قابل توجه دندان‌پزشکان محترم، این مقاله دارای امتیاز بازآموزی می‌باشد.
لطفاً جهت ثبت‌نام به آدرس www.ircme.ir مراجعه شود.

روش‌های پرکردن کانال ریشه‌ی دندان (بازآموزی)

دکتر سید محسن هاشمی‌نیا[1]، دکتر حمیدرضا صادق‌نژاد[*]

اهداف آموزشی

۱. شناخت روش های کلی پرکردن کانال ریشه دندان
۲. آشنایی با پیش نیازهای روش‌های مختلف پرکردن کانال ریشه‌ی دندان
۳. آشنایی باروش های مختلف پرکردن کانال ریشه دندان
۴. مرور برخی مطالعات مقایسه کننده‌ی روش‌های مختلف پرکردن کانال ریشه‌ی دندان
۵. مروری بر دلایل استفاده از روش تراکم جانبی سرد به عنوان روش انتخابی بسیاری از مراکز آموزشی

* دستیار تخصصی، کمیته پژوهش‌های دانشجویی، گروه اندودنتیکس، دانشکده دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران (مؤلف مسؤول)
hsadeqnejad@yahoo.com

۱: استاد، مرکزتحقیقات مواد دندانی، گروه اندودنتیکس، دانشکده دندان‌پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

این مقاله در تاریخ ۹۲/۱۰/۷ به دفتر مجله رسیده، در تاریخ ۹۳/۲/۲۸ اصلاح شده و در تاریخ ۹۳/۲/۳۰ تأیید گردیده است.

مجله دانشکده دندان‌پزشکی اصفهان
۱۳۹۳؛ ۱۰(۵): ۳۹۱ تا ۴۰۷

چکیده

مقدمه: پس از پاک‌سازی و شکل‌دهی کانال ریشه‌ی دندان جهت جلوگیری از عفونی شدن این فضا و موفقیت درمان ریشه، نیاز به پرکردن فضای کانال ریشه می‌باشد. مطالعات تا کنون نتوانسته‌اند روش خاصی را به‌عنوان برترین روش پرکردن کانال ریشه معرفی کنند. در این مقاله سعی بر معرفی روش‌های مختلف پرکردن کانال ریشه‌ی دندان و مقایسه‌ی آن‌ها شده است.

شرح مقاله: در این مقاله‌ی مروری با جستجو در منابع و مقالات موجود در PubMed و Cochrane و ISI Web of science و با استفاده از کلید واژه‌های پرکردن کانال ریشه‌ی دندان، مواد پرکننده‌ی کانال ریشه دندان و گوتاپرکا، سعی بر استفاده از مطالب معتبر از سال ۱۹۶۰ تا سال ۲۰۱۳ میلادی بوده است.

بحث: روش‌های مختلفی جهت پرکردن کانال ریشه وجود دارد که بر اساس استفاده از مواد خمیری، مواد نرم قابل تزریق، مخروط‌های تکی و متراکم کردن گوتاپرکا طراحی شده‌اند. در این مقاله خلاصه‌ای از این روش‌ها و مزایا و معایب آن‌ها بیان گردیده است و برخی از دلایل انتخاب روش تراکم جانبی سرد به عنوان یک روش متداول و روش انتخابی بسیاری از دندان‌پزشکان و مراکز آموزشی بیان شده است.

نتیجه‌گیری: باتوجه به مزایا و معایب روش‌های پرکردن کانال ریشه و نتایج بلند مدت، به نظر می‌رسد تراکم جانبی روش انتخابی پرکردن کانال دندان دربسیاری از موارد است.

کلید واژه‌ها: پرکردن کانال ریشه‌ی دندان، مواد پرکننده‌ی کانال ریشه‌ی دندان، گوتاپرکا

مقدمه

موفقیت درمان ریشه به مقدار زیادی به کنترل عفونت فضای پالپ وابسته است. پاک‌سازی و شکل‌دهی کانال ریشه با تخریب و محدود نمودن کلونی‌های میکروبی محیطی را فراهم می‌کند که اجازه‌ی گسترش و ادامه بیماری‌های پری‌رادیکولار را نمی‌دهد[۲، ۱].

در مورد حفظ شرایط عاری از عفونت کانال ریشه ذکر این نکته ضروری است که اعتماد بی‌جهت به سیل کانال ریشه بدون استفاده از مواد کنترل کننده‌ی عفونت و پرکردن این فضا، پذیرفته شده نیست[۴، ۳] و امکان عفونی‌شدن فضای خالی کانال ریشه حتی در صورت ضد عفونی و سیل تاجی کامل وجود دارد. با توجه به این مطلب ،کنترل عفونت فضای کانال ریشه به طرق زیر امکان‌پذیر است:

۱- به‌صورت مستقیم توسط داروها و مواد شوینده‌ی داخل کانال ریشه و به‌واسطه کشتن فعال میکرو ارگانیسم‌های باقی‌مانده[۵] یا میکرو ارگانیسم‌هایی که بعداً وارد فضای پالپ می‌شوند[۶]

۲- به‌طور غیرمستقیم به‌واسطه مواد پرکردن کانال ریشه و محدود کردن مواد غذایی، فضای لازم برای تکثیر و دیگر شرایط لازم جهت ثبات گروه‌های میکروبی خاص یا رشد گونه‌های مخرب.

شرایط فوق باید به‌صورت طولانی مدت پایدار باشند و به بافت‌های میزبان نیز آسیب نرسانند. از نظر تکنیکی درمان موفق کانال ریشه در صورتی امکان‌پذیر است که کانال ریشه از مدخل تا فاصله ۲mm-۰ مانده به انتهای ریشه‌ی رادیوگرافیک به صورت متراکم پرشده باشد[۸، ۷].

مطالعه‌ی کلاسیک واشنگتن (Washington study)[۹] هرچند که هیچ‌گاه در یک مجله‌ی مرورگر دقیق (Peer-reviewed) چاپ نشد ولی این مطلب را بیان کرد که ۵۸/۶۶٪ از شکست‌های اندودنتیک به‌دلیل پرکردن ناکافی کانال ریشه ایجاد شده است. کتب مرجع نیز که بر اساس بهترین شواهد علمی کلینیکی بنا شده‌اند بر این نکته تأکید دارند که فقدان سیل کافی دلیل اصلی شکست‌های اندودنتیک است[۱۲-۱۰]. اما در مطالعه‌ای به این مطلب اشاره شده است که بزرگ‌ترین و مهم‌ترین عامل در جلوگیری و درمان بیماری‌های اندودنتال تمیز کردن و شکل‌دادن کانال ریشه است و نمی‌توان چنین اهمیتی را صرفاً برای پرکردن کانال ریشه قایل بود[۱].

به‌دلیل این‌که در ثبت وارزیابی مراحل درمان ریشه‌ی دندان‌ها ارایه‌ی توضیحات کامل در مورد روش و جزییات مراحل کنترل عفونت غیرمعمول است، با وجود محدودیت‌های تشخیصی رادیوگرافی[۱۳] و این مطلب پذیرفته‌شده که نمای رادیوگرافیک اطلاعات اندکی را در اختیار ما می‌گذارد ، تعجب‌آور نیست که گروه بزرگی از برآوردهای اپیدمیولوژیک در اندودنتیکس به‌دلیل در دسترس بودن رادیوگرافی‌های قبل، حین و پس از کار، فقط بر نمای رادیوگرافی متمرکز شده‌اند[۸] و بنابراین تمرکز بر جنبه‌هایی از درمان است که به‌راحتی قابل تشخیص و اندازه‌گیری باشند، نظیر طول و تراکم ماده‌ی پر کننده با این فرض که این معیارها مشخصه‌های خوبی از کل مراحل کنترل عفونت هستند.

شرح مقاله

مطالب مورد استفاده در این متن از میان مقالات و مطالب موجود در PubMed و Cochrane و ISI Web of science و نیز جستجو به کمک موتور جستجوگر Google scholar بر اساس کلید واژه‌های Root canal obturation, Root canal Filling materials, Gutta percha و نیز از بررسی دستی کتب مرجع اندودنتیکس، از سال۱۹۶۰ تا سال۲۰۱۳ میلادی انتخاب شد. به‌علاوه در این راستا سعی بر استفاده از مقالات با ضریب تأثیر (Impact factor) بالاتر از ۱/۵بوده است.

اساس روش‌های پرکردن کانال ریشه‌ی دندان

کتب مرجع طیفی از روش‌های پرکردن کانال ریشه را بیان نموده‌اند[۱۲-۱۰] که از یک خمیر به‌تنهایی شروع و به روش خمیر و یک مخروط سخت یا نیمه‌سخت، روش تراکم سرد مواد کور (Core material) و در نهایت به روش تراکم گرم همراه با خمیر سیلر منتهی می‌شود. در بسیاری از روش‌ها از سمان‌های سیلری معمولی (نظیر خمیر اکسید روی اوژنول) به‌همراه مخروط‌های خاص مثل گوتاپرکا استفاده می‌کنند. به سمان‌های سیلر معمولاً به‌عنوان جزیی مهم در ایجاد سیل در پرکردن کانال

ریشه توجه شده است[۱۴] با این تناقض که حجم آن باید تا حد ممکن با متراکم کردن ماده‌ی کور کم شود[۱۵].

روش‌های معرفی شده در این مقاله عبارتند از: پرکردن فقط با خمیر، پرکردن با تکنیک‌های تزریقی، پرکردن با یک مخروط تکی، سیستم‌های حامل و روش‌های متراکم‌کردن گوتاپرکا.

پرکردن فقط با خمیر

این روش اکنون جایگاه اندکی در کلینیک دارد. این روش در بدو پیدایش شامل استفاده از سمان‌های به‌شدت سمی از قبیل Traitement SPAD (و یا نوع اولیه‌ی آنEndomethasone حاوی فرم آلدئید) می‌شد که برای به‌دست آوردن نتیجه‌ی سریع در کانال ریشه‌هایی با حداقل آماده سازی، توصیه شده بودند. هر چند در برخی موارد برای این روش موفقیت‌هایی گزارش شده بود ولی در این موارد در ابتدا ناحیه‌ی اپیکال پاک‌سازی و سپس توسط یک وسیله‌ی فنرمانند، خمیر در کانال ریشه قرار داده شده بود[۱۶] این مسأله مشخص نمود که آن‌چه از کانال ریشه خارج می‌شود بسیار مهم‌تر از آن چیزی است که در آن قرار می‌گیرد. حوادث ناخوشایندی از قبیل وارد شدن این مواد به فضاهای حیاتی نظیر کانال آلوئولر تحتانی و نیز تقریباً غیر محلول بودن و سختی برداشت آن‌ها در درمان‌های مجدد از معایب و مشکلات دیگر این مواد است[۱۸، ۱۷].

پرکردن با تکنیک‌های تزریقی

امروزه این روش با مواد و وسایل جدید انجام می‌گیرد. نظیر سیستم‌های تزریقی گوتاپرکای گرم و نرم شده (نظیر سیستم‌های HotShot، Element، Calamus، Ultrafil 3D، Obtura III) یا مواد سردی مانند Gutta flow. در این روش مواد در حالی‌که حالت خمیری و نرم دارند توسط وسایل خاص در کانال ریشه‌ی دندان تزریق می‌شوند و پس از مدتی این مواد به‌واسطه سرد شدن و یا واکنش شیمیایی سخت می‌گردند. حتی با مواد خمیری که سازگاری زیستی دارند خطر کنترل طول کارکرد وجود دارد. موردی از پارستزی عصب آلوئولر تحتانی به‌دنبال خروج گوتاپرکای مذاب گزارش شده است[۱۹]. تخلخل در مقادیر زیاد مایع، انقباض حین سخت شدن و از دست رفتن تطابق با دیواره‌ها و حل‌شدن در طول زمان از مشکلات دیگر این روش است. حتی ۱٪ انقباض ماده پس از سخت شدن به‌عنوان مسأله‌ای که بالقوه موفقیت را متأثر می‌کند، مورد توجه قرارگرفته است[۲۰]. در حال حاضر بیشتر از این روش به‌عنوان یک روش کمکی و همراه با سایر روش‌ها استفاده می‌شود.

پرکردن با یک مخروط تکی

به‌دلیل این‌که کانال‌های ریشه‌های پرشده با یک مخروط تکی مقدار بسیار زیادی سیلر دارند این روش نیز زیاد مورد توجه قرار نگرفته است. پرکردن کانال ریشه با یک مخروط از دهه‌ی ۱۹۶۰ با تکامل روش استانداردسازی ISO برای وسایل و مخروط‌های پرکننده اندودنتیک توسط Ingle به‌عنوان روش استاندارد معرفی شد[۲۱]. بعد از این‌که در حدود ۲ میلی‌متر انتهای کانال ریشه فضایی مخروطی با استاپ ایجاد گردید، یک مخروط تکی گوتاپرکا، نقره یا تیتانیوم انتخاب می‌شود که با تاگ بک (Tug-back) در آن‌جا قرار گیرد. سپس این مخروط با یک لایه‌ی نازک (از نظر تئوری) از سمان در آن ناحیه چسبانده می‌شود. با این روش موفقیت ۸۴٪ برای مخروط‌های نقره همراه با سیلر گزارش شده است[۲۲]. در تکنیک آماده‌سازی کانال ریشه به روش استاندارد، جابه‌جایی کانال ریشه (Transportation) شایع است و سیل نمودن ریشه‌های تخریب شده با این روش دشوار است[۲۳].

ظهور آلیاژ نیکل تیتانیوم رسیدن به این مطلب که محل کانال ریشه تغییر نکند و در مرکز حفظ شود را حتی در کانال ریشه‌های‌انحنادار قابل پیش‌بینی‌تر کرد[۲۴]. به‌علاوه، پیشرفت‌های نوین در ساخت فایل‌ها و مخروط‌هایی که از نظر ارگونومی تطابق بیشتری داشته باشند، روش‌های استفاده از سمان‌کردن با یک مخروط تکی را بهبود بخشیده‌اند (مانند روش Single protaper gutta percha). مطالعه‌ی آزمایشگاهی نشان داده است که فضای اشغال شده توسط گوتاپرکا در روش استفاده از مخروط‌های تکی متقارب با روش تراکم جانبی مشابه و قابل مقایسه است، و پرکردن کانال ریشه در مدت زمان کمتری به‌دست می‌آید[۲۵] اما هنوز مطالعات بالینی قابل استناد در این زمینه در دسترس نیست.

سیستم‌های حامل (Carrier systems)

سیستم‌های حامل بیان دیگری از انتقال گوتاپرکای نرم‌شده با حرارت به داخل کانال ریشه به‌همراه درجاتی از کنترل می‌باشند. نمونه‌ی ایاز این روش، سیستم ترمافیل (Thermafil) می‌باشد که از تکامل روش پوشاندن فایل‌های معمولی با گوتاپرکاهای معمولی[۲۶]، به‌روش استفاده از حامل‌های پلاستیکی پوشیده‌شده با گوتاپرکای با وزن مولکولی کاهش‌یافته[۲۷] و قابل جریان، ایجاد شده است. سیستم‌های حامل از این نظر ممکن است مورد توجه قرار گیرند که در مقایسه با تزریق گوتاپرکای گرم احتمال کمی برای افزایش حرارت بافت‌ها را دارند[۲۸].

Da Silva و همکارانش[۲۹] روشی تغییریافته از روش پر کردن با حامل را توضیح دادند که در آن ابتدا یک مخروط اصلی گوتاپرکا که با سیلر آغشته شده است در کانال ریشه، تا طول کارکرد قرار می‌گیرد و فضا برای قراردادن حامل گرم و نرم توسط روش تراکم جانبی سرد و به‌وسیله‌ی اسپریدر فراهم می‌شود و در حقیقت از حامل گرم و نرم شده برای پرکردن بقیه‌ی فضای کانال ریشه و به‌عنوان گوتاپرکای جانبی استفاده می‌شود. نشان داده شده است که در این روش ضمن کنترل خروج مواد از سوراخ اپیکال و احتمالاً درد پس از کار کمتر، یک پرکردگی متراکم کانال ریشه فراهم می‌گردد.

آماده‌سازی کانال ریشه

مطابق سایر روش‌ها ابتدا باید وسیله‌ی متراکم کننده (مثلاً در مورد سیستم ترمافیل یک حامل دست‌کاری نشده) در کانال ریشه امتحان شود تا از توان آن مبنی بر انتقال ماده به‌طول کامل اطمینان حاصل شود. این مطلب در مورد سیستم‌های حامل اهمیت ویژه‌ای دارد چرا که قرارگیری با یک حرکت انجام می‌شود و اگر در بار اول حامل به‌طول مناسب نرسد، فرصت اندکی برای اصلاح وجود دارد. محصولات کارخانجات مختلف تقارب‌های متفاوتی دارند که ممکن‌است یک سیستم را برای شکل خاصی از کانال ریشه مناسب‌تر سازد. سیستم‌های کاملی شامل وسایل شکل‌دهنده و وسایل حامل مطابق با هم وجود دارند[۳۰].

به‌کاربردن سیلر

به‌عنوان یک مطلب بسیار مهم و در تضاد با تراکم جانبی سرد که سیلر اضافه به‌آهستگی به سمت تاجی کانال ریشه هدایت می‌شود در این روش باید از استفاده‌ی زیاد سیلر اجتناب کرد تا احتمال خروج مقادیر زیاد آن از اپیکال کاهش یابد. عموماً سیلر بر روی یک مخروط کاغذی قرار می‌گیرد وداخل کانال ریشه برده می‌شود و به‌دنبال آن با قراردادن یک مخروط کاغذی خشک اضافات آن از کانال ریشه خارج می‌شود و مقدار اندکی از آن روی دیواره باقی می‌ماند[۳۱].

قراردادن حامل

وقتی حامل به‌وسیله‌ی منبع حرارتی توصیه شده (Recommended oven) توسط کارخانه‌های سازنده به مقدار کافی گرم شد از گرم‌کننده بدون معطلی و با سرعت به‌آرامی خارج می‌شود و به نرمی با یک حرکت تا طول کامل کارکرد قرار می‌گیرد. در دستان فرد ماهر و باتجربه گسترش گوتاپرکا و حرکت سیلر را می‌توان با سرعت حرکت قراردادن حامل، کنترل کرد و مطالعه‌ی آزمایشگاهی پیشنهاد می‌کند که قراردادن سریع‌تر، جزییات اپیکال را بهتر از قراردادن آهسته ثبت می‌کند[۳۲]. ممکن است با یک پلاگر کوچک برای جبران بخشی از انقباض که به ناچار حین سردشدن ایجاد می‌شود، مقداری فشار تراکمی به گوتاپرکا اعمال گردد. پس از آن، دسته‌ی حامل توسط یک فرز یا وسیله‌ی داغ ۲-۱ میلی‌متر بالاتر از مدخل کانال ریشه جدا می‌شود (مانند سیستم Thermafil و Successfil) و یا کلاً از کانال ریشه خارج می‌شود (مانند سیستم SimpliFill).

روش‌های متراکم‌کردن گوتاپرکا

در مقالات و کتب مرجع از کلمات condensation و compaction در توصیف این روش‌ها استفاده شده است[۱۲-۹] لیکن منظور از این الفاظ مشابه می‌باشد و در این مقاله از واژه‌ی کلی «متراکم کردن» به‌جای هر دو کلمه استفاده شده است. با وجود جایگزین‌های توضیح داده شده هنوز روش‌های متراکم‌سازی غالب‌ترین روش‌هایی هستند که در عمل برای تراکم مواد کور و کاهش مقدار سیلر به‌کار می‌روند. اما هنوز به

این سؤال که آیا این روش‌ها با وجود احتمال وقایع ناخوشایندی نظیر شکست ریشه‌ها و به‌طور شایع‌تر بیش از حد پرشدن کانال ریشه می‌توانند برای فراهم‌سازی درمانی بهتر برای بیماران و یا درمان بیماری‌های مشکل‌تری (نظیر انواع تحلیل‌ها یا پر فوراسیون‌های ریشه‌ی دندان) توسط دندان‌پزشک، فایده‌ای داشته باشند یا خیر، پاسخ داده نشده است. چرا که مثلاً WU و همکارانش در مطالعه‌ای نشان دادند که متراکم‌کردن مواد با ضخامت سطحی (Film thickness) نامناسب سبب کاهش تماس آن‌ها با دیواره‌های کانال ریشه و در نتیجه کاهش سیل ناشی از آن‌ها می شود[۱۴].

تراکم عمودی گرم

این روش را که سال‌ها قبل ازSchilder معرفی شده بود، وی انتخاب کرد و تکامل بخشید. دیدگاه Schilder مبنی بر پرکردگی در سه بعد بیشتر به پرکردن تمامی ناهمواری‌های فضای کانال ریشه توجه دارد تا پرنمودن فقط مسیر اصلی کانال ریشه و انطباق مخروط اصلی با آن[۳۳].

تقارب کانال ریشه به ماده نرم ایجاد شده اجازه می‌دهد که هنگام اعمال گرما و فشار به آن در کانالی که قطرش به سرعت کاهش می‌یابد، وارد پیچیدگی‌های آناتومیکی شود. مقاومت در برابر بیش از حد پرشدن (Over filling) با ایجاد یک ناحیه‌ی اپیکالی کنترل‌کننده (استاپ مطابق با اندازه‌های ISO) و تقارب کافی دیواره‌ها، فراهم می‌شود.

برای انتقال حرارت در این روش می‌توان از وسایل دستی مخصوص انتقال حرارت و یا دستگاه‌های جدید نظیر Touch’n Heat، EI DownPak و System B استفاد کرد.

پیش‌نیازها

آماده سازی کانال ریشه

توصیه‌های نوین برای این روش شاخصه‌های شکل‌دهی کانال ریشه را به‌صورت زیر بیان می‌کنند: ۱-تهیه‌ی تقارب یکنواخت ۲- حفظ آناتومی اولیه ۳- عدم جابه‌جایی سوراخ اپیکال ۴- تا حد ممکن کوچک نگه داشتن قطر سوراخ اپیکال.

تقارب کانال ریشه به ماده‌ی نرم ایجادشده اجازه می‌دهد که هنگام اعمال گرما و فشار به آن در کانالی که قطرش به سرعت کاهش می‌یابد، وارد پیچیدگی آناتومیکی شود. مقاومت در برابر بیش از حد پرشدن با ایجاد یک ناحیه اپیکالی کنترل‌کننده فراهم می‌شود. شکل‌دهی هنگامی که یک مخروط نازک-متوسط (Fine-medium) یا متوسط (Medium) یا مخروطی با تقارب مناسب دیگر (مثلاً F2 برای کانال ریشه آماده‌شده با ProTaper F2) بتواند به‌طول برسد، کافی در نظر گرفته می‌شود.

انتخاب مخروط اصلی

باید دقت کرد تقارب مخروط اصلی انتخاب‌شده از تقارب دیواره‌های کانال ریشه کمتر باشد تا با قسمت‌های بالای کانال ریشه تماس نداشته و فقط در انتهای کانال ریشه با دیواره‌ها تطابق داشته باشد. حتی در برخی موارد ترجیح بر این است که انتهای مخروط اصلی از انتهای کانال ریشه عریض‌تر باشد تا از تطابق گوتاپرکا با کانال ریشه پس از رانده شدن آن با فشار به انتهای کانال ریشه مطمئن شویم. پس بهتر است به‌جای استفاده از مخروط اصلی بزگ‌تر، از یک مخروط اصلی کوچک‌تر که انتهای آن قطع شده است استفاده شود.

انتخاب پلاگر و نوک گرم‌کننده

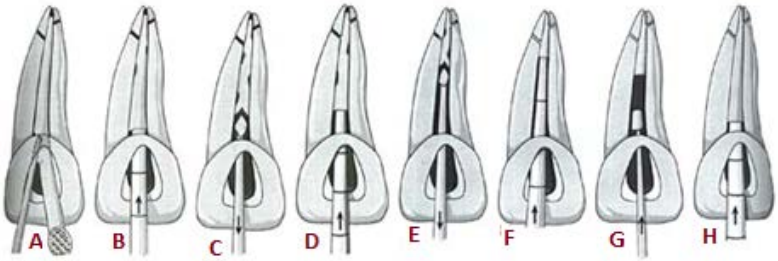
مشابه سایر روش‌های پرکردن کانال دندان، وسایل متراکم‌کننده باید قبل از درمان انتخاب شوند و معمولاً سه عدد یا بیشتر از پلاگرهایی که به طور تدریجی به عمق بیشتری در کانال ریشه نفوذ می‌کنند و تا ۵-۴ میلی‌متر آخر کانال ریشه نفوذ می‌کنند انتخاب می‌شوند. وسایل نیکل تیتانیومی نظیر بوکانان دو طرفه (Double-ended Buchanan) یا پلاگرهای دوگان (Dovgan pluggers) ممکن است در کانال ریشه‌های قوس‌دار بهتر از پلاگرهای استین‌لس‌استیل ماچتو یا شیلدر (Machtou or Schilder pluggers) نفوذ کنند. حرارت ممکن است به‌وسیله‌ی یک حامل حرارت معمولی که در یک Bunsen burner گرم‌شده است و یا یک وسیله‌ی امن‌تر Touch-and-heat به داخل کانال ریشه انتقال داده شود. نوک این وسیله باید در حدی نازک باشد تا به ۵ میلی‌متر انتهای کانال ریشه برسد.

به‌کاربردن سیلر

در این روش نیروهای هیدرولیک قابل توجهی ایجاد می‌شود و خطر خروج سیلر اضافه به سمت بافت‌های اطراف ریشه افزایش می‌یابد[۱۱]. برخلاف روش تراکم جانبی سرد، قرار دادن سیلر بسیار محدود و معمولاً منحصر به آغشته‌کردن مخروط اصلی و نیز دیواره‌ها می‌باشد که به‌وسیله‌ی فرو بردن و خارج‌کردن مخروط اصلی از کانال ریشه و یا با استفاده از یک لنتولو که توسط انگشت در جهت عقربه‌های ساعت در کانال ریشه چرخانده می‌شود، انجام می‌گیرد.

روند متراکم‌سازی

شکل ۱ روند متراکم‌سازی را نشان می‌دهد[۳۴].



شکل۱. مراحل تراکم عمودی گرم: (A) قطع قسمت تاجی مخروط اصلی توسط یک وسیله گرم (توجه کنید که مخروط اصلی مقدار کمی با انتهای کانال فاصله دارد (B)آغاز متراکم سازی گوتاپرکا نرم شده با پلاگری با اندازه مناسب (C) حذف قسمتی از گوتاپرکا با یک وسیله گرم (D) متراکم سازی گوتاپرکا نرم‌شده در یک سوم میانی کانال ریشه با پلاگری با اندازه مناسب (E) حذف قسمت دیگری از گوتاپرکا با یک وسیله گرم (F) متراکم‌سازی بیشتر گوتاپرکا نرم شده (توجه کنید که گوتاپرکا تا انتهای کانال ریشه دندان نفوذ کرده است) (G و H) مرحله پرکردن رو به عقب با اضافه و متراکم کردن قطعات گوتاپرکای گرم و نرم‌شده[۳۴]

پک‌کردن به سمت پایین (Downpack)

تراکم مواد پرکننده‌ی کانال ریشه توسط موج‌های متعددی از ماده‌ای که توسط حرارت نرم شده است و توسط پلاگرهای سرد که به سمت اپیکال رانده می‌شود، صورت می‌گیرد. اولین موج در حد مدخل کانال ریشه صورت می‌گیرد و باید مراقب بود مخروط اصلی از کانال ریشه خارج نشود. سپس بزرگ‌ترین پلاگر سرد قرار داده می‌شود و قبل از قرار گرفتن پلاگر در مرکز کانال، گوتاپرکای موجود در دیواره‌های اطراف کانال ریشه به‌وسیله‌ی آن با فشار ملایمی به سمت اپیکال متراکم می‌شوند و سپس پلاگر در مرکز گوتاپرکای موجود در کانال قرار می‌گیرد و آن‌را به سمت اپیکال متراکم می‌کند. باید دقت کرد که پلاگر با دیواره‌های کانال ریشه در تماس قرار نگیرد چرا که خطر انتقال نیروهای مخرب به ریشه وجود دارد. موج دوم با فرو بردن نوک حامل حرارت ۴-۳ میلی‌متر به داخل توده‌ی متراکم شده‌ی گوتاپرکا و خارج کردن اضافات آن از کانال ریشه صورت می‌گیرد. متراکم‌سازی به همان روش قبل با پلاگر بعدی انجام می‌شود.

امواج سوم و چهارم گرم‌کردن نیز با حذف ماده‌ی اضافه و متراکم سازی تا ۵-۴ میلی‌متر اپیکالی مشابه مراحل قبل انجام می‌شود تا این ناحیه با گوتای متراکم شده با حرارت و سیلر کاملاً پر شود. گرم‌کردن و متراکم‌سازی پیش‌رونده سبب رانده‌شدن گوتاپرکا و سیلر به داخل تمامی کانال‌های اصلی یا کانال‌های فرعی در دسترس و ناهمواری‌های کانال ریشه در خلال تراکم به سمت پایین می‌شود.

پرکردن رو به عقب (Back fill)

پس از پرشدن قسمت اپیکال کانال ریشه بقیه‌ی کانال ریشه توسط انتقال قطعات گوتاپرکای گرم و نرم شده با طول ۴-۳ میلی‌متر و با ضخامتی که با پلاگرها و قطر کانال ریشه مناسب باشد به‌تدریج پر می‌شود. در این مرحله دیگر نیاز به کاربرد مجدد سیلر نمی‌باشد[۳۳].

تراکم جانبی

تراکم جانبی سرد احتمالاً شایع‌ترین روشی است که در کلینیک برای پر کردن کانال ریشه استفاده می‌شود[۳۶, ۳۵] و به‌عنوان

استاندارد طلایی جهت مقایسه سایر روش‌ها به‌کار می‌رود[۳۷]. این روش شامل مراحلی نظیر طراحی مخروط اصلی و انطباق دادن آن، انتخاب اسپریدر و مخروط فرعی، انتخاب سیلر و روش به‌کار بردن اسپریدر می‌شود. مطالعات هنوز نتوانسته‌اند به‌طور دقیق بهترین پیش‌نیازهای لازم برای اجرای آن و نیز بهترین روش انجام آن را نشان دهند[۴۰-۳۸].

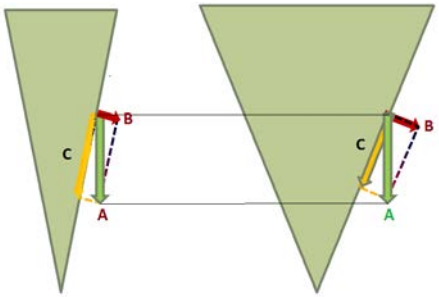
پیش‌نیازها

آماده سازی کانال ریشه

تراکم جانبی نیازمند کانال ریشه‌ای است که به‌طور یکنواخت و پیوسته از آپکس تا مدخل کانال ریشه متقارب (flare) شده باشد[۴۱]. برخلاف روش تراکم عمودی گرم که استاپ اپیکال بسیار مهم است، تاکنون به‌صورت کلینیکی مشخص نشده است که در این روش برای موفقیت بیشتر، استاپ اپیکالی مهم‌تر است یا تقارب دیواره‌های کانال ریشه.

انتخاب اسپریدر

وسیله‌ی متراکم‌کننده باید قبل از شروع کار انتخاب شده باشد[۴۲]. برای تغییر شکل مطلوب مواد در طول کانال ریشه یک اسپریدر باید به‌راحتی تا انتهای کانال ریشه‌ی خالی وارد شود. اسپریدرهای دستی نیروی بیشتری نسبت به اسپریدرهای انگشتی ایجاد می‌کنند[۴۳] و احتمال شکست ریشه از نظر تئوری بیشتر می‌شود[۴۴]. اسپریدرهای نیکل تیتانیوم بیشتر نفوذ می‌کنند[۴۵] و نیروها را خصوصاً در کانال ریشه‌های انحنادار یکنواخت‌تر پخش می‌نمایند[۴۶] ولی نوع جنس اسپریدر (استین‌لس‌استیل یا نیکل تیتانیوم) صرف‌نظر از انحنای کانال ریشه تأثیری بر وزن گوتاپرکای پرکننده‌ی کانال (که در حقیقت نشان‌دهنده‌ی تراکم گوتاپرکا می‌باشد) ندارد[۴۷]. تراکم جانبی با اعمال نیروی عمودی بر اسپریدرهای گوه مانند و حرکت دادن مواد به صورت عمودی و جانبی عمل می‌کند. تقارب بیشتر اسپریدر جزء جانبی نیروی وارده را بزرگ‌تر می‌کند و در نتیجه هرچه تقارب اسپریدر بیشتر شود نیروی بیشتری به دیواره‌ها وارد می‌گردد و احتمال آسیب دیدن دندان بیشتر می‌شود[۴۸](شکل ۲).



شکل ۲. با اعمال نیروی برابر (بردار سبز رنگ A) توسط اسپریدر، با افزایش درصد تقارب اسپریدر و یا افزایش درصد تقارب دیواره‌های کانال، نیروی عمودی وارد شده به دیواره‌ها (بردار قرمز رنگ B) که می‌تواند مخرب باشد افزایش و نیروی مفید و بدون خطر موازی دیواره‌ها (بردار زرد رنگ C) کاهش می‌یابد.

به‌دلیل معایب اسپریدرهای استین‌لس‌استیل از قبیل عدم پخش یکنواخت نیروها و افزایش احتمال شکستگی ریشه و نیز با توجه به افزایش دامنه نیروهای وارد شده توسط آن‌ها، توصیه به استفاده از اسپریدرهای نیکل تیتانیوم شده است[۴۹، ۴۵]. از طرف دیگر در این روش نفوذ اسپریدر به عمق مناسب که جهت پرکردگی کانال ریشه ضروری است، ممکن است نیازمند نیروی زیادی باشد. براساس مطالعه‌ی انجام‌شده مقدار نیروی اعمال شده بر اسپریدر توسط اندودنتیست‌ها در روش تراکم جانبی سرد ۳-۱کیلوگرم می‌باشد[۵۰] و این درحالی است که در دندان ثنایای پایین نیروی ۱/۵کیلوگرم می‌تواند سبب شکست دندان گردد[۵۱].

انتخاب مخروط جانبی

برای اطمینان از پرکردگی متراکم، مخروط‌های جانبی گوتاپرکا باید بتوانند کاملاً فضای ایجاد شده توسط تراکم ناشی از اسپریدر را اشغال کنند. بنابراین باید اندازه‌ای مشابه یا کوچک‌تر از اسپریدر انتخابی داشته باشند. عدم هماهنگی سبب می‌شود مخروط جانبی قبل از این‌که کاملاً در فضای ایجاد شده توسط اسپریدر قرار گیرد به قسمت‌های تاجی‌تر دیوارهای فضای ایجاد شده گیر کند و در بهترین حالت این فضا با سمان پر شود و در بدترین حالت فضا خالی باقی بماند. در یک مطالعه‌ی آزمایشگاهی هر چند که تفاوتی بین کیفیت پرکردگی کانال ریشه با استفاده از دو نوع مخروط جانبی (استاندارد یا با تقارب

زیاد) مشاهده نشد ولی پیشنهاد شد که مخروط‌های گوتاپرکای جانبی با تقارب بیشتر نسبت به انواع استاندارد می‌توانند نفوذ بهتر و قابل پیش‌بینی‌تری داشته باشند[۳۹].

انتخاب مخروط اصلی

شواهد واضحی مبنی بر این که مخروط‌های گوتاپرکای استاندارد ارجحیت دارند یا مخروط‌های غیراستاندارد وجود ندارد. مطالعات آزمایشگاهی[۳۹، ۳۸] پیشنهاد می‌کنند که مخروط‌های اصلی استاندارد بهتر به اسپریدر امکان نفوذ می‌دهند و تعداد بیشتری از مخروط‌های فرعی در کانال ریشه قرار می‌گیرند هرچند که این مطلب سبب سیل بیشتر در مقابل نفوذ میکروارگانیسم‌ها نمی‌شود. انتهای مخروط‌های غیراستاندارد ممکن است برای ایجاد اندازه‌ی اپیکال دقیق، قطع شوند و معمولاً باید در یک کانال ریشه که توسط مواد شست‌وشودهنده لغزنده شده است، امتحان شوند. به‌طور آزمایشگاهی نشان داده شده است که قراردادن مخروط اصلی در حلال سبب بهبود تطابق و سیل آن می‌شود[۵۲] و در مواردی که انتهای کانال ریشه باز یا به‌صورت نامنظم است می‌توان از این روش استفاده نمود. این مطلب با قرار دادن ۳-۲ میلی‌متر از انتهای اپیکالی مخروط اصلی به مدت ۲-۱ ثانیه در کلروفرم یا هالوتان به‌دست می‌آید که در واقع ساخت نوعی گوتاپرکای اختصاصی یا اصطلاحاً Custom cone می‌باشد (شکل ۳)[۱۱].

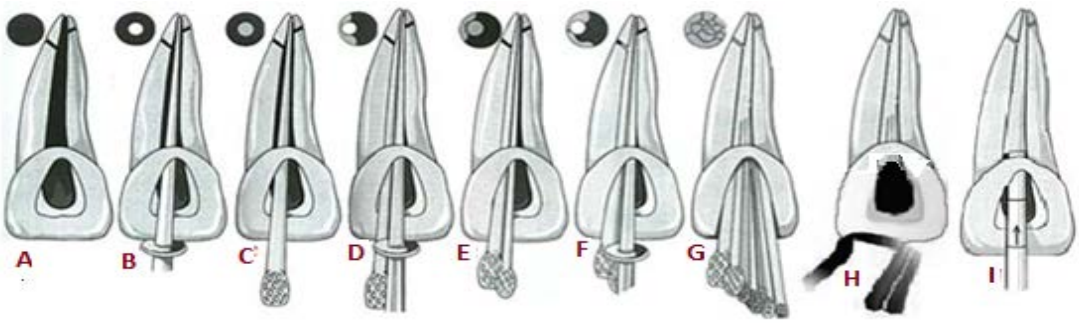
شکل ۳. مخروط اصلی شکل داده‌شده با کلروفرم

انتخاب سیلر

شواهد نشان می‌دهند که نوع سیلر در این روش اثر چندان مهمی روی نتیجه ندارد[۵۳، ۴۰] اما یک سیلر با سرعت کم سخت‌شدن عموماً ارجح است چرا که لغزندگی کافی برای قرار گرفتن مخروط‌های جانبی و جبران خطاها و پرکردن حباب‌های ایجادشده‌ی احتمالی که ممکن است در رادیوگرافی‌های حین کار دیده شوند را بهتر فراهم می‌کند. قرار دادن نوک مخروط‌های جانبی در سیلر سبب نرم شدن آن‌ها و مشکل شدن نفوذ آن‌ها در طول کامل فضای ایجادشده توسط اسپریدر می‌گردد.

مراحل تراکم جانبی سرد

در شکل ۴ مراحل تراکم جانبی سرد نشان داده شده است.



شکل ۴. مراحل تراکم جانبی سرد (A) آماده سازی کانال (B) انتخاب اسپریدر مناسب (به فضای اطراف اسپریدر توجه کنید) (C) انتخاب مخروط اصلی (مخروط اصلی فقط در انتهای کانال ریشه با دیواره‌ها در تماس است (D-G) تراکم‌سازی و اضافه کردن مخروط‌های گوتاپرکا تا ۳-۲ میلی‌متر پایین‌تر از مدخل کانال ریشه ادامه پیدا می‌کند. نیروی ایجاد شده با اسپریدر در جهت عمودی و جانبی است. (H ,I) حرارت وارد شده به گوتاپرکا حین قطع آن اجازه یک‌پارچه کردن بیشتر آن را در کانال ریشه فراهم می‌کند[۳۴].

این روش با پوشاندن دیواره‌ها با لایه‌ای از سیلر شروع می‌شود. اگرچه اغلب از آغشته نمودن یک مخروط کاغذی یا یک فایل کوچک و گاهی از مخروط اصلی آغشته به سیلر برای بردن سیلر در کانال ریشه استفاده می‌شود، اما مطالعه‌ی

آزمایشگاهی نشان داده است استفاده از فنرهای مخصوص قرار دادن خمیر (لنتولو)، سوزن‌های نازک تزریق یا یک فایل فعال شده توسط اولتراسونیک به شکل کامل‌تری دیواره‌ها را با سیلر می‌پوشاند[۵۴]. مخروط اصلی به طول کارکرد رانده می‌شود و اسپریدر اندازه‌گیری شده‌ی قبلی با نیروی عمودی به مدت ۶۰-۱۰ ثانیه در کنار آن قرار می‌گیرد تا شکل آن را از جهت طرفی و اپیکالی تغییر دهد[۵۵]. بهترین مدت زمان قرار گرفتن اسپریدر دقیقاً از نظر کلینیکی مشخص نشده است. خارج کردن اسپریدر با حرکات Watch-winding سبب اطمینان از عدم خروج مخروط اصلی می‌شود و بلافاصله یک مخروط جانبی که ممکن است به مقدار کمی با سیلر پوشانده شده است دقیقاً به طولی که اسپریدر به آن نفوذ کرده است، برده می‌شود. متراکم نمودن و قرار دادن مخروط‌های جانبی ادامه پیدا می‌کند و با پرشدن تدریجی کانال ریشه عمق نفوذ اسپریدر و درنتیجه مخروط‌های جانبی کمتر می‌شود و این عمل معمولاً تا جایی ادامه می‌یابد که اسپریدر بیشتر از ۲ تا ۳ میلی‌متر در کانال ریشه نفوذ نکند.

هرچند که این روش به‌عنوان تراکم جانبی سرد معرفی شده است، اما معمولاً قطع اضافات گوتاپرکا با حرارت در مدخل کانال ریشه یا کمی پایین‌تر، آن را نرم می‌کند که با فشاریک پلاگر سرد به سمت اپیکال متراکم می‌شود. این عمل ممکن است گوتاپرکا را مقداری اپیکالی‌تر حرکت دهد و سیل را بهتر نماید[۵۶].

تغییرات اعمال شده در روش تراکم جانبی سرد

از معایب این روش می‌توان به تطابق ضعیف گوتاپرکا با دیواره‌های کانال ریشه و عدم ایجاد توده‌ای یکنواخت و متراکم از گوتاپرکا اشاره کرد[۱۱]. برخی از تدابیر پیشنهاد شده جهت افزایش تراکم و تطابق گوتاپرکا در روش تراکم جانبی عبارتند از:

- گرم کردن اسپریدر در یک استریل کننده بید (Hot bead sterilizer) قبل از هر بار کاربری[۵۷]
- نرم کردن گوتاپرکا با حرارت قبل از قرار دادن اسپریدر سرد[۵۸]
- فعال کردن اسپریدر انگشتی توسط یک هندپیس رفت و برگشتی (Reciprocating handpiece) اندو[۵۹]
- به‌کاربردن اسپریدر فعال‌شده توسط اولتراسونیک[۶۰]
- به‌کار بردن یک متراکم‌ساز حرارتی مکانیکی که در نتیجه‌ی چرخش و اصطکاک حرارت ایجاد می‌کند و نفوذ اپیکالی ماده در کانال ریشه را بهبود می‌بخشد[۶۱]، نظیر سیستم Endotec II.
- استفاده از نوک‌های الکتریکی گرم شونده با قابلیت لرزش (سیستم Endo Twinn یا EI DownPack).

در مطالعه‌ای مشاهده شد وزن گوتاپرکای پرکننده‌ی کانال ریشه را می‌توان با روش تراکم جانبی مکانیکی با استفاده از فایل‌های فعال‌شده با اولتراسونیک حدوداً ۲۷٪ افزایش داد[۶۲] ولی این روش نیز به دلیل ایجاد حرارت ممکن است به دندان و نسوج نگه‌دارنده‌ی آن صدمه بزند[۶۳]. روش تراکم جانبی مکانیکی ممکن است با استفاده از اسپریدر فعال‌شده توسط هندپیس‌های جیروماتیک صورت پذیرد که مطالعه‌ای بیش از ۱۰٪[۵۹] و مطالعه‌ای دیگر بیش از ۱۴/۶٪[۶۴] افزایش وزن درگوتاپرکای پرکننده‌ی کانال ریشه را با این روش نسبت به روش تراکم جانبی سرد نشان داده‌اند. در این روش تغییریافته‌ی تراکم جانبی، تصور بر این است که به‌دلیل اصطکاک ایجادشده بین گوتاپرکا و اسپریدر فعال شده‌ی نیکل تیتانیومی به‌وسیله‌ی هندپیس جیروماتیک (Giromatic) یا رفت و برگشتی (Reciprocal)، گوتاپرکا نرم شود و امکان ایجاد یک‌پارچگی بیشتر بین قطعات گوتاپرکا، تراکم بیشتر گوتاپرکا و تطابق بیشتر آن با دیواره‌های کانال ریشه و نفوذ راحت‌تر اسپریدرهای نیکل تیتانیوم فراهم گردد. دراین روش تغییریافته با وجود تمامی مزایای تراکم جانبی سرد، احتمال ترک‌های بیشتر در ریشه‌ی دندان در مقایسه با روش معمول وجود دارد که این مورد هنوز بررسی نشده است.

مزایا و معایب سیستم‌های حامل

شواهد لابراتواری پیشنهاد می‌کنند که پرکردن کانال ریشه با ترمافیل (Thermafil) روشی با فشار کم[۶۵]، سرعت قابل قبول و پرکردگی متراکم، برای سیستم‌های کانال ریشه و ناهمواری‌های آن‌ها می‌باشد، اما خروج مواد به ناحیه‌ی پری‌اپیکال از عوارض احتمالی آن است[۶۶]. در یک مطالعه‌ی کلینیکی ۲۴ ماه پس از درمان با پروفایل و ترمافیل در

دندان‌های دارای پری اپیکال طبیعی ۹۴/۹٪ و در دندان‌های با التهاب پری اپیکال ۴۸/۲٪ موفقیت گزارش شده است[۶۷]. در یک مطالعه‌ی سه‌ساله‌ی دیگر موفقیت قابل مقایسه‌ی ۸۰ ٪ در دندان‌های پرشده با دو روش ترمافیل و تراکم جانبی گزارش شده است[۶۸]، هر چند در مطالعه‌ی دیگری دیده شده است که تراکم جانبی به‌طور متوسط ۲۰ دقیقه برای هر دندان زمان بیشتری نسبت به ترمافیل نیاز دارد. لذا وسایل حامل جای خود را در کار کلینیکی محکم نموده‌اند و به‌علاوه گزارش شده است که در کانال ریشه‌های بلند و انحنادار و جایی که قراردادن اسپریدرها مشکل می‌باشد، کارایی دارند[۲۷].

مزایا و معایب تراکم عمودی گرم

هرکدام از روش‌های تراکمی نیازمند برداشت عاج در حدی است که با وسایل متراکم‌سازی مخصوص آن روش و نیز نیروهای بالقوه مخرب در جهت غیر فیزیولوژیک مطابقت داده شود. در روش تراکم عمودی گرم موافقان و مخالفان در این مورد که حذف عاج بیشتر برای تطابق با پلاگرهای مناسب در مقایسه با آنچه که در تراکم جانبی سرد صورت می‌گیرد ارزشمند است یا خیر، در جدال می‌باشند. این مطلب امروزه با وسایل جدیدی که به صورت کنترل‌شده کانال ریشه را متقارب می‌کنند و به اندازه‌های مناسب حامل‌های حرارت، پلاگرها (از جمله پلاگرهای نیکل تیتانیوم) و نوک‌های پرکردن به عقب (Back fill tip) اجازه ورود کافی به کانال ریشه را می‌دهند، دیگر اهمیت چندانی ندارد.

نکته‌ی حائز اهمیت دیگر توجه به تخریب حرارتی الیاف پریودنتال در خلال روش‌های تراکم گرم خصوصاً اگر دما از میزان مشخص‌شده فراتر رود، می‌باشد[۶۹]. شواهد در این زمینه ضد و نقیض هستند و برخی مطالعات دال بر افزایش دمای سطح ریشه‌ی دندان در حد آسیب‌زننده به الیاف پریودنتال هستند [۷۱، ۷۰] و برخی مطالعات به عدم افزایش دمای سطح ریشه‌ی دندان در حد آسیب‌زننده به الیاف پریودنتال دلالت دارند[۷۴-۷۲]. شواهد کلینیکی اندکی از اثرات مخرب روی پاسخ‌های پریودنتال به‌دنبال پرکردن ترموپلاستیک وجود دارد[۷۷-۷۵]. ولی باید درنظر داشته باشیم که اکثر مطالعاتی که در آزمایشگاه صورت گرفته‌اند و از اثرات کنترل حرارتی پریودنشیوم مصنوعی با جریان خون بالا بهره می‌برند نمی‌توانند ارزشمند باشند.

مطالعات آزمایشگاهی چگونگی تطابق گوتاپرکای گرم و متراکم شده بادیواره‌های کانال و کاهش حجم توده‌ی سیلر موجود داخل کانال را بررسی کرده‌اند. یک مطالعه‌ی آزمایشگاهی نشان می‌دهد که گرم کردن و متراکم سازی در ۳-۲ میلی‌متری اپیکال کانال ریشه برای تطابق مطلوب گوتاپرکا با انتهای کانال ریشه لازم است[۷۸]، و در تحقیقی تفاوت قابل توجهی (۳۰٪) در فضای اشغال شده با گوتاپرکا به‌دنبال به‌کار بردن حرارت در ۴-۲ میلی‌متری انتهای کانال ریشه دیده شده است[۷۹]. اینکه تعداد زیادی از عمل کنندگان بتوانند در کانال‌های انحنادار گرما و فشار را به این عمق هدایت کنند، مشکل به‌نظر می‌رسد و در نتیجه بسیاری از کانال ریشه‌های پرشده با روش تراکم عمودی گرم ممکن است در چند میلی‌متر اپیکال شامل یک مخروط تکی با کمی تغییر شکل باشند.

تکنیک‌های تراکم عمودی گرم برای راندن مواد به پیچیدگی‌های آناتومیک طراحی شده‌اند[۴] اما شیوع بیشتر خروج سیلر با احتمال صدمه‌ی بیشتر بافتی و تأخیر در ترمیم را باید در نظر داشت[۶۱]. در هرحال گزارشات کلینیکی اخیر ارتباطی بین خروج سیلر و درد بعد از کار نشان نداده‌اند در حالی‌که جذب مقادیر اندک سیلر اکسید روی اوژنول خارج‌شده از کانال ریشه مشاهده شده است[۸۰]. یک بازنگری ۲۷-۲۰ ساله‌ی اخیر روی دندان‌هایی با مواد پرکننده بیرون‌زده، بهبود پیشرونده‌ی پری اپیکال را با گذشت زمان نشان می‌دهد[۸۱]. مطالعات کلینیکی[۸۲، ۶۱، ۲۴]و گزارش موارد[۸۳] این نقطه‌نظر را که روش‌های تراکم عمودی گرم می‌توانند موفقیت قابل مقایسه‌ای با روش‌های تراکم جانبی داشته باشند را به‌طور متقاعدکننده‌ای تقویت می‌کنند. تأکید بر نتایج کلینیکی در انتخاب روش‌ها تاکنون نتوانسته‌اند مفید باشند هرچند که نتایج مطالعه‌ای طولانی مدت پیشنهاد می‌کند که درمان‌هایی با حداقل گشادشدگی اپیکال و تراکم عمودی گرم ممکن است نسبت به آماده‌سازی اپیکال بزرگ با تراکم سرد با موفقیت بیشتری همراه باشند[۸۴]. این‌که آیا روش پرکردن یا کل روند درمان در این قضیه تأثیرگذار است تاکنون مشخص نشده است.

مزایا و معایب روش تراکم جانبی سرد

تراکم جانبی سرد به‌عنوان یک روش به‌صرفه از نظر هزینه، ایمن و راحت مورد توجه قرار گرفته است و هنوز موارد موفقیت آن در گستره‌ی وسیعی از شرایط کلینیکی گزارش می‌شود[۸۵، ۴۰]. یک محدودیت کلیدی زمانی است که سیستم کانال ریشه دچار تغییر قطر در نواحی مختلف می‌شود (نظیر آن‌چه در تحلیل داخلی داریم) که در این موارد یا استفاده از حرارت برای تطابق بیشتر گوتاپرکا و یا پذیرفتن حجم بالایی از سیلر در برخی از نواحی را باید در نظر داشت.

در مورد کانال‌های ریشه‌ای نواری شکل (ribbon-shaped) Kersten و همکارانش نشان دادند رادیوگرافی‌های کلینیکی نمی‌توانند تراکم ناکافی را نشان دهند و تطابق در کانال ریشه‌های نواری شکل ممکن است به‌صورت کامل صورت نگیرد[۱۳]. ولی برخی از مطالعات نشان داده‌اند که یک پرکردگی ریشه با تراکم جانبی خوب در صورت قرار گرفتن در معرض فلور میکروبی دهان می‌تواند مانع نفوذ میکروب‌ها به داخل کانال ریشه شود[۸۷، ۸۶]. این درحالی است که Brothman نشان داد در یک‌سوم اپیکال کانال ریشه‌های نواری شکل، گوتاپرکا درتراکم جانبی سرد نسبت به تراکم عمودی گرم تطابق بهتری با دیواره‌های کانال ریشه دارد[۸۸].

هم‌چنین باید در نظر داشت که گروه بزرگی از مطالعات اپیدمیولوژیک که اساس دیدگاه دندان‌پزشکان درباره‌ی قابل پیش‌بینی بودن درمان ریشه دندان بر آن‌ها بنا شده است از این روش بهره جسته‌اند[۸۹] و بسیاری دیگر از مطالعات نیز در سراسر جهان از این روش استفاده کرده‌اند[۹۲-۹۰، ۷۸، ۶۸، ۲۴]. از دیگر معایب این روش می‌توان به زمان‌بر بودن آن اشاره کرد[۲۰].

در مطالعه‌ای مشخص شد نفوذ باکتری‌ها در کانال ریشه‌های پرشده با پنج روش مختلف از جمله تراکم جانبی سرد تفاوت معنی‌داری ندارد[۹۳]. در مطالعه‌ی دیگر با وجود بیشتر بودن نفوذ میکروبی به ترتیب در کانال ریشه‌های پرشده با روش تغییریافته مخروط تکی، روش تراکم جانبی سرد و تراکم عمودی گرم موجی پیوسته (Continuous wave)، این تفاوت معنی‌دار نبود[۹۴]. روحانی نیز مشخص کرد با اینکه نفوذ میکروب‌ها تا ۳ روز اول پس از پرکردن کانال ریشه توسط Resilon و Epiphany به‌طور مشخص از روش تراکم جانبی سرد کمتر است ولی این میزان ۳۰ روز بعد تقریباً مشابه می‌باشد[۹۵]. هم‌چنین امین سبحانی و همکارانش نشت تاجی بدون تفاوت قابل توجه بین سه روش تراکم جانبی سرد، تراکم عمودی گرم و تزریقی (Guttaflow) را گزارش کرده‌اند[۹۶].

Wang و همکارانش نشان دادند که در کانال ریشه‌های بیضی‌شکل هر چند که در دو روش استفاده از گوتاپرکای گرم (Obtura III و System B) نسبت به تراکم جانبی سرد در فاصله ۵ و ۸ میلی‌متری از اپکس سطح اشغال شده توسط گوتاپرکا به‌طور مشخص بیشتر بود ولی این میزان در ۲ میلی‌متری از اپکس تفاوت معنی‌داری نداشت[۹۷]. بر اساس مطالعه‌ی Malur و Goud نفوذ سیلر و گوتاپرکا در روش‌های گوتاپرکای گرم و نرم شده با روش تراکم جانبی سرد تفاوت معنی‌دار ندارد[۹۸]. مطالعه‌ای نشان داد که با وجود حباب در توده‌ی ماده‌ی پرکننده ریشه در ۴ روش مختلف پرکننده‌ی کانال ریشه این میزان در روش‌های تزریقی به‌طور قابل ملاحظه‌ای از روش‌های تراکم عمودی گرم و جانبی سرد کمتر است[۹۹]. با این وجود در تحقیقی آزمایشگاهی مشخص شده که روش‌های گوتاپرکای گرم به‌طور مشخصی فضاهای نامنظم داخل کانال ریشه را بهتر پرمی‌کنند[۱۰۰].

برخی مطالعات نشان داده‌اند که سیل ایجاد شده در انتهای کانال ریشه با روش‌های مخروط‌های تکی مشابه روش‌های تراکم گوتاپرکا است[۱۰۲، ۱۰۱] ولی مطالعات متعدد دیگر نشان داده‌اند که فضای اشغال شده توسط گوتاپرکا با استفاده از روش مخروط‌های تکی خصوصاً در کانال ریشه‌های دارای ایستموس (نظیر ریشه‌های مزیال مولرهای فک پایین) کمتر از روش‌های متراکم‌کردن گوتاپرکا است[۱۰۴، ۱۰۳] و نیز قدرت سیل‌کنندگی روش‌های مخروط‌های تکی کمتراز سایر روش‌ها باشد[۱۰۵].

مطالعه‌ی متا-آنالیز بین روش‌های تراکم جانبی سرد و گوتاپرکای گرم و نرم شده نشان دهنده‌ی موفقیت طولانی مدت، درد پس از کار و کیفیت پرکردگی مشابه و احتمال کمتر خروج مواد پرکننده‌ی ریشه در روش تراکم جانبی سرد می‌باشد[۱۰۶].

هرچند با کنترل دقیق و کامل عفونت از اهمیت پرکردن کانال ریشه کاسته نمی‌گردد، ولی مطالعات بالینی در مشخص کردن روش خاصی از پرکردن کانال ریشه که به‌صورت قابل

توجه روی نتایج درمان اثر داشته باشد موفق نبوده‌اند[۹۲-۹۱، ۸۲، ۶۱، ۲۴] کنترل عفونت در تمام مراحل کاری بیشتر از مواد و وسایل به‌کار گرفته شده در طول درمان بر نتیجه‌ی درمان مؤثر است و انتخاب مواد و روش کار نیز ممکن است بر اساس تجارب یا دیدگاه‌های شخصی متفاوت باشد. هم‌چنین مطالعه متا-آنالیز شواهد اندکی بر بهبود نتایج درمان‌های اندودنتال با گذشت زمان ارایه می‌دهد[۱۰۷] که این مطلب مشخص‌کننده‌ی نیاز به پیشرفت‌های تکنولوژیک بیشتردر این درمان‌ها می‌باشد.

از آن‌جایی‌که یک روش به‌خصوص بیشترین درصد موفقیت را به خود اختصاص نداده است[۷] تصمیم‌گیری بر اساس عواملی نظیر سرعت، راحتی، مسائل اقتصادی و یا راحتی فرد عمل‌کننده می‌باشد. برای برخی افراد عوامل دیگری در انتخاب روش پرکردن کانال دندان اهمیت دارند، عواملی نظیر این‌که خود را به روز نگه دارند و از روش‌ها و تکنیک‌های جدید استفاده کنند و یا این‌که مهارت خود را نشان دهند و یا نامنظمی‌های کانال ریشه را بهتر پر کنند[۳۱] در برخی موارد افزایش استحکام کانال ریشه (خصوصاً در دندان‌هایی با ای نازک و شکننده) و یا عدم وجود زیرساخت مناسب برای قرار دادن مواد ترمیم کننده‌ی تاج دندان نیز در انتخاب روش پرکردن کانال ریشه‌ی دندان اهمیت دارد[۱۰۸] که در مواردی ممکن است به ترکیب یا مجموعه‌ای از چند روش برای درمان نیاز باشد.

نتیجه‌گیری

به لحاظ این‌که یک روش به‌خصوص بیشترین درصد موفقیت را به خود اختصاص نداده است و با توجه به مزایا و معایب روش‌های پرکردن کانال ریشه و نتایج بلند مدت، به‌نظر می‌رسد تراکم جانبی سرد با پوشش دادن بسیاری از نیازهای درمانی به کمک وسایل ساده و با هزینه‌ی اندک هنوز روش انتخابی بسیاری از دندان‌پزشکان و مراکز آموزش دندان‌پزشکی است، گرچه در مواردی ممکن است به ترکیب یا مجموعه‌ای از چند روش برای درمان نیاز باشد.

References

1. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. Endod Topics 2005; 10(1): 77-102.

2. Trope M, Bergenholtz G. Microbiological basis for endodontic treatment: can a maximal outcome be achieved in one visit? Endod Topics 2002; 1(1): 40-53.

3. Dugas N, Lawrence H, Teplitsky P, Pharoah M, Friedman S. Periapical health and treatment quality assessment of root-filled teeth in two Canadian populations. Int Endod J 2003; 36(3): 181-92.

4. Tronstad L, Asbjørnsen K, Døving L, Pedersen I, Eriksen H. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. Dent Traumato 2000; 16(5): 218-21.

5. Saleh I, Ruyter I, Haapasalo M, Ørstavik D. Survival of Enterococcus faecalis in infected dentinal tubules after root canal filling with different root canal sealers in vitro. Int Endod J 2004; 37(3): 193-8.

6. Nair P, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after “one-visit” endodontic treatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005; 99(2): 231-52.

7. Kirkevang L, Horsted-Bindslev P. Technical aspects of treatment in relation to treatment outcome. Endod Topics 2002; 2(1): 89-102.

8. Friedman S. Prognosis of initial endodontic therapy. Endod Topics 2002; 2(1): 59-88.

9. Ingle JI, Bakland LK, Beveridge EE, Glick DH, Hoskinson AE. Modern endodontic therapy. In: Ingle JI, Bakland LK, Baumgartner JC, Editors. Ingle's Endodontics. 4th ed. Malvern: Williams & Wilkins; 1984. pp. 1–52.

10. Harty FJ. Conventional root canal therapy-II. In: **.** Harty FJ, Editors. Endodontics in clinical practice. 2nd ed. Bristol: Wright, PSG; 1982. pp. 137-72.

11. Johnson W, Kulild J. Obturation of the cleaned and Shaped Root Canal System. In: Kenneth M, Hargreaves S, Editors. Cohen’s pathways of the pulp. 10th ed: Philadelphia: Mosby; 2011.

12. Benenati FW. Obturation of the radicular space. In: Inglie J, Bakland L, Baumgartner C, Editors. Ingle's Endodontics. Ontario: BC Decker Inc; 2008. pp. 1053-87.

13. Kersten HW, Wesselink PR, Thoden van Velzen SK. The diagnostic reliability of the buccal radiograph after root canal filling. Int Endod J 1987; 20(1): 20-4.

14. Wu MK, Özok A, Wesselink P. Sealer distribution in root canals obturated by three techniques. Int Endod J 2000; 33(4): 340-5.
15. WU MK, Wesselink P, Boersma J. A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. Int Endod J 1995; 28(4): 185-9.
16. Boggia R. A single-visit treatment of septic root canals using periapically extruded endomethasone. Br Dent J 1983; 155(9): 300-5.
17. Vranas R, Hartwell G, Moon P. The effect of endodontic solutions on resorcinol-formalin paste. J Endod 2003; 29(1): 69-72.
18. Schwandt NW, Gound TG. Resorcinol-formaldehyde resin "Russian Red" endodontic therapy. J Endod 2003; 29(7): 435-7.
19. Fanibunda K, Whitworth J, Steele J. The management of thermomechanically compacted gutta percha extrusion in the inferior dental canal. Br Dent J 1998; 184(7): 330-2.
20. Ørstavik D, Nordahl I, Tibballs JE. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. Dent mate 2001; 17(6): 512-9.
21. Ingle J. A standardized endodontic technique using newly development instruments and filling materials. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1961; 14: 83-91.
22. Smith C, Setchell D, Harty F. Factors influencing the success of conventional root canal therapy- a five-year retrospective study. Int Endod J 1993; 26(6): 321-33.
23. Wu M-K, Fan B, Wesselink PR. Leakage along apical root fillings in curved root canals. Part I: effects of apical transportation on seal of root fillings. J Endod 2000; 26(4): 210-6.
24. Peters O, Barbakow F, Peters C. An analysis of endodontic treatment with three nickel-titanium rotary root canal preparation techniques. Int Endod J 2004; 37(12): 849-59.
25. Gordon M, Love R, Chandler N. An evaluation of 60 tapered gutta-percha cones for filling of 60 taper prepared curved root canals. Int Endod J 2005; 38(2): 87-96.
26. Johnson W. A new gutta-percha technique. J Endod 1978; 4(6): 184-8.
27. Garip Y, Baş M, Samani S. Comparison of different gutta-percha root filling techniques: Thermafil, Quick-fill, System B, and lateral condensation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio Endod 2002; 93(3): 333-6.
28. Behnia A, McDonald N. In vitro infrared thermographic assessment of root surface temperatures generated by the thermafil plus system. J Endod 2001; 27(3): 203-5.
29. Da Silva D, Endal U, Reynaud A, Portenier I, Orstavik D, Haapasalo M. A comparative study of lateral condensation, heat-softened gutta-percha, and a modified master cone heat-softened backfilling technique. Int Endod J 2002; 35(12): 1005-11.
30. Buchanan L. ProSystem GT: design, technique, and advantages. Endod Topics 2005; 10(1): 168-75.
31. Buchanan LS. Filling root canal systems with centered condensation: concepts, instruments, and techniques. Dent Today 2004; 23(11): 102, 104, 106 passim.
32. Levitan ME, Himel VT, Luckey JB. The effect of insertion rates on fill length and adaptation of a thermoplasticized gutta-percha technique. J Endod 2003; 29(8): 505-8.
33. Schilder H. Filling root canals in three dimensions 1967. J Endod 2006; 32(4): 281-90.
34. Gutmann J, Witherspoon D. Obturation of the cleaned and shaped root canal system. In: Cohen S, Burns RC, Editors. Pathways of the pulp. 8th ed. Philadelphia: Mosby; 2002.
35. Hommez GM, De Moor RJ, Braem M. Endodontic treatment performed by Flemish dentists. Part 2. Canal filling and decision making for referrals and treatment of apical periodontitis. Int Endod J 2003; 36(5): 344-51. 36. Bjorndal L, Reit C. The adoption of new endodontic technology amongst Danish general dental practitioners. Int Endod J 2005; 38(1): 52-8.
37. Wu MK, Bud MG, Wesselink PR. The quality of single cone and laterally compacted gutta-percha fillings in small and curved root canals as evidenced by bidirectional radiographs and fluid transport measurements. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2009; 108(6): 946-51.
38. Bal AS, Hicks ML, Barnett F. Comparison of laterally condensed .06 and .02 tapered Gutta-Percha and sealer in vitro. J Endod 2001; 27(12): 786-8.
39. VanGheluwe J, Wilcox LR. Lateral condensation of small, curved root canals: comparison of two types of accessory cones. J Endod 1996; 22(10): 540-2.
40. Huumonen S, Lenander-Lumikari M, Sigurdsson A, Orstavik D. Healing of apical periodontitis after endodontic treatment: a comparison between a silicone-based and a zinc oxide-eugenol-based sealer. Int Endod J 2003; 36(4): 296-301.
41. 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.

42. Wilson BL, Baumgartner JC. Comparison of spreader penetration during lateral compaction of .04 and .02 tapered gutta-percha. J Endod 2003; 29(12): 828-31.
43. Lertchirakarn V, Palamara JE, Messer HH. Load and strain during lateral condensation and vertical root fracture. J Endod 1999; 25(2): 99-104.
44. Tamse A. Latrogenic vertical root fractures in endodontically treated teeth. Endodontics & dental traumatology 1988; 4(5): 190-6.
45. Berry KA, Loushine RJ, Primack PD, Runyan DA. Nickel-titanium versus stainless-steel finger spreaders in curved canals. J Endod 1998; 24(11): 752-4.
46. Joyce AP, Loushine RJ, West LA, Runyan DA, Cameron SM. Photoelastic comparison of stress induced by using stainless-steel versus nickel-titanium spreaders in vitro. J Endod 1998; 24(11): 714-5.
47. Hasheminia M, Barekatain B, Akhavan A, Vaziri S. Comparison of obturation density using nickel titanium and stainless steel spreaders by lateral compaction technique. JIDAI 2012; 24(1): 69-75.
48. Dang D, Walton R. Vertical root fracture and root distortion: effect of spreader design. J Endod 1989; 15(7): 294-301.
49. Dulaimi SF, Wali Al-Hashimi MK. A comparison of spreader penetration depth and load required during lateral condensation in teeth prepared using various root canal preparation techniques. Int Endod J 2005; 38(8): 510-5.
50. Harvey TE, White JT, Leeb IJ. Lateral condensation stress in root canals. J Endod 1981; 7(4): 151-5.
51. Nielsen BA, Baumgartner JC. Spreader penetration during lateral compaction of resilon and gutta-percha. J Endod 2006; 32(1): 52-4.
52. van Zyl SP, Gulabivala K, Ng YL. 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; 38(9): 658-66.
53. Waltimo TM, Boiesen J, Eriksen HM, Orstavik D. Clinical performance of 3 endodontic sealers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2001; 92(1): 89-92.
54. Kahn FH, Rosenberg PA, Schertzer L, Korthals G, Nguyen PN. An in-vitro evaluation of sealer placement methods. Int Endod J 1997; 30(3): 181-6.
55. Murgel CA, Walton RE. Vertical root fracture and dentin deformation in curved roots: the influence of spreader design. Endodontics & dental traumatology 1990; 6(6): 273-8.
56. Taylor JK, Jeansonne BG, Lemon RR. Coronal leakage: effects of smear layer, obturation technique, and sealer. J Endod 1997; 23(8): 508-12.
57. Kerezoudis NP, Valavanis D, Prountzos F. A method of adapting gutta-percha master cones for obturation of open apex cases using heat. Int Endod J 1999; 32(1): 53-60.
58. Himel VT, Cain CW. An evaluation of the number of condenser insertions needed with warm lateral condensation of gutta-percha. J Endod 1993; 19(2): 79-82.
59. 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.
60. Bailey GC, Ng YL, Cunnington SA, Barber P, Gulabivala K, Setchell DJ. Root canal obturation by ultrasonic condensation of gutta-percha. Part II: an in vitro investigation of the quality of obturation. Int Endod J 2004; 37(10): 694-8.
61. Hoskinson SE, Ng Y-L, Hoskinson AE, Moles DR, Gulabivala K. A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2002; 93(6): 705-15.
62. Deitch AK, Liewehr FR, West LA, Patton WR. A comparison of fill density obtained by supplementing cold lateral condensation with ultrasonic condensation. J Endod 2002; 28(9): 665-7.
63. Sweatman TL, Baumgartner JC, Sakaguchi RL. Radicular temperatures associated with thermoplasticized gutta-percha. J Endod 2001; 27(8): 512-5.
64. Abedi H, Shahriari S, Jalalzadeh SM, Moradkhany R. A comparative study of density of obturated root canals by conventional and mechanical lateral condensation techniques. Dent Res J (Isfahan) 2009; 6(2): 55-8.
65. Blum J-Y, Machtou P, Micallef J-P. Analysis of forces developed during obturations. Wedging effect: Part II. J Endod 1998; 24(4): 223-8.
66. Clinton K, Himel VT. Comparison of a warm gutta-percha obturation technique and lateral condensation. J Endod 2001; 27(11): 692-5.
67. Gagliani M, Cerutti A, Bondesan A, Colombo M, Godio E, Giacomelli G. A 24-month survey on root canal treatment performed by NiTi engine driven files and warm gutta-percha filling associated system. Minerva stomatolo 2004; 53(10): 543-54.
68. Chu C, Lo E, Cheung G. Outcome of root canal treatment using Thermafil and cold lateral condensation filling techniques. Int Endod J 2005; 38(3): 179-85.

69. Lipski M. Root surface temperature rises during root canal obturation, in vitro, by the continuous wave of condensation technique using System B HeatSource. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005; 99(4): 505-10.
70. McCullagh JJ, Setchell DJ, Gulabivala K, Hussey DL, Biagioni P, Lamey PJ. A comparison of thermocouple and infrared thermographic analysis of temperature rise on the root surface during the continuous wave of condensation technique. Int Endod J 2002; 33(4): 326-32.
71. Silver G, Love R, Purton D. Comparison of two vertical condensation obturation techniques: Touch'n Heat modified and System B. Int Endod J 1999; 32(4): 287-95.
72. Floren JW, Weller RN, Pashley DH, Kimbrough WF. Changes in root surface temperatures with in vitro use of the system B HeatSource. J Endod 1999; 25(9): 593-5.
73. Villegas J, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. Intracanal temperature rise evaluation during the usage of the System B: replication of intracanal anatomy. Int Endod J 2005; 38(4): 218-22.
74. Venturi M, Pasquantonio G, Falconi M, Breschi L. Temperature change within gutta-percha induced by the System-B Heat Source. Int Endod J 2002; 35(9): 740-9.
75. Saunders EM. In vivo findings associated with heat generation during thermomechanical compaction of gutta-percha. 1. Temperature levels at the external surface of the root. Int Endod J 1990; 23(5): 263-7.
76. Saunders EM. In vivo findings associated with heat generation during thermomechanical compaction of gutta-percha. 2. Histological response to temperature elevation on the external surface of the root. Int Endod J 1990; 23(5): 268-74.
77. Gutmann JL, Rakusin H, Powe R, Bowles WH. Evaluation of heat transfer during root canal obturation with thermoplasticized gutta-percha. Part II. In vivo response to heat levels generated. J Endod 1987; 13(9): 441-8.
78. Bowman CJ, Baumgartner JC. Gutta-percha obturation of lateral grooves and depressions. J Endod 2002; 28(3): 220-3.
79. Jung I-Y, Lee S-B, Kim E-S, Lee C-Y, Lee S-J. Effect of different temperatures and penetration depths of a System B plugger in the filling of artificially created oval canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2003; 96(4): 453-7.
80. Augsburger RA, Peters DD. Radiographic evaluation of extruded obturation materials. J Endod 1990; 16(10): 492-7.
81. Fristad I, Molven O, Halse A. Nonsurgically retreated root filled teeth–radiographic findings after 20–27 years. Int Endod J 2004; 37(1): 12-8.
82. Friedman S, Abitbol S, Lawrence HP. Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase 1: initial treatment. J Endod 2003; 29(12): 787-93.
83. Steffen H, Splieth C. Conventional treatment of dens invaginatus in maxillary lateral incisor with sinus tract: one year follow-up. J Endod 2005; 31(2): 130-3.
84. Farzaneh M, Abitbol S, Lawrence HP, Friedman S. Treatment outcome in endodontics-the Toronto Study. Phase II: initial treatment. J Endod 2004; 30(5): 302-9.
85. Ebihara A, Yoshioka T, Suda H. Garre's osteomyelitis managed by root canal treatment of a mandibular second molar: incorporation of computed tomography with 3D reconstruction in the diagnosis and monitoring of the disease. Int Endod J 2005; 38(4): 255-61.
86. Ricucci D, Bergenholtz G. Bacterial status in root-filled teeth exposed to the oral environment by loss of restoration and fracture or caries-a histobacteriological study of treated cases. Int Endod J 2003; 36(11): 787-802.
87. Ricucci D, Grondahl K, Bergenholtz G. Periapical status of root-filled teeth exposed to the oral environment by loss of restoration or caries. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2000; 90(3): 354-9.
88. Brothman P. A comparative study of the vertical and the lateral condensation of gutta-percha. J Endod 1998; 7(1): 27-30.
89. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. J Endod 1990; 16(10): 498-504.
90. Pekruhn RB. The incidence of failure following single-visit endodontic therapy. J Endod 1986; 12(2): 68-72.
91. Reid RJ, Abbott PV, McNamara JR, Heithersay GS. A five-year study of Hydron root canal fillings. Int Endod J 1992; 25(4): 213-20.
92. Dammaschke T, Steven D, Kaup M, Ott KH. Long-term survival of root-canal-treated teeth: a retrospective study over 10 years. J Endod 2003; 29(10): 638-43.
93. Yücel AÇ, Çiftçi A. Effects of different root canal obturation techniques on bacterial penetration. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006; 102(4): e88-e92.
94. Nabeshima CK, Martins GHR, Leonardo MFdP, Shin RCF, Cai S, Machado MEdL. Comparison of three obturation techniques with regard to bacterial leakage. Brazilian Journal of Oral Sciences 2013; 12(3): 212-5.
95. Rouhani A, Ghoddusi J, Naghavi N, Ebadzadeh Z, Akbari M. The sealing ability of resilon and gutta-percha in severely curved root canals: an in vitro study. Journal of dentistry 2013; 10(2): 141-6.

96. Aminsobhani M, Ghorbanzadeh A, Bolhari B, Shokouhinejad N, Ghabraei S, Assadian H, et al. Coronal microleakage in root canals obturated with lateral compaction, warm vertical compaction and guttaflow system. Iran Endod J 2010; 5(2): 83-7.
97. Wang YP, Li S, Wu GY. A comparison of different techniques for obturating oval-shaped root canals [J]. Chinese Journal of Conservative Dentistry 2011; 21(5): 267-271
98. Malur MH, Goud M. Comparative analysis of morphology of lateral canals by modified tooth clearing technique-An in vitro study. Endodontology 2011; 23(1): 35-41.
99. Naseri M, Kangarlou A, Khavid A, Goodini M. Evaluation of the quality of four root canal obturation techniques using micro-computed tomography. Iran Endodontic J 2013; 8(3): 89-93.
100. Collins J, Walker M, Kulild J, Lee C-Y. A comparison of three gutta-percha obturation techniques to replicate canal irregularities. J Endod 2006; 32(8): 762-5.
101. ElAyouti A, Kiefner P, Hecker H, Chu A, Lost C, Weiger R. Homogeneity and adaptation of endodontic fillings in root canals with enlarged apical preparation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2009; 108(3): 141-6.
102. Ozawa T, Taha N, Messer H. A comparison of techniques for obturating oval-shaped root canals. Dent Materials 2009; 28(3): 290-4.
103. Weis MV, Parashos P, Messer H. Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. Int Endod J 2004; 37(10): 653-63.
104. Marciano M, Ordinola-Zapata R, Cunha T, Duarte M, Cavenago B, Garcia R, et al. Analysis of four gutta-percha techniques used to fill mesial root canals of mandibular molars. Int Endod J 2011; 44(4): 321-9.
105. Monticelli F, Sword J, Martin R, Schuster G, Weller R, Ferrari M, et al. Sealing properties of two contemporary single-cone obturation systems. Int Endod J 2007; 40(5): 374-85.
106. Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X. Outcome of root canal obturation by warm gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. J Endod 2007; 33(2): 106-9.
107. Lewsey JD, Gilthorpe MS, Gulabivala K. An introduction to meta-analysis within the framework of multilevel modelling using the probability of success of root canal treatment as an illustration. Community dent health 2001; 18(3): 131-7.
108. Shipper G, Orstavik D, Teixeira FB, Trope M. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). J Endod 2004; 30(5): 342-7.

Root canal filling techniques

Seyed Mohsen Hasheminia, Hamidreza Sadeghnejad*

Abstract

Introduction: *After cleaning and shaping of the root canal, to prevent recontamination and to ensure the success of root canal therapy, it is necessary to fill root canal space. Studies, so far, have not been able to identify a specific method as the best method of obturation. The present study was an attempt to introduce and compare different root canal obturation techniques.*
Materials and Methods: *In this review, using specific key words such as root canal obturation, root canal filling materials and gutta-percha, search was run in Pubmed, Cochrane and ISI Web of Science databases for high-quality articles published from 1960 to 2013.*
Results: *There are several methods to obturate the root canal system, designed based on the use of plastic materials, injectable materials, single cones, or compaction of gutta-percha. A brief review of each technique and its advantages and disadvantages were discussed. The reasons for choosing the cold lateral compaction technique as a frequently used and the selected technique by many dentists as well as academic centers were explained.*
Conclusion: *Considering the advantages and disadvantages and long-term outcomes of root canal obturation techniques, it seems cold lateral compaction is the selected root canal filling technique in the majority of cases.*

Key words: *Gutta-percha, Root canal filling materials, Root canal obturation*

Received: 28 Dec, 2013 **Accepted:** 20 May, 2014

Address: Post Graduate Student, Dental Students Research Center, School of Dentistry, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
Email: hsadeqnejad@yahoo.com

Citation: Hasheminia SM, Sadeghnejad H. **Root canal filling techniques**. J Isfahan Dent Sch 2014; 10(5): 391-407.