

بررسی تأثیر استفاده از نشانگر لیزری بر میزان خطاهای تکنیکی دانشجویان حین تهیه رادیوگرافی‌های داخل دهانی

دکتر فرشید شمس^۱ - دکتر فهیمه سادات سناعی^۱ - دکتر نسیم عزیزی^۲ - دکتر علی پیمانی^۳ - دکتر زینب داوودمنش^{۲*}

۱- دندانپزشک

۲- دندانپزشک و عضو مرکز تحقیقات مجمله و فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، تهران، ایران

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

Effect of laser pointer on students' levels of technical errors during intraoral radiographs

Farshid Shams¹, Fahime Sadat Sanaei¹, Nasim Azizi², Ali Peymani³, Zeinab Davoudmanesh^{2*}

1- Dentist

2[†]- Dentist, Member of Cranio Maxillofacial Research Center, School of Dentistry, Tehran Azad University, Tehran, Iran (dr.davoudmanesh@gmail.com)

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

Background and Aims: According to concerns of technical errors in intraoral radiographs and reports of positive effects of central ray laser pointer on the students, technical errors and shortcomings of earlier research, this study was conducted at Department of Oral and Maxillofacial Radiology of Tehran Azad University to determine the role and use of laser pointer in the technical error made by students.

Materials and Methods: This clinical trials study was carried out at the Department of Radiology, Dental School of Azad Tehran University. A total of eighty students were divided into two groups of forty. In the first group the periapical technique was taught without laser guided indicator, while in the second group laser guided indicator was applied in training the students. All students took X-rays from the phantoms. Laser guided indicator is made of one low power red laser diodes. Totally 560 X-rays were taken and the technical errors and the quality of X-rays were evaluated. Data were analyzed statistically using Mann-Whitney and Chi Square tests ($\alpha=0.05$).

Results: The X-rays taken by students showed significant differences in cone cutting ($P<0.001$), and overlapping ($P<0.001$) between the two study groups. In the subjective review of X-ray quality, the difference was also significant ($P=0.03$).

Conclusion: The use of laser guided indicator as a training aid seems to be practical for easier learning of central ray adjustment and reduction of technical errors in taking X-rays by dental students.

Key Words: Radiography, Errors, Laser

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2015;28(3):207-12

* مولف مسوول: نشانی: تهران - خیابان انقلاب - خیابان قدس - پژوهشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران - مرکز تحقیقات جراحی فک و صورت
تلفن: ۰۹۱۲۸۱۸۸۰۶۷ نشانی الکترونیک: dr.davoudmanesh@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به نگرانی از خطاهای تکنیکی در رادیوگرافی‌های داخل دهانی و گزارش‌هایی مبنی بر تأثیر مثبت نشانگر لیزری اشعه مرکزی بر میزان خطاهای تکنیکی دانشجویان و کاستی‌های تحقیقات قبلی و به منظور تعیین تأثیر استفاده و عدم استفاده از نشانگر لیزری در خطاهای تکنیکی، این پژوهش در بخش رادیولوژی دانشکده دندانپزشکی واحد تهران در سال ۹۲ انجام پذیرفت.

روش بررسی: پژوهش حاضر یک پژوهش Clinical trials بود که در بخش رادیولوژی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد واحد تهران توسط دو گروه ۴۰ نفره دانشجو که در حال گذراندن درس عملی رادیولوژی ۱ بودند انجام شد. دانشجویان به دو گروه مداخله و مقایسه تقسیم‌بندی شدند. گروه مداخله با نشانگر لیزری و گروه مقایسه بدون نشانگر لیزری تمرین کردند و در آخر از هر دو گروه بدون استفاده از نشانگر آزمون گرفته شد. به طور کلی ۵۶۰ کلیشه تهیه شد. فیلم‌ها از نظر وجود خطاهای تکنیکی و کیفیت بررسی شدند و یافته‌ها با استفاده از آنالیز آماری Chi-square و Mann-Whitney در سطح معنی‌داری $\alpha=0/05$ مقایسه شدند.

یافته‌ها: در این بررسی با استفاده از تیوب رادیوگرافی با و بدون نشانگر لیزری اشعه مرکزی، خطاهای کن کات (Cone cut) ($P<0/001$) همپوشانی تصویر (Overlap) ($P<0/001$) اختلاف معنی‌داری نشان دادند. در بررسی کیفیت (عالی، قابل اقباض و نیاز به تکرار)، فیلم‌های تهیه شده با استفاده از دو روش فوق اختلاف معنی‌داری داشتند ($P=0/03$).

نتیجه‌گیری: استفاده از نشانگر لیزری اشعه مرکزی باعث سهولت یادگیری دانشجویان مبتدی در تنظیم اشعه مرکزی و کاهش اشکالات تکنیکی خطاهای کن کات (Cone cut) و همپوشانی تصویر (Overlap) می‌شود و نیاز به تکرار رادیوگرافی‌ها کاهش می‌یابد.

کلید واژه‌ها: رادیوگرافی، خطا، لیزر

وصول: ۹۳/۰۲/۰۱ اصلاح نهایی: ۹۴/۰۷/۱۹ تأیید چاپ: ۹۴/۰۷/۲۰

مقدمه

آموزشی مؤثر در سیستم آموزشی جهت کاهش مضرات تکرار رادیوگرافی‌های داخل دهانی به جهت اقتصادی، انسانی و بهداشتی، بیشتر نمایان می‌شود (۶). مهم‌ترین منبع تشعشع زیان بخش در مطب دندانپزشکی دستگاه رادیوگرافی بوده و بالقوه دارای اثرات آسیب رسان به بافت‌های زنده کارکنان و بیماران می‌باشد (۷).

طبق نظریات انجمن ADA معاینات رادیوگرافی باید با استفاده از فیلم‌های با سرعت بالا، کولیماتورهای چهار گوش همراه با نشانگر میدان اشعه، پیشبند و گردنبد سربی باشد و تا جایی که امکان دارد از تکرار رادیوگرافی‌ها خودداری شود (۲). امروزه اخیراً تحقیقاتی مبنی بر تأثیر وسایل کمکی مختلف بر میزان کاهش خطاهای تکنیکی رادیوگرافی‌های داخل دهانی صورت گرفته که با توجه به محدودیت‌ها و تناقضاتی که در این تحقیقات وجود داشت بر آن شدیم تا اثر نشانگر لیزری اشعه مرکزی را بر میزان خطاهای تکنیکی حین تهیه کلیشه‌های داخل دهانی در دانشجویان دانشکده دندانپزشکی آزاد تهران در سال ۱۳۹۰ مورد بررسی قرار دهیم.

روش بررسی

در این پژوهش ۲ گروه ۴۰ نفره از دانشجویان که به صورت

یکی از مهارت‌های عملی آن است که ما تصور صحیحی از اشعه مرکزی و زوایای عمودی و افقی حاصل از آن برای آشنایی با خطاهای کن کات (Cone cut)، همپوشانی (Overlap)، بلندشدگی (Elongation) و کوتاه شدگی تصویر (Shortening) داشته باشیم. مبتدیانی که در ابتدای ایام کاری خود هستند تصور کاملی از اشعه مرکزی ندارند (۱). بررسی آماری خطاهای تکنیکی نشان داد که بیش از ۴۰٪ رادیوگرافی‌های دندانپزشکی خطای تکنیکی دارند (۲). بر اساس پژوهشی که توسط دکتر Nakfoor و همکاران در سال ۱۹۹۲ (۳) صورت گرفت، گزارش شد که امروزه آمار پرتونگاری‌های دندانانی در رتبه دوم قرار دارد. برای اولین بار در پژوهشی که توسط Chau و همکاران در سال ۲۰۰۶ (۴) در دانشگاه هنگ کنگ صورت گرفت، تأثیر کولیماتورهای هدایت شونده توسط لیزر را در کاهش خطاهای تکنیکی رادیوگرافی داخل دهانی در دانشجویان تحت آموزش بررسی کردند. میزان خطاهای کن کات (Cone cut) و همپوشانی (Overlap) به کمک هدایتگر لیزری کاهش پیدا کرد. به کار بردن روش و تکنیک صحیح آموزشی می‌تواند منجر به افزایش یادگیری و بازدهی بیشتر و صرف زمان کمتر شود (۵) لذا لزوم تدوین برنامه‌های

در مرحله آخر، تمام دانشجویان هر دو گروه مداخله و مقایسه، بدون استفاده از نشانگر لیزری هر کدام اقدام به تهیه ۱۴ عدد کلیشه رادیوگرافی داخل دهانی نمودند که این کلیشه‌ها پس از جمع‌آوری و کدگذاری شده و سپس یک متخصص رادیولوژی دهان و فک و صورت بدون اطلاع از کلیشه‌های گرفته شده توسط گروه مداخله و مقایسه، از نظر وجود اشکالات تکنیکی آن‌ها را بررسی کرد. هر یک از اشکالات تکنیکی موجود در کلیشه‌ها به شکل (دارد/ ندارد) ثبت شد و کیفیت کلی کلیشه در نهایت به صورت نتیجه عالی، قابل اغماض، نیاز به تکرار مشخص شد.

تعریف هر یک از موارد کیفی به قرار زیر می‌باشد که به صورت لیست در اختیار فرد ارزیابی کننده قرار گرفت:

فیلم عالی: فیلمی که هیچ گونه خطایی در آن دیده نمی‌شود.
فیلم قابل اغماض: فیلمی که خطاهای یاد شده به میزان جزئی در آن وجود دارد ولی با تشخیص تداخلی ندارد.
نیاز به تکرار: فیلمی که دارای خطاهای بارز بوده و در تشخیص ایجاد مشکل می‌نماید.

یافته‌ها پس از جمع‌آوری اطلاعات بر اساس داشتن خطا در دو گروه با آزمون Chi-square و Mann Whitney در سطح معنی‌دار $\alpha=0/05$ بررسی گردید.

یافته‌ها

با توجه به نتایج به دست آمده، آزمون Chi-square نشان داد که بین فراوانی وجود کن کات در رادیوگرافی‌های داخل دهانی با و بدون استفاده از نشانگر لیزری تفاوت معنی‌دار وجود دارد ($P<0/001$)، همچنین بین فراوانی وجود همپوشانی در کلیشه‌ها با و بدون استفاده از نشانگر لیزری تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($P<0/001$) اما بین فراوانی وجود بلندشدگی تصویر در رادیوگرافی‌های داخل دهانی با و بدون استفاده از نشانگر مرکزی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید ($P=0/07$)، همچنین بین فراوانی وجود کوتاه‌شدگی تصویر در رادیوگرافی‌های داخل دهانی با و بدون استفاده از نشانگر مرکزی تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P=0/45$) (جدول ۱).

تصادفی (به هر دانشجوی یک کد داده شد و سپس به صورت تصادفی کدها انتخاب شدند) تقسیم بندی شده بودند شرکت کردند. هر دو گروه، تحت آموزش رادیو عملی ۱ قرار گرفتند، سپس دانشجویان به دو گروه مداخله و مقایسه تقسیم بندی شدند. گروه مداخله با نشانگر لیزری و گروه مقایسه بدون استفاده از نشانگر لیزری تمرین کردند (اشکال ۱-۳).



شکل ۱- نشانگر لیزری و فانوم



شکل ۲- نشانگر لیزری



شکل ۳- تصویر کشوی رفت و برگشت نشانگر لیزری

جدول ۱- مقایسه توزیع فراوانی خطاهای تکنیکی با و بدون استفاده از نشانگر لیزری

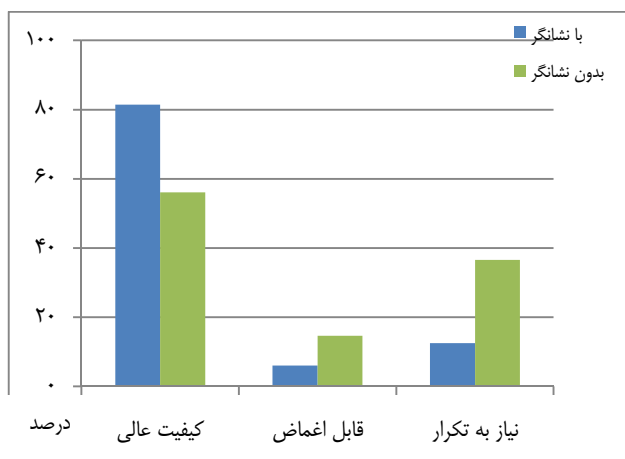
نتیجه آزمون P-value	خطا ندارد		خطا دارد		تعداد فیلم	نحوه انجام گرافی	نوع خطا
	درصد	تعداد	درصد	تعداد			
P<۰/۰۰۱	۸۷/۱۵	۲۴۴	۱۲/۸۵	۳۶	۲۸۰	بدون نشانگر لیزری	کن کات
	۹۶/۰۷	۲۶۹	۳/۹۳	۱۱	۲۸۰	با نشانگر لیزری	
P<۰/۰۰۱	۸۰/۳۶	۲۲۵	۱۹/۶۴	۵	۲۸۰	بدون نشانگر لیزری	اورلپ
	۹۱/۴۳	۲۵۶	۸/۵۷	۲۴	۲۸۰	با نشانگر لیزری	
P=۰/۰۷	۹۰/۳۵	۲۵۳	۹/۶۵	۲۷	۲۸۰	بدون نشانگر لیزری	الانگیشن
	۹۴/۶۵	۲۶۵	۵/۳۵	۱۵	۲۸۰	با نشانگر لیزری	
P=۰/۴۵	۹۸/۲۲	۲۷۵	۱/۷۸	۵	۲۸۰	بدون نشانگر لیزری	شورتینینگ
	۹۹/۲۹	۲۷۸	۰/۷۱	۲	۲۸۰	با نشانگر لیزری	

ندارند. استفاده از یک نشانگر لیزری اشعه مرکزی در مبتدیانی که بر روی فانتوم آموزش می‌گیرند در تنظیم اشعه مرکزی و یادگیری سریع‌تر کمک کننده هست.

به طور کلی زمانی که نقطه ورود اشعه مرکزی بر روی صورت مشخص شود راحت‌تر می‌توان ادامه آن را در برخورد با مرکز فیلم در ذهن ترسیم نمود و زاویه افقی که در ایجاد همپوشانی و یا زاویه عمودی که در ایجاد کوتاه شدگی و بلند شدگی تصویر مؤثر هستند را حدس زد. در آموزش اشعه مرکزی از دانشجویان خواسته شد که اگر لوکالیزاتور به صورت دایره‌ای است قطرهای آن را رسم نموده و زوایای عمودی و افقی را روی دستگاه تنظیم نموده و روی اعداد دستگاه قرار داده تا محل ورود اشعه مرکزی را نشانگر مورد تایید قرار دهد. بنابراین وقتی دانشجو می‌توانست شناخت سریعی از اشعه مرکزی داشته باشد تنظیم آن نیز با محور طولی دندان‌ها یا پلان‌ها سریع‌تر و راحت‌تر صورت می‌گرفت و بهتر می‌توانست اشعه مرکزی را در محل مورد نظر تنظیم نماید و یا بهتر زوایای حاصل از آن با پلان‌ها را حدس بزند و از خطاهای احتمالی جلوگیری کند.

این تحقیق نشان داد که بین فراوانی وجود کن کات و همپوشانی، با و بدون استفاده از نشانگر لیزری اشعه مرکزی، اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد. این مطالعه بر روی ۸۰ نفر دانشجو که به صورت دو گروه مداخله و مقایسه تقسیم بندی شده بودند انجام گرفت و در نهایت ۵۶۰ عدد کلیشه از دانشجویان جمع آوری شد. ۲۸۰ کلیشه از گروه مورد و ۲۸۰ کلیشه از گروه مقایسه بود. تعداد بالای کلیشه‌های رادیوگرافی جهت بررسی خطاهای تکنیکی از نقاط قوت این تحقیق می‌باشد.

باتوجه به خروجی‌ها و آزمون Mann-Whitney میانه کیفیت فیلم‌های رادیوگرافی بین دو گروه مداخله و مقایسه مقایسه شد و اختلاف به دست آمده از دو گروه در سطح خطای $\alpha=۰/۰۵$ به لحاظ آماری معنی‌دار مشاهده گردید. (P=۰/۰۳) در کل برای گروه با نشانگر میزان تکرار فیلم‌ها به میزان ۱۶/۷۸ درصد از گروه بدون نشانگر لیزری کمتر بود (نمودار ۱).



نمودار ۱- مقایسه توزیع فراوانی درجات کیفیت رادیوگرافی‌های داخل دهانی با و بدون استفاده از نشانگر لیزری

بحث و نتیجه‌گیری

انجام پرتونگاری مستلزم تنظیم و تصور صحیح اشعه مرکزی می‌باشد. بعضی از خطاهای تکنیکی خطاهایی هستند که به علت عدم تنظیم صحیح اشعه مرکزی ایجاد می‌شوند. دانشجویان مبتدی که در حال یادگیری پرتونگاری هستند، در ابتدا تصور کاملی از اشعه مرکزی

وسایل اضافی در دهان بیمار و با استفاده از نشانگر لیزری اشعه مرکزی بر داخل تیوب دستگاه رادیوگرافی انجام شد میزان خطاهای تکنیکی کاهش چشمگیری داشت. اهداف دو پژوهش مشابه ولی روش‌ها متفاوت بود.

در پژوهشی که Parks در سال ۱۹۹۱ (۹) با هدف بررسی خطاهای تکنیکی و کیفیت فیلم‌های تهیه شده با استفاده از کولیماتورهای چهار گوش و دایره‌ای با تکنیک نیمساز انجام داد، میزان تکرار فیلم‌ها در کولیماتور دایره ای ۴ درصد نسبت به کولیماتور چهار گوش کمتر بود. اگر چه در کولیماتور ۴ گوش به دلیل میدان اشعه تابشی کوچک‌تر به بیمار دوز جذبی کمتر از کولیماتور دایره‌ای است ولی در عمل با تکرار بیشتر رادیوگرافی‌ها این کاهش اشعه خنثی می‌شود. در پژوهش حاضر با کاربرد نشانگر لیزری اشعه مرکزی میزان نیاز به تکرار رادیوگرافی‌ها به میزان ۱۶/۷۸٪ کاهش یافت.

در دانشکده دندانپزشکی اصفهان هم در یک پژوهش توسط دکتر Zamani Naser و همکاران در سال ۲۰۱۰ (۱) میزان خطاهای تکنیکی در گروهی که با نشانگر لیزری اشعه مرکزی کار کرده بودند، به میزان ۱۱/۱٪ کمتر از گروه بدون نشانگر بود. در پژوهش مذکور با توجه به حجیم بودن دستگاه اشعه مرکزی عملاً تمرکز دانشجوی مبتدی هنگام تنظیم تیوب به هم می‌خورد ولی در پژوهش ما به دلیل کشویی شدن نشانگر بدون هیچ تداخل دانشجوی می‌توانست لیزر را تنظیم نماید. همچنین در پژوهش مذکور کلیشه‌ها فقط با هم مورد مقایسه از لحاظ خطاهای تکنیکی قرار گرفته بودند ولی در پژوهش ما هر دو گروه مداخله و مقایسه پس از آموزش و تمرین، به صورت بدون نشانگر مورد امتحان قرار گرفتند تا بدانیم آیا نشانگر لیزری اشعه مرکزی توانسته اثر خود را در آموزش اصولی و صحیح اشعه مرکزی بگذارد یا نه؟

در بررسی دیگری توسط دکتر Khazaei در سال ۲۰۰۷ (۱۰) در اصفهان فراوانی اشکالات تکنیکی رادیوگرافی داخل دهانی با و بدون استفاده از نشانگر مرکزی انجام شد، نیاز به تکرار فیلم‌ها در گروه با نشانگر مخصوص ۳/۸٪ و در گروه بدون نشانگر ۱۲/۹٪ بود. یعنی آن‌ها توانسته بودند به میزان ۹/۱٪ میزان تکرارها را در گروه با نشانگر کاهش دهند. نشانگر مورد استفاده به صورت یک درپوش پلاستیکی شفاف به همراه یک عدد شاخص پلاستیکی به طول ۱ سانتی‌متر بر

ارزیابی کلیشه‌ها از نظر فراوانی خطاهای تکنیکی (کن کات، همپوشانی، بلند شدگی و کوتاه شدگی) انجام پذیرفت و سپس نتایج به دست آمده توسط آزمون Chi-square مورد تحلیل کمی قرار گرفت که در نوع خود و در مقایسه با سایر تحقیقات انجام شده از ارزش آماری بالاتری برخوردار هست.

کلیشه‌های گرفته شده توسط گروه با نشانگر و بدون نشانگر بر اساس ۳ شاخص کیفی (عالی، قابل اغماض و نیاز به تکرار) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و سپس نتایج کیفی به دست آمده توسط آزمون Mann-Whitney به یافته‌های کمی تبدیل شدند که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید.

نکته حائز اهمیت در این مطالعه نسبت به سایر تحقیقات انجام شده، طراحی کشوی رفت و برگشت برای لیزر بود که بدون تداخل با کولیماتور و دید دانشجویان نور اشعه مرکزی را بر صورت فانتوم می‌تاباند.

در پژوهشی که در سال ۲۰۰۶ توسط Chau و همکاران (۴) در دانشگاه هنگ کنگ با هدف ارزیابی تأثیر کولیماتورهای هدایت شونده توسط لیزر بر آموزش رادیولوژی دندانپزشکی صورت گرفت به این نتیجه رسیدند که کولیماتورهای مجهز به نشانگر لیزری باعث کاهش تکرار فیلم‌های رادیوگرافی در دانشجویان مبتدی می‌شود به گونه‌ای که میزان نیاز به تکرارها در گروه لیزر به میزان ۶/۸٪ کمتر از میزان تکرارها در گروه بدون لیزر بود. در پژوهش حاضر که مشابه همان پژوهش هست میزان تکرارها در گروه با نشانگر لیزری ۱۶/۷۸٪ کمتر از میزان تکرار در گروه بدون نشانگر لیزری بود. علت کاهش بیشتر تکرار رادیوگرافی‌ها در پژوهش حاضر این است که ما از نشانگر لیزری اشعه مرکزی استفاده کرده بودیم که محل اشعه مرکزی را به خوبی مشخص می‌کرد و دانشجویان می‌توانستند اشعه را به نقطه مورد نظر بتابانند. در حالی که در پژوهش مذکور هدایت کننده لیزری فقط میدان تابش اشعه را نشان می‌داد.

در پژوهشی که توسط شرکت Riin Corp در سال ۲۰۰۲ صورت گرفت (۸) با اضافه کردن حلقه و میله راهنمای اشعه به فیلم نگهدار Snap-a-ray توانستند خطای کن کات را به میزان زیادی کاهش دهند، ولی به علت حجیم و سنگین شدن وسیله و عدم راحتی بیمار؛ استفاده از آن مشکل بود. در پژوهش حاضر که بدون به کار بردن

یادگیری دانشجویان مبتدی در تنظیم اشعه مرکزی و کاهش اشکالات تکنیکی از جمله کن کات و هم‌پوشانی شده، به تهیه فیلم‌های با کیفیت بهتر منجر شود که به نوبه خود نیاز به تکرار کلیشه‌های رادیوگرافی کمتر می‌گردد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان نامه به شماره ۲۳۰۶۴ می‌باشد که در دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران انجام شده است.

روی مرکز تیوب بود که مسیر اشعه مرکزی را نشان می‌داد و بر روی تیوب دستگاه رادیوگرافی نصب شده بود. کاهش کمتر تکرارها در این پژوهش به این علت بود که دانشجویان سال‌های بالاتر با دستگاه مجهز به نشانگر اقدام به تهیه رادیوگرافی می‌کردند. در صورتی که در پژوهش حاضر نشانگر لیزری فقط برای آموزش و مشخص کردن اشعه مرکزی به دانشجویان مبتدی به کار رفت. البته نشانگر پلاستیکی به دلیل این که در مسیر پرتوها قرار دارد ممکن است روی فوتون‌های اولیه تغییرات هر چند جزئی ایجاد کند. استفاده از نشانگر لیزری اشعه مرکزی ممکن است باعث تسهیل

منابع:

- 1- Zamani Naser A, Hekmatian E, Khalili HR, Sadeghi S. The effect of application of the laser pointer on the rate of technical errors during the preparation of students intraoral radiographs. J Isfahan Dent Sci. 2010;6(3):173-9.
- 2- Kaugars GE, Broga DW, Collett WK. Dental radiologic survey of virginia and florida. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1985;60(2):225-9.
- 3- Nakfoor CA, Brooks SL. Compliance of Michigan dentists with radiographic safety recommendation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1992;73(4):510-3.
- 4- Chau ACM, Li TKL, Wong J. A randomized double blinded study to assess the efficacy of a laser guided collimator on dental radiography training. Dentomaxillofacial Radiol. 2006;35:200-4.
- 5- Kaviani R, Makinrad AR, Cheraghi R, Farajipoor S, Davood Manesh Z. The evaluation of the effect of educational videos and time of its application on practical learning of dental anatomy and morphplogy. J Mash Dent Sch. 2014; 38(2):149-58.
- 6- Szymkowiak LE, Sarll DW, Horner K. Some Factors affecting the standards of radiography in general dental practice. Br Dent J. 1995;179(5):168-74.
- 7- Huang CH, Hsu CY. Computer-assisted orientation of dental periapical radiographs to the occlusalplane. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Oral Endod. 2008; 105(5):649-53.
- 8- Product catalog – X – Ray products (online) Avilable from URL: www.ssxray.com/pdf/sscatf.pdf
- 9- Parks ET. Errors generated with the use of rectangular collimation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1991;71(4) :509-13
- 10- Khazaei G. Technical errors evaluation in inter oral radiography using central ray indicator in training students. Thesis No 511. Dental field Dental School. Isfahan University of Medical sciences. Academic years:2007.