Prevalence of Technical Errors and Their Relationship with Periapical Radiolucencies in Endodontically Treated Teeth: A CBCT Analysis

Maryam Forghani[1], Ali Mashkouri[2], Samareh Mortazavi[3], Armita Rouhani[1], Ali Kazemian[4], Sahar Karimpour[5*]

[1]*Associate Professor, Department of Endodontics, School of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran*
[2]*Dentist, Mashhad, Iran*
[3]*Assistant Professor, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran*
[4]*Assistant Professor, Department of Community Oral and Dental Health, School of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran*
[5]*Post-graduate Student, Department of Endodontics, School of Dentistry, Mashhad university of Medical Sciences, Mashhad, Iran*

Received: 27 November 2023, Accepted: 15 May 2024

Background: Imaging advancements such as introduction of cone-beam computed tomography (CBCT) provides the possibility of viewing the tooth in different planes and as a result, a more detailed examination of the internal anatomy of the tooth and intra-operative mishaps. The aim of this study was to evaluate the prevalence of technical errors and periapical radiolucencies in endodontically treated teeth by means of CBCT images.

Methods and Materials: A number of 235 CBCT images were obtained from Iranian patients (93 males; 142 females; mean age = 45.36 years). A total of 737 teeth (1141 root canals) were examined for periapical radiolucency, coronal restoration, and endodontic treatment quality (length of obturation, homogeneity of obturation, and presence of technical errors). Prevalence and correlation between tooth group, age and gender distribution were analyzed statistically with chi-square test. The level of significance was considered as 0.05.

Results: Overall, 623 root canals (44.1%) contained technical errors. A number of 291 case for underfilling (20.6%), 120 missed canal (8.5%), 99 overfilling (7%) and 82 non-homogenous obturation (5.8%) were the most prevalent errors, respectively. Maxillary molars showed the highest number of errors (P-value=0.001). 45.1% of root canals had periapical radiolucencies. Maxillary molars were also associated with the most periapical radiolucencies. 62 teeth lacked proper restoration. Perforation, root resorption, root fracture and deviation were observed in less than 2% of root canals.

Conclusion: Endodontic errors and accidents are relatively common in endodontically treated teeth. The prevalence of periapical radiolucencies increases when endodontic errors and procedural accidents are present. Underfilling, missed canal, overfilling and non-homogenous obturation were the most prevalent errors found. Maxillary molars were mostly associated with these errors and accidents.

Keywords: Cone beam computed tomography, periapical disease, root canal obturation

***Corresponding Author:forghaniradm@mums.ac.ir**

➢ **Please cite this paper as:** Forghani M , Mashkouri A, Mortazavi S, Rouhani A, Kazemian A, Karimpour S. Prevalence of technical errors and their relationship with periapical radiolucencies in endodontically treated teeth": a CBCT analysis. *J Mashhad Dent Sch 2024, 48(2):*687-98.

➢ ***DOI*: 10.22038/jmds.2024.24267**

Copyright © 2024 Mashhad University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.en

شیوع خطاهای حین درمان ریشه و ارتباط آن با رادیولوسنسی پری آپیکال در دندان های درمان ریشه شده: بررسی تصاویر توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی

مریم فرقانی[1]، علی مشکوری[2]، ثمره مرتضوی[3]، آرمیتا روحانی[1]، علی کاظمیان[4]، سحر کریم پور[5]*

[1]دانشیار، گروه اندودانتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

[2]دندانپزشک، مشهد، ایران

[3]استادیار، گروه رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

[4]استادیار، گروه سلامت دهان و دندانپزشکی اجتماعی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

[5]دستیار تخصصی، گروه اندودانتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ ارائه مقاله: ۱۴۰۲/۰۹/۰۶- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۶

چکیده

مقدمه: پیشرفتهای تصویربرداری مانند معرفی توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی (CBCT)، امکان مشاهده دندان در پلنهای مختلف و در نتیجه بررسی دقیقتر آناتومی داخلی دندان و مشکلات پیش آمده حین درمان را فراهم میکند. هدف از این مطالعه، بررسی فراوانی خطاهای حین درمان و رادیولوسنسیهای پری اپیکال در دندانهای درمان ریشه شده به کمک تصاویر CBCT بود.

مواد و روش ها: تعداد ۲۳۵ تصویر CBCT تهیه شده از بیماران ایرانی (۹۳ مرد؛ ۱۴۲ زن؛ میانگین سنی ۱۴ ± ۴۵/۳۶ سال) جمع آوری شد. در مجموع، ۷۳۷ دندان (۱۱۴۱ کانال ریشه) از نظر رادیولوسنسی پری آپیکال، ترمیم تاجی، و کیفیت درمان ریشه (طول پرکردگی، یکنواختی پرکردگی و وجود خطاهای حین کار) بررسی شدند. فراوانی و ارتباط بین نوع دندان، سن و جنس بیماران بر اساس تست آماری کای اسکوئر بررسی شد. سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها: در مجموع، ۶۲۳ کانال ریشه (۴۴/۱ ٪) دارای خطای حین درمان ریشه بودند. ۲۹۱ مورد پرکردگی کوتاه (۲۰/۶ ٪)، ۱۲۰ مورد کانال درمان نشده (۸/۵ ٪)، ۹۹ مورد پرکردگی بلند (۷ ٪) و ۸۲ مورد پرکردگی غیریکنواخت (۵/۸ ٪) به ترتیب شایعترین خطاها بودند. دندانهای مولر فک بالا دارای بیشترین تعداد خطا بودند (p = ۰/۰۰۱). بطور کلی، ۶۸۰ (۴۵/۱ ٪) مورد از کانالهای ریشه رادیولوسنسی پری آپیکال داشتند. دندانهای مولر فک بالا، بیشترین فراوانی رادیولوسنسی پری آپیکال را دارا بودند. ۶۲ درصد دندان ها فاقد ترمیم تاجی مناسب بودند. پرفوراسیون، تحلیل ریشه، شکستگی ریشه و انحراف از مسیر کانال در کمتر از ۲ ٪ کانالها مشاهده شدند.

نتیجه گیری: خطاها و حوادث حین کار در دندانهای درمان ریشه شده، نسبتا شایعند. فراوانی رادیولوسنسیهای پری آپیکال در حضور این خطاها و حوادث افزایش می یابد. پرکردگی کوتاه، کانال درمان نشده، پرکردگی بلند و پرکردگی غیریکنواخت، شایعترین خطاهای حین کار هستند که بیشتر در مولرهای فک بالا مشاهده میشوند.

کلمات کلیدی: توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی، بیماری پری آپیکال، پرکردگی کانال ریشه

مقدمه

میکروارگانیسم‌ها اصلی‌ترین عامل اتیولوژیک بیماری های اندودنتیک می باشند.[۱،۲] عبور میکروارگانیسم های حاضر در کانال ریشه یا توکسین های آنها از فورامن آپیکال، منجر به واکنش ایمنی میزبان و تحلیل استخوان در ناحیه پری آپیکال می شود که در رادیوگرافی به صورت رادیولوسنسی مشاهده می شود. این وضعیت در بالین "پریودنتیت آپیکال" نامیده می شود.[۳] به دلیل پیچیدگی سیستم کانال ریشه، حذف کامل میکروارگانیسم ها امکان پذیر نیست. [٤] همچنین بروز خطاها و حوادث حین کار به این پیچیدگی افزوده و تکمیل فرآیند پاکسازی را غیر ممکن می‌سازد. هدف اصلی درمان ریشه دندان، کاهش بار میکروبی سیستم کانال ریشه تا حد ممکن و درمان پریودنتیت آپیکال در صورت وجود یا پیشگیری از بروز آن می باشد. [۵] مطابق معیار Strindberg، درمان ریشه دندان زمانی موفق در نظر گرفته می شود که: ۱- درد وجود نداشته باشد، ۲- پریودنتیت آپیکال پسرفت کند و ۳- لامینا دورا و فضای لیگامن پریودنتال دست نخورده مشاهده شود. [٦] از آنجا که علایمی چون درد، تورم و یا سینوس ترکت، الزاما در ارتباط با پریودنتیت آپیکال نیستند و همچنین مطالعات موجود حاکی از ارتباط فراوانی پریودنتیت آپیکال در دندان های درمان ریشه شده با کیفیت پرکردگی کانال ریشه و سیل تاجی می باشند،[۷،۸] بررسی بالینی موفقیت و کیفیت درمان ریشه به تنهایی کافی نخواهد بود و به این منظور نیازمند ترکیب مشاهدات بالینی با معاینات رادیوگرافیک هستیم.

مطالعات بسیاری ارتباط بین خطاهای حین کار، کیفیت درمان ریشه و بیماری پری آپیکال را نشان داده اند. با این وجود، عمده این مطالعات از رادیوگرافی های دو بعدی مانند تصاویر پری آپیکال و پانورامیک بهره برده اند. [۹-۱۱] در کنار مزایای رادیوگرافی های دو بعدی از جمله هزینه کمتر، در دسترس بودن و دوز اشعه پایین تر، این تصاویر دارای محدودیت های ذاتی همچون سوپرایمپوزیشن ساختارهای آناتومیک و دیستورشن هستند. توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی (CBCT) با ارایه تصاویر سه بعدی بر بسیاری از این محدودیت ها غلبه کرده و قادر است تصاویری با رزولوشن بالا در هر سه پلن فضایی تولید نماید که امکان بررسی دقیق سیستم کانال ریشه و ناحیه پری رادیکولار را فراهم می کند. [۱۲،۱۳] مطالعات متعدد، دقت بالاتر CBCT را در شناسایی پریودنتیت آپیکال، پیچیدگی های سیستم کانال ریشه و خطاهای حین درمان گزارش کرده اند.[۱٤]

ابزارهای اپیدمیولوژیک بی شماری برای بررسی رادیوگرافیک ناحیه پری آپیکال معرفی شده اند و رایجترین آن ها، شاخص پری آپیکال (PAI[1]) در تصاویر رادیوگرافی دو بعدی می باشد که ضایعات پری آپیکال را بر اساس تشخیص هیستولوژیک و رادیوگرافیک به ۵ دسته طبقه بندی می کند.[۱۵] Estrela و همکاران[۱٦] با اصلاح این شاخص، شاخص، CBCT-PAI را برای بررسی رادیولوسنسی و تخریب استخوان در تصاویر CBCT معرفی کردند. در این شاخص ابعاد ضایعه و میزان تخریب استخوان اندازه گیری می شود اما اطلاعات مهمی مانند تعداد ریشه های درگیر ضایعه و محل ضایعه (فورکا، آپیکال، لترال) ثبت نمی‌شوند. Vensukonis و همکاران[۱۳] نیز شاخص دندان درمان ریشه شده (ETTI[2]) را به منظور بررسی کیفیت

[1] Periapical index
[2] Endodontically treated tooth index

درمان های ریشه دندان طراحی کردند. در این شاخص چهارپارامتر کلی طول پرکردگی کانال، یکنواختی پرکردگی کانال، سیل تاجی و وجود حوادث و خطاهای حین درمان بررسی می شوند.

با توجه به عدم بررسی جامع خطاهای حین کار در مطالعات انجام شده و با توجه به نتایج ناهمسان مطالعات گذشته با یکدیگر، هدف از مطالعه مقطعی گذشته نگر حاضر، بررسی کیفیت درمان ریشه با شناسایی فراوانی حوادث و خطاهای حین درمان و ارزیابی ارتباط این خطاها با وضعیت ناحیه پری آپیکال بود تا بتوان از نتایج حاصل از این مطالعه در برنامه ریزی های بهتر آموزشی بهره برد.

مواد و روش ها:

پژوهش توصیفی تحلیلی حاضر با هدف بررسی فراوانی خطاهای تکنیکی و کیفیت درمان ریشه دندان ها در تصاویر CBCT بیماران مراجعه کننده به دانشکده دندانپزشکی مشهد در سال ۱۴۰۱ انجام شد و در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی مشهد با کد IR.MUMS.DENTISTRY.REC.1400.147 مصوب گردید. گروه هدف شامل مراجعه کنندگان با اهداف درمانی و تشخیصی به بخش رادیولوژی دهان، فک و صورت دانشکده دندانپزشکی مشهد از مرداد ۱۴۰۰ تا مرداد ۱۴۰۱ بود. در این مطالعه از تصاویر CBCT دستگاه Planmeca ProMax 3D (Planmeca, Helsinki, Finland) استفاده شد. پارامترهای اکسپوژر با توجه به ویژگی‌های بیمار و اندیکاسیون‌های تهیه تصویر تنظیم شده بودند. تصاویر CBCT با کمک نرم افزار Planmeca Romexis Viewer Ver. 12.0.1.122 بررسی شدند.

تصاویرCBCT جمع‌آوری شدند. در این تصاویر تمام دندان‌های درمان ریشه شده به جز قطعات ریشه‌ی باقیمانده، دندان‌های نهفته، دندان‌های شیری، دندان‌های با اپکس باز و دندان‌هایی که به دلیل آرتیفکت قابل ارزیابی نبودند (مانند اشعه پراکنده ناشی از ایمپلنت مجاور، اپلاینس های ارتودنسی، پین و پیچ های داخل فکی که مانع از تشخیص درست آناتومی ریشه می‌شوند)؛ بررسی شدند. یک اندودانتیست و یک رادیولوژیست به صورت همزمان تصاویر را در سه بعد کرونال، ساژیتال و اگزیال بررسی کرده و در مورد ارزیابی‌هایشان جهت رسیدن به توافق گفتگو کردند. در موارد عدم توافق بین دو نفر، توافق نهایی براساس نظر فرد سوم (اندودانتیست) ایجاد شد. تمام تصاویر در سه بعد کرونال، ساژیتال و اگزیال از سطح اکلوزال تا آپکس بررسی و اطلاعات بر اساس شاخص دندان درمان ریشه شده (ETTI) با اندکی تغییرات همراه با سن، جنس بیمار و شماره دندان مورد بررسی برای تجزیه و تحلیل جمع آوری شدند. موارد مورد بررسی در جدول ۱ خلاصه شده اند. در تجزیه و تحلیل داده ها از آزمون کای اسکوئر یا آزمون دقیق فیشر استفاده شد. سطح معناداری آزمون ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

جدول ۱. شاخص دندان درمان ریشه شده (ETTI) تغییر یافته

علامت اختصاری	تعریف
L	(طول پرکردگی کانال ریشه)
L1	۰-۲ میلی متر از آپکس رادیوگرافیک
L2	بیش از ۲ میلی متر از آپکس رادیوگرافیک (Underfilling)
L3	خروج مواد پر کننده از آپکس (Overfilling)
L4	مشاهده مواد پر کننده تنها در پالپ چمبر

L5	کانال ریشه با روش های جراحی پر شده است
H (یکپارچگی پرکردگی کانال ریشه)	
H1	پرکردگی یکنواخت، همگن و یکپارچه
H2	پرکردگی غیریکنواخت همراه با حباب و ظاهر متخلخل
H3	کانال ریشه پر نشده
CS (سیل تاجی)	
CS1	وجود ترمیم مناسب که در رادیوگرافی سالم به نظر می رسد
CS2	عدم ترمیم مناسب (وجود اورهنگ، لبه باز، عود پوسیدگی یا ترمیم تاجی از دست رفته در رادیوگرافی)
CF (عوارض و خطاهای حین آماده سازی و شکل دهی کانال ریشه)	
CF0	بدون عوارض
CF1	پرفوراسیون نواری (خروج مواد پرکردگی از محل فورکا در دندان های چند ریشه یا هر محل دیگر به بیرون از مسیر کانال)
CF2	کانال ریشه درمان نشده (Missed canal)
CF3	پرفوراسیون آپیکال
CF4	شکستگی ریشه
CF5	ابزار جدا شده در کانال ریشه
RL (وضعیت ریشه و استخوان)	
RL1	ریشه دارای ضایعه‌ی پری‌اپیکال (تخریب لامینا دورا و رادیولوسنسی به میزان دو برابر فضای پریودنتال)
RL2	ریشه دارای رادیولوسنسی فورکا
RL3	تحلیل ریشه

یافته ها

از مجموع ۶۵۱ CBCT موجود، تعداد ۴۱۶ تصویر به علت کیفیت نامناسب یا نبود دندان درمان ریشه شده در تصویر حذف شدند. نهایتا، تصاویر مربوط به ۲۳۵ مراجعه‌کننده وارد مطالعه شد. ۱۴۱۱ کانال ریشه مرتبط با ۷۳۷ دندان درمان ریشه شده، بررسی شدند. بیماران، ۱۴۲ نفر (۶۰/۴ درصد) زن و ۹۳ نفر (۳۹/۶ درصد) مرد بودند. میانگین سنی افراد، ۱۴ ± ۴۵/۳۶ سال در دامنه‌ی ۱۶ تا ۷۹ سال بود. ۶۹ درصد دندان‌های درمان ریشه شده مربوط به فک بالا و ۳۱ درصد مربوط به فک پایین بودند. بیشترین فراوانی مربوط به دندان های قدامی فک بالا با ۲۰۵ مورد (۲۷/۸ درصد) و سپس به ترتیب پرمولرهای فک بالا با ۱۷۲ مورد (۲۳/۳ درصد)، مولرهای فک بالا با ۱۳۲ مورد (۱۷/۹ درصد)، پرمولرهای فک پایین با ۱۰۹ مورد (۱۴/۸ درصد)، مولرهای فک پایین با ۸۲ مورد (۱۱/۱ درصد) و دندان های قدامی فک پایین با ۳۷ مورد (۵ درصد) بود.

کیفیت درمان ریشه

در ارزیابی‌های مربوط به طول پرکردگی، ۸۹۴ کانال (۶۳/۳ درصد) طول پرکردگی کافی داشتند. خطای Underfilling با ۲۹۱ کانال (۲۰/۶ درصد) نسبت به Overfilling با ۹۹ کانال (۷ درصد) بیشتر دیده شد.

پرکردگی انتهای ریشه به روش جراحی (رتروگرید) در ۷ کانال (۰/۶ درصد) وجود داشت و ۱۲۰ کانال (۸/۵ درصد) فاقد پرکردگی بودند. بیشترین آمار Underfilling مربوط به پرمولرهای فک بالا با ۷۶ مورد (۲۷/۶ درصد) و بیشترین درصد Overfilling مربوط به دندان‌های قدامی فک پایین با ۶ مورد (۱۵/۴ درصد) بود (p < ۰/۰۰۱).

۱۲۰۷ کانال (۸۵/۵ درصد) دارای پرکردگی یکنواخت و ۸۲ کانال (۵/۸ درصد) دارای پرکردگی غیریکنواخت بودند. دندان های قدامی به طور معناداری بیش از سایر گروه‌های دندانی، دارای پرکردگی غیریکنواخت بودند (p < ۰/۰۰۱).

عوارض و خطاهای حین درمان

فراوانی خطاهای ارزیابی شده به ترتیب، عبارت بودند از ۱۲۰ کانال درمان نشده (۸/۵ درصد)، ۲۷ کانال دارای پرفوراسیون نواری (۱/۹ درصد)، ۲۳ کانال انحراف یافته از مسیر اصلی (۱/۶ درصد)، ۵ کانال دارای شکستگی عمودی ریشه (۰/۴ درصد) و ۷ کانال دارای پرفوراسیون آپیکال (۰/۵ درصد).

بیشترین فراوانی کانال‌های درمان نشده، مربوط به کانال مزیوباکال دوم مولرهای فک بالا با ۹۷ مورد (۲۰ درصد) بود. بیشترین آمار پرفوراسیون نواری با ۲۰ مورد (۷/۳ درصد) و رادیولوسنسی فورکا با ۱۶ مورد (۵/۸ درصد) نیز، مربوط به مولرهای فک پایین بود. بالاترین فراوانی پرفوراسیون آپیکال، ۵ مورد (۲/۴ درصد) و شکستگی عمودی ریشه، ۲ مورد (۱ درصد)، مربوط به قدامی های فک بالا بود. بیشترین درصد انحراف از مسیر اصلی نیز در پرمولرهای فک بالا با ۷ مورد (۲/۵ درصد) مشاهده شد (P < ۰/۰۰۱).

وضعیت سیل تاجی

۶۹۱ دندان (۹۳/۸ درصد)، دارای ترمیم تاجی و ۴۶ دندان (۶/۲ درصد) فاقد ترمیم تشخیص داده شدند. رابطه معناداری بین وجود یا عدم ترمیم دندان و گروه دندانی وجود نداشت (p = ۰/۹۸۸).

وضعیت ریشه و استخوان

۶۸۰ کانال (۴۵/۱ درصد) دارای ضایعه پری آپیکال بودند. تفاوت معناداری در فراوانی پریودنتیت اپیکال در زنان (۴۵/۱ درصد) و مردان (۴۵ درصد) وجود نداشت (P=۰/۸۲۰). مولرهای فک بالا با ۲۳۵ کانال (۴۸/۴ درصد)، بیشترین و مولرهای فک پایین با ۱۰۵ کانال، (۳۸/۲ درصد)، کمترین فراوانی ضایعه پری آپیکال را میان گروه‌های دندانی داشتند. هر چند رابطه معناداری بین وجود ضایعه پری آپیکال و گروه دندانی وجود نداشت (P = ۰/۱۷۳). ۲۲ کانال (۱/۶ درصد)، رادیولوسنسی فورکا داشتند. مولرهای فک پایین با ۱۶ کانال (۵/۸ درصد)، به طرز معناداری بیش از سایر گروه‌های دندانی در معرض این عارضه بودند (P < ۰/۰۰۱).

۶۲ درصد دندان‌های دارای حداقل یک خطای حین درمان، دچار ضایعه در ناحیه پری‌آپیکال یا فورکا بودند (P < ۰/۰۰۱). بیشترین فراوانی کانال‌های دارای حداقل یکی از خطاهای بررسی شده، مربوط به مولرهای فک بالا با ۲۶۵ کانال (۵۴/۵ درصد) بود (P = ۰/۰۰۱). یافته های مورد ارزیابی در جدول ۲ خلاصه شده اند.

جدول ۲. فراوانی خطاها و عوارض درمان به تفکیک نوع دندان

	گروه دندانی	قدامی فک بالا	قدامی فک پایین	پرمولر فک بالا	پرمولر فک پایین	مولر فک بالا	مولر فک پایین	همه دندان ها	P-value
خطاهای پرکردگی	Underfilling	۲۹ (٪۱۳/۹)	٤ (٪۱۰/۳)	۷٦ (٪۲۷/٦)	۲۸ (٪۲۲/۲)	۹٦ (٪۱۹/۸)	۵۷ (٪۲۰/۷)	٪۲۰/٦	۰/۰۰۰
	Overfilling	۲۳ (٪۱۱)	٦ (٪۱۵/٤)	۲٤ (٪۸/۷)	٦ (٪٤/۸)	۳٦ (٪۷/٤)	٤ (٪۱/۵)	٪۷	۰/۰۰۰
	غیریکنواخت	۲۰ (٪۹/۵)	٤ (٪۱۰/۳)	۱۰ (٪۳/٦)	۹ (٪۷/۱)	۲۷ (٪۵/٦)	۱۲ (٪٤/٤)	٪۵/۸	۰/۰۰۰
حوادث و عوارض حین آماده‌سازی	کانال درمان نشده	۰	۰	۵ (٪۱/۸)	۷ (٪۵/٦)	۹۷ (٪۲۰)	۱۱ (٪٤)	٪۸/۵	۰/۰۰۰
	پرفوریشن نواری	۰	۰	۲ (٪۰/۷)	۰	۵ (٪۱)	۲۰ (٪۷/۳)	٪۱/۹	۰/۰۰۰
	انحراف از مسیر اصلی	٤ (٪۱/۹)	۰	۷ (٪۲/۵)	۳ (٪۲/٤)	۹ (٪۱/۹)	۰	٪۱/٦	۰/۰۰۰
	شکستگی عمودی ریشه	۲ (٪۱)	۰	۱ (٪۰/٤)	۱ (٪۰/۸)	۰	۱ (٪۰/٤)	٪۰/٤	۰/۰۰۰
	پرفوریشن اپیکال	۵ (٪۲/٤)	۰	۲ (٪۰/۷)	۰	۰	۰	٪۰/۵	۰/۰۰۰
همه خطاها و حوادث	فاقد خطای طول،یکنواختی و سایر حوادث	۱۱۹ (٪۵٦/۹)	۲٤ (٪٦۱/۵)	۱۳۸ (٪۵۰/٤)	٦۹ (٪۵٤/۸)	۲۱۹ (٪٤۵/۲)	۱٦٦ (٪٦۰/٤)	٪۵۵/۸	۰/۰۰۱
	دارای حداقل یک خطا	۹۰ (٪٤۳/۱)	۱۵ (٪۳۸/۵)	۱۳٦ (٪٤۹/٦)	۵۷ (٪٤۵/۲)	۲٦۵ (٪۵٤/۸)	۱۰۹ (٪۳۹/٦)	٪٤٤/۲	۰/۰۰۱
ترمیم تاجی	ترمیم تاجی ناموجود یا ناقص	۱٤ (٪٦/۸)	۳ (٪۸/۱)	۱۰ (٪۵/۸)	۷ (٪٦/٤)	۷ (٪۵/۳)	۵ (٪٦/۱)	٪٦/۲	۰/۹۸۸
وضعیت ریشه و استخوان	ضایعه پری آپیکال	۹٤ (٪٤٤/۸)	۱۷ (٪٤۳/٦)	۱۲۸ (٪٤٦/۵)	۵۸ (٪٤٦)	۲۳۵ (٪٤۸/٤)	۱۰۵ (٪۳۸/۲)	٪٤۵/۱	۰/۱۷۳
	رادیولوسنسی فورکا	۰	۰	۲ (٪۰/۷)	۰	٤ (٪۰/۸)	۱٦ (٪۵/۸)	٪۱/٦	۰/۰۰۰
	تحلیل ریشه	۸ (٪۳/۸)	۰	٦ (٪۲/۲)	۲ (٪۱/٦)	۱ (٪۰/۲)	۰	٪۱/۲	۰/۰۰۰

*** به ازای هر دندان یک داده برای رستوریشن و در سایر متغیرها به ازای هر کانال یک داده وجود داشت.**

بحث

درمان ریشه موفق بر شکل‌دهی مکانیکی، شست‌وشوی مؤثر و پرکردگی سه بعدی کانال‌ها تکیه دارد. [۱۷] حوادث و خطاهای حین کار با ایجاد شرایط تداوم عفونت باکتریال، موفقیت درمان ریشه را به خطر می‌اندازند. [۱۸] تعیین فراوانی این خطاها و حوادث، در کنار شناسایی دندان‌هایی که بیشتر در معرض این خطاها هستند، می‌تواند راهگشای درمان‌های بعدی باشد. مطالعات گذشته نشان داده‌اند که CBCT در تشخیص ضایعات استخوانی، پیچیدگی های آناتومیک ریشه و کیفیت درمان، دقت عالی دارد. [۱۴] بنابراین، در مطالعه حاضر جهت ارزیابی درمان‌های ریشه انجام شده از CBCT استفاده شد. نقطه ضعف این نوع رادیوگرافی، آرتیفکت مواد فلزی در تصاویر و اختلال در بررسی ناحیه مجاور است. همچنین این تصاویر در تشخیص ترک و شکستگی های ساختار دندانی، قابلیت اطمینان پایینی داشته و در تشخیص این موارد عمدتا متکی بر تغییرات استخوانی در مجاورت ناحیه ترک یا شکستگی هستند. [۱۹،۲۰] در نمونه‌های بررسی شده نیز مواد ترمیمی اعم از پست‌ها، روکش‌ها و ترمیم‌های آمالگام و در مواردی گوتا پرکا با ایجاد آرتیفکت، تشخیص را دشوار کردند. اغلب مطالعات انجام شده در زمینه کیفیت درمان‌های ریشه، بر وضعیت پری‌آپیکال دندان‌های درمان ریشه شده متمرکزند و مطالعات کمتری حول خطاهای حین درمان، انجام شده است. [۱۲] در این مطالعه، با بررسی تصاویر CBCT دریافت شده در یک بازه زمانی یک ساله، به توصیف و تحلیل فراوانی حوادث و خطاهای حین درمان ریشه پرداخته شده است.

در مطالعه حاضر، از هر ۱۰ کانال درمان ریشه شده، تنها ٦ کانال فاقد خطا بودند و در بقیه کانال‌ها، حداقل ۱ خطا وجود داشت. فراوانی کانال‌های ریشه دارای حداقل ۱ خطا در مطالعه Nascimento و همکاران [۱۲]، Araujo و همکاران [۲۱] و Shah و همکاران [۲۲] نزدیک به یافته مطالعه حاضر و حدود ٤٠ درصد بوده است. پژوهش‌هایی که درمان انجام شده در محیط آموزشی را با رادیوگرافی پری آپیکال بررسی کرده‌اند، فراوانی پایین‌تری از درمان ریشه های دارای خطا را گزارش کرده اند [۹،۲۳]. پژوهش دیگری با بررسی دندان‌های اندو شده قدامی و پرمولر، فراوانی کانال‌های فاقد خطا را بیش از ۹۰ درصد اعلام کرده است.[۲٤] تفاوت یافته‌ها در پژوهش‌های مختلف می‌تواند ناشی از تفاوت در ابزار بررسی خطاها، گروه‌های دندانی مورد بررسی و یا تفاوت در درمانگران باشد.فراوانی ضایعه در کانال‌های دارای حداقل یک خطا (٦٢ درصد)، تقریبا دو برابر بیشتر از کانال‌های فاقد خطا (۳۸ درصد) بود. خطاهای حین درمان ریشه به عللی مانند دانش ناکافی از آناتومی کانال ریشه و عدم پایبندی به اصول درمان ریشه رخ می‌دهند. اما همگی بر دستاورد نهایی درمان اثرگذارند. این خطاها، علت مستقیم شکست درمان نیستند، بلکه به علت ممانعت از تکمیل درمان و احتمال بقای پاتوژن‌ها، ریسک شکست را افزایش می‌دهند. مطالعات گذشته در این زمینه تاییدکننده همبستگی خطاها و حوادث اندودانتیک با رادیولوسنسی پری آپیکال بوده اند. [۱۰،۱۲،۲۲،۲۵] نزدیک به نیمی از کانال‌های درمان ریشه شده یعنی ٦٨٠ مورد (٤٥/١ درصد) دارای ضایعه بودند. این رقم، بیشتر از فراوانی جهانی اعلام شده برای پریودونتیت آپیکال در متاآنالیز ، Tiburcio-Machado ، یعنی۳۹ درصد است. [۳٦] البته با توجه به مقطعی بودن مطالعه ممکن است بخشی از آمار اعلام شده مربوط به ضایعات در حال بهبود باشد. برای قضاوت دقیق در مورد موفقیت یا عدم موفقیت درمان ریشه لازم است علاوه بر ارزیابی رادیوگرافیک، وضعیت بالینی و

سیر تغییرات وضعیت پری آپیکال بررسی شود. نظر به اینکه حوادث و خطاهای حین درمان اندودانتیک، می‌توانند منجر به شکست درمان و ایجاد، ابقا یا تشدید ضایعه پری آپیکال شوند، انتظار می‌رود بین وجود خطا و وجود ضایعه پری‌آپیکال، همبستگی وجود داشته باشد. Nur و همکاران[۲۷] فراوانی پریودنتیت آپیکال در یک جمعیت ترکیه ای را نزدیک به یافته‌های مطالعه حاضر گزارش کردند. مطالعات دیگر در جمعیت‌های برزیلی، مغربی و پرتغالی فراوانی بالاتری را برای ضایعه پری آپیکال در دندان‌های اندو شده گزارش کرده‌اند.[۱۰،۱۲،۲۸] تفاوت در فراوانی پریودنتیت آپیکال در پژوهش‌های مختلف می‌تواند ناشی از تفاوت در روش تحقیق و نحوه‌ی جمع‌آوری اطلاعات باشد. مطالعات CBCT در مقایسه با سایر روش‌ها فراوانی بیشتری از پریودنتیت آپیکال گزارش کرده‌اند.[۲۶]

در رابطه با خطاهای حین درمان، Underfilling شایع‌ترین خطای حین درمان در نمونه‌های بررسی شده بود. مطالعات بسیاری [۹، ۱۲، ۲۱، ۲۳، ۲۵]، پرکردگی کوتاه را شایع‌ترین خطای حین درمان معرفی کرده‌اند. پرمولرهای فک بالا، بیش از بقیه دندان‌ها دارای پرکردگی کوتاه بودند. در مطالعه‌ای که به طور انحصاری دندان‌های پرمولر را بررسی کرد، شایع‌ترین خطای اندودانتیک، پرکردگی کوتاه معرفی شده بود.[۲۹] تنوع آناتومیک در پرمولرهای فک بالا، می‌تواند زمینه‌ساز فراوانی بالای این خطا در این گروه دندانی باشد.

همچنین کانال درمان نشده، دومین خطای شایع مشاهده شده در مطالعه حاضر بود که عمدتا در مولرهای فک بالا وجود داشت. تقریبا تمام کانال‌های درمان نشده در این دندان‌ها، کانال دوم ریشه مزیوباکال بودند. سایر مطالعات حول کانال‌های درمان نشده نیز، کانال دوم ریشه مزیوباکال مولر اول فک بالا را بیشترین کانال درمان نشده حین درمان، معرفی کردند.[۲۸، ۳۰] همچنین فراوانی ضایعه پری آپیکال در دندان‌های دارای کانال درمان نشده، بیش از دندان‌هایی است که تمام کانال‌های آن‌ها درمان شده‌اند.[۳۱، ۳۲]

یافته‌های متفاوتی از فراوانی و توزیع پرکردگی‌های غیریکنواخت در دسترس است. اغلب شواهد نشان‌داده‌اند که فراوانی پریودنتیت آپیکال در دندان‌ها با پرکردگی غیریکنواخت بیشتر است.[۳۳] تراکم نامناسب و وجود حباب در پرکردگی‌ها، می‌تواند موجب ایجاد ریزنشت و نهایتا باعث شکست درمان شود. وجود حباب می‌تواند نتیجه کمبود مهارت، استفاده بیش از حد از سیلر و عدم استفاده بهینه از اسپریدر باشد. استفاده از سیستم‌های جدیدتر آبچوریشن می‌تواند در پیشگیری از پرکردگی‌های غیریکنواخت اثرگذار باشد.

پرفوراسیون نواری و رادیولوسنسی ناحیه فورکا در ۲ درصد کانال‌ها وجود داشتند. دندان های مولر به طور معناداری بیش از سایر دندان‌ها در معرض این دو عارضه بودند. در اغلب مطالعاتی که از شاخص ETTI استفاده کرده‌اند [۱۲، ۲۱، ۳۴]، افتراقی بین انواع مختلف پرفوراسیون لحاظ نشده است. با این حال، فراوانی کلی پرفوراسیون در مطالعات مختلف، مشابه مطالعه حاضر و اغلب دندان‌های درگیر، دندان های مولر بوده‌اند.[۹،۲۲] وجود تنه ریشه کوتاه تر و ناحیه خطر نازک در مجاورت ناحیه فورکیشن مولرها، این دندان ها را بیش از سایر گروه های دندانی مستعد پرفوراسیون نواری می کند.

به علت ایجاد آرتیفکت رادیوگرافیک در CBCT در حضور مواد فلزی، امکان بررسی دقیق کیفیت رستوریشن کرونال وجود نداشت و ارزیابی این متغیر به دو گزینه وجود و یا عدم ترمیم تاجی، محدود شد. ٤٦ دندان (٦/٢ درصد)، فاقد ترمیم تاجی مناسب بودند. بررسی وضعیت سیل کرونال به عنوان یک فاکتور مؤثر در نتیجه درمان

ریشه، علاوه بر رادیوگرافی، نیازمند معاینه کلینیکی است. عامل شکست درمان ریشه، باقی ماندن پاتوژن‌ها و بقایای نکروتیک در فضای کانال ریشه است. وجود ضایعه پری آپیکال در بیش از یک سوم کانال‌های درمان ریشه شده فاقد خطا، گرچه لزوما به معنای شکست درمان نیست و می تواند نشان دهنده ضایعه در حال بهبودی باشد، اما به خوبی، اهمیت ضدعفونی، شست‌وشو و آماده‌سازی شیمیایی کانال ریشه حین درمان و همچنین نقش ایزولاسیون در به حداقل رساندن عوامل باکتریایی فضای کار را نشان می‌دهد. مطالعات گذشته به توانایی تشخیصی بسیار بالای CBCT در ضایعات استخوانی اشاره داشتند. تصاویر سه‌بعدی، امکان احاطه بر آناتومی پیچیده ریشه را فراهم می‌کنند. با این حال، وجود آرتیفکت‌های ناشی از ایمپلنت‌ها و اپلایانس ارتودنسی مجاور، رستوریشن و پست‌های فلزی و در مواردی مواد پرکردگی داخل کانال فرایند تشخیص را با چالش روبه‌رو می‌کند که این می تواند از محدودیتهای مطالعه حاضر در نظر گرفته شود. ارزیابی متغیرهایی همچون ضایعات پری آپیکال، به این علت که سیر ضایعه و تغییرات آن در گذر زمان، در تشخیص تاثیرگذار است، یکی دیگر از نقاط ضعف مطالعات مقطعی است. به طور کلی در کارآیی بالینی باید در نظر داشت که معاینه بالینی و جلسات فالوآپ متعدد، تکمیل‌کننده ارزیابی رادیوگرافیک اند. یافته‌های این مطالعه نشان داده که در ۴۰ درصد درمان ریشه‌های انجام شده، خطاهای حین درمان وجود داشت. استفاده از ظرفیت CBCT قبل از درمان مواردی که احتمال رویارویی با پیچیدگی‌های آناتومیک وجود دارد، می‌تواند در ارزیابی دشواری درمان و همچنین بهینه‌سازی تشخیص و طرح درمان مؤثر باشد. پیروی از اصول درمان اندودنتیک و استفاده از ابزارهای اندودنتیک، طبق دستورالعمل‌های موجود می‌تواند در پیشگیری از وقوع خطاها اثرگذار باشد. با توجه به این که اغلب خطاها، مربوط به طول نامناسب پرکردگی بودند، آموزش و فراگیری استفاده از اپکس لوکیتور جهت تعیین طول کارکرد، می‌تواند در پیشگیری از بخش بزرگی از خطاها مؤثر باشد.

نتیجه گیری

یافته های مطالعه حاضر نشان داد که پرکردگی کوتاه در پرمولرهای فک بالا، شایعترین خطایی بود که حین درمان ریشه اتفاق می افتاد. سایر خطاها به ترتیب کانال درمان نشده، پرکردگی بلند و غیریکنواخت بودند. فراوانی رادیولوسنسی پری آپیکال در کانال های درمان ریشه شده، ۴۵/۱ درصد بود که با بروز حوادث و خطاهای حین درمان ارتباط مستقیم و معناداری دارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه شماره ۳۴۹۴ می باشد که با پشتیبانی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد انجام گردیده است. به این وسیله، مراتب سپاس پژوهشگران ابراز می گردد.

تضاد منافع

هیچگونه تضاد منافعی وجود ندارد.

منابع

1. Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Collado-Castellano N, Manzano-Saiz A. Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2019;24(3):e364-e72.

2. Hendi SS, Haghighi H, Shahriari S. Evaluation of the ability of barberry liquid extract to prevent the formation of microbial biofilm by Enterococcus Faecalis: an in vitro study. J Mashhad Dent Sch 2021;45(3):289-98.

3. Galler KM, Weber M, Korkmaz Y, Widbiller M, Feuerer M. Inflammatory Response Mechanisms of the Dentine-Pulp Complex and the Periapical Tissues. Int J Mol Sci 2021;22(3).

4. Rouhani A, Jafarzadeh H, Charghand F. Evaluation of the outcome of endodontic treatments performed by undergraduate students of mashhad dental school. J Mashhhad DentSch 2022;46(1):46-57.

5. Namaei Ghasemi S, Forghani M, Karimpour S. Endodontic Management of a Maxillary Central Incisor with two Roots: A Case Report and Literature Review. Iran Endod J 2023;18(3):174-80.

6. Strindberg L. The dependence of the results of pulp therapy on certain factors. Acta Odontol Scand 1956;14(21):1-175.

7. Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature–Part 2. Influence of clinical factors. Int Endod J 2008;41(1):6-31.

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

9. Alghamdi NS, Algarni YA, Ain TS, Alfaifi HM, AlQarni AA, Mashyakhi JQ, et al. Endodontic mishaps during root canal treatment performed by undergraduate dental students: An observational study. Medicine 2021;100(47).

10. El Ouarti I, Chala S, Sakout M, Abdallaoui F. Prevalence and risk factors of Apical periodontitis in endodontically treated teeth: cross-sectional study in an Adult Moroccan subpopulation. BMC Oral Health 2021;21(1):124.

11. Hendi SS, Karkehabadi H, Eskandarloo A. Iatrogenic Errors during Root Canal Instrumentation Performed by Dental Students. Iran Endod J 2018;13(1):126-31.

12. Nascimento EHL, Gaêta-Araujo H, Andrade MFS, Freitas DQ. Prevalence of technical errors and periapical lesions in a sample of endodontically treated teeth: a CBCT analysis. Clin Oral Investig 2018;22(7):2495-503.

13. Venskutonis T, Plotino G, Tocci L, Gambarini G, Maminskas J, Juodzbalys G. Periapical and endodontic status scale based on periapical bone lesions and endodontic treatment quality evaluation using cone-beam computed tomography. J Endod 2015;41(2):190-6.

14. Alves Dos Santos GN, Faria ESAL, Ribeiro VL, Pelozo LL, Candemil AP, Oliveira ML, et al. Is the quality of root canal filling obtained by cone-beam computed tomography associated with periapical lesions? A systematic review and meta-analysis. Clin Oral Investig 2022;26(8):5105-16.

15. Ørstavik D, Qvist V, Stoltze K. A multivariate analysis of the outcome of endodontic treatment. Eur J Oral Sci 2004;112(3):224-30.

16. Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pécora JD. A new periapical index based on cone beam computed tomography. J Endod 2008;34(11):1325-31.

17. Davaji M, Valizadeh M, Karimpour S. Detection and Endodontic Treatment of Unusual Anatomic Variations in Second Premolars: A Case Report. Iran Endod J 2023;18(4):254-8.

18. Lin LM, Rosenberg PA, Lin J. Do procedural errors cause endodontic treatment failure? J Am Dent Assoc 2005;136(2):187-93; quiz 231.

19. Amintavakoli N, Spivakovsky S. Reliability of CBCT diagnosing root fractures remains uncertain .Evid Based Dent. 2017;18(1):23.

20. Chavda R, Mannocci F, Andiappan M, Patel S. Comparing the in vivo diagnostic accuracy of digital periapical radiography with cone-beam computed tomography for the detection of vertical root fracture. J Endod 2014;40(10):1524-9.

21. Gaêta-Araujo H, Fontenele RC, Nascimento EHL, Nascimento M, Freitas DQ, de Oliveira-Santos C. Association between the Root Canal Configuration, Endodontic Treatment Technical Errors, and Periapical Hypodensities in Molar Teeth: A Cone-beam Computed Tomographic Study. J Endod 2019;45(12):1465-71.

22. Shah SJ, Kulkarni G, Ramachandran N, Chandrasekhar P, Podar RS, Singh S. A cone beam computed tomographic evaluation of root canal treatment quality using periapical and endodontic status scale .SRM Journal of Research in Dental Sciences. 2021;12(3):122-7.

23. AlRahabi MK. Evaluation of complications of root canal treatment performed by undergraduate dental students. Libyan J Med 2017;12(1):1345582.

24. Zambon da Silva P, Carlos Ribeiro F, Machado Barroso Xavier J, Pratte-Santos R, Demuner C. Radiographic Evaluation of Root Canal Treatment Performed by Undergraduate Students, Part I; Iatrogenic Errors. Iran Endod J 2018;13(1):30-6.

25. Cakici EB, Yildirim E, Cakici F, Erdogan AS. Assessment of periapical health, quality of root canal filling, and coronal restoration by using cone-beam computed tomography. Niger J Clin Pract 2016;19(5):673-7.

26. Tiburcio-Machado CS, Michelon C, Zanatta FB, Gomes MS, Marin JA, Bier CA. The global prevalence of apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. Int Endod J 2021;54(5):712-35.

27. Nur BG, Ok E, Altunsoy M, Aglarci OS, Colak M, Gungor E. Evaluation of technical quality and periapical health of root-filled teeth by using cone-beam CT. J Appl Oral Sci 2014;22(6):502-8.

28. Meirinhos J, Martins J, Pereira B, Baruwa A, Ginjeira A. Prevalence of Lateral Radiolucency, Apical Root Resorption and Periapical Lesions in Portuguese Patients: A CBCT Cross-Sectional Study with a Worldwide Overview .Eur Endod J 2021;6(1):56-71.

29. Nascimento EHL, Nascimento MCC, Gaeta-Araujo H, Fontenele RC, Freitas DQ. Root canal configuration and its relation with endodontic technical errors in premolar teeth: a CBCT analysis. Int Endod J 2019;52(10):1410-6.

30. Lo Giudice R, Nicita F, Puleio F, Alibrandi A, Cervino G, Lizio AS, et al. Accuracy of Periapical Radiography and CBCT in Endodontic Evaluation. Int Dent J 2018;2018:2514243.

31. Costa F, Pacheco-Yanes J, Siqueira JF, Oliveira ACS, Gazzaneo I, Amorim CA, et al. Association between missed canals and apical periodontitis. Int Endod J 2019;25(4):400-6.

32. Mashyakhy M, Hadi FA, Alhazmi HA, Alfaifi RA, Alabsi FS, Bajawi H, et al. Prevalence of Missed Canals and Their Association with Apical Periodontitis in Posterior Endodontically Treated Teeth: A CBCT Study. Int J Dent 2021;2021:9962429.

33. Moradi S, Gharechahi M. Radiographic quality of root canal treatment performed by 6(th) year undergraduate students in Mashhad, Iran. Dent Res J (Isfahan) 2014;11(3):364-9.

34. Karteva T, Manchorova-Veleva NA, Karteva E, Keskinova D, Kanazirska P, Jordanov G. Quality of Endodontic Treatment and Prevalence of Apical Radiolucencies in a Bulgarian Subpopulation: a CBCT Analysis. Folia Med (Plovdiv) 2021;63(1):81-7.