مقایسه سنسورهای دیجیتالی Charge-Coupled Device با Photostimulable Phosphor Storage Plate در تشخیص شکستگی عمودی ریشه در دندان‌های اندو شده (مطالعه آزمایشگاهی)

دکتر شیرین سخدری*، دکتر پیمان مهرورزفر**، دکتر سمیه صفری***، دکتر مریم پژوتن****، دکتر محمدجواد خرازی‌فرد*****

چکیده

سابقه و هدف: شکستگی عمودی ریشه از شایع‌ترین دلایل شکست درمان‌های اندودونتیک می‌باشد.هدف از این تحقیق، مقایسه سنسورهای CCD و PSP در تشخیص شکستگی عمودی ریشه در دندان‌های اندو شده بود.

مواد و روشها: در مطالعه تشخیصی حاضر که به روش آزمایشگاهی صورت گرفت، ۴۰ دندان قدامی فک بالا، انتخاب و پس از آماده‌سازی و پر کردن کانال ریشه، تاج آنها از۲ میلی‌متری بالای CEJ قطع شد. دندان‌ها در یک قطعه استخوان خشک قرار گرفته، از آنها با دو سنسور CCD و PSP با ژئومتری یکسان با دو زاویه صفر و ۱۵ درجه افقی رادیوگرافی تهیه شد. سپس در دندان‌ها شکستگی عمودی ایجاد و قطعات شکسته چسبانده شدند. مجدداً از دندان‌ها در همان شرایط رادیوگرافی تهیه شد. سه مشاهده‌گر تصاویر را جهت مشاهده خط شکستگی مورد بررسی قرار دادند. داده‌ها با آزمون نسبت‌ها و Wilcoxon Signed Ranks مورد بررسی آماری قرار گرفتند.

یافته‌ها: اختلاف آماری معنی‌داری بین ویژگی دو سنسور در تشخیص شکستگی عمودی ریشه مشاهده نشد(P-value (complete)=۰/۵۹۲، P-value (absolute)=۱). در حساسیت تشخیص شکستگی‌های باکولینگوالی و مزیودیستالی نیز دو سنسور اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند. (P-value BL (Complete)=۰/۱۸۰، P-value BL (Absolute)=۰/۱۰۹، P-value MD (Complete)=۰/۵۹۳، P-value MD (Absolute)=۰/۱۰۲). حساسیت تشخیص شکستگی باکولینگوالی در هر دو سنسور نسبت به شکستگی مزیودیستالی بیشتر بود (P<۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: توانایی دو سنسور CCD و PSP در تشخیص شکستگی عمودی ریشه در دندان‌های اندو شده یکسان است.

کلید واژگان: رادیوگرافی دیجیتال، رادیوگرافی دندان، شکستگی عمودی ریشه، دندان، تشخیص، کانال ریشه، دندان اندو شده

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۱۰/۲۰ تاریخ اصلاح نهایی: ۱۳۹۱/۱۲/۱۶ تاریخ تأیید مقاله:۱۳۹۲/۲/۳

Please cite this article as:
Sakhdari SH, Mehrvarzfar P, Safari S, Pazhutan M, Kharazifard MJ. Comparison of Charged-Couple Device and Photostimulable Phosphor Storage Plate digital sensors for detection of vertical root fracture in Endodontically treated teeth (in vitro). Beheshti Univ Dent J 2014; 31(4): 213-219.

مقدمه

یکی از شایع‌ترین دلایل شکست درمان‌های اندودونتیک، شکستگی عمودی ریشه می‌باشد(۱). شکستگی‌های ریشه دندان، ۷-۰/۵ درصد از آسیب‌های کلی وارده به دندان‌های دائمی را تشکیل می‌دهند(۲) و بیشتر در پره مولرهای ماگزیلا و ریشه مزیال مولرهای مندیبل ایجاد می‌گردند(۳). درمان‌های اندودنتیک نیز، شایع‌ترین درمان‌های منجر به شکستگی عمودی ریشه می‌باشند(۱،۴). عدم تشخیص زودرس شکستگی ریشه می‌تواند به درد و گسترش عفونت به بافت‌های حیاتی زیرین و ایجاد مشکلات جدی‌تر منجر شود که در نتیجه آن دندانپزشکان درمان‌های تهاجمی غیرضروری بر روی دندان انجام داده، پروگنوز دندان کاهش می‌یابد و در نهایت ترمیم‌های بعدی دندان و طرح درمان‌های آتی بیماران دچار مشکلات اساسی خواهد شد(۵). علائم رادیوگرافیک و کلینیکال شکستگی عمودی

* نویسنده مسئول: استادیارگروه رادیولوژی دهان و فک و صورت، دانشکدهٔ دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران.
E-mail: sh.sakhdari@dentaliau.ac.ir

** استادیار گروه اندودانتیکس، دانشکدهٔ دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران.

*** دندانپزشک.

**** دستیار تخصصی گروه رادیولوژی دهان و فک و صورت، دانشکدهٔ دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران.

***** دندانپزشک، متخصص آمار و عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران.

Archive of SID
www.SID.ir

ریشه اختصاصی نبوده، تشخیص قطعی تنها با مشاهده خط شکستگی امکان‌پذیر است(۶). تشخیص رادیوگرافیک شکستگی ریشه بویژه بلافاصله پس از وارد آمدن ضربه و در صورتی که قطعات جابه‌جا نشده باشند به دقت زیاد و بهره‌مندی از رسپتورهای دارای رزولوشن بالا نیازمند است.

امروزه تکنیک‌های تصویربرداری گوناگونی کاربرد کلینیکی یافته‌اند. استفاده از سیستم‌های دیجیتال به علت دسترسی آسان و داشتن تسهیلاتی که امکان ایجاد تغییر در تصاویر را به کاربر می‌دهد، همچنین کاهش دوز بیمار ،نسبت به فیلم‌های رادیوگرافی معمولی مقبولیت بیشتری یافته است.

سنسورهای Charged Couple Device (CCD) و Photostimulable Phosphor Storage Plate (PSP) دو تکنولوژی متداول در رادیوگرافی دیجیتال می‌باشند. CCD از یک ویفر نازک سیلیکونی به عنوان پایه جهت ثبت تصاویر استفاده می‌کند. PSP از یک پایه پلی‌استر تشکیل شده که با لایه‌ای از ترکیبات فلوروهالید (fluorohalide) و یوروپیوم (europium) به شکل شبکه کریستالی پوشیده شده است(۷). یکی از مهم‌ترین عوامل در قدرت تشخیص شکستگی عمودی ریشه، کیفیت تصاویر رادیوگرافی عنوان شده است و در رادیوگرافی دیجیتال بهره‌وری از نرم‌افزارهایی که برای بهبود کیفیت تصاویر مورد استفاده قرار می‌گیرند ممکن است به این امر کمک کند(۸).

در زمینه توانایی رادیوگرافی معمولی و دیجیتال در تشخیص شکستگی عمودی مطالعاتی انجام شده‌اند. بنظر می‌رسد رادیوگرافی با فیلم، توانایی کافی در تشخیص شکستگی ریشه را نداشته، علی‌رغم وجود شکستگی، به مشاهده‌گر پاسخ منفی کاذب ارائه می‌دهد(۹). یک مطالعه توانایی رادیوگرافی دیجیتال و معمولی را در تشخیص شکستگی عمودی ریشه یکسان می‌داند(۲). نتایج مطالعه‌ای دیگر، تصاویر دیجیتال را در تشخیص شکستگی عمودی ریشه در دندان‌های اندو شده، به طرز قابل توجهی بهتر از تصاویر تهیه شده با فیلم بیان می‌کند(۸). در مجموع به نظر می‌رسد براساس تحقیقات انجام شده، رادیوگرافی معمولی برای تشخیص شکستگی، تکنیک قابل قبولی نیست(۱۰). مطالعات کمی جهت مقایسه سنسورهای دیجیتال در زمینه شکستگی ریشه موجود هستند. بر اساس مطالعه Wenzel و Kirkevang (۲۰۰۵) سنسور CCD با رزولوشن بالا در مقایسه با سنسورPSP دارای رزولوشن متوسط توانایی بیشتری در تشخیص شکستگی افقی دندان داراست(۱۱). بررسی مطالعات فوق به همراه کاربرد روزافزون دتکتورهای دیجیتال بجای فیلم‌های معمولی، لزوم تحقیق بر روی سنسورهای دیجیتال را بخوبی بیان می‌نماید. از طرفی مطالعات محدودی در زمینه بررسی شکستگی عمودی ریشه در دندان‌های اندو شده صورت گرفته‌اند که با توجه به این امر و خصوصیات متفاوت دتکتورهای دیجیتال، این تحقیق با هدف مقایسه قدرت دو سنسورCCD و PSP در تشخیص شکستگی عمودی ریشه در دندان‌های اندو شده انجام گرفت.

مواد و روشها:

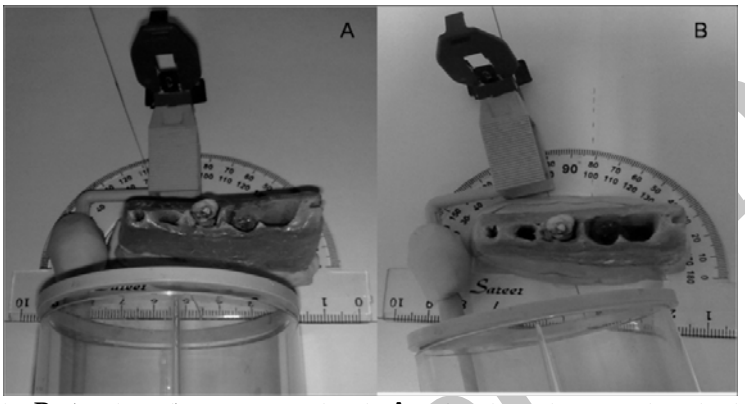
در مطالعه آزمایشگاهی حاضر،۴۰ دندان قدامی فک بالا دارای ریشه مستقیم و بدون شکستگی، پوسیدگی و تحلیل انتخاب و موارد فوق با مشاهده به کمک ذره‌بین با بزرگنمایی ۴۰ برابر تأیید شدند. تاج دندان‌ها از ۲ میلی‌متری بالای CEJ توسط دیسک بریده شد. سپس دندان‌ها با تکنیک Step back از فایل شماره ۱۵ تا ۶۰ آماده‌سازی (MAF=۳۵) و سپس کانال دندان‌ها با گوتاپرکای اصلی شماره ۳۵ و گوتاپرکای فرعی شماره ۲۰ با سیلر ZOE و با تکنیک lateral condensation پرشدند.

در مرحله بعد دندان‌ها در یک قطعه استخوان خشک فک گوسفند مانت شدند. جهت همانندسازی بافت نرم از ۳ لایه موم قرمز در سمت باکال و لینگوال استخوان استفاده شد(۱۱). رادیوگرافی اولیه به ترتیب با سنسور CCD و سپس با سنسورPSP با دو زاویه افقی صفر و ۱۵ درجه دیستالی تهیه شد.

سنسور CCD مورد استفاده DrSuni (Suni Medical Imaging, San Joe, USA) سایز۲ با پیکسل سایز µm ۲۲ و رزولوشن Lp/mm ۲۳ و سنسور PSP و اسکنر مورد استفاده Digora®Optime (SOREDEX, Finland) Tusula, سایز ۲ و پیکسل سایز µm ۴۰ با رزولوشن Lp/mm ۱۲/۵ بود. رادیوگرافی‌ها توسط دستگاه Minray (SOREDEX, Tusula, Finland) با kv=۷۰ و mA=۸ انجام شدند. زمان تابش براساس مطالعه pilot برای سنسور CCD، ۰/۱۲ ثانیه و برای سنسور PSP، ۰/۰۳ ثانیه بود. فاصله تیوپ تا آلوئول با استفاده از سنسورهولدر برای همه نمونه‌ها ثابت بود. تصاویر در دو فایل مجزا برای

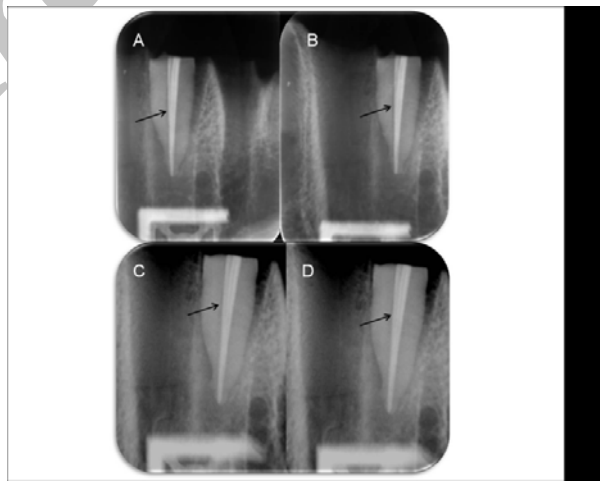
www.SID.ir

CCD و PSP در کامپیوتر ذخیره شدند. سپس در تمام دندان‌ها شکستگی عمودی ایجاد شد. برای ایجاد شکستگی، یک copper ring در قسمت میانی ریشه قرار داده، چیزل جراحی در مدخل کانال قرار گرفت. سپس با نیروی ملایم چکش در دندان‌ها شکستگی عمودی ایجاد شد(۱۲). خط شکستگی در دندان‌ها به کمک ذره‌بین مشخص شده، سپس قطعات شکسته شده به وسیله چسب رازی (Super glue, Iran) به هم چسبانده شدند. درصورتی که دندان درست نمی‌شکست نمونه مورد نظر حذف می‌شد. پس از تهیه ۴۰ دندان دارای شکستگی، مجدداً از دندان‌ها به کمک سنسورهای CCD وPSP با شرایط هندسی یکسان و مشابه و با همان دو زاویه افقی رادیوگرافی تهیه شد (شکل۱)



شکل ۱- .تهیه رادیوگرافی از دندان‌ها درون استخوان خشک: A. زاویه افقی صفر درجه (ارتو رادیال) . B . زاویه دیستالی ۱۵ درجه (دیستو رادیال)

به تمامی تصاویر کد داده شد وتصاویر تهیه شده مربوط به هر دندان و هر دو زاویه در کنار هم قرار داده شدند. تصاویر دارای شکستگی و بدون شکستگی (در مجموع ۱۶۰ تصویر رادیوگرافی) به شکل تصادفی توسط سه مشاهده‌گر شامل یک نفر رادیولوژیست و دو نفر اندودنتیست که از نحوه اجرای تحقیق مطلع بودند ولی از وجود یا عدم وجود شکستگی، نوع سنسور و زاویه رادیوگرافی اطلاعی نداشتند بر روی یک مانیتور۱۷اینچ LG با رزولوشن ثابت ۹۶۰×۱۲۸۰ با شرایط یکسان از نظر میزان نور محیط و فاصله مشاهده‌گر تا صفحه مانیتور به صورت ۴ پوشه حاوی ۴۰ تصویردوتایی مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۲).



شکل ۲- تصاویر تهیه شده توسط سنسورهای دیجیتال: A,B، تصاویر ارتورادیال و دیستورادیال سنسور PSP. C,D، تصاویر ارتورادیال و دیستورادیال سنسور CCD.

Archive of SID
www.SID.ir

Archive of SID

مطالعات in vitro علاوه بر بازسازی نسبی شرایط کلینیکی، با کنترل عوامل مخدوش‌کننده، دقت سیستم‌های مورد مطالعه به درستی ارزیابی می‌شود. از طرفی تعداد، اندازه و جهت خطوط شکستگی ممکن است در شرایط گوناگون، متفاوت باشند. در این مطالعه، دندان‌ها درون استخوان خشک قرار گرفته، برای بازسازی بهتر شرایط کلینیکی، از لایه‌های موم بعنوان بافت نرم استفاده شد. بعلاوه در صورتی که اشعه ایکس از میان خط شکستگی عبور نکند، شکستگی قابل مشاهده نیست و تهیه رادیوگرافی با زوایای گوناگون مورد نیاز است(۹).

در مطالعه Tsesis و همکاران (۲۰۰۸) که جهت مقایسه توانایی رادیوگرافی دیجیتال و معمولی در کشف شکستگی عمودی در دندان‌های اندو شده پس از خارج کردن از دهان انجام شد نیز اختلافی بین دو سیستم مشاهده نشد. در این مطالعه نیز دندان‌ها با سه زاویه افقی رادیوگرافی شدند که بنابر شواهد احتمال مشاهده خط شکستگی را بیشتر می‌کند(۸). در مطالعه حاضر نیز تصاویر با دو زاویه افقی متفاوت تهیه شدند. با مشاهده خط شکستگی در هر یک از تصاویر صفر یا ۱۵ درجه، دندان شکسته محسوب می‌شد. براساس مطالعه Kamburoğlu و همکاران (۲۰۱۰) بکارگیری نرم‌افزارهای گوناگون مانند کنتراست معکوس و واضح کردن لبه‌های تصویر در توانایی سیستم‌ها برای مشاهده خط شکستگی موثر نیست و به همین دلیل در مطالعه فعلی تنها از امکان بزرگنمایی، تغییر کنتراست و روشنایی تصویر برای مشاهده استفاده شد(۱۴).

در مطالعه Tsesis و همکاران (۲۰۰۸) به جهت خطوط شکستگی اشاره نشده(۸)، ولی در مطالعه Hassan و همکاران (۲۰۰۹) توانایی رادیوگرافی دیجیتال برای تشخیص شکستگی‌های عمودی در جهت مزیودیستالی بسیار کمتر از شکستگی‌های باکولینگوالی تشخیص داده شد(۱۲) که این یافته با یافته‌های مطالعه حاضر همسو می‌باشد. همچنین در این مطالعه مشخص شد که حساسیت و دقت کلی رادیوگرافی دیجیتال داخل دهانی تحت تأثیر اپاسیتی مواد داخل کانال دندان کاهش می‌یابد. در مطالعه فوق دندان‌های دارای شکستگی، در دو گروه دارای پرکردگی کانال و بدون پرکردگی کانال با یکدیگر مقایسه شدند. همچنین آنالیزها نشان داد، گرچه CBCT تکنیک برتری در کشف شکستگی است ولی وجود پرکردگی داخل کانال به علت ایجاد آرتیفکتی که شبیه خطوط شکستگی می‌باشد، ویژگی تکنیک را کاهش می‌دهد، در صورتی که در رادیوگرافی دیجیتال ویژگی تحت تأثیر این عامل قرار نمی‌گیرد(۱۲).

در مطالعه Varshosaz و همکاران (۲۰۱۰) حساسیت و ویژگی CBCT بیشتر از رادیوگرافی دیجیتال با سنسور CCD برآورد شده است و چون دندان‌ها فاقد پرکردگی داخل کانال بودند، تشخیص بطور نسبی آسان‌تر بوده، حساسیت تکنیک‌ها نسبت به مطالعه حاضر میزان بیشتری برآورد شد ه بود(۱۵).

در مطالعه‌ای نیز که توسط Valizadeh و همکاران (۲۰۱۱) انجام شد، CBCT در مقایسه با رادیوگرافی معمولی و دیجیتال در تشخیص شکستگی‌های عمودی ریشه برتر تشخیص داده شد(۱۰).

مطالعه دیگری که توسط Gunduz و همکاران (۲۰۱۳) انجام گرفته نیز این نتیجه را تأیید می‌کند(۴)، اگرچه در تمامی این مطالعات دندان‌ها فاقد پرکردگی کانال یا هرگونه پست یا ماده خارجی بوده‌اند (۴،۱۰،۱۴،۱۵). وجود خط شکستگی، تنها جزء در شکستگی‌های عمودی نیست، بنابراین نمی‌توان از نظر رادیولوژی علائم غیر مستقیم ضایعات استخوانی را آنالیز کرد. این درحالیست که ایجاد آرتیفکت وابسته به مواد خارجی داخل کانال ریشه تأثیر مستقیمی در قدرت تشخیصی CBCT دارد و می‌تواند نتایج مطالعه را تحت تاثیر قرار دهد. اگرچه در تعدادی از مطالعات بر برتری CBCT در تشخیص شکستگی تأکید شده است (۴،۱۰، ۱۲، ۱۵-۱۷) ولی رادیوگرافی دیجیتال ساده، در دسترس‌تر و ارزانتر از CBCT و همواره اولین انتخاب در بیماران مشکوک می‌باشد. در مطالعه Kamburoğlu و همکاران (۲۰۱۰) توانایی سنسور CCD و CBCT (رزولوشن کم) در کشف شکستگی یکسان بوده است(۱۸). همچنین در مطالعه Wenzel و همکاران (۲۰۰۹) نیز قدرت سنسور PSP و CBCT(رزولوشن کم) در مشاهده خط شکستگی به یک میزان برآورد شده است(۱۹).

در مطالعه دیگری نیز، CT اسکن برای کشف شکستگی عمودی در دندان‌های اندو شده پیشنهاد شده است در حالی که دوز بالای CT اجازه استفاده این تکنیک در موارد مشکوک را به راحتی فراهم نمی‌کند(۲۰). اگرچه دوز CBCT در مقایسه بسیار کمتر است ولی همواره چند برابر بیشتر از رادیوگرافی می‌باشد که این امر تجویز آن را فقط به موارد خاصی محدود می‌کند. بنا بر اطلاعات محققین، تاکنون مطالعه‌ای که به تنهایی به مقایسه سنسورهای CCD و PSP

www.SID.ir
Archive of SID

در کشف شکستگی عمودی ریشه در دندان‌های اندو شده پرداخته باشد، موجود نیست. همانگونه که نتایج نشان داد ارزش تشخیصی این دو سنسور دیجیتال تقریباً یکسان بوده، اختلاف آماری معنی‌داری بین آنها وجود ندارد. همچنین امکان دیده شدن خطوط شکستگی مزیودیستالی توسط هر دو سیستم رادیوگرافی کمتر از شکستگی‌های باکولینگوالی است. اگر چه در حال حاضر رادیوگرافی دیجیتال در بسیاری از موارد قادر به تشخیص خط شکستگی می‌باشد، در موارد مشکوک، بررسی سه بعدی دندان توسط CBCT توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری:

توانایی سنسور CCD با PSP در تشخیص شکستگی عمودی ریشه در دندان‌های اندو شده یکسان است. به علاوه هر دو سنسور حساسیت بیشتری در تشخیص شکستگی‌های باکولینگوالی نسبت به شکستگی‌های مزیودیستالی دارند. با توجه به تنوع رسپتورهای دیجیتال و خصوصیات متفاوت آنها، بررسی بیشتر در زمینه‌های گوناگون تشخیصی با تکیه بر توانایی‌های رسپتورها پیشنهاد می‌شود.

تقدیر و تشکر:

بدین وسیله از همکاری بخش رادیولوژیِ دهان و فک و صورت وبخش تخصصی اندودونتیکس واحد دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Cohen S, Hargreves K. Pathway of the pulp. 10th Ed. St Louis: The C.V.Mosby Co. 2011; Chap 1: 27-31.
2. Kositbowornchai S, Nuansakul R, Sikram S, Sinahawattana S, Saengmontri S. Root fracture detection: a comparison of direct digital radiography with conventional radiography. Dentomaxillofac Radiol 2001; 30: 106-109.
3. Andreasen JO, Andreasen FM. Text Book and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth. 4th Ed. Copenhagen: Munskgaard Mosby 1994; Chap 2: 281-284.
4. Gunduz K, Avsever H, Orhan K, Çelenk P, Ozmen B, Cicek E, et al. Comparison of intraoral radiography and cone-beam computed tomography for the detection of vertical root fractures: an in vitro study. Oral Radiol 2013; 29: 6-12.
5. Tamse A. Vertical root fractures of Endodontically treated teeth. In: Ingle J. Nakland L. Naumgratner C. Endodontics. 6th Ed. NC Decker Inc 2008; Chap 20: 676-688.
6. Tamse A. Iatrogenic vertical root fractures in endodontically treated teeth. Endod Dent Traumatol 1988; 4: 190-196.
7. Ludlow JB, Mol A. Digital imaging. In: White SC, Pharoah MJ. Oral radiology, Principles and interpretation. 6th Ed. St. Louis: The C.V. Mosby Co. 2008; Chap7: 78-99.
8. Tsesis I, Kamburoğlu K, Katz A, Tamse A, Kaffe I, Kfir A. Comparison of digital with conventional radiography in detection of vertical root fractures in endodontically treated maxillary premolars: an ex vivo study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008; 106: 124-128.
9. Versteeg CH, Sanderink GC, van der Stelt PF. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. J Dent 1997; 25: 215-224.
10. Valizadeh S, Khosravi M, Azizi Z. Diagnostic accuracy of conventional, digital and Cone Beam CT in vertical root fracture detection. IEJ 2011; 6:15-20.
11. Wenzel A, Kirkevang LL. High resolution charge-coupled device sensor VS. Medium resolution photostimulable phosphor plate digital receptors for detection of root fractures in vitro. Dent Traumatol 2005; 21: 32-36.

Archive of SID
www.SID.ir

12. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, Stelt P, Wesselink PR. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. J Endod 2009; 35: 719-722.
13. Lam EWN. Trauma to teeth and facial structures. In: White SC, Pharoah MJ. Oral radiology, Principles and interpretation. 6th Ed. St. Louis: The C.V. Mosby Co. 2008; Chap 29: 545-548.
14. Kamburoğlu K, Murat M, Pehlivan SY. The effects of digital image enhancement on the detection of vertical root fracture. Dent Traumatol 2010; 26: 47-51.
15. Varshosaz M, Tavakoli MA, Mostafavi M, Baghban AA. Comparison of conventional radiography with cone beam computed tomography for detection of vertical root fractures: an in vitro study. J Oral Sci 2010; 52: 593-597.
16. Bornstein MM, Wolner-Hanssen AB, Sendi P, von Arx T. Comparison of intraoral radiography and limited cone beam computed tomography for the assessment of root- fractured permanent teeth. Dent Traumatol 2009; 25:571-577.
17. likubo M, Kobayashi K, Mishima A, Shimoda S, Daimaruya T, lgarashi C, et al. Accuracy of intraoral radiography, multidetector helical CT, and limited cone-beam CT for the detection of horizontal tooth root fracture. Oral Surg Oral Med Oral pathol Oral Radiol Endod 2009; 108: 70-74.
18. Kamburoğlu K, Murat S, Yűksei SP, Cebeci AR, Horasan S. Detection of vertical root fracture using cone-beam computerized tomography: an in vitro assessment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010; 109: e74-81.
19. Wenzel A, Haiter-Neto F, Frydenberg M, Kirkevang LL. Variable-resolution cone beam computerized tomography with enhancement filtration compared with intraoral photostimulable phosphor radiography in detection of transverse root fractures in an in vitro model. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2009; 108: 939-945.
20. Nair MK, Nair UDP, Gröndahl HG, Webber RL, Wallace JA. Detection of artificially induced vertical radicular fractures using tuned aperture computed tomography. Eur J Oral Sci 2001; 109: 375-379.

Archive of SID

www.SID.ir