

بررسی قدرت دو رزولوشن CBCT و رادیوگرافی دیجیتال داخل دهانی CMOS در تشخیص شکستگی عمودی ریشه (In Vitro)

دکتر شیرین سخدری^{#۱}، دکتر مهرنوش قبادی^۲، دکتر لادن حافظی^۳، دکترالناز میکائیلی^۴، دکتر معصومه سعادتی^۴
 ۱- استادیار گروه رادیولوژی دهان و فک و صورت و عضو مرکز تحقیقات جامعه و فک و صورت دانشگاه آزاد اسلامی واحد دندانپزشکی تهران
 ۲- استادیار گروه اندودانتیکس، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دندانپزشکی تهران
 ۳- استادیار گروه رادیولوژی دهان و فک و صورت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دندانپزشکی تهران
 ۴- دندانپزشک

خلاصه:

سابقه و هدف: تشخیص بالینی و رادیوگرافی شکستگی عمودی ریشه همواره با مشکل روبروست. هدف از این مطالعه مقایسه دو رزولوشن بالا و معمولی دستگاه CBCT و سنسور دیجیتال داخل دهانی (CMOS) در تشخیص شکستگی عمودی ریشه می‌باشد. **مواد و روش‌ها:** در این مطالعه تشخیصی که به روش آزمایشگاهی صورت گرفت، ۸۰ دندان تک ریشه انتخاب و پس از آماده سازی، تاج آنها از ۲ میلی متر پایینتر از CEJ قطع شدند. سپس شکستگی عمودی ریشه در ۴۰ دندان ایجاد و ۴۰ دندان بعنوان گروه کنترل در نظر گرفته شد. دندانها در دو مندیبل خشک قرار گرفتند بمنظور شبیه سازی بافت نرم از دو لایه موم استفاده شد و تصویربرداری CBCT با دو رزولوشن معمولی و بالا و همچنین رادیوگرافی با سنسور CMOS از سه زاویه صفر و ± 15 درجه انجام گرفت. ارزش پیش بینی مثبت (PPV) (Positive Predictive Value) و ارزش پیش بینی منفی (NPV) (Negative Predictive Value) برای تکنیک های تصویر برداری با آزمون نسبتها محاسبه شد.

یافته ها: میزان پایایی در تشخیص شکستگی در CBCT معادل ۱۰۰ درصد و میزان پایایی پژوهشگر در کلیشه های رادیوگرافی ۷۵ درصد بود. اختلاف آماری معنی داری در قدرت دو رزولوشن CBCT مشاهده نشد. ولی بین رادیوگرافی با CMOS و CBCT اختلاف معنی دار بود. ($P < 0.07$)

نتیجه گیری: توانایی CBCT در تشخیص شکستگی عمودی بیشتر از رادیوگرافی دیجیتال با سنسور CMOS است و بین رزولوشن های مختلف CBCT در این زمینه اختلافی وجود ندارد.

واژگان کلیدی: رادیوگرافی دندان دیجیتال، توموگرافی کامپیوتری، شکستگی عمودی ریشه، تشخیص

وصول مقاله: ۹۴/۵/۱۸ اصلاح نهایی: ۹۴/۹/۲۲ پذیرش مقاله: ۹۴/۹/۲۲

مقدمه:

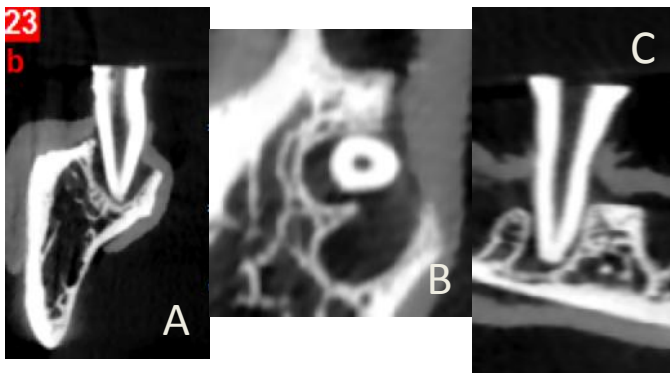
میکند، در صورتیکه اشعه ایکس دقیقاً از بین ترک عبور نکند، خط رادیولوسنت در رادیوگرافی دیده نشده و شکستگی نادیده گرفته میشود. رادیوگرافی داخل دهانی، از روش های در دسترس میباشد که تصاویری با رزولوشن خوب ارائه می‌کند ولی توانایی تشخیص VRF بخصوص در مراحل اولیه را ندارد.^(۷،۸)

سی تی اسکن علی رغم توانایی بیشتر تشخیصی نسبت به رادیوگرافی، بعلت دوز و هزینه ی بالا و در دسترس نبودن، در بیشتر بیماران نامناسب بنظر می‌رسد. در چند سال گذشته روشی بنام Cone Beam Computed Tomography معرفی شده که نسبت به رادیوگرافی داخل دهانی و سی تی

شکستگی عمودی ریشه به ترکی گفته می شود که در امتداد محور طولی ریشه ایجاد شده و معمولاً به داخل پالپ و پرپودنشیوم گسترش می یابد.^(۱) شکستگی عمودی ریشه می تواند به علت های مختلفی از جمله تروما ایجاد شود.^(۲،۳) اما شایع ترین علت شکستگی عمودی ریشه، درمان های دندانپزشکی یا تروژنیک می باشد^(۴)

تشخیص زودهنگام شکستگی عمودی ریشه باعث جلوگیری از صدمات گسترده به بافت های حمایت کننده می شود.^(۵) علائم رادیوگرافیک شکستگی عمودی ریشه، اولین بار توسط Pitts و همکاران بررسی شد.^(۶) شکستگی عمودی معمولاً بصورت باکولینگوالی اتفاق می افتد و از آنجاییکه رادیوگرافی از یک جسم سه بعدی، تصویری دو بعدی تهیه

سپس دندان‌ها در دو مندیبل خشک قرار داده شد. به منظور شبیه‌سازی بافت PDL، دندانها قبل از قرارگیری در ساکت در داخل موم مذاب قرار گرفت و روی تنه مندیبل نیز با دو لایه موم پوشش داده شد. تصاویر CBCT توسط دستگاه New Tom مدل GIANO با شرایط $mA=3.0$ و $kvp=90$ و $field\ of\ view=8\times5$ سانتی متر و با دو رزولوشن بالا ($voxel\ size=0.15$, $exposure\ time=9s$) و رزولوشن معمولی ($voxel\ size=0.3$, $exposure\ time=6.3s$) تهیه شد پس از تهیه تصاویر CBCT از هر دندان سه برش از مقاطع کروئال، آگزیکال و ساژیتال تهیه شد به ترتیبی که خط شکستگی قابل مشاهده باشد و هر سه تصویر از یک دندان در یک صفحه‌ی پاورپوینت با پس زمینه سفید چیده شد (شکل ۲)



شکل ۲- تصاویر CBCT تهیه شده از ریشه دندانها درون حفرات آلوئول مندیبل خشک در سه مقطع ساژیتال، A، آگزیکال، B، و کروئال، C

علاوه بر تصویربرداری سه بعدی، از دندان‌ها رادیوگرافی دیجیتال توسط سنسور داخل دهانی از نوع CMOS (Rayence, Samsung Korea) سایز $۳۱/۵\times ۴۲/۸$ میلی متر، رزولوشن $۱۴/۲$ جفت خط بر میلی متر و ابعاد $۲۶/۰۴\times ۳۶/۰۵$ (active pixel) به روش موازی و به کمک فیلم هولدر با سه زاویه صفر و ± ۱۵ درجه تهیه شد. زمان اکسپوزر $۰/۲$ ثانیه بود و همچنین فاصله تیوب دستگاه تا دندان به طور ثابت ۶ سانتی متر قرار داده شد.

به تمامی تصاویر کد داده شد و تصاویر مربوط به هر دندان جهت مشاهده در کنار یکدیگر قرار گرفت. تصاویر دارای شکستگی و بدون شکستگی (در مجموع ۲۴۰ تصویر

اسکن در تشخیص های دندان‌ی و شکستگی های عمودی ریشه دارای کارایی بیشتر بوده و مقرون به صرفه تر می باشد.^(۸)

دکتورهای CMOS نیز از انواع دکتورهای دیجیتال نیمه رسانا با بیس سیلیکون هستند که اخیراً برای تصویربرداریهای داخل دهانی استفاده میشوند. این دکتورها نسبت به CCD ارزانتر و مقرون به صرفه تر می باشند.^(۸،۹)

درباره مقایسه برتری روشهای تصویربرداری، مطالعات مختلفی صورت گرفته است. در مطالعه Kambungton, da Silveira و Patel و همکارانشان تفاوتی میان رادیوگرافی دیجیتال و CBCT در تشخیص شکستگی عمودی ریشه مشاهده نشد^(۹-۱۱) در حالیکه ولیزاده، ورشوساز و خدمت و همکارانشان^(۱۲-۱۴) توانایی CBCT را بیشتر از رادیوگرافی داخل دهانی گزارش کردند. بهمین دلیل در این تحقیق بر آن شدیم تا بار دیگر به مقایسه این دو تکنیک تصویربرداری در زمینه تشخیص شکستگی عمودی ریشه بپردازیم.

مواد و روش ها:

در این مطالعه ی تشخیصی از ۸۰ دندان کشیده شده سالم تک ریشه به استثنای دندان های سانتال و لترال مندیبل که فاقد ترک و ماده پرکردنی بودند استفاده شد. قبل از شروع کار همه ی دندان ها در هیپوکلریت خانگی قرار داد شدند تا از بقایای بافت نرم پاک شوند. سپس تاج همه ی دندان ها از ۲ میلی متری CEJ قطع شد. کانال همه ی دندان ها با K file استنلس استیل تا شماره ی ۶۰ فایل شده و در بین تعویض فایل ها با هیپوکلریت سدیم ۲ درصد شستشو داده شد. سپس در ۴۰ دندان شکستگی عمودی ریشه توسط نیروی فورسپس و چکش ایجاد شد و قطعات شکسته توسط چسب قطره ای به هم چسبانده شد. ۴۰ دندان دیگر به صورت دست نخورده به عنوان گروه کنترل در نظر گرفته شدند. وجود شکستگی های ایجاد شده توسط متیلن بلو ۱٪ تأیید شدند (شکل ۱)



شکل ۱- چگونگی رنگ پذیری شکستگی ها توسط متیلن بلو

نتایج مشاهدات درباره CBCT با رزولوشن معمولی در جدول ۲ ارائه شده است و نشان می دهد که P.P.V این روش ۶۸ درصد می باشد. همچنین N.P.V در این گروه از تصاویر برابر ۹۴/۳ درصد بود.

جدول ۲ - توزیع نمونه ها بر حسب تشخیص شکستگی در تصاویر تهیه شده توسط CBCT با رزولوشن معمولی

جمع	شکستگی عمودی (gold standard)		تشخیص شکستگی در CBCT با رزولوشن معمولی
	ندارد تعداد(درصد)	دارد تعداد(درصد)	
۳۵	(۹۴)۳۳	(۵/۷)۲	ندارد
۴۵	(۳۱)۱۴	(۶۸/۸)۳۱	دارد

نتایج بر حسب شکستگی عمودی در تصاویر رادیوگرافی با سنسور CMOS در جدول شماره ۳ ارائه شده است و نشان میدهد که P.P.V این روش ۷۴/۳ درصد است. همچنین N.P.V در این گروه از تصاویر برابر ۶۱ درصد بود.

جدول ۳ - توزیع نمونه ها بر حسب تشخیص شکستگی در تصاویر تهیه شده با سنسور دیجیتال CMOS

جمع	شکستگی عمودی (gold standard)		تشخیص شکستگی در رادیوگرافی دیجیتال
	ندارد تعداد(درصد)	دارد تعداد(درصد)	
۴۱	(۷)۲۵	(۳۹)۱۶	ندارد
۳۹	(۲۵/۶)۱۰	(۷۴/۳)۲۹	دارد

در جدول ۴ یافته ها بر حسب تشخیص صحیح و ناصحیح به تفکیک روش های تصویربرداری ارائه شده است و نشان می دهد که کمترین تشخیص ناصحیح مربوط به CBCT با رزولوشن معمولی با ۲۰ درصد خطا و پس از آن CBCT با رزولوشن بالا با ۲۱/۳ درصد خطا و بیشترین خطا برای رادیوگرافی دیجیتال با ۳۲/۵ درصد است. آزمون نسبت ها نشان داد که بین دو روش CBCT اختلاف معناداری وجود

رادیوگرافی) در ۸۰ پوشه تنظیم شدند و به شکل تصادفی توسط یک نفر رادیولوژیست فک و صورت در یک اتاق نیمه تاریک بر روی یک مانیتور ۱۸ اینچ LG و با رزولوشن ۱۰۲۴×۱۲۸۰ Pixel مشاهده شدند. (شکل ۳) مشاهده گر بین دو گزینه قطعاً شکسته و قطعاً سالم حق انتخاب داشت. کنتراست و دانسیته تصاویر قابل تغییر بود و محدودیتی در زمان مشاهدات اعمال نشد. پس از جمع آوری اطلاعات، داده ها آنالیز و ارزش پیش بینی (PPV) (Positive Predictive Value) و ارزش پیش بینی منفی (NPV) (Negative Predictive Value) برای تکنیک های تصویر برداری با آزمون نسبتها محاسبه شد.

یافته ها:

در این مطالعه ی آزمایشگاهی از ۸۰ دندان سالم استفاده شد و تقریباً در نیمی از دندان ها شکستگی به وسیله چکش ایجاد و تصاویر تهیه شده با دو رزولوشن مختلف CBCT و رادیوگرافی دیجیتال مورد بررسی قرار گرفت.

میزان پایایی یا Reliability برای تشخیص شکستگی در کلیشه های CBCT، ۱ (۱۰۰٪) و میزان Reliability پژوهشگر در کلیشه های رادیو گرافی دیجیتال ۷۵٪ بود که قابل قبول می باشد.

نتایج مشاهدات در جدول ۱ مشاهده می شود. بر این اساس P.P.V برای تصاویر CBCT با رزولوشن بالا ۷۵٪ برآورد شد. همچنین N.P.V در این روش ۸۴/۳٪ برآورد شد.

جدول ۱ - توزیع نمونه ها بر حسب تشخیص شکستگی در تصاویر تهیه شده توسط CBCT با رزولوشن بالا

جمع	شکستگی عمودی (gold standard)		تشخیص شکستگی در CBCT با رزولوشن بالا
	ندارد تعداد(درصد)	دارد تعداد(درصد)	
۳۲	(۸۴/۳)۲۷	(۱۵/۶)۵	ندارد
۴۸	(۲۵)۱۲	(۷۵)۳۶	دارد

درمقایسه ی بین FOV (field of view) های مختلف CBCT در تشخیص شکستگی افقی ریشه، مطالعه ای که توسط Kamburoglu انجام شد^(۱۵) نتیجه ای مشابه با مطالعه ی ما داشت و اختلافی بین رزولوشن های مختلف در تشخیص شکستگی دیده نشد. همچنین در مطالعه ی دیگری توسط همین محقق، کارایی دو رزولوشن بالا از دودستگاه مختلف CBCT، در تشخیص شکستگی عمودی ریشه یکسان و برتر از رادیوگرافی دیجیتال داخل دهانی برآورد شد.^(۱۶)

در مطالعه ای که در سال ۲۰۱۲ توسط Kamburton و همکاران انجام شد^(۹)، مقایسه ی بین CBCT و رادیوگرافی دیجیتال تفاوتی را در تشخیص شکستگی نشان نداد و این یافته برخلاف نتایج مطالعه ی ما میباشد.

جهت خطوط شکستگی ممکن است نتیجه مطالعه را تحت تأثیر قرار دهد. در مطالعه ی فوق شکستگی های ایجاد شده در جهت باکولینگوال بوده و فقط سه خط شکستگی در جهت مزیدویتال قرار گرفته بود. بنظر می رسد اگر تعداد بیشتری از خطوط شکستگی در جهت مزیدویتالی ایجاد شده بود، قدرت تشخیص CBCT بالاتر برآورد می شد. هم چنین دور چرخش دستگاه CBCT در مطالعه فوق نیم دایره بوده است که میتواند موجب noise بیشتر و در نتیجه وضوح کمتر تصاویر شده باشد. از طرفی ضخامت لایه برش در مطالعه ی فوق ۱/۵ میلی متر بود درحالیکه در مطالعه ما برای افزایش دقت، ضخامت لایه ها برای ۰/۱۵ و ۰/۳ میلی متر تنظیم شده بود.

در مطالعه ای که توسط Patel و همکاران انجام گرفت، بین CBCT و رادیوگرافی دیجیتال در تشخیص VRF در دندان های اندو شده، هیچ تفاوتی مشاهده نشد^(۱۱). یکی از دلایلی که باعث کاهش توانایی CBCT در این مطالعه شده است احتمالاً وجود ماده پرکردگی داخل ریشه بوده است که با ایجاد آرتیفکت، حساسیت CBCT را در پیدا کردن VRF کاهش داده است. کمتر بودن حساسیت و بیشتر بودن ویژگی رادیوگرافی نسبت به CBCT در این مطالعه نیز تاییدی بر نقش ماده پرکردگی ریشه در تشخیص VRF در تکنیکهای مختلف می باشد.

ندارد ($P < ۰/۹$)، درحالیکه بین تصویربرداری با سنسور دیجیتال CMOS و تصاویر تهیه شده با CBCT در هر دو رزولوشن بالا و معمولی اختلاف معنی دار است ($P < ۰/۰۷$).

جدول ۴ - توزیع نمونه ها بر حسب تشخیص صحیح و ناصحیح به تفکیک روش های تصویربرداری (CBCT و دیجیتال رادیوگرافی)

تشخیص روش تشخیص	ناصحیح	صحیح
	F.P+F.N تعداد(درصد)	T.P+T.N تعداد(درصد)
CBCT (رزولوشن بالا)	۱۷ (۲۲/۲۵)	۶۳ (۷۸/۷۵)
CBCT (رزولوشن معمولی)	۱۶ (۲۰)	۶۴ (۸۰)
رادیوگرافی دیجیتال	۲۶ (۳۲/۵)	۵۴ (۶۷/۵)

بحث:

تشخیص زودهنگام شکستگی عمودی ریشه امری ضروری در جلوگیری از درمان مجدد و تحلیل وسیع استخوان است. همچنین، پی بردن به وجود شکستگی از آنجاییکه طرح درمان را تحت تأثیر قرار می دهد بسیار مهم می باشد. نتایج این مطالعه نشان داد که بین دو نوع رزولوشن CBCT در تشخیص شکستگی عمودی ریشه اختلاف آماری معنی داری وجود ندارد، در حالیکه در توانایی تشخیص شکستگی بین رادیوگرافی دیجیتال و CBCT اختلاف معنی دار و عملکرد CBCT بسیار بهتر بود.

در مطالعه ای که توسط ورشوساز و همکاران در سال ۲۰۱۰ انجام گرفت نیز مانند مطالعه ی ما مقایسه ی بین رادیوگرافی دیجیتال و CBCT نشان داد که قدرت تشخیص CBCT بسیار بیشتر از رادیوگرافی معمولی است.^(۱۳)

همچنین در مطالعه ای که توسط خدمت و همکاران صورت گرفت، CBCT نسبت به رادیوگرافی دیجیتال و سی اسکن معمولی در دندان های فاقد پرکردگی ریشه، حساسیت بیشتری در تشخیص شکستگی عمودی ریشه دارا بود.^(۱۴) در مطالعه ای که توسط ولی زاده و همکاران^(۱۲) انجام گرفت نیز، مانند مطالعه ما بین رادیوگرافی دیجیتال و CBCT تفاوت آشکاری در تشخیص شکستگی عمودی ریشه مشاهده شد.^(۱۲)

تأثیر عوامل مختلفی مثل زاویه و زمان تابش، حساسیت رسیپتور، processing تصویر، شرایط مشاهده‌ی تصاویر (viewing condition) و همچنین وجود ضایعات می باشد (۱۲).

تصاویر رادیوگرافی دیجیتال بزرگنمایی زیادی دارند و همین بزرگنمایی می‌تواند باعث کاهش رزولوشن و تأثیر روی نتایج مشاهدات و نتیجتاً افزایش پاسخ‌های مثبت کاذب شود. در مطالعه ما اکثر شکستگی‌ها در جهت مزودیستال بودند و این امر باعث کاهش نسبی قدرت رادیوگرافی دیجیتال نسبت به CBCT در کشف شکستگی‌ها شد. از طرفی در این مطالعه voxel size برای مقاطع با رزولوشن بالا ۰/۱۵ میلی متر و برای مقاطع با رزولوشن معمولی ۰/۳ میلی متر در نظر گرفته شد و تصاویر در سه پلان آگزیکال، کرونال و سائیتال بدون هیچگونه سوپرایمپوزیشنی مشاهده شدند.

در حال حاضر روی تکنیک‌هایی کار می‌شود که میزان اکسپوزر اشعه را کاهش دهد (۱۹). می‌دانیم که FOV و voxel size بر روی کنتراست و وضوح تصاویر موثر است. همچنین تعداد دندان‌ها و شرایط آزمایشگاهی، نوع دندان و نوع دستگاه می‌تواند در نتیجه مطالعات تأثیر گذار باشد (۱۵، ۱۸). در این مطالعه دندان‌ها فاقد ماده‌ی پرکردگی بودند که این امر موجب بالا بودن نسبی حساسیت تشخیص CBCT نسبت به شرایطی می‌شود که دندان دارای ماده پرکردگی می‌باشد. استفاده از رادیوگرافی دیجیتال هم‌چنان اولین قدم در تشخیص شکستگی‌های عمودی ریشه است، بویژه زمانی که دندان دارای پرکردگی کانال باشد. انواع سنسورهای دیجیتال نیز توانایی‌های نسبتاً مشابهی در این خصوص دارا می‌باشند (۲۰).

زوایای مختلف مشاهده در تصاویر CBCT بر خلاف تصاویر دو بعدی امکان کشف خطوط شکستگی را براحتی فراهم کرده و جهت شکستگی اثری بر قدرت تشخیصی آن ندارد. تصاویر سه بعدی بر مشکلاتی مثل بزرگنمایی، بد شکلی و سوپر ایمپوزیشن نیز غلبه کرده است. اما معایبی چون قیمت و دوز بالای اشعه همچنان وجود دارد. بکمک CBCT، تنها با کمی

در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۳ توسط da Silveira و همکاران انجام شد، اسکن‌های CBCT همانند مطالعه ما با رزولوشن‌های مختلف (۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ میلی متر) تهیه شده و در این مطالعه نیز مشخص شد که حساسیت CBCT در وکسل‌سایز ۰/۲ میلی متر بیشتر از سایر رزولوشن‌ها و همچنین رادیوگرافی است (۱۲). اگرچه بر خلاف مطالعه‌ی مابین اختلاف معنا دار نبود. در مطالعه Wenzel و همکاران در سال ۲۰۰۹ نیز، رزولوشن‌های مختلف CBCT در کشف شکستگی عمودی با یکدیگر متفاوت بودند و رزولوشن ۰/۱۲۵ نسبت به رزولوشن ۰/۲۵ میلی متر و رادیوگرافی دیجیتال بسیار بهتر بود (۱۷).

دستگاه‌های CBCT در توانایی نمایش جزئیات آناتومیک و در نتیجه در تشخیص شکستگی‌های عمودی متفاوت اند. این امر می‌تواند بعلاوه اختلاف در توانایی ذاتی سیستم مانند نوع دتکتور باشد و یا به دیگر عوامل مثل تنظیمات بیمار، پارامترهای مورد استفاده در بازسازی تصاویر و یا انتخاب fov و وکسل‌سایز مرتبط باشد (۱۸). به همین دلیل در بعضی مطالعات، قدرت یک سیستم سه بعدی با رادیوگرافی دیجیتال در تشخیص شکستگی عمودی یکسان برآورد شده است. در تصاویر CBCT در این مطالعه نمای آگزیکال تصویر بهتری برای مشاهده‌ی شکستگی فراهم کرد و در مطالعه‌ی Hassan و همکاران نیز مانند مطالعه‌ی ما به این امر اشاره شده است (۱۸).

تصاویر رادیوگرافی دیجیتال سبب بهبود قابلیت دیداری و افزایش صحت تشخیص می‌شوند. استفاده از رادیوگرافی دیجیتال در این مطالعه منجر به تهیه تصاویر داینامیک شد که به راحتی قابلیت تغییر در کنتراست و روشنایی در آنها وجود داشت و این امر به تشخیص بهتر کمک نمود.

مشکلات بسیاری برای تشخیص با رادیوگرافی دو بعدی وجود دارد، از جمله اینکه جهت پرتوهای ایکس باید دقیقاً به طور موازی از بین خط شکستگی عبور کنند. همچنین سوپرایمپوز شدن ساختارهای آناتومیک باعث ایجاد خطا و مشکل در تشخیص می‌شود و همچنین تصاویر تنها در دو جهت بررسی می‌شوند. بعلاوه تشخیص بر مبنای رادیوگرافی دیجیتال تحت

References:

1. Ingle JI, Bakland LK, Baumgartner JC. Endodontics. 6nd ed. Hamilton: BC Decker Inc; 2008.P: 676-689
2. Yeh CJ. Fatigue root fracture: a spontaneous root fracture in non-endodontically treated teeth. Br Dent J 1997;182(7):261-6
3. Bender IB, Freedland JB. Adult root fracture. J Am Dent Assoc 1983;107(3):413-419.
4. Cohen S, Hargreves K. Pathway of the pulp. 10nd ed. St Louis: CV Mosby Co; 2011. P: 27-31.
5. Tamse A, Kaffe I, Lustig J, Ganor Y, Fuss Z. Radiographic features of Vertically fractured endodontically treated mesial roots of Mandibular molars. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006;101(6):797-802
6. Pitts DL, Natkin E. Diagnosis and treatment of vertical root fractures. J Endod 1983; 9(8): 338-46
7. Hannig C, Dullin C, Hulsmann M, Heidrich G. Three-dimensional, nondestructive visualization of vertical root fractures using flat panel volume detector computer tomography: an ex vivo in vitro case report. Int Endod J 2005; 38: 904-13.
8. White SC, Pharaoh MJ. Oral Radiology: Principle & Interpretation. 6nd ed. St. Louis: Mosby Inc; 2009. P:78-80
9. Kambungton J, Janhom A, prapayasatok S , pongsirriwe S. Assessment of vertical root fractures using three imaging modalities Cone beam CT, intraoral digital radiography and film. Dentomaxillofac Radiol 2012;41(2):91-5.
10. da Silveira PF1, Vizzotto MB, Liedke GS, da Silveira HL, Montagner F, da Silveira HE. Detection of vertical root fractures by conventional radiographic examination and cone beam Computerized tomography- an in vitro analysis. Dent Traumatol 2013;29(1):41-6
11. Patel S, Brady E, Wilson R, Brown J, Mannocci F. The detection of vertical root fracture in root filled teeth with periapical radiographs and CBCT scans. Int Endod J 2013;46(12):1140-52
12. 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.
13. 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(4): 593-7.
14. Khedmat S, Rouhi N, Drage N, Shokouhinejad N, Nekoofar MH. Evaluation of three imaging techniques for the detection of vertical root fractures in the absence and presence of gutta-percha root fillings. Int Endod J 2012;45(11):1004-9

افزایش دوز میتوان اطلاعات مفیدی از لحاظ کیفیت و کمیت بدست آورد. (۱۵،۱۳،۱۲)

شکستگی عمودی در اغلب موارد منجر به کشیده شدن دندان میشود و تشخیص اولیه آن بسیار مهم است. معمولاً در شرایط کلینیکی ادم و بافت گرانولیشن باعث جابجایی قطعات و سهولت تشخیص می‌شود^(۲۱) در حالیکه در مطالعات آزمایشگاهی هیچ تلاشی برای جابجایی قطعات نشده و قطعات محکم بیکدیگر چسبانیده می‌شوند^(۱۷،۱۶).

در مجموع، در صورتیکه علائم کلینیکی شکستگی وجود داشت باید ابتدا از رادیوگرافی داخل دهانی استفاده شود و بهتر است که رادیوگرافی با چند زاویه ی مختلف انجام گیرد. در صورتیکه تشخیص نهایی همچنان مورد سوال بود، باید از CBCT کمک گرفته شود.

نتیجه گیری: نتایج این مطالعه نشان داد دو رزولوشن مختلف CBCT در تشخیص شکستگی عمودی توانایی یکسانی دارند در حالیکه مجموعاً CBCT در این خصوص بسیار بهتر از رادیوگرافی دیجیتال با سنسور CMOS است.

تقدیر و تشکر: بدین وسیله از همکاری بخش رادیولوژی دهان و فک و صورت واحد دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تشکر و قدر دانی می‌شود.

15. Kamburoglu K, Onder B, Murat S, Avsever H, Yüksel S, Paksoy CS. Radiographic detection of artificially created horizontal root fracture using different cone beam CT units with small fields of view. *Dentomaxillofac Radiol* 2013; 42(4): 250-61
16. Kamburoglu K, Murat S, Ykse 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(2): 74-81
17. 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.
18. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, Van der stelp P, wesselink PR. Comparison of five Cone beam Computerized tomography systems for the detection of vertical root fractures. *J Endod* 2010; 36(1): 126-9
19. Mora MA, Mol A, Tyndall DA, Rivera EM. Effect the number of basis images on the detection of longitudinal tooth fractures using local computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36(7):382-6.
20. Sakhdari SH, Mehrvarzfar P, Safari S, Pazhutan M. Comparison of Charged-coupled Device with Photostimulator Phosphor in detection of VRF. *J dent Sch Shahid Beheshti Univ Med Sci* 2014; 31(4):213-9
21. Kondylidou-Sidira A, Fardi A, Giannopoulou M, Parisi N. Detection of experimentally induced root fractures on digital and conventional radiographs an in vitro study. *Odontology* 2013; 101(1): 89-95