

**РЕАКЦИЯ ЗДОРОВОЙ КОСТНОЙ ТКАНИ КРОЛИКОВ НА КОНТАКТ С  
ТИТАНОВЫМИ ИМПЛАНТАТАМИ БЕЗ ПОКРЫТИЯ И С  
АЛМАЗОПОДОБНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ IN VIVO**

**Замаро А.С., Казбанов В.В., Житкова Н.С., Сказин И.Д., Витковская  
М.Л., Заболотных Н.В.**

*УО «Белорусский Государственный Медицинский Университет», г. Минск, Беларусь  
ФГБУ «Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии» МЗ РФ, Санкт-  
Петербург, Россия*

*Институт физиологии НАН, Минск, Беларусь  
Физико-технический институт НАН, Минск, Беларусь*

**Ключевые слова:** имплантаты, ортопедия.

**Резюме:** Образцы с DLC покрытием обладают лучшей биологической совместимостью с костной тканью. Данный вывод был сделан после гистологического исследования образцов костной ткани кроликов, в которую предварительно были имплантированы данные образцы. Установлена сохранность надкостницы и нормальное состояние костного мозга.

**Resume:** Titanium screws surface covered with DLC coating are more biological compatible. This conclusion was made after histological examination of femoral bones tissue after the implantation that revealed signs of local inflammation in bone marrow and preservation of bone periosteum.

**Актуальность.** Для восстановления нарушенной структуры костной ткани применяются разнообразные имплантаты. Так как любой имплантат является чужеродным объектом, как следствие, в живом организме инициируются защитные (ноцицептивные) реакции, направленные на устранение негативных эффектов имплантации.

Для определения последствий применения современных имплантатов в сравнительном аспекте, в проведенном экспериментальном исследовании были выбраны два варианта титановых имплантатов – с алмазоподобным покрытием и без такого покрытия.

Фиксация имплантатов всегда сопровождается дополнительной травматизацией костной ткани. В первую очередь нарушается структура и функции надкостницы. В надкостнице расположено много ноцицептивных нервных окончаний [1], и она обеспечивает кровоснабжение кости. Надкостница фиксирована к кости коллагеновыми волокнами Sharpey. Камбиальный слой надкостницы содержит клетки-предшественники, которые развиваются в остеобласты и хондробласты.

Нейротрофическая роль надкостницы проявляется в силу присутствия таких нейропептидов, участвующих в ноцицептивных реакциях, как вещество P (SP) и кальцитонин-ген-родственный пептид (CGRP) [5]. Большое количество нервных окончаний обнаружено вблизи эпифизарных пластинок и в надкостнице, то есть в регионах с высокой остеогенной активностью. Значимость костной ткани в контроле

уровня кальция в организме и присутствие в костях систем регуляции уровня внутри- и внеклеточного кальция [3] свидетельствует о важной нейроэндокринной и ноцицептивной роли костной ткани.

**Цель работы.** Провести сравнительный анализ состояния ноцицептивных реакций в костной ткани у кроликов-самцов породы Шиншилла после фиксации в бедренной кости титанового имплантата с алмазоподобным покрытием.

**Задачи.** 1) Произвести оперативное вмешательство для введения титановых шурупов в бедренную кость; 2) Извлечь костный фрагмент из кости с участком, в котором ранее располагались титановые шурупы; 3) По итогам гистологического исследования провести анализ об изменениях в структурной организации костной ткани в разных группах.

**Материалы и методы.** Эксперименты проведены на 18 кроликах породы Шиншилла массой 2.5-3 кг. Для опыта использовались животные, содержащиеся в условиях вивария ФГБУ «СПбНИИФ» Минздрава Российской Федерации.

В дистальный метаэпифиз бедренной кости наркотизированному кролику вводили титановый шуруп по стандартам ГОСТ ISO 10993-6-2011 (производства НП ООО «МедБиоТех», Беларусь). В первой группе (I) кроликов (n=9) поверхность титановых шурупов содержала алмазоподобное покрытие. Во второй группе (II) кроликов (n=9) титановые шурупы были без алмазоподобного покрытия.

Каждому животному было выполнено рентгенографическое исследование (X-ray examination) через 1 неделю после имплантации и в день вывода из эксперимента с целью контроля состояния костной ткани, окружающей имплантат. Эвтаназию животных осуществляли путем внутривенного введения Pentobarbital (100 mg/kg, Sigma).

После эвтаназии экспериментального животного аккуратно удаляли титановые шурупы. Затем извлекали костный фрагмент из бедренной кости с участком, в котором ранее располагались титановые шурупы.

Все животные были выведены из эксперимента через 4, 12 и 24 недели. Структурные особенности костной ткани изучали после окраски гематоксилин-эозином. Переводили аналоговое изображение в цифровое с увеличением объектива x40. Фотографированию подвергали участок, соответствующий границе кость-имплантат.

### **Результаты и их обсуждение.**

У всех животных после имплантации не выявлено признаков инфицирования хирургической раны. При гистологическом исследовании в I группе (имплантаты с алмазоподобным покрытием) установлена сохранность надкостницы бедренной кости в области фиксации имплантата и нормальное состояние костного мозга через 4, 12 и 24 недели, а также отсутствие признаков локального воспаления в костном мозге и сохраненная каникулярная структура костной ткани

Во второй группе кроликов после фиксации в бедренной кости титановых имплантатов без алмазоподобных покрытий через 24 недели выявлены признаки локального воспаления в костном мозге, множественные секвестры в костной ткани

и признаки деструкции надкостницы. Были обнаружены участки костной ткани с обилием лейкоцитов и деструктивными процессами. В отличие от гистологического исследования в I группе, во второй группе прослеживалась картина выраженной деструкции костной ткани через 6 месяцев после фиксации в бедренной кости титановых имплантатов без алмазоподобных покрытий.

### **Выводы:**

1. Проведенные экспериментальные исследования продемонстрировали значимость многих составляющих процесса имплантации конструкций в костную ткань. Ключевым звеном в технологии имплантации оказался выбор материала для имплантата [2].

2. Алмазоподобные покрытия на титановых имплантатах обеспечивают нивелирование побочных эффектов в костной ткани в послеоперационном периоде.

3. Одним из ключевых условий реализации защитных (ноцицептивных) реакций в участках имплантации является сохранение надкостницы с нервными окончаниями. При этом проявилась высокая значимость нервной ткани в формировании системных и локальных защитных (ноцицептивных) реакций, сопровождающихся развитием воспаления [4]. Особую значимость этот процесс приобретает в возрастном аспекте, когда увеличивается частота переломов костей.

### **Литература**

1. Augustin G et al 2007
2. Chekan N.M. et al 2009
3. Doherty AH et al 2015
4. Koulchitsky SV & Kulchitsky VA 2001
5. Witt KL & Vilensky JA 2014