

И. Ф. Ахтямов, Э. Б. Гатина, Ф. Ф. Кадыров,
М. Ф. Шаехов, Ф. В. Шакирова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БИОСОВМЕСТИМОГО ПОКРЫТИЯ ИЗ СМЕСИ НИТРИДОВ МЕТАЛЛОВ IV ГРУППЫ С ТКАНЯМИ ЖИВОГО ОРГАНИЗМА

Ключевые слова: кролик, имплантат, нитрид титана и гафния, компьютерная томография.

Исследована биологическая совместимость имплантатов из стали с нанопокрывом нитридов титана и гафния и их влияние на окружающие ткани. Исследования позволили выделить этапы формирования костного регенерата. Предложен алгоритм количественной и качественной оценки состояния тканей в зоне травмы. Экспериментальные исследования на кроликах показали, что при использовании имплантатов с покрытием нитридов титана и гафния реактивные изменения костной ткани характеризуются меньшей выраженностью и продолжительностью. Регенерат отличается меньшими размерами и повышенной плотностью.

Keywords: rabbit, implants, nitride of titan and hafnium, computer tomography.

Biological compatibility of steel implants with titan and hafnium nitride nanocoating and influence upon the adjacent tissues has been investigated. The researches allowed to define stages of forming osseous regenerate. An algorithm for quantitative and qualitative assessment of tissue in the injured zone is offered. Experimental researches in rabbits have shown that the use of implants coated with titan and hafnium nitrides causes less pronounced reactive changes in osseous tissues characterised by shorter duration. The regenerate is distinguished by smaller sizes and increased density.

За последние годы отмечается повышенный интерес травматологов-ортопедов к протезированию крупных суставов, связанный с увеличением заболеваемости и травматизации, а также улучшением диагностики дегенеративно-дистрофических процессов. В ортопедии и травматологии предъявляют все более высокие требования к качеству остеофиксаторов, так как при деградации материала за счет воздействия биосред - крови, лимфы, интерстициальной жидкости, в зоны контакта с костной тканью поступают ионы металлов, которые усваиваются в метаболических циклах организма. Использование схемы «металлическая основа-биопокрыв» с применением нитридов металлов позволяет улучшить биосовместимость металлических имплантатов с тканями живого организма.

Классические исследования костной системы в условиях остеорегенерации дополнились такими современными методами, как компьютерная томография.

Целью данных исследований явилось выяснение вопроса свойств костного регенерата в условиях погружного остеосинтеза имплантатами с покрытиями нитридов титана и гафния

Экспериментальная часть

Исследования проводились на 30 половозрелых кроликах обоего пола, массой 2,5-3 кг. Эксперименты на животных проводились в соответствии с приказом № 144 МЗ СССР от 27.09.1977г. «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных».

Всем животным проводили открытую остеотомию большеберцовой кости в области средней и нижней трети диафиза с одномоментным ретроградным введением имплантата в костномозговой канал в обеих группах (в

контрольной группе спицы из биоинертной медицинской стали 12Х18Н9Т, dx2 мм, в опытной группе – спицы из стали 12Х18Н9Т с покрытием нитридов титана и гафния, dx2 мм). Исследования проведены на оборудовании: компьютерный томограф Toshiba Aquilion-64 на 10, 30 и 60 сутки после операции.

Результаты исследований

В послеоперационный период за животными вели ежедневные клинические наблюдения. Местно учитывали воспалительную реакцию, которая проявлялась отеком, экссудацией, нарушением функции оперированной конечности. Раневой процесс протекал на фоне асептического экссудативного воспаления. Все операционные раны заживали по первичному натяжению. У животных контрольной группы в первые сутки процесс экссудации был более выражен, объем раневого отделяемого – составлял примерно 1,5 – 2,5 мл. У животных опытной группы не превышал 1 – 1,5 мл. Опорная функция конечностей у животных обеих групп начинала восстанавливаться с 10 суток.

На серии рентгеновских компьютерных томограмм у животных обеих групп были получены изображения костей голени правой конечности, где определялся поперечный перелом нижней трети большеберцовой кости, фиксированный интрамедуллярной конструкцией. В зоне остеотомии наблюдалась сформировавшаяся избыточная периостальная мозоль.

При исследовании методом КТ у животных контрольной группы (рис.1) объем костного регенерата составил в среднем 5,2 мм что значительно превышает таковой у животных опытной группы в среднем 3,5 мм. (рис.2).



Рис. 1 - КТ зоны перелома костей голени



Рис. 2 - КТ зоны перелома костей голени на 30 сутки, опытная группа

Плотность регенерата у животных с имплантатами, покрытых нитридами титана и гафния, была значительно выше, что составило – 1000-1600HU, чем у животных с имплантатом из биоинертной стали (рис.3, 4) – 900 – 1400 HU.

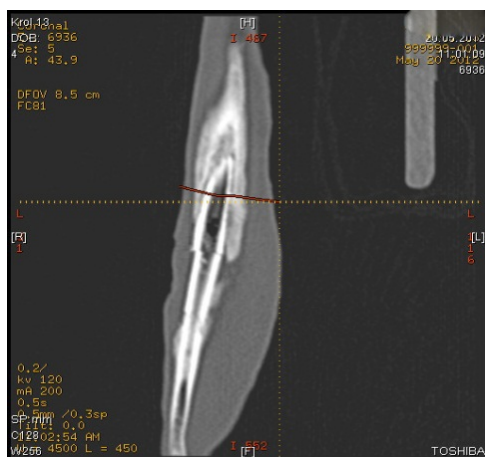


Рис. 3- КТ зоны перелома. Контрольная группа. 30 сутки

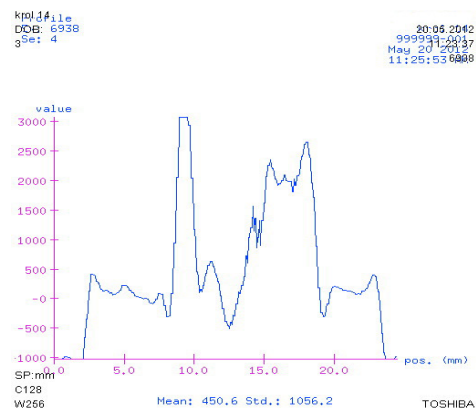


Рис. 4 - График плотности. 30 сутки

Цветовое картирование зоны интереса на 30 сутки выявило формирование эндостальной мозоли в обеих группах, однако в опытной группе имело место начало формирования пластинчатых костных структур. В контрольной группе предварительная костная мозоль соединяла оба отломка.

На 60 сутки наблюдений при исследовании методом КТ объем костного регенерата у животных контрольной группы $\approx 4,8$ мм значительно превышал таковой у животных опытной группы $\approx 3,2$ мм.

Плотность регенерата у животных контрольной группы (имплантаты из биоинертной стали) составила 1000-1500 HU, у животных опытной группы 1000-1800 HU.

Цветовое картирование зоны интереса на 60 сутки выявило полную консолидацию отломков у животных обеих групп с признаками перестройки в пластинчатую кость.

По данным КТ перестройка костной ткани в зоне сформировавшегося регенерата у животных с исследуемым покрытием происходила в более ранние сроки в отличие от контрольной группы.

Работа проводилась в рамках гос. контракта № 12411.1008799.13.054.

Заключение

Результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод о том, что у животных опытной группы (с применением имплантатов с покрытием нитридов титана и гафния) показатели количественного изменения плотности сформировавшегося регенерата более выражены, что может являться признаком биоинертности данного покрытия.

Следует подчеркнуть, что меньший объем регенерата при его большей плотности соответствует более качественному характеру перестройки костной мозоли с формированием ее конечной генерации – трубчатой кости.

Литература

1. Прокоп М, Галански М. Спиральная и многослойная компьютерная томография: Учебн. Пособие: В 2т./Пер. с

- англ.; Под ред. А. В. Зубарева, Ш.Ш.Шотемора.-2-е изд.-М.: МЕДпресс-информ,2009. С. 712;
2. Гатина Э.Б. Технология получения коженного материала для изделий протезно-ортопедического назначения с биологически совместимыми свойствами/ Э.Б. Гатина [и др].// Вестник Казанского технологического университета.- 2012.- № 3.- С. 101-103.
3. Дьячкова Г.В., Митина К.А., Дьячков Д.А. Клинические аспекты современной лучевой диагностики в травматологии и ортопедии/Г.В. Дьячкова// Гений ортопедии. 2011. № 2. С. 91-97;

4. Хубатхузин А.А. Формирование наноструктурированных покрытий на поверхности титановых сплавов с помощью ВЧ-плазмы пониженного давления/ А.А. Хубатхузин [и др].// Вестник Казанского технологического университета.- 2012.- № 14.- С. 37-40.
5. Абдуллин И.Ш. Ионно-плазменное покрытие пружинящих плоскостей шин для ортопедического лечения переломов челюстей/ И.Ш. Абдуллин [и др].// Вестник Казанского технологического университета.- 2011.- № 19.- С. 24-28.

© **И. Ф. Ахтямов** – д-р мед. наук, проф., зав. каф. травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний КГМУ, yalta60@mail.ru; **М. Ф. Шаехов** – д-р техн. наук, проф. каф. плазмохимических и нанотехнологий высокомолекулярных материалов КНИТУ, shaechov@kstu.ru; **Ф. Ф. Кадыров** – асп. той же кафедры, kadyrovff@yandex.ru; **Э. Б. Гатина** - канд. мед. наук, ст. науч. сртр. той же кафедры, mukalia@mail.ru; **Ф. В. Шакирова** – д-р вет. наук доц. каф. ветеринарной хирургии КГАВМ, shakirova-fv@yandex.ru.