

DOI: <https://doi.org/10.17816/dent352539>

Российская система дентальных имплантатов из наноструктурированного титана

М.И. Музыкин^{1, 2, 3}, А.Н. Янкевич⁴, Д.В. Балин³, В.С. Дюрягин⁵, С.Ю. Тытюк^{2, 3}¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи, Санкт-Петербург, Российская Федерация;² Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Российская Федерация;³ Санкт-Петербургский медико-социальный институт, Санкт-Петербург, Российская Федерация;⁴ Стоматологическая клиника «Aura Dent», Красноярск, Российская Федерация;⁵ Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Несмотря на достигнутый прогресс в развитии современной стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, значительное усовершенствование диагностических, хирургических и реставрационных методов, в настоящее время количество пациентов с потерей зубов не уменьшается. Эта тенденция в том числе характерна и для современной России. Количество имплантатов, устанавливаемых для замещения утраченных зубов, на территории нашей страны ежегодно увеличивается, но, несмотря на это, доля имплантационных систем с полной локализацией на территории Российской Федерации невелика.

Целью настоящей работы стала демонстрация возможностей и эффективности использования отечественной инновационной системы дентальных имплантатов из наноструктурированного титана в различных клинических случаях. Материалами послужили результаты стоматологической реабилитации пациентов ортопедическими конструкциями с опорой на дентальные имплантаты со сроком наблюдения до 5 лет. Результаты были изложены с указанием всех этапов лечения пациентов с использованием современных методов комплексной стоматологической реабилитации.

Ключевые слова: наноструктурированный титан; дентальная имплантация; стоматологическая реабилитация; российская система дентальных имплантатов; клинический случай.

Как цитировать:

Музыкин М.И., Янкевич А.Н., Балин Д.В., Дюрягин В.С., Тытюк С.Ю. Российская система дентальных имплантатов из наноструктурированного титана // Российский стоматологический журнал. 2023. Т. 27, № 5. С. 467–476. DOI: <https://doi.org/10.17816/dent352539>

DOI: <https://doi.org/10.17816/dent352539>

Russian system of nanostructured titanium dental implants

Maxim I. Muzikin^{1, 2, 3}, Alexey N. Yankevich⁴, Dmitry V. Balin³,
Vasily S. Dyuryagin⁵, Sergey Yu. Tytyuk^{2, 3}

¹ St.-Petersburg Scientific Research Institute of Ear, Nose, Throat and Speech, Saint Petersburg, Russian Federation;

² Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russian Federation;

³ Saint Petersburg Medico-Social Institute, Saint Petersburg, Russian Federation;

⁴ Dental clinic "Aura Dent", Krasnoyarsk, Russian Federation;

⁵ Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation

ABSTRACT

Despite the progress in the development of modern dentistry and maxillofacial surgery and significant improvements in diagnostic, surgical, and restoration methods, currently, the number of patients with tooth loss is not decreasing. This trend is also characteristic of modern Russia. The number of implants installed to replace lost teeth in our country is increasing annually; despite this, the share of implantation systems with full localization in the territory of the Russian Federation is small. This study aimed to demonstrate the possibilities and effectiveness of using a Russian-made innovative system of dental implants made of nanostructured titanium in various clinical cases. The results of dental rehabilitation of patients with orthopedic structures supported by dental implants with a follow-up period of up to 5 years were analyzed. The results were presented with an indication of all stages of treatment of patients using modern methods of complex dental rehabilitation.

Keywords: nanostructured titanium; dental implantation; dental rehabilitation; Russian dental implant system; case report.

To cite this article:

Muzikin MI, Yankevich AN, Balin DV, Dyuryagin VS, Tytyuk SYu. Russian system of nanostructured titanium dental implants. *Russian Journal of Dentistry*. 2023;27(5):467–476. DOI: <https://doi.org/10.17816/dent352539>

Submitted: 27.04.2023

Accepted: 15.05.2023

Published online: 24.11.2023

ВВЕДЕНИЕ

Современные перспективы развития российского рынка товаров с учётом сложившейся устойчивой внешнеэкономической ситуации направлены на полное импортозамещение. Несмотря на тот факт, что вводимые экономические санкции от «стран-партнёров» на сегодняшний день не затрагивают систему здравоохранения и сферу оказания медицинских услуг, цены на продукцию, поставляемую на российский рынок из-за рубежа, за последние два года существенно повысились. Зачастую это связано с тем, что биржевой курс валюты очень сильно отличается от курса, установленного внутри зарубежной компании. Данное обстоятельство является абсолютно бесконтрольным, что создаёт значительный рычаг влияния на цену продукта для конечного потребителя [1]. Необходимость импортозамещения не только в сфере здравоохранения в целом, но и в крайне чувствительной к повышению цен на продукцию стоматологии в частности, где доля использования отечественных материалов ничтожно мала, актуальна сегодня, как никогда ранее [1, 2]. Это особенно важно, когда российский продукт, сделанный с учётом иностранного и отечественного опыта, не только не уступает зарубежным аналогам, но и по внушительному ряду характеристик превосходит их [3].

Вашему вниманию представляется российская имплантационная система Synthes Pro (Dental Synthesis, Россия). Вся линейка имплантатов изготавливается из материала NanoTi (наноструктурированный титан) и имеет поверхность, обработанную методом двойного кислотного травления (NitroEx), что способствует улучшению биосовместимости поверхности и повышению прочности металла. Наноструктурированный титан получают методом равноканального углового прессования титана Grade 4. Цилиндрические титановые заготовки продавливаются через отверстия, изгибающиеся под углом от 90 до 120 градусов, с несколькими проходами. В результате такой обработки кристаллическая структура материала «сминается» в разных направлениях. При этом происходит уменьшение размеров зёрен металла (от 8–20 мкм до 80–200 нм) с получением наноструктуры [4]. Проведённые экспериментальные исследования показывают, что интенсивная пластическая деформация может повысить прочность материала в 1,5–2,5 раза без изменения состава сплава. В связи с этим предел прочности нанотитана Grade 4 составляет 1100–1200 МПа, что более чем в 2 раза превышает предел прочности стандартного титана Grade 4 (550 МПа). Использование наноструктурированного титана создаёт запас прочности для имплантатов, эксплуатируемых с абатментами и другими протетическими элементами, в том числе и с изготавливаемыми из титанового сплава Grade 5 (BT-6, Ti-6Al-4V), имеющего предел прочности 895 МПа [5, 6]. Эксперименты *in vitro* указывают на существенное увеличение степени пролиферации клеток

и ускорение процесса остеоинтеграции на опытных образцах имплантатов по сравнению с контрольными образцами из обычного титана [7].

Цикл производства линейки дентальных имплантатов Synthes Pro (Dental Synthesis, Россия) полностью замкнут и реализуется на территории Российской Федерации без привлечения и помощи со стороны иностранных участников рынка. Отличительной особенностью представляемой имплантационной системы является совместимость протетических компонентов с другими популярными системами, представленными на рынке (например, системами корейского производства), что делает переход на российскую систему дентальных имплантатов более выгодным ввиду универсальности протетической платформы, так как нет необходимости покупки большого количества «уникальных» ортопедических комплектующих. Безусловно, компания Dental Synthesis (Россия) предлагает широкую линейку ортопедических компонентов собственного производства, которая постоянно пополняется новыми позициями с учётом отзывов и пожеланий её пользователей. Необходимо отметить тот факт, что локализация производства на территории Российской Федерации позволяет наряду с высоким качеством предлагаемых материалов не привязывать цену имплантатов и комплектующих к курсу иностранной валюты, как это практикуется у ряда других имплантационных систем российского производства. За последние три года цена на дентальные имплантаты Synthes Pro (Dental Synthesis, Россия) не изменялась.

В настоящее время дентальная имплантация заняла одно из ведущих мест в комплексе методов лечения различных стоматологических заболеваний как основной и наиболее прогрессивный метод восстановления качества жизни пациентов [2, 8, 9]. Проведение дентальной имплантации позволяет широко использовать метод протезирования несъёмными ортопедическими конструкциями, повышая тем самым не только эффективность лечения, но и его эстетичность [9, 10].

На современном этапе развития научно-технического прогресса установка дентальных имплантатов возможна практически во всех клинических случаях и ограничена только противопоказаниями, которые с каждым годом также сводятся к минимуму, переходя из абсолютных в относительные [2, 10, 11]. Для подтверждения высокой эффективности имплантационной системы Synthes Pro (Dental Synthesis, Россия) предлагается рассмотреть ряд клинических случаев стоматологической реабилитации пациентов с утратой зубов на челюстях.

ОПИСАНИЕ СЛУЧАЕВ

Клиническое наблюдение № 1

Пациентка Л., 37 лет, обратилась с жалобами на частичное отсутствие зубов на верхней челюсти справа

(рис. 1). При осмотре: включённый дефект зубного ряда верхней челюсти — отсутствие зубов 1.4–1.6, хронический гранулематозный периодонтит зуба 1.7. В соответствии с планом ортопедического лечения выполнено удаление зуба 1.7, установка денальных имплантатов Synthes Pro в позиции зубов 1.4, 1.5 и 1.6 по двухэтапному протоколу с субантральной аугментацией закрытым методом в позиции имплантата 1.6. Заживление послеоперационной раны без признаков воспаления, швы сняты на 7-е сутки. Через 3 мес после установки денальных имплантатов выполнена контрольная ортопантомограмма, где визуализируются признаки

остеоинтеграции имплантатов, в связи с чем вторым этапом выполнена установка формирователей десневой манжеты (рис. 2). После стабилизации мягких тканей периимплантной зоны реализован протокол ортопедического этапа стоматологического лечения и установлены коронки на винтовой фиксации из диоксида циркония. Контрольная ортопантомограмма выполнена через год, контрольный осмотр через 1,5 года после завершения стоматологической реабилитации: наблюдается стабильный профиль костных и мягких тканей, способствующий длительному функционированию ортопедической конструкции.

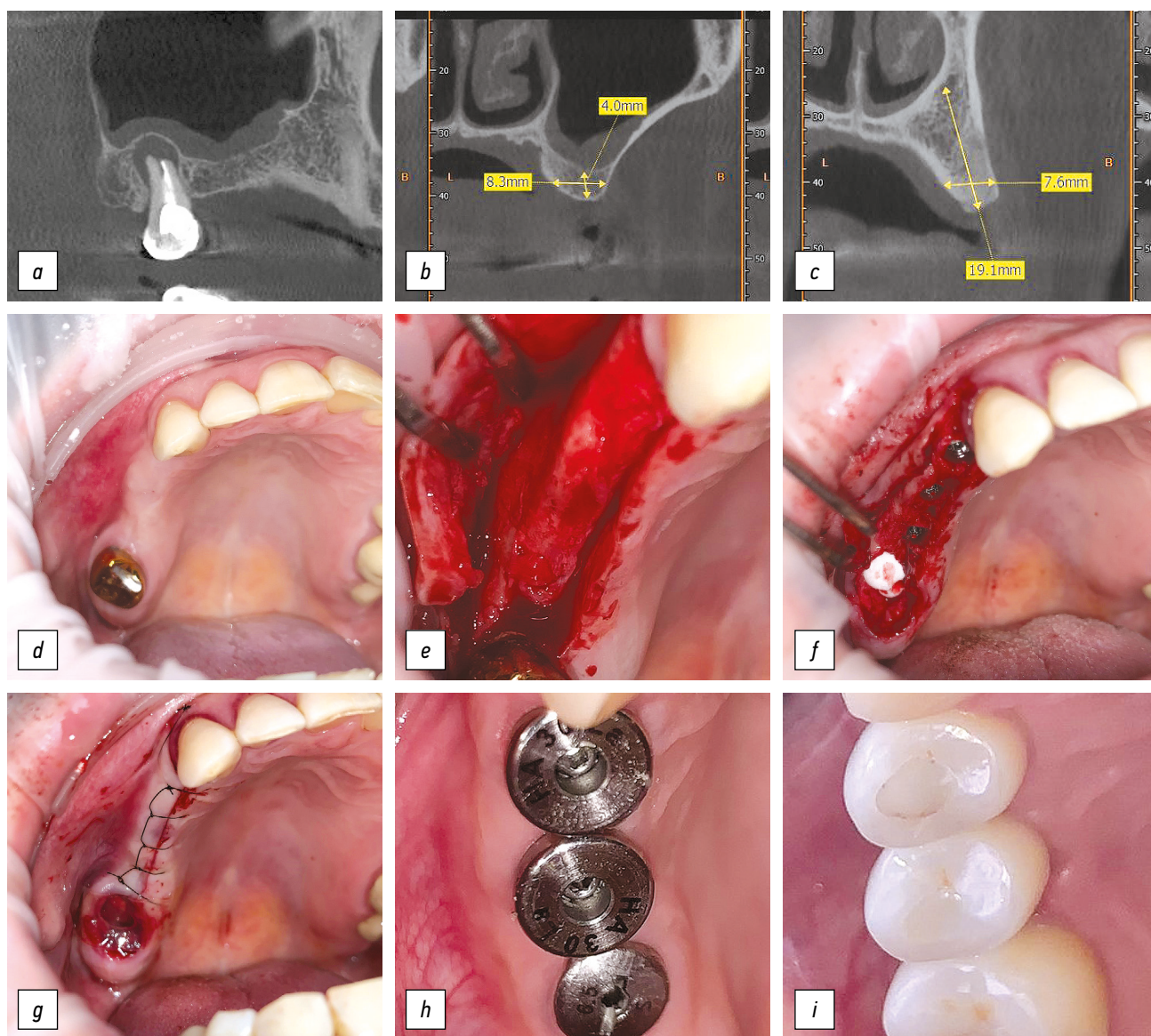


Рис. 1. Этапы стоматологической реабилитации пациентки Л., 37 лет: *a, b, c* — срезы компьютерной томограммы в области отсутствующих зубов; *d* — исходная клиническая картина в полости рта; *e, f, g* — этапы установки денальных имплантатов в область отсутствующих зубов; *h* — установка формирователей десневой манжеты; *i* — фиксация окончательной ортопедической конструкции.

Fig. 1. Stages of dental rehabilitation of patient L., 37-years-old: *a, b, c* — sections of a computed tomogram in the area of missing teeth; *d* — the initial clinical picture in the oral cavity; *e, f, g* — the stages of installing dental implants in the area of missing teeth; *h* — installation of gingival cuff shapers; *i* — fixing the final orthopedic restoration.

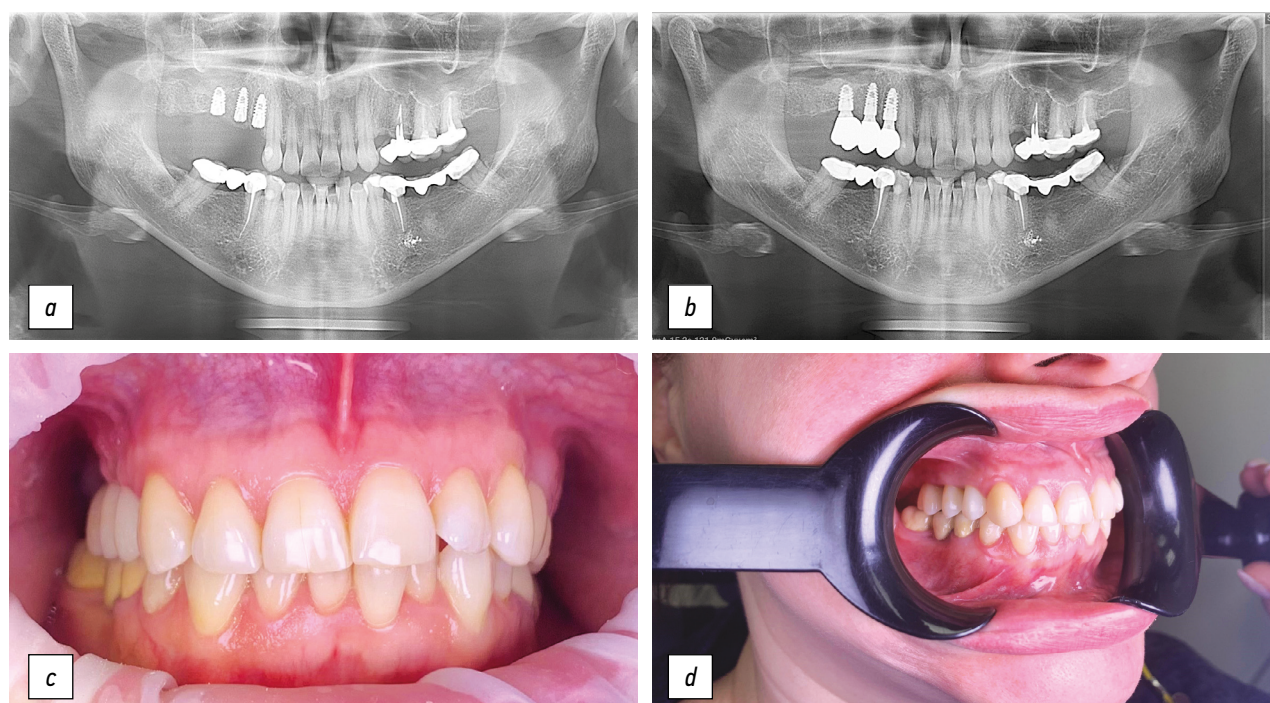


Рис. 2. Этапы стоматологической реабилитации пациентки Л., 37 лет: *a* — фрагмент ортопантограммы перед установкой формирователей десневой манжеты; *b* — фрагмент ортопантограммы через год после установки постоянной ортопедической конструкции; *c* — вид полости рта после фиксации окончательной ортопедической конструкции; *d* — контрольный осмотр пациента через 1,5 года после завершения стоматологической реабилитации.

Fig. 2. Stages of dental rehabilitation of patient L., 37-years-old: *a* — fragment of an orthopantomogram before the installation of the gingival cuff shapers; *b* — fragment of an orthopantomogram a year after the installation of a permanent orthopedic structure; *c* — view of the oral cavity after fixing the final orthopedic structure; *d* — control examination of the patient 1.5 years after the completion of dental rehabilitation.

Клиническое наблюдение № 2

Пациент М., 35 лет, обратился с жалобой на отсутствие зуба на нижней челюсти справа (рис. 3). При осмотре: включённый дефект зубного ряда нижней челюсти справа — отсутствие зуба 4.6, зуб удалён 2 мес назад. С целью рационального протезирования в позицию зуба 4.6 установлен дентальный имплантат Synthes Pro 4,5×10 мм. Учитывая высокую первичную стабильность имплантата, одновременно с установкой зафиксирован формирователь десневой манжеты и проведена коррекция профиля мягких тканей. Заживление послеоперационной раны без признаков воспаления, швы сняты на 10-е сутки. Через 3 мес после установки дентального имплантата выполнен прицельный рентгеновский снимок, визуализируются признаки остеоинтеграции имплантата. Далее поэтапно выполнен ортопедический протокол, установлена коронка из диоксида циркония на винтовой фиксации. Контрольный прицельный снимок и контрольный осмотр выполнены через год после завершения стоматологической реабилитации. Профиль костных и мягких тканей стабилен, признаков воспаления не наблюдается.

Клиническое наблюдение № 3

Пациент Ю., 58 лет, обратился с жалобами на отсутствие зубов на верхней и нижней челюсти (рис. 4). При осмотре:

концевые дефекты зубного ряда обеих челюстей с обеих сторон, неблагоприятный пародонтологический статус. Прикус фиксирован, высота прикуса соответствует физиологической норме. Из анамнеза: курение около пачки сигарет в день. Пациент иногородний, работает вахтовым методом. Максимальный срок на текущий этап стоматологической реабилитации — 4 мес. С целью рационального протезирования на первом этапе выполнена установка дентальных имплантатов Synthes Pro в область отсутствующих зубов 1.6, 1.4, 2.4, 2.6, 3.4, 3.6. Проведено увеличение объёма костной ткани нижней челюсти по ширине с одномоментной установкой имплантатов в область зубов 4.4 и 4.6. Через 3 мес после установки имплантатов выполнена установка мультитюнит-абатментов, а после заживления — ортопедический этап стоматологической реабилитации на дентальных имплантатах с уровня мультитюнит-абатментов. Установлены коронки из диоксида циркония. В представленном клиническом наблюдении выбрана ортопедическая конструкция с уровня мультитюнит-абатментов ввиду недостаточно хорошей гигиены у пациента. На этом первый этап стоматологической реабилитации был завершён, общее время, затраченное на реализацию представленного плана, составило 4 мес. Вторым этапом планируется закрытие фронтальной группы зубов коронками.

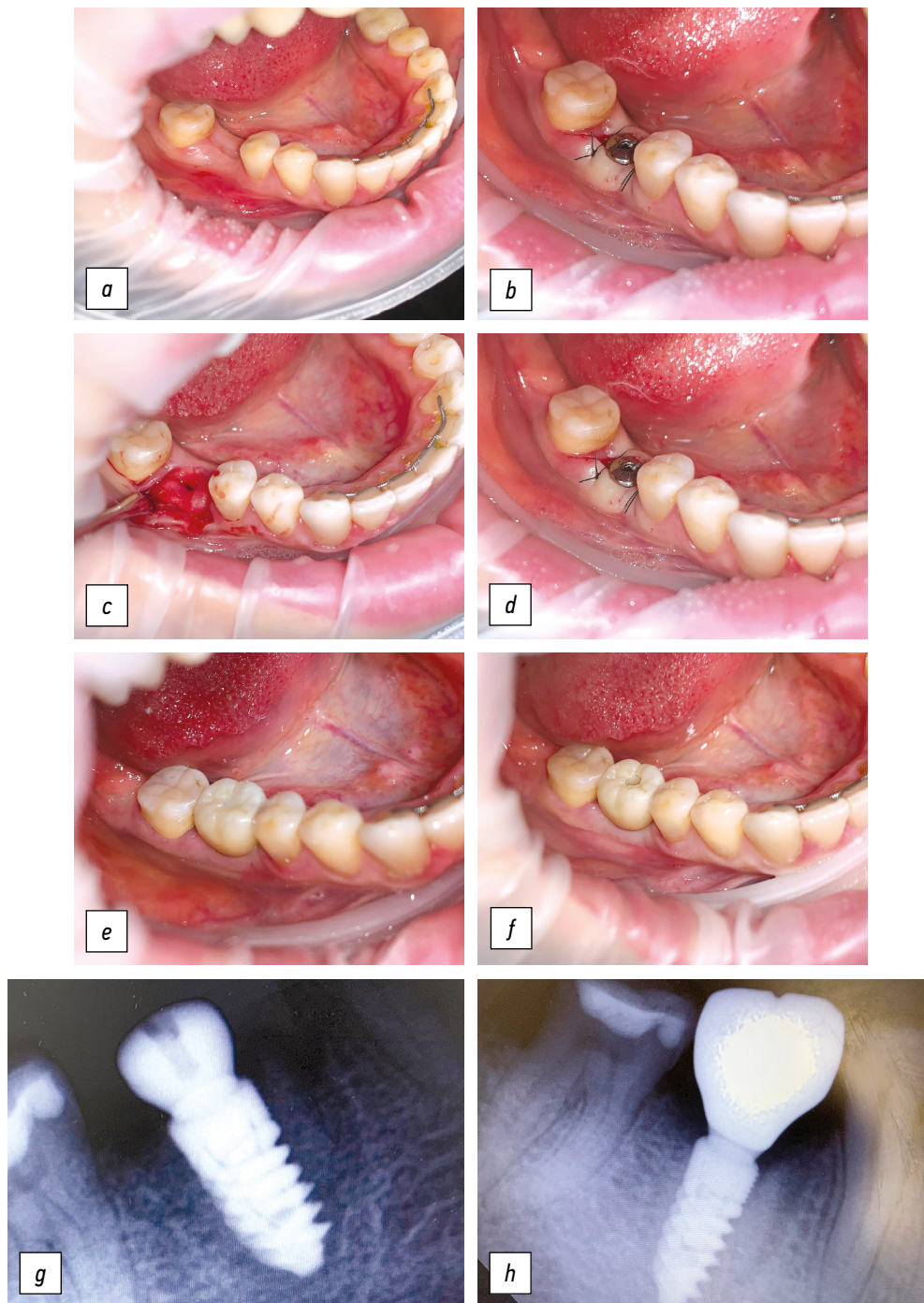


Рис. 3. Этапы стоматологической реабилитации пациента М., 35 лет: *a* — исходная клиническая картина; *b, c, d* — выполнена установка дентального имплантата с фиксацией формирователя десневой манжеты и коррекцией профиля мягких тканей; *e* — этап фиксации окончательной ортопедической конструкции; *f* — контрольный осмотр через 1 год; *g, h* — контрольные прицельные снимки на этапах стоматологической реабилитации.

Fig. 3. Stages of dental rehabilitation of the patient М., 35-years-old: *a* — the initial clinical picture; *b, c, d* — the installation of a dental implant with fixation of the gingival cuff shaper and correction of the soft tissue profile was performed; *e* — the stage of fixation of the final orthopedic structure; *f* — control examination after 1 year; *g, h* — control sighting images at the stages of dental rehabilitation

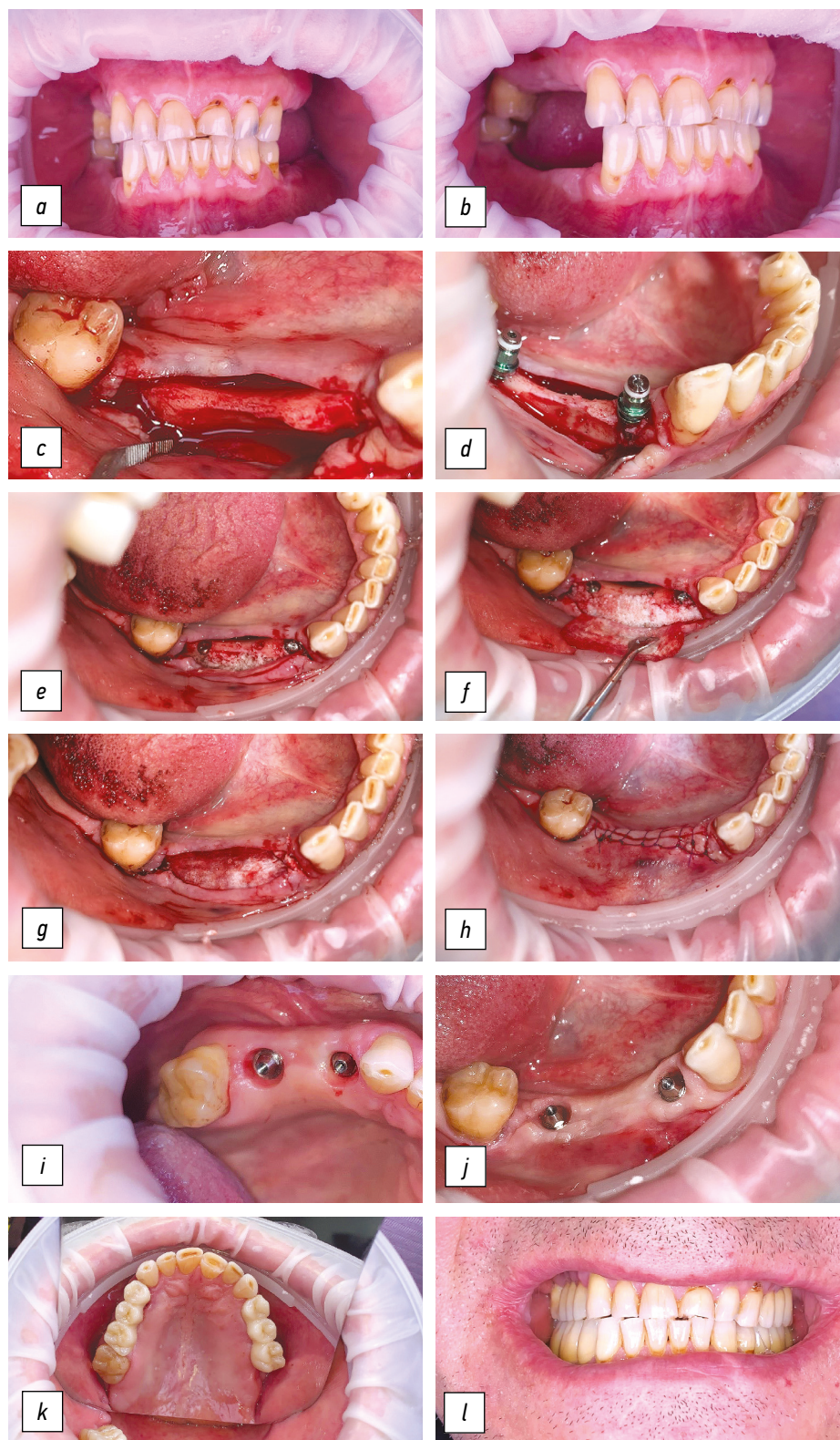


Рис. 4. Этапы стоматологической реабилитации пациента Ю., 58 лет: *a, b* — исходная клиническая картина; *c, d, e, f, g, h* — этапы проведения направленной костной регенерации с целью увеличения объема костной ткани нижней челюсти по ширине одновременно с установкой дентальных имплантатов; *i, j* — вид стабильных мягких тканей в области мультиюнит-абатментов перед этапом протезирования; *k, l* — фиксация постоянных ортопедических конструкций из диоксида циркония, завершение первого этапа стоматологической реабилитации.

Fig. 4. Stages of dental rehabilitation of the patient Yu., 58-years-old: *a, b* — the initial clinical picture; *c, d, e, f, g, h* — the stages of targeted bone regeneration in order to increase the volume of bone tissue of the lower jaw in width simultaneously with the installation of dental implants; *i, j* — the type of stable soft tissues in the area of multiunit abutments before the prosthetics stage; *k, l* — fixation of permanent orthopedic structures made of zirconium dioxide, completion of the first stage of dental rehabilitation.

Клиническое наблюдение № 4

Пациентка Ж., 56 лет, обратилась с жалобами на дискомфорт и периодически возникающие боли в области фронтальных зубов верхней челюсти (рис. 5). На аксиальных срезах компьютерной томограммы фронтальной группы зубов определяются комбинированные эндодонто-пародонтальные поражения с разрушением твёрдых тканей. Одновременно с удалением зубов 1.2, 1.1, 2.2 выполнена установка дентальных имплантатов Synthes Pro в область зубов 1.1, 2.1, 2.2 с фиксацией мультиюнит-абатментов. Осуществлена направленная костная регенерация по ширине с заполнением всех

образовавшихся после удаления дефектов костно-пластическим материалом с целью профилактики постэкстракционной атрофии. Фиксация временных коронок была проведена в тот же день. Через 3 мес после стабилизации тканей в периимплантной зоне временные ортопедические конструкции заменены на постоянные из диоксида циркония.

На сегодняшний момент представленная имплантационная система набирает всё большую популярность не только на территории нашей страны, но и в странах ближнего зарубежья, а количество клинических случаевкратно увеличивается с каждым днём.

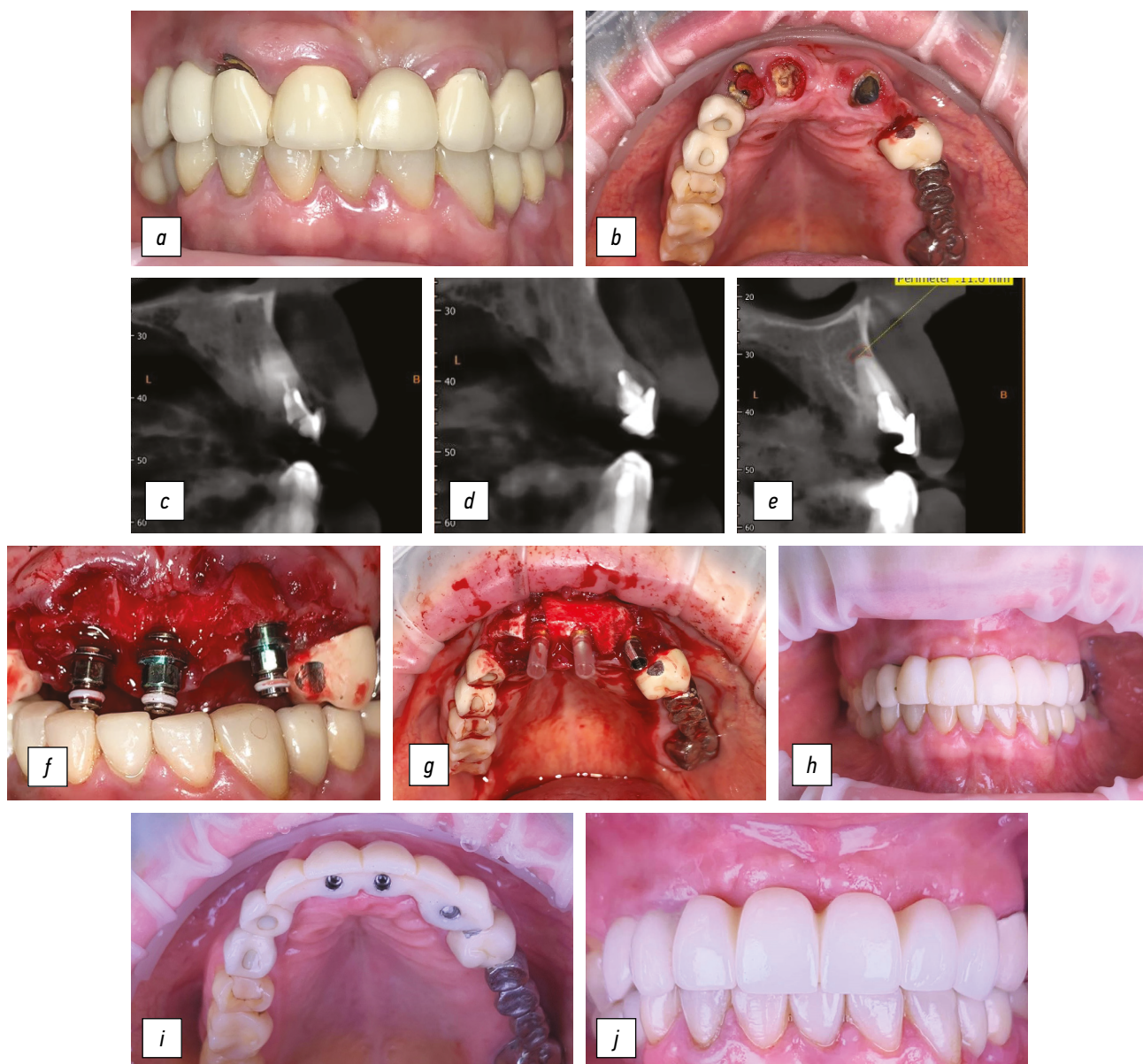


Рис. 5. Этапы стоматологической реабилитации пациентки Ж., 56 лет: *a, b* — исходная клиническая картина; *c, d, e* — срезы компьютерной томограммы фронтальной группы зубов на верхней челюсти; *f, g* — этапы хирургического лечения; *h, i* — установка временной ортопедической конструкции с немедленной нагрузкой; *j* — фиксация постоянных коронок из диоксида циркония.

Fig. 5. Stages of dental rehabilitation of patient J., 56-years-old: *a, b* — initial clinical picture; *c, d, e* — sections of a computed tomogram of the frontal group of teeth on the upper jaw; *f, g* — stages of surgical treatment; *h, i* — installation of a temporary orthopedic structure with immediate loading; *j* — fixation of permanent crowns made of zirconium dioxide.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современное развитие стоматологии и челюстно-лицевой хирургии открывает перед врачами широкие возможности и позволяет даже в самых сложных клинических ситуациях осуществить стоматологическую реабилитацию пациентов. Число проводимых операций стоматологической реабилитации пациентов с использованием имплантатов не только не имеет тенденции к снижению, но и возрастает с каждым годом. Ежегодно количество устанавливаемых дентальных имплантатов и проводимых операций по увеличению объёма костных и мягких тканей во всём мире возрастает на 10–15%.

В настоящее время использование дентальных имплантатов Synthes Pro позволяет добиться стабильных клинических результатов, что и было продемонстрировано в рамках представленной клинической работы.

Авторы статьи и разработчики системы дентальных имплантатов Synthes Pro приглашают коллег к сотрудничеству и дальнейшему совместному развитию и совершенствованию отечественной имплантационной системы из наноструктурированного титана.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных и фотографий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гасиловский А.Е., Павлюк В.П., Чикалова А.Е. Основные тенденции и перспективы развития внешнеэкономической деятельности Российской Федерации // *Фундаментальные исследования*. 2022. № 7. С. 30–34. doi: 10.17513/fr.43279
2. Жданюк И.В., Иорданишвили А.К., Володин А.И., Веретенко Е.А., Музыкин М.И. Медико-экономические и социальные аспекты зубного протезирования лиц старшего возраста // *Специалист здравоохранения*. 2018. № 1. С. 25–26.
3. Парфенов Е.В., Рааб Г.И., Дюрягин В.С. Применение нанотитана в дентальных имплантатах // *Дентальная имплантология и хирургия*. 2022. № 2. С. 80–82.
4. Valiev R.Z., Prokofiev E.A., Kazarinov N.A., et al. Developing nanostructured Ti alloys for innovative implantable medical devices // *Materials (Basel)*. 2020. Vol. 13, N 4. 967. doi: 10.3390/ma13040967
5. Raab G.I., Kodirov I.S., Aksenov D.A., Valiev R.Z. The formation of a high-strength state in martensitic Ti Grade 4 by ECAP // *J Alloys Compd*. 2022. Vol. 922. 166205. doi: 10.1016/j.jallcom.2022.166205
6. Nazarov D., Zemtsova E., Smirnov V., et al. The effects of chemical etching and ultra-fine grain structure of titanium on MG-63 cells response // *Metals*. 2021. Vol. 11, N 3. 510. doi: 10.3390/met11030510

REFERENCES

1. Gasilovskiy AE, Pavlyuk VP, Chikalova AE. The main trends and prospects for the development of foreign economic activity of the

Источник финансирования. Подготовка и публикация статьи осуществлены на личные средства авторского коллектива.

Конфликт интересов. Все авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Сбор данных — М.И. Музыкин, А.Н. Янкевич, Д.В. Балин; написание черновика рукописи — М.И. Музыкин, В.С. Дюрягин, С.Ю. Тытюк; научная редакция рукописи — М.И. Музыкин, Д.В. Балин, В.С. Дюрягин; рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи — М.И. Музыкин, А.Н. Янкевич, Д.В. Балин, В.С. Дюрягин. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

ADDITIONAL INFORMATION

Consent for publication. Written consent was obtained from the patients for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

Funding source. The study had no sponsorship.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. Data collection — M.I. Muzikin, A.N. Yankevich, D.V. Balin; manuscript drafting — M.I. Muzikin, V.S. Dyuryagin, S.Yu. Tytyuk; scientific revision of the manuscript — M.I. Muzikin, D.V. Balin, V.S. Dyuryagin; review and approval of the final manuscript — M.I. Muzikin, A.N. Yankevich, D.V. Balin, V.S. Dyuryagin. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

7. Parfenov E.V., Parfenova L.V., Dyakonov G.S., et al. Surface functionalization via PEO coating and RGD peptide for nanostructured titanium implants and their in vitro assessment // *Surf Coat Technol*. 2019. Vol. 357. P. 669–683. doi: 10.1016/j.surfcoat.2018.10.068
8. Музыкин М.И., Коковихина Е.В., Герасимова Е.А., и др. Возрастная и постэкстракционная атрофия челюстей и современные возможности восстановления жевательного аппарата у пожилых и старых людей // *Успехи геронтологии*. 2021. Т. 34, № 1. С. 134–143. doi: 10.34922/AE.2021.34.1.019
9. Chappuis V., Araújo M.G., Buser D. Clinical relevance of dimensional bone and soft tissue alterations post-extraction in esthetic sites // *Periodontol 2000*. 2017. Vol. 73, N 1. P. 73–83. doi: 10.1111/prd.12167
10. Музыкин М.И., Иорданишвили А.К. Модель саногенеза постэкстракционной регенерации костной ткани челюстей // *Экология человека*. 2020. № 8. С. 40–48. doi: 10.33396/1728-0869-2020-8-40-48
11. Музыкин М.И., Балин Д.В., Иорданишвили А.К. Выживаемость скуловых и корневых дентальных имплантатов: 5-летнее наблюдение // *Российский вестник дентальной имплантологии*. 2020. № 3-4. С. 59–68.

- Russian Federation. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2022;(7):30–34. doi: 10.17513/fr.43279

2. Zhdanuyuk IV, Iordanishvili AK, Volodin AI, Veretenko EA, Muzykin MI. Medical, economic and social aspects of dental prosthetics for older people. *Specialist zdravoohraneniya*. 2018;(1):25–26. (In Russ).
3. Parfenov EV, Raab GI, Dyuryagin VS. Application of nanotitanium in dental implants. *Dental'naya implantologiya i hirurgiya*. 2022;(2):80–82. (In Russ).
4. Valiev RZ, Prokofiev EA, Kazarinov NA, et al. Developing nanostructured Ti alloys for innovative implantable medical devices. *Materials (Basel)*. 2020;13(4):967. doi: 10.3390/ma13040967
5. Raab GI, Kodirov IS, Aksenov DA, Valiev RZ. The formation of a high-strength state in martensitic Ti Grade 4 by ECAP. *J Alloys Compd*. 2022;922:166205. doi: 10.1016/j.jallcom.2022.166205
6. Nazarov D, Zemtsova E, Smirnov V, et al. The effects of chemical etching and ultra-fine grain structure of titanium on MG-63 cells response. *Metals*. 2021;11(3):510. doi: 10.3390/met11030510
7. Parfenov EV, Parfenova LV, Dyakonov GS, et al. Surface functionalization via PEO coating and RGD peptide for nanostructured titanium implants and their in vitro assessment. *Surf Coat Technol*. 2019;357:669–683. doi: 10.1016/j.surfcoat.2018.10.068
8. Muzikin MI, Kokovihina EV, Gerasimova EA, et al. Age-related and post-extraction atrophy of the jaws and modern possibilities for restoring the masticatory apparatus in the elderly people. *Advances in Gerontology*. 2021;34(1):134–143. doi: 10.34922/AE.2021.34.1.019
9. Chappuis V, Araújo MG, Buser D. Clinical relevance of dimensional bone and soft tissue alterations post-extraction in esthetic sites. *Periodontol 2000*. 2017;73(1):73–83. doi: 10.1111/prd.12167
10. Muzykin MI, Iordanishvili AK. Post-extraction regeneration of jaw bone sanogenesis model. *Human Ecology*. 2020;(8):40–48. doi: 10.33396/1728-0869-2020-8-40-48
11. Muzikin MI, Balin DV, Iordanishvili AK. Survival rate of zygomatic and root dental implants: the 5-year observation. *Russian Bulletin of Dental Implantology*. 2020;(3 Pt 4):59–68.

ОБ АВТОРАХ

* **Музыкин Максим Игоревич**, д-р мед. наук, доцент, профессор института;
адрес: Российская Федерация, 190013, Санкт-Петербург, ул. Бронницкая, д. 9;
ORCID: 0000-0003-1941-7909;
eLibrary SPIN: 7169-1489;
e-mail: MuzikinM@gmail.com

Янкевич Алексей Николаевич;
ORCID: 0009-0003-5237-424X;
eLibrary SPIN: 5972-5198;
e-mail: aleksei.yankevich@yandex.ru

Балин Дмитрий Викторович, канд. мед. наук, доцент кафедры;
ORCID: 0000-0001-8795-4947;
eLibrary SPIN: 3500-6837;
e-mail: baldent@mail.ru

Дюрягин Василий Сергеевич, науч. сотр.;
e-mail: vd@nct.dental

Тытюк Сергей Юрьевич, канд. мед. наук, преподаватель;
eLibrary SPIN: 2475-4340;
e-mail: sergei_tytyuk@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Maxim I. Muzikin**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
address: 9 Bronnitskaya street, 190013 Saint Petersburg, Russian Federation;
ORCID: 0000-0003-1941-7909;
eLibrary SPIN: 7169-1489;
e-mail: MuzikinM@gmail.com

Alexey N. Yankevich;
ORCID: 0009-0003-5237-424X;
eLibrary SPIN: 5972-5198;
e-mail: aleksei.yankevich@yandex.ru

Dmitry V. Balin, MD, Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor;
ORCID: 0000-0001-8795-4947;
eLibrary SPIN: 3500-6837;
e-mail: baldent@mail.ru

Vasily S. Dyuryagin, Research Associate;
e-mail: vd@nct.dental

Sergey Y. Tytyuk, MD, Cand. Sci. (Med.), Lecturer;
eLibrary SPIN: 2475-4340;
e-mail: sergei_tytyuk@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author