

Влияние анодного растворения различных видов электродов на антибактериальный эффект при трансканальных эндодонтических воздействиях постоянным током

А.В. Царев¹, Н.Ж. Дикопова², Е.В. Ипполитов³, А.Г. Волков², С.Н. Разумова¹, М.С. Подпорин³, А.С. Браго¹

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Россия

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет), г. Москва, Россия

³ ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава РФ

РЕЗЮМЕ

Целью работы было изучение антибактериальной эффективности анодного растворения серебряно-медных и медных электродов, применяемых при трансканальных эндодонтических воздействиях постоянным током, в отношении смешанных культур патогенных микроорганизмов, полученных из корневых каналов зубов при лечении хронических форм пульпита.

Результаты исследования показали, что анодное растворение как серебряно-медных, так и медных электродов обладает выраженным и, в целом, однонаправленным антибактериальным действием. При этом обнаружено, что анодное растворение медного электрода показало более выраженный эффект в отношении смешанных культур патогенных микроорганизмов *S. constellatus* + *F. nucleatum* и *Streptococcus sanguis* + *Enterococcus faecium*. Полученные данные свидетельствуют о том, что при апекс-форезе в зубах с частично облитерированными корневыми каналами наряду с анодным растворением серебряно-медных электродов, можно использовать анодное растворение медных электродов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: трансканальные воздействия постоянным током, апекс-форез, анодное растворение электрода, антибактериальная эффективность, смешанные микробные культуры.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The effect of anodic dissolution of various types of electrodes on the antibacterial effect during transcanal endodontic direct current exposure

A.V. Tsarev¹, N.Zh. Dikopova², E.V. Ippolitov³, A.G. Volkov², S.N. Razumova¹, M.S. Podporin³, A.S. Brago¹

¹ RUDN University (Peoples' Friendship University of Russia)

² First Moscow State Medical University (Sechenov University)

³ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry» of the Ministry of Healthcare, Russian Federation

SUMMARY

The aim of the work was to study the antioxidant efficiency of anodic dissolution of silver-copper and copper electrodes, cases of near-canal endodontic effects in Tocom disease, in relation to mixed cultural transgenic pathogens infected with root diseases when examining chronic forms of pulpitis.

The results of the study showed that the anodic dissolution of both silver-copper and copper electrodes has a pronounced and, in general, unidirectional antibacterial effect. It was found that the anodic dissolution of the copper electrode showed a more pronounced effect on mixed cultures of pathogenic microorganisms *S. constellatus* + *F. nucleatum* and *Streptococcus sanguis* + *Enterococcus faecium*. The data obtained indicate that in apex-phoresis in teeth with partially obliterated root canals, along with anodic dissolution of silver-copper electrodes, anodic dissolution of copper electrodes can be used.

KEYWORDS: transcanal direct current exposure, apex-foresis, anode dissolution of the electrode, antibacterial efficacy, mixed microbial cultures.

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

Введение

Совершенствование методов эндодонтического лечения зубов является актуальной задачей современной стоматологии [1, 2, 3]. Особую проблему представляют зубы со сложной анатомией эндодонта, близостью других анатомически значимых областей (верхнечелюстной

синус, нижнечелюстной канал) и с облитерированными корневыми каналами [4–16]. При лечении таких зубов с облитерированными каналами применяют трансканальные воздействия постоянным током [17, 18, 19].

В тех случаях, когда в качестве активного электрода используется металлический электрод, помещенный

в корневой канал, который подключают к плюсу источника тока, антибактериальный эффект процедуры связан с анодным растворением того металла, из которого изготовлен электрод [20, 21, 22]. Доказана высокая антибактериальная эффективность серебряно-медных электродов, применяемых при апекс-форезе [23, 24, 25]. Однако, наряду с серебряно-медными электродами, при проведении данной процедуры могут быть использованы электроды, изготовленные из других металлов, в частности – медные электроды [26, 27].

В связи с этим, большой научный и практический интерес представляет изучение сравнительной антибактериальной эффективности анодного растворения электродов, изготовленных из различных металлов.

Цель работы

Изучение антибактериальной эффективности анодного растворения серебряно-медных и медных электродов, применяемых при трансканальных воздействиях постоянным током, в отношении смешанных культур патогенных микроорганизмов, полученных из корневых каналов зубов при лечении хронических форм пульпита.

Материалы и методы

Для изучения антибактериальной эффективности анодного растворения различных видов электродов, применяемых при трансканальных воздействиях постоянным током, было проведено экспериментальное микробиологическое исследование, путем реализации методики по автоматическому культивированию в жидких питательных средах. Для проведения исследования использовали смешанные культуры: 1) *S. constellatus* + *F. nucleatum*; 2) *Streptococcus sanguis* + *Enterococcus faecium*. Используемые в ходе микробиологического исследования штаммы микроорганизмов были получены из корневых каналов зубов при лечении хронических форм пульпита.

Культивирование смешанных консорциумов проводили в биореакторе с интерактивной опцией контроля роста микроорганизмов – «RTS-1» (Biosan, Латвия). Для интерпретации результатов культивирования автоматически измерялась оптическая плотность (OD) при длине волны $\lambda=850$ нм. Результаты микробиологического эксперимента интерпретировались в единицах мутности по стандарту МакФарланд (Umcf).

Для культивирования микроорганизмов в биореакторе использовали набор жидких питательных сред производства HiMedia Laboratories Pvt. Limited (Индия). Для каждого эксперимента, отдельно, в стерильных пробирках объемом 5 мл, готовили бактериальную взвесь смешанной культуры в общем количестве 4 мл. Первоначальную оптическую плотность полученной взвеси, измеряли с помощью денситометра DEN-1B (Biosan, Латвия), и для всех образцов она составляла $0,5 \pm 0,3$ ЕД Mcf, что в пересчете на КОЕ – 1×10^8 в 1 мл.

При постановке каждого эксперимента проводили культивирование в нескольких разных параллелях.

Для культивирования микроорганизмов в биореакторе использовали центрифужные пробирки объемом 50 мл, в которые помещали 20 мл питательной среды и 1 мл микробной взвеси *mix*-культуры.

Для исследования антибактериальной эффективности анодного растворения серебряно-медного электрода, в пробирку помещали 2 серебряно-медных электрода, используемых при апекс-форезе. Один из электродов, который был зачищен от изоляции на 2 мм от торцевой поверхности электрода, располагали на дне пробирки. Этот электрод подключали к «+» источника тока. Вторым электродом, зачищенный от изоляции на 1 см от торца электрода, размещали в верхней части пробирки так, чтобы, очищенная от изоляции часть электрода, была полностью погружена в питательную среду с микроорганизмами. Данный электрод подключали к «-» источника тока.

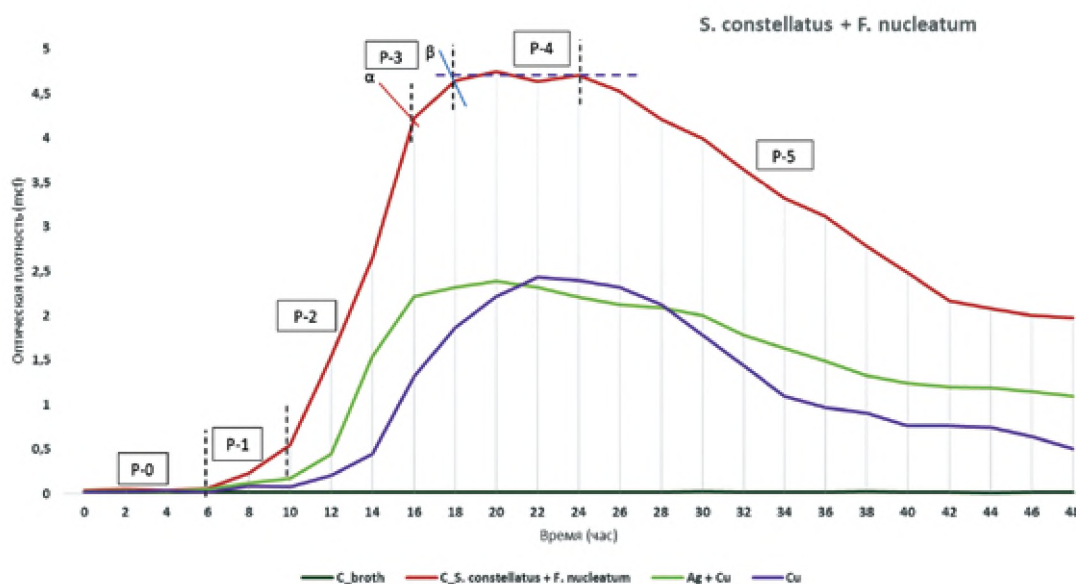
При изучении антибактериальной эффективности анодного растворения медного электрода, в пробирку помещали 2 медных электрода, которые зачищали от изоляции, размещали в пробирках и подключали к источнику тока аналогично, как и при изучении эффективности анодного растворения серебряно-медного электрода.

В качестве источника постоянного тока использовали аппарат «Поток-1» (Россия). Количество электричества при анодном растворении серебряно-медных и медных электродов составляло 5 мА × мин. После проведения анодного растворения, электроды удаляли из пробирок, а исследуемые пробирки помещались в биореактор.

Для каждого эксперимента были построены кривые роста бактериальных и грибковых популяций, ключевые точки которых регистрировались в соответствии с изменением показателя оптической плотности и интерпретировались в единицах мутности по стандарту МакФарланд. Допустимая погрешность при регистрации оптического показателя составляла $\pm 0,3$ Umcf.

Результаты исследования

При культивировании исследуемой смешанной культуры *S. constellatus* + *F. nucleatum* после анодного растворения серебряно-медного электрода (Ag + Cu) в одной пробе и анодного растворения медного электрода (Cu) в другой пробе, отмечалась достоверная задержка начала экспоненциального развития клеток только в отношении образца Cu (до 10 часа культивирования). По сравнению с контрольной пробиркой, формируемые кривые кинетики развития бактериальной популяции исследуемых образцов, четко отображали разницу в изменении показателя оптической плотности в периоде P-1, причем скорость генеративной активности клеток в образце Cu была при этом достоверно ниже относительно образца Ag + Cu. Учитывая пролонгацию адаптивной фазы и первичных периодов экспоненциальной фазы эксперимента, логарифмический подъем исследуемых образцов был значительно позже, относительно контрольного культивирования, однако, скорость бактериального прироста при этом статистически не отличалась. Максимальный показатель оптической плотности в окончании периода P-2 был зарегистрирован на 16 час (исследуемый образец Ag + Cu).

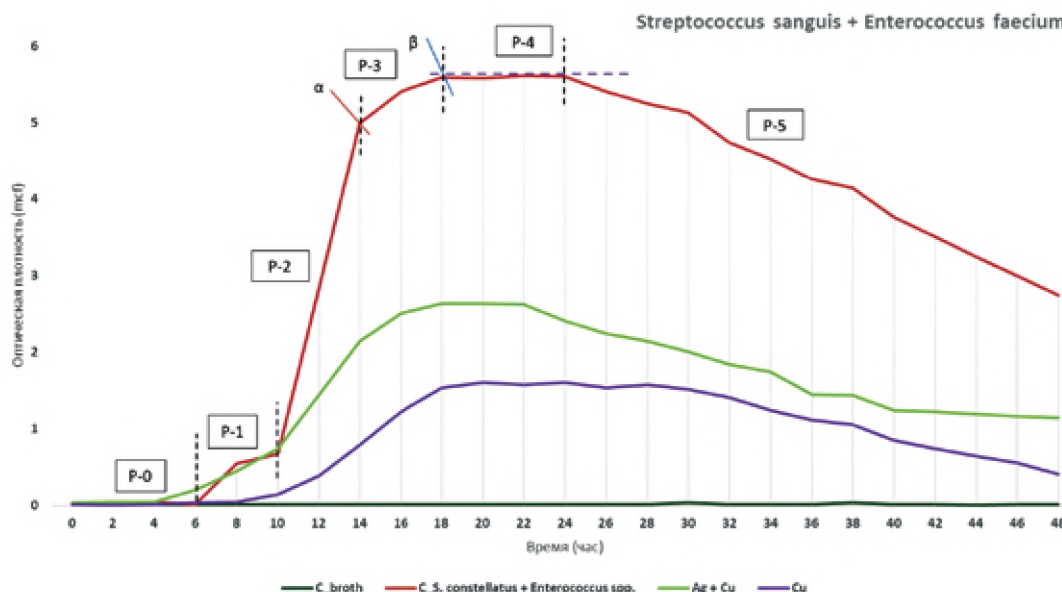


и 22 час (исследуемый образец Сп), со средним снижением оптического числа на 45,04% относительно контрольной пробирки (Рисунок 1).

При этом, на графиках четко отмечалась разница между исследуемыми образцами в процессе падения скорости развития клеток: для образца Ag + Cu был характерен период отрицательного ускорения культуры (16–18 час), по окончании которого была достигнута М-концентрация популяции, со значением OD – $2,32 \pm 0,3$ Umcf; для исследуемого образца Cu данного периода не наблюдалось, и М-концентрация была сопоставима с показателем α – $2,43 \pm 0,3$ Umcf (22 час). Фаза стационарного развития была непродолжительной для данных образцов, со средним показателем оптической плотности: Ag + Cu – $2,34 \pm 0,3$ Umcf (снижение относительно контроля на 50%).

$\text{Cu} - 2,41 \pm 0,3 \text{ Умcf}$ (снижение относительно контроля на 48,5%). Отмечалась достоверная задержка начала экспоненциального развития клеток в обоих образцах (до 6 и 8 часа культивирования соответственно).

При культивировании исследуемой смешанной культуры *Streptococcus sanguis* + *Enterococcus faecium*, после анодного растворения серебряно-медного электрода (Ag + Cu) в одной пробе и анодного растворения медного электрода (Cu) в другой пробе, отмечалась разница во временной задержке логарифмической фазы: при воздействии с помощью Ag + Cu первоначальные признаки развития клеток отмечались уже с 4 часа эксперимента (контрольный образец – 6 час), в то время как для образца Cu рост и начальное деление популяций было характерно только с 8 часа культивирования (Рисунок 2).



Сравнивая кинетику развития по изменению показателя оптической плотности для данных образцов, отмечалось существенное снижение показателей OD относительно контрольной пробирки, при этом, тенденция построения кривой на графике была сравнительно одинаковой между образцами Ag + Cu и Cu, и отличалась разницей в оптическом значении.

Для обоих образцов отмечалась трудноразличимая картина перехода культуры от периода ускоренного развития, к истинному логарифмическому росту, при этом начало экспоненциального скачка (период P-2 фазы F-2) было в одно время: образец Ag + Cu – 10 час ($0,74 \pm 0,3$ Umcf), образец Cu – 10 час ($0,14 \pm 0,3$ Umcf). Непродолжительность логарифмического развития способствовала быстрому достижению образцами максимального оптического числа в данном отрезке культивирования (показатель α) и последующему удлинению периода отрицательного ускорения (период P-3). Для образца Cu ключевые показатели оптической плотности были достигнуты одновременно. Показатель α (пик истинного логарифмического прироста, окончание периода P-2): для образца Ag + Cu – 14 час ($2,14 \pm 0,3$ Umcf), для образца Cu – 18 час ($1,54 \pm 0,3$ Umcf). Показатель β (М-концентрация, окончание периода P-3): для образца Ag + Cu (18 час) – $2,63 \pm 0,3$ Umcf (ниже, относительно контрольного образца на 53,04%), для образца Cu (18 час) – $1,54 \pm 0,3$ Umcf (ниже, относительно контрольного образца на 72,50%). Между исследуемыми образцами также отмечалась достоверная разница, наиболее четко просматриваемая в показателе оптической плотности в стационарном равновесии: для образца Ag + Cu (18–22 час) – $2,66 \pm 0,3$ Umcf, а для образца Cu (18–28 час) – $1,57 \pm 0,3$ Umcf, что было на 40,08% ниже, относительно образца Ag + Cu и на 72,46% ниже, относительно оптической плотности в аналогичной точке в контрольной пробирке.

Обсуждение полученных результатов и выводы

Результаты изучения антибактериальной эффективности анодного растворения серебряно-медных и медных электродов, применяемых при трансканальных воздействиях постоянным током, в отношении *mix* культур патогенных микроорганизмов, полученных из корневых каналов зубов при лечении хронических форм пульпита, показали, что анодное растворение как серебряно-медных, так и медных электродов обладает выраженным и, в целом, однонаправленным антибактериальным действием. При этом обнаружено, что анодное растворение медного электрода показало более выраженный эффект в отношении смешанных культур патогенных микроорганизмов. Полученный результат очевидно связан с тем, что при использовании серебряно-медного электрода, который представляет собой медный сердечник, покрытый слоем серебра, анодному растворению подвергается, в основном, серебро, которое отличается меньшей электрохимической растворимостью и электрофоретической подвижностью, по сравнению с медью.

Таким образом, результаты проведенного экспериментального микробиологического исследования свидетельствуют о том, что при апекс-форезе наряду с анодным

растворением серебряно-медных электродов, можно использовать анодное растворение медных электродов как средства, способного оказать выраженное антибактериальное действие при эндодонтическом лечении зубов с частично облитерированными корневыми каналами.

Список литературы / References

1. Факторы, обеспечивающие качественное эндодонтическое лечение / С.Н. Разумова, М.И. Тимохина, В.С. Булгаков, А.Е. Анурова // Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. – 2015. – Т. 17. – № 2. – С. 35–36. Factors providing high-quality endodontic treatment / S.N. Razumova, M.I. Timokhina, V.S. Bulgakov, A.E. Anurova // Journal of scientific articles Health and education in the XXI century. – 2015. – Vol. 17. – No. 2. – pp. 35–36.
2. Оценка результатов эндодонтического лечения зубов / С.Н. Разумова, А.С. Браго, Х. Баракат [и др.] // Эндодонтия Today. – 2020. – Т. 18. – № 1. – С. 27–30. Evaluation of the results of endodontic dental treatment / S.N. Razumova, A.S. Brago, H. Barakat [et al.] // Endodontia Today. – 2020. – Vol. 18. – No. 1. – pp. 27–30.
3. Опыт сочетанного лечения хронического апикального периодонтита с применением оперативных методов лечения / С.Н. Разумова, Е.И. Селифанова, А.С. Манвелян [и др.] // Эндодонтия Today. – 2017. – № 2. – С. 55–58. The experience of combined treatment of chronic apical periodontitis with the use of surgical methods of treatment / S.N. Razumova, E. I. Selifanova, A.S. Manvelyan [et al.] // Endodontia Today. – 2017. – No. 2. – pp. 55–58.
4. Evaluation of anatomy and root canal morphology of the maxillary first molar using the cone-beam computed tomography among residents of the moscow region / S. Razumova, L. Khaskhanova, H. Barakat [et al.] // Contemporary Clinical Dentistry. – 2018. – Vol. 9. – No 5. – P. S133–S136. – DOI 10.4103/ccd.ccd_127_18.
5. A cone-beam computed tomography scanning of the root canal system of permanent teeth among the Moscow population / S. Razumova, A. Brago, L. Khaskhanova [et al.] // International Journal of Dentistry. – 2018. – Vol. 2018. – P. 2615746. – DOI 10.1155/2018/2615746.
6. Анатомия системы корневых каналов зубов нижней челюсти по данным конусно-лучевой компьютерной томографии / С.Н. Разумова, А.С. Браго, Л.М. Хасханова [и др.] // Эндодонтия Today. – 2018. – № 4. – С. 50–52. – DOI 10.25636/PMP.2.2018.4.11.
7. Anatomy of the root canal system of the teeth of the lower jaw according to cone-beam computed tomography / S.N. Razumova, A.S. Brago, L.M. Khaskhanova [et al.] // Endodontia Today. – 2018. – No. 4. – pp. 50–52. – DOI 10.25636/PMP.2.2018.4.11.
8. Оценка длины моляров нижней челюсти и расстояния от верхушек моляров до важных анатомических образований по данным конусно-лучевой компьютерной томографии в различных возрастных группах / С.Н. Разумова, А.С. Браго, А.С. Манвелян [и др.] // Медицинский алфавит. – 2018. – Т. 4. – № 34(371). – С. 54–56. Estimation of the length of the mandibular molars and the distance from the tops of the molars to important anatomical formations according to cone-beam computed tomography in various age groups / S.N. Razumova, A.S. Brago, A.S. Manvelyan [et al.] // Medical Alphabet. – 2018. – T. 4. – № 34(371). – Pp. 54–56.
9. Особенности анатомии первых верхних моляров по данным конусно-лучевой компьютерной томографии у жителей Московского региона / С.Н. Разумова, А.С. Браго, Х. Б. Баракат [и др.] // Медицинский алфавит. – 2018. – Т. 1. – № 2(339). – С. 27–28. Features of the anatomy of the first upper molars according to cone-beam computed tomography in residents of the Moscow region / S.N. Razumova, A.S. Brago, H. B. Barakat [et al.] // Medical Alphabet. – 2018. – Vol. 1. – № 2(339). – Pp. 27–28.
10. Evaluation of the relationship between the maxillary sinus floor and the root apices of the maxillary posterior teeth using cone-beam computed tomographic scanning / S. Razumova, A. Brago, A. Howijeh [et al.] // Journal of Conservative Dentistry. – 2019. – Vol. 22. – No 2. – P. 139–143. – DOI 10.4103/JCD.JCD_530_18.
11. Оценка длины моляров и премоляров верхней челюсти и расстояния от верхушек этих зубов до верхнечелюстного синуса по данным конусно-лучевой компьютерной томографии (КАКТ) в различных возрастных группах / С.Н. Разумова, А.С. Браго, Д.В. Серебров [и др.] // Эндодонтия Today. – 2019. – Т. 17. – № 2. – С. 47–51. – DOI 10.33925/1683-2981-2019-17-2-47-51.
12. Estimation of the length of the molars and premolars of the upper jaw and the distance from the tops of these teeth to the maxillary sinus according to cone-beam computed tomography (CBCT) in various age groups / S. N. Razumova, A.S. Brago, D.V. Serebrov [et al.] // Endodontia Today. – 2019. – Vol. 17. – No. 2. – pp. 47–51. – DOI 10.33925/1683-2981-2019-17-2-47-51.
13. Evaluation of cross-sectional root canal shape and presentation of new classification of its changes using cone-beam computed tomography scanning / S. Razumova, A. Brago, A. Howijeh [et al.] // Applied Sciences (Switzerland). – 2020. – Vol. 10. – No 13. – P. 4495. – DOI 10.3390/app10134495.
14. Региональные особенности анатомического строения корневых каналов первых моляров / Н.А. Соколович, С.Н. Разумова, А.С. Браго [и др.] // Медицинский альянс. – 2020. – Т. 8. – № 3. – С. 96–101. Regional features of the anatomical structure of the root canals of the first molars / N. A. Sokolovich, S. N. Razumova, A. S. Brago [et al.] // Medical Alliance. – 2020. – Vol. 8. – No. 3. – pp. 96–101.
15. An In Vitro Evaluation Study of the Geometric Changes of Root Canal Preparation and the Quality of Endodontic Treatment / S. Razumova, A. Brago, A. Howijeh [et al.] // International Journal of Dentistry. – 2020. – Vol. 2020. – P. 8883704. – DOI 10.1155/2020/8883704.
16. Evaluation the Efficacy of Er:YAG Laser in Removing the Smear Layer During Endodontic Treatment / S. Razumova, A. Brago, Y. Kozlova [et al.] // Journal of International Dental and Medical Research. – 2021. – Vol. 14. – No 3. – P. 933–937.
17. Razumova S.N. Antimicrobial Efficacy of Photodynamic Therapy / S.N. Razumova, M. T. Aleksandrov, O. A. Artemova // World Heart Journal. – 2021. – Vol. 13. – No 1. – P. 275–276.

16. Svetlana Razumova, Anzhela Brago, Dimithry Serebrov, Haydar Barakat, Yuliya Kozlova, Ammar Howijeh, Zoya Guryeva, Yulianna Enina and Vasily Troitskiy. The Application of Nano Silver Argitos as a Final Root Canal Irrigation for the Treatment of Pulpitis and Apical Periodontitis. In *Vitro Study article. Nanomaterials MDPI* 2022. *Nanomaterials* 2022, 12, 248. <https://doi.org/10.3390/nano12020248>.
17. Изучение влияния апекс-фореза на микрофлору корневых каналов зубов с помощью полимеразной цепной реакции / О. Ефанов, В. Царев, Е. Николаева [и др.] // *Cathedra-Kafedra. Стоматологическое образование*. – 2006. – Т. 5. – № 2. – С. 36–40. Studying the effect of apex-forexis on the microflora of the root canals of teeth using polymerase chain reaction / O. Efanov, V. Tsarev, E. Nikolaeva [et al.] // *Cathedra-Department. Dental education*. – 2006. – Vol. 5. – No. 2. – pp. 36–40.
18. Аппаратные методы диагностики и лечения заболеваний зубов: Учебное пособие по физиотерапии / А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова, И.А. Сохова [и др.]. – Москва: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2020. – 80 с. Hardware methods of diagnosis and treatment of dental diseases: A textbook on physiotherapy / A.G. Volkov, N.J. Dikopova, I.A. Sokhova [et al.]. – Moscow: Peoples' Friendship University of Russia (RUDN), 2020. – 80 p.
19. Физические аппаратные методы диагностики и лечения в эндодонтии: Учебно-методическое пособие для студентов стоматологических факультетов медицинских вузов / И.М. Макеева, А.Г. Волков, Ф.Ю. Даурова [и др.]. – Москва: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2020. – 48 с. Physical hardware methods of diagnosis and treatment in endodontics: An educational and methodological guide for students of dental faculties of medical universities / I. M. Makeeva, A. G. Volkov, F. Yu. Daurava [et al.]. – Moscow: Peoples' Friendship University of Russia (RUDN), 2020. – 48 p.
20. Патент № 2252795 С1 Российская Федерация, МПК А61Н 1/30, А61С 19/06. Способ локального направленного внутриканального воздействия (апекс-фореза) при эндодонтическом лечении зубов: № 2003133253/14: заявл. 17.11.2003: опубл. 27.05.2005 / О.И. Ефанов, В.В. Носов, А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова. Patent No. 2252795 C1 Russian Federation, IPC A61N 1/30, A61C 19/06. Method of local directional intra-channel exposure (apex-forexis) for endodontic dental treatment: No. 2003133253/14: application 17.11.2003: publ. 27.05.2005 / O.I. Efanov, V.V. Nosov, A.G. Volkov, N.J. Dikopova.
21. Патент № 2239463 С1 Российская Федерация, МПК А61Н 1/04, А61С 19/06, А61Н 1/30. Электрод-проводник внутриканальный: № 2003111192/14: заявл. 21.04.2003: опубл. 10.11.2004 / В.В. Носов, А.Г. Волков. Patent No. 2239463 C1 Russian Federation, IPC A61N 1/04, A61C 19/06, A61N 1/30. Intra-channel electrode conductor: No. 2003111192/14: application 21.04.2003: publ. 10.11.2004 / V.V. Nosov, A.G. Volkov.
22. Антибактериальное действие цинка при апекс-форезе / О.И. Ефанов, В.Н. Царев, А.Г. Волков [и др.] // *Российский стоматологический журнал*. – 2012. – № 1. – С. 5–9. Antibacterial effect of zinc in apex-phoresis / O.I. Efanov, V.N. Tsarev, A.G. Volkov [et al.] // *Russian Dental Journal*. – 2012. – No. 1. – pp. 5–9.
23. Изучение влияния разных видов трансканального воздействия постоянным током на микрофлору корневых каналов / А.Г. Волков, В.Ф. Прикул, Н.Ж. Дикопова [и др.] // *Стоматология*. – 2019. – Т. 98. – № 2. – С. 37–41. The study of the influence of different types of transcanal direct current exposure on the microflora of root canals / A. G. Volkov, V. F. Prikul, N. J. Dikopova [et al.] // *Dentistry*. – 2019. – Vol. 98. – No. 2. – pp. 37–41.
24. Волков, А.Г. Трансканальные воздействия постоянным током и лазером магнитотерапия при лечении зубов с труднопроходимыми корневыми каналами / А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова, А.А. Шпилко // *Лазерная медицина*. – 2011. – Т. 15. – № 2. – С. 101–а. Volkov A.G. Transcanal effects of direct current and laser magnetotherapy in the treatment of teeth with impenetrable root canals / A.G. Volkov, N.J. Dikopova, A.L. Shpilko // *Laser medicine*. – 2011. – Vol. 15. – No. 2. – p. 101–a.
25. Антибактериальная эффективность различных видов трансканального воздействия постоянным током / О. И. Ефанов, В. Н. Царев, А. Г. Волков [и др.] // *Российский стоматологический журнал*. – 2008. – № 2. – С. 38–42. Antibacterial efficacy of various types of transcanal direct current exposure / O.I. Efanov, V.N. Tsarev, A.G. Volkov [et al.] // *Russian Dental Journal*. – 2008. – No. 2. – pp. 38–42.
26. Ефанов, О. И. Распределение меди и серебра в тканях корня зуба при апекс-форезе и степень проводимости корневого канала / О.И. Ефанов, А.Г. Волков, В.В. Носов // *Российский стоматологический журнал*. – 2008. – № 5. – С. 7–10. Efanov O.I. Distribution of copper and silver in the tissues of the root of the tooth with apex-forexis and the degree of patency of the root canal / O.I. Efanov, A.G. Volkov, V.V. Nosov // *Russian Dental Journal*. – 2008. – No. 5. – pp. 7–10.
27. Ефанов, О. И. Эффективность и перспективы развития трансканальных воздействий постоянным током при лечении зубов с труднопроходимыми корневыми каналами / О.И. Ефанов, А.Г. Волков // *Ортодонтия*. – 2009. – № 3(47). – С. 32–37. Efanov, O. I. Efficiency and prospects of development of transcanal direct current effects in the treatment of teeth with impenetrable root canals / O.I. Efanov, A.G. Volkov // *Orthodontics*. – 2009. – № 3(47). – Pp. 32–37.

Статья поступила / Received 14.01.2023
Получена после рецензирования / Revised 24.01.2023
Принята в печать / Accepted 26.01.2023

Информация об авторах

Царев Андрей Владимирович¹, аспирант кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний
E-mail: digreevzipru@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1900-0962>
Дикопова Наталья Жоржевна², к. м. н., доцент кафедры терапевтической стоматологии
E-mail: zubnoy-doctor@yandex.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4031-2004>. eLibrary SPIN: 3635-2998
Ипполитов Евгений Валерьевич³, д. м. н., профессор, профессор кафедры микробиологии, вирусологии, иммунологии
SPIN-код: 3002-7360. AuthorID: 631525. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1737-0887>
Волков Александр Григорьевич², д. м. н., профессор кафедры терапевтической стоматологии
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2674-1942>. E-mail: parodont@inbox.ru
Разумова Светлана Николаевна¹, д. м. н., профессор, зав. кафедрой пропедевтики стоматологических заболеваний
E-mail: razumova_sv@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9533-9204>
Подпорин Михаил Сергеевич³, к. м. н., научный сотрудник лаборатории Молекулярно-биологических исследований; старший преподаватель кафедры микробиологии, вирусологии, иммунологии E-mail: dr.mikhailpodporin@gmail.com
E-mail: dr.mikhailpodporin@gmail.com.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6785-0016>. SPIN-код: 1937-4996. AuthorID: 819560
Браго Анжела Станиславовна¹, к. м. н., доцент кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний
E-mail: anzhela_bogdan@mail.ru. SPIN-код: 2437-8867. AuthorID: 836780.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8947-4357>

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Россия

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет), г. Москва, Россия

³ ФБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава РФ

Контактная информация

Браго Анжела Станиславовна. E-mail: anzhela_bogdan@mail.ru

Для цитирования: Царев А.В., Дикопова Н.Ж., Ипполитов Е.В., Волков А.Г., Разумова С.Н., Подпорин М.С., Браго А.С. Влияние анодного растворения различных видов электродов на антибактериальный эффект при трансканальных эндодонтических воздействиях постоянным током. Медицинский алфавит. 2023;(1):28-32. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-1-28-32>

Author information

Tsarev Andrei Vladimirovich¹, PhD student of Department of Propedeutics of Dental Diseases
E-mail: digreevzipru@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1900-0962>
Dikopova Natalya Zh.², PhD, Associate professor
E-mail: zubnoy-doctor@yandex.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4031-2004>. eLibrary SPIN: 3635-2998
Evgeniy Ippolitov³, PhD, professor, Professor of the Department of Microbiology, Virology, Immunology
SPIN-код: 3002-7360. AuthorID: 631525. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1737-0887>
Volkov Alexander G.², PhD, Professor of therapeutic dentistry department
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2674-1942>. SPIN: 3391-0877. E-mail: parodont@inbox.ru
Razumova S.N.¹, MD, PhD, DDS, Professor, Head of Department of Propedeutics of Dental Diseases
E-mail: razumova_sv@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9533-9204>
Podporin Mikhail S.³, Ph.D., researcher, laboratory of molecular biological research
E-mail: dr.mikhailpodporin@gmail.com.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6785-0016>. SPIN-код: 1937-4996. AuthorID: 819560
Brago A.S.¹, PhD, DDS, Associate Professor of Department of Propedeutics of dental diseases
E-mail: anzhela_bogdan@mail.ru. SPIN-код: 2437-8867. AuthorID: 836780. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8947-4357>

¹ RUDN University (Peoples' Friendship University of Russia)

² First Moscow State Medical University (Sechenov University)

³ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry» of the Ministry of Healthcare, Russian Federation

Contact information

Brago A.S. E-mail: anzhela_bogdan@mail.ru

For citation: Tsarev A.V., Dikopova N.Zh., Ippolitov E.V., Volkov A.G., Razumova S.N., Podporin M.S., Brago A.S. The effect of anodic dissolution of various types of electrodes on the antibacterial effect during transcanal endodontic direct current exposure. Medical alphabet. 2023;(1):28-32. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-1-28-32>

