. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии», 2015г., с. 43-44.

DEEP ANALYSIS OF INNOVATIVE FACIAL SURGERY BIG DATA

A. DUDZICH¹ M.D.,
associate professor, Department of Ophthalmology, Belarusian medical academy of postgraduate education.

V. KRASILNIKOVA¹ M.D.,
Professor, Department of Ophthalmology, Belarusian medical academy of postgraduate education.

V. OSIPOVICH², PHD
Associate Professor, the Chair of Engineering Psychology and Ergonomics

A. NIKOLAEV²
Engineer of Human Engineering and Ergonomics, Master of Technical Science

A. RADNIONOK²
Professor assistant of Human Engineering and Ergonomics Department of BSUIR, Master of Technical Science

K. YASHIN², PHD
Head of the Department of Human Engineering and Ergonomics, BSUIR

*Belarus Medical Academy of Postgraduate Education
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus
E-mail: Nikolaev17Andrei@mail.ru*

Abstract. The article contains results of deep analysis of clinical and lab researches on the product development and implementation based on non-resorbable materials in purpose of eliminating post-traumatic defects and deformities of orbit and orbital organocomplex using 3D modeling and prototyping technologies.

Keywords: clinical and lab researches, individual titan implant, implant 3D model.