

طراحی حفاظ تیروئید و بررسی اثر آن بر دز رسیده به ارگان های حساس ناحیه سر و گردن در رادیوگرافی پانورامیک با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو

محمودزاده، حمید^(۱) - ابراهیمی خانکوک، عطیه*^(۱)

۱- دانشگاه نیشابور، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

چکیده:

در این پژوهش، روش تصویربرداری پانورامیک در کد محاسباتی MCNPX شبیه سازی شده و با در اختیار داشتن فانتوم وکسل مرد بالغ، میزان دز رسیده به اعضای مختلف بدن به ویژه تیروئید، در دو حالت با و بدون حفاظ تیروئید محاسبه گردید. مقایسه نتایج بدست آمده نشان می دهد دز رسیده به تیروئید با بستن حفاظ حدود ۹۲ درصد و دز رسیده به دندان ها حدود ۹ درصد کاهش یافته است. بنابراین انتظار می رود استفاده از حفاظ سبب کاهش چشمگیر دز تیروئید شده بدون اینکه اثر قابل توجهی بر تصویر رادیوگرافی داشته باشد.

کلمات کلیدی: MCNPX، رادیوگرافی پانورامیک، دزیمتری، تیروئید

مقدمه:

استفاده روز افزون از اشعه ایکس در سیستم های تصویربرداری از بدن، مزایا و خطرات استفاده از آن موضوعی نیست که به راحتی بتوان از آن چشم پوشی کرد. امروزه شاید کمتر مرکز درمانی وجود داشته باشد که حداقل یکی از انواع سیستم های تصویربرداری از بدن با استفاده از اشعه ایکس در آن وجود نداشته باشد. این سیستم ها انواع مختلفی دارند، که هر یک از آن ها تکنولوژی خاص خود را دارد و برای ناحیه خاصی از بدن مورد استفاده قرار می گیرند. این تکنولوژی به دلیل سادگی و هزینه به نسبت کمتر در اغلب موارد تشخیصی پزشکی کاربرد دارد. با این وجود، علی رغم فواید تشخیصی استفاده از دستگاه های رادیوگرافی، اشعه ایکس تابیده شده به بدن، می تواند منجر به بروز آسیب های ثانویه در بخش های پرتودیده و نواحی اطراف آن ها شود. به دلیل تنوع کاربردهای رادیوگرافی و حساسیت بخش های مختلف بدن، در این پژوهش به بررسی آسیب های ناشی از رادیوگرافی فک و صورت بر نواحی حساس سر و گردن پرداخته می شود. به دلیل حساسیت بالای تیروئید و موقعیت قرارگیری آن در بدن، توجه ویژه ای بر میزان آسیب رسیده بر این عضو خواهد شد. کمیته بین المللی حفاظت در برابر پرتو ICRP در راهنمای حفاظت در برابر پرتوهای خود بعضی از اعضا و ارگان ها را نسبت به دریافت پرتو حساس تر در نظر گرفته است. در ناحیه سر این اعضا

شامل مغز استخوان فعال ، غدد بزاقی ، تیروئید ، عدسی چشم و پوست می باشد [۱]. به دلیل اهمیت تیروئید و حساسیت آن نسبت به پرتو، در این بین توجه ویژه‌ای به تیروئید شده است [۲]. اندازه‌گیری آسیب ناشی از پرتو به روش های تجربی از دقت کافی برخوردار نیست. زیرا امکان بررسی در نمونه های انسانی وجود نداشته و از طرفی جایگذاری دزیمتر در محیط مورد نظر می تواند مساله مورد بررسی را تغییر دهد. بنابراین استفاده از روش محاسباتی می تواند بسیار مفید باشد.

در سال ۲۰۱۱ متوئان و همکاران به محاسبه دز رسیده به تیروئید و غدد بزاقی در رادیوگرافی دندان با استفاده از روش دزیمتری ترمولومینیسنت در یک معاینه کامل ، پرداختند [۳]. در این پژوهش از تجهیزات اشعه ایکس Seletronic Spectro 70X, Dabi Atlante استفاده شده است. برای اندازه‌گیری دز از قسمت سر و گردن فانتوم مرد آلدerson استفاده شده است. در یک تصویر برداری کامل ، میانگین دز جذبی غده تیروئید ۱/۹ میلی گری گزارش شده است [۳].

در تحقیق دیگری بدریان و همکاران به مقایسه دز دریافت شده غده تیروئید در دو روش توموگرافی کانونشنال اسپیرال و توموگرافی کامپیوتری اسپیرال پرداخته اند [۴]. در این مطالعه تجربی - آزمایشگاهی، به منظور بررسی میزان دز دریافتی غده تیروئید از ۱۰ عدد دوزیمتر GR-200 دایره ای شکل به قطر ۳/۵ و ضخامت ۱ سانتیمتر از جنس لیتیوم فلوراید دارای ناخالصی های منیزیم و تیتانیوم ، در فانتوم شبیه مرد RANDO (قسمت سر و گردن، یعنی ده قطعه اول آن) بدون استفاده از یقه سربی استفاده شد.

جدول شماره (۲) میانگین دز جذبی غده تیروئید در تکنیک های توموگرافی کانونشنال اسپیرال و توموگرافی کامپیوتری اسپیرال [۴]

تکنیک رادیو گرافی	میانگین بر حسب میلی سیورت
توموگرافی کانونشنال اسپیرال از قدام فک پایین	۰/۹۴
توموگرافی کانونشنال اسپیرال از خلف فک پایین	۰/۹۶
توموگرافی کانونشنال اسپیرال از قدام فک بالا	۰/۸۶
توموگرافی کانونشنال اسپیرال از خلف فک بالا	۰/۷۹
توموگرافی کامپیوتری فک پایین	۲/۹۷
توموگرافی کامپیوتری فک بالا	۱/۸
توموگرافی کامپیوتری همزمان دو فک	۵/۹۲

هدف از این پژوهش بررسی اثر استفاده از حفاظ سربی در مقدار دز نواحی حساس سر و گردن در تصویربرداری پانورامیک است.

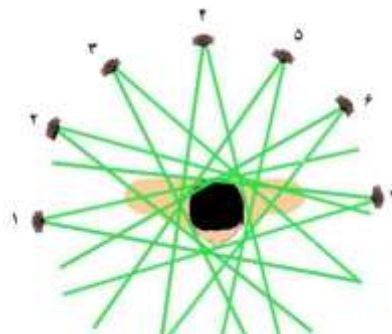
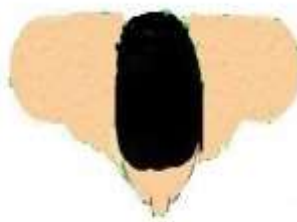
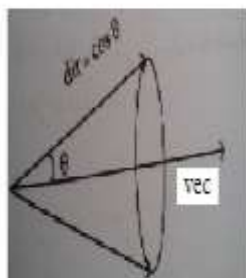
روش کار :

مکانیزم تصویربرداری در روش پانورامیک چرخش دستگاه شامل تیوب اشعه ایکس و کاست یا سنسور حساس به اشعه به دور سر است. همواره تیوب مولد اشعه در پشت سر و سنسور یا کاست رو به روی بیمار قرار دارد.

برای شبیه سازی فرآیند تصویربرداری پانورامیک نیاز به اطلاعات چشمه از قبیل طیف انرژی اشعه ایکس ، وضعیت قرار گرفتن آن نسبت به سر ، جهت خروج و نحوه توزیع فوتون ها است. برای شبیه سازی تیوپ اشعه ایکس ، یک چشمه نقطه ای که فوتون هایی را درون مخروطی با زاویه ۲۰ درجه حول محور مخروط تولید می کند ، تعریف شد. طیف انرژی اشعه ایکس خروجی از چشمه به ولتاژ دستگاه تصویربرداری بستگی دارد [۵]. مشخصات سیستم مورد استفاده در تصویربرداری پانورامیک از ناحیه فک و دندان یک مرد بالغ عبارتند از: ولتاژ ۷۰ kVp و جریان ۹ mA و زمان تابش ۱۸ ثانیه تعیین در نظر گرفته می شود.

با استفاده از نرم افزار SpekCalc طیف انرژی باریکه ایکس خروجی از تیوپ استخراج و به هیستوگرام تبدیل شد و اعداد حاصله در کد جایگذاری گردید. در این نرم افزار با وارد کردن بیشینه انرژی اشعه ایکس و مشخصات حفاظ اطراف چشمه ، طیف انرژی چشمه نمایش داده می شود.

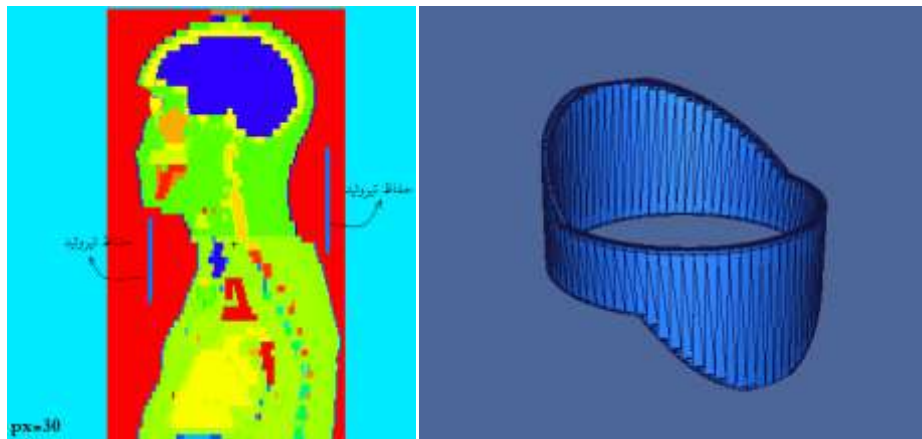
با داشتن مشخصات چشمه نوبت به شبیه سازی حرکت چشمه رسید. برای این کار یک نیم دایره فرضی پشت سر بیمار به مبدأ ، مرکز جرم فک پایین و شعاع ۳۹ سانتیمتر در نظر گرفته و به ۶ قسمت مساوی تقسیم شد. چشمه اولیه در نقطه (۱۶۰ ، ۸/۵ ، -۱۱/۵) روی ابتدای این نیم دایره (سمت راست بیمار) به گونه ای شبیه سازی شده است ، که همانطور که در شکل زیر نمایش داده شده است بردار vec (محور مخروطی که فوتون های ایکس پوشش می دهند) به سمت مرکز جرم فک پایین است. پارامتر vec با سه عدد مشخص می شود که اولی مؤلفه آن در راستای X دومی مؤلفه آن در راستای Y و سومی مؤلفه آن در راستای Z است. سپس چشمه را به ترتیب در نقاط ۲ تا ۷ قرار داده و هر بار با تغییر پارامتر vec ترتیبی دادیم تا جهت خروج ذرات به سمت مرکز جرم فک پایین باشد.



شکل شماره (۱) موقعیت طیف اشعه ایکس نسبت به بدن در تصویربرداری پانورامیک

برای محاسبه دقیق دز در نواحی مختلف بدن از فانتوم وکسل مرد بزرگسال ICRP استفاده شد. با در نظر گرفتن برقرار بودن تقریب کرما در محدوده انرژی‌های مورد استفاده در این کار، تالی F6 فوتون برای محاسبه دز رسیده به نواحی مختلف به کار گرفته شد.

مرحله بعد طراحی حفاظ تیروئید و جایگذاری آن در ناحیه گردن بیمار است. با مشاوره با مراکز درمانی، این حفاظ با ضخامت ۶ میلیمتر و از جنس سرب شبیه سازی شده و در ناحیه گردن فانتوم وکسل جایگذاری شد. در شکل ۲ حفاظ تیروئید شبیه سازی شده نمایش داده شده است. ضخامت حفاظ براساس نمونه واقعی حفاظ انتخاب شده است.



شکل شماره (۲) حفاظ سربی طراحی شده و جایگذاری آن در فانتوم وکسل ICRP

نتایج :

طی هر یک از مراحل هفت گانه دز رسیده به اعضای مختلف ناحیه سر و گردن برای دو حالت بدون حفاظ و با حفاظ محاسبه گردید. جدول ۲ مقادیر دز دریافتی را برای تعدادی از اعضای حساس نشان می‌دهد.

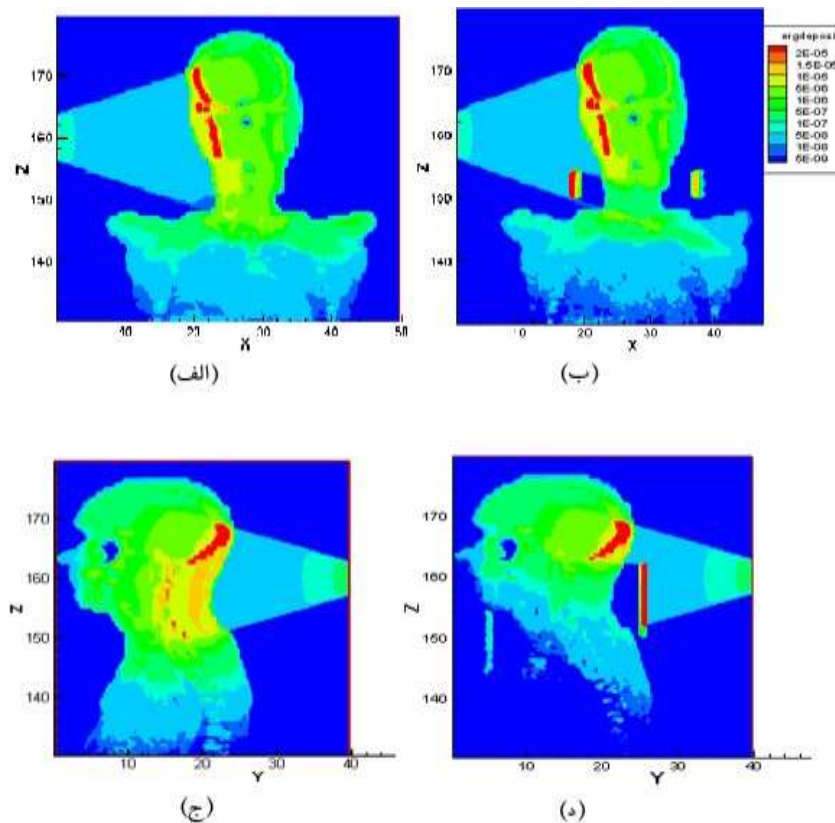
جدول شماره (۲) دز جذبی دریافتی بر حسب میلی گری توسط اعضای حساس ناحیه سر و گردن، با و بدون حفاظ سربی و درصد کاهش دز

عضو	بدون حفاظ	با حفاظ	درصد کاهش دز
غده بزاقی چپ	۲۵/۷	۲۱/۴	۱۶/۷۳
غده بزاقی راست	۲۴/۴	۲۱	۱۳/۹۴
تیروئید	۱۲/۸	۰/۹۴	۹۲/۶۶
دندان‌ها	۲۹/۶	۲۷/۸	۶/۰۸
مغز	۸/۵۴	۸/۲۵	۳/۴۰

به منظور این که نحوه توزیع دز در نقاط مختلف سر و گردن و تأثیر استفاده از حفاظ سر بی واضح تر مشاهده گردد، برای حالت هایی که چشمه در مکان های ۱ و ۴ قرار دارد، تصویر دو بعدی توزیع انرژی جذب شده توسط بافت بدن با استفاده از قابلیت مش تالی کد رسم گردید. در شکل (۳) الف و ب چشمه در مکان اول و به ترتیب بدون حفاظ و با حفاظ و ج و د چشمه در مکان ۴ و به ترتیب بدون حفاظ و با حفاظ آمده است.

بحث و نتیجه گیری :

تصویربرداری از فک و دندان در بین سایر تصویربرداری های تشخیصی، بسیار شایع است. افراد در طول دوره زندگی به دلایل مختلفی به دندانپزشک مراجعه کرده و در اغلب موارد برای تشخیص عیب دندان، تصویربرداری صورت میگیرد. از این رو، محافظت از اعضای حساس ناحیه سر و گردن در این تصویربرداری ها بسیار می تواند حائز اهمیت باشد. در این پژوهش اثر استفاده از حفاظ تیروئید در مقدار دز دریافتی در تصویربرداری پانورامیک از فک و دندان مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل شماره (۳) مقایسه انرژی جذب شده در نقاط مختلف بدن: الف و ب چشمه در مکان ۱ به ترتیب بدون حفاظ و با حفاظ، ج و د چشمه در نقطه ۴ به ترتیب بدون حفاظ و با حفاظ

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد، استفاده از حفاظ سربی تیروئید، تا حدود ۹۰ درصد دز دریافتی توسط تیروئید را کاهش می‌دهد. از طرفی اثر وجود حفاظ بر دز رسیده به دندان‌ها قابل توجه نیست. در نتیجه میتوان امیدوار بود که تصویر به دست آمده از دندان‌ها در حضور حفاظ دستخوش تغییر زیادی نشود. با این وجود، توجه به این نکته ضروری است که طراحی حفاظ بهینه بدون در نظر گرفتن اثرات آن بر تصویر رادیوگرافی حاصل شده امکان پذیر نیست. از این رو، بررسی اثر حفاظ تیروئید بر تصویر رادیوگرافی حاصل و بهینه‌سازی آن، می‌تواند در ادامه این کار صورت پذیرد.

مراجع :

1. Adult Reference Computational Phantoms (2007) , ICRP Publication 110, 52-55.
2. Emami, B. Tolerance of normal tissue to therapeutic radiation. Reports of radiotherapy and Oncology 1.1 (2013).
3. Mantuano N.O., Canevaro L.V., Maurício C.P., Correa S.A., da Silva A.X. Assessment Of Dose In Thyroid And Salivary Glands In Dental Radiology Using Thermoluminescent Dosimetry. International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2011 Belo Horizonte, MG, Brazil, October 24-28, (2011).
۴. بدریان حمید، شیخی مهناز، میرزا باقریان عاطفه، خلیقی نژاد نوید. بررسی میزان دوز دریافتی غده تیروئید در توموگرافی کانونشنال اسپیرال و توموگرافی کامپیوتری اسپیرال , مجله دانشکده دندان پزشکی اصفهان (۱۳۹۱).
5. Birch R., Marshall M., Computation of Bremsstrahlung X-ray Spectra and Comparison with Spectra Measured with a Ge(Li) Detector, Environmental and Medical Sciences Division , 6-10 (1979).