Archive of SID

میزان پرتوگیری بیماران در آزمایشات رایج رادیوگرافی مراکز رادیولوژی استان چهارمحال و بختیاری

ژاله بهروزکیا*، دکتر داریوش شهبازی گهرویی**

*مربی گروه رادیولوژی - دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد (**مؤلف مسئول**).** استادیار گروه فیزیک و **مهندسی** پزشکی - دانشگاه علوم پزشکی اصفهان.

تاریخ دریافت: ۸۳/۹/۲۹ – تاریخ تأئید: ۸٤/٤/۱

چکیده:

زمینه و هدف: **بیشترین پرتوگیری مردم از منابع پرتو ساخت بشر، ناشی از آزمایش های تشخیصی با پرتو ایکس می باشد که این امر به دلیل اجتناب ناپذیر بودن تشخیص با پرتوهای ایکس و همچنین تعداد آنها در میان افراد جامعه می باشد. برای عملی کردن برنامه کاهش دوز جذبی بیماران و در عین حال افزایش کیفیت تصاویر رادیوگرافی در بیمارستان های وابسته به دانشگاه علوم پزشکی استان دوز سطحی بیماران و نیز دوز مؤثر آنان اندازه گیری گردید.**

روش بررسی: **در یک مطالعه توصیفی - مقطعی هفت دستگاه مولد پرتو ایکس در شش بیمارستان وابسته به دانشگاه علوم پزشکی استان مورد بررسی قرار گرفت. برای هر دستگاه ۲۰ بیمار مراجعه کننده به بخش رادیولوژی جهت انجام رادیوگرافی جمجمه و قفسه صدری به صورت تصادفی انتخاب و مقادیر دوز سطحی** ESD (Entrance Surface Dose) **برای آزمایشات مرسوم رادیوگرافی (نمای خلفی - قدامی و نیمرخ قفسه سینه و جمجمه) با استفاده از دوزیمتر گایگرمولر و همچنین ترمولومینسانس مورد اندازه گیری قرار گرفتند.**

یافته ها: **نتایج دوزیمتری که توسط دوز دریافتی پوست یا دوز سطحی** ESD**، برای رادیوگرافی های مرسوم انجام گرفت برای نمای خلفی قدامی قفسه صدری در محدوده ۰/۲۲ تا ۱/۴۵ (با میانگین ۰/۷۰±۰/۰۳) و برای نمای نیمرخ قفسه صدری در محدوده ۰/۳۴ تا ۴/۹۰ (۲/۵۱±۰/۲۲) میلی گری بوده است. این نتایج برای نمای خلفی قدامی یا قدامی خلفی و نیمرخ جمجمه به ترتیب در محدوده ۲/۵۵ تا ۸/۴۵ (۶/۹۲±۰/۳۷) و ۲/۸۵ تا ۹/۱۲ (۷/۵۹±۰/۴۵) میلی گری اندازه گیری شد.**

نتیجه گیری: **مقادیر نشان می دهند که داشتن برنامه های بررسی کیفیت عمل** (Quality control) **یا تضمین کیفیت** (Quality assurance) **در مراکز رادیولوژی استان امری ضروری است و می بایست تمامی آزمایشات رادیوگرافی تحت شرایط دوز دریافتی کمتر برای بیماران انجام شود که در نتیجه ریسک ابتلا به سرطان ناشی از آزمایشات رادیوگرافی کاهش می یابد.**

واژه های کلیدی: رادیولوژی، دوزیمتری، پرتو ایکس، چهارمحال و بختیاری.

مقدمه:

انسان در محیط زیست خود به طور طبیعی از پرتوهای کیهانی که از فضای خارج از جو بر زمین فرود می‌آیند و پرتوهای گسیل شده از مواد پرتو زای اولیه موجود در پوسته زمین تحت پرتوگیری مستمر قرار دارد (۱). علاوه بر منابع طبیعی، انسان در محیط زیست خود نیز از چشمه های صنعتی، پزشکی و غیره نیز پرتوگیری می‌نماید. دستگاه های اشعه ایکس تشخیصی یکی از مواردی هستند که بیشترین مقدار

*آدرس: شهرکرد – رحمتیه - گروه رادیولوژی - تلفن: ۰۳۸۱-۳۳۳۵٦٥٤، Email:Zhaleh Behrouzikia52@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

پرتوها را به بشر و پرسنل پرتوکار، اعمال می نمایند (۲).

بدون شک کاربرد پرتوهای یون ساز در پزشکی از مفیدترین نوع کاربرد این پرتوها می باشد، اما کاربرد این پرتوها در پزشکی باعث شده است که مردم از میان تمام منابع مصنوعی پرتو بیشترین پرتوگیری را از این نوع منابع داشته باشند (۳).

بیشترین پرتوگیری مردم از منابع پرتو ساخت بشر ناشی از آزمایش های تشخیصی با پرتو ایکس می باشد که این امر به دلیل اجتناب ناپذیر بودن تشخیص با پرتوهای ایکس و همچنین تعداد آنها در میان افراد جامعه می باشد (۴). به عنوان مثال به طور میانگین افراد در ایالات متحده حدود ۱۲ درصد پرتوگیری تابشی آنها ناشی از روش های اشعه ایکس می باشد که این بالاترین منبع پرتوگیری ساخته شده بشر است (۵).

بنا بر اصول پایه حفاظت در برابر اشعه شامل توجیه پذیری (Justification) و بهینه سازی (Optimization) که توسط کمیسیون بین المللی حفاظت در برابر اشعه ICRP International Commission on Radiological Protection توصیه شده است، لازم است هر آزمایش یا درمانی که توسط پرتوهای یونساز صورت می گیرد، بطور واضح مفید بودن آن برای بیمار قابل توجیه باشد و روش به کار رفته طوری بهینه شود که پرتوگیری بیمار و کارکنان حداقل باشد (۳). کمیسیون بین المللی حفاظت در برابر اشعه توصیه نموده است که هر گونه پرتوگیری باید با در نظر گرفتن فاکتورهای اقتصادی و اجتماعی به هر چه کمتر موجه شدنی ALARA (As Low As Reasonably Achievable) کاهش یابد (۶،۳). فلسفه هر چه کمتر موجه شدنی یا ALARA به این معنی است که میزان پرتو گیری هر چه می تواند کمتر باشد، موجه و همچنین شدنی باشد (۷). این بدان معنی است که به عنوان مثال آزمایش های رادیولوژی باید به نحوی صورت پذیرد که اطلاعات مورد نیاز با حداقل ریسک پرتو برای بیمار حاصل گردد.

از سال های ۱۹۵۱ و ۱۹۷۷ تاکنون کمیته بین المللی حفاظت در برابر پرتوها ICRP و NCRP (National Commission on Radiological Protection) بررسی و اندازه گیری های مورد نظر در تمامی بخش های رادیولوژی را آغاز نموده است و همچنان ادامه دارد (۹،۸). چرا که پرتوکاران و مردم عادی جامعه نمی بایست دوز پرتوی بیش از حد استانداردهای بین المللی را دریافت نمایند (۱۰). سالیان متمادی است که اثرات بیولوژیکی پرتوها و مخصوصاً آثار ناشی از آنها بر روی بدن انسان بررسی می شود و هر چند سالی یک بار دوزهای مجاز توصیه شده MPD (Maximum Permissible Dose) توسط ICRP تغییر می یابند و همیشه به سوی مقادیر بسیار کم سوق داده می شوند (۱۱،۲).

در تمامی کشورهای پیشرفته صنعتی، این اندازه گیری ها هر چند یک بار بار انجام می شود و همیشه میزان پرتو دریافتی به ارگانهای بدن، پرسنل پرتوکار و مردم جامعه بررسی می شود و مطابق با استانداردهای بین المللی جداول مربوطه به سازمان های ذیربط ارسال می گردد (۹). اکثر کشورهای دنیا و حتی کشورهای جهان سوم نیز این اطلاعات را جمع آوری می نمایند و به صورت بانک اطلاعاتی در اختیار دارند (۱۳،۱۲).

به طور کلی مطالعات و تحقیقات انجام شده در زمینه دوز دریافتی بیماران و بخصوص در بخش های رادیولوژی به خاطر اهمیت فراوان در حال

www.SID.ir

Archive of SID

حاضر در صدر مطالعات تحقیقی قرار دارد که از جنبه های مختلف این مسئله را بررسی می کنند (۱۴).

پرتوهای حاصل از دستگاه های رادیولوژی تشخیصی می تواند آثار نابهنجاری را بر روی پرسنل پرتوکار داشته باشد (۱). مخصوصاً هنگامی که نکات و موارد ایمنی و توصیه های کمیته حفاظت در برابر اشعه (ICRP) و مسائل مربوط به کنترل کیفی دستگاه ها در این بخش ها رعایت نگردد و منجر به آثار سوء پرتوی از قبیل ایجاد انواع سرطان ها و آثار دیررس پرتوی بر روی پرسنل و مراجعین شوند (۱). با اندازه گیری و بررسی دقیق مقدار دوز دریافتی پرسنل پرتوکار و مقایسه آن با اطلاعات و داده های منتشر شده توسط ICRP در مورد دوز مجاز دریافتی پرتوکاران در سال می توان کمک قابل توجهی در ارتباط با سلامت پرتوکاران و اثرات ناشی از آنها نمود (۱۴).

سالیان متمادی است که اثرات بیولوژیکی پرتوها و مخصوصاً آثار ناشی از آنها بر روی بدن انسان بررسی می شود و هر چند سالی یکبار دوزهای مجاز توصیه شده توسط ICRP تغییر می کنند و به سوی مقادیر بسیار کم سوق داده می شوند (۱۵). مطابق با توصیه های ICRP حداکثر دوز مجاز دریافتی بیماران در سال نمی بایستی از مقدار ۱ mSv (milli Sivert) تجاوز نماید (۱۶).

در ارتباط با دوز سطحی یا دوز دریافتی بیماران هر ساله ICRP و NRPB گزارش های متعددی را در باره دوزهای توصیه شده ارائه می دهند. در ایالات متحده، یونان، نیجریه و بنگلادش (۱۷،۱۶،۱۵) محققین نشان داده اند که دوز دریافتی سطحی بیماران در آزمایشات رایج رادیوگرافی زیر حد مجاز می باشد. اما در کشورهایی چون چین و تانزانیا (۱۹،۱۵) نتایج نشان می دهد که این مقادیر از حدود مجاز بیشتر می باشد. در بیشتر کشورهای دنیا کنترل کیفی و کاهش دوز دریافتی بیماران مسئله ای با اهمیت می باشد و از این جهت است که در ایران نیز در برخی از استان ها این تحقیقات در حال انجام می باشد.

ایران یکی از معدود کشورهایی است که در این زمینه هنوز اطلاعات دقیق و روشنی را ارائه نداده و از لحاظ بررسی های لازم ICRP فاقد بانک اطلاعات می باشد. گر چه در بعضی از استان ها این اندازه گیری ها صورت می گیرد، ولی هنوز اطلاعات مکتوبی از این اندازه گیری ها و مقادیر توسط دوز دریافتی بیماران ارائه نشده است تا اینکه بتوان در این ارتباط مقایسه ای بین دوز دریافتی بیماران با استاندارد های بین المللی و دیگر نتایج در کشور های دیگر را انجام داد. بنابراین فقدان اطلاعات و نداشتن بانک اطلاعات در این زمینه اهمیت تحقیق در این زمینه را نشان می دهد و اندازه گیری دوز دریافتی بیماران در بخش های رادیو لوژی این استان از مسائل بسیار با اهمیت می باشد. با این اندازه گیری ها می توان دغدغه پرتوکاران را کم نمود و اگر احیاناً مقدار پرتو های مجاز بیشتر باشد، نکات و ایمنی لازم در مورد اشعه را به کار گرفته تا از اثرات سوء پرتوی جلوگیری شود.

هدف از این تحقیق برآورد دوز دریافتی بیماران در بخش های رادیولوژی استان جهت تهیه اطلاعات لازم برای پرسنل پرتوکار، مردم جامعه و سازمان های مربوطه می باشد.

روش بررسی:

این مطالعه از نوع توصیفی - مقطعی می باشد که هفت دستگاه مولد پرتو ایکس در شش بیمارستان وابسته به دانشگاه علوم پزشکی استان مورد بررسی قرار گرفت و برای هر دستگاه ۲۰ بیمار مراجعه کننده به بخش رادیولوژی جهت انجام آزمایشات رادیوگرافی جمجمه و قفسه صدری به صورت تصادفی انتخاب

www.SID.ir

Archive of SID

گردید، یعنی در کل ۱۴۰ بیمار برای آزمایشات رادیوگرافی در نظر گرفته شدند.

با بررسی آزمایشات مرسوم رادیوگرافی و برای تعیین دوز دریافتی بیماران آزمایشات رادیوگرافی قفسه صدری نمای قدامی - خلفی و نمای نیمرخ (Posterior Anterior and Lateral) آن و جمجمه نیز نمای قدامی - خلفی و نمای نیمرخ (Anterior Posterior or Posterior Anterior and Lateral) آن انجام پذیرفت. مقادیر دوز سطحی با استفاده از دوزیمتر گایگرمولر مدل SUM-AD8 با مارک Ricken fine ساخت کشور ژاپن و همچنین ترمولومینسانس (LiF-100) مورد اندازه گیری قرار گرفت. دوزیمتر گایگرمولر تقریباً حدود ۳۰ الی ۴۰ سانتی متر بالاتر از میز رادیوگرافی قرار گرفت و نیز دوزیمتر TLD (ترمولومینسانس) بر روی سطح پوست بیماران نصب گردید و سپس مقادیر آنها بر اساس توصیه های کارخانه سازنده مورد ارزیابی قرار گرفت. اندازه گیری دوزهای مربوطه توسط دوزیمتر ترمولومینسانس صورت گرفت. برای انجام این کار دوزیمتر بر روی سینه و سطح پوست قرار داده می شودو سپس جمع آوری شده و برای اندازه گیری آماده می شود. نوع دوزیمتر مناسب برای این منظور LiF (TLD-100) انتخاب گردید و علت آن این است که از نظر عدد اتمی معادل بافت بوده و دارای حساسیت زیاد و ابعاد آن کوچک (۱×۳×۳ mm) می باشد. در ضمن پاسخ این دوزیمتر در انرژی های کم بهتر از دوزیمترهای دیگر است (۱). پس از اندازه گیری ها، کلیه TLD ها به محل قرائت (محل دستگاه Reader) برای کالیبره کردن و اندازه گیری منتقل شدند. برای کنترل کیفی دستگاه های رادیوگرافی نیز از آشکارسازهای گایگر - مولر استفاده گردید.

یافته ها:

نتایج حاصله از اندازه گیری دوز سطحی در آزمایشات مختلف نماهای قفسه سینه و جمجمه در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. همچنان که این

جدول شماره ۱: نتایج حاصل از اندازه گیری مقدار دوز سطحی پوست و پرتوها در آزمایشات مختلف نماهای قفسه سینه و جمجمه.

نوع دستگاه X-Ray	نام بیمارستان	نمای قدامی خلفی قفسه صدری	نمای قدامی قفسه صدری	نمای قدامی خلفی یا خلفی قدامی جمجمه	نمای نیمرخ جمجمه
		انحراف معیار±میانگین	انحراف معیار±میانگین	انحراف معیار±میانگین	انحراف معیار±میانگین
Siemens	کاشانی	۰/۷۵ ±۰/۰۶	۲/۵٤ ± ۰/۳٦	۷/۸۵ ± ۰/٦۲	۸/٤۵ ± ۰/۳٦
Shimadzu	کاشانی	۰/۱۳ ± ۰/۷۱	۲/۳۷ ± ۰/۵۲	۷/٦۳ ± ۰/۹٦	۸/۲۱± ۰/۵۱
Philips	هاجر	۰/۲۹±۰/۷۰	۲/۱۵ ± ۰/۲۸	۷/۱۲ ± ۰/۷٤	٦/۹۷ ± ۰/٤۲
Genius	اردل	۰/۱۰ ± ۰/٦۸	۲/۵۳ ± ۰/۵۹	٦/۰۸ ± ۰/۵۸	٦/۷۸ ± ۰/۸۵
Varian	فارسان	۰/۸۰ ± ۰/٦٦	۲/٦۷ ± ۰/٦۱	٦/۱٤ ± ۰/۱۹	٦/۵۲ ± ۰/٤۸
Shimadzu	بروجن	۰/۳۵ ± ۰/۷٤	۲/۷۹ ± ۰/۳۷	۷/۳۲ ± ۰/۸٦	۸/۵۷ ± ۰/۳۵
Varian	لردگان	۰/۱٤ ± ۰/٦٦	۲/۵۷± ۰/۵۸	٦/۳۵ ± ۰/۷٦	۷/٦٤± ۰/۷٤

واحد دوز به دست آمده میلی گری می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۲: مقادیر دوز سطحی بیماران در ازاء کیلو ولتاژهای ماکزیمم (KVp) مختلف

نوع آزمون رادیوگرافی	متوسط دوز سطحی پوست انحراف معیار±میانگین	محدوده دوز سطحی پوست	کیلو ولتاژ ماکزیمم (kVp)
نمای خلفی قدامی قفسه سینه	۰/۷۰±۰/۰۳	۰/۲۲-۱/٤٥	۷٥-۸٥
نمای نیمرخ قفسه سینه	۲/٥۱±۰/۲۲	۰/۳٤-٤/۹۰	۸۰-۹۰
نمای خلفی قدامی یا قدامی خلفی جمجمه	٦/۹۲±۰/۳۷	۲/٥٥-۸/٤٥	۹۰-۱۰۰
نمای نیمرخ جمجمه	۷/٥۹±۰/٤٥	۲/۸٥-۹/۱۲	۹۰-۱۰۰

واحد دوز سطحی پوست میلی گری می باشد. $n=۲۰$

نتایج نشان می دهند، حداکثر مقادیر دوز دریافتی برای دستگاه های Siemens و Shimadzu بیمارستان کاشانی و Shimadzu بیمارستان بروجن وجود داشت.

همچنین در جدول شماره ۲ مقادیر دوز سطحی بیماران در ازاء کیلو ولتاژهای ماکزیمم (KVp) مختلف بیان شده است.

بحث:

حداکثر مقادیر دوز دریافتی برای دستگاه های Siemens و Shimadzu بیمارستان کاشانی و Shimadzu بیمارستان بروجن وجود داشت و علت آن خارج از رده بودن آنها می باشد.

نتایج حاصل از این مطالعه همچنین نشان می دهد که دوز سطحی دریافتی بیماران و همچنین دوز معادل آنها با کشورهایی مثل چین و تانزانیا تقریباً همخوانی دارد (۱۹،۱۸). ولی این مقادیر کمی بیشتر از مقادیر اندازه گرفته شده در آمریکا، یونان، نیجریه و بنگلادش می باشد مقدار دوز سطحی پوست اندازه گرفته شده به طور متوسط در این کشورها برای نمای خلفی قدامی قفس سینه ۰/۱۲ میلی گری، برای نمای قدامی خلفی و نمای خلفی قدامی جمجمه ۵/۱۷ میلی گری و برای نمای نیمرخ جمجمه ۶/۹۷ میلی گری می باشد که در مقایسه این نتایج با نتایج مندرج در جدول شماره ۲ مشاهده می شود که مقادیر دز سطحی پوست اندازه گیری شده در این تحقیق مقداری بیشتر از این مقادیر می باشد. البته باید متذکر شد که بر اساس کیلو ولتاژ ماکزیمم (KVp) مختلف چون مقادیر دوزسطحی پوست متفاوت می باشد ممکن است که این اختلاف ها ناشی از اعمال کیلو ولتاژ ماکزیمم مختلف باشد. همچنین که نتایج جدول شماره ۱ نشان می دهد دستگاه هایی که بار کاری آنها بیشتر باشد به دلیل افزایش تعداد رادیوگرافی ها در روز توسط یک دستگاه و کشیدن بار اضافی از آن نیز ممکن است باعث افزایش مقادیر دوز سطحی اندازه گیری شده باشد (۱۸،۱۷،۱۶،۱۲).

تمامی مقادیر دوز سطحی اندازه گیری شده در این تحقیق کمی بیشتر از حدود دوزهای مجاز توصیه شده توسط ICRP می باشد (۱۸،۱۱). همچنین افزایش کیلو ولتاژ مولد پرتو ایکس باعث افزایش مقادیر دوز سطحی می شود. برای بهینه سازی مقادیر دوز دریافتی بیماران و رسیدن به حدود مجاز توصیه شده توسط ICRP اجرای برنامه های کنترل کیفی و تضمین کیفیت حداقل هر شش ماه یکبار الزامی به نظر می رسد. چرا که مقادیر بیش از حد دوز بیماران، مقدار دوز تجمعی

www.SID.ir

Archive of SID

سالیانه بیماران را افزایش داده و در نتیجه ریسک ابتلای به سرطان ها و عوارض ناشی از پرتوها در کل جمعیت نیز افزایش پیدا خواهد کرد.

همانگونه که قبلاً اشاره شد پرتوگیری مردم به طور قابل ملاحظه ای از طریق پرتوهای ایکس رادیولوژی تشخیصی می باشد که این پرتوگیری را می توان از طریق اجتناب کردن از آزمایش های غیر ضروری و یا تکرار بررسی ها و همچنین اصلاح عملکرد تجهیزات به طور قابل ملاحظه ای کاهش داد.

در پایان می بایست یادآوری نمود که به دلیل نبود هیچگونه برنامه کنترل کیفی و الزام قانونی در بخش های رادیوگرافی استان و عدم وجود مسؤلین فیزیک بهداشت و عدم وجود نیروهای کارآمد و همچنین عدم نظارت آنها در این مراکز، از کیفیت عمل بهینه دستگاه ها خبری نخواهد بود و عوارض و عواقب آن را می بایست مردم عادی جامعه و پرتوکاران تحمل نمایند. امید آن می رود که این تحقیق بتواند آغازی برای اجرای صحیح برنامه کنترل کیفی در سطح کلیه مراکز رادیولوژی استان باشد تا بدینگونه ضمن استفاده بهینه از دستگاه های موجود دوز جذبی بیماران و نیز هزینه های مالی درمان عوارض اشعه هر چه بیشتر کاهش یابد.

نتیجه گیری:

مقادیر نشان می دهند که داشتن برنامه های بررسی کیفیت عمل (Quality control) یا تضمین کیفیت (Quality assurance) در مراکز رادیولوژی استان امری ضروری است و می بایست تمامی آزمایشات رادیوگرافی تحت شرایط دوز دریافتی کمتر برای بیماران انجام شود که در نتیجه ریسک ابتلا به سرطان ناشی از آزمایشات رادیوگرافی کاهش می یابد.

تشکر و قدردانی:

بدینوسیله از جناب آقای نورالله رئیسی که در جمع آوری اطلاعات ما را یاری نمودند قدردانی می گردد.

References:

1. Cember H. Radiation dosimetry. In: Cember H. Introduction to health physics. 1st ed. NewYork: Pergamon Press; 1993. p. 135-76.

2. Darby SC. The genetically significance dose from diagnostic radiology in Great Britain. NRPB (National Radiation Protection Broad). 1997; 106.

3. Benini A. Medical radiation exposure, IAEA regional workshop radiation protection and quality assurance in diagnostic radiology. Nicosia Cyprus. 1993; 14-25.

4. Benini A. Quality control measurements in diagnostic X-ray. IAEA Vienna. 1992; 100.

5. Bushong S. Computer-assiated quality assurance for radiographic equipment. Med Phys. 1980; 7(4): 386-9.

6. Hourdakis CJ. A national survey: performance of medical fluoroscopic x-ray systems in Greece. Radiat Protec Dosim. 1999; 81(3): 205-19.

7. Sohrabi M. Radiation protection infrastructure in Iran. IAEA Munich. 1990; 245-55, 7-11.

8. Hollins M. Measuring and controlling radiation. In: Hollins M. Medical physics. 1st ed. London: McMillan; 1990. p. 145-58.

9. United nations scientific committee on the effects of atomic radiations. Sources, effects of ionizing radiation. NewYork: United Nations; 2000. 30.

www.SID.ir

Archive of SID

10. Declan R, Kyrio J. Radiation protection in interventional radiology. Clin Radiol. 2001; 56: 99-106.

11. Faulkner K. Introduction to constancy check protocols in fluoroscopic systems. Radiat Prot Dosim. 2001; 94(1-2): 65-8.

12. Begum Z. Entrance surface, organ and effective dose for some of the patients undergoing different types of X-ray procedures in Bangladesh. Radiat Prot Dosim. 2001; 95(3): 257-62.

13. Zhu XR. Entrance surface dose measurements for *in vivo* diode-dosimetry: comparison of correction factors for two types of commercial silicon diode detector. J Appl Clin Med Phys. 2000; 1(3): 100-7.

14. International commission on radiological protection. Recommendations of the international commission on radiological protection. ICRP. 1999; 21: 1-3.

15. Li LB, Wang JP, Yu XR, et al. Medical radiation usage and exposures from medical X-ray diagnosis in shandong province of China. Radiat Prot Dosim. 2001; 93: 261-6.

16. Michel R, Perle SC. Effective dose equivalent estimates in diagnostic radiology with single dosimetry. Health Phys. 2002; 79: 17-19.

17. Ogunseyinde AO, Adeniran SA, Obed RI, et al. Comparison of entrance surface doses of some X-ray examinations with CEC reference doses. Radiat Prot Dosim. 2002; 98: 231-4.

18. Papadimitriou D, Perris A, Molfetas MG, et al. Patient dose, image quality and radiographic techniques for common X-ray examinations in two Greek hospitals and comparison with European guidelines. Radiat Prot Dosim. 2001; 95: 43-8.

19. Muhogora WE, Nyanda AM. The potential for reduction of radiation doses to patients undergoing some common X-ray examinations in Tanzania. Radiat Prot Dosim. 2001; 94: 381-4.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir