

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСТЕОКОНДУКТИВНЫХ И ОСТЕОИНДУКТИВНЫХ СВОЙСТВ БИОСОВМЕСТИМЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ НИКЕЛИДА ТИТАНА

G. V. Slizovskiy, L. A. Sitko, I. I. Kuzhelivskiy

EXPERIMENTAL MORPHOLOGICAL EXAMINATION OF OSTEOCONDUCTIVE AND OSTEOINDUCTIVE PROPERTIES OF THE BIOCOMPATIBLE TINI COMPOSITE MATERIALS

¹ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет»
Минздрава РФ, г. Томск,²ГБОУ ВПО «Омский государственный медицинский университет»
Минздрава РФ, г. Омск

Проведены сравнительные исследования на лабораторных животных, направленные на изучение реакции костной ткани и мягкотканого компонента при имплантации пористого композиционного, гранулированного и гладкого никелида титана. Гистоморфологические исследования проводились после выведения животного из эксперимента. Результаты экспериментальных исследований позволяют дифференцированно рекомендовать их для использования в клинической практике. Гладкие материалы наиболее целесообразно применять при врожденных и приобретенных осевых деформациях растущего скелета. Пористые проницаемые биокомпозиты – для сохранения прочности и формы костной структуры. Гранулированные композиционные материалы – для заполнения костных дефектов со сложной анатомической структурой.

Ключевые слова: *несовершенный остеогенез, регенерация, никелид титана, пористые импланты.*

In accordance with the established objectives a comparative research was conducted in laboratory animals to study the response of bone tissue and soft tissue component to the implantation of porous composite, granular and smooth surface titanium nickelide. Histomorphologic studies were carried out after completion of the animal experiment. The results of experimental studies showed their efficiency and suitability for use in clinical practice. It is worthwhile applying smooth materials in cases of congenital and acquired axial deformities of the growing skeleton; porous permeable biocomposites – to preserve the strength and shape of the bone structure; granular composite materials – to fill bone defects with complex anatomical structure.

Key words: *imperfect osteogenesis, regeneration, titanium nickelide, porous implants.*

УДК 616.71-77:546.82-034.24.19:577.21.089.6:60

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы большое внимание уделяется разработке новых типов пластических материалов, обладающих биоинертностью и высокой совместимостью с тканями организма. Такими качествами обладает новый класс имплантатов, изготовленных из пористого и гладкого сплавов никелида титана, с памятью формы [1]. На базе кафедры травматологии и ортопедии Новокузнецкого ГИДУВа (г. Новокузнецк) и Сибирского физико-технического института (г. Томск) были разработаны конструкции на основе никелида титана для лечения ортопедо-травматологических больных. Я.А. Цивьян стал использовать устройства из никелида тита-

на при оперативном лечении с деформациями и компрессионным переломом позвоночника [2]. В ортопедии детского возраста материалы из никелида титана были успешно использованы Ф.С. Зубаировым (1992) при лечении врожденного вывиха бедра (рис. 1) [3].

Сплавы из никелида титана, наряду с такими общими достоинствами как износостойкость, прочность, антикоррозийная стойкость и высокая биологическая инертность, обладают термомеханической памятью или эффектом памяти формы в отличие от других сплавов, применяемых в хирургии. Министерством здравоохранения СССР приказом № 1027 от 05.08.1986 г. было разрешено использование конструкций из никелида титана в клинической практике [4].

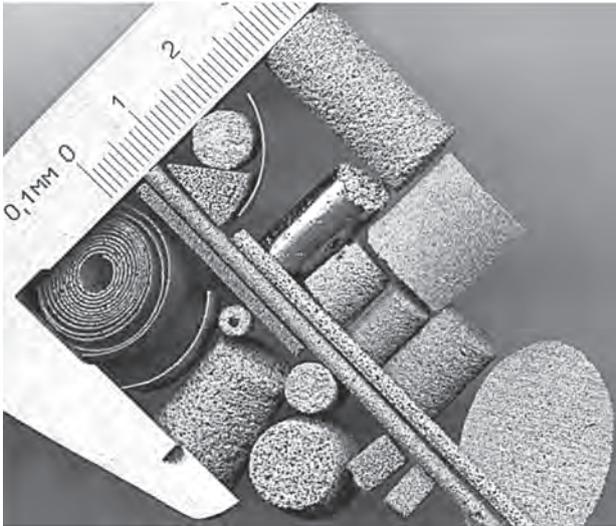


Рис. 1. Импланты из пористого никелида титана

Цель исследования: в эксперименте исследовать osteoconductive и osteoinductive свойства гранулированных и пористых материалов из никелида титана в условиях роста и созревания тканей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Экспериментальные исследования проводились с учетом требований Хельсинской Декларации обращения с животными и в соответствии с Международными этическими и научными стандартами качества планирования и проведения исследований на животных и ТПК 125-2008 (02040). Эксперименты выполнены с соблюдением требований приказа Минздрава СССР № 176 от 12.08.1977 г. Комитетом по этике Сибирского государственного медицинского университета (СибГМУ) было дано заключение о соответствии запланированных экспериментальных исследований этическим нормам и регламентирующим документам (от 16.06.2011 г. № 2021) [1].

Гистологические исследования проводились на базе ЦНИЛ СибГМУ (заведующий проф. А.Н. Байков, морфолог проф. Е.А. Геренг) и на базе экспериментальной лаборатории НИИ медицинских материалов и имплантов с памятью формы при Томском государственном университете (директор проф. В.Э. Гюнтер, морфолог В.Н. Ходоренко). Рентгенологические исследования выполнялись на базе ветеринарной клиники при Томском филиале Новосибирской сельскохозяйственной академии (заведующий А.П. Недзельский), отделение ветеринарии (ветеринарный врач В.И. Максимов).

В соответствии с поставленной целью и задачами были выполнены экспериментально-морфологические исследования на 30 кроликах породы «шиншилла» обоего пола, начиная

с шестимесячного возраста, массой тела 2700–3500 г после изоляции в карантинном отделении в течение 15 дней.

Животные содержались в одинаковых условиях обычного виварного режима, по одной особи в клетке площадью 0,5 м² при смешанном освещении. Кормление животных и обеспечение водой осуществляли в соответствии с установленными нормами ухода.

Температуру окружающей среды поддерживали в пределах (20 ± 2) °С, а относительную влажность (60 ± 5) %. Искусственное освещение регулировали таким образом, чтобы продолжительность светлого и темного периодов составляла по 12 ч. Помещение вентилировали приточно-вытяжными вентиляторами.

Оперативные вмешательства и болезненные манипуляции проводились в условиях экспериментальной операционной ЦНИЛ СибГМУ с соблюдением всех правил асептики и антисептики. Все манипуляции, связанные с болевым воздействием, осуществляли с использованием ингаляционных и местных анестетиков в соответствии с методическими рекомендациями (Западюк И.Г., 1974, 1983), Руководством по содержанию лабораторных животных в питомниках и экспериментально-биологических клиниках (вивариях) (1993). Эвтаназию производили внутрибрюшинным введением летальной дозы 1 %-го раствора тиопентала натрия.

С морфологических позиций были изучены вопросы регенерации костной ткани в зоне созданного дефекта при замещении его пористыми и порошковыми материалами из никелида титана в шейке бедренной кости в растущем организме экспериментального животного. Сроки выведения кроликов из эксперимента в каждой группе составили 10, 30, 180 и 360 сут.

Первая часть эксперимента была направлена на изучение возможности заполнения искусственных костных дефектов, реакции костной ткани и способности ее прорастания в порошкообразных имплантах из микропористого никелида титана в условиях растущего организма экспериментального животного. Работа направлена на изучение возможности замещения костных дефектов, использования в качестве матрицы направленной тканевой регенерации и разработки функционирующих тканевых систем.

Ход эксперимента. В проксимальном метафизе бедренной кости животного с помощью долота и молотка удалена передняя кортикальная пластинка, при помощи костной ложки выполнено выскабливание содержимого и произведена установка импланта. Гранулы заполнили образовавшийся дефект и уплотнены (рис. 2). Кортикальная пластинка уложена на прежнее место. Рана ушита послойно.

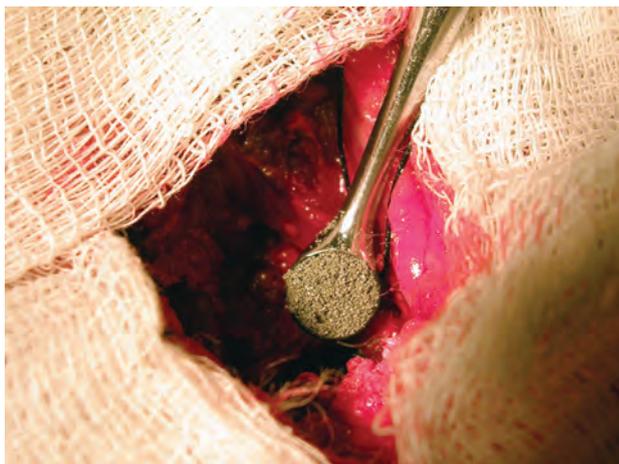


Рис. 2. Заполнение костного дефекта гранулами из пористого биоинертного никелида титана

Вторая часть эксперимента была направлена на изучение возможности заполнения искусственных костных дефектов в условиях растущего организма подопытного животного, а также реакции костной ткани и способности ее прорастания в биокомпозит и создания основы для плотной фиксации импланта.

Ход эксперимента. В проксимальном метафизе бедренной кости животного с помощью долота и молотка удалена передняя кортикальная пластинка, при помощи костной ложки выполнено выскабливание содержимого и произведена установка импланта. Имплант уложен без необходимости фиксации. Кортикальная пластинка уложена на прежнее место. Послойное ушивание раны. Рентгенограмма проведена через 360 сут после операции (рис. 3).

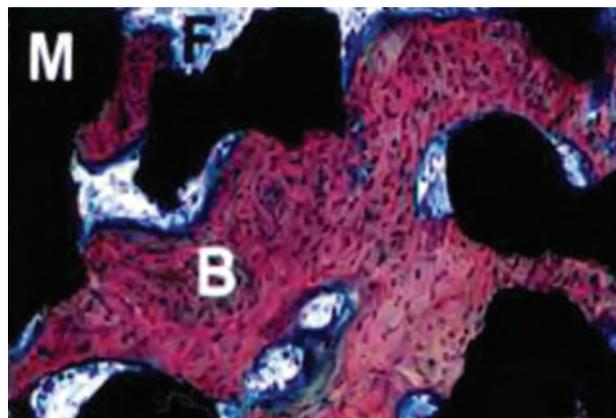


Рис. 3. Рентгенограмма проксимального отдела бедренной кости через 360 сут после имплантации пористого биокомпозита-никелида титана «пуля»

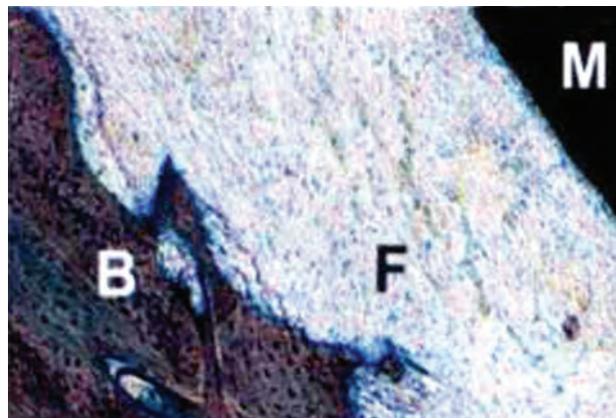
РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе изучения процессов образования тканей в порах имплантатов через разные промежут-

ки времени (от 10 дней до 1 года) выявлено, что после имплантации между любой контактирующей тканью и имплантатом наблюдается непосредственная связь. Ткани образуются (прорастают) в порах имплантата, постепенно заполняя их. Уже через 30 сут взаимодействия практически во всех порах наблюдали тканевые структуры, характерные для соединительной ткани. Ткань хорошо прилегает к стенкам пор, повторяя их рельеф. При увеличении времени пребывания имплантатов в организме до 1 года наблюдали уплотнение тканевых структур во всех порах. Структура тканей в порах и вокруг имплантата становится полностью идентичной (рис. 4).



а



б

Рис. 4. Гистоморфометрические исследования интеграции тканей в структуру никелид-титанового имплантата. Образование (а, ув. 300) и соединение и рост зародышей костной ткани (б, ув. 500) в порах импланта из никелида титана (окраска – судан 3). На снимках из эксперимента №11 от 26.02.2009 отмечены: В – кость, F – волокна мягкотканого компонента, М – имплантат

Судя по проведенным гистоморфологическим исследованиям, реакция костной ткани на имплантацию пористого никелида титана заключается в том, что в порах имплантата со временем образуется зрелая костная структура. Зарождение и рост костной ткани в пористой структуре никелида титана происходит

одновременно во многих порах в виде отдельных ядер, которые затем разрастаются и сливаются. Постепенно костная ткань заполняет поры и соединяющие их каналы. Наличие проницаемой пористости у имплантатов из никелида титана дает возможность оптимизирования процессов остеоинтеграции после имплантации пористых проницаемых конструкций в костное ложе. Никелид титана в данном случае является остеокондуктором.

Пористый никелид титана явился матриксом для костной ткани и интеграции остеогенных клеток (остеоиндукция). Свойства балочной структуры пористого никелида титана – высокий процент пористости и оптимальный размер пор инициируют высокий процент заполнения пор имплантата костной тканью, достигающий 60–80% минерализованного костного матрикса через год после имплантации (рис. 5).

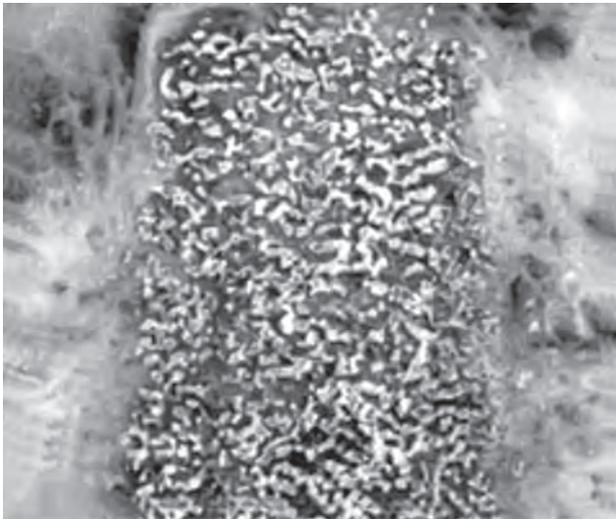


Рис. 5. Гистоморфологическое исследование компонента «кость-имплантат» через год после операции. Ув. 100. Декальцинация, заливка в целлоидин

Экспериментальные исследования образцов, проведенные после имплантации никелида титана в микропористом виде в ткани организма, показали, что он способен длительно функционировать в организме, не отторгаясь, обеспечивать стабильную регенерацию клеток и создавать на-

дежную фиксацию с тканями организма за счет образования и роста тканей в порах имплантата. Интеграция костной ткани организма в микропористые импланты из никелида титана с заданными физико-механическими характеристиками в различные возрастные сроки жизни животного позволяет применять данный материал для замещения недостающей костной ткани.

Микропористый никелид титана из сплава ТН-10 (TiNiMoFe) представляет современный биоматериал, применение которого дает возможность для замещения костных дефектов, использования в качестве матрицы (остеокондуктора) направленной тканевой регенерации (остеоиндуктора) и разработки функционирующих тканевых систем. Прорастание костной ткани в имплантах происходит без биологического отторжения, плотность заполнения пор имплантата костной тканью достигает 60–80% минерализованного костного матрикса через год после имплантации.

Условия эксперимента и возрастные сроки животных для проведения морфологических исследований отвечают требованиям для обоснования применения усовершенствованных композиционных материалов в детском возрасте, характеризующемся интенсивным ростом и созреванием костей скелета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты экспериментальных и сравнительных морфологических исследований реакции тканей на биосовместимые гладкие и композитные импланты из никелида титана в условиях растущего организма экспериментального животного позволяют дифференцированно рекомендовать их для использования в клинической практике. Пористые проницаемые биокомпозиты наиболее целесообразно применять для сохранения прочности и формы костной структуры, а значит опорной нагрузки (несовершенный остеогенез, диспластический коксартроз). Гранулированные композиционные материалы – для заполнения костных дефектов со сложной анатомической структурой (костные кисты).

ЛИТЕРАТУРА

1. Биосовместимые материалы с памятью формы и новые технологии в медицине / Под ред. проф. В. Э. Гюнтера. – Томск: НТЛ, 2004. – 440 с.
2. Ревелл П. А. Патология кости. – М.: Медицина, 1993. – 367 с.
3. Ходоренко В. Н., Моногенов А. Н., Гюнтер В. Э. Проницаемость медицинских пористых сплавов на основе никелида титана // Материалы международной конференции «Новые материалы в медицине». – Красноярск, 2000. – С. 12–13.
4. Roaf R. Implants in Surgery / Ed. by D. F. Williams. London, 2003. – 439 p.

REFERENCES

1. Biomaterials and new medicine technologies / Under red. prof. V. E. Gunter, Tomsk: NTL Publ., 2004, 440 p. (in Russian).

2. Revell P.A. Bone pathology. – М.: Medicine Publ., 1993, 367 p.
3. Chodorenko V.N., Monogenov A.N., Gunter V.E. Porous titanium nikelid implants // International conference materials «Novie materialy v medicine», Krasnoyarsk, 2000, pp 12–13 (in Russian).
4. Roaf R. Implants in Surgery / Ed. by D. F. Williams. London, 2003, 439 p.

Поступила в редакцию 11.04.2015

Утверждена к печати 25.04.2015

Авторы:

Слизовский Григорий Владимирович – канд. мед. наук, доцент кафедры детских хирургических болезней ГОУ ВПО СибГМУ Минздрава РФ (г. Томск).

Ситко Леонид Александрович – заслуженный деятель науки РФ, д-р мед. наук, профессор кафедры детской хирургии Омской государственной медицинской академии (г. Омск).

Кужеливский Иван Иванович – канд. мед. наук, ассистент кафедры детских хирургических болезней ГОУ ВПО СибГМУ Минздрава РФ (г. Томск).

Контакты:

Слизовский Григорий Владимирович

тел.: 8-913-828-0168

e-mail: sgv5858@mail.ru

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Приглашаем Вас принять участие в IV Национальном конгрессе «Пластическая хирургия, эстетическая медицина и косметология».

IV Национальный конгресс «Пластическая хирургия, эстетическая медицина и косметология» пройдет 3–5 декабря 2015 года в Москве. Место проведения: Конгресс-парк гостиницы «Украина», Адрес: Россия, Москва, Кутузовский проспект, 2/1, стр. 1.

Организаторами мероприятия выступают Министерство здравоохранения РФ, Российское общество пластических, реконструктивных и эстетических хирургов (ОПРЭХ), Российское общество хирургов (РОХ), Национальный альянс дерматологов и косметологов России, Российское общество реконструктивной микрохирургии.

Национальный конгресс «Пластическая хирургия» – это площадка, которая обеспечивает обмен профессиональной информацией между специалистами разных специальностей, так или иначе связанных с пластической хирургией.

Участниками Конгресса станут более 1 000 пластических и челюстно-лицевых хирургов, косметологов, оториноларингологов, офтальмохирургов, комбустиологов, травматологов-ортопедов, онкологов, гинекологов, урологов, неврологов и анестезиологов.

Компания КСТ-Интерфорум официальный организатор в IV Национальном конгрессе «Пластическая хирургия, эстетическая медицина и косметология».

Условия сотрудничества:

От нас:

1. Размещение информации (логотип и краткая информация) об издательстве на сайте мероприятия в разделе «Информационные партнеры».

2. Размещение информации об издательстве в печатном каталоге мероприятия.

3. По итогам сотрудничества – предоставление рабочего места (стол и два стула) на мероприятии.

От Вас:

1. Публикация модуля мероприятия на страницах Ваших изданий.

2. Размещение баннера и анонса на сайте.

3. Рассылка информации о мероприятиях по базе подписчиков.

Ждем Вашего решения!

С уважением, Ольга Зимакова,
менеджер проектов

Дирекция «Национального Конгресса
Терапевтов»

Дирекция «Международного Форума
Дерматовенерологов и Косметологов»

117420, Москва, ул. Профсоюзная, д. 57

тел. +7 (495) 786-25-57, доб. 159

М. +7 (926) 533-32-82, +7 (495) 722-64-20,

e-mail: zimakova@interforum.pro

www.rnmot.ru, www.ifdc.pro