

3. Особенности технологии кремниевых мембран датчиков давления. В.В. Баранов, К.Н. Матусевич, В.Ф. Холенков. «Современные проблемы проектирования и производства радиоэлектронных средств». Новополоцк, 2002 г., с. 166–168.

УДК 621.762.5

ПОРИСТЫЙ ДЕНТАЛЬНЫЙ ИМПЛАНТАТ КОРНЕВИДНОЙ ФОРМЫ

Белявин К.Е., Минько Д.В., Чудаков О.П., Федченко И.Ю.

*Институт порошковой металлургии,
Белорусский государственный медицинский университет
Минск, Беларусь*

При осуществлении внутрикостной дентальной имплантации существенные трудности для хирурга представляет атрофия костной ткани альвеолярных отростков челюстей, возникающая в местах дефектов зубного ряда после удаления зубов. Смягчить остроту данной проблемы возможно наиболее ранним применением методики непосредственной дентальной имплантации, то есть вживление имплантата в лунку удаленного зуба. Применявшиеся ранее с подобной целью конструкции имплантатов не учитывали форму и размеры лунок удаленных зубов, в связи с чем приходилось применять большой объем препарирования костной ткани, что в свою очередь иногда отрицательно сказывалось на конечных результатах.

Применение пористых имплантатов способствует решению ряда проблем, стоящих перед клиницистами. Пористая структура дентального имплантата дает возможность прорастания костной ткани внутрь конструкции, что повышает биологическую значимость такого сращивания и носит название остеоинтеграции. Увеличение площади контакта имплантат-кость рассматривается как один из важнейших факторов, влияющих на успех имплантации и обеспечивающий благоприятное распределение нагрузок в опорной кости.

В настоящий момент, по данным многочисленных исследований, лучшим материалом для имплантации принято считать титан. Этот материал является оптимальным с точки зрения биологической и механической совместимости, обеспечивает необходимый ресурс работы изделий в условиях действия знакопеременных нагрузок, имеет сравнительно низкую стоимость. Поведение пористого титана при механическом воздействии наиболее адекватно механическому поведению биологических тканей. При этом комплекс механических

свойств (модуль упругости, усталостная и удельная прочность) пористого титана приближается к комплексу механических свойств костной ткани.

Разработанные в Институте порошковой металлургии совместно с имплантологами Белорусского государственного медицинского университета пористые титановые дентальные имплантаты корневидной формы полностью удовлетворяют требованиям создания наибольшей поверхности контакта с костной тканью лунки удаленного зуба при непосредственной имплантации, что позволяет использовать такие имплантаты в качестве более полноценной и функциональной опоры при последующем ортопедическом лечении.

Форма разработанного дентального имплантата максимально (на основании предварительно проведенных анатомо-антропометрических измерений) приближена к форме корня естественного зуба, что при непосредственной имплантации является оптимальным и увеличивает вероятность полной остеоинтеграции костной ткани в поровое пространство имплантата.

При разработке конструкции имплантата для достижения лучшей механической совместимости соблюдался принцип нежесткой фиксации, при котором на границе раздела имплантат-кость должен быть переходный слой с пониженным модулем упругости. В этом случае при механическом воздействии в отдельных частях конструкции имплантата могут поддерживаться одинаковые напряжения при разной степени деформации. На практике такой способ передачи нагрузки может быть реализован применением пористого слоя на поверхности раздела имплантат-кость.

Пористый дентальный имплантат корневидной формы (рис. 1) состоит из монолитной крепежной части и пористой опорной части. Имплантат имеет сложную сужающуюся к верхушечной части уплощенно-коническую форму, приближающуюся к форме корня зуба.

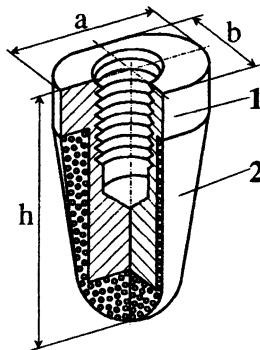


Рис. 1. 1 – крепежная часть; 2 – опорная часть

Таблица 1

Пористый дентальный имплантат корневидной формы

Условное обозначение	a, мм	b, мм	h, мм
ИДК-3,5x5/10	5	3,5	10
ИДК-3,5x5/12			12
ИДК-3,5x5/14			14
ИДК-3,5x6/10	6	3,5	10
ИДК-3,5x6/12			12
ИДК-3,5x6/14			14
ИДК-4x5/10	5	4	10
ИДК-4x5/12			12
ИДК-4x5/14			14
ИДК-4x6/10	6	4	10
ИДК-4x6/12			12
ИДК-4x6/14			14

С учетом анатомических и функциональных особенностей зубочелюстной системы различных групп пациентов разработан типовой ряд (табл. 1), включающий двенадцать типоразмеров дентальных имплантатов, отличающихся друг от друга по длине и диаметру. Применение типового ряда позволило разработать типовой технологический процесс изготовления имплантатов, упростить производство, значительно снизить себестоимость имплантатов и стоимость операции по сравнению с применяемыми за рубежом методиками их индивидуальной подгонки.

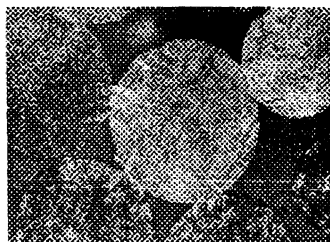


Рис. 2. Микроструктура пористого слоя имплантата. X100

Для производства пористых дентальных имплантатов корневидной формы используется титановый сплав марки ВТ1-0 (ВТ1-00). Пористый слой из порошка этого сплава со сферической формой частиц наносится методами

порошковой металлургии, в частности методом электроимпульсного спекания, что позволяет получать при малых размерах имплантата большую внутреннюю поверхность с открытыми сквозными порами (рис.2) и деформационные характеристики, близкие к характеристикам костной ткани (табл.2)



Рис. 3. Прорастание костной ткани в пористый слой имплантата. X100

Таблица 2

Структурные и физико-механические свойства пористого материала

Материал порошка	Размер частиц, мм	Пористость, %	Средний диаметр пор, мкм	Удельная поверхность $\times 10^{-4}$, $\text{м}^2/\text{г}$	Модуль упругости, МПа	Временное сопротивление при сжатии, МПа	Временное сопротивление при поперечном изгибе, МПа
Титан BT1-0 (BT1-00)	0,3- 0,4	37- 38	127- 148	49-61	1900- 2000	71-73	68-70

Проведенные экспериментальные исследования интеграции имплантата костной тканью показали, что поры по всему объему имплантата плотно инфильтрованы костной тканью. Характер ткани и степень ее адаптации к имплантату в глубине пористой его части исследованы при 100-кратном увеличении (рис.3). Установлена полная инфильтрация исследуемого участка типично костной структурой с полной ее адаптацией к сферическим частицам порошка.

Показателем для биомеханической оценки прочности связи имплантата с костью является удельное давление сдвига или усилие на единицу площади

поверхности имплантата, которое приводит к отрыву имплантата от кости. Этот показатель зависит от отношения силы сдвига имплантата к площади его боковой поверхности. Экспериментальные исследования, проведенные на животных, позволили определить удельное давление сдвига для имплантата с пористой опорной частью, которое составило 22 МПа, что превосходит значения удельного давления сдвига имплантатов с гладкой поверхностью в 3,9 раза, с накатанной — в 1,8 раза, с резбовой — в 1,2 раза.

Исходя из средних значений давления на естественный зуб, возникающих в процессе жевания (около 7 МПа), можно сделать вывод, что разработанный дентальный имплантат из пористого титана должен успешно выдерживать прикладываемые к нему нагрузки, так как по механической прочности он имеет десятикратный запас, а по прочности интеграции в костной ткани — трехкратный запас.

Проведенные приемочные технические, санитарно-гигиенические и медико-биологические испытания показали, что пористый дентальный имплантат корневидной формы обладает высокими прочностными характеристиками, не оказывает общетоксического, раздражающего и аллергенного действия на организм, проявляет высокую биосовместимость с костной тканью.

В составленном по результатам испытаний заключении гистологов отмечен положительный эффект ограниченного препарирования лунки, создающий непосредственный контакт губчатого вещества кости челюсти с пористой опорной частью имплантата. Правильно подобранный типоразмер дентального имплантата улучшает его первоначальную фиксацию в лунке удаленного зуба, что, в свою очередь, сообщает стабильность и позволяет установить имплантат в оптимальном положении для обеспечения правильного протезирования. Форма имплантата позволяет избежать использования костнообразующих материалов и мембран, что снижает стоимость лечения.

На основании проведенных предварительных испытаний установлено, что пористые дентальные имплантаты корневидной формы соответствуют требованиям, предъявляемым к подобным конструкциям. Процесс остеоинтеграции их с челюстной костью проходит без осложнений, что позволяет использовать их в дальнейшем как функционирующую опору для соответствующей ортопедической конструкции.