

بررسی دز اندام‌ها در آزمایش‌های رایج رادیوگرافی شهر یاسوج با استفاده از اندازه‌گیری تجربی و محاسبات Monte Carlo

داریوش شهبازی گهروی^۱، محمدرضا عبدی^۲، اقدس پاک‌نژاد^۳، میلاد برادران قهفرخی^۴

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: تحقیقات در زمینه‌ی دز دریافتی بیماران در بخش‌های رادیوگرافی، می‌تواند به بهینه‌سازی تکنیک‌های تصویربرداری و کاهش دز دریافتی بیمار کمک کند. هدف از انجام این مطالعه، برآورد دز دریافتی بیماران در بخش‌های رادیولوژی شهر یاسوج جهت تهیه‌ی اطلاعات لازم برای پرسنل پرتوکار، مردم جامعه و سازمان‌های مربوط بود.

روش‌ها: در این مطالعه‌ی توصیفی- مقطعی در سال ۱۳۹۳ بر روی ۳ دستگاه مولد پرتوی ایکس در ۵ مرکز رادیولوژی وابسته به دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، دز دریافتی اندام‌ها در آزمایش‌های رایج رادیوگرافی با استفاده از روش تجربی و محاسبات Monte Carlo ارزیابی شد. برای هر دستگاه، ۱۲ بیمار مراجعه کننده به بخش رادیولوژی جهت انجام رادیوگرافی قفسه‌ی سینه به صورت تصادفی انتخاب شدند و مقادیر دز سطحی (ESD یا Entrance surface dose) برای آزمایش‌های مرسوم رادیوگرافی با استفاده از دزیمتر ترمولومینسانس (TLD یا Thermoluminescence dosimeter) اندازه‌گیری گردید. سپس با استفاده از شبیه‌سازی، دز رسیده به بافت‌های داخلی به دست آورده شد.

یافته‌ها: دز دریافتی پوست یا دز سطحی (ESD)، برای رادیوگرافی‌های مرسوم برای نمای خلفی- قدامی قفسه‌ی سینه در محدوده‌ی ۱/۲۸-۰/۲۹ میلی‌گری بود. این مقدار، برای نمای قدامی- خلفی مجمله در محدوده‌ی ۳/۸۰-۱/۹۶ میلی‌گری اندازه‌گیری شد. بیشترین دز در تصویربرداری قفسه‌ی سینه به ریه‌ی بیماران زن رسیده بود. همچنین، در تصویربرداری مجمله، بیماران زن دچار بیشترین تابش‌گیری ناخواسته بودند.

نتیجه‌گیری: در تصویربرداری قفسه‌ی سینه و به ویژه تصویربرداری از بیماران زن، داشتن برنامه‌های کنترل کیفی (Quality control) یا تضمین کیفیت (Quality assurance) در مراکز رادیولوژی، امری اجتناب‌ناپذیر است که به دنبال آن، اخذ تصاویر با کیفیت بالا در ازای دز دریافتی کمتر خواهد بود.

واژگان کلیدی: دز پوست، دز اندام‌ها، دزیمتری، رادیولوژی، ایران

ارجاع: شهبازی گهروی، داریوش، عبدی محمدرضا، پاک‌نژاد اقدس، برادران قهفرخی میلاد. بررسی دز اندام‌ها در آزمایش‌های رایج رادیوگرافی شهر یاسوج با استفاده از اندازه‌گیری تجربی و محاسبات Monte Carlo. مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۳۹۵؛ ۳۴ (۳۷۱): ۱۱۳-۱۰۶

تشخیصی، یکی از مواردی هستند که بیشترین مقدار پرتوی ناخواسته را به بشر و پرسنل پرتوکار تحمیل می‌کنند (۶-۷). کمیسیون بین‌المللی حفاظت در برابر پرتو (ICRP یا International Commission on Radiological Protection) سه اصل اساسی حفاظت در برابر پرتو شامل توجیه‌پذیری، بهینه‌سازی و استفاده از حدود دز را توصیه کرده است (۸). لازم است مفید بودن هر آزمایش یا درمانی که با استفاده از

مقدمه

انسان در محیط زیست خود به طور طبیعی از پرتوهای کیهانی که از فضای خارج از جو بر زمین فرود می‌آیند و همچنین از پرتوهای گسیل شده از مواد پرتوزای اولیه‌ی موجود در پوسته‌ی زمین تحت پرتوگیری مستمر قرار دارد (۱-۳). علاوه بر این چشمه‌های طبیعی، انسان در محیط زیست خود، از چشمه‌های پرتوزای صنعتی و پزشکی نیز پرتوگیری می‌نماید (۴-۵). دستگاه‌های مولد پرتوی ایکس

۱- استاد، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- دانشیار، گروه فیزیک، دانشکده‌ی علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی هسته‌ای، دانشکده‌ی علوم و فن‌آوری‌های نوین، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۴- دانشجوی دکتری، گروه فیزیک و مهندسی پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

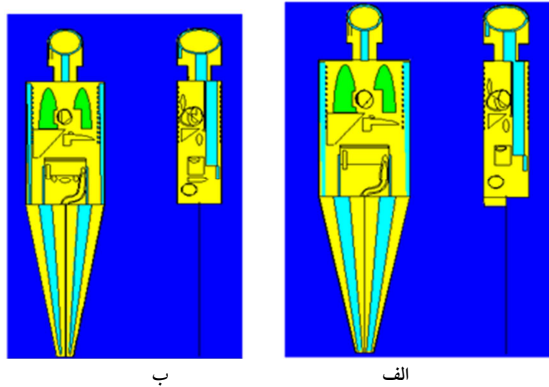
Email: r.abdi@phys.ui.ac.ir

نویسنده‌ی مسؤو: دکتر محمدرضا عبدی

در وسط میدان پرتویی بر روی پوست بدن یا بر روی یک لباس نازک، اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری بر روی انواع دستگاه‌های مولد پرتوی ایکس و در مراکز رادیوگرافی یاسوج انجام شد. برای اندازه‌گیری تجربی، از دزیمترهای ترمولومی نسانس (LiF:Mg,Ti) TLD100 استفاده شد (۷، ۱۳). این نوع دزیمتر، به این دلیل مورد استفاده قرار گرفت که عدد اتمی عناصر تشکیل دهنده‌ی آن، معادل بافت است و دارای حساسیت زیاد و ابعاد کوچک (۲ × ۲ × ۱ میلی‌متر مکعب) می‌باشد (۷، ۱۳). در ضمن، پاسخ این دزیمتر در انرژی‌های کم پرتو (مورد استفاده در مراکز رادیوگرافی) دارای صحت بالاتر نسبت به سایر دزیمترها می‌باشد (۷، ۱۳). اندازه‌گیری‌ها برای تکنیک‌های رادیوگرافی مرسوم انجام شد.

محاسبات Monte Carlo

برای شبیه‌سازی، از کد محاسباتی MCNP5 Monte Carlo (Monte Carlo N-Particle) استفاده شد (۱۶). در این تحقیق، شبیه‌سازی شامل دو مرحله بود. ابتدا بیمار و چشمه‌ی دستگاه رادیوگرافی شبیه‌سازی شد. برای شبیه‌سازی بیمار، از فانتوم‌های استاندارد (۱۷) و برای شبیه‌سازی چشمه‌ی دستگاه رادیوگرافی، از اطلاعات تولید کننده‌ی دستگاه استفاده شد. فانتوم استاندارد شبیه‌سازی در این مطالعه، شامل فانتوم‌های زن و مرد بالغ بود (شکل ۱).



شکل ۱. فانتوم استاندارد شبیه‌سازی مرد (الف) و زن (ب) مورد استفاده در این مطالعه

برای شبیه‌سازی، ابتدا چندین تغییر جهت کاشتن سلول برای تخمین دز اندام‌های هدف در فانتوم انجام شد. با توجه به این که یکی از پارامترهای مهم در محاسبات Monte Carlo تعریف دقیق اجزای تشکیل دهنده‌ی اندام‌ها می‌باشد، در این تحقیق، ترکیب دقیق عناصر تشکیل دهنده‌ی اندام‌های تشکیل دهنده‌ی بدن شامل استخوان، ریه، بافت نرم و هوا، به دقت تعریف شد (جدول ۱) (۱۷).

پرتوهای یون‌ساز صورت می‌گیرد، به طور واضح برای بیمار قابل توجه باشد و روش به کار رفته، طوری بهینه شود که پرتوگیری بیمار و کارکنان حداقل باشد (۷-۶). سالیان متمادی است که اثرات زیست‌شناسی پرتوها و به ویژه آثار ناشی از آن‌ها بر روی بدن انسان، بررسی می‌شود و به طور معمول، دزهای مجاز توصیه شده توسط ICRP تغییر می‌یابند و همیشه به سوی مقادیر کم سوق داده می‌شوند (۸). در تمامی کشورهای پیشرفته‌ی صنعتی، این اندازه‌گیری‌ها به طور مداوم انجام می‌شود و همیشه میزان پرتوی رسیده به اندام‌های بدن، پرسنل پرتوکار و مردم جامعه بررسی می‌شود و جداول مربوط مطابق با استانداردهای بین‌المللی، به سازمان‌های مربوط ارسال می‌گردد (۹-۱۲). بیشتر کشورهای دنیا و حتی کشورهای در حال توسعه نیز این اطلاعات را جمع‌آوری می‌نمایند و به صورت بانک اطلاعاتی در اختیار دارند (۱۳-۱۵).

به طور کلی، مطالعات و تحقیقات انجام شده در زمینه‌ی دز دریافتی بیماران و به خصوص در بخش‌های رادیولوژی به خاطر اهمیت فراوان آن در حال انجام است و محققین، جنبه‌های مختلف این مسأله را بررسی می‌کنند تا پرتوگیری ناخواسته‌ی بیماران را به حداقل برسانند (۱۲). در بیشتر کشورهای دنیا، کنترل کیفی و کاهش دز دریافتی بیماران در بخش‌های رادیوگرافی، مسأله‌ای با اهمیت است؛ در ایران نیز در برخی استان‌ها این تحقیقات در حال انجام است (۷، ۱۳).

تحقیقات در زمینه‌ی دز دریافتی بیماران در بخش‌های رادیوگرافی، می‌تواند به بهینه‌سازی روش‌های تصویربرداری و کاهش دز بیماران کمک کند. هدف از انجام این مطالعه، برآورد دز دریافتی بیماران در بخش‌های رادیولوژی شهر یاسوج با استفاده از روش تجربی و محاسبات Monte Carlo جهت تهیه‌ی اطلاعات لازم برای پرسنل پرتوکار، مردم جامعه و سازمان‌های مربوط بود.

روش‌ها

در این مطالعه‌ی توصیفی-مقطعی در سال ۱۳۹۳ بر روی ۳ دستگاه مولد پرتوی ایکس در ۵ مرکز رادیولوژی وابسته به دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، دز دریافتی اندام‌ها در آزمایش‌های رایج رادیوگرافی مورد بررسی قرار گرفت.

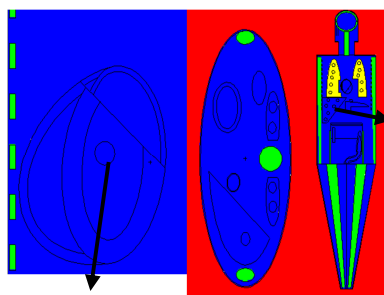
روش تجربی

برای هر دستگاه، ۱۲ بیمار مراجعه کننده به بخش رادیولوژی جهت انجام رادیوگرافی قفسه‌ی سینه و جمجمه به صورت تصادفی انتخاب شدند و مقادیر دز سطحی (ESD یا Entrance surface dose) برای آزمایش‌های مرسوم رادیوگرافی با استفاده از نصب دزیمترهای ترمولومی نسانس (TLD یا Thermoluminescence dosimeter)

جدول ۱. درصد عناصر به کار رفته در شبیه‌سازی بافت‌های مختلف فانتوم

عناصر	نماد	بافت نرم	استخوان	ریه
هیدروژن	H	۱۰/۴۵۴	۷/۳۳۷	۱۰/۱۳۴
کربن	C	۲۲/۶۶۳	۲۵/۴۷۵	۱۰/۲۳۸
نیتروژن	N	۲/۴۹۰	۳/۰۵۷	۲/۸۶۶
اکسیژن	O	۶۳/۵۲۵	۴۷/۸۹۳	۷۵/۷۵۲
فلور	F	۰	۰/۰۲۵	۰
سدیم	Na	۰/۱۱۲	۰/۳۲۶	۰/۱۸۴
منیزیم	Mg	۰/۰۱۳	۰/۱۱۲	۰/۰۰۷
سیلیس	Si	۰/۰۳۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶
فسفر	P	۰/۱۳۴	۵/۰۹۵	۰/۰۸۰
گوگرد	S	۰/۲۰۴	۰/۱۷۳	۰/۲۲۵
کلر	Cl	۰/۱۳۳	۰/۱۴۳	۰/۲۶۶
پتاسیم	K	۰/۲۰۸	۰/۱۵۳	۰/۱۹۴
کلسیم	Ca	۰/۰۲۴	۱۰/۱۹۰	۰/۰۹۰
آهن	Fe	۰/۰۰۵	۰/۰۰۸	۰/۰۳۷
روی	Zn	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱
رویدیم	Rb	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
استرانسیوم	Sr	۰	۰/۰۰۳	۰
زرکونیوم	Zr	۰/۰۰۱	۰	۰
سرب	Pb	۰	۰/۰۰۱	۰
چگالی		۱/۰۴۰	۱/۴۰۰	۰/۲۹۶

برای پوشش دادن ناحیه‌ی مغز در نظر گرفته شد تا دز صحیحی از ناحیه‌ی مغز محاسبه شود. شکل ۳، جزییات قرار دادن این سلول‌ها در اندام هدف را نشان می‌دهد. برای محاسبه‌ی دز در محیط MCNP5، از نتایج تالی F8* استفاده شد (۱۷). معادله‌ی ۱، نحوه‌ی محاسبه‌ی دز با استفاده از تالی F8* را نشان می‌دهد.



سلول‌های کاشته شده در ناحیه‌ی کبد (صفحه‌ی XZ)

سلول‌های کاشته شده در ناحیه‌ی قلب (صفحه‌ی XZ)

شکل ۲. کاشت سلول در اندام‌های هدف در تصویربرداری قفسه‌ی سینه برای فانتوم مرد بالغ

$$\left(\frac{F8(\text{cell})}{\text{mass}(\text{cell})} \right) \times (\text{mAs}(\text{tube}) / (1.602 \times 10^{-19})) \times (3.5 \times 10^{-7} \times Z(\text{target}) \times \text{kVp}(\text{tube}) / 3) \quad (1)$$

پس از شبیه‌سازی فانتوم، جهت شبیه‌سازی طیف پرتوی ایکس دستگاه مولد اشعه‌ی رادیوگرافی، از نرم‌افزار IPeM78 (The Institute of Physics and Engineering in Medicine's Report 78) استفاده شد (۱۷).

به منظور محاسبات Monte Carlo، ۸ برنامه برای این مطالعه طراحی و اجرا شد. سه فانتوم زن بالغ و سه فانتوم مرد بالغ جهت تصویربرداری قفسه‌ی سینه مطابق با شرایط عملی برای هر یک از طیف‌های انرژی پرتوی ایکس شبیه‌سازی شدند. در قسمت ریه‌ها، کبد، کلیه و قلب فانتوم همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، سلول‌هایی از جنس همان بافت شبیه‌سازی شد و مقدار دز اندام با توجه به جرم این سلول‌ها به دست آمد. سلول‌ها به گونه‌ای جای‌گذاری شدند که تمامی بافت مورد هدف را تحت پوشش قرار دهند تا نتایج مشابه با نتایج عملی حاصل گردد (۱۸).

مطابق با شرایط عملی دو فانتوم زن و مرد بالغ برای تصویربرداری از جمجمه به طوری که چشمه‌ی تابش به صورت مستقیم به میانه‌ی پیشانی فانتوم تابش کند، شبیه‌سازی شدند. دو سلول برای هر یک از چشمه‌های فانتوم فرض شد و همچنین، هر یک از لوب‌های تیروئید هر فانتوم به صورت مجزا برای محاسبه‌ی دز در نظر گرفته شد. در ناحیه‌ی مغز در مختصات مختلف، سلول‌هایی

نتایج حاصل از اندازه‌گیری دز سطحی در آزمایش قفسه‌ی سینه در جدول ۴ آمده است.

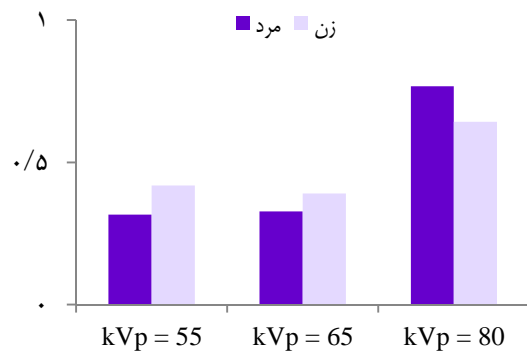
جدول‌های ۵ و ۶ و شکل ۶، دزهای جذب شده‌ی ناشی از تصویربرداری‌های سینه و جمجمه در هر اندام هدف برای هر دو نوع فانتوم زن و مرد بالغ را نمایش می‌دهد.

جدول ۲. داده‌های تجربی در تصویربرداری قفسه‌ی سینه برای هر حداکثر

۳ کیلوولتاژ

کVp	جنسیت	دز (mGy)
۵۵	مرد	۰/۳۱۶
	زن	۰/۴۱۹
۶۵	مرد	۰/۳۲۷
	زن	۰/۳۹۰
۸۰	مرد	۰/۷۶۷
	زن	۰/۶۴۲

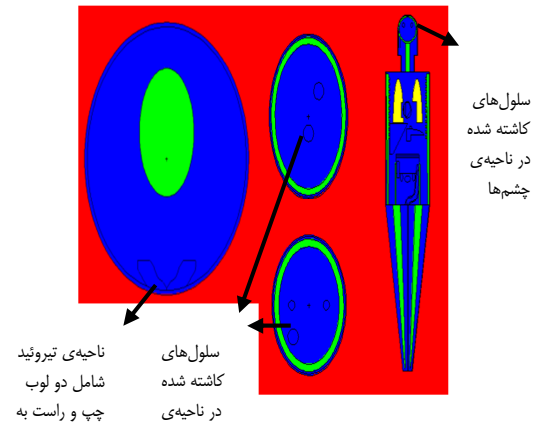
kVp: Peak kilovoltage; mGy: Milligray



شکل ۴. نتایج تجربی داده‌های قفسه‌ی سینه (AP)

همان‌طورکه در شکل ۶ مشاهده می‌شود، بیشترین دز در تصویربرداری قفسه‌ی سینه به ریه‌ی بیمار زن می‌رسد.

قسمت دوم این معادله، برای حذف عامل تعداد ذرات در واحد خروجی تالی *F8 است. از طرفی، هر الکترون دارای 1.6×10^{-19} کولن بار الکتریکی است. قسمت سوم این معادله، در حقیقت کسر تبدیل انرژی به پرتوی ایکس ترمزی می‌باشد. این کسر انرژی است که در بدن بیمار یا فانتوم، دز جذبی به جا می‌گذارد. برای تبدیل Mev/gr به J/Kg، ضریب تبدیل 1.0×10^{-1} استفاده شده است (۱).



شکل ۳. کاشت سولول در اندام‌های هدف در تصویربرداری جمجمه برای فانتوم زن بالغ

یافته‌ها

جدول ۲ داده‌های تجربی در تصویربرداری قفسه‌ی سینه برای هر حداکثر ۳ کیلوولتاژ را نشان می‌دهد. شکل ۴، شامل نتایج تجربی داده‌های قفسه‌ی سینه (Anterior-posterior (PA) می‌باشد. داده‌های تجربی محاسبه‌ی میانگین دز دریافتی بر اساس جنسیت در تصویربرداری جمجمه در مردان $2/510$ mGy و در زنان $3/163$ mGy به دست آمد.

جدول ۳، شامل نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار دز پرتوها در آزمایش‌های مختلف برای نماهای قفسه‌ی سینه و جمجمه می‌باشد.

جدول ۳. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار دز پرتوها در آزمایش‌های مختلف برای نماهای قفسه‌ی سینه و جمجمه

سیستم X-Ray	نام بیمارستان	قفسه‌ی سینه PA ESD (mGy)	جمجمه AP ESD (mGy)
دیجیتال DDR	شهید بهشتی	$0/68 \pm 0/20$	$2/81 \pm 0/20$
آنالوگ	پلی کلینیک تخصصی یاسوج	$0/36 \pm 0/10$	-
دیجیتال DDR	امام سجاد (ع)	$0/86 \pm 0/24$	-
CR-30	درمانگاه فرهنگیان	$0/35 \pm 0/09$	-
دیجیتال DDR	تأمین اجتماعی شهدای گمنام	$0/78 \pm 0/22$	-

AP: Anterior-posterior; PA: Ppsterior-anterior; ESD: Entrance surface dose; DDR: Direct digital radiography; CR30: Computed radiography; mGy: Milligray

جدول ۴. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقدار دز سطحی پوست و پرتوها در آزمایش‌های قفسه‌ی سینه

نام دستگاه x-ray	نام بیمارستان	حداقل دز سطحی پوست (mGy)	حداکثر دز سطحی پوست (mGy)	میانگین دز سطحی پوست (mGy)
DDR	شهید بهشتی	۰/۴۵۷	۱/۲۸۴	۰/۸۰۸ ± ۰/۴۱
DDR	امام سجاد (ع)	۰/۶۴۵	۱/۰۹۸	۰/۸۷۱ ± ۰/۲۳۰
DDR	تأمین اجتماعی (شهدای گمنام)	۰/۴۷۲	۱/۰۵۱	۰/۷۹۷ ± ۰/۲۰۰
آنالوگ	پلی کلینیک تأمین اجتماعی	۰/۲۲۵	۰/۴۷۵	۰/۳۳۸ ± ۰/۱۲۰
CR-30	درمانگاه فرهنگیان	۰/۲۹۰	۰/۴۷۰	۰/۳۵۲ ± ۰/۱۱۰

DDR: Direct digital radiography; CR30: Computed radiography; mGy: Milligray

صدر مطالعات تحقیقی قرار دارد (۲۱-۱۹). پرتوهای حاصل از دستگاه‌های رادیولوژی تشخیصی، می‌تواند آثار نابه‌هنجاری را بر روی پرسنل پرتوکار و بیماران داشته باشد (۲۳-۲۱). به ویژه هنگامی که نکات و موارد ایمنی و توصیه‌های کمیته‌ی حفاظت در برابر پرتو (ICRP) و مسایل مربوط به کنترل کیفی دستگاه‌ها در این بخش‌ها رعایت نگردد، این پرتوها مخاطرات زیادی را به جای می‌گذارند و منجر به آثار سوء پرتویی از قبیل ایجاد انواع سرطان‌ها و آثار دیررس پرتویی بر روی پرسنل و مراجعین خواهند شد (۱۳، ۷).

شکل ۷، نتایج شبیه‌سازی دز جذب شده‌ی اندام‌های هدف در تصویربرداری جمجمه را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، بیشترین دز در تصویربرداری جمجمه به مغز بیماران زن می‌رسد.

بحث

به طور کلی، مطالعات و تحقیقات انجام شده در زمینه‌ی دز دریافتی بیماران، به خصوص در بخش‌های رادیولوژی در حال حاضر در

جدول ۵. دزهای جذب شده‌ی به دست آمده از شبیه‌سازی در هریک از اندام‌های هدف در تصویربرداری قفسه‌ی سینه

اندام هدف	kVp	جنسیت	دز (mGy)
ریه	۵۵	مرد	۰/۳۹۸
		زن	۰/۵۴۷
	۶۵	مرد	۰/۶۸۱
		زن	۰/۸۹۲
قلب	۸۰	مرد	۱/۲۸۵
		زن	۱/۷۳۰
	۵۵	مرد	۰/۱۱۶
		زن	۰/۱۶۴
کبد	۶۵	مرد	۰/۳۰۸
		زن	۰/۴۲۲
	۸۰	مرد	۰/۹۴۸
		زن	۰/۱۸۰
کلیه	۵۵	مرد	۰/۰۲۷
		زن	۰/۰۴۰
	۶۵	مرد	۰/۰۴۹
		زن	۰/۰۷۰
کلیه	۸۰	مرد	۰/۱۲۲
		زن	۰/۱۸۲
	۵۵	مرد	۰/۰۲۰
		زن	۰/۰۳۹
کلیه	۶۵	مرد	۰/۰۳۱
		زن	۰/۰۶۳
	۸۰	مرد	۰/۴۲۸
		زن	۰/۱۱۶

kVp: Peak kilovoltage; mGy: Milligray

با اندازه‌گیری و بررسی دقیق مقدار دز دریافتی بیماران و پرسنل پرتوکار و مقایسه‌ی آن با اطلاعات و داده‌های منتشر شده توسط ICRP در مورد دز مجاز دریافتی پرتوکاران در سال، می‌توان به سلامت بیماران و پرتوکاران کمک قابل توجهی نمود.

در این تحقیق، دز اندام‌ها در آزمایش‌های رایج رادیوگرافی بر روی ۳ دستگاه مولد پرتوی ایکس در ۵ مرکز رادیولوژی وابسته به دانشگاه علوم پزشکی یاسوج مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که حداقل میانگین دز پوست در پلی‌کلینیک تأمین اجتماعی یاسوج و درمانگاه فرهنگیان مشاهده شد (جدول ۴). البته در زمان انجام پروژه در درمانگاه فرهنگیان، کنترل کیفی هنوز صورت نگرفته بود. همچنین، با افزایش کیلوولتاژ دستگاه، تعداد فوتون‌های عبوری از بدن بیشتر شده و به همان نسبت تعداد بیشتری به تصویر می‌رسد. چون تعداد فوتون‌ها با کیلوولتاژ به توان ۲ و با میلی‌آمپر ثانیه نسبت مستقیم دارد، در نتیجه باید میلی‌آمپر ثانیه کمترین مقدار را داشته باشد. با افزایش وزن بیماران، با توجه به افزایش ضخامت زیاد بدن، از انرژی‌های بالاتر پرتو استفاده می‌شود و در نتیجه، دز پوستی یا سطحی در بیماران سنگین وزن (زن یا مرد) بیشتر می‌گردد (۲۴). با توجه به مطالعات قبلی و تجربیات به دست آمده، ارزیابی راه‌کارها، بیان پیشنهادات و آموزش‌های لازم برای پرتوکاران و نیز کاهش دز در ازای حصول تصاویر با کیفیت بالا در بخش‌های رادیولوژی، از اهمیت زیادی برخوردار است (۲۵).

به طور کلی، در روش شبیه‌سازی همان‌طور که نتایج نشان می‌دهند، بیشترین مقدار دز پرتو در تصویربرداری قفسه‌ی سینه به ریه‌ها و در تصویربرداری از جمجمه به مغز می‌رسد (جدول‌های ۵ و ۶). در نهایت، می‌توان با استفاده از نتایج این تحقیق، ضمن استفاده بهینه از دستگاه‌های موجود، کاهش دز جذبی بیماران و نیز کاهش مخاطرات پرتوها را با انجام برنامه‌های منظم کنترل کیفی دستگاه‌های مولد پرتوی ایکس شاهد بود.

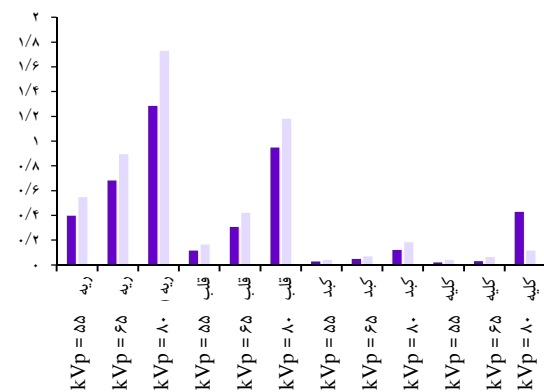
تشکر و قدردانی

نویسندگان بدین‌وسیله از زحمات تمامی افرادی که در انجام این تحقیق کمال همکاری و مساعدت را نموده‌اند تقدیر و تشکر می‌نمایند.

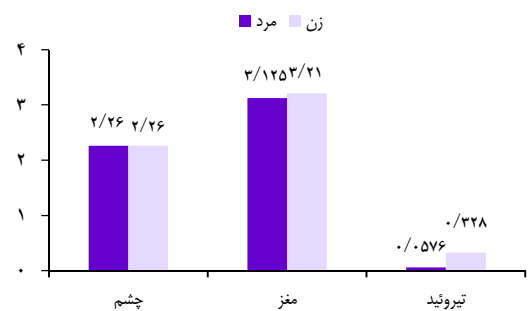
جدول ۶. دزهای جذب شده‌ی به دست آمده از شبیه‌سازی در هریک از اندام‌های هدف در تصویربرداری جمجمه

اندام هدف	جنسیت	دز (mGy)
چشم	مرد	۲/۲۶۰
	زن	۲/۲۶۰
مغز	مرد	۳/۱۲۵
	زن	۳/۲۱۰
تیروئید	مرد	۰/۰۵۷
	زن	۰/۳۲۸

mGy: Milligray



شکل ۶. نتایج شبیه‌سازی دز جذب شده‌ی اندام‌های هدف در تصویربرداری قفسه‌ی سینه



شکل ۷. نتایج شبیه‌سازی دز جذب شده‌ی اندام‌های هدف در تصویربرداری جمجمه

References

1. Cember H. Radiation dosimetry. In: Cember H, editor. Introduction to health physics. New York, NY: McGraw Hill Professional; 1993. p. 135-76.
2. Shahbazi-Gahrouei D. Possible effect of background radiation on cancer incidence in Chaharmahal and Bakhtiari province. Iran J Radiat Res 2003; 1(3): 171-4.
3. Shahbazi-Gahrouei D. Natural background radiation dosimetry in the highest altitude region of Iran. J Radiat Res 2003; 44(3): 285-7.
4. Shahbazi-Gahrouei D. Annual background radiation in Chaharmahal and Bakhtiari province. Iran J Radiat Res 2003; 1(2): 87-91.
5. Lindell B, Dunste HJ, Valentin J. International Commission on Radiological Protection: History,

- policies, procedures. *Annals of the ICRP* 1998; 28(1 Suppl): 1-29.
6. Shahbazi-Gahrouei D. Entrance surface dose measurements for routine x-ray examinations in Chaharmahal and Bakhtiari hospitals. *Iran J Radiat Res* 2006; 4(1): 29-33.
 7. Shahbazi-Gahrouei D, Baradaran-Ghahfarokhi M. Assessment of entrance surface dose and health risk from common radiology examinations in Iran. *Radiat Prot Dosimetry* 2013; 154(3): 308-13.
 8. International Commission on Radiological Protection. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. *Ann ICRP* 2007; 37(2-4): 1-332.
 9. International Atomic Energy Agency. Postgraduate educational course in radiation protection and the safety of radiation sources [Online]. [cited 2002 Dec]; Available from: URL: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TCS-18_web.pdf
 10. International Atomic Energy Agency. Applying radiation safety standards in diagnostic radiology and interventional procedures using X rays [Online]. [cited 2006]; Available from: URL: <http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/7115/Applying-Radiation-Safety-Standards-in-Diagnostic-Radiology-and-Interventional-Procedures-Using-X-Rays>
 11. Shabazi D. Quality control of the radiological equipment in Chaharmahal and Bakhtiari Hospitals. *J Shahrekord Univ Med Sci* 2004; 5(4): 11-8. [In Persian].
 12. Bahrouzkea Z, Shabazi D. The rate of exposure of patients in common X-ray examinations in radiology centers of Chaharmahal and Bakhtiari province. *J Shahrekord Univ Med Sci* 2005; 7(2): 57-63. [In Persian].
 13. Shahbazi-Gahrouei D, Baradaran-Ghahfarokhi M. Investigation of patient dose from common radiology examinations in Isfahan, Iran. *Adv Biomed Res* 2012; 1: 11.
 14. Shahbazi-Gahrouei D, Nazem M, Sharbafchizadeh M, Jafarpishhefard MS. The average of cumulative radiation dose in neonates in the neonatal surgery ward due to diagnostic and therapeutic radiologic procedures during the admission period. *J Isfahan Med Sch* 2011; 29(140): 626-33. [In Persian].
 15. Hourdakis C, Papageorgiou E, Tritakis P, Manousaridis G, Hadjiantoniou A. A national survey: II. performance of medical fluoroscopic X-ray systems in Greece. *Radiat Prot Dosimetry* 1999; 81(3): 205-19.
 16. Mosleh-Shirazi MA, Hadad K, Faghihi R, Baradaran-Ghahfarokhi M, Naghshnezhad Z, Meigooni AS. EchoSeed Model 6733 Iodine-125 brachytherapy source: improved dosimetric characterization using the MCNP5 Monte Carlo code. *Med Phys* 2012; 39(8): 4653-9.
 17. Jones D. Organ doses from medical X-ray examinations calculated using Monte Carlo techniques. London, UK: National Radiological Protection Board; 1985.
 18. Shahbazi-Gahrouei D, Gookizadeh A, Sohrabi M, Arab Z. Normal tissues absorbed dose and associated risk in breast radiotherapy. *Journal of Radiobiology* 2015; 2(1): 20-1.
 19. Faulkner K. Introduction to constancy check protocols in fluoroscopic systems. *Radiat Prot Dosimetry* 2001; 94(1-2): 65-8.
 20. Shahbazi-Gahrouei D, Ayat S. Determination of organ doses in radioiodine therapy using Monte Carlo simulation. *World J Nucl Med* 2015; 14(1): 16-8.
 21. Shahbazi-Gahrouei D, Razavi S, Salimi M. Effect of extremely low-frequency (50 Hz) field on proliferation rate of human adipose-derived mesenchymal stem cells. *Journal of Radiobiology* 2014; 1(2): 31-7.
 22. Begum Z. Entrance surface, organ and effective doses for some of the patients undergoing different types of X ray procedures in Bangladesh. *Radiat Prot Dosimetry* 2001; 95(3): 257-62.
 23. Zhu XR. Entrance dose measurements for in-vivo diode dosimetry: Comparison of correction factors for two types of commercial silicon diode detectors. *J Appl Clin Med Phys* 2000; 1(3): 100-7.
 24. Shahbazi-Gahrouei D, Gholami M, Setayandeh S. A review on natural background radiation. *Adv Biomed Res* 2013; 2: 65.
 25. Shahbazi-Gahrouei D, Aminolroayaei F. Investigating the entrance surface and collective doses for radiographic examination in neonatal intensive care unit. *J Isfahan Med Sch* 2015; 33(346): 1730-9. [In Persian].

Evaluation of Absorbed Dose from Common Radiology Examinations in Yasuj, Iran Using Experimental Measurement and Monte Carlo Calculations

Daryoush Shahbazi-Gahrouei¹, Mohammad Reza Abdi², Aghdas Paknejad³,
Milad Baradaran-Ghahfarokhi⁴

Original Article

Abstract

Background: The aim of this study was to investigate organ absorbed dose for the patients undergoing routine x-ray imaging procedures in hospitals under the control of Yasuj University of Medical Sciences, Iran, in year 2014 using experimental measurement and Monte Carlo calculations.

Methods: Entrance surface dose for three common radiology examinations in five radiology centers was measured. The entrance surface dose was measured in 12 randomly selected patients (male and female) for each x-ray examination. Patients were not exposed to any additional radiation and the radiographs were used for diagnostic purposes.

Findings: The entrance surface dose for the chest x-ray examinations were found to be in the range of 0.29 to 1.284 mGy. The ESD values for the skull examinations were in the range of 1.96 to 3.8 mGy. For both chest and skull examinations, females received the maximum imposed radiation dose.

Conclusion: The results of the present study indicate a need for quality control (QC) and quality assurance (QA) programs to be undertaken to avert high cost and high patient doses. The recommendations to avoid unnecessary radiation exposure are also needed to decrease the patient's absorbed dose.

Keywords: Skin surface dose, Organ dose, Dosimetry, Radiology, Yasuj (Iran)

Citation: Shahbazi-Gahrouei D, Abdi MR, Paknejad A, Baradaran-Ghahfarokhi M. **Evaluation of Absorbed Dose from Common Radiology Examinations in Yasuj, Iran Using Experimental Measurement and Monte Carlo Calculations.** J Isfahan Med Sch 2016; 34(371): 106-13

1- Professor, Department of Medical Physics, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- Associate Professor, Department of Physics, School of Science, University of Isfahan, Isfahan, Iran

3- MSc Student, Department of Nuclear Engineering, School of New Science and Technology, University of Isfahan, Isfahan, Iran

4- PhD Student, Department of Medical Physics, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Mohammad Reza Abdi, Email: r.abdi@phys.ui.ac.ir