

مقایسه آزمایشگاهی سیل آپیکالی ریشه پس از تهیه فضای پست متعاقب دو روش پر کردن کانال ریشه

دکتر حسین لباف^۱ - دکتر لیلا شاکری^۲ - دکتر کیومرث نظری مقدم^۳ - دکتر کیامرث هنردار^۱ - دکتر شجاع الدین شایق^۴

۱- استادیار گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه شاهد

۲- عضو هیأت علمی گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه شاهد

۳- دانشیار گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه شاهد

۴- دانشیار گروه آموزشی پروتزیهای دندانی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه شاهد

چکیده

زمینه و هدف: برای موفقیت درمان ریشه ایجاد مهر و موم آپیکال کانال ریشه با استفاده از گوتا پرکا جزء اهداف اصلی و اساسی درمان می باشد. هدف از این مطالعه تأثیر تهیه فضای پست در میزان سیل آپیکالی ریشه با دو روش Single cone و روش تراکم جانبی می باشد. **روش بررسی:** در این مطالعه تجربی آزمایشگاهی ۵۶ دندان مولر فک بالای سالم خارج شده انسان جمع آوری و ریشه پالاتال همه دندانها قطع شد طوری که طول کارکرد برای تمام نمونه ها ۱۳ میلی متر بود. سپس دندانها با استفاده از سیستم چرخشی FlexMaster به روش Crown Down آماده سازی شده و به چهار گروه آزمایشی تقسیم شدند. گروه اول تعداد ۲۴ نمونه دندانی بود که با روش مخروط منفرد و با استفاده از گوتا پرکای متقارب ۶٪ با سیلر 2Seal پر شدند. گروه دوم شامل ۲۴ نمونه دندانی بود که با روش تراکم جانبی با استفاده از گوتا پرکای معمولی و با همان سیلر پر شدند. گروه سوم گروه کنترل مثبت شامل چهار نمونه بود که پس از آماده سازی بدون سیلر پر شدند. گروه چهارم گروه کنترل منفی شامل چهار نمونه بود که با دو لایه لاک ناخن پوشانده شدند. تمام نمونه ها به مدت ۷۲ ساعت در انکوباتور با رطوبت ۱۰۰٪ و دمای ۳۷ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. سپس با استفاده از Gates-Glliden شماره ۱۱۱ (Mani.Co.Tokyo.Japan) مقدار پنج میلی متر از گوتا پرکای بخش کروئال کانال نمونه ها در گروه اول و دوم خارج شد و پس از آن از روش نفوذ رنگ برای ارزیابی نشت آپیکال با استفاده از تکنیک مشاهده با استریو میکروسکوپ استفاده گردید. آزمونهای آماری شامل Kolmogrov-Smirnov و t-test بود.

یافته ها: بیشترین میزان نفوذ رنگ مربوط به گروه اول بود که با روش مخروط منفرد با گوتا پرکای ۶٪ پر شدند و کمترین مقدار مربوط به گروه دوم بود که با روش تراکم جانبی و با استفاده از گوتا پرکای معمولی پر شدند. ($P < 0/05$)

نتیجه گیری: مهر و موم آپیکالی ریشه متعاقب تهیه فضای پست بعد از پر کردن کانال با روش تراکم جانبی بهتر از روش مخروط منفرد است.

کلید واژه ها: سیل آپیکالی - ریزش - تراکم جانبی - مخروط منفرد - فضای پست.

پذیرش مقاله: ۱۳۸۷/۱۲/۲۴

اصلاح نهایی: ۱۳۸۷/۹/۲۳

وصول مقاله: ۱۳۸۷/۶/۲۵

e.mail:Leila.shakeri@Gmail.com

نویسنده مسئول: دکتر لیلا شاکری، گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه شاهد

مقدمه

عود پوسیدگی یا شکست و تأخیر در جایگزینی ترمیم مناسب بعد از درمان کانال ریشه باشد. (۱)، تاکنون مطالعات متعددی با استفاده از نفوذ میزان رنگ، رادیوایزوتوپ و باکتری جهت بررسی ریزش انجام شده است.

هدف از پر کردن کانال ریشه فراهم کردن مهر و موم کامل در تمام طول سیستم کانال ریشه از مدخل تاجی تا انتهای آپیکال کانال می باشد. فقدان سیل تاجی می تواند در اثر نشت پانسمان موقت، شکستن مواد ترمیمی یا ساختمان دندان،

اسپریدر بیشتر است. طوری که فضای نفوذ اسپریدر در کُن اصلی ۲٪ با روش تراکم جانبی سرد بیشتر بوده و سیل آپیکالی مناسب را ایجاد می‌کند. (۷)

Kardon و همکارانش سال ۲۰۰۳ در مطالعه‌ای قابلیت سیل کنندگی سه نوع روش پرکردن کانال را بررسی کردند. نتایج مطالعه نشان داد که ریزنشست آپیکالی سیلر Endo Rez با مخروط منفرد بیشتر از همه بود و بین گروه‌های مخروط منفرد با AH Plus و Warm vertical با AH Plus تفاوت معناداری وجود نداشت. (۸)

Munoz و همکارانش سال ۲۰۰۷ مطالعه‌ای را جهت مقایسه ریزنشست کانال‌های پر شده توسط دو روش RealSeal و گوتاپرکا (با استفاده از سیلر Grossman-base) بعد از آماده‌سازی فضای پست انجام دادند. نتایج نشان داد که بین دو روش پر کردن کانال بعد از آماده‌سازی فضای پست از نظر ریزنشست میکروبی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. (۹)

مرادی و گرجستانی سال ۲۰۰۷ مطالعه‌ای را جهت ارزیابی کیفیت سیل ناحیه آپیکال با استفاده از یک عامل متصل شونده به عاج به عنوان سیلر در تکنیک پرکردگی مخروط گوتا پرکای منفرد انجام دادند. نتایج نشان داد که تکنیک تراکم جانبی و تکنیک کُن گوتاپرکای منفرد با استفاده از یک عامل باند شونده به عاج به عنوان سیلر تقریباً توانایی سیل مشابه‌ای را نشان دادند. (۱۰)

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر تهیه فضای پست بر میزان سیل آپیکال نمونه‌های دندانی است که با سیستم چرخشی Flex Master آماده‌سازی شده و با دو نوع روش مخروط منفرد (Single cone) همراه گوتاپرکای متقارب ۶٪ و روش تراکم جانبی سرد (Lateral condensation) همراه گوتاپرکای استاندارد در ریشه پالاتال مولر فک بالا پر شدند.

روش بررسی

در این مطالعه تجربی از ۵۶ دندان مولر خارج شده فک بالای بیماران مراجعه کننده به درمانگاهها و بخشهای دندانپزشکی سطح شهر استفاده شد. نمونه‌ها از نظر عدم وجود ترک، شکستگی طول ریشه، میزان باز بودن آپکس، تحلیل خارجی، انحنا، زیاد آپکس و عدم کلسیفیکاسیون با استفاده از رادیوگرافی مورد بررسی و تأیید قرار گرفتند. جهت حذف بقایای نسج نرم تمام نمونه‌ها در محلول هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ به مدت یک ساعت نگهداری و پس از آن در ظرف

هر دو عامل میزان سیل آپیکال و سیل تاجی پس از آماده سازی فضای پست بسیار مهم هستند، Gish و همکارانش در یک مطالعه نشان دادند که باکتری‌ها قادر به عبور از قسمت پر شده کانال می‌باشند. فضای خالی پس از تهیه فضای پست می‌تواند به عنوان یک تیوب کوچک سوبسترا عمل کند و محیط ایده‌آلی را جهت رشد انواع باکتری‌ها فراهم سازد. (۲)، پس از تهیه فضای پست چون باکتری‌ها و سایر محرکها برای رسیدن به بافت‌های اطراف ریشه نیاز به عبور از ماده پرکردگی کمتری دارند، لذا میزان سیل آپیکالی که توسط روش یا تکنیک پرکردن کانال، نوع سیلر و حجم گوتاپرکای به کار رفته جهت ممانعت از نفوذ باکتری‌ها در پدیده ریزنشست اهمیت بیشتری می‌یابد. (۳)

Yared و همکارانش در سال ۱۹۹۷ مطالعه‌ای با هدف تأثیر برداشتن گوتاپرکای تاجی ریشه جهت تهیه فضای پست بر میزان سیل آپیکال کانال انجام دادند. در این مطالعه نشان داده شد که برای ایجاد فضای پست روش پر کردن عمودی بهتر از پر کردن به روش تراکم جانبی است. (۴)، در مطالعه دیگری روانشاد و خیاط بیان کردند که بین روش پر کردن کانال به روش تراکم جانبی و گوتاپرکای ترمافیل از نظر سیل آپیکال تفاوت معنی‌دار بود. نشان داده شد که روش تراکم جانبی سیل بهتری نسبت به ترمافیل دارد. (۵)، Metzger و همکارانش در سال ۲۰۰۰ مطالعه‌ای که هدف آن تهیه فضای پست و تأثیر آن بر روی نشست تاجی و میزان گوتاپرکای باقی مانده بود انجام دادند. در این مطالعه تأثیر طول کانال و مقدار گوتاپرکای باقیمانده در انتهای آپیکال کانال پس از ایجاد فضای پست و تأثیر آن بر روی ریزنشست تاجی و سیل آپیکالی مدنظر بود. در این مطالعه پیشنهاد شد که گوتاپرکا در قسمت آپیکال کانال وقتی کمتر از هفت میلی‌متر باشد کیفیت سیل آپیکالی را کاهش می‌دهد. لذا بهتر است که در تهیه فضای پست زمان خالی کردن گوتاپرکا پس از Setting کامل سیلر (بسته به نوع سیلر) باشد و میزان گوتاپرکای باقیمانده در انتهای کانال هفت میلی‌متر در نظر گرفته شود، در غیر این صورت ریزنشست آپیکال بیشتر خواهد شد. (۶)، Bal و همکارانش در سال ۲۰۰۱ مطالعه‌ای جهت بررسی کیفیت سیل آپیکال در کانال‌های پر شده به روش تراکم جانبی سرد با استفاده از کُن گوتاپرکا با تقارب ۲٪ و ۶٪ انجام دادند. در این مطالعه مشاهده شد که هنگام استفاده از گوتاپرکا با تقارب ۲٪ نسبت به ۶٪ عمق نفوذ

هر نوع نقص از قبیل وجود حباب و پرکردگی ناقص با استفاده از رادیو گرافی تهیه شده از بعد باکو لینگوالی (طبق شرایط کلینیکی) بررسی شدند. گروه سوم شامل چهار نمونه به عنوان گروه کنترل مثبت در نظر گرفته شد. در این گروه نمونه‌ها پس از آماده‌سازی با سیستم فایل چرخشی بدون سیلر پر شدند و همچنین چهار نمونه به عنوان گروه کنترل منفی بعد از آماده‌سازی با دو لایه لاک ناخن و یک لایه موم چسب پوشانده شدند.

تمام نمونه در انکوباتور با رطوبت ۱۰۰٪ و دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت نگهداری شدند. سپس با استفاده از Gates- Glidden شماره III (Mani Co. Japan) به مقدار پنج میلی‌متر از گوتا‌پرکای کرونا ل نمونه‌های گروه اول و دوم خارج گردید طوری که طول گوتا‌پرکای باقیمانده در انتهای کانال هفت میلی‌متر باشد. (۶) پس از آن با پانسمان موقت (Coltosol, Ariadent, Iran) در ناحیه کرونا ل سیل شدند. در مرحله بعد تمام سطح ریشه سه گروه اول بجز دو میلی‌متری آپکس به وسیله دو لایه لاک ناخن و یک لایه موم چسب پوشیده شد.

نمونه‌های دندانانی به مدت پنج دقیقه در شرایط خلاء به صورت عمودی نگهداری شدند و سپس ۴۸ ساعت در جوهر هندی به صورت عمودی و غیر فعال غوطه‌ور شدند طوری که نفوذ رنگ از قسمت انتهایی آپکس به سمت تاج دندان انجام شود. (۱۴)

در مرحله بعد نمونه‌ها در آب روان شسته شده و پس از آن با دیسک الماسه (Mailiefer Co. Switzerland (D&Z) به ضخامت ۰/۱۷ میلی‌متر دو شیار باکولینگوالی در طول سطح ریشه‌ها ایجاد شد و توسط یک اسپاتول به دو نیم تبدیل شدند.

مشاهده میزان نشت در محل آماده‌سازی آپیکال یعنی یک میلی‌متر بالاتر از فورامن آپیکال تا محل بیشترین مقدار نفوذ رنگ روی دیواره داخلی دندان مورد بررسی قرار گرفت. اندازه‌گیریها توسط سه مشاهده گر در یک نوبت توسط استرئومیکروسکوپ (Olympus SZ 4045, Japan) با بزرگنمایی ۴۰× انجام شد. برای اطمینان از صحت توزیع داده‌ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده گردید. با توجه به نرمال بودن توزیع متغیرهای مورد نظر آزمون آماری t مورد استفاده قرار گرفت.

حاوی نرمال سالین نگهداری شدند. ریشه پالاتال تمام نمونه‌های دندانانی از محل CEJ با استفاده از دیسک الماسه D&Z به ضخامت ۰/۱۷ میلی‌متر به طول ۱۳ میلی‌متری از آپکس قطع شدند. فورامن آپیکال ریشه‌ها با عبور 10-file (Mani Co. Japan) جهت اطمینان از بازبودن ناحیه آپیکال مورد آزمایش قرار گرفت. سپس تمام نمونه با فایل چرخشی (VDW Co. Munich. Germany) FlexMaster آماده‌سازی شدند. برای پاکسازی و شکل‌دهی از سیستم فایل (VDW Co. Munich. Germany) FlexMaster به روش Crown-down استفاده گردید. ابتدا از فایل شماره ۳۰ با تقارب ۶٪ و سپس فایل‌های شماره ۲۵ با تقارب ۶٪، شماره ۳۰ با تقارب ۴٪، شماره ۲۵ با تقارب ۴٪ با استفاده از آنگل ۱:۶۴ (NSK Co. Japan) با سرعت سیصد دور در دقیقه استفاده شد. آماده‌سازی کانال با فایل شماره ۳۰ با تقارب ۶٪ و طول کارکرد یک میلی‌متر کوتاه‌تر از فورامن آپیکال به اتمام رسید. بین فواصل عمل فایلینگ از سرم فیزیولوژی به همراه (RCprep, premier, USA) lubricant استفاده شد. پس از آن دندانها به طور تصادفی به دو گروه اصلی و دو گروه کنترل تقسیم شدند. با توجه به اینکه سیلرهای با بیس رزینی ایده‌آل‌ترین سیلرهای مصرفی از لحاظ ریزش و مدت زمان کاری هستند. (۱۱)، بدین جهت از سیلر 2Seal (Topseal) (۱۲-۱۳)، (VDW, Densply) (Co. Munich. Germany) که زیر گروه سیلرهای رزینی است جهت پر کردن کانال همراه گوتا‌پرکا استفاده شده است. گروه اول که شامل ۲۴ نمونه بود بعد از آماده‌سازی با مخروط گوتا‌پرکای ۳۰ با تقارب ۶٪ (VDW CO. Munich. Germany) به روش مخروط منفرد با سیلر 2Seal (VDW Co. Munich. Germany) پر شدند. مقدار اضافی گوتا‌پرکا از قسمت تاجی توسط حامل گرما قطع شد. در گروه دوم ۲۴ نمونه بعد از آماده‌سازی با مخروط گوتا‌پرکای استاندارد (VDW Co. Munich. Germany) 2Seal همراه با سیلر (VDW Co. Munich. Germany) 2Seal به روش تراکم جانبی سرد پر شدند. جهت تکنیک تراکم جانبی از اسپریدر B (Mailiefer Co. Swiss) که تا عمق ۰-۵/۰ میلی‌متری طول کارکرد وارد کانال شد استفاده گردید. مقدار اضافی گوتا‌پرکا از قسمت تاجی توسط حامل گرما قطع شد. بعد از اتمام پر کردن کانال‌ها هر دو گروه از نظر

یافته‌ها

در گروه اول میانگین ریزنشست $1/25$ میلی‌متر ($\pm 0/87$) بود. در گروه تراکم جانبی با گوتای استاندارد میانگین ریزنشست $0/85$ میلی‌متر ($\pm 0/52$) بود. در نمونه‌های کنترل مثبت در تمام طول ریشه نفوذ رنگ مشاهده شد و در گروه کنترل منفی هیچ‌گونه نفوذ رنگ در هیچ‌کدام از نمونه‌ها مشاهده نشد.

نتایج نهایی به دست آمده از آزمون t نشان داد که روش تراکم جانبی سرد با گوتا پرکای استاندارد پس از تهیه فضای پست میزان نشست اپیکالی کمتری نسبت به مخروط منفرد با گوتا پرکای 6% داشت. بین گروه‌ها از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود دارد. ($P < 0/05$) بدین معنی نمونه‌هایی که در گروه دوم به روش تراکم جانبی سرد پر شدند ریزنشست کمتری را نشان دادند. طبق این مطالعه روش تراکم جانبی روش مناسبتری برای درمان ریشه می‌باشد.

بحث

جهت ترمیم دندانهای اندو شده معمولاً برای خارج کردن گوتا و ایجاد فضای پست از وسایل چرخشی استفاده می‌شود. (۱۵)، این عمل با احتمال بهم زدن سیل اپیکال، ایجاد نشست باکتریایی و شکست بعد از درمان پروتز را سبب می‌شود. (۱۶)

در مطالعه حاضر ریزنشست بین دو روش پر کردن کانال (تراکم جانبی و مخروط منفرد) بعد از ایجاد فضای پست بررسی شد. نتایج نشان داد که روش کُن منفرد همراه با سیلر 2Seal ریزنشست بیشتری از روش تراکم جانبی دارد. با توجه به مطالعه Abramovitz (۱۷) و Metzger (۶) که هدف آن بررسی سیل آپیکالی پس از تهیه فضای پست توسط یک مایع نفوذ پذیر به صورت آزمایشگاهی بود، نشان داده شد که در نمونه‌هایی که فقط سه میلی‌متر در انتهای کانال گوتا پرکا باقی مانده بود بیشترین ریزنشست آپیکالی را نشان داد و در نمونه‌هایی که شش میلی‌متر گوتا در انتهای کانال باقی ماند ریزنشست کمتری داشت. بدین منظور در مطالعه حاضر مقدار گوتای باقیمانده انتهای ریشه هفت میلی‌متر در نظر گرفته شد.

قدرت سیل کنندگی سیلر در کنار گوتا پرکا که مواد اصلی کننده کانال می‌باشند نقش مهمی در سیل آپیکال را بازی

می‌کند. در بررسی Correa-Pesce و همکارانش (۱۸) نشان داده شد که سیلر AH-Plus قدرت سیل کنندگی بهتری را نسبت به EndoFill دارد. همچنین Kardon و همکارانش (۸) در مطالعه‌ای نشان دادند که سیلر AH-Plus که جهت پر کردن کانال به روشهای کُن منفرد و تراکم عمودی گرم استفاده شده بود سیل بهتری را نسبت به سیلر EndoRez نشان داد. همچنین مرادی و گرجستانی (۱۰) نشان دادند که تکنیک تراکم جانبی و تکنیک گوتای منفرد با استفاده از یک عامل باند شونده به عاج به عنوان سیلر سیل مشابه‌ای را ایجاد می‌کند. بدین منظور در این مطالعه از سیلر رزینی 2Seal که تا کنون بررسی کمتری روی آن انجام شده در گروه‌های مورد مطالعه استفاده شد.

Solano (۱۹) نشان داد که وقتی آماده‌سازی فضای پست در جلسه پر کردن کانال انجام شود، نسبت به آماده‌سازی در یک هفته بعد ریزنشست کمتری دارد. سیلر مورد مطالعه AH-PLUS بود و جهت خارج کردن گوتا برای تهیه فضای پست از وسیله حامل گرما و (Gates-Gliden) استفاده شد. پس می‌توان نتیجه گرفت که نوع سیلر مصرفی و روش تخلیه کانال هم می‌تواند در زمان آماده‌سازی فضای پست نقش داشته باشد. نتیجه بررسی Bal (۷) نشان داد پر کردن کانال به روش تراکم جانبی با گوتای استاندارد سیل بهتری را نسبت به گوتای متقارب 6% ایجاد می‌کند که با مطالعه حاضر مطابقت می‌نماید.

Pereira و همکارانش (۲۰) مطالعه‌ای را جهت خاصیت سیل کنندگی سه نوع سیلر AH-Plus Endo-Rez و Roekseal بعد از آماده‌سازی فضای پست روی دندانهای پرمولر سگ انجام دادند و نتایج نشان داد که Roekseal بیشترین میزان ریزنشست را نشان داد. با توجه به اختلافات زیادی که بین مطالعات بالینی و آزمایشگاهی وجود دارد توصیه می‌شود جهت بررسی قدرت سیل کنندگی سیلر و اثر آن روی آماده سازی فضای پست بر روی سیل از مطالعات بالینی که به وضعیت کلینیکی نزدیکتر است استفاده شود.

در این مطالعه جهت بررسی میزان نفوذ رنگ از برش طولی نمونه‌ها استفاده شد. به جهت اینکه با این روش نمی‌توان کاملاً ریزنشستی را که در کل ماده پرکننده ریشه ایجاد شده است مشاهده کرد، توصیه می‌شود جهت مطالعات بعدی از روش بررسی به صورت Cross-section استفاده گردد. (۲۱)

نتیجه‌گیری

شده با استفاده از مخروط منفرد و سیلر 2Seal است. طبق این مطالعه روش تراکم جانبی همراه سیلر 2Seal روش مناسبتری برای درمان ریشه می‌باشد.

ریز نشست آپیکالی متعاقب تهیه فضای پست بعد از پر کردن کانال با روش تراکم جانبی کمتر از ریزنشست کانال‌های پر

REFERENCES

1. Cohen S, Hargreaves KM. Pathways of the pulp. 9th ed. Philadelphia: Mosby; 2006, 360.
2. Gish SP, Drarke DR, Walton RE. Coronal leakage: Bacterial penetration through obturated canals following post space preparation. J Am Dent Assoc. 1994 Oct; 125(10):1369-72.
3. Van Zyl SP, Gulabivala K, Ng Y-L. Effect of customization of master gutta-percha cone on apical control of root filling using different techniques: An ex vivo study. Int Endod J. 2005 Sep; 38(9):658-66.
4. Yared GM, Dagher FB, Machtou P. Influence of the removal of coronal Gutta-Percha on the seal of root canal obturations. J Endod. 1997 Mar; 23 (3): 146-8.
5. Ravanshad S, Khayat A. An in-vitro evaluation of apical seal ability of thermafil obturation versus lateral condensation. J Dent. 2004 Dec; 1(4): 48-55.
6. Metzger Z, Abramovitz R, Tagger M. Correlation between remaining length of root canal fillings after immediate post space preparation and coronal Leakage. J Endod. 2000 Dec; 26 (12): 724-8.
7. Bal As, Hicks ML, Barnett F. Comparison of laterally condensed .06 and .02 tapered Gutta-Percha and sealer in vitro. J Endod. 2001 Dec; 27(12):786-8.
8. Kardon BP, Kuttler S, Hardigan P, Dorn So. An in vitro evaluation of the sealing ability of a new root- canal- obturation system. J Endod. 2003 Oct; 29(10):658-61.
9. Muñoz HR, Saravia-Lemus GA, Florián WE, Lainfiesta JF. Microbial leakage of enterococcus faecalis after post space preparation in teeth filled in vivo with RealSeal versus Gutta-Percha. J Endod. 2007 Jun; 33(6):673-5.
10. Moradi S, Gorgestani H. Evaluation of the sealing ability of a dentin bonding agent as a sealer in single cone obturation technique. J. Islamic Dent Assoc. 2007 Summer; 19(2):8-13.
11. Cohen S, Hargreaves KM. Pathways of the pulp. 9th ed. Philadelphia: Mosby; 2006, 268-269.
12. Dammasche T, Schneider U, Stratman U, Yo J-M, Schafer E. Reaction of inflamed periapical tissue to three different root canal sealer. German Dent J. 2006 Jan; 61(1):15-26.
13. Lucena-Martín C, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP, Robles-Gijón V, Navajas-Rodríguez de Mondelo JM. A comparative study of apical leakage of endomethasone, Topseal, and Roeko Seal sealer cement. J Endod. 2002 Jun; 28(6):423-6.
14. Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. Int Endod J. 1993 Jan; 26(1):37-43.
15. Hussey DL, Killough SA. A survey of general dental practitioner's approach to the restoration of root- filled teeth. Int Endod J. 1995 Mar; 28(2):91-4.
16. Wu MK, Pehlivan Y, Kontakiotis EG, Wesselink PR. Microleakage along apical root filling and cemented posts. J Prosthet Dent. 1998 Mar; 79(3):264-9.

17. Abramovitz I, Lev R, Fuss Z, Metzger Z. The unpredictability of seal after post space preparation: A fluid transport study. *J Endod.* 2001 Apr; 27(4):292-5.
18. Correa-Pesce AL, Gonzalez-Lopez S, Gonzalez-Rohdriguez MP. Effect of post space preparation on apical seal: influences of time interval and sealer. *Med Oral Pathol Oral Cir Bucal.* 2007 Oct; 12(6):E464-8.
19. Solano F, Hatwell G, Appelstein C. Comparision of apical leakage between immediate versus delayed post space preparation using AH Plus sealer. *J Endod.* 2005 Oct; 31(10):752-4.
20. Pereira Cda, de Oliveira EP, Gomes MS, Della-Bona A, Vanni JR, Kopper PM, de Figueiredo JA. Comparative in vivo analysis of the sealing ability of three endodontic sealers in dog teeth after post space preparation. *Aust Endod J.* 2007 Dec; 33(3):101-6.
21. Haikel Y, Wittenmeyer W, Bateman G, Betaleb A, Allemann C. A new method for the quantitative analysis of endodontic microleakage. *J Endod.* 1999 Mar; 25(3):172-7.