

بررسی تاثیر محافظ تیروئید AKTIF EP 316 بر میزان دوز جذبی غده تیروئید در رادیوگرافی پانورامیک

دکتر لادن حافظی^۱ دکتر تیبیا محمد نژاد^۲ دکتر سیما وجدان نیک^{۳*}

۱- استادیار بخش رادیولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دندانپزشکی تهران

۲- دندانپزشک

۳- دستیار تخصصی بخش رادیولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دندانپزشکی تهران

خلاصه:

سابقه و هدف: در رادیوگرافی پانورامیک محافظ تیروئید بدلیل ایجاد ارتیفکت بطور روتین استفاده نمی شود. در این مطالعه بر انیم تا تاثیر استفاده نوع خاصی از شیلد محافظ (AKTIF EP 316) را بر دوز جذبی غده تیروئید مراجعین به یک کلینیک خصوصی شهر تهران در سال ۹۳-۱۳۹۲ مورد بررسی قرار دهیم.

مواد و روش‌ها: این تحقیق با طراحی کارآزمایی بالینی بر روی ۲۰ مرد که از لحاظ قد، وزن و سن همسان بوده و دستور تهیه رادیوگرافی پانورامیک داشتند انجام شد. دوزیمترها به صورت علامت + بر رو و زیر شیلد محافظ تیروئید قرار گرفتند. سپس محافظ برای ۱۰ نفر از افراد استفاده و رادیوگرافی پانورامیک با شرایط یکسان $MA=10$, $kvp=72$ و زمان ۱۸ ثانیه توسط دستگاه SOREDEX مدل CRANEX- D تهیه گردید. این عمل برای ۱۰ بیمار دیگر با سری دیگری دوزیمتر نیز انجام شد. TLDها جهت قرائت به سازمان انرژی اتمی فرستاده شدند. نتایج با ازمون فیشرو T- test ارزیابی گردید.

یافته‌ها: میزان دوز جذبی غده تیروئید هنگامی که دوزیمتر روی شیلد قرار گرفته بود برابر با 0.353 ± 0.03 میلی گری و هنگامی که دوزیمتر زیر شیلد قرار گرفت 0.316 ± 0.01 میلی گری اندازه گیری شد. که باعث $10/4$ درصدی کاهش دوز جذبی غده تیروئید شد و این اختلاف از لحاظ آماری معنی دار بود. ($P < 0.002$)

نتیجه‌گیری: با توجه به قانون ALARA و کاهش $10/4$ درصدی دوز جذبی غده تیروئید، استفاده از این نوع محافظ تیروئید هنگام رادیوگرافی پانورامیک توصیه می شود.

کلید واژه‌ها: رادیوگرافی پانورامیک، غده تیروئید، محافظ سربی

وصول مقاله: ۹۴/۸/۱۷ اصلاح نهایی: ۹۴/۱۱/۱۶ پذیرش مقاله: ۹۴/۱۱/۱۸

مقدمه:

محافظت از بیماران در برابر اشعه دریافتی، هنگام تهیه رادیوگرافی‌ها اساسی ترین نگرانی پرسنل پزشکی می باشد. چرا که در پی تابش اشعه احتمال آسیب به سلولها و ایجاد سرطان یا موتاسیون وراثتی وجود دارد.^(۱) یکی از نواحی حساس در پرتونگاری دندانپزشکی غده تیروئید است. وقوع سرطان غده تیروئید بیش از هر نئوپلاسم دیگری در ایالات متحده امریکا در حال توسعه است.^(۲) به گونه ای که ۵۶۰۰۰ نفر مبتلا در سال ۲۰۱۲ شناسایی شده اند.^(۳-۲) در سال ۱۹۳۱ توصیه هایی برای کاهش دوز جذبی بیماران به تصویب رسیده

است که امروزه این توصیه ها توسط (NCPR) Nation council on radiation protection به طور مداوم بازنگری می گردد.^(۳) از راه های انجام شده در زمینه کاهش اشعه جذبی بیمار، استفاده از رادیوگرافی های دیجیتال، استفاده از فیلم های high speed، عدم قرارگیری منبع اشعه در فاصله بیش از ۲۰ تا ۴۰ سانتی متری بیمار، استفاده از کلیماتور با مقطع مستطیل، پیش بند سربی، شیلد محافظ تیروئید می باشد.^(۴-۶)

اگر کاهش دوز جذبی بیمار صورت نگیرد، عوارضی ایجاد می شود که حتی آدنوم فولیکولار و کارسینوم تیروئید را در پی خواهد داشت.^(۷-۹) در پاره ای از مقالات به کاهش دوز جذبی

رادیوگرافی پانورامیک توسط دستگاه SOREDEX (FINLAND) مدل CRANEX D با شرایط تقریباً مشابه $KVP=72-76$, $mA=10$ و مدت زمان ۱۸ ثانیه انجام گرفت. TLD ها از شیلد محافظ تیروئید برداشته شدند، شماره آنها ثبت گردید. سپس ۵ TLD جدید بر رو و زیر شیلد محافظ تیروئید مانند حالت قبل قرار گرفتند. شیلد محافظ بر گردن ۱۰ نفر بعد، قرار گرفت و رادیوگرافی پانورامیک از آنها تهیه گردید. تمام TLD ها جهت قرائت به سازمان انرژی اتمی فرستاده شدند.

TLD های به کار رفته از نوع TLD-200 یا G 200 (MCP) بودند که نسبت به TLD-100 به پرتو یونیزان حساسترند. علاوه بر حساسیت زیاد به پرتو، به دلیل داشتن ابعاد کوچک (ضخامت $1/3$ میلی متر و مساحت 3 میلی متر مربع) وعدم وابستگی به انرژی پرتو بسیار مورد استفاده قرار میگیرند. جهت قرائت آنها ابتدا به مدت ده دقیقه در دمای 110° درجه سانتی گراد پیش گرما دهی شدند تا پیکهای کم دما حذف شوند. سپس با دستگاه خوانش (فتومالیتی پلایر) قرائت شدند و میزان دوز جذبی آنها ثبت گردید. به این ترتیب میزان دوز جذبی پوستی غده تیروئید در دو حالتی که از شیلد محافظ تیروئید استفاده نشده (وقتی دوزیمتر روی شیلد قرار گرفت) و یا استفاده شده (وقتی دوزیمتر زیر شیلد قرار گرفت) اندازه گیری شد و به وسیله آزمون T-test مورد قضاوت آماری قرار گرفت. همچنین کیفیت تصاویر رادیوگرافی با وبدون شیلد محافظ تیروئید، از نظر تصویر شدن شیلد محافظ تیروئید، به صورت قابل قبول و غیر قابل قبول توسط آزمون فیشر مورد قضاوت قرار گرفت.

یافته ها:

تحقیق روی ۴۰ مرد انجام شد که از لحاظ قد، وزن و سن مشابه بودند. میانگین وزن آنها $73/6$ کیلوگرم، سن آنها $31/4$ سال، قد آنها $1723/3$ سانتی متر بود. ابتدا کیفیت تصاویر به وسیله آزمون فیشر ارزیابی شد، که همگی قابل قبول بودند و

به دنبال استفاده از شیلد تیروئید در رادیوگرافی های داخل دهانی اشاره شده است.^(۴,۳,۱) اما از آنجایی که سرب موجود در آن، جلوی پرتو تابیده به ناحیه سر و صورت را میگیرد و مانع تصویر شدن دندان های قدامی در رادیوگرافی پانورامیک می شود از شیلدهای معمولی در این زمینه استفاده نمی شود، ولی شیلد AKTIF EP 316 که به تازگی وارد بازار ایران شده با وجود صفحه سربی به ابعاد $16/5 \times 16$ سانتی متر و ضخامت 2 میلی متر به ادعای کارخانه سازنده، استفاده از آن علاوه بر کاهش دوز جذبی تیروئید، عدم تصویر شدن ناحیه قدام را در رادیوگرافی پانورامیک ندارد. با توجه به این که در مورد صحت این ادعا خلا اطلاعاتی وجود داشت، در این تحقیق، تاثیر استفاده از محافظ تیروئید AKTIF EP 316 وعدم استفاده از آن، در یکی از مراکز رادیولوژی شهر تهران در سال ۹۳-۱۳۹۲ مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها:

این تحقیق به روش کارآزمایی بالینی (Clinical trial) به شماره ثبت انجام شد و ۲۰ بیمار مرد که از لحاظ قد وزن و سن مشابه بودند، از بین بیمارانی که برای تهیه گرافی پانورامیک به کلینیک رادیولوژی مراجعه نموده بودند، انتخاب شدند. ابتدا برگردن ۱۰ نفر آنها شیلد محافظ تیروئید AKTIF EP 316 قرار گرفت، که TLD ۵ به صورت علامت + (به فاصله ۵ میلیمتر از هم در بالا، پایین، چپ، راست و وسط) بر روی شیلد و TLD ۵ دیگر نیز به صورت علامت مثبت بر پشت شیلد محافظ قرار گرفتند. (شکل ۱)



شکل ۱- محل قرار گیری دوزیمترها روی محافظ

محافظ تیروئید قرار داشت) به دست اید (نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲ - میزان جذب اشعه غده تیروئید بر حسب محل قرار گیری دوزیمتر

میزان (mGY)	میانگین جذب محل اشعه قرار گیری دوزیمتر	C.V
0.0353 ± 0.03	روی شیلد N1=10	۸/۵
0.0316 ± 0.01	زیر شیلد N2=10	۳/۲
$P < 0.002$	نتیجه آزمون	

DOSE (mGY) = TLD x ECC x CF

ECC= Element Correction Effective

(ضریب اصلاح خوانش دوزیمترها)

Calibration factor (CF) = 0.003 mGY /nC

میزان دوز جذبی غده تیروئید در حالتی که شیلد محافظ تیروئید استفاده نشده است (هنگامی که دوزیمتر روی شیلد قرار گرفته) برابر با 0.0353 ± 0.03 میلی گری و در حالتی که از شیلد محافظ استفاده شده (هنگامی که دوزیمتر زیر شیلد قرار گرفته) 0.0316 ± 0.01 میلی گری می باشد که استفاده از شیلد محافظ تیروئید، باعث کاهش ۱۰/۴ درصدی دوز جذبی غده تیروئید نسبت به حالت بدون استفاده از شیلد محافظ تیروئید، شده است. و آزمون T-test نشان داد که این اختلاف از لحاظ آماری معنی دار می باشد. ($P < 0.002$)

بحث:

رادیوگرافی پانورامیک به دلیل نمایش وسیع استخوان و دندانها، راحتی بیمار حین رادیوگرافی، قابل استفاده بودن برای بیمارانی که قادر به باز کردن دهان نیستند، بررسی تروما ها، تعیین محل دندان عقل نهفته، بررسی ضایعات بزرگ و مشکوک، بررسی تکامل دندانها و آنومالی های تکاملی، باعث شده حداقل یکبار در طول عمر هر فرد مورد استفاده قرار گیرد.^(۱۰)

قرار گرفتن در معرض اشعه یونیزان باعث افزایش خطر بروز کارسینوم تیروئید (به خصوص نوع پاپیلری) می شود.^(۱۱) نئوپلاسمهای غده تیروئید حدود ۹۵ درصد تومورهای اندوکراین را شامل می شود. میزان بروز کانسر تیروئید در طی دو دهه اخیر افزایش یافته است. به گونه ای که در ایالات متحده

شیلد محافظ تیروئید مانع از تصویر شدن دندانهای قدامی در کلیشه های رادیوگرافی پانورامیک نشده بود.

TLD ها که زیر و روی شیلد محافظ تیروئید قرار گرفته بودند، هنگام تهیه رادیوگرافی پانورامیک مورد اکسپوز قرار گرفتند و میزان دوز دریافتی هر TLD پس از قرائت توسط سازمان انرژی اتمی با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (نتایج در جدول ۱ ارائه شده است).

جدول ۱- میزان دوز جذبی هر دوزیمتر بر حسب محل قرار گیری آن

شماره دوزیمتر (TLD)	محل قرار گیری دوزیمتر	دوز جذبی (mGY)
۱	روی شیلد / وسط	۰/۰۳۳۴
۲	روی شیلد / چپ	۰/۰۳۶۱
۳	روی شیلد / راست	۰/۰۳۵۸
۴	روی شیلد / بالا	۰/۰۳۲۸
۵	روی شیلد / پایین	۰/۰۳۸۴
۶	روی شیلد / وسط	۰/۰۳۳۵
۷	روی شیلد / چپ	۰/۰۳۴۹
۸	روی شیلد / راست	۰/۰۳۶۱
۹	روی شیلد بالا	۰/۰۳۴۳
۱۰	روی شیلد / پایین	۰/۰۳۷۶
۱۱	زیر شیلد / وسط	۰/۰۳۰۶
۱۲	زیر شیلد / چپ	۰/۰۳۱۲
۱۳	زیر شیلد / راست	۰/۰۳۳۹
۱۴	زیر شیلد / بالا	۰/۰۳۱۸
۱۵	زیر شیلد / پایین	۰/۰۳۲۵
۱۶	زیر شیلد / وسط	۰/۰۳۰۷
۱۷	زیر شیلد / چپ	۰/۰۲۸۹
۱۸	زیر شیلد / راست	۰/۰۳۲۶
۱۹	زیر شیلد / بالا	۰/۰۳۴۰
۲۰	زیر شیلد / پایین	۰/۰۲۹۸

سپس تقسیم بر تعداد اکسپوزر شد تا میانگین دوز جذبی غده تیروئید در دو حالت با استفاده شیلد محافظ تیروئید (هنگامی که دوزیمتر زیر شیلد محافظ قرار داشت) و بدون استفاده از شیلد محافظ تیروئید (هنگامی که دوزیمتر روی شیلد

صورت گرفته است و دوز جذبی غده تیروئید در هر دو مطالعه تقریباً مشابه هم می باشند .

در سال ۲۰۱۳ G-S Han و همکارانش دوز جذبی غده تیروئید قبل و بعد از استفاده از شیلد محافظ تیروئید در طی استفاده از چهار مدل دستگاه پانورامیک را روی فانتوم مورد ارزیابی قرار دادند. دوز جذبی غده تیروئید بدون استفاده از شیلد تیروئید هنگام استفاده از دستگاه های OC 200 D, orthophos CD به ترتیب ۲۷/۱ میکرو سیورت و ۱۱/۲ میکرو سیورت بودند که این میزان اشعه نسبت به دو دستگاه promax , orthophos XG حدود ۱۰ میکروسیورت به دلیل استفاده از سیستم indirect digital panoramic imaging (PSP detector) کمتر است. پس از استفاده از شیلد محافظ تیروئید میزان کاهش دوز جذبی در دو دستگاه OC200 D و Orthophos CD (سیستم) به ترتیب ۹/۸۳ و ۹/۶ درصد و هنگام استفاده از دستگاه های Orthohos XG و CCD (promax detector) به ترتیب ۱۹/۲۷ و ۲۲/۷۳ درصد می باشد. کاهش دوز جذبی غده تیروئید هنگام استفاده از شیلد محافظ در هر دو نوع سیستم پانورامیک صورت گرفته و تفاوت معنی داری هنگام استفاده از یک شیلد به تنهایی یا دو شیلد، یکی در قدام و دیگری در خلف وجود ندارد.^(۱۰)

مطالعه حاضر بر روی دستگاه SOREDEX مدل D CRANEX انجام شد میزان کاهش اشعه جذبی غده تیروئید هنگام استفاده از شیلد محافظ تیروئید ۱۰/۴ درصد بود که تقریباً مشابه کاهش دوز اشعه در مطالعه Han و همکاران با دستگاه های دیجیتالی غیر مستقیم می باشد.^(۱۰) البته در مطالعه ایشان از محافظ های دو طرف سرب استفاده شده و به ارتیفکت ناشی از ان اشاره ای نشده است.

با ورود CBCT به دندان پزشکی محافظت از تیروئید بار دیگر مورد توجه قرار گرفت.^(۱۵-۱۷) بخصوص استفاده از نوع خاصی محافظ یک طرفه که در سی تی اسکن کل بدن برای پوشش تیروئید استفاده می شود.^(۱۸،۱۹)

امریکا بیشترین سرعت شیوع را داشته است. (۴ درصد افزایش سالیانه). که در این میان ۱۰ درصد مبتلایان محکوم به مرگ هستند^(۱۱-۱۲)

یکی از راه های کاهش اشعه جذبی غده تیروئید استفاده از دستگاه های دیجیتالی، شیلد محافظ تیروئید و کاهش عرض کلیماتور است.^(۱۱) ولی درمورد تاثیر استفاده از شیلد محافظ تیروئید گزارشات اندکی وجود دارد. در صورتی که طبق قانون ALARA یا (as low as reasonably achievable) باید رادیوگرافی ها با کیفیت مطلوب و در عین حال با کمترین دوز جذبی بیمار تهیه شوند.^(۷) این موضوع به دلیل حساسیت زیاد غده تیروئید باید مورد توجه قرار گیرد^(۱۲) در رادیوگرافی پانورامیک تابش اشعه از پشت سر با زاویه منفی ۵-۷ درجه، صورت می گیرد. که باعث می شود غده تیروئید در میدان تابش اشعه قرار گیرد.^(۱۳) آنچه موجب عدم استفاده از محافظ تیروئید حین انجام رادیوگرافی میشود همین مسیر تابش پرتو اولیه است. یعنی محافظ مانع تابش اشعه به فک شده و تصویر سرب بر روی قدام مندیبل ایجاد ارتیفکت می کند.^(۱۴) بنابر این در تصویر برداری پانورامیک از محافظ های روتین رادیوگرافی دندان نمی توان استفاده نمود چرا که این محافظ ها دارای لایه سربی هستند که دور تادور گردن را می پوشاند. در محافظ استفاده شده در این تحقیق سرب فقط در ناحیه قدام گردن وجود دارد و در مسیر تابش اشعه اولیه نیست.

همین امر موجب شده که استفاده از این محافظ آرتیفکتی بر روی تصاویر ایجاد نکند که از مزایای این محافظ می باشد.

در مطالعه طوسی و همکاران، دوز جذبی غده تیروئید، پاروتید راست، پاروتید چپ، چشم راست، چشم چپ و اکسیپیتال در هنگام تهیه رادیوگرافی پانورامیک اندازه گیری شد که به ترتیب ۳۸ میکرو گری، ۳۶/۷ میکروگری، ۳۱/۶ میکروگری، ناچیز، ناچیز و ۲۶/۷ میکرو گری بود. با توجه به حساسیت زیاد غده تیروئید نسبت به پرتو یونیزان دوز جذبی غده تیروئید قابل توجه است.^(۱۳) در مطالعه حاضر نیز میزان دوز جذبی غده تیروئید هنگام رادیوگرافی پانورامیک ۳۵/۳ میکروگری اندازه گیری شد که مانند مطالعه طوسی این ارزیابی بر روی بیماران

XM Qu و همکارانش برای اندازه گیری دوز اندام های هدف در CBCT دوز غده تیروئید را در ۵ حالت مورد بررسی قرار دادند، مطالعه فوق نشان داد که بستن تنها یک شیلد در قدام به صورت محکم باعث ۴۸/۷ درصد کاهش دوز جذبی غده تیروئید در CBCT می شود که این میزان تفاوت معنی داری با استفاده هم زمان از ۲ شیلد به صورت محکم در قدام و خلف ندارد. (۱۴)

Gangli و همکاران دوز جذبی غده تیروئید هنگام استفاده از شیلد محافظ تیروئید در CBCT هنگامی که FOV ها بزرگ، متوسط یا کوچک بودند مورد اندازه گیری قرار داد و مشخص شد، هنگامی که FOV ها متوسط و یا کوچک هستند میزان دوز جذبی غده تیروئید نسبت به FOV بزرگ زمانی که از شیلد محافظ استفاده نشده کمتر است و هم چنین دوز جذبی غده تیروئید پس از استفاده از شیلد محافظ در FOV های بزرگ، متوسط و کوچک به ترتیب، ۱۸/۲ ، ۳۹ و ۴۰/۱ درصد کاهش یافته است. (۱۸)

در رادیو گرافی پانورامیک میزان کاهش دوز جذبی تیروئید هنگام استفاده از شیلد محافظ تیروئید، حدود ۹/۶ تا ۲۲/۷ درصد است. (۱۹-۲۱) و استفاده از تنها یک شیلد محافظ تیروئید در قسمت قدام ، به صورت محکم (به ویژه در کودکان) توصیه می شود. (۲۲)

با وجود این اغلب تکنسین ها استفاده از شیلد محافظ تیروئید را نادیده می گیرند یا به صورت شل از آن استفاده می کنند که باید اهمیت استفاده از شیلد محافظ تیروئید را چه در رادیوگرافی پانورامیک چه در CBCT به آنها تاکید نمود.

نتیجه گیری:

با توجه به قانون ALARA و کاهش ۱۰/۴ درصدی دوز جذبی غده تیروئید هنگام استفاده از شیلد محافظ تیروئید ، استفاده از این مدل شیلد محافظ تیروئید که با ایجاد تصویر تداخل ندارد هنگام رادیوگرافی پانورامیک توصیه می شود.

References:

- Gijbels F, Jacobs R, Bogaerts R, Debaveye D, Verlinden S, Sanderink G. Dosimetry of digital panoramic imaging. Part I: patient exposure. *Dentomaxillofacial Radiology* 2005; 34(3): 145-9
- Gijbels F, Jacobs R, Debaveye R, Bogaerts R, Verlinden S, Sanderink G. Dosimetry of digital panoramic imaging. Part II: occupational exposure. *Dentomaxillofacial Radiology* 2005; 34: 150-3.
- Praveen BN, Shubhashini AR, Bhanushree R, Sumsum PS, Sushma CN. Radiation in dental practice: Awareness, Protection and recommendations. *J Contamp Dent Pract* 2013;14(1):143-8
- Bahreyni Toossi MT, Akbari F, Bayani Roodi S. Radiation Exposure to Critical Organs in Panoramic Dental Examination. *Acta Med Iran* 2012;50(12):809-13.
- White SC, Mallya SM. Update on the biological effects of ionizing radiation, relative dose factors and radiation hygiene. *Aust Dent J* 2012; 57(1): 2-8
- Williams JR, Montgomery A. Measurement of dose in panoramic dental radiology. *Br J Radiol* 2000; 73(873):1002-6.
- Eftekhari Moghadam A, Mardani M, Hasanzadeh H, Rafati M. Assessment of absorbed dose in critical organs in OPG: a phantom study. *Journal of Paramedical Sciences (JPS)* 2015; 6(1):44-9
- Ayyıldız S, Soylu EH, Özen J, İde S, Kamburoğlu K. A Nanocomposite shield constructed for protection against the harmful effects of dental x-rays. *J Dent (Tehran)* 2015;12(5):364-73.
- Memon A, Godward S, Williams D, Siddique I, Al Oncol 2010;49(4):447-53.
- Han GS, Cheng JG, Li G, Ma XC. Shielding effect of thyroid collar for digital panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2013;42(9):20130265
- Ma H, Hill CK, Bernstein L, Ursin G. Low-dose medical radiation exposure and breast cancer risk in women under age 50 years overall and by estrogen and progesterone receptor status: Results from a case control and a case-case comparison. *Breast Cancer Res Treat* 2008;109(1):77-90.
- Cerqueira EM, Meireles JR, Lopes MA, Junqueira VC, Gomes-Filho IS, Trindade S, et al. Genotoxic effects of X-rays on keratinized mucosa cells during panoramic dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37 (7):398-403.
- Bahreyni Toossi MT, Akbari F, Bayani Roodi S. Radiation exposure to critical organs in panoramic dental examination. *Acta Med Iran* 2012;50(12):809-13.
- Qu X, Li G, Zhang Z, Ma X. Thyroid shields for radiation dose reduction during cone beam computed tomography scanning for different oral and maxillofacial regions. *Eur J Radiol* 2012;81(3): 376-80
- National Council for Radiation Protection and Measurements. Radiation protection in dentistry, Bethesda: MD;2004. P. 14-27.
- Qu XM, Li G, Ludlow JB, Zhang ZY, Ma XC. Effective radiation dose of ProMax 3D cone-beam computerized tomography scanner with different dental protocols. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110(6): 770-6.
- Rottke D, Grosseckertler L, Sawada K, Poxleitner P, Schulze D. Influence of lead apron shielding on absorbed doses from panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2013;42(10):2-5
- Gangli Y, Golikov YI, Niktin R. The effect of thyroid collar for absorbed dose reduction of thyroid gland. *Eur J Cancer Prev* 2011; 10: 311-6.
- Rivera T. Thermoluminescence in medical dosimetry. *Appl Radiat Isot* 2012; 71: 30-4
- Gavala S, Donta C, Tsiklakis K, Boziari A, Kamenopoulou V, Stamatakis HC. Radiation dose reduction in direct digital panoramic radiography. *Eur J Radiol* 2009; 71(1): 42-8
- Garcia Silva MA, Wolf U, Heinicke F, Grundler K, Visser H, Hirsch E. Effective dosages for recording Veraviewepocs dental panoramic images: analog film, digital, and panoramic scout for CBCT. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008; 106(4): 571-77.
- Sikorski PA, Taylor KW. The effectiveness of the thyroid shield in dental radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984 ;58(2):225-36.