

تأثیر کلسیم هیدروکساید مخلوط شده با حامل‌های مختلف روی استحکام باند فشاری MTA

محمد فروغ ریحانی*، وحید زند**، مه‌لقا ایزدی مهر**

* دانشیار، مرکز تحقیقات لثه و دندان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

** دندانپزشک

تاریخ ارائه مقاله: ۹۶/۲/۱۱ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۴/۲۸

Effect of Calcium Hydroxide Mixed with Different Vehicles on the Push-Out Bond Strength of Mineral Trioxide Aggregate

Mohamad Frough Reyhani*, Vahid Zand**#, Mahlegha Izadimehr**

* Associate Professor, Dental and Periodontal Research Center, Dental School, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

** Dentist

Received: 1 May 2017; Accepted: 16 July 2017

Introduction: The aim of this *in vitro* study was to evaluate the effect of calcium hydroxide mixed with different vehicles on the push-out bond strength of mineral trioxide aggregate.**Materials and Methods:** The study was conducted on 80 extracted single-rooted human maxillary incisor teeth who secrowns had been removed. The root canals were instrumented and divided into 4 groups according to the vehicle of the calcium hydroxide paste: Group I – distilled water; Group II – propylene glycol; Group III – 0.2% chlorhexidine; Group IV – control. After placement of the root canal dressings, the teeth were washed with EDTA and sodium hypochlorite and sealed with MTA. After 7 days, the push-out test was carried out using a universal testing machine. Data were analyzed with one-way ANOVA and gomes-howell tests.**Results:** The maximum and minimum bond strength values were recorded in the propylene glycol and distilled water groups, respectively. There was significant differences in push out bond strength between chlorhexidine and propylene glycol groups ($P=0.015$). There were significant differences in resistance to dislodgement between group control - propylene glycol ($P=0.032$) and group control-chlorhexidine ($P=0.012$).**Conclusion:** Placement of propylene glycol before placement of MTA in root canal improves the push-out bond strength of this material.**Key words:** Calcium hydroxide, push out bond strength, mineral trioxide aggregate.

Corresponding Author: vahid.zand@gmail.com

J Mash Dent Sch 2017; 41(3): 219-26.

چکیده

مقدمه: هدف این مطالعه آزمایشگاهی بررسی تأثیر کلسیم هیدروکساید مخلوط شده با حامل‌های مختلف روی استحکام باند فشاری MTA بود.**مواد و روش‌ها:** تعداد ۸۰ دندان کشیده شده تک کانال انسیزور ماگزایلی انسان که تاج آنها جدا شده بود، برای مطالعه انتخاب شد. کانال دندانها پس از آماده سازی بر اساس حامل استفاده شده برای کلسیم هیدروکساید به طور تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند و با چهار ماده داخل کانال پانسمان شدند. در گروه ۱، کلسیم هیدروکساید + آب مقطر، در گروه ۲، کلسیم هیدروکساید + پروپیلن گلیکول، در گروه ۳، کلسیم هیدروکساید + کلرهگزیدین ۰/۲ درصد استفاده شد و در گروه ۴، از پانسمان داخل کانال استفاده شد (کنترل). پس از جایگذاری پانسمان‌های داخل کانال، کانال‌ها توسط هیپوکلریت سدیم و EDTA شستشو داده شدند. دیسک عاجی به قطر ۲ میلی‌متر از دندان‌ها تهیه شد و MTA در داخل دیسک‌های عاجی برای یک هفته قرار داده شد. پس از ۷ روز، تست Push out توسط دستگاه یونیورسال انجام شد. نتایج توسط آزمون اماری One Way ANOVA و آزمون تعقیبی Gomes-Howell مورد ارزیابی قرار گرفت.**یافته‌ها:** بیشترین و کمترین استحکام باند به ترتیب مرتبط با گروه حامل‌های پروپیلن گلیکول و آب مقطر بود. استحکام باند بین گروه پروپیلن گلیکول و گروه کلرهگزیدین اختلاف معنی‌داری نشان می‌داد. ($P=0/015$) بین میانگین استحکام باند در گروه کنترل با حامل کلرهگزیدین ($P=0/012$) و کنترل با حامل پروپیلن گلیکول اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P=0/032$).

مولف مسؤول، نشانی: تبریز، دانشکده دندانپزشکی، گروه اندو، تلفن: ۰۹۱۴۱۶۱۳۴۸۶

E-mail: vahid.zand@gmail.com

نتیجه گیری: نتایج نشان داد قراردادن کلسیم هیدروکساید با حامل پروپیلن گلیکول به عنوان بانسمان در داخل کانال باعث پیشرفت استحکام باند فشاری MTA می‌شود.

کلمات کلیدی: کلسیم هیدروکساید، Mineral Trioxide Aggregate, push out bond strength.

مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۹۶ دوره ۴۱ / شماره ۳: ۲۶-۲۱۹.

مقدمه

Mineral trioxide aggregate (MTA) به علت

سازگاری بافتی بالا، توانایی سیل مناسب، تحریک ایجاد بافت سخت سمان؛ شکل دادن به PDL و همچنین توانایی ست شدن در حضور رطوبت محیط و آلودگی خونی، به عنوان ماده مناسب ترمیم پرفوراسیون و پلاک اپیکال در نظر گرفته می‌شود.^(۱) با توجه به کاربردهای کلینیکی این ماده، استحکام باند فاکتور مهمی در فراهم کردن سیل مطلوب مابین سیستم کانال ریشه و ماده می‌باشد. بنابراین، این ماده باید در مقابل نیروهای جابه‌جاکننده از قبیل نیروهای فانکشنال و نیروهای ناشی از کاربرد مواد ترمیمی مقاومت کند. تست Push out تکنیک ارزشمندی برای ارزیابی این نوع از باند است.^(۷و۸)

تاکنون مطالعه‌ای که تأثیر پیش درمانی با کلسیم هیدروکساید با حامل‌های مختلف را روی استحکام باند فشاری MTA به عاج مورد بررسی قرار دهد، انجام نشده است. در این مقاله به بررسی این موضوع پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

تعداد ۸۰ دندان انسیزور فک بالا برای مطالعه انتخاب شدند. تاج این دندان‌ها از قسمت نزدیک به CEJ با دیسک الماسی (SP 1600 Microtome, Leica, Nublock, Germany) جدا شد طوری که ریشه‌ای به طول ۱۴ میلی متری باقی ماند. تمامی کانال‌ها توسط یک نفر تا سایز اپیکال ۴۰ با تکنیک استپ بک آماده سازی شده و ناحیه کرونالی و میانی کانال‌ها توسط دریل‌های گیتس گلیدن (Mani, utsuncmiya, tochigi, Japan) شماره ۲ تا ۴ گشاد

کلسیم هیدروکساید $Ca(OH)_2$ برای سال‌ها توسط دندانپزشکان به عنوان داروی داخل کانالی انتخابی برای حذف میکروارگانسیم‌های پاتوژنیک داخل کانالی مورد استفاده قرار گرفته است.^(۱و۲) برای اینکه موثر باشد، می‌بایست یون‌های هیدروکسیل (OH) حاصل از تجزیه این داروی آنتی باکتریال که pH بالایی (تقریباً ۱۲) دارد، به داخل توبول‌های عاجی و کانال‌های فرعی که باکتری‌ها پناه گرفته‌اند نفوذ می‌کند. آزادسازی این یون‌ها موجب ایجاد اثر قلیایی شده و غشای سلولی باکتری‌ها را تخریب می‌کند. کلسیم هیدروکساید همچنین دبری‌های بافتی را حل می‌کند. چندین مایع برای ایجاد خمیر به کلسیم هیدروکساید اضافه شده‌اند.^(۳) هدف از این کار تسهیل استفاده از کلسیم هیدروکساید و بهبود خواص آنتی باکتریال، رادیواپسسته و قوام آن می‌باشد.^(۳) آب مقطر، سالین، پروپیلن گلیکول، محلول‌های بی حسی و کلرهگزیدین از جمله موادی هستند که اغلب به عنوان حامل برای تشکیل خمیر کلسیم هیدروکساید مورد استفاده قرار می‌گیرند.^(۳و۴)

پروپیلن گلیکول به طور وسیعی به عنوان یک حامل کلسیم هیدروکساید مورد استفاده قرار می‌گیرد.^(۵) ماهیت هیگروسکوپیک آن اجازه جذب آب را می‌دهد که باعث اطمینان از توان آزادسازی یون‌ها برای آن می‌شود.

ترکیب هیدروکسید کلسیم با حامل‌های مختلف می‌تواند در خصوصیات فیزیکی عاج از جمله میکروهااردنس تأثیر داشته باشد.^(۱)

تست استحکام فشاری توسط دستگاه یونیورسال (Hounsfield Test Equipment Model HS-KS) انجام شد.^(۹)

داده‌های به دست آمده از مطالعه با استفاده از آزمون آماری One way ANOVA همراه با تست تعقیبی Gomes-howell مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها

نتیجه آنالیز واریانس یک طرفه حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین میانگین استحکام باندی در چهار گروه بود ($P < 0/001$).

به طوری که میانگین در گروه‌های ۱ تا ۴ به ترتیب $81/8 \pm 23/6$ و $78/6 \pm 21/2$ ، $100/7 \pm 17/6$ ، $54/8 \pm 15/9$ مگاپاسکال بود.

جهت مقایسه دو به دو گروه‌ها با توجه به همگن بودن واریانس گروه‌ها که توسط آزمون لون به دست آمده بود ($P = 0/02$)، از آزمون تعقیبی Games-Howell استفاده شد.

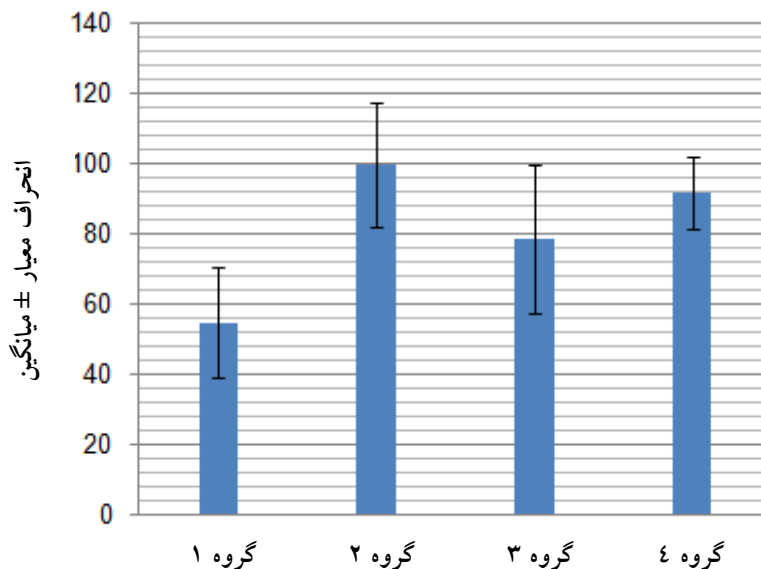
نتایج نشان می‌داد بیشترین استحکام باند مربوط به گروه کلسیم هیدروکساید + پروپیلن گلیکول و کمترین استحکام باند در گروه کلسیم هیدروکساید + آب مقطر بود. استحکام باند بین گروه کلسیم هیدروکساید + پروپیلن گلیکول و گروه کلسیم هیدروکساید + کلرهگزیدین اختلاف معنی‌دار نشان می‌داد. همچنین استحکام باند گروه کنترل از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با گروه کلسیم هیدروکساید + پروپیلن گلیکول و گروه کلسیم هیدروکساید + کلرهگزیدین نداشت (نمودار ۱).

شدند. در مرحله آماده سازی، کانال‌ها در فواصل استفاده از هر وسیله توسط محلول سدیم هیپوکلریت ۲/۵ درصد شستشو داده شدند. در نهایت برای برداشتن اسمیرلایر، شستشوی کانال‌ها با ۵ ml هیپوکلریت سدیم ۲۵/۵ درصد و به دنبال آن ۵ ml EDTA ۱۷ درصد (Merck, Kenilworth, Germany) انجام شد. در ادامه پس از شستشوی کانال‌ها با ۱۰ ml آب مقطر، کانال‌ها توسط کن کاغذی خشک شدند.

نمونه‌ها به طور تصادفی متناسب با نوع پانسمان مورد استفاده در داخل کانال، به ۴ گروه تقسیم شدند:

- گروه ۱: کلسیم هیدروکساید + آب مقطر
گروه ۲: کلسیم هیدروکساید + پروپیلن گلیکول (Merck, Kenilworth, Germany)
گروه ۳: کلسیم هیدروکساید + کلرهگزیدین ۰/۲ درصد
گروه ۴: بدون استفاده از پانسمان داخل کانال (گروه کنترل)

پس از نگهداری نمونه‌ها در دمای 37°C با رطوبت ۱۰۰ درصد به مدت یک هفته، پانسمان داخل کانال توسط شستشو با ۵ ml هیپوکلریت سدیم و سپس شستشوی نهایی با ۵ ml EDTA برداشته شد. سپس با استفاده از یک اره الماسی از همه دندان‌ها مقاطع عرضی به صورت دیسک‌هایی با ضخامت ۲ میلی‌متر از ناحیه کرونالی ریشه تهیه شد. در ادامه پس از مخلوط کردن MTA (Angelus, Iodrina, Brazil) طبق دستورالعمل کارخانه سازنده ماده توسط MTA کریر در داخل کانال موجود در هر دیسک قرار داده شده و توسط پلاگر پک شدند. اضافات MTA نیز توسط پنبه مرطوب برداشته شد. سپس نمونه‌ها در محیطی با دمای 37°C با رطوبت ۱۰۰ درصد به مدت ۱ هفته نگه داری شدند.



نمودار ۱: نمودار استحکام باند Push out گروه‌های مطالعه (گروه ۱: حامل آب مقطر. گروه ۲: حامل پروپیلن گلیکول. گروه ۳: حامل کلرهگزیدین ۰/۲ درصد، گروه ۴: گروه کنترل)

و بیش از ۱/۱ میلی متر باشد که این توصیه‌ها در این مطالعه رعایت شده است.^(۱۳)

از زمان معرفی MTA متدهای مختلفی برای ارزیابی خصوصیات آن استفاده شده است.^(۱۴،۱۵) بعضی محققین تلاش برای تغییر خصوصیات MTA با تغییر فرایند ساخت آن داشته‌اند.^(۱۴،۱۶) دیگر محققین تاثیر خصوصیات MTA ترکیب شده با حامل‌های مختلف را بررسی کرده‌اند.^(۳،۱۵)

کلسیم هیدروکساید همیشه به عنوان یک عامل ضد میکروبی مورد توجه بوده است خصوصیات ضد میکروبی خمیر آن به یونی‌زاسیون Ca^{+} و OH^{-} و ایجاد یک محیط قلیایی مربوط است.^(۱۵-۱۷)

بعضی مطالعات نشان داده‌اند که کلسیم هیدروکساید، موجب دمیترالیزاسیون و دژنراسیون عاج ریشه می‌شود و تاثیر منفی در خصوصیات مکانیکی عاج به علت دناتورده کردن پروتین ارگانیک عاج مانند کلاژن ناشی از pH قلیایی کلسیم هیدروکساید دارد.^(۱۹) لیکن مطالعات دیگر

بحث

هدف از مطالعه حاضر ارزیابی تاثیر کلسیم هیدروکساید همراه با حامل‌های مختلف در استحکام باند فشاری MTA بود. نتایج این مطالعه بیشترین استحکام باند را در گروه کلسیم هیدروکساید با حامل پروپیلن گلیکول نشان داد. استحکام باند مواد پرکننده ریشه در واقع نشان دهنده مقاومت به جابه‌جایی آنها در برابر نیروهای اکلوژال و نیروهای حاصل از قرار دادن مواد ترمیمی مثل آمالگام روی آنها می‌باشد.^(۱۰-۱۲)

در مطالعه حاضر تست استحکام باند فشاری برای ارزیابی مقاومت به جابه‌جایی استفاده شد که تکنیک قابل اعتمادی بر اساس مطالعات قبلی می‌باشد. در یک مطالعه از آنالیز Finite element برای ارزیابی محدودیت‌های تست استحکام باند فشاری استفاده شده است و نتیجه گرفته شده است که این تست، یک تست موثر است. نویسندگان پیشنهاد کردند که نسبت قطر پلاگر به ضخامت MTA پر شده باید بیش از ۸۵ درصد ضخامت برش ریشه

به گروه کنترل بهتر بود که این در توافق با مطالعات قبلی می باشد.^(۶)

در حضور مایع میان بافتی، آب گیری پودر MTA باعث ایجاد کلسیم هیدروکساید و شکل گیری کریستال هیدروکسی آپاتیت و لایه هیبرید ما بین عاج و MTA می شود.^(۲۸-۳۰) گزارش شده که شکل گیری این لایه هیبرید و معدنی شدن داخل توبول های عاجی می تواند در قدرت باند MTA موثر باشد.^(۳۱) کریستال های هیدروکسی آپاتیت، MTA را می پوشاند، فضاهای میکروسکوپی ما بین MTA و عاج را پر می کند و سبب باند شیمیایی می شود.^(۳۰) با توجه به آزاد سازی بهتر یون های کلسیم هیدروکساید در حضور پروپیلن گلیکول این نظریه مطرح می شود که حضور این یون ها در طول ست شدن MTA می تواند سبب ایجاد لایه هیبرید و باند بهتر MTA شود.

در مطالعه ما، استحکام باند فشاری در استفاده از حامل کلرگزیدین به صورت معنی داری نسبت به حامل پروپیلن گلیکول کمتر بود؛ در حالی استحکام باند نسبت به حامل آب مقطر به صورت معنی داری بهتر بود. اکسپوزر به کلرگزیدین ۲ درصد می تواند باعث کاهش میکروهاردنس MTA شود.^(۳۲)

Nandini و همکاران^(۳۱) نشان دادند که کلرگزیدین ۲ درصد سختی سطحی MTA سفید را کاهش می دهد و پیشنهاد کردند که در ۲۴ ساعت اول قرارگیری MTA سفید باید اجتناب شود.^(۳۳) Aggarwal نشان داد که کلرگزیدین ۲ درصد میکروهاردنس و استحکام خمشی MTA را کاهش می دهد.^(۳۴) بنا به آزمایشات SEM، کلرگزیدین مورفولوژی سطحی MTA را تغییر می دهد و علائم اروژن ایجاد می کند. مقدار و سائز ساختار گلوبولار در سطح MTA بعد از ۳۰ دقیقه غوطه وری در کلرگزیدین کاهش می یابد.^(۳۲) این یافته ها می تواند

این نظریه را رد می کنند^(۲۰) در این مطالعه نیز چنین تاثیری دیده نشد.

با توجه به اینکه حامل های مختلف کلسیم هیدروکساید به یون هیدروکسیل اجازه آزادسازی با درجات مختلف را می دهند، حامل مخلوط شده با کلسیم هیدروکساید مقدار pH آن را تعیین می کند.^(۲۱)

توانایی حل و پراکنده شدن ماده دارویی در داخل سیستم کانال ریشه برای موفقیت عمل آن بسیار مهم است. کشش سطحی ماده، فاکتور قطعی در گسترش و انتشار داروی داخل کانال در بی نظمی های کانال ریشه و توبول های عاجی می باشد.^(۲۲)

خواص بیولوژیک و آنتی باکتریال و همچنین ظرفیت انتشار کلسیم هیدروکساید تحت تاثیر حامل های مورد استفاده در خمیر کلسیم هیدروکساید می باشد.^(۲۴ و ۲۳)

اولین مطالعه و گزارش استفاده از کلسیم هیدروکساید حاوی پروپیلن گلیکول به عنوان حامل توسط Saiijo^(۲۵) انجام گرفت طبیعت هیگروسکوپیک و آب دوستی این ماده باعث جذب آب می شود که می توان مطمئن شد که ترشح مداوم $Ca(OH)_2$ برای مدت زمان طولانی ادامه خواهد داشت.^(۷) در حالی که زمانی که کلسیم هیدروکساید با آب مقطر مخلوط می شود، یون های Ca و OH به سرعت آزاد می شوند و ماده در همان ابتدا به میزان بالای pH خواهد رسید.^(۲۶)

افزایش تجزیه کلسیم هیدروکساید در پروپیلن گلیکول گزارش شده است؛ حضور پروپیلن گلیکول باعث آزادی بهتر یون های کلسیم و هیدروکسیل در مقایسه با حامل های دیگر از جمله آب مقطر می شود.^(۲۷) کلسیم هیدروکساید با حامل پروپیلن گلیکول، نفوذ حداکثری یون های Ca و OH به عاج و سمتموم را ایجاد می کند. در مطالعه حاضر استحکام باند MTA در حضور حامل کلرگزیدین نسبت

پیشرفت استحکام باند فشاری Mineral trioxide aggregate می‌شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه به شماره ۱۶۱۸ دانشکده دندانپزشکی تبریز می‌باشد. در ضمن نویسندگان از حمایت بی‌شائبه مرکز تحقیقات لثه و دندان دانشکده دندانپزشکی تبریز تقدیر و تشکر می‌نمایند.

چرایی کاهش معنی‌دار استحکام باند MTA را در حضور کلرهگزیدین شرح دهد.

با وجود نتایج بهتر استفاده از پروپیلن گلیکول به عنوان حامل کلسیم هیدروکساید در صورت عدم دسترسی به آن، استفاده از کلرهگزیدین به عنوان حامل می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد قرار دادن کلسیم هیدروکساید با حامل پروپیلن گلیکول به عنوان پانسمان در داخل کانال، باعث

منابع

1. Bystrom A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1(5): 170-5.
2. Evans M, Davies JK, Sundqvist G, Figdor D. Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. *Int Endod J* 2002; 35: 221-8.
3. Fava LR, Saunders WP. Calcium hydroxide pastes: Classification and clinical indications. *Int Endod J* 1999; 32(4): 257-82.
4. Pacios MG, De La Casa ML, De Los Angeles Bulacio M, Lopez ME. Calcium hydroxide's association with different vehicles: *In vitro* action on some dentinal components. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003; 96(1): 96-101.
5. Balcow WN, Martindale W. *The Extra Pharmacopoeia*. 26th ed. London. Pharmaceutical Press; 1972; 36-9.
6. Sahebi S, Sobhnamayan F, Naghizade S. The effects of various endodontic irrigants on the push-out bond strength of calcium-enriched mixture cement and mineral trioxide aggregate. *Iran Endod J* 2016; 11(4): 280-5.
7. Simon ST, Bhat KS, Francis R. Effect of four vehicles on the pH of calcium hydroxide and the release of calcium ion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; 80(4): 459-64.
8. Pashley D, Okabe A, Parham P. The relationship between dentin microhardness and tubule density. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1(5): 176-9.
9. Prasad A, Pushpa S, Arunagiri D, Sawhny A, Misra A, Sujatha R. A comparative evaluation of the effect of various additives on selected physical properties of white mineral trioxide aggregate. *JCD* 2015; 18(3): 237-41.
10. Lotfi M, Rahimi S, Ghasemi N, Vosoughhosseini S, Bahari M, Saghiri MA, et al. Effect of smear layer on the push-out bond strength of two different compositions of white mineral trioxide aggregate. *Iran Endod J* 2013; 8(4): 157-9.

11. Lotfi M, Ghasemi N, Rahimi S, Bahari M, Vosoughhosseini S, Saghiri MA, Zand V. Effect of smear layer on the push-out bond strength of two endodontic biomaterials to radicular dentin. *Iran Endod J* 2013; 9(1): 41-4.
12. Adl A, Sobhnamayan F, Kazemi O. Comparison of push-out bond strength of mineral trioxide aggregate and calcium enriched mixture cement as root end filling materials. *Dent Res J* 2014; 11(5): 564-7.
13. Guneser MB, Akbulut MB, Eldeniz AU. Effect of various endodontic irrigants on the push-out bond strength of biodentine and conventional root perforation repair materials. *J Endod* 2013; 39(3): 380-4.
14. Almyroudi A, Mackenzie D, McHugh S, Saunders WP. The effectiveness of various disinfectants used as endodontic intracanal medications: An *in vitro* study. *J Endod* 2002; 28(3): 163-7.
15. Robert GH1, Liewehr FR, Buxton TB, McPherson JC 3rd. Apical diffusion of calcium hydroxide in an *in vitro* model. *J Endod* 2005; 31(1): 57-60.
16. Kandaswamy D, Venkateshbabu N, Gogulnath D, Kindo AJ. Dentinal tubule disinfection with 2% chlorhexidine gel, propolis, morinda citrifolia juice, 2% povidone iodine, and calcium hydroxide. *Int Endod J* 2010; 43(5): 419-23.
17. Glossary of Endodontic Term. American Association of Endodontics. 7th ed. Chicago 2003. 32.
18. Arslan H, Akcay M, Cakir M, Gok A, Yasa B, Dalli M. Comparison of bond strength of self-etch adhesive to pulp chamber dentin after placement of calcium hydroxide and various antibiotic pastes. *Acta Odontol Scand* 2015; 73(3): 226-31.
19. Amin SA, Seyam RS, El-Samman MA. The effect of prior calcium hydroxide intracanal placement on the bond strength of two calcium silicate-based and an epoxy resin-based endodontic sealer. *J Endod* 2012; 38(5): 696-9.
20. Ozcelik B, Tasman F, Ogan C. A comparison of the surface tension of calcium hydroxide mixed with different vehicles. *J Endod* 2000; 26(9): 500-2.
21. Poorni S, Miglani R, Srinivasan MR, Indira R. Comparative evaluation of the surface tension and pH of calcium hydroxide mixed with five different vehicles: An *in vitro* study. *Indian J Dent Res* 2009; 20(1): 17-20.
22. Duarte MA, Demarchi AC, Giaxa MH, Kuga MC, Fraga SC, de Souza LC. Evaluation of pH and calcium ion release of three root canal sealers. *J Endod* 2000; 26(7): 389-90.
23. Tronstad L, Andreasen JO, Hasselgren G, Kristerson L, Riis I. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endod* 1981; 7(1): 17-21.
24. Saijo Y. Clinico-pathological study on vital amputation with calcium hydroxide added to various kinds of antibacterial substances. *J Tokyo Dent Coll Soc* 1957; 57(4): 357-63.
25. Grover C, Shetty N. Evaluation of calcium ion release and change in pH on combining calcium hydroxide with different vehicles. *Contemp Clin Dent* 2014; 5(4): 434-9.
26. Salem Milani A, Froughreyhani M, CharchiAghdam S, Pournaghiazar F, AsghariJafarabadi M. Mixing with propylene glycol enhances the bond strength of mineral trioxide aggregate to dentin. *J Endod* 2013; 39(11): 1452-5.
27. Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M, Ghodusi J, Kheirieh S, Brink F. Comparison of mineral trioxide aggregate's composition with Portland cements and a new endodontic cement. *J Endod* 2009; 35(2): 243-50.

28. Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M, Ghoddusi J. Effect of two storage solutions on surface topography of two root-end fillings. *Aust Endod J* 2009; 35(2): 147-52.
29. Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2005; 31(2): 97-100.
30. Bozeman TB, Lemon RR, Eleazer PD. Elemental analysis of crystal precipitate from gray and white MTA. *J Endod* 2006; 32(5): 425-8.
31. Hong ST, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Shon WJ, Lee W. Effects of root canal irrigants on the push-out strength and hydration behavior of accelerated mineral trioxide aggregate in its early setting phase. *J Endod* 2010; 36(12): 1995-9.
32. Nandini S, Natanasabapathy V, Shivanna S. Effect of various chemicals as solvents on the dissolution of set white mineral trioxide aggregate: An *in vitro* study. *J Endod* 2010; 36(1): 135-8.
33. Aggarwal V, Jain A, Kabi D. *In vitro* evaluation of effect of various endodontic solutions on selected physical properties of white mineral trioxide aggregate. *Aust Endod J* 2011; 37(2): 61-4.