

چکیده

زمینه و هدف: تاکنون مواد زیادی جهت پر کردن انتهای ریشه در حین جراحی اندودنتیک مورد استفاده قرار گرفته است. خواص مطلوب Pro Root MTA در مطالعات مختلف *in-vitro* و *in-vivo* ثابت شده است. از سوی دیگر، بر اساس مطالعات انجام شده Root MTA (MTA ساخت ایران) و سیمان پرتلند از نظر خواص فیزیکی و بیولوژیک، مشابه Pro Root MTA می‌باشند. مطالعه حاضر با هدف تعیین نشت باکتریال (درصد و متوسط زمان نشت) چهار ماده پر کننده انتهای ریشه انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی، ۷۶ دندان تک‌ریشه‌ای مستقیم کشیده شده انسان انتخاب شدند. آماده‌سازی کانال‌ها به روش step-back انجام شد؛ سپس ۳ میلی‌متر انتهای ریشه‌ها با زاویه ۹۰ درجه، قطع و با استفاده از دستگاه اولتراسونیک حفره‌ای به عمق ۳ میلی‌متر در انتهای ریشه تهیه شد. دندانها به طور تصادفی به شش گروه تقسیم شدند. در چهار گروه حفره‌ها با Gray Pro Root MTA، White Pro Root MTA، Root MTA و Portland Cement (I) پر شدند. دو گروه نیز به عنوان شاهد مثبت و شاهد منفی در نظر گرفته شدند. سطوح جانبی ریشه‌ها به جز سطح قطع شده، به منظور جلوگیری از نشت باکتری از طریق توبول‌های عاجی و کانال‌های جانبی با دولا به لاک ناخن پوشانده شدند. نمونه‌ها از درپوش لاستیکی ویال‌های شیشه‌ای رد شدند؛ سپس کل سیستم با اتوکلاو استریل گردید. ۳-۴ میلی‌متر اپیکال ریشه‌ها در محیط کشت phenol red with 3% lactose broth غوطه‌ور شد. سوسپانسیون Streptococcus sanguis (ATCC 10556) از قسمت کرونال به داخل کانال‌ها تلقیح شد. نمونه‌ها هر ۲۴ ساعت جهت بررسی تغییر رنگ محیط کشت مشاهده می‌شدند. این بررسی به مدت ۶۰ روز به طول انجامید. داده‌های این مطالعه با استفاده از آزمون آماری Log-Rank مورد بررسی قرار گرفتند و $P < 0/05$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: در پایان دوره آزمایش در ۵۰٪ از نمونه‌های Gray Pro Root MTA، ۵۶/۲۵٪ از نمونه‌های White Pro Root MTA، ۵۶/۲۵٪ از نمونه‌های Root MTA و ۵۰٪ از نمونه‌های سیمان پرتلند نشت باکتری مشاهده شد. متوسط زمان نشت به ترتیب ۳۷/۱۹±۶/۲۹، ۳۶/۴۴±۵/۸۱، ۳۷/۶۹±۵/۹۷ و ۳۴/۸۱±۶/۶۷ روز بود. بین میزان نشت (درصد و متوسط زمان نشت) در چهار گروه مورد مطالعه، اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد ($P=0/9958$).

نتیجه‌گیری: طبق نتایج این مطالعه، از نظر میزان نشت (درصد و متوسط زمان نشت) اختلاف آماری معنی‌داری بین چهار گروه مورد بررسی وجود نداشت و می‌توان استفاده از Root MTA و سیمان پرتلند را به دلیل مقرون به صرفه بودن پیشنهاد نمود.

کلید واژه‌ها: نشت باکتریال؛ مواد پرکننده انتهای ریشه؛ Pro Root MTA؛ Root MTA؛ سیمان پرتلند

مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران (دوره ۱۸، شماره ۳، سال ۱۳۸۴)

مقدمه

Mineral Trioxide Aggregate (MTA) در سال

۱۹۹۳ توسط ترابی‌نژاد و همکاران به عنوان ماده پرکننده انتهای ریشه معرفی شد (۴). از دیگر موارد کاربرد این ماده می‌توان به درمان پالپ زنده (پوشش مستقیم پالپ و پالپوتومی)، ایجاد سد اپیکال در دندانهای با آپکس باز، ترمیم پرفوراسیون‌ها به طریق جراحی و غیر جراحی اشاره نمود (۵،۶).

نتایج مطالعات *in-vitro* و *in-vivo* نشان داده است که این ماده از توانایی مهر و موم و تطابق حاشیه‌ای بالایی

میکروارگانیسم‌ها مهمترین عامل بیماریهای پالپ و پری‌اپیکال می‌باشند و خروج آنها از فورامن اپیکال، کانال‌های جانبی و فرعی می‌تواند باعث گسترش بیماری به بافت‌های پری‌اپیکال شود (۱،۲). مواد پرکننده انتهای ریشه باید دارای خواص مطلوبی چون ثبات ابعادی، عدم حلالیت، راحتی کاربرد، سازگاری نسبی و ... باشند؛ همچنین باید قابلیت مهر و موم نمودن مناسب انتهای ریشه و قطع ارتباط فضای کانال با بافت‌های اطراف را داشته باشند (۳).

پس از قطع تاج، ریشه‌هایی با طول حدوداً ۱۵ میلی‌متر به دست آمد. آماده‌سازی کانال‌ها به روش step-back با استفاده از K-File (maillifer) و دریل gates glidden انجام شد؛ سپس ۳ میلی‌متر انتهای ریشه‌ها توسط فرز استوانه‌ای بلند الماسی همراه اسپری آب و هوا با زاویه ۹۰ درجه (عمود بر محور طولی ریشه) قطع گردید و با استفاده از دستگاه اولتراسونیک Mini Piezon FT- 080 CN/Tip B (DS- 003) حفره‌ای به عمق ۳ میلی‌متر در انتهای ریشه تهیه شد. دندانها به طور تصادفی به چهار گروه ۱۶ عددی تقسیم شدند؛ همچنین ۴ دندان به عنوان کنترل منفی و ۸ دندان به عنوان کنترل مثبت در نظر گرفته شدند.

قبل از پر کردن حفره‌های تهیه شده در انتهای ریشه‌ها، به منظور ایجاد یک سدّ سخت در مقابل متراکم کردن مواد پرکننده انتهای ریشه، یک پلاگر (maillifer) از سمت حفره دسترسی، به نحوی داخل کانال قرار گرفت که در فاصله ۳ میلی‌متری از انتهای ریشه با دیواره‌های کانال به آرامی درگیر شود.

قراردادن مواد پرکننده در حفره‌ها با استفاده از وسایل استریل به روش زیر صورت گرفت:

White & Gray Pro Root MTA (Dentply)
طبق دستور کارخانه سازنده (۳ قسمت پودر، ۱ قسمت مایع) و Root MTA نیز طبق دستور کارخانه سازنده با لیدوکائین (محلول بی‌حسی) مخلوط گردید. سیمان پرتلند (کارخانه سیمان تهران) نیز با آب مقطر، به نحوی مخلوط شد که قوامی مشابه سه ماده دیگر حاصل شود. مواد مخلوط‌شده با استفاده از MTA carrier (maillifer) در انتهای ریشه قرار داده شد و با استفاده از پلاگر متراکم گردید. اضافات ماده با پلاستیک اینسترومنت از انتهای ریشه حذف شد؛ به نحوی که سطح صافی حاصل شود؛ سپس از کلیه نمونه‌ها تصویر رادیوگرافی تهیه شد. چنانچه میزان ماده پرکننده کمتر یا بیشتر از ۳ میلی‌متر بود یا حباب در آن دیده می‌شد، نمونه از

برخودار است (۴)؛ همچنین از نظر بافت‌شناختی، پاسخ بافتی به این ماده در مقایسه با سایر مواد مطلوبتر است (۷). تولیدکنندگان Root MTA نیز که اخیراً در تبریز ساخته شده است، ادعای مشابهت این ماده با Pro Root MTA را دارند؛ از سوی دیگر بر اساس مطالعات انجام شده، سیمان پرتلند از نظر خواص ضد میکروبی، فیزیکی و بیولوژیک مشابه Pro Root MTA می‌باشد (۹،۸). ترکیب اصلی این سیمان شامل کریستال‌های معدنی مصنوعی می‌باشد که از اجزای مهم آن می‌توان به سیلیکات کلسیم و سیلیکات آلومینیم اشاره نمود. سیمان پرتلند در پنج نوع مختلف موجود است؛ در این تحقیق از سیمان پرتلند نوع I استفاده شد (۸).

در مورد سمیت سلولی و پاسخ بافتی Pro Root MTA، Root MTA و سیمان پرتلند نوع I نیز مطالعاتی انجام شده است (۱۰-۱۲). با توجه به این که مطالعه ریزنشت میکروارگانیسم‌ها و فرآورده‌های آنها بر روشهای دیگر بررسی ریزنشت ارجح است و با شرایط کلینیکی تطابق بیشتری دارد (۱۳،۱۴)، در این مطالعه نیز نشت باکتریال (درصد نشت و متوسط زمان نشت) (Gray & White) Pro Root MTA، Root MTA و سیمان پرتلند نوع I به عنوان مواد پرکننده انتهای ریشه مورد بررسی قرار گرفت تا در صورت مطلوب بودن نتایج بتوان از مواد فوق به عنوان جایگزین مقرون به صرفه‌ای برای Pro Root MTA استفاده نمود.

روش بررسی

در این مطالعه تجربی، ۷۶ دندان تک‌ریشه‌ای مستقیم کشیده‌شده انسان، پس از تهیه تصویر رادیوگرافی و تأیید وجود یک کانال مستقیم بدون اشکال غیرطبیعی یا کلسیفیکاسیون، انتخاب شدند. دندانهای تک‌ریشه‌ای دو یا چندکاناله، کانال‌های انحنادار، کانال‌های کلسیفیه، دندانهای دارای تحلیل و آپکس باز و دندانهای دارای ترک از مطالعه خارج شدند.

شد؛ به نحوی که پس از محکم کردن درپوش ویال، حدود ۳ میلیمتر از انتهای ریشه داخل محلول قرار گرفت.

به منظور مهر و موم نمودن درز بین درپوش و ویال، اطراف درپوش با چند لایه پارافیلیم کاملاً مسدود شد؛ سپس روی نمونه‌ها با فویل آلومینیومی استریل پوشانده شد و به منظور حصول اطمینان از استریل بودن مجموعه، ویال‌ها به مدت ۴ روز در انکوباتور ۳۷ درجه سانتیگراد قرار داده شدند.

از محلول phenol red lactose broth کشت تهیه شد و هیچ‌گونه میکروارگانیسم و تغییر رنگی مشاهده نشد؛ سپس سوسپانسیون میکروبی* با استفاده از سرنگ انسولین داخل کانال‌ها قرار داده شد؛ به نحوی که تقریباً تمام کانال پر شد.

چنانچه باکتری می‌توانست از داخل کانال به محیط phenol red lactose broth نفوذ نماید، به دلیل تخمیر قند و تولید اسید، رنگ قرمز معرف به زرد تبدیل می‌شد. این اعمال به مدت ۶۰ روز تکرار شد. هر روز تغییر رنگ محیط phenol red lactose broth بررسی می‌شد و در صورت مشاهده تغییر رنگ، نمونه از گروه خارج می‌گردید.

داده‌های این مطالعه با استفاده از آزمون Log-Rank مورد تحلیل آماری قرار گرفتند. $P < 0.05$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نمونه‌هایی که نشت در آنها مشاهده شد، بر اساس تعداد نمونه‌ها و زمان بروز نشت در هر گروه طبقه‌بندی شدند.

در پایان دوره آزمایش در ۵۰٪ از نمونه‌های Gray Pro Root MTA، ۵۶/۲۵٪ از نمونه‌های White Pro Root MTA، ۵۶/۲۵٪ از نمونه‌های Root MTA و ۵۰٪ از نمونه‌های سیمان پرتلند نشت

مطالعه حذف و با نمونه دیگر با مشخصات مناسب شامل ۳ میلیمتر ماده پرکننده به صورت متراکم در انتهای کانال جایگزین می‌گردید. به منظور سخت شدن مواد پرکننده انتهای ریشه، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور (۳۷ درجه سانتیگراد و رطوبت ۱۰۰٪) قرار داده شدند.

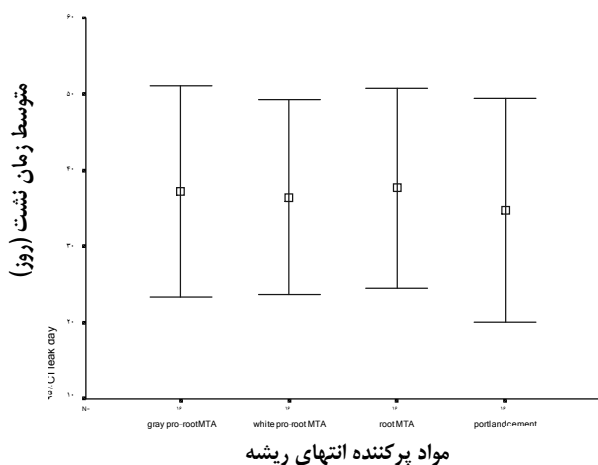
در گروه شاهد مثبت، بدون پرکردن حفره‌های انتهای ریشه، فقط یک گوتا‌پرکای شماره ۸۰ استریل شده، توسط هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ بدون سیلر داخل کانال قرار داده شد. در گروه شاهد منفی، حفره‌های انتهای ریشه با موم چسب استریل پر شد؛ به نحوی که مقداری از سطح ریشه اطراف آپکس نیز با موم چسب پوشانده شود. به منظور جلوگیری از نشت باکتری از طریق توبول‌های عاجی، همچنین کانال‌های جانبی و فرعی، سطوح جانبی کلیه ریشه‌ها به جز سطح قطع شده ریشه با دو لایه لاک ناخن پوشانده شد.

در گروه شاهد منفی پس از استریل کردن نمونه‌ها تمام سطح ریشه از جمله سطح پوشانده شده با موم چسب نیز با دو لایه لاک ناخن پوشانده شد. نحوه آماده‌سازی سیستم بررسی نشت باکتری در این مطالعه به شرح زیر بود:

ویال‌های شیشه‌ای استریل شده با اتوکلاو (حرارت ۱۲۱ درجه سانتیگراد، فشار PSI ۱۵ به مدت ۱۵ دقیقه) به حجم ۵ میلی‌لیتر دارای درپوش لاستیکی برای این مطالعه انتخاب شدند؛ سپس دندانها از سوراخ درپوش لاستیکی طوری رد شدند که حداقل ۳ میلیمتر از قسمت کروئال ریشه از درپوش لاستیکی بیرون ماند؛ سپس کل سیستم شامل ویال و دندانها که از درپوش رد شده بودند، با اتوکلاو استریل شد. پس از آن تحت شرایط استریل، موم چسب استریل شده با اتوکلاو با سرنگ استریل اطراف بخش کروئال ریشه قرار داده شد؛ به نحوی که درز بین دندان و سوراخ درپوش به طور کامل پوشانده شد؛ سپس محیط کشت phenol red with 3% lactose broth در ویال‌ها ریخته

* Streptococcus sanguis- ATCC 10556

با توجه به این که در مطالعات قبل خاصیت ضد میکروبی MTA، سیمان پرتلند و Root MTA بر روی *S.sanguis* ذکر نشده بود، در مطالعه حاضر خاصیت ضد میکروبی چهار ماده مورد آزمایش بر روی این باکتری نیز بررسی گردید. با توجه به نتایج حاصل از بررسی خاصیت ضد میکروبی، بین مواد مورد آزمایش تفاوتی از نظر خاصیت ضد میکروبی علیه *S.sanguis* مشاهده نگردید. مطالعات مشابه، طول دوره آزمایش، زمان مشاهده اولین و آخرین مورد نشت، درصد نشت و باکتری مورد آزمایش به صورت جدول در انتهای بحث قابل رویت می‌باشد.



نمودار ۱ - متوسط زمان نشت

باکتری مشاهده شد. متوسط زمان نشت به ترتیب ۳۷/۱۹±۶/۲۹، ۳۶/۴۴±۵/۸۱، ۳۷/۶۹±۵/۹۷ و ۳۴/۸۱±۶/۶۷ روز بود.

بین درصد نشت و متوسط زمان نشت در چهار گروه مورد آزمایش اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد ($P=0/۹۹۵۸$) (جدول ۱، نمودار ۱).

بحث و نتیجه‌گیری

از آنجا که میکروارگانیزم‌ها مهم‌ترین عامل بیماری‌های پالپ و پری‌اپیکال می‌باشند (۲،۱)، مطالعه ریزنشت میکروارگانیزم‌ها و فراورده‌های آنها بر روش‌های دیگر بررسی ریزنشت ارجح است و با شرایط کلینیکی تطابق بیشتری دارد (۱۴،۱۳). *S.sanguis* یکی از شایع‌ترین باکتری‌های جمعیت میکروبی دهان و پلاک دندان می‌باشد؛ همچنین این باکتری یکی از اجزای تشکیل‌دهنده جمعیت میکروبی کانال‌های عفونی محسوب می‌گردد (۱۶،۱۵).

در صورتی که ماده پرکننده انتهای ریشه خود دارای خاصیت ضد میکروبی باشد، نتایج نشت باکتری را می‌تواند تحت تأثیر قرار دهد؛ زیرا ممکن است ماده پرکننده علیه یک گونه خاص از باکتری خاصیت ضد میکروبی داشته باشد و باکتری مورد نظر را از بین ببرد (۱۳).

جدول ۱ - درصد نشت باکتریال مواد پرکننده انتهای ریشه به تفکیک زمان و گروه‌های مورد آزمایش

Portland Cement (I)	Root MTA	White Pro Root MTA	Gray Pro Root MTA	گروه‌های آزمایش
				زمان
۳۷/۷۵	۱۸/۷۵	۱۲/۵	۳۱/۲۵	هفته ۱
۴۳/۷۵	۳۱/۲۵	۲۵	۳۷/۵	هفته ۲
۴۳/۷۵	۴۳/۷۵	۳۱/۲۵	۳۷/۵	هفته ۳
۴۳/۷۵	۳۷/۵	۴۳/۷۵	۳۷/۵	هفته ۴
۴۳/۷۵	۳۷/۵	۵۰	۴۳/۷۵	هفته ۵
۵۰	۵۰	۵۰	۴۳/۷۵	هفته ۶
۵۰	۵۰	۵۶/۲۵	۵۰	هفته ۷
۵۰	۵۶/۲۵	۵۶/۲۵	۵۰	هفته ۸

هفتم و زمان مشاهده آخرین مورد نشت روز چهاردهم بود (۱۹)؛ با توجه به این که در هر دو مطالعه، باکتری مورد استفاده و شرایط استریل کردن دندانها (اتوکلاو) یکسان بود، بنابراین شاید اگر مطالعه وحید و بهرام‌زادگان نیز به مدت ۶۰ روز ادامه می‌یافت، درصد نشت نیز به مطالعه حاضر نزدیکتر می‌شد.

در مطالعه بوالهروی و همکاران به منظور مقایسه ریزنشت در ماده پرکننده انتهای ریشه با استفاده از *Staph.epidermidis*، ۳۰٪ از نمونه‌های Gray Pro Root MTA در انتهای روز سی‌ام نشت داشتند. زمان شروع نشت روز دوم بود که با زمان شروع نشت در مطالعه حاضر مطابقت دارد؛ همچنین ۳۰٪ از نمونه‌های Root MTA دارای نشت بودند و زمان شروع نشت در این گروه روز هشتم و زمان مشاهده آخرین مورد نشت روز سی‌ام (انتهای دوره آزمایش) بود که با زمان خاتمه نشت در مطالعه حاضر مطابقت دارد (۲۰)؛ ممکن است اختلاف در درصد نشت این دو مطالعه را بتوان در مدت زمان کمتر مطالعه بوالهروی و همکاران و تفاوت در تحرک باکتری‌های مورد استفاده در دو مطالعه دانست. هرچند شرایط استریل کردن نمونه‌ها در هر دو مطالعه (اتوکلاو) یکسان بود.

نکته جالب این که پس از چند روز (۱۷، ۱۹ و حتی ۲۷ روز) در برخی از نمونه‌های تمام گروهها نشت رخ داد؛ بنابراین شاید بتوان چنین نتیجه‌گیری کرد که مدت زمانهای طولانی‌تر به منظور ارزیابی ریزنشت باکتریال لازم است تا بتوان به نتیجه‌گیری قطعی‌تر و حتی‌الامکان نزدیکتر به شرایط کلینیک دست یافت؛ همچنین ممکن است عبور فقط چند میکروارگانیسم که باعث تغییر رنگ محیط کشت می‌شوند و به عنوان نمونه‌های دارای نشت از مطالعه خارج می‌گردند، در بدن میزبان با نیروهای دفاعی قوی مواجه و مغلوب شوند و یا تعامل میکروارگانیسم‌های متعدد در کانال ریشه منجر به نتایج دیگری در کلینیک شود.

در مطالعه حاضر زمان مشاهده اولین مورد نشت در گروه Gray Pro Root MTA روز سوّم و زمان مشاهده آخرین مورد نشت روز چهل‌وهشتم بود؛ در مطالعه ترابی‌نژاد و همکاران درصد نشت کمتر از مطالعه حاضر بود (۱۳). تفاوت در زمان شروع و درصد نشت بین دو مطالعه را می‌توان به تفاوت در نوع باکتری نسبت داد. *Staph.epidermidis* بی‌حرکت می‌باشد و عدم حرکت آن می‌تواند توجیه‌کننده ریزنشت کمتر MTA در مطالعه این محققان باشد؛ در حالی که نوعی حرکت twiching در *S.sanguis* مشاهده شده است (۱۵)؛ همچنین ممکن است تفاوت در شرایط استریل کردن نمونه‌ها (در مطالعه ترابی‌نژاد با گاز اتیلن اکساید و در مطالعه حاضر با اتوکلاو) را بتوان توجیه دیگری برای این تفاوت دانست.

در مطالعه Fischer و همکاران به منظور بررسی خاصیت مهر و موم‌کنندگی، درصد نشت Gray Pro Root MTA بیشتر و زمان شروع نشت بسیار دیرتر از مطالعه حاضر بود (۱۷). درصد بیشتر نشت را شاید بتوان به تحرک بسیار زیاد *Serratia* نسبت داد (۱۵)؛ در صورتیکه زمان شروع تأخیری نشت نسبت به مطالعه حاضر توسط تحرک زیاد *Serratia* قابل توجیه نیست و انتظار می‌رود زمان شروع نشت نیز سریعتر باشد. در مطالعه Fischer و همکاران از گاز اتیلن اکساید به منظور استریل کردن نمونه‌ها استفاده شده بود (۱۷).

در مطالعه Adamo و همکاران، ۴۰٪ از نمونه‌های Gray Pro Root MTA در انتهای هفته دوازدهم از خود نشت باکتری نشان داده بودند (۱۸). *Strep.Salvarius* تقریباً هم‌اندازه *S.sanguis* و بی‌حرکت می‌باشد. تفاوت در تحرک این دو باکتری می‌تواند توجیه‌کننده درصد نشت بیشتر در مطالعه حاضر باشد.

در مطالعه وحید و بهرام‌زادگان، ۴۱٪ از نمونه‌های MTA در انتهای روز سی‌ام دارای نشت بودند. زمان شروع نشت روز

در مدل نشت باکتری فقط تغییرات کیفی اندازه‌گیری می‌شود اما تعداد باکتری‌های نفوذ کرده به دست نمی‌آید. در شرایط کلینیکی، تعداد باکتری‌ها و دفاع میزبان عوامل مهمی در تعیین نوع پاسخ به محرک‌های داخل کانال می‌باشند (۲۱)؛ همچنین شرایط قرار دادن ماده در انتهای ریشه به صورت *in-vivo* و *in-vitro* کاملاً متفاوت است. در شرایط کلینیکی ممکن است متراکم کردن مواد به صورت ایده‌آل انجام نشود و یا آلودگی با خون و مایعات دیگر در محیط جراحی بر خواص مواد پرکننده انتهای ریشه تأثیر گذارد (۱۳، ۱۸)؛ البته خوشبختانه حضور مقدار کمی رطوبت یا خون مانع قرار دادن MTA نمی‌شود؛ حتی مقداری رطوبت برای سخت شدن کامل این ماده لازم است (۲۲).

در مطالعه Matt و همکاران به منظور بررسی نشت مواد سدکننده انتهای ریشه (Apical Barrier) توسط White MTA و Gray MTA به روش یک و دو مرحله‌ای و ضخامتهای مختلف با نفوذ رنگ متیلن‌بلو به این نتیجه رسیدند که Gray MTA به طور معنی‌دار نشت کمتری از White MTA و روش دو مرحله‌ای به طور معنی‌دار نشت کمتری از روش یک مرحله‌ای نشان داد و سد ۵ میلیمتری به طور معنی‌داری سخت‌تر از سد ۲ میلی‌متری بود (۲۳).

به علت درصد نسبتاً زیاد نشت باکتریال مواد پرکننده انتهای ریشه در این تحقیق، مطالعات *in-vitro* و مطالعات متعدد *in-vitro* و *in-vivo* خواص مطلوبی از خود نشان داده است؛ اما قیمت گران آن در برخی موارد، مانع از کاربرد این ماده می‌شود. طبق این مطالعه بین White Pro Root MTA, Gray Pro Root MTA و Root MTA و سیمان پرتلند نوع I از نظر درصد نشت و متوسط زمان نشت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت؛ بنابراین بر طبق این تحقیق و تحقیقات اخیر در زمینه سمیت سلولی و بررسی بافت‌شناختی پاسخ بافتی، می‌توان به استفاده از سیمان پرتلند در کلینیک امیدوار بود؛ هرچند به علت درصد نسبتاً زیاد نشت باکتریال مواد پرکننده انتهای ریشه در این تحقیق، مطالعات بیشتر به منظور اطمینان کامل از این امر ضروری می‌باشد.

در مطالعه Matt و همکاران به منظور بررسی نشت مواد سدکننده انتهای ریشه (Apical Barrier) توسط White MTA و Gray MTA به روش یک و دو مرحله‌ای و ضخامتهای مختلف با نفوذ رنگ متیلن‌بلو به این نتیجه رسیدند که Gray MTA به طور معنی‌دار نشت کمتری از White MTA و روش دو مرحله‌ای به طور معنی‌دار نشت کمتری از روش یک مرحله‌ای نشان داد و سد ۵ میلیمتری به طور معنی‌داری سخت‌تر از سد ۲ میلی‌متری بود (۲۳).

به علت درصد نسبتاً زیاد نشت باکتریال مواد پرکننده انتهای ریشه در این تحقیق، مطالعات *in-vitro* و

تحقیق	سال	طول دوره آزمایش	زمان مشاهده اولین مورد نشت	زمان مشاهده آخرین مورد نشت	درصد نشت	باکتری مورد آزمایش	ضخامت ماده پرکننده انتهای ریشه
ترابی‌نژاد (۱۳)	۱۹۹۵	۹۰ روز	روز ۲۵	روز ۴۱	٪۱۷	Staph epidermidis	۳ میلیمتر
Fischer (۱۷)	۱۹۹۸	۱۲۰ روز	روز ۴۹	—	٪۶۰	Serratia marcescens	۳ میلیمتر
Adamo (۱۸)	۱۹۹۹	۱۲ هفته	—	—	٪۴۰	Strep salivarius	۳ میلیمتر
وحید (۱۹)	۱۹۹۸	۳۰ روز	روز ۷	۱۴	٪۴۱	Strep sanguis	۳ میلیمتر
بواله‌ری (۲۰)	۲۰۰۱	۳۰ روز	روز ۲	روز ۲۰	٪۳۰	Staph epidermidis	۳ میلیمتر
			روز ۸	روز ۳۰	٪۳۰	Gray Pro Root MTA	

۳ میلیمتر	Strep sanguis	%۵۰	روز ۴۸	Root MTA روز ۳	۶۰ روز	مطالعه حاضر
		%۵۶/۲۵	روز ۴۸	Gray Pro Root MTA روز ۲		
		%۵۶/۲۵	روز ۵۴	White Pro Root MTA روز ۲		
		%۵۰	روز ۴۱	Root MTA روز ۲ سیمان پرتلند		

منابع:

- 1- Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional Laboratory rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1965; 20: 340-49.
- 2- Moller AJ, Fabricius L, Dahlen G, Ohman AE, Heyden G. Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. *Scand J Dent Res* 1981; 89 (6): 475-84.
- 3- Gartner AH, Dorn SO. Advances in endodontic surgery. *Dent Clin North Am* 1992; 36 (2): 357-78.
- 4- 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 (12): 591-95.
- 5- Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 1999; 25 (3): 197-205.
- 6- Schwartz RS, Mauger M, Clement DJ, Walker WA. Mineral trioxide aggregate: a new material for endodontics. *J Am Dent Assoc* 1999; 130 (7): 967-75.
- 7- Torabinejad M, Ford TR, Abedi HR, Kariyawasam SP, Tang HM. Tissue reaction to implanted root-end filling materials in the tibia and mandible of guinea pigs. *J Endod* 1998; 24 (7): 468-71.
- 8- Wusher Pfenning AL. Mineral Trioxide Vs. Portland cement, Two biocompatibility filling Materials. *J Endod* 1999;25(4): 30 (Abs)
- 9- Holland R, de Souza V, Nery MJ, Faraco Junior IM, Bernabe PF, Otoboni Filho JA, et al. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with mineral trioxide aggregate, Portland cement or calcium hydroxide. *Braz Dent J* 2001; 12 (1): 3-8.
- ۱۰- شریفیان محمدرضا (استاد راهنما)، همت‌زاده فرهید، قبادی مهرنوش. مطالعه سمیت سلولی دو ماده Root MTA و سیمان پرتلند در مقایسه با Pro Root MTA و اثر کموتاکتیک سه ماده Root MTA، سیمان پرتلند و White Pro Root MTA در مقایسه با Pro Root MTA. پایان‌نامه شماره ۴۴۶ تخصصی. دانشکده دندانپزشکی. دانشگاه علوم پزشکی تهران. سال تحصیلی ۸۲-۱۳۸۱
- ۱۱- رزمی حسن (استاد راهنما)، رمضانخانی ندا. بررسی هیستولوژیک پاسخ بافتی به سه ماده (Root MTA, Pro Root MTA و سیمان پرتلند نوع I) کاشته‌شده در مندیبل گربه بالغ. پایان‌نامه شماره ۴۳۹ تخصصی. دانشکده دندانپزشکی. دانشگاه علوم پزشکی تهران. سال تحصیلی ۸۲-۱۳۸۱
- ۱۲- ضرابیان محمد (استاد راهنما)، موسوی احمد. بررسی تظاهرات هیستولوژیک بافت پری‌ایکال متعاقب پرکردگی انتهای ریشه با Root MTA و سیمان پرتلند نوع I در مقایسه با Pro Root MTA بر روی دندانهای گربه. پایان‌نامه شماره ۴۵۷ تخصصی. دانشکده دندانپزشکی. دانشگاه علوم پزشکی تهران. سال تحصیلی ۸۲-۱۳۸۱
- 13- Torabinejad M, Rastegar AF, Kettering JD, Pitt Ford TR. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 1995; 21 (3): 109-12.
- 14- Kos WL, Aulozzi DP, Gerstein H. A comparative bacterial microleakage study of retrofilling materials. *J Endod.* 1982; 8 (8): 355-58.

- 15- Peter HA. Bergeys Manual of Systemic Bacteriology. London: William & Wilkins; 1996.
- 16- Drucker DB, Lilley JD, Tucker D, Gibbs AC. The endodontic microflora revisited. *Microbios* 1992; 71 (288-89): 225-34.
- 17- Fischer EJ, Arens DE, Miller CH. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermediate restorative material, and Super-EBA as a root-end filling material. *J Endod* 1998; 24(3): 176-79.
- 18- Adamo HL, Buruiana R, Schertzer L, Boylan RJ. A comparison of MTA, Super-EBA, composite and amalgam as root-end filling materials using a bacterial microleakage model. *Int Endod J* 1999; 32 (3): 197-203.
- ۱۹- وحید علویه (استاد راهنما)، بهرام زادگان آریتا. مقایسه نفوذ باکتریال در ریزنشت چهار ماده پرکننده انتهای ریشه (آمالگام همراه با Scotch bond، Super-EBA، miracle mix، MTA). پایان نامه شماره ۳۰۶ تخصصی. دانشکده دندانپزشکی. دانشگاه علوم پزشکی تهران. سال ۱۳۷۷.
- ۲۰- بوالهروی بهنام (استاد راهنما)، آثار شکرالله، نوریان مجید، مرتضوی یک سید جواد. بررسی مقایسه‌ای ریزنشت باکتریایی میان نمونه خارجی MTA و نوع تولید داخل آن به عنوان ماده پرکننده انتهای ریشه. پایان نامه شماره ۷۹ و ۸۲. دانشکده دندانپزشکی. دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان. سال ۱۳۸۰.
- 21- Torabinejad M, Pitt Ford TR. Root end filling materials: a review. *Endod Dent Traumatol* 1996; 12 (4): 161-78.
- 22- Torabinejad M, Higa RK, McKendry DJ, Pitt Ford TR. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *J Endod* 1994; 20 (4): 159-63.
- 23- Matt GD, Thorpe JR, Strother JM, McClanahan SB. Comparative study of white and gray mineral trioxide aggregate (MTA) simulating a one- or two-step apical barrier technique. *J Endod* 2004; 30 (12) :876-9.