مقایسه دقت رادیوگرافی معمولی و دیجیتالی در تعیین طول کارکرد کانال

دکتر مریم جاویدی*#، دکتر آلاله شجاع رضوی، دکتر حبیب الله اسماعیلی*****

* استادیار گروه اندودانتیکس دانشکده دندانپزشکی و مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

** دندانپزشک

*** استادیار گروه پزشکی اجتماعی و بهداشت دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

تاریخ ارائه مقاله : ۸۴/۹/۶ - تاریخ پذیرش : ۸۵/۱/۲۷

Title: A comparison between conventional and digital radiography in estimating the working length of root canal

Authors:

Javidi M. Assistant Professor*#, Shoja Razavi A. Dentist, Esmaieli H. Assistant Professor**

Address:

* Dept of Endodontics, School of Dentistry and Dental Research Center of Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

** Dept of Community Medicine and Public Health, School of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.

Introducation:

The importance of determining working length in root canal therapy is clear for each clinician, and conventional radiography has been the technique of choice so far. But developing computerized technology in radiology and it's show up devices in the market, having several advantages, makes the tendency to use such technology more and more. Despite the many studies in this field, the accuracy of these devices is still unclear. The purpose of this study was to compare the accuracy of conventional radiography and digital radiography in order to estimate the working length of root canal.

Materials & Methods:

For this in experimental vitro study 17 root canals of maxillary and mandibular molar teeth on human skulls were selected. Size #15 files were placed in canals in order to assess working length. Then two radiography were taken from each canal: one using conventional and the other one using digital technique, through parallel method of radiation accomplished by special positioning devices. Next the teeth were extracted and real working length was determined. After that two independent observers estimated working length in both conventional and digital radiographs. Finally the mean working lengths of each group were compared with the real amounts using paired t-test analysis. In all tests a significance level of 0.05 was determined.

Results:

Statistical analysis revealed that digital radiography was more accurate than conventional radiography in determining the working length (P=0.019).

Conclusion:

Due to the greater accuracy and other advantages of digital radiography, this method is strongly recommended, regarding the similarities between the study and clinical situation for working length determination

Key words:

Digital radiography, conventional radiography, working length.

 # Corresponding Author: m-javidi-endo@yahoo.com

Journal of Dentistry. Mashhad University of Medical Sciences, 2006; 30: 33-40.

چکیده

مقدمه:

اهمیت تعیین طول کارکرد در درمان ریشه برای هر دندانپزشکی واضح است و تاکنون رادیوگرافی معمولی، تکنیک انتخابی این کار بوده است. ولی پیشرفت فناوری رایانه ای در رادیولوژی و به بازار آمدن دستگاههای رادیوگرافی دیجیتال، با مزایای متعدد تمایل به استفاده از این فناوری را بیشتر و بیشتر می کند. علیرغم مطالعات متعدد در این زمینه، دقت این دستگاه ها هنوز

 # مولف مسؤول، آدرس: مشهد دانشکده دندانپزشکی، بخش اندودانتیکس، تلفن ۱۷ - ۸۸۲۹۵۰۱ - ۰۵۱۱

نامشخص است. هدف از انجام این مطالعه، مقایسه دقت رادیوگرافی معمولی و دیجیتال به منظور تعیین طول کارکرد کانال ریشه ای بود.

مواد و روش ها:

در این مطالعه تجربی آزمایشگاهی، ۱۷ کانال از دندانهای مولر فک بالا و پایین جمجمه انسان انتخاب و با فایل شماره ۱۵ برای اندازه گیری طول کارکرد فایل گذاری شدند. سپس دو رادیوگرافی، یکی با استفاده از تکنیک معمولی و دیگری با تکنیک دیجیتالی به روش موازی تاباندن پرتو بوسیله ابزارهای ویژه تثبیت کننده موقعیت (Xcp) از هر کانال تهیه شدند. در مرحله بعد دندانها کشیده و طول کارکرد واقعی تعیین شد. سپس از دو مشاهده گر مستقل برای تعیین طول کارکرد در هر دو تکنیک کمک گرفته شد. در آخر میانگین طول کارکرد در هر گروه با میزان واقعی آن با کمک آزمون t زوجی مورد مقایسه قرار گرفت. سطح معنی داری در آزمون ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها:

بررسی های آماری نشان دادند که رادیوگرافی دیجیتال در تعیین طول کارکرد از رادیوگرافی معمولی دقیق تر است (P=۰/۰۱۹).

نتیجه گیری:

با توجه به دقت بیشتر و سایر مزایای رادیوگرافی دیجیتال، استفاده از این روش برای تعیین طول کارکرد، با در نظر گرفتن مشابهت های میان این مطالعه و موقعیت بالینی، مناسب می باشد.

واژه های کلیدی:

رادیوگرافی دیجیتال، رادیوگرافی معمولی، طول کارکرد.

مجله دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد / سال ۱۳۸۵ جلد ۳۰ / شماره ۱و۲

مقدمه:

بطور کلی از اهداف انجام یک درمان ریشه موفق، یافتن تمامی کانالهای ریشه ای دندان و تخلیه آنها از پالپ عفونی، میکروارگانیسم ها و پاکسازی دیواره های عاجی است. جهت انجام این مهم ابتدا باید طول کارکرد بطور دقیق مشخص شود تا تمامی مراحل بر پایه آن بطور صحیحی انجام شود. در غیراینصورت عفونت در کانال باقی می ماند و یا تحریک ناحیه پری آپیکال ناشی از فایلینگ با طول نامناسب رخ می دهد[۱].

تاکنون تکنیک انتخابی برای تعیین طول کارکرد، رادیوگرافی معمولی بوده است. ولی فناوری جدید رایانه ای در علم رادیولوژی انقلابی را در دستگاه های رادیوگرافی بوجود آورده است. دستگاه های رادیوگرافی دیجیتال تقریباً از دهه ۱۹۷۰ به بازار آمده اند و راهی طولانی را در مسیر تکاملی خود طی کرده اند و امروزه این دستگاه ها محاسنی دارند که بطور مشهودی آنها را از دستگاه های معمولی متمایز می سازند از جمله: حذف فیلم رادیوگرافی استاندارد و پروسه شیمیایی لازم برای ظهور و ثبوت آن، کاهش آشکار در زمان تابش که در مقایسه با فیلم های رایج دندانپزشکی تا ۹۰٪ کاهش در مدت زمان تابش را می توان انتظار داشت[۱]، دسترسی سریع به تصویر جهت نمایش، انتقال، ذخیره سازی سریع، امکان حصول اطلاعات بیشتر با استفاده از امکانات پردازش تصویر توسط رایانه و کاهش Noise تصویر که همگی می توانند دلایل موجهی بر استفاده از فناوری دستگاههای رادیوگرافی دیجیتال در دندانپزشکی و بخصوص هنر اندودنتیکس باشند[۲]. با وجود تمامی مطالب ذکر شده، در مورد دقت رادیوگرافی های دیجیتال هنوز تردید وجود دارد. مطالعات زیادی پیرامون مقایسه دقت رادیوگرافی معمولی و دیجیتال به ویژه در تعیین طول کارکرد در اندودنتیکس وجود دارد ولی در بین این مطالعات تعداد محدودی به نتایج

روشنی دست یافته اند و بقیه تفاوت معنی داری را بین این دو روش ذکر نمی کنند.

مطالعه ای در سال ۱۹۸۷، توسط برخوردار و همکارانش برای ارزیابی رادیوگراف های معمولی و زرورادیوگراف ها در تخمین طول در اندودنتیکس انجام شد. در تمامی گروهها، اطلاعات تشخیص حاصل از زرورادیوگرافی بطور معنی داری نسبت به معمولی بیشتر بود که بدلیل ذکر شده و دوز کمتر تابش به بیمار، بر استفاده از زرورادیوگرافی تاکید شد[۳].

مطالعه دیگری در سال ۱۹۹٤ توسط Hedrick و همکارانش برای تعیین طول کانال با استفاده از رادیوگرافی دیجیتال مستقیم در برابر رادیوگرافی معمولی انجام شد. از نظر آماری تفاوت معنی داری بین روش دیجیتال مستقیم و رادیوگراف های معمولی در تخمین طول اندازه گیری بدست نیامد[٤].

همچنین در سال ۲۰۰۲ مطالعه ای توسط Lozan و همکارانش انجام شد و یک مقایسه آزمایشگاهی میان رادیوگرافی دیجیتال و معمولی برای اندازه گیری کانال ریشه به انجام رسید و نتیجه حاصل دقت روش معمولی را بیشتر نشان داد. سیستم های دیجیتال تنها در فایل ۱۵ بهبود در ارزش همبستگی با اپکس را نشان می دادند. نهایتاً این تحقیق تاکید دارد که همچنان رادیولوژی معمولی تکنیک انتخابی در تخمین طول کانال بحساب می آید ولی تکنیک دیجیتال هم نتایج خوبی را با فایل شماره ۱۵ نشان می دهد[۵].

بنظر می رسد که انجام مطالعه ای در این زمینه با رعایت مشابهت با شرایط بالینی لازم باشد، که دقت رادیوگرافی دیجیتال را تحت شرایط نزدیک به شرایط بالینی ارزیابی نماید. هدف از این مطالعه مقایسه دقت رادیوگرافی معمولی و دیجیتال در تعیین طول کارکرد کانال بود.

مواد و روش ها:

مطالعه حاضر یک مطالعه کارآزمایی آزمایشگاهی می باشد که بر روی ۱۷ کانال ریشه انجام گرفته است. همه مراحل آزمایش در مرکز تحقیقات دانشکده دندانپزشکی مشهد صورت پذیرفت و حجم نمونه بر اساس یک مطالعه مقدماتی برآورد گردید.

۱۷ کانال ریشه مورد بررسی از دندانهای جمجمه انسان یا دندانهای موجود بر استخوان فک پایین انسان مورد استفاده قرار گرفتند. تمامی دندانهای مذکور از طریق توربین و فرزهای الماسی (روند شماره ۲ یا فیشور بلند) اکسس زده شدند و کانالها با استفاده از فایل شماره ۱۵ کارخانه مایلیفر فایل گذاری شدند (البته کانالهایی که کلسیفیه بودند و فایل پیشروی کمی در آنها داشت از گروه مطالعه خارج شدند).

در مرحله بعد طول کارکرد هر کانال یک بار با استفاده از رادیوگرافی معمولی و دیگر بار با رادیوگرافی دیجیتال تعیین شد. برای انجام این قسمت از تحقیق نیازمند وسایلی بودیم که بتوانند فیلم و سنسور و جمجمه را در جایگاه مورد نظر ما ثابت نگهدارند و تکرارپذیری موقعیت مطلوب را امکان پذیر سازند. این مرحله از کارنیز بوسیله ابزارهای کاملاً ابتکاری با استفاده از موادی همچون اکریل خود سخت شونده، موم رز، چوب زبان و پوتی قالبگیری به انجام رسید. بطوری که XCP در موقعیت مناسب تثبیت شد و رادیوگرافی با استفاده از دستگاه رادیوگرافی New life با مشخصات ۷۰KVP و ۱۵mA با روش موازی تهیه شد (شکل ۱).

شکل ۱ : نحوه عکسبرداری با دستگاه رادیوگرافی معمولی

کولیماتور مورد استفاده، بلند با مقطع دایره ای بود و زمان تابش اشعه جهت رادیوگرافی معمولی ۰/٤ ثانیه در نظر گرفته شد.

فیلم مورد استفاده E-Speed از کارخانه کداک بود. رادیوگرافیهای بدست آمده تحت فرایند ظهور و ثبوت مشابهی قرار گرفتند. داروی مورد استفاده جهت ظهور و ثبوت طیف ساز (ایران) بود و زمان ظهور ٦۰ ثانیه و زمان ثبوت ۲ دقیقه در نظر گرفته شد و نهایتاً فیلم های بدست آمده با حروف لاتین نامگذاری و بایگانی شدند. زمان تابش در رادیوگرافی دیجیتال با توجه به میزان پیشنهادی سیستم جهت دندانهای مولر، با کسر یک چهارم زمان مربوط به بافت نرم ۰/۱٦ ثانیه در نظر گرفته شد. سپس از دندانها با دستگاه رادیوگرافی دیجیتال و باز هم با روش موازی و ابزارهای تثبیت کننده موقعیت جمجمه (xcp) رادیوگرافی تهیه و در فایل خاصی با فرمت Tiff ذخیره شد (شکل ۲).

شکل ۲ : نحوه عکسبرداری با دستگاه رادیوگرافی دیجیتال

آشکار ساز (Sensor) مورد استفاده ساخت پلن مگا فنلاند بود که اندازه ای حدوداً ۲۳/۱×٤۰/۸ داشت. Resolution سیستم به میزان $^{pl}/_{mm}$ ۲٦ تعریف شده است و اندازه پیکسل های تصویر بوجود آمده حدوداً ۳۰µm می باشد که در فرمت ۱۲ بیتی توانایی نشان دادن ٤۰۹٦ سایه خاکستری متفاوت را دارد (محدوده پویای $۲^{۱۲}$ است).

از نرم افزار دستگاه برای تغییر کنتراست و روشنایی تصویر جهت حاصل شدن بیشترین وضوح استفاده شد.

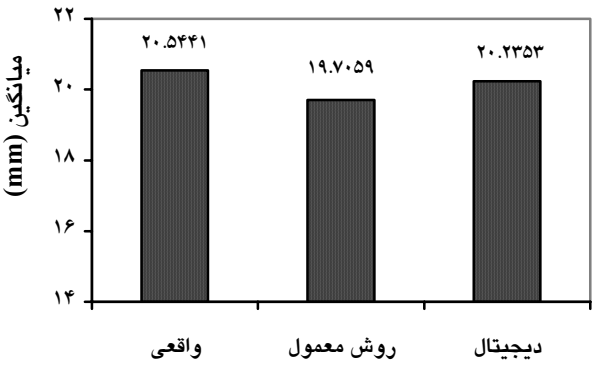
مرحله بعدی تعیین طول کارکرد واقعی بود که برای انجام آن باید تمامی دندانها از استخوان خارج و بر روی دست اندازه گیری می شدند.

با توجه به اینکه دندانها با گذشت زمان آب خود را از دست می دهند و شدیداً شکننده می شوند، برای خارج کردن دندانها از هندپیس و فرز کارباید جهت تراشیدن استخوان اطراف دندان استفاده شد. برای تشخیص دقیق موقعیت نوک فایل از یک ذره بین 8× استفاده شد. رادیوگراف ها به ۲ نفر مشاهده گر مستقل داده شدند. اندازه های بدست آمده ثبت و میانگین مقادیر دو مشاهده گر مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند در آزمون ها از نرم افزار SPSS

ویراش ۱۱/۵ و آزمون t زوجی استفاده گردید. جهت آزمودن نورمالیتی آزمون کلموگروف اسمیرنوف را بکار بردیم. سطح معنی دار α=۰/۰۵ بعنوان نتایج معنی دار تلقی گردید.

یافته ها:

داده ها ابتدا برای بررسی پذیرش فرض نرمال در تمامی گروهها تحت آزمون کلموگروف اسمیرنف قرار گرفتند که در سطح α=۰/۰۵ فرض نرمال برای تمامی گروهها پذیرفته شد. همبستگی میان مشاهده گرها مورد بررسی قرار گرفت به طوری که هم در روش رادیوگرافی معمولی و هم در روش رادیوگرافی دیجیتال همسبتگی معنی داری وجود داشت. لذا متوسط اندازه های بدست آمده توسط دو مشاهده گر مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا آزمون t زوجی بین طول واقعی و روش معمول انجام شد. که اختلاف معنی داری بین میانگین طول کارکرد در اندازه گیری واقعی و اندازه گیری با روش معمولی وجود داشت (P=۰/۰۰۳). بار دیگر آزمون بین طول واقعی و اندازه گیری با رادیوگرافی دیجیتال انجام شد که اختلاف معنی داری بین میانگین طول کارکرد در اندازه گیری واقعی و اندازه گیری با روش دیجیتال مشاهده نشد (P=۰/۳۸). آزمون بین اندازه گیری طول کارکرد با روش معمولی و دیجیتال نشان داد، از نظر آماری اختلاف معنی داری بین آنها وجود دارد (P=۰/۰۱۹) که نتایج ذکر شده را مجدداً تایید نمود. نمودار ۱ مقایسه سه روش را در برآورد طول کانال نشان می دهد.



نمودار ۱ : مقایسه میانگین سه روش برآورد طول کانال با استفاده از رادیوگرافی معمولی، دیجیتال و واقعی

بحث:

همانگونه که قبلاً نیز به ذکر آن پرداختیم، یکی از مهمترین مراحل در درمان های اندودنتیکس، تعیین طول کارکرد است، که تعیین دقیق آن منجر به انجام یک درمان کامل در محدوده کانال ریشه ای خواهد شد. دقت تعیین این طول تاکنون بیشتر وابسته به رادیوگرافی های معمولی بوده است که توسط اندودنتیست ها مورد مشاهده و تفسیر قرار می گیرد. ولی با پیشرفت روزافزون علم و تکنولوژی و به بازار آمدن دستگاه های رادیوگرافی دیجیتال لزوم تحقیق درباره دقت این دستگاه ها و مقایسه آنها با رادیوگرافی های معمولی برای کاربرد کلینیکی آنها بر بالین بیمار بنظر ضروری می رسد.

با توجه به نتایج مطالعه رادیوگرافی دیجیتال برای تعیین طول کارکرد نسبت به رادیوگرافی معمولی از دقت بیشتری برخوردار بود. این نتیجه بخصوص از این نظر حائز اهمیت است که دو مشاهده گر از همبستگی معنی داری برخوردار بودند و این مساله اهمیت نتیجه بدست آمده را بالاتر می برد.

از نکات مثبت این مطالعه می توان به Pilot study انجام شده جهت تعیین حجم نمونه اشاره کرد. بنابراین

انتخاب تعداد نمونه بصورت تصادفی نبوده است. از سوی دیگر مطالعه حاضر بر روی دندانهای موجود در استخوان فک جمجمه انسان انجام شده است که می تواند توجیه کننده تفاوت نتیجه مطالعهٔ حاضر با مطالعاتی که اختلاف معنی داری بین دو نوع رادیوگرافی مشاهده نکرده بودند باشد چرا که اکثر این مطالعات از دندانهای کشیده شده انسانی کست شده در آکریل یا موم استفاده کرده بودند که واضح است مطالعات فوق از مشابهت کلینیکی لازم برخوردار نبوده اند[٦و٤].

در برخی مطالعات، تحقیق بر روی دندانهای جسد انجام شده بود[٩-٧و٤]. این مساله به عنوان یک عامل مداخله گر در تحقیق بشمار نمی آید، بنابراین استفاده از جمجمه بجای جسد در مطالعه، به عنوان نقطه منفی برای مطالعه بحساب نمی آید، از سوی دیگر تاثیرات بافت نرم بر کیفیت رادیولژیک تصاویر و همانندسازی وضعیت داخل دهان بیمار به اندازه ای نیست که ابتکار استفاده از جمجمه را که فاقد بافت نرم است ولی کارکردن با آن و تهیه و ضدعفونی کردن آن آسان تر است را بی اهمیت نماید. جنبه دیگری هم وجود دارد و آن محدودیت های اخلاقی و شرعی و قانونی و نیاز به همکاری با ارگانهای بیشتر و امکان تکرارپذیری تحقیق است که در کاربرد اجساد، کار با آنها را نه تنها مشکل، بلکه تا حد زیادی غیرممکن می سازد.

در بیشتر مطالعات انجام شده تاکید بر استفاده از ابزارهای تثبیت کننده موقعیت برای تکرارپذیری وضعیت تاباندن اشعه مد نظر قرار گرفته است[١١و١٠و٤]. در تحقیق حاضر همانگونه که در بخش مواد و روش ها از نظر گذشت، از ابزارهای ابتکاری مخصوصی جهت ثابت کردن جمجمه و قرار دادن فیلم در نواحی خاصی استفاده شد تا تکرارپذیری تحقیق را امکان پذیر سازد، از طرف دیگر در این تحقیق رادیوگرافی ها بصورت موازی تهیه شدند تا کمترین میزان بزرگنمایی در رادیوگرافی های حاصله بدست آید.

نکته دیگری هم که باید ذکر شود، استفاده از نرم افزار خود سیستم در رادیوگرافی دیجیتال برای اندازه گیری بجای استفاده از مشاهده گر برای تخمین دقت رادیوگرافی است. مثلا در مطالعه Garcia و همکارانش که در سال ۱۹۹۷ برای مقایسه دقت اندازه گیری بین خط کش اندودنتیک برای فیلم های معمولی و سیستم اندازه گیری دیجیتال انجام شد، تفاوت معنی داری از لحاظ آماری ذکر نشد[١٠] و مطالعه Scarf و همکاران در سال ۱۹۹۵ نیز استفاده از کرسر اندازه گیری متصل به موس کامپیوتر برای سیستم های دیجیتال و خط کش اندازه گیری برای فیلم ها را به عنوان دقیق ترین و قابل اعتمادترین روش معرفی کرده است[١١].

در حالی که استفاده از مشاهده گر در سیستم دیجیتال که در مطالعه حاضر مورد استفاده قرار گرفته است می تواند با توجه به نتیجه حاصل نیز روش دقیق باشد.

با توجه به تمامی نکات ذکر شده و مقایسه هایی که انجام شد، مطالعه حاضر، استفاده از رادیوگرافی دیجیتال را جهت تعیین طول کانال توصیه می کند. بخصوص که در آن سعی شده است در حد امکان مطالعات با حالت کاربردی بر بالین بیمار شبیه سازی شود و بخصوص امکان تکرارپذیری آن با حداقل امکانات موجود برقرار باشد.

مزایای رادیوگرافی دیجیتال از لحاظ صرفه جویی در وقت بیمار و دندانپزشک، کاهش دوز تابشی به

بیمار، عدم نیاز به پروسه ظهور و ثبوت و تاریکخانه و محدودیت های ناشی از آنها، کاهش نویز موجود در تصاویر حاصله، امکان استفاده از تسهیلات ویژه آن مانند بزرگ کردن تصاویر، زوم، کاهش و افزایش کنتراست و روشنایی تصاویر غیرقابل انکار است[۶و۴].

البته محدودیت هایی نیز وجود دارد، از جمله قیمت خرید تجهیزات دستگاه دیجیتال که هنوز نسبت به رادیوگرافی معمولی بیشتر است، نیاز به آشنایی مختصر با علم کامپیوتر و اندازه سنسورها که نسبت به فیلم های معمولی بزرگتر هستند و تحمل آنها برای برخی بیماران مشکل است، عدم توانایی در استریل کردن سنسور (که البته برای سنسورها معمولا از روکش لاتکس می توان استفاده کرد) و مشکلات قانونی زیرا عنوان می شود که تصویر اصلی موجود در کامپیوتر قابل دستکاری و تغییر دادن است[۱۲]. که هنوز بعنوان معایبی بر این نوع رادیوگرافی مطرح هستند.

نتیجه گیری:

با مقایسه دقت رادیوگرافی معمولی و دیجیتال در تعیین طول کانال ریشه دندان در این مطالعه، نسبت به اندازه واقعی، نتیجه می گیریم که رادیوگرافی دیجیتال از دقت بالاتری برخوردار است. با توجه به شبیه سازی مطالعه با وضعیت بالینی و محاسن رادیوگرافی دیجیتال استفاده از آن بر بالین بیمار توصیه می شود.

تشکر و قدردانی:

این تحقیق در شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد به تصویب رسید که بدینوسیله از معاونت محترم پژوهشی جهت پرداخت هزینه های تحقیق تشکر و قدردانی می شود.

منابع:

1. Zinman EJ. Records and legal responsibilities. In: Cohen S, Burns RC, editors. Pathways of the pulp. 8th ed. St. Louise: Mosby; 2002. P. 400.
2. Bushong SC. Radiologic science for technologists. 7th ed. St. Louise: Mosby; 2001. P. 371-4.
3. Barkhordar RA, Nicholson RJ, Nguyen NT. An evaluation of xeroradiographs and radiographs in length determination in endodontics. Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Rad and Endod 1987; 65: 747-50.
4. Hedrick RT, Dove SB, Peters DP. Radiographic determination of canal length: Direct digital radiography versus conventional radiography. J Endod 1994; 20: 320-4.
5. Lozano A, Forner L, Lena C. In vitro comparison of root canal measurements with conventional and didgital radiology. Int Endod J 2002; 35: 542-46.
6. Ony EY, Pitt Ford TR. Comparison of radiography with radiographic film in root length determination. Int Endod J 1995; 28: 25-29.
7. San Marco, Montgomery S. Use of xeroradiography for length determination in endodontics. Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Rad and Endod 1984; 57: 308-11.

8. Leddy BJ, Miles DA, Newton CW. Interpretation of endodontic file lengths using radiovisiography. J Endod 1994; 20: 542-46.
9. Sanderink GCG, Huiskens R, Van der Stelt PF. Image quality of direct digital intra oral sensors in assessing root canal length, the radiovisiography, visualix/VIXA, Sens-A-Ray and Flash Dent systems compared with Ektaspeed films. Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Rad and Endod 1994; 78: 125-30.
10. Garcia AA, Navvaro LF, Castello VU. Evaluation of digital radiography to estimate workin length. J Endod 1997; 23: 363-69.
11. Scarf WC, Norton S, Farman AG. Measurement accuracy: A comparison of two intra oral digital radiographic systems, Radiovisiography-S and Flash dent with analog film. Dento Max Fac Radiology 1995; 24: 215-19.
12. Ingle JI, Himel UT, Hawrish CE. Endodontic cavity preparation. In: Ingle JI, Bakland LK, editors. Endodontics. 5th ed. London: BC Becker; 2002. P. 516.