

УДК 621.792

ПАТОГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ ПРИ УСТАНОВКЕ ВИНТОВОГО СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ТИТАНОВОГО ИМПЛАНТАТА С МОДИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫМ СПОСОБОМ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Киселев М.Г., Монич С.Г., Лапутина Д.Г.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Наибольшее применение титановые имплантаты нашли в стоматологии для устранения дефектов зубных рядов. На условия вживления, т.е. интеграции имплантата в организме человека, существенное влияние оказывают характеристики состояния его поверхности: параметры ее шероховатости, смачиваемость биологическими жидкостями, адсорбционная способность и емкость при взаимодействии с ними, а также прочность соединения с костной тканью [1–2, 5–7]. Значения этих характеристик и диапазон их варьирования зависят от применяемой технологии окончательной обработки (модифицирования) поверхности имплантата.

На основе анализа существующих способов модифицирования поверхности титановых стоматологических имплантатов установлено, что эффективным является способ, позволяющий получить на ней частично регулярный микрорельеф с использованием энергии электрических разрядов, представляющий собой совокупность закономерно расположенных и не перекрывающих друг друга лунок, близких по форме к сферической (рисунок 1), основанный на локализации места воздействия на нее электрического разряда и управляемого ее перемещения на величину требуемого шага расположения лунок за промежуток времени между двумя последовательными разрядами [3–4, 8–10].

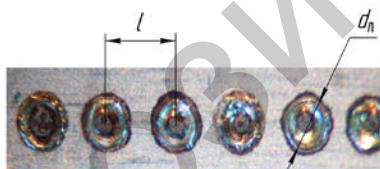


Рисунок 1 – Фотография (увеличение $10\times$), полученного на поверхности титанового стоматологического имплантата частично регулярного микрорельефа (б)

На основе обобщенного анализа результатов предшествующих исследований [8, 9] влияния режимов электроэрозионного модифицирования поверхности образцов титановых имплантатов на шероховатость и характеристики ее состояния, положительно влияющих на протекание процесса интеграции имплантата, определены рациональные режимы и условия выполнения обработки, при которых модифицированная поверхность обладает наибольшими значениями исследуемых характеристик ее состояния. В частности, обработку следует осуществлять проволочным электродом-инструментом диаметром 0,2–0,3 мм из сплава

ВТ1-0; напряжение накопительного конденсатора должно составлять 75–80 В при его емкости 350–400 мкФ; использовать прямую полярность при коэффициенте расположения лунок $l/d_n = 1,0–1,1$; в качестве диэлектрической жидкости применять дистиллированную воду.

Экспериментально установлено, что применение электроэрозионного модифицирования поверхности образцов титановых имплантатов повышает по сравнению со струйно-абразивной обработкой величину свободной энергии поверхности в 3 раза; смачиваемость плазмой крови человека в 2,2 раза; удельную емкость по отношению к ней в 1,8 раза; адсорбционную способность при взаимодействии с раствором человеческого сывороточного альбумина в 5 раз, прочность соединения с имитатором костной ткани в 5,7 раза.

Для определения возможности применения имплантатов с модифицированной поверхностью в клинических условиях необходимо провести патогистологические исследования костной ткани при установке таких имплантатов. С этой целью по разработанной технологии электроэрозионного модифицирования были обработаны поверхности титановых винтовых стоматологических имплантатов производства ООО «Верлайн» (рисунок 2).



Рисунок 2 – Фотография винтовых стоматологических имплантатов производства ООО «Верлайн»

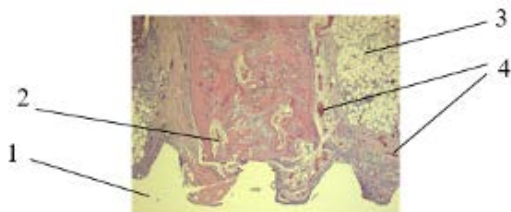
Патогистологические исследования были проведены на четырех самцах кроликов породы Шиншилла одного возраста и массы тела. Данные животные находились на стандартном рационе питания в виварии центральной научно-исследовательской лаборатории (ЦНИЛ) учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет».

Экспериментальные исследования осуществляли в строгом соответствии с современными принципами биоэтики.

Оперативное вмешательство по установке дентального имплантата экспериментальному объекту – кролику выполняли в асептических условиях, под внутривенным наркозом. В области тела нижней челюсти по нижнему краю проводили разрез мягких тканей, скелетировали кортикальную пластинку и формировали ложе для дентального имплантата. В сформированное ложе вводили имплантат, при этом двум кроликам устанавливали имплантаты с полированной поверхностью, а двум – с модифицированной.

На 7-е сутки после операции животных выводили из эксперимента и осуществляли забор материала для патогистологического исследования.

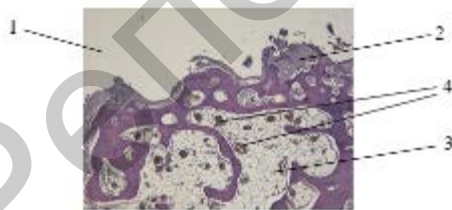
В микропрепаратах у имплантата с полированной поверхностью на 7 сутки наблюдения в области контакта с костной тканью присутствует фиброзная ткань, с признаками некроза и обширными кровоизлияниями (рисунок 3).



1 – имплантат; 2 – остеобласты; 3 – губчатая костная ткань; 4 – кровеносные сосуды

Рисунок 3 – Морфологическая картина на 7-е сутки при установке имплантата с полированной поверхностью (микрофотография – увеличение 10^x)

В микропрепаратах у имплантатов с модифицированной поверхностью серии на 7 сутки наблюдения определяется новообразованная костная ткань на всем протяжении витков имплантата (рисунок 4), уменьшается зону травматического некроза костной ткани, снижает избыточное давление имплантата на кость и равномерно распределяет нагрузку, что снижает развитие осложнений.



1 – имплантат; 2 – остеобласты; 3 – губчатая костная ткань; 4 – кровеносные сосуды

Рисунок 4 – Морфологическая картина новообразованной кости на 7 сутки при установке имплантата с модифицированной поверхностью (микрофотография – увеличение 20^x)

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения имплантатов с модифицированной поверхностью в клинических условиях.

Литература

1. Вильямс, Д.Ф. Имплантаты в хирургии / Д.Ф. Вильямс, Р. Роуф ; пер. с англ. Е.В. Колпакова. – М. : Медицина, 1978. – 552 с.
2. Does titanium surface treatment influence the bone-implant interface SEM and histomorphometry in a 6-month sheep study / G. Hure [et al.] // The Intern. J. of Oral a. Maxillofacial Implants. – 1996. – Vol. 11, № 4. – P. 506–511.
3. Porowate implanty korundowe jako nosniki antybiotykw / J. Polesinski [et al.] // Proceedings of III Symposium IOP 2001, Bialystok, 25–27 June 2001. – Bialystok, 2001. – P. 193–201.
4. Jarcho, M. Calcium phosphate ceramics as hard tissue prosthetics / M. Jarcho // Clinical Orthopaedics a. Related Research. – 1981. – Vol. 157, № 6. – P. 259–278.
5. Browne, M. Surface modification of titanium alloy implants / M. Browne, P. J. Gregson // Biomaterials. – 1994. – Vol. 15, № 11. – P. 894–898.
6. Kramer, K.-H. Implants for surgery – a survey on metallic materials / K.-H. Kramer // Materials for Med. Engineering. – 1999. – Vol. 2. – P. 9–29.
7. Киселев, М.Г. Экспериментальные исследования смачиваемости и адсорбционной способности титановых имплантатов / М.Г. Киселев, В.В. Савич, Т.П. Павич // Тезисы докладов Международной научно-технической конференции «Полимерные композиты и трибология». – Гомель, 2005. – С.80-81.
8. Киселев, М.Г. Особенности формирования следов обработки на поверхности титанового образца при однократном электроконтактном воздействии на нее проволочным электродом-инструментом / М.Г. Киселев, А.В. Дроздов, П.С. Богдан, С.Г. Монич // Наука и техника. – 2013. – №2. – С.23-27.
9. Влияние методов обработки поверхности титановых имплантатов на физико-химические и биохимические характеристики их поверхности / М. Г. Киселев [и др.] // Материалы, технологии, инструменты. – 2008. – Т. 13, № 2. – С. 70–75.
10. Киселев, М. Г. Исследование явления переноса материала с инструмента на обрабатываемую поверхность имплантата при его электроэрозионной обработке с ультразвуком / М.Г. Киселев, А.В. Дроздов, В.А. Борисов // Современные методы и технологии создания и обработки материалов : VII Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 19–21 сент. 2012 г.: сб. материалов : в 3 кн. / Физ.-техн. ин-т НАН Беларуси ; редкол.: С.А. Астапчик (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2012. – Кн. 2. – С. 88–93.