

مقایسه تاثیر ۴ شستشو دهنده بر تغییرات pH سطح خارجی ریشه در زمان های مختلف

دکتر هنگامه بختیار^۱، دکتر مهدی وطن پور^۱، دکتر سروناز کرباسی^۲، دکتر پونه محبی^۳، دکتر معین هنرور^۲، دکتر محسن افکار^۴

۱- استادیار گروه آموزشی اندودانتیکس و عضو مرکز تحقیقات مواد دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دندانپزشکی تهران

۲- دندانپزشک

۳- استادیار گروه آموزشی اندودانتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی زاهدان

۴- اندودانتیست

خلاصه:

سابقه و هدف: یکی از موانع برای حداکثر اعمال اثرکلسیم هیدروکساید وجود لایه اسمیر می باشد که به عنوان سد فیزیکی در برابر انتشار یون های هیدروکسیل و کلسیم از طریق توبول های عاجی عمل می کند. هدف از انجام این مطالعه ارزیابی تغییرات PH در سطح خارجی ریشه دندان های کشیده شده انسانی در زمان های مختلف بواسطه انتشار یون هیدروکسیل تحت تاثیر شستشو دهنده های نهایی مختلف بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه آزمایشگاهی، ۹۶ دندان تک کانال قدامی ماگیلا تا سایز شماره ۴۰ با تقارب ۴ درصد آماده سازی شد. دندان ها به ۴ گروه ۱۲ تایی تجربی، شامل گروه یک EDTA : ۱۷ درصد هیپو کلریت سدیم NaOCl ۱/۳ درصد ؛ گروه دو: سیتریک اسید ۲۰ درصد + NaOCl ۱/۳ درصد ؛ گروه سه Noni + EDTA : ۱۷ درصد گروه ۴: NaOCl ۱/۳ درصد، Biopure MTAD+ ؛ و ۴ گروه شاهد تقسیم شدند. در گروه های تجربی پس از شستشو از کلسیم هیدروکساید داخل کانال استفاده شد. تغییرات PH تا ۳۰ روز ثبت گردید. از آنالیزهای one way ANOVA، t-test، Tukey multiple comparison برای تفسیر نتایج استفاده شد.

یافته ها: بالاترین میزان pH در گروه های آزمایشی (pH= ۸/۰۲) و شاهد (pH= ۷/۶۱) حاوی EDTA / Noni ، در روزهای ۰، ۲، ۴، ۶، ۱۶، ۲۰، ۲۲ و ۲۸ مشاهده شد. (P = ۰/۰۳۶) بعد از آن (Biopure MTAD+ NaOCl) ، (NaOCl+ EDTA) ، (Citric acid + NaOCl) ، به ترتیب بالاترین میزان pH را نشان دادند. (pH= ۷/۷۳، pH= ۷/۶۴، pH= ۷/۶۵)

نتیجه گیری: ماده شستشو دهنده نهایی Noni / EDT به دلیل حذف بهتر اسمیر لایر منجر به انتشار بیشتر و سریعتر یون هیدروکسیل از توبول های عاجی و در نتیجه آلکانیزه شدن سطح خارجی ریشه می شود. کلید واژه ها: کلسیم هیدروکساید، یون هیدروکسیل، عوامل چلات کننده، لایه اسمیر

وصول مقاله: ۹۴/۲/۱۴ اصلاح نهایی: ۹۴/۸/۲۴ پذیرش مقاله: ۹۴/۸/۳۰

مقدمه:

به دنبال آماده سازی مکانیکی، درون کانال اسمیر لایر شکل می گیرد که دیواره های عاجی را می پوشاند و توبول های عاجی را مسدود می کند.^(۵) اسمیر لایر شامل دبری های عاجی همراه با بقایای پالپی زنده و نکروز در ترکیب با میکروارگانیزم ها و توکسین های باکتریایی متصل به دیواره کانال می باشد.^(۶) این لایه مانع نفوذ داروهای داخل کانال به داخل توبول های عاجی می شود بر تطابق ماده پرکردگی به دیواره کانال موثر است.^(۷) علاوه بر این اسمیر لایر می تواند از باکتری ها درون توبول های عاجی محافظت کند و حذف اسمیر لایر باعث نفوذ شستشو دهنده ها و دارو به داخل توبول های عاجی و حذف

در علم درمان ریشه از کلسیم هیدروکساید به عنوان داروی داخل کانال جهت متوقف کردن تحلیل ریشه و تحریک بهبودی بافت های پری اپیکال در دندانهای ضربه خورده استفاده می شود.^(۱،۲) برای این هدف درمانی، کلسیم هیدروکساید باید به یون های کلسیم و هیدروکسیل تجزیه شود و این یون ها از طریق توبول های عاجی انتشار یابند،^(۳) نشان داده شده است که آلکالینی شدن محیط توسط یون هیدروکسیل نقش مهمی در خاصیت آنتی باکتریال داروی کلسیم هیدروکساید و در نتیجه توقف روند تحلیل دارد.^(۳،۴) مطالعات نشان داده اند که

تاج ۹۶ دندان قدامی تک کانال ماگزایلا از مقطع CEJ با فرز دیسک (Delta bar) ساخت کشور آمریکا با هندپیس با سرعت بالا و خنک کننده آبی قطع گردید و از ریشه‌های باقیمانده برای تایید عدم وجود تحلیل و کلسیفیکاسیون و ترک رادیوگرافی تهیه شد و با فایل شماره ۱۰ وجود Patency در کانالها تایید شد به صورتیکه نوک فایل باید در فورامن اپیکال دیده می‌شد و طول کارکرد بوسیله کم کردن ۱ میلی متر از این طول تعیین شد.^(۱۷) با استفاده از تکنیک crown down تمامی دندانها با سیستم روتاری Race(FKG,DentAIRE,Swiss Dental Product) تا سایز ۴۰ با تقارب ۴ درصد فایل شد. در حین آماده‌سازی مکانیکی تمامی کانالها با ۵ میلی‌لیتر نرمال سالین شستشو شد. سپس ریشه‌ها به صورت تصادفی بر اساس نوع ماده شستشو دهنده نهایی و قرار دادن یا ندادن کلسیم هیدروکساید به ۴ گروه ۱۲ تایی تجربی و ۴ گروه ۱۲ تایی شاهد طبقه‌بندی شدند.

گروه شاهد ۱: شستشو با ۱ میلی‌لیتر EDTA ۱۷ درصد و به دنبال آن ۱۰ میلی‌لیتر سدیم هیپوکلریت ۱/۳ درصد گروه شاهد ۳: شستشو با ۱ میلی‌لیتر سیتریک اسید ۲۰ درصد و به دنبال آن ۱۰ میلی‌لیتر سدیم هیپوکلریت ۱/۳ درصد^(۱۷) گروه شاهد ۵: شستشو با ۱۰ میلی‌لیتر "Noni" و به دنبال میلی‌لیتر EDTA ۱۷ درصد

گروه شاهد ۷: شستشو با ۱۰ میلی‌لیتر سدیم هیپوکلریت ۱/۳ درصد و به دنبال آن ۵ میلی‌لیتر MTAD لازم به ذکر است که جهت شستشو از سرنگ با سوزن ۲۷ گیج استفاده شد و در انتها برای اطمینان از تماس مستقیم و یکنواخت مواد شستشو دهنده با دیواره‌های کانال یک بروچ شماره ۱۵ (Dentsply,Maillefer,Johnsoncity,TN) پوشیده شده با پنبه درون مواد شستشو دهنده غوطه ور شد و به طول کارکرد وارد شد و پس از ۴ دقیقه بروچ ۴ تا ۵ مرتبه درون کانال بالا و پایین شده و سپس تمامی کانالها با کن کاغذی خشک گردید.^(۱۷) گروه‌های تجربی ۲ و ۴ و ۶ و ۸ مشابه

میکروارگانیزم‌ها می‌شود.^(۸) تاکنون روش‌های متعددی برای حذف اسمیر لایرپیشنهاد شده است.^(۹) EDTA از دسته عواملی می‌باشد که باعث حذف عوامل معدنی از اسمیر لایر می‌شود.^(۱۰) با توجه به توانایی هیپوکلریت سدیم در انحلال، استفاده از EDTA و هیپوکلریت سدیم در حذف اسمیر لایر بسیار موثر عمل کرده است.^(۱۱) از دیگر موادی که برای حذف اسمیر لایر استفاده می‌شود می‌توان به سیتریک اسید اشاره کرد که باعث حذف دبری‌های عاجی اسمیر لایرو اکسپوز کردن الیاف کلاژنی می‌شود^(۱۲) MTAD از دیگر عوامل در حذف اسمیر لایر می‌باشد که ترکیبی از داکسی سایکلین، سیتریک اسید و پلی‌سوربات می‌باشد و به عنوان شستشو دهنده نهایی قبل از پرکردگی کانال استفاده شده و دارای خواص آنتی‌میکروبیال نیز می‌باشد.^(۱۳) در مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۸ Morinda Citrifolia (MCJ) یا "Noni" در ترکیب با ۱۷٪ EDTA جهت حذف اسمیر لایر پیشنهاد شد.^(۱۴)

یکی از راه‌های ارزیابی اثر مواد چلاته کننده از طریق بررسی میزان نفوذ یونها از فضای کانال، پس از برداشت لایه اسمیر، به سطح خارجی ریشه است. علیرغم مطالعات زیادی که در زمینه تاثیر کلسیم هیدروکساید بر روی انواع میکروارگانیزم‌های مقاوم درمان ریشه انجام شده است^(۱۵)، مطالعات اندکی در زمینه تاثیر مواد شستشو دهنده مختلف از طریق بررسی میزان نفوذ یونهای هیدروکسیل موجود در کلسیم هیدروکساید از فضای کانال به سطح خارجی ریشه وجود دارد.^(۱۶)

با توجه به محدود بودن اطلاعات در خصوص ماده Noni، هدف از انجام این مطالعه ارزیابی تغییرات pH در سطح خارجی ریشه دندان‌های کشیده شده انسانی در زمان‌های مختلف بواسطه انتشار یون هیدروکسیل از طریق توبول‌های عاجی تحت تاثیر شستشو دهنده‌های نهایی مختلف بود.

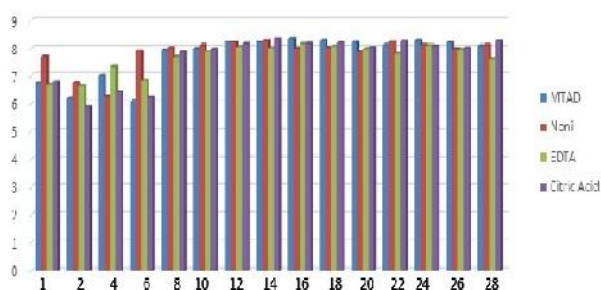
مواد و روش‌ها:

این مطالعه تجربی، در شرایط آزمایشگاهی و کنترل شده بر روی مدل‌های تجربی صورت گرفت.

EDTA + Noni از روز ۴ تا ۱۶ (P < ۰/۰۰۵) تفاوت معنی داری در میزان pH مشاهده شد.

در مقایسه مواد شستشو دهنده مختلف، بالاترین میزان pH در گروههای EDTA + Noni آزمایشی (pH=۸/۰۲) و شاهد (pH=۷/۶۱) ، در روزهای ۲، ۴، ۶، ۱۰، ۱۶، ۲۰، ۲۲ و ۲۸ مشاهده شد (P < ۰/۰۳۶) بعد از آن Biopure MTAD+ NaOCl (pH=۷/۷۳) ، (pH=۷/۶۴) NaOCl + EDTA ، (pH=۶۵/۷) Citric acid + NaOCl، به ترتیب بالاترین میزان pH را نشان دادند.

تغییرات pH هر شستشو دهنده با یا بدون استفاده از کلسیم هیدروکساید در نمودار آورده شده است.



نمودار ۱- تغییرات pH سطح خارجی ریشه در گروههای حاوی کلسیم هیدروکساید، طی زمان های مختلف

بحث:

در مقایسه مواد شستشو دهنده مختلف، بالاترین میزان pH در گروههای Noni + EDTA آزمایشی (pH=۸/۰۲) و شاهد (pH=۷/۶۱) در روزهای ۲، ۴، ۶، ۱۰، ۱۶، ۲۰، ۲۲ و ۲۸ مشاهده شد. (P < ۰/۰۳۶) بعد از آن Biopure MTAD+ NaOCl (pH=۷/۷۳) ، (pH=۷/۶۴) EDTA + NaOCl (pH=۶۵/۷) Citric acid + NaOCl، به ترتیب بالاترین میزان pH را نشان دادند.

Newberry نشان داد که MTAD موثرتر از EDTA همراه با NaOCl در حذف اسمیر لایر عمل می کند^(۱۸) که با نتیجه این مطالعه همخوانی دارد لازم به ذکر است که انتشار یون هیدروکسیل در گروه Noni بالاتر از MTAD بود به این علت

گروه های شاهد ۳ و ۷ شستشو داده شدند و سپس در آن ها کلسیم هیدروکساید قرار داده شد. در گروه های تجربی ۲۰ گرم پودر کلسیم هیدروکساید (Sultan, USA, NJ) با ۲۰ میلی لیتر نرمال سالین مخلوط شد و با لنتولو سایز ۳۵ (Radix, cheque) درون کانالها قرار داده شد. سپس دسترسی تاجی با ۳ میلی متر Cavit(3MESPE, ST PAUL, MN) پر شد و ۳ میلی متری کرومال و اپیکال هر دندان با لاک ناخن سیل گردید.

لازم به ذکر است که دندانها در فلاسک های محتوی ۱ میلی لیتر سدیم آزید ۰/۲ درصد و ۱۵ میلی لیتر آب مقطر نگهداری شدند و از سدیم آزید جهت مهار رشد میکروارگانیسمها استفاده گردید. تمامی نمونه ها در انکوباتور در شرایط مشابه و دمای ۳۷ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. اگر هر گونه تغییر در حجم به دنبال تبخیر اتفاق می افتاد توسط اضافه کردن آب مقطر جبران می شد.

pH محلول فلاسک در ۲۴ ساعت اولیه و همچنین هر ۴۸ ساعت به مدت ۳۰ روز توسط pH Meter ساخت شرکت Horiba کشور ژاپن ثبت شد. برای ثبت pH، محلول فلاسک برای ۱۰ ثانیه مخلوط شد و الکتروود در pH های ۴ و ۷ و ۹ بر اساس محلول استاندارد کالیبره شده بود. درون محلول قرار داده می شد. لازم به ذکر است قبل از خواندن pH، الکتروود با آب مقطر (pH =7) شستشو داده می شد و با کاغذ جذب کننده خشک می شد. از آنالیزهای Tuckey multiple comparison, one way ANOVA, t-test برای تفسیر نتایج استفاده گردید.

یافته ها:

در مقایسه گروههای حاوی کلسیم هیدروکساید و بدون آن، در گروه Biopure MTAD+ NaOCl تا روز ۸ (P < ۰/۰۰۰) ، در گروه NaOCl + EDTA از روز ۲ تا ۴ و ۱۰ تا ۲۶ (P < ۰/۰۰۳) ، در گروه Citric acid + NaOCl از روز ۸ تا انتهای مطالعه (P < ۰/۰۰۰) و در گروه

بر اساس مطالعه Felipe و همکاران نمونه‌هایی که دارای عاج ثانویه یا توبول‌های عاجی با قطر کم و دیواره‌های ریشه ضخیم بودند دارای نفوذپذیری کمتر بودند و pH آنها دیرتر سیر صعودی داشت همچنین در این مطالعه اثربخشی سدیم هیپوکلریت به تنهایی یا در ترکیب با EDTA بررسی و مشاهده گردید که استفاده از EDTA به تنهایی انتشار یون‌های هیدروکسیل را از طریق توبول‌های عاجی افزایش نمی‌دهد که نتایج او با نتایج این مطالعه همخوانی دارد.^(۲۱)

حضور مکانیسم‌های سلولی و سیستم بافرینگ عاج با انتشار یون‌های هیدروکسیل مقابله می‌کند و مانع از افزایش pH می‌شود؛ همچنین کلسیم هیدروکساید مخلوط شده با نرمال سالین کشش سطحی بالایی دارد که باعث تاخیر در انتشار یون‌های آن می‌شود.^(۱۵)

تفاوت در روش‌های مختلف شستشوی کانال منجر به تفاوت در حذف اسمیرلایر می‌شود که در این مطالعه با توجه به یکسان بودن نحوه شستشوی این عامل مداخله‌گر حذف شد.^(۲۲)

در مطالعه توسط Ulusoy و همکاران که به مقایسه تاثیر ۴ ماده مختلف در حذف اسمیر لایر پرداختند در گروه‌های تجربی مختلف از غلظت‌های متنوع NaOCl شامل غلظت‌های ۱/۳ و ۲/۵ و ۵ درصد استفاده شد. در حالیکه در این مطالعه تنها از غلظت ۱/۳ درصد استفاده شد بدیهی است که تفاوت در غلظت می‌تواند روی تغییرات pH موثر باشد.^(۲۳)

در مطالعه‌ی Khademi و همکاران نشان داده شد که EDTA درصد در حذف اسمیر لایر موثرتر از سیتریک اسید ۷ درصد بود. اما در این مطالعه از سیتریک اسید ۲۰ درصد استفاده شد که نسبت به EDTA در حذف اسمیر لایر موثرتر بود.^(۲۴)

در مطالعه‌ای دیگر هیچ تفاوت معنی‌داری در حذف اسمیر لایر بین سیتریک اسید ۵ درصد و EDTA ۱۷ درصد مشاهده نشد^(۲۵) که با نتایج این مطالعه همخوانی ندارد زیرا در مطالعه ایشان از غلظت پایین سیتریک اسید و غلظت بالای NaOCl استفاده گردید.

که pH اولیه Noni ۳/۴ تا ۳/۸ است در حالیکه MTAD اسیدی‌تر است و pH آن ۲/۸ می‌باشد دلیل دیگر اینکه استفاده از NaOCl در کنار MTAD باعث کاهش pH می‌شود.

در مطالعه Murray و همکاران آماده‌سازی کانال با سیستم protaper و profile تا سایز شماره ۳۵ انجام پذیرفت^(۱۴) و در این مطالعه از سیستم Race و تا سایز شماره ۴۰ کانال‌ها آماده‌سازی شدند. در این مطالعه برای اطمینان از تماس مستقیم و یکنواخت مواد شستشودهنده با دیواره‌های کانال از بارب بروچ پوشیده شده با پنبه در کانال استفاده شد که در سایر مطالعات این مرحله انجام نشده است.

در مطالعه‌ای مشابه توسط Batista و همکاران که به مقایسه میزان انتشار یون‌های هیدروکسیل از خمیرهای کلسیم هیدروکساید و خمیر آلورا می‌پردازد مشابه با مطالعه ما دندان‌ها را در فلاسک‌های محتوی آب دیونیزه نگهداری کرده و تغییرات pH را تا ۳۰ روز مورد ارزیابی قرار دادند لازم به ذکر است که در مطالعه Batista از ماده شستشو دهنده جهت حذف اسمیر لایر استفاده نشد و برای پوشاندن قسمت‌های کروئال و اپیکال دندان از چسبنده‌های دو مرحله‌ای اپوکسی رزین استفاده شده است.^(۱۶)

دما می‌تواند به عنوان یک عامل مداخله‌گر در میزان حذف لایه اسمیر باشد. در مطالعه‌ای توسط Cicek و همکاران مشاهده شد که MTAD EDTA در دماهای ۲۵ و ۳۷ درجه سانتی‌گراد موثرتر از EDTA MTAD در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در حذف اسمیر لایر عمل می‌کنند.^(۱۹) در این مطالعه چون همه نمونه‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور نگهداری می‌شدند اثر این عامل مداخله‌گر حذف گردید.

هیپوکلریت سدیم pH را پایین می‌آورد^(۲۰) و با ایجاد اثر آلكالینی توسط کلسیم هیدروکساید مقابله می‌کند. در مطالعه حاضر تنها در گروه Noni از NaOCl استفاده نشد بنابراین بالا بودن pH در گروه Noni را می‌توان به عدم وجود NaOCl نسبت داد.

References:

1. Silveira LF, Silveira CF, Martos J, Piovesan EM, Cesar Neto JB. Clinical technique for invasive cervical root resorption. *J Conserv Dent* 2011;14(4):440-4
2. Canoglu E, Turgut MD, Tekcicek M. Healing of External Inflammatory Root Resorptions and Periapical Lesions without Surgical Treatment in an Operated Oblique Facial Cleft Case. *Eur J Dent* 2010;4(2):208-14.
3. Mohammadi Z, Dummer PM. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J* 2011;44(8):697-730.
4. Silveira CF, Cunha RS, Fontana CE, de Martin AS, Gomes BP, Motta RH, et al. Assessment of the antibacterial activity of calcium hydroxide combined with chlorhexidine paste and other intracanal medications against bacterial pathogens. *Eur J Dent* 2011;5(1):1-7.
5. Manjunatha M, Annapurna K, Sudhakar V, Sunil Kumar V, Hiremath VK, Shah A. Smear Layer Evaluation on Root Canal Preparation with Manual and Rotary Techniques using EDTA as an Irrigant: A Scanning Electron Microscopy Study. *J Int Oral Health* 2013;5(1):66-78.
6. Guo X, Miao H, Li L, Zhang S, Zhou D, Lu Y, et al. Efficacy of four different irrigation techniques combined with 60 degrees C 3% sodium hypochlorite and 17% EDTA in smear layer removal. *BMC Oral Health* 2014;14:114.
7. Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics - a review. *Int Endod J* 2010;43(1):2-15.
8. George GK, Rajkumar K, Sanjeev K, Mahalaxmi S. Calcium ion diffusion levels from MTA and ApexCal in simulated external root resorption at middle third of the root. *Dent Traumatol* 2009;25(5):480-3
9. Paul ML, Mazumdar D, Niyogi A, Baranwal AK. Comparative evaluation of the efficacy of different irrigants including MTAD under SEM. *J Conserv Dent* 2013;16(4):336-41.
10. Amaral NG, Rezende ML, Hirata F, Rodrigues MG, Sant'ana AC, Greggi SL, et al. Comparison among four commonly used demineralizing agents for root conditioning: a scanning electron microscopy. *J Appl Oral Sci* 2011;19(5):469-75.
11. Prado M, Simao RA, Gomes BP. A microleakage study of gutta-percha/AH Plus and Resilon/Real self-etch systems after different irrigation protocols. *J Appl Oral Sci* 2014;22(3):174-9.

در مطالعه‌ای دیگر با هدف مقایسه EDTA و سیتریک اسید نشان داده شد که هر دوی این شستشودهنده‌ها وقتی در ترکیب با NaOCl قرار می‌گیرند در حذف اسمیر لایر موثرند و این شستشودهنده‌ها عوامل معدنی را حذف می‌کنند و سدیم هیپوکلریت اجزای آلی را حذف می‌کند در این مطالعه از غلظت ۱/۳ درصد سدیم هیپوکلریت استفاده شد و مشاهده گردید که سدیم هیپوکلریت ۱/۳ درصد استفاده شده در ترکیب با این عوامل chelating نتایج مشابهی با سایر مطالعات داشته و احتیاجی برای استفاده از غلظت‌های بالاتر سدیم هیپوکلریت نمی‌باشد. (۲۶)

در مطالعه‌ی Mancinni و همکاران هیچ تفاوتی بین EDTA, MTAD و سیتریک اسید در حذف اسمیر لایر مشاهده نشد به این علت که از EDTA MTAD بر اساس دستورات کارخانه سازنده استفاده ننموده و تکنیک آماده‌سازی در این مطالعه Greater taper بود همچنین به حذف لایه اسمیر لایر در ناحیه اپیکال پرداخته شده بود، همانطور که می‌دانیم توبول‌های عاجی در ناحیه اپیکال کمتر و اسکروزه تر هستند در حالیکه در مطالعه ما ناحیه اپیکال و کروئال با لاک ناخن پوشانده شد و ناحیه مورد مطالعه در قسمت میانی کانال بود. (۲۷)

از مشکلات عمده این مطالعه دسترسی به مواد "Noni" و "MTAD" در ایران و هزینه بالای تهیه آنها از خارج از کشور بود.

نتیجه گیری:

ماده شستشو دهنده نهایی "Noni" و به دنبال آن "EDTA ۱۷ درصد" به دلیل حذف بهتر لایه اسمیر منجر به انتشار بیشتر و سریعتر یون هیدروکسیل از توبول‌های عاجی و در نتیجه آلکانیزه شدن سطح خارجی ریشه می‌شود. بنابراین این در درمان تحلیل‌های ریشه می‌توان از آن بهره برد.

12. Cavassim R, Leite FR, Zandim DL, Dantas AA, Rached RS, Sampaio JE. Influence of concentration, time and method of application of citric acid and sodium citrate in root conditioning. *J Appl Oral Sci* 2012;20(3):376-83.
13. Houshmand B, Ghandi M, Nekoofar M, Gholamii GA, Tabor RK, Dummer PM. SEM Analysis of MTAD Efficacy for Smear Layer Removal from Periodontally Affected Root Surfaces. *J Dent (Tehran)* 2011;8(4):157-64.
14. Murray PE, Farber RM, Namerow KN, Kuttler S, Garcia-Godoy F. Evaluation of *Morinda citrifolia* as an endodontic irrigant. *J Endod* 2008 Jan;34(1):66-70.
15. Soares JA, Leonardo MR, Silva LA, Tanomaru Filho M, Ito IY. Effect of biomechanical preparation and calcium hydroxide pastes on the antiseptics of root canal systems in dogs. *J Appl Oral Sci* 2005;13(1):93-100
16. Batista VE, Olian DD, Mori GG. Diffusion of hydroxyl ions from calcium hydroxide and Aloe vera pastes. *Braz Dent J* 2014;25(3):212-6.
17. Saif S, Carey CM, Tordik PA, McClanahan SB. Effect of irrigants and cementum injury on diffusion of hydroxyl ions through the dentinal tubules. *J Endod* 2008 Jan;34(1):50-2.
18. Newberry BM, Shabahang S, Johnson N, Aprecio RM, Torabinejad M. The antimicrobial effect of biopure MTAD on eight strains of *Enterococcus faecalis*: an in vitro investigation. *J Endod* 2007;33(11):1352-4.
19. Cicek E, Keskin O. The effect of the temperature changes of EDTA and MTAD on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopy study. *Scanning* 2015;37(3):193-6
20. Estrela CR, Estrela C, Reis C, Bammann LL, Pecora JD. Control of microorganisms in vitro by endodontic irrigants. *Braz Dent J* 2003;14(3):187-92.
21. Felipe MC, Felipe WT, Espezim CS, de Freitas SF. Effectiveness of NaOCl alone or in combination with EDTA on the diffusion of hydroxyl ions released by calcium hydroxide paste. *J Appl Oral Sci* 2006;14(1):1-5.
22. Akyuz Ekim SN, Erdemir A. Comparison of different irrigation activation techniques on smear layer removal: an in vitro study. *Microsc Res Tech* 2015;78(3):230-9.
23. Ulusoy OI, Gorgul G. Effects of different irrigation solutions on root dentine microhardness, smear layer removal and erosion. *Aust Endod J* 2013;39(2):66-72.
24. Khademi MF. The effect of EDTA and Citric Acid on Smear layer removal of mesial canals of first mandibular molars, a scanning electron microscopic study. *J Research in Medical Sciences* 2004;2:80-8.
25. Khedmat S, Shokouhinejad N. Comparison of the efficacy of three chelating agents in smear layer removal. *J Endod* 2008;34(5):599-602
26. Lottanti S, Gautschi H, Sener B, Zehnder M. Effects of ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acid irrigation on human root dentine and the smear layer. *Int Endod J* 2009;42(4):335-43.
27. Mancini M, Armellini E, Casaglia A, Cerroni L, Cianconi L. A comparative study of smear layer removal and erosion in apical intraradicular dentine with three irrigating solutions: a scanning electron microscopy evaluation. *J Endod* 2009;35(6):900-3