

## مقایسه آزمایشگاهی ریزنشست آپیکالی در روش تراکم جانبی با استفاده از مخروط‌های گوتا‌پرکای اصلی ۰/۰۲ و ۰/۰۴

دکتر مسعود ساعتچی<sup>†</sup> - دکتر لیلا اعتصامی<sup>\*\*</sup>

\*استادیار گروه آموزشی اندودونتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی اصفهان  
\*\*دندانپزشک

**Title:** Comparison of apical microleakage in lateral condensation method, using 0.02 or 0.04 tapered gutta-percha master cones: An in vitro study

**Authors:** Saatchi M. Assistant Professor\*, Etesami L. Dentist

**Address:** \*Department of Endodontics, Faculty of Dentistry, Isfahan University of Medical Sciences

**Background and Aim:** The final objective of root canal therapy is to create a hermetic seal along the length of the root canal system from the coronal opening to the apical termination and to accomplish the best adaptation of obturation material with canal walls. The purpose of this study was to compare the microleakage during lateral condensation of 0.04 and 0.02 tapered gutta-percha master cones.

**Materials and Methods:** In this experimental in vitro study, seventy two single canal teeth were selected and the crowns were removed. Canals were prepared using a step-back technique. Patency of the apical foramen was maintained and the teeth were divided into two experimental groups of 31 each. Ten teeth were used as control group, out of which five served as negative and five as positive controls. The first and second groups were obturated with 0.02 and 0.04 tapered master cones respectively. All the teeth were obturated using lateral condensation technique. The teeth were placed in 100% humidity and 37°C for three days. The roots were coated with two layers of nail varnish and one layer of stick wax except for the apical 2 mm. Teeth were placed in Pelikan ink for one week and sectioned vertically. The maximum depth of dye penetration for each tooth was recorded by two evaluators with stereomicroscope. The results were statistically analyzed using t-test with  $p < 0.05$  as the level of significance.

**Results:** The mean linear dye penetration for the first and second groups was  $2.53 \pm 0.88$  mm and  $4.89 \pm 1.20$  mm respectively. The difference was statistically significant ( $P < 0.001$ ).

**Conclusion:** The results of this study showed that 0.02 tapered gutta-percha master cone, provided a significantly better apical seal than 0.04 tapered gutta-percha master cone.

**Key Words:** Apical seal; Lateral condensation; Gutta-percha; Tapering; Microleakage

### چکیده

**زمینه و هدف:** هدف نهایی در درمان ریشه ایجاد یک سیل کامل در سرتاسر طول کانال ریشه و تطبیق هر چه بهتر ماده پرکردگی با دیواره کانال می‌باشد. مطالعه حاضر با هدف مقایسه میزان ریزنشست آپیکال در دندان‌های تک کاناله درمان ریشه شده با استفاده از مخروط اصلی گوتا‌پرکا با درجه تقارب ۰/۰۲ و ۰/۰۴ انجام شد.

**روش بررسی:** در این مطالعه تجربی آزمایشگاهی، از ۷۲ دندان تک کاناله تازه کشیده شده، استفاده شد. تاج دندان‌ها قطع شد و کانال ریشه با روش step-back و به کمک گیتس‌گلیدن و رعایت apical patency آماده‌سازی شد. دندان‌ها به دو گروه ۳۱ تایی آزمایشی تقسیم شدند. ۲ گروه ۵ تایی شاهد مثبت و منفی نیز در نظر گرفته شد در گروه اول از مخروط اصلی گوتا‌پرکای ۰/۰۲ و در گروه دوم از مخروط اصلی گوتا‌پرکای ۰/۰۴ استفاده شد. نمونه‌ها به روش تراکم جانبی پر شدند و به مدت ۳ روز در انکوباتور در رطوبت ۱۰۰٪ و دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس تمام سطح دندان‌ها به جز ۲ میلی‌متر انتهای ریشه، توسط دو لایه لاک ناخن و یک لایه موم چسب پوشانده و دندان‌ها به مدت یک هفته در جوهر پلیکان قرار داده شدند. دندان‌ها در جهت طولی دو نیمه

<sup>†</sup> مؤلف مسؤول: نشانی: اصفهان - دانشگاه علوم پزشکی اصفهان - دانشکده دندانپزشکی - گروه آموزشی اندودونتیکس  
تلفن: ۷-۷۹۲۲۸۴۶ نشانی الکترونیک: saatchi@dnt.mui.ac.ir

شدند و بیشترین میزان نفوذ خطی رنگ به داخل کانال به وسیله استرنئومیکروسکوپ توسط دو نفر جداگانه اندازه‌گیری گردید. داده‌ها توسط آزمون t مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.  $P < 0/05$  به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها:** میانگین ریز نشت آپیکالی در گروه دارای مخروط اصلی  $0/02 \pm 0/88$  برابر  $2/53 \pm 0/88$  میلی‌متر و در گروه دارای مخروط اصلی  $0/04 \pm 0/04$  برابر  $1/20 \pm 4/89$  میلی‌متر بود. این اختلاف از نظر آماری معنی دار بود ( $P < 0/001$ ).

**نتیجه‌گیری:** براساس نتایج این مطالعه، سیل آپیکالی کانال ریشه هنگام استفاده از مخروط اصلی گوتا‌پرکا  $0/02$  در مقایسه با مخروط اصلی گوتا‌پرکا  $0/04$ ، بهتر تأمین می‌شود.

**کلید واژه‌ها:** سیل آپیکالی؛ تراکم جانبی؛ گوتا پرکا؛ درجه مخروطی؛ ریزنشت

وصول: ۸۵/۰۲/۱۹ اصلاح نهایی: ۸۵/۰۹/۱۸ تأیید چاپ: ۸۵/۱۲/۲۲

## مقدمه

جانبی و به طور متوالی در کانال ریشه تراکم می‌شوند (۶). هر چه نفوذ اسپریدر به داخل کانال ریشه بیشتر باشد، میزان سیل آپیکالی نیز بیشتر است (۸،۷). در حال حاضر به طور متداول از گوتا‌پرکای  $0/02$  به عنوان مخروط اصلی (mastercone) استفاده می‌شود. ظاهراً به نظر می‌رسد در صورت استفاده از گوتا‌پرکای  $0/04$  به عنوان مخروط اصلی، کار دندانپزشک ساده‌تر شده و زمان کار و مقدار گوتا‌پرکای مورد نیاز کمتر می‌شود که در نتیجه باعث راحتی بیشتر بیمار موقع انجام کار می‌گردد.

مطالعات مختلفی در مورد مقایسه میزان نفوذ اسپریدر در داخل کانال ریشه با استفاده از مخروط اصلی  $0/02$  و مخروط‌های اصلی با درجات مخروطی بیشتر از  $0/02$  انجام شده است.

نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که میزان نفوذ اسپریدر به داخل کانال ریشه هنگام استفاده از مخروط اصلی  $0/02$  بیشتر می‌باشد (۹-۱۲)، ولی هنوز مطالعه‌ای که به مقایسه سیل آپیکالی کانال ریشه هنگام استفاده از مخروط اصلی  $0/02$  و  $0/04$  بپردازد موجود نمی‌باشد. با توجه به اهمیت ویژه سیل آپیکالی در درمان ریشه دندان و عدم وجود مطالعه‌ای در این زمینه، هدف از انجام این مطالعه بررسی آزمایشگاهی میزان ریزنشت آپیکالی در دندان‌های تک کاناله درمان ریشه شده با استفاده از مخروط اصلی  $0/02$  و  $0/04$  در روش تراکم جانبی می‌باشد.

## روش بررسی

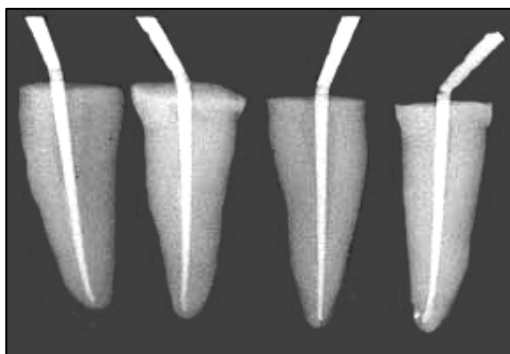
در این مطالعه تجربی آزمایشگاهی، ۷۲ عدد دندان تک کاناله تازه کشیده شده مورد مطالعه قرار گرفتند. شرط ورود به مطالعه نداشتن پوسیدگی و شکستگی در سطح ریشه، کلسیفیکاسیون، تحلیل داخلی و خارجی، انحنا شدید و آپکس باز بود. دندان‌ها از ابتدا تا شروع آزمایش

از عوامل موفقیت در درمان ریشه دبریدمان کانال و ایجاد سیل آپیکالی مناسب است. از آنجا که طی عمل پاکسازی و شکل‌دهی کانال، تمام دبری‌ها، باکتری‌ها و دیگر مواد محرک به طور کامل حذف نمی‌شوند، لازم است که ارتباط کانال ریشه و بافت‌های نگهدارنده را با یک پرکردگی مناسب قطع کنیم تا سلامت بافت‌های نگهدارنده دندان تضمین شود. هدف نهایی در درمان ریشه دندان ایجاد یک سیل کامل در سراسر طول کانال و تطبیق هر چه بهتر ماده پرکردگی با دیواره آن می‌باشد. مهر و موم کردن کانال ریشه در تمام ابعاد جزء اهداف اصلی درمان ریشه است (۱).

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که علت اصلی شکست درمان ریشه پرکردگی ناقص کانال و ایجاد ریزنشت در آن است (۲). بنابراین دندانپزشک علاوه بر دقت در پاکسازی و شکل‌دهی کانال باید به روشی کانال را به وسیله گوتا پرکا پر کند که مهر و موم سه بعدی در جهت آپیکال، کرونال و لترال ایجاد شود (۳). به همین منظور روش‌ها و مواد مختلفی جهت پر کردن کانال ریشه دندان معرفی شده‌اند. همچنین مطالعات مختلفی جهت مقایسه قدرت سیل‌کنندگی این روش‌ها و مواد مختلف انجام گردیده است (۴).

گوتا‌پرکا متداول‌ترین ماده پرکننده کانال ریشه می‌باشد. مخروط گوتا‌پرکا معمولاً به دو شکل استاندارد و معمولی وجود دارد. مخروط‌های استاندارد گوتا‌پرکا مطابق با اندازه فایل‌ها از شماره ۱۵ تا ۱۴۰ و با درجه مخروطی  $0/02$  و بیشتر ( $0/04$ ،  $0/06$ ،  $0/08$  و  $0/1$ ) موجود می‌باشند (۵،۳). روش تراکم جانبی یکی از روش‌های ساده و رایج پر کردن کانال ریشه می‌باشد.

در این روش مخروط‌های گوتا‌پرکا به وسیله اسپریدر به صورت



شکل ۲- مخروط اصلی گوتاپرکا ۰/۰۴+ در کانال ریشه دندان

کانال‌ها توسط مخروط کاغذی (آریادنت-ایران) خشک شدند. سپس سیلر آپکسیت (Ivoclar-Vivadent, Germany) طبق دستورالعمل کارخانه آماده شد و کانال ریشه‌ها به سیلر آغشته گردید. دو گروه آزمایشی به روش تراکم جانبی و با استفاده از اسپریدر انگشتی استینلس استیل شماره C (Maillefer, Switzerland) و گوتاپرکای فرعی MF (Gapadent, Germany) پر شدند. دو گروه کنترل مثبت و منفی خالی باقی ماندند.

برای ارزیابی وضعیت پرکردگی کانال‌ها، از نمونه‌های مربوط به هر گروه از نمای باکولینگوالی و مزودیستالی رادیوگرافی کنترل تهیه شد و پس از تأیید پرکردگی، ۳ تا ۴ میلی‌متر ابتدای کانال با استفاده از یک پلاگر داغ برداشته و با خمیر پانسمان Cavisol (گلچای-ایران) سیل گردید. سپس نمونه‌ها در رطوبت ۱۰۰٪ در انکوباتور با درجه حرارت ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت نگهداری شدند تا سیلر سخت شود. سپس تمام نمونه‌ها خشک شدند.

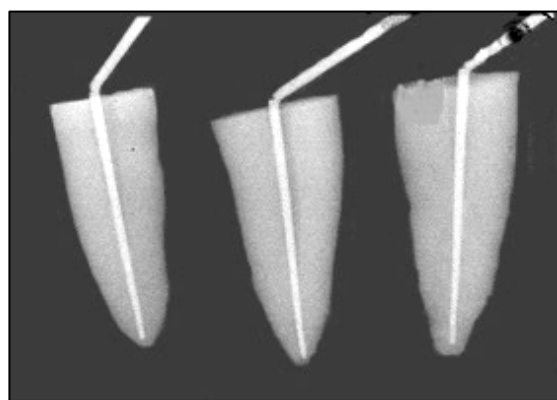
در گروه کنترل مثبت، سطح نمونه‌ها به جز دو میلی‌متر انتهایی با دو لایه لاک ناخن و یک لایه موم چسب پوشانده شد. در گروه کنترل منفی سطح نمونه‌ها به همراه دو میلی‌متر انتهایی با دو لایه لاک ناخن و یک لایه موم چسب پوشانده شد.

تمام نمونه‌ها به مدت یک هفته در جوهر پلیکان قرار داده شدند، به طوری که رنگ تمام سطح نمونه‌ها را پوشانند. سپس نمونه‌ها از جوهر پلیکان خارج و کاملاً با آب شستشو داده شدند و موم چسب و لاک ناخن از روی نمونه‌ها پاک شد. نمونه‌ها با استفاده از دیسک الماسی به طور طولی و از جهت باکولینگوال برش داده شدند.

میزان نفوذ خطی رنگ به داخل ریشه توسط استریو میکروسکوپ و با بزرگ‌نمایی اولیه ۸X توسط دو نفر که از چگونگی گروه بندی

و همچنین در فاصله بین جلسات آزمایش در سرم فیزیولوژی ۰/۹٪ قرار گرفتند. در شروع آزمایش دندان‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ قرار داده شدند تا سطح ریشه‌ها تمیز شود. به منظور تأیید دندان‌ها، رادیوگرافی اولیه از نمای باکولینگوالی و مزودیستالی به عمل آمد. تاج دندان‌ها با دیسک الماسی D&Z (Germany) عمود بر محور طولی دندان قطع شد، به طوری که طول باقیمانده در تمام نمونه‌ها هم اندازه بود (۱±۱۷ میلی‌متر).

برای تعیین طول کارکرد (WL) یک فایل k شماره ۱۵ (Mani, Japan) در داخل کانال قرار داده شد تا حدی که نوک آن از آپکس دیده شود. سپس ۱ میلی‌متر از طول آن را کم کرده و طول جدید به عنوان طول کارکرد محاسبه شد. آماده‌سازی کانال ریشه با استفاده از روش step-back تا فایل اصلی شماره ۴۰ و گشاد سازی کانال تا فایل شماره ۸۰ انجام شد. از گیتس گلیدن شماره ۳، ۲ و ۴ (Maillefer, Switzerland) جهت گشاد سازی نیمه تاجی کانال استفاده شد. فایل شماره ۱۰ جهت رعایت apical patency مورد استفاده قرار گرفت. در فواصل تعویض هر فایل از ۲-۳ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی ۰/۹٪ جهت شستشو استفاده شد. دندان‌ها به طور تصادفی به دو گروه ۳۱ تایی آزمایشی و دو گروه ۵ تایی کنترل مثبت و منفی تقسیم شدند. در گروه اول از گوتاپرکای شماره ۴۰ با درجه مخروطی ۰/۰۲ (VDW, Germany) به عنوان مخروط اصلی و در گروه دوم از گوتاپرکای شماره ۴۰ با درجه مخروطی ۰/۰۴ (VDW, Germany) به عنوان مخروط اصلی استفاده شد. مطلوب بودن طول مخروط اصلی با استفاده از رادیوگرافی تأیید شد (اشکال ۱ و ۲).



شکل ۱- مخروط اصلی گوتاپرکا ۰/۰۲+ در کانال ریشه دندان

اتورادیوگرافی و میکروسکوپ الکترونی را می‌توان نام برد که هر یک از این روش‌ها دارای مزایا و معایب مربوط به خود هستند.

در این تحقیق جهت بررسی میزان ریز نشست از روش نفوذ رنگ استفاده شد. این روش به علت سادگی آن و اعتبار کافی در نتایج به دست آمده، بیشترین کاربرد را دارد (۱۴،۱۳). به اعتقاد برخی محققان اندازه ذرات رنگ و یا امولسیون حاصل از محلول‌های رنگی مورد استفاده در این مجموعه مطالعات، بسیار ریزتر از اندازه میکروارگانسیم‌ها و یا فرآورده‌های ناشی از آنها می‌باشد و این مسئله باعث می‌شود که میزان ریزنشست بیشتر از اندازه آن در شرایط کلینیکی به دست آید (۱۵). ترابی‌نژاد و همکاران معتقدند، هنگامی که یک ماده پرکننده به مولکول‌های کوچک رنگ اجازه عبور ندهد می‌تواند از نشست مولکول‌های بزرگتری مانند باکتری‌ها و محصولات آنها نیز جلوگیری کند (۱۶).

در مطالعه‌ای که توسط Kucukayi و همکاران انجام شد مشخص گردید که هیچ تفاوتی در نفوذ رنگ نمونه‌های دندان‌های سانتریفیوژ شده و سانتریفیوژ نشده وجود ندارد (۱۷). در مطالعه حاضر نیز از سانتریفیوژ استفاده نشد.

در مطالعه حاضر از روش step-back به منظور آماده‌سازی کانال ریشه استفاده شد. در این روش میزان درجه مخروطی شدن کانال ریشه، حداقل در نیمه آپیکالی کانال، برابر ۰/۰۵ میلی‌متر در هر میلی‌متر است. به این ترتیب مخروط‌های اصلی گوتا‌پرکا ۰/۰۲ و ۰/۰۴ به راحتی می‌توانستند تا طول کارکرد وارد کانال ریشه شوند. همچنین با توجه به اهمیت وجود تاگ-بک (tug-back) بر سیل آپیکالی (۱۸)، در مطالعه حاضر در هر دو گروه آزمایشی، وجود تاگ-بک در مخروط اصلی گوتا‌پرکا رعایت شد.

در مطالعه Bal و همکاران مشخص گردید که در ریزنشست تاجی کانال ریشه هنگام استفاده از مخروط اصلی ۰/۰۲ و مخروط اصلی بیشتر از ۰/۰۲ (۰/۰۶) تفاوتی وجود ندارد (۱۲). علیرغم نتایج به دست آمده از مطالعه آنها، در مطالعه حاضر مشخص گردید که در مورد ریزنشست آپیکالی چنین نیست، بلکه ریزنشست آپیکالی کانال ریشه هنگام استفاده از مخروط اصلی ۰/۰۲ نسبت به مخروط اصلی ۰/۰۴ به طور مشخصی کمتر است. عدم تفاوت در سیل تاجی در مطالعه Bal و همکاران می‌تواند به این دلیل باشد که نفوذ اسپریدر و انجام تراکم

بی‌اطلاع بودند به طور جداگانه اندازه‌گیری شد. نتایج به دست آمده توسط آزمون t و من ویتنی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.  $P < 0/05$  به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

## 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 بود. در گروه کنترل مثبت، نفوذ رنگ به طور کامل در طول کانال ریشه انجام شد. در گروه کنترل منفی هیچ‌گونه نفوذ رنگی به داخل کانال ریشه مشاهده نشد.

میانگین نفوذ رنگ در گروه دارای مخروط اصلی ۰/۰۲ برابر  $2/53 \pm 0/88$  میلی‌متر و در گروه دارای مخروط اصلی ۰/۰۴ برابر  $4/89 \pm 1/20$  میلی‌متر بود (جدول ۱). این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود ( $P < 0/001$ ).

جدول ۱- مقایسه میانگین نفوذ رنگ در دو گروه آزمایشی

مخروط اصلی گوتا‌پرکا	تعداد نمونه	بر حسب میلی‌متر			
		میانگین	انحراف معیار	کمترین بیشترین	
۰/۰۲	۳۱	۲/۵۳	۰/۸۸	۱/۴۳	۵/۵۵
۰/۰۴	۳۱	۴/۸۹	۱/۲۰	۲/۴۱	۷/۵۲

## بحث و نتیجه‌گیری

از پایه‌های یک درمان ریشه موفق، ایجاد یک پرکردگی سه بعدی در سراسر کانال ریشه و برقراری یک سیل آپیکالی غیرقابل نفوذ است. یکی از اهداف پر کردن کانال جلوگیری از نفوذ باکتری‌ها و محصولات آنها به بافت‌های پری رادیولار می‌باشد و کیفیت یک پرکردگی در جلوگیری از نشست باکتری‌ها و موفقیت درمان مؤثر می‌باشد (۱).

۶۳٪ از موارد شکست درمان به دلیل پرکردگی ناقص کانال ریشه دندان اتفاق می‌افتد (۲). به همین دلیل بخش زیادی از مطالعات اندودانتیکس پیرامون مواد، وسایل و روش‌هایی است که بتواند کانال ریشه دندان را بهتر سیل کند. در مطالعات ریزنشست از روش‌های مختلفی استفاده شده است. از جمله این روش‌ها نفوذ ماده رنگی، نفوذ میکروبی، رادیوایزوتوپ، الکتروشیمیایی، انفیلتراسیون مایع،

استفاده از مخروط اصلی ۰/۰۴ نسبت به مخروط اصلی ۰/۰۲ سیل آپیکالی حاصل کمتر می‌شود.

براساس نتایج به دست آمده از این مطالعه، در هنگام پرکردن کانال ریشه به روش تراکم جانبی، به کار بردن مخروط اصلی گوتاپرکای ۰/۰۲ در مقایسه با مخروط اصلی گوتاپرکای ۰/۰۴، بهتر می‌تواند سیل آپیکالی کانال ریشه را تأمین کند. مطالعه بیشتر در این زمینه توصیه می‌شود.

### تشکر و قدردانی

این طرح با شماره ۸۳۳۳۱ در دفتر هماهنگی امور پژوهش ثبت شده و هزینه آن از محل اعتبارات معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی استان اصفهان پرداخت گردیده که بدینوسیله قدردانی می‌گردد.

جانبی گوتاپرکا در ناحیه تاجی کانال در هر دو گروه میسر است. از طرفی در مطالعه Wilson و Baumgartner (۹)، همچنین در مطالعه Nielsen و Baumgartner (۱۰) مشخص گردید که نفوذ اسپریدر به ناحیه آپیکالی کانال ریشه در هنگام استفاده از مخروط اصلی ۰/۰۲ نسبت به مخروط اصلی ۰/۰۴ بیشتر است. این امر که در مطالعه حاضر سیل آپیکالی کانال ریشه هنگام استفاده از مخروط اصلی ۰/۰۲ نسبت به مخروط اصلی ۰/۰۴ بیشتر بود، می‌تواند به این علت باشد که براساس مطالعات ذکر شده نفوذ اسپریدر به داخل کانال ریشه هنگام استفاده از مخروط اصلی ۰/۰۲ نسبت به مخروط اصلی ۰/۰۴ بیشتر است.

بنابراین علیرغم این که تطابق اولیه مخروط اصلی ۰/۰۴ نسبت به مخروط اصلی ۰/۰۲ در چند میلی‌متری آپیکالی کانال ریشه بیشتر است، ولی به دلیل نفوذ کمتر اسپریدر به داخل کانال ریشه هنگام

### منابع:

- Walton RE, Torabinejad M. Principles and Practice of Endodontics. 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2002; 240-7.
- Ingle JJ, Bakland LK. Endodontics. 5<sup>th</sup> ed. Hamilton: BC Decker Inc; 2002, 747-53.
- Cohen S, Burns R. Pathways of the Pulp. 8<sup>th</sup> ed. St. Louis: Mosby Co; 2002, 293-330.
- Tay FR, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, Pashley DH, Mak YF, et al. Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. J Endod 2005; 31(7): 514-9.
- Gound TG, Riehm RJ, Makkawy HA, Odgaard EC. A description of an alternative method of lateral condensation and a comparison of the ability to obturate canals using mechanical or traditional lateral condensation. J Endod 2000; 26(12): 756-9.
- Itoh A, Higuchi N, Minami G. A survey of filling methods, intracanal medications and instrument breakage. J Endod 1999; 25(12): 823-4.
- Allison DA, Weber CR, Walton RE. The influence of the method of canal preparation on the quality of apical and coronal obturation. J Endod 1979; 5(10): 298-304.
- علاء الدینی م، پریرخ م. بررسی تأثیر میزان نفوذ اسپریدر بر کیفیت سیل آپیکالی پرکردگی کانال. مجله دندانپزشکی جامعه اسلامی دندانپزشکان. سال ۱۳۸۴؛ دوره ۱۷ (ویژه نامه اندو- پریو): ۱۰۳-۱۰۹.
- Wilson J, Baumgartner JC. Comparison of spreader penetration during lateral compaction of 0.04 and 0.02 tapered Gutta-percha. J Endod 2003; 29(12): 828-31.
- Nielsen BA, Baumgartner JC. Spreader penetration during lateral compaction of Resilon and Gutta-percha. J Endod 2006; 32(1): 52-4.
- Hembrough MW, Steiman HR, Belanger KK. Lateral condensation in canals prepared with Nickel Titanium rotary instruments: an evaluation of the use of three different master cones. J Endod 2002; 28(1): 516-9.
- Bal AS, Hicks ML, Barnett F. Comparison of laterally condensed 0.06 and 0.02 tapered Gutta-percha and sealer in vitro. J Endod 2001; 27(12): 786-8.
- Chng HK, Islam I, Yap AU, Tong YW, Koh ET. Properties of a new root-end filling material. J Endod 2005; 31(9): 665-8.
- Al-Hadlaq SM, AL-Rabiah AA. In vitro evaluation of three techniques to obturate 0.06 taper canal preparation. Aust Endod J 2005; 31(2): 63-5.
- Siqueira JF, Rocas IN, Valois CR. Apical sealing ability of five endodontic sealers. Aust Endod J 2001; 27(1): 33-5.
- Torabinejad M, Higa RK, MCKendry DJ, Pitt Ford TR. Dye leakage of four root end filling materials: effect of blood contamination. J Endod 1994; 20(4): 159-63.
- Kucukayi K, Kucukayi S, Byitli G. Factors affecting apical leakage assessment. J Endod 1993; 19(7): 362-5.
- صادقین ا، فرهادیان ف. بررسی اثر Tug-Back بر سیل آپیکالی به صورت in vitro. مجله دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران. سال ۱۳۷۷؛ دوره ۱۷: ۵۱-۵۸.