

ارزیابی دقت نرم افزار کنتراست معکوس در رادیوگرافی دیجیتال جهت تشخیص

شکستگی عمودی ریشه دندان (in vitro)

دکتر ساندرا مهرعلیزاده^۱ - دکتر پیمان مهرورزفر^۲ - دکتر سیما تقی‌زاده^۳ - دکتر مریم عدالت^۴ - مهشاد محبی^۵

۱- استادیار گروه آموزشی رادیولوژی دهان و فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، تهران، ایران

۲- دانشیار گروه آموزشی اندودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، تهران، ایران

۳- دندانپزشک

۴- دستیار تخصصی گروه آموزشی رادیولوژی دهان و فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، تهران، ایران

۵- دانشجوی دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، تهران، ایران

Reverse contrast enhancement in digital radiography in detection of vertical root fracture (in vitro)Sandra Mehralizadeh¹, Peyman Mehrvarzfar², Sima Taghizadeh³, Maryam Edalat^{4†}, Mahashad Mohebi⁵

1- Assistant Professor, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Tehran Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Department of Endodontics, School of Dentistry, Tehran Islamic Azad University, Tehran, Iran

3- Dentist

4[†]- Post-graduate Student, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Tehran Islamic Azad University, Tehran, Iran (edalat.maryam@yahoo.com)

5- Dental Student, School of Dentistry, Tehran Islamic Azad University, Tehran, Iran

Background and Aims: Diagnosis of vertical root fractures often poses a clinical dilemma. Diagnosis of VRF in intraoral radiographs, except in cases where the beam is perpendicular to the direction of fracture is difficult. Misdiagnosis often leads to wrong decisions about the design of teeth future treatment plan. The aim of this study was to determine the diagnostic accuracy of reverse contrast enhancement options in digital radiography, and to compare it with the original images to find a suitable method to detect vertical root fracture.

Materials and Methods: In this experimental study, digital radiography with phosphor plate detector was taken from 40 extracted single root teeth. From each intact and fractured tooth, the original and reverse contrast images captured and stored. Two expert observers viewed the images twice with an interval of two weeks. Diagnostic criteria (Accuracy, PPV, NPV, Specificity and Sensitivity) in form of absolute and complete for each observer and each images was calculated. Inter and intra observer reliability was obtained using Mc-Nemar test.

Results: No significant differences in inter-observer reliability between the initial appearance and reverse contrast was observed ($P>0.05$), but in view of the intra-observer reliability in two cases, the difference was significant ($P<0.05$). No significant difference in the accuracy, sensitivity, specificity and PPV was observe between the two used images ($P>0.05$), whereas significant difference between the two images was found in NPV index ($P<0.05$).

Conclusion: The use of reverse contrast enhancement option for detection of vertical root fracture did not show significant difference from initial view.

Key Words: Fracture, Digital radiography, Contrast

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2015;28(2):115-21

+ مولف مسوول: نشانی: تهران - خیابان پاسداران - نیستان دهم - دانشکده دندانپزشکی - دانشگاه آزاد اسلامی - گروه آموزشی رادیولوژی دهان و فک و صورت
تلفن: ۰۹۱۲۲۱۱۴۸۴ نشانی الکترونیک: edalat.maryam@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: تشخیص شکستگی عمودی ریشه دندان اغلب یک معضل کلینیکی ایجاد می‌کند. تشخیص آن در کلیشه رادیوگرافی داخل دهانی، جز در مواردی که اشعه عمود بر مسیر شکستگی باشد نیز مشکل است. عدم تشخیص اغلب به تصمیم‌گیری نادرست در مورد طرح درمان آتی دندان منجر می‌شود. هدف از انجام این مطالعه تعیین دقت تشخیصی گزینه نرم‌افزاری کنتراست معکوس رادیوگرافی دیجیتال و مقایسه آن‌ها با تصاویر اولیه جهت یافتن روشی مناسب جهت تشخیص شکستگی عمودی ریشه دندان بود.

روش بررسی: در این مطالعه تشخیصی از ۴۰ دندان تک ریشه خارج شده تصاویر رادیوگرافی با گیرنده Phosphor plate تهیه شد. از هر دندان در حالت سالم و شکسته، تصاویر اولیه و کنتراست معکوس تهیه و ذخیره شد. ۲ مشاهده‌گر با تجربه تصاویر را دو بار و با فاصله دو هفته مشاهده کردند. شاخص‌های تشخیصی (Accuracy, PPV, NPV, Specificity, Sensitivity) به صورت Absolute و Complete برای هر مشاهده‌گر و هر نما محاسبه شد. مقادیر Inter and intra observer reliability توسط آزمون Mc-Nemar به دست آمد.

یافته‌ها: اختلاف آماری معنی‌داری برای Inter-observer reliability در دو نمای اولیه و کنتراست معکوس نشان داده نشد ($P > 0.05$)، ولی در Intra-observer Reliability در دو نمای مورد مشاهده، اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0.05$). برای دقت، حساسیت، ویژگی تشخیصی و PPV در دو نمای مورد استفاده اختلاف معنی‌داری دیده نشد ($P > 0.05$)، در حالی که شاخص NPV اختلاف آماری معنی‌داری را بین دو نما گزارش کرد ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری: کاربرد گزینه نرم‌افزاری کنتراست معکوس جهت تشخیص شکستگی عمودی ریشه اختلافی با نمای اولیه نشان نمی‌دهد.

کلید واژه‌ها: شکستگی، رادیوگرافی دیجیتال، کنتراست

وصول: ۹۳/۰۴/۱۰ اصلاح نهایی: ۹۴/۰۱/۲۰ تأیید چاپ: ۹۴/۰۱/۲۵

مقدمه

استفاده از گزینه‌های نرم‌افزاری مختلف در سیستم دیجیتال نسبت به تصاویر اصلی در تشخیص جزئیات تصویر حاصل مؤثرتر است. اما مطالعات دیگر به ناکارآمدی استفاده از این نرم‌افزارها در تشخیص شکستگی عمودی ریشه اشاره کرده‌اند (۱۳، ۱۴).

امروزه روش‌های تصویربرداری سه بعدی چون Cone beam CT معرفی شده‌اند که بالاترین حساسیت و دقت را در تشخیص شکستگی عمودی ریشه دارند (۱۵، ۱۶). با وجود پیشرفت‌هایی که در سیستم‌های تصویربرداری CBCT ایجاد شده ولی وجود مشکلاتی چون دوز رادیاسیون بالا، قیمت بالای تهیه تصاویر و ایجاد آرتیفکت فلزی، امکان استفاده از آن را محدود کرده است (۱۷-۱۹).

باتوجه به اینکه مطالعه‌ای در ارتباط با دقت تشخیصی گزینه کنتراست معکوس رادیوگرافی دیجیتال با سیستم Phosphor plate در تشخیص شکستگی عمودی ریشه انجام نشده و تناقضات و کاستی‌های موجود در تحقیقات قبلی، هدف از این تحقیق بررسی دقت گزینه نرم‌افزاری کنتراست معکوس در رادیوگرافی دیجیتال PSP در تشخیص شکستگی عمودی ریشه دندان در شرایط آزمایشگاهی انجام بود تا در صورت امکان بتوان روش بهتری جهت تشخیص شکستگی ریشه معرفی کرد.

یکی از دغدغه‌های امروز دندانپزشکی تشخیص رادیوگرافی شکستگی عمودی ریشه (Vertical root fracture) است که از موارد مشکل ساز در درمان و مراقبت دندانپزشکی بوده و نیاز به دقت بالا برای تشخیص دارد (۱). VRF اغلب به دلیل فشارهای ایجاد شده در داخل کانال طی روند پرکردن (به خصوص تراکم جانبی) و یا از طریق سمان پست داخل کانال ایجاد می‌شود (۲) و همیشه سبب ناراحتی مشخص بیمار نمی‌شود اما در طولانی مدت توانایی تخریب پیشرونده الیاف پرپودنتال، استخوان و سایر بافت‌های حمایت کننده را دارد (۳). اگر تشخیص شکستگی‌های عمودی ریشه با موفقیت انجام نشود ترمیم و طرح درمان آتی بیماران دچار مشکلات اساسی خواهد شد (۴-۶). در طی سال‌های اخیر سیستم تصویربرداری دیجیتال به عنوان جایگزینی برای رادیوگرافی با فیلم انتخاب شده است (۷) و طبق مطالعات صورت گرفته دقت تشخیصی سیستم‌های دیجیتال قابل مقایسه با فیلم‌های معمول است (۸، ۹). یکی از مهم‌ترین مزیت‌های سیستم دیجیتال علاوه بر فوایدی مانند کاهش دوز اشعه، کاهش فضای کاری و انتقال تصاویر به صورت الکترونیک، امکان تقویت تصاویر با استفاده از روش‌های Enhancement نرم‌افزاری آن است (۱۰، ۱۱). در مطالعه Alpoz و همکاران (۱۲) نشان داده شده که

روش بررسی

در این مطالعه از ۴۰ دندان تک ریشه سالم خارج شده انسانی، بدون پوسیدگی، ترمیم و شکستگی بودند استفاده شد. ابتدا از دندان‌های گروه سالم تصویر تهیه شد، سپس شکستگی ریشه توسط ترومای مکانیکی یک جسم سخت (چکش) ایجاد شد. دو قطعه شکسته شده توسط چسب فتره‌ای بهم متصل شدند و مجدداً تصویر تهیه شد.

برای تهیه تصاویر از گیرنده Digora optime PSP system (Soredex, Orion Crop, Helsinki, Finland) استفاده شد. تنظیمات سیستم به شرح زیر بود:

1- Digora optime unit for imaging plate read out: Pixel size: 64 μ m (high)- Bit depth: 10 bit gray scale- resolution: 14.3 Lp/mm- Read out time: 4.3-7.5 s

2- Digora imaging plates: size 1 dimension 24 \times 40 pixels- Image size (pixels) 64 μ m 685 \times 1143- Pixels-image size 64 μ m (1053 MB)

نمونه‌ها به صورت جداگانه در استخوان فک انسان قرار گرفتند. گیرنده تصاویر PSP در یک فاصله یکسان با استفاده از فیلم نگهدار ثابت شد و اشعه از سمت فاسیولینگوال عمود بر دندان تابیده شد. فاکتورهای تابش به ترتیب زیر تنظیم شدند:

SOD=20 cm, ROD= 1cm, mA= 8, T= 0.3 S, Kvp= 70

تصاویر در نرم‌افزار Digora optime for windows 2.7 scanora به صورت دو فایل مختلف اولیه (Original) و کنتراست معکوس (Reverse contrast) در کامپیوتر ذخیره شدند.

دو مشاهده‌گر (اندودونتیست و رادیولوژیست دهان و فک و صورت) با تجربه کافی که قبلاً از لحاظ نحوه تشخیص شکستگی آموزش داده و هماهنگ شده بودند، تصاویر را بررسی کردند. شکستگی به صورت

خط رادیولوست بر سطح ریشه در نظر گرفته شد و مشاهده‌گرها از این که شکستگی در چه تعداد از دندان‌هاست اطلاعی نداشتند. تصاویر با استفاده از یک مانیتور ۱۷ اینچ (LCD) در یک اتاق نیمه تاریک مشاهده شدند. فاصله مشاهده‌گرها تا صفحه مانیتور بین ۳۰-۲۰ سانتی‌متر تنظیم شد و محدودیتی در زمان مشاهده اعمال نشد. از یک درجه بندی ۵ قسمتی (به صورت: ۰= قطعاً بدون شکستگی / ۱= احتمالاً بدون شکستگی / ۲= نامشخص / ۳= احتمالاً دارای شکستگی / ۴= قطعاً دارای شکستگی) جهت ثبت استفاده شد.

هر مشاهده‌گر تمام تصاویر را که به صورت تصادفی مرتب شده بودند را مشاهده کرده و نظر خود را در فرم اطلاعاتی ثبت کرد. جهت بررسی دقیق‌تر و برای تعیین Intra observer reliability مشاهده تصاویر با کلیدی شرایط مذکور توسط مشاهده‌گرها دو هفته بعد مجدداً انجام گرفت. از نتایج آزمون Mc-Nemar برای بررسی Inter and Intra observer reliability استفاده شد. همچنین شاخص‌های پنجگانه تشخیصی شامل Positive Predictive Value (PPV)/ Negative Predictive Value (NPV)/ Specificity/ Sensitivity/ Accuracy به صورت Absolute و Complete برای هر روش به طور جداگانه محاسبه و ارزیابی شد.

یافته‌ها

ضریب توافق Inter observer reliability در دو نمای اولیه (۰/۸۵) و کنتراست معکوس (۰/۸۶) اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵). اما اختلاف آماری معنی‌داری در ضریب توافق دو مشاهده‌گر در دو نما نشان داده شد (P<۰/۰۵)، و رادیولوژیست به طور معنی‌دار ضریب توافق بالاتری نسبت به اندودونتیست دارد (جدول ۱).

جدول ۱- محاسبه ضریب توافق (Intra observer agreement coefficient) در تصاویر ارزیابی شده توسط مشاهده‌گرها در تشخیص شکستگی عمودی ریشه در تصاویر اولیه و کنتراست معکوس

تصاویر	مشاهده‌گر	
	اندودونتیست	رادیولوژیست
اولیه	۰/۷۷	۰/۹۳
کنتراست معکوس	۰/۸۱	۰/۹۸

جدول ۲- میزان شاخص‌های تشخیصی (Absolute (Specificity and sensitivity) و Complete و Absolute (Accuracy, PPV, NPV) ارزیابی شده توسط مشاهده‌گرها در تشخیص شکستگی عمودی ریشه در تصاویر اولیه

Absolute		Complete		Absolute		تصاویر اولیه	
Accuracy	PPV	NPV	Specificity	Sensitivity	Specificity		Sensitivity
۸۶/۲۵	۹۳/۹	۸۲/۶	۹۵	۸۰	۹۵	۷۷/۵	رادیولوژیست
۸۱/۲۵	۹۳/۹	۸۷/۲	۹۶	۸۵	۸۵	۷۷/۵	اندودنتیست

جدول ۳- میزان شاخص‌های تشخیصی (Absolute (Specificity and sensitivity) و Complete و Absolute (Accuracy, PPV, NPV) ارزیابی شده توسط مشاهده‌گرها در تشخیص شکستگی عمودی ریشه در تصاویر کنتراست معکوس

Absolute		Complete		Absolute		تصویر با کنتراست معکوس	
Accuracy	PPV	NPV	Specificity	Sensitivity	Specificity		Sensitivity
۸۶/۲۵	۹۱/۴	۸۲/۲	۹۶/۵	۹۷	۹۲/۵	۸۰	رادیولوژیست
۸۳/۷۵	۱۰۰	۸۷/۲	۹۲/۵	۸۵	۸۵	۸۲/۵	اندودنتیست

جدول ۴- میانگین شاخص‌های تشخیصی (Specificity and sensitivity) محاسبه شده به صورت Absolute و Complete ارزیابی شده توسط مشاهده‌گرها در تشخیص شکستگی عمودی ریشه به تفکیک دو نما

Complete		Absolute		تصویر اولیه
Specificity	Sensitivity	Specificity	Sensitivity	
۹۵/۶۲±۳/۱۴	۸۵/۶۲±۹/۶۵	۸۵±۱۲/۴۱	۷۸/۷۵±۱/۴۴	اولیه
۹۲/۱۲±۲/۸۳	۸۵/۶۲±۱/۲۵	۸۵/۶۲±۹/۴۳	۸۱/۲۵±۲/۵	کنتراست معکوس
۰/۱۵۰	۱	۰/۹۳۹	-۸۳۴	P-value

جدول ۵- میانگین شاخص‌های تشخیصی (Absolute (Accuracy, PPV, NPV) ارزیابی شده توسط مشاهده‌گرها در تشخیص شکستگی عمودی ریشه به تفکیک دو نما

Absolute			تصویر
Accuracy	PPV	NPV	
۸۱/۸۷±۵/۰۵	۹۲/۶۵±۱/۴۴	۸۳/۷±۱/۷۴	اولیه
۸۳/۴۳±۴/۱۳	۹۵/۶۲±۲/۹۲	۸۸/۷۵±۳/۱۶	کنتراست معکوس
۰/۶۴۹	۰/۱۱۸	۰/۰۳۱	P-value

تشخیصی به ترتیب برای رادیولوژیست ۸۰، ۹۲/۵، ۸۲/۲، ۹۱/۴ و ۸۶/۲۵ و برای اندودنتیست ۸۵، ۸۲/۵، ۸۷/۲، ۱۰۰ و ۸۳/۷۵ بود (جدول ۳). که بین میزان Accuracy, Sensitivity, Specificity و PPV در دو نمای مورد استفاده اختلاف معنی‌دار نبود ($P > 0.05$) ولی در مورد NPV در نمای کنتراست معکوس تفاوت معنی‌دار نسبت به نمای اولیه مشاهده شد ($P < 0.05$) (جدول ۴ و ۵).

میزان شاخص‌های تشخیصی در حالت Absolute (Accuracy, Positive Predictive Value (PPV), Specificity, Negative Predictive Value Sensitivity, (NPV)) به ترتیب برای رادیولوژیست برابر ۷۷/۵، ۹۵، ۸۲/۶، ۹۳/۹ و ۸۶/۲۵ و برای اندودنتیست برابر ۷۷/۵، ۸۵، ۸۷/۲، ۹۳/۹ و ۸۱/۲۵ در تصاویر اولیه مشاهده شد (جدول ۲). در تصاویر کنتراست معکوس هم شاخص‌های

بحث و نتیجه گیری

اصولاً مطالعات *in vitro* به رغم تلاش جهت همسان سازی با شرایط کلینیکی، معمولاً دچار محدودیت‌هایی است. از جمله اینکه انتشار پرتو X در بافت نرم و استخوان طبیعی مجاور با شرایط آزمایشگاهی متفاوت است و نیز در شرایط بالینی معمولاً پرتوتابی در زوایای دقیق و ثابت آزمایشگاهی انجام نمی‌شود. همچنین احتمال بروز شکستگی در دندان به تعداد و زوایای مختلف و جهات متعدد در ریشه دندان‌ها امکان پذیر است که عموماً قابل تکرار در شرایط آزمایشگاهی نیست.

باتوجه به اهمیت تشخیص به موقع VRF و عواقب ناشی از عدم تشخیص به موقع آن، در این مطالعه دقت تشخیصی دو مشاهده گر با زمینه تخصصی متفاوت، را ارزیابی کردیم.

در این مطالعه از یک پنج قسمتی جهت تشخیص شکستگی عمودی ریشه استفاده شد و شاخص‌ها به دو صورت Complete و Absolute محاسبه شد. بیان شاخص‌ها به صورت Absolute بیانگر قطعیت وجود شکستگی و یا سالم بودن و معادل با معیار دو قسمتی (بله/خیر) در سایر مطالعات است ولی بیان شاخص‌ها به صورت Complete گزینه‌های احتمالات را نیز شامل می‌شود.

هر عملی که سبب بهبود کیفیت، ذخیره یا آنالیز تصویر دیجیتال شود، شکلی از پردازش تصویر محسوب می‌شود. پردازش تصویر در رادیوگرافی دیجیتال شامل روش‌های متنوعی است که در قالب Enhancement های نرم‌افزاری سیستم دیجیتال در اختیار دندانپزشک قرار می‌گیرند. این Enhancement ها شامل تغییر کنتراست Brightness, Pseudo color, Zoom, Noise و Subtraction هستند (۲۰).

ارزش تشخیصی Enhancement های مختلف ارایه شده با نرم‌افزارهای تصویربرداری دیجیتال بحث برانگیز است (۲۵-۲۱، ۱۴، ۱۳، ۱). نه تنها ابزار بهبود سیستم‌های دیجیتال Task specific بوده، بلکه کفایت آن به تجربه، سلیقه و ذهنیت مشاهده گر وابسته است (۱۴، ۱۳). در مطالعه Tofangchiha و همکاران (۱۳) که به مقایسه تصاویر اولیه با Enhancement های نرم‌افزاری دیجیتال (Reverse contrast and colorization) در تشخیص شکستگی عمودی ریشه پرداختند، نتایج نشان داد که تصاویر اولیه

ویژگی و دقت بالاتری نسبت به دو نوع تصویر دیگر داشتند و کمترین حساسیت مربوط به تصاویر Reverse contrast بود. همچنین ضریب توافق Inter observer reliability برای تصاویر اولیه بالاتر از تصاویر Colorized و Reverses contrast بود. در مطالعه حاضر تصاویر کنتراست معکوس به صورت معنی‌دار حساسیت، ویژگی و دقت تشخیص شکستگی را افزایش نداد و همچنین ضریب توافق Inter-observer Reliability در دو نمای اولیه و کنتراست معکوس اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. پس بنابراین جهت تشخیص شکستگی عمودی ریشه گزینه کنتراست معکوس باید به عنوان مکمل

روش تکمیلی مورد توجه قرار گیرد نه روش تشخیصی انحصاری.

در تحقیق Kositbowornchai و همکاران (۱) نیز هیچ گونه بهبود قابل توجهی در تشخیص VRFs با استفاده از نرم‌افزار بزرگنمایی با عملکرد زوم ۱:۱، ۱:۲ و ۲:۱ نداشت. این نتایج مشابه مطالعه دیگری است، که بیان می‌کند که هیچ یک از فیلترهای کاهش Noise استفاده شده در تصاویر دیجیتال، به وضوح تشخیص شکستگی ریشه را بهبود نمی‌بخشد (۲۱). در مطالعه Kamburoglu و همکاران (۲۶) نیز هیچ یک از Enhancement های مورد استفاده برای تشخیص شکستگی عمودی ریشه (Pseudo 3D, Contrast sharpness, Zoom, Reverse) تأثیری بر روی نتایج تشخیصی و Inter and intra observer reliability نداشتند.

در مقابل در مطالعه Lee و همکاران (۲۷) نشان داده شد که استفاده از تصاویر Reverse contrast نسبت به Original دارای ویژگی تشخیص بیشتری است که البته از نظر آماری معنی‌دار نبود ولی تشخیص شکستگی افقی ریشه را تسهیل می‌کند و این نتیجه با نتیجه مطالعه حاضر تا حدی مشابهند.

در مطالعه دیگری از Kamburoglu و همکاران (۲۸) برای تشخیص ضایعات تحلیل داخلی ریشه ایجاد شده با استفاده از انواع مختلف تصویر، تصاویر CCD با کنتراست معکوس در بالاترین درصد از تشخیص صحیح قرار داشتند، با این حال، تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود.

در مطالعه‌ای از Wenzel و همکاران (۲۹) قدرت تشخیصی دو نمای High resolution و Low از دستگاه Icat; Imaging CBCT (science) با Digora®Optime PSP در رابطه با شکستگی افقی

قدرت تشخیصی دندانپزشکان، نسبت به کاربرد تصاویر ساده افزایش یافته بود.

با توجه به نوعی خطای بصری، تحت عنوان (White's effect) که خطای ایجاد شده در مشاهده اشکال خاکستری در زمینه سفید و یا سیاه را مورد بحث قرار می دهد، دیدن یک بار تصاویر در زمینه سیاه رادیوگرافی دیجیتال (Original) و بار دیگر در زمینه سفید (تصاویر با تأثیر گزینه نرم افزاری Reverse contrast) می تواند از نظر ادراک تصاویر و تجربه های قبلی مشاهده کنندگان مؤثر واقع شود (۳۱).

کاربرد نرم افزار کنتراست معکوس در تشخیص شکستگی عمودی ریشه دندان اختلاف آماری معنی داری نسبت به تصاویر اولیه ندارد. برای به دست آوردن بالاترین منافع تشخیصی از ابزارهای Enhancement، محدودیت ها، مزایا و معایب هر سیستم باید به خوبی شناخته شوند. به همین دلیل، مطالعات بیشتری برای ارزیابی اثربخشی Enhancement های گوناگون، برای اهداف تشخیصی مختلف باید انجام شود.

تشکر و قدردانی

این مطالعه از پایان نامه شماره ۱۲۲۵-۱۰ دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران برداشت شده است.

ریشه مقایسه شد. تصاویر با Resolution بالای CBCT، ضمن فراهم کردن حساسیت بالاتر، ویژگی بالاتری نیز داشتند. در حالی که این مقادیر برای تصاویر با Resolution پایین تر CBCT مشابه Digora^R Optime PSP گزارش شد. موارد فوق حاکی از آن است که قدرت تشخیصی سیستم داخل دهانی Digora^R Optime PSP که در مطالعه فعلی نیز مورد استفاده بوده است، با قدرت Resolution پایین تر CBCT، تقریباً برابری کرده و در نتیجه ابزار تشخیصی قدرتمند و مؤثری برای انجام این نوع وظایف تشخیصی به شمار می رود.

به طور کلی ارزیابی های رادیوگرافیک در امر تشخیص کار بسیار حساسی بوده و فاکتورهای مختلفی مشاهده گر را تحت تأثیر قرار می دهد. از جمله: سیستم تصویر برداری (دیجیتال یا فیلم)، خصوصیات مانیتور یا نوع فیلم مورد استفاده، دستکاری تصاویر، شرایط مشاهده و تجربه مشاهده گر (۱). بنابراین علاوه بر روش انتخابی جهت تشخیص ضایعات دندانی، به نظر می رسد شرایط بصری نیز در قدرت تشخیص مشاهده گرها دخیل است. به طور مثال در مطالعه Hintze و Wenzel (۳۰) جهت ارزیابی کیفیت درک دندانپزشکان از تصاویر رادیوگرافی دیجیتال تهیه شده، نشان داده شد که بیشتر دندانپزشکان تصاویر با تغییرات اعمال شده توسط فیلترها را جهت تشخیص ترجیح دادند و

منابع:

- 1- Kositbowornchai S, Sikram S, Nuansakul R, Thikhamrop B. Root fracture detection on digital images: Effect of the zoom function. *Dent Traumatol*. 2003;19(3):154-9.
- 2- Lertchirakarn V, Palamara JE, Messer HH. Patterns of Vertical Root Fracture: Factors Affecting Stress Distribution in the Root Canal. *J Endod*. 2003;29(8):523-8.
- 3- Lustig JP, Tamse A, Fuss Z. Pattern of bone resorption in vertically fractured, endodontically treated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000;90(2):224-7.
- 4- Takeuchi N, Yamamoto T, Tomofuji T, Murakami C. A retrospective study on the prognosis of teeth with root fracture in patients during the maintenance phase of periodontal therapy. *Dent Traumatol*. 2009;25(3):332-7.
- 5- Bornstein MM, Wölner-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(6):571-7.
- 6- Nair MK, Gröndahl HG, Webber RL, Nair UP, Wallace JA. Effect of iterative restoration on the detection of artificially induced vertical radicular fractures by Tuned Aperture Computed Tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003;96(1):118-25.
- 7- Kositbowornchai S, Nuansakul R, Sikram S, Sinhawattana S, Saengmontri S. Root fracture detection: a comparison of direct digital radiography with conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2001;30(2):106-9.
- 8- Syripoulos K, Sanderink GC, Veloers XL, Van Der Stelt PF. Radiographic detection of approximal caries: a compareison of dental film and digital imaging system. *Dentomaxillofac Radiol*. 2000;29(5):308-12.
- 9- Tsesis I, Kamburoglu K, Katz A, Tames A, Kaffe I, Kfire 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(1):124-8.
- 10- Haiter-Neto F, Spinelli Casanova M, Frydenberg M, Wenzel A. Task specific enhancement filters in storage phosphor images from the vistascan system for detection of proximal caries lesions of known size. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009; 107(1):116-21.
- 11- Nair MK, Nair UP. Digital and advanced imaging in endodontics : A review. *J Endod*. 2007;33(1):1-6.
- 12- Alpoz E, Sogur E, Baksi Akdeniz BB. Perceptibility curve test for digital radiography before processing algorithms.

Dentomaxillofac Radiol. 2007;36(8):490-4

13- Tofangchiha M, Bakhshi M, Shariati M, Valizadeh S, Adel M, Sobouti F. Detection of vertical root fractures using digitally enhanced images: reverse-contrast and colorization. *Dent Traumatol.* 2012;28(6):478-82.

14- Kamburoğlu K, Murat S, Pehlivan SY. The effects of digital image enhancement on the detection of vertical root fracture. *Dent Traumatol.* 2010; 26(1):47-51.

15- Bernardes RA, de Moraes IG, Húngaro Duarte MA, Azevedo BC, de Azevedo JR, Bramante CM. Use of cone-beam volumetric tomography in the diagnosis of root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108(2):270-7.

16- Hanning C, Dullin C, Hulsmann M, Heidrich G. Three-dimensional, non-destructive visualization of vertical roof fractures using flat panel volume detector computer tomography: an ex vivo in vitro case report. *Int Endod J.* 2005;38(12):904-13.

17- Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(1):106-4.

18- Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc.* 2006;72(1):75-80.

19- Hassan B, Metska ME, Ozok AR, van der Stelt P, Wesselink PR. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. *J Endod.* 2009;35(5):719-22.

20- Mol A. Image processing tools for dental applications. *Dent Clin N Am.* 2000;44(2):299-318.

21- Brullmann D, Witzel V, Willershausen B, d'Hoedt B. Effect of digital noise filters on diagnostic radiographs for the diagnosis of experimental root fractures. *Int J Comput Dent.* 2008;11(2):107-14.

22- Kositbowornchai S, Basiw M, Promwang Y, Moragorn H, Sooksuntisakoonchai N. Accuracy of diagnosing occlusal caries using enhanced digital images. *Dentomaxillofac Radiol.* 2004;33(4):236-40.

23- Moystad A, Svanaes DB, van der Stelt PF, Grondahl HG, Wenzel A, van Ginkel FC, et al. Comparison of standard and task-specific enhancement of Digora storage phosphor images for approximal caries diagnosis. *Dentomaxillofac Radiol.* 2003;32(6):390-6.

24- Kal BI, Baksi BG, Dundar N, Sen BH. Effect of various digital processing algorithms on the measurement accuracy of endodontic file length. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103(2):280-4.

25- De Araujo EA, Castilho JC, Medici FE, de Moraes ME. Comparison of direct digital and conventional imaging with Ekta Speed Plus and INSIGHT films for the detection of approximal caries. *Am J Dent.* 2005;18(4):241-4.

26- Kamburoglu K, Murat S, Pehlivan S Y. The effects of digital image enhancement on the detection of vertical root fracture. *Dent Traumatol.* 2010;26(1):47-51

27- Lee JU, Kwon KJ, Koh KJ. Diagnostic accuracy of artificially induced vertical root fractures: a comparison of direct digital periapical images with conventional periapical images. *Korean J Oral Maxillofac Radiol.* 2004;34:185-90.

28- Kamburoglu K, Barenboim SF, Kaffe I. Comparison of conventional film with different digital and digitally filtered images in the detection of simulated internal resorption cavities—an ex vivo study in human cadaver jaws. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;105(6):790-7

29- 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(6):939-45.

30- Wenzel A, Hintze H. Perception of image quality in direct digital radiography after application of various image treatments filters for detectability of dental disease. *Dentomaxillofac Radiol.* 1993;22(3):131-4.

31- Howe PD. White's effect: removing the junctions but preserving the strength of the illusion. *Percept London.* 2005; 34(5):557-64.