

УДК 616.31,620.3

https://doi.org/10.33619/2414-2948/70/26

ВОЗМОЖНОСТИ ПОКРЫТИЯ ПОВЕРХНОСТИ ДЕНТАЛЬНЫХ ТИТАНОВЫХ ИМПЛАНТАТОВ НАНОЧАСТИЦАМИ ИЗ НАНОРАСТВОРА СЕРЕБРА

©Сманалиев М. Д., Кыргызский государственный медицинский институт переподготовки и повышения квалификации, г. Бишкек, Кыргызстан

©Юлдашев И. М., д-р мед наук Международная высшая школа медицины, г. Бишкек, Кыргызстан

POSSIBILITIES OF DENTAL TITANIUM IMPLANTS SURFACE COATING WITH NANO PARTICLES FROM NANO SILVER SOLUTION

©Smanaliev M., Kyrgyz State Medical Institute for Retraining and Advanced Studies, Bishkek, Kyrgyzstan

©Yuldashev I., Dr. habil., International Higher School of Medicine, Bishkek, Kyrgyzstan

Аннотация. Изучено антибактериальное действие наночастиц серебра при покрытии ими титановых дентальных имплантатов. Методами сканирующей электронной микроскопии и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии получены данные о накоплении наночастиц серебра в устанавливаемых имплантатах. Распределение наносеребра неравномерно по всей протяженности имплантата. Наносеребро рассеяно по поверхности имплантата с размером частиц до 5 нМ.

Abstract. Studied the silver nanoparticles antibacterial action when it coated titanium dental implants. The accumulation of nano-silver on implants surface obtained by scanning electron microscopy and energy dispersive X-ray spectroscopy. The distribution of nano silver is uneven throughout the entire length of the implant. Nano silver is scattered over the surface of the implant with a particle size of up to 5 nM.

Ключевые слова: нано-частицы серебра, титановые дентальные имплантаты, определение Сканирующей электронной микроскопией и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопией.

Keywords: silver nanoparticles, titanium dental implants, determination by scanning electron microscopy and energy dispersive X-ray spectroscopy.

Последние десятилетия характеризуются стремительным развитием нанотехнологий и внедрением их результатов в различные отрасли деятельности человека, в частности — в медицину и стоматологию. Одними из приоритетных направлений являются наномедицина и нанофармакология, позволяющие влиять на молекулярный уровень организации живой ткани и осуществлять контроль над строением органов [2, 4, 8]. Ученые Кыргызстана, как и во всем мире, занимаются созданием новых материалов из наночастиц таких металлов, как серебро, медь, кремний, золото, титан и др. для диагностики и лечения различных заболеваний и патологических состояний [3, 6]. Особый интерес для наномедицины и стоматологии представляют разработки препаратов из наносеребра [10]. Наночастицы серебра (AgNPs) являются одними из наиболее важных и привлекательных металлических наночастиц.

Серебро стало одним из главных объектов медико-биологических исследований в рамках нанотехнологии. Широкий спектр противомикробного действия серебра, отсутствие устойчивости к нему у большинства патогенных микроорганизмов, низкая токсичность, а также хорошая переносимость больными способствовали повышенному интересу медиков мира к препаратам этого металла [5, 9, 11]. В форме наночастиц этот металл обладает значительно более выраженными и устойчивыми антимикробными свойствами по сравнению с его ионами. Наночастицы серебра (AgNP) все чаще используются в различных областях, включая медицину, в частности стоматологии, благодаря своим уникальным физическим и химическим свойствам. Серебро уже много лет используется в медицине благодаря своим природным антибактериальным и противогрибковым свойствам. Наночастицы серебра обычно имеют размер 25 нанометров. Но в последнее время противомикробные свойства серебра вновь стали привлекать к себе внимание. Это связано с ростом аллергических осложнений антибактериальной терапии, токсическим действием антибиотиков на внутренние органы и подавлением иммунитета, возникновением грибкового поражения дыхательных путей и дисбактериоза после длительной антибактериальной терапии, а также появлением устойчивых штаммов возбудителей к используемым антибиотикам [12]. При контакте с бактериями и грибами эти наночастицы отрицательно влияют на их клеточный метаболизм, подавляя рост их клеток и подавляя рост бактерий и грибов, вызывающих инфекцию, зуд и изъязвление. Способность наносеребра предотвращать распространение инфекции обусловлена высвобождением ионов серебра (Ag^+) с поверхности этого материала, который способен устранять соединения серы и фосфора в бактериях, грибах или вирусах.

Показаний к применению нанорастворов серебра достаточно много, оно может быть использовано для лечения следующих заболеваний:

-Инфекции пищеварительной системы, отравления и расстройства, связанные с попаданием в организм вредоносных бактерий и вирусов.

-Заболевания дыхательных путей, в частности такие распространенные, как ангина и грипп.

-Инфекции ротовой полости, такие как стоматит и гингивит.

-Кожные инфекции.

При борьбе с болезнями раствор наночастиц серебра очень часто выступает намного более действенным средством, чем популярные антибиотики, поскольку отмечается, что с течением времени ни один вредоносный микроорганизм не может стать нечувствительным к действию серебра. В то время как эффективность антибиотиков против многих бактерий может постепенно снижаться.

Наночастицы серебра быстры и эффективны, нетоксичны, противоаллергичны и не раздражают, стабильны в воде и не окисляются на воздухе, обладают высокой прочностью и гидрофильны. Наночастицы серебра очень эффективны против различных вирусов, таких как вирус иммунодефицита, вирус гепатита В, вирус простого герпеса и пара-вирус [7].

Нано-серебро настолько крошечно, что может проникать в небольшие пространства. С другой стороны, хотя эти наночастицы серебра очень малы, их площадь поверхности очень высока. Это означает, что они имеют относительно большую площадь поверхности относительно своего объема. Чем выше уровень, тем больше химических реакций. В результате его способность вступать в контакт с бактериями и грибами увеличивается и улучшает его антимикробные свойства. Одним из возможных путей является то, что AgNPs, взаимодействуя с бактериями, индуцируют активированные виды кислорода и свободные радикалы в них, тем самым повреждая внутриклеточные органы [1]. Другим механизмом

является способность AgNPs прилипать к бактериальной стенке, после чего наночастицы серебра проникают в них, повреждая мембрану бактериальной клетки, что приводит к утечке клеточного содержимого и гибели [8].

Существует много ожиданий относительно использования наночастиц. Однако токсическое воздействие AgNPs на живые организмы и связанные с этим проблемы со здоровьем вызывают тревогу, когда их концентрация превышает определенный уровень. Однако, когда серебро присутствует в виде наночастиц, токсичность снижается, поскольку оно выводится через мочу и волосы. Получение наночастиц в конце XX столетия позволило сделать препараты на основе наносеребра относительно безопасными для человека, а передовые нанотехнологические разработки нейтрализовали барьер высокой стоимости таких медикаментов и сделали их доступными для лечения различных заболеваний. Наночастицы серебра со специальной структурой могут распространяться на поверхности, зараженные вирусом, и убивать эти вирусы. Одно из таких исследований показало, что использование поверхностных дезинфицирующих средств, содержащих наночастицы серебра, на 50% эффективнее убивает микробы, чем обычные виды [2, 12].

Изучение противовоспалительных свойств нано растворов серебра представляется интересным и многообещающим направлением оптимизации приживления дентальных имплантатов, особенно в компромиссных, сложных случаях, при наличии незначительных следов воспаления, при непосредственной имплантации.

Цель исследования. Изучить возможности накопления и особенности распределения нано частиц на поверхности дентальных титановых имплантатов при обработке нано раствором серебра.

Материал и методы исследования

Нано структурирование серебра проводилось с использованием энергии импульсной плазмы в жидкости (ИПЖ), создаваемой между двумя электродами, помещенными в жидкую среду, по методу, разработанному в лаборатории нано технологий Института химии и химической технологии Национальной академии наук Кыргызской Республики (НАН КР). Методика является аналогом способа получения и синтеза наноматериалов на основе токопроводящих элементов [3, 5]. Процессы формирования нано структур из твердых драгоценных металлов в условиях энергии импульсной плазмы в жидкости (ИПЖ) объяснялись с точки зрения конфигурационной модели вещества, механизма распада жидких капель, образования углеродных нано структур с помощью модели «путь фуллера».

По данным С. К. Сулайманкуловой [5] нано раствор наночастиц серебра, прошел рентгенофазовый анализ (РФА), на дифрактометре Rigaku RINT-2500 VHF в Университете Кумамото, Япония. Наночастицы наблюдались на просвечивающемся электронном микроскопе высокого разрешения, позволяющем увидеть двухмерный контраст от нано кристалла, находящегося в отражающем положении. Просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения, также позволяет идентифицировать фазовый состав нано структурных материалов, для этого использовался электронный микроскоп, марки JEOL – 200 FX.

Дентальные титановые имплантаты (6 образцов) Alpha bio (Израиль) в асептических условиях погружались в заранее приготовленный нанораствор с известным содержанием нано раствора серебра. Экспозиция в растворе составила 30 мин. После чего имплантат высушивался в течение 3 мин в стерильном термостате при температуре 37 °С и после проводилось изучение образца. С целью определения количественного присутствия и

преимущественного накопления наносеребра в имплантатах, нами была произведена электронная микроскопия и энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия устанавливаемых конструкций.

Сканирующая электронная микроскопия и энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия были выполнены на базе кафедры Функциональных наносистем и высокотемпературных материалов Национального Исследовательского Технологического Университета «МИС и С» Министерства Образования и Науки Российской Федерации. Результаты сканирующей электронной микроскопии и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии были получены при помощи прибора Tescan Vega 3 SB, оборудованного приставкой для ЭДС анализа Oxford Instruments X-Act.

Результаты исследования и обсуждение

С использованием сканирующей электронной микроскопии было проведено изучение поверхности образцов имплантатов, на которые путем осаждения из раствора нанесены частицы серебра. Изображение имплантата представлено на Рисунке 1. Цифрами на микрофотографиях обозначены участки, на которых проводился элементный анализ (места наибольшего скопления наночастиц серебра).

Преимущественная форма частиц серебра, осажденных на исходные материалы из раствора, представлена на Рисунке 2. Средний размер, определенный при помощи программы ImageJ, оценочно, составляет 697 нм для частиц Ag. Однако придавать этим значениям конечный размер частиц не является корректным, поскольку данные частицы могут представлять собой агрегаты слипшихся частиц меньшего размера. Для определения конкретных размеров данных наночастиц требуется проведение дополнительных исследований.

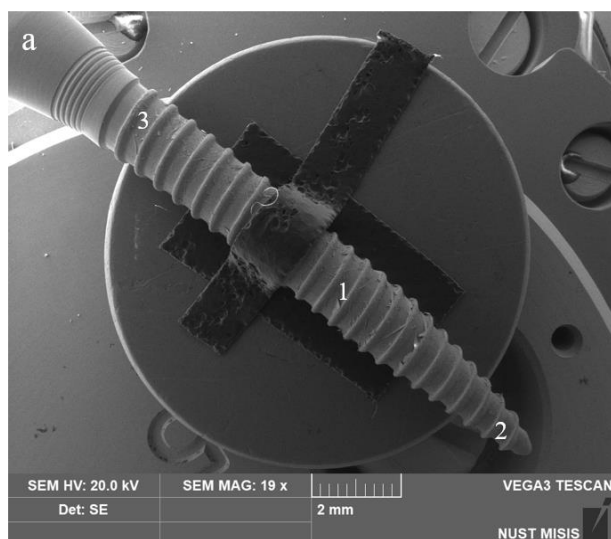


Рисунок 1. Микрофотография исследуемого имплантата с нанесенными частицами серебра

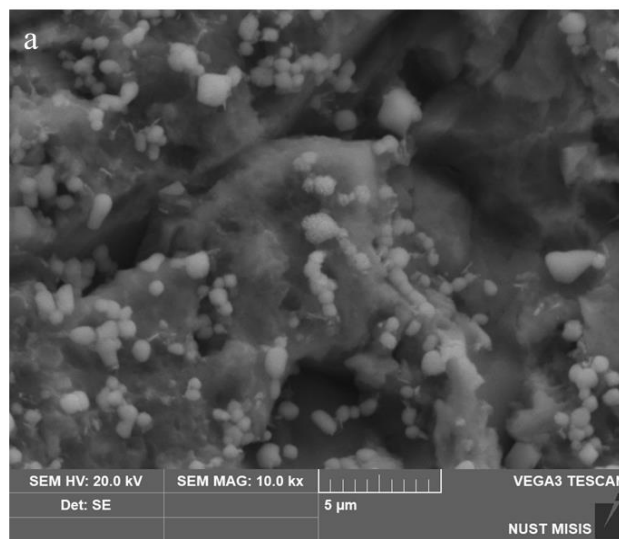


Рисунок 2. Микрофотографии частиц серебра, осажденных на поверхность имплантата из раствора

Изучение с применением энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии предоставило следующие результаты. Исследование элементного состава образцов проводилось методом картирования, однако на некоторых участках снятие спектров проводилось в точке. На Рисунках 3–5 приведены результаты энергодисперсионной

рентгеновской спектроскопии для имплантата с частицами серебра.

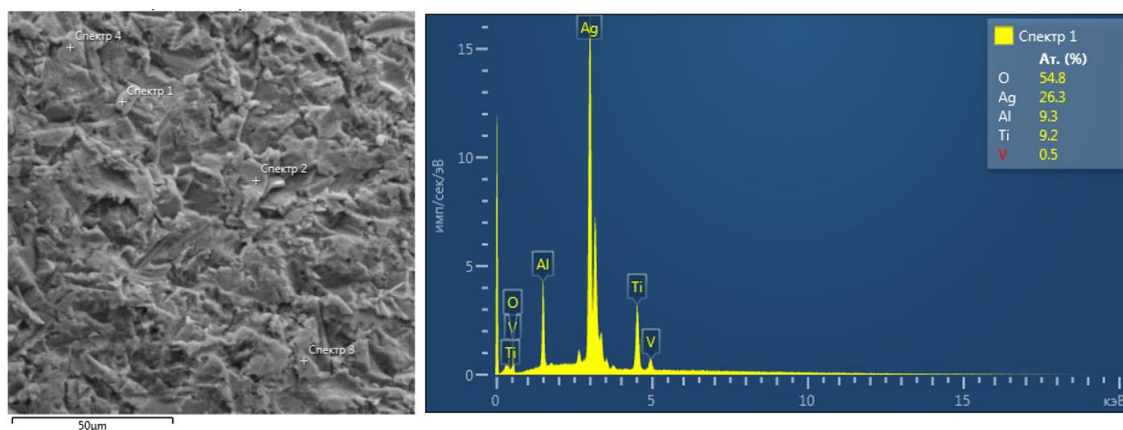


Рисунок 3. Результаты ЭДС для области а-1 (Рисунок 1)

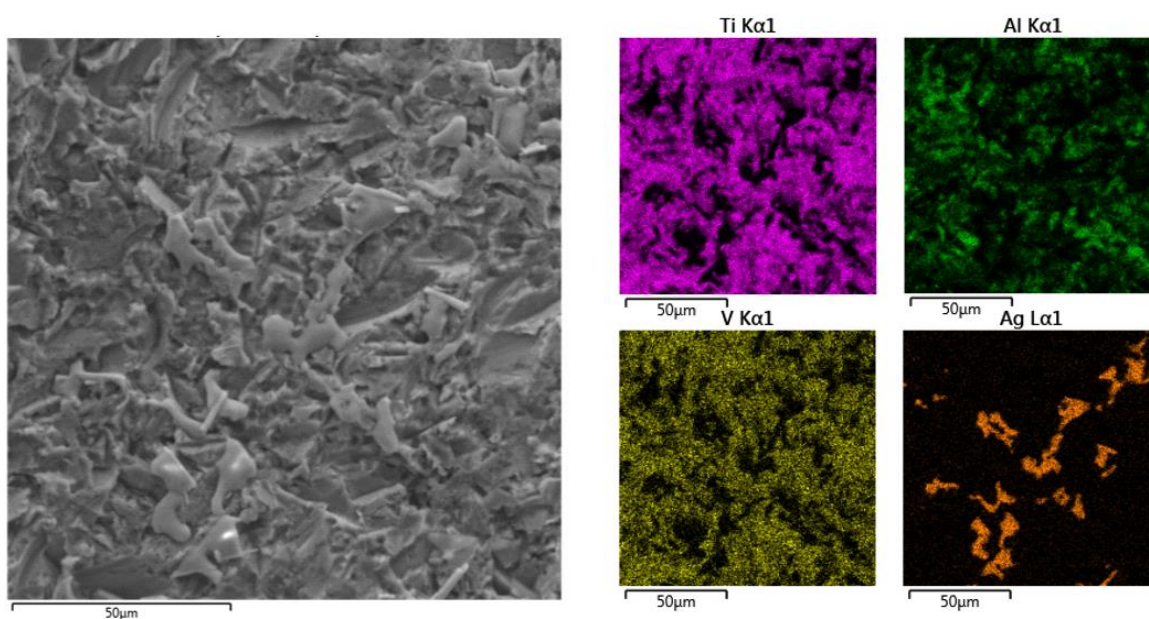


Рисунок 4. Результаты ЭДС для области а-1 (Рисунок 1)

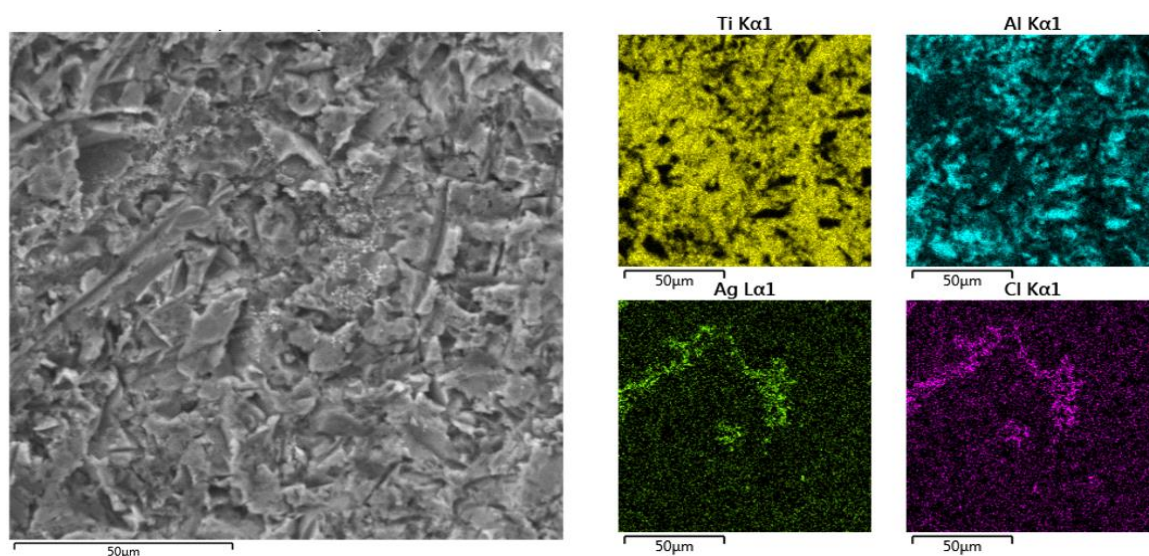


Рисунок 5. Результаты ЭДС для области а-2 (Рисунок 1).

Согласно результатам, приведенным на Рисунках 3–5 на каждом исследованном участке присутствуют частицы серебра, но на Рисунках 4 и 5 отчетливо видно, что распределение Ag по поверхности имплантата не является равномерным. Кроме того, на микрофотографии Рисунка 4 видно, что некоторая часть материала на поверхности заряжается, о чем можно судить по возникновению светлых пятен. Зарядка материала на поверхности вероятнее всего обусловлена неудовлетворительной проводимостью компонента, однако серебро обладает высокой электропроводностью, поэтому следует предположить, что материал на поверхности не является серебром в чистом виде, а имеет в себе содержание других компонентов. Из результатов картирования, представленных на Рисунке 5, следует отметить наличие Si в тех же местах, где располагается серебро. Таким образом, вероятнее всего раствор, в который был помещен имплантат, не в полной мере был переведен в конечный продукт и содержит остатки промежуточных фаз.

Клиническое использование титановых дентальных имплантатов в практике при компромиссных ситуациях, одномоментной имплантации, показало лучшие результаты остеорегенерации, меньшее количество осложнений в контрольной группе с применением покрытия имплантатов нано растворами серебра.

Вывод

Были получены убедительные данные о накоплении серебра в изученных имплантатах. Причем распределение наносеребра неравномерно по всей протяженности имплантата. Наносеребро рассеяно по поверхности имплантата с размером частиц до 5 нМ. При изучении клинико-биохимических показателей, результатов приживления, анализа осложнений имплантации получены лучшие показатели в группе пациентов, которым установлены имплантаты, обработанные наночастицами серебра.

Список литературы:

1. Воейкова Т., Крестьянова И., Сахибгараева Л., и др. Биосинтез наночастиц сульфида серебра микроскопическими грибами // Актуальная биотехнология. 2015. №3 (14). С. 51-52.
2. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. М.: Бином, 2008. 134 с.
3. Маткасымова А. А., Маметова А. С., Умралиева Н. Д. Нанотехнологии в Кыргызстане // Наука и новые технологии. 2013. №4. С. 137-148.
4. Рамбиди Н. Г. Нанотехнологии и молекулярные компьютеры. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 256 с.
5. Станишевская И. Е., Стойнова А. М., Марахова А. И., Станишевский Я. М. Наночастицы серебра: получение и применение в медицинских целях // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2016. №1 (14). С. 66- 69.
6. Сулайманкулова С. К. Наночастицы в медицине // Проблемы использования современных химических технологий в биомедицине и здравоохранении. 2008. С. 73-77.
7. Улащик В. С. Наночастицы и нанотехнологии в медицине // Здравоохранение. 2009. №2. С. 4-10.
8. Чекман И. С. Нанотехнологии и наноматериалы: применение в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии // Практическая медицина. 2009. №15. С. 1-3.
9. Alexander J. W. History of the medical use of silver // Surgical infections. 2009. V. 10. №3. P. 289-292. <https://doi.org/10.1089/sur.2008.9941>
10. Chen X., Schluesener H. J. Nanosilver: a nanoparticle in medical application // Toxicology letters. 2008. V. 176. №1. P. 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2007.10.004>
11. Mekar H. Formation of metal nanostructures by high-temperature imprinting //

Microsystem technologies. 2014. V. 20. №6. P. 1103-1109. <https://doi.org/10.1007/s00542-013-1789-9>

12. You C., Han C., Wang X., Zheng Y., Li Q., Hu X., Sun H. The progress of silver nanoparticles in the antibacterial mechanism, clinical application and cytotoxicity // *Molecular biology reports*. 2012. V. 39. №9. P. 9193-9201. <https://doi.org/10.1007/s11033-012-1792-8>

References:

1. Voeikova, T., Krestyanova, I., & Sakhibgaraeva, L. (2015). Biosintez nanochastits sul'fida serebra mikroskopicheskimi gribami. *Aktual'naya biotekhnologiya*, (3(14)), 51-52. (in Russian).

2. Kobayasi, N. (2008). *Vvedenie v nanotekhnologiyu*. Moscow. (in Russian).

3. Matkasymova, A. A., Mametova, A. S., & Umralieva, N. D. (2013). Nanotekhnologii v Kyrgyzstane. *Nauka i novye tekhnologii*, (4), 137-148. (in Russian).

4. Rambidi, N. G. (2007). *Nanotekhnologii i molekulyarnye komp'yutery*. Moscow. (in Russian).

5. Stanishevskaya, I. E., Stoinova, A. M., Marakhova, A. I., & Stanishevskii, Ya. M. (2016). Nanochastitsy serebra: poluchenie i primeneniye v meditsinskikh tselyakh. *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv*, (1(14)), 66- 69. (in Russian).

6. Sulaimankulova, S. K. (2008). Nanochastitsy v meditsine. In *Problemy ispol'zovaniya sovremennykh khimicheskikh tekhnologii v biomeditsine i zdravookhraneni*, 73-77. (in Russian).

7. Ulashchik, V. S. (2009). Nanochastitsy i nanotekhnologii v meditsine. *Zdravookhraneniye*, (2), 4-10. (in Russian).

8. Chekman, I. S. (2009). Nanotekhnologii i nanomaterialy: primeneniye v stomatologii i chelyustno-litsevoi khirurgii. *Prakticheskaya meditsina*, (15), 1-3. (in Russian).

9. Alexander, J. W. (2009). History of the medical use of silver. *Surgical infections*, 10(3), 289-292. <https://doi.org/10.1089/sur.2008.9941>

10. Chen, X., & Schluesener, H. J. (2008). Nanosilver: a nanoproduct in medical application. *Toxicology letters*, 176(1), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2007.10.004>

11. Mekar, H. (2014). Formation of metal nanostructures by high-temperature imprinting. *Microsystem technologies*, 20(6), 1103-1109. <https://doi.org/10.1007/s00542-013-1789-9>

12. You, C., Han, C., Wang, X., Zheng, Y., Li, Q., Hu, X., & Sun, H. (2012). The progress of silver nanoparticles in the antibacterial mechanism, clinical application and cytotoxicity. *Molecular biology reports*, 39(9), 9193-9201. <https://doi.org/10.1007/s11033-012-1792-8>

Работа поступила
в редакцию 10.08.2021 г.

Принята к публикации
15.08.2021 г.

Ссылка для цитирования:

Сманалиев М. Д., Юлдашев И. М. Возможности покрытия поверхности дентальных титановых имплантатов нано частицами из нано раствора серебра // *Бюллетень науки и практики*. 2021. Т. 7. №9. С. 308-314. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/70/26>

Cite as (APA):

Smanaliev, M., & Yuldashev, I. (2021). Possibilities of Dental Titanium Implants Surface Coating With Nano Particles from Nano Silver Solution. *Bulletin of Science and Practice*, 7(9), 308-314. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/70/26>