

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 می باشد. در برخی موارد دیده شده است که MTA ممکن است در مجاورت التهاب شدید سخت نگردد. هدف از انجام این مطالعه، بررسی تأثیر pH محیط بر روی سخت شدن و ساختار میکروسکوپی MTA می باشد.

روش بررسی: مطالعه حاضر یک مطالعه مداخله ای است. پودر MTA سفیدرنگ (Pro Root, Dentsply, USA) با آب مقطر به نسبت ۳:۱ (طبق دستور کارخانه سازنده) مخلوط شد. مخلوط حاصل به استوانه های شیشه ای منتقل گردید. هر نه 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 نه نمونه در چهار پلیت پلاستیکی که هر کدام حاوی یکی از محلول های بافر اسید بوتیریک و اسید پروپیونیک با pH، ۴/۴، ۵/۴، ۶/۴ و ۷/۴ 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 نمونه ها بدست آمد. همچنین تعدادی از نمونه های 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.

یافته ها: کمترین میزان سختی در نمونه های MTA در تماس با pH، ۴/۴ و بالاترین میزان سختی در نمونه های MTA در تماس با pH، ۷/۴ بود. اختلاف معنی داری بین تمام گروه های مورد مطالعه وجود داشت ($P < 0/05$). همچنین مشاهدات SEM نشان داد که ساختار میکروسکوپی MTA در pH، ۴/۴ عمدتاً به صورت بلورهای سوزنی شکل (Needle like) و ذرات MTA واکنش نیافته در یک زمینه غیریکنواخت بلوری و در pH، ۷/۴ به صورت ماده بلورین یکپارچه و یک شکل بود.

نتیجه گیری: نتایج گویای آن است که pH/اسیدی بافت التهابی می تواند واکنش سخت شدن MTA را با اختلال مواجه سازد.

کلید واژه ها: MTA - pH/اسیدی - زمان سخت شدن - ریزسختی - میکروسکوپ الکترونی.

پذیرش مقاله: ۱۳۸۵/۵/۵

اصلاح نهایی: ۱۳۸۴/۱۲/۲

وصول مقاله: ۱۳۸۴/۶/۲۱

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

مقدمه

جهت بستن سوراخ شدگی و پرکردگی معکوس انتهای ریشه و موارد مشابه کاربرد بسیار زیادی پیدا کرده است (MTA) Mineral Trioxide Aggregate می باشد. این ماده اولین بار در سال ۱۹۹۳ توسط ترابی نژاد و همکاران وی معرفی شد. (۲)

اما شرایط سخت شدن این ماده هنوز موضوع حل نشده ای

موادی که جهت سوراخ شدگی و پرکردگی معکوس انتهای ریشه به کار می رود باید دارای خواص مطلوبی چون ثبات ابعادی، غیر قابل حل بودن، راحتی کاربرد و سازگاری نسبی باشد. همچنین باید قابلیت مهر و موم کردن مناسب انتهای ریشه و قطع ارتباط فضای کانال از بافت های اطراف را داشته باشد. (۱)، یکی از موادی که امروزه در اندودنتیکس،

حاوی MTA توسط دستگاه متراکم کننده متراکم گشتند. دستگاه فوق دارای یک سوراخ در قسمت مرکز خود می باشد که یک لوله فلزی از آن عبور می کند این لوله فلزی در قسمت انتهایی خود دارای قطری معادل $4/8$ میلی متر می باشد تا به راحتی بتواند وارد استوانه های شیشه ای گردد. بر روی قسمت فوقانی لوله فلزی یک صفحه فلزی دایره مانند قرار دارد و وزنه هایی با واحد کیلوگرم که برای فشردن ماده لازم است روی این صفحه فلزی قرار می گیرد. بنابراین هر نمونه حاوی MTA تحت این دستگاه با فشار $3/22$ 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 می شد. سپس در هر پلیت پلاستیکی، حدود پنج سی سی از هر محلول اسیدی وارد شد. هر ۵ نمونه را وارد یک پلیت کرده و درب آن کاملاً بسته می شد. استوانه های شیشه ای حاوی MTA به گونه ای در پلیت های پلاستیکی قرار گرفتند که سطح MTA در کف پلیت و در مجاورت با اسید باشد. نمونه ها به مدت چهار روز در دمای اتاق و در محیط اشباع از رطوبت، در مجاورت با اسید نگهداری شدند. بعد از چهار روز، نمونه ها را از محلول های اسیدی خارج کرده و سطوح MTA با کاغذ های سیلیکون کارباید کاملاً پالیش شدند. با استفاده از دستگاه سختی سنجی Mitutoyo (Indentor) الماسی به شکل هرم مربع القاعده با زاویه راس 136° درجه است، نیرویی معادل پنجاه گرم و مدت پنج ثانیه بر سطح نمونه وارد می شد. هر نمونه در پنج نقطه مختلف مورد آزمایش ریزسختی قرار گرفت. هر اثر توسط میکروسکوپ اندازه گیری شد. میانگین پنج اثر سختی، به عنوان سختی نهایی هر نمونه در نظر گرفته شد.

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

است. از آنجا که ترمیم سوراخ شدگی، جراحی پری رادیکولار و اپیکوکتومی، به طور معمول در حضور التهاب انجام می شود و pH یک ضایعه ملتهب ممکن است طبیعی ($7/4$) یا اسیدی (حدود $5/5-5/6$) 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 جراحی های نوک ریشه اهمیت بیشتری پیدا می کند، 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 $4/4$ ، pH $5/4$ ، pH $6/4$ و pH $7/4$ تهیه شدند. با توجه به اینکه در مطالعه حاضر، چهار گروه مورد آزمایش وجود داشت، در هر گروه ۵ عدد نمونه و در مجموع ۳۶ عدد نمونه تعیین شد. قالب هر نمونه را یک استوانه شیشه ای تشکیل می داد که دارای قطر داخلی پنج و ارتفاع ده میلی متر بود. سپس پودر MTA سفیدرنگ (Pro Root Dentsply, USA) با آب مقطر به نسبت ۳:۱ (طبق دستور کارخانه سازنده) مخلوط شد. زمانی که یک ترکیب هموزن با قوامی سفت تر از خامه آماده شد، به استوانه های شیشه ای منتقل گردید. سپس هر نمونه

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 ($P < 0.05$).

تصاویر SEM از نمونه‌های MTA در pH ۴/۴، pH ۵/۴، pH ۶/۴، pH ۷/۴ نشان داد که ساختار میکروسکوپی نمونه‌های MTA در pH ۴/۴ عمدتاً به صورت بلورهای سوزنی شکل (Needle like) و ذرات MTA واکنش نیافته است. اما ساختار میکروسکوپی MTA در pH ۵/۴ به صورت بلورهای صفحه مانند (Plate form) است، که این بلورهای صفحه مانند در pH ۶/۴ ساختار منظم‌تر و بهتری پیدا کرده‌اند. در نهایت، ساختار میکروسکوپی MTA در pH ۷/۴ به صورت ماتریکس یکنواخت (Uniform) با ساختار بلورین مشخص دیده شد (شکل ۲).

بحث

مطالعات وسیعی به صورت بالینی و آزمایشگاهی در زمینه ریزنشست 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. (۴)

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 ۶/۵ گزارش کرد. (۵)، در مطالعه Wiese در سال ۱۹۹۴ و ۱۹۹۹، میزان pH آبسه‌های ناحیه گردنی صورتی 6.7 ± 0.23 گزارش شده است. (۶-۷)، اما در پروژهای که توسط دانشجویان یک کالج در یک کلینیک دامپزشکی روی pH آبسه‌های ایجاد شده در گربه‌ها انجام

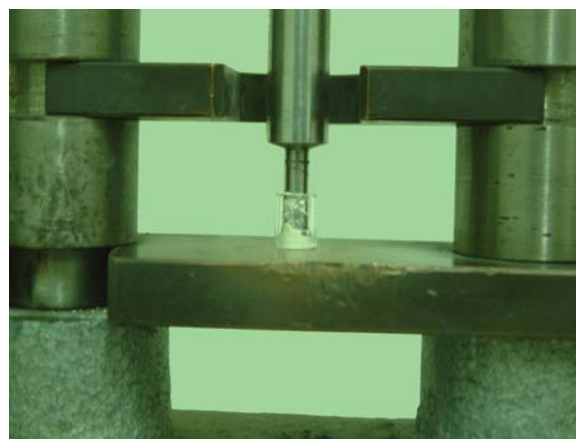
داده شدند و با استفاده از دستگاه Polaron Sputter Coater (Quorum Technologies, UK) یک لایه طلا بر روی نمونه‌ها پاشیده شد. سپس با استفاده از میکروسکوپ الکترونی (SEM Tech Ltd., UK (Electron Beam Technology) EBT 1 مورد بررسی قرار گرفتند. پس از آن برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار SPSS روایت ۱۱/۵ استفاده شد. آزمونه‌های 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 ۴/۴ که برابر با $12/335 \pm 1/21$ است و بالاترین میانگین سختی و انحراف معیار مربوط به نمونه‌های pH ۷/۴ که برابر با $53/602 \pm 4/65$ می‌باشد.

جدول ۱: سختی در pH‌های مختلف

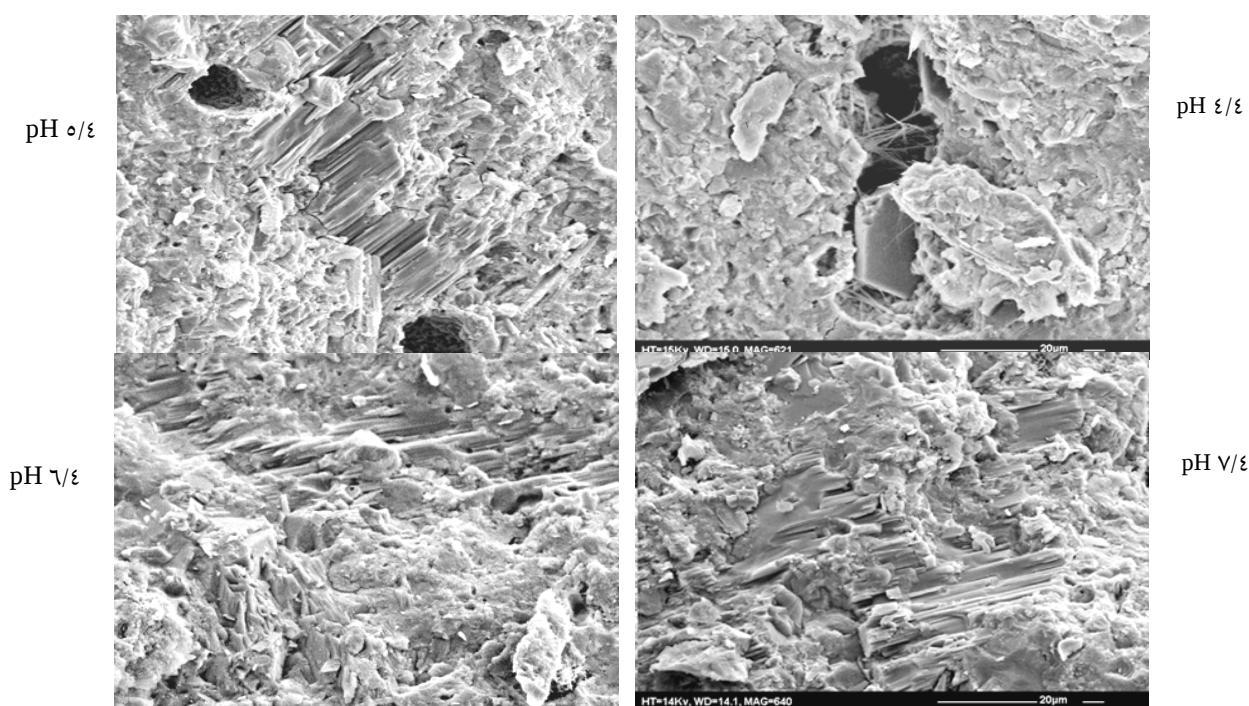
pH	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
۴/۴۰	۹/۳۱	۱۴/۶۰	۱۲/۳۳۵۸	۱/۲۱۴۰۶
۵/۴۰	۳۱/۳۰	۴۴/۳۰	۳۷/۶۴۰۰	۳/۲۱۱۳۴
۶/۴۰	۳۳/۴۰	۴۹/۸۰	۴۱/۱۴۸۹	۳/۹۳۹۶۴
۷/۴۰	۴۵/۳۰	۶۵/۰۰	۵۳/۶۰۲۲	۴/۶۵۹۵۲



شکل ۱: استوانه شیشه‌ای حاوی MTA زیر دستگاه مترامکننده

جدول ۲: مقایسه چندگانه میزان سختی در pH های مختلف

فاصله اطمینان ۹۵٪	P Value	خطای معیار	اختلاف میانگین	pH دوم	pH اول
حد بالا حد پایین					
۲۳/۸۳۶۶ -۲۶/۷۷۱۸	۰/۰۰۰	۰/۵۳۶۰۰	-۲۵/۳۴۲	۵/۴۰	۴/۴۰
۲۷/۱۴۲۴ -۳۰/۴۸۳۸	۰/۰۰۰	۰/۶۱۱۸۷	-۲۸/۸۱۳۱	۶/۴۰	
۳۹/۳۰۹۶ -۴۳/۲۲۳۲	۰/۰۰۰	۰/۷۱۵۵۱	-۴۱/۲۶۶۴	۷/۴۰	
۲۶/۷۷۱۸ ۲۳/۸۳۶۶	۰/۰۰۰	۰/۵۳۶۰۰	۲۵/۳۰۴۲	۴/۴۰	۵/۴۰
-۱/۴۱۸۵ -۵/۵۹۹۳	۰/۰۰۰	۰/۷۷۶۳۵	-۳/۵۰۸۹	۶/۴۰	
-۱۳/۶۴۲۷ -۱۸/۲۸۱۷	۰/۰۰۰	۰/۸۶۰۴۰	-۱۵/۹۶۲۲	۷/۴۰	
۳۰/۴۸۳۸ ۲۷/۱۴۲۴	۰/۰۰۰	۰/۶۱۱۸۷	۲۸/۸۱۳۱	۴/۴۰	۶/۴۰
۵/۵۹۹۳ ۱/۴۱۸۵	۰/۰۰۰	۰/۷۷۶۳۵	۳/۵۰۸۹	۵/۴۰	
-۱۰/۰۰۶۳ -۱۴/۹۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۹۰۹۶۰	-۱۲/۴۵۳۳	۷/۴۰	
۴۳/۲۲۳۲ ۳۹/۳۰۹۶	۰/۰۰۰	۰/۷۱۵۵۱	۴۱/۲۶۶۴	۴/۴۰	۷/۴۰
۱۸/۲۸۱۷ ۱۳/۶۴۲۷	۰/۰۰۰	۰/۸۶۰۴۰	۱۵/۹۶۲۲	۵/۴۰	
۱۴/۹۰۰۴ ۱۰/۰۰۶۳	۰/۰۰۰	۰/۹۰۹۶۰	۱۲/۴۵۳۳	۶/۴۰	



شکل ۲: ساختار میکروسکوپ الکترونی MTA در pH های مختلف

می‌تواند مختلف باشد. لذا در مطالعه حاضر دامنه تغییرات pH را از ۷/۴-۴/۴ 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

گرفت تمام نمونه‌های چرک دارای ۵/۴-۵/۵ pH بودند. (۸)، همچنین Malamed نیز pH نواحی ملتهب را ۵/۶-۵/۵ گزارش کرده است. (۳)، بنابراین pH یک ضایعه پری‌آپیکال با توجه به اینکه التهاب موجود در مرحله حاد یا مزمن است

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، $4/4$ پایینترین میزان سختی برابر با HVN $12/33 \pm 1/21$ و در pH، $7/4$ بالاترین میزان سختی برابر با HVN $53/60 \pm 4/65$ 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 تأثیر pH محیط روی سخت شدن آن مشخص گردد. در مطالعه حاضر، نتایج گویای آن است که یک pH اسیدی توانسته است با تأثیر در روند سخت شدن MTA و ساختار بلوری، سختی آن را کاهش دهد. بنابر نتایج این مطالعه و تجارب کلینیکی محققان دیگر (۴) 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 تأثیر 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.

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 $3/22$ 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 مطالعه حاضر، تصاویر میکروسکوپ الکترونی تهیه شده از نمونه‌های MTA نشان می‌دهد که نمونه‌هایی از MTA که در مجاورت با pH، $4/4$ 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، $7/4$ 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 مطالعه Lee در سال ۲۰۰۴، نتایج سختی سنجی از نمونه‌های MTA هیدراته 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 سختی سنجی در مطالعه حاضر با مطالعه Lee مشابه است. نتایج بدست آمده حاکی از اختلاف معنی‌دار بین چهار

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. Collaborative 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.