

**Результаты исследования применения титановых пластин с углеродсодержащим ионно-плазменным покрытием при остеосинтезе костей лицевого скелета**

**The results of the research of the use of titanium plates with a carbon-containing ion-plasma coating in osteosynthesis of the bones of the facial skeleton**

А.В.Демьянова<sup>1</sup> ORCID: 0000-0001-8836-0497 / [nastazzzy@mail.ru](mailto:nastazzzy@mail.ru),  
Е.А.Митрофанов<sup>2,3</sup> / [E.Mitrofanov@niivt.ru](mailto:E.Mitrofanov@niivt.ru), С.Б.Симакин<sup>4</sup> / [Sb.Simakin@mail.ru](mailto:Sb.Simakin@mail.ru),  
А.М.Сипкин<sup>5</sup> / [aleksipkin@bk.ru](mailto:aleksipkin@bk.ru)

**A.V.Demyanova, E.A.Mitrofanov, S.B.Simakin, A.M.Sipkin**

<sup>1</sup>ГБУЗ МО ООБ «Одинцовская областная больница», г.Одинцово, Московской обл.

<sup>2</sup>АО «НИИВТ им. С.А.Векшинского», г.Москва

<sup>3</sup>АО "Научно-исследовательский институт природных, синтетических алмазов и инструмента" (АО "ВНИИАЛМАЗ"), г.Москва

<sup>4</sup>ООО «ИОНТЕК-нано», г.Москва

<sup>5</sup>ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского», г.Москва

*Возможность инвазии бактерий и дальнейшего их роста внутри костной ткани и окружающих ее структур является одним из ключевых факторов развития гнойно-воспалительных осложнений в послеоперационном периоде. Одним из вариантов решения данной проблемы является использование бактериорезистентного углеродсодержащего покрытия, полученного ионно-плазменным осаждением в вакууме, для защиты поверхности минипластин и винтов от адгезии микроорганизмов.*

*Целью работы является исследование возможностей применения углеродсодержащих ионно-плазменных покрытий для уменьшения воспаления тканей у пациентов, которым выполнялся остеосинтез костей челюстно-лицевой области с помощью титановых минипластин.*

*Ключевые слова: покрытие на костных минипластинах, титановые минипластины, челюстно-лицевая хирургия*

*The possibility of bacterial invasion and their spread inside bone tissue and surrounding structures is one of the key factors of the development of pyoinflammatory complications during postoperative period. One of possible solutions to this problem is the usage of bacteria resistant carbon-containing coating, which is obtained from ionic-plasma deposition in vacuum and used for the protection of miniplates' surface and screws from microorganisms' adhesion.*

*This paper is aimed at studying the possibilities of using carbon-containing ion-plasma coatings for the reduction of tissue inflammation in patients after bones osteosynthesis of the maxillofacial area using titanium miniplates.*

*Key words: extramedullary miniplates covering, titanium miniplates, maxillofacial surgery*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Челюстно-лицевой травматизм по данным различных авторов составляет 6-16% всех травм. По данным [1] количество повреждений костей лица за последние 30 лет увеличилось более, чем в 2 раза. Наряду с ростом повреждений лицевой части черепа существенно изменилась его структура за счет увеличения множественных переломов, взаимосвязанных между собой. Также прослеживается тенденция к увеличению числа

пострадавших с повреждениями средней зоны лица, орбиты, назо-орбитально-этмоидального комплекса и т.д. [1].

Наибольший удельный вес составляют перелом нижней челюсти, на долю которого приходится 81%, переломы скулового комплекса – 12%, верхней челюсти и костей носа – 8%.

Также следует отметить, что среди пациентов, находящихся на стационарном лечении в отделениях стоматологического профиля, общее число травм челюстно-лицевой области (ЧЛО) составляет порядка 40% и не имеет тенденции к снижению. [2]. Из всех пациентов с травмами челюстно-лицевой области в отделении челюстно-лицевой хирургии (ЧЛХ) Одинцовской Областной больницы за 2018 год оперативному вмешательству в объеме остеосинтеза костей лицевого скелета подверглось порядка 78% пациентов, причем около 40% из них имели отягощенный анамнез.

## **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

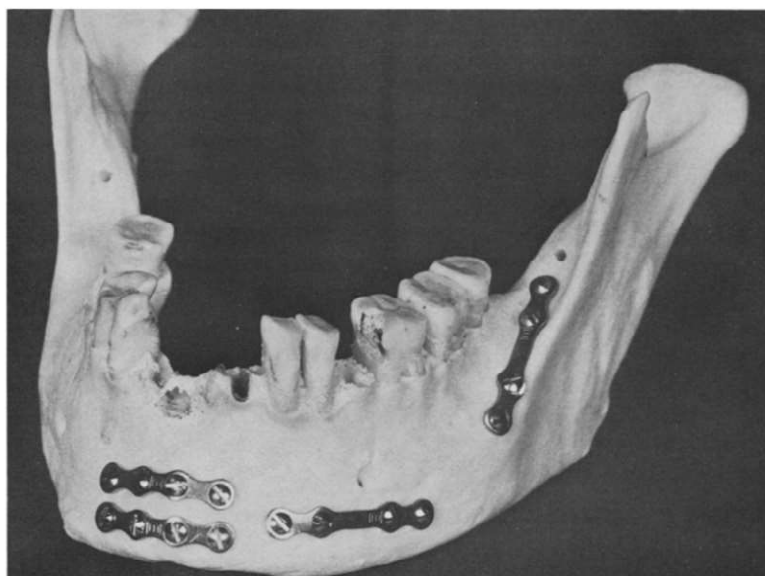


Рис. 1. Модель нижней челюсти с наиболее часто встречающимися зонами установки накостных минипластин для фиксации отломков костей при переломах. [3]

В клинической части исследования сравнивались методы остеосинтеза отломков костей лицевого скелета с использованием титановых минипластин и винтов с карбидокремниевым покрытием и без него. В исследовании приняли участие 80 пациентов, разделенных на 2 группы методом конвертов. Пациенты находились в возрасте от 18 до 86 лет, из них женщин - 13, мужчин - 67. Отдельно выполнялся эксперимент *in vitro* по моделированию остаточной адгезии основных возбудителей гнойно-воспалительных заболеваний ЧЛО, который включал в себя выделение микрофлоры со слизистой оболочки полости рта и последующую идентификацию выделенных культур бактерий. Далее на основе полученных данных было выбрано несколько основных штаммов бактерий, ответственных за развитие возможных осложнений, после чего производилось моделирование остаточной адгезии в эксперименте *in vitro*. Для проведения экспериментов использовали стандартную методику определения остаточной адгезии.

Гистологическое исследование включало взятие образца ткани пациента на этапе удаления пластин, с последующей подготовкой гистологического материала и стандартной окраской его, оптическое исследование полученного материала и

последующий анализ результатов. Оптические измерения проводились с помощью оптического микроскопа марки Leica DMS 300, Германия.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Все различия индексов остаточной адгезии штаммов аэробных, факультативно-анаэробных и облигатно-анаэробных патогенов, за исключением *Staphylococcus aureus*, были статистически значимы и приведены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели остаточной адгезии штаммов бактерий к титановому сплаву с карбидокремниевым покрытием (%).

Вид обработки и поверхности	Вид бактерии						
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Candida albicans</i>	<i>Peptostreptococcus anaerobius</i>	<i>Fusobacterium necroforum</i>	<i>Prevotella melaninogenica</i>
Поверхность без покрытия	45,3±8,4	36,7±6,4	76,0±9,7	61,5±6,9	64,5±11,4	55,7±13,2	59,3±12,3
Поверхность с SiC	23,0±6,9*	11,8±8,2*	69,7±8,2	33,5±4,8*	32,3±10,4*	11,4±9,5*	25,8±9,1*
p	p=0,05	p=0,03	p=0,62	p=0,02	p=0,05	p=0,02	p=0,004

Учитывая полученные данные, в клинической части исследования выполнялся остеосинтез титановыми минипластинами и винтами с карбидокремниевым покрытием пациентам с различными травмами челюстно-лицевой области, также при наличии воспаления в области перелома. Контроль осуществлялся через 6 месяцев. В контрольной группе (без покрытия) осложнения выявлены у 8 человек из 36 (22,2 %), а в основной (с покрытием) – у 2 из 38 (5,2 %). При проведении статистического исследования с помощью двустороннего теста Фишера при заданных условиях  $p=0,04$ , что доказывает статистическую значимость влияния наличия карбидокремниевого покрытия титановых минипластин и винтов на частоту развития послеоперационных осложнений (таблица 2,3, рис. 2.)

Таблица 2

Количество осложнений среди пациентов основной и контрольной групп.

Группа	Не было осложнений (n)	Было осложнение (n)	Всего (n)	Значение p*
Основная группа (n)	36	2	38	p=0,04*
Контрольная группа (n)	24	8	36	

Примечание: \* – точный критерий Фишера.



Рис.2. Распределение количества осложнений в контрольной и исследуемой группах.

Далее проверяем статистическую значимость влияния наличия защитного покрытия на развитие гнойных осложнений. При проведении двустороннего теста Фишера  $p=0,05$ , что доказывает статистическую значимость влияния карбидкремниевое покрытие титановых минипластин и винтов на частоту развития гнойных послеоперационных осложнений (таблица 3). Среди пациентов основной группы гистологическое исследование выполнялось у 16 человек. У пациентов контрольной группы – у 17 пациентов.

Таблица 3

Количество гнойных осложнений среди пациентов основной и контрольной групп.

Группа	Гнойное воспаление (n)	Нет гнойного воспаления (n)	Всего (n)	Значение $p^*$
Основная группа (n)	–	38	38	$p=0,05$
Контрольная группа (n)	4	32	36	

Среди пациентов обеих групп без развития осложнений в послеоперационном периоде, наблюдалась одинаковая гистологическая картина, представлявшая собой продолжавшийся процесс остеорегенерации.

Однако, выраженное различие было выявлено при сравнении гистологической картины у пациентов с осложнениями.

При гистологическом исследовании материала пациентов основной группы, признаки воспаления наблюдались только в пределах слизистого и подслизистого слоев. Костная ткань оставалась интактной, о чем свидетельствовало наличие соединительной ткани со щелевидными сосудами без элементов воспалительной инфильтрации в обоих случаях. Изображение образца тканей пациента представлено на рис. 3.

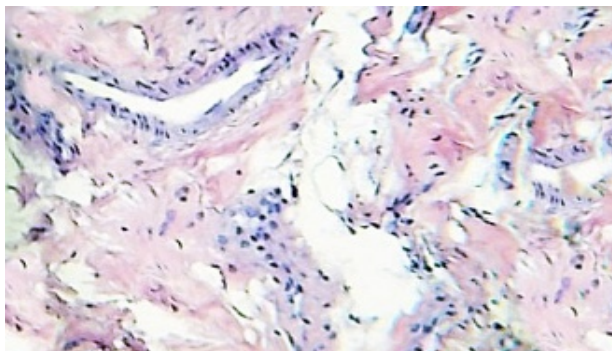


Рис.3. (x220) Срез образца тканей пациента основной группы (пластины с покрытием).

У пациентов контрольной группы в случаях прорезывания пластины, также наблюдались морфологические признаки воспаления в пределах слизистого и подслизистого слоев. При этом клеточный состав был представлен в виде воспалительного инфильтрата из лимфоцитов, плазматических клеток и сегментоядерных лейкоцитов. Изображение образца тканей пациента представлено на рис. 4.

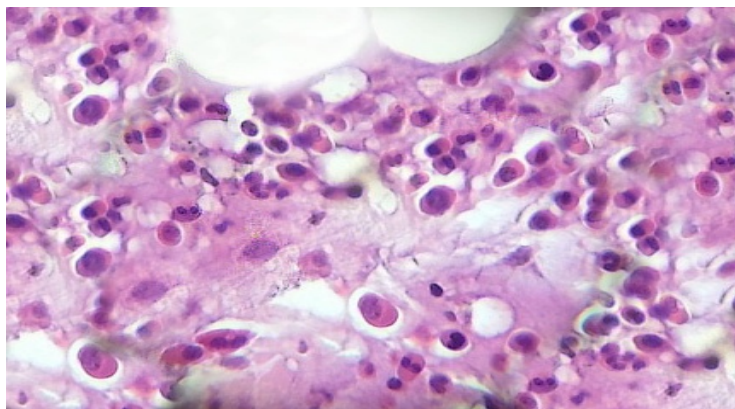


Рис.4. (x220) Срез образца тканей пациента контрольной группы (пластины без покрытия).

Однако, если у пациентов основной группы, костная ткань оставалась интактной, то у пациентов контрольной группы наблюдались признаки выраженного воспаления, а воспалительный процесс распространялся вдоль сосудов. Изображение образца тканей пациента представлено на рис. 5.

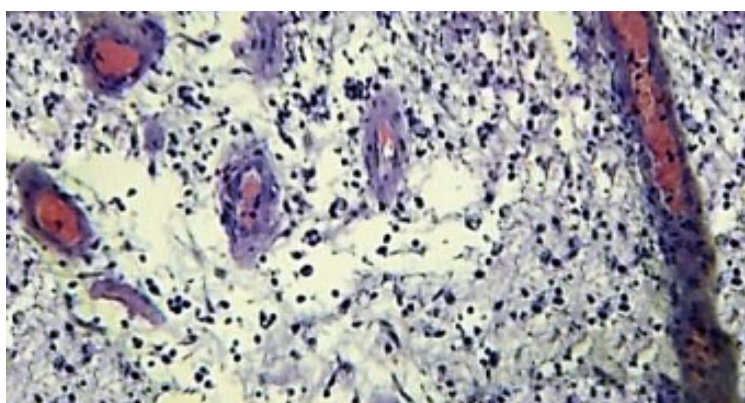


Рис.4. (x120) Срез образца тканей пациента контрольной группы (пластины без покрытия).

У пациентов контрольной группы с наличием продуктивного гнойного воспаления при гистологическом исследовании выявлялась выраженная клеточная пролиферация, характеризующаяся наличием полиморфно-клеточных инфильтратов и деструктивных очагов с гнойным экссудатом.

## **ВЫВОДЫ**

Все различия индексов остаточной адгезии штаммов аэробных, факультативно-анаэробных и облигатно-анаэробных патогенов, за исключением *Staphylococcus aureus*, были статистически значимы. Учитывая полученные данные, в клинической части исследования выполнялся остеосинтез титановыми минипластинами и винтами с карбидокремниевым покрытием пациентам, также при наличии воспаления в области

перелома. Контроль осуществлялся через 6 месяцев. В контрольной группе (без покрытия) осложнения выявлены у 8 человек из 36 (22,2 %), а в основной (с покрытием) – у 2 из 38 (5,2 %). При проведении статистического исследования с помощью двустороннего теста Фишера при заданных условиях  $p=0,04$ , что доказывает статистическую значимость влияния наличия карбидокремниевого покрытия титановых минипластин и винтов на частоту развития послеоперационных осложнений. Гистологические исследования наглядно демонстрируют более выраженные процессы воспаления в тканях пациентов контрольной группы на клеточном уровне по сравнению с пациентами основной группы. Таким образом, применение углеродсодержащего ионно-плазменного покрытия для защиты от микроорганизмов поверхности титановых минипластин и винтов является эффективным методом профилактики развития гнойно-воспалительных осложнений в ближайшем и отдаленном послеоперационных периодах.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Лепилин, А.В. Клинико-статистический анализ травматических повреждений челюстно-лицевой области и их осложнений по материалам работы отделения челюстно-лицевой хирургии за 2008–2012 годы / А.В. Лепилин, Г.Р. Бахтеева, В.Г. Ноздрачев, М.Ю. Шихов, А.Х. Рамазанов // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2013. – Т. 9, № 3. – С. 425–428.
2. Сипкин, А.М. Характеристика острых травматических повреждений челюстно-лицевой области / А.М. Сипкин, Н.Е. Ахтямова, Д.В. Ахтямов // РМЖ. – 2016. – Т. 24, № 14. – С. 932–935.
3. Демьянова, А.В. Результаты изучения адгезии микроорганизмов к титановым пластинам, используемым при остеосинтезе костей лицевого скелета, в эксперименте / А.В. Демьянова, А.М. Сипкин, Т.В. Царева // Стоматология. – 2020. – Т. 99, № 5. – С. 7–10.