

ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННЫХ СТРУКТУРАХ МЕТАЛЛОВ

Егорова Е.Е. (Университет ИТМО)
Научный руководитель – к.т.н., Одинцова Г.В.
(Университет ИТМО)

В работе рассмотрено лазерное микроструктурирование поверхности дентальных имплантов из титанового сплава Ti-6Al-4V. Структурирование производилось при помощи наносекундного волоконного лазера с длиной волны 1.06 мкм. Подобраны оптимальные режимы, обеспечивающие определённую глубину, период, форму и химический состав поверхности, которые позволяют достичь высокую пролиферацию и остеоинтеграцию, доказанную испытаниями *in vitro* и *in vivo*.

Введение.

Титан считается одним из самых биоинертных металлов. Однако, в ряде случаев тканевые реакции на титановых имплантатах приводят к формированию грануляционной ткани, подвергающейся созреванию к 30–60 суткам после операции. В связи с этим человеческий организм воспринимает любое инородное тело как враждебное и в некоторых случаях происходит отторжение подобных имплантов, что приводит к осложнениям и повторной операции. Первичная стабильность, примерно в первые две-четыре недели после имплантации, определяется механической стабильностью травмированной кости, процессом заживления кости и возможными инфекциями. Поэтому актуальной задачей является увеличение биосовместимости имплантов, особенно на ранних этапах остеоинтеграции. Мы верим, что для остеоинтеграции имплантата важна не только шероховатость, но и геометрические параметры топологии поверхности, которая, по-видимому, должна быть схожей с костными тканями человека. Также известно, что микро- и наноразмерная топография поверхности влияет на бактериальную адгезию и, кроме того, может оказывать механо-бактерицидное действие, которое не предотвращает адгезию, но убивает бактерии, как только они прикрепляются к поверхности.

Поэтому в настоящее время идет поиск новых технологических решений создания биосовместимой поверхности на имплантатах, обеспечивающей ускоренную и надежную интеграцию имплантата в костной ткани.

Основная часть.

В данной работе подобраны режимы лазерного воздействия для создания поверхности с периодическими структурами: канавками и лунками, период и глубина которых составляет от 20 до 40 мкм, что соответствует размерам клеток костной ткани.

Проведены исследования на пролиферацию клеток (*in vitro*): мультипотентные мезенхимальные стромальные клетки (ММСК), которые, в свою очередь, были выделены из костного мозга человека, были перемещены на поверхность образцов, расположенных в культуральных планшетах. Оценка жизнеспособности клеток проводилась спустя 1, 5, 10, 15 и 20 суток после перемещения клеток.

Далее проводились исследования *in vivo* для анализа остеоинтеграции имплантата. В качестве модельной среды были выбраны 15 кроликов (особи женского пола, возраста 1,5 года). Животные выводились из эксперимента в два этапа: спустя 1,5 и по истечении 3 месяцев после имплантации. Для оценки биосовместимости имплантата были введены следующие параметры остеоинтеграции:

- ВИС – Bone Implant Contact (контакт костной ткани с имплантом);

- FIC – Fibrious Implant Contact (контакт фиброзной ткани с имплантом);
- CA - Cell Area – поверхность, занимаемая клетками костной ткани;
- NC - Number of Cell – количество клеток костной ткани;
- AC - Area of a Cell – средняя площадь одной клетки костной ткани.

Выводы.

В ходе работы был разработан метод лазерного формирования биосовместимого покрытия на поверхности титановых дентальных имплантов. На основе *in vitro* и *in vivo* исследований поверхность со структурой в виде канавок продемонстрировала наилучший результат пролиферации клеток и остеоинтеграции. Данный вид структуры является приближенным к естественной остеоновой структуре костной ткани.

Хотя и каждый из лазерно-индуцированных рельефов не является цитотоксичным и показывает хорошие параметры остеоинтеграции, костная ткань на структуре К меньше находится в ремодулированном состоянии, повышая прочность кости и устойчивость импланта быстрее в сравнении с остальными структурами.

Данный вид структур позволит повысить биосовместимость имплантов, особенно на ранних этапах остеоинтеграции, что снизит их отторжение.