

Исследование диффузии озвученного антисептического водного раствора наносеребра в дентин зуба

А.В. МИТРОНИН*, д.м.н., профессор, зав. кафедрой

Д.П. ВОЛКОВ*, аспирант

В.А. МИТРОНИН**, к.м.н., ассистент

*Кафедра кариеологии и эндодонтии

**Кафедра ортопедической стоматологии и гнатологии

ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава РФ

Investigation of the diffusion of the ultrasonicated antiseptic aqueous solution of nanosilver in the tooth's dentin

A.V. MITRONIN, D.P. VOLKOV, V.A. MITRONIN

Резюме: Изучена глубина проникновения бактерицидного водного раствора наносеребра «Повиаргол» в дентинные каналы зуба. Показано, что введение раствора с помощью фонофореза обеспечивает большую диффузию наносеребра в дентин по сравнению со свободной пенетрацией.

Ключевые слова: эндодонтия, наносеребро «Повиаргол», бактерии.

Abstract: The depth of penetration of the bactericidal aqueous solution of nanosilver Poviargrol into Dentinal Tubules of the tooth was studied. It is shown that the introduction of the solution with phonophoresis provides a greater degree of diffusion of nanosilver into the dentin in comparison with free penetration.

Key words: endodontics, nanosilver Poviargol, bacteria.

Несмотря на широкий арсенал средств, применяемых в клинической практике, эндодонтическое лечение периодонтита зубов не всегда бывает эффективным и в 15-30% случаев стоматологических вмешательств приводит к повторному развитию воспалительного процесса в периапикальных тканях [1]. Основной причиной рецидивов заболевания является остаточная обсемененность патогенной флорой труднодоступных мест в системе корневых каналов после их антисептической обработки [2]. Микроорганизмы способны проникать в дентин более чем на 1000 мкм, в то время как ирригации дентинных микроканалцев дезинфицирующими растворами за счет капиллярного эффекта физически возможна только на 100 мкм [3, 4, 7]. Таким образом, после obturation пространства с возможными очагами инфекции становится замкнутым и не доступным для прямого профилактического медикаментозного воздействия в период после эндодонтического лечения.

Для повышения эффективности профилактики осложнений периодонтита предлагается проводить антисептическую обработку канала препаратами наносеребра, обеспечивающим длительное биоцидное ионное действие после его obturation [5, 6, 8-10].

В большинстве исследований предлагается введение препарата наносеребра в дентин зуба в виде геля или водного раствора свободной пенетрацией, обе-

спечивающей проникновение наносеребра на 20-100 мкм. Гипотеза исследования такова: ультразвуковое введение водного раствора наносеребра в корневом пространстве зуба позволит существенно увеличить глубину проникновения наносеребра в дентин зуба по сравнению со свободной пенетрацией.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследовать диффузию озвученного антисептического водного раствора наносеребра «Повиаргол» в дентин зуба при различных режимах проведения ультразвуковой процедуры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование глубины проникновения раствора наносеребра L в дентин проводили на 50 удаленных человеческих однокорневых резцах с прямыми каналами, которые хранились в 0,9% физиологическом растворе до начала эксперимента. Зубы были разделены на две равные группы по числу экспериментов, в каждой из которых применялась одна из двух методик проведения ультразвуковой процедуры, характеризующаяся мощностью W и временем озвучивания t. В эксперименте №1 проводилось 5 режимов процедуры озвучивания с изменяемым значением параметра W(0,6; 1,2; 1,8; 2,4; 3,0) Вт, при t = const. В эксперименте №2 изменялся параметр t (20; 40; 60; 80; 100) сек., при W = const.

Для исследования выбрали 2,5% водный раствор фармацевтического препарата наносеребра «Повиаргол» (производитель «Технолог СКТБ ФГУП», Россия), представляющий собой металл-полимерную композицию, содержащую 8% высокодисперсных частиц серебра в полимерной матрице поливинилпирролидона, и являющийся эффективным антимикробным средством, в концентрациях до 100 мкг/мл подавляющим рост большинства бактерий.

Для ультразвуковой активизации водного раствора наносеребра «Повиаргол» в корневом канале зуба использовался стоматологический ультразвуковой прибор Piezon Master 700, производитель EMS, Швейцария, с функцией регулировки мощности от 0 до 12 Вт и частотой ультразвуковых колебаний 28 ± 4 кГц.

Непосредственно перед ультразвуковой процедурой проводилась традиционная антисептическая обработка корневого канала каждого зуба, с целью максимально полной очистки входных отверстий дентинных канальцев, и обеспечивающая свободное проникновение водного раствора наносеребра внутрь дентинных трубочек. Затем каждый предварительно подготовленный экспериментальный зуб устанавливали вертикально, фиксируя его положение в слепочном силиконе. Канал с помощью эндодонтического шприца наполняли 2,5% водным раствором «Повиаргола», в канал вводили ультразвуковую насадку прибора, оставляя зазор 1,5 мм до апикального отверстия, и осуществляли непрерывное озвучивание раствора в соответствии с выбранным режимом.

В экспериментах №№ 1,2 исследование глубины проникновения раствора наносеребра в дентин осуществлялось на основании изучения шлифов зуба. С этой целью перед проведением ультразвуковой процедуры проводилось предварительное окрашивание раствора наносеребра фуксином.

Для получения образцов в эксперименте №1 делали поперечные распилы корня зуба на уровнях 1/4, 1/2 и 3/4 длины корня Н, а в эксперименте №2 делали один распил на уровне 1/2Н. В каждом срезе зуба производили восемь замеров толщины окрашенной зоны L1, L2, ..., L8 в соответствии со схемой измерения, представленной на рисунке 1.

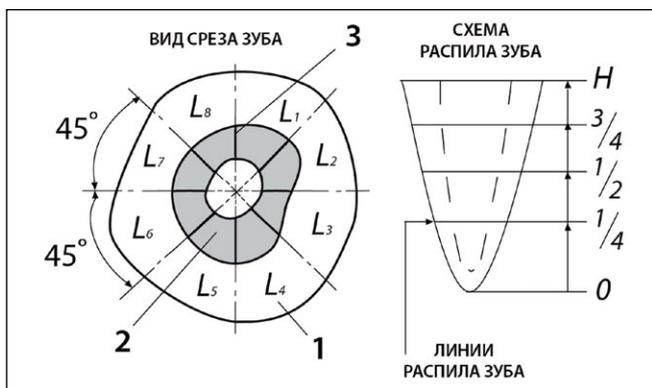


Рис. 1. Схема измерения глубины проникновения наносеребра L в дентин зуба. 1 — дентин; 2 — зона проникновения наносеребра в дентин; 3 — измеряемый параметр L_i

Глубину проникновения наносеребра в дентин зуба измеряли на стереоскопическом микроскопе Hospitex Microscreen (производитель Hospitex Diagnostics, Италия) при $\times 40$ с помощью окуляр-микрометра.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Всего в эксперименте №1 были изучены 75 распилов корней зубов. Проникновение наносеребра в дентин зуба наблюдалось в виде концентрической зоны окрашивания дентина в синий цвет (рис. 2). Стрелками на изображении срезов показана диффузия наносеребра в дентин корня.

Проведенный анализ зависимости средней глубины проникновения наносеребра L от пяти режимов проведения ультразвуковой процедуры (рис. 3) показал, что при увеличении мощности от 0,6 до 1,8 Вт на режимах озвучивания I, II, III наблюдается увеличение глубины проникновения наносеребра в дентин. При дальнейшем увеличении мощности до 3,0 Вт на режимах IV и V средняя глубина проникновения наносеребра заметно снижается.

Такое явление может быть связано с кавитационными процессами, происходящими при озвучивании раствора наносеребра, которые обнаруживаются на режиме IV и увеличиваются на режиме V. Очевидно, образующиеся в растворе кавитационные пузыри частично закупоривают отдельные дентинные канальцы и не позволяют наносеребру глубоко проникать внутрь их.

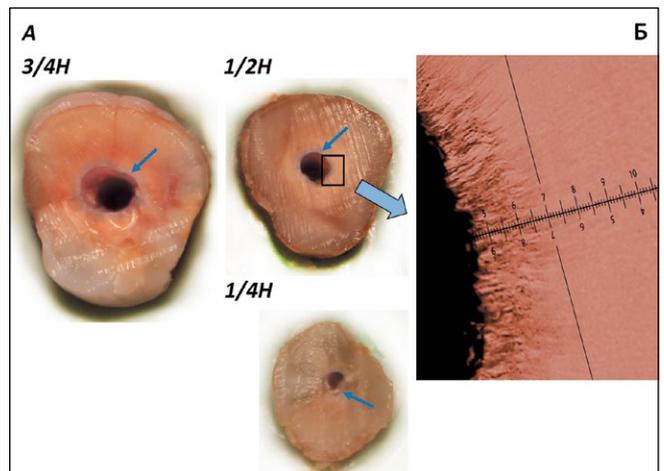


Рис. 2. Фотографии распилов корня зуба для определения глубины проникновения наносеребра в дентин в эксперименте №1. Увеличение $\times 40$ (А); Фрагмент дентина с измерительной шкалой. Увеличение $\times 100$ (Б)

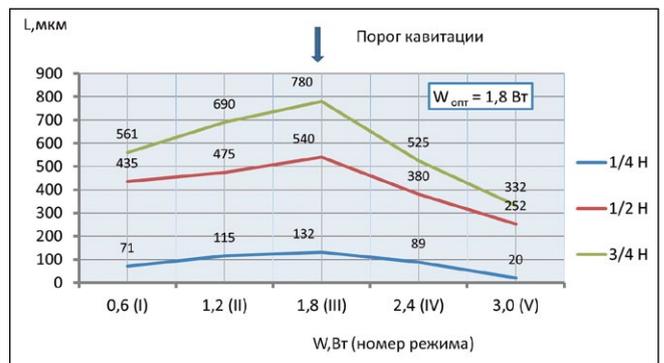


Рис. 3. Графическая зависимость средней глубины проникновения наносеребра L в дентин 1/4, 1/2, 3/4 части корня от мощности озвучивания W

Из графика также видно увеличение глубины проникновения наносеребра L с увеличением высоты корня, т.е. $L3/4H > L1/2H > L1/4H$, что связано с уменьшением количества дентинных канальцев и сокращением их длины к верхушки корня.

Таким образом, по результатам эксперимента №1 оптимальное значение мощности Wopt, обеспечивающие максимальную глубину проникновения наносеребра L, составило 1,8 Вт.

В эксперименте №2 были изучены 25 распилов корней зубов. Анализ результатов эксперимента, представленных в виде графика (рис. 4), показал, что при увеличении времени озвучивания раствора от 20 до 60 сек. на режимах озвучивания I, II, III наблюдается увеличение глубины проникновения наносеребра в дентин. При дальнейшем увеличении времени озвучивания раствора на режимах IV и V средняя глубина проникновения наносеребра остается постоянной. Такое явление объясняется поглощением энергии на границе сред водного раствора наносеребра и дентина, приводящее к затуханию ультразвуковых колебаний.

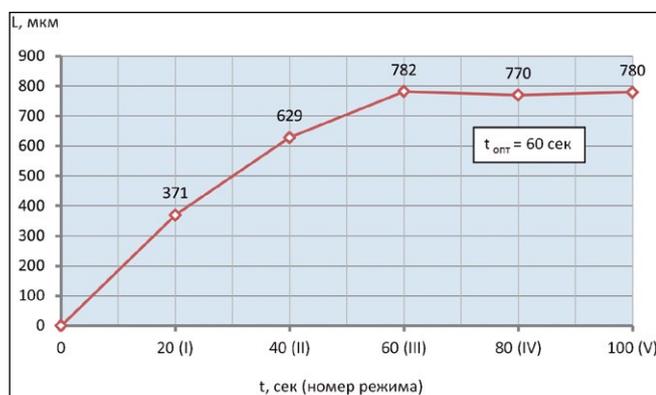


Рис. 4. Графическая зависимость средней глубины проникновения наносеребра в дентин L от времени озвучивания раствора t

Из графика видно, что оптимальное значение времени озвучивания раствора t_{опт}, обеспечивающее максимальную глубину проникновения наносеребра L, составило 60 сек.

Выводы

В результате проведенных экспериментов №№1, 2 выявлена устойчивая диффузия водного раствора наносеребра «Повиаргол» в дентин после проведения ультразвуковой процедуры, причем максимальная глубина проникновения наносеребра у коронковой части корня зуба составляет 740 мкм и достигается при оптимальных значениях параметров Wopt = 1,8 Вт, t_{опт} = 60 сек.

Таким образом, применение ультразвукового введения водного раствора наносеребра «Повиаргол» в корневое пространство зуба позволило до 30% увеличить глубину проникновения наносеребра в дентин зуба по сравнению со свободной пенетрацией, что существенно улучшает антисептическую обработку корневых каналов зубов, а следовательно повышает эффективность эндодонтического лечения хронического периодонтита.

Поступила 02.05.2017

Координаты для связи с авторами:
127473, г. Москва, ул. Делегатская, д. 20/1

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Максимовский Ю. М., Митронин А. В. Терапевтическая стоматология. Кариесология и заболевания твердых тканей зубов. Эндодонтия: руководство к практ. занятиям.—М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.—480 с.
Maksimovskii Yu. M., Mitronin A. V. Terapevticheskaya stomatologiya. Kariesologiya i zabolevaniya tverdykh tkanei zubov. Endodontiya: rukovodstvo k prakt. zanyatiyam.—M.: GEOTAR-Media, 2014.—480 s.
- Митронин А. В., Понякина И. Д. Комплексное лечение пациентов с хроническим апикальным периодонтитом на фоне сопутствующих заболеваний // Эндодонтия today. 2009. №3. С. 57-64.
Mitronin A. V., Pomyakina I. D. Kompleksnoe lechenie pacientov s hronicheskim apikalnim periodontitom na fone soputstvuyuschih zabolevanii // Endodontiya today. 2009. №3. S. 57-64.
- Смирнов В. Г., Янушевич О. О., Митронин А. В., Митронин В. А. Клиническая анатомия мышц височно-нижнечелюстного сустава // Эндодонтия today. 2015. №2. С. 19-22.
Smirnov V. G., Yanushevich O. O., Mitronin A. V., Mitronin V. A. Klinicheskaya anatomiya mishc visochno-nijnechelyustnogo sustava // Endodontiya today. 2015. №2. S. 19-22.
- Царев В. Н., Митронин А. В., Николаева Е. Н. Трансканальное использование антибиотиков нового поколения в лечении хронического периодонтита и оценки их эффективности с применением генодиагностики // Cathedra—кафедра: Стоматологическое образование. 2004. №9. С. 34.
Carev V. N., Mitronin A. V., Nikolaeva E. N. Transkanalnoe ispolzovanie antibiotikov novogo pokoleniya v lechenii hronicheskogo periodontita i ocenki ih effektivnosti s primeneniem genodiagnostiki // Cathedra—kafedra: Stomatologicheskoe obrazovanie. 2004. №9. S. 34.
- Царев В. Н., Митронин А. В., Черджиева Д. А. Определение изменения видового состава вирулентной микрофлоры при язвенном пульпите на этапах эндодонтического лечения // Эндодонтия today. 2011. №3. С. 5-10.
Carev V. N., Mitronin A. V., Cherdjieva D. A. Opredelenie izmeneniya vidovogo sostava virulentnoi mikroflori pri yazvennom pulpите na etapah endodonticheskogo lecheniya // Endodontiya today. 2011. №3. S. 5-10.
- Ando N., Hoshino E. Predominant obligate anaerobes invading the deep layers of root canal dentin // Int. Endod. J. 1990. Vol. 23. №1. P. 20-27.
- Ma T., Li Y., Fan W., Wu Y., Fan Bing. Substantivity of Ag—Ca—Si mesoporous nanoparticles on dentin and its ability to inhibit Enterococcus faecalis. Journal of Materials Science // Materials in Medicine. 2016. January. №27. P. 16.
- Moritz A., Beer F., Goharkhay K., Schoop U., Strassl M. et al. Orale Lasertherapie.—B.: Quintessenz Verlags GmbH, 2006.—501 p.
- Wu D., Fan W., Kishen A. Evaluation of the antibacterial efficacy of silver nanoparticles against Enterococcus faecalis biofilm // J Endod. 2014. Feb. №40 (2). P. 285-290.
- Kawashita M., Tsuneyama S., Miyaji F., Kokubo T., Kozuka H., Ya-mamoto K. Antibacterial silver-containing silica glass prepared by sol-gel method // Biomaterials. 2000. №21 (4). P. 393-398.