

**ИНВЕРТИРОВАННЫЙ ПОДХОД ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-
МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ
ОСТЕОИНТЕГРАЦИИ РЕЗЬБОВЫХ ИМПЛАНТАТОВ МЕТОДОМ
ХИМИЧЕСКОГО ГЛУБИННОГО ТРАВЛЕНИЯ**

Ф.А. Хафизова¹, Р.М. Миргазизов¹, Р.Г. Хафизов¹, М.З. Миргазизов¹,
А.М. Миргазизов¹, И.Р. Хафизов²

¹*ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
г. Казань*

²*ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет»
МЗ РФ, г. Казань*

Несмотря на клинический успех в использовании зубных имплантатов из титана и его сплавов, вопросы, связанные с улучшением качества материалов для изготовления имплантатов и конструкций, с целью повышения интеграционного потенциала и совершенствования их прочностных характеристик, остаются одними из актуальных вопросов в стоматологической имплантологии. Исходя из этих доводов, не менее важным вопросом является изучение особенностей остеоинтеграции с сохранением ценности информации о характере и природе связи тканевого комплекса с имплантатом.

Важной областью исследования является разработка новых поверхностей и макродизайнов, которые могли бы способствовать улучшению формирования костной ткани на поверхности имплантата и сокращению сроков остеоинтеграции, т.е. оптимизация интерфейса кость-имплантат. Интерфейс представляет собой границу между взаимодействующими независимыми объектами.

Изучение морфологии костной ткани остеоинтегрированного интерфейса до сих пор является одной из сложнейших задач гистологии и патоморфологии. Поскольку кость наряду с дентином и эмалью является механически прочной субстанцией, приготовление гистологических препаратов требует обязательной предварительной декальцинации.

В настоящее время известно, что для микроскопического изучения взаимосвязи костной ткани с имплантатами из титана и его сплавов применяют различные методы, но известные методы имеют свои недостатки, поскольку часто разрушается костная ткань на границе с имплантатом, при изъятии материала для исследования. В литературе встречается огромное количество исследований посвященных изучению новообразованной костной ткани на поверхности имплантатов, но она остается очень противоречивой и ее трудно интерпретировать, из-за технических ограничений для исследования интерфейса с количественным анализом.

Целью настоящей работы является экспериментально-морфологическое изучение особенностей остеоинтеграции резьбовых имплантатов, применяя при этом, новый инвертированный подход и метод химического глубинного травления. Предложенный нами инвертированный подход, в отличие от других, при которых исследуется костная поверхность в области остеоинтеграции интерфейса, заключается в исследовании новообразованной костной ткани со стороны имплантата, основанный на химическом глубинном травлении титановых имплантатов из блока костной ткани с целью подготовки гистологических препаратов для микроскопических исследований. Экспериментально-морфологические обоснования способа растворения титана, интегрированного с костной тканью, проводили при изучении тканевой интеграции винтовых титановых имплантатов в эксперименте на 6 собаках. В области нижних премоляров подопытных животных были установлены 18 имплантатов, которые исследовали в сроки через 1, 3 и 6 мес. Все процедуры были выполнены под общим наркозом. Объектом исследования служили костные блоки с интегрированными имплантатами, которые выпиливались в соответствующие сроки эксперимента и подвергались глубокому травлению. В работе была использована новая концепция, где интерфейс анализируется после нетравматического химического удаления титана из экспериментального образца кости, и костная ткань оставалась нетронутой. Декальцинированная костная ткань, после удаления металла, может быть использована для

микроскопического исследования. Каждый блок кости, содержащий остеоинтегрированный титановый имплантат, промывали в фосфатно-солевом буфере -PBS, (рН 7.4) и помещали в специальный раствор, состоящий из: фтористоводородной кислоты — 19.6%; металлического цинка — 8.9%; этиленгликоля — 71.5%.

Состав раствора был специально разработан для удаления титанового имплантата из блоков костной ткани. Титан легко реагирует со слабыми кислотами в присутствии комплексообразующих агентов. В результате такого химического травления через 30 дней происходит растворение имплантата (вытравливание металла) с сохранением окружающей ткани. Оставшаяся костная ткань может быть затем дополнительно обработана для удаления костного минерального компонента (декальцинированные образцы) и использована дальнейшего гистологического анализа. После травления анализ костных блоков проводили в 3 этапа: этап 1 — макроскопическая оценка; этап 2 — оценка каждого образца сканирующей электронной микроскопией (SEM) для анализа микроскопических аспектов интерфейса кости; этап 3 — гистологическое исследование после декальцинации образцов кости с 10% ЭДТА (рН 7.4). На 3-м этапе исследования костный блок промывали в проточной воде, изготавливали по стандартной методике парафиновые срезы, окрашивали гематоксилином-эозином и по Ван Гизону.

На первом этапе анализа проб макроскопическое исследование показало картину и закономерности оссеоинтегрированных интерфейсов между резьбовой поверхностью имплантата и костной тканью. На макроскопическом уровне можно рассмотреть ясный отпечаток формы винта имплантата в пределах костного блока, что является характерной чертой его остеоинтеграции. На втором этапе исследования провели растровую электронную микроскопию костных блоков, полученных через 1, 3 и 6 мес. от начала эксперимента. Результаты показали, что уже на первом месяце взаимодействия имплантата с костной тканью начинается проявление структуры резьбовой поверхности имплантата. Однако в эти сроки

полноценный рисунок «костной резьбы» отсутствует. В сроки 3 и 6 мес. наблюдается картина полного соответствия костного рисунка резьбы с параметрами резьбовой поверхности имплантата. Гистологический анализ образцов показал костное ремоделирование вокруг имплантата. В течение первого месяца вокруг имплантата кость в поверхностном и среднем слоях была дезорганизована, выглядела как волокнистая и гранулированная ткань с лимфоидной и макрофагальной инфильтрацией, имелось также наличие соединительной ткани и отдельные балки кости, обнаруженные в нижнем сегменте костной ткани вокруг имплантата. Через 3 мес. после имплантации наблюдалась замена волокнистой костной ткани в области вокруг имплантата. Через 6 мес. после имплантации костная ткань вокруг имплантата представляла собой организованную зрелую пластинчатую кость.

Экспериментально-морфологическое изучение интеграции имплантатов с использованием метода химического глубинного травления по Миргазизову, использовался для подготовки гистологических препаратов с целью изучения процессов остеоинтеграции в интерфейсе «имплантат-кость», представленный инвертированный анализ процесса остеоинтеграции при использовании этого метода показал интересные результаты и новый взгляд на процесс восстановления интерфейса кость-имплантат после остеоинтеграции. Предложенный метод открывает новые возможности изучения интегративных процессов, происходящих вокруг различных резьбовых и внутри полых, а также пористых имплантатов. Слой новообразованной ткани на резьбовой поверхности винтового имплантата может быть изучен как на стадии, когда все пространство между имплантатом и костной стенкой (особенно пространство между нитями) заполнено вновь образованной зрелой костной тканью, так и когда костная ткань точно повторяет геометрию имплантата, как зеркальное отражение формы резьбовой части имплантата. Когда остеоинтеграция достигнута, имеется точный отпечаток дизайна резьбы и непрерывной компактной наружной поверхности кости. Это позволило выявить особенности регенерации, происходящие вокруг резьбовых имплантатов и подтвердить факт

формирования зрелой компактной кости через 3 мес. в нижней половине и через 6 мес. по всей длине имплантата.

Данная методика открывает новые возможности для исследователей при использовании и других конструкций имплантатов не только в стоматологии, но и в других областях медицины.

Литература

1. Миргазизов М.З., Миргазизов Р.М., Хафизова Ф.А., Хафизов Р.Г., Хайруллин Ф.А., Гюнтер В.Э., Цыплаков Д.Э., Козлова А.К. Метод глубокого травления. Патент на изобретение. RUS 2464646 от 31.05.2009.
2. Mirgazizov M.Z., Hafizov R.G., Mirgazizov A. M., Mirgazizov R.M., Hafizova F.A., Zyplakov D.E. Interfaces in osseointegrated dental implants and a new inverted approach to their microscopic and histological study. «Inverted approach for implant interface analysis», Poseido, 2013. — P. 55-61.
3. Хафизов Р.Г., Миргазизов М.З., Хафизова Ф.А., Хайруллин Ф.А., Арипов Р.А., Козлова А.К. Хирургический компостер — кондуктор для формирования десны вокруг дентальных имплантатов. Патент на полезную модель. RUS 92608 от 15.12.2009.
4. Хафизов Р.Г., Миргазизов М.З., Азизова Д.А., Фролова А.И., Цыплаков Д.Э., Гюнтер В.Э., Хафизов И.Р. Особенности восстановления сегментарного дефекта альвеолярной части нижней челюсти у собак // Ученые записки КГАМ им. Н.Э. Баумана. — 2012. — 209. — P. 335-339.
5. Song J.W., Cha J.Y., Bechtold T.E., Park Y.C. Influence of peri-implant artifacts on bone morphometric analysis with micro-computed tomography // Int. J. Oral. Maxillofac. Implants. — 2013. — 28 (2). — P. 519-25.
6. Миргазизов М.З., Хафизов Р.Г., Миргазизов Р.М., Колобов Ю.Р., Цыплаков Д.Э., Миргазизов А.М., Хафизова Ф.А. Экспериментальное обоснование стоматологических имплантатов малого диаметра с внутренним соединительным узлом для двухфазной имплантации // Стоматология. — 2013. — 92 (3). — С. 4-8.