

مقایسه ی آزمایشگاهی توانایی مهروموم سازی Pro Root MTA و سمان پرتلند در حفره های پرفوراسیون فورکا

عدنان اتباعی^{*}، صفورا صاحبی^{*}، فریبرز معظمی^{**}، معصومه افسا^{***}

^{*} استادیار گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده ی دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شیراز

^{**} دانشیار گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده ی دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شیراز

^{***} دستیار تخصصی گروه آموزشی رادیولوژی دهان، فک و صورت دانشکده ی دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شیراز

چکیده

بیان مساله: پرفوراسیون فورکای دندان یکی از حوادث به هنگام درمان بوده که پیش آگهی درمان اندودونتیک را به گونه ای جدی تحت تاثیر قرار می دهد. پیش آگهی درمان ناحیه ی پرفوراسیون فورکا وابسته به پیشگیری یا درمان عفونت باکتریایی در ناحیه ی پرفوراسیون است. بنابراین، استفاده از یک ماده ی دارای سازگاری بافتی برای ایجاد مهر و موم کامل در ناحیه ی پرفوراسیون دارای اهمیت فراوان است.

هدف: هدف این بررسی، ارزیابی قابلیت مهروموم سازی سمان پرتلند و Pro Root MTA در پرفوراسیون های فورکا در دندان های مولر خارج شده انسانی با استفاده از روش نفوذ رنگ بود.

مواد و روش: در این بررسی تجربی هفتاد دندان مولر مندیبل کشیده شده انسانی با اپکس کاملاً شکل گرفته و ریشه های جدا از هم با کمترین پوسیدگی و بی آنومالی گردآوری شدند. حفره های دسترسی و پرفوراسیون های فورکا در کف پالپ چمبر ایجاد گردید. 10 دندان به عنوان نمونه های شاهد در نظر گرفته شدند. شاهد مثبت شامل 5 دندان بود، که حفره ی دسترسی و پرفوراسیون همانند گروه آزمون ایجاد شد، اما در 5 دندان دیگر پرفوراسیون انجام نگرفت و به عنوان شاهد منفی در نظر گرفته شدند. 60 دندان دیگر در دو گروه آزمون هر گروه شامل 30 دندان بخش بندی گردیدند. ترمیم پرفوراسیون در گروه 1 با Pro Root MTA و در گروه 2 با سمان پرتلند انجام گرفت. سپس، با استفاده از روش نفوذ رنگ، ریزش مورد بررسی قرار گرفت و توسط استریومیکروسکوپ با بزرگنمایی شش برابر مورد ارزیابی قرار گرفت. داده ها با استفاده از آزمون آماری مان ویتنی (Mann-Whitney) واکاوی آماری شد.

یافته ها: نتایج نشان داد، که Pro Root MTA و سمان پرتلند از نظر توانایی مهر و موم پرفوراسیون های فورکا اختلاف آماری معنادار را نشان نمی دهند.

نتیجه گیری: با توجه به هزینه ی بالای Pro Root MTA و توانایی همانند سمان پرتلند در مهر و موم پرفوراسیون های فورکا، این ماده (سمان پرتلند) می تواند جایگزین مناسبی در این گونه موارد باشد.

واژگان کلیدی: پرفوراسیون فورکا، Pro Root MTA، سمان پرتلند

درآمد

پرفوراسیون ریشه یکی از عوامل عمده‌ی شکست درمان‌های ریشه معرفی شده است. به گونه‌ای که در یک بررسی مشخص شد که پرفوراسیون مسوول 9/6 درصد موارد شکست درمان ریشه است.⁽¹⁾

وقوع این حادثه یک مسیر ارتباطی میان سیستم کانال ریشه و پرپودونشیوم برقرار می‌کند. به دنبال آن واکنش‌های التهابی رخ می‌دهد؛ الیاف پرپودونتال تخریب می‌گردد و پس از تحلیل استخوان، بافت اپی‌تلیال در ناحیه‌ی آسیب دیده تکثیر می‌یابد. در پایان، پاکت پرپودونتال تشکیل می‌شود، که می‌تواند به از دست رفتن دندان منجر شود.⁽²⁾ بنابراین، برای درمان درست، ناحیه‌ی آسیب دیده باید هر چه سریع‌تر این جا توسط یک ماده‌ی مناسب مهر و موم شود. موادی که تاکنون به این منظور به کار گرفته شده‌اند عبارت هستند از آمالگام⁽³⁾، گوتا‌پرکا⁽⁴⁾، کلسیم هیدروکساید⁽⁵⁾، کاویت⁽⁶⁾، تری کلسیم فسفات (CP)⁽⁷⁾، هیدروکسی آپاتیت (HA)⁽⁸⁾، سمان گلاس آینومر (GIC)⁽⁹⁾ سوپر EBA⁽¹⁰⁾، عوامل هموستاتیک مثل ژل فوم (Gel foam)⁽¹¹⁾ و به تازگی MTA⁽¹²⁾.

MTA ماده‌ی جدیدی است، که از سمان پرتلند (PC) گرفته می‌شود و از نظر خواص بیولوژیکی و فیزیکی نسبت به دیگر مواد دندانی ترمیمی که تاکنون شناخته شده‌اند برتری دارد.⁽¹³⁾ در بررسی‌های گوناگون کاربرد موفق MTA در پوشش پالپ⁽¹⁴⁾، اپکسیفیکاسیون⁽¹⁵⁾، و ترمیم پرفوراسیون‌ها⁽¹⁶⁾ و ماده‌ی پرکردگی انتهای ریشه⁽¹⁷⁾ گزارش شده است. از جمله ویژگی‌های که این ماده را برای این مصارف مناسب کرده است عبارت است از: سازگاری بافتی بالا⁽¹³⁾، قابلیت مهر و موم سازی عالی⁽¹⁷⁾ و توانایی تحریک بازسازی بافت، زمانی که در تماس مستقیم با بافت پالپ⁽¹⁸⁾ و پری رادیکولار⁽¹⁶⁾ قرار می‌گیرد.

به تازگی بررسی‌های گوناگونی MTA و سمان پرتلند (PC) را با یکدیگر مورد مقایسه قرار داده‌اند. در یکی از این بررسی‌ها مشخص شد، که از 15 جزء گوناگون این دو ماده در 14 جزء، همانند یکدیگرند. تنها تفاوت یاد شده این بود، که در ترکیب MTA، اکسید بیسموت برای ایجاد نمای رادیوپاک اضافه شده است، در حالیکه سمان پرتلند بدون این ترکیب بود. سمان پرتلند و Pro Root MTA هر دو دارای کلسیم اکساید، کلسیم فسفات و سیلیکا هستند، اما Pro Root MTA یک ترکیب اضافی به نام

بیسموت اکساید دارد، که به ایستایی بیشتر منجر می‌گردد.⁽¹⁹⁾ به طور جزئی‌تر هر دو دارای عناصر کلسیم (36/04 و 37/93 درصد)، اکسیژن (34/39 و 30/42 درصد)، کربن (10/97 و 10/89 درصد)، سیلیسیوم (6/06 و 10/7 درصد)، آهن (2/39 و 1/51 درصد) و منیزیم (0/92 و 1/41 درصد) هستند اما Pro Root MTA دارای 9/2 درصد بیسموت است در حالی که سمان پرتلند به جای آن 4/66 درصد آلومینیوم دارد.⁽²⁰⁾

در ضمن ویژگی‌های میکروسکوپی، ماکروسکوپی و واکاوی تفرق پرتوی ایکس دو ماده نیز، همانند یکدیگر است.⁽²¹⁾ به تازگی دو دوس (De-Deus) و همکاران، میکرولیکیج باکتریایی پرفوراسیون‌های فورکا را که با Pro Root MTA و سمان پرتلند ترمیم شده بودند، بررسی کردند و نشان دادند، که سمان پرتلند همانند Pro Root MTA موثر و کاراست.⁽²²⁾ سایدن (Saidon) و همکاران از ایمپلنت‌های MTA و PC در استخوان مندیبل خوک استفاده کردند و پیرامون این ایمپلنت‌ها هیچ‌گونه پاسخ التهابی مشاهده نشد. هر دو ماده سازگار با بافت بودند.⁽²³⁾

صفوی (Safavi) و نیکولز (Nichols) تاثیر MTA و سمان پرتلند بر ترشح PGE₂ از مونوست‌ها را مورد بررسی قرار دادند. نتیجه نشان داد، که ترکیبات محلول MTA و PC نقش مهمی در همانندی روی ترشح PGE₂ از این سلول‌ها دارند.⁽²⁴⁾

از بررسی‌های بالا می‌توان دریافت که، سمان پرتلند از جنبه‌های گوناگون با Pro Root MTA مقایسه و ارزیابی شده، اما تاکنون بررسی‌های این دو ماده را از نظر قابلیت مهر و موم پرفوراسیون‌های فورکا با استفاده از روش نفوذ رنگ مورد مقایسه قرار نگرفته است. هدف از این بررسی مقایسه‌ی توانایی سمان پرتلند و Pro Root MTA در مهر و موم سازی پرفوراسیون‌های فورکا در دندان‌های مولر کشیده شده انسانی با استفاده از یک روش ریزنشست رنگی (جوهر) بود.

مواد و روش

در این بررسی تجربی، 70 دندان مولر اول چپ و راست فک پایین انسانی با اپکس کاملاً تکامل یافته و ریشه‌های کاملاً جدا از یکدیگر انتخاب گردیدند. دندان‌ها از زمان کشیدن به مدت 48 ساعت در محلول 0/5 درصد هیپوکلریت سدیم قرار داده شدند تا گندزدایی شده و بقایای ارگانیک و بافت نرم چسبیده به آن از بین برود. پس از آن تا زمان انجام بررسی در سرم فیزیولوژیک قرار

برای همانندسازی با شرایط بالینی، از قطعه‌ی کوچکی پنبه‌ی مرطوب به عنوان ماتریکس زیر جای پرفوراسیون در فورکا استفاده شد تا سمان پرتلند و MTA در برابر آن متراکم شوند. یک قطعه کوچک پنبه آغشته به سالیسین در اتاقک پالپ در مجاورت سمان پرتلند و MTA قرار داده شد. دندان‌ها به مدت 48 ساعت در ظرف در بسته و رطوبت 100 درصد در دمای اتاق قرار داده شدند، تا سمان کاملاً ست شود.

در گروه سوم، پرفوراسیون برای 5 دندان ایجاد گردید اما ترمیم انجام نشد تا به عنوان شاهد مثبت در نظر گرفته شوند و در گروه چهارم، 5 دندان دیگر که هیچ پرفوراسیونی در آنها ایجاد نشده بود به عنوان شاهد منفی در نظر گرفته شدند.

حفره‌ی دسترسی همه‌ی دندان‌های مورد بررسی توسط خمیر کاویت (Cavit) کاملاً مسدود شد. سپس، به مدت 12 ساعت نمونه‌ها در ظرف در بسته در نزدیکی دو قطعه گاز مرطوب قرار داده شدند تا کاویت ست شود.

اپکس دندان‌ها در گروه‌های آزمون توسط موم چسبنده (Sticky wax) مسدود شدند. سطح دندان‌ها به جز ناحیه‌ی پرفوراسیون و محدوده‌ی 0/5 میلی‌متری پیرامون آن توسط 2 لایه لاک ناخن پوشیده شد. پس از خشک شدن کامل لاک، دندان‌ها در ظرف محتوی جوهر هندی قرار گرفتند، به گونه‌ای که دندان‌ها کاملاً در رنگ شناور شدند.

در گروه شاهد مثبت، حفره‌ی پرفوراسیون ترمیم نشد و سطح دندان به جز ناحیه‌ی پرفوراسیون توسط 2 لایه لاک ناخن پوشیده شد. در گروه شاهد منفی که پرفوراسیون ایجاد نشده بود، همه‌ی سطح دندان توسط 2 لایه لاک ناخن پوشیده شد و پس از اینکه لاک خشک شد، دندان‌ها در جوهر هندی شناور شدند.

مدت زمان قرارگیری دندان‌ها در جوهر هندی، 4 روز بود. به دنبال آن دندان‌ها از رنگ خارج شده و رنگ سطح دندان‌ها توسط آب شرب شهر شسته شدند. سپس، به مدت 5 دقیقه در ظرف محتوی استون شناور شدند تا لاک از سطح دندان پاک شود.

در پایان دندان‌ها توسط هندپیس آزمایشگاه و دیسک زغالی در بعد باکولینگوال برش طولی داده شدند. برش به روش خشک انجام شد تا از پاک شدن احتمالی رنگ پیشگیری شود. روش برش به این گونه بود، که در سمت باکال و لینگوال تا محدوده‌ی 1 میلی‌متری ناحیه‌ی پرفوراسیون برش ایجاد شد. برای جدا کردن دو قطعه دندان در ناحیه‌ی برش یک اسپاتول را به

داده شدند. در همه‌ی دندان‌ها یک حفره‌ی دسترسی توسط فرز الماسی تیپر (Japan, Mani) و افشانه‌ی آب و هوا ایجاد گردید. سپس، حفره‌ی پرفوراسیون با استفاده از دستگاه استاندر (Stander) (نگاره‌ی 1-الف)، که در بررسی چاو (Chau) و همکاران نیز، مورد استفاده قرار گرفته شده بود ایجاد گردید⁽²⁵⁾. در این دستگاه، دندان به گونه‌ای تثبیت می‌شود، که سطح اکلوزال آن موازی با افق باشد و مت‌های که برای پرفوراسیون استفاده می‌شود عمود بر سطح افق قرار می‌گیرد. درست در مرکز کف پالپ چمبر توسط مت‌های شماره 1/5 حفره‌ای به عنوان پرفوراسیون ایجاد شد، که مسیر این حفره دقیقاً عمود بر سطح اکلوزال بود (نگاره‌ی 1-ب).



نگاره‌ی 1-الف: دستگاه استاندر برای نگهداری دندان، ب: مسیر حرکت مت‌ها برای ایجاد حفره‌ی پرفوراسیون

دندان‌ها به گونه‌ای تصادفی به 4 گروه، 2 گروه آزمون هر کدام شامل 30 دندان و 2 گروه شاهد هر کدام شامل 5 دندان، بخش شدند. در گروه اول حفره‌ی پرفوراسیون توسط Pro Root MTA (Dentsply, USA) و در گروه دوم توسط سمان پرتلند (گونه‌ی II از شرکت سیمان فارس - شماره سریال 009847L1، ساخت ایران) ترمیم شدند. به این صورت که در گروه اول، 1 گرم از Pro Root MTA بر پایه‌ی دستور کارخانه‌ی سازنده با 0/35 میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شده تا یک خمیر سفت و یکدست ایجاد شود. این مخلوط توسط قلم دایکال در حفره‌ی پرفوراسیون قرار داده و با استفاده از پلاگر، فشرده شد. در گروه دوم، 1 گرم از سمان پرتلند را در آغاز استریل کرده و سپس، با 0/35 میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط نموده تا خمیر یکنواختی ایجاد شود به گونه‌ای که قوامی همانند Pro Root MTA به دست آید. خمیر با استفاده از قلم دایکال در حفرات پرفوراسیون قرار گرفته و با پلاگر متراکم گشت.

شده است، که این خاصیت آبدوستی باعث می‌شود این ماده با رطوبت موجود در محیط‌هایی مانند حفره‌های پرفوراسیون سازگار باشد و خواص مطلوب ماده ناکارآمد نشود⁽²⁾. سمان پرتلند نیز، ماده‌ای است با ساختاری بسیار شبیه MTA، به گونه‌ای که در بررسی‌های گوناگون داخل و خارج دهانی نشان داده شده که خواص بیولوژیکی و شیمیایی دو ماده همانند یکدیگر است⁽¹⁹⁻²³⁾. تنها تفاوت آنها در وجود 9/2 درصد بیسموت در Pro Root MTA و 4/66 درصد آلومینیوم در سمان پرتلند است⁽²⁰⁾. بنابراین، در این بررسی قابلیت مهر و موم پرفوراسیون‌های فورکا با استفاده از Pro Root MTA و سمان پرتلند مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. توانایی مهر و موم سازی مواد ترمیمی به روش‌های گوناگون قابل اندازه‌گیری است. شایع‌ترین روش‌های مورد استفاده شامل روش نفوذ رنگ، الگوهای نشست باکتریایی، فیلتراسیون مایعات تحت فشار و استفاده از رادیوایزوتوپ‌ها می‌باشد.

بارتل (Barthel) و همکاران نشان دادند، که تفاوت معناداری میان روش نشست رنگ و مدل باکتریایی وجود ندارد⁽²⁶⁾. در بررسی کنونی برای بررسی ریزنشست از روش نشست رنگ با کمک جوهر هندی استفاده شد. این جوهر دارای ذرات بسیار ریزی است. اگر این ذرات قادر به نفوذ به فضای میان دیواره‌های کانال و کن‌های گوتاپرکا نباشد، روشن است، که ذرات بزرگتر مانند باکتری‌ها و اندوتوکسینشان نیز قادر به نفوذ نیستند⁽²⁷⁾.

چاو (Chau) و همکاران در بررسی خود برای ایجاد حفره‌ی پرفوراسیون در نمونه‌های مورد بررسی از دستگاه استاندر همانند دستگاه مورد استفاده در این بررسی استفاده کردند. هدف از استفاده از این دستگاه اطمینان از عمود بودن مسیر پرفوراسیون بر سطح اکولوزال است. به این ترتیب مسیر حفره‌ی پرفوراسیون در راستای محور طولی دندان قرار می‌گیرد⁽²⁵⁾.

نتایج، تاثیر یکسان دو ماده‌ی Pro Root MTA و سمان پرتلند را در مهر و موم پرفوراسیون‌های فورکا آشکار نمود و اختلاف چشمگیری میان دو ماده از نظر توانایی مهر و موم پرفوراسیون‌های فورکا مشاهده نشد. به بیانی دیگر سمان پرتلند نیز همانند Pro Root MTA می‌تواند در سیل و ترمیم پرفوراسیون‌های فورکا موثر باشد، که علت این امر را می‌توان همانندی دو ماده در خواص فیزیکی و شیمیایی دانست. دو دوس (De-Deus) و همکاران، نتایج همانندی را گزارش کردند، اما آنها از روش ریزنشست باکتریایی برای بررسی قدرت

صورت وج در میان شکاف ایجاد شده قرار داده و دندان‌ها به دو قطعه بخش شدند. ماده‌ی ترمیمی از ناحیه‌ی پرفوراسیون توسط یک سوند خارج شد. قطعات مربوط به هر دندان توسط سه مشاهده‌گر با استفاده از استریومیکروسکوپ (Germany, Ziess) مجهز به خط کش مدرج با دقت 0/1 میلی‌متر مشاهده شدند. در همه‌ی نمونه‌های مورد آزمایش بیشترین مقدار نفوذ خطی جوهر از ناحیه‌ی اپیکال حفره‌ی پرفوراسیون به سمت کرونال در هر دو قطعه از یک دندان اندازه‌گیری شد و عدد بزرگتر به عنوان داده‌ی مربوط به آن دندان انتخاب شد. برای مقایسه‌ی نتایج به دست آمده، میانگین مقدار نفوذ جوهر ثبت شده توسط سه مشاهده‌گر محاسبه شد و برپایه‌ی میانگین به دست آمده از مجموع نمونه‌های هر گروه، داده‌های به دست آمده از این دو گروه توسط آزمون آماری مان-ویتنی با یکدیگر مقایسه شدند.

یافته‌ها

در گروه شاهد منفی مقدار نفوذ جوهر صفر و در گروه شاهد مثبت، جوهر در همه‌ی طول دیواره حفره، نفوذ کرده بود. میانگین نفوذ جوهر در گروه اول (Pro Root MTA)، 1/38 میلی‌متر و در گروه دوم (سمان پرتلند) 1/41 میلی‌متر بود. به کمک آزمون آماری، در مقایسه دو گروه $p = 0/06$ به دست آمد، که نشان داد اختلاف دو گروه مورد آزمایش از نظر آماری معنادار نیست و این دو ماده از نظر قابلیت مهر و موم سازی اختلاف آماری معناداری با یکدیگر ندارند (جدول 1).

جدول 1: میانگین و انحراف معیار نفوذ رنگ در دو گروه مورد بررسی

گروه	شمار	میانگین	انحراف معیار
ProRoot MTA	30	1/38	0/68912
سمان پرتلند	30	1/41	0/3834

بحث

پرفوراسیون فورکا، به دلیل خطا در هنگام درمان توسط دندانپزشک (ایاتروژنیک) و پوسیدگی (غیر ایاتروژنیک) رخ می‌دهد. در صورت وقوع چنین حادثه‌ای، برای حفظ دندان، دستیابی به یک مهر و موم مناسب در ناحیه‌ی پرفوراسیون ضروری است. در میان مواد گوناگونی که تاکنون به این منظور مورد استفاده قرار گرفته اند، MTA خواصی نزدیک به مطلوب داشته است. پودر MTA از ذرات هیدروفل بسیار ریزی تشکیل

آمده از این مواد را از نظر شدت آماس و تشکیل بافت سخت مورد مقایسه قرار داده و هیچ‌گونه تفاوت چشمگیری مشاهده نکردند.⁽²⁹⁾ هلند (Holland) از MTA و سمان پرتلند برای پوشش پالپ دندان‌های سگ استفاده کرد. در این بررسی پاسخ نمونه‌های بافتی درمان شده توسط MTA و سمان پرتلند، همانند یکدیگر گزارش شد.⁽³⁰⁾

نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی کنونی که نتایج آن، همسو با بررسی‌های پیشین است می‌توان نتیجه گرفت که MTA و سمان پرتلند در واقع کارکرد یکسانی دارند و با توجه به هزینه بسیار پایین‌تر سمان پرتلند، این ماده می‌تواند جانشین بسیار خوبی برای MTA در مهر و موم و ترمیم پرفوراسیون‌های ناحیه فورکا باشد.

یادآوری

این مقاله از پایان نامه دوره دکترای عمومی، که به راهنمایی دکتر فریبرز معظمی و نگارش دکتر معصومه افسا به شماره 944 ثبت شده، استخراج گردیده است.

References

1. Ingle JI, Simon JH, Machtou P, Bogaerts P. Outcome of endodontic treatment and retreatment. In: Ingle JI, Bakland. Endodontics. 5th ed. London: Hamilton; 2002. p. 752.
2. Arens DE, Torabinejad M. Repair of furcal perforations with mineral trioxide aggregate: two case reports. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1996; 82: 84-88.
3. Nakata TT, Bae KS, Baumgartner JC. Perforation repair comparing mineral trioxide aggregate and amalgam using an anaerobic bacterial leakage model. J Endod 1998; 24: 184-186.
4. Lantz B, Persson PA. Periodontal tissue reactions after surgical treatment of root perforations in dogs' teeth. A histologic study. Odontol Revy 1970; 21: 51-62.
5. Martin LR, Gilbert B, Dickerson AW 2nd. Management of endodontic perforations. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1982; 54: 668-677.
6. Harris WE. A simplified method of treatment for endodontic perforations. J Endod 1976; 2: 126-134.
7. Himel VT, Brady J Jr, Weir J Jr. Evaluation of repair of mechanical perforations of the pulp chamber floor using biodegradable tricalcium phosphate or calcium hydroxide. J Endod 1985; 11: 161-165.
8. Alhadainy HA, Abdalla AI. Artificial floor technique used for the repair of furcation perforations: a microleakage study. J Endod 1998; 24: 33-35.
9. Alhadainy HA, Himel VT. Evaluation of the sealing ability of amalgam, Cavit, and glass ionomer cement in the repair of furcation perforations. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1993; 75: 362-366.
10. Oynick J, Oynick T. Treatment of endodontic perforations. J Endod 1985; 11: 191-192.

مهر و موم سازی استفاده نمودند⁽²²⁾. هر کدام از این روش‌ها مزایا و معایبی دارند. تماس دو ماده ممکن است به اندازه‌ای باشد، که مانع نفوذ باکتری‌ها شود، اما اجازه‌ی گذر ذرات ریزتر مانند اندوتوکسین باکتری‌ها که همانند خود باکتری‌ها قادر به ایجاد واکنش و تحلیل بافتی و به دنبال آن ایجاد آسیب نیز هست را می‌دهد.⁽²⁸⁾

تشابه این خاصیت فیزیکی (توانایی مهر و موم‌سازی همانند) و دیگر خواص فیزیکی و شیمیایی این دو ماده (بر پایه‌ی بررسی‌های گوناگون⁽²¹⁻¹⁹⁾) باعث می‌شود، که از این دو ماده، خواص بیولوژیکی یکسانی نیز انتظار داشت. برای نمونه دو دوس و همکاران پی بردند، که واکنش‌های سلولی نسبت به MTA Pro Root و سمان پرتلند همانند یکدیگر است.⁽¹³⁾

عبداله و همکاران نیز گزارش کردند، که سمان پرتلند همانند MTA هیچ اثر توکسیکی روی سلول‌های لنفومای موش نداشته و از کاربرد سمان پرتلند در پرفوراسیون‌های دندانی به علت نتایج یکسان و هزینه‌ی کمتر نسبت به MTA، پشتیبانی کردند.⁽¹²⁾ بیدار و ضرابی نیز در یک بررسی هیستولوژیک پرفوراسیون‌های فورکا در دندان‌های سگ را با استفاده از MTA خاکستری، MTA سفید و سمان پرتلند ترمیم نمودند و پس از 4 ماه نتایج به دست

11. Walia H, Streiff J, Gerstein H. Use of a hemostatic agent in the repair of procedural errors. *J Endod* 1988; 14: 465-468.
12. Abdullah D, Ford TR, Papaioannou S, Nicholson J, McDonald F. An evaluation of accelerated Portland cement as a restorative material. *Biomaterials* 2002; 23: 4001-4010.
13. De Deus G, Ximenes R, Gurgel-Filho ED, Plotkowski MC, Coutinho-Filho T. Cytotoxicity of MTA and Portland cement on human ECV 304 endothelial cells. *Int Endod J* 2005; 38: 604-609.
14. Ford TR, Torabinejad M, Abedi HR, Bakland LK, Kariyawasam SP. Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. *J Am Dent Assoc* 1996; 127: 1491-1494.
15. Tittle K, Farley J, Linkhardt T, Torabinejad M. Apical closure induction using bone growth factors and mineral trioxide aggregate. *J Endod* 1996; 22: 198-202.
16. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 1999; 25: 197-205.
17. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod* 1993; 19: 591-595.
18. Menezes R, Bramante CM, Letra A, Carvalho VG, Garcia RB. Histologic evaluation of pulpotomies in dog using two types of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cements as wound dressings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004; 98: 376-379.
19. Funteas UR, Wallace JA, Fochtmann EW. A comparative analysis of Mineral Trioxide Aggregate and Portland cement. *Aust Endod J* 2003; 29: 43-44.
20. Oliveira MG, Xavier CB, Demarco FF, Pinheiro AL, Costa AT, Pozza DH. Comparative chemical study of MTA and Portland cements. *Braz Dent J* 2007; 18: 3-7.
21. Wucherpfennig A, Green D. PR 40 Mineral Trioxide vs. Portland Cement: Two biocompatible filling materials. *J Endod* 1999; 25: 308-308.
22. De-Deus G, Petruccelli V, Gurgel-Filho E, Coutinho-Filho T. MTA versus Portland cement as repair material for furcal perforations: a laboratory study using a polymicrobial leakage model. *Int Endod J* 2006; 39: 293-298.
23. Saidon J, He J, Zhu Q, Safavi K, Spångberg LS. Cell and tissue reactions to mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003; 95: 483-489.
24. Safavi K, Nichols FC. Secretion of PGE2 from monocytes exposed to MTA or Portland cement. *J Endod* 2000; 26: 540-544.
25. Chau JY, Hutter JW, Mork TO, Nicoll BK. An in vitro study of furcation perforation repair using calcium phosphate cement. *J Endod* 1997; 23: 588-592.
26. Barthel CR, Moshonov J, Shuping G, Orstavik D. Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root canals. *Int Endod J* 1999; 32: 370-375.
27. Orstavik D, Eriksen HM, Beyer-Olsen EM. Adhesive properties and leakage of root canal sealers in vitro. *Int Endod J* 1983; 16: 59-63.
28. Ingle JI, Newton CW, West JD, Gutmann JL, Glickman GN, Korzon BH, Martin H. Obturation of the radicular space. In: Ingle JI, Bakland. *Endodontics*. 5th ed. London: Hamilton; 2002. p. 571-572.
29. Bidar M, Zarrabi MH, Mohtasham N, Noee AA. Histologic evaluation of repair of mechanical furcal perforations in dog premolars, using gray MTA, white MTA & Portland cement. *J Dent Med Tehran* 2006; 20: 12-18.
30. Holland R, de Souza V, Murata SS, Nery MJ, Bernabé PF, Otoboni Filho JA, et al. Healing process of dog dental pulp after pulpotomy and pulp covering with mineral trioxide aggregate or Portland cement. *Braz Dent J* 2001; 12: 109-113.