

эндотелиальной стенкой под давлением прилегающих артерий с наружной оболочкой. В процессе расширения вен сообщения их центрального канала с магистральным кровотоком и боковых карманов сужаются. В конце концов карманы в виде лимфатических щелей с эндотелиальной выстилкой отделяются от вторичных вен, приобретающих тонкую адвентициальную оболочку. Из кровотока вместе с лимфатическими щелями выключается часть первичных вен, притоков венозных карманов, в том числе и часть протокапиллярной сети. Лимфатические капилляры сохраняют очень тонкую эндотелиальную стенку без базальной мембраны и утрачивают сосудистую связь с кровеносным руслом. Лимфовенозные соединения обычно сохраняются у человека и млекопитающих животных только в области шеи, где в венах периодически возникает отрицательное давление. В лимфатическом русле обычно давление ниже, чем в венозном русле, а главное – подвержено более значительным колебаниям, поскольку в обособленных, слепо начинающихся корнях лимфатического русла давление равно или стремится к нулю. Таким образом, лимфатическое русло, начиная от корней в микроциркуляторном русле, развивается из венозных коллатералей в фило- и онтогенезе путем редуцирования их связей с венозными магистральями. Но известно, что:

- 1) при ветвлении сосудов давление в них падает;
- 2) в коллатералях давление ниже, чем в магистральной;
- 3) в удаленных коллатералях давление, очевидно, наиболее низкое;
- 4) в коллатералях с диссоциированными корнями (лимфатическое русло), следовательно, кровяное давление минимально с максимальными колебаниями.

В условиях интенсивного органогенеза и нарастающего кровяного давления формируется базальная мембрана под утолщающимся эндотелием кровеносных капилляров. Она «отсекает» лимфатические коллатерали с тонким эндотелием без базальной мембраны. Отделению венозных карманов от магистрального венозного канала способствует давление дифференцирующей адвентициальной оболочки вторичной вены. Таким образом, в первичной дренажной системе параллельных сосудов типа [коллатераль – магистраль – коллатераль] возникает поперечный градиент кровяного и механического давлений, который дифференцирует систему на вторичные вены и первичные лимфатические сосуды.

НАПРАВЛЕННАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ КОНТРОЛИРУЕМОГО ФОРМИРОВАНИЯ БИОАКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ

Петровская Т.С., Шахов В.П.

*Национальный исследовательский
Томский политехнический
университет, кафедра технологии
силикатов и наноматериалов, Томск,
e-mail: vpshahov@mail.ru*

Ответная реакция организма на введение имплантата происходит по поверхности их контакта. Многие фундаментальные механизмы этих взаимодействий остаются не ясными. Для предотвращения коррозии и придания биоинертных свойств на поверхности титана формируют оксидный слой. Нанесение кальций-фосфатных или стеклокерамических покрытий делает имплантаты биоактивными. Они биосовместимы, не токсичны, обладают остеокондуктивными и остеоиндуктивными свойствами. Сила сцепления биоактивных материалов с окружающей костной тканью возрастает. Повышение биоактивности покрытия снижает его прочностные механические свойства.

Цель настоящего исследования состояла в разработке новых технологических приемов электрохимического оксидирования титана путем варьирования режимами анодирования и составом электролита. Последнее заключалось в добавлении в раствор электролита кальций-фосфатов и оксида кальция с различной дисперсностью и в разных количествах. В качестве имплантатов использовали диски и стержни из титана и его сплавов. Нанесение покрытия проводили в режиме анодно-искрового оксидирования при различной частоте, силе тока и напряжении. В качестве электролита использовали 10-25% раствор фосфорной кислоты, который добавляли дисперсный гидроксилпатит (от 100 нм до 60 мкм) и CaO.

Исследовали полученные образцы: титан; титан оксидированный в электролите фосфорной кислоты; с добавлением в электролит гидроксилпатита; с добавлением в электролит гидроксилпатита и CaO. Структуру и фазовый состав исследовали с помощью сканирующей электронной микроскопии, рентгенофазового анализа, термического анализа. Шероховатость покрытий и механические свойства, прочность

сцепления с металлической подложкой проводили по стандартным методикам.

Биологическое исследование проводили на крысах линии «Вистар», в системах *in vivo* и *in vitro*. Образцы исследовали на цитотоксичность, способность к адгезии клеток костного мозга. Изучали формирование на их поверхности мезенхимальных колоний из клеток костного мозга *in vitro* с проведением иммуноферментного анализа (моноклональные антитела: CD 18, 44, 45). Остеокондуктивные свойства имплантатов определяли методом эктопического костеобразования. Остеоинтеграцию материалов изучали путем внутрикостной имплантации в диафиз бедренной кости на 1-2 месяца, с определением силы извлечения и врастания в костную ткань (гистология срезов).

В результате проведенных исследований установлено, что, изменяя режимы оксидирования и состав электролита можно управлять биологическими свойствами имплантатов. Все материалы не проявляют токсичности, биосовместимы, не вызывают воспаления. Максимальные биологические свойства показывают имплантаты, оксидированные в 10-25 % H_3PO_4 с оксидным рентгеноаморфным или кристаллическим покрытием с добавлением в электролит гидроксилпатита и CaO.

Плотные (с низкой пористостью) кальций-фосфатные покрытия хуже, чем пористые (высокопористые на нано и микроуровнях поверхности), поддерживают рост остеогенных прекурсоров. При этом они обладают меньшей остеокондуктивностью, способностью к адгезии клеток, росту остеогенных колоний *in vitro* и интеграции с костной тканью *in vivo*.

Прочность сцепления плотного кальций-фосфатного покрытия с титановой подложкой выше, чем у пористого. Оно более стойко к деформации и растрескиванию. Наибольшей прочностью к механическим нагрузкам обладают имплантаты с оксидным рентгеноаморфным или кристаллическим покрытием. Они формируют вокруг себя тонкую фиброзную капсулу и не взаимодействуют с костью при имплантации в бедро. Рост остеогенных прекурсоров на их поверхности *in vitro* не наблюдается.

Остальные имплантаты из титана и его сплавов, оксидированные в 10-25 % H_3PO_4 с добавлением в электролит гидроксилпатита, с оксидным рентгеноаморфным или кристаллическим плотным или пористым покрытием показали градиентное возрастание их биоактивности. У них постепенно возрастала способность к адгезии клеток, остеокондукции,

остеоинтеграции, поддержанию роста мезенхимальных колоний *in vitro*.

Таким образом, новая технология электрохимического оксидирования титана, состоящая в добавлении в электролит определенных дисперсных смесей гидроксилпатита и CaO, варьировании режимов анодирования и концентрации электролита, позволяет осуществить контролируемый процесс формирования покрытий с заданными свойствами. Технология дает возможность изменять в нужном направлении нано и микроструктурные характеристики поверхности имплантата, что определяет их биологические свойства. Получены имплантаты различных видов от биоинертных до биоактивных, проявляющих остеоиндуктивные и остеокондуктивные свойства с сохранением высоких биомеханических характеристик.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОЗОЛОТА В НЕВРОЛОГИИ И ОНКОЛОГИИ

Посвалюк Н.Э., Савин С.З.

*Вычислительный центр ДВО РАН,
Хабаровск,*

e-mail: nposvaluyk@mail.ru

Иммуноколлоидное золото представляет собой стабильный комплекс, образованный электронно-плотными частицами золота и иммуноглобулинов различных классов. Используя конъюгаты гранул коллоидного золота и моноклональных антител к антигенам опухолевых клеток, можно достигнуть их адресной доставки к патологическим клеткам-мишеням, и подвергая нагреву, добиться нанотермолизиса мембранных структур клеток с последующим цитолизом. Для достижения температурных параметров гранул иммуноколлоидного золота и последующего терапевтического эффекта необходимо исследовать варианты воздействия физических полей различной природы на температурные характеристики гранул золота. Коллоидное золото применяется при нарушениях функций головного мозга, системы кровообращения, депрессивных состояниях, наркоманиях, хроническом алкоголизме, артритах, нарушении механизмов терморегуляции, в онкологии (монокитарная лимфома человека) и неврологии (клещевой энцефалит, рассеянный склероз) и пр. Нами было установлено, что патогенные клетки более чувствительны к гипертермическому воздействию в сравнении с нор-