

УДК 616.314.18 – 0024 – 089.843

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С МЕТАБОЛИЧЕСКИМИ ОСТЕОПАТИЯМИ НА ФОНЕ ГЕНЕРАЛИЗОВАННОГО ПАРОДОНТИТА

¹Леоненко П.В., ²Закриев В.И., ³Михальченко Д.В.

¹Национальная медицинская академия последипломного образования имени П.Л. Шупика, Киев;

²Лаборатория нанотехнологий аэрокосмического института

Национального авиационного университета, Киев;

³ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет»,

Волгоград, e-mail: S_tomatolog@rambler.ru

На этапе дентальной имплантации у пациентов с метаболическими остеопатиями зачастую игнорируются вопросы изменений архитектоники, микроструктуры, минеральной насыщенности и биологического потенциала костной ткани, что становится одной из причин неудач. Обозначена проблема структурных и биомеханических изменений костной ткани при метаболических остеопатиях на фоне генерализованного пародонтита, изменения в которой приводят к уменьшению площади контакта кости и дентального имплантата. Изучены различные этапы создания микроструктуры поверхности дентальных имплантатов путем применения авторских методик исследований. Введение дополнительных этапов двойного кислотного травления и ультразвуковой очистки поверхности дентальных имплантатов после бластинга корундом, в 7 группе образцов привело к отсутствию остатков корунда в зонах исследования, достоверному ($p < 0,05$) увеличению шероховатости ($Ra = 2,03 \pm 0,05$ мкм и $Rz = 6,41 \pm 0,25$ мкм) по сравнению с 4–5 группами образцов, а также к достоверному ($p < 0,05$) увеличению площади поверхности ($SA = 58988,3 \pm 323,2$ мкм²) и коэффициента ее увеличения ($R_{SA} = 1,97 \pm 0,03$).

Ключевые слова: микрошероховатость, микрорельеф поверхности дентальных имплантатов, бесконтактная интерференционная 3D-профилометрия, качество поверхности дентальных имплантатов, метаболические остеопатии, генерализованный пародонтит

IMPROVEMENT OF THE SURFACE OF DENTAL IMPLANTS FOR USE IN PATIENTS WITH METABOLIC OSTEOPATHY ON THE BACKGROUND OF GENERALIZED PERIODONTITIS

¹Leonenko P.V., ²Zakriev V.I., ³Mihalchenko D.V.

¹National Medical Academy of Postgraduate Education named after P.L. Shupyk, Kiev;

²Laboratory of Nanotechnology Aerospace Institute of the National Aviation University, Kyev;

³GBOU VPO «Volograd State Medical University», Volgograd, e-mail: S_tomatolog@rambler.ru

At the stage of dental implants in patients with metabolic Osteopaths are often ignored issues of architectonic changes, microstructure, mineral saturation and biological potential of bone tissue, which is one of the causes of failures. The problems of structural and biomechanical changes in bone metabolic osteopathy on the background of generalized periodontitis, changes which lead to a decrease in the contact area of bone and dental implant. Studied the various stages of creating the surface microstructure of dental implants through the use of copyright research techniques. Introduction of additional steps dual acid-etched surface cleaning and ultrasonic dental implant after blasting corundum, 7 sample group led to no residues corundum research areas, significantly ($p < 0,05$) increase in the roughness ($Ra = 2,03 \pm 0,05$ mm and $Rz = 6,41 \pm 0,25$ microns) compared with 4–5 groups of samples, and also a statistically significant ($p < 0,05$) increase in surface area ($SA = 58988,3 \pm 323,2$ um²) and its rate of increase ($R_{SA} = 1,97 \pm 0,03$).

Keywords: micro surface roughness of dental implants, non-contact 3D interference profilometry, the surface quality of dental implants, metabolic osteopathy, generalized periodontitis

На этапе дентальной имплантации у пациентов с метаболическими остеопатиями зачастую игнорируются вопросы изменений архитектоники, микроструктуры, минеральной насыщенности и биологического потенциала костной ткани (КТ), что становится одной из причин неудач [2, 10, 13]. Одним из направлений улучшения процесса интеграции дентальных имплантатов (ДИ) с КТ при метаболических остеопатиях является совершенствование макро- и микроструктуры внешней поверхности его внутрикостной части. Оптимальная обработка наружной поверхности с целью улучшения

микротекстуры поверхности и дизайна самого ДИ может существенно повлиять на успех имплантации у пациентов [4, 6, 7, 8]. Из данных литературы известно, что стабильность ДИ возможно повысить за счет увеличения поверхности контакта между ДИ и КТ. Что достигается макрогеометрическими параметрам тела ДИ (для III–IV типов КТ по Мишу являются лучшими спиральные имплантаты), а также микроструктурированием внешней поверхности ДИ с помощью химической, механической обработки или плазменного напыления [3, 4, 9]. Исследования показали, что ДИ

с шероховатой поверхностью имеют более высокие показатели стабильности при тесте на выкручивание в сравнении с ДИ с гладкими поверхностями [3]. Кроме этого, при гистологических исследованиях не выявлено сплошного соединения по всей длине и площади поверхности ДИ с КТ. При исследовании ДИ, расположенных на нижней челюсти, на разрезе обнаружено 80,7% поверхности, соединенной с КТ, а на верхней челюсти – 67,2% [3, 11]. Желание улучшить показатель площади контакта поверхности ДИ и КТ привело к разработке покрытия, которое обладает остеоиндуктивными свойствами [3, 4]. Но при этом нужно отметить, что стабильность соединения титана и покрытия с остеоиндуктивными свойствами слабая, и при вводе в КТ частично она теряется, поскольку напыление в результате истирания и резорбции меняется, что соответственно влияет на структуру окружающей КТ [12]. Таким образом, точное определение взаимосвязи между понятиями «доза» (площадь микропокрытия поверхности имплантатов) – «действие» (ответная реакция костной ткани) – у пациентов с нарушениями плотности КТ на сегодняшний день отсутствует [3]. Поэтому дальнейшее изучение совершенствования методов структурирования и очистки поверхности ДИ без применения дорогостоящих методов напыления на сегодняшний день остается актуальной задачей [3].

Кроме этого, существует проблема оценки качества поверхности ДИ. После механической обработки деталей режущий инструмент оставляет на обработанной поверхности неровности в виде выступов и впадин. Высота и форма, а также характер расположения и направление неровностей зависят от режима обработки, условий охлаждения и смазки, зернистости инструмента, материала заготовки, жесткости технологической системы. Термины и определения, относящиеся к шероховатости поверхности, применяющиеся в науке, технике и производстве установлены межгосударственным стандартом ГОСТ 25142–82. Наиболее часто применяют оценку шероховатости поверхности по параметрам Ra и Rz (ГОСТ 2413–94 и в ГОСТ 2789–73, ГОСТ 25142–82 и ISO 25178) [1, 5]. Но в вышеупомянутых ГОСТ оценка шероховатости происходит в большинстве случаев как явления нежелательного и контролируемого с целью повышения качества финальной обработки готовых к использованию деталей. Относительно качественной и количественной оценки поверхности ДИ нет никаких указаний. В большинстве случаев для оценки шероховатости поверх-

ности ДИ в научных исследованиях в стоматологии применяют обычные инженерные измерения и понятия. Результаты ряда экспериментов, в которых оценивались ДИ с различной топографией поверхности, показали, что улучшение остеоинтергации наблюдалось в тех случаях, когда создавались поверхности с Sa 1,5 мкм/Ra 1,2 мкм [3, 4, 6].

Цель исследования – оценить микрорельеф поверхности дентальных имплантатов на различных технологических этапах его создания на предмет увеличения площади контакта с КТ для применения пациентам с метаболическими остеопатиями путем усовершенствования параметров оценки поверхности дентальных имплантатов модифицированным бесконтактным 3D-профилометром.

Материалы и методы исследования

Для достижения цели исследования нами предложено проводить оценку возможной площади контакта поверхности ДИ с КТ путем измерения полной площади зоны исследования поверхности ДИ с учетом его микрорельефа с помощью бесконтактного 3D профилометра «Микрон-альфа» и усовершенствованного нами программного обеспечения. Для проведения эксперимента подготовили 8 групп образцов ДИ (по восемь однотипных образцов в каждой гр.) для исследований их поверхности в 3 зонах (шейка, тело, апекс) на разных технологических этапах создания микрорельефа путем бластинга корундом и кислотного травления (таблица). В 1 гр. были титановые пруты до фрезерования из них дентальных имплантатов; во 2 гр. были имплантаты сразу после фрезерования в CAD/CAM станках; в 3 гр. были имплантаты, которые после фрезерования в CAD/CAM станках помещены в ультразвуковую (УЗ) мойку; в 4 гр. были фрезерованные имплантаты после первого этапа создания микрорельефа путем бластинга их поверхности корундом; в 5 гр. были фрезерованные имплантаты после создания микрорельефа путем кислотного травления их поверхности; в 6 гр. были фрезерованные имплантаты после этапа создания микрорельефа путем бластинга их поверхности корундом с последующим I и II этапами кислотного травления; в 7 гр. были фрезерованные имплантаты после первого этапа создания микрорельефа путем бластинга их поверхности корундом с последующим I и II этапами кислотного травления и УЗ-мойки; в 8 гр. были фрезерованные имплантаты после всего цикла создания микрорельефа поверхности и гамма стерилизации.

С целью изучения роли каждого из технологических этапов создания микрорельефа поверхности ДИ с использованием бластинга корундом и кислотного травления, с помощью усовершенствованного бесконтактного 3D-профилометра «Микрон-альфа» мы исследовали 192 зоны на поверхности ДИ в области шейки, тела и апекса ДИ (площадь проекции каждой из зон $S = 29968,7 \text{ мкм}^2$) на разных этапах производственного процесса.

Основываясь на данных оптических измерений и программных расчетов площади зоны исследования поверхности ДИ предложено ввести коэффициент увеличения площади поверхности (R_{SA}) имплантата (вследствие нанесения микрорельефа), который рассчитывался по формуле $R_{SA} = SA/S$. Исходя из

формулы расчета коэффициент R_{SA} , это соотношение площади поля проекции измерений прибора (S) к реально измеренной полной площади микрорельефа ДИ (SA) в поле измерения. Коэффициент R_{SA} для клиницистов является объективным критерием того, во сколько раз была увеличена реальная площадь ДИ путем нанесения микрорельефа на его отфрезерованную поверхность. Чем выше этот параметр, тем больше предполагаемая площадь контакта ДИ с костной тканью у пациентов. Особенное клиническое значение параметр R_{SA} приобретает у пациентов с недостатками качества и количества КТ вследствие метаболических остеопатий, например, остеопении или остеопороза. При дооперационном выборе системы ДИ для имплантации у этих пациентов при равных параметрах макрогеометрии предпочтение будет отдаваться тем ДИ, у которых R_{SA} выше, соответственно вероятность остеоинтеграции таких ДИ тоже выше. Для контроля предложенного коэффициента R_{SA} мы изучали также общепринятые

по данным литературы (ГОСТ) параметры шероховатости по показателям Ra и Rz [1, 5].

Статистическую обработку полученных результатов проводили на персональном компьютере, используя программное обеспечение Microsoft Excel и Statistica. При сравнении показателей шероховатости поверхностей ДИ разницу между ними считали достоверной при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

С целью изучения роли каждого из технологических этапов создания микрорельефа поверхности ДИ с использованием бластинга корундом и кислотного травления мы исследовали 192 зоны поверхности ДИ (площадь проекции каждой $S = 29968,7 \text{ мкм}^2$). Все полученные в исследованиях данные сведены в таблицу.

Результаты анализа микрорельефа исследованных зон поверхностей дентальных имплантатов на этапах его создания

Группа образцов и этап создания микрорельефа ДИ	SA, мкм^2	R_{SA}	Ra, мкм	Rz, мкм
1 гр., титановый прут до фрезерования, ($n = 8$)	$36580,2 \pm 60,71$	$1,23 \pm 0,001$	$0,61 \pm 0,04$	$1,75 \pm 0,03$
2 гр., фрезерованный имплантат, ($n = 8$)	$32217,3 \pm 725,61$	$1,08 \pm 0,03$	$0,18 \pm 0,07$	$1,03 \pm 0,23$
3 гр., фрезерованный имплантат после УЗ мойки, ($n = 8$)	$31397,5 \pm 277,9$	$1,07 \pm 0,007$	$0,18 \pm 0,04$	$0,95 \pm 0,08$
4 гр., фрезерованный имплантат после бластинга поверхности, ($n = 8$)	$55070,5 \pm 1418,4$	$1,65 \pm 0,16$	$1,47 \pm 0,002$	$5,58 \pm 0,36$
5 гр., фрезерованный имплантат после кислотного травления поверхности, ($n = 8$)	$44913,2 \pm 1238,5$	$1,58 \pm 0,05$	$1,28 \pm 0,07$	$4,61 \pm 0,38$
6 гр., фрезерованный имплантат после бластинга, I и II этапов кислотного травления, ($n = 8$)	$58006,8 \pm 423,2$	$1,91 \pm 0,27$	$1,79 \pm 0,32$	$6,23 \pm 0,95$
7 гр., фрезерованный имплантат после всего цикла обработки и УЗ-мойки, ($n = 8$)	$58988,3 \pm 323,2$	$1,97 \pm 0,03$	$2,03 \pm 0,05$	$6,41 \pm 0,25$
8 гр., фрезерованный имплантат после всего цикла обработки и гамма-стерилизации, ($n = 8$)	$58979,4 \pm 305,04$	$1,96 \pm 0,05$	$2,02 \pm 0,04$	$6,40 \pm 0,22$

Пр и м е ч а н и е . Различия между показателями считали достоверными при $p < 0,05$.

Установлено, что максимальные значения шероховатости поверхности ДИ по параметрам SA, R_{SA} , Ra, Rz дает этап бластинга корундом. После этого этапа коэффициент увеличения площади поверхности ДИ R_{SA} был в пределах $1,65 \pm 0,16$, что существенно больше ($p < 0,05$), чем R_{SA} после кислотного травления $1,58 \pm 0,05$. Недостатком 4 гр. образцов после этапа создания микрорельефа поверхности было

наличие посторонних включений на поверхности ДИ, которые оставались после бластинга. Недостатком 5 гр. образцов после создания микрорельефа поверхности кислотным травлением был низкий коэффициент R_{SA} , малая площадь исследованных зон $SA = 44913,2 \pm 1238,5 \text{ мкм}^2$, подтвержденные малыми параметрами шероховатости Ra = $1,28 \pm 0,07 \text{ мкм}$ и Rz = $4,61 \pm 0,38 \text{ мкм}$.

В 6 гр. образцов, в которой сочетали поэтапное создание микрорельефа бластингом с последующим кислотным травлением, установили существенное уменьшение остатков корунда на поверхности ДИ, и за счет этого – увеличения площади зоны исследования поверхности. Ввиду этого проведена дополнительная обработка поверхности ДИ кислотой, с последующей УЗ-мойкой поверхности ДИ. Результатом было полное отсутствие в исследованных зонах образцов 7 гр. остатков корунда, увеличение глубины рельефа шероховатости по сравнению с предыдущими этапами создания микрорельефа (4–5 гр.), а также увеличение площади поверхности $SA = 58988,3 \pm 323,2$ мкм² за счет микрошероховатости и полного отсутствия корунда в углублениях микрорельефа.

Выводы

Бесконтактная интерференционная 3D-профилометрия позволяет качественно и количественно оценить поверхность ДИ по общепринятым параметрам Ra, Rz. При использовании предложенного программного обеспечения и новых параметров оценки микрорельефа поверхности ДИ врачам предоставляется объективный параметр оценки их качества в виде полной площади поверхности микрорельефа зоны исследования – SA и коэффициента увеличения площади R_{SA} исследованной области ДИ.

По результатам исследования установлено в 5 гр. образцов, микрорельеф поверхностей ДИ, полученных кислотным травлением, характеризуется низким коэффициентом R_{SA} ($1,58 \pm 0,05$), а также малой площадью в зоне исследования $SA = 44913,2 \pm 1238,5$ мкм², что достоверно ниже ($p < 0,05$) параметров SA и R_{SA} в 4, 6–8 группах исследованных образцов.

Введение дополнительных этапов двойного кислотного травления и УЗ очистки поверхности ДИ после бластинга корундом, в 7 гр. образцов привело к отсутствию остатков корунда в зонах исследования, достоверному ($p < 0,05$) увеличению шероховатости ($Ra = 2,03 \pm 0,05$ мкм и $Rz = 6,41 \pm 0,25$ мкм) по сравнению с 4–5 гр. образцов, а также, к достоверному ($p < 0,05$) увеличению площади поверхности ($SA = 58988,3 \pm 323,2$ мкм²) и коэффициента ее увеличения ($R_{SA} = 1,97 \pm 0,03$). Базируясь на полученных результатах исследований в 7 гр. образцов ДИ, пациентам с метаболическими остеопатиями рекомендованы к применению ДИ, микрорельеф которых получен поэтапно в результате бластинга корундом, двух этапов кислотного травления и промежуточных этапов ее очистки.

Перспективы дальнейших исследований. Исходя из вышеприведенного будет проведен анализ поверхности ДИ на предмет возможности создания различного уровня шероховатости поверхности дентальных имплантатов в области шейки и тела в условиях производства.

Список литературы

1. Закиев И.М. Применение бесконтактного 3D профилометра «Micron-beta» для точного определения износа. // Проблемы трения и износа. – 2010. – № 52. – С. 192–198.
2. Зуаби О. Рентгенологические изменения вокруг имплантатов, которые были немедленно восстановлены реставрациями, у пациентов с заболеваниями пародонта / О. Зуаби, Дж. Горвиц, М. Пелед, Е. Махтей // Имплантология. Пародонтология. Остеология. – 2010. – № 2 (18). – С. 37–39.
3. Кулаков О.Б. Оценка поверхности дентальных имплантатов при помощи конфокального лазерного сканирующего микроскопа (CLSM) / О.Б. Кулаков, В.В. Матюнин // Институт Стоматологии. – 2003. – № 3 (20). – С. 23–25.
4. Мушеев И.У. Практическая дентальная имплантология: [руководство] / И.У. Мушеев, В.Н. Олесова, О.З. Фромович. – 2-е изд., доп. – М.: Локус Стэнди, 2008. – 498 с.
5. Суслов А.Г., Корсакова И.М. Назначение, обозначение и контроль параметров шероховатости поверхностей деталей машин / А.Г. Суслов, И.М. Корсакова. – М.: МГИУ, 2010. – 111 с.
6. Cooper L.F. Роль топографии поверхности в регенерации и сохранении кости при установке титановых эндооссальных зубных имплантатов // Новое в стоматологии. – 2002 (108). – № 8. – С. 83–92.
7. Esposito M. Immunohistochemistry of soft tissue surrounding late failures of Branemark implants / M. Esposito [et al.] // Clin Oral Implants Res. – 1997. – № 8. – P. 352–366.
8. Esposito M. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. / M. Esposito, J.M. Hirsch, U. Lekholm, P. Thomsen // Etiopathogenesis. Eur J Oral Sci. – 1998. – № 106. – P. 721–764.
9. Konig-Junior B. A study of different calcification areas in newly formed bone 8 weeks after insertion of dental implants in rabbit tibias. / B. Konig-Junior [et al.] // Manat. Anz. – 1998. – № 180. – P. 471–475.
10. Lindle J., Lang N., Karring T. Clinical Periodontology and Implant Dentistry. Fifth edition, Blackwell Munksgaard. – 2008. – Vol. 1. – P. 371.
11. Piatelli A. Bone reactions to early occlusal loading of two stage titanium plasma-sprayed implants: a pilot study in monkeys / A. Piatelli [et al.] // Int. J. Periodontics Restorative Dent. – 1997. – № 17. – P. 162–169.
12. Piatelli A. Histological and histochemical analyses of acid and alkaline phosphatase around hydroxyapatite-coated implants: a time course study in rabbit / A. Piatelli [et al.] // Biomaterials. – 1997. – № 18. – P. 1191–1194.
13. Rocuzzo M. Ten-year results of a three arms prospective cohort study on implants in periodontally compromised patients. Part I: implant loss and radiographic bone loss / M. Rocuzzo, N. De Angelis, L. Bonino, M. Aglietta // Clin. Oral Impl. Res. – 2010. – № 21. – P. 490–496.

References

1. Zakiev I.M. The use of non-contact 3D profiler «Micron-beta» to accurately determine the wear and tear // Problems of friction and wear. 2010. no.52. pp. 192–198.
2. Zuabi O. Radiographic changes around the implants, which were immediately repaired restorations in patients with periodontal diseases / O. Zuabi, J. Horwitz, M. Peled, E. Macht // Implantology. Periodontics. Osteology. 2010. no. 2 (18). pp. 37–39.

3. Fists O.B. Score the surface of the dental implant with a confocal laser scanning microscope (CLSM) / ОВ Кулак, ВВ Матyunин // Institute of Dentistry . 2003. no. 3 (20). pp. 23–25.
4. Mush I.U. Practical Dental Implantology: [guide] / I.U. Mush, V.N. Olesova, O.Z. Fromovich. 2nd ed., Ext. M.: Locus Standi, 2008. 498 p.
5. Suslov A., Korsakov I.M. Assigning, marking and control of surface roughness of machine parts / A.G. Suslov IM Korsakov. M.: MGIU, 2010. 111.
6. Cooper L.F. The role of surface topography in the recovery and preservation of the bones when installing endosseous titanium dental implants // New dental number 8, 2002 (108). pp. 83–92.
7. Esposito M. Immunohistochemistry of soft tissue surrounding late failures of Branemark implants / M. Esposito [et al.] // Clin Oral Implants Res. 1997. no. 8. pp. 352–366.
8. Esposito M. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants / M. Esposito, J.M. Hirsch, U. Lekholm, P. Thomsen // Etiopathogenesis. Eur J Oral Sci. 1998. no. 106. pp.721 764 .
9. Konig-Junior B. A study of different calcification areas in newly formed bone 8 weeks after insertion of dental implants in rabbit tibias. / B. Konig-Junior [et al.] // Manat. Anz. 1998. no. 180. pp. 471–475.
10. Lindle J., Lang N., Karring T. Clinical Periodontology and Implant Dentistry. Fifth edition, Blackwell Munksgaard. 2008 . Vol. 1. pp. 371.
11. Piatelli A. Bone reactions to early occlusal loading of two stage titanium plasma-spayed implants: a pilot study in monkeys / A. Piatelli [et al.] // Int. J. Periodontics Restorative Dent. 1997. no. 17. pp. 162–169.
12. Piatelli A. Histological and histochemical analyses of acid and alkaline phosphatase around hydroxyapatite-coated implants: a time course study in rabbit / A. Piatelli [et al.] // Biomaterials 1997. no. 18. pp. 1191–1194.
13. Rocuzzo M. Ten-year results of a three arms prospective cohort study on implants in periodontally compromised patients. Part 1: implant loss and radiographic bone loss / M. Rocuzzo, N. De Angelis, L. Bonino, M. Aglietta // Clin. Oral Impl. Res. 2010. no. 21. pp. 490–496.

Рецензенты:

Фирсова И.В., д.м.н., профессор, зав. кафедрой терапевтической стоматологии ВолгГМУ, Стоматологическая поликлиника ВолгГМУ, г. Волгоград;

Данилина Т.Ф., д.м.н., профессор кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний, Стоматологическая поликлиника ВолгГМУ, г. Волгоград.

Работа поступила в редакцию 05.12.2013.