

Сравнительный анализ средств для ирригации корневых каналов при эндодонтическом лечении зубов с апикальным периодонтитом у пациентов с обсеменением системы корневых каналов грибами рода *Candida albicans*

© Меджидов М.Н., Абакаров Т.А., Амиров Г. Н., Меджидов М.М., Магомедова М.Г., Гереева Р.М.

Дагестанский Медицинский Государственный Университет, Махачкала, Россия

Резюме

Апикальный периодонтит – это воспалительный процесс соединительнотканного комплекса, образующего зубодесневую связку (периодонт), локализующегося вокруг верхушечной части зуба, вызванный микробной инвазией, находящийся в составе бактериальной биопленки системы корневых каналов зубов (СКК), с дальнейшей прогрессирующей деструкцией костной ткани, проявляющееся на рентгенограмме просветлениями различной интенсивности.

Благополучное консервативное лечение корневого канала зависит от наличия соответствующего инструментария, ирригации и obturation корневого канала. Важным фактором при эндодонтическом лечении периодонтита является удаление микробов, в том числе грибов, из сложной трехмерной системы корневых каналов. Различные методы идентификации выявили, что грибки чаще обнаруживаются при вторичных эндодонтических инфекциях, чем при первичных. *Candida albicans* (CA) играет важную роль в несостоятельности эндодонтического лечения как наиболее значимый грибок, выделенный из системы корневых каналов. *C. albicans* ассоциируется с инфекциями корневых каналов, является мощным патогеном для инфицирования периапикальных тканей. Различные факторы вирулентности позволяют *C. albicans* прилипать к дентинным трубочкам и пенетрировать в него. Дрожжи неблагоприятно реагируют на консервативную терапию корневых каналов из-за резистентности всех пероральных видов *Candida* к широко используемому местному лекарственному средству – гидроксида кальция. Таким образом, для лечения стойких случаев апикального периодонтита требуются альтернативные терапевтические методы и другие препараты, способные к элиминации данного вида грибка. Изоляция с помощью раббердама является важным показателем в предотвращении контаминации корневых каналов слюной в дополнение к продолжительным контактам с ирригационными растворами.

Ключевые слова: дрожжи, *Candida albicans*, периапикальный периодонтит, хлоргексидин, Chlor-Xtra, гипоклин, MTAD, NaOCl, гипохлорит натрия, Tetra-clean.

Статья поступила: 01.03.2023; **исправлена:** 04.04.2023; **принята:** 05.04.2023.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Меджидов М.Н., Абакаров Т.А., Амиров Г.Н., Меджидов М.М., Магомедова М.Г., Гереева Р.М. Сравнительный анализ средств для ирригации корневых каналов при эндодонтическом лечении зубов с апикальным периодонтитом у пациентов с обсеменением системы корневых каналов грибами рода *Candida albicans*. Эндодонтия today. 2023; 21(1):49-55. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-49-55.

Comparative analysis of root canal irrigation in endodontic treatment of apical periodontitis in patients with root canal systems contaminated with *Candida albicans*

© Medzhid N. Medzhidov, Tagir A. Abakarov, Gadzhi N. Amirov, Murad M. Medzhidov, Marziyat G. Magomedova, Raisat M. Gareeva

Dagestan Medical State University, Makhachkala, Russia

Abstract:

Apical periodontitis is an inflammatory process of the connective tissue complex forming the periodontal ligament (periodontum), localized around the apex of the tooth, caused by microbial invasion, located in the bacterial biofilm of the root canal system (RTS), with further progressive destruction of bone tissue, manifested on the X-ray lumens of different intensity.

The successful conservative treatment of the root canal depends on the availability of appropriate instruments, irrigation and root canal obturation. An important factor in the endodontic treatment of periodontitis is the removal of microbes, including fungi, from the complex three-dimensional root canal system. Various identification methods have revealed that fungi are more often found in secondary endodontic infections than in primary ones. *Candida albicans* (CA) plays an important role in endodontic treatment failure as the most significant fungus isolated from the root canal system. *C. albicans* is associated with root canal infections and is a potent pathogen for periapical tissue infection. Various virulence factors allow *C. albicans* to adhere to and penetrate the dentinal tubules. The yeast responds unfavorably to conservative root canal therapy because of the resistance of all oral *Candida* species to the commonly used topical medication, calcium hydroxide. Thus, the treatment of persistent cases of apical periodontitis requires alternative therapeutic methods and other drugs capable of elimination of this fungus species. Isolation with rubber dam is important in preventing root canal contamination with saliva, in addition to prolonged contact with irrigation solutions.

Keywords: yeast, *Candida albicans*, periapical periodontitis, chlorhexidine, Chlor-Xtra, hypochlorite, MTAD, NaOCl, sodium hypochlorite, Tetra-clean

Received: 01.03.2023; **revised:** 04.04.2023; **accepted:** 05.04.2023.

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

Acknowledgments: There are no funding and individual acknowledgments to declare.

For citation: Medzhid N, Medzhidov, Tagir A. Abakarov, Gadzhi N. Amirov, Murad M. Medzhidov, Marziyat G. Magomedova, Raisat M. Gareeva. Comparative analysis of root canal irrigation in endodontic treatment of apical periodontitis in patients with root canal systems contaminated with *Candida albicans*. *Endodontics today*. 2023; 21(1):49-55. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-49-55.

ВВЕДЕНИЕ

Дрожжи принадлежат к отдельному царству живых организмов – грибам, которые являются чрезмерно распространенными условно-патогенными микроорганизмами в полости рта. Дрожжи присутствуют в различных участках человеческого организма, как представители нормальной микрофлоры. В полости рта созданы подходящие условия окружающей среды для колонизации дрожжами. Оральные дрожжи относятся к подразделению Ascomycota и классу Endomycetes, который далее подразделяется на четыре семейства: Saccharomycetaceae, Endomycetaceae, Dipodascaceae, and Lipomycetaceae. Клинически наиболее важные грибы принадлежат к семейству Saccharomycetaceae и к роду *Candida*. Из более чем 200 видов патогенных и сапрофитных для человека видов *Candida* следующие, имеющие важное медицинское значение: *C. albicans*, *C. glabrata*, *C. kefyr*, *C. krusei*, *C. parapsilosis* и *C. tropicalis*. Из них *C. albicans* на сегодняшний день является самым распространенным видом и основным возбудителем кандидозных инфекций полости рта. Кандидозные микроорганизмы повсеместно распространены в окружающей среде, и бессимптомное носительство *Candida* признано в течение многих лет. *C. albicans* способны к адаптации в ритических диапазонах pH, низкому содержанию кислорода в питательной среде. Способность проникать в дентинные каналы посредством прикрепления к гидам и связываться с коллагенами I и IV типа. Грибы рода *Candida* обладают способностью продуцировать секретируемые аспартилпротеазы, коллагеназы, гиалуронидазы, кислые и щелочные фосфатазы, помогающие ферментировать различные коллагены дентина и другие внеклеточные белки. Кандидоз полости рта является распространенным заболеванием у пациентов с ослабленным иммунитетом. Ослабленная иммунная система может увеличить риск

грибковой инфекции в системе корневых каналов. Их оппортунистическая патогенность зависит от местных и системных предрасполагающих факторов, влияющих на человеческий организм. Грибковые инфекции часто поражают слизистые оболочки полости рта, но существуют также ряд исследований, которые указывают на критическую роль *Candida* в патогенезе эндодонтических инфекций. Дрожжи, будучи микроаэрофильными эукариотами могут приспосабливаться к различному диапазону pH, изменять экспрессию генов в ответ на условия окружающей среды, прилипать к различным поверхностям, вырабатывать гидролизующие ферменты и изменять морфологические формы, чтобы избежать пагубного действия иммунной системы, то есть обладают метаболическим арсеналом, необходимым для выживания в суровой корневой экосистеме. Несколько исследователей показали, что *C. albicans* могут использовать сам дентин в качестве источника питания *in vitro*, в отсутствие других посторонних пищевых добавок, и колонизировать стенки каналов, а также дентинные каналы. В одном эксперименте было показано, что *in vivo* проникновение *C. albicans* в дентинные каналы облегчается наличием смазанного слоя полученного с помощью инструментов Защищенная жизнь дрожжей в каналах, вне досягаемости инструментов и дезинфицирующих средств, также, вероятно, увековечивает хронические эндодонтические инфекции. Различные методы идентификации (такие как культивирование, молекулярная генетика и электронная микроскопия *in situ*) показали, что грибки чаще встречаются при вторичных эндодонтических инфекциях, чем при первичных, и основными факторами, связанными с эндодонтической неудачей, являются сохранение микробной инфекции в системе корневых каналов. Целью любого эндодонтического лечения является предотвращение образования апикального периодонтита. Важным фактором

при успешном эндодонтическом лечении является качественное устранение внутриканальной микрофлоры, некротизированного содержимого, органической составляющей канала(пульпы) из сложной трехмерной системы корневых каналов. Все этапы механической обработки должны в полной мере сопровождаться обильной и грамотной ирригацией. Эффективная дезинфекция СКК предполагает под собой оптимальный выбор ирригационных растворов, которые должны сочетать в себе антимикробное свойство, растворение органического и неорганического содержимого канала, лизирование биопленки и смазанного слоя, биоинертный эффект, смазывание рабочей части инструментов, механическое удаление микробов и остатков пульпы и дентина, а также обладать минимальной цитотоксичностью и низким поверхностным натяжением. Однако, ни один из используемых сегодня растворов не является идеальным и не отвечает всем требованиям. Многочисленные исследования демонстрируют определенное преимущество гипохлорита натрия, но также существуют и ряд недостатков. Именно по этой причине, современные ирригационные протоколы предполагают сочетание и комбинирование нескольких ирригантов.

Целью этого обзора литературы является сравнительный анализ средств для ирригации корневых каналов для эндодонтического лечения зубов тремя концентрациями гипохлорита натрия (NaOCl) (0,5, 2,5 и 6%), двумя концентрациями хлоргексидина (CHX) (0,2% и 2%), MTAD, Tetraclean, Hypoclean и Chlor-Xtra на зубах с периапикальным периодонтитом у людей с обсеменением системы корневых каналов грибами *Candida albicans* (*C. albicans*).

Два исследователя выполнили электронный поиск в MEDLINE / PubMed, SCOPUS, ISI Web of Science и Cochrane Central без каких-либо языковых ограничений, опубликованных с 2010 года. Серая литература была найдена для соответствующих статей с помощью OpenGrey и Greylist. Был выполнен ручной поиск по всем выпускам, опубликованным с 2000 года в журнале "Журнал эндодонтии", Международном журнале по эндодонтии и хирургии полости рта, хирургии полости рта, медицине полости рта, патологии полости рта, радиологии полости рта. Кроме того, списки литературы всех включенных статей были проверены на наличие статей, которые необходимо оценить для включения в исследование. Окончательный электронный поиск был выполнен 6 октября 2022 года. Наше исследование было сосредоточено на относительно недавних литературных источниках.

Гипохлорит натрия (NaOCl) (Таблица 1)

Гипохлорит натрия - широко используемый раствор для ирригации, известный многим как бытовой отбеливатель. Применение гипохлорита натрия для ирригации СКК является золотым стандартом современного эндодонтического лечения. Многочисленные исследования демонстрируют определенное первенство NaOCl перед другими ирригантами и объясняют это его уникальной способностью сочетать в себе высочайшую антимикробную активность с широким спектром действия, способность растворять органические витальные и некротизированные ткани пульпы, смазывающее свойство для механической обработки канала, органические компоненты дентинной стенки, матрикс биопленки (в высоких концентрациях), так как является окислителем и гидролизующим агентом. Гипохлорит натрия является дезинфектантом, а также удовлетворяет большинству

характеристик ирриганта. Гипохлорит натрия быстро уничтожает вегетирующие и споровые формы бактерий, грибов, простейших а также вирусы [30]. Большинство микроорганизмов погибает после определенного по времени контакта с гипохлоритом натрия. Механизм действия гипохлорита связан с тем что при контакте с белками некротизированных пульпарных тканей происходит выделение хлорноватистой кислоты (HClO) которая вступает в связь с тканями, выделяя хлор приводит к разрыву пептидных связей и пептиды распадаются на многочисленные аминокислоты, позволяя водороду в аминогруппе ($-\text{NH}-$) заместиться на хлор ($-\text{NCl}-$) до образования хлорамина обладающий антимикробными свойствами. Гипохлорит натрия (NaOCl) является наиболее распространенным средством для орошения корневых каналов, обладающим как антибактериальными, так и тканерастворимыми свойствами [3]. Было продемонстрировано, что 0,5% NaOCl убивает *C. albicans* в течение 10-секундного времени контакта [3]. Однако одним из основных недостатков NaOCl в системе корневых каналов является его высокое поверхностное натяжение, что ограничивает его проникновение в дентинные канальцы и неровности системы корневых каналов [4].

Чтобы преодолеть высокое поверхностное натяжение NaOCl , были введены два средства для орошения корневых каналов на основе NaOCl . Chlor-Xtra представляет собой сочетание 6% NaOCl с мощными смачивающими агентами и запатентованными модификаторами поверхности. Для увеличения электрической емкости раствора также были добавлены алкилирующие агенты. [5] Утверждается, что Chlor-Xtra обладает в 2,5 раза большей смачиваемостью и значительно большей растворяющей ткани активностью, чем стандартный NaOCl . Кроме того, он значительно более стабилен и разлагается не так быстро, как NaOCl , потому что обычный NaOCl остается на поверхности белковой молекулы и быстро превращается в HCl , тогда как Chlor-Xtra проникает и не превращается в HCl . [5]

До сих пор в доказательной медицине отсутствует единое мнение об оптимальной концентрации, которую необходимо использовать. В литературе можно найти, что NaOCl можно применять в концентрации от 0,5 до 6%. Стандартная концентрация приравнивается к 2,5%, что снижает вероятность токсического действия, но при этом сохраняет растворяющую ткань и антимикробную активность [32] [33]. В клинических исследованиях Bystrom и Sundqvist оценивали антимикробный эффект ирригации инфицированных корневых каналов раствором гипохлорита натрия в концентрации 0.5% и 5%. При этом эти авторы не выявили статистический различий

Таблица 1. Препараты на основе гипохлорита натрия

Table 1. Solutions based on sodium hypochlorite

№	Название препарата	Фирма Производителя
1	Гипохлорит натрия 3% раствор	ВладМиВа; TehnoDent (Россия)
2	Гипохлоран-3 3,25% раствор	Омега-Дент (Россия)
3	Гипохлоран-5 5% раствор	Омега-Дент (Россия)
4	Parcan 3% раствор	Septodont (Франция)
5	Chlor-Xtra 6% раствор	VistaDentalProducts (США)
6	Hypoclean	OGNA (Италия)
7	Белодез 3% раствор	ВладМиВа (Россия)

между ними [16]. В 2000 году F Siqueira и соавт. [15] проанализировали степень уменьшения числа микроорганизмов в корневых каналах после инструментальной обработки и ирригации раствором NaOCl с концентрацией 1%, 2,5% и 5,25%, однако указанные авторы также не установили существенных различий при сравнении полученных результатов. А для нивелирования разницы концентраций данными авторами было рекомендовано чаще заменять раствор и использовать его в максимально возможном объеме. Также, в исследованиях Clegg и соавт. [17] было доказано, что 3% – 6 % NaOCl были единственным агентом, способным, помимо всего прочего, физически разрушать биопленку корневого канала. Однако, только лишь 6% раствор NaOCl смог полностью (!) предотвратить повторный рост биопленки. По результатам исследования применение 3 % и 6 % растворов NaOCl показало отсутствие биопленки, 1 % раствор NaOCl – лишь разрушение биопленки, а 2 % раствор NaOCl – полностью интактную биопленку.

Таким образом было доказано, что более низкие и более высокие концентрации раствора NaOCl одинаково эффективны в снижении количества бактерий в инфицированной системе корневых каналов [15, 16], но эффект протеолитического растворения тканей, время активной фазы раствора и воздействие на биопленку все же напрямую связано с концентрацией [18]. Считается, что максимальную свою активность раствора гипохлорита натрия проявляется в течении 2 минут и далее распадается на воды и инертные ионы, причем, чем меньше концентрация раствора, тем меньше будет «активная фаза» [Endodontic Irrigation – Bettina Basrani]. NaOCl в более высоких концентрациях равен в своей эффективности с меньшей концентрацией гипохлорита натрия, однако концентрации свободных молекул хлора снижено, что должно быть компенсировано использованием раствора в большем объеме. Подогревание раствора также может увеличить эффективность ирригации. Высокие концентрации раствора NaOCl более гистотоксичны, чем низкие. По этой причине высокие концентрации следует или не допускать, или использовать с огромной осторожностью, чтобы раствор не попал в конъюнктиву глаз пациента и не был выведен за апикальное отверстие, что может вызвать тяжёлое раздражение ткани. Также, на основании небольшого числа исследований было принято мнение, что общее время воздействия раствора NaOCl на ткани должно быть не менее 30 минут. В течении этого времени, как уже говорилось ранее, необходимо часто менять раствор. Например, по результатам эксперимента Hesselgren и Svek, проводимого на некротизированной мышечной ткани, 0,5% раствор NaOCl без замены не до конца растворяет мышечную ткань даже через 12 дней, в то время, как та же самая концентрация при замене каждые 30 минут растворяет в течении 3 часов [19] [Michael Hülsmann /Edgar Schäfer | Problems in Endodontics].

Хлоргексидин (CHX) – высокоосновная молекула с рН 5,5-7, представляет собой катионный полигуанид с широким антимикробным спектром, который эффективен как против грамположительных, так и против грамотрицательных бактерий, а также дрожжевых грибов [7]. Соль хлоргексидина биглюконата хорошо растворима в воде и достаточно стабильна. CHX широко изучался как эндодонтическое ирригационное и интраканальное средство, как *in vivo* (Barbosa, Linkgog, Manzur, Raquette, Malkhassian) так и *in vitro*. Хлоргексидин благодаря своим катионным зарядам может связываться с

отрицательно заряженными поверхностями бактерий, повреждая их клеточные стенки в виде перфораций.

In vivo, NaOCl имеет очевидное преимущество перед CHX. Хлоргексидин неспособен справляться с биопленкой и не имеет протеолитического действия, что делает его конкурентно неэффективным против гипохлорита и отменяет его использование, как основного ирригационного раствора. [20-23]

В контролируемом рандомизированном клиническом исследовании была проверена эффективность 2 % хлоргексидина против физиологического раствора, как финальных ирригантов. Все зубы были первоначально инструментированы и орошены с использованием 1 % раствора NaOCl, затем либо 2 % раствором CHX, либо физиологическим раствором, применяемых в качестве финишного ирриганта. Их результаты показали более качественную дезинфекцию корневых каналов с помощью CHX по сравнению с физиологическим раствором в качестве последнего ирриганта [24]

В недавнем исследовании антибактериальная эффективность 2 % CHX тестировали против 2,5 % NaOCl в зубах с апикальным периодонтитом. Бактериальную нагрузку оценивали с помощью количественной полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (RTQ-ПЦР) и колониеобразующие единицы (КОЕ). Снижение количества бактерий в группе с использованием NaOCl было значительно больше, чем в группе применения CHX при измерении с помощью RTQ-ПЦР. На основе культурального метода бактериальный рост был обнаружен у 50 % группы CHX по сравнению с 25 % в группе NaOCl [25].

Доказано, что комбинация NaOCl и CHX дает изменение цвета и выпадение осадка. Реакция зависит от концентрации NaOCl, и чем она выше, тем больше осадка образуется при его совместном использовании с 2 % раствором CHX [26]

Hypoclean (Ogna Laboratori Farmaceutici, Муджио, Италия) – это еще один раствор на основе NaOCl, который состоит из 5,25% NaOCl и двух моющих средств [6]. Исследования Hypoclean очень ограничены. Была продемонстрирована его 28-дневная жизнеспособность. Другое исследование показало, что поверхностное натяжение Hypoclean было значительно ниже, чем NaOCl и Chlor-Xtra [4]. Клинический опыт многих исследователей показывает, что для повышения эффективности гипохлорита натрия, как растворителя инфицированной органики в корневом канале, можно в дополнение проводить временное пломбирование гидрооксидом кальция или использовать гипохлорит натрия в сочетании с другими биоцидами. Например, при сочетании перекиси водорода с NaOCl наблюдается эффект пенообразования, способствующий лучшему вымыванию debris из корневого канала. Как положительный фактор, можно отметить отбеливающий и дезинфицирующий эффект обоих растворов. В результате химической реакции между NaOCl и H₂O₂ образуется активный кислород, который обладает более выраженной антибактериальной активностью в отношении *Streptococcus* spp. и *Staphylococcus aureus*, чем чистая перекись водорода. Из всех используемых в настоящее время ирригантов NaOCl представляется наилучшим, поскольку он удовлетворяет большому числу 23 требований, предъявляемых к эндодонтическим ирригантам, чем любое другое известное соединение

Этилендиаминтетрауксусная Кислота – ЭДТА (CH16N2O8) (Таблица 2)

Этилендиаминтетрауксусная кислота, сокращенно как ЭДТА, – это аминокислота, которая предлагается в качестве хелатирующего ирриганта из-за ее способности качественно удалять минерализованную часть (неорганическую) смазанного слоя, путем связывания ионов кальция (Ca^{2+}), которую не в силах удалить гипохлорит натрия (NaOCl). Поэтому, необходимо грамотно сочетать его с хелатирующим агентом, таким как этилендиаминтетрауксусная (ЭДТА) и лимонная кислота. ЭДТА обычно используется в концентрации 17 % и может удалить смазанный слой при непосредственном контакте со стенками канала за 1 минуту [34]. Помимо очищающей способности, ЭДТА может отсоединять прилипшую к стенкам корневого канала биопленку [27]. Это объясняет, почему ирригация с ЭДТА оказалась намного эффективнее, чем с физиологическим раствором в снижении внутриканальной микробиоты, несмотря на тот факт, что его антисептическая способность относительно ограничена [27]. Хотя, некоторые исследования показали противогрибковую активность ЭДТА [28]. Деминерализация дентина при использовании ЭДТА и комбинации NaOCl + EDTA. Были высказаны опасения по поводу использования таких агентов, из-за их способности к деминерализации и протравливанию дентина. Особенно, чередование с высокими концентрациями NaOCl вызвало особое беспокойство, так как создание повторяющихся циклов деминерализации и депротеинизации увеличивает вероятность химического повреждения корневого дентина стенки и возникновения эрозий. Также известно, что сочетание ЭДТА с NaOCl сильно снижает антимикробную активность последнего [29]. Последовательность орошения стенки корневого канала влияет на уровень эрозивной деструкции дентина. В исследовании, опубликованном Qian et al, при использовании ЭДТА как финишного средства ирригации – эрозии не были обнаружены или были обнаружены в меньшей степени, в сравнении, когда финишным ирригантом в канале был 5,25% NaOCl . [Endodontic Irrigation – Bettina Basrani]

При взаимодействии с гипохлоритом натрия, ЭДТА сохраняет свою способность образовывать кальциевые комплексы, но одновременно снижает эффективность NaOCl полностью растворяя ткань, клинически это говорит о том, что ЭДТА и NaOCl следует использовать отдельно.

С целью уменьшения поверхностного натяжения и увеличения проникающей способности некоторые исследователи предпочитают растворы ЭДТА сочетать с четвертичной солью бромид аммония (цетримидом). Dupavant и др. (2006) сообщили, что при использовании препарата SmearClear, в состав которого входят 17% ЭДТА, цетримид, полиоксиэтилен (10) изооктил циклогексиловый эфир, отмечается увеличение антибактериальной способности по сравнению с традиционными

растворами ЭДТА (17-18%). Этот раствор обладает наиболее щадящим воздействием на дентин зуба.

Наряду с этим существует мнение, что, сочетание ЭДТА и соединения четвертичного аммония обладают такой же эффективностью в удалении смазанного слоя, как и традиционный раствор ЭДТА, но препарат становится более цитотоксичным [25]. Для удаления минерального компонента смазанного слоя и лечения облитерированных каналов аналогичным по действию ЭДТА является раствор лимонной кислоты в концентрации 10, 25 и 50%. Удаление смазанного слоя улучшает антибактериальное воздействие местных дезинфицирующих средств на глубокие слои дентина. В тоже время известно, что растворы ЭДТА и лимонной кислоты при контакте с NaOCl уменьшают содержание хлора в растворе, что приводит к снижению антибактериальной активности гипохлорита натрия. По мнению ряда авторов, целесообразно проводить ирригацию корневых каналов водными растворами ЭДТА или лимонной кислоты в течение 1-3 минут в конце инструментации и после раствора NaOCl . В тоже время имеются рекомендации после этого этапа промывать канал раствором NaOCl , чтобы нейтрализовать кислотное действие ЭДТА и дать возможность гипохлориту натрия погрузиться в широкие открытые дентинные каналы. Однако промывание раствором NaOCl после использования ЭДТА или лимонной кислотой может привести к значительной эрозии дентинных стенок канала. Это позволяет считать, что до получения новых данных следует с осторожностью использовать подобное сочетание растворов NaOCl и ЭДТА, либо ограничить заключительное промывание NaOCl несколькими секундами. Использование гелеобразных препаратов на основе ЭДТА («Canal+» Septodont; «Glyde» Dentsply; «RC-prep», «RC-lube» PremierDentalProd; «HPU IS» Spad), рекомендуется в начале инструментальной обработки корневого канала в качестве смазывающих веществ (эндолубрикантов), облегчающих продвижение и скольжение инструментов в канале. Препараты ЭДТА на гелевой основе нужно с осторожностью применять при обработке корневого канала роторными инструментами, особенно при наличии крупных фрагментов не удаленной пульпы.

На сегодняшний день, существует множество материалов, способных сочетать в себе несколько свойств, однако ни один из них не рекомендовано использовать как основной ирригант, а большинство рекомендуется для использования в виде финишного орошения [94] [Endodontic Irrigation – Bettina Basrani]

Представители:

- Tetraclean: 50 mg/mL doxycycline + polypropylene glycol + citric acid
- MTAD: 3 % doxycycline hyclate + 4.25 % citric acid + Tween 80
- QMiX: CHX + EDTA + detergent
- HEPB: NaOCl 2.5% + Etidronic acid 9%

Biopure MTAD (Mixture – Tetracyclin – Acid – Detergent) (Dentsply, Tulsa Dental, Талса, Оклахома, США) представляет собой ирригант с комбинированными хелатирующими и антибактериальными свойствами является смесью тетрациклина (доксциклина) 4,25%, кислоты (лимонной кислоты) и детергента (Твин 80) (MTAD означает смесь изомера тетрациклина, кислоты и детергента). Он может эффективно устранить наличие смазанного слоя [8]. Кроме того, его антибактериальная эффективность была продемонстрирована в нескольких исследованиях [9-11]. Однако существует только два исследования его противогрибковой активности [12,13].

Таблица 2. Препараты на основе ЭДТА

Table 2. EDTA-based solutions

№ п/п	Название препарата	Фирма-производитель
1	18% раствор ЭДТА	Ultradent
2	17% раствор ЭДТА	Vista Dental Products
3	Largalultra	Septodont
4	Edetatsolution	Pierre Holland
5	Endofree	Dencare
6	Канал Э	Радуга-Р

Tetraclean (Ogna Laboratori Farmaceutici, Муджио, Италия) также является другим ирригантом на основе антибиотиков. Как и MTAD, это смесь антибиотика, кислоты и двух детергентов (пропиленгликоля и цетримид). Однако концентрация антибиотика, доксицилина (50 мг/мл) и тип детергента (полипропиленгликоль и цетримид) отличаются от таковых у MTAD [14]. Существует только одно исследование противогрибкового действия Тетраклина [13]. Кроме того, нет никаких исследований противогрибковой активности Hypoclean и Chlor-Xtra.

QMix представляет собой безопасное сочетание на основе хлоргексидина, используется не только для удаления смазанного слоя, но и для обеспечения антибиопленочной активности. QMix состоит из запатентованной смеси хлоргексидина, ЭДТА и поверхностно-активного вещества. Ничего не известно о его влиянии на клинические исходы, но похоже, что удаление смазанного слоя подобно действию 17% ЭДТА. Тем не менее, по-прежнему требуется растворение ткани с предварительным формированием канала и использованием NaOCl.

Антибактериальный и фунгицидный эффект 2% NaOCl статистически не отличался от 1% NaOCl ни за 1, ни за 3 минуты; эффект 2% CHX был сравним с 1% и 2% NaOCl; CHX уничтожил 29% и 37% бактерий через 1 и 3 мин соответственно.

Гипохлорит, использованный в виде 6% раствора, был явно более эффективнее в своей антибактериальной и противогрибковой активности, чем более низкие концентрации NaOCl и 2% CHX; он уничтожил 43% и 62% *E. faecalis* за 1 и 3 минуты, соответственно. Просматривались мертвые бактерии во всей зоне глубиной 500 мкм, исследованной в 3-минутных пробах.

CHX не рекомендуется использовать, как основной ирригант, так как он не оказывает протеолитического действия и не способен разрушать биопленку, а его бактериоцидный и бактериостатический эффект не уступает такому же эффекту у гипохлорита натрия, а в

случае с использованием высоких концентраций NaOCl – наоборот уступает. На сегодняшний день существуют не много показаний для использования CHX, к ним относятся: 1) использование 2% раствора хлоргексидина в зубах с открытым апексом при риске неконтролируемой экструзии NaOCl в периадикулярную область, 2) когда желателен максимальный антимикробный эффект в качестве последнего полоскания после ЭДТА (вариативно).

6% NaOCl, 2% CHX и Chlor-Xtra были одинаково эффективны ($P > 0,05$) и значительно превосходили MTAD и Tetraclean ($P < 0,05$). Кроме того, эффективность Tetraclean и MTAD была значительно ниже, чем Hypoclean, NaOCl во всех концентрациях (6%, 2,6% и 0,5%), MTAD и 0,2% CHX ($P < 0,05$). Кроме того, Tetraclean был значительно более эффективен, чем MTAD ($P < 0,05$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Микроорганизмы и грибки играют важное и первостепенное значение в этиопатогенезе воспалительных процессов периодонта. Ирриганты выполняют роль дезинфицирующих препаратов которые способны уничтожить грибки и микробы в системе корневых каналов. Дрожжи могут быть выделены из инфицированного канала в виде одной или же сочетанной с другими представителями микроорганизмов. Кандидозное заражение корневых каналов может быть причиной плохого эндодонтического лечения, что подчеркивает важность изоляции коффердамом и использования ирригационных средств с противогрибковыми свойствами в течение достаточного периода времени во время лечения. Противогрибковая активность различных препаратов достаточно вариабельно, что приводит к мысли к использованию средств для ирригации очень индивидуально. Фунгицидные свойства ирригантов: 6% NaOCl, Chlor-Xtra и 2% CHX оказалась значительно выше, чем у 2,5% NaOCl, 0,5% NaOCl, MTAD, 0,2% CHX Tetraclean.

ЛИТЕРАТУРА:

1. <https://www.rroij.com/open-access/endodontic-mycology-a-new-perspective-of-root-canal-infection-43-50.php?aid=34567>
2. Ashraf H, Samiee M, Eslami G, Ghodse Hosseini MR. Presence of Candida Albicans in Root Canal System of Teeth Requiring Endodontic Retreatment with and without Periapical Lesions. Iran Endod J. 2007 Spring;2(1):24-8.
3. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an updated review. Int Dent J. 2008;58(6):329-41.
4. Palazzi F, Moro M, Mohammadi Z, Grandini S, Giardino L. Comparison of surface tension of 52,5% sodium hypochlorite solution with three new endodontic irrigants based on sodium hypochlorite. Int Endod J. 2012;45(2): 129-35.
5. Waltimo T.M., Haapasalo M., Zander M., Meyer J. Clinical aspects related to endodontic yeast infections. Endodontic topics. 2004;9(1):66-78.
6. Mohammadi Z., Mombeinipour A., Giardino L., Shahriari S. Residual antibacterial activity of a new modified endodontic irrigation solution based on sodium hypochlorite. Int Endod J. 2009;42(4):288-302.
7. Torabinejad M., Ademi A.A., Babakhali J., Cho U., Johnson V.B., Bozhilov K., Kim J., Shabahang S. A new solution for removing the mask layer. Jay Endod. 2003;29(3):170-5.
8. Shabahang S., Poresmail M., Torabinejad M. Antimicrobial efficacy of MTAD and sodium hypochlorite In vitro. Jay Endod. 2003;29(7):450-2.
9. Shabahang S., Torabinejad M. The effect of MTAD on the infected Enterococcus faecalis root canals of human extracted teeth. Jay Endod. 2003;29(9):576-9.
10. Mohammadi Z., Shahriari S. Residual antibacterial activity of chlorhexidine and MTAD in human root dentin in vitro. J Oral science. 2008;50(1):63-7.
11. Raf ML, S. McClanahan.B., Babel B.S. Antifungal efficacy of four irrigants in laboratory conditions as the last rinse. Jay Endod. 2006;32(4):331-3.
12. Mohammadi Z., Giardino L., Palazzi F. Evaluation of antifungal activity of four solutions used as the last rinse in vitro. Aust Endod J. 2013;39(1):31-4.
13. Poggio C, Dana A, Colombo M, Rizzardi F, Chiesa M, Scribante A, Albert G. Decalcifying effect of various irrigation solutions of ethylenediaminetetraacetic acid and tetraclean on root canal dentin. J Endodontic. 2012;38(9):1239-43.
14. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. J Endod. 2000 Jun;26(6):331-4.
15. Clegg MS, Vertucci FJ, Walker C, Belanger M, Britto LR. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. J Endod. 2006;32: 434-7.
16. Grossman L, Meiman B. Solution of pulp tissue by chemical agent. J Am Dent Assoc. 1941;28:223.
17. Hasselgren G, Olsson B, Cvek M. Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. J Endod. 1988 Mar;14(3):125-7. Rasimick BJ.
18. Nekich M, Hladek MM, Musikant BL, Deutsch AS. Interaction between chlorhexidine digluconate and EDTA. J Endod. 2008;34:1521-3.
19. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. Int Endod J. 2011;44(7):583-609.
20. Vianna ME, Horz HP, Gomes BP, Contrads G. In vivo evaluation of microbial reduction after chemomechanical preparation of human root canals containing necrotic pulp tissue. Int Endod J. 2006; 39:484-92.
21. Ma J, Wang Z, Shen Y, Haapasalo M. A new noninvasive model to study the effectiveness of dentin disinfection by using confocal laser scanning microscopy. J Endod. 2011 Oct;37(10):1380-5.
22. Zamany A, Safavi K, Spangberg LSW. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2003;96:578-81.

23. Vianna ME, Horz HP, Gomes BP, Conrads G. In vivo evaluation of microbial reduction after chemomechanical preparation of human root canals containing necrotic pulp tissue. *Int Endod J.* 2006; 39:484–92.
24. Basrani BR, Manek S, Sodhi RN, Fillery E, Manzur A. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *J Endod.* 2007;33(8):966.
25. Gulabivala K, Patel B, Evans G, et al. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endod Top.* 2005;10:103–22.
26. Sen B H, Akdeniz B G, Denizci A A. The effect of ethylenediamine-tetraacetic acid on *Candida albicans*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 90: 651–655.
27. Irrigation in endodontics M. Haapasalo,*1 Y. Shen,1 Z. Wang1,2 and Y. Gao

28. Tiburcio-Machado K.S., Michelon K.S., Zanata F.B., Gomez M.S., Marin Jabir approx. Global prevalence of apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* (2021) 54:712-35. 10.1111
29. Rutala WA, Weber DJ. Uses of inorganic hypochlorite (bleach) in health-care facilities. *Clin Microbiol Rev.* 1997 Oct;10(4):597-610.
30. [Kandaswamy D, Venkateshbabu N. Root canal irrigants. *J Conserv Dent.* 2010 Oct;13(4):256-64. doi: 10.4103/0972-0707.73378.
31. Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T. Chelation in root canal therapy reconsidered. *J Endod.* 2005 Nov;31(11):817-20.
32. Zehnder M, Kosicki D, Luder H, Sener B, Waltimo T. Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002 Dec;94(6):756-62.
33. Krell KV, Johnson RJ. Irrigation patterns of ultrasonic endodontic files. Part II. Diamond-coated files. *J Endod.* 1988 Nov;14(11):535-7.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Меджидов М.Н. – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии.
Абакаров Т.А. – к.м.н., доцент, декан стоматологического факультета.
Амиров Г.Н. – студент 3 курса стоматологического факультета.
Меджидов М.М. – студент 3 курса стоматологического факультета.
Магомедова М.Г. – студент 4 курса стоматологического факультета.
Гареева Р.М. – студент 3 курса стоматологического факультета.

Кафедра терапевтической стоматологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дагестанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России), 367000, Российская Федерация, Республика Дагестан, город Махачкала, площадь им. Ленина, 1.

AUTHOR INFORMATION:

Medzhid N, Medzhidov – Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Therapeutic Dentistry, Honored Inventor of the Republic of Dagestan, doctor of the highest qualification category
Tagir A. Abakarov – Dean of the Faculty of Dentistry, Candidate of Medical Sciences, senior lecture.
Gadzhi N. Amirov – 3rd year student
Murad M. Medzhidov – 3rd year student
Marziyat G. Magomedova – 4th year student
Raisat M. Gareeva -3rd year student
 Department of Therapeutic Dentistry. Dagestan State Medical University. 1 Lenin sqr, Makhachkala, 367000, Russian Federation

ВКЛАД АВТОРОВ:

Меджидов М.Н. – существенный вклад заключался в выборе направления и дизайна исследования, анализе и обсуждении полученных данных, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.
Абакаров Т.А. – индивидуальный вклад в замысел и дизайн исследования, сбор и анализ данных, подготовка статьи.
Амиров Г.Н. – индивидуальный вклад автора заключался в статистической обработке информации, сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи.
Меджидов М.М. – индивидуальный вклад автора заключался в сборе данных, статистической обработке информации, формулировке выводов.
Магомедова М.Г. – индивидуальный вклад автора заключался в статистической обработке информации, сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи.
Гареева Р.М. – индивидуальный вклад автора заключался в сборе данных, статистической обработке информации, формулировке выводов.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Medzhid N, Medzhidov – a significant contribution consisted in the choice of the direction and design of the study, analysis and discussion of the data obtained, the final approval of the version of the article for publication.
Tagir A. Abakarov – individual contribution to the idea and design of the study, data collection and analysis, preparation of the article.
Gadzhi N. Amirov – the author's individual contribution consisted in statistical processing of information, data collection, analysis and interpretation of data, preparation of the article.
Murad M. Medzhidov – the author's individual contribution consisted in data collection, statistical processing of information, and the formulation of conclusions.
Marziyat G. Magomedova – the author's individual contribution consisted in statistical processing of information, data collection, analysis and interpretation of data, preparation of the article.
Raisat M. Gareeva - the author's individual contribution consisted in data collection, statistical processing of information, and the formulation of conclusions.

Координаты для связи с авторами / Coordinates for communication with authors:
 Амиров Г.Н / Gadzhi N. Amirov