



СТОМАТОЛОГИЯ STOMATOLOGY

УДК 616.314-089.87

DOI: 10.18413/2687-0940-2020-43-4-560-572

Клинические исследования особенностей непосредственной имплантации и немедленной нагрузки с использованием имплантационной системы HUMANA DENTAL

П.О. Гришин¹, Е.А. Калининкова¹, Р.В. Симахов²

¹Казанский государственный медицинский университет,
Россия, Приволжский федеральный округ, Республика Татарстан, г. Казань, 420012,
ул. Бутлерова, д. 49

²Омская Государственная Медицинская Академия,
Россия, г. Омск, 644099, ул. Ленина, д. 12

E-mail: phlus8@mail.ru, elena-vilkova@inbox.ru, romadoc@yandex.ru

Аннотация. В настоящей статье представлены результаты сравнительного анализа качественных и количественных характеристик электронной и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии для выявления оптимальных показателей структуры поверхности денальных имплантатов различных систем, которые могут обеспечить стабильность, остеоинтеграцию и успешность проведения денальной имплантации. В результате проведенного исследования инновационной поверхности *HST*TM получена шероховатая, уникальная, структурированная и абсолютно чистая поверхность, отвечающая международным критериям ISIS и лишенная выявленных недостатков поверхностей SLA и RBM. Клинические исследования непосредственной денальной имплантации и немедленной нагрузки с использованием имплантатов с поверхностью *HST*TM у 104 пациентов выявили положительное влияние качественных характеристик поверхности *HST*TM на первичную стабильность, остеоинтеграцию, успешность имплантации и явились предпосылкой для рекомендации использования имплантационной системы Humana Dental при проведении непосредственной имплантации с последующей нагрузкой.

Ключевые слова: электронная микроскопия, частотно-резонансный анализ, демпфирование, поверхность, остеоинтеграция, имплантация, рентгеновская спектроскопия, стабильность, структура.

Для цитирования: Гришин П.О., Калининкова Е.А., Симахов Р.В. 2020. Клинические исследования особенностей непосредственной имплантации и немедленной нагрузки с использованием имплантационной системы HUMANA DENTAL. Актуальные проблемы медицины, 43 (4): 560–572. DOI: 10.18413/2687-0940-2020-43-4-560-572.

Clinical studies feature immediate implantation and immediate load using HUMANA DENTAL implant system

Petr O. Grishin,¹ Elena A. Kalinnikova,¹ Roman V. Simakhov²

¹Kazan Medical University,
49 Butlerova St., 420012, Kazan, RT, Volga Federal District, Russia

²Omsk State Medical Academy of the Ministry of Health,
12 Lenin St., 644099, Omsk, Russia

E-mail: phlus8@mail.ru, elena-vilkova@inbox.ru, romadoc@yandex.ru

Abstract. This article presents the results of a comparative analysis of the qualitative and quantitative characteristics of electronic and energy-dispersing X-ray spectroscopy to identify the optimal indicators of the surface structure of dental implants of different systems, which can ensure the stability, osteointegration and success of dental implantation. As a result of the study of the innovative surface, *HST*TM received a rough, unique, structured, and clean surface that meets the international criteria of ISIS and is devoid of the identified flaws of the surfaces of SLA and RBM. Clinical studies of immediate dental implantation and immediate load using surface implants, *HST*TM. In 104 patients, positive effects of surface quality characteristics were found to be positive. for primary stability, osteointegration, implant success and was a prerequisite for recommending the use of Humana Dental implant system in direct implantation with subsequent load.

Keywords: electron microscopy, frequency resonance analysis, damping, surface, osteointegration, implantation, X-ray spectroscopy, stability, structure.

For citation: Grishin P.O., Kalinnikova E.A., Simahov R.V. 2020. Clinical studies feature immediate implantation and immediate load using HUMANA DENTAL implant system. Challenges in Modern Medicine, 43 (4): 560–572 (in Russian). DOI: 10.18413/2687-0940-2020-43-4-560-572.

Введение

Актуальным до настоящего времени является вопрос, который диктует клинический опыт и растущее ожидание пациентов с точки зрения комфорта, эстетики, более короткого периода лечения и долговременности имплантатов. Иначе говоря, речь в этой статье пойдет о непосредственной имплантации [Faword Javed, Georg E. Romanos 2010; Mariano Herrero-Climent et al., 2018].

Для получения положительных результатов при непосредственной дентальной имплантации всегда учитывается вопрос о достаточной первичной стабильности имплантата в костной ткани. Первичная стабильность в определенной степени зависит от микроструктурных характеристик поверхности имплантата, его дизайна, геометрии, объема и качества костной ткани, а также методики протоколов операции, которые влияют на напряжение, оказываемое в костной ткани в непосредственной близости от имплантата [Antonello Falco, 2018]. По этой причине в стоматологической практике всё чаще внедряются протоколы непосредственной имплантации и немедленной нагрузки, растет значение первичной стабильности [Polsani Laxman Rao, 2012; Zita Gomes P., 2017].

Процесс остеоинтеграции считается успешным, когда между имплантатом и костными структурами не образуется дополнительная соединительнотканная прослойка, что влияет на интеграционные процессы [Зекий, Широков, 2016; Tomas Albrektsson, Ann Wennenberg et al., 2019].

Данные литературы убедительно свидетельствуют о доминирующей роли микроструктуры поверхности имплантата на стабильность и долговременность его функционирования [Pozzi et al., 2015; Macary et al., 2019].

В костных структурах возникает множество процессов, которые происходят на пути успешной остеоинтеграции: это особая пористость поверхности, способствующая миграции эпителия, факторы роста, которые привлекают соединительную ткань, и особая топография имплантата, способствующая регенерации кости в определенных местах. При этом отмечается взаимосвязь степени шероховатости и механической стабильности как в момент операции, так и в отдаленные сроки установления имплантата [Luiz Carlos do Carmo Filho et al., 2018; Rittel D. et al., 2018; Rupp F. et al., 2018]. Изучая на микроскопическом уровне шероховатость, можно предположить о взаимосвязи микрогеометрии (поверхности имплантата с размерами от 1 до 10 мкм) и степени сцепления имплантата с минерализованной костной тканью [Марухно, Вахненко, 2012; Cheng et al., 2017; Fabro et al., 2017].



Большую роль в результате первичной стабильности играет не только микро-структура поверхности, но и также форма и дизайн имплантатов [Bihan et al., 2010; Manuel et al., 2019]. По данным источников, есть прямая связь в системе «зубной протез – имплантат – костная ткань», и она обусловлена формой и структурой поверхности внутрикостной части имплантатов [Винников и др. 2015].

Многие современные имплантационные системы строятся на концепции отсроченной двухэтапной имплантации, так как она более прогнозируема и надежна [Zow et al., 2017]. Поэтому многие врачи придерживаются традиционного отсроченного метода лечения с применением дентальных имплантатов, хотя понимают, что это влияет на качество жизни пациентов, количество вмешательств и более длительного процесса лечения [Mello et al., 2017].

Из чего можно заключить, что создание оптимальных сроков нагрузки имплантатов, с учетом анализа клинико-экспериментального обоснования метода непосредственной имплантации, а также подбор благоприятных сроков их нагрузки остается актуальным вопросом в современной стоматологии.

Для решения этих задач в практической дентальной имплантологии необходима имплантационная система с соответствующими макро- и микроструктурными характеристиками. Перед клиницистом стоит главная задача: как подобрать нужную систему и какова роль в этом процессе макро- и микроструктуры поверхности и дизайна имплантатов.

Цель исследования. Клиническое исследование влияния инновационной поверхности *HST*TM имплантатов Humana Dental на стабильность, остеоинтеграцию и успешность проведения непосредственной имплантации с последующей немедленной нагрузкой.

Объекты и методы исследования

Нами было проведено исследование на имплантатах компаний Alfa Bio, Blu Sky Ritter, Zimmer, Mis, GC Corporation, Humana Dental, Finish Line. Велось всесторонне изучение структуры и чистоты поверхности имплантатов с помощью электронного микроскопа (SEM) при увеличении 500, 2000, 3000. После проведенного исследования электронной микроскопии мы получили визуализацию топографии дентальных имплантатов. На основании изображений с образцов имплантатов мы сделали заключение о химической природе (плотности), а также расположение различных остатков и загрязнений на поверхности исследуемых имплантатов. Также был применен метод энергодисперсионной рентгеновской микроскопии (EDS), что позволило произвести качественный и количественный анализ. Этот анализ базируется на анализе энергии эмиссии ее рентгеновского спектра и рентгеновской спектроскопии (XPS- X-Ray photoelectron spectroscopy).

В ходе исследования нами рассчитана площадь поверхности и выполнен ее точный анализ. Количественный анализ был рассчитан на основании рекомендаций FDA, CE и международной группы исследователей, предлагающих для этих целей международный стандарт ISIS (Implant Surface Identification Standard).

Клиническое исследование и лечение проведено 104 пациентам в возрасте от 20 до 70 лет (57 женщин и 47 мужчин). Выполнено 46 операций методом непосредственной дентальной имплантации после экстракции на верхней челюсти, на нижней челюсти было произведено 52 операции. В шести случаях оперативное вмешательство производилось одновременно на верхней и на нижней челюсти.

В общей сложности всего было установлено 478 имплантатов Humana Dental с инновационной поверхностью *HST*TM методом непосредственной имплантации. На разных этапах клинического наблюдения с помощью приборов «Osstel Mentor» и «Peri-

otest», а также рентгенологическим методом определяли стабильность внутрикостных дентальных имплантатов и динамику степени их остеоинтеграции.

Результаты и их обсуждение

Данные сравнительного химического и микроструктурного анализа поверхностей имплантатов Strauman, Alfa Bio, Dio, Finish line (поверхности SLA и RBM), которые были получены с помощью электронного микроскопа (SEM) и метода энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS), указывают, что, несмотря на надежность технологий создания поверхностей SLA и RBM, каждый из них имеет как преимущества, так и определенные недостатки.

Поверхность SLA характеризуется шероховатостью и наличием пористых кратеров с диаметром 2–5 микрон, что очень благоприятно влияет на процесс первичной стабилизации и на процесс остеоинтеграции (Naves et al., 2015; Salerno et al., 2015).

В конечном итоге исследование установило, что кислотное травление, которое применяется при обработке поверхности SLA, не всегда гарантирует полное удаление частиц оксида алюминия со всей поверхности, а также органических загрязнений при пескоструйной обработке (рис. 1).

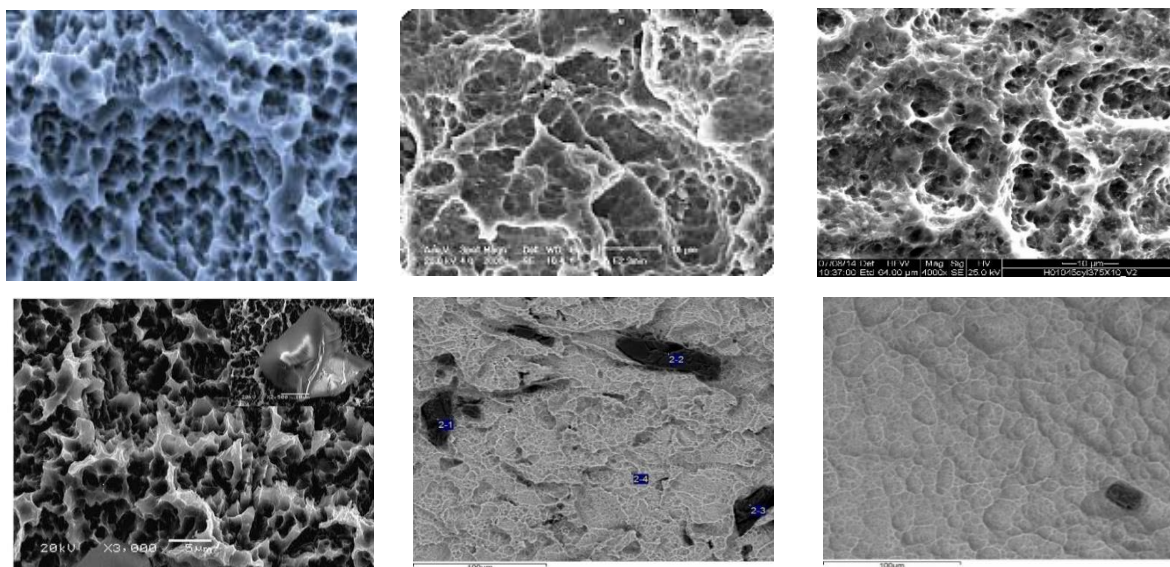


Рис. 1. Иллюстрация преимущества (а – шероховатая, пористая, структурированная поверхность) и недостатка (б – загрязненная поверхность) SLA

Fig. 1. Illustration of the advantage of (a – a rough, porous, structured surface) and the disadvantage (b – of a dirty surface) SLA

При более сильном травлении изучаемой поверхности результаты показали, что уменьшается вероятность наступления адекватной остеоинтеграции из-за нарушения конфигурации поверхности. Анализ микрофотографий электронной микроскопии поверхности RBM и изучение химических характеристик образцов показал отсутствие инородных включений органического и неорганического происхождения на поверхности имплантатов разных производителей. Полученные результаты свидетельствуют о высокой степени чистоты поверхности имплантатов, обработанных по технологии RBM. В то же время выявлены недостатки технологии RBM: ее топография хотя и шероховатая, не имеет достаточно структурно организованных кратеров, которые обеспечивают хорошую остеоинтеграцию SLA (рис. 2, 3)

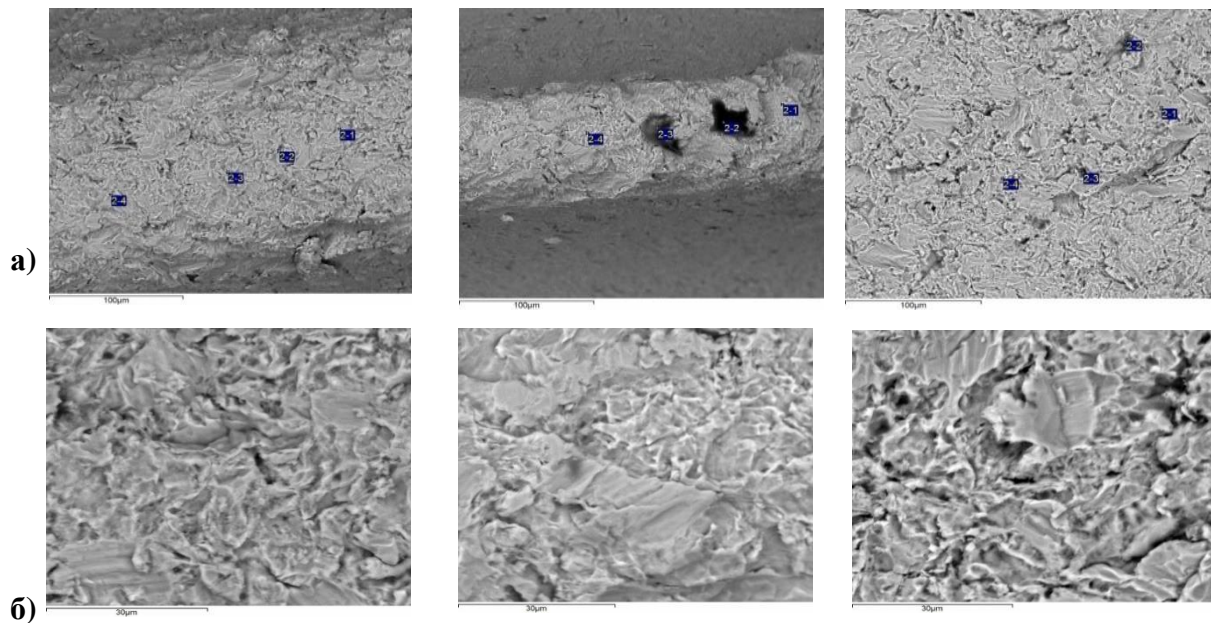


Рис. 2. Иллюстрация преимущества (а – абсолютно чистая поверхность) и недостатка (б – хаотично пористая структура поверхности) RBM
Fig. 2. Illustration of the advantage (a – an absolutely clean surface) and the disadvantage (b – a chaotically porous structure) of the RBM surface

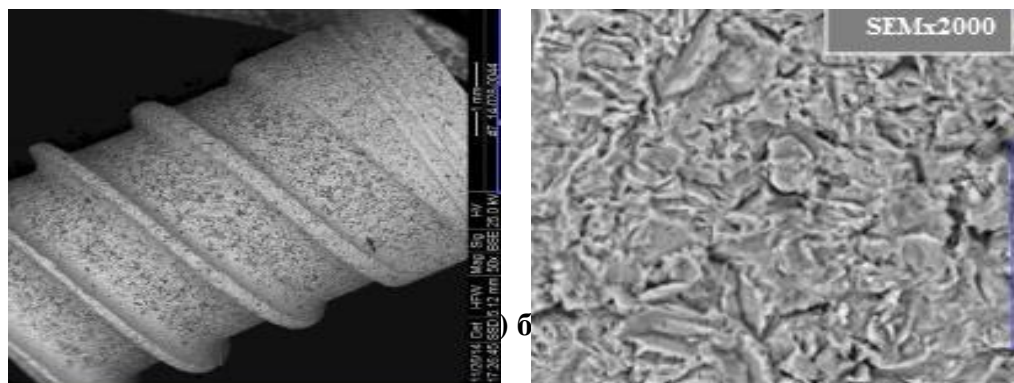


Рис. 3. Недостатки поверхностей SLA и RBM. Загрязненная поверхность SLA (а) и хаотичная пористая структура (б) RBM
Fig. 3. Disadvantages of SLA and RBM surfaces. Contaminated surface SLA (a) and chaotic porous structure (b) RBM

Компания Humana Dental GbmH совместила положительные стороны двух методик обработки поверхностей SLA и RBM: высокая чистота поверхности, как у RBM, и оптимальная пористость и шероховатость, как у SLA.

Изучив поверхность *HST*TM, мы выявили отсутствие признаков инородных включений и положительную химическую модификацию. Поверхность была максимально шероховатая, наногладкая, гомогенная по всему телу имплантата.

Уникальная, структурированная и абсолютно чистая поверхность отвечает уровню лучших мировых компаний и требований ISIS. Проведенный сравнительный структурный анализ поверхности имплантатов разных производителей выявил четко выраженную пористую структуру *HST*TM, что соответствует структуре поверхности имплантатов ведущих производителей (рис. 4).

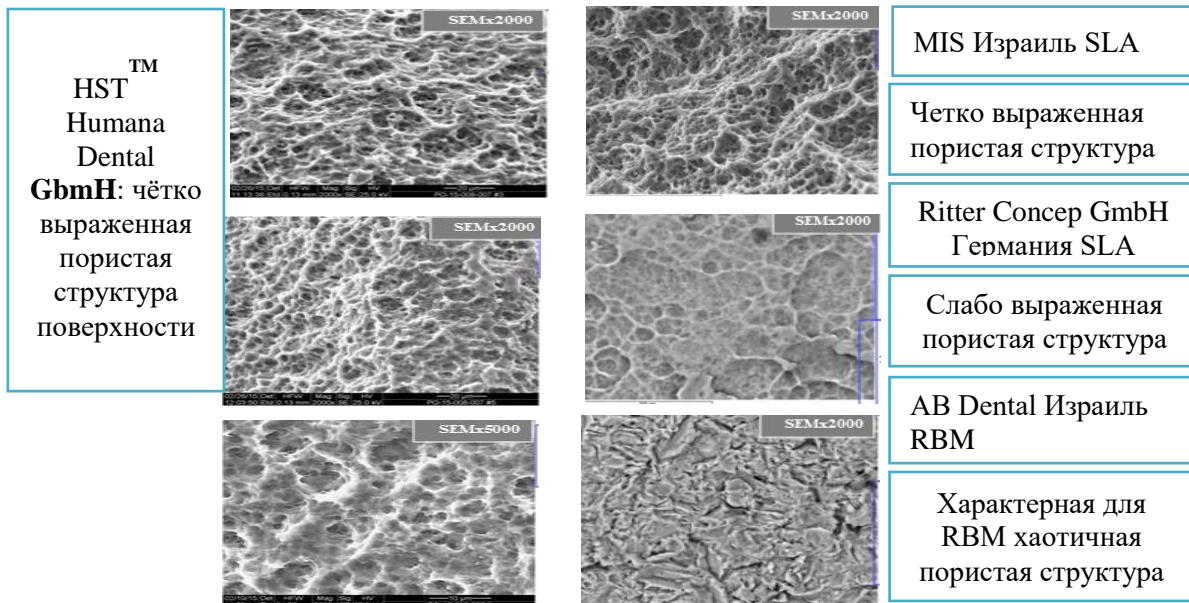


Рис. 4. Поверхность HST^{TM} в сопоставлении с ведущими компаниями. Структура поверхности по оценке SEM. Увеличение 2 000 и 5 000

Fig. 4. Surface HST^{TM} in comparison with leading companies. SEM surface structure. Magnification 2 000 and 5 000

Кроме того, поверхность наноструктуры HST^{TM} продемонстрировала статистически более высокие показатели шероховатости, большую однородность в расположении пиков и впадин, чем у других поверхностей ($p < 0,001$). Мы сопоставили качественные характеристики HST^{TM} и Genesio японской компании GC Corporation, при которых была выявлена идентичность чистоты и структурирования их поверхностей. Следует отметить, что имплантат Genesio отмечен международной группой составителей стандарта ISIS как лучший из 63 проверенных имплантатов всех ведущих мировых компаний (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Идентифицирующая карта (частичная) поверхности имплантата HST^{TM} компании Human Dental GbmH и Genesio японской компании GC Corporation в соответствии с международным стандартом ISIS (Implant Surface Identification Standard)
Identification card (partial) of the implant surface HST^{TM} from Human Dental GbmH and Genesio of the Japanese company GC Corporation in accordance with the international ISIS (Implant Surface Identification Standard)

HST TM Humana Dental GbmH				GC Genesio Plus ReV (GV Corporation, Tokio, Japan) Ref68472 Batch1109121					
XPS Surface Chemical Composition, atomic%				XPS Surface Chemical Composition, atomic%					
Ti	20.0%	C	23.3%	Ti	24.2%	C	21.8%	Pollutions	0.0%
Al	4.3%	O	52.2%						
V	0.2%	Pollutions	0.0%	O	53.4%	N	0.6%		
Source of information: SEM and XPS analysis at University Nano-scale testing Labs				Source of information: POSEIDO.2014;2(1):37-55					

Клинические исследования

Непосредственная дентальная имплантация с немедленной нагрузкой была проведена 104 пациентам. В общей сложности было установлено 478 имплантатов системы Humana Dental с инновационной поверхностью *HST*TM как цилиндрической, так и конической формы, имеющих выраженную глубокую макрорезьбу. Установка имплантатов производилась сразу после экстракции зубов. Удаление зубов проводилось атравматично без отслаивания слизисто-надкостничного лоскута, что дало возможность сохранить кератинизированную десну на альвеолярной кости. Торк имплантатов при установке находился в диапазоне 50–90 Н/см, чем обеспечивалось уплотнение губчатой кости. Имплантаты погружали на 2 мм ниже альвеолярного края. Через небольшой промежуток времени (1–2 часа) изготавливали временные ортопедические конструкции на имплантатах.

За период наблюдения было утрачено 5 имплантатов, что составило 1,43 % от количества установленных, а уровень выживаемости равнялся 99,3 %. В ближайшем послеоперационном периоде у 3 пациентов возникли местные осложнения в виде периимплантита в области операционной раны. Несмотря на интенсивное лечение, из-за не стихающих воспалительных явлений имплантаты пришлось удалить на двадцатый день. Еще у двух пациентов произошла элиминация имплантатов в сроки до двух месяцев после операции. Ранняя утрата имплантатов произошла до оказания функциональной нагрузки. Следует отметить, что статистически значимая разница между уровнем выживаемости имплантатов, установленных на верхней и нижней челюсти, не выявлена ($p > 0,05$).

Анализ результатов рентгенологических исследований, начиная с момента установки имплантатов, выявил положительную динамику процесса остеоинтеграции. Формирование однородной структуры костной ткани и протекание процессов остеоинтеграции проходило во всех случаях однотипно. Так, уже на 30 день исследования на рентгеновских снимках видна хорошо структурированная, плотно прилегающая к имплантату, без очагов резорбции костная ткань. Отмечено значительное уменьшение периимплантной щели, а в некоторых случаях она полностью исчезала (рис. 5).

К третьему месяцу наблюдений и в более отдаленные сроки (6 месяцев) структура новообразованной костной ткани вокруг имплантата однородна.



Рис. 5. Рентгенологическая картина непосредственной имплантации через месяц. Имплантаты с поверхностью *HST*TM системы Humana Dental

Fig. 5. X-ray picture of direct implantation in a month. Implants with *HST*TM surface of the Humana Dental system

По всей длине имплантата наблюдается уплотнение губчатого вещества костной ткани, полное отсутствие периимплантной щели, выравнивание костной пластинки в пришеечной области (рис. 6).



Рис. 6. Рентгенологическая картина непосредственной имплантации через 3–6 месяцев.
Имплантаты с поверхностью *HST*TM системы Humana Dental

Fig. 6. X-ray picture of direct implantation after 3–6 months. Implants with *HST*TM surface of the Humana Dental system

С истечением определенного промежутка времени упорно наблюдалось уплотнение губчатого вещества кости. Отмечались изменения в стабилизации в прилежащей к имплантатам костной ткани, при использовании имплантатов с поверхностью *HST*TM отмечалось более ускоренное образование костной ткани, а формирование структуры новообразованной костной ткани было плавным. Среднее значение уровня резорбции через год составило 0,102 мм, а через 5 лет показатель резорбции равнялся 0,505 мм. Сравнение показателей резорбции после 1 года и 5 лет выявило достоверную разницу ($p < 0,001$). Результаты рентгенологического исследования согласуются с данными частотно-резонансного анализа и исследования демпфирующей способности установленных имплантатов и свидетельствуют о высокой стабильности и успешной остеоинтеграции.

Анализ результатов исследования показал, что при проведении внутрикостной дентальной имплантации с использованием имплантационной системы Humana Dental методом непосредственной имплантации сразу после экстракции зубов и немедленной нагрузки во всех возрастных группах наблюдается довольно высокий уровень стабильности и остеоинтеграции. Так, средний показатель ISQ частотно-резонансного анализа после установки имплантата составил $68,6 \pm 6,5$; через месяц – $72,2 \pm 5,8$; через два месяца – $76,5 \pm 4,5$; через три месяца этот показатель варьировал от $79,6 \pm 6,5$ до $97,3 \pm 4,7$. Аналогичная закономерность выявлена как в мужской, так и в женской выборке во все периоды наблюдения (рис. 7).

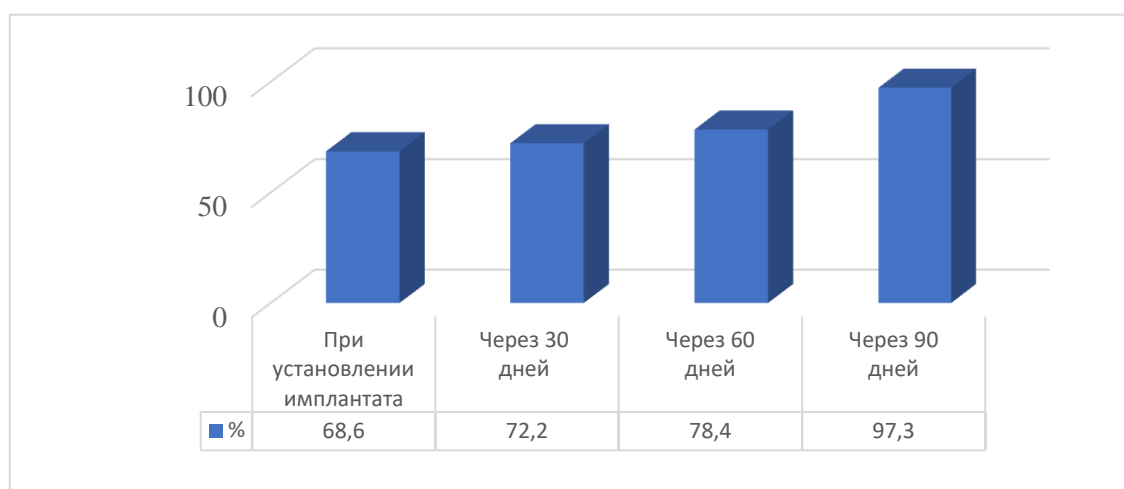


Рис. 7. Динамика показателей стабильности (ISQ) имплантатов с поверхностью *HST*TM при проведении непосредственной имплантации

Fig. 7. Dynamics of stability indicators (ISQ) of implants with *HST*TM a surface during direct implantation



Полученные данные частотно-резонансного анализа соответствуют результатам исследования процесса остеоинтеграции на ранних сроках наблюдения при проведении периотестометрии. Измерение демпфирующей способности установленных имплантатов, начиная с момента их установки, выявило во всех случаях отрицательное значение показателей, что свидетельствует о хорошей стабильности и успешной остеоинтеграции. Так, при непосредственной имплантации после установки имплантатов показатели периотестометрии в среднем составили РТУ -2,1; в дальнейшем отмечено улучшение этого показателя: через месяц показатель демпфирования составил -2,3, через два месяца – -3,5 и через три месяца, соответственно, РТВ – -3,7. Полученные результаты успешности имплантации согласуются с данными оценки первичной стабильности и остеоинтеграции (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Сопоставление данных успешности имплантации системы Humana Dental с показателями стабильности и остеоинтеграции
 Comparison of the success data for the implantation of the Humana Dental system with the indicators of stability and osseointegration

Название системы. Поверхность	Коэффициент стабильности. ISQ	Показатель остеоинтеграции РТВ	Количество установленных имплантатов	Количество утраченных имплантатов – %
Humana Dental <i>HST</i> TM	84,2 %	-3,9	478	5 99,3 %

Результаты клинического исследования выявили высокую первичную стабильность и успешную остеоинтеграцию имплантатов с поверхностью *HST*TM при непосредственной имплантации.

Для демонстрации всех этапов проведения непосредственной имплантации и немедленной нагрузки с использованием имплантационной системы Humana Dental представлены клинические случаи.

Клинический случай:

В клинику обратилась пациентка с жалобами на отсутствие зубов на нижней челюсти, эстетическую неудовлетворенность, невозможность полноценного питания. После консультации рекомендована полная санация полости рта, удаления корней зубов с целью профилактики очагов хронической инфекции. Разработан план лечения – установка 6 имплантатов All on 6 с непосредственным протезированием. Под инфльтрационной и проводниковой анестезией атравматично были удалены корни зубов, установлены имплантаты Humana Dental, произведено временное протезирование. Через 2,5 месяца конструкция была заменена на постоянную (рис. 8).

Заключение

Результаты проведенного исследования и сравнительного анализа качества инновационной поверхности *HST* указывают, что компания Humana Dental смогла разработать технологию, способствующую лучшей и успешной остеоинтеграции.

Адекватная чистота и оптимальная шероховатость, характерная данной поверхности, способствует большему проценту успешности приживления и реабилитации пациентов.

Таким образом, ещё одна имплантационная система может быть рекомендована и успешно применена как при непосредственной, так и при отсроченной имплантации.

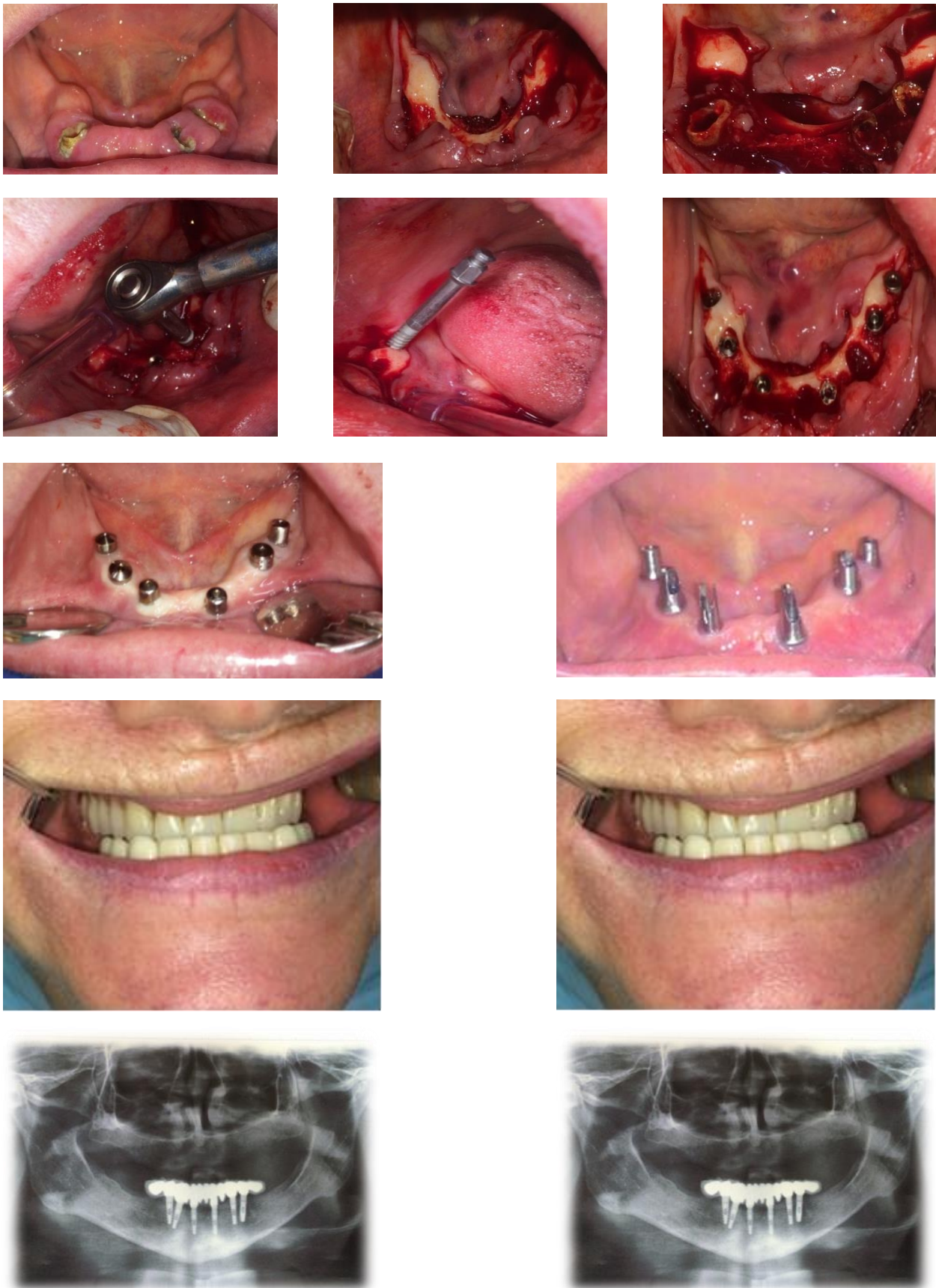


Рис 8. Случай немедленной дентальной имплантации с немедленным протезированием.
Fig 8. Case of immediate dental implantation with direct prosthetics



Список литературы

1. Винников Л.И., Савранский Ф.З., Симахов Р.В., Гришин П.О. 2015. Сравнительная оценка поверхностей имплантатов, обработанных технологиями SLA, RBM и Clean& Porous. Современная стоматология. 2: 104–108.
2. Зекий А.О., Широков. А.А. 2016. Исследование структуры взаимодействий в системе «имплантат – кость». Вестник медицинских технологий. 23 (4): 18–23.
3. Марухно Б.Б., Вахненко А.И. 2012. Изучение поверхности имплантатов различных систем. Современная стоматология. 4: 106–109.
4. Fawad Javed, Nameeda Bashir Ahmed, Roberto Crespi, Georgios E. Romanos. 2013. Role of primary stability for successful osseointegration of dental implants: Factors of influence and evaluation. *Interventional Medicine and Applied Science*. 5 (4): 162–167.
5. Mariano Herrero-Climent, Manuel M. Romero-Ruiz, Pedro Lazaro Calvo, José Vicente Ríos Santos, Roman A. Perez, Francisco Javier Gil Mur. 2018. Effectiveness of new dental implant bioactive surface: histological and histomorphometric comparative study in minipigs. *Clin. Oral Investng.* 22 (3): 1423–1432.
6. Antonello Falco, Marco Berardini, Paolo Trisi. 2018. Correlation between implant geometry, implant surface, insertion torque, and primary stability: in vitro biomechanical analysis. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*. 33 (4): 824–830.
7. Polsani Laxman Rao, Amreena Gill. 2012. Primary stability: The password of integration. Review article. 2: 103–109.
8. Zita Gomes R., de Vanconcelos M.R., Lopes Guera Im., de Almedia A.B., de Campos Felino C. 2017. Implant stability in the posterior maxilla: a controlled trial. *Biomed. Res. Int.* 10: 165–172.
9. Tomas Albrektsson, Ann Wennerberg. 2019. On osseointegration in relation to implant surfaces. *Clinical Implant Dentistry*. 21 (51): 4–7.
10. Pozzi A., Tallarico M., Moy P.K. 2015. Immediate loading with a novel implant featured by variable-threaded geometry internal conical connection and platform shifting: three- years results from a prospective cohort study. *Eur. Oral Implantol.* 8 (1): 51–63.
11. Macary C., Menhall A., Zammarie C., Lombardi T., Lee S.Y., Stacchi C., Park K.B. 2019. Primary stability optimization by using fixtures with different thread depth loading implants. *Material. (Basel)*. 27 (12): 398–411.
12. Luiz Carlos do Carmo Filho, Raissa Micaella Marcello-Machado, Eduardo Dickie de Castilhos. 2018. Can implant surfaces affect implant stability during osseointegration? A randomized clinical trial. *Brazilian Oral Research*. 32 (25): 175–189.
13. Rupp F., Liang L., Geis-Gerstorf J., Schideir I., Huttin F. 2018. Surface characteristics of dental implants: A review. *Dental Mater.* 3: 40–57.
14. Rittel D., Dorogoy A., Shemtov-Yona K. 2018. Modeling the effect of osseointegration on dental implants pullout torque removal tests. *Clinical Implants Dentistry and Relate Research*. 86 (2051): 713–720.
15. Cheng B., Niu Q., Cui Y., Jiang W., Zhao Y., Kong L. 2017. Effects of different hierarchical hybrid micro-nanostructure surface on implant osseointegration. *Clin. Implant. Dent. Res.* 19: 539–595.
16. Fabbro M.D., Tascieri S., Canciani F., Addis A. 2017. Osseointegration of titanium implants with different rough surface: histologic and histomorphometric study in adult minipig model. *Implant. Dent.* 28: 357–366.
17. Bilhan H., Geckili O., Mumcu E., Bozdog E., Sunbu E., Log Lu. 2010. Influence of surgical technique, implant shape and diameter on the primary stability in cancellous bone. *Oral Rehabil.* 37 (12): 900–907.
18. Manuel M. Romero-Ruiz, Francisco Javier Gil-Mur, José Vicente Ríos-Santos, Pedro Lázaro-Calvo, Blanca Ríos-Carrasco, Mariano Herrero-Climent. 2019. Influence of a novel surface of bioactive implants on osseointegration: a comparative and histomorphometric correlation and implant stability study in minipigs. *Int. J. Mol.* 20 (9): 2307–2315.
19. Zhou W., Kuderer S., Liu Z., Uim S. 2017. Peri-implant bone remodeling at the interface of three different implant types: a histologic and histomorphometric study in mini-pigs. *Clin. Oral Implant.* 28: 1143–1149.

20. Mello C.C., Lemos S.A., Verri F.R., Dos Santos D.M., Goato M.C., Pellizer E.P. 2017. Immediate implant placement into fresh extraction sockets versus delayed implants into healed sockets: a systematic review and meta-analysis. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg. Stpt.* 46 (9): 1162–1177.
21. Salerno M., Itri A., Frezzato M., Rebaudi A. 2015. A surface microstructure dental implants before and after insertion: An in vitro study by means of scanning probe microscopy. *Implant. Dent.* 24: 248–255.
22. Naves M.M., Menezes H.H., Magalhaes D. 2015. Effect of microgeometry on the surface topography of dental implants. *International Journal of Oral Maxillofacial Implants.* 30 (4): 789–799.

References

1. Vinnikov L.I., Savranskij F.Z., Simahov R.V., Grishin P.O. 2015. Sravnitel'naja ocenka poverhnostej implantatov, obrabotannyh tehnologijami SLA, RBM i Clean& Porous [Comparative evaluation of implant surfaces treated with SLA, RBM and Clean & Porous technologies]. *Sovremennaja stomatologija.* 2: 104–108.
2. Zekij A.O., Shirokov. A.A. 2016. Issledovanie struktury vzaimodejstvij v sisteme «implantat – kost» [Study of the structure of interactions in the «implant – bone» system]. *Vestnik medicinskih tehnologij.* 23 (4): 18–23.
3. Maruhno B.B., Vahnenko A.I. 2012. Izuchenie poverhnosti implantatov razlichnyh system [Study of the surface of implants of various systems]. *Sovremennaja stomatologija.* 4: 106–109.
4. Fawad Javed, Hameeda Bashir Ahmed, Roberto Crespi, Georgios E. Romanos. 2013. Role of primary stability for successful osseointegration of dental implants: Factors of influence and evaluation. *Interventional Medicine and Applied Science.* 5 (4): 162–167.
5. Mariano Herrero-Climent, Manuel M. Romero-Ruiz, Pedro Lazaro Calvo, José Vicente Ríos Santos, Roman A. Perez, Francisco Javier Gil Mur. 2018. Effectiveness of new dental implant bioactive surface: histological and histomorphometric comparative study in minipigs. *Clin. Oral Investng.* 22 (3): 1423–1432.
6. Antonello Falco, Marco Berardini, Paolo Trisi. 2018. Correlation between implant geometry, implant surface, insertion torque, and primary stability: in vitro biomechanical analysis. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* 33 (4): 824–830.
7. Polsani Laxman Rao, Amreena Gill. 2012. Primary stability: The password of integration. *Review article.* 2: 103–109.
8. Zita Gomes R., de Vanconcelos M.R., Lopes Guera Im., de Almedia A.B., de Campos Felino C. 2017. Implant stability in the posterior maxilla: a controlled trial. *Biomed. Res. Int.* 10: 165–172.
9. Tomas Albrektsson, Ann Wennerberg. 2019. On osseointegration in relation to implant surfaces. *Clinical implant Dentistry.* 21 (51): 4–7.
10. Pozzi A., Tallarico M., Moy P.K. 2015. Immediate loading with a novel implant featured by variable-threaded geometry internal conical connection and platform shifting: three- years results from a prospective cohort study. *Eur. Oral Implantol.* 8 (1): 51–63.
11. Macary C., Menhall A., Zammarie C., Lombardi T., Lee S.Y., Stacchi C., Park K.B. 2019. Primary stability optimization by using fixtures with different thread depth loading implants. *Material. (Basel).* 27 (12): 398–411.
12. Luiz Carlos do Carmo Filho, Raissa Micaella Marcello-Machado, Eduardo Dickie de Castilhos. 2018. Can implant surfaces affect implant stability during osseointegration? A randomized clinical trial. *Brazilian Oral Research.* 32 (25): 175–189.
13. Rupp F., Liang L., Geis-Gerstorfer J., Schideir I., Huttin F. 2018. Surface characteristics of dental implants: A review. *Dental Mater.* 3: 40–57.
14. Rittel D., Dorogoy A., Shemtov-Yona K. 2018. Modeling the effect of osseointegration on dental implants pullout torque removal tests. *Clinical Implants Dentistry and Relate Research.* 86 (2051): 713–720.
15. Cheng B., Niu Q., Cui Y., Jiang W., Zhao Y., Kong L. 2017. Effects of different hierarchical hybrid micro-nanostructure surface on implant osseointegration. *Clin. Implant. Dent. Res.* 19: 539–595.
16. Fabbro M.D., Tascieri S., Canciani F., Addis A. 2017. Osseointegration of titanium implants with different rough surface: histologic and histomorphometric study in adult minipig model. *Implant. Dent.* 28: 357–366.



17. Bilhan H., Geckili O., Mumcu E., Bozdog E., Sunbu E., Log Lu. 2010. Influence of surgical technique, implant shape and diameter on the primary stability in cancellous bone. *Oral Rehabil.* 37 (12): 900–907.

18. Manuel M. Romero-Ruiz, Francisco Javier Gil-Mur, José Vicente Ríos-Santos, Pedro Lázaro-Calvo, Blanca Ríos-Carrasco, Mariano Herrero-Climent. 2019. Influence of a novel surface of bioactive implants on osseointegration: a comparative and histomorphometric correlation and implant stability study in minipigs. *Int. J. Mol.* 20 (9): 2307–2315.

19. Zhou W., Kuderer S., Liu Z., Uim S. 2017. Peri-implant bone remodeling at the interface of three different implant types: a histologic and histomorphometric study in mini-pigs. *Clin. Oral Implant.* 28: 1143–1149.

20. Mello C.C., Lemos S.A., Verri F.R., Dos Santos D.M., Goato M.C., Pellizer E.P. 2017. Immediate implant placement into fresh extraction sockets versus delayed implants into healed sockets: a systematic review and meta-analysis. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg. Stpt.* 46 (9): 1162–1177.

21. Salerno M., Itri A., Frezzato M., Rebaudi A. 2015. A surface microstructure dental implants before and after insertion: An in vitro study by means of scanning probe microscopy. *Implant. Dent.* 24: 248–255.

22. Naves M.M., Menezes H.H., Magalhaes D. 2015. Effect of microgeometry on the surface topography of dental implants. *International Journal of Oral Maxillofacial Implants.* 30 (4): 789–799.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Гришин Петр Олегович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии Казанского государственного медицинского университета, г. Казань, Россия

Petr O. Grishin, candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Maxillofacial Surgery, FSBEI HE Kazan State Medical University, Kazan, Russia

Калинникова Елена Александровна, ординатор кафедры детской стоматологии Казанского государственного медицинского университета, г. Казань, Россия

Elena A. Kalinnikova, resident of the Department of Pediatric Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia

Симахов Роман Вячеславович, ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии Омского государственного медицинского университета, г. Омск, Россия

Roman V. Simakhov, Assistant professor of maxillofacial surgery, Omsk State University medical university, Omsk, Russia