

بررسی تأثیر میزان نفوذ اسپریدر بر کیفیت سیل آپیکالی پرکردگی کانال

دکتر مژگان علاءالدینی* - دکتر مسعود پریخ**

*- متخصص آسیب شناسی دهان و فک و صورت مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران.

** - دانشیار گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی کرمان.

چکیده

زمینه و هدف: برای دستیابی به یک پرکردگی مناسب، تطبیق هر چه بهتر ماده پرکردگی با دیواره کانال، عامل تأثیرگذاری می باشد. بنابراین ایجاد سیل آپیکالی مناسب، یکی از اهداف مهم در درمان موفق ریشه دندان است. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر طول نفوذ اسپریدر بر میزان سیل آپیکالی پرکردگی کانال است.

روش بررسی: در این تحقیق، ۳۳ کانال دندانی به روش Step - back تمیز و وسیع گشتند. نفوذ اولیه (Finger (F) اسپریدر در ۱۲ کانال، تا ۵/۰ میلی متری طول کانال آماده شده، صورت گرفت (گروه یک). در نه کانال دیگر، نفوذ اسپریدر F تا یک میلی متری طول کانال آماده شده صورت گرفت (گروه دو)، پس از قرار گرفتن ریشه ها در رطوبت ۱۰۰٪ به مدت ۲۴ ساعت، به غیر از سه میلی متر ناحیه آپیکالی بقیه قسمت های ریشه توسط لاک ناخن، پوشانده شد. شش کانال دندان به عنوان گروه مثبت پر نشده و شش کانال دیگر به طور کامل توسط لاک ناخن پوشانده شدند (گروه کنترل منفی). ریشه ها به مدت ۷۲ ساعت در محلول ماده رنگی به حالت عمودی، قرار گرفتند. بعد از برش دندانها در جهت محور طولی، اندازه گیری نفوذ ماده رنگی از ناحیه آپیکالی ثبت گردید و نتایج گروه های مختلف مورد مقایسه قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل نتایج از آزمونهای "U"، "t"، "Mann - Whitney"، استفاده شد.

یافته ها: میانگین نفوذ ماده رنگی در گروه یک (نفوذ اسپریدر تا ۵/۰ میلی متری انتهای طول کارکرد) ۴۴۹۲/۰ و در گروه دو (نفوذ اسپریدر تا یک میلی متری انتهای طول کارکرد) ۲۷۶۷/۱ هم چنین انحراف معیار در گروه یک، ۲۰۹/۰ و در گروه دو ۹۱۶/۰ بود. در مقایسه صورت گرفته، از نظر آماری، میانگین ریزش در گروه یک به طور معنی داری کمتر از گروه دو بود ($P < 0/05$).

نتیجه گیری: با توجه به اهمیت سیل آپیکالی در درمان مناسب ریشه دندان، نفوذ هر چه بیشتر اسپریدر در روش تراکم جانبی به نظر تأثیر مثبتی در ایجاد سیل آپیکالی دارد.

کلید واژه ها: تراکم جانبی - ریزش - اسپریدر.

پذیرش مقاله: ۸۴/۲/۲۰

اصلاح نهایی: ۸۴/۱/۲۲

وصول مقاله: ۸۳/۱۰/۱۲

نویسنده مسئول: مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران malaeddini@tums.ac.ir

مقدمه

به مایعات پری آپیکال مربوط می سازد و باکتری هایی که از طریق یک باکتری می گذرا به چنین فضاهای مرده ای راه یابند، مواد لازم برای رشد را در اختیار خواهند داشت (۲) و در مقابل باکتری های به جا مانده در داخل کانال ریشه ای که به خوبی پر شده باشد، حیات خود را از دست داده، از بین می روند و این

هدف از درمان ریشه دندان، تمیز کردن، شکل دادن و به دنبال آن پر کردن سه بُعدی ساختمان کانال دندان می باشد. به صورتی که باعث ایجاد یک سیل مناسب در برابر نفوذ مایعات در سراسر طول کانال از ناحیه کروئال تا آپیکال ریشه دندان شود (۱)، در واقع پر و مسدودسازی ناقص کانال، آن را

حالت به خاطر عدم وجود موادی است که بتوانند از آن برای ادامه حیات استفاده کنند.(۳)

بررسیهای انجام شده نشان می‌دهد که پرکردگی ناقص کانال و ریزش آپیکالی علت اصلی شکست و ناموفق بودن درمان‌های ریشه دندان است. بنابراین پر کردن کانال و ایجاد سیل مناسب بخصوص در $\frac{1}{3}$ انتهایی آن از اهمیت زیادی برخوردار است.(۴)

در کوشش به بهبود بخشیدن سیل آپیکالی، روشهای پرکردگی و مواد متفاوتی، به جامعه دندانپزشکی معرفی شده است.(۵)، روش تراکم جانبی یکی از قابل قبولترین روشهای پرکردن کانال ریشه تا به امروز می‌باشد. این روش نسبتاً ساده و راحت بوده و نیاز به وسایل ساده‌ای نیز دارد، امتیاز عمده این روش نسبت به روشهای دیگر، کنترل بهتر طول لازم پرکردگی است. این روش هیچ عیب عمده‌ای جز عدم توانایی پر کردن کانال‌های با انحنای شدید، آپکس باز و کانال‌های با تحلیل داخلی ندارد.(۶) اسپریدرها از وسایل اساسی مورد استفاده جهت پرکردن کانال در تکنیک تراکم جانبی بوده که به دو صورت Handle(H) و Finger(F) در دسترس می‌باشند. (۷)، اسپریدرهای F بر انواع H ارجحیت دارند زیرا سیل آپیکالی بهتر، کنترل بیشتر وسیله و کاهش فشار وارده شده به عاج در زمان پرکردگی را سبب می‌شوند. استفاده از این گونه اسپریدرها (F) احتمال شکستگیهای عمودی ریشه را در حین پرکردن کانال کاهش می‌دهد و میزان ورود آنها به کانال بیشتر و عمیقتر از انواع H می‌باشد.(۶)

در بعضی از کتب مرجع اندودنتیکس میزان نفوذ اولیه اسپریدر تا یک میلی‌متری طول کارکرد پیشنهاد شده است.(۶)، با وجود تغییراتی که در طی سالهای گذشته، در زمینه روشهای آماده‌سازی و پر کردن کانال صورت گرفته، مطالعات محدودی در زمینه تأثیر میزان نفوذ اسپریدر بر روی کیفیت سیل آپیکالی

انجام شده است. و بیشترین تأکید مطالعات بر نیروی اعمال شده توسط اسپریدر جهت جلوگیری از شکستگی عمودی ریشه بوده است. با در نظر گرفتن مطالب پیش‌گفت، مطالعه حاضر جهت بررسی تأثیر طول نفوذ اولیه اسپریدر بر میزان سیل آپیکالی پرکردگی کانال صورت پذیرفت.

روش بررسی

این مطالعه از نوع مطالعات علوم پایه بود که جهت انجام آن از ۳۳ دندان تک کاناله تازه خارج شده (به علت پوسیدگی و بیماریهای پریودنتال) انسان که بدون انحنا و فاقد تحلیل و پوسیدگی در سطح ریشه دندان و همچنین آپکس آنها بسته بوده، استفاده گردید. دندانها بلافاصله در محلول سرم فیزیولوژی ۰/۹٪ قرار داده شدند. با استفاده از رادیوگرافی پری آپیکال (هر دو جهت باکولینگوالی و مزودیستالی)، از مستقیم و تک کاناله بودن دندانها و عدم وجود کلسیفیکاسیون و تحلیل داخلی در کانال، اطمینان حاصل گردید. به منظور برداشتن مواد باقیمانده قبل از شروع کار جرم و بقایای بافت نرم از روی سطوح ریشه‌ها، به وسیله تیغه بیستوری شماره ۱۵ پاک شد. پس از آن به مدت ۲۴ ساعت در محلول هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ (گلرنگ-ایران) جهت تمیز شدن کامل سطح ریشه قرار داده شدند. سپس تاج تمام دندانها به وسیله دیسک الماسی (D&Z - آلمان) از ناحیه Cemento enamel junction قطع گردید و ریشه‌ها در محلول سرم فیزیولوژی ۰/۹٪ نگهداری شدند. توسط Barbed broach بافت پالپی خارج شد و طول کارکرد با قرار دادن یک فایل شماره ده از نوع Maillefer-K Flexofile سوییوس و رؤیت نوک فایل از انتهای ریشه و کم کردن یک میلی‌متر از طول آن تعیین گردید. آنگاه دندانها به چهار گروه کلی تقسیم شدند. دو گروه آزمون که گروه یک و دو به ترتیب شامل ۱۲ و نه دندان بودند. کانال‌های

قرار گرفتند که سه میلی‌متر تاجی آنها از ظرف بیرون باشد. در قدم بعدی دندانها با آب جاری به مدت یک دقیقه شستشو داده شده و با استفاده از تیغه بیستوری، رنگ آبی جوهر و لاک ناخن باقیمانده از سطح تمام دندانها پاک شده و به کمک دیسک الماسی به موازات محور طولی دندان به دو نیمه تقسیم گردیدند. برای بررسی میزان نفوذ ماده رنگی از استریومیکروسکوپ (Olympus - ژاپن) با درشت‌نمایی ۳۴ برابر استفاده شد. نمونه‌ها با دقت دهم میلی‌متر اندازه‌گیری گردید و نفوذ ماده در هر دو نیمه مورد بررسی قرار گرفته شد. بیشترین میزان نفوذ به عنوان ریزش در نظر گرفته شد. سپس جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، نتایج حاصله توسط آزمونهای آماری "t" و "Mann-Whitney" مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها

در گروه کنترل مثبت همه نمونه‌ها نفوذ رنگ را نشان دادند و متوسط نفوذ رنگ ۷/۲ میلی‌متر بود. ولی در گروه منفی هیچ‌گونه نفوذ ماده رنگی مشاهده نگردید. میانگین نفوذ رنگ در گروه یک ۰/۴۴۹۲ میلی‌متر در گروه دو ۱/۲۷۶۷ میلی‌متر بود (جدول شماره ۱). در مقایسه انجام شده توسط t -test، بین گروه اول (نفوذ اسپریدر تا ۰/۵ میلی‌متری انتهای طول کارکرد) و گروه دو (نفوذ اسپریدر تا یک میلی‌متری انتهای طول کارکرد) P-value محاسبه شده، ۰/۰۲۷ بود که اختلاف آماری معنی‌داری را نشان داد ($P < ۰/۰۵$) (جدول شماره ۲). در مقایسه گروه اول و دو، علاوه بر روش t -test، از روش Mann - Whitney U نیز استفاده شد که نتایج بدست آمده از آن، باز هم اختلاف آماری معنی‌داری را نشان داد ($P=۰/۰۰۰۳$).

آنها ابتدا تا فایل شماره چهل (Maillefer-K Flexofile) به عنوان Master apical file آماده‌سازی گردید و سپس قسمت بالای کانال به روش Step back تا فایل شماره ۵۵ و بعد با Gates Glidden شماره دو و سه (Maillefer - سوییس) Flare گردیدند، آنگاه عمل Patency با فایل شماره ده جهت اطمینان از باز بودن آپیکال فورامن انجام شد. در فواصل آماده‌سازی، کانال با محلول سرم فیزیولوژی ۰/۹٪ شستشو داده می‌شد. بعد از آن کانال با مخروط کاغذی شماره چهل (آریادنت - ایران) خشک شده و پس از گرفتن Tug - back در گروه اول با Finger spreader شماره C (Maillefer - سوییس) با فاصله ۰/۵ میلی‌متر کمتر از طول کارکرد با روش تراکم جانبی با استفاده از گوتاپرکا (آریادنت - ایران) و سیلر Tubliseal پر شدند. در گروه دوم که شامل نه دندان بود مراحل آماده‌سازی شبیه گروه اول بود، با این تفاوت که میزان نفوذ اسپریدر با فاصله یک میلی‌متر کمتر از طول کارکرد بود. از تمام دندانها در طی مراحل کار و پس از پرکردن کانال برای حصول اطمینان از کیفیت پرکردگی رادیوگرافی به عمل آمد. دو گروه دیگر هر یک شامل شش دندان به عنوان گروه کنترل مثبت و گروه کنترل منفی در نظر گرفته شدند. در گروه کنترل مثبت پس از آماده‌سازی کانال به روشی که از قبل توضیح داده شد، هیچ‌کدام توسط گوتاپرکا و سیلر پر نشدند و فضای کانال‌ها خالی باقی ماند. دو گروه آزمون و گروه کنترل مثبت دندانها در رطوبت ۱۰۰٪ در آنکوباتور با درجه حرارت ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. سپس دندانها به جز در ناحیه یک میلی‌متری انتهایی به وسیله دو لایه لاک ناخن پوشانیده شدند. در گروه کنترل منفی، پس از آماده‌سازی، کانال‌ها پر نشدند، اما تمام سطح ریشه و آپیکال فورامن به وسیله دو لایه لاک ناخن پوشانده شد. آنگاه کلیه دندانها به مدت ۷۲ ساعت به طور عمودی در جوهر پلیکان به نحوی

جدول ۱: میانگین، حداقل و حداکثر میزان ریزش رنگ در گروهها

گروهها	تعداد	متوسط نفوذ رنگ (میلی متر)	حداقل نفوذ رنگ (میلی متر)	حداکثر نفوذ رنگ (میلی متر)
گروه یک	۱۲	۰/۴۴۹۲	۰/۲۰	۰/۹۳
گروه دو	۹	۱/۲۷۶۷	۰/۶۳	۳/۶

جدول ۲: مقایسه آماری بر اساس روش t-test بین گروه یک و دو

گروهها	تعداد	میانگین	انحراف معیار SE of mean
گروه یک	۱۲	۰/۴۴۹۲	۰/۲۰۹
گروه دو	۹	۱/۲۷۶۷	۰/۳۰۵

بحث

از نظر کلینیکی، کیفیت پرکردگی کانال ریشه، همواره توسط رادیوگرافی مورد بررسی قرار گرفته است. تا کنون روشی برای تعیین ریزش در محیط In vivo وجود نداشته است. لذا دانش موجود در مورد چگونگی سیل ناحیه آپیکالی کانال، همواره متکی بر روشهای گوناگونی بوده که در محیط In vitro صورت گرفته است. این روشها عبارتند از: نفوذ باکتریایی، ایزوتوپ، ماده رنگی، استفاده از میکروسکوپ الکترونی (۵).

بررسی نفوذ رنگ، امروزه متداولترین و سادهترین روش تعیین میزان ریزش پرکردگیهای کانال دندان است (۸)، در ارتباط با نفوذ ماده رنگی، هر چند اندازه مولکولهای رنگ بسیار کوچکتر از میکروارگانیسمهایی است که توانایی نفوذ به

فضای بین پرکردگی و دیواره کانال را دارا میباشند اما این اندازه می تواند مشابه مولکولهای مایعاتی باشد که در اثر پدیده Percolation وارد کانال شده و موجب فراهم آوردن محیطی برای فعالیت میکروارگانیسمهای قبلی وی می گردند. مطالعه Delivanis و همکاران وی نشان داد در صورتی که سیل مناسبی در داخل کانال برقرار شود، حتی چنانچه به هنگام پرکردن فضای کانال، باکتریها زنده باشند، پس از مدتی نمیتوان کشت زنده از این کانالها تهیه کرد. لذا جلوگیری از بوجود آمدن محیط مناسب برای رشد و فعالیت باکتریها، یکی از مهمترین اهداف برقراری سیل ناحیه آپیکال است. استفاده از روش نفوذ ماده رنگی خود می تواند تا حد زیادی چگونگی سیل آپیکالی و امکان بروز Percolation را نشان دهد و از این بابت ارزشمند است (۳).

در مطالعه حاضر، دندانها ابتدا به مدت ۲۴ ساعت در رطوبت ۱۰۰٪ گذاشته شده، سپس در محلول ماده رنگی قرار گرفتند. برخی محققان معتقدند که تاخیر در قرار دادن دندانها، پس از پرکردن کانال ریشه، در ماده رنگی، موجب کاهش نفوذ آن خواهد شد، هر چند که Pollard و همکاران، هیچ گونه اختلاف معنی داری از نظر ریزش محلول ماده رنگی بین گروههای دندانی که بعد از تاخیر یک، هفت و سی روزه از زمان پرکردگی، در محلول ماده رنگی قرار گرفتند، مشاهده نکردند. گروه دیگری از محققان نیز نتایج مشابهی بدست آورده اند (۹-۱۰).

Spandberg و همکاران طی تحقیقی ثابت کردند که هوا مانع از نفوذ کامل ماده رنگی در گروه کنترل مثبت (کانالهایی که پاک سازی و شکل دهی آنها انجام شده، ولی پر نشده اند) می گردد و در نتیجه استفاده از خلا را پیشنهاد کردند (۱۱)، گرچه Dickson و همکاران در مطالعه دیگری هیچ گونه اختلاف آماری معنی داری در رابطه با ریزش محلول ماده

ریزنشت کمتر نسبت به پرکردگیهای حاصل از اسپریدر D-11 (H) می‌گردد. (۹)، مطالعه Lertchirakarn و همکاران نشان داد که هر چه میزان نفوذ اسپریدر D-11 بیشتر باشد احتمال شکستگی عمودی افزایش می‌یابد. (۱۹)

از طرفی دیگر در تحقیق Allison، بعضی از مخروطهای اصلی گوتاپرکا دارای Tug-back مناسب نبودند و با توجه به اهمیت موضوع Tug-back که مورد تأیید اغلب محققان برای حصول اطمینان از تطابق مناسب مخروط اصلی گوتاپرکا می‌باشد در مطالعه حاضر تمام مخروطهای اصلی گوتاپرکا دارای Tug-back مناسب بودند. مطالعات متعدد نشان داده است که وجود Tug-back موجب کاهش میزان ریزنشت پرکردگی کانال می‌شود (۲۰-۲۱).

از جمله اختلافات دیگر این است که در تحقیق Allison از مخروطهای گوتاپرکای Kerr Fine استفاده گردید. در حالی که در مطالعه حاضر از مخروط گوتاپرکای استاندارد استفاده شد.

Jerome و همکاران کیفیت پرکردگی را با استفاده از دو نوع اسپریدر و مخروطهای فرعی Standardized و Conventional مقایسه کردند. گزارش آنها نشان داد که هیچ اختلاف آماری معنی‌داری در نفوذ رنگ بین گروهها وجود ندارد. اما Void کمتر و فیوژن بهتر گوتاپرکا با مخروطهای فرعی استاندارد در مقایسه با Conventional اتفاق می‌افتد. (۲۲) در کتابهای مرجع اندودنتیکس نیز در رابطه با این مسئله اختلاف نظر وجود دارد، Walton معتقد است که در کانال‌های کوچکتر بهتر است از گوتاپرکای Conventional استفاده شود (۶) اما بنا بر نظر Weine باید از گوتاپرکای استاندارد استفاده کرد. (۲۳) مطالعه Metzger و همکاران نیز نشان داده که در کانال‌های معمولی گوتاپرکای استاندارد موجب بدست آوردن سیل بهتری می‌شود. (۲۴)

بررسی ریزنشت در تحقیق Allison با استفاده از ایزوتوپ

رنگی میان دندانها در دو حالت با و بدون خلا مشاهده نکردند. (۱۲)، Goldman و همکاران با بررسی نفوذ ماده رنگی در گروه کنترل مثبت، در وضعیت بدون خلا دریافتند تنها در حالتی نفوذ کامل صورت می‌گیرد که دندانها در موقعیت عمودی آویزان گردند. (۱۳)، در مطالعه حاضر برای کسب نتایج دقیقتر و حداکثر نفوذ ماده رنگی، این نکته مورد توجه قرار گرفت.

Simons و Evans در مطالعه‌ای نتیجه گرفتند قرار گرفتن دندانها به صورت فعال (با استفاده از نیروی سانتریفوژ) نسبت به نوع غیر فعال آن ترجیح دارد. (۱۴)، اما تحقیق Abbott و Oliver نشان داد که چنانچه دندانها در عمق بیشتری از ماده رنگی قرار بگیرند، تفاوتی میان استفاده از سانتریفوژ و عدم استفاده از آن وجود ندارد. (۱۵) در این مطالعه، دندانها در محلول ماده رنگی به صورت غیرفعال قرار داده شدند که تنها سه میلی‌متر تاجی آنها از رنگ بیرون بود. برخی از محققان نوع رنگ مورد استفاده را در میزان ریزنشت موثر می‌دانند. مطالعه Tames و همکاران نشان داد که تفاوتی در میزان ریزنشت میان رنگهای مختلف وجود ندارد (۱۶) لذا در این مطالعه از جوهر پلیکان به عنوان رنگ استفاده شد.

نتیجه بدست آمده در این مطالعه، یعنی تاثیر نفوذ هر چه بیشتر اسپریدر در جلوگیری از ریزنشت آپیکالی، مشابه با تحقیقات Allison و همکاران (۱۷-۱۸) می‌باشد. که تنها تحقیقات موجود قابل دسترس در این زمینه هستند مطالعه حاضر از جهات مختلف تفاوت‌های عمده‌ای با مطالعه آنها دارد.

در تحقیق Allison، اسپریدر مورد استفاده از نوع D-11 (H) بود، در حالی که یکی از مزایای مطالعه حاضر استفاده از Finger spreader می‌باشد. Simons و همکاران نشان دادند که در هنگام کار به روش تراکم جانبی استفاده از اسپریدر F موجب بوجود آمدن پرکردگی با کیفیت بهتر و در نتیجه

نتیجه گیری

با توجه به اهمیت سیل آپیکالی در درمان مناسب ریشه دندان، نفوذ هر چه بیشتر اسپریدر در روش تراکم جانبی به نظر تأثیر مثبتی در زمینه سیل آپیکالی دارد.

⁴⁵Ca صورت گرفت. با توجه به نتیجه تحقیق Matloff مبنی بر انتشار کمتر ایزوتوپ نسبت به ماده رنگی (۲۵) و همچنین وجود خطرات کار با مواد رادیواکتیو، این روش امروزه مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. از این رو در این مطالعه برای تعیین ریزش آپیکالی از روش نفوذ ماده رنگی استفاده گردید.

REFERENCES

1. Walton RE. Current concepts of canal preparation. Dent Clin North Am 1992;36(2):309-26.
2. Naidorf IJ. Immunoglobulins in periapical granulomas: A preliminary report. J Endod 1975;1(1):15-8.
3. Delivanis PD, Mattison GD, Mendel RW. The survivability of F43 strain of streptococcus sanguis in root canals filled with gutta-percha and Procosol cement. J Endod 1983;9(10):407-10.
4. De Almeida WA, Leonardo MR, Tanomaru Filho M, Silva LA. Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. Int Endod J 2000;33(1):25-7.
5. Cobankara FK, Adanir N, Belli S, Pashley DH. A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. Int Endod J 2002;35(12):979-84.
6. Walton RE, Torabinejad M. principle and practice of endodontics, 3rd ed. Philadelphia:WS Saunders Co;2002, 253.
7. Simons J, Ibanez B, Friedman S, Trope M. Leakage after lateral condensation with finger spreaders and D-11-T spreaders. J Endod 1991;17(3):101-4.
8. Camps J, Pashley D. Reliability of the dye penetration studies. J Endod 2003;29(9):592-4.
9. Pollard BK, Weller RN, Kulild JC. Standardized technique for linear dye leakage studies: immediate versus delayed immersion times. Int Endod J 1990;23(5):250-3.
10. Karagoz-Kucukay I, Kucukay S, Bayirli G. Factors affecting apical leakage assessment. J Endod 1993;19(7):362-5.
11. Spangberg LS, Acierno TG, Yongbum Cha B. Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. J Endod 1989;15(11):548-51.
12. Dickson SS, Peters DD. Leakage evaluation with and without vacuum of two gutta-percha fill techniques. J Endod 1993;19(8):398-403.
13. Goldman M, Simmonds S, Rush R. The usefulness of dye-penetration studies reexamined. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1989;67(3):327-32.
14. Evans JT, Simon JH. Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized Gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. J Endod 1986;12(3):100-7.
15. Oliver CM, Abbott PV. Entrapped air and its effects on dye penetration of voids. Endod Dent Traumatol 1991; 7(3):135-8.
16. Tamse A, Katz A, Kablan F. Comparison of apical leakage shown by four different dyes with two evaluating methods. Int Endod J 1998;31(5):333-7.
17. Allison DA, Michelich RJ, Walton RE. The influence of master cone adaptation on the quality of the apical seal. J Endod 1981;7(2):61-5.

18. 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.
19. Lertchirakarn V, Palamara JE, Messer HH. Load and strain during lateral condensation and vertical root fracture. J Endod 1999;25(2):99-104.
۲۰. صادقین، الف؛ فرهادیان، ف. بررسی اثر Tug-Back بر سیل آپیکالی به صورت In vitro. مجله دانشکده دندانپزشکی تهران ۱۳۷۷؛ ۱۷(۲): ۵۱-۸.
۲۱. پریخ، م؛ حامدزاده، م خ؛ حسین نخعی، ف؛ تراشی، م. مقایسه میزان ریزش آپیکالی روش تراکم طرفی همراه با Tug-Back و بدون Tug-Back با استفاده از دو نوع سیلر مختلف. مجله دانشگاه علوم پزشکی کرمان ۱۳۸۱؛ ۹(۲): ۶۸-۷۳.
22. Jerome CE, Hicks ML, Pelleu GB. Compatibility of accessory gutta-percha cones used with two types of spreaders. J Endod 1988;14(9): 428-34.
23. Weine FS. Endodontic therapy. 5th ed. St Louis: Mosby Co; 1996, 444.
24. Metzger Z, Nissan R, Tagger M, Tames A. Apical seal by customized versus standardized master cones: A comparative study in flat and round canals. J Endod 1988; 14(8):381-4.
25. Matloff IR, Jensen JR, Singer L, Tabibi A. A comparison of methods used in root canal sealability studies. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1982;53(2):203-8.