مقایسه تاثیر دستگاه رادیوگرافی پرتابل و معمولی بر کیفیت رادیوگرافی های داخل دهانی

دکترلادن حافظی[#1]، دکتر شیرین سخدری،[1] دکتر محسن صدق[2]، دکتر سمانه بیات[3]

۱- استادیار گروه آموزشی رادیولوژی دهان، فک و صورت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دندانپزشکی تهران
۲- دندانپزشک
۳- متخصص رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دندانپزشکی تهران

خلاصه:

سابقه و هدف: نظر به اینکه تا کنون تحقیقی در مورد کیفیت تصاویر حاصل از دستگاه های رادیوگرافی دندانی پرتابل انجام نشده است، هدف از این مطالعه مقایسه کیفیت کلیشه های حاصل از دستگاه رادیوگرافی پرتابل *Diox 602* و ثابت *Min Ray* با یکدیگر می باشد.

مواد و روش ها: این مطالعه تجربی بر روی ۱۰ بیمار که درخواست رادیوگرافی بیش از ۱۰ کلیشه داخل دهانی تقریبا قرینه از دو سمت فکین را داشتند، انجام شد. نیمی از رادیوگرافی های هر بیمار با استفاده ازدستگاه پرتابل و نیمی دیگر با دستگاه ثابت توسط فیلم های داخل دهانی کداک تهیه و سپس توسط دستگاه ظهور و ثبوت اتوماتیک در شرایط یکسان، ظاهر و ثابت شدند. پس از کدگذاری، رادیوگرافی ها توسط سه متخصص رادیولوژی دهان، فک و صورت از نظر چهار شاخص تعریف شده دانسیته، کنتراست، رزولوشن و نویز بررسی گردید و به هر یک از شاخصهای کیفی مورد نظر، رتبه قابل قبول یا غیر قابل قبول داده شد. ضریب کاپا وزنی برای تکرار پذیری بین مشاهده گرها ۹۰ درصد گزارش گردید. سپس نتایج با آزمون Chi-squared مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته ها: از مجموع ۱۰۹ کلیشه رادیوگرافی، ۵۸ کلیشه با دستگاه ثابت (Min Ray) و ۵۱ کلیشه با دستگاه پرتابل (Diox 602) تهیه گردید. اکثر رادیوگرافی‌ها از نظر رتبه در هر یک از شاخصهای کیفی در سطح قابل قبول ارزیابی شدند و اختلاف آماری معناداری بین دو گروه در مورد هیچ یک از شاخص ها مشاهده نشد. (P<۰/۹)

نتیجه گیری: کیفیت تصاویر حاصل از دستگاه رادیوگرافی پرتابل (Diox 602) در مقایسه با دستگاه رادیوگرافی ثابت (Min Ray) تفاوت معنی داری نداشتند.

واژگان کلیدی: رادیوگرافی دندانی، کیفیت تصویر، فیلم رادیوگرافی

وصول مقاله: ۹۴/۱۲/۱۱ اصلاح نهایی: ۹۵/۸/۲۶ پذیرش مقاله: ۹۵/۶/۲۸

مقدمه:

یکی از مشکلات دستگاه های رادیوگرافی معمولی، عدم امکان جابه‌جایی و استفاده در مواردی است که به رادیوگرافی در محلی غیر از مطب دندانپزشکی مورد نیاز است. در ضمن تنظیم کننده با توجه به بازوهای دستگاه دارای محدودیت از نظر فضا و مکان می‌باشد. در حالیکه امروزه نیاز به انجام معاینات رادیوگرافی به ویژه در درمانهای دندانپزشکی تشخیصی در اورژانس و دندانپزشکی بیمارستانی و پزشکی قانونی و درموارد اضطراری مانند سیل و زلزله در درمانگاههای صحرایی و در مراکز بهداشتی درمانی خاص مثل خانه سالمندان و در افراد با معلولیت ذهنی و جسمی در اتاق عمل و درمانهای دندانپزشکی برای افراد زیر بیهوشی وجود دارد و اهمیت و لزوم کاربرد یک دستگاه رادیوگرافی پرتابل را نشان می‌دهد.[1,2] اولین بار از این دستگاه در دهه اول قرن ۲۱ به منظور انجام فعالیتهای پزشکی قانونی استفاده شد.[3]

دستگاه رادیوگرافی مورد استفاده در این مطالعه یک منبع اشعه X پرتابل، به وزن تقریبی ۱/۸ کیلوگرم ساخت کشور کره و نوع Diox 602 می باشد. که دارای ژنراتور DC high frequency بوده و در هر شارژ در حدود ۳۰۰ اکسپوز انجام می‌دهد. این دستگاه دارای آندstationary و با زاویه ۲۰ درجه می‌باشد. فوکال اسپات ۰/۸ میلی‌متر و ظرفیت گرمایی ۸/۵ Heat unitکه دارای۲ میلیمتر آلومینیوم فیلتراسیون داخلی می باشد kVp .دستگاه برابر ۶۰ و میلی آمپر برابر ۲

نویسنده مسئول مکاتبات: دکتر لادن حافظی تلفن: ۲۲۵۶۴۵۷۱ پست الکترونیک: drlhafezi@dentaliau.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

بوده و زمان اکسپوز آن بین ۲-۰/۰۱ ثانیه متغیر است. دستگاه دارای باطری است و قابل شارژ کردن می‌باشد.[۴]

با توجه به اینکه این دستگاه به تازگی وارد بازار شده هنوز تحقیقی در مورد میزان اشعه خروجی و کیفیت تصاویر آن انجام نشده است، عدم انجام چنین تحقیقی بر روی کیفیت رادیوگرافی پرتابل، عامل عدم توجه به دقت و کیفیت تصاویر حاصل از آن شده است.[۵] یکی از راههای بررسی کیفی تصاویر مقایسه آنها توسط متخصصین رادیولوژی می باشد. این بررسی ها شامل نشان دادن تصاویر بدون مشخص کردن دستگاه مورد استفاده به متخصصین رادیولوژی و بررسی تصاویر از نظر وضوح و کنتراست و سایر مشخصات می‌باشد.[۶،۷] با توجه به این که مقاله‌های ارائه شده اکثراً توسط شرکتهای سازنده می‌باشد که احتمال سوگیری تحقیق را دارد و با توجه به خلاء اطلاعاتی موجود، در این تحقیق به مقایسه کیفیت تصاویر تهیه شده توسط دستگاه رادیوگرافی پرتابل و دستگاه رادیوگرافی معمولی پرداخته شد.

مواد و روش ها:

این مطالعه به صورت تجربی انجام شد. بیماران مراجعه‌کننده به بخش رادیولوژی دهان، فک و صورت که درخواست بیش از ۱۰ کلیشه رادیوگرافی از نواحی یکسان در دو سمت فکین را داشتند، انتخاب شدند. پس از توضیح به بیمار و کسب رضایت‌نامه روپوش سربی و محافظ تیروئید برای بیمار و اپراتور پوشانده شد و نیمی از رادیوگرافی‌های هر بیمار توسط دستگاه ثابت Min Ray (Soredex, Tuusula, Finland) و نیمی با دستگاه پرتابل Diox 602 (Digimed.Co.Kr, Seoul, Korea) توسط فیلم های داخل دهانی کداک (Eastman Kodak Co, Rochester, NY, USA) تهیه گردید. شرایط تابش در دستگاه ثابت به صورت حداکثر کیلو ولتاژ ۷۰، میلی آمپر ۸ و زمان ۰/۲ تا ۰/۴ ثانیه بر حسب سن و جنس، و ضخامت بافت نرم بیماران و نوع رادیوگرافی تنظیم شد. برای دستگاه پرتابل شرایط به صورت کیلو ولتاژ ۶۰ و میلی آمپر۲ و زمان ۰/۲ تا ۰/۴ ثانیه تنظیم شد. (زمان انتخابی بعد از انجام آزمایشات متعدد بر روی Phantom head برای بدست آوردن مطلوب‌ترین زمان تابش انتخاب گردید.) تهیه رادیوگرافی‌ها با استفاده از فیلم هولدر (Hawe Super-Bite, Kerr Hawe SA, Switzerland) و به روش موازی انجام گرفت. کلیشه‌های تمام بیماران، شامل رادیوگرافی‌های پری‌اپیکال و بایت‌وینگ بود. تمام کلیشه‌ها توسط دستگاه ظهور وثبوت اتوماتیک (HOPE Dental-max, Hoop Co, USA) و داروهای ظهور و ثبوت (Tetenal AG & Tetenal Co., Norderstedt, Germany) ظاهر و ثابت و خشک و سپس در چارت‌های فیلم مقوایی چیده شدند.

سپس هر کدام از رادیوگرافی‌ها، کدگذاری شده و به طور تصادفی در چارت مجزائی چیده شدند. در آخر ۱۰۹ رادیوگرافی در ۸ چارت ۱۴ تایی جهت ورود به مطالعه آماده شدند. قبل از بررسی رادیوگرافیها هر سه نفر مشاهده کننده جهت ارزیابی شاخصهای چهار گانه با انجام ازمایشات متعدد PILOT در مورد تعیین نمرات به توافق رسیدند. سپس چارت‌های آماده شده در اختیارمتخصصین رادیولوژی فک و صورت قرار داده شد و هر کلیشه جداگانه بر روی نگاتوسکوپ، مورد مشاهده قرار گرفت. نور اطراف کلیشه نیز توسط قرار دادن مقوای مشکی حذف شد. برای هر کد رادیوگرافی، چهار فاکتور (دانسیته، کنتراست، نویز، رزولوشن) مورد بررسی قرار گرفت و برای هر فاکتور، رتبه مورد نظر (قابل قبول – غیر قابل قبول) در پرسشنامهٔ مربوطه ثبت شد. دراین مطالعه شاخصهای چهارگانه کیفیت تصاویر رادیوگرافی بصورت زیر تعریف و در نمره گذاری مورد توجه قرار گرفتند.[۷-۹]

- رزولوشن: توانایی تشخیص DEJ بر روی تصاویر رادیوگرافی
- کنتراست: توانایی تشخیص کامپوزیت از بافت دندانی، توانایی تشخیص PDL و لامینادورا در اطراف ریشه به طور واضح
- دانسیته تصاویر: کلیشه‌ها از نظر سیاهی کلی مورد بررسی قرار گیرد تا تمامی اجزای دندانی و ترابکولیشن در آن قابل تشخیص باشد.
- نویز : هر عامل مخدوش‌کننده که باعث افت کیفیت کلی شود.

سپس یافته‌ها توسط آماره Chi-squared آنالیز و مقایسه گردیدند.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۱- توزیع تصاویر بر حسب شاخص‌های کیفیت و به تفکیک نوع دستگاه رادیوگرافی

شاخص های کیفیت تصویر	کنتراست		دانسیته		رزولوشن		نویز	
دستگاه رادیوگرافی	قابل قبول تعداد (درصد)	غیر قابل قبول تعداد (درصد)	قابل قبول تعداد (درصد)	غیر قابل قبول تعداد (درصد)	قابل قبول تعداد (درصد)	غیر قابل قبول تعداد (درصد)	قابل قبول تعداد (درصد)	غیر قابل قبول تعداد (درصد)
معمولی (N=58)	۵۱ (۸۸)	۷ (۱۲)	۵۱ (۸۸)	۷ (۱۲)	۴۲ (۷۲/۵)	۱۶ (۲۷/۵)	۴۹ (۸۴/۵)	۹ (۱۵/۵)
پرتابل (N=51)	۴۴ (۸۶)	۷ (۱۴)	۴۴ (۸۶)	۷ (۱۴)	۳۷ (۷۲/۵)	۱۴ (۲۷/۵)	۴۵ (۸۸)	۶ (۱۲)
نتیجه آزمون	P< ۰/۹		P< ۰/۹		P< ۰/۹		P< ۰/۹	

یافته ها:

از ده بیمار مورد مطالعه در این تحقیق که شامل ۲ زن و ۸ مرد بودند و گروه سنی ۱۶ تا ۵۰ سال را شامل می‌شدند، تعداد ۱۰۹ کلیشه‌ی رادیوگرافی به دست آمد. تعداد ۵۸ (۵۳/۲ درصد) کلیشه با دستگاه رادیوگرافی معمولی و تعداد ۵۱ کلیشه (۴۶/۸ درصد) توسط دستگاه رادیوگرافی پرتابل تهیه شده بود .

توزیع تصاویر رادیوگرافی بر حسب شاخص های کیفیت و به تفکیک نوع دستگاه رادیوگرافی مورد استفاده، در جدول ۱ ارائه شده است و نشان می‌دهد که ۸۸ درصد تصاویر تهیه شده توسط دستگاه رادیوگرافی معمولی، از لحاظ کنتراست و دانسیته، قابل قبول ارزیابی شدند و ۱۲ درصد آنها غیر قابل قبول تشخیص داده شدند.

این میزان در مورد دستگاه رادیوگرافی پرتابل به ترتیب برابر با ۸۶ درصد و ۱۴ درصد بود که اختلاف بین دو گروه از لحاظ آماری معنادار نبود. (P<۰/۹)

از نظر رزولوشن، رتبه تصاویر در هر دو گروه مشابه تشخیص داده شد به این ترتیب که ۷۲/۵ درصد قابل قبول و ۲۷/۵ درصد غیر قابل قبول بودند و اختلاف آماری بین دو گروه وجود نداشت. (P<۰/۹)

از میان تصاویر تهیه شده توسط دستگاه رادیوگرافی معمولی، ۸۴/۵ درصد از لحاظ نویز قابل قبول و ۱۵/۵ درصد غیر قابل قبول بودند. در مورد دستگاه رادیوگرافی پرتابل، این مقادیر به ترتیب برابر با ۸۸ درصد و ۱۲ درصد بود که این اختلاف از لحاظ آماری معنادار نبود. (P<۰/۹)

بحث:

کیفیت تصویر رادیوگرافی، قضاوت ذهنی کلینیسین را از نمای کلی یک رادیوگرافی توصیف می‌کند که ترکیبی از خصوصیات دانسیته، کنتراست، نویز، وضوح و پارامترهای دیگر می‌باشد.[۷-۹] این مطالعه بر روی ۱۰ بیمار انجام گرفت و تعداد کلیشه‌های رادیوگرافی به ۱۰۹ کلیشه رسید. تعداد ۵۸ کلیشه توسط دستگاه ثابت و ۵۱ کلیشه توسط دستگاه پرتابل گرفته شد. تعداد بالای کلیشه‌های رادیوگرافی، از نقاط قوت این تحقیق می‌باشند.

ارزیابی کلیشه‌ها بر اساس چهار شاخص کیفی مورد اشاره و بر اساس رتبه‌بندی (قابل قبول – غیرقابل قبول) انجام گرفت و سپس نتایج کیفی بدست آمده توسط آزمون من یو ویتنی، به یافته‌های کمّی تبدیل شدند که در نوع خود و در مقایسه با سایر تحقیقات انجام شده از ارزش آماری بالاتری برخوردار است.

در این تحقیق در تمامی چهار شاخص مورد بررسی، بیشتر کلیشه‌های بدست آمده در رتبه قابل قبول قرار داشتند و از

www.SID.ir

لحاظ آماری بین کیفیت کلیشه‌های بدست آمده از هر دو دستگاه، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و کلیشه‌هایی که از لحاظ کیفی برای هر شاخص، رتبه قابل قبول را کسب نموده‌اند، تقریباً در هر دو دستگاه به یک میزان بود و تفاوت آماری نداشتند. در نتیجه احتمال ضعف دستگاه پرتابل در مقایسه با دستگاه معمولی را منتفی می‌سازد و امکان نقص در سیستم ظهور، ثبوت و یا فیلم مورد استفاده را که در این تحقیق یکسان بوده‌اند را محتمل می‌سازد.

شدت اشعه خروجی متناسب با mAs است که در دستگاه پرتابل بسیار پایین تر از دستگاه معمولی است.[۶و۱۰] با توجه به نتایج تحقیق به نظر می‌رسد کاهش میلی‌آمپر ساختاری دستگاه Diox اثری بر روی کلیشه‌های به دست آمده نداشته است که در نوع خود حائز اهمیت می‌باشد. چرا که زمان تابش برای هر ناحیه فکی بیماران در دو دستگاه تقریباً مشابه بود.

در این مطالعه از گیرنده تصویری فیلم، به جای گیرنده‌های دیجیتالی (CCD و PSP) استفاده شد که برای حذف عامل مداخله‌کننده نرم‌افزاری، (که پس از دریافت تصویر امکان بهینه سازی و افزایش کیفیت کلیشه‌ها با تغییر دانسیته و کنتراست وجود دارد.) مورد توجه قرار گرفت واز فیلم رادیوگرافی برای ثبت تصویر به دست آمده استفاده شد.

نتایج مطالعه Pittayapat و همکاران نشان داد که اگر از گیرنده تصویری CMOS استفاده شود تفاوت چندانی از نظر کیفیت تصاویر بین دستگاه‌های ثابت و پرتابل وجود ندارد ولی در صورت استفاده از PSP کیفیت تصاویر رادیوگرافی در دستگاه‌های ثابت بهتر از پرتابل است. از طرفی در میلی آمپر ثانیه یکسان تفاوت چندانی بین گیرنده‌های تصویری متفاوت وجود نداشت ولی کیفیت در تصاویر پرتابل کمتر از ثابت بود که قابل چشم‌پوشی ارزیابی شد.[۸]

در تحقیق فوق مقایسه کلیشه‌های رادیوگرافی به صورت Invitro انجام شده است که از نقاط ضعف این مطالعه می‌باشد. برای بررسی کیفیت کلیشه‌ها به شاخص‌های مشخصی اشاره نشده است. همچنین گیرنده تصویری دیجیتال امکان تغییر کیفیت تصاویر بدست آمده را بر اساس دخالت نرم‌افزاری امکان‌پذیر می‌سازد که می‌تواند بر روی بررسی تصاویر اولیه مؤثر باشد. در حالی که در مطالعه حاضر ثبت تصاویر توسط فیلم انجام شده که غیرقابل تغییر است و به نظر می‌رسد که نتایج مستندتر می‌باشد.

در مطالعه دیگری که آن هم توسط Pittayapat و همکاران انجام شد، سه دستگاه پرتابل Any Ray 60=kVp NOMAD, 60= KVP Rextar, 60= kVp با گیرنده‌های تصویری PSP, CCD, CMOS با یک دستگاه ثابت MIN-RAY kVp=60/70 مقایسه شدند. نتایج آماری کیفیت مطلوبی را برای تمامی دستگاه‌ها نشان دادند. ولی بهترین کیفیت مربوط به NOMAD با گیرنده PSP بود.[۹]

این تحقیق در مقایسه با مطالعه حاضر دارای متغیرهای بیشتری می‌باشد، ولی در نتیجه‌گیری کلی، کیفیت دستگاه‌های متحرک را در مقایسه با دستگاه MIN-RAY خوب و یا حتی در مواردی بالاتر تعیین کرده است. این مطالعه به صورت Invitro و با گیرنده های دیجیتالی بوده و شرایط افراد مشاهده کننده ، یکسان به نظر نمی رسد.

Ulusu و همکاران، مطالعه‌ای آزمایشگاهی را برای تشخیص پوسیدگی‌های بین دندانی در دندان‌های شیری بر روی رادیوگرافی بایت وینگ تهیه شده در یک دستگاه رادیوگرافی پرتابل و یک دستگاه معمولی انجام دادند. به وسیله دستگاه پرتابل و دستگاه ثابت از هر سری دندان مانت شده یک بار بر روی CCD و یک بار با فیلم رادیوگرافی کداک تصاویری تهیه شد. این مطالعه بر کاربرد روزافزون دستگاه‌های پرتابل در دندانپزشکی کودکان و درمان تحت بیهوشی در کودکان مضطرب و غیرهمکار تأکید دارد.[۳]

یافته‌های تحقیق فوق با تحقیق حاضر مشابه بودند با این تفاوت که در تحقیق حاضر کیفیت بر اساس وضوح تصاویر، دانسیته و کنتراست بوده است وکلیشه ها تنها از لحاظ کیفیت تصویری مقایسه شده‌اند ولی در تحقیق Ulusuو همکاران صحت نتایج بدست آمده توسط کلیشه‌های رادیوگرافی با هر دو دستگاه توسط برش‌های هیستولوژیکی نیز تأیید شد که از ارزش علمی تجربی بالایی برای اثبات صحت و درستی کلیشه‌های بدست آمده توسط دستگاه رادیوگرافی پرتابل مانند

Archive of SID
www.SID.ir

دستگاه ثابت برخوردار است .همچنین در هر دو تحقیق از فیلم رادیوگرافی بجای گیرنده دیجیتالی استفاده شد.[۳]

Brooks و همکاران، به بررسی ویژگی‌های کلینیکی رادیوگرافی حاصل از دستگاه پرتابل NOMAD پرداختند. هدف از این مطالعه مقایسه کیفیت تصاویر تهیه شده با این دستگاه پرتابل در مقایسه با دستگاه‌های ثابت رایج می باشد. مطالعه با انجام رادیوگرافی دندانی برای ۱۲ بیمارکه یکسری کامل رادیوگرافی داشتند شروع شد. در هر بیمار نیمی از تصاویر با دستگاه رادیوگرافی معمولی و نیمی دیگر با دستگاه رادیوگرافی پرتابل تهیه شدند. هر کدام از رادیوگرافی های حاصله از نظر کیفیت به وسیله سه نفر مشاهده کننده مورد ارزیابی قرار گرفته و امتیاز بندی شدند.[۵]

هر دو تحقیق از نظر تعداد تقریبی کلیشه‌ها و مشاهده‌کننده‌ها و نحوه انتخاب بیماران و این که تنها یک دستگاه رادیوگرافی معمولی و یک دستگاه پرتابل وجود داشت مشابه هستند و از لحاظ آماری نیز تشابه زیادی بین نتایج بدست آمده از هر دو دستگاه وجود دارد ولی در تحقیق حاضر کیفیت بر اساس ۴ شاخص (کنتراست، رزولوشن، نویز و دانسیته) ارزیابی شد و بر خلاف تحقیق Brooks که میانگین نمرات در هر کلیشه محاسبه گردید، در تحقیق حاضر نمرات در هر شاخص به صورت جداگانه توسط آزمون از لحاظ کیفی به کمی نیز تبدیل شد که به آن اهمیت بالاتری از لحاظ کلینیکی می‌بخشد و از نقاط قوت بارز این تحقیق به حساب می‌آید.[۵] با وجود کیفیت مناسب تصاویر، باید به این نکته توجه شود که دستگاه های پرتابل می توانند نسبت به دستگاهای ثابت نصب شده بر دیوار، باعث افزایش دوز رادیاسیون اپراتور شوند.[۱۱] طراحی مناسب دستگاه پرتابل و آموزش نحوه استفاده صحیح به اپراتور عواملی هستند که دوز اکسپوژر را طبق اصول ALARA در حداقل ممکن نگه می دارند.[۱۲] برخی از روش هایی که می توانند سبب کاهش دوز رادیاسیون به اپراتور شوند شامل موقعیت صحیح قرارگیری اپراتور در حین اکسپوژر[۱۱]، استفاده از محافظ اشعه پراکنده برگشتی، استفاده از دستکش سربی و استفاده از دستگاه های با سیلندر بلند می‌باشند.[۱۳]

نتیجه‌گیری:

کیفیت تصاویر حاصل از دستگاه رادیوگرافی پرتابل (Diox) در مقایسه با دستگاه رادیوگرافی ثابت (Min Ray)، فاقد تفاوت معنی دار بودند. بنابراین، استفاده از این وسیله، در شرایط خاص باعث کاهش کیفیت رادیوگرافی ها و افت کیفیت تشخیصی نخواهد شد.

Archive of SID

www.SID.ir

References:

1.Hosseini Pooya SM, Hafezi L, Manafi F, Talaeipour AR. Assessment of the radiological safety of a Genoray portable dental X-ray unit. Dentomaxillofac Radiol 2015;44(3):20140255.
2.Berkhout WE, Suomalainen A, Brüllmann D, Jacobs R, Horner K, Stamatakis HC. Justification and good practice in using handheld portable dental X-ray equipment: a position paper prepared by the European Academy of DentoMaxilloFacial Radiology (EADMFR). Dentomaxillofac Radiol 2015;44(6):20140343.
3.Ulusu T, Bodur H, Odabaş ME. In vitro comparison of digital and conventional bitewing radiographs for the detection of approximal caries in primary teeth exposed and viewed by a new wireless handheld unit. Dentomaxillofac Radiol 2010;39(2):91-4.
4.Potrakhov NN, Potrakhov EN, Gryaznov AY, Vasilyev AY, Balitsky NV, Boychak DV. Portable X-ray apparatuses for dentistry and maxillofacial surgery. Biomed Eng 2013;46(5):183-5.
5.Brooks SL, McMinn WE, Benavides E. A clinical trial of the NOMAD portable X-ray unit. J Mich Dent Assoc 2009;91(2):54-8.
6.Danforth RA, Herschaft EE, Leonowich JA. Operator exposure to scatter radiation from a portable hand□held dental radiation emitting device (Aribex™ NOMAD™) while making 915 intraoral dental radiographs. J Forensic Sci 2009;54(2):415-21.
7.Hellén-Halme K, Johansson C, Nilsson M. Comparison of the performance of intraoral X-ray sensors using objective image quality assessment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2016;121(5): 129-37.
8.Pittayapat P, Thevissen P, Fieuws S, Jacobs R, Willems G. Forensic oral imaging quality of hand-held dental X-ray devices: comparison of two image receptors and two devices. Forensic Sci Int 2010;194(1-3):20-7.
9.Pittayapat P, Oliveira-Santos C, Thevissen P, Michielsen K, Bergans N, Willems G, etal. Image quality assessment and medical physics evaluation of different portable dental X-ray units. Forensic Sci Int 2010;201(1-3):112-7.
10.Goren AD, Bonvento M, Biernacki J, Colosi DC. Radiation exposure with the NOMAD™ portable X-ray system. Dentomaxillofac Radiol 2008;37(2):109-12.
11.Makdissi J, Pawar RR, Johnson B, Chong BS. The effects of device position on the operator's radiation dose when using a handheld portable X-ray device. Dentomaxillofac Radiol 2016;45(3):20150245.
12.McGiff TJ, Danforth RA, Herschaft EE. Maintaining radiation exposures as low as reasonably achievable (ALARA) for dental personnel operating portable hand-held x-ray equipment. Health Phys 2012;103(2): 179-85
13.Cho JY, Han WJ. The reduction methods of operator's radiation dose for portable dental X-ray machines. Restor Dent Endod 2012;37(3):160-4.

Archive of SID

www.SID.ir