

بررسی آزمایشگاهی تأثیر "tug-back" بر سیل آپیکالی در درمان ریشه

دکتر مسعود ساعتچی*#، دکتر فاطمه رستمی**

* استادیار گروه اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

** دندانپزشک

تاریخ ارائه مقاله: ۸۴/۹/۱ - تاریخ پذیرش: ۸۵/۲/۲۷

Title: An invitro study of the influence of "tug-back" on the apical seal in root canal therapy

Authors:

Saatchi M. Assistant Professor*#, Rostami F. Dentist

Address:

* Dept. of Endodontics, Dental School, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

Introduction:

The final objective of root canal therapy is to create a complete seal along the length of the root canal system from the coronal opening to the apical termination and to accomplish the best adaptation from obturation material with canal walls. The tug-back of the master cone is recommended to provide apical seal. The purpose of this study, was to determine the influence of tug-back on the quality of the apical seal.

Materials & Methods:

In this experimental in vitro study, seventy single canal teeth were selected. The crowns were removed, the canals were prepared using a step-back instrumentation technique. Patency of the apical foramen was maintained and the teeth were divided into 2 experimental groups of 32. In the first group obturation was achieved by tug-back in master cone and in the second group without tug-back using lateral condensation technique. Six teeth were used as control group, out of which three served as negative and three as positive controls. The teeth were placed in 100% humidity and 37°C for three days. The roots of the teeth were coated with two layers of nail varnish and one layer of stick wax except for the 2mm of apical end. Teeth were immersed in methylenblue 2% solution for one week and finally the teeth were sectioned vertically. The depth of maximum dye penetration for each tooth was recorded by two evaluators with stereomicroscope. All results were submitted for statistical analysis using Student's t-test.

Results:

The mean linear dye penetration for experimental group with tug-back in master cone was 6.918 ± 2.140 mm while this was 8.110 ± 1.929 mm in the group without tug-back. This difference was statistically significant ($P=0.02$).

Conclusion:

The results of this study showed that the tug-back in master cone provided a significantly better apical seal.

Key words:

Tug-back, apical seal, master cone, lateral condensation.

Corresponding Author: Saatchi@dnt.mui.ac.ir

Journal of Dentistry. Mashhad University of Medical Sciences, 2006; 30: 65-70.

چکیده

مقدمه:

هدف نهایی در درمان ریشه دندان، ایجاد یک سیل کامل در سراسر طول کانال ریشه و تطبیق هر چه بهتر ماده پرکردگی با دیواره کانال می‌باشد. یکی از مواردی که به منظور ایجاد و حفظ سیل آپیکالی در روش های متداول پرکردن کانال ریشه بیان شده است، وجود تاگ - بک (tug-back) در گوتای اصلی است. لیکن توافق نظر کاملی در مورد لزوم رعایت تاگ - بک در گوتای اصلی وجود ندارد. هدف از انجام این مطالعه ارزیابی آزمایشگاهی تأثیر تاگ- بک بر کیفیت سیل آپیکالی دندانهای درمان ریشه شده بود.

مواد و روش ها:

این مطالعه به صورت تجربی و از نوع آزمایشگاهی بود. از ۷۰ دندان تک کاناله تازه کشیده شده استفاده شد. تاج دندان ها قطع شد و کانال ریشه به روش "step-back" و به کمک گیتس گلیدن و رعایت Apical patency، آماده سازی شد. از هیپوکلریت

سدیم ۲/۵ درصد به منظور شستشوی کانال استفاده گردید. دندان‌ها به ۲ گروه ۳۲ تایی آزمایشی تقسیم شدند. گروه اول با ایجاد تاگ - بک و گروه دوم بدون وجود تاگ - بک، در کوتای اصلی، به روش تراکم جانبی پر شدند. ۲ گروه ۳ تایی شاهد مثبت و منفی نیز در نظر گرفته شد. نمونه‌ها به مدت ۳ روز در انکوباتور در رطوبت ۱۰۰ درصد و دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس تمام سطح دندان‌ها به جز ۲ میلی‌متر انتهایی ریشه، توسط دو لایه لاک ناخن و یک لایه موم چسب پوشانده شد و دندانها به مدت یک هفته در متیلن بلو ۲ درصد قرار داده شدند. سپس دندان‌ها در جهت طولی دو نیمه شدند و بیشترین میزان نفوذ خطی رنگ متیلن بلو به داخل کانال بوسیله استریومیکروسکوپ با بزرگنمایی اولیه ۸x توسط دو نفر جداگانه اندازه‌گیری و میانگین آن ثبت گردید. یافته‌ها به کمک آزمون T-student بررسی آماری شدند.

یافته‌ها:

میانگین نفوذ رنگ در گروه دارای تاگ - بک برابر $6/918 \pm 2/140$ میلی‌متر و میانگین نفوذ رنگ در گروه بدون تاگ - بک برابر $8/110 \pm 1/929$ میلی‌متر بود. اختلاف بین این دو گروه از نظر آماری معنی‌دار بود ($P=0/02$).

نتیجه‌گیری:

بر اساس یافته‌های این مطالعه، وجود تاگ - بک در کوتای اصلی هنگام درمان ریشه باعث افزایش سیل آپیکالی می‌گردد. لذا توصیه می‌شود هنگام پر کردن کانال ریشه دندان، نسبت به ایجاد تاگ - بک در کوتای اصلی وقت و حوصله کافی صرف شود.

واژه‌های کلیدی:

تاگ - بک، سیل آپیکالی، کوتای اصلی، تراکم جانبی.

مجله دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد / سال ۱۳۸۵ جلد ۳۰ / شماره ۲۰۱

مقدمه:

است^(۸-۴). روش تراکم جانبی یکی از رایج‌ترین روش‌های پر کردن کانال ریشه می‌باشد. در این روش بیان شده است که کوتای اصلی باید خصوصیتی به نام تاگ - بک داشته باشد. تاگ - بک احساس مقاومت کششی در هنگام خروج کوتای اصلی از داخل کانال ریشه است. وقتی کوتای اصلی در داخل کانال ریشه قرار می‌گیرد باید در ۱ تا ۳ میلی‌متری آپیکالی با دیواره‌های کانال تماس داشته باشد، بطوری که در برابر فشار خروجی مقاومت مختصری از خود نشان دهد^(۹). در واقع کوتای اصلی به گونه‌ای انتخاب می‌شود که با دیواره‌های کانال در قسمت آپیکالی تطابق داشته باشد. Allison و همکاران، تأثیر تطابق کوتای اصلی بر سیل آپیکالی کانال را بررسی کردند. در مطالعه آنها وجود یا عدم وجود تاگ - بک اثری بر سیل آپیکالی کانال نداشت^(۱۰). Guttman وجود تاگ - بک را در پر کردن کانال ریشه یک نیاز لازم و ضروری نمی‌داند^(۱۱). Weine در مورد الزامی بودن تاگ - بک تردید می‌کند و معتقد است که در کانال‌های

مهر و موم کردن کانال ریشه در تمام ابعاد جزء اهداف اصلی درمان ریشه است. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که علت اصلی شکست درمان ریشه، پرکردگی ناقص کانال و ایجاد ریزش در آن است^(۱۲). به علت پیچیدگی آناتومی کانال ریشه، با پیشرفته‌ترین وسایل و تکنیک‌های پاکسازی نیز نمی‌توان کانال را کاملاً از وجود باکتری‌ها و مواد محرک پاک کرد^(۳). این مواد به عنوان یک منبع محرک بالقوه در کانال ریشه باقی می‌مانند و ممکن است باعث عدم موفقیت درمان شوند. بنابراین دندانپزشک علاوه بر دقت در پاکسازی و شکل‌دهی کانال باید به روشی کانال ریشه دندان را بوسیله گوتاپرکا پر کند که مهر و موم سه بعدی در جهت آپیکال، کروئال و لترال ایجاد شود.

روش‌های مختلفی جهت پر کردن کانال ریشه دندان معرفی شده است. همچنین، مطالعات مختلفی جهت مقایسه قدرت سیل‌کنندگی این روش‌ها انجام گردیده

تاجی کانال ریشه استفاده شد. فایل شماره ۱۰ جهت رعایت Apical patency مورد استفاده قرار گرفت. برای شستشوی کانال ریشه در فواصل تعویض هر فایل از هیپوکلریت ۲/۵ درصد استفاده گردید. سپس کانال ریشه‌ها با استفاده از کن کاغذی (آریادنت، ایران) خشک شد و دندان‌ها به طور تصادفی به دو گروه ۳۲ تایی آزمایش و دو گروه ۳ تایی شاهد مثبت و منفی تقسیم شدند.

گروه اول: شامل ۳۲ دندان و گوتای اصلی (Korea, DiaDent) به گونه‌ای انتخاب شد که دارای تاگ - بک باشد. وجود تاگ - بک در گوتای اصلی با حس لامسه (Tactile test) و مطلوب بودن طول آن با استفاده از رادیوگرافی و مشاهده مستقیم تأیید شد.

گروه دوم: شامل ۳۲ دندان و گوتای اصلی به گونه‌ای انتخاب شد که فاقد تاگ - بک باشد.

کانال ریشه دندان‌ها در هر دو گروه آزمایشی با استفاده از سیلر ZOE خالص (گلچای - ایران) و به روش تراکم جانبی با استفاده از اسپریدر انگشتی (Maillefer, Switzerland) با گوتاپرکا پر شد. برای ارزیابی وضعیت پرکردگی کانال‌ها، از هر نمونه رادیوگرافی نهایی به عمل آمد و پس از تأیید پرکردگی، با استفاده از پلاگر داغ، گوتاپرکا از ۳ تا ۴ میلی‌متر ابتدای کانال خارج گردید و خمیر پانسمان کلتوزول (Coltene, Switzerland) در داخل حفره قرار داده شد. دندان‌ها به مدت ۳ روز در انکوباتور در رطوبت ۱۰۰ درصد و دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند تا سیلر سخت شود. سپس سطح ریشه دندان‌ها در دو گروه آزمایشی، توسط ۲ لایه لاک ناخن و یک لایه موم چسب، بجز ۲ میلی‌متر انتهای ریشه، پوشانده شد. در گروه شاهد مثبت و منفی کانال ریشه دندان‌ها توسط گوتاپرکا پر نشد. در گروه شاهد مثبت سطح ریشه دندان‌ها بجز ۲ میلی‌متر انتهای ریشه با ۲ لایه لاک ناخن و یک لایه موم چسب پوشانده شد و در گروه

ظریف تر امکان به دست آوردن تاگ - بک مشکل به نظر می‌رسد و بر Flare بودن نهایی کانال‌ها تکیه می‌کند^(۱۲). همچنین منصف و هنردار اثر تاگ - بک را بر سیل آپیکالی بررسی نمودند و بیان داشتند که در روش تراکم جانبی، وجود تاگ - بک در کیفیت سیل آپیکالی موثر است^(۱۳). با توجه به اهمیت ویژه سیل آپیکالی در درمان ریشه دندان و وجود مطالعات اندک و نظرات متفاوت در زمینه تأثیر تاگ - بک بر سیل آپیکالی کانال، هدف از انجام این مطالعه بررسی نقش تاگ - بک بر کیفیت سیل آپیکالی دندان‌های درمان ریشه شده بود.

مواد و روش‌ها:

این مطالعه به صورت تجربی و از نوع آزمایشگاهی و جمعیت مورد مطالعه ۷۰ عدد دندان تک کاناله تازه کشیده شده بود. شرط ورود به مطالعه نداشتن پوسیدگی وسیع سطح ریشه، کلسیفیکاسیون، تحلیل داخلی، انحاء شدید، آپکس باز و داشتن فایل اولیه حداقل برابر فایل شماره ۲۰ بود. دندان‌ها ۲۴ ساعت در محلول هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵ درصد قرار داده شدند. سپس جرم و الیاف پرپودنتال سطح ریشه توسط قلم کورت پرپودنتال حذف گردید و دندان‌ها تا هنگام آزمایش درون ظرف حاوی سرم فیزیولوژیک نگهداری شدند. جهت اطمینان از شرایط ورود به مطالعه، رادیوگرافی اولیه تهیه شد. تاج دندان‌ها توسط دیسک الماسی (D&Z, Germany) قطع شد. جهت اندازه‌گیری طول کارکرد ابتدا فایل شماره ۱۵ (Maillefer, Switzerland) به اندازه‌ای در داخل کانال قرار داده شد که نوک فایل از انتهای آپکس مشاهده شود. طول کارکرد برابر یک میلی‌متر کوتاه تر از این اندازه تعیین گردید. آماده‌سازی کانال ریشه با استفاده از روش "step-back" تا فایل اصلی شماره ۴۰ و گشادسازی تا فایل شماره ۸۰ انجام شد. از گیتس گلیدن شماره ۲، ۳، ۴ (Maillefer, Switzerland) جهت گشادسازی نیمه

شاهد منفی تمام سطح ریشه دندان توسط ۲ لایه لاک ناخن و یک لایه موم چسب پوشانده شد. تمام دندان‌ها به مدت یک هفته در رنگ متیلن بلو ۲ درصد در حرارت ۳۷ درجه سانتیگراد در انکوباتور قرار گرفتند. سپس دندان‌ها توسط دیسک الماسی (D&Z, Germany) در جهت باکولینگوالی به دو نیمه تقسیم شدند. برای اندازه‌گیری میزان نفوذ طولی رنگ متیلن بلو به داخل کانال ریشه از دستگاه استریومیکروسکوپ با بزرگنمایی اولیه ۸ استفاده شد (تصویر ۱). میزان نفوذ رنگ برحسب میلی‌متر توسط دو نفر که از چگونگی پرشدن نمونه‌ها آگاهی نداشتند، بطور جداگانه اندازه‌گیری و میانگین عددی آن ثبت گردید. از آزمون T-student جهت بررسی آماری یافته‌ها استفاده شد.

جدول ۱: مقایسه میانگین ریزش در دو گروه مورد آزمایش برحسب میلی‌متر

گروه	میانگین ریزش		انحراف معیار		دامنه حداقل حداکثر
	میانگین	ریزش	معیار	انحراف	
دارای تاگ - بک	۶/۹۱۸	۲/۱۴۰	۱۱/۶۰	۴/۱۵	
بدون تاگ - بک	۸/۱۱۰	۱/۹۲۹	۱۱/۶۰	۴/۹۸	

بحث:

حدود ۶۰ درصد از شکست‌های درمان ریشه به علت پرکردگی ناقص و فقدان سیل کانال ریشه می‌باشد^(۱). به همین دلیل بخش زیادی از مطالعات اندودنتیکس پیرامون مواد، وسایل و روش‌هایی است که بتواند کانال ریشه دندان را بهتر سیل کند. روش‌های زیادی مانند نفوذ ماده رنگی، رادیوایزوتوپ، الکتروشیمیایی، انفیلتراسیون مایع، نفوذ میکروبی، اتورادیوگرافی و میکروسکوپ الکترونی جهت بررسی میزان ریزش و ارزیابی کیفیت سیل کانال ریشه بیان شده است. در این مطالعه از روش نفوذ رنگ استفاده گردید. این روش به علت سادگی آن و اعتبار کافی در نتایج بدست آمده، بیشترین کاربرد را دارد^(۱۴). هرچند به اعتقاد برخی محققان اندازه نرات رنگ و یا امولسیون حاصل از محلول‌های رنگی بسیار کوچکتر از اندازه میکروارگانیسم‌ها و یا فرآورده‌های ناشی از آنها می‌باشد و این مسئله می‌تواند میزان ریزش را بیشتر از میزان آن در شرایط کلینیک نشان دهد^(۱۵).

شاهد منفی تمام سطح ریشه دندان توسط ۲ لایه لاک ناخن و یک لایه موم چسب پوشانده شد. تمام دندان‌ها به مدت یک هفته در رنگ متیلن بلو ۲ درصد در حرارت ۳۷ درجه سانتیگراد در انکوباتور قرار گرفتند. سپس دندان‌ها توسط دیسک الماسی (D&Z, Germany) در جهت باکولینگوالی به دو نیمه تقسیم شدند. برای اندازه‌گیری میزان نفوذ طولی رنگ متیلن بلو به داخل کانال ریشه از دستگاه استریومیکروسکوپ با بزرگنمایی اولیه ۸ استفاده شد (تصویر ۱). میزان نفوذ رنگ برحسب میلی‌متر توسط دو نفر که از چگونگی پرشدن نمونه‌ها آگاهی نداشتند، بطور جداگانه اندازه‌گیری و میانگین عددی آن ثبت گردید. از آزمون T-student جهت بررسی آماری یافته‌ها استفاده شد.



تصویر ۱: بررسی ریزش آپیکالی به روش نفوذ رنگ

یافته‌ها:

نفوذ رنگ در تمام نمونه‌های مورد آزمایش به درجات متفاوتی وجود داشت. در اغلب موارد نفوذ رنگ در حد فاصل سیلر و دیواره عاجی کانال ریشه ایجاد شده بود. میانگین نفوذ رنگ در گروه دارای تاگ - بک برابر $۲/۱۴۰ \pm ۶/۹۱۸$ میلی‌متر بود. میانگین نفوذ رنگ در گروه بدون تاگ - بک برابر

پاکسازی، امکان به دست آوردن تاگ - بک به طور صحیح مقدور نمی باشد. وی همچنین عنوان می کند که در کانال های کوچک به ندرت قادر به ایجاد تاگ - بک خواهیم بود و دلیل این امر را کوچک بودن فضای کانال می داند^(۱۲).

احساس تاگ - بک الزاماً به معنی تطابق گوتای اصلی در ۱ تا ۳ میلی متر آپیکالی کانال نمی باشد. بلکه اگر آماده سازی و شکل دهی کانال ریشه به خوبی انجام نشده باشد ممکن است این احساس گیر اصطکاکی مربوط به بخش بالاتر از ۱ تا ۳ میلی متر آپیکالی کانال باشد. بنابراین آماده سازی و شکل دهی مطلوب کانال ریشه بعنوان شرط اولیه حائز اهمیت است.

منصف و هنردار تأثیر وجود تاگ - بک را بر سیل آپیکالی کانال در دو روش تراکم جانبی و تراکم عمودی بررسی کردند^(۱۳). در مطالعه آنها Apical patency رعایت شده بود. همچنین از روش نفوذ رنگ جهت بررسی ریزنشست استفاده کردند. در مطالعه آنها مشخص شد هنگامی که از روش تراکم جانبی جهت پرکردن کانال ریشه استفاده شود، وجود تاگ - بک در کیفیت سیل آپیکالی موثر است. نتایج به دست آمده از بررسی آنها با نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر همخوانی دارد. همچنین آنها بیان کردند که در روش تراکم عمودی، وجود تاگ - بک تأثیر چندانی در کیفیت سیل آپیکالی ندارد که می تواند به علت فشردن شدن مطلوب تر گوتاپرکا در ناحیه آپیکالی کانال ریشه در این روش باشد.

از آنجا که رایج ترین روش پرکردن کانال ریشه، روش تراکم جانبی می باشد لذا در مطالعه حاضر تأثیر تاگ - بک بر سیل آپیکالی دندان با استفاده از روش تراکم جانبی بررسی گردید.

ولی ترابی نژاد و همکاران معتقدند، هنگامی که یک ماده پرکننده به مولکول های کوچک رنگ اجازه عبور ندهد، می تواند از نشت مولکول های بزرگتر مانند باکتری و محصولات آن نیز جلوگیری کند^(۱۶). در مطالعه Kucukay و همکاران مشخص گردید که در آزمایشات نفوذ رنگ، سانتریفیوژ کردن یا نکردن نمونه ها در رنگ، تأثیری در میزان نفوذ رنگ ندارد^(۱۷). در مطالعه حاضر نیز از سانتریفیوژ استفاده نشد.

در هنگام پرکردن کانال ریشه دندان، گوتای اصلی باید در ۱ تا ۳ میلی متر انتهای کانال با دیواره عاجی تطابق کامل داشته باشد. این تطابق باعث ایجاد احساس گیر اصطکاکی هنگام خارج کردن گوتای اصلی از داخل کانال می شود که به آن تاگ - بک گفته می شود. در مطالعه حاضر مشاهده گردید که دندان هایی که گوتای اصلی دارای تاگ - بک بود ریزنشست کمتری نسبت به دندان هایی که گوتای اصلی فاقد تاگ - بک بود داشتند. Allison و همکاران مطالعه ای را جهت مشخص نمودن تأثیر تاگ - بک بر سیل آپیکالی انجام دادند و نتیجه گرفتند که وجود یا عدم وجود تاگ - بک در گوتای اصلی، تأثیری بر سیل آپیکالی ندارد^(۱۰). نتایج آنها با نتایج ما مغایرت داشت. دلیل این مغایرت ممکن است به علت استفاده نکردن از Patency file در مطالعه Allison و همکاران باشد. در صورت استفاده نکردن از Patency file، آماده سازی آپیکالی کانال ممکن است به شکل Apical stop باشد. در مطالعه حاضر از فایل شماره ۱۰ به عنوان Patency استفاده شد و آماده سازی کانال در بخش آپیکالی بصورت Apical seat بود. همچنین روش بررسی ریزنشست در مطالعه Allison و همکاران به روش انفیلتراسیون مایع بود. Weine اعتقادی به داشتن تاگ - بک در حین پرکردن کانال ریشه دندان ندارد و دلیل خود را Flare بودن کانال ریشه مطرح می کند و اضافه می کند که به دلیل شکل کانال بعد از عمل

نتیجه گیری:

افزایش کیفیت سیل آپیکالی می شود و هنگام پر کردن کانال ریشه باید دقت و حوصله کافی جهت رعایت نمودن تاگ - بک گردد.

براساس این مطالعه می توان نتیجه گیری کرد که وجود تاگ - بک در گوتای اصلی هنگام پرکردن کانال ریشه به روش تراکم جانبی بطور مشخصی باعث

منابع:

1. Ingle JL, Bakland LK. Endodontics. 5th ed. London: BC Decker; 2002. P. 748.
2. Cohen S, Burns R. Pathways of the pulp. 8th ed. St. Louis: Mosby Co; 2002. P.293.
۳. والتون، ریچارد. ترابی نژاد، محمود. اصول و درمان های اندودنتیکس، مترجمین: حسین اکبری، آرش شجاع صفار، ایمان مرادی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۸۱، ص. ۲۸۵.
4. Gencoglu N. Comparison of 6 different gutta-percha techniques (part II). Thermafil, JS Quick-Fill, Soft core, Microseal, System B, and lateral condensation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 2003; 96(1): 91-5.
5. Chu CH, Lo EC, Cheung GS. Outcome of root canal treatment using thermafil and cold lateral condensation filling techniques. Int Endod J 2005; 38: 179-85.
6. Cathro PR, Love RM. Comparison of Microseal and System B, Obtura II obturation techniques. Int Endod J 2003; 36: 876-82.
7. Kratchman SL. Obturation of root canal system. Dent-Clin-North-Am 2004; 48: 203-15.
8. Bogen G. A comparison of laterally condensed gutta-percha, thermoplasticized gutta - percha, and mineral trioxide aggregate as root canal filling material. J Endod 2004; 30: 826-30.
9. Cohen S, Burns R. Pathways of the pulp. 8th ed. St. Louis: Mosby Co; 2002. P. 319.
10. Allison DA, Michelich RJ, Walton RE. The influence of master cone adaptation on the quality of the apical seal. J Endod 1981; 7: 61-5.
11. Guttman JL, Dumsha TC, Lovdahl PE, Hovland EJ. Problem solving in Endodontics. 3rd ed. St. Louis: Mosby Co; 1997. P. 133.
12. Weine FS, Kelly RF. The effectiveness of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. J Endod 1975; 1: 255-62.
۱۳. هنردار، کیامرث. استاد راهنما: مهدی منصف. مطالعه آزمایشگاهی تأثیر Tugback بر سیل آپیکال در اندودنتیکس. مقطع دکترای تخصصی دندانپزشکی، پایان نامه شماره ۴۹، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ۷۴-۱۳۷۳.
14. Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I: methodology, application and relevance. Int Endod J 1993; 26: 37-43.
15. Kersten HW, Moorers WR. Particles and molecules in endodontic leakage. Int Endod J 1989; 22: 118-24.
16. Torabinejad M, Watson TF, Pittford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. J Endod 1993; 19: 591-5.
17. Kucukayi K, Kucukayi S, Byitli G. Factors effecting apical leakage assessment. J Endod. 1993; 19: 362-5.