تحقیقی

مجله دندانپزشکی جامعه اسلامی دندانپزشکان/ دوره ۱۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۵، ۱۰۰-۱۰۵

تأثیر pH محیط بر روی سخت شدن Mineral Trioxide Aggregate

دکتر محمدحسین نکوفر* - دکتر محمدسعید شیخ رضایی* - دکتر صدیقه سالاری**

*- استادیار گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده و مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران.

**- دندانپزشک.

چکیده

زمینه و هدف: *یکی از موادی که جهت پرکردگی معکوس انتهای ریشه کاربرد بسیار زیادی پیدا کرده است، Mineral Trioxide Aggregate: MTA می‌باشد. در برخی موارد دیده شده است که MTA ممکن است در مجاورت التهاب شدید سخت نگردد. هدف از انجام این مطالعه، بررسی تاثیر pH محیط بر روی سخت شدن و ساختار میکروسکوپی MTA می‌باشد.*

روش بررسی: *مطالعه حاضر یک مطالعه مداخله‌ای است. پودر MTA سفیدرنگ (Pro Root, Dentsply, USA) با آب مقطر به نسبت ۱: ۳ (طبق دستور کارخانه سازنده) مخلوط شد. مخلوط حاصل به استوانه‌های شیشه‌ای منتقل گردید. هر نُه نمونه از چهار گروه توسط یک دستگاه متراکم کننده با فشار ۳/۲۲ مگاپاسکال معادل شش کیلوگرم به مدت یک دقیقه متراکم گشتند. سپس هر نُه نمونه در چهار پلیت پلاستیکی که هر کدام حاوی یکی از محلول‌های بافر اسید بوتیریک و اسید پروپیونیک با pH ، ٤/٤، ٥/٤، ٦/٤ و ٧/٤ بودند، به مدت چهار روز در دمای اتاق و در محیط اشباع از رطوبت نگهداری شدند. پس از آن با استفاده از آزمایش ریزسختی ویکرز (Vickers)، سختی نمونه‌ها بدست آمد. همچنین تعدادی از نمونه‌های موجود جهت بررسی ساختار میکروسکوپی MTA با میکروسکوپ الکترونی آماده شدند. برای بررسی میزان سختی بین چهار گروه از آزمون ANOVA (One-way) استفاده شد.*

یافته‌ها: *کمترین میزان سختی در نمونه‌های MTA، در تماس با pH ، ٤/٤ و بالاترین میزان سختی در نمونه‌های MTA در تماس با pH ، ٧/٤ بود. اختلاف معنی‌داری بین تمام گروههای مورد مطالعه وجود داشت(P< ۰/۰۵). همچنین مشاهدات SEM نشان داد که ساختار میکروسکوپی MTA در pH ، ٤/٤ عمدتاً به صورت بلورهای سوزنی شکل (Needle like) و ذرات MTA واکنش نیافته در یک زمینه غیریکنواخت بلوری و در pH ، ٧/٤ به صورت ماده بلورین یکپارچه و یک شکل بود.*

نتیجه‌گیری: *نتایج گویای آن است که pH اسیدی بافت التهابی می‌تواند واکنش سخت شدن MTA را با اختلال مواجه سازد.*

کلید واژه‌ها: *MTA - pH اسیدی - زمان سخت شدن – ریزسختی - میکروسکوپ الکترونی.*

وصول مقاله: ۱۳۸۴/۶/۲۱ اصلاح نهایی: ۱۳۸۴/۱۲/۲ پذیرش مقاله: ۱۳۸۵/۵/۵

نویسنده مسئول:گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران Sheykh_r@yahoo.com

مقدمه

موادی که جهت سوراخ شدگی و پرکردگی معکوس انتهای ریشه به کار می‌رود باید دارای خواص مطلوبی چون ثبات ابعادی، غیر قابل حل بودن، راحتی کاربرد و سازگاری نسجی باشد. همچنین باید قابلیت مهر و موم کردن مناسب انتهای ریشه و قطع ارتباط فضای کانال از بافتهای اطراف را داشته باشد.(۱)، یکی از موادی که امروزه در اندودنتیکس، جهت بستن سوراخ شدگی و پرکردگی معکوس انتهای ریشه و موارد مشابه کاربرد بسیار زیادی پیدا کرده است (MTA) Mineral Trioxide Aggregate می‌باشد. این ماده اولین بار در سال ۱۹۹۳ توسط ترابی‌نژاد و همکاران وی معرفی شد.(۲)

اما شرایط سخت شدن این ماده هنوز موضوع حل نشده‌ای

است. از آنجا که ترمیم سوراخ شدگی، جراحی پری‌رادیکولار و اپیکوکتومی، به طور معمول در حضور التهاب انجام می‌شود و pH یک ضایعه ملتهب ممکن است طبیعی (۷/٤) یا اسیدی (حدود ٥/٥-٥/٦) باشد.(۳)، از سوی دیگر یکی از معایب MTA زمان سخت شدن طولانی است، لذا pH اسیدی ممکن است روی واکنش سخت شدن MTA تاثیر بگذارد و حلالیت آن را افزایش دهد و روند سخت شدن MTA را با اختلال مواجه سازد و مواردی پس از ترمیم سوراخ شدگیها دیده شده است که MTA در جلسه دوم هنوز سخت نشده باقی مانده و نیاز به تجدید آن وجود دارد. این موضوع در مورد جراحیهای نوک ریشه اهمیت بیشتری پیدا می‌کند، زیرا امکان بررسی مجدد ناحیه در جلسه دیگری وجود ندارد.

هدف از مطالعه حاضر، بررسی تاثیر pH محیط بر روی سخت شدن و ساختار میکروسکوپی MTA است، تا شاید یکی از دلایل احتمالی عدم موفقیت استفاده از MTA در سوراخ شدگیها، پرکردگی معکوس انتهای ریشه و آپکسیفیکشن مشخص گردد.

روش بررسی

نوع مطالعه Interventional است. برای انجام این مطالعه چهار محلول بافر بوتیریک اسید، بوتیرات سدیم و پروپیونیک اسید، پروپیونات سدیم با pH، ٤/٤، pH، ٥/٤، pH، ٦/٤ و pH، ۷/٤ تهیه شدند. با توجه به اینکه در مطالعه حاضر، چهار گروه مورد آزمایش وجود داشت، در هر گروه نُه عدد نمونه و در مجموع ۳٦ عدد نمونه تعیین شد. قالب هر نمونه را یک استوانه شیشه‌ای تشکیل می‌داد که دارای قطر داخلی پنج و ارتفاع ده میلی‌متر بود. سپس پودر MTA سفیدرنگ (Pro Root Dentsply, USA) با آب مقطر به نسبت ۱: ۳ (طبق دستور کارخانه سازنده) مخلوط شد. زمانی که یک ترکیب هموژن با قوامی سفت‌تر از خامه آماده شد، به استوانه‌های شیشه‌ای منتقل گردید. سپس هر نمونه حاوی MTA توسط دستگاه متراکم کننده متراکم گشتند. دستگاه فوق دارای یک سوراخ در قسمت مرکز خود می‌باشد که یک لوله فلزی از آن عبور می‌کند این لوله فلزی در قسمت انتهایی خود دارای قطری معادل ٤/۸ میلی‌متر می‌باشد تا به راحتی بتواند وارد استوانه‌های شیشه‌ای گردد. بر روی قسمت فوقانی لوله فلزی یک صفحه فلزی دایره مانند قرار دارد و وزنه‌هایی با واحد کیلوگرم که برای فشردن ماده لازم است روی این صفحه فلزی قرار می‌گیرد. بنابراین هر نمونه حاوی MTA تحت این دستگاه با فشار ۳/۲۲ مگاپاسکال معادل حدوداً شش کیلوگرم به مدت یک دقیقه متراکم گشت (شکل ۱). بلافاصله پس از آن پنبه مرطوب روی سطح فوقانی MTA متراکم شده در هر نمونه قرار داده می‌شد. سپس در هر پلیت پلاستیکی، حدود پنج سی سی از هر محلول اسیدی وارد شد. هر نُه نمونه را وارد یک پلیت کرده و درب آن کاملاً بسته می‌شد. استوانه‌های شیشه‌ای حاوی MTA به گونه‌ای در پلیت‌های پلاستیکی قرار گرفتند که سطح MTA در کف پلیت و در مجاورت با اسید باشد. نمونه‌ها به مدت چهار روز در دمای اتاق و در محیط اشباع از رطوبت، در مجاورت با اسید نگهداری شدند. بعد از چهار روز، نمونه‌ها را از محلولهای اسیدی خارج کرده و سطوح MTA با کاغذهای سیلیکون کاربید کاملاً پالیش شدند. با استفاده از دستگاه سختی‌سنجی Mitutoyo MVK G1 (Tokyo JAPAN) که دارای یک سنبه فرورونده (Indentor) الماسی به شکل هرم مربع‌القاعده با زاویه راس ۱۳٦ درجه است، نیرویی معادل پنجاه گرم و مدت پنج ثانیه بر سطح نمونه وارد می‌شد. هر نمونه در پنج نقطه مختلف مورد آزمایش ریزسختی قرار گرفت. هر اثر توسط میکروسکوپ اندازه‌گیری شد. میانگین پنج اثر سختی، به عنوان سختی نهایی هر نمونه در نظر گرفته شد.

همچنین تعدادی از نمونه‌های موجود، جهت بررسی ساختار میکروسکوپی MTA با میکروسکوپ الکترونی (SEM) آماده شدند، به این صورت که سطوح نمونه‌ها با اسکالپل برش

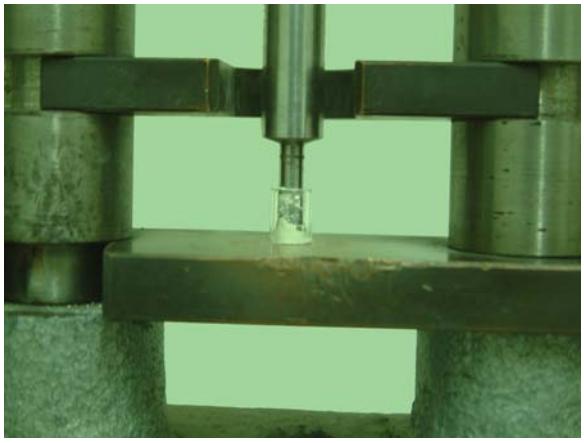
داده شدند و با استفاده از دستگاه Polaron Sputter Coater (QuorumTechnologies,UK) یک لایه طلا بر روی نمونه‌ها پاشیده شد. سپس با استفاده از میکروسکوپ الکترونی (SEM Tech Ltd., UK (Electron Beam Technology) EBT 1 مورد بررسی قرار گرفتند. پس از آن برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار SPSS روایت ۱۱/۵ استفاده شد. آزمونهای آماری به کار رفته شامل ANOVA (One – way) و Post Hoc از نوع Dunnett T3 بود.

یافته‌ها

در جدول ۱، میانگین سختی در pHهای مختلف نشان داده شده است. پایینترین میانگین سختی و انحراف معیار مربوط به نمونه‌های pH، ٤/٤ که برابر با ۱/۲۱±۱۲/۳۳۵ است و بالاترین میانگین سختی و انحراف معیار مربوط به نمونه‌های pH ، ۷/٤ که برابر با ٤/٦٥±٥۳/٦۰۲ می‌باشد.

جدول ۱: سختی در pHهای مختلف

pH	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
٤/٤۰	۹/۳۱	۱٤/٦۰	۱۲/۳۳٥۸	۱/۲۱٤۰٦
٥/٤۰	۳۱/۳۰	٤٤/۳۰	۳۷/٦٤۰۰	۳/۲۱۱۳٤
٦/٤۰	۳۳/٤۰	٤۹/۸۰	٤۱/۱٤۸۹	۳/۹۳۹٦٤
۷/٤۰	٤٥/۳۰	٦٥/۰۰	٥۳/٦۰۲۲	٤/٦٥۹٥۲



شکل ۱: استوانه شیشه‌ای حاوی MTA زیردستگاه متراکم کننده

در جدول ۲، مقایسه‌های چندگانه میزان سختی در pHهای مختلف نشان داده شده است. با استفاده از تست Post Hoc از نوع Dunnett T3، اختلاف معنی‌داری در میزان سختی بین تمام گروههای مشاهده شد(P<۰/۰٥).

تصاویر SEM از نمونه‌های MTA در pH ، ٤/٤، pH ، ٥/٤، pH ، ٦/٤، pH ، ۷/٤ نشان داد که ساختار میکروسکوپی نمونه‌های MTA در pH ، ٤/٤ عمدتاً به صورت بلورهای سوزنی شکل (Needle like) و ذرات MTA واکنش نیافته است. اما ساختار میکروسکوپی MTA در pH ، ٥/٤ به صورت بلورهای صفحه مانند (Plate form) است، که این بلورهای صفحه مانند در pH، ٦/٤ ساختار منظمتر و بهتری پیدا کرده‌اند. در نهایت، ساختار میکروسکوپی MTA در pH، ۷/٤ به صورت ماتریکس یکنواخت (Uniform) با ساختار بلورین مشخص دیده شد (شکل ۲).

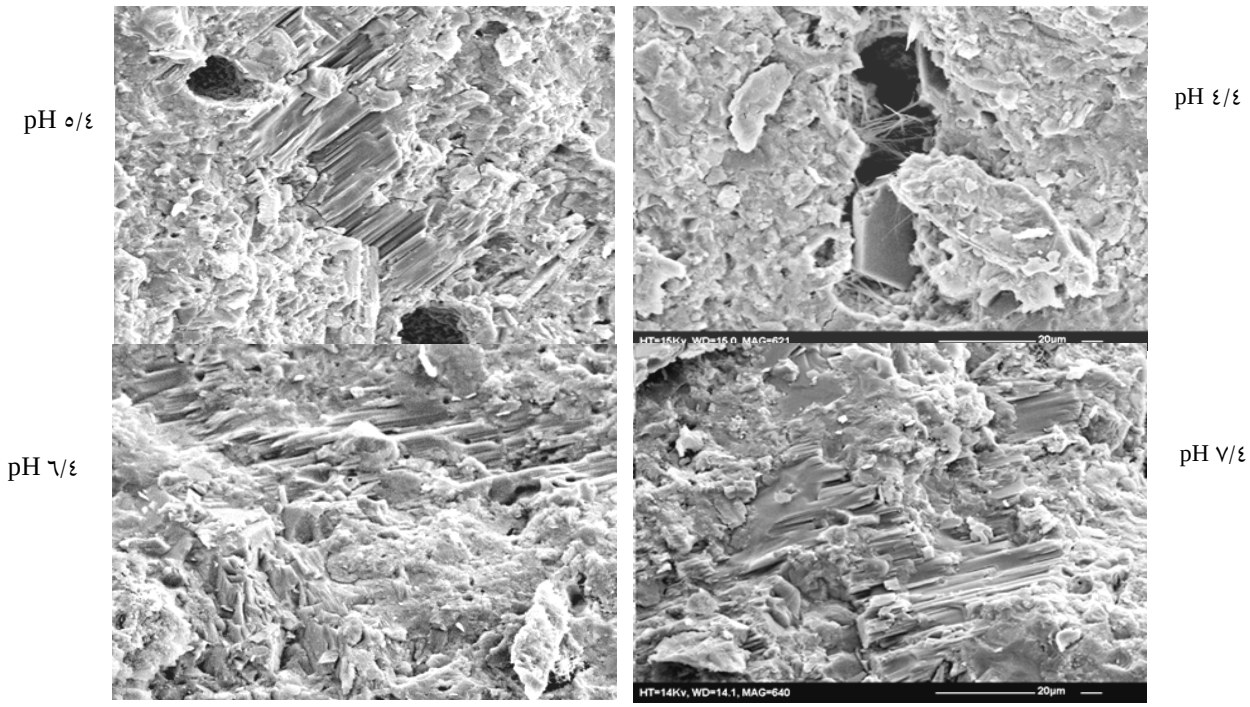
بحث

مطالعات وسیعی به صورت بالینی و آزمایشگاهی در زمینه ریزنشت و سازگاری نسجی MTA انجام گردیده، اما تاکنون تحقیقی در زمینه مدت زمان و شرایط سخت شدن این ماده در حضور التهاب صورت نگرفته است، همچنین ترابی‌نژاد و Chivian بیان داشته‌اند که MTA ممکن است در مجاورت ناحیه ملتهب به صورت نرم باقی بماند، که این می‌تواند ناشی از pH پایین محیط باشد که مانع از سخت شدن MTA می‌گردد.(٤)

اما در این مورد که pH یک ناحیه دچار التهاب چه مقدار می‌باشد مطالعات متعدد، اعداد مختلفی ذکر کرده‌اند. McCormick در سال ۱۹۸۳، pH بافت در ضایعات پری‌آپیکال دندانهای سگ را ٦/٥ گزارش کرد.(٥)، در مطالعه Wiese در سال ۱۹۹٤ و ۱۹۹۹، میزان pH آبسه‌های ناحیه گردنی صورتی ٦/۱٦٤±۰/۲۳۳ گزارش شده است.(٦-۷)، اما در پروژه‌ای که توسط دانشجویان یک کالج در یک کلینیک دامپزشکی روی pH آبسه‌های ایجاد شده در گربه‌ها انجام

جدول ۲: مقایسه چندگانه میزان سختی در pHهای مختلف

pH اول	pH دوم	اختلاف میانگین	خطای معیار	P Value	فاصله اطمینان ۹۵٪	
					حد پایین	حد بالا
٤/٤٠	٥/٤٠	-٢٥/٣٤٢	٠/٥٣٦٠٠	٠/٠٠٠	-٢٦/٧٧١٨	-٢٣/٨٣٦٦
	٦/٤٠	-٢٨/٨١٣١	٠/٦١١٨٧	٠/٠٠٠	-٣٠/٤٨٣٨	-٢٧/١٤٢٤
	٧/٤٠	-٤١/٢٦٦٤	٠/٧١٥٥١	٠/٠٠٠	-٤٣/٢٢٣٢	-٣٩/٣٠٩٦
٥/٤٠	٤/٤٠	٢٥/٣٠٤٢	٠/٥٣٦٠٠	٠/٠٠٠	٢٣/٨٣٦٦	٢٦/٧٧١٨
	٦/٤٠	-٣/٥٠٨٩	٠/٧٧٦٣٥	٠/٠٠٠	-٥/٥٩٩٣	-١/٤١٨٥
	٧/٤٠	-١٥/٩٦٢٢	٠/٨٦٠٤٠	٠/٠٠٠	-١٨/٢٨١٧	-١٣/٦٤٢٧
٦/٤٠	٤/٤٠	٢٨/٨١٣١	٠/٦١١٨٧	٠/٠٠٠	٢٧/١٤٢٤	٣٠/٤٨٣٨
	٥/٤٠	٣/٥٠٨٩	٠/٧٧٦٣٥	٠/٠٠٠	١/٤١٨٥	٥/٥٩٩٣
	٧/٤٠	-١٢/٤٥٣٣	٠/٩٠٩٦٠	٠/٠٠٠	-١٤/٩٠٠٤	-١٠/٠٠٦٣
٧/٤٠	٤/٤٠	٤١/٢٦٦٤	٠/٧١٥٥١	٠/٠٠٠	٣٩/٣٠٩٦	٤٣/٢٢٣٢
	٥/٤٠	١٥/٩٦٢٢	٠/٨٦٠٤٠	٠/٠٠٠	١٣/٦٤٢٧	١٨/٢٨١٧
	٦/٤٠	١٢/٤٥٣٣	٠/٩٠٩٦٠	٠/٠٠٠	١٠/٠٠٦٣	١٤/٩٠٠٤



شکل ۲: ساختار میکروسکوپ الکترونی MTA در pH های مختلف

گرفت تمام نمونه‌های چرک دارای pH ،٥/٥-٤/٥ بودند.(٨)، همچنین Malamed نیز pH نواحی ملتهب را ٥/٦-٥/٥ گزارش کرده است.(٣)، بنابراین pH یک ضایعه پری‌آپیکال با توجه به اینکه التهاب موجود در مرحله حاد یا مزمن است می‌تواند مختلف باشد. لذا در مطالعه حاضر دامنه تغییرات pH را از ٧/٤-٤/٤ در نظر گرفته است.

برای استاندارد و یکسان کردن فشار متراکم کننده MTA، نیاز به یک نیروی ثابت و معین بود، لذا مطالعه دیگری جهت

دستیابی به میزان فشار مطلوب وارده به MTA لازم بود. این مطالعه توسط نکوفر و همکاران در لابراتوار بیومتریال دانشکده کاردیف انجام شد. بهترین و متعادلترین نیرو در مطالعه مذکور ۳/۲۲ مگاپاسکال بود هر چند که مقادیر دیگر نیروی تراکمی نیز قابل استفاده بود.(۹)، در واقع نیاز به نیرویی بود که مولکول‌های MTA نه بسیار فشرده و نه بسیار آزاد باشند.

در مطالعهٔ حاضر، تصاویر میکروسکوپ الکترونی تهیه شده از نمونه‌های MTA نشان می‌دهد که نمونه‌هایی از MTA که در مجاورت با pH ، ٤/٤ بودند دارای بلورهای سوزنی شکل و ذرات MTA واکنش نیافته که به صورت پراکنده در ماتریکس غیریکنواخت بلوری دیده می‌شود و حتی تعداد Void نیز قابل توجه است. به تدریج با افزایش pH بلورها از نظر فرم و اندازه ساختار منظمتری پیدا کرده‌اند و در نهایت در pH ، ۷/٤ نمونه‌های MTA دارای ماده زمینه‌ای یکپارچه و یک شکل با ساختار بلورین مشخص می‌باشد.

بنابراین در فرایند کریستالیزاسیون MTA ، کریستال‌های سوزنی شکل به صورت یک هسته اصلی عمل می‌کنند و در ادامه مرحله سخت شدن، سایر بلورها در اطراف این هسته جمع شده و رشد می‌کنند. اما یک pH اسیدی می‌تواند با دخالت در فرایند تشکیل بلورها، رشد بلورها را به تاخیر اندازد و سختی آن را کاهش دهد.

در مطالعهٔ Lee در سال ۲۰۰٤، نتایج سختی سنجی از نمونه‌های MTA هیدارته که در آب مقطر، نرمال سالین، pH، هفت و pH، پنج نگهداری شده بودند، نشان داد که میزان سختی برای نمونه‌های MTA در pH ، پنج در مقایسه با سه گروه دیگر ضعیفتر بود.(۱۰)

نتایج سختی‌سنجی در مطالعه حاضر با مطالعه Lee مشابه است. نتایج بدست آمده حاکی از اختلاف معنی‌دار بین چهار گروه مورد مطالعه می‌باشد یعنی ارتباط مستقیمی بین میزان سختی و pH محیط وجود دارد. هرچه pH پایینتر باشد، میزان سختی کمتر است و همان طور که در نتایج مشاهده شد در pH ، ٤/٤ پایینترین میزان سختی برابر با HVN ۱۲/۳۳±۱/۲۱ و در pH ، ۷/٤ بالاترین میزان سختی برابر با HVN ٥۳/٦۰±٤/٦٥ وجود داشت. در این مطالعه سعی شد که تمام عواملی که به نحوی در ویژگیهای فیزیکی MTA موثر هستند، از جمله نوع MTA به کار رفته، نحوه انتقال MTA به استوانه‌های شیشه‌ای، فشار و زمان متراکم کرده، حتی‌الامکان یکسان شود تا تنها تاثیر pH محیط روی سخت شدن آن مشخص گردد. در مطالعه حاضر، نتایج گویای آن است که یک pH اسیدی توانسته است با تاثیر در روند سخت شدن MTA و ساختار بلوری، سختی آن را کاهش دهد. بنابر نتایج این مطالعه و تجارب کلینیکی محققان دیگر (٤) استفاده از MTA، به عنوان ماده مهر و موم کننده سیستم کانال ریشه در ناحیه با التهاب شدید چندان مفید نمی‌باشد.

در این گونه موارد توصیه می‌شود قبل از به کارگیری MTA، pH ناحیه توسط ترکیبات قلیایی مانند کلسیم هیدروکساید، خنثی و سپس از MTA استفاده گردد.

نتیجه‌گیری

آنچه که از نتایج بدست می‌آید گویای آن است که pH اسیدی نسج التهابی می‌تواند با دخالت در فرایند تشکیل بلورها، در روند سخت شدن MTA تاثیر گذارده و سختی آن را کاهش دهد. بنابراین شاید یکی از دلایل عدم موفقیت استفاده از MTA در پرکردگی معکوس انتهای ریشه، سوراخ شدگیها و آپکسیفیکیشن، pH اسیدی ناحیه ملتهب باشد.

REFERENCES

1. Gartner ATL, Dorn SO. Advances in endodontic surgery. Dent Clin North Am 1992 Apr;36(2):357-78.
2. Torabinejad M, Watson TF, Pittford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used a root end

filling material. J Endod 1993 Dec;19(12):591-5.

3. Malamed SF. Handbook of local anesthesia. 4th ed. USA: Mosby;1997, Chapter 16.
4. Torabinejad M, Chivian N. Clinical application of mineral trioxide aggregate. J Endod 1999 Mar;25(3):197-205.
5. McCormick J, Weine FS, Maggio J. Tissue pH of developing periapical lesions in dogs. J Endod 1983 Feb; 9(2): 47-51.
6. Wiese KG. Electrolyte concentration, real and osmotic pressure abscess. Abs. Zentralbl Chir 1994;119(1):54-9.
7. Wiese KG, Merten HA, Wiltfang J, Luhr HG. Clinical studies on the pathophysiology of odontogenic abscess. Abs. Mund Kiefer Gesichtchir 1999 Sep;3(5):242-6.
8. Collabrative science projects. Abscesses: phagocytosis pus and Healing. Available at: http://www.science-projects.com/ site index#P/pus/html.Accessed January 13, 2005.
9. Nekoofar MH, Adusei G, Sheykhrezae MS. Effect of condensation pressure on selected physical properties of mineral trioxide aggregate. Inter Endod Abs J 2005;Preprint from 38;1-28.
10. Lee YL, Lee BS, Lin FH, Lin AY, Lan WH. Effects of physiological environments on the hydration behavior of mineral trioxide aggregate. Biomaterial 2004 Feb;25(5):787-93.