

بررسی خطاهای حین کار در دندان‌های درمان ریشه شده توسط دانشجویان دندانپزشکی مشهد در سال تحصیلی ۱۳۹۱-۱۳۹۰

سعید مرادی*، مریم قره چاهی**، عبدالله جوان***

* استناد اندودانتیکس، مرکز تحقیقات دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ایران
** استادیار اندودانتیکس، مرکز تحقیقات مواد دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ایران
*** دانشجوی کارشناسی ارشد آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، ایران
تاریخ ارائه مقاله: ۹۴/۲/۵ - تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۱۰

Evaluation of Iatrogenic error in Root Canal Therapy Performed by Students of Mashhad Dental School 2011-2013

Saeed Moradi*, Maryam Gharechahi**, Abdokkah Javan***

* Professor, Department of Endodontics, Dental Research Center, School of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran
** Assistant Professor, Dental Material Research Center, Department of Endodontics, School of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran
*** Master of Student Biostatistics, School of Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
Received: 25 April 2015 ; Accepted: 1 July 2015

Introduction: The aim of this study was to investigate the iatrogenic errors in root canal therapy performed by 5th – and 6th – grade dental students in Mashhad dental school.

Materials & Methods: A random sample of 400 records of root canal therapies performed by 5th – and 6th – year dental students in year 2011 and 2013 was investigated. For each tooth, four periapical radiographs including preoperative, working length, master cone, and obturation were examined by two staffs of endodontic department using 2× lens magnification. Then the length and density of root fillings, as well as presence of procedural errors including extension of access cavity, ledge, apical perforation, apical zipping, fractured instrument, strip perforation, and missed canal were recorded. Finally the data were gathered and analyzed by SPSS software and Chi- Square test, Mann-Whitney, Kruskal-Wallis, and Fisher's exact test ($\alpha=0.05$).

Results: 70.7% of teeth had acceptable filling length and 65.8% had perfect density. Significant correlation was found between density and tooth location in the jaw ($P=0.001$). Molar teeth had much more void (43.5%) compared to anterior and premolar teeth. The most common procedural errors was ledge (24.8%), followed by apical perforation (19%), apical zipping (18%), overextension of access cavity (12.8%), fractured instruments (2.3%), missed canal (0.8%), and strip perforation (0.5%). Apical perforation ($P=0.041$) and zipping ($P=0.019$) were significantly higher in 5th year students and the other procedural errors had no significant association with level of education.

Conclusion: Iatrogenic errors were more often in molar teeth and ledge was the most common one. Also there was a significant difference between 5th – and 6th – year students in the incidence of some of the iatrogenic errors.

Key words: Iatrogenic errors, dental student, root canal therapy, tooth.

Corresponding Author: gharechahim@mums.ac.ir

J Mash Dent Sch 2015; 39(3): 261-72 .

چکیده

مقدمه: هدف از مطالعه حاضر، بررسی خطاهای تکنیکی هنگام درمان ریشه دندان توسط دانشجویان دندان پزشکی سال پنجم و ششم دانشکده دندان پزشکی مشهد بود.

مولف مسؤول، نشانی: مشهد، دانشکده دندان پزشکی، گروه اندودانتیکس، تلفن: ۱۵-۳۸۸۲۹۵۰۰-۰۵۱

E-mail: gharechahim@mums.ac.ir

مواد و روش‌ها: ۴۰۰ پرونده از درمان ریشه‌های انجام شده توسط دانشجویان دندان پزشکی سال پنجم و ششم در سال تحصیلی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ به طور تصادفی انتخاب و بررسی گردیدند. برای هر دندان، ۴ رادیوگرافی شامل: اولیه، اندازه گیری، Master Cone (MC) و پرکردگی کانال توسط دو نفر از اساتید بخش درمان ریشه با بزرگنمایی دو برابر و نکتوسکوپ بررسی شد. طول و تراکم پرکردگی، همچنین وقوع خطاهای تکنیکی شامل گسترش حفره دسترسی، لچ، پرفوریشن آپیکال، زیپ آپیکالی، وسیله شکسته، استریپ پرفوریشن، و کانال پیدا نشده مورد مطالعه قرار گرفتند. سپس داده‌ها گردآوری شده و با استفاده از نرم افزار SPSS و آزمون Chi-Square، کروسکال والیس، من ویتنی، و آزمون دقیق فیشر آنالیز شدند ($\alpha=0/05$).

یافته‌ها: ۷۹/۷ درصد دندان‌ها دارای طول پرکردگی مناسب و ۶۵/۸ درصد واجد تراکم پرکردگی مناسب بودند. ارتباط معنی‌داری بین تراکم پرکردگی با موقعیت دندان در قوس فکی دیده شد. به طوری که وجود حباب در دندان‌های مولر بیشتر از دندان‌های پرمولر و قدامی مشاهده گردید (۴۳/۵ درصد). بیشترین خطای مشاهده شده، لچ (۲۴/۸ درصد) بود و پس از آن به ترتیب، پرفوریشن آپیکال (۱۹ درصد)، زیپ آپیکالی (۱۸ درصد)، گسترش بیش از حد حفره دسترسی (۱۲/۸ درصد)، وسیله شکسته (۲/۳ درصد)، کانال پیدا نشده (۰/۸ درصد) و استریپ پرفوریشن (۰/۵ درصد) قرار داشتند. پرفوریشن ($P=0/041$) و زیپ آپیکالی ($P=0/019$) به طور معنی‌داری در دانشجویان سال پنجم بیشتر از سال ششم بود و سایر خطاهای تکنیکی رابطه‌ای با سطح تحصیلی دانشجویان نداشتند.

نتیجه گیری: خطاهای تکنیکی بیشتر در دندان‌های مولر رخ دادند و لچ بیشترین خطای رخ داده بود. همچنین تفاوت اندکی بین دانشجویان سال پنجم و ششم از لحاظ وقوع خطاهای تکنیکی درمان ریشه وجود داشت.

کلمات کلیدی: خطاهای تکنیکی، دانشجویان دندان پزشکی، درمان ریشه دندان. مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۹۴ دوره ۳۹ / شماره ۳: ۲۶۱-۷۲.

مقدمه

اینسترومنت کردن، ضد عفونی نمودن و پرکردن کانال در ناحیه آپیکال به طور ناقص انجام شود که در اغلب موارد موجب ایجاد پاتوز پری آپیکال و نیز شکست درمان می‌گردد.^(۷)

علاوه بر انحراف از مسیر کانال، وقوع پرفوراسیون آپیکال، استریپ پرفوراسیون، پرفوره شدن حفره دسترسی و شکستن وسیله درون کانال، در مطالعات مختلف گزارش شده است،^(۸) به این خطاها، می‌توان خطاهای پرکردن کانال نظیر Over یا Under شدن و وجود حباب را اضافه نمود.

Smith و همکاران^(۹) نشان دادند که طول پرکردگی کانال به طور چشمگیری بر روی نتیجه درمان ریشه تأثیر می‌گذارد. در صورتی که حد پرکردگی کوتاه‌تر از ۲ میلی متری آپکس باشد، میزان موفقیت به ۶۸ تا ۷۷ درصد می‌رسد و پرکردگی فراتر از آپکس، ۷۵ درصد موفقیت دارد. علاوه بر این در صورتی که پرکردگی هموزن و فاقد حباب باشد، ریسک شکست درمان ریشه را کمتر

مطالعات کلینیکی، درصد موفقیت درمان‌های اندودنتیک را بین ۸۴ تا ۹۰ درصد گزارش نموده‌اند. اطلاعات این مطالعات از کلینیک‌های دانشگاهی و متخصصین درمان ریشه جمع‌آوری شده است. میزان موفقیت درمان ریشه‌ای که توسط دندان پزشکان عمومی انجام شده باشد، ۶۰ تا ۷۵ درصد گزارش شده است.^(۱) در ضمن در مطالعات مختلف به اهمیت کیفیت تکنیکی درمان ریشه بر روی پروگنوز آن تأکید شده است.^(۲-۵)

متأسفانه مراحل تمیزسازی و شکل‌دهی کانال خصوصاً در موارد کانال‌های خمیده، همیشه بدون مشکل نیست. مشکل‌ترین ناحیه به منظور تمیزسازی در سیستم کانال، ناحیه آپیکال می‌باشد. اینسترومنت‌ها تمایل به صاف نمودن کانال‌های کرودار داشته و موجب ایجاد لچ و جابجایی می‌گردند که یکی از شایع‌ترین اتفاقات نامطلوب حین کار درمان ریشه می‌باشد.^(۶) ایجاد مسیر جدید نسبت به کانال اصلی توسط فایل‌های ریجید، موجب می‌شود که

می‌نماید.^(۱۰،۱۱)

مربوط به فک بالا و ۱۹۳ مورد مربوط به فک پایین بود. همچنین ۱۸۶ مورد آنها دندان مولر، ۱۰۴ مورد دندان پرمولر و ۱۱۰ مورد دندان‌های قدامی بودند. همچنین پرونده‌ها، بایستی از استراتژی استاندارد درمان در بخش درمان ریشه دانشکده دندانپزشکی مشهد تبعیت می‌نمودند. به این ترتیب که تکنیک ایزولاسیون دندان‌ها با استفاده از رابردم، تعیین طول کارکرد با استفاده از رادیوگرافی، آماده سازی کانال‌ها با فایل‌های K-file استینلس استیل با تقارب ۰/۰۲ و روش Passive step back، شستشو با نرمال سالین و هیپوکلریت سدیم و پرکردن کانال با روش تراکم کناری با استفاده از گوتا‌پرکا و سیلر AH-26 انجام شده باشد. و دندان‌ها با کویت (Cavit) ترمیم موقت می‌شدند. همچنین لازم به ذکر است که تمام رادیوگرافی‌ها با تکنیک نیم ساز تهیه می‌شدند. نظارت کلینیکی عملکرد دانشجویان توسط اساتید بخش (با میانگین نسبت استاد به دانشجو ۱ به ۵) و یک دانشجوی تخصصی انجام می‌شد.

رادیوگرافی‌های پرونده‌ها توسط دو نفر از اساتید بخش با استفاده از ذره بین با بزرگنمایی (×۲) و نگاتوسکوپ بررسی گردید. نتایج با همدیگر مقایسه می‌شد و در صورتی که توافق بین دو بررس وجود نداشت، از نفر سوم درخواست می‌شد که رادیوگرافی را بررسی نماید.

رادیوگرافی‌ها از لحاظ وجود خطاهای تکنیکی حین انجام درمان ریشه بررسی شدند. اطلاعات ثبت شده شامل نوع دندان، Gouging در حفره دسترسی، لچ، پرفوریشن آپیکال، زیپ آپیکالی ریشه، استریپ پرفوریشن، طول پرکردگی، وجود حباب، وسیله شکسته، و کانال پیدا نشده بودند.

معیارهای ارزیابی رادیوگرافی‌ها و تعیین خطاهای تکنیکی به صورت زیر بود^(۱۴):

پرفوریشن‌های ریشه نیز موجب عفونت لیگامان پریودنتال و استخوان آلوئول گردیده و می‌تواند موجب شکست درمان ریشه شود،^(۱۲) همچنین در بعضی مطالعات ارتباطاتی بین وسیله شکسته در کانال و نتیجه نامناسب درمان ریشه، دیده شده است.^(۱۳)

تاکنون مطالعه‌ای در زمینه کیفیت درمان ریشه و نیز خطاهای تکنیکی درمان ریشه در جامعه ایران انجام نشده است. ضرورت انجام چنین مطالعاتی می‌تواند ارزیابی کارآیی وضعیت آموزش درمان ریشه و نیز کمک به طراحی برنامه‌های آموزشی آینده باشد.

هدف از انجام این مطالعه بررسی خطاهای تکنیکی در درمان ریشه‌های انجام شده توسط دانشجویان دندان پزشکی مشهد در سال تحصیلی ۱۳۹۰-۱۳۹۱ بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه مقطعی و گذشته نگر، ۸۹۵ پرونده درمان ریشه انجام شده توسط دانشجویان دندانپزشکی در بخش اندودانتیکس دانشکده دندانپزشکی مشهد مورد ارزیابی قرار گرفت که از این بین ۶۳۰ پرونده دارای شرایط لازم برای ورود به مطالعه بودند. این پرونده‌ها بایستی دارای رادیوگرافی اولیه، اندازه گیری، MC (Master cone) و پرکردگی بوده و اطلاعات روشنی در مورد دندان مربوطه، شکل ریشه‌ها، نحوه شکل‌دهی، پاکسازی و پرکردن نشان می‌دادند. پرونده‌هایی که کیفیت رادیوگرافی نامطلوب داشتند یا درمان ریشه ناقص بود از مطالعه خارج شدند. حداقل حجم نمونه برای برآورد نسبت موارد حفظ انحنای کانال با دقت ۰/۰۵ در سطح اطمینان ۹۵ درصد، برابر با ۴۰۰ نمونه بود. نحوه انتخاب این تعداد پرونده از بین ۶۳۰ پرونده موجود، به صورت تصادفی سیستماتیک بود. از بین ۴۰۰ پرونده، ۲۰۷ مورد

طول پرکردگی:

طول مناسب: ۰ تا ۲ میلی متری از آپکس ریشه
 طول پرکردگی کوتاه: فاصله بیشتر از ۲ میلی متر از
 آپکس ریشه
 طول پرکردگی بلند: گسترش پرکردگی فراتر از آپکس
 ریشه

وجود حباب:

وجود یک حباب یا بیشتر در بین مواد پرکردگی یا بین
 ماده پرکردگی و دیواره کانال
 Gouging در حفره دسترسی:

زمانی که در رادیوگرافی به علت گسترش بیش از حد
 حفره دسترسی، Undermine شدن دیواره‌های مینا و عاج
 مشاهده گردد.

لج:

هنگامی که پرکردگی ریشه حداقل یک میلی متر
 کوتاه‌تر از طول اندازه گیری اولیه باشد یا انحراف از مسیر
 اولیه کانال، در کانال‌های انحنا دار دیده شود.

Zipping:

هنگامی که انتهای آپیکالی کانال پر شده، به صورت
 ترنسپورت بیضی شکل در دیواره خارجی دیده شود.

پرفوریشن آپیکال:

هنگامی که انتهای آپیکالی کانال پر شده متفاوت با
 انتهای آپیکالی کانال اولیه باشد و یا گوتاپرکا و سیلر از
 ناحیه آپیکال فورامن خارج شده باشند.

استریپ پرفوریشن:

هنگامی که اکستروژن مواد پرکردگی (سیلر یا گوتا) از
 دیواره رو به فورکیشن (داخلی) ریشه در دندان‌های چند
 ریشه دیده شود.

وسيله شکسته:

وجود قطعه شکسته از وسیله در فضای کانال یا در

ناحیه پری آپیکال

کانال پیدا نشده (Missed canal):

وقتی که (در رادیوگرافی‌هایی که با زاویه مزبالی یا
 دیستالی گرفته شده باشند) پرکردگی کانال در مرکز ریشه
 نباشد و فضای رادیولوسنسی که نشان دهنده وجود کانالی
 دیگر باشد، در رادیوگرافی دیده شود.

پس از جمع آوری داده‌ها برای تجزیه و تحلیل آنها از
 نرم افزار SPSS استفاده شد و آنالیز آماری توسط آزمون
 Chi-Square، کروسکال والیس، من ویتنی، و آزمون دقیق
 فیشر انجام گردید.

یافته‌ها

۷۹/۷ درصد موارد دارای پرکردگی با طول مناسب
 بودند. همچنین ۹/۸ درصد موارد پرکردگی کوتاه و ۱۰/۵
 درصد موارد طول بلندتر از استاندارد داشتند. طول
 پرکردگی با موقعیت دندان در قوس فکی ارتباط
 معنی‌داری نداشت ($P=۰/۰۹۳$) (جدول ۱). طول پرکردگی
 ارتباط معنی‌داری با نوع قوس فکی نداشت (جدول ۲) اما
 بین دانشجویان سال پنجم و ششم این ارتباط معنی‌دار بود.
 ($P<۰/۰۰۱$) (جدول ۳).

در ۳۴/۳ درصد پرکردگی‌ها حباب دیده شد. ارتباط
 معنی‌داری بین موقعیت دندان در قوس فکی با وجود
 حباب در پرکردگی دیده شد ($P=۰/۰۰۱$). به طوری که
 وجود آن از قدام به خلف بیشتر می‌شد (جدول ۱).
 تفاوتی بین دانشجویان سال پنجم و ششم در تراکم
 پرکردگی‌ها وجود نداشت (جدول ۳).

از لحاظ خطاهای تکنیکی، لج در ۲۴/۳ درصد، زیپ
 آپیکالی در ۱۸ درصد، پرفوریشن آپیکال در ۱۹ درصد،
 Gouging حفره دسترسی در ۱۲/۸ درصد، استریپ
 پرفوریشن در ۰/۵ درصد، کانال پیدا نشده در ۰/۸ درصد
 و وسیله شکسته در ۲/۳ درصد دیده شد.

بودند به طوری که هر دو خطا در دندان‌های مندیبول بیشتر از دندان‌های ماگزایلا بود (جدول ۵). همچنین مشاهده گردید که زیپ شدن ناحیه آپیکال ریشه ($P=۰/۰۰۰$)، و Gouging حفره دسترسی ($P=۰/۰۰۰$) در ارتباط معنی‌دار با موقعیت دندان در قوس فکی بود. به طوری که هر دوی این خطاها از قدام به خلف بیشتر بود (جدول ۶).

پرفوریشن آپیکال ($P=۰/۰۴۱$) و زیپ شدن آپیکال ($P=۰/۰۱۹$) ارتباط معنی‌داری با سال تحصیلی دانشجویان داشتند به طوری که هر دو خطای مذکور در دانشجویان سال پنجم بیشتر از ششم بودند. سایر خطاهای تکنیکی ارتباط معنی‌داری با سطح تحصیلی دانشجویان نداشتند (جدول ۴).
Gouging حفره دسترسی ($P=۰/۰۰۵$) و زیپ شدن آپیکال ریشه ($P=۰/۰۰۳$) در ارتباط معنی‌دار با قوس فکی

جدول ۱: طول و تراکم پرکردگی در ارتباط با موقعیت دندان‌ها در فک

تراکم پرکردگی	طول پرکردگی			تعداد دندان	قوس فکی	
	نامناسب	مناسب	بلند			
(۲۸/۲)۳۱	(۷۱/۸)۷۹	(۹/۱)۱۰	(۳/۶)۴	(۸۷/۳)۹۶	(۲۷/۵)۱۱۰	قدامی
(۲۴/۰)۲۵	(۷۶/۰)۷۹	(۹/۶)۱۰	(۱۰/۲)۱۶	(۷۵/۰)۷۸	(۲۶/۰)۱۰۴	پرمولر
(۴۳/۵)۸۱	(۵۶/۵)۱۰۵	(۱۱/۸)۲۲	(۱۵/۴)۱۹	(۷۸/۰)۱۴۵	(۴۶/۵)۱۸۶	مولر
(۳۴/۳)۱۳۷	(۶۵/۸)۲۶۳	(۱۰/۵)۴۲	(۹/۸)۳۹	(۷۹/۷)۳۱۹	(۱۰۰/۰)۴۰۰	کل
$X^2=۱۳/۷۶$	$P=۰/۰۰۱$	$X^2=۴/۷۵$	$P=۰/۰۹۳$			P-value

جدول ۲: طول و تراکم پرکردگی در ارتباط با توزیع دندان‌ها در ماگزایلا و مندیبول

تراکم پرکردگی	طول پرکردگی			تعداد دندان	قوس فکی	
	نامناسب	مناسب	بلند			
(۳۰/۰)۶۲	(۷۰)۱۴۵	(۸/۷)۱۸	(۸/۷)۱۸	(۸۲/۶)۱۷۱	(۵۱/۷)۲۰۷	دندان‌های ماگزایلا
(۳۸/۹)۷۵	(۶۱/۱)۱۱۸	(۱۲/۴)۲۴	(۱۰/۹)۲۱	(۷۶/۷)۱۴۸	(۴۸/۳)۱۹۳	دندان‌های مندیبول
(۳۴/۳)۱۳۷	(۶۵/۸)۲۶۳	(۱۰/۵)۴۲	(۹/۸)۳۹	(۷۹/۷)۳۱۹	(۱۰۰/۰)۴۰۰	کل
$X^2=۳/۵۲$	$P=۰/۰۶۱$	$Z=۱/۴۹$	$P=۰/۱۳۵^*$			P-value

* من وینتی

جدول ۳: طول و تراکم پرکردگی در ارتباط سال تحصیلی دانشجویان

سال تحصیلی دانشجویان	تعداد دندان	طول			تراکم پرکردگی	
		مناسب	کوتاه	بلند	مناسب	نامناسب
سال پنجم	۲۰۰ (۵۰/۰)	۱۷۸ (۸۹/۰)	۱۵ (۷/۵)	۷ (۳/۵)	۱۳۱ (۶۵/۵)	۶۹ (۳۴/۵)
سال ششم	۲۰۰ (۵۰/۰)	۱۴۱ (۷۰/۵)	۲۴ (۱۲/۰)	۳۵ (۱۷/۵)	۱۳۲ (۶۶)	۶۸ (۳۴/۰)
کل	۴۰۰ (۱۰۰/۰)	۳۱۹ (۷۹/۷)	۳۹ (۹/۸)	۴۲ (۱۰/۵)	۲۶۳ (۶۵/۸)	۱۳۷ (۳۴/۳)
	<i>P</i> -value		$Z=۴/۷۸$		$P=۰/۹۱۶$	$X^2=۰/۰۱۱$

* من ویتنی

جدول ۴: خطاهای تکنیکی در ارتباط با سال تحصیلی دانشجویان

X^2	<i>P</i> -value	کل	سال ششم	سال پنجم	خطاهای تکنیکی
۰/۰۲۲	$P=۰/۸۸۱$	۵۱ (۱۰۰/۰)	۲۵ (۴۹/۱)	۲۶ (۵۰/۹)	Gouging حفره دسترسی
۰/۰۱۴	$P=۰/۹۰۷$	۹۷ (۱۰۰/۰)	۴۹ (۵۰/۶)	۴۸ (۴۹/۴)	لج
۵/۴۹	$P=۰/۰۱۹$	۷۲ (۱۰۰/۰)	۲۷ (۳۷/۵)	۴۵ (۶۲/۵)	زیپ آپیکالی
۴/۱۶	$P=۰/۰۴۱$	۷۶ (۱۰۰/۰)	۳۰ (۳۹/۵)	۴۶ (۶۰/۵)	پرفوریشن آپیکال
---	$P=۰/۴۹۹$	۲ (۱۰۰/۰)	۰ (۰/۰)	۲ (۱۰۰/۰)	استریپ پرفوریشن a
---	$P=۰/۱۰۵$	۹ (۱۰۰/۰)	۷ (۷۷/۸)	۲ (۲۲/۲)	وسيله شکسته a
---	$P=۰/۲۴۸$	۳ (۱۰۰/۰)	۳ (۱۰۰/۰)	۰ (۰/۰)	کانال پیدا نشده a

(a) آزمون دقیق فیشر

جدول ۵: خطاهای تکنیکی در ارتباط با توزیع دندان‌ها در ماگزایلا و مندیبول

X^2	<i>P</i> -value	کل	دندان‌های مندیبول	دندان‌های ماگزایلا	خطاهای تکنیکی
۷/۹۴	$P=۰/۰۰۵$	۵۱ (۱۰۰/۰)	۳۴ (۶۶/۷)	۱۷ (۳۳/۳)	Gouging حفره دسترسی
۰/۱۸	$P=۰/۶۷۴$	۹۷ (۱۰۰/۰)	۴۵ (۴۶/۴)	۵۲ (۵۳/۶)	لج
۸/۶	$P=۰/۰۰۳$	۷۲ (۱۰۰/۰)	۴۶ (۶۳/۹)	۲۶ (۳۶/۱)	زیپ شدن آپیکال
۱/۲۲	$P=۰/۲۶۹$	۷۶ (۱۰۰/۰)	۴۱ (۵۴/۰)	۳۵ (۴۶/۰)	پرفوریشن آپیکال
	$P=۰/۲۳۲$	۲ (۱۰۰/۰)	۲ (۱۰۰/۰)	۰ (۰/۰)	استریپ پرفوریشن a
	$P=۰/۵۰۶$	۹ (۱۰۰/۰)	۳ (۳۳/۴)	۶ (۶۶/۶)	وسيله شکسته a
	$P=۰/۱۱۱$	۳ (۱۰۰/۰)	۳ (۱۰۰/۰)	۰ (۰/۰)	کانال پیدا نشده a

(a) آزمون دقیق فیشر

جدول ۶: خطاهای تکنیکی در ارتباط با موقعیت دندان‌ها در فک

X^2	P-value	کل	مولر	پرمولر	قدامی	خطاهای تکنیکی
۱۸/۴۵	$P=۰/۰۰۰$	(۱۰۰/۰)۵۱	(۷۴/۵)۳۸	(۱۱/۸)۶	(۱۳/۷)۷	Gouging حفره دسترسی
۰/۰۰۸	$P=۰/۹۹۶$	(۱۰۰/۰)۹۷	(۷۱/۱)۶۹	(۱۶/۵)۱۶	(۱۲/۴)۱۲	لج
۲۸/۸۶۷	$P=۰/۰۰۰$	(۱۰۰/۰)۷۲	(۷۵/۰)۵۴	(۱۳/۹)۱۰	(۱۱/۱)۸	زیپ شدن آپیکال
۰/۲۸۰	$P=۰/۸۶۹$	(۱۰۰/۰)۷۶	(۴۷/۳)۳۶	(۲۹/۰)۲۲	(۲۳/۷)۱۸	پرفوریشن آپیکال
-	$P=۰/۵۰۱$	(۱۰۰/۰)۲	(۱۰۰/۰)۲	(۰/۰)۰	(۰/۰)۰	استریپ پرفوریشن a
	$P=۰/۶۸۷$	(۱۰۰/۰)۹	(۶۶/۷)۶	(۲۲/۲)۲	(۱۱/۱)۱	وسيله شکسته a
	$P=۰/۲۴۶$	(۱۰۰/۰)۳	(۶۶/۷)۲	(۳۳/۳)۱	(۰/۰)۰	کانال پیدا نشده a

(a) آزمون دقیق فیشر

بحث

اپکس رادیوگرافی، طول استاندارد و مناسب در نظر گرفته شد و ۷۹/۷ درصد دندان‌ها دارای طول عملکردی مناسب بودند. طول کوتاه‌تر از استاندارد به طور معنی‌داری در دندان‌های مولر دیده شد که می‌تواند به دلیل آناتومی پیچیده‌تر ریشه این دندان‌ها و احتمال بالاتر رخ دادن لج در آنها باشد که منجر به کوتاه‌تر شدن طول عملکردی می‌گردد. همچنین مشاهده گردید که وقوع طول کوتاه‌تر و بلندتر از استاندارد، در بین دانشجویان سال ششم بیشتر از دانشجویان سال پنجم است که می‌تواند به دلیل این باشد که در تکلیف اجباری دانشجویان سال ششم دندان‌های مولر بیشتر از دانشجویان سال پنجم است و همچنین این دانشجویان دندان‌های مشکل‌تر و نیز دندان‌های مولر دوم را می‌توانند کار نمایند که این موضوع می‌تواند باعث ایجاد مشکلات حین کار بیشتر شود. شیوع طول مناسب در این مطالعه، بالاتر از موارد گزارش شده در مطالعات ER^(۲۰) (۷۰ درصد)، Eleftheriadis و Lambrianidis^(۱۴) (۶۳ درصد) و Lupi-Pegurier^(۲۱) (۳۹ درصد) بود. این تفاوت می‌تواند به این دلیل باشد که دانشجویان چندین

براساس مطالعه موجود، خطاهای تکنیکی بیشتر در دندان‌های مولر رخ دادند و لج بیشترین خطای رخ داده بود. همچنین تفاوت اندکی بین دانشجویان سال پنجم و ششم از لحاظ وقوع خطاهای تکنیکی درمان ریشه وجود داشت.

حد آپیکالی عملکردی ریشه موضوعی قابل بحث در بین محققین بوده است. اما اکثر مطالعات نشان داده‌اند که عملکردی کانال باید در ناحیه تنگه آپیکالی کانال ختم شود. مطالعات اپیدمیولوژی، معیارهای مختلفی را برای تقسیم بندی انتهای آپیکالی عملکردی کانال به کار برده‌اند. اکثر مطالعات طول استاندارد عملکردی کانال را ۲ میلی‌متر و کمتر از آن نسبت به آپکس رادیوگرافی در نظر گرفته‌اند.^(۱۵) اما مطالعات Marques و همکاران^(۱۶)، Sidaravicius و همکاران^(۱۷)، Kirkevang و همکارانش^(۱۸) و Segura-Egea و همکاران^(۱۹) ۳ میلی‌متر و کمتر از آن را به عنوان طول استاندارد در نظر گرفته‌اند. در مطالعه حاضر نیز طول عملکردی ۲ میلی‌متر و کمتر از آن نسبت به

بر اساس این مطالعه، خطاهای رخ داده به ترتیب شامل تراکم نامناسب پرکردگی (۳۴/۳ درصد)، لج (۲۴/۸ درصد)، پرفوریشن آپیکال (۱۹ درصد)، زیپ آپیکالی (۱۸ درصد)، گسترش بیش از حد حفره دسترسی (۱۲/۸ درصد)، پرکردگی بلند (۱۰/۵ درصد) و پرکردگی کوتاه (۹/۸ درصد) بودند. همچنین وسیله شکسته (۲/۳ درصد)، کانال پیدا نشده (۰/۸ درصد) و پرفوریشن نواری (۰/۵ درصد) با شیوع کمتری رخ دادند. شیوع خطاهای تکنیکی در بین دانشجویان سال پنجم و ششم یکسان بود به جز زیپ و پرفوریشن آپیکالی که وقوع هر دو در بین دانشجویان سال پنجم به طور معنی‌داری بیشتر بود. (به ترتیب ۲۲/۵ درصد و ۲۳ درصد). این مسأله می‌تواند به این علت باشد که دانشجویان سال پنجم نسبت به دانشجویان سال ششم دارای تجربه کمتری هستند و تعداد دندان‌های کمتری را کار نموده‌اند و چون شروع درمان ریشه دندان مولر در سال پنجم می‌باشد، این دانشجویان آشنایی کمتری نسبت به آناتومی پیچیده دندان‌های مولر با کانال‌های باریک‌تر و انحنا دارتر نسبت به دندان‌های قدامی و پرمولر دارند و بنابراین وقوع این خطاها در این گروه دانشجویان سال پنجم بالاتر از دانشجویان سال ششم می‌باشد. برخلاف مطالعه حاضر، Balto و همکاران^(۲۵) نشان دادند که وقوع پرفوریشن آپیکال در بین دانشجویان سال پنجم بیشتر از سال چهارم است که آنها این مسأله را به بی‌توجهی دانشجویان سال پنجم نسبت به سال چهارم و نیز نسبت پایین‌تر استاد به دانشجو (۱ به ۱۲) در آموزش دانشجویان سال پنجم دانستند.

در ۲۴/۸ درصد دندان‌ها، لج اتفاق افتاده بود که به طور معنی‌داری در دندان‌های مولر (۳۷ درصد) نسبت به پره مولر و قدامی‌ها بیشتر رخ داده بود. دندان‌های مولر دارای کانال‌های باریک و انحنا دار هستند که درمان ریشه

رادیوگرافی در حین کار درمان ریشه می‌گرفتند تا به طول کار کرد مطلوب برسند.

مسأله ای که باید به آن توجه نمود این است که از آنجا که رادیوگرافی‌ها توسط دانشجویان و با تکنیک نیم ساز گرفته می‌شد، ممکن است تخمین دقیق طول پرکردگی در همه رادیوگرافی‌ها امکان پذیر نبوده باشد. Forsberg و همکاران^(۲۲) نشان دادند که در صورتی که رادیوگرافی‌ها توسط تکنیک نیم ساز تهیه شوند طول پرکردگی‌ها کوتاه‌تر از زمانی می‌گردند که با تکنیک موازی تهیه شوند.

اعتقاد کلی بر این است که در صورتی که حباب بین مواد پرکردگی و نیز بین مواد پرکردگی و دیواره‌های کانال باشد، پرکردگی نامناسب در نظر گرفته می‌شود. Kirkevang و همکاران^(۱۸) نشان داد که تراکم نامناسب پرکردگی، به علت میکرولیکیج در طول ماده پرکردگی می‌تواند منجر به شکست درمان ریشه گردد. همچنین Eriksen^(۱) گزارش نمود که شیوع پرپودنتیت آپیکال در دندان‌هایی که تراکم پرکردگی ضعیفی دارند بالاتر است. از طرف دیگر رادیوگرافی‌های پری آپیکال ممکن است در تعیین تطابق پرکردگی با دیواره‌های کانال محدودیت داشته باشند و این بررسی باید در رادیوگرافی‌هایی که با زاویه مزبالی یا دیستالی تهیه شده‌اند، انجام شود.^(۲۳)

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که درمان ریشه‌های انجام شده در ۶۵/۸ درصد موارد دارای تراکم مطلوب بودند که به طور معنی‌داری در دندان‌های قدامی و پرمولر دیده شد که می‌تواند به علت آناتومی ساده‌تر این دندان‌ها باشد. این میزان شیوع، مشابه به مطالعه Yoldas و همکاران^(۲۴) (۶۴ درصد)، و بالاتر از مطالعه Balto و همکاران^(۲۵) (۳۵ درصد) و Sagsen و همکاران^(۲۶) (۵۳ درصد) بود.

وقوع استریپ پرفوریشن در مطالعه حاضر ۰/۵ درصد بود. استریپ پرفوریشن می‌تواند در ارتباط با استفاده اکتیو از دریل‌های گیتس گیلدن در ناحیه خطر ریشه‌ها (دیواره نزدیک به فورکیشن) باشد.^(۱۴) به طور کلی، وقوع استریپ پرفوریشن، فایل شکسته و کانال پیدا نشده در مطالعه حاضر پائین بود. این مسأله می‌تواند به این دلیل باشد که معمولاً پرونده چنین حوادثی به بخش تخصصی درمان ریشه برای ادامه درمان ارجاع داده می‌شود و ممکن است وقوع چنین خطاهایی در بین دانشجویان عمومی بالاتر باشد و تعدادی از این موارد بدون اینکه در پرونده ثبت شده باشند، ارجاع شده باشند.

در مطالعه حاضر، علاوه بر لچ که وقوع آن در دندان‌های مولر بیشتر بود، گسترش بیش از حد حفره دسترسی و زیپ آپیکالی نیز چنین وضعیتی داشتند. همچنین دیده شد که گسترش بیش از حد حفره دسترسی و زیپ آپیکالی در دندان‌های مندیبول بیشتر از دندان‌های ماگزیل رخ دادند. تهیه حفره دسترسی در دندان‌های مولر به دلیل خلفی‌تر بودن آنها در حفره دهان و دسترسی مشکل‌تر، تعداد کانال‌های بیشتر، و پیچیدگی آناتومیکی کانال‌ها سخت‌تر از دندان‌های قدامی می‌باشد. از آنجا که کانال‌های مولر ممکن است کلسیفیه باشند و یا دانشجو در محل نامناسبی به جستجوی کانال پرداخته باشد، وقوع گسترش بیش از حد حفره دسترسی بیشتر دیده شده است. همچنین کانال‌های باریک، انحنادار، دسترسی مشکل‌تر به کانال‌ها، استفاده از فایل‌های استینلس استیل با شماره‌های بالا در طول کارکرد و عدم از پیش خم نمودن فایل‌ها از دلایل زیپ آپیکالی در دندان‌های مولر می‌باشد.

تکنیک آماده سازی Step back و Passive step back و آبجوریشن لترالی سرد، تکنیک‌های استاندارد هستند که مدت‌های متمادی است که در دانشگاه‌های سراسر دنیا به

را پیچیده‌تر می‌نماید. در مطالعه حاضر وقوع لچ کمتر از میزان گزارش شده در مطالعات Green و Krell^(۲۷) (۶۶ درصد)، Kapalas و Lambrianidis^(۲۸) (۵۲ درصد)، و Eleftheriadis و Lambrianidis^(۱۴) (۳۹ درصد) بود. شاید یکی از دلایل پائین‌تر بودن وقوع لچ در مطالعه حاضر نسبت به مطالعات مشابه، تأکید بر استفاده از روش Passive step back باشد در حالی که در سایر مطالعات از روش آماده سازی Step back استفاده نموده بودند که میزان وقوع لچ در این روش بیشتر است. در مطالعه حاضر، در صورتی که که پرکردگی کانال حداقل یک میلی‌متر کوتاه‌تر از طول کارکرد بود و یا از مسیر اصلی انحنای کانال منحرف شده بود لچ در نظر گرفته می‌شد. پرکردگی کوتاه‌تر از طول کارکرد، می‌تواند به دلیل پک شدن دبری‌های عاجی در حین اینسترونت نمودن کانال باشد. اما از آنجا که در دانشکده دندانپزشکی مشهد در صورتی که MC کوتاه‌تر از طول کارکرد باشد، توسط اساتید بخش از نظر وقوع لچ یا پک شدن دبری آپیکال چک می‌گردد، پرکردگی کوتاه به عنوان لچ در نظر گرفته شد.

درصد نسبتاً بالای لچ، زیپ شدن آپیکال، و پرفوریشن آپیکال در مطالعه حاضر، می‌تواند به دلیل استفاده از فایل‌های استینلس استیل باشد. محققین متعددی گزارش نمودند که فایل‌های نیکل تیتانیوم جابجایی کمتری نسبت به فایل‌های استینلس استیل ایجاد می‌نمایند.^(۲۹،۳۰) Weine و همکاران^(۳۱) مشاهده نمودند که نوک اینسترومنت تأثیر مهمی بر کنترل برندگی فایل در حین آماده سازی کانال دارد و اگر فایل‌های استینلس استیل با نوک اکتیو به کار بروند، برداشت عاج از دیواره خارجی کانال انحنادار بیشتر می‌شود و موجب ایجاد خطاهایی نظیر ترنسپورت و پرفوریشن آپیکالی می‌گردد.

اپیدمیولوژی ناشناخته می‌ماند.^(۱) مهم‌ترین فاکتوری که حتی در دندان‌هایی که به خوبی درمان شده‌اند، موجب شکست می‌گردد، عفونت میکروبی در سیستم کانال ریشه می‌باشد.^(۳۹) علی‌رغم اینکه استفاده از رابردم در دانشکده‌های دندان پزشکی اجباری است، اما باید به حفظ یک محیط آسپتیک و جلوگیری از لیکچ بزاق در تمام مراحل درمان ریشه توجه بیشتری نمود. نکته‌ای که از محدودیت‌های این مطالعه است این می‌باشد که این بررسی براساس رادیوگرافی‌هایی بود که در حین کار و بلافاصله از اتمام درمان توسط دانشجویان گرفته شده بودند و به طور اختصاصی برای این مطالعه، تهیه نشده بودند. علی‌رغم اینکه تمام تلاش‌ها در این جهت بود که مواردی که کانال‌های پر شده برهم سوپرایمپوز شده بودند و یا سوپر ایمپوزیشن ساختارهای آناتومیکی بر کانال‌ها دیده می‌شد؛ از مطالعه حذف شوند، ولی همچنان محدودیت‌هایی وجود داشت. زیرا رادیوگرافی‌ها تصاویری دو بعدی هستند و ممکن است طول ریشه‌ها و عملکردی‌های کانال به طور دقیق در رادیوگرافی بازسازی نگردند به خصوص در ناحیه مولرهای ماگزایلا که ساختارهایی نظیر سینوس ماگزیلاری، استخوان زایگوماتیک، زائده زایگومای ماگزایلا می‌تواند سوپرایمپوزیشن‌های آناتومیکی را ایجاد نماید.^(۱۴)

در نهایت اینکه، همه خطاهای تکنیکی در رادیوگرافی قابل تعیین شدن نیستند. به عنوان مثال اینسترومنت نمودن فراتر از آپیکال فورامن که می‌تواند موجب رانده شدن بقایای پالپی و میکروارگانسیم‌ها به ورای آپیکال فورامن و ایجاد پریدنتیت آپیکال حاد گردد، تنها زمانی در رادیوگرافی مشخص می‌شود که همراه با خارج شدن ماده پرکردگی از فورامن آپیکال باشد و در غیر این صورت در رادیوگرافی قابل مشاهده شدن نیست.^(۲۱)

دانشجویان عمومی دندانپزشکی آموزش داده می‌شوند.^(۲۵) Mullaney و Cailleteau^(۳۲) گزارش نمودند که تکنیک Step back گسترده‌ترین تکنیکی است که در دانشگاه‌های ایالت متحده آمریکا آموزش داده می‌شود. از طرف دیگر، در تعدادی از دانشگاه‌های آمریکای شمالی، اسکاندیناوی، و اروپای غربی فایل‌های نیکل تیتانیوم به طور روتین توسط دانشجویان عمومی استفاده می‌شود. حتی در بعضی دانشکده‌ها نیز فایل‌های نیکل تیتانیوم روتاری در آموزش دانشجویان عمومی کاربرد دارد.^(۳۳) مطالعات متعددی نشان داده‌اند که هنگامی که دانشجویان دندان پزشکی از فایل‌های نیکل تیتانیوم دستی یا روتاری استفاده می‌نمایند، خطاهای تکنیکی کمتری در مقایسه با استفاده از فایل‌های دستی استینلس استیل در حین درمان ریشه دندان‌ها رخ می‌دهد و درمان موفقیت آمیزتری حاصل می‌گردد.^(۳۴-۳۷) در مطالعه حاضر، دانشجویان از فایل‌های نیکل تیتانیوم دستی و روتاری و همچنین اپکس لوکیتور استفاده ننموده بودند. استفاده از این وسایل می‌تواند سودمند باشد و احتمال ایجاد خطاهای تکنیکی را کاهش دهد. همچنین گزارش شده است که استفاده از فایل Patency می‌تواند وقوع خطاهای آماده سازی را کاهش دهد.^(۳۸) در اکثر دندان‌های کار شده در این مطالعه، این متد استفاده نشده بود.

همچنین باید به این نکته توجه نمود که هرچند که بررسی رادیوگرافی خطاهای تکنیکی درمان ریشه، در تعیین نتیجه درمان حائز اهمیت می‌باشد، اما ممکن است که به طور کلی منعکس‌کننده کیفیت درمان انجام شده نباشد. رعایت نکات آنتی‌سپتیک در حین درمان، کیفیت آماده سازی کانال، مواد استفاده شده در حین درمان، و رژیم‌های آنتی‌باکتریال استفاده شده از جمله فاکتورهای پیشگویی‌کننده پروگنوز درمان می‌باشند که در مطالعات

نتیجه گیری

ایجاد خطاهای تکنیکی، به جز در مورد وقوع پرفوراسیون

و زیپ آپیکالی دیده نشد.

تشکر و قدردانی

این طرح با پشتیبانی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم

پزشکی مشهد انجام گردیده است که به این وسیله، مراتب

سپاس پژوهشگران ابراز می‌گردد.

بیشترین خطاهای مشاهده شده در مطالعه حاضر لج

شدن آپیکال بود. خطاهای تکنیکی در دندان‌های مولر

بیشتر از دندان‌های قدامی و پرمولر رخ داد و در اکثر

موارد تفاوتی بین دندان‌های مندیبول و ماگزیلا وجود

نداشت و تفاوتی بین دانشجویان سال پنجم و ششم در

منابع

1. Eriksen HM, Kirkevang LL, Petersson K. Endodontic epidemiology and treatment outcome: General considerations. *Endod Top* 2002; 2(5): 1-9.
2. Ilgüy D, Ilgüy M, Fisekçioğlu E, Ersan N, Tanalp J, Dölekoglu S. Assessment of root canal treatment outcomes performed by Turkish dental students: Results after two years. *J Dent Educ* 2013; 77(4): 502-9.
3. Elsayed RO, Abu-Bakr NH, Ibrahim YE. Quality of root canal treatment performed by undergraduate dental students at the University of Khartoum, Sudan. *Aust Endod J* 2011; 37(2): 56-60.
4. Unal GC, Kececi AD, Kaya BU, Tac AG. Quality of root canal fillings performed by undergraduate dental students. *Eur J Dent* 2011; 5(3): 324-30.
5. Peciuliene V, Rimkuvienė J, Aleksejuniene J, Haapasalo M, Drukteinis S, Maneliene R. Technical aspects of endodontic treatment procedures among Lithuanian general dental practitioners. *Stomatologija* 2010; 12(2): 42-50.
6. Lenntine FN. A study of torsional and angular deflection of endodontic files and reamers. *J Endod* 1979; 5(6): 181-91.
7. Jafarzadeh H, Abbott PV. Ledge formation: Review of a great challenge in endodontics. *J Endod* 2007; 33(10): 1155-62.
8. Ching BB. Common causes of endodontic failure. *Hawaii Dent J* 2003; 34(4): 13-6.
9. Smith CS, Setchell DJ, Harty FJ. Factors influencing the success of conventional root canal therapy - A five-year retrospective study. *Int Endod J* 1993; 26(6): 321-33.
10. Chugal NM, Clive JM, Spa'ngberg LS. Endodontic infection: Some biologic and treatment factors associated with outcome. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003; 96(1): 81-90.
11. Lin LM, Skribner JE, Gaengler P. Factors associated with endodontic treatment failures. *J Endod* 1992; 18(12): 625-7.
12. Seltzer S, Sinai I, August D. Periodontal effects of root perforations before and during endodontic procedures. *J Dent Res* 1970; 49(2): 332-7.
13. Crump MC, Natkin E. Relationship of broken root canal instruments to endodontic case prognosis: A clinical investigation. *J Am Dent Assoc* 1970; 80(6): 1341-7.
14. Eleftheriadis GI, Lambrianidis TP. Technical quality of root canal treatment and detection of iatrogenic errors in an undergraduate dental clinic. *Int Endod J* 2005; 38(10): 725-34.
15. Bierenkrant DE, Parashos P, Messer HH. The technical quality of nonsurgical root canal treatment performed by a selected cohort of Australian endodontists. *Int Endod J* 2008; 41(7): 561-70.
16. Marques MD, Moreira B, Eriksen HM. Prevalence of apical periodontitis and results of endodontic treatment in an adult, Portuguese population. *Int Endod J* 1998; 31(3): 161-5.
17. Sidaravicius B, Aleksejuniene J, Eriksen HM. Endodontic treatment and prevalence of apical periodontitis in an adult population of Vilnius, Lithuania. *Endod Dent Traumatol* 1999; 15(5): 210-5.
18. Kirkevang LL, Horsted-Bindslev P. Technical aspects of treatment in relation to treatment outcome. *Endod Top* 2002; 2(6): 89-102.
19. Segura-Egea JJ, Jimenez-Pinzu'n A, Poyato-Ferrera M, Velasco- Ortega E, Rios-Santos JV. Periapical status and quality of root fillings and coronal restorations in an adult Spanish population. *Int Endod J* 2004; 37(8): 525-30.
20. Er O, Sagsen B, Maden M, Cinar S, Kahraman Y. Radiographic technical quality of root fillings performed by

- dental students in Turkey. *Int Endod J* 2006; 39(11): 867-72.
21. Lupi-Pegurier L, Bertrand MF, Muller-Bolla M, Rocca JP, Bolla M. Periapical status, prevalence and quality of endodontic treatment in an adult French population. *Int Endod J* 2002; 35(8): 690-7.
 22. Forsberg J. Estimation of the root filling length with the paralleling and bisecting-angle techniques performed by undergraduate students. *Int Endod J* 1987; 20(6): 282-6.
 23. Eckerbom M, Magnusson T. Evaluation of technical quality of endodontic treatment – reliability of intraoral radiographs. *Endod Dent Traumatol* 1997; 13(6): 259-64.
 24. Yoldas O, Topuz A, Isci A, Oztunc H. Postoperative pain after endodontic retreatment: Single versus two-visit treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004; 98(4): 483-7.
 25. Balto H, Al Khalifah Sh, Al Mugairin S, Al Deeb M, Al-Madi E. Technical quality of root fillings performed by undergraduate students in Saudi Arabia. *Int Endod J* 2010; 43(4): 292-300.
 26. Sagsen B, Er O, Kahraman Y, Orucoglu H. Evaluation of microleakage of roots filled with different techniques with a computerized fluid filtration technique. *J Endod* 2006; 32: 1168-70.
 27. Greene KJ, Krell KV. Clinical factors associated with ledged canals in maxillary and mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990; 70(4): 490-7.
 28. Kapalas A, Lambrianidis T. Factors associated with root canal ledging during instrumentation. *Dent Traumatol* 2000; 16(5): 229-31.
 29. Gambill JM, Alder M, Del Rio CE. Comparison of nickel titanium and stainless steel hand-files instrumentation using computed tomography. *J Endod* 1996; 22(7): 369-75.
 30. Schafer E, Lau R. Comparison of cutting efficiency and instrumentation of curved canals with nickel-titanium and stainless-steel instruments. *J Endod* 1999; 25(6): 427-30.
 31. Weine FS, Kelly RF, Bray KE. Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape. *J Endod* 1976; 2(10): 298-303.
 32. Cailleteau J, Mullaney T. Prevalence of teaching apical patency and various instrumentation and obturation techniques in United States dental schools. *J Endod* 1997; 23(6): 394-6.
 33. Qualtrough AJ, Whitworth JM, Dummer PM. Preclinical endodontology: An international comparison. *Int Endod J* 1999; 32(5): 406-14.
 34. Pettiette MT, Metzger Z, Phillips C, Trope M. Endodontic complications of root canal therapy performed by dental students with stainless-steel K-files and Nickel-titanium hand files. *J Endod* 1999; 25(4): 230-4.
 35. Pettiette MT, Olutayo Delano E, Trope M. Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by students with stainless-steel K-files and Nickel-titanium hand files. *J Endod* 2001; 27(2): 124-7.
 36. Park H. A comparison of greater taper files, profiles and stainless steel files to shape curved root canals. *Oral Surg Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; 91(2): 715-8.
 37. Gluskin AH, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT_files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *Int Endod J* 2001; 34(6): 476-84.
 38. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: A review. *J Endod* 2004; 30(8): 559-67.
 39. Siqueira Jr JF. Aetiology of root canal treatment failure: Why well-treated teeth can fail. *Int Endod J* 2001; 34(1): 1-10.