

A Comparative Assessment of Radiation Doses to Eye Lens during Paralleling Versus Bisecting-Angle Periapical Radiography of Maxillary Teeth

M. Mehdizadeh (DDS, MS)¹ , Sh. Pourbakhsh (DDS, MS)^{*1} , Z. Bahreinian (DDS, MS)² 

1.Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, I.R.Iran.

2.Torabinejad Clinical and Dental Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, I.R. Iran.

*Corresponding Author: Sh. Pourbakhsh (DDS, MS)

Address: Department of Orthodontics, School of Dentistry, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, I.R.Iran.

Tel: +98 (21) 44231353. E-mail: shadipoorbakhsh7@gmail.com

Article Type ABSTRACT

Research Paper

Background and Objective: Periapical radiography is extensively utilized in dental practice, resulting in considerable radiation exposure to the eyes. However, relevant studies remain limited. This study aims to compare the absorbed dose to the eye lens between the bisecting-angle and paralleling techniques in maxillary periapical radiography.

Methods: In this cross-sectional study, a total of 32 periapical radiographs were acquired from the maxilla—16 utilizing the paralleling technique (PA-Tech) and 16 using the bisecting-angle technique (BI-Tech). Radiographic exposures were performed on right and left sides across four regions: central and lateral incisors, canine, premolars, and molars. To measure the radiation dose delivered to the eye, thermoluminescent dosimeters (TLDs) were placed at the eye lens level of two dental phantoms. After the radiographic procedures, the TLDs were carefully read, and the measured dose values were statistically compared between the two techniques.

Findings: The mean absorbed dose to the eye lens on the irradiated side was greater for the paralleling technique (0.560 ± 0.324 mGy) than for the bisecting-angle technique (0.434 ± 0.386 mGy). On the non-irradiated side, a similar pattern was observed, with the paralleling technique yielding a higher mean dose (0.038 ± 0.022 mGy) compared to the bisecting-angle technique (0.031 ± 0.011 mGy). Nevertheless, these differences did not reach statistical significance on either side. When comparing exposed versus non-exposed sides in each technique, the absorbed dose to the eye lens was found to be significantly greater on the exposed side for both techniques ($p < 0.001$).

Conclusion: The present findings suggest that the bisecting-angle technique may be preferred over the paralleling technique for periapical radiography of the central incisor and canine regions, as it is associated with a lower radiation dose to the patient's eyes.

Keywords: *Periapical Radiography, Radiation Dosimeter, Eye Lens, Dentistry.*

Received:

Dec 7th 2024

Revised:

Mar 16th 2025

Accepted:

May 5th 2025

Cite this article: Mehdizadeh M, Pourbakhsh Sh, Bahreinian Z. A Comparative Assessment of Radiation Doses to Eye Lens during Paralleling Versus Bisecting-Angle Periapical Radiography of Maxillary Teeth. *Journal of Babol University of Medical Sciences*. 2026; 28: e28.

مقایسه دوز دریافتی لنز چشم در رادیوگرافی پری اپیکال موازی و نیمساز در دندان‌های ماگزیلاری

مژده مهدی زاده (DDS, MS)^۱، شادی پوربخش (DDS, MS)^{۱*}، زهرا بحرینیان (DDS, MS)^۲

۱. گروه رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲. مرکز تحقیقات بالینی و دندانپزشکی ترابی نژاد، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

نوع مقاله	چکیده
مقاله پژوهشی	سابقه و هدف: با توجه به استفاده فراوان از رادیوگرافی پری اپیکال در دندانپزشکی، میزان مواجهه چشم با این نوع رادیوگرافی قابل توجه است، با این وجود مطالعات در این زمینه انگشت شمار می‌باشد، لذا این مطالعه با هدف مقایسه دوز جذب شده به لنز چشم در تکنیک نیمساز و موازی دندان‌های فک بالا انجام شد. مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی، ۱۶ رادیوگرافی پری اپیکال (PA) به صورت تکنیک موازی (PA-Tech) و ۱۶ رادیوگرافی با تکنیک نیمساز (BI-Tech) از ناحیه راست و چپ دندان‌های سانترال و لترال، دندان کانین، پرمولر و مولر (چهار ناحیه) فک بالا گرفته شد. دزیمترهای ترمولومینسانس (TLDS) در محل عدسی چشم دو فانتوم رادیوگرافی دندان قرار داده شد؛ سپس TLDS ها خوانده شده و مورد مقایسه قرار گرفتند. یافته‌ها: میانگین دوز جذب شده به عدسی چشم در سمت نوردهی (دوزیمتری) در تکنیک موازی (0.56 ± 0.324 میلی‌گری) بیشتر از تکنیک نیمساز (0.434 ± 0.386 میلی‌گری) برآورد گردید؛ همچنین میانگین دوز جذب شده به عدسی چشم در سمت بدون نوردهی در تکنیک موازی (0.38 ± 0.022 میلی‌گری) بیشتر از تکنیک نیمساز (0.31 ± 0.011 میلی‌گری) بود. در هر دو سمت نوردهی و غیر نوردهی تفاوت آماری معنی‌داری بین تکنیک موازی و تکنیک نیمساز مشاهده نگردید. مقایسه بین دوز جذب شده به عدسی چشم در سمت نوردهی و غیر نوردهی در تکنیک نیمساز و موازی نتایج نشان داد که دوز جذب شده به عدسی چشم در سمت نوردهی بیشتر از سمت غیر نوردهی بود ($p < 0.001$). نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه نشان داد که بهتر است برای کاهش دوز دریافتی چشم در بیماران، از روش نیمساز برای تهیه رادیوگرافی از ناحیه سانترال و کانین استفاده شود. واژه‌های کلیدی: رادیوگرافی پانورامیک، دزیمتر تشعشع، عدسی چشم، دندانپزشکی.

استناد: مژده مهدی زاده، شادی پوربخش، زهرا بحرینیان. مقایسه دوز دریافتی لنز چشم در رادیوگرافی پری اپیکال موازی و نیمساز در دندان‌های ماگزیلاری. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بابل. ۱۴۰۵؛ ۲۸: ۲۸.

این مقاله مستخرج از پایان نامه دکتر شادی پوربخش دانشجوی رشته دندانپزشکی عمومی و طرح تحقیقاتی به شماره ۳۹۶۹۳۲ دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد.

* مسئول مقاله: دکتر شادی پوربخش

رایانامه: shadipoorbakhsh7@gmail.com

آدرس: قزوین، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، دانشکده دندانپزشکی، گروه ارتودنسی. تلفن: ۴۴۲۳۱۳۵۳-۰۲۱

مقدمه

رادیوگرافی پری آپیکال متداول‌ترین روش رادیوگرافی مورد درخواست در کار روتین دندانپزشکی است (۱). با وجود مزایای تشخیصی، رادیوگرافی دندان برخی از اندام‌های حساس مانند عدسی چشم را در معرض اشعه یونیزان قرار می‌دهد. با توجه به محبوبیت بالای رادیوگرافی پری آپیکال، به حداقل رساندن قرار گرفتن بیمار و به‌ویژه اندام‌های حساس در معرض پرتوهای یونیزان بسیار مهم است. عدسی چشم عضو حساسی است که ممکن است در تصویربرداری فک و صورت، تابش پراکنده غیر ضروری دریافت کند (۲).

از جمله عوارض قابل توجه مواجهه چشم با اشعه یونیزان، ایجاد کاتاراکت (اپسپته عدسی چشم) است (۳). طبق بیانیه ICRP در مطالعات جدیدتر بیان شده که حساسیت عدسی چشم نسبت به اشعه بیش از آن است که در مطالعات قبلی مطرح شده است و اطلاعات جدید بیان می‌کنند که حساسیت زیاد چشم نسبت به مواجهه در رادیولوژی باعث ایجاد مشکلاتی در چشم می‌شود؛ همچنین بیان می‌کند که به دلیل نامشخص بودن حد آستانه این مسئله نگران کننده، باید حد بهینه هنگام مواجهه برای چشم در نظر گرفت (۴). مطالعات قبلی بیشتر دوز دریافتی لنز چشم را با رادیوگرافی پانورامیک و CBCT مورد بررسی قرار داده‌اند (۵-۱۰) و مطالعات انجام شده با رادیوگرافی پری آپیکال انگشت شمار و متناقض می‌باشد و تکنیک‌های رادیوگرافی موازی و نیمساز در این مطالعات مورد مقایسه قرار نگرفته است (۱۱-۱۳). باید در نظر داشت که تفاوت‌هایی بین تکنیک‌های موازی و نیمساز وجود دارد که ممکن است باعث تفاوت در دوز جذب شده از لنز چشم شود (۳). با توجه به عوارض قابل توجه مواجهه چشم با اشعه یونیزان و نبود مطالعات کافی در این زمینه این مطالعه با هدف مقایسه دوز دریافتی لنز چشم در رادیوگرافی پری آپیکال موازی و نیمساز در دندان‌های ماژیلاری انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه مقطعی پس از تایید در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اصفهان با کد IR.MUI.REC.1396.3.932 انجام پذیرفت. دزیمترهای ترمولومینسانس (TLDs TLD700 Bicron NE Solon USA) در محل لنز چشم در دو فانتوم رادیوگرافی دندان (مجموعاً ۳۳ TLD برای هر یک از دو تکنیک نیمساز و موازی) قرار گرفتند. در مرحله بعد، ۱۶ رادیوگرافی پری آپیکال با تکنیک موازی و ۱۶ رادیوگرافی با تکنیک نیمساز از محل دندان‌های سانتال و لترال، دندان کانین، پرمولر و مولر راست و چپ فک بالا (چهار ناحیه) با استفاده از فیلم‌های داخل دهانی سایز ۲ (Agfa-Gevaert NV, Mortsel, Belgium) و یک واحد اشعه ایکس داخل دهانی (Planmeca, Helsinki, Finland) با تنظیمات ولتاژ ۶۳ کیلوولت بر ثانیه و ۸ میلی‌آمپر با زمان ۰/۲ ثانیه برای روش موازی و زمان ۰/۱۵ ثانیه برای تکنیک نیمساز در نظر گرفته شد. نگهدارنده فیلم (IL Rinn Corporation, USA) برای تکنیک موازی استفاده شد. فاصله بین تیوب و جسم در ۸ سانتی‌متر استاندارد شد. پس از قرار گرفتن در معرض تابش، TLDs ها توسط یک خوانش TLDs (تکنولوژی NE SOLARO 2A) خوانده شدند. برای این منظور، TLDs ها در دمای ۱۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ ثانیه در فاز پیش گرمایش، در مرحله خواندن ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ ثانیه و در مرحله باز پخت در دمای ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده شدند. خروجی دستگاه به عنوان شمارش تصحیح شده به شرح زیر بود:

تعداد تصحیح شده = (شمارش خام - شمارش جریان الکتریکی) X فاکتور نور داخلی (تعیین شده توسط سازنده)

سپس شمارش تصحیح شده با استفاده از فرمول زیر به دوز تبدیل شد:

دوز دریافتی توسط هر TLD = فاکتور کالیبراسیون فردی X [شماره پس زمینه هر TLD - تعداد خوانده شده برای هر TLD] X فاکتور کالیبراسیون گروهی. در مجموع از ۲۰ TLDs برای این مطالعه استفاده شد که به صورت فردی و گروهی کالیبره شدند. برای کالیبراسیون فردی، هر TLD توسط واحد اشعه ایکس داخل دهانی با پتانسیل تیوب ۶۳ کیلو ولتاژ، جریان تیوب ۸ میلی‌آمپر و زمان ۰/۲ ثانیه در معرض دید قرار گرفت و سپس توسط خواننده TLD خوانده شد. برای کالیبراسیون گروه، TLDs به ۵ گروه (۴ تایی) تقسیم شدند. گروه اول به عنوان گروه کنترل عمل کردند. گروه‌های ۲ تا ۵ تابش ۵ تا ۲۰ cGy را دریافت کردند و سپس توسط TLD reader برای اندازه‌گیری دوز دریافتی توسط هر گروه خوانده شدند.

دوز کل TLDs در تکنیک‌های موازی و نیمساز به طور جداگانه محاسبه و با یکدیگر مقایسه شد. در روش موازی، میانگین دوز TLD سمت مواجهه در سمت راست و چپ هر دو فانتوم محاسبه و با مقادیر مشابه در تکنیک نیمساز (مجموعاً ۴ رادیوگرافی از هر محل دندان) مقایسه شد. به طور مشابه، میانگین دوز سمت غیر مواجهه برای هر ناحیه دندان محاسبه و بین دو تکنیک مقایسه گردید. داده‌های جمع آوری شده، با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ و آزمون‌های Wilcoxon و Mann-Whitney تجزیه و تحلیل شدند و $p < 0.05$ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته ها

در مجموع ۳۲ رادیوگرافی پری اپیکال شامل ۱۶ رادیوگرافی نیمساز و ۱۶ رادیوگرافی موازی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی در سمت نوردهی (دوزیمتری) در تکنیک نیمساز نشان داد که بیشترین میزان دوز جذب شده به عدسی چشم در دندان مولر بود که میانگین آن بیشتر از دنداهای دیگر بود ($p < 0.05$). اما در تکنیک موازی میزان دوز جذب شده به عدسی چشم بین دندان‌های پرمولر، مولر و کانین تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. در کل میانگین دوز جذب شده به عدسی چشم در سمت نوردهی در تکنیک موازی (0.324 ± 0.056 میلی‌گری) بیشتر از تکنیک نیمساز (0.386 ± 0.043 میلی‌گری) بود، اما این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱).

در سمت غیر نوردهی در تکنیک نیمساز میزان دوز جذب شده به عدسی چشم تقریباً یکسان بود؛ اما در تکنیک موازی میزان دوز جذب شده به عدسی چشم در دندان‌های پرمولر، بیشتر از دندان‌های مولر، کانین و اینسایزور بود ($p < 0.05$). در کل میانگین دوز جذب شده به عدسی چشم در سمت بدون نوردهی در تکنیک موازی (0.38 ± 0.022 میلی‌گری) بیشتر از تکنیک نیمساز (0.31 ± 0.031 میلی‌گری) بود، اما این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. در مقایسه بین دوز جذب شده به عدسی چشم در سمت نوردهی و غیر نوردهی در تکنیک نیمساز و موازی نتایج نشان داد که دوز جذب شده به عدسی چشم در سمت نوردهی بیشتر از سمت غیر نوردهی بود ($p < 0.001$) (جدول ۲).

جدول ۱. دوز جذب شده به عدسی چشم در سمت نوردهی (دوزیمتری) در دو تکنیک نیمساز و موازی بر حسب میلی‌گری

تکنیک	دندان	تعداد	Mean±SD	دامنه اطمینان ۹۵٪ کران پایین کران بالا
تکنیک نیمساز	مولر	۴	0.070 ± 0.086	0.0749 0.0971
	پرمولر	۴	0.173 ± 0.073	0.0456 0.1006
	کانین	۴	0.026 ± 0.103	0.060 0.145
	اینسایزور	۴	0.18 ± 0.043	0.014 0.072
	مجموع	۱۶	0.386 ± 0.043	
تکنیک موازی	مولر	۴	0.177 ± 0.069	0.0417 0.0980
	پرمولر	۴	0.136 ± 0.075	0.0538 0.0972
	کانین	۴	0.119 ± 0.073	0.0546 0.0926
	اینسایزور	۴	0.09 ± 0.053	0.037 0.068
	مجموع	۱۶	0.324 ± 0.056	

جدول ۲. دوز جذب شده به عدسی چشم در سمت بدون نوردهی (دوزیمتری) در دو تکنیک نیمساز و موازی بر حسب میلی‌گری

تکنیک	دندان	تعداد	Mean±SD	دامنه اطمینان ۹۵٪ کران پایین کران بالا
تکنیک نیمساز	مولر	۴	0.024 ± 0.024	0.018 0.030
	پرمولر	۴	0.13 ± 0.035	0.013 0.056
	کانین	۴	0.14 ± 0.031	0.008 0.053
	اینسایزور	۴	0.06 ± 0.023	0.014 0.032
	مجموع	۱۶	0.11 ± 0.031	
تکنیک موازی	مولر	۴	0.11 ± 0.026	0.008 0.042
	پرمولر	۴	0.05 ± 0.073	0.065 0.080
	کانین	۴	0.10 ± 0.029	0.013 0.046
	اینسایزور	۴	0.09 ± 0.034	0.018 0.048
	مجموع	۱۶	0.22 ± 0.038	

بحث و نتیجه گیری

یافته‌های ما نشان داد که دوز جذب شده به عدسی چشم در تکنیک موازی (0.324 ± 0.056 میلی‌گری) و در تکنیک نیمساز (0.386 ± 0.043 میلی‌گری) بود که نشان داد که در تکنیک موازی میزان دوز جذب شده به عدسی چشم کمی بیشتر از مقدار توصیه شده (0.500 میلی‌گری) می‌باشد (۱۴). مطالعات قبلی میزان دوز جذب شده به عدسی چشم را با رادیوگرافی پری اپیکال متفاوت گزارش کرده‌اند، به طوری که Granlund و همکاران اندازه‌گیری‌های دوزسنج ترمولومینسانس بر روی یک فانتوم سر و گردن انسان‌نما انجام شد و میزان دوز جذب شده به عدسی چشم 4 میکروسیورت گزارش کردند و دندان مولر بیشترین مقدار دوز جذب شده را داشتند (۱۱). همچنین Kanzaki و همکاران میانگین دوز جذب شده به عدسی چشم در رادیوگرافی پری اپیکال برای دندان‌های اینسایزور فک بالا و دندان‌های مولر به ترتیب 0.11 ± 0.09 و 0.08 ± 0.04 میلی‌گری گزارش کردند (۱۳) و Jibiri و همکاران نشان دادند که دوز ورودی (ESD) از 0.0742 میلی‌گری تا 0.3989 میلی‌گری برای چشم متغیر است (۱۲). همچنین Eren و همکاران از یک فانتوم استفاده کردند و گزارش دادند که دوز جذب شده توسط لنز چشم برای یک مجموعه رادیوگرافی پری اپیکال کامل دهان 7 رادیوگرافی فک بالا و 7 فک پایین و 2 رادیوگرافی بایت وینگ mGy $2/0.8$ بود (۱۵). این مقدار با استفاده از یک سنسور $1/0.47 mGy$ بود ولی تفاوت بین آن‌ها معنی‌دار نبود. با این وجود، مقادیر گزارش شده در مطالعه آن‌ها با مقادیر به دست آمده در مطالعه حاضر متفاوت بود. پیشرفت در سرعت و کیفیت حسگرهای تصویر و کیفیت و فناوری واحدهای اشعه ایکس در سال‌های اخیر، دوز تابش بیمار را به شدت کاهش داده است، به طوری که مطالعه‌ای در سال 1994 دوز جذب شده لنز چشمی را در رادیوگرافی کامل داخل دهانی mGy $4/43$ گزارش کرده است (۱۶). در حالی که این مقدار در مطالعه اخیر انجام شده در سال 2015 به $2/0.8 mGy$ کاهش یافت (۱۵)، که دلیل این کاهش افزایش فاصله بین منبع اشعه و جسم با به کارگیری یک سیلندر بلند با انتهای باز (Long open ended cylinder) است که میزان محوشدگی تصویر را کاهش می‌دهد، همچنین سرعت فیلم‌های رادیوگرافی افزایش پیدا کرده که در نتیجه این فیلم‌ها به اکسپوژر کمتری نیاز دارند (۳)؛ همچنین علت تفاوت در نتایج مطالعات جدید را می‌توان به مارک دستگاه رادیوگرافی پری اپیکال مورد استفاده و تکنیک مورد استفاده (نیمساز یا موازی) نسبت داد. با این وجود اکثر مطالعات از یک نوع تکنیک برای ارزیابی میزان دوز جذب شده به عدسی چشم استفاده کرده‌اند و مطالعه حاضر تنها مطالعه‌ای است که این دو تکنیک را مورد مقایسه قرار داده است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که اگرچه دوز دریافتی لنز چشم به طور کلی بین دو تکنیک تفاوت معنی‌داری نداشت، اما دوز دریافتی آن در هر دو طرف راست و چپ در سمت مواجهه و غیر مواجهه روش موازی بیشتر از روش نیمساز در نواحی ثنایا و کانین بود که ممکن است به دلیل زاویه عمودی پایین‌تر در تکنیک موازی نسبت به تکنیک نیمساز باشد. در نتیجه پرتو اولیه در جهت چشم حرکت می‌کند و دوز دریافتی آن را افزایش می‌دهد. همچنین برای ناحیه کانین نوردهی در تکنیک موازی به دلیل استفاده از نگهدارنده بیشتر به صورت دیستال انجام می‌شود (۱۷).

باید در نظر داشت که به حداقل رساندن دوز جذب شده از لنز چشم به ویژه در بیماران مبتلا به آب مروارید و افرادی که مستعد ابتلا به آن هستند بسیار مهم است؛ بنابراین، با توجه به نتایج حاضر، تکنیک پری اپیکال نیمساز برای رادیوگرافی ثنایای مرکزی و دندان کانین در چنین بیمارانی توصیه می‌شود. استفاده از فانتوم از محدودیت‌های این مطالعه بود که تعمیم‌پذیری یافته‌ها را محدود می‌کند. مطالعات آتی بر روی نمونه بزرگ‌تر و دوز دریافتی سایر اندام‌های مهم مانند تیروئید توصیه می‌شود.

تضاد منافع: هیچ‌کدام از نویسندگان این مطالعه، افراد و یا دستگاه‌ها تعارض منافی برای انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به دلیل همکاری و پشتیبانی مالی قدردانی می‌گردد.

References

1. Aps JKM, Lim LZ, Tong HJ, Kalia B, Chou AM. Diagnostic efficacy of and indications for intraoral radiographs in pediatric dentistry: a systematic review. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2020;21(4):429-62.
2. Khafaji M, Albadawi GH. Assessment of Scattered Dose to the Eye in Dentistry: A Systematic Review. *Cureus*. 2023;15(8):e43113.
3. White SC, Pharoah MJ. Oral radiology-E-Book: Principles and interpretation, 7th ed. Elsevier Health Sciences; 2014. p. 120-3.
4. Prins R, Dauer LT, Colosi DC, Quinn B, Kleiman NJ, Bohle GC, et al. Significant reduction in dental cone beam computed tomography (CBCT) eye dose through the use of leaded glasses. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011;112(4):502-7.
5. Eftekhari Moghadam A, Mardani M, Hasanzadeh H, Rafati M. Assessment of absorbed dose in critical organs in OPG: a phantom study. *Arch Adv Biosci*. 2015;6(1):44-9.
6. Reza A, Hassan J, Adibi A. Evaluation of radiation exposure of eyes, parotid and thyroid gland during panoramic radiography. *Afr J Intern Med*. 2018;6(7):488-94.
7. Naserpour F, Hassanpour N, Panahi F, Karami V, Gholami M. An estimate of radiation dose to the lens of the eyes, parotid gland, and thyroid gland in dental panoramic radiography. *Iran J Med Phys*. 2019;16:425-9.
8. Ahmadi A, Negarestani A, Sina S, Sarshough S. Measurement of entrance skin dose and the dose received by different organs in panoramic dental imaging. *J Biomed Phys Eng*. 2020;10(5):569-74.
9. Sohaimi N, Maarof K. an Assessment on the Radiation Dose Received By the Eyes and Thyroid Using Panoramic View (Opg): a Phantom Study. *Int J Allied Health Sci*. 2020;4(2):1128-39.
10. Schindler F, Müller-Winter D, Karle H, Schulze R. Measurement of radiation dose and analysis of dose distribution in the thyroid and eye lens during digital panoramic tomography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2025;54(7):605-12.
11. Granlund C, Thilander-Klang A, Ylhan B, Lofthag-Hansen S, Ekestubbe A. Absorbed organ and effective doses from digital intra-oral and panoramic radiography applying the ICRP 103 recommendations for effective dose estimations. *Br J Radiol*. 2016;89(1066):20151052.
12. Jibiri NN, Adeleye B, Kolude B. Radiation dose to the thyroid, eyes and parotid glands of patients undergoing intra-oral radiographic procedures in a teaching hospital in Ibadan, Oyo state Nigeria. *Int J Radiat Res*. 2017;15(1):101-6.
13. Kanzaki T, Takahashi Y, Yarita K. Absorbed dose to the eye lens during dental radiography. *Oral Radiol*. 2016;33(1):246-50.
14. Sánchez RM, Vañó E, Fernández JM, Rosati S, López-Ibor L. Radiation Doses in Patient Eye Lenses during Interventional Neuroradiology Procedures. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2016;37(3):402-7.
15. Eren H, Gorgun S. Evaluation of Effective Dose with Two-dimensional and Three-dimensional Dental Imaging Devices. *J Contemp Dent*. 2015;5(2):80-5.
16. Freeman JP, Brand JW. Radiation doses of commonly used dental radiographic surveys. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1994;77(3):285-9.
17. Farman AG, Kolsom SA. Intraoral Radiographic Techniques. American Dental Assistants Association; 2014. Available from: <https://cdeworld.com/courses/21129-intraoral-radiographic-techniques>