

Результаты применения дентальных имплантатов ИРИС с поверхностью, модифицированной методом плазменного электролитического оксидирования

А.И. Мурзабеков^{1,2}, А.А. Мураев¹, Р.Ф. Мухаметшин¹, Э.В. Ким¹, С.Ю. Иванов^{1,3}, В.А. Клименков¹

¹ ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Российская Федерация

² ФГБУ Центральная клиническая больница с поликлиникой Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

³ ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова (Сеченовский Университет), г. Москва, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Модификации поверхности дентальных имплантатов для обеспечения оптимальных условий остеоинтеграции остаётся актуальной задачей в современной дентальной имплантологии. Ряд публикаций демонстрируют, что поверхность дентальных имплантатов, модифицированных плазменным электролитическим оксидированием (ПЭО), обладают комбинацией нескольких важных признаков, способствующих остеоинтеграции: оптимальную микрошероховатость в пределах 1-7 мкм, высокую химическую чистоту и механическую прочность [8,20].

Цель исследования. Оценить клиническую эффективность имплантатов ИРИС с новой поверхностью, модифицированной методом ПЭО (далее ИРИС ПЭО).

Материалы и методы. На базе медицинского центра РУДН им. Патриса Лумумбы и центра оказания медицинской помощи при стоматологических заболеваниях, ФГБУ «ЦКБ с поликлиникой» Управления делами Президента Российской Федерации проведено обследование и лечение 60 пациентов в возрасте от 27 до 52 лет с частичной потерей зубов. Пациентам было установлено по 1 имплантату ИРИС-ПЭО на верхней или нижней челюсти. Все имплантаты устанавливали с усилием от 35 до 50 Н/см², с формирователями десны. Протезирование проводили через 2 месяца на нижней челюсти и через 4 месяца на верхней челюсти. Перед получением оттисков измеряли стабильность имплантатов с использованием аппарата (Penguin RFA (Integration Diagnostic Sweden AB, Швеция). Через год после протезирования оценивали пришеечную резорбцию имплантатов.

Результаты. В результате проведенного лечения все ортопедические конструкции отвечали функциональным и эстетическим требованиям, показатели стабильности имплантатов в единицах ISQ на верхней челюсти составили в среднем 75±3,4, на нижней челюсти 79±2,4. Резорбция костной ткани в пришеечной области имплантатов через 1 год после окончания лечения не отмечалась. Пилотное клиническое исследование имплантатов ИРИС-ПЭО позволило оптимизировать сроки реабилитации и получить высокий функциональный и эстетический результат при лечении пациентов с потерей зубов.

Выводы. Пилотное клиническое внедрение имплантатов системы ИРИС с поверхностью, модифицированной плазменным электролитическим оксидированием, продемонстрировало возможность открытого ведения установленных имплантатов с формирователем десны, проводить протезирование через 2 месяца на нижней челюсти и 4 месяца на верхней челюсти. Пришеечной резорбции через год после протезирования не наблюдалось.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дентальные имплантаты, остеоинтеграция, плазменное электролитическое оксидирование, пришеечная резорбция.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Results of application of the IRIS dental implants with the surface modified by the method of plasma electrolytic oxidation

A.I. Murzabekov^{1,2}, A.A. Muraev¹, R.F. Mukhametshin¹, E.V. Kim¹, S.Yu. Ivanov^{1,3}, V.A. Klimenkov¹

¹ Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

² Central Clinical Hospital of the Administrative directorate of the President of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

³ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

SUMMARY

Surface modifications of dental implants to provide optimal conditions for osseointegration remains an urgent task in modern dental implantology. A few publications demonstrate that the surface of the dental implants modified by plasma electrolytic oxidation (PEO) possess a combination of several important features that promote osseointegration: optimal micro roughness within 1-7 microns, high chemical purity, and mechanical strength [8,20].

The aim. To evaluate the clinical efficacy of IRIS implants with a new surface modified by the PEO method (hereinafter referred to as IRIS PEO).

Materials and methods. Based on the Patrice Lumumba RUDN Medical Center and the Center of Medical Care for Dental Diseases, FGBU «Central Clinical Hospital with Polyclinic» of the Presidential Affairs Department of the Russian Federation, 60 patients aged 27 to 52 years with partial tooth loss were examined and treated. The patients received 1 IRIS-PEO implant each on the upper or lower jaw. All implants were placed with the force from 35 to 50 N/cm², with gingiva shapers. Prosthetics were performed after 2 months on the lower jaw and after 4 months on the upper jaw. Before taking impressions, the stability of implants was measured using the Penguin RFA (Integration Diagnostic Sweden AB, Sweden). One year after prosthetics, the neck resorption of the implants was evaluated.

Results. Because of the treatment, all prosthetic constructions met the functional and aesthetic requirements. The stability indices of implants in ISQ units on the upper jaw averaged 75±3.4, on the lower jaw 79±2.4. Bone resorption in the implants' neck area 1 year after the end of the treat-

ment was not observed. The pilot clinical study of the IRIS-PEO implants allowed to optimize the terms of rehabilitation and to obtain high functional and esthetic result in the treatment of patients with tooth loss.

Conclusions. Pilot clinical implementation of the implants of the IRIS system with the surface modified by plasma electrolytic oxidation demonstrated the possibility of open management of the implants with the gingiva shaper, to carry out prosthetics in 2 months on the lower jaw and 4 months on the upper jaw. No neck resorption was observed one year after prosthetics.

KEYWORDS: dental implants, osteointegration, plasma electrolytic oxidation, neck resorption.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Введение

Медицинские сплавы титана (Grade IV, Grade V, BT1-0, BT6с) благодаря своим превосходным механическим свойствам и биосовместимости широко используются для изготовления дентальных имплантатов. Несмотря на то, что уровень успеха дентальной имплантации приближается к 100%, по данным разных авторов на основе использования различных систем приводятся случаи отсутствия остеоинтеграции или её потери со временем. Нарушение остеоинтеграции в силу различных причин на уровне имплантат-кость приводит к дезинтеграции дентального имплантата и его потере [11, 24].

Для предотвращения дезинтеграции дентальных имплантатов продолжают исследования связанные с модификацией поверхности биологически активными элементами, такими как стронций, кремний, серебро, магний, фтор и т. д. Сообщается, что стронций оказывает благотворное воздействие на раннем этапе костеобразовании и уменьшении резорбции кости путем ингибирования пролиферации и дифференцировки остеокластов [10]. Кремний играет решающую роль в процессе кальцификации кости, способствуя активности остеобластов и образования костного коллагена [23]. В некоторых экспериментах серебро, как неспецифический биоцидный агент, способен уменьшать потерю костной массы при периимплантите [6]. Магний обладает хорошей биосовместимостью и биоразлагаемостью, а также по механическим свойствам ближе к натуральной кости чем другие металлы, но его высокая скорость коррозии *in vitro* или *in vivo* приводит к дезинтеграции и меньшей службе дентальных имплантатов [19]. Было доказано, что фториды в пределах безопасного уровня способствуют белковой трансформации клеток и превращают фибробласты в остеобласты, а также усиливают функцию остеобластов и отложение солей кальция [5]. Цинк – важнейший микроэлемент, широко присутствующий в костной ткани. Он может ингибировать рост бактерий, но и улучшать активность остеобластов, ингибировать дифференцировку остеокластов и способствовать экспрессии генов остеобластов и формированию кости [7, 21, 15]. В одном эксперименте *in vivo* было предположено, что цинк может регулировать минерализацию остеобластов, контролируя его транспортировку с участием белков [28]. Несколько экспериментов подтвердили, что имплантаты с поверхностью из гидроксиапатита $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ и цинк-высвобождающим кальций-фосфатным покрытием, изготовленные различными методами, оказывают стимулирующее влияние на костеобразование вокруг дентальных имплантатов [16, 17, 13, 12].

Метод плазменного электролитного окисления (ПЭО) обеспечивает условия для включения микроэлементов на поверхность имплантата [22]. На улучшение остеоинтеграции дентальных имплантатов влияет ряд контролируемых параметров, таких как напряжение, время и электролиты, которые могут изменить морфологию, кристаллическую структуру, толщину и pH полученного покрытия [4]. Шероховатая и пористая структура поверхности ПЭО-покрытий может эффективно увеличить адгезионный интерфейс имплантат-кость. Кроме того, в процессе ПЭО на поверхности имплантата образуется слой на основе фосфата кальция, такой как ГК, который потенциально может увеличить отложение кальция; индуцировать костеобразование; и улучшить химические, физические и электрохимические характеристики, не вызывая каких-либо местных или системных нежелательных побочных эффектов [29].

Целью настоящего исследования было оценить результаты лечения пациентов с использованием отечественной системы дентальных имплантатов ИРИС с новой поверхностью ПЭО, сформированной методом плазменного электролитического окисления.

Материалы и методы

На базе кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии РУДН им. Патриса Лумумбы, а также на базе центра оказания медицинской помощи при стоматологических заболеваниях, ФГБУ «ЦКБ с поликлиникой» Управления делами Президента Российской Федерации проведено лечение 60 пациентов с диагнозом частичная потеря зубов (по 30 пациентов в каждом учреждении). Среди пациентов, которым проводилось лечение было 30 мужчин и 30 женщин (в возрасте от 27 до 57 лет). В исследование были включены только практически здоровые лица без сопутствующих заболеваний. У всех имелся одиночный включенный дефект зубного ряда; объем костной ткани для установки запланированных имплантатов был достаточным. При планировании имплантации для оценки объема доступной костной ткани всем пациентам проводили конусно-лучевую компьютерную томографию [30].

Всем пациентам проводили лечение с использованием дентальных имплантатов системы ИРИС «ЛИКО-М» с покрытием ПЭО. Перед операцией однократно назначали Амоксиклав 875 мг *per os* за 40 мин до операции. Проводили двухэтапную методику имплантации. Все имплантаты устанавливали на 0.5–1 мм ниже края альвеолярного гребня с усилием от 35 до 50 Н/см², имплантат закрывали формирователем десны.

После операции назначали обезболивающие препараты «по необходимости» и антисептические ротовые ванночки водным раствором хлоргексидина 0,05%.

Протезирование на нижней челюсти проводилось через 2 месяца на верхней челюсти через 4 месяца.

Оценка стабильности имплантатов

Перед получением оттисков измеряли стабильность имплантатов с использованием аппарата (PenguinRFA (Integration Diagnostic Sweden AB, Швеция). Стабильность оценивается по коэффициенту ISQ (от англ. (Implant Stability Quotient – коэффициент стабильности имплантата). ISQ был введен в 2001 году и основан на линейном пересчете резонансных частот (RF) в герцах (Гц), полученных при измерениях зубных имплантатов с помощью датчиков первого поколения с проводной связью [25].

Через год после протезирования оценивали пришеечную резорбцию имплантатов по внутри ротовым рентгеновским снимкам.

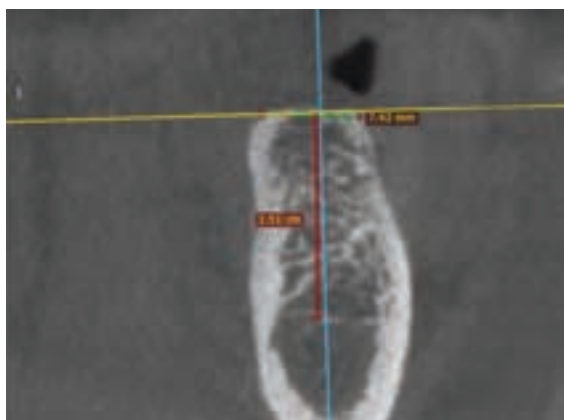


Рисунок 1. Реформат КАКТ. Трансверсальный срез на уровне отсутствующего зуба 4.6

Результаты

При осмотре пациентов на следующий день после проведенной операции большинство пациентов жаловались на незначительную боль в зоне вмешательства. Состояние всех исследуемых было удовлетворительным. К 7 дню прослеживалась положительная динамика, десна вокруг формирователей десны становилась бледно-розовой. Перкуссия по формирователю десны безболезненная. Швы снимали на 7-е сутки после операции.

После периода заживления, который составлял 2 месяца для имплантатов на нижней челюсти и 4 месяца на верхней челюсти показатели стабильности имплантатов в единицах ISQ на верхней челюсти $75 \pm 3,4$, на нижней челюсти $79 \pm 2,4$.

Резорбция костной ткани в пришеечной области имплантатов через 1 год после окончания лечения не отмечалась.

Результаты лечения продемонстрированы на следующем клиническом примере (рис. 1–7).



Рисунок 2. Вид в полости рта. Отсутствует зуб 4.6



Рисунок 3. Окклюзионный вид альвеолярной части НЧ в области отсутствующего зуба 4.6



Рисунок 4. Этап операции. Сформировано ложе имплантата 4.6



Рисунок 5. Установлен имплантат ИРИС ПЗО в проекции 4.6



Рисунок 6. Установлен формирователь десны, рана ушита



Рисунок 7. Вид в полости рта через 2 месяца после имплантации 4.6



Рисунок 8. Вид в полости рта через 2 месяца после имплантации 4.6



Рисунок 9. Боковой вид коронки на имплантате 4.6

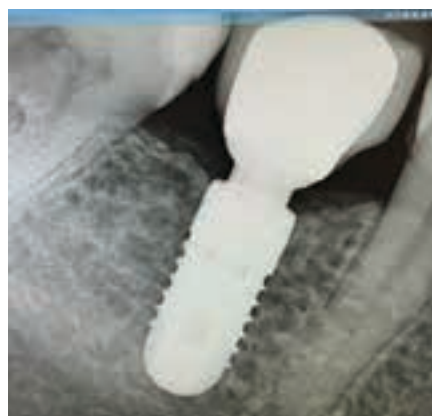


Рисунок 10. Внутривитовой рентгеновский снимок имплантата 3.6 через год после протезирования

Обсуждение

После установки дентального имплантата, в кости происходит каскад молекулярных и клеточных процессов, включающих образование кровяного сгустка, с последующим ангиогенезом, миграцией остеопрогениторных клеток, образование грубоволокнистой костной ткани на поверхности имплантата, ремоделирование вновь образованной кости и ранее существовавшей кости вокруг имплантата – все это в итоге приводит к остеоинтеграции и вторичной стабильности имплантата.

Общепризнанными сроками остеоинтеграции являются 3 месяца на нижней челюсти и 6 месяцев на верхней челюсти. Указанные сроки относятся к имплантатам

с традиционными видами поверхности – пескоструйной обработке и кислотному травлению [3]. Тем не менее, имеются научно доказанные данные, что имплантаты с «биоактивными» поверхностями имеют уменьшенные сроки остеоинтеграции [18, 14].

Изменения топографии структуры поверхности дентального имплантата, химического состава, поверхностного заряда, смачиваемости и достижение повышенной шероховатости оказывает важное влияние на остеоинтеграцию [27]. Конечная цель модификации поверхности имплантата заключается в создании остеоиндуктивной поверхности, то есть поверхности, которая привлекает костеобразующие клетки [9]. Модификация химического

состава поверхности ДИ, способствующая обширному гидроксигированию/гидратации окисного слоя, способствует ее взаимодействию с белками [1]. Гидрофильные поверхности титана способствуют ускорению и эффективности остеоинтеграции *in vivo* [2] посредством адсорбции белков, влияющих на первоначальную регуляцию клеточной адгезии. Наконец, стабилизация сгустка и ранняя васкуляризация, на которую может влиять поверхность дентальных имплантатов, также может играть важную роль. роль на ранних стадиях заживления раны [26].

Система российских имплантатов ИРИС представлена различными видами дентальных имплантатов, функционально ориентированных в зависимости от клинической ситуации и назначения. Имплантаты изготовлены из сплава Grade IV и обработаны методом двойного кислотного травления и очисткой аргоновой плазмой.

В настоящем пилотном клиническом исследовании имплантатов ИРИС с новой поверхностью ПЭО продемонстрировали, что через 2 месяца на нижней челюсти и 4 месяца на верхней челюсти имплантаты достигают остеоинтеграции и высокой стабильности, достаточной для начала протезирования. Полученный результат позволяет оптимизировать сроки реабилитации и достичь высокий функциональный и эстетический результат при лечении пациентов с потерей зубов.

Вывод

Пилотное клиническое внедрение имплантатов системы ИРИС с поверхностью, модифицированной плазменным электролитическим окислением, продемонстрировало возможность открытого ведения установленных имплантатов с формирователями десны, проводить протезирование через 2 месяца на нижней челюсти и 4 месяца на верхней челюсти. Пришеечной резорбции через год после протезирования не наблюдалось.

Список литературы / References

- Bornstein MM, Hart CN, Halbritter SA, Morton D, Buser D. Early loading of non-submerged titanium implants with a chemically modified sand-blasted and acid-etched surface: 6-month results of a prospective case series study in the posterior mandible focusing on peri-implant crestal bone changes and implant stability quotient (ISQ) values. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2009 Dec;11(4):338-47. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2009.00148.x>.
- Buser D, Brogini N, Wieland M, Schenk RK, Denzer AJ, Cochran DL et al. Enhanced bone apposition to a chemically modified SLA titanium surface. *J Dent Res*. 2004 Jul;83(7):529-33. <https://doi.org/10.1177/154405910408300704>.
- Carmo Filho LCD, Marcello-Machado RM, Castilhos ED, Del Bel Cury AA, Faot F. Can implant surfaces affect implant stability during osseointegration? A randomized clinical trial. *Braz Oral Res*. 2018 Oct 25;32:e110. <https://doi.org/10.1590/1807-3107/bor-2018.vol32.0110>.
- Catania Bortolan C, Paternoster C, Turgeon S, Paoletti C, Cabibbo M, Lecis N, Mantovani D. Plasma-immersion ion implantation surface oxidation on a cobalt-chromium alloy for biomedical applications. *Biointerphases*. 2020 Jul 20;15(4):041004. <https://doi.org/10.1116/6.0000278>.
- Ciosek Z, Kot K, Kosik-Bogacka D, Łanocha-Arendarczyk N, Rotter I. The Effects of Calcium, Magnesium, Phosphorus, Fluoride, and Lead on Bone Tissue. *Biomolecules*. 2021 Mar 28;11(4):506. <https://doi.org/10.3390/biom11040506>.
- Dhingra K, Dinda AK, Kottarath SK, Chaudhari PK, Verma F. Mucoadhesive silver nanoparticle-based local drug delivery system for peri-implantitis management in COVID-19 era. Part 1: antimicrobial and safety in-vitro analysis. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2022 Jan-Feb;12(1): 177-181. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2021.11.007>.
- Hadley KB, Newman SM, Hunt JR. Dietary zinc reduces osteoclast resorption activities and increases markers of osteoblast differentiation, matrix maturation, and mineralization in the long bones of growing rats. *J Nutr Biochem*. 2010 Apr;21(4):297-303. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2009.01.002>.
- Hadzik J, Jurczyszyn K, Gębarowski T, Trytek A, Gedrange T, Kozakiewicz M, Dominiak M, Kubasiewicz-Ross P, Trzcionka-Szajna A, Szajna E, Simka W. An Experimental Anodized and Low-Pressure Oxygen Plasma-Treated Titanium Dental Implant Surface—Preliminary Report. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023 Feb 10;24(4):3603. <https://doi.org/10.3390/ijms24043603>.
- He W, Yin X, Xie L, Liu Z, Li J, Zou S, Chen J. Enhancing osseointegration of titanium implants through large-grit sandblasting combined with micro-arc oxidation surface modification. *J Mater Sci Mater Med*. 2019 Jun 11;30(6):73. <https://doi.org/10.1007/s10856-019-6276-0>.
- Hiyari S, Wong RL, Yaghsezi A, Naghibi A, Tetradis S, Camargo PM, Piri FQ. Ligature-induced peri-implantitis and periodontitis in mice. *J Clin Periodontol*. 2018 Jan;45(1):89-99. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12817>.
- Hussain RA, Miloro M, Cohen JB. An Update on the Treatment of Periimplantitis. *Dent Clin North Am*. 2021 Jan;65(1):43-56. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2020.09.003>.
- Ito A, Kawamura H, Otsuka M, et al. Zinc-releasing calcium phosphate for stimulating bone formation. *Mater Sci Eng C* 2002;22:21–25. [https://doi.org/10.1016/S0928-4931\(02\)00108-X](https://doi.org/10.1016/S0928-4931(02)00108-X).
- Ito A, Otsuka M, Kawamura H, et al. Zinc-containing tricalcium phosphate and related materials for promoting bone formation. *Curr Appl Phys* 2005; 5(5):402–406. <https://doi.org/10.1016/j.cap.2004.10.006>.
- Jinno Y, Stocchero M, Galli S, Toia M, Becktor JP. Impact of a Hydrophilic Dental Implant Surface on Osseointegration: Biomechanical Results in Rabbit. *J Oral Implantol*. 2021 Apr 1;47(2):163-168. <https://doi.org/10.1563/aaid-joi-D-19-00217>.
- Kawamura H, Ito A, Miyakawa S, Layrolle P, Ojima K, Ichinose N, Tateishi T. Stimulatory effect of zinc-releasing calcium phosphate implant on bone formation in rabbit femora. *J Biomed Mater Res*. 2000 May;50(2):184-90. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-4636\(200005\)50:2<184::aid-jbm13>3.0.co;2-3](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-4636(200005)50:2<184::aid-jbm13>3.0.co;2-3).
- Kawamura H, Ito A, Muramatsu T, Miyakawa S, Ochiai N, Tateishi T. Long-term implantation of zinc-releasing calcium phosphate ceramics in rabbit femora. *J Biomed Mater Res A*. 2003 Jun 15;65(4):468-74. <https://doi.org/10.1002/jbm.a.10524>.
- Li X, Sogo Y, Ito A, Mutsuzaki H, Ochiai N, Kobayashi T, Nakamura S, Yamashita K, Legeros RZ. The optimum zinc content in set calcium phosphate cement for promoting bone formation in vivo. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2009 Apr 30;29(3):969-975. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2008.08.021>.
- Livne S, Marku-Cohen S, Harel N, Piek D, Ormianer Z. [The influence of dental implant surface on osseointegration: review]. *Refuat Hapeh Vehashinayim* (1993). 2012 Jan;29(1):41-6, 66. Hebrew. PMID: 22991876.
- Mendhi J, Ramachandra SS, Prasadani I, Ivanovski S, Yang Y, Xiao Y. Endogenous nitric oxide-generating surfaces via polydopamine-copper coatings for preventing biofilm dispersal and promoting microbial killing. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2021 Sep; 128: 112297. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2021.112297>.
- Muraev A.A., Murzabekov A.I., Ivanov S.Yu., Tarasov Yu.V., Orlov E.A., Dolgalev A.A. Plasma Electrolytic Oxidation for Dental Implant Surface Treatment. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2023; 15(3): 18. <https://doi.org/10.17691/stm2023.15.3.02>.
- Nagata M, Lönnerdal B. Role of zinc in cellular zinc trafficking and mineralization in a murine osteoblast-like cell line. *J Nutr Biochem*. 2011 Feb;22(2):172-8. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2010.01.003>.
- Oikawa M, Masumoto H, Shiraishi N, Orii Y, Anada T, Suzuki O, Sasaki K. Effect of surface modification of Ti-6Al-4V alloy by electron cyclotron resonance plasma oxidation. *Dent Mater J*. 2021 Jan 31;40(1):228-234. <https://doi.org/10.4012/dmj.2020-051>.
- Porter AE. Nanoscale characterization of the interface between bone and hydroxyapatite implants and the effect of silicon on bone apposition. *Micron*. 2006; 37: 681–688. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2006.03.006>.
- Schwarz F, Jepsen S, Obreja K, Galaraga-Vinueza ME, Ramanaukaite A. Surgical therapy of peri-implantitis. *Periodontol* 2000. 2022 Feb;88(1): 145-181. <https://doi.org/10.1111/prd.12417>.
- Sennerby L, Meredith N. Resonance frequency analysis: measuring implant stability and osseointegration. *Compend Contin Educ Dent*. 1998 May;19(5):493-8, 500, 502; quiz 504. PMID: 9693511.
- Shinde SV, Chansoria S, Limaye M, Vijay M, Bansal S, Dhakne VM. Wound Healing in Dental Implant Surgery in Patients with or without Antibiotic Prophylaxis. *J Contemp Dent Pract*. 2018 Sep 1;19(9):1111-1116. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2390>.
- Souza JCM, Sordi MB, Kanazawa M, Ravindran S, Henriques B, Silva FS, Aparicio C, Cooper LF. Nano-scale modification of titanium implant surfaces to enhance osseointegration. *Acta Biomater*. 2019 Aug;94:112-131. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2019.05.045>.
- Wang T, Bai J, Lu M, Huang C, Geng D, Chen G, Wang L, Qi J, Cui W, Deng L. Engineering immunomodulatory and osteoinductive implant surfaces via mussel adhesion-mediated ion coordination and molecular clicking. *Nat Commun*. 2022 Jan 10;13(1):160. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27816-1>.
- Zhao B, Zhang W, Wang D, et al. Effect of Zn content on cytotoxicity and bacteriostasis of micro-arc oxidation coatings on pure titanium. *Surf Coat Technol* 2013;228(suppl): s428–s432. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2012.05.037>.
- Клинические рекомендации (протоколы лечения): издание официальное. Стоматологическая ассоциация России, Москва : СТАР, 2014. 7:1-122. https://e-stomatology.ru/director/protokols/protokols_30-09-2014/2_full_absent.doc.
- Clinical recommendations (treatment protocols): official publication. Stomatological Association of Russia, Moscow : STAR, 2014. 7:1-122. https://e-stomatology.ru/director/protokols/protokols_30-09-2014/2_full_absent.doc.

Информация об авторах

Мурзабеков Ахмед Исропилович^{1,2}, соискатель кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии, врач-стоматолог-хирург, начальник центра оказания медицинской помощи при стоматологических заболеваниях
E-mail: ahmedckb@yandex.ru

Муратов Александр Александрович¹, д.м.н, доцент; профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии
E-mail: muraev_aa@pfur.ru. eLibrary SPIN-код: 1431-5936.
ORCID: 0000-0003-3982-5512

Мухаметшин Роман Флоридович¹, к.м.н.; ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии
E-mail: doc.mukhametshin@gmail.com. eLibrary SPIN-код: 8369-0862.
ORCID: 0000-0001-6975-7018

Ким Элеонора Владимировна¹, ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии
E-mail: kim_ev@pfur.ru. eLibrary SPIN-код: 1288-7234. ORCID: 0000-0002-6909-8726

Иванов Сергей Юрьевич^{1,3}, д.м.н., профессор, член корреспондент РАН; заведующий кафедрой челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии
E-mail: syivanov@yandex.ru. eLibrary SPIN-код: 2607-2679.
ORCID: 0000-0001-5458-0192

Клименков Владимир Алексеевич¹, врач-стоматолог-хирург, ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии
E-mail: 1142220867@pfur.ru

¹ ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Российская Федерация

² ФГБУ Центральная клиническая больница с поликлиникой Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

³ ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), г. Москва, Российская Федерация

Контактная информация:

Муратов Александр Александрович. E-mail: muraev_aa@pfur.ru

Для цитирования: Мурзабеков А.И., Муратов А.А., Мухаметшин Р.Ф., Ким Э.В., Иванов С.Ю., Клименков В.А. Результаты применения дентальных имплантатов ИРИС с поверхностью, модифицированной методом плазменного электролитического окисления. Медицинский алфавит. 2024;(1):77–82. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-1-77-82>

Author information

Murzabekov Akhmed Isropilovich^{1,2}, PhD student of the department of maxillofacial surgery and surgical dentistry; oral surgeon, head of the center of medical care for dental diseases
E-mail: ahmedckb@yandex.ru

Muraev Alexandr Alexandrovich¹, MD, associate professor; professor of the department of maxillofacial surgery and surgical dentistry
E-mail: muraev_aa@pfur.ru. eLibrary SPIN: 1431-5936.
ORCID: 0000-0003-3982-5512

Mukhametshin Roman Floridovich¹, PhD; assistant of the department of maxillofacial surgery and surgical dentistry
E-mail: doc.mukhametshin@gmail.com. eLibrary SPIN: 8369-0862.
ORCID: 0000-0001-6975-7018

Kim Eleonora Vladimirovna¹, assistant of the department of maxillofacial surgery and surgical dentistry
E-mail: kim_ev@pfur.ru. eLibrary SPIN: 1288-7234. ORCID: 0000-0002-6909-8726

Ivanov Sergey Yurievich^{1,3}, MD, professor, corresponding Member of the Russian Academy of Sciences; head of the department of maxillofacial surgery and surgical dentistry; head of the department of maxillofacial surgery
E-mail: syivanov@yandex.ru. eLibrary SPIN: 2607-2679.
ORCID: 0000-0001-5458-0192

Klimenkov Vladimir Alekseevich¹, dental surgeon, assistant of the Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry
E-mail: 1142220867@pfur.ru

¹ Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

² Central Clinical Hospital of the Administrative directorate of the President of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

³ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

Contact information

Muraev Alexander Alexandrovich. E-mail: muraev_aa@pfur.ru

For citation: Murzabekov A.I., Muraev A.A., Mukhametshin R.F., Kim E.V., Ivanov S.Yu., Klimenkov V.A. Results of application of the IRIS dental implants with the surface modified by the method of plasma electrolytic oxidation. Medical alphabet. 2024;(1):77–82. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-1-77-82>

