

اثر استفاده از هیدروکسید کلسیم به عنوان داروی درون کانال بر مهر و موم اپیکالی

شهریار شاهی* - فرهنگ هناره**

* دانشیار گروه اندودنتیکس، دانشکده ی دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز
** دندانپزشک

چکیده

بیان مسأله: امروزه، هیدروکسید کلسیم، به عنوان داروی درون کانال برای گندزدایی کانال و تسریع در روند ترمیم آسیب های پری اپیکال کاربردی فزون دارد.

هدف: هدف از این پژوهش، بررسی اثر استفاده از هیدروکسید کلسیم به عنوان داروی درون کانال در دیدارهای درمانی ریشه بر روی مهر و موم اپیکال بود.

مواد و روش: در این بررسی تجربی آزمایشگاهی، از شمار 60 دندان تک ریشه ی ثنایای میانی فک بالای انسانی، که به تازگی کشیده شده بودند، استفاده گردید. آماده سازی و شکل دهی کانال ها به روش استپ بک (Step back) انجام و k-file شماره ی 35، به عنوان فایل اصلی (MAF) در نظر گرفته شده و کانال ها تا فایل شماره ی 60، گشاد گردید. سپس، دندان ها به دو گروه آزمایشی 20 تایی و دو گروه شاهد منفی و مثبت 10 تایی بخش شدند. در یک گروه آزمایشی، دندان ها با هیدروکسید کلسیم برای یک هفته پر شد و سپس، با فایل 35 و شست و شو با نرمال سالین، خمیر از کانال ها تخلیه گردید. کانال ها در گروه های آزمایش و شاهد منفی با گوتاپرکا و سیلر AH26 با روش تراکم جانبی پر شدند. در گروه شاهد مثبت، هیچ گونه ماده ی پرکننده در درون کانال قرار نگرفت. سپس، دندان ها در جوهر هندی (India ink) به مدت سه روز شناور شدند و پس از برش طولی باکولینگوالی، برای بررسی نفوذ رنگ از استرومیروسکوپ استفاده گردید. داده ها با استفاده از آزمون مان-ویتنی واکاوی شدند.

یافته ها: نتایج آماری به دست آمده هیچ گونه تفاوت معنادار را میان دو گروه الف و ب نشان نداد ($p=0/47$).

نتیجه گیری: کاربرد هیدروکسید کلسیم به عنوان داروی درون کانال اثر منفی بر مهر و موم اپیکالی ندارد. انجام بررسی های بیشتر برای تایید نتایج این بررسی پیشنهاد می شود.

واژگان کلیدی: هیدروکسید کلسیم، آپکس دندان، مهر و موم، رنگ، درمان ریشه

تاریخ دریافت مقاله: 86/8/16

تاریخ پذیرش مقاله: 87/4/10

مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شیراز 1387؛ دوره ی نهم، شماره ی سه: صفحه ی 271 تا 277

مقاله ی پژوهشی اصیل

نویسنده ی مسوول مکاتبات: شهریار شاهی. تبریز انتهای خیابان دانشگاه، دانشکده ی دندانپزشکی، بخش اندودنتیکس
تلفن: 09143142971 دورنگار: 04113346977 پست الکترونیک: shahriar_shahi@hotmail.com

درآمد

به طور کلی، داروهای رایج درون کانال به دلیل فعالیت‌های ضد میکروبی در کانال و ناحیه‌ی پری‌اپیکال، خنثی کردن بقایای بافت درون کانال و پیشگیری و مهار درد پس از درمان مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از هیدروکسید کلسیم، به عنوان داروی درون کانال به گونه‌ای گسترده استفاده می‌شود⁽¹⁾، از این ماده در پوشش مستقیم و یا غیر مستقیم پالپ، آپکسیفیکاسیون، آپکسوژنز، کاهش حساسیت دندان⁽²⁾، دندان‌های Dens in Dent (دندان در دندان)⁽³⁾، دندان‌های ضربه دیده و تحلیل ریشه⁽³⁾، آسیب‌های پری‌اپیکال⁽³⁾ و به عنوان سیلر⁽⁴⁾ استفاده می‌شود.

هیدروکسید کلسیم به مدت یک هفته، کانال ریشه را گندزایی می‌کند⁽⁵⁾. از ویژگی‌های مطلوب این دارو، توانایی هیدرولیز لیپوپلی ساکراید (LPS) باکتری‌هاست. بنابراین، از ایجاد عفونت در کانال ریشه به وسیله‌ی بقایای دیواره‌ی سلولی باکتری‌های مرده پیشگیری می‌کند⁽⁶⁾. همچنین، هیدروکسید کلسیم توانایی انحلال مواد آلی را دارد، هر چند توان و سرعت عمل آن به اندازه‌ی هیپوکلریت سدیم نیست⁽⁷⁾. هم‌اکنون، شواهدی خوب گویای ارزشمند بودن هیدروکسید کلسیم در درمان ریشه‌ی دندان‌های نکرده‌ی عفونی در دسترس هست⁽⁵⁾.

ریزنشت در کانال ریشه، موضوعی پیچیده است. عواملی بسیار، همانند روش پرکردگی کانال، خواص سیلر، اسمیر لایر، موقعیت اپیکالی پرکردگی، میزان پاکسازی کانال و میزان گشاد سازی تنگه‌ی اپیکالی بر میزان نشت اپیکالی اثر می‌گذارد.

از دیگر عواملی، که بر روی میزان ریزنشت اپیکالی در بررسی آزمایشگاهی دخالت دارد، روش نفوذ رنگ، PH رنگ، اندازه‌ی مولکول رنگ به کار رفته، فاصله‌ی میان پرکردن کانال ریشه تا زمان شناور شدن در رنگ و روش ارزیابی میزان نشت است⁽⁸⁾.

در بررسی پورکیو (Porkeaw) و همکاران بر روی

سه گونه هیدروکسید کلسیم برای بررسی نشت دریافتند، در گروه‌هایی، که هیدروکسید کلسیم به کار رفته بود، نسبت به گروه‌های شاهد بی هیدروکسید کلسیم نشتی کمتر وجود داشت⁽⁹⁾.

کالیسکان (Caliskan) و همکاران در بررسی اثر هیدروکسید کلسیم بر ریزنشت اپیکالی به این نتیجه رسیدند، هنگامی که، هیدروکسید کلسیم با آب مقطر استفاده می‌شود، میزان نشت کمتر از زمانی است، که با گلیسیرین ترکیب می‌شود⁽¹⁰⁾.

کالت (Calt) و همکاران در یک بررسی آزمایشگاهی بر روی میزان نفوذ یون‌های کلسیم به درون توبول‌های عاجی پس از استفاده از هیدروکسید کلسیم به عنوان پانسمن درون کانال و شست و شو دهنده‌ی هیپوکلریت سدیم و EDTA، به این نتیجه رسیدند، که هیدروکسید کلسیم در اثر استفاده از EDTA و هیپوکلریت سدیم به طور کامل از میان می‌رود⁽¹¹⁾.

کیم و کیم (Kim & Kim) از ترکیب EDTA، هیپو کلریت سدیم و هر یک به تنهایی برای شست و شو استفاده کردند. آنها نشان دادند، که ترکیب این دو ماده، بهتر از استفاده‌ی آنها به تنهایی، هیدروکسید کلسیم را تا اندازه‌ای از میان می‌برد. از سوی دیگر، هیدروکسید کلسیم باعث تغییر خاصیت ZOE، به عنوان مهر و موم و کاهش اثرات و ضعیف شدن خاصیت مهر و موم کنندگی آن می‌شود. همچنین، نتایج آنها نشان داد، که هیدروکسید کلسیم میزان نشت را افزایش داده است⁽¹²⁾.

کاموز (Camões) و همکاران در یک بررسی آزمایشگاهی میزان انتشار یون‌های Ca^{++} در ترکیب هیدروکسید کلسیم با محلول‌های گوناگون (سالین، پلی اتیلن گلیکول، گلیسیرین و پارامونوکلر فنل کامفوره، پارامونوکلر فنل کامفوره و گلیسیرین به تنهایی، گلیسیرین و تری کروزل فرمالدئید و محلول‌های بی‌حسی) را اندازه‌گیری کردند و دریافتند که انتشار Ca^{++} در هر گروه متفاوت است و به واکنش دو سویه

استفاده از فایل، کانال‌ها با دو میلی لیتر سرم فیزیولوژی، به عنوان ماده‌ی شست و شو دهنده، شسته می شدند. و کار خروج فایل از آخر ریشه (Apical patency) به وسیله‌ی فایل شماره‌ی 10 انجام می شد. این کار تا پایان پاکسازی و شکل دهی کانال ادامه می یافت. سپس، نمونه‌ها به روش تصادفی به دو گروه آزمایشی 20 تایی و یک گروه شاهد منفی 10 تایی و یک گروه شاهد مثبت 10 تایی بخش شدند.

در یک گروه از دو گروه آزمایش، پس از مخلوط کردن پودر هیدروکسیدکلسیم (شرکت گلچای تهران - ایران) با نرمال سالین، خمیر با قوام خامه ای فراهم شده به وسیله‌ی پلاگر مناسب، در درون کانال متراکم گردید. سپس، دندان‌ها با خمیر پانسمان کلتوزول (آریادنت تهران - ایران) ترمیم موقت شده و در دمای 37 درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت 100 درصد (درون انکوباتور) به مدت یک هفته نگهداری شدند. پس از یک هفته، ترمیم موقت برداشته شده و هیدروکسیدکلسیم به وسیله‌ی فایل 35 و شست و شو با نرمال سالین، از کانال بیرون آورده شد.

کانال‌ها در دو گروه آزمایشی و گروه شاهد منفی با گوتا‌پرکای مناسب (آریادنت - ایران) و سیلر AH₂₆ (Dentsply, Maillefer- Rolling Hills-USA) با روش تراکم جانبی پر شدند. سیلر، بر پایه‌ی دستور کارخانه‌ی سازنده با نسبت پودر به مایع سه به یک فراهم گردید. به گونه‌ای، که مخلوط یکنواخت به دست آمده، به هنگام بلند کردن از روی اسلب شیشه ای به وسیله‌ی اسپاتول، در حدود دو سانتی‌متر کشیده شود. در گروه شاهد مثبت، هیچ گونه ماده‌ی پرکننده‌ای درون کانال قرار نگرفت. با فراهم کردن پرتونگاری از گروه‌های آزمایشی کیفیت پرکردگی کانال ریشه، بررسی گردید. سپس، حفره‌ی دسترسی نمونه‌ها با ماده‌ی پانسمان موقت (کلتوزول) ترمیم گردید.

همه‌ی دندان‌ها پس از آماده شدن، به مدت 72 ساعت در دمای 37 درجه سانتی‌گراد و رطوبت 100

میان داروها و ساختار عاج و یا واکنش میان خود داروهای درون کانال بستگی دارد. داروهایی که توپول‌های عاجی را می پوشانند، انتشار یون‌های Ca⁺⁺ را به سطح بیرون ریشه آسان می سازد⁽¹³⁾.

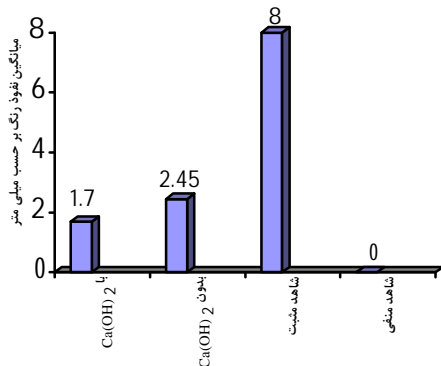
گلدبرگ (Goldberg) و همکاران در یک بررسی آزمایشگاهی برای بررسی انتقال اپیکالی پس از گذاشتن و برداشتن هیدروکسیدکلسیم در دندان‌های کشیده شده‌ی انسانی، در دو گروه کانال‌های انحنا دار و مستقیم به مدت یک هفته، اختلافی معنادار را میان دو گروه مشاهده کردند. به گونه ای، که هیچ گونه انتقال اپیکالی در گروه کانال‌های مستقیم دیده نشد اما در گروه کانال‌های انحنا دار انتقال اپیکالی مشاهده شد⁽¹⁴⁾. با توجه به مطالب یاد شده، هنوز برخی باور دارند، که پاک کردن و برداشت کامل هیدروکسیدکلسیم از دیواره‌ی کانال دشوار است و مقداری از ماده‌ی برج مانده می تواند بر کیفیت مهر و موم اپیکالی اثر گذارد. بنابراین، هدف از این بررسی پاسخ به این پرسش بود، که کاربرد هیدروکسیدکلسیم به عنوان ماده‌ی پانسمان درون کانال، چه اثری بر میزان مهر و موم اپیکالی دارد؟

مواد و روش

در این بررسی تجربی آزمایشگاهی، شمار 60 دندان ثنایای میانی تک کانال فک بالای انسان با درازای ریشه و قطر تقریباً برابر و بی‌خمیدگی و کلیسفی‌کاسیون، بسته نبودن پالپ، نداشتن ترک و با اپکس بسته، که به دلیل مشکل پرپودنتال کشیده شده بودند، انتخاب شدند. دندان‌ها به مدت دو ساعت در محلول هیپوکلریت سدیم 5/25 درصد (شرکت پاکشو تهران - ایران) نگهداری شدند. سپس، با آب جاری شسته و تاج دندان‌ها از جای تلاقی سمان - مینا CEJ قطع شدند. آماده سازی و شکل دهی کانال‌ها به روش استپ - بک (Step-back) انجام و K-File شماره‌ی 35 به عنوان فایل اصلی (MAF) در نظر گرفته شد و تا فایل شماره‌ی 60 کانال‌ها گشاد گردید. پس از هر بار

یافته ها

در گروه شاهد منفی هیچ گونه نفوذ رنگی دیده نشد و در گروه شاهد مثبت، رنگ کاملاً در درون کانال نفوذ کرده بود. در گروه بی هیدروکسید کلسیم، میانگین نفوذ رنگ $2/45 \pm 0/61$ میلی متر بود، به گونه‌ای، حداقل میزان ریز نشت صفر و حداکثر میزان شش میلی متر بود و در گروه با هیدروکسید کلسیم، میانگین نفوذ رنگ $1/70 \pm 0/46$ میلی متر بود به گونه‌ای، که حداقل میزان نفوذ رنگ صفر و حداکثر میزان نفوذ رنگ پنج میلی متر بود. در میان گروه‌های آزمایش، کمترین میزان نفوذ رنگ در گروهی بود، که هیدروکسید کلسیم، به عنوان داروی درون کانال استفاده شد. بررسی نتایج آزمون ناپارامتری مان-وینتی نشان دهنده‌ی نبود اختلاف معنادار از نظر آماری در میزان نفوذ رنگ در میان گروه‌های آزمایش بود ($p < 0/05$). نمودار 1، میانگین نفوذ رنگ را در گروه‌های آزمایش و شاهد نشان می‌دهد.



نمودار 1: میانگین نفوذ رنگ در گروه‌های آزمایش و شاهد

بحث

در این بررسی، پس از پاکسازی و شکل دهی کانال‌ها بر پایه‌ی پژوهش کوکوکی (Kucukay) در سال 1993، دندان‌ها تا زمان انجام کار در نرمال سالین نگاه داشته شدند⁽¹⁵⁾.

کالیسکان (Caliskan)⁽¹⁰⁾ و همکاران، سوکوات (Sukawat)⁽¹⁶⁾ و همکاران، لامبیرانیدیس (Lambirianidis)⁽¹⁷⁾ و همکاران و کیم و کیم (Kim &

درصد نگهداری شدند. پس از این مدت، نمونه‌ها خشک شده و پس از خشک شدن، دندان‌ها از ناحیه‌ی کروئالی تا دو میلی متری اپیکالی به وسیله‌ی لاک ناخن و موم چسب (Kerr - Oklahoma - USA) پوشانده شدند، بجز گروه شاهد منفی، که همه‌ی سطح دندان‌ها با لاک ناخن و موم چسب پوشانده شد. برای آزمایش نشت اپیکالی از جوهر هندی (AB Chemi, Glasco - England) استفاده گردید. همه‌ی نمونه‌ها به مدت 72 ساعت در محلول جوهر هندی به صورت افقی قرار داده شدند. ارتفاع محلول رنگی در همه‌ی مدت، سه سانتی متر بالاتر از سطح دندان‌ها بود تا فشار هیدرواستاتیک، که ممکن است میزان نشت را تغییر دهد، در همه‌ی نمونه‌ها یکسان باشد. پس از این مدت، دندان‌ها به مدت یک دقیقه با آب جاری شسته شدند. پس از پاک کردن موم چسب از روی دندان‌ها، با استفاده از دیسک الماسی به ضخامت 0/17 میلی متر در زیر آب سرد دو شیار در دو سمت باکال و لینگوال به موازات کانال ریشه به گونه‌ای ایجاد گردید، که عمق شیارها به کانال نرسیده و گوتاپرکا دیده نشود. سپس، با قرار دادن اسپاتول پانسمن تیز در شیار و حرکت اهرمی، ریشه‌ها به دو نیمه‌ی مزیالی و دیستالی بخش شدند و مواد پرکردگی با احتیاط از کانال بیرون آورده شد. میزان نفوذ رنگ در هر نیمه با استفاده از خطکش درجه بندی شده در زیر استریومیکروسکوپ (Olympus SZ × 9-ILL B200-Chioda KU-Japan) با دقت 0/25 میلی متر به وسیله‌ی دو نفر متخصص درمان ریشه، که نسبت به گروه‌های مورد بررسی ناآگاه بودند، در دو زمان متفاوت به روش خطی اندازه‌گیری شد. در هر نیمه، بیشترین میزان نفوذ رنگ ثبت شده ملاک اندازه‌گیری قرار گرفت و میانگین اندازه‌ها برای بررسی آماری انتخاب گردید.

داده‌ها با آزمون مان-وینتی (Mann Whitney U) واکاوی شد. علت استفاده از این آزمون، طبیعی نبودن توزیع پراکندگی مقادیر نفوذ رنگ بود و $p < 0/05$ معنادار در نظر گرفته شد.

نتایج به دست آمده در این بررسی و بررسی‌های پیشین ناشی از گونه‌ی سیلر به کاررفته است، که سیلر به کاررفته در بررسی کنونی، AH_{26} بوده، که یک سیلر رزینی است و تاکنون مدرکی گویای تداخل اثر هیدروکسید کلسیم بر آن به دست نیامده است.

پورکیو (Porkaew) و همکاران، پس از بررسی اثر سه گونه هیدروکسید کلسیم بر میزان نشت اپیکالی دریافتند، که اندازه‌ی نشت در گروه‌هایی، که هیدروکسید کلسیم به کار رفته، از دندان‌های گروه شاهد، که هیدروکسید کلسیم در آنها به کار نرفته، کمتر بود⁽⁹⁾. هلند (Holland) و همکاران⁽²⁴⁾ نیز، کاهش نشت اپیکالی را در دندان‌هایی نشان دادند، که در آنها هیدروکسید کلسیم به کار رفته بود. این نتایج با نتایج بررسی کنونی همخوان است.

در بررسی کانتاکیاتیس⁽²⁵⁾ و همکاران، کاهش نشت در دندان‌های درمان شده با هیدروکسید کلسیم ممکن است ناشی از نادیده گرفتن اثر بی رنگ کنندگی هیدروکسید کلسیم بر روی متیلن بلو بوده و می‌تواند علت تفاوت نتیجه‌ی پایانی میان بررسی کنونی و بررسی‌های پیشین باشد. چرا که، در بررسی کنونی از جوهر هندی استفاده شد.

از سوی دیگر، یکی از علل کاهش نشت کلی در بررسی کنونی با دیگر بررسی‌ها، کوچک تر بودن ذرات متیلن بلو نسبت به جوهر هندی است. بر پایه‌ی بررسی آلبرگ (Ahlberg) میزان عمق نفوذ متیلن بلو در کانال بیشتر از جوهر هندی بوده است. ذرات جوهر هندی از متیلن بلو بزرگ‌تر هستند، ولی آن اندازه کوچک هستند، که توانایی نفوذ در توپول‌های عاجی را داشته باشند^(12,26). با توجه به تفاوت اندازه‌ی بسیار زیاد میان سلول باکتری و مولکول‌های مواد آلی با موادی همچون متیلن بلو، بزرگ‌تر بودن ذرات جوهر هندی یک برتری به شمار می‌آید. بنابراین، نتایج به دست آمده در بررسی‌های نشت اپیکالی با جوهر هندی به واقعیت نزدیک‌تر خواهد بود. هر چند کانتاکیاتیس (Kontakiatis) و همکارش⁽²⁵⁾ در بررسی خود به این نتیجه رسیدند،

(Kim)⁽¹²⁾ برای ساخت خمیر هیدروکسید کلسیم از مخلوط کردن پودر هیدروکسید کلسیم و آب مقطر یا نرمال سالین استفاده کردند. در این بررسی نیز، پودر هیدروکسید کلسیم با نرمال سالین برای ساخت خمیر مخلوط شدند.

نرویچ (Nerwich) و همکاران⁽¹⁸⁾ و سوکووات (Sukawat) و همکاران⁽¹⁶⁾ در بررسی‌های خود دریافتند، که هیدروکسید کلسیم برای اثر بر ریزجانداران (میکروارگانیزم) درون کانال، دست کم باید به مدت یک هفته در درون کانال بمانند. در بررسی کنونی نیز، خمیر هیدروکسید کلسیم به مدت یک هفته در درون کانال قرار داده شد.

در بررسی‌های بسیار، مانند بررسی کیم و کیم⁽¹²⁾ و لامبیراندیس⁽¹⁷⁾ برای بررسی میزان نشت از روش نفوذ رنگ استفاده شد. در این روش، معمولاً از جوهر هندی یا متیلن بلو، به عنوان رنگ استفاده می‌شود. بررسی‌های متعدد گزارش کرده‌اند، که جوهر هندی در مقایسه با متیلن بلو، ماده‌ای مناسب و قابل اعتمادتر در بررسی‌های نفوذ رنگ است^(19 و 20). همچنین، علت دیگر انتخاب این جوهر به جای متیلن بلو، اثر بی رنگ کنندگی هیدروکسید کلسیم بر متیلن بلو بود⁽¹⁹⁾.

تیراوات (Thirawat) و همکاران⁽²¹⁾، تیدمارش (Tidmaresh) و همکاران⁽²²⁾ و ترابی نژاد و همکاران⁽²³⁾ در بررسی‌های خود از ایجاد مقاطع طولی برای بررسی نفوذ رنگ استفاده کردند و نیز، در این بررسی از این روش استفاده گردید.

نتایج بررسی کنونی نشان داد، که استفاده از هیدروکسید کلسیم در درون کانال و برداشتن آن به وسیله‌ی فایل اصلی (MAF) و شست و شو با نرمال سالین، اثری بر میزان نشت و مهر و موم اپیکالی ندارد و تفاوتی معنادار در میزان نشت در میان دو گروه مشاهده نگردید، که متفاوت با نتیجه‌ی بررسی هلند (Holland)⁽²⁴⁾، کانتاکیاتیس (Kantakiatis)⁽²⁵⁾ و کیم و کیم⁽¹²⁾ است. یکی از عوامل احتمالی مؤثر در تفاوت

بررسی‌های ریز نشت فیلتراسیون مایع (Fluid filtration) و نیز، بررسی‌های نفوذ میکروبی برای تایید نتایج این بررسی پیشنهاد می‌شود، تا بتوان بی‌دل‌نگرانی از افزایش ریزنشت و اثر منفی آن بر مهر و موم اپیکالی، از هیدروکسید کلسیم به عنوان داروی گندزداکننده‌ی درون کانال استفاده کرد.

هنگامی که از مواد و روش‌های یکسان استفاده می‌گردد، باز هم امکان به دست آمدن نتایج متفاوت وجود دارد.

نتیجه گیری

کاربرد هیدروکسید کلسیم به عنوان داروی درون کانال به مدت یک هفته اثر منفی بر مهر و موم اپیکالی نداشت. با وجود این، انجام بررسی‌های تکمیلی، چون

References

1. Baranett F, Trope M, Rooney J, Tronstal L. In vivo sealing ability of calcium hydroxide-containing root canal sealer. *Endod Dent Traumatol* 1989; 5: 23-26.
2. Sadeghein A, Danesh F. Biological aspects of calcium hydroxide. *J Mashhad Dent School* 1997; 21: 102-103 [Persian].
3. Frank Al. Therapy for the divergent pulpless tooth by continued apical formation. *J Am Dent Assoc* 1966, 72: 87-93.
4. Fuss Z, Szajkis S, Tagger M. Tubular permeability to calcium hydroxide and two bleaching agents. *J Endod* 1989; 15: 362-364.
5. Ingle LJ, Backland LK. *Endodontics*. 5th ed. Malvern Hamilton: Williams & Wilkins; 2002. p. 77-79, 146-217, 525-781.
6. Walton RE, Torabinejad M. *Principle and Practice of Endodontics*. 3rd ed. Philadelphia. WB. Saunders; 2002. p. 233-234.
7. Wadachi R, Araki K, Suda H. Effect of calcium hydroxide on the dissolution of soft tissue on the root canal wall. *J Endod* 1998; 24: 326-330.
8. Tamse A, Katz A, Kablan F. Comparison of apical leakage shown by four different dyes with two evaluating methods. *Int Endod J* 1998; 31: 333-337.
9. Porkaew P, Retief DH, Barfield RD, Lacefield WR, Soong SJ. Effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal. *J Endod* 1990; 16: 369-374.
10. Çalışkan MK, Türkün M, Türkün LS. Effect of calcium hydroxide as intracanal dressing on apical leakage. *Int Endod J* 1998; 31: 173-177.
11. Calt S, Serper A, Ozcelik. B, Dalat MD. PH changes and calcium hydroxide for diffusion from calcium hydroxide dressing material through root dentin. *J Endod* 1999; 25: 329-331.
12. Kim SK, Kim YO. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *Int Endod J* 2002; 35: 623-628.

13. Camões IC, Salles MR, Chevitarese O. Ca²⁺ diffusion through dentin of Ca(OH)₂ associated with seven different vehicles. *J Endod* 2003; 29: 822-825.
14. Goldberg F, Alfie D, Roitman M. Evaluation of the incidence of transportation after placement and removal of calcium hydroxide. *J Endod* 2004; 30: 646-648.
15. Karagöz-Küçükay I, Küçükay S, Bayirli G. Factors affecting of apical leakage assessment. *J Endod* 1993; 19: 362-365.
16. Sukawat C, Srisuwan T. A comparison of the antimicrobial efficacy of three calcium hydroxide formulations on human dentin infected with *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2002; 28: 102-104.
17. Lambrianidis T, Margelos J, Beltes P. Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. *J Endod* 1999; 25: 85-88.
18. Nerwich A, Figdor D, Messer HH. pH changes in root dentin over a 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endod* 1993; 19: 302-306.
19. Oztan MD, Ozgey E, Zaimoglu L, Erk N. Effect of particle sizes in India ink on its use in evaluation of apical seal The effect of various root canal sealers on India ink and different concentrations of methylene blue solutions. *J Oral Sci* 2001; 43: 245-248.
20. Yashikawa M, Nogochi K, Toda T. Effect of particle sizes in India ink on its use in evaluation of apical seal. *J Osaka Dent Univ* 1997; 31: 67-70.
21. Thirawat J, Edmunds DH. Sealing ability of materials used as retrograde root fillings in endodontic surgery. *Int Endod J* 1989; 22: 295-298.
22. Tidmaresh BG, Arrowsmith MG. Dentinal tubules at the root-ends of apicected teeth. *Int Endod J* 1989; 22: 184-189.
23. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod* 1993; 19: 591-595.
24. Holland R, Alexandre AC, Murata SS, dos Santos CA, Dezan Júnior E. Apical leakage following root canal dressing with calcium hydroxide. *Endod Dent Trumatol* 1995; 11: 261-263.
25. Kontakiatas EG, Wu MK, Wesselink PR. Effect of calcium hydroxide dressing on seal of permanent root filling. *Endod Dent Tromatol* 1997; 13: 281-284.
26. Ahlberg KM, Assavanop P, Tay WM. A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and india ink in root-filled teeth. *Int Endod J* 1995; 28: 30-34.