

بررسی آزمایشگاهی ریزنشست Root MTA، One coat bond و Proroot MTA در ترمیم پرفوریشن‌های فورکا

دکتر مریم بیدار*، دکتر رضا دیسفانی^۱، دکتر مریم قره چاهی^۲، دکتر ربابه طباطبایی^۳

چکیده

مقدمه: پرفوراسیون فورکا یکی از حوادث شایع حین درمان اندودنتیک می باشد. پیش آگهی درمان پرفوریشن‌های فورکا به عوامل متعددی بستگی دارد. از جمله این عوامل می‌توان به قابلیت سیل‌کنندگی ماده و تطابق بافتی آن اشاره کرد. تاکنون مواد مختلفی جهت ترمیم این گونه پرفوریشن‌ها ارائه شده است. از جمله این مواد MTA است، که مطالعات انجام شده همگی حاکی از خواص مطلوب و استفاده موفق از آن در ترمیم پرفوریشن فورکیشن می باشد. به دلیل قیمت زیاد MTA ساخت آمریکا و در دسترس نبودن آن برای همه دندان‌پزشکان، برآن شدیم تا میزان میکرولیکیج MTA ساخت ایران را در ترمیم پرفوراسیون‌های فورکا مورد بررسی قرار دهیم.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش آزمایشگاهی، قابلیت سیل‌کنندگی Root MTA (ایران - SDS) Proroot MTA (آمریکا - Densply)، آمالگام Aristalloy (انگلیس - SPI) و One coat bond (آلمان - Colten) در چهار گروه آزمایشی که هر گروه شامل ۱۵ دندان مولر کشیده شده انسانی بود، مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. دو گروه کنترل مثبت و منفی شش تایی نیز در نظر گرفته شد. بدین ترتیب که پس از تهیه اکسس در ناحیه فورکیشن هر دندان، پرفوراسیونی به قطر ۱ میلی متر ایجاد شد و سپس ناحیه پرفوره توسط مواد مذکور سیل گردید و تاج دندان‌ها نیز با آمالگام ترمیم شد. پس از انجام مراحل نفوذ رنگ و تهیه برش طولی مزیدستالی از دندان‌ها، میزان نفوذ رنگ در نمونه‌ها با استفاده از استریومیکروسکوپ با بزرگنمایی ۱۶ اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون واریانس یک طرفه و چند دامنه‌ای دانکن بررسی شد.

یافته‌ها: یافته‌ها و داده‌های آماری نشان داد که قابلیت سیل‌کنندگی Root MTA از نظر آماری تفاوت معناداری را با دو گروه آزمایشی Proroot MTA و One coat bond نشان نمی‌دهد ($p > 0.05$; به ترتیب $p \text{ value} = 0.89$ - $p \text{ value} = 0.314$). اما از نظر آماری تفاوت معناداری با آمالگام وجود داشت ($p \text{ value} = 0.000$).

نتیجه‌گیری: بنابراین MTA ساخت ایران از نظر قابلیت سیل‌کنندگی ممکن است جایگزین قابل قبولی برای Proroot MTA باشد.

کلید واژه‌ها: پرفوریشن فورکا، ریزنشست، Root MTA، Proroot MTA، One coat bond

* دانشیار، گروه اندودنتیکس، دانشکده دندان‌پزشکی، رئیس مرکز تحقیقات دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد
bidarm@mums.ar.ir

۱: استادیار، گروه اندودنتیکس، دانشکده دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد.

۲: دستیار تخصصی اندودنتیکس، دانشکده دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد.

۳: دندان‌پزشک

این مقاله در تاریخ ۸۶/۲/۴ به دفتر مجله رسیده، در تاریخ ۸۶/۲/۲۶ اصلاح شده و در تاریخ ۸۶/۳/۸ تأیید گردیده است.

مجله دانشکده دندان‌پزشکی اصفهان
۱۳۸۶؛ ۳(۲): ۷۶-۸۱

مقدمه

پرفوریشن‌های ریشه یکی از عوامل اصلی شکست درمان‌های اندودنتیک می‌باشد [۱] و در حدود ۵٪ عدم موفقیت‌های درمان ریشه را شامل می‌شود، که بخشی از آن‌ها ناحیه فورکیشن دندان‌های چند ریشه را درگیر می‌کند [۲]. پرفوراسیون فورکا موجب بازشدگی کف پالپ چمبر به فضای لیگامان پرپودنتال می‌شود و به دلیل نزدیکی محل آن به تاج دندان، احتمال ایجاد و تداوم نشت از ترمیم تاج به این فضا زیاد است [۳].

تشخیص و درمان فوری پرفوریشن‌ها، پیش آگهی بهتری برای آن‌ها به دنبال دارد. Seltzer و همکاران (۱۹۷۰) در بررسی بر روی دندان‌های میمون نشان دادند که در پرفوریشن‌های ناحیه فورکا همیشه صدمه به پرپودنشیوم اتفاق می‌افتد، اما زمانی که پرفوریشن به سرعت مهر و موم گردد صدمه به حداقل میزان خود می‌رسد [۴]. موفقیت در ترمیم پرفوریشن‌ها به ایجاد سیل مناسب و بازسازی الیاف پرپودنتال بستگی دارد [۵ و ۶].

انتخاب نوع ماده ترمیمی عامل مهم دیگری در پیش آگهی درمان پرفوریشن‌ها می‌باشد. میزان سازگاری نسجی و قدرت سیل‌کنندگی ماده ترمیمی دو فاکتور مهم تاثیرگذار می‌باشند.

Balla و همکاران، پیش آگهی خوب ترمیم ناحیه پرفوره را به قابلیت سیل ضایعه توسط ماده ترمیمی مربوط دانستند [۷]. بهترین ماده جهت مهر و موم کردن پرفوریشن‌ها ماده‌ای است که غیرتوکسیک، غیرقابل جذب و باکتریواستاتیک باشد و بتواند سیل محکمی ایجاد کند [۵]. مواد مختلفی از قبیل Cavit، Sman Super-EBA، تری کلسیم فسفات، کلسیم هیدروکساید، گوتاپرکا، IRM، گلاس آینومر، هیدروکسی آپاتیت، MTA، dried bone و Plaster of paris جهت بستن پرفوریشن‌ها به کار رفته‌اند [۸-۱۱]. از این بین، MTA دارای قدرت سیل‌کنندگی و سازگاری نسجی مناسب می‌باشد [۱۲]. Pitt ford و همکاران، در درمان پرفوریشن پرمولرهای مندیبل سگ با MTA نتایج بهتری در مقایسه با آمالگام به دست آوردند [۶]. De-deus و همکاران، نشان دادند که توانایی سیل Sman Portland- MTA، Angelus- MTA و MTA Bio در ترمیم پرفوریشن‌های ناحیه فورکا یکسان است و هیچ کدام از این سه

سمان نتوانستند سیل fluid-tight ایجاد کنند [۱۳]. Hashem و همکاران، Pro Root، MTA، MTA-Angelus و IRM را با یا بدون ماتریکس داخلی در ترمیم پرفوریشن‌های وسیع به روش دای لیکج بررسی کردند. Proroot MTA با یا بدون ماتریکس داخلی و MTA-Angles با ماتریکس داخلی، کمترین لیکج را داشتند. IRM با ماتریکس داخلی و MTA-Anglus بدون ماتریکس داخلی، در مرتبه دوم قرار گرفتند و IRM بدون ماتریکس داخلی بیشترین لیکج را نشان داد [۱۴]. Hamad و همکاران با استفاده از روش نفوذ رنگ نشان دادند که بین ریزنشت MTA سفید و خاکستری هنگام استفاده در ترمیم پرفوریشن‌های فورکا تفاوت آماری معناداری وجود ندارد [۱۵]. Ferris و همکاران نیز در بررسی لیکج MTA سفید و خاکستری در ترمیم پرفوریشن‌های فورکا با استفاده از روش لیکج میکروبیال به همین نتیجه رسیدند [۱۶]. Weldon و همکاران، توانایی سیل MTA و Super-EBA را به عنوان ماده ترمیمی پرفوریشن فورکا بررسی کردند و نشان دادند که هرچند هر دو ماده به خوبی ناحیه را سیل کردند، اما کاربرد MTA آسانتر از Super EBA می‌باشد [۱۷].

با عنایت به ساخت MTA ایرانی (Root MTA) و این که با تولید این ماده در داخل کشور، دندان‌پزشکان با سهولت بیشتر و هزینه خیلی کمتری می‌توانند از این ماده استفاده کنند، هدف این پژوهش مقایسه قابلیت سیل‌کنندگی Root MTA با سه ماده دیگر شامل Proroot MTA، One coat bond و آمالگام در ترمیم پرفوراسیون فورکا می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، تعداد ۷۲ عدد دندان مولر کشیده شده انسان انتخاب شد. جهت اطمینان از سلامت ناحیه کف پالپ چمبر و عدم پوسیدگی و یا مشکلات دیگر در این ناحیه، از دندان‌ها رادیوگرافی تهیه گردید. سپس حفره دسترسی مناسب در تمام دندان‌ها تهیه شد و کانال‌های ریشه با فایل‌های شماره ۱۵، ۲۰ و ۲۵ آماده سازی شدند و سپس مدخل کانال‌ها به وسیله آمالگام سیل شدند. در مرحله بعد، توسط فرز روند الماسی توربین،

رطوبت ۱۰۰٪ قرار داده شدند. سپس از انکوباتور خارج شدند و پس از خشک کردن دندان‌ها و برداشتن ماتریکس پوتی از اطراف آن‌ها، تمامی سطح دندان‌ها بجز ۲ میلی متری اطراف ناحیه پرفوره توسط دو لایه لاک ناخن و یک لایه موم چسب مذاب پوشانده شد. سپس در هر لوله آزمایش، سه عدد دندان قرار داده شد و ۸ میلی لیتر جوهر مشکی توسط سرنگ به آن اضافه شد به صورتی که کاملاً دندان‌ها را فرا گرفت. سپس لوله‌های آزمایش به مدت ۱۵ دقیقه و با سرعت ۳۰۰ دور سانتیفرز شدند. سپس دندان‌ها از لوله آزمایش خارج شدند و درون جوهر به صورت غیرفعال به مدت ۷۲ ساعت قرار گرفتند. بعد از آن به مدت ۱۵ دقیقه در آب جاری شسته شدند و موم چسب و لاک ناخن با استفاده از تیغ بیستوری از روی دندان‌ها پاک شد.

به منظور بررسی دقیق‌تر، در این مرحله یک یا دو ریشه از هر دندان قطع شده، دندان از محل ناحیه پرفوره به صورت طولی توسط دیسک به صورت مزیدستیالی برش زده می‌شد. سپس یکی از دو نیمه انتخاب و توسط استریومیکروسکوپ بررسی می‌شد. به این ترتیب که دو نفر به صورت جداگانه میزان نفوذ رنگ برحسب میلی متر را از قسمت خارجی ناحیه پرفوره به طرف داخل با درشت‌نمایی ۱۶ ارزیابی می‌کردند و میانگین حاصله ثبت می‌شد. برای مقایسه چهار گروه مورد نظر، از آزمون مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. در این آزمون از تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد. برای مقایسه میزان میانگین نفوذ رنگ در هر دو گروه به‌طور جداگانه و مشخص کردن این که بین کدام دو گروه تفاوت آماری معناداری وجود دارد، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

یافته‌ها

پس از بررسی با استریومیکروسکوپ، میانگین نفوذ رنگ در گروه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب ۱/۸۷، ۱/۹۸، ۵/۷۷ و ۲/۷۶ میلی متر به دست آمد (نمودار ۱). بیشترین میانگین نفوذ رنگ در گروه کنترل مثبت بود که نفوذ کامل رنگ مشاهده شد. از سوی دیگر، در گروه کنترل منفی هیچ نفوذ رنگی وجود نداشت. میانگین میزان نفوذ رنگ در گروه سوم به طور معناداری نسبت

پرفوریشنی به قطر ۱ میلی متر در ناحیه فورکیشن دندان‌های مذکور ایجاد شد. سپس به منظور ساپورت در برابر فشارهای متراکم کردن ماده ترمیمی در ناحیه پرفوریشن، با استفاده از ماده قالبگیری Rapid با قوام پوتی، ماتریکسی در اطراف دندان‌ها ایجاد شد. سپس دندان‌ها به‌طور تصادفی به چهار گروه آزمایشی ۱۵ تایی و دو گروه کنترل مثبت و منفی شش تایی تقسیم شدند.

گروه اول: ناحیه پرفوره توسط Proroot MTA طبق دستور کارخانه سازنده ترمیم شد. سپس یک قطعه پنبه مرطوب در مجاورت MTA قرار گرفته، دندان توسط cavیت پانسمان شد. این دندان‌ها به مدت ۷۲ ساعت در انکوباتور با حرارت ۳۷ درجه و رطوبت ۱۰۰٪ قرار گرفتند. پس از set شدن MTA، پانسمان cavیت برداشته شد. بعد از خارج کردن پنبه مرطوب، تاج دندان‌ها به وسیله آمالگام Cinalux (شهید فقیهی - تهران - ایران) ترمیم شد.

گروه دوم: ناحیه پرفوره توسط ماده Root MTA ترمیم گردید. همه مراحل ترمیم همانند گروه Prooot MTA انجام شد.

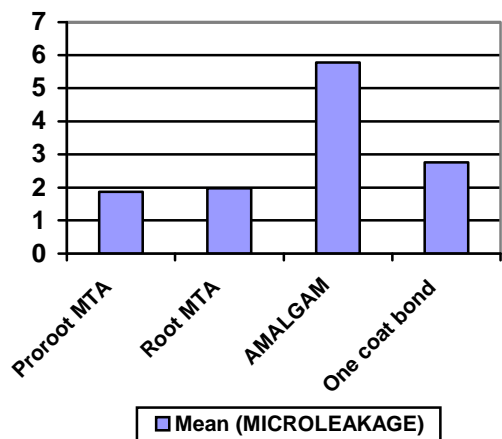
گروه سوم: ناحیه پرفوره به وسیله آمالگام Aristalloy ساخت کشور انگلستان ترمیم شد. تاج دندان در این گروه توسط همین نوع آمالگام ترمیم شد.

گروه چهارم: ناحیه پرفوره به وسیله ماده ترمیمی لایت کیور One coat bond ترمیم شد. ناحیه پرفوره به وسیله اسید Total Etch به مدت ۲۰ ثانیه اچ شد و پس از استقرار One coat bond در محل، به مدت ۴۰ ثانیه از بالای حفره دسترسی نور تابیده شد و حفره دسترسی در این گروه توسط آمالگام Cinalux (شهید فقیهی - تهران - ایران) ترمیم شد.

گروه پنجم: در ۶ دندان پرفوراسیون ایجاد شد ولی سیل نگردید (کنترل مثبت).

گروه ششم: ۶ دندان به عنوان کنترل منفی در نظر گرفته شد و پرفوراسیون در آن‌ها ایجاد نگردید.

بعد از انجام مراحل کار در گروه‌های چهارگانه، دندان‌ها به مدت ۷۲ ساعت در انکوباتور در حرارت ۳۷ درجه سانتی‌گراد و



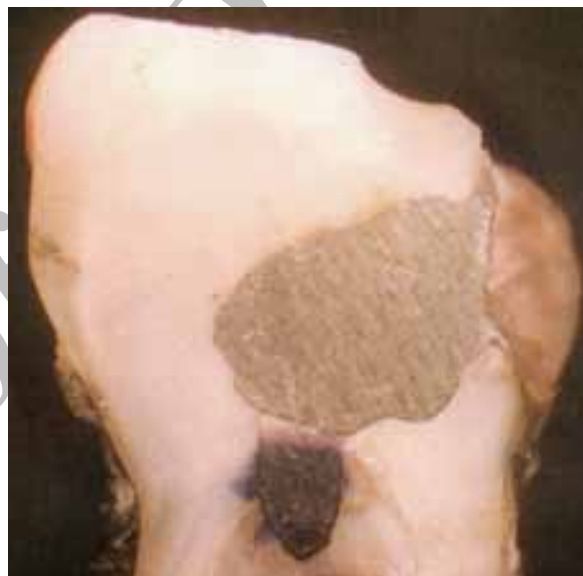
Proroot MTA = 1.87 mm Sd = 2.47
 Root MTA = 1.98 mm Sd = 1.6
 Sd = 1.79 Amalgam = 5.77 mm
 Sd = 2.47 One coat bond = 2.76 mm

نمودار ۱: مقایسه میانگین میزان ریزنشست در چهار گروه آزمایشی

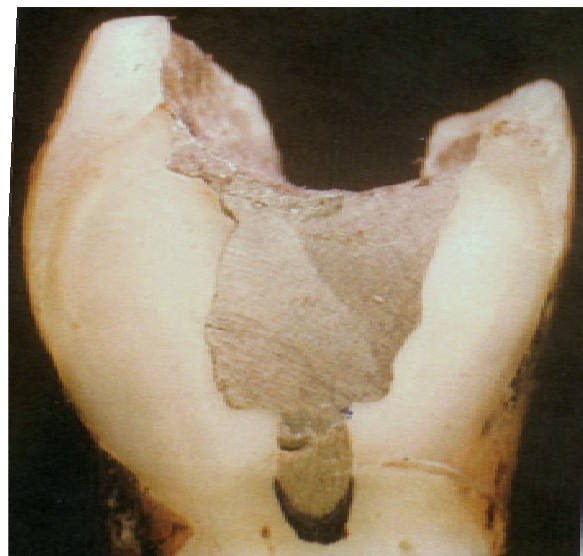
بحث

پرفوریشن ناحیه فورکا یکی از حوادث شایع حین درمان اندودنتیکس می‌باشد. پیش آگهی درمان این مشکل به عوامل متعددی بستگی دارد. از این عوامل می‌توان به خواص ماده ترمیمی از جمله قابلیت سیل کنندگی ماده و تطابق بافتی آن اشاره کرد. مواد مختلفی تاکنون جهت ترمیم این گونه پرفوریشن‌ها ارایه شده است که MTA یکی از آنها می‌باشد. قابلیت سیل MTA در پژوهش‌های نفوذ رنگ و باکتری بهتر از آمالگام و معادل یا بهتر از Super EBA بوده است [۲۱-۱۸]. Lee و همکاران قابلیت سیل کنندگی MTA را با آمالگام و IRM در پرفوریشن‌های طرفی ریشه مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که MTA به‌طور معناداری ریزنشست کمتری نسبت به IRM و آمالگام داشت [۲۲]. Nakata و همکاران نشان دادند که MTA در جلوگیری از ریزنشست فوزوباکتریوم نوکلئوتوم بهتر از آمالگام عمل می‌کند [۲۳]. Luketic و همکاران لیکیج میکروبیال MTA و آمالگام بدون روی را به عنوان ماده پرکننده انتهای ریشه بررسی کردند و نتیجه گرفتند که MTA به‌طور چشمگیری توانایی سیل بهتری

به گروه‌های اول، دوم و چهارم بیشتر بود (p value به ترتیب برابر ۰/۰۰۰، ۰/۰۰۰ و ۰/۰۰۱). میانگین نفوذ رنگ در MTA Root و Proroot MTA از لحاظ آماری تفاوت معناداری نداشت (p value = ۰/۸۹). تصاویر ۱ و ۲ نفوذ رنگ در این دو گروه را نشان می‌دهند. تفاوت نفوذ رنگ در Proroot MTA و One coat bond نیز معنادار نبود (p value = ۰/۳۳۴). دو گروه One coat bond و Root MTA نیز تفاوت معناداری در میزان نفوذ رنگ نشان ندادند (p value = ۰/۳۱۴).



تصویر ۱: نفوذ رنگ در گروه Root MTA



تصویر ۲: نفوذ رنگ در گروه Proroot MTA

اچ کردن ناحیه پرفوراسیون، امکان استفاده از این ماده در شرایط بالینی مورد سؤال می باشد.

لباف و همکاران پژوهشی انجام دادند که یافته‌های آن بر خلاف یافته‌های پژوهش حاضر بود. در پژوهش آن‌ها، ریزنشت Root MTA و Proroot MTA در ترمیم پرفوراسیون فورکا مولرهای انسان توسط روش نفوذ رنگ بررسی شد. میزان ریزنشت Root MTA به طور معناداری بیشتر از Proroot MTA بود. آن‌ها گزارش کردند که پس از برش زدن نمونه‌ها به نظر می‌رسید که Root MTA به طور یکنواخت متراکم نشده بود. وضعیت و شکل این توده تحت تاثیر اندازه ذرات پودر، نسبت پودر به آب و حرارت و هوای محبوس در توده است. با توجه به این که عمل متراکم کردن هر دو نوع MTA توسط یک نفر و در شرایط استاندارد مشابه انجام گرفته بود، آن‌ها نتیجه گرفتند که علت متراکم نشدن مناسب Root MTA مربوط به اندازه کریستال‌های آن است و پیشنهاد کردند که ممکن است با آسیاب کردن مجدد آن بتوان به توده یکنواخت با توانایی مهر و موم بهتر دست پیدا کرد [۲۸].

با توجه به پژوهش‌های ذکر شده، MTA ماده مناسبی جهت ترمیم پرفوریشن می‌باشد. طبق یافته‌های پژوهش حاضر، Root MTA از نظر سیل‌کنندگی در مقایسه با One coat bond و Proroot MTA تفاوت معناداری را نشان نداد (p value به ترتیب ۰/۳۱۴ و ۰/۸۹)، ولی تفاوت بین این ماده و آمالگام معنادار بود (p value = ۰/۰۰۰). بنابراین Root MTA می‌تواند جایگزین مناسبی برای آمالگام در ترمیم پرفوراسیون فورکا باشد.

نتیجه گیری

در مجموع با توجه به پژوهش‌های انجام شده، یافته‌های پژوهش حاضر، کاربرد مشکل One coat bond در ناحیه پرفوریشن فورکا و همچنین بالا بودن قیمت Proroot MTA، ممکن است Root MTA جایگزین مناسبی برای Proroot MTA جهت ترمیم پرفوریشن ناحیه فورکا باشد. هرچند برای استفاده کلینیکی باید مطالعات وسیع تری صورت گیرد.

نسبت به آمالگام دارد [۲۴]. این سه پژوهش، یافته‌های پژوهش حاضر مبنی بر بیشتر بودن توانایی سیل‌کنندگی MTA نسبت به آمالگام را تایید می‌کنند. ولی نتایج پژوهش Skoner و همکاران بر خلاف پژوهش حاضر بود. آن‌ها توانایی سیل‌کنندگی آمالگام، MTA و Ceristore (نوعی کامپازیت) را به عنوان ماده پرکننده انتهای ریشه بررسی کردند و تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین سه گروه مشاهده نکردند [۲۵].

پژوهش‌های دیگری با نتایج متضاد در مورد نوع آمالگام و قدرت سیل‌کنندگی در حضور یا عدم حضور رطوبت یا خون در دسترس است. آمالگام قادر به ایجاد سیل مناسب در حفرات انتهای ریشه نیست، اما ترکیبات مختلفی جهت ارتقا خصوصیات ذاتی آن به کار رفته است. نشان داده شده است که آمالگام‌های بدون روی اسفیریکال هنگامی که به عنوان ماده پرکننده انتهای ریشه استفاده می‌شوند، به‌طور قابل ملاحظه‌ای ریزنشت بیشتری از سایر فرمول‌ها دارند. آلیاژهای با روی و بدون روی در یک محیط خشک سیل مساوی ایجاد می‌کنند، اما آمالگام‌های حاوی روی اگر طی سخت شدن در تماس با خون یا رطوبت باشند، انبساط تأخیری می‌یابند و در نتیجه میزان سیل تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۲۶].

Hardy و همکاران، توانایی سیل کردن پرفوریشن فورکا توسط MTA، One-up bond و MTA به همراه سیل ثانویه توسط One-up bond را با روش fluid filtration بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که در ۲۴ ساعت اول، MTA به تنهایی به طور معناداری ریزنشت بیشتری نسبت به One-up bond به تنهایی یا MTA به همراه سیل ثانویه نشان داد، ولی پس از یک ماه بین این سه گروه تفاوتی وجود نداشت [۲۷]. این پژوهش، در تایید یافته‌های پژوهش حاضر است که نشان داد توانایی سیل MTA و ماده باندینگ (One-up bond) تفاوت معناداری ندارد. One-up bond لایت کیور است و همراه با ژل اچ کننده برای عاج و مینا ارایه شده است؛ ولی با توجه به شرایط ناحیه پرفوراسیون که امکان ایجاد یک ناحیه خشک و عاری از خون و رطوبت وجود ندارد و همچنین احتمال ایجاد درد هنگام

References

1. Alhadainy HA. Root perforations. A review of literature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78(3):368-74.
2. Ingle JI. A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1961; 14:83-91.
3. Walton RE, Torabinejad M. Principles and practice of endodontics . 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company;1995.p.625.
4. Seltzer S, Sinai I, August D. Periodontal effects of root perforations before and during endodontic procedures. *J Dent Res* 1970; 49(2):332-9.
5. Cohen S, Burns RC. Pathways of the pulp. 7th ed. St. Louis: Mosby; 1998.p.827-9.
6. Ford TR, Torabinejad M, McKendry DJ, Hong CU, Kariyawasam SP. Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations .*Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; 79(6):756-63.
7. Balla R, LoMonaco CJ, Skribner J, Lin LM. Histological study of furcation perforations treated with tricalcium phosphate, hydroxylapatite, amalgam, and Life. *J Endod* 1991; 17(5):234-8.
8. Harris WE. A simplified method of treatment for endodontic perforations. *J Endod* 1976; 2(5):126-34.
9. 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(4):161-5.
10. Frank AL, Weine FS. Non-surgical therapy for the perforative defect of internal resorption. *J Am Dent Assoc* 1973; 87(4):863-8.
11. Stromberg T, Hasselgren G, Bergstedt H. Endodontic treatment of traumatic root perforations in man. A clinical and roentgenological follow-up study. *Sven Tandlak Tidskr* 1972; 65(9):457-66.
12. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD. Cytotoxicity of four root end filling materials. *J Endod* 1995; 21(10):489-92.
13. De Deus G, Reis C, Brandao C, Fidel S, Fidel RA. The ability of Portland cement, MTA, and MTA Bio to prevent through-and-through fluid movement in repaired furcal perforations. *J Endod* 2007; 33(11):1374-7.
14. Hashem AA, Hassanien EE. ProRoot MTA, MTA-Angelus and IRM used to repair large furcation perforations: sealability study. *J Endod* 2008; 34(1):59-61.
15. Hamad HA, Tordik PA, McClanahan SB. Furcation perforation repair comparing gray and white MTA: a dye extraction study. *J Endod* 2006; 32(4):337-40.
16. Ferris DM, Baumgartner JC. Perforation repair comparing two types of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2004; 30(6):422-4.
17. Weldon JK, Jr., Pashley DH, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF. Sealing ability of mineral trioxide aggregate and super-EBA when used as furcation repair materials: a longitudinal study. *J Endod* 2002; 28(6):467-70.
18. 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):591-5.
19. 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.
20. Bates CF, Carnes DL, del Rio CE. Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod* 1996; 22(11):575-8.
21. 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.
22. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* 1993; 19(11):541-4.
23. Nakata TT, Bae KS, Baumgartner JC. Perforation repair comparing mineral trioxide aggregate and amalgam using an anaerobic bacterial leakage model. *J Endod* 1998; 24(3):184-6.
24. Ferik LS, Malcic A, Jukic S, Anic I, Segovic S, Kalenic S. Coronal microleakage of two root-end filling materials using a polymicrobial marker. *J Endod* 2008; 34(2):201-3.
25. Skoner M, Elbahr W. Microleakage in polyacid modified composite resin (Ceristore), amalgam and MTA. *J Endod* 2001; 27: 233-6.
26. Cohens BR. Pathways of the pulp. 7th ed. St Louis: Mosby Co;1998.p.636.
27. Hardy I, Liewehr FR, Joyce AP, Agee K, Pashley DH. Sealing ability of One-Up Bond and MTA with and without a secondary seal as furcation perforation repair materials. *J Endod* 2004; 30(9):658-61.
28. Labbaf H, Nazari moghaddam K, Honardar K. An Invitro Study on Microleakage of Root MTA, Proroot MTA in Furcation Perforation repair of human molar teeth. *Journal of Rafsanjan University of Medical sciences* 2007; 6 (1): 61-6. [Persian]