ORIGINAL ARTICLE

Effect of Different Tapered Gutta Percha Cones in Apical Microleakage of Human Root Canal Obturation

Salma Omidi[1],
Mahdi Lomee[2],
Farshad Bagheri[3],
Alireza Rafiei[4],
Jamshid Yazdani Charati[5]

[1] Assistant Professor, Department of Endodontics, Faculty of Dentistry, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[2] Endodontist, Sari, Iran
[3] Resident in Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran
[4] Professor, Department of Immunology, Molecular and Cell Biology Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[5] Associate Professor, Department of Biostatistics, Health Sciences Research Center, Addiction Institute, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received November 2, 2018 ; Accepted December 2, 2019)

Abstract

Background and purpose: Gutta-percha is generally accepted as the main canal filler. Standard gutta-percha cones are available in 2-10% tapers. The purpose of this study was to compare apical microleakage of canals obturated with different tapers of gutta-percha, using the protein penetration technique.

Materials and methods: In this study, 96 maxillary anterior teeth were selected and were prepared by protaper rotary files. The teeth were divided into six experimental groups (n=15) and two control groups (n=3). All groups were obturated with different tapered master cone (2-4-6%) and accessory cone (2-4%) by lateral condensation technique. Protein microleakage was measured in each sample. Data was analyzed applying Kruskal-Wallis test and Mann Whitney test.

Results: Statistical analysis showed significant differences between all experimental groups ($P<0.001$). The least levels of microleakage were seen in the group treated with 2% master cone and 2% accessory cone, while the highest levels were found in teeth obturated with 4% master cone and 2% accessory cone.

Conclusion: In this study, 2% master cone and 2% accessory cone caused least microleakage, but the 6% master cone and 4% accessory cone also showed good results.

Keywords: apical microleakage, protein penetration, root canal obturation, tapered Gutta-Percha

J Mazandaran Univ Med Sci 2020; 29 (181): 61-72 (Persian).

* **Corresponding Author: Salma Omidi** - Faculty of Dentistry, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
(E-mail: salmaomidi@ yahoo.com)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-05]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و نهم شماره 181 بهمن سال 1398 (72-61)

اثر تقارب های متفاوت گوتا پرکا بر میزان ریزنشت اپیکالی کانال های پر شده دندان انسان

سلما امیدی[1]
مهدی لمعی[2]
فرشاد باقری[3]
علیرضا رفیعی[4]
جمشید یزدانی چراتی[5]

چکیده

سابقه و هدف: گوتاپرکا به عنوان ماده اصلی پرکننده کانال، مورد قبول عموم است. مخروط‌های استاندارد گوتاپرکا در درجه تقارب‌های 10-2درصد موجود می‌باشند. هدف از انجام این پژوهش، مقایسه ریزنشت اپیکالی کانال‌های پر شده با مخروط‌های گوتاپرکا با درجه‌ی تقارب‌های مختلف با استفاده از روش نفوذ پروتئین است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تجربی آزمایشگاهی، 96 دندان قدامی تک کانال ماگزیلا انتخاب شد. سپس تاج این دندان‌ها جدا گردید و نمونه‌ها، با استفاده از فایل روتاری پروتیپر آماده‌سازی شدند. دندان‌ها به شش گروه آزمایشی 15 تایی و دو گروه کنترل 3 تایی تقسیم شدند. در هریک از گروه‌ها پرکردن کانال‌ها با استفاده از مستر کن با تقارب‌های متفاوت (2-4و6) درصد و کن فرعی با تقارب‌های متفاوت (2 و4) درصد با روش تراکم جانبی انجام شد سپس میزان ریزنشت پروتئین در هر نمونه با استفاده از آزمون‌های کروسکال والیس و من ویتنی بررسی شد.

یافته‌ها: در مقایسه هر 6 گروه با هم، تفاوت معنی‌دار بود ($P<0/001$). کم‌ترین ریزنشت در گروه مسترکن 2 درصد و کن فرعی 2 درصد و بیش‌ترین ریزنشت در گروه مسترکن 4 درصد و کن فرعی 2 درصد، مشاهده شد.

استنتاج: در چارچوب مطالعه حاضر، استفاده از مسترکن 2 درصد به همراه کن فرعی 2 درصد، کم‌ترین بروز ریزنشت را در پی دارد. هرچندکه کن اصلی 6 درصد به همراه کن فرعی 4 درصد نتایج خوبی به همراه داشت.

واژه های کلیدی: میکرولیکیج اپیکال، نفوذ پروتئین، پرکردن کانال،گوتاپرکا تقاربدار

مقدمه

بیماری‌های پالپ و پری اپیکال در نتیجه حضور باکتری‌ها و محصولات متابولیک آن‌ها درون کانال و نفوذشان به فضای پری رادیکولر ایجاد می‌شوند. بنابراین هدف اصلی درمان اندودنتیک، حذف این عوامل از سیستم‌کانال و پرکردن سه بعدی فضای ریشه‌ای است(2،1). کیفیت پرکردگی کانال برای دستیابی به یک درمان اندودنتیک موفق، از طریق جلوگیری از ریزنشت میکروارگانیسم‌ها و محصولات آن‌ها به بافت‌های پری‌رادیکولر، مسأله‌ای مهم می‌باشد(4،3). Ingle و همکاران گزارش کردند که 60 درصد از شکست‌های

مولف مسئول: سلما امیدی - ساری: بلوار خزر، کلینیک طوبی، دانشکده دندانپزشکی E-mail: salmaomidi@ yahoo.com
1. استادیار، گروه اندو، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
2. متخصص اندو، ساری، ایران
3. دستیار رادیولوژی دهان و فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
4. استاد، گروه ایمونولوژی، مرکز تحقیقات سلولی مولکولی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
5. دانشیار، گروه آمار زیستی، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، پژوهشکده اعتیاد، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
تاریخ دریافت : 1397/8/19 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات :1397/8/22 تاریخ تصویب : 1398/9/11

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-05]

درمان اندودنتیک به دلیل پرکردن ناکامل و نامناسب کانال و ریزنشت آن اتفاق افتاده است(5). پرکردن سه بعدی کانال ریشه به منظور به حداکثر رساندن ماده جامد اصلی پرکننده و به حداقل رساندن مقدار سیلر، یکی از اهداف درمان ریشه محسوب می‌شود(6). مواد پرکننده اصلی کانال معمولا جامد یا نیمه جامد هستند. برای تمام مواد پرکننده اصلی کانال کاربرد سیلر ضروری است(7). مواد جامد نسبت به مواد نیمه جامد (خمیر) مزایای بیش تری دارند. گرچه مواد مختلفی مورد آزمایش قرار گرفته‌اند، فقط گوتاپرکا به عنوان ماده‌ی اصلی پرکننده سیستم کانال، متداول و قابل قبول عموم است(8). مخروط‌های گوتاپرکا معمولا به دو شکل استاندارد و معمولی وجود دارند. مخروط استاندارد گوتاپرکا مطابق با اندازه فایل‌ها از شماره 15 تا 140 و با درجه‌ی تقارب 2 درصد و بیش تر (4، 6، 8 و 10) درصد، موجود می‌باشد(9). روش تراکم جانبی رایج‌ترین روش پرکردن کانال است. این روش اغلب به عنوان روش استاندارد برای مقایسه با روش‌های جدیدتر نیز در نظر گرفته می‌شود. پرکردن کانال به روش تراکم جانبی با گوتاپرکا بطور مرسوم با استفاده از گوتاپرکای با تقارب استاندارد 2 درصد انجام می‌شود که با افزودن مخروط‌های گوتاپرکای فرعی استاندارد در کانال و تراکم آن‌ها به وسیله اسپریدر ادامه می‌یابد. این روند وقت‌گیر بوده و پتانسیل وارد کردن نیروی زیاد به ریشه را دارد که ممکن است منجر به شکستگی ریشه گردد(10). از طرفی در طی سال‌های اخیر انواع متفاوتی از تیپرهای گوتاپرکا به بازار معرفی شده است که در طی درمان اندودنتیک استفاده می‌شوند. این مخروط‌ها به عنوان مخروط اصلی و نیز مخروط فرعی در طی روند پر کردن کانال استفاده می‌شوند. حال پرسشی که به ذهن می‌رسد این است که آیا این مخروط‌های با تیپر متفاوت سیل قابل قبولی در مقایسه با مخروط‌های رایج با تیپر استاندارد 2 درصد ایجاد می‌کنند یا خیر؟ ریزنشت، به نفوذ باکتری‌ها، مایعات دهان، یون‌ها و مولکول‌ها از حد فاصل ماده پرکردگی تاج/ریشه و دیواره‌های حفره گفته می‌شود. این عامل، فاکتور عمده‌ای است که می‌تواند موفقیت طولانی مدت درمان اندودنتیک را تهدید نماید. به‌طور کلی ریزنشت در دو گروه ریزنشت اپیکالی و ریزنشت کرونالی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. ریزنشت اپیکالی به عنوان علت معمول شکست درمان اندودنتیک در نظر گرفته شده که خود تحت تأثیر متغیرهایی مثل روش‌های مختلف پرکردگی، خصوصیات شیمیایی و فیزیکی ماده پرکننده کانال و حضور یا غیاب لایه اسمیر می‌باشد. روش‌های گوناگونی جهت ارزیابی و سنجش ریزنشت و استفاده از آن برای بررسی کیفیت درمان اندودنتیک ارائه شده است(12،11)، که شامل روش نفوذ رنگ، شفاف‌سازی، رادیو ایزوتوپ، الکتروشیمیایی، فلوئید فیلتراسیون، تطابق لبه‌ای و نفوذ پروتئین می‌باشد که هر کدام دارای مزایا و معایبی هستند. اما در این میان سنجش نفوذ پروتئین به روش برد فورد به علت این‌که نسبت به سایر روش‌ها سریع‌تر و آسان‌تر بوده و قابل تکرار است مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین، روش نشت پروتئین به دلیل ارتباط کلینیکال و نیز عدم نیاز به تخریب نمونه‌ها که ارزیابی مکرر ریزنشت را در صورت نیاز ممکن می‌سازد، در مقایسه با روش‌های دیگری که برای ارزیابی لیکیج در زمینه تحقیقات اندودنتیک وجود دارد، اهمیت روزافزونی یافته است(13). تا به حال مطالعات متعددی در زمینه تاثیر گوتا پرکا اصلی (Master con) با تقارب‌های متفاوت بر سیل اپیکالی انجام شده است، اما مطالعه‌ای که تاثیر تقارب گوتا فرعی (accessory con) به تنهایی یا همراه با کن اصلی را بر میزان سیل اپیکالی نشان دهد انجام نشده است. لذا هدف از انجام این پژوهش، اندازه‌گیری و مقایسه ریزنشت اپیکالی کانال‌های پر شده با مخروط‌های گوتاپرکای اصلی و فرعی با درجه تقارب‌های مختلف به روش تراکم جانبی، با استفاده از روش نفوذ پروتئین می‌باشد.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-05]

مواد و روش ها

در این مطالعه تجربی آزمایشگاهی ، که در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی مازندران تایید شد (کد: IR.MAZUMS.REC.94-1771) 96 عدد دندان تک‌کاناله تازه‌کشیده شده مورد مطالعه قرار گرفتند.
شرط ورود به مطالعه نداشتن پوسیدگی و شکستگی در سطح ریشه، کلسیفیکاسیون، تحلیل داخلی وخارجی، انحناء شدید و آپکس بازبود. به منظور تأیید دندان‌ها رادیوگرافی اولیه، از نمای باکولینگوالی و مزیودیستالی به عمل آمد.

آماده سازی نمونه ها

ابتدا هرگونه جرم و انساج باقیمانده در روی سطوح ریشه با استفاده از کورت پریودنتال جدا گردید و سپس جهت حذف مواد ارگانیک از روی سطح ریشه، نمونه‌ها به مدت یک ساعت در محلول هیپوکلریت سدیم 5/25 درصد قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها در محلول نرمال سالین ذخیره شده و قبل و حین آزمایش به صورت مرطوب نگهداری شدند. تاج دندان‌ها توسط فرز فیشور الماسی (Tizkavan,Tehran,Iran) با استفاده از هندپیس پرسرعت به همراه خنک‌کننده آب جدا شد، به گونه ای که هر کدام از ریشه‌ها 14 میلی‌متر طول داشته باشد. جهت تعیین طول کارکرد کانال، ابتدا یک K فایل شماره 15 (Mani Inc, Tochigi, Japan) را وارد کانال نمودیم، تا جایی‌که نوک آن از آپکس خارج شود. سپس 1 میلی‌متر از این طول کم کرده و آن را به عنوان طول کارکرد در نظر گرفتیم. در ابتدا برای دسترسی مستقیم به ناحیه کرونال کانال‌ها از دریل‌های گیتس-گلیدن شماره 2، 3 و 4 (Mani Inc, Tochigi, Japan) به وسیله هندپیس کم سرعت استفاده شد. سپس کانال‌ها با استفاده از سیستم روتاری پروتیپر (Dentsply-maillefer, Ballaigues, Switzerland) آماده‌سازی شدند، به‌طوری که ناحیه اپیکال کانال تا فایل F3 آماده سازی شود. پس از استفاده از هر وسیله، 5 ml محلول هیپوکلریت سدیم 2/5 درصد (Golrang Co., Tehran, Iran) با استفاده از سرنگ شستشو با نیدل گیج 27 جهت شستشوی کانال به‌کار رفت. متعاقب آماده‌سازی کانال، اسمیر لایر با EDTA 17% (Diadent Inc., Chongchong Buch Do, Korea) به مدت 3 دقیقه حذف شد. سپس تمامی نمونه‌ها با محلول هیپوکلریت سدیم 2/5 درصد شستشو داده شده و کانال‌ها با پیپر پوینت‌های استریل (Ariadent, Tehran, Iran) خشک شدند. تمامی مراحل توسط یک عمل‌کننده انجام شد. پس از اتمام مراحل آماده‌سازی کانال، دندان ها را به طور تصادفی در شش گروه آزمایشی 15تایی و دو گروه کنترل مثبت و منفی 3تایی قرار دادیم.

برای آبچوریشن تمام گروه‌ها از سیلر AH26 (Dentsply, Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA) و روش تراکم جانبی بهره برده شد. در گروه اول، دندان‌ها با استفاده از مخروط اصلی گوتاپرکا (Meta Biomed Co., Seoul, Korea) شماره 30 با تیپر 2 درصد و کن‌های فرعی شماره 20 با تیپر 2 درصد آبچوره شدند. به این صورت که بعد از قرار دادن سیلر AH26 در کانال به وسیله فایل شماره 30، مسترکن شماره 30 آغشته به سیلر را به طول کارکرد برده و توسط اسپریدر انگشتی با اندازه مناسب (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) متراکم کردیم. اسپریدر مناسب اسپریدری است که تا 1 تا 2 میلی‌متری طول کارکرد داخل شده و زمانی که همراه با مخروط اصلی در کانال قرار داده می‌شود، تا 2 میلی‌متری طول کارکرد برسد. کن‌های فرعی گوتاپرکا تا زمانی که اسپریدر نتواند بیش‌تر از یک سوم کرونالی کانال نفوذ کند، در کانال قرار داده شدند. اضافات گوتا پرکا به‌وسیله Heat Carrier در سطح اوریفیس کانال قطع شده و سپس گوتاپرکای ناحیه کرونال به وسیله پلاگر فشرده شد. همین روش در سایر گروه‌ها انجام شد. گروه‌های آزمایشی به شرح زیر بودند:
گروه 1: مستر کن 30-2 درصد و کن فرعی 20- 2 درصد

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-05]

گروه 2 : مسترکن 30-2 درصد و کن فرعی 15- 4 درصد
گروه 3: مسترکن 30-4 درصد و کن فرعی 20-2 درصد
گروه 4 : مسترکن 30-4 درصد و کن فرعی 15-4 درصد
گروه 5 : مسترکن 30-6 درصد و کن فرعی 20-2 درصد
گروه 6: مسترکن 30-6 درصد و کن فرعی 15-4 درصد

در گروه کنترل مثبت سه نمونه آماده‌سازی شده ولی پر نشدند. در گروه کنترل منفی ابتدا سه نمونه آماده‌سازی و پر شدند و سپس تمام سطوح خارجی آن‌ها با 2 لایه لاک ناخن پوشانده شد. همچنین سطوح بیرونی تمام نمونه‌های آزمون نیز پس از تأیید کیفیت آبچوریشن به‌وسیله رادیوگرافی، با دو لایه لاک ناخن پوشانده شد، به طوری که 2 میلی‌متر اپیکال ریشه و نیز اوریفیس کانال بدون لاک باقی ماند. سپس تمامی نمونه‌ها جهت سخت شدن کامل سیلر، به مدت 72 ساعت در انکوباتور (دما 37 درجه سانتیگراد و رطوبت 100 درصد) نگهداری شدند.

آماده سازی نمونه‌ها برای آزمایش نفوذ پروتئین

هر یک از دندان‌ها در یک میکروتیوب با قطر 2 میلی‌لیتر (محفظه فوقانی) (Genfanavaran,Tehran,iran) که 2 میلی‌متر انتهایی آن قطع شده، قرار گرفتند؛ به‌طوری که قسمتی از ناحیه اپیکال ریشه از انتهای آن خارج شد. ناحیه اتصال نمونه‌ها و سطح داخلی میکروتیوب با چسب سیانوآکریلات زودسخت شونده ۱،۲،۳ (Mitreapel,Beta. Chemical Ind. & Trade Inc. Co., Istanbul, Turkey) سیل شدند (تصویرشماره 1).

سپس این میکروتیوب‌های حاوی نمونه‌ها، توسط گاز اتیلن‌اکساید، استریل و داخل پک استریل نگهداری شدند. پس از آن، لوله‌های آزمایش 10 میلی‌لیتری در داخل دستگاه اتوکلاو (Kavooshmega Co.,Tehran,Iran) استریل شدند. میکروتیوب‌های حاوی نمونه و نیز لوله‌های آزمایش استریل را جهت محافظت در برابر آلودگی، به داخل هود آزمایشگاهی کلاس II بیولوژیک (Bio-Safe Corporation,Miami, Florida, USA) انتقال داده و سپس هر کدام از میکروتیوب‌های حاوی نمونه‌ها را در یک لوله آزمایش (محفظه تحتانی) حاوی محلول PBS فیلترشده جایگذاری کردیم. سپس جهت اطمینان از سیل لبه‌ها، اطراف ناحیه اتصال میکروتیوب به لوله آزمایش توسط چند لایه پارافیلم (Supa Co.,Tehran,Iran) به‌طور کامل درزبندی شد تا بدین طریق، از آلودگی چمبر تحتانی جلوگیری شود.



تصویر شماره 1: نمونه ها مطابق شکل داخل میکروتیوب قرار گرفتند

روند آزمایش نفوذ پروتئین

پس از انجام مراحل فوق، چمبر فوقانی نمونه های ذکر شده، با محلول فیلتر شده آلبومین سرم گاوی (BSA)1% (Sigma-Aldrich,St.Louis, MO, USA) پر شده و به طور مرتب هر سه روز یک بار تا 60 روز، مقدار BSA موجود در میکروتیوب‌ها کنترل و تجدید شد. نمونه‌ها در 3 مرحله با فاصله زمانی 15، 30 و 60 روزه از ابتدای آزمایش، از نظر نشت پروتئین BSA مورد ارزیابی قرار گرفتند. بدین ترتیب که ابتدا نمونه‌ها به داخل هود کلاس II بیولوژیک منتقل شده و پس از برداشتن لایه‌های پارافیلم، مقدار µL 50 از محلول چمبر تحتانی هر کدام استخراج شده و به داخل میکروتیوب‌های استریل شماره گذاری شده انتقال یافت. سپس از هر کدام از میکروتیوب‌های حاوی مقادیر استخراج شده، مقدار µL 5 به داخل خانه‌های شماره‌گذاری شده یک میکروپلیت (Corning Incorporated,Corning,NY,USA) منتقل شد. شش خانه اول میکروپلیت نیز به محلول‌های استاندارد BSA اختصاص داده شد تا به وسیله آن، نمودار

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-05]

منحنی استاندارد ترسیم شود. در نهایت مقدار 150 µl معرف بردفورد (Sigma, Aldrich, st, Louis,USA) به هر خانه اضافه گردید.

تهیه معرف بردفورد

جهت تهیه معرف بردفورد، 10 میلی‌گرم رنگ کوماسی بریلینت بلو G-250 را در 5 میلی‌لیتر اتانول 95 درصد حل کرده و سپس 10 میلی‌لیتر اسید ارتوفسفریک 85 درصد به آن افزوده شد. پس از این‌که رنگ به‌طور کامل حل گردید، حجم را با آب مقطر به حجم 100 میلی‌لیتر رساندیم. محلول حاصل که به رنگ قهوه‌ای روشن می‌باشد، توسط کاغذ صافی واتمن صاف شد تا ذرات معلق آن گرفته شود. این محلول در ظرفی تیره و در داخل یخچال نگهداری شد.

محلول استاندارد پروتئین

برای این‌که غلظت پروتئین موجود در یک محلول را به روش بردفورد به دست آوریم نیاز است ابتدا یک منحنی استاندارد ترسیم شود. بدین منظور، پروتئین ایده آلی که به عنوان استاندارد می‌توان در نظر گرفت، فرم خالص همان پروتئین مورد سنجش، یعنی BSA می‌باشد. به‌طور کلی برای سنجش پروتئین به روش بردفورد، دو نوع پروتئین BSA و گاماگلوبولین به عنوان استاندارد به‌کار می‌روند. جهت این کار باید با استفاده از پروتئین BSA، غلظت‌های مختلفی از محلول استاندارد پروتئین (حداقل سه استاندارد با غلظت بین 20µg/µl تا 200) تهیه شده و جذب نوری آن‌ها توسط اسپکتروفتومتر در طول موج 595 نانومتر سنجیده شود.

در پژوهش حاضر، 6 خانه اول میکروپلیت به غلظت‌های مختلف محلول استاندارد اختصاص داده شد. درنهایت 150 میکرولیتر ازمعرف بردفورد به تمام خانه‌های میکروپلیت (محلول‌های استاندارد و محلول‌های استخراج شده از نمونه‌ها) اضافه و به آرامی مخلوط گردید. بعد از گذشت مدت 5 دقیقه از اضافه نمودن محلول بردفورد، میکروپلیت را در داخل دستگاه Microplate Reader که یک اسپکتروفتومتر تخصصی است (Bioteck microplate reader ELX808, USA) قرار دادیم تا جذب نوری (OD) هر کدام از محلول‌ها را در طول موج 595 نانومتر به‌دست آوریم.

در نهایت با استفاده از OD و غلظت پروتئین محلول‌های استاندارد، نمودار منحنی استاندارد به کمک نرم‌افزار Microsoft Office Excel 2013 ترسیم شده و به‌وسیله آن، غلظت پروتئین موجود در محفظه تحتانی هر نمونه بدست آمد. این روند را در هر 3 بازه زمانی تعیین شده، تکرار کرده و غلظت را اندازه‌گیری کردیم.

آنالیز آماری داده‌ها

داده‌های بدست آمده از گروه‌های مورد مطالعه، توسط نرم‌افزار آماری SPSS ver.22 با آزمون‌های غیرپارامتریک Kruskal-Wallis H و Mann-Whitney U و با در نظر گرفتن سطح معنی‌داری 0/05 مورد تحلیل آماری قرار گرفتند.

یافته‌ها

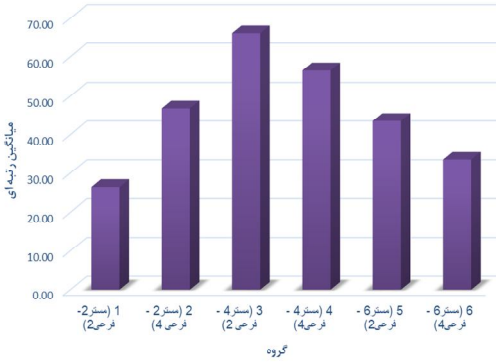
مقایسه میانگین مقادیر ریزنشت گروه‌ها در مجموع سه دوره

پس از انجام آزمایش، گروه کنترل مثبت بیش‌ترین ریزنشت پروتئین را نشان داد، در حالی که در گروه کنترل منفی ریزنشتی دیده نشد. طبق نتایج حاصل از آزمون کروسکال والیس، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های آزمایش مشاهده شد ($P<0/001$)؛ به طوری که گروه 3 (مسترکن 4درصد به‌همراه کن فرعی 2 درصد) دارای بیش‌ترین ریزنشت و گروه 1 (مسترکن 2 درصد به‌همراه کن فرعی 2 درصد) نیز دارای کم‌ترین ریزنشت بودند (جدول شماره1). نمودار شماره 1 نیز میانگین رتبه‌ای هر یک از گروه‌ها را نشان می‌دهد که میزان ریزنشت بین گروه‌ها به‌طور خلاصه به این صورت است: مسترکن4%- فرعی2% < مسترکن4%- فرعی4% < مسترکن2%- فرعی4% < مسترکن6%- فرعی2% < مسترکن6%- فرعی4%< مسترکن2%- فرعی2%.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-05]

جدول شماره 1: توصیف و مقایسه میانگین مقادیر ریزنشت گروه ها با آزمون کروسکال والیس

	آمار توصیفی							آزمون کروسکال -والیس	
گروه	تعداد	مینیمم	ماگزیمم	میانگین	انحراف معیار	میانگین رتبه ای	نتیجه		
1(مسترکن2% -فرعی2%)	15	0/0000	7/3486	0/897426	1/8335215	26/47	P <0/001		
2(مسترکن2% -فرعی4%)	15	0/0000	10/6015	2/866069	3/4574924	46/80			
3(مسترکن4% -فرعی2%)	15	0/7114	12/9466	5/537643	4/1992393	66/13			
4(مسترکن4% -فرعی4%)	15	0/1062	11/7416	4/093361	3/8227175	56/53			
5(مسترکن6% -فرعی2%)	15	0/0000	10/5564	3/078846	3/7469321	43/50			
6(مسترکن6% -فرعی4%)	15	0/0000	6/4156	1/339056	1/7770723	33/57			



نمودار شماره 1: میانگین رتبه‌ای میزان ریزنشت هر گروه براساس آزمون کروسکال والیس

سپس از آزمون غیر پارامتریک من ویتنی برای پیگیری تفاوت در بین هر کدام از گروه‌ها با هم استفاده شد. بدین‌منظور، مقدار P به دلیل 15 مقایسه انجام شده با اصلاح سطح معنی‌داری، 0/003 (0/05 بر 15) در نظر گرفته شد. نتایج حاصله به این صورت بود که تفاوت معنادار فقط بین گروه‌های 1و۳،۱و4 و همچنین بین گروه 3و6 مشاهده شد که به صورت زیر بود:

گروه 3 > گروه 1

گروه4 >گروه1

گروه3> گروه 6

تأثیر درجه تقارب مسترکن بر میزان ریزنشت، در مقایسه سه تایی بین گروه‌های با کن فرعی 2درصد

در مقایسه سه تایی در گروه‌هایی با کن فرعی 2 درصد میزان ریزنشت به صورت معنی‌داری متفاوت بود که تفاوت آن‌ها به صورت زیر می‌باشد. به طوری که دندان‌هایی با مستر کن 4 درصد بیش‌ترین ریزنشت و دندان‌ها با مسترکن 2 درصد کم‌ترین ریزنشت را نشان دادند (تفاوت معنی دار بود)(P=0/001).

مستر کن4% > مستر کن 6% > مستر کن 2%.

تأثیر درجه تقارب مسترکن بر میزان ریزنشت، در مقایسه سه تایی بین گروه های با کن فرعی 4 درصد

در مقایسه سه‌تایی در گروه‌هایی با کن فرعی 4 درصد میزان ریزنشت به صورت معنی‌داری متفاوت بود که تفاوت آن ها به صورت زیر می‌باشد. به طوری که دندان‌هایی با مستر کن 4 درصد بیش‌ترین ریزنشت و دندان‌ها با مسترکن6 درصد کم‌ترین ریزنشت را نشان دادند (تفاوت معنی داری دیده شد)(P=0/04).

مسترکن 4%>مستر کن 2%>مسترکن 6%

بررسی تأثیر درجه تقارب کن فرعی بر میزان ریزنشت

مقایسه یک به یک گروه‌های با درجه تقارب مسترکن مشابه در نظر گرفته شد که تفاوت معنی دار بین هیچ یک وجود نداشت. بر این اساس، صرفاً تغییر درجه تقارب کن‌های فرعی بدون تغییر در درجه تقارب مسترکن تأثیر چشمگیری بر میزان ریزنشت ندارد.

مقایسه میانگین ریزنشت گروه های 1 تا 6 در سه دوره زمانی 15 روز، 30 روز و 60 روز

همان‌طورکه در جدول شماره 2 نیز مشاهده می‌شود، در روز 15 ام، میانگین ریزنشت در گروه مسترکن4 درصد به همراه کن فرعی4 درصد بیش‌ترین و در گروه مسترکن2 درصد به همراه کن فرعی4 درصد کم‌ترین مقدار را داشته است. در هر دو روز 30 ام و 60 ام و نیز در مجموع، گروه مسترکن2 درصد به همراه کن فرعی2 درصد وگروه مسترکن4 درصد به‌همراه کن فرعی2 درصد به‌ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین ریزنشت را نشان دادند. همچنین به طور کلی مشاهده می‌شود که میزان ریزنشت با گذر زمان در همه گروه‌ها افزایش می‌یابد.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-05]

جدول شماره 2: مقایسه میانگین ریزنشت گروه های 1 تا 6 در دوره های زمانی 15 روز، 30 روز، 60 روز و مجموع

گروه	میانگین غلظت پروتئین BSA نشت کرده با واحد µg/µl			
	روز 15	روز 30	روز 60	مجموع
1(مسترکن2% -فرعی2%)	0/062673	0/073833	2/555767	0/897426
2(مسترکن2% -فرعی4%)	0/00612	0/971853	7/620233	2/866069
3(مسترکن4% -فرعی2%)	0/058707	1/827053	14/72716	5/537643
4(مسترکن4% -فرعی4%)	0/800053	1/629627	9/850387	4/093361
5(مسترکن6% -فرعی2%)	0/088967	1/109847	8/037727	3/078846
6(مسترکن6% -فرعی4%)	0/50574	0/704587	2/80684	1/339056

بحث

بر طبق نتایج مطالعه در مقایسه 6 گروه با هم، گروه 1 (مسترکن 2 درصد به همراه کن فرعی 2 درصد) کم‌ترین بروز ریزنشت را دارا بود. اگرچه در بررسی دو به دو گروه ها فقط بین این گروه و گروه‌های 3 (مستر4 فرعی2) و 4 (مستر 4 و فرعی 4) اختلاف معنی دار بود.و میزان ریزنشت با گروه 6 (مستر6 و فرعی 4) بسیار نزدیک بود. در ادامه به تفاوت‌ها و شباهت‌ها در این مطالعه و سایر مطالعات می‌پردازیم.

در این مطالعه به منظور همسان‌سازی نمونه‌ها، ابتدا تاج دندان‌ها قطع شد، به طوری‌که هر یک از نمونه‌ها طول یکسان 14 میلی‌متری داشتند. سپس آماده‌سازی همه نمونه‌ها با روندی مشابه، با استفاده از فایل‌های روتاری سیستم پروتیپر، تا فایل F3 انجام شد تا کم‌ترین اختلاف را با هم داشته باشند. در دیگر مطالعات نیز عمدتاً از فایل‌های روتاری استفاده شده است. هر چند «ساعتچی» و همکاران نیز به روش دستی و با تکنیک استپ- بک کانال‌ها را آماده‌سازی کردند(14). روش روتاری به علت کاهش خطاهای عمل‌کننده بیش‌تر مورد قبول است.

در این پژوهش همه نمونه‌ها پس از آماده‌سازی، با استفاده از تکنیک تراکم جانبی و سیلر AH26 با مسترکن و کن‌های فرعی با تقارب‌های مورد مطالعه پر شدند. اضافات گوتاپرکا در حد اوریفیس کانال قطع و توسط پلاگر فشرده شد. مطابق مطالعات مشابه، روی ماده پرکردگی کانال، ماده ترمیم موقت قرار داده نشد تا صرفاً ریزنشت مسترکن و کن‌های فرعی با تقارب‌های مورد مطالعه بررسی شده و از تداخل ماده ترمیم موقت در میزان ریزنشت ثبت شده اجتناب شود(3،19-15). با مروری بر مطالعات صورت گرفته این نکته حاصل می‌شود که در هیچ یک از این مطالعات، به تأثیر تقارب کن فرعی بر روی میزان ریزنشت پرداخته نشده است. در پژوهش حاضر، درجه تقارب مسترکن و کن‌های فرعی، هر دو مورد مطالعه قرار گرفت. بدین منظور، مسترکن‌های با درجه تقارب‌های 2، 4 و 6 درصد در ترکیب با کن‌های فرعی 2 و 4 درصد در6 گروه جهت پر کردن کانال استفاده شدند.

ریزنشت اپیکالی به عنوان علت معمول شکست درمان اندودنتیک در نظر گرفته شده که خود تحت تأثیر متغیرهایی مثل روش‌های مختلف پرکردگی، خصوصیات شیمیایی و فیزیکی ماده پرکننده کانال و حضور یا غیاب لایه اسمیر می‌باشد. روش‌های گوناگونی جهت ارزیابی و سنجش ریزنشت و استفاده از آن برای بررسی کیفیت درمان اندودنتیک ارائه شده است که هر کدام مزایا و معایب خود را دارند. این روش‌ها عبارتند از: روش نفوذ رنگ، شفاف نمودن، رادیو ایزوتوپ، آنالیز فعال‌سازی نوترونی، الکتروشیمیایی، تطابق لبه‌ای، فلوئید فیلتراسیون، ریزنشت باکتری، نفوذ بزاق، فیلتراسیون گلوکز و روش نفوذ پروتئین(13-11)، که هرکدام مزایا و معایبی دارند. در مطالعه حاضر از روش نفوذ پروتئین BSA به دلیل مزایای آن استفاده شده است. از جمله مزایای این روش، کمی بودن آن است؛ به‌طوری‌که غلظت پروتئین نشت کرده به‌طور دقیق با واحد µg/µl مشخص می‌شود. از آن‌جایی‌که اندازه ذرات پروتئین کوچک‌تر از اندازه باکتری می‌باشد، لذا گاهی اوقات ممکن است ریزنشت باکتری متوقف شود، در صورتی که در همین شرایط، ریزنشت پروتئین همچنان می‌تواند ادامه یابد. از طرفی با این‌که اندازه ذرات رنگ، کوچک‌تر از اندازه پروتئین BSA می‌باشد، اما ارزیابی مطالعات نفوذ رنگ نشان داده است که نشت رنگ تنها در یک سطح اتفاق می‌افتد، در حالی که تکنیک نفوذ پروتئین

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-05]

قادر به برآورد ریزنشت انتهای ریشه در همه ابعاد آن است که این حالت به‌خوبی شرایط کلینیکی را شبیه‌سازی می‌کند. این روش به دلیل ارتباط کلینیکی مناسب و تخریبی نبودن آن‌که ارزیابی مکرر ریزنشت را در صورت نیاز ممکن می‌سازد و نیز به دلیل شباهتی که بین مولکول لیپو پلی ساکارید باکتریال و BSA از لحاظ اندازه وجود دارد، در مقایسه با سایر روش‌های ارزیابی ریزنشت، اهمیتی روز افزون یافته است(20،13). جهت سنجش غلظت پروتئین BSA نشت کرده نیز از روش اسپکتروفتومتریک بردفورد استفاده شد که نسبت به سایر روش‌های اندازه‌گیری پروتئین، سریع‌تر و آسان‌تر بوده و قابل تکرار است. اندازه‌گیری در دمای اتاق انجام گرفته و وسیله خاصی مورد نیاز نمی‌باشد. پس از افزودن نمونه به لوله‌های حاوی معرف‌ها و ایجاد رنگ آبی مربوطه، پس از زمان کوتاهی انکوباسیون در دمای اتاق، در طول موج 595 نانومتر، نتایج خوانده می‌شوند(21).

در هیچ یک از مطالعات با موضوع تأثیر درجه تقارب گوتاپرکا بر روی ریزنشت اپیکال، از روش نفوذ پروتئین استفاده نشده است. در سایر پژوهش‌های مبتنی بر سنجش ریزنشت که در زمینه علوم ترمیمی و اندودنتیکس با تکنیک نفوذ پروتئین انجام شده، دوره‌های زمانی متفاوتی در نظر گرفته شده است. Park و همکاران بازه زمانی سه روز(20)، «شاهی» و «شاکویی» 60 روز(23،22) و «زارع نژاد» وهمکاران مدت 30 روز(13) را برای مطالعات خود انتخاب نمودند. با توجه به این که انتخاب دوره زمانی طولانی‌تر، احتمالاً بر دقت مطالعه تأثیر مساعد می‌گذارد، در مطالعه حاضر مدت زمان نهایی 60 روز برای بررسی میزان ریزنشت نمونه‌ها در نظر گرفته شد. به علاوه در روزهای 15 و 30 نیز میزان ریزنشت نمونه‌ها مورد سنجش قرار گرفت.

در مقایسه کن‌های 2 و 6 درصد، تقریباً تمام نتایج حاصل از مطالعات مختلف حاکی از عدم وجود تفاوت معنی‌دار بوده است. به طوری که در مطالعات Bal و همکاران در سال 2001 (15)، Pérez Heredia و همکاران در سال 2007 (24)، Zhao و همکاران در سال 2007 (17) و Al-Hadlaq و همکاران درسال 2005 (16) و مشابه مطالعه حاضر (بدون در نظر گرفتن کن‌های فرعی مانند مطالعات فوق) میان ریزنشت مسترکن‌های 2 درصد با 6 درصد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

«ساعتچی» و همکاران در سال 2007 به مقایسه میزان ریزنشت آپیکالی در دندان های تک کانال آبچوره شده با مسترکن‌های 2 و 4 درصد به روش تراکم جانبی پرداختند(14) ومشابه مطالعه ما ریزنشت گروه مسترکن 4 درصد نسبت به 2 درصد به‌طور معنی‌دار بیش‌تر بود، البته در مطالعه حاضر در صورت استفاده از کن فرعی 4 درصد اختلاف معنی‌دار نبود، البته از آن‌جا که این مطالعه برای اولین بار انجام شده مطالعه‌ای جهت مقایسه وجود ندارد. از سوی دیگر، « بیدار» و همکاران در سال 2010، در مقایسه میزان ریزنشت کانال آبچوره شده با مسترکن 2 و4 درصد و فرعی 2 درصد به روش تراکم جانبی(19) و Romania و Schafer نیز در سال‌های 2008 و 2012 در مطالعاتی مشابه، جهت مقایسه حجم اشغال شده با گوتاپرکا در کانال‌های آبچوره شده به روش تراکم جانبی با مسترکن‌های 2 و 4 درصد و فرعی 2 درصد(27،26) برخلاف مطالعه ما تفاوت معنی‌دار بین مسترکن‌های 2 و 4 درصد پیدا نکردند. در این مطالعات نیز بر خلاف مطالعه حاضر تنها از کن فرعی 2 درصد استفاده شد.

در مطالعه Skini و همکاران در سال 2016، تطابق لبه‌ای آبچوریشن با مسترکن‌های 2، 4 و 6 درصد به همراه کن فرعی 20- 2 درصد با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد سنجش و مقایسه قرار گرفت. طبق نتایج این مطالعه، در بین این سه گروه، مسترکن 2 درصد تطابق بهتری داشت(28).

نتیجه مطالعه حاضر نیز با ماحصل مطالعه Skini همسو بود؛ بدین ترتیب که در مقایسه سه تایی ریزنشت پروتئین مسترکن‌های 2، 4 و 6 درصد به همراه کن‌های فرعی 2 درصد (مانند مطالعه Skini)، مسترکن 2 درصد

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-05]

کم‌ترین مقدار ریزنشت را نشان داد (جدول شماره 1). هرچند در هنگام استفاده از کن فرعی 4 درصد، کم‌ترین مقدار ریزنشت پروتئین مربوط به مسترکن 6 درصد می‌باشد (جدول شماره 1).

در سال 2009، Liu و همکاران تاثیر استفاده از مسترکن‌های با اندازه و تیپر مختلف را بر روی ریزنشت اپیکالی در کانال‌های انحنادار دندان‌های خلفی، به روش فیلتراسیون گلوکز بررسی کردند. آن‌ها بدین منظور، از مسترکن‌های 2، 4 و 6 درصد (25-2، 25-4، 30-4، 20-6 و 25-6) درصد با تکنیک تراکم جانبی استفاده کردند. در نهایت، تفاوتی بین این مسترکن‌ها دیده نشد(3).

Nagas و همکاران نیز میزان نشت رنگ را در پرکردگی با مسترکن 2 و4 درصد به روش تراکم جانبی و سینگل کن 6 درصد بررسی و با هم مقایسه نمودند. طی این مطالعه، ریزنشت هر سه گروه تقریباً برابر ارزیابی شد(18).

استفاده از کن فرعی با تقارب مختلف برای اولین‌بار در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است و مشخص شده است زمانی که از ماستر کن 2 درصد استفاده می‌شود استفاده از کن فرعی2 درصد بر4 درصد ارجحیت دارد اما دراستفاده از ماسترکن 6 درصد ارجحیت بر کن فرعی 4 درصد است به‌طوری‌که استفاده همزمان آن‌ها باعث ایجاد ریزنشت کم‌تر می‌شود.

به‌طور کلی تعدد آرا در مورد ریزنشت، ممکن است به دلیل گوناگونی در روش‌های استفاده شده جهت سنجش ریزنشت، طول مدت مطالعه و حتی تفاوت مهارت عمل‌کننده در انجام تکنیک تراکم جانبی حاصل شده باشد. همچنین باید توجه داشت که ملاحظات بسیاری از جمله مورفولوژی ریشه، آناتومی کانال ومواد مورد استفاده برای پرکردن کانال و ... هم بر میزان ریزنشت در درمان‌های اندودنتیک اثرگذار هستند که می‌توانند نتایج مطالعات بررسی ریزنشت را تحت‌الشعاع قرار دهند. نحوه برخورد با داده‌های به‌دست آمده در آنالیز آن‌ها و استفاده از آزمون‌های آماری گوناگون به منظور تحلیل نتایج نیز می‌تواند به عنوان یکی از علل احتمالی تناقضات موجود مطرح شود. در چارچوب مطالعه حاضر، استفاده از مسترکن 2 درصد به همراه کن فرعی 2درصد کم‌ترین میزان بروز ریزنشت را در پی دارد. با این وجود، استفاده از مسترکن6 درصد همراه کن فرعی 4درصد به دلیل میزان ریزنشت بسیار نزدیک به مسترکن 2درصد به همراه کن فرعی2 درصد، کاهش قابل ملاحظه زمان آبچوریشن و نیز کاهش تعداد دفعات وارد شدن نیروی اسپریدر برای تراکم جانبی که کم‌شدن ریسک شکستگی عمودی ریشه را در پی‌دارد، می‌تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای مسترکن و کن‌های فرعی رایج 2 درصد باشد.

سپاسگزاری

این مقاله بر اساس پایان نامه دانشجویی با کد اخلاق IR.MAZUMS.REC.94-1771 با حمایت دانشگاه علوم پزشکی مازندران نوشته شده است.

References

1. Jensen AL, Abbott PV, Castro Salgado J. Interim and temporary restoration of teeth during endodontic treatment. Aust Dent J 2007; 52(1 Suppl): S83-S99.
2. Fabricius L, Dahlen G, Sundqvist G, Happonen RP, Moller AJ. Influence of residual bacteria on periapical tissue healing after chemomechanical treatment and root filling of experimentally infected monkey teeth. Eur J Oral Sci 2006; 114(4): 278-285.
3. Liu LH, Xie XL, Chen MM, Yin LY, Zhang Y. The effect of different gutta-percha master cones on first penetration depth of spreader and apical microleakage. Shanghai Kou Qiang

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-05]

Yi Xue 2009; 18(4): 355-359.

4. Saatchi M, Etesami L. Comparison of Spreader Penetration during Lateral Compaction of 0.04 and 0.02 Tapered Gutta-Percha Master Cones&quot Front Dent 2006; 3(3): 112-116.
5. Ingle JI, Newton CW, West JD, Gutmann JL, Glickman GN, Korzon BH, Martin H. Obturation of the radicular space. In: Ingle J, Balkland L, editors. Endodontics. 5th ed. BC Decker Inc: Elsevier; 2002. p. 578-580.
6. Wu MK, Kast'akova A, Wesselink PR. Quality of cold and warm gutta-percha fillings in oval canals in mandibular premolars. Int Endod J 2001; 34(6): 485-491.
7. Hugh CL, Walton RE, Facer SR. Evaluation of intracanal sealer distribution with 5 different obturation techniques. Quintessence Int 2005; 36(9): 721-729.
8. Ho ES, Chang JW, Cheung GS. Quality of root canal fillings using three gutta-percha obturation techniques. Restor Dent Endod 2016; 41(1): 22-28.
9. Gound TG, Riehm RJ, Makkawy HA, Odgaard EC. A description of an alternative method of lateral condensation and a comparison of the ability to obturate canals using mechanical or traditional lateral condensation. J Endod 2000; 26(12): 756-759.
10. Blum JY, Machtou P, Micallef JP. Analysis of forces developed during obturations. Wedging effect: Part I. J Endod 1998; 24(4): 217-222.
11. Muliyar S, Shameem KA, Thankachan RP, Francis PG, Jayapalan CS, Hafiz KA. Microleakage in endodontics J Int Oral Health 2014; 6(6): 99-104.
12. Verissimo DM, do Vale MS. Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. J Oral Sci 2006; 48(3): 93-98.
13. Zarenejad N, Asgary S, Ramazani N , Haghshenas MR, Rafiei A, Ramazani M. Coronal microleakage of three different dental biomaterials as intra-orifice barrier during nonvital bleaching. Dent Res J (Isfahan) 2015; 12(6): 581-588.
14. Saatchi M, Etesami L. Comparison of apical microleakage in lateral condensation method, using 0.02 or 0.04 tapered gutta-percha master cones-an in vitro study. JDM 2007; 20(2): 108-112.
15. 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): 786-788.
16. Al-Hadlaq SM, Al-Rabiah AA. In vitro evaluation of three techniques to obturate 0.06 taper canal preparations. Aust Endod J 2005; 31(2): 63-65.
17. Zhao XY, Wang SM, Zhang CF. Quality of apical seal of differently tapered gutta-percha cone using warm vertical condensation technique. Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi 2007; 25(6): 548-550.
18. Nagas E, Altundasar E, Serper A. The effect of master point taper on bond strength and apical sealing ability of different root canal sealers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2009; 107(1): e61-64.
19. Bidar M, Sadeghi G, Gharechahi M, Mortazavi M, Forghani M. In vitro comparison of apical leakage in root canals obturated with 0.04 and 0.02 tapered gutta-percha. Iran Endod J 2010; 5(3): 97-100.
20. Park J-H, Kang S-B, Choi Y-H, Bae J-H. Sealing Ability of Three Different Materials Used as Retrograde Filling. J Korean Den Sci 2012; 5(2): 60-67.
21. Bradford MM. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-05]

of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal Biochem 1976; 72: 248-254.

22. Shahi S, Rahimi S, Hasan M, Shiezadeh V, Abdolrahimi M. Sealing ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement for furcal perforation repair: a protein leakage study. J Oral Sci 2009; 51(4): 601-606.
23. Shakouie S, Samiei M, Shahi S, Rahimi S, Yavari A, Reyhani MF, et al. Sealing ability comparison of mineral trioxide aggregate in root end cavities prepared with ultrasonic and Er, Cr: YSGG laser. Afr J Biotechnol 2012; 11(36): 8906-8911.
24. Pérez Heredia M, Clavero González J, Ferrer Luque CM, González Rodríguez MP. Apical seal comparison of low-temperature thermoplasticized gutta-percha technique and lateral condensation with two different master cones. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2007; 12(2): 175-179.
25. Gordon MP, Love RM, Chandler NP. An evaluation of .06 tapered gutta-percha cones for filling of .06 taper prepared curved root canals. Int Endod J 2005; 38(2): 87-96.
26. Romania C, Beltes P, Boutsioukis C, Dandakis C. Ex-vivo area-metric analysis of root canal obturation using gutta-percha cones of different taper. Int Endod J 2009; 42(6): 491-498.
27. Schafer E, Nelius B, Burklein S. A comparative evaluation of gutta-percha filled areas in curved root canals obturated with different techniques. Clin Oral Investig 2012; 16(1): 225-230.
28. Skini M, Yazdizadeh M, Dabbagh M, Jafarzadeh M, Shamohammadi M, Saabet Y. The evaluation of marginal adaptation of obturation with different taper gutta percha. Int J Curr Res Chem Pharm Sci 2016; 3(3): 61-65.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-05]