

УДК 617.3

**Тимофеев К.А.¹, Гилев М.В.¹, Антропова И.П.¹, Юшков Б.Г.², Зайцев Д.В.³
ИЗУЧЕНИЕ ОСТЕОТРОПНЫХ СВОЙСТВ ЦИРКОНАТА ЛАНТАНА В
ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

¹Кафедра топографической анатомии и оперативной хирургии Уральский
государственный медицинский университет

²ФГБУН Институт иммунологии и физиологии УрО РАН

³ФГБОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

**Timofeev K.A.¹, Gilev M.V.¹, Antropova I.P.¹, Juskov B.G.², Zaytsev D.V.³
«STUDYING THE OSTEOPROPIC PROPERTIES OF LANTHANE'S
CIRCONATE IN EXPERIMENT»**

¹Department of topographic anatomy and operative surgery Ural state medical university

²FPFIS Institute of Immunology and Physiology URAN

³Ural Federal University, Ekaterinburg, Russian Federation

E-mail: kirill.timofeev.98@.ru

Аннотация. В статье рассмотрена возможность применения цирконата лантана как перспективного остеотропного материала. На сегодняшний день в медицине современные остеозамещающие материалы для аугментации костного дефекта показывают высокую эффективность, существенно снижают риск развития послеоперационных осложнений. В настоящее время материал, который будет полностью соответствовать нативной, интактной костной ткани не найден. Для изучения остеотропных свойств цирконата лантана в эксперименте были задействованы методы: растровая сканирующая электронная микроскопия, метод одноосного сжатия. По результатам исследования был сделан вывод о возможности применения цирконата лантана как остеотропного материала.

Annotation. The article considers the possibility of using lanthanum zirconate as a prospective osteotropic material. Today in medicine, modern osteo-substituting materials for augmentation of the bone defect shows high efficiency, significantly reducing the risk of postoperative complications. At present, no material has been found that will fully correspond to native, intact bone tissue. For studying the

osteotropic properties of lanthanum zirconate, the following methods were used in the experiment: raster electronic microscopy, axial compression method. The results of the study concluded that lanthanum zirconate can be used as an osteotropic material.

Ключевые слова: Костный дефект, аугментация, остеоинтеграция, травматология, цирконат лантана, биокерамика, ортопедия

Key words: Bone defect, augmentation, osteointegration, traumatology, lanthanum zirconate, bioceramics

Введение.

В современной медицине все чаще используют различные остеотропные материалы для пластики костных дефектов. Клинические исследования показывают видимое преимущество остеотропных материалов, так как они по ключевым параметрам приближены к костной ткани, а достигаемый результат сопоставим с таковым при аутопластическом возмещении. Однако, даже у современных остеотропных материалов существуют недостатки, которые могут привести к послеоперационным осложнениям, в частности, осложнений со стороны «донорского ложа» [1, 3-6].

Процесс взаимодействия костной ткани с имплантатом сложен и зависит от многих факторов: витальные свойства ткани, степень минерализации кости, площади контакта имплантата с костью, а также совместимости остеозамещающего материала с окружающей тканью по физико-химическим, биологическим и механическим свойствам [2]. При соблюдении условий биоэквивалентности проблемы отторжения имплантата, вследствие иммунологической реакции, развития усталостного перелома или остеорезорбции, на границе раздела имплантат – костная ткань, существенно снижаются. Для успешной консолидации с костной тканью материал должен обладать достаточной механической прочностью, эквивалентной нативной ткани, не вызывая лизиса окружающей кости [4-6]. В связи с этим, представляет интерес изучение остеотропных свойств цирконата лантана в эксперименте.

Цель исследования- Исследовать новый керамический материал на основе цирконата лантана в качестве возможного остеотропного аугмента для замещения дефектов костной ткани

Материалы и методы исследования

Дизайн настоящего исследования был одобрен на ученом совете ФГБУН Институт иммунологии и физиологии УрО РАН. Первый этап исследования проводился на морских свинках породы «Американская» массой 800-900 г. в

виварии ИИФ УрО РАН. Все животные ($N = 9$) были разделены на две группы: основная ($N = 6$) и контрольная ($N = 3$). Контрольная группа животных ($N = 3$) была интактна по отношению к оперативным методам синтетического аугментирования. Морские свинки основной группы были разделены на две подгруппы в зависимости от типа, устанавливаемого остеотропного материала: первая подгруппа ($N=3$)- лабораторные животные, которым была выполнена аугментация нового керамического материала на основе цирконата лантана; вторая подгруппа ($N= 3$)- с использованием фосфата кальция; Для проведения операции был внедрен в практику способ создания билатеральной костной модели для исследования интеграции (заявка на патент РФ №2018132967).

Для изучения остеорегенерации производили перелом диафиза бедренной кости и интрамедуллярное штифтование прутком из исследуемого материала; для изучения остеointegrативных свойств материала на контралатеральной конечности в большеберцовой кости производили интрамедуллярную аугментацию штифта из цирконата лантана без перелома кости. Животные выводились из эксперимента на 4 неделе после операции.

Все манипуляции с животными проведены с соблюдением требований правил Европейской конвенции по защите животных, используемых для экспериментальных и других научных целей, международных рекомендации по проведению биологических исследований с использованием животных, принятые международным советом научных обществ (CIOMS) в 1985 г., правил лабораторной практики в РФ (Приказ МЗ РФ №267 от 19.06.2003 г.).

Исследование топологии и микроструктуры поверхности образцов трабекулярной костной ткани околоуставной локализации проводилось с использованием растрового электронного микроскопа TESCAN MIRA 3 LMU с системой микроанализа INCA Energy 350 с энергодисперсионным спектрометром Oxford Instruments X-MAX 80 и с системой для исследования дифракции обратнорассеянных электронов INCA Synergy Premium с детектором Nordlys II F+ на базе специализированной лаборатории ИВТЭ УрО РАН.

В лаборатории механической прочности и механики разрушения (УрФУ) фрагменты большеберцовой и бедренной кости морской свинки подвергали механическим испытаниям, чтобы определить прочностные свойства и оценить влияние остеозамещающего материала на механические характеристики кости после проведения аугментации. Для моделирования ситуации одноосного сжатия фрагмент проксимального отдела кости морской свинки закреплялся в испытательной машине Shimadzu AG-X 50kN (Япония). В ходе механических испытаний определялась максимальная нагрузка (F_{max}), которую способен

выдержать фрагмент кости без разрушения, и величина упругой деформации при максимальной нагрузке.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты растровой электронной микроскопии образцов кости с имплантированным цирконатом лантана на 4 неделе эксперимента показали восстановление межтрабекулярной структуры костной ткани, выраженную активность неоостеогенеза. Кортикальная пластинка имела правильные очертания, достаточную толщину. Аугментированный имплантат плотно прилегал к костному ложу на всем протяжении. Не наблюдалось прорастания трабекулярной костной ткани в аугмент цирконата лантана.

Результаты механических испытаний фрагментов большеберцовой кости с имплантированным аугментом и интактные кости, полученные от лабораторных животных, приведены в таблице 1.

Таблица 1

| Механический параметр | Тип остеопластического материала | | |
|------------------------------------|----------------------------------|------------------|--------------------|
| | Фосфат кальция | Цирконат лантана | Контрольная группа |
| Максимальная средняя нагрузка, [Н] | 1025,66 | 1197,33 | 716.33 |
| Средняя упругая деформация, % | 5.6 | 5.11 | 5.38 |

После аугментирования костей максимальная нагрузка возросла на 43% для фосфата кальция и на 67% для цирконата лантана. После аугментации цирконатом лантана происходило снижение упругой деформации по сравнению с контрольной группой на 5%. Фосфат кальция показал повышение упругой деформации на 4%.

Выводы:

1. Цирконат лантана показал высокие физико-механические показатели, которые значимо превосходили показатели контрольных групп.
2. Исследование костной ткани с аугментами цирконата лантана в растровом электронном микроскопе показало сохранение остеоархитектоники и внутренней архитектоники трабекулярной и кортикальной костной ткани, ткань значимо не отличалась от ткани животных контрольной группы

3. Цирконат лантана показал себя перспективным керамическим материалом для аугментации дефектов костной ткани, что требует дальнейшего изучения.

Список литературы:

1. Л.А. Якимов. Становление и развитие. Преимущества и недостатки. / Л. А. Якимов, Л.Ю. Слиняков, Д.С. Бобров, Е.Б. Калинин, Е.В. Ляхов // Кафедра травматологии и ортопедии. 2017. № 1(21). С. 44–49.

2. Гилев М.В. Влияние типа остеозамещающего материала на основные механические параметры трабекулярной костной ткани при аугментации импрессионного внутрисуставного перелома. Экспериментальное исследование. / Гилев М.В. [и др.] // Гений ортопедии. –Т 24. №4. -Курган, 2018. –С. 492-499.

3. Гилев М.В. Хирургическое лечение внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости / Гилев М.В. // Гений ортопедии. 2014. № 1. С. 75-81.

4. Ковалев М.В., Сравнительный анализ результатов аутопластики и аллопластики биокompозитными материалами ВЮ-1 и ВЮ-1S для замещения костных дефектов после удаления доброкачественных опухолей у детей / Ковалев М.В., Мурадян В. Ю. // Инновационные технологии в детской хирургии, эндоскопии, анестезиологии и реаниматологии: материалы Северо-Кавказской науч.-практ. конф. с междунар. участием. Ставрополь, 2016. С. 63–66.

5. Кутепов С.М., Гилев М.В., Антониади Ю.В. Осложнения при хирургическом лечении внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости / Кутепов С.М., Гилев М.В., Антониади Ю.В. // Гений ортопедии, 2013. № 3. С. 9-12.

6. К.А. Воробьев Предварительные результаты оценки ремоделирования костнозамещающих материалов по данным МСКТ в разные сроки после имплантации экспериментальным животным / К.А. Воробьев, И.В. Сушков, С.А. Божкова, Г.И. Нетылько // Актуальные проблемы травматологии и ортопедии: сборник научных статей, посвященный 110-летию РНИИТО им. Р.Р. Вредена. СПб., 2016. С. 34–39.

УДК 613.648 + 616.12+611.018

**Тукинова Г.Я., Халел Э.С., Достанова И.М., Ишанова А.М.
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ
АКТИВИРОВАННОГО И НЕ АКТИВИРОВАННОГО ДИОКСИДА
МАРГАНЦА НА ГИСТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ СЕРДЦА
КРЫС**