

Исследование наноструктурированных поверхностей имплантатов сплава BT-6 *in vivo*

В. И. Зеленский¹, аспирант
Ал. Ал. Долгалева¹, д.м.н.
Д.С.-А. Елдашев¹, аспирант
У. Э. Ешкулов², аспирант

¹ГБОУ ВПО «Ставропольский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ

²ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»

Research of nanostructured surfaces of alloys implants BT-6 *in vivo*

V.I. Zelenskiy, Al. Al. Dolgalev, D.S.-A. Eldashev, U.E. Eshkulov

Stavropol State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Friendship University of Russia

Резюме

показаны достоверные данные о реакциях организма живых объектов на титановые поверхности имплантатов на основании микротомографических данных.

Ключевые слова: **дентальная имплантация, имплантационные материалы, микротомография.**

Abstract

Reliable data on the reactions of living organisms to titanium surfaces of implants based on microtomographic data are shown.

Key words: **dental implantation, implant materials, microtomography.**

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России согласно плана научных работ (протокол №5 от 20 декабря 2017 года), в части работ выполняемых в рамках государственного задания на 2018 год.

Введение

Изменение микроструктуры поверхности имплантата и придание ей шероховатости, полученное путем нанобработки стандартного элемента, позволяет добиться оптимальной остеоинтеграции [1–3].

За последние 30 лет был накоплен значительный опыт в изучении вопроса об ответной реакции костной ткани на имплантируемые материалы, особенно в дентальной имплантологии. Но в литературе почти нет данных о реакциях мягких тканей на титановые поверхности имплантатов.

Цель данного исследования было исследование ответных реакций организма живых объектов на дентальные имплантаты с наноструктурированными поверхностями. В эксперименте на животных (*in vivo*) исследовали реакции тканевого ответа на различные виды дентальных имплантатов.

Материалы и методы

В качестве материалов для исследования использовали следующие образцы дентальных имплантатов: BT 1-0, BT-6 и магнетрон на BT-6.

Контролем в эксперименте на животных послужила сформированная группа из здоровых баранов. Опытная группа животных с моделью остеопорозом.

Доклиническое исследование дентальных имплантатов с наноструктурированной поверхностью осуществляли на базе вивария станции Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. В данном исследовании были использованы 8 половозрелых овец, породы Северо-Кавказской мясошерстной в возрасте от 1,5 до 2 лет с интактными зубами. Вес овец был равен 35–40 кг.

При проведении эксперимента с участием животных соблюдались требования нормативно-технических документов, регламентирующих проведение исследований с участием животных: «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных», «Приказ МЗ СССР № 755 от 12 августа 1977 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с ис-

пользованием экспериментальных животных» и «Европейская конвенция по защите животных», изложенная в Директиве Европейского сообщества (86/609/EC). Все манипуляции проводили под наркозом. Препаратом для общей анестезии был раствор тиопентала натрия, который вводился внутримышечно, из расчета 50 мг на 1 кг массы тела опытного животного. Протокол исследования был одобрен этическим комитетом Ставропольского Государственного Медицинского Университета (№ 71 от 21.02.2018 г.). За 24 час перед установкой имплантатов животным не давали еду, оставляя доступ только к воде. На рисунке 7 представлен этап премедикации, в котором использовали сочетание препаратов: Трамал 1 мл + Реланиум 0,5% – 0,2 мл на 1 кг + Дроперидол 0,25% – 0,2 мл на 1 кг в/м. Во время нахождения подопытной овцы на хирургическом столе в лежачем положении на спине, была сбрита шерсть под челюстью, затем обрабатывалась зона вмешательства раствором антисептика.

Овцы были разбиты на две группы по четыре особи. Первая группа животных была контрольной – 4 овцы здоровые № 1, № 2, № 3, № 4. Вторая опытной – 4 овцы остеопороз № 5, № 6,



Рисунок 1. Формирование ложа для имплантата



Рисунок 2. Формирование ложа в области кортикальной пластинки



Рисунок 3. Установка имплантатов

№ 7, № 8. Имплантацию проводили по следующей методике. Установка имплантатов по немедленному и отсроченному протоколу 8 животным (Рисунок 1, 2, 3).

Животным через сутки вводили в рацион мягкий корм. Каждый день производился визуальный осмотр. Шовный материал был удален на 10 суток после вмешательства. Выживших овец по окончании эксперимента выводили из опыта путем передозировки лекарственного препарата для общей анестезии животных – Золетил 100.

Забор материала для морфологических методов исследования проводили с помощью остеотомов, дисковой пилы, костных кусачек.

Далее проводилось микротомографическое исследование реакций костной ткани на модифицированные покрытия дентальных имплантатов.

Параметры сканирования в программе Skyscan 1176 control program (10.0.0.0, Bruker-microCT, Бельгия): X-ray voltage 90 kV, X-ray current 270 μ A, filter Cu 0,1 mm, image pixel size 17,74 μ m, tomographic rotation 360°, rotation step 0,2, frame averaging 4.

Сканированные объекты реконструировались в программе Nrecon (1.7.4.2, Bruker-microCT, Бельгия) со следующими основными параметрами реконструкции: smoothing 2, ring reduction 10, beam hardening 41.

Ориентация в пространстве (x, y, z) и выделение отдельных областей реконструированных материалов проводилась в программе DataViewer (1.5.6.2, Bruker-microCT, Бельгия).

Визуализация, анализ данных и получение 3D моделей проводилось в программах CT-analyser (1.18.4.0, Bruker-microCT, Бельгия), CTvox (3.3.0r1403, Bruker-microCT, Бельгия) и CTvol (2.3.2.0, Bruker-microCT, Бельгия).

Исследование осуществлено в рамках Государственного задания Министерства здравоохранения Российской Федерации для ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации по осуществлению научных исследований и разработок по теме: «Разработка наноструктурированных поверхностей внутрикостных дентальных имплантатов».

Результаты исследования

Результаты исследования отражены в таблицах 1, 2 и рисунках 4, 5, 6 (3D модель, визуализация вновь образованной костной ткани в программе CTVol).

Таблица 1
Уровень имплантации исследуемых изделий (костно-имплантатный контакт, BIC)

Характеристика имплантата	BIC, %											
	По всей поверхности имплантата				Со стороны корональной части имплантата (микрорезьба)				Со стороны апикальной части имплантата			
	Normal (05551)	Normal (05495)	Σ Normal	Modeling osteoporosis (07911)	Normal (05551)	Normal (05551)	Σ Normal	Modeling osteoporosis (07911)	Normal (05551)	Normal (05495)	Σ Normal	Modeling osteoporosis (07911)
1. BT1-0 (Grade 4)	51,9	53,1	52,5	49,2	67,1	65,4	66,3	79,6	50,6	50,0	50,3	38,6
2. BT6+M5 (магнетрон)	46,7	55,1	50,9	40,0	71,5	24,4	48,0	63,6	38,6	68,4	53,5	31,4
3. BT6 (Grade 5)	17,5	-	17,5	34,5	6,9	-	6,9	10,0	23,7	-	23,7	46,3

Таблица 2
3D анализ костной ткани вокруг имплантатов (≈ 700 мкм от пограничного слоя имплантата)

Характеристика имплантата	BIC, %											
	По всей поверхности имплантата				Со стороны корональной части имплантата (микрорезьба)				Со стороны апикальной части имплантата			
	Normal (05551)	Normal (05495)	Σ Normal	Modeling osteoporosis (07911)	Normal (05551)	Normal (05551)	Σ Normal	Modeling osteoporosis (07911)	Normal (05551)	Normal (05495)	Σ Normal	Modeling osteoporosis (07911)
1. BT1-0 (Grade 4)	43,9	38,8	41,4	30,4	78,5	64,2	71,4	73,9	29,8	28,6	29,2	12,3
2. BT6+M5 (магнетрон)	49,0	39,9	44,5	39,5	81,3	15,8	48,6	80,6	35,5	49,8	42,7	22,8
3. BT6 (Grade 5)	14,6	-	14,6	18,7	2,6	-	2,6	3,0	19,6	-	19,6	23,7

3D модель, визуализация вновь образованной костной ткани
(≈700 мкм от пограничного слоя по всей области имплантата) в программе CTVol



Рисунок 4. BT1-0 (Grade 4)

Остеопороз (07911)

Норма (05551 и 05495)



Рисунок 5. BT6+M5 (магнетрон)

Остеопороз (07911)

Норма (05551 и 05495)



Рисунок 6. BT6 (Grade 5)

Остеопороз (07911)

Норма (05551 и 05495)

Закключение

Зубные имплантаты из металла BT-6 с новыми биосовместимыми покрытиями, полученными методом магнетронного распыления не уступают по уровню остеоинтеграции имплантатам из металла BT1-0, как в норме так и при моделировании остеопороза.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Зеленский В.И., Долгалева А.А., Диденко Н.Н., Дмитриенко А.В., Есеев Ю.Р., Курбанова У.Р. Исследование покрытий имплантационных материалов на биосовместимость. Медицинский алфавит. 2019;2(11):29-32. [https://doi.org/10.33667/2078-5631-2019-2-11\(386\)-29-32](https://doi.org/10.33667/2078-5631-2019-2-11(386)-29-32)
2. Тарбоков, В.А., Павлов, С.К., Ремнев, Г.Е., Ночовная, Н.А., Ешкуллов, У.Э., Комплексное модифицирование поверхности титановых сплавов. Металлург, 2018, 11, с. 80-84.
3. Zelensky V.I., Gevorgian V.A., Tarala V.A., Zelensky V.A., Bobryshev D.V., Kononov E.A., Amkhadova M.A., Gryzunov S.A., Dolgalev A.I. The Influence of Different Parameters of Magnetron Sputtering on the Structure and Chemical Composition of Titanium Alloy Implant Surfaces. Sovremennye tehnologii v medicine 2019; 11(4): 120-125.

Для цитирования: Зеленский В.И., Долгалева А.А., Елдашев Д.С.-А., Ешкуллов У.Э. Исследование наноструктурированных поверхностей имплантатов сплава BT-6 in vivo. Медицинский алфавит. 2020;(12):12-14. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-12-12-14>

For citation: Zelenskiy V.I., Dolgalev A.I., Eldashev D.S.-A., Eshkulov U.E. Research of nanostructured surfaces of alloys implants bt-6 in vivo. Medical alphabet.2020; (12):12-14. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-12-12-14>



Министерство здравоохранения РФ

ПРИКАЗ

№ 394н от 30 апреля 2020 года

Регистрационный номер 58256

Особенности прохождения медицинскими работниками и фармацевтическими работниками аттестации для получения квалификационной категории

В соответствии с подпунктом 5.2.116 Положения о Министерстве здравоохранения Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 19 июня 2012 г. № 608 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2012, № 26, ст. 3526), а также в связи с угрозой распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19 приказываю:

Приостановить проведение аттестации медицинских работников и фармацевтических работников на получение квалификационной категории до 1 января 2021 года.

Продлить на 12 месяцев срок действия присвоенных медицинским работникам и фармацевтическим работникам квалификационных категорий при истечении срока их действия в период с 1 февраля 2020 года до 1 января 2021 года.

Министр

М.А. Мурашко