

DOI: 10.37988/1811-153X_2022_3_6

[Е.В. Иванова,](#)д.м.н., профессор кафедры
терапевтической стоматологии[Е.Г. Сабанцева,](#)д.м.н., доцент кафедры терапевтической
стоматологии[Е.В. Петушкова,](#)аспирант кафедры терапевтической
стоматологии

РМАНПО, 125993, Москва, Россия

Реферат. Осложнение в виде хронического апикального периодонтита после первичного эндолечения в среднем возникает у 2% пациентов, что указывает на необходимость улучшения качества как первичного, так и повторного эндодонтического лечения. Были изучены источники литературы последних лет по теме повторного эндодонтического лечения зубов с хроническим апикальным периодонтитом. **Результаты и обсуждение.** На качество повторного лечения корневых каналов зубов влияет множество факторов, в том числе анатомические особенности корневых каналов. Множество затруднений, возникающих во время эндодонтического лечения, непосредственно связаны с недостаточной осведомленностью врачей-клиницистов об анатомо-морфологических особенностях корневых каналов (о наличии плавников, дельт, разветвлений и искривлений). Главная задача эндодонтии — элиминация инфекции из системы корневых каналов. Микроорганизмы в них находятся в виде биопленки, фиксированной к стенкам основного канала, в анастомозах и в латеральных каналах. Эта биопленка становится постоянным источником инфицирования периапикальных тканей. Ирригацию корневых каналов выполняют 3—5%-ным раствором гипохлорита натрия, 2,2%-ным раствором хлоргексидина, 17%-ным раствором ЭДТА. Для механической обработки корневых каналов производители выпускают эндодонтические системы для первичного прохождения каналов, их расширения и качественной очистки, а также для удаления пломбировочного материала из каналов. На рынке представлены гибкие инструменты со способностью запоминания формы для работы с прямыми и изогнутыми корневыми каналами. Последние исследования

Повышение эффективности повторного эндодонтического лечения посредством механического удаления биопленки корневых каналов (обзор)

эффективности данных систем проводили *in vitro*: сравнивали степень разрушающего действия файлов на стенку корневых каналов, визуальное обнаружение остаточного пломбировочного материала и удаление *E. faecalis*, искусственно введенных в корневые каналы. Мало данных об отдаленных результатах применения этих эндосистем и исследований, характеризующих их эффективность в условиях полости рта. **Заключение.** Исследования современных эндодонтических систем, предназначенных исключительно для удаления пломбировочного материала, таких как Reciproc (VDW), XP-endo Retreatment (FKG), R-Endo (Micro-Mega), в большинстве своем проводились *in vitro*. Немногочисленны данные о влиянии этих систем на состав биопленки корневых каналов *in vivo* после механической обработки. Отсутствует сравнение эффективности обработки корневых каналов (удаления пломбировочного материала и биопленки) в условиях полости рта и анализ отдаленных результатов их применения у пациентов, что делает исследование в данной области актуальным.

Ключевые слова: хронический апикальный периодонтит, корневые каналы, повторная ревизия, биопленка, эндодонтические системы, анатомия корневых каналов

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Иванова Е.В., Сабанцева Е.Г., Петушкова Е.В. Повышение эффективности повторного эндодонтического лечения посредством механического удаления биопленки корневых каналов (обзор). — *Клиническая стоматология*. — 2022; 25 (3): 6—12. DOI: 10.37988/1811-153X_2022_3_6

[E.V. Ivanova,](#)PhD in Medical Sciences, full professor
of the Therapeutic dentistry Department[E.G. Sabantseva,](#)PhD in Medical Sciences, associate professor
of the Therapeutic dentistry Department[E.V. Petushkova,](#)postgraduate at the Therapeutic dentistry
DepartmentRussian Medical Academy
of Continuous Professional Education,
125993, Moscow, Russia

Increasing the effectiveness of repeated endodontic treatment by mechanical removal of root canal biofilm — a review

Abstract. Complication of chronic apical periodontitis after primary endodontic treatment occurs in an average of 2% of patients, which indicates the need to improve the quality of both primary and repeated endodontic treatment. Recent literature sources on the topic of repeated endodontic treatment of teeth with chronic apical periodontitis were studied. **Results and discussion.** Many factors influence the quality of root canal re-treatment. A lot of difficulties during endodontic treatment are directly related to the lack of awareness of clinicians about the anatomical and morphological features of root canals: the presence of fins, deltas, ramifications and curvatures. The main task of endodontics is the elimination of infection from the root canal system. Microorganisms in the root canal are in the form of biofilm, fixed to the walls of the main canal, in the anastomosis

and lateral canals, which becomes a permanent source of infection of periapical tissues. Choice of instruments and irrigants. Root canal irrigation is carried out using 3–5% sodium hypochlorite solution, 2.2% of chlorhexidine solution, 17% of EDTA solution. For mechanical treatment of the root canals, manufacturers produce endodontic systems for primary root canal passage, for their enlargement, for removal of the filling material from the canals, and for their qualitative cleaning. There are flexible “shape memory” tools for straight and curved root canals on the market. Recent studies on the effectiveness of these systems were conducted in vitro, comparing the degree of destructive action of the files on the root canal wall, visual detection of residual restorative material, and removal of artificially introduced into the root canals microorganisms, namely *E. faecalis*. There is little data on the long-term results of these endosystems and studies describing their effectiveness in the oral environment. **Conclusions.** Studies of modern endodontic systems designed exclusively for the removal of filling material, such as Reciproc (VDW), XP-endo Retreatment (FKG), R-Endo (Micro-Mega)

have mostly been conducted in in vitro conditions, the effectiveness of removal of filling material from root canals and artificially created biofilm has been studied. There are few data on the effect of these systems on the composition of the biofilm of root canals in vivo after mechanical treatment. There is no comparison of their effectiveness of root canal treatment (removal of filling material and biofilm) in oral conditions and analysis of long-term results of their use in patients, which certainly makes the research in this area relevant.

Key words: chronic apical periodontitis, root canals, revision, biofilm, endodontic systems, root canal anatomy

FOR CITATION:

Ivanova E.V., Sabantseva E.G., Petushkova E.V. Increasing the effectiveness of repeated endodontic treatment by mechanical removal of root canal biofilm — a review. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2022; 25 (3): 6—12 (In Russ.). DOI: 10.37988/1811-153X_2022_3_6

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день эндодонтическое лечение, возможно, является одним из самых сложных и непредсказуемых видов терапевтического стоматологического лечения. Надо отметить, что осложнение в виде хронического апикального периодонтита после первичного эндолечения в среднем возникает у 2% от числа всех обратившихся за стоматологической помощью пациентов [1]. Это довольно большая цифра, говорящая о необходимости улучшения качества как первичного, так и повторного эндодонтического лечения.

Ортоградная ревизия корневых каналов зачастую осложняется не только наличием в них пломбировочного материала или штифтов (анкерных, стекловолоконных), но и вариативностью анатомии: наличием дополнительных каналов, дельт, плавников, S- и C-образных каналов, дентиклей [2]. Успех ее проведения напрямую зависит от качественного и количественного изменения состава биопленки корневых каналов, достигаемого при их механической и химической обработке [3]. Все вышеназванное обосновывает целесообразность совершенствования диагностики, проводимой перед повторным лечением корневых каналов, широкого ассортимента инструментария у врача, знаний об эффективности применения той или иной системы эндодонтических инструментов в каждом конкретном случае.

В последнее время в ответ на запросы клиницистов стоматологический рынок стали пополнять многочисленные файлы с различными, по словам производителей, положительными свойствами (гибкость, износостойкость, простота использования и т.д.). Однако их влияние на качество удаления пломбировочного материала из корневых каналов и воздействия на биопленку in vivo изучено недостаточно. Исходя из этого уточнение эффективности имеющихся на рынке технологий и поиск наиболее действенной из них в контексте повторного эндодонтического лечения является актуальной задачей.

ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИИ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ

Анатомия корневых каналов разнообразна и специфична для каждого зуба. На практике встречаются как простые варианты расположения каналов в корнях зубов, так и сложные, с различными особенностями строения: плавниками, дельтами, разветвлениями и искривлениями. Множество затруднений, возникающих во время эндодонтического лечения, непосредственно связаны с недостаточной осведомленностью врачей-клиницистов об анатомо-морфологических особенностях корневых каналов [4]. Известно, что в разных группах зубов системы корневых каналов по своему строению отличаются друг от друга и могут иметь магистральные, дополнительные и латеральные каналы. Данные каналы примерно в 50% случаев могут располагаться на любом уровне, но чаще они встречаются в апикальной трети корня, имеют различную конфигурацию — от простой к сложной. Впервые дополнительные каналы были описаны в 1970 г. Майером, который отметил, что в 70—90% случаев потоки веществ, поступающих в пульпу, проходят через латеральные каналы [5].

В большинстве случаев, учитывая множественные боковые ответвления, структура корневых каналов затрудняет проведение полноценной механической обработки. Чаще всего встречаются каналы с вестибуло-оральным искривлением [6]. Данная особенность может вызывать сложности при эндодонтическом лечении, поскольку она не заметна на стандартной двухмерной рентгенограмме и учесть ее на этапе планирования невозможно [7]. Для обнаружения изгибов, их направления, угла и диаметра зачастую требуется применение различных угловых проекций прицельных рентгеновских снимков и конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) [8]. Искривление корня может быть постепенным по всей длине канала или представлять собой резкий изгиб около верхушки. Иногда в практике стоматологов-терапевтов встречается двойной изгиб S-образной формы. Наибольшее внимание заслуживает

двойной дистально-нёбный изгиб каналов боковых верхних резцов и изгиб в щечную сторону нёбных корней верхних моляров; данная особенность может ввести эндодонтиста в заблуждение, поскольку обзор апикальной части таких каналов на рентгеновском снимке затруднен, а это может привести к неправильному выбору инструментов. В свою очередь повышается риск возникновения перфораций и уступов — осложнений, которые тяжело исправить [9, 10].

Мелкие канальцы, которые простираются в горизонтальном, вертикальном или боковом направлениях от пульпарного пространства к периодонту, называются дополнительными. В 74% случаев они находятся в апикальной трети корня, в 11% случаев — в средней и в 15% — в пришеечной трети [11].

С внедрением КЛКТ стали обнаруживать гораздо больше нестандартных корневых каналов, их анатомические особенности могут вызывать сложности при эндодонтическом лечении [12]. Первыми, на которые надо обратить внимание, являются C-shape-каналы [13]. Свое название они получили благодаря специфичной форме на поперечном распиле зуба. Определяется лентовидное устье в виде дуги, равной или превышающей 180°, которая на примере нижних моляров, начинается в мезиолингвальном углу [14] и распространяется щечно- или язычно-циркулярным образом, заканчиваясь в непосредственной близости от дистальной стенки [15]. Строение ниже устьевой части может иметь две анатомические вариации. Первая группа: имеется единый лентовидный C-образный канал, продолжающийся от устья к верхушке; представители второй группы имеют три отдельных канала под C-образным устьем (встречается значительно чаще) [16].

От знаний анатомии корневых каналов, особенностей строения каждого зуба, нюансов выбора инструментов, диагностики, в том числе с применением КЛКТ [17] и рентгенологического исследования в разных проекциях, зависит исход первичного лечения и, как следствие, вероятность развития периапикальных изменений, с необходимостью реализации ортоградной ревизии корневых каналов.

ЭТИОЛОГИЯ ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ПУЛЬПЕ И В ПЕРИАПИКАЛЬНЫХ ТКАНЯХ. МИКРОБНАЯ БИОПЛЕНКА

Продукты жизнедеятельности микроорганизмов являются основным этиологическим фактором развития воспалительных процессов в пульпе и в периапикальных тканях. Анатомические особенности каждого зуба, образующие узкие щелевидные пространства в пористой структуре корня, создают идеальные условия для развития микрофлоры: постоянная влажность, высокая температура, замкнутое пространство и питательные вещества. Сами зубы расположены в особой среде полости рта, содержащей множество микроорганизмов [18].

Главная задача эндодонтии — элиминация инфекции из системы корневых каналов. Микроорганизмы

в корневом канале находятся в виде биопленки, фиксированной к стенкам основного канала, в анастомозах и в латеральных каналах. Устранить ее в десятки раз сложнее, чем обычную бактериальную взвесь, так как биопленку необходимо предварительно подвергнуть дезагрегации.

Таким образом, при наличии сформированной биопленки в корневом канале он становится постоянным источником инфицирования периапикальных тканей [19]. В тканях периодонта развивается сначала острый, а затем хронический воспалительный процесс, приводящий к нарушению функции зуба, деструкции костной ткани, образованию очага хронической инфекции и интоксикации организма [20]. Более 2/3 выделенной микрофлоры при периодонтите состоит из облигатно-анаэробных и микроаэрофильных видов. К ним относятся стрептококки, пептострептококки, пептококки, пропионибактерии, актиномицеты, актинобациллы, вейллонеллы, бактериоиды, фузобактерии и другие грамотрицательные анаэробные палочки.

Представители ряда грамположительных анаэробных видов встречаются тоже довольно часто: микроаэрофильные и строго анаэробные стрептококки — *S. sanguis*, *S. mutans*, *S. intermedius*, *Peptostreptococcus spp.* — обнаруживаются более чем у 60% пациентов, а *S. milleri* и *Peptococcus nigery* — у 18,8 и 12,5% соответственно. В 66,6% случаев также выявляются актиномицеты *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *A. odontolyticus* и *A. viscosus*. С помощью ПЦР-диагностики установлена значительная частота пародонтопатогенных видов: *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* и *Tannerella forsythia* у 21,9%, *Prevotella intermedia* у 71,9%, *Porphyromonas gingivalis* у 34,4% и *Treponema denticola* у 40,6% обследованных [21]. В корневых каналах пациентов с хроническим периодонтитом частота обнаруживаемых фузобактерий составляла 71,8%. На факультативно-аэробную группу бактерий приходится менее 12% от общего числа выделенных штаммов. Значительной оказалась частота обнаружения грибов *Candida albicans* — примерно у 46,9% пациентов. У 18,8% выделяется более редкий вид — *C. krusei* [22]. Грибковому обсеменению корневых каналов могут способствовать иммунодефицитные состояния, внутриканальные медикаменты, некорректное использование местных и системных антибиотиков, беспорядочный прием гормональных препаратов, некачественное первичное эндодонтическое лечение [23].

Количество бактериальных клеток в эндодонтически пролеченных зубах с апикальным периодонтитом варьирует от 10^3 до 10^7 в одном канале [24]. В результате нескольких исследований было выявлено, что *E. faecalis* — это самый часто обнаруживаемый вид микроорганизмов в корневых каналах леченых зубов, с распространенностью до 90% случаев. *E. faecalis* встречается в пролеченных корневых каналах зубов в 9 раз чаще, чем при первичных инфекциях. Можно сделать предположение, что другие представители смешанного бактериального консорциума, существующего при первичных инфекциях, могут подавлять данный вид, однако

условия среды в obturированных каналах не препятствуют его выживанию. Данный вид микроорганизмов часто обнаруживается в зубах, пролеченных в несколько посещений или оставленных открытыми для дренажа. Возможно, именно он является резистентным к лечению возбудителем вторичной инфекции, способным к колонизации [25]. Вместе с тем следует иметь в виду, что данный вид является наиболее устойчивым при переносе из биоматериала на питательные среды и легче культивируется, поэтому данные о частоте его выделения могут быть сильно завышены.

Другие виды микроорганизмов, выявленные в эндодонтически пролеченных зубах с апикальным периодонтитом, представлены стрептококками и некоторыми видами анаэробов, такими как *P. alactolyticus*, *Propionibacterium*, *Filifactor alocis*, *Dialister pneumosintes*, *Dialister invisus*, *Tannerella*, *P. micra*, *Prevotella intermedia* и *Treponema denticola*. Грибы периодически обнаруживают при первичных инфекциях, однако *Candida* определяется в пролеченных корневых каналах зубов в 18% случаев. Грибы проникают в корневые каналы во время эндодонтического лечения (вторичная инфекция) или появляются после неэффективного применения внутриканальных лекарственных препаратов, вызывающих дисбаланс в основной эндодонтической микрофлоре [26]. Таким образом, зоны, где бактерии присутствуют в виде планктонных клеток как единое целое в основном канале корня зуба, обычно легко устраняются с применением ручных инструментов, ирригантов, стандартно используемых во время эндодонтического лечения [27]. Что касается микробной биопленки, находящейся на стенках каналов и перешейках, для их удаления может потребоваться применение инновационных методов механической и медикаментозной обработки канала [28].

Таким образом, микрофлора корневого канала и периапикальных тканей при периодонтите является основным источником для инфицирования окружающих тканей. Появляется риск развития гнойно-воспалительных процессов, начиная от поднадкостничных абсцессов и заканчивая остеомиелитом, разлитыми флегмонами и медиастинитом [29]. Решение задачи микробной деконтаминации корневого канала и периапикальных тканей при эндодонтическом лечении сегодня является одной из основных в стоматологии.

ВЫБОР ИНСТРУМЕНТАРИЯ И ИРРИГАНТОВ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ОБРАБОТКИ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ

На данный момент в стоматологии представлен широкий ассортимент не только инструментов для механической обработки корневых каналов, но и антисептических средств для медикаментозной обработки. Ирригация корневых каналов имеет определенный протокол с использованием нескольких основных медикаментозных средств, таких как 3–5%-ный раствор гипохлорита натрия, 2,2%-ный раствор хлоргексидина,

17%-ный раствор ЭДТА. [30] Пломбирование корневых каналов в основном осуществляется с применением гуттаперчи и силера на основе эпоксидных смол.

При повторной ревизии корневых каналов используют ручные, машинные и реципрокные файлы по отдельности или в разных сочетаниях [31]. На данный момент различные производители выпускают машинные эндодонтические системы для первичного прохождения каналов — PathFile (Dentsply Maillefer), для их расширения — Protaper (Dentsply), Mtwo (VDW) и удаления пломбировочного материала из каналов, их качественной очистки — XP-endo Retreatment (FKG), Gentlefile Brush (MedicNRG), Reciproc (VDW), Mtwo R (VDW), Protaper R (Dentsply). На рынке представлены гибкие инструменты со способностью запоминания формы для работы с прямыми и изогнутыми корневыми каналами: Gentlefile (MedicNRG), Protaper Gold, Universal (Dentsply), Ni-Ti files (Geosoft). Для последовательной чистки определенных участков корневых каналов: верхней, средней и верхушечной трети — представлены файлы R-Endo (Micro-Mega).

Выбор ротационных машинных или реципрокных никель-титановых инструментов для повторного лечения корневых каналов зависит от личных предпочтений стоматолога и анализа анатомических особенностей зуба [32]. Такие инструменты используются отдельно или в комбинации с ручными файлами [33]. Данные последних исследований систем никель-титановых вращающихся инструментов, предназначенных для повторной ревизии корневых каналов Reciproc, XP-endo Retreatment, MTwo R и ProTaper, основываются на степени разрушающего действия различных файлов на стенку корневых каналов *in vitro* [34–36], визуального обнаружения остаточного пломбировочного материала [37–40] и удаления искусственно введенных в корневые каналы микроорганизмов, а именно *E. faecalis* [41, 42]. Кроме того, *in vitro* сравниваются Pro Taper, ручные, машинные и ручные K-файлы [43].

При сравнении систем Reciproc Blue и XP-endo Retreatment в полости рта определяется их способность изменять микрофлору корневых каналов при обработке без отдаленных результатов в зубах с первичным периодонтитом [44]. На сегодняшний день отсутствуют исследования, характеризующие качество механической обработки корневых каналов *in vivo* системами Reciproc, XP-endo Retreatment и R-Endo за счет определения разницы в составе бактериальной флоры в корневом канале до и после механической обработки этими системами, т.е. степени воздействия на биопленку корневых каналов. К тому же недостаточно информации об отдаленных результатах ортоградной ревизии корневых каналов с использованием данных систем при механической обработке каналов и изменений клинической картины течения хронического апикального периодонтита. Все это делает проблему повторного лечения корневых каналов актуальной и требует дальнейших исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно данным изученных источников, проблема повторного эндодонтического лечения сегодня остается актуальной. На качество повторного лечения корневых каналов зубов влияет множество факторов, один из основных — изменение качественного и количественного состава биопленки корневых каналов, что в дальнейшем предотвращает развитие и возникновение периапикальных изменений. Современные эндодонтические системы предназначены для всех типов и конфигураций корневых каналов, в том числе исключительно для удаления пломбировочного материала, например Reciproc (VDW), XP-endo Retreatment (FKG), R-Endo (Micro-Mega). Применение обозначенного инструментария в значительной степени может сократить время

врача-стоматолога, затрачиваемое на эндодонтическое лечение. Однако данные об их влиянии на состав биопленки корневых каналов *in vivo* после механической обработки немногочисленны, а также отсутствуют сравнение данных систем по эффективности обработки корневых каналов (удаление пломбировочного материала и биопленки), анализ отдаленных результатов использования современного инструментария, что, безусловно, делает исследование в данной области актуальным.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 02.07.2022 **Принята в печать:** 02.08.2022

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 02.07.2022 **Accepted:** 02.08.2022

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Иванова Е.В., Сабанцева Е.Г., Петушкова Е.В. Повторное эндодонтическое лечение в структуре обращаемости по обязательному медицинскому страхованию на примере городской стоматологической поликлиники. — *Эндодонтия Today*. — 2021; 3: 148—152
[Ivanova E.V., Sabantseva E.G., Petushkova E.V. Endodontic re-treatment in the appealability structure of the compulsory medical insurance on the example of the state dental practice. — *Endodontics Today*. — 2021; 3: 148—152 (In Russ.)]. [eLibrary ID: 47392064](#)
2. Ahmed H.M.A., Versiani M.A., De-Deus G., Dummer P.M.H. A new system for classifying root and root canal morphology. — *Int Endod J*. — 2017; 50 (8): 761—770. [PMID: 27578418](#)
3. Zhang D., Shen Y., de la Fuente-Núñez C., Haapasalo M. In vitro evaluation by quantitative real-time PCR and culturing of the effectiveness of disinfection of multispecies biofilms in root canals by two irrigation systems. — *Clin Oral Investig*. — 2019; 23 (2): 913—920. [PMID: 29948281](#)
4. Григорьев С.С., Сорокоумова Д.В., Чернышева Н.Д., Чагай А.А., Епишова А.А. Морфология корневых каналов. Эндодонтический доступ: методические рекомендации. — Екатеринбург: Тираж, 2019. — С. 15—35.
[Grigoriev S.S., Sorokoumova D.V., Chernysheva N.D., Chagai A.A., Episheva A.A. Morphology of root canals. Endodontic access: guidelines. — Yekaterinburg: Tirazh, 2019. — Pp. 15—35 (In Russ.)]. [DOI: 10.18481/textbook_5ddce2a6a72d65.25995047](#)
5. Харгривз К.М., Берман Л.Г. Эндодонтия. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. — С. 164—175.
[Hargreaves K.M., Berman L.H. Cohen's pathways of the pulp. — Elsevier, 2015. — Pp. 165—176 (In Russ.)].
6. Paqué F., Balmer M., Attin T., Peters O.A. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study. — *J Endod*. — 2010; 36 (4): 703—7. [PMID: 20307747](#)
7. Espir C.G., Nascimento C.A., Guerreiro-Tanomaru J.M., Bonetti-Filho I., Tanomaru-Filho M. Radiographic and micro-computed tomography classification of root canal morphology and dentin thickness of mandibular incisors. — *J Conserv Dent*. — 2018; 21 (1): 57—62. [PMID: 29628649](#)
8. Rossi-Fedele G., Ahmed H.M. Assessment of root canal filling removal effectiveness using micro-computed tomography: A systematic review. — *J Endod*. — 2017; 43 (4): 520—526. [PMID: 28214018](#)
9. Torres H.M., Arruda J.J., Silva-Filho J.M.D., Faria D.L.B., Nascimento M.C.C., Torres É.M. Maxillary canine morphology: comparative and descriptive analysis from periapical radiographs and cone beam computed tomography. — *Gen Dent*. — 2017; 65 (3): 37—41. [PMID: 28475083](#)
10. Nosrat A., Verma P., Hicks M.L., Schneider S.C., Behnia A., Azim A.A. Variations of palatal canal morphology in maxillary molars: A case series and literature review. — *J Endod*. — 2017; 43 (11): 1888—1896. [PMID: 28673493](#)
11. Янушевич О.О., Максимовский Ю.М., Максимовская Л.Н., Орехова Л.Ю. Терапевтическая стоматология. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. — С. 54—83.
[Yanushevich O.O., Maksimovskaya L.N., Orekhova L.Yu. Therapeutic dentistry. — Moscow: GEOTAR-Media, 2016. — Pp. 54—83 (In Russ.)].
12. Zheng Q., Zhang L., Zhou X., Wang Q., Wang Y., Tang L., Song F., Huang D. C-shaped root canal system in mandibular second molars in a Chinese population evaluated by cone-beam computed tomography. — *Int Endod J*. — 2011; 44 (9): 857—62. [PMID: 21599707](#)
13. Solomonov M., Paqué F., Fan B., Eilat Y., Berman L.H. The challenge of C-shaped canal systems: a comparative study of the self-adjusting file and ProTaper. — *J Endod*. — 2012; 38 (2): 209—14. [PMID: 22244638](#)
14. de Pablo O.V., Estevez R., Heilborn C., Cohenca N. Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: clinical implications and recommendations. — *Quintessence Int*. — 2012; 43 (1): 15—27. [PMID: 22259805](#)
15. Македонова Ю.А., Фирсова И.В., Поройский С.В., Тригolos Н.Н., Марымова Е.Б. Клинико-рентгенологические особенности строения полости зуба и корневых каналов зубов нижней челюсти. — *Современные проблемы науки и образования*. — 2015; 1—1: 1308
[Makedonova Yu.A., Firsova I.V., Poroykiy S.V., Trigolos N.N., Marymova E.B. Clinical-radiological features of the structure

- of the tooth cavity and root canals of the lower jaw. — *Modern Problems of Science and Education*. — 2015; 1—1: 1308 (In Russ.]. [eLibrary ID: 25325042](#)
16. Migliau G., Pepla E., Besharat L.K., Gallottini L. Resolution of endodontic issues linked to complex anatomy. — *Ann Stomatol (Roma)*. — 2014; 5 (1): 34—40. [PMID: 24753800](#)
 17. Rodríguez G., Patel S., Durán-Sindreu F., Roig M., Abella F. Influence of cone-beam computed tomography on endodontic retreatment strategies among general dental practitioners and endodontists. — *J Endod*. — 2017; 43 (9): 1433—1437. [PMID: 28689702](#)
 18. Румянцев В.А., Родионова Е.Г., Некрасов А.В., Черджиева Ф.Б., Куприянова М.С. Биопленка в эндодонтии Часть I. Свойства и методы изучения (обзор литературы). — *Эндодонтия Today*. — 2018; 1: 17—21
[Rumyantsev V.A., Rodionova E.G., Nekrasov A.V., F.B. Cherdzhieva, Kupriyanova M.S. Biofilm in endodontics Part I. Properties and methods of study (review of the literature). — *Endodontics Today*. — 2018; 1: 17—21 (In Russ.]. [eLibrary ID: 35001909](#)
 19. Когина Э.Н. Микробиологическое исследование содержимого корневых каналов в динамике лечения деструктивных форм периодонтита. — *Казанский медицинский журнал*. — 2018; 1: 161—166
[Kogina E.N. Microbiological study of root canal content in dynamics of treatment of destructive forms of periodontitis. — *Kazan Medical Journal*. — 2018; 1: 161—166 (In Russ.]. [eLibrary ID: 32327850](#)
 20. Ricucci D., Huang G.T.J., Lin L.M. Endodontic infections in incompletely developed teeth. — In: Fouad A.F. (ed.) *Endodontic microbiology*. — Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2017. — Pp. 311—339. [DOI: 10.1002/9781119080343.ch14](#).
 21. Царев В.Н. (ред.) Микробиология, вирусология, иммунология полости рта. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. — С. 567—578.
[Tsarev V.N. (ed.) *Oral microbiology, virology, and immunology*. — Moscow: GEOTAR-Media, 2019. — Pp. 567—578. (In Russ.].
 22. Зуолу М.Л., Керлакян Д., де Меллу Ж.Э., де Карвальу М.К., Фагундес М.И. Повторное эндодонтическое лечение. — М.: Азбука, 2016. — С. 10—18.
[Zuolo M.L., Kherlakian D., de Mello J.E., Carvalho M.C., Fagundes M.I. Reintervention in Endodontics. — Quintessence, 2014. — Pp. 10—18 (In Russ.].
 23. Румянцев В.А., Некрасов А.В., Моисеев Д.А., Задорожный Д.В., Панкин П.И. Биопленка в эндодонтии. Часть II. Методы борьбы с биопленкой при эндодонтическом лечении зубов (обзор литературы). — *Эндодонтия Today*. — 2018; 2: 38—42
[Rumyantsev V.A., Nekrasov A.V., Moiseev D.A., Zadorozhny D.V., Pankin P.I. Biofilm in endodontics. Part II. Methods of struggle against biofilm in endodontic treatment of teeth (review of literature). — *Endodontics Today*. — 2018; 2: 38—42 (In Russ.]. [eLibrary ID: 35575636](#)
 24. Aveiro E., Chiarelli-Neto V.M., de-Jesus-Soares A., Zaia A.A., Ferraz C.C.R., Almeida J.F.A., Marciano M.A., Feres M., Gomes B.P.F.A. Efficacy of reciprocating and ultrasonic activation of 6% sodium hypochlorite in the reduction of microbial content and virulence factors in teeth with primary endodontic infection. — *Int Endod J*. — 2020; 53 (5): 604—618. [PMID: 31879958](#)
 25. Pourhajbagher M., Ghorbanzadeh R., Bahador A. Culture-dependent approaches to explore the prevalence of root canal pathogens from endodontic infections. — *Braz Oral Res*. — 2017; 31: e108. [PMID: 29267669](#)
 26. Sun X., Yang Z., Nie Y., Hou B. Microbial communities in the extraradicular and intraradicular infections associated with persistent apical periodontitis. — *Front Cell Infect Microbiol*. — 2021; 11: 798367. [PMID: 35096647](#)
 27. Wilkoński W., Jamróz-Wilkońska L., Zapotoczny S., Opiła J., Krupiński J., Pytko-Polończyk J. The effects of alternate irrigation of root canals with chelating agents and sodium hypochlorite on the effectiveness of smear layer removal. — *Adv Clin Exp Med*. — 2020; 29 (2): 209—213. [PMID: 32101646](#)
 28. Царев В.Н., Митронин А.В., Подпорин М.С. Микробная биопленка корневых каналов и новые подходы к диагностике и лечению хронических форм пульпита с использованием фотоактивируемой дезинфекции и ультразвуковой обработки. — *Эндодонтия Today*. — 2016; 3: 19—23
[Tsarev V.N., Mitronin A.V., Podporin M.S. Microbial biofilm root canals and new approaches to the diagnosis and treatment of the chronic forms of pulpitis using a photoactivatable disinfection and ultrasonic treatment. — *Endodontics Today*. — 2016; 3: 19—23 (In Russ.]. [eLibrary ID: 27544500](#)
 29. Царев В.Н., Подпорин М.С., Ипполитов Е.В. Оценка эффективности эндодонтической дезинфекции корневых каналов зуба с применением сканирующей электронной микроскопии микробной биопленки. — *Бактериология*. — 2017; 1: 6—13
[Tsarev V.N., Podporin M.S., Ippolitov E.V. Evaluating of the effectiveness of endodontic disinfection of root channels by using scanning electron microscopy of microbial biofilms. — *Bacteriology*. — 2017; 1: 6—13 (In Russ.]. [eLibrary ID: 35005307](#)
 30. Романенко А.А., Чуев В.В., Бузов А.А., Чуев В.П. Клинико-лабораторная оценка эндодонтических материалов фирмы «ВладМиВа». Часть 1: жидкости для обработки корневых каналов. — *Клиническая стоматология*. — 2020; 2 (94): 24—30
[Romanenko A.A., Chuev V.V., Buzov A.A., Chuev V.P. Clinical-laboratory evaluation of “VladMiVa” endodontic materials. Part 1: Liquids for root canal treatment. — *Clinical Dentistry (Russia)*. — 2020; 2 (94): 24—30 (In Russ.]. [eLibrary ID: 43125600](#)
 31. Токмакова С.И., Луницына Ю.В., Семенов В.А. Сравнительная оценка качества механической обработки корневых каналов зубов системами вращающихся никель-титановых инструментов. — *Проблемы стоматологии*. — 2015; 1: 20—22
[Tokmakova S.I., Lunitsyna Y.V., Semenov V.A. Comparative assessment of machining of root channels of the teeth by systems rotating nickel-titanium tools. — *Actual Problems in Dentistry*. — 2015; 1: 20—22 (In Russ.]. [eLibrary ID: 23731218](#)
 32. Khademi A., Saatchi M., Shokouhi M.M., Baghaei B. Scanning electron microscopic evaluation of residual smear layer following preparation of curved root canals using hand instrumentation or two engine-driven systems. — *Iran Endod J*. — 2015; 10 (4): 236—9. [PMID: 26523137](#)
 33. Prati C., Zamparini F., Spinelli A., Pelliccioni G.A., Pirani C., Gandolfi M.G. Secondary root canal treatment with Reciproc Blue and k-file: Radiographic and ESEM-EDX analysis of dentin and root canal filling remnants. — *J Clin Med*. — 2020; 9 (6): E1902. [PMID: 32570806](#)
 34. Ahn S.Y., Kim H.C., Kim E. Kinematic effects of nickel-titanium instruments with reciprocating or continuous rotation motion: A systematic review of in vitro studies. — *J Endod*. — 2016; 42 (7): 1009—17. [PMID: 27185740](#)

35. Bürklein S., Tsotsis P., Schäfer E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. — *J Endod.* — 2013; 39 (4): 501—4. [PMID: 23522545](#)
36. Topçuoğlu H.S., Demirbuga S., Tuncay Ö., Pala K., Arslan H., Karataş E. The effects of Mtwo, R-Endo, and D-RaCe retreatment instruments on the incidence of dentinal defects during the removal of root canal filling material. — *J Endod.* — 2014; 40 (2): 266—70. [PMID: 24461416](#)
37. Aksel H., Küçükkaya Eren S., Askerbeyli Örs S., Serper A., Ocak M., Çelik H.H. Micro-CT evaluation of the removal of root fillings using the ProTaper Universal Retreatment system supplemented by the XP-Endo Finisher file. — *Int Endod J.* — 2019; 52 (7): 1070—1076. [PMID: 30715732](#)
38. AlOmari T., Mustafa R., Al-Fodeh R., El-Farraj H., Khaled W., Jamleh A. Debris extrusion using Reciproc Blue and XP Endo Shaper systems in root canal retreatment. — *Int J Dent.* — 2021; 2021: 6697587. [PMID: 33833804](#)
39. Bramante C.M., Fidelis N.S., Assumpção T.S., Bernardineli N., Garcia R.B., Bramante A.S., de Moraes I.G. Heat release, time required, and cleaning ability of MTwo R and ProTaper universal retreatment systems in the removal of filling material. — *J Endod.* — 2010; 36 (11): 1870—3. [PMID: 20951303](#)
40. Machado A.G., Guilherme B.P.S., Provenzano J.C., Marceliano-Alves M.F., Gonçalves L.S., Siqueira J.F. Jr, Neves M.A.S. Effects of preparation with the Self-Adjusting File, TRUShape and XP-endo Shaper systems, and a supplementary step with XP-endo Finisher R on filling material removal during retreatment of mandibular molar canals. — *Int Endod J.* — 2019; 52 (5): 709—715. [PMID: 30417931](#)
41. Gorduysus M., Nagas E., Torun O.Y., Gorduysus O. A comparison of three rotary systems and hand instrumentation technique for the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal. — *Aust Endod J.* — 2011; 37 (3): 128—33. [PMID: 22117720](#)
42. Carvalho M.C., Zuolo M.L., Arruda-Vasconcelos R., Marinho A.C.S., Louzada L.M., Francisco P.A., Pecorari V.G.A., Gomes B.P.F.A. Effectiveness of XP-Endo Finisher in the reduction of bacterial load in oval-shaped root canals. — *Braz Oral Res.* — 2019; 33: e021. [PMID: 31508722](#)
43. Matos Neto M., Santos S.S., Leão M.V., Habitante S.M., Rodrigues J.R., Jorge A.O. Effectiveness of three instrumentation systems to remove *Enterococcus faecalis* from root canals. — *Int Endod J.* — 2012; 45 (5): 435—8. [PMID: 22211829](#)
44. Rodrigues R.C., Antunes H.S., Neves M.A., Siqueira J.F. Jr, Rôças I.N. Infection control in retreatment cases: In vivo antibacterial effects of 2 instrumentation systems. — *J Endod.* — 2015; 41 (10): 1600—5. [PMID: 26234543](#)