

ГЛАВА 6.

ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ СУСТАВОВ

- Способ вправления и стабилизация позвоночника при спондилолистезе // Ортопед. Трав. и протезирование. - 1989. - № 2. - С. 56.
3. Загородный Н.В., Абакиров М.Д., Доценко В.В. Повторные операции на поясничном отделе позвоночника при дегенеративных заболеваниях // Политравма. - 2008. - № 3. - С. 29-32.
 4. Митбрейт И. М. Спондилолистез. - М., 1978.
 5. Продан А.И., Куценко В.А., Колесниченко В.А. и др. Дегенеративный спондилолистез: современные концепции лечения // Вестник травматологии и ортопедии. - 2005. - № 2. - С. 89-93.
 6. Продан А.И., Куценко В.А., Колесниченко В.А. и др. Дегенеративный спондилолистез: современные концепции лечения // Вестник травматологии и ортопедии. - 2005. - № 3. - С. 89-94.
 7. Симонович А.Е. Преминение инструмента Dynesys для динамической фиксации поясничного отдела позвоночника при дегенеративных поражениях. // Хирургия позвоночника. - Харьков, 2004. - № 1. - С. 60-64.
 8. Хвисюк Н. И. Дегенеративный спондилолистез. - Киев, 1986.
 9. Шотурсунов Ш.Ш., Коракулов К.Х. лечение дегенеративного спондилолистеза способом передней интеркорпоральной фиксации // Хирургия позвоночника. - Харьков, 2009. № 3. С. 51-55.
 10. Duval-Beaupere G., Boisanbert B., Hesquet J. et al. // Severe spondylolisthesis. - Darmstadt, 2003. - P. 21-32.
 11. Kuslich S.D., Danielson G., Dowdle J. D. et al. // Spine. - 2000. - Vol. 25, N 20. - P. 2656-2662.

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ БИОМЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОМПОЗИТА «КОСТНАЯ ТКАНЬ - ГУБЧАТЫЙ ТИТАН» ОСТЕОИНТЕГРИРОВАННЫХ ЭНДОПРОТЕЗОВ SLPS

А.В. Руцкий¹, А.П. Маслов², А.Г. Анисович³, И.Н. Румянцева³

¹УО «Белорусская медицинская академия последипломного образования»¹,

²УЗ «Минская областная клиническая больница»²,

³ГНУ «Физико-технологический институт НАН Беларуси»³ Минск, Беларусь

■ ВВЕДЕНИЕ

Успехи бесцементного эндопротезирования последние 20-30-лет связаны с усовершенствованием пористого покрытия. В большинстве случаев пористая структура представлена тонким слоем толщиной 200-400 Мкм и создаётся в виде термического напыления титановых или кобальтохромовых шариков или нитей. Недостатком создаваемых струк-

тур является характер интегрированной биологической фиксации: костная ткань к тонкой пористой поверхности прирастает, а не врастает. Чем больше вросшей кости, тем больше сцепливающая сила. Так, срезающая устойчивость объёмной пористой танталовой структуры составляет 18,5 МПа [3], а структур из напечённых нитей и шариков кобальт-хрома в 2-4 раза меньше и составляет 1,2-13,1 МПа [5].

Создание улучшенных пористых покрытий и первый опыт применения пористых объёмных материалов позволили достичь истинное костное врастание в пористую структуру и улучшить результат бесцементного эндопротезирования [1, 3, 7]. Объёмные пористые структуры всё шире применяются в клиническом эндопротезировании (SLPS, Trabecular metal TM, Trabecular Titan TM, Titanium TM).

Главным доказательством успешного врастания имплантата является бессимптомное его использование, отсутствие специфических рентгенографических изменений [6]. Особенности костного врастания в пористые структуры имплантатов могут быть получены только при применении относительно затратных и трудоёмких методик микроскопического исследования. Актуальным является поиск новых простых, менее затратных методик микроскопического изучения остеоинтеграционных свойств биометаллических композитов. Кроме того, оценка топографии связанных, сквозных и других типов пор, важных в формировании биологической составляющей биометаллического композита, которые благодаря трёхмерной структуре врастающей кости ведут к улучшению фиксации пористой структуры и особенностей их заполнения биологической тканью остаётся нерешённой задачей.

Изучение удалённых образцов, получаемых при ревизионных операциях, даёт важные сведения об особенностях биологической фиксации той или иной пористой конструкции, позволяет дать рекомендации к усовершенствованию эндопротезов и оценить проведённую модернизацию. Полученные образцы представляют значительный интерес, особенно при клинко-рентгенологических признаках стабильного имплантата, удаляемого из-за неправильной его установки, вывихов или из-за инфекционных осложнений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В настоящей работе приведены данные изучения 16 проросших костной тканью пористых титановых вставок удалённых стабильных бедренных компонентов эндопротезов SLPS (Алтимед) и пористых вставок полиэ-

тиленового вкладыша стабильного тазового компонента, полученного при замене модульных компонентов при остеоллизисе бедренной кости. При осмотре удалённых образцов внимание обращалось на покрытие участков имплантата костной тканью, особенно в областях пористых вставок эндопротезов для усиления костного прирастания. Образцы помещались в формалин, пористые вставки извлекались и подвергались дальнейшему изучению. Макроскопическим подтверждением успешной интеграции компонента являлось наличие кости на удалённой пористой структуре [4].

При изучении 8 образцов применены методы металлографии [2].

Известно, что костная ткань – это разновидность соединительной ткани, 50% которой составляют нерастворимые соли, в том числе, гидроксиапатит с химической формулой $\text{Ca}_9(\text{PO}_4)_2\text{OH}$. Межклеточное вещество костной ткани состоит из плотно упакованных коллагеновых волокон, на поверхности которых располагаются кристаллы гидроксиапатита. В этой связи общепринятым доказательством костной природы проросшей биологической ткани в поры является определение сходства его химического состава и гидроксиапатита. Количественное распределение минералов в композите в настоящем исследовании было оценено методами фазового рентгеноструктурного (рентгеновский дифрактометр ДРОН-3 в излучении) и энергодисперсионного анализа (EDXIED-2201 IEOL, Япония).

Для детального изучения биометаллических композитов 8 удалённых образцов были подвергнуты сканирующей электронной микроскопии (IEOL ISV-5610LV).

РЕЗУЛЬТАТЫ

При изучении биометаллических композитов методами металлографического анализа выявлено заполнение пор органической тканью, визуально отличающейся цветом от металла имплантата. Компонента металла полосчатая в связи с отсутствием полировки. При съёмках нетравленной поверхности шлифа костная ткань выглядит гладкой и ма-

товой, металл имеет «рыхлый» вид и характерный блеск.

Формирование биометаллического композита осуществляется путем прорастания костной ткани в открытые поры губчатого титана. Панорамные снимки, сделанные по всей толщине (поперечное сечение) имплантата, начиная от границы с костной тканью, характеризуют распространение костной ткани по всей его глубине. Имеющие место в губчатом титане сквозные поры, как правило, носят «извилистый» характер и в связи с этим в плоскости выбранного сечения фиксируются не полностью. Поэтому на изучаемых шлифах наблюдается не сплошное прямолинейное проникновение, а локальные участки с заполненными порами. Поры, удаленные от поверхности заполнены органической массой не полностью. Поры, расположенные в поверхностной и приповерхностной зоне вставки имплантата полностью «залиты» органической массой, участков, незаполненных костным веществом, практически не фиксируется. Выявлено заполнение пор как крупного и среднего размера (около 200 мкм), так и поры незначительного объема.

При определении доли костной ткани в каждом отдельно снятом участке согласно панораме поперечного сечения имплантата установлено, что в зависимости от конфигурации пор заполнение костной тканью может происходить на различную глубину. При наличии открытых, крупных пор доля костной ткани составляет 14-32%. Суммарная площадь, занятая титаном и костной тканью, не составляет 100%, т.к. при анализе исключалась площадь пор, занятых костной тканью. Процент заполнения пор костной тканью высчитан, исходя из ранее определенной пористости титановой структуры, равной 38,5% [2] и установленного в настоящей работе среднего значения доли костной ткани в биометаллическом композите, равного 19,3%. Установлено, что в пределах различных участков плоскостного шлифа в среднем 54% пор заполнены костной тканью. Остальные отделы пор остаются свободными или занятыми соединительной тканью.

Применение термического травления по-

зволяет уточнить природу биологической составляющей композита.

Непосредственным доказательством прорастания костной ткани в поры губчатого титана являются результаты рентгеноструктурного фазового анализа. На рентгенограммах поверхностей образцов зафиксирована линия титана, а также линии, отвечающие, согласно картотеке ASTM, формуле $\text{Ca}_9\text{HPO}_4(\text{PO}_4)_5\text{OH}$, что свидетельствует о проникновении костной ткани в поры имплантата.

При исследовании биокомпозита на ультраструктуральном уровне (СЭМ-исследование) определяются распространенные поля аморфных напластований гомогенно-серого цвета, с мелкими нерегулярно расположенными дырчатыми структурами с гладкими краями (сосудистые каналы), проникающими вглубь напластований. По их поверхности прослеживаются тонкие короткие и удлиненные или спиралевидные волокна гомогенно-белого цвета, формирующие сетевидную структуру. Встречаются очаги пластинчатоподобной ткани, гомогенного вида, серого цвета. В центре пластинчатой ткани располагается гладкостенный разветвленный канал, верхушки которого погружаются в толщу пластинчатой ткани.

Во всех исследованных сканограммах/изломах прослеживалось формирование пластинчатой и волокнистой биологических тканей и сосудистых каналов, соотношение «количество» (площадь) которых варьировала в зависимости от зоны излома, структуры пор пластинки и увеличения сканограмм. С нарастанием увеличения сканограмм (x100; x200; x400; x500; x1000; x2000) относительно уменьшалась в поле зрения «площадь» тканей и заметно нарастала четкость структуры пластинчатой и волокнистой биологических тканей и сосудистых каналов. Образованная зрелая ламеллярная кость интегрирована с поверхности имплантата.

ВЫВОДЫ:

- Использование методов металлографии при изучении биометаллического композита позволило выявить полное заполне-

- ние органической массой пор как крупного и среднего размера (около 200 мкм), так и пор незначительного объема. При этом доля биологической ткани составляет 14-32% от площади шлифа композита.
- В пределах различных участков плоскостного шлифа в среднем 54% пор заполнено костной тканью. Остальные отделы пор остаются свободными или занятыми соединительной тканью.
- Пластинчатая и волокнистая структура биологических тканей, их гомогенность, «плотность» и однородность на СЭМ-сканах и графиках и световой микроскопии после термического травления композита, наличие сформированных сосудистых каналов, позволяют судить о формировании в порах титановой структуры биологической ткани пластинчато-волокнутого (костно-волокнутого) строения и сосудистых каналов.
- Непосредственным доказательством прорастания костной ткани в поры губчатого титана являются результаты рентгеноструктурного фазового и энергодисперсионного анализа биокомпозита.
- Полученные данные доказывают высокий остеointegrационный потенциал объемной пористой титановой структуры, используемой в качестве вставок в элементах эндопротеза тазобедренного сустава SLPS.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руцкий А.В., Маслов А.П., Кезля О.П., Санникович В.И., Александров А.Ю. Опыт хирургической

реабилитации больных с заболеваниями тазобедренного сустава // Развитие травматологии и ортопедии в Республике Беларусь на современном этапе: материалы VIII съезда травматологов-ортопедов Республики Беларусь. – Мн.: РНПЦ ТО, 2008. – С. 16-19.

2. Руцкий А.В., Анисович А.Г., Румянцев И.Н., Маслов А.П. Исследование структуры био-металлического композита «костная ткань - губчатый титан» методами металлографического анализа. //Журнал Гродненского государственного медицинского университета. - 2010. - № 2. - С. 97-99.
3. Bobyn JD, Stackpool G, Toh K-K. et. al. Bone ingrowth characteristics and interface mechanics of a new porous tantalum biomaterial //J. Bone Joint Surg. - 1999; 81-B: 907-914.
4. Buchter A, Joos U, Wiesmann HP, Seper L, Meyer U: Biological and biomechanical evaluation of interface reaction at conical screw-type implants //Head Face Med. - 2006. 2:5.
5. Ducheyne P, Martens M, De Meester P, Mulier JC. Skeletal fixation of implants by bone ingrowth into surface pores //Arch Orthop. Trauma Surg. - 1980; 97(2): 111-6.
6. Engh CA; Bobyn JD; Glassman AH: Porous-coated hip replacement. The factors governing bone ingrowth, stress shielding, and clinical results //J. Bone Joint Surg. Br. - 1987; 69: 45-55.
7. Flecher X, Sporer S, Paprosky W. Management of severe bone loss in acetabular revision using a trabecular metal shell //J. Arthroplasty. – 2008. - Oct; 23(7): 949-55.

