

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ДЕНТАЛЬНОГО ИМПЛАНТАТА “IMPLANT.UZ” НА ПРОЦЕСС ОСТЕОИНТЕГРАЦИИ



Хабиллов Н.Л., Мун Т.О., Усмонов Ф.К.

Ташкентский государственный стоматологический институт

В настоящее время происходит непрерывное совершенствование дентальных имплантатов с целью улучшения их взаимодействия с костной тканью и обеспечения успешного результата хирургического и ортопедического лечения пациентов с частичной и полной адентией. Исследования *in vitro*, *in vivo* и клинические исследования подтверждают, что такие параметры как дизайн имплантата и химический состав покрытия и топография поверхности имплантата являются решающими факторами для усиления биологической реакции вокруг имплантата.

Механически обработанные зубные имплантаты с гладкой текстурой поверхности с успехом используются около 50 лет [1]. Однако недостатки данных дентальных имплантатов первого поколения, связанные с длительным периодом восстановления, потребности пациентов, которые хотят поскорее закончить протезирование зубов, а также научные достижения в этой области позволили ввести стоматологический продукт более высокого качества, который может удовлетворить потребности и врачей, и пациентов.

Конструкционные особенности и химический состав покрытия поверхности титановых имплантатов входит в число важнейших качественных характеристик. Процесс производства зубных имплантатов второго поколения означает применение физических и химических факторов, таких как температура, механическая обработка, пескоструйная обработка, анодирование, напыление, покрытие, кислотное травление, лазерная обработка и стерилизация. Все они являются источником ионов, металлов, лубриканта и других контаминаций, которые обычно отрицательно влияют на успешную остеоинтеграцию. Поэтому тщательный контроль химического состава поверхности титанового имплантата в производстве высококачественной стоматологической продукции имеет первостепенное значение [8,9].

Одним из методов обработки поверхности титана, при котором можно избежать последствий, связанных с присутствием химических примесей в дентальных имплантатах, был предложен Кокубо и его коллегами и был назван биомиметическим лечением [2,3,11]. Биомиметическое отложение

микроэлементов на поверхности титановых имплантатов требует достаточно много времени для изготовления последних. Этот метод может занять несколько недель, что позволяет гидроксипатиту и другим молекулам фосфата кальция откладываться на поверхности имплантата в биологической жидкости в физиологических условиях температуры и pH [4,5,7,13,16].

Одним из самых качественных тестов остеоинтеграции на границе кость-имплантат является определение так называемого "removal torque" (торк раскручивания). Обычно этот вид биомеханических исследований проводится в ходе экспериментального опыта на животных. Большеберцовые кости кролика и собаки – наиболее часто используемые для таких исследований костные участки [12,15].

Цель исследования

Сравнительное изучение поверхностных характеристик и значения торк раскручивания дентального имплантата “Implant.uz”, подвергнутого пескоструйной обработке частицами Al_2O_3 размером 125 μm с последующим погружением в биомиметическую жидкость и механически обработанной поверхности этого же имплантата без погружения в данную жидкость.

Материал и методы

48 конических имплантатов изначально были изготовлены из титанового сплава со следующим химическим составом: $Fe_{max} - 0,15$; $C_{max} - 0,05$; $Si_{max} - 0,08$; $N_{max} - 0,04$; $Ti_{min} - 99,6$; $O_{max} - 0,1$; $H_{max} - 0,008$. Диаметр имплантатов составлял 4 мм в пришеечной области и 2,6 на вершине, длина – 8 мм. Половина из них была подвергнута пескоструйной обработке и погружению в биомиметическую жидкость при 37°C на 4 недели при ежедневном пополнении раствора до момента установки в костную ткань. 24 имплантата с механически обработанной поверхностью оставили без погружения в данную жидкость. Смоделированный раствор биологической жидкости был приготовлен путем растворения NaCl, $NaHCO_3$, KCl, $Na_2HPO_4 \cdot 7H_2O$, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, CaCl₂ и Na_2SO_4 в дистиллированной воде, содержащей буферный агент, HCl и $(CH_2OH)_3CNH_2$ при pH 7,25. Значения шероховатости оценивали в соответствии с

рекомендации, установленные Albrektsson & Wennerberg.

Средняя шероховатость (Sa) и максимальное падение пика расстояния (St) измерялись с помощью Aristoplan конфокального лазерно-сканирующего микроскопа (Leica, Германия). Измерения проводились с помощью окуляра 20x под вертикальным разрешением менее 20 нм.

Животные

Для исследования было отобрано 12 собак. Эксперименты выполнялись в экспериментальном центре Ташкентской медицинской академии. Все эксперименты были одобрены этическим комитетом РУз. Все хирургические этапы, связанные с установкой имплантата и оценка крутящего момента удаления имплантата, проводились под действием миорелаксанта рометар 2 мг/кг и 0,5 мл атропина; поддерживающая терапия новокаином 2% местная инфильтрация. Протокол послеоперационного ухода включал пенициллин G и нестероидные противовоспалительные средства в течение 5 дней. Место имплантации – внутренняя часть большеберцовой кости животного. В каждую конечность были вставлены по два имплантата (по 4 имплантата на каждую конечность). Один имплантат с механически обработанной поверхностью был помещен в проксимальный эпифиз большеберцовой кости собаки и один имплантат, пескоструйно обработанный и погруженный в биомиметическую жидкость, был помещен в дистальный эпифиз той же голени. Надрезы делались в соответствующих локациях с использованием лоскута с разделенной толщиной. Сверления производились при орошении физиологическим раствором. После установка имплантата в подготовленное ложе надкостница и кожа были защищены.

Второй хирургический этап проводили через 6 и 16 недель. После обезболивания животным снова были сделаны разрезы в зонах имплантатов, и 24 имплантата (12 имплантатов машинной обработки и 12 имплантатов с пескоструйной обработкой) были удалены. Через 16 недель была проведена та же процедура с оставшимися 24 имплантатами.

На обоих этапах исследования после снятия заглушек-винтов для измерения крутящего момента удаления имплантата применялся индикатор крутящего момента (BTG150CN-S TONNACHI) со шкалой регистрации силы 20-150 сN·м.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью программы Statistica 6.1. Значение вероятности $p < 0,05$ считается статистически значимым.

Результаты и обсуждение

Среднее значение трехмерной шероховатости биомиметически обработанной поверхности имплантата составляла $1,34 \pm 0,24 \mu\text{m}$ и среднее значение шероховатости, измеренное для механически обработанных поверхностей, составило $0,33 \pm 0,04 \mu\text{m}$ ($p < 0,05$). Механически обработанные имплантаты продемонстрировали $49,5 \pm 10,3$ сN·м значения крутящего момента удаления после 6-недельного периода заживления, но для погруженных в биомиметическую жидкость и

подвергнутых пескоструйной обработке имплантатов тот же параметр был равен $72,7 \pm 15,98$ сN·м. После 16-недельного периода восстановления эти значения увеличились соответственно до $77,5 \pm 15,16$ и $89,7 \pm 11,83$ сN·м.

Многочисленные исследования *in vitro* подтвердили, что топографические характеристики поверхности титановых имплантатов влияют на удержание сгустка крови, адсорбцию белка, тромбоцитов, адгезию, степень воспаления тканей, и, наконец, скорость заживления [6,10,14,18].

Таким образом, на поверхности внутрикостной части титанового имплантата после погружения в биомиметическую жидкость наблюдается более раннее прорастание кости в пористые поверхности.

Заключение

В ранних тестах на удаление (период заживления 6 нед.) для биомиметически инкубированных зубных имплантатов с пескоструйной обработкой отмечалось более быстрое восстановление по сравнению с имплантатами с механически обработанной поверхностью. Хотя была установлена всего лишь 13,4% разница в значениях крутящего момента удаления после 16-недельного периода заживления (вместо 32% после 6 нед. восстановления) между двумя группами имплантатов, которые может быть связано с задержкой остеоинтеграции в группе имплантатов с механически обработанной поверхностью.

Литература

1. Хабилов Н.Л., Мун Т.О., Усмонов Ф.К. Зубной имплантат // Агентство по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан: Офиц. бюл. – 2013. – №6 (146). – С. 66-67.
2. Хабилов Н.Л., Мун Т.О., Усмонов Ф.К. Новые методы определения биосовместимости новой конструкции зубного имплантата // *Stomatologiya-2015*: 11-я Узбекская международная выставка; Актуальные вопросы стоматологии: Конференция. – Ташкент, 2015.
3. Хабилов Н.Л., Усмонов Ф.К. Разработка биоактивного покрытия для отечественных дентальных имплантатов // Актуальные проблемы стоматологии: Материалы 1-й науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Ташкент, 2015.
4. Abraham CM. A brief historical perspective on dental implants, their surface coatings and treatments // *Open. Dent. J.* – 2014. – Vol. 8. – P. 50-55.
5. Albrektsson T., Wennerberg A. Oral implant surfaces: Part 1 - review focusing on topographic and chemical properties of different surfaces and *in vivo* responses to them // *Int. J. Prosthodont.* – 2004. – Vol. 17, №5. – P. 536-543.
6. Cordioli G., Majzoub Z., Piatelli A., Scarano A. Removal torque and histomorphometric investigation of 4 different titanium surfaces: An experimental study in the rabbit tibia // *Int. J. Oral. Maxillofac. Impl.* – 2000. – Vol. 15, №5. – P. 668-674.
7. Hohlt W.F. Ask us. How to remove an osseointegrated palatal implant // *Amer. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.* – 2004. – Vol. 126, №3. – P. 19A.
8. Khabilov N.L., Khudanov B.O., Usmonov F.K., Rashidov R.A. Experimental evaluation of

domestic dental implants with and without bioactive coatings // *Wld Health Care Prov. (USA)*. – 2016. – Vol. 7, №2. – P. 55-62.

9. Khabilov N.L., Mun T.O., Usmonov F.K. et al. The problem of creating a bioactive layer of the intraosseous dental implants in Uzbekistan // *Europ. Sci. Rev. (Austria)*. – 2016. – №3-4. – P. 247-251.

10. Kim H.W., Kim H.E., Salih V. Stimulation of osteoblast responses to biomimetic nanocomposites of gelatin-hydroxyapatite for tissue engineering scaffolds // *Biomaterials*. – 2005. – Vol. 26 (25). – P. 5221-5230.

11. Klokkevold P.R., Johnson P., Dadgostari S. et al. Early endosseous integration enhanced by dual acid etching of titanium: a torque removal study in the rabbit // *Clin. Oral Impl. Res.* – 2001. – Vol. 12, №4. – P. 350-357.

12. Kokubo T., Takadama H. How useful is SBF in predicting in vivo bone bioactivity? // *Biomaterials*. – 2006. – Vol. 27, №15. – P. 2907-2915.

13. Libberg J., Mattisson I., Hansson S., Ahlberg E. Characterisation of titanium dental implants I: Critical assessment of surface roughness parameters // *Open. Biomat. J.* – 2010. – Vol. 2. – P. 18-35.

14. Liu Y.L., de Groot K., Hunziker E. Biomimetic mineral coatings in dental and orthopaedic implantology // *Front. Mater Sci (China)*. – 2009. – Vol. 3. – P. 154-162.

15. Loty C., Sautier J.M., Boulekbache H. et al. In vitro bone formation on a bonelike apatite layer prepared by a biomimetic process on a bioactive glassceramic // *J. Biomed. Mater. Res.* – 2000. – Vol. 49, №4. – P. 423-434.

16. Massaro C., Rotolo P., de Riccardis F. et al. Comparative investigation of the surface properties of commercial titanium dental implants. Part I: chemical composition // *J. Mater. Sci. Mater. Med.* – 2002. – Vol. 13, №6. – P. 536-548.

17. Park J.Y., Davies J.E. Red blood cell and platelet interactions with titanium implant surfaces // *Clin. Oral Impl. Res.* – 2000. – Vol. 11, №6. – P. 530-539.

18. Vidigal G.M., Groisman M., de Sena L.A., de Soares G.A. Surface characterization of dental implants coated with hydroxyapatite by plasma spray and biomimetic process // *Implant. Dent.* – 2009. – Vol. 18, №4. – P. 353-361.

Цель: сравнительное изучение поверхностных характеристик и значения торк раскручивания дентального имплантата “Implant.uz”, подвергнутого пескоструйной обработке частицами Al_2O_3 размером 125 μm с последующим погружением в биомиметическую жидкость и механически обработанной поверхности этого же имплантата без погружения в данную жидкость. **Материал и методы:** в эксперименте на собаках изучены поверхностные характеристики дентального имплантата “Implant.uz”. **Результаты:** механически обработанные имплантаты продемонстрировали

49,5±10,3 cN·м значения крутящего момента удаления после 6-недельного периода заживления, но для погруженных в биомиметическую жидкость и подвергнутых пескоструйной обработке имплантатов тот же параметр был равен 72,7±15,98 cN·м. После 16-недельного периода восстановления эти значения увеличились соответственно до 77,5±15,16 и 89,7±11,83 cN·м. **Выводы:** для биомиметически инкубированных зубных имплантатов с пескоструйной обработкой наблюдалось более быстрое восстановление по сравнению с имплантатами с механически обработанной поверхностью.

Ключевые слова: дентальный имплантат “Implant.uz”, механическая обработка поверхности, пескоструйная обработка частицами Al_2O_3 .

Maqsad: 125 μm Al_2O_3 zarralari bilan qum puflanishiga duchor bo'lgan “Implant.uz” tish implantatsiyasining sirt xususiyatlarini va burilmagan momentini qiymatini taqqoslab o'rganish va biomimetik suyuqlikka botirish va shu implantatning mexanik ishlov berilgan yuzasi bu suyuqlikda. **Materiallar va usullar:** itlarga o'tkazilgan eksperimentda “Implant.uz” tish implantatsiyasining sirt xususiyatlari o'rganildi. **Natijalar:** mexanik ishlov berilgan implantlar 6 haftalik davolovchi davrdan so'ng 49,5±10,3 cN m o'chirish momentini ko'rsatdi, ammo suv ostida va puflangan implantatlar uchun xuddi shu parametrlar 72,7±15,98 cN m ni tashkil etdi. 16 haftalik tiklanish davridan keyin ushbu ko'rsatkichlar navbati bilan 77,5±15,16 va 89,7±11,83 cN m ga oshdi. **Xulosa:** biyomimetrik inkubatsiya qilingan qum bilan ishlangan tish implantlari uchun mexanik ishlov berilgan implantlarga nisbatan tezroq tiklanish kuzatildi.

Kalit so'zlar: “Implant.uz” tish implantatsiyasi, sirtini mexanik ishlov berish, Al_2O_3 zarralari bilan qum puflash.

Objective: Comparative study of the surface characteristics and the value of the untwisting torque of the dental implant “Implant.uz” subjected to sandblasting with 125 μm Al_2O_3 particles, followed by immersion in a biomimetic liquid and the mechanically treated surface of the same implant without immersion in this liquid. **Material and methods:** In an experiment on dogs, the surface characteristics of the dental implant “Implant.uz” were studied. **Results:** The mechanically treated implants showed 49.5±10.3 cN m removal torque values after a 6-week healing period, but for immersed in biomimetic fluid and sandblasted implants the same parameter was 72.7±15.98 cN m. After a 16-week recovery period, these values increased to 77.5±15.16 and 89.7±11.83 cN m, respectively. **Conclusions:** For biomimetically incubated sandblasted dental implants, faster recovery was observed compared to mechanically treated implants.

Key words: dental implant “Implant.uz”, mechanical surface treatment, sandblasting with Al_2O_3 particles.