مقاله گزارش کوتاه

مجلهٔ دانشگاه علوم پزشکی بابل
دوره شانزدهم، شمارهٔ ۴، فروردین ۱۳۹۳، صفحه ۲۴-۲۰

تخمین دوز سرانه ناشی از آزمایشات پزشکی هسته ای در ایران

آرزو سلطانی(BSc)[۱]، اکرم صفرزاده(BSc)[۱]، علی شبستانی منفرد(PhD)[۲*]، مهرانگیز امیری(MD)[۳]، مجتبی انصاری(MD)[۴]

۱- دانشگاه علوم پزشکی بابل
۲- گروه بیوشیمی- بیوفیزیک، دانشگاه علوم پزشکی بابل
۳- گروه پزشکی هسته ای، دانشگاه علوم پزشکی بابل
۴- گروه پزشکی هسته ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران

دریافت: ۹۲/۵/۶، اصلاح: ۹۲/۶/۱۳، پذیرش: ۹۲/۱۰/۱۵

خلاصه

سابقه و هدف: پزشکی هسته ای یکی از مهم ترین روشهای تشخیصی است. هدف از این مطالعه تخمین دوز میانگین سالانه جمعیت بدنبال انجام آزمایشات پزشکی هسته ای در ایران جهت فراهم کردن داده هایی برای ارزیابی ریسک ناشی از تابش پرتوهای یونیزان در پزشکی هسته ای می باشد.

مواد و روشها: فراوانی ۵ نوع آزمایش اصلی پزشکی هسته ای در ۱۰ بیمارستان بزرگ کشور در یک بازه زمانی ۶ ساله بدست آمده و دوز موثر و دوز سرانه سالانه به ازای هر نفر از جمعیت تخمین زده شد.

یافته ها: دوز سرانه سالانه به ازای هر نفر از جمعیت بدنبال انجام آزمایشات پزشکی هسته ای در ایران بر اساس مطالعه موجود ۷/۵۳ میکرو سیورت در سال تخمین زده شد.

نتیجه گیری: دوز میانگین سالانه سرانه جمعیت بدنبال انجام آزمایشات پزشکی هسته ای در ایران (۷/۵۳ میکروسیورت) قابل مقایسه با مقدار مشابه در بسیاری از کشورهای جهان و کمتر واز میانگین جهانی دوز پرتوهای زمینه است.

واژه های کلیدی: دوز سرانه سالانه، دوز موثر میانگین، پزشکی هسته ای تشخیصی، ایران.

مقدمه

با توجه به اینکه انجام آزمایشات پزشکی هسته ای با پرتوگیری پرسنل و بیماران و متعاقب آن بخشی از جامعه که با آنها در ارتباط می باشند، همراه است می توان دوز موثر سرانه سالانه بیماران را به عنوان یک فاکتور کمی فیزیکی متناسب با اکتیویته های تجویز شده در هر مرکز پزشکی هسته ای در نظر گرفت. در کشور ما استفاده از دانش هسته ای در زمینه پزشکی رو به رشد بوده و مطالعات انجام شده در رابطه با دوز جذبی بیماران یا پرسنل، محدود به چند مرکز یا منطقه ای خاص بوده است. در مطالعه‌ای در کشور آلمان توسط Ostinelli و همکاران در سال ۱۹۹۷ نشان داده شد که دوز مؤثر چگونه معرف خطراتی است که بیماران را تهدید می‌کند و چگونه می‌توان برای بهینه سازی آزمایشات، مقایسه خطرات روشهای مختلف، تعیین حدود دوز و تخمین خطرات ناشی از تابش‌گیری اشخاص یا جمعیت در آزمایشات پزشکی از آن استفاده کرد (۱). بر اساس مطالعه Regulla و همکاران در جمهوری فدرال آلمان در سال ۱۹۹۷ دوز مؤثر سرانه آزمایشات پزشکی هسته ای، ۱۵۰ میکروسیورت محاسبه شد. در این بررسی تعداد آزمایشات پزشکی هسته‌ای ۴ میلیون در نظر گرفته شد (۲). در مطالعهٔ Garancini و همکاران در ایتالیا در سال ۱۹۹۵ که مبنی بر تخمین دوز مؤثر در اغلب مطالعات پزشکی هسته‌ای بود، دوز مؤثر با ۶۸ ICRP محاسبه شد. در این مطالعه اطلاعات مربوط به اکتیویته مواد رادیواکتیو و مقدار اکتیویته‌ای که در سرنگ بعد از تزریق می‌ماند و زمان تأخیر تزریق آن آنالیز شد. در این مطالعه نتیجه‌گیری شد که روش آماده کردن مادهٔ رادیواکتیو و روشهای بکارگیری این مواد یک تأثیر واقعی روی دوز می‌گذارد. بر اساس این مطالعه آزمایشات پزشکی هسته‌ای به یک ارزیابی مطمئن به منظور تعیین دوز مؤثر نیازمندند (۳). در مطالعه Husak و همکاران در جمهوری چک در سال ۲۰۰۰ میزان رویارویی با تشعشعات در جمعیت کودکان در آزمایشات پزشکی هسته‌ای محاسبه شد. اطلاعات این مطالعه از تعمیم دوز تجمعی معادل مؤثر کودکان در جمهوری چک در آزمایشات پزشکی هسته‌ای که در یک دورهٔ یک ساله انجام شده بود به دست آمد. تعداد آزمایشات پزشکی هسته‌ای ۱۵۲۸۱ مورد در کودکان کمتر از ۱۸ سال بود. بر اساس این مطالعه دوز معادل مؤثر هر آزمایش برای کودکان کمتر از ۱۵ سال ۶۰٪ دوز بالغین محاسبه شد (۴). در پژوهش دیگری که توسط Goushak

▣ این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی به شماره ۹۱۳۳۳۱۷ دانشگاه علوم پزشکی بابل می باشد.

* مسئول مقاله: دکتر علی شبستانی منفرد
آدرس: بابل، دانشگاه علوم پزشکی، گروه بیوشیمی و بیوفیزیک، تلفن: ۲۱۹۰۵۹۳-۰۱۱۱
e-mail:monfared1345@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

و همکاران در جمهوری چک در سال ۱۹۹۳ انجام شد، دوز معادل مؤثر مجموع سالانه در آزمایشات پزشکی هسته‌ای ۴۳۳ سیورت در سال ۱۹۸۳ و۶۰۹ سیورت در سال ۱۹۸۷ بود. متوسط دوز معادل مؤثر هر آزمایش ۲/۲۳ میلی سیورت در سال ۱۹۸۳ و در سال ۱۹۸۷، ۲/۴۴ میلی سیورت بود. متوسط دوز معادل موثر افراد ساکن جمهوری چک ۴۲ میکروسیورت در سال ۱۹۸۳ و ۵۹ میکروسیورت در سال ۱۹۸۷ بود (۵). در مطالعه Huda و همکاران در سال ۱۹۸۹ که در فاصله سالهای ۱۹۸۵–۱۹۸۱ دوزهای دریافتی کارکنان پزشکی هسته‌ای و بیماران در ایالت Manitoba در کانادا محاسبه شد. میزان اکتیویته متوسط دریافتی از ۳/۸ میلی کوری به ۲/۵ میلی کوری در طی یک دورهٔ ۵ ساله کاهش یافت میزان دوز متوسط معادل مؤثر بیماران در حدود ۵/۲ میلی سیورت محاسبه شد (۶). در مطالعه Schnell – Inderst و همکاران در کشور آلمان در سال ۲۰۰۴ میزان اکسپوژر با تشعشعات در آزمایشات پزشکی هسته‌ای بر اساس اطلاعات معمول بیمارستانها و مراجعین به کلینیکها در آلمان بررسی شد، دوز مؤثر این مطالعه بر اساس گزارش ICRP ۸۰ محاسبه شد در این بررسی میانگین دوز مؤثر به ازای هر آزمایش پزشکی هسته‌ای ۲/۹ میلی سیورت بود (۷). در مطالعه ای مشابه در هلند توسط Beentjes و همکاران در سال ۱۹۹۰، دوز متوسط سرانه در هر آزمایش در حدود ۱۱میکروسیورت بود و دوز با اهمیت ژنتیکی سالانه ۳/۲ میکروسیورت برای هر شخص تخمین زده شد (۸). تخمین دوز جذبی از مواد رادیواکتیو در آزمایشات تشخیصی پزشکی هسته‌ای در ایران توسط Mohammadi و همکاران در سالهای ۱۹۸۹–۱۹۸۵ انجام شد. با توجه به روند رو به رشد آزمایشات پزشکی هسته‌ای در ایران، میزان دوز متوسط معادل مؤثر برای هر بیمار و به صورت سرانه محاسبه شد. داده‌ها بر اساس اطلاعات ۹۳٪ مراکز پزشکی هسته‌ای در سالهای ۱۹۸۹–۱۹۸۵ متمرکز بود. میزان کلی آزمایشات پزشکی هسته‌ای در حدود ۴۲٪ در این سالها افزایش یافته است. از نظر تعداد بیشترین تعداد آزمایشات در رابطه با تیروئید و بعد از آن به ترتیب کبد و طحال و استخوان بود. تعداد متوسط سالانه آزمایشات پزشکی هسته‌ای در ۱۰۰۰۰ نفر جمعیت، ۱۹ مورد برآورد شد. ۴۸٪ بیماران در سن ۲۹–۱۵ سال و ۳٪ آنها بیش از ۶۴ سال داشتند. میزان نسبت مرد به زن به جز در بررسی بافت تیروئید در سایر آزمایشات برابر بودند. متوسط اکتیویته تزریقی بیماران ۴/۳ میلی کوری و دوز سرانه ۸ میکروسیورت محاسبه شد ^{131}I در آزمایشات پزشکی هسته‌ای بیش از سایر مواد رادیواکتیو مصرف شده بود (۹). هدف از این مطالعه برآورد دوز موثر سرانه سالانه بیماران ناشی از آزمایشات پزشکی هسته ای در کل کشور به عنوان یک شاخص کمی حفاظت در برابر اشعه می باشد.

مواد و روشها

برای انجام این پژوهش، پرسشنامه ای جهت تعیین تعداد مراجعین به مراکز دولتی پزشکی هسته ای طی سال های ۱۳۸۵ تا نیمه اول ۱۳۹۰ به تفکیک نوع اسکن طراحی و به مراکز انتخابی ارسال شد. از آنجا که دسترسی به اطلاعات تمامی مراکز دولتی پزشکی هسته ای در سراسر کشور امکان پذیر نبود، به روش غیرتصادفی ساده از ۵ منطقه جغرافیایی کشور (شمال، جنوب، شرق، غرب و مرکز) تعداد ۱۰ مرکز دولتی پزشکی هسته ای از بین ۴۲ مرکز دولتی پزشکی هسته ای موجود در کل کشور، با ملحوظ نمودن نام مرکز به صورت محرمانه به عنوان نمونه انتخاب شدند. در این نمونه گیری سعی بر آن بوده است که مراکز مهم و شاخص دولتی مشمول این پژوهش قرار گیرند. پس از دریافت پرسشنامه های تکمیل شده و کنترل تصادفی صحت تکمیل اطلاعات و اخذ اطلاعات جمعیتی از مراجع مربوطه میزان دوز مجموع بر تعداد جمعیت در سالهای مورد مطالعه تقسیم شده و دوز موثرسرانه تخمین زده شد. دوز مؤثر دریافتی براساس جداول بین المللی استاندارد مربوط به دوزیمتری آزمایشات پزشکی هسته‌ای (۱۰) برای یک فرد متوسط بالغ معمولی تخمین زده شد. به دلیل عدم وجود بانک اطلاعات الکترونیک جامع از تعداد مراجعین به مراکز پزشکی هسته ای کشور، عدم دسترسی به تمام مراکز موجود در سطح کشور، عدم همکاری مناسب برخی مسئولین مراکز مربوطه جهت ارائه اطلاعات درخواست شده و عدم دسترسی به اطلاعات مراکز خصوصی

بررسی اسکن های رایج موجود در مراکز پزشکی هسته ای، شامل اسکن قلب با استفاده از رادیو داروهای Tc- MIBI ,Tl، اسکن استخوان با استفاده از رادیو داروی Tc - MDP، اسکن ریه با استفاده از رادیو داروی Tc - MAA، اسکن عملکرد و مورفولوژی کلیه با استفاده از رادیو داروهای Tc - DMSA , Tc - DTPA و اسکن تیروئید با استفاده از رادیو داروی 99m-Tc در ۱۰ مرکز دولتی پزشکی هسته ای منتخب از سراسر کشور طی سال های ۹۰–۱۳۸۵ محدود شده است. در مراکز مورد مطالعه فقط از رادیوداروهای مورد استفاده در تشخیص استفاده شده و رادیوایزوتوپ ید در تخمین دوز مد نظر قرار نگرفته و گزارشی نیز از آلودگی محیط مراکز فوق الذکر به مواد رادیواکتیو واصل نشده است.

یافته ها

جهت بدست آوردن دوز جمعیت به ازای هر فرد (Dose per Capita)، دوز مجموع هر سال بر مجموع جمعیت تحت پوشش مراکز در سال مورد مطالعه تقسیم شده است که نتایج حاصل در جدول ۱ مشاهده می شوند. همانگونه که در جدول مشاهده می شود میانگین دوز سالانه سرانه جمعیت معادل ۷/۵۳ میکروسیورت تخمین زده شده است.

جدول ۱. دوز جمعیت به ازای هر فرد در سال های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰

سال	جمعیت تقریبی تحت پوشش مراکز	مجموع دوز (mSv)	دوز جمعیت به ازای هر فرد(µSv)
۱۳۸۵	۱۷۶۲۳۹۴۵	۱۱۷۲۹۶.۴۰	۶.۶۵
۱۳۸۶	۱۷۸۸۳۰۱۵	۱۲۵۶۰۸.۹۰	۷.۰۲
۱۳۸۷	۱۸۱۴۵۸۹۶	۱۴۲۰۴۷.۶۰	۷.۸۳
۱۳۸۸	۱۸۴۱۲۶۶۱	۱۴۳۵۰۹.۹۰	۷.۷۹
۱۳۸۹	۱۸۶۸۳۳۰۷	۱۲۵۲۹۸.۵۰	۶.۷۱
۱۳۹۰ نیمه اول سال	۱۹۰۸۹۹۸۲	*۱۷۳۶۴۶.۰۰	۹.۱۰
میانگین ۶ سال مورد مطالعه	۱۸۳۰۶۴۶۷/۶۷	۱۳۷۹۰۱/۲۰	۷.۵۳

* مجموع دوز سال ۱۳۹۰ بر اساس یک سال نرمالیزه شده است

Archive of SID
www.SID.ir

بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که میزان دوز مؤثر متوسط به ازاء هر نفر از جمعیت ۷/۵۳µSv بوده است که تقریباً با نتایج گزارش Mohammadi و همکاران (۹) در سال ۱۹۹۵ (۸ µSv) و Shabestani Monfared و همکاران (۹/۳۰ میکروسیورت) در سال ۲۰۰۶ (۱۱) مشابهت دارد. اما گزارشات دیگر محققین در سایر کشورها در این مورد با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد. تخمین دوز موثر جمعیت به عنوان یک شاخص مهم در رابطه با کیفیت حفاظتی شرایط کاری مراکز پرتو پزشکی و همچنین سطح بهداشت پرتوها در جامعه، جهت پیشگیری از بروز اثرات بلند مدت تابش مانند سرطان و اثرات ژنتیکی مطرح می‌باشد (۱۲). کنترل میزان پرتوگیری‌های ناشی از آزمایشات پرتو پزشکی تشخیصی، معیاری برای اطمینان از عدم افزایش دوز با اهمیت ژنتیکی در جامعه است (۸). این موضوع در مطالعات متعددی در کشورهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (۱۶-۱۳). میزان دوز مؤثر متوسط به ازاء هر نفر از جمعیت توسط Garancini و همکاران در ایالت Varese ایتالیا در سال ۱۹۹۵ برابر ۱۸۰µSv، توسط Huda و همکاران در ایالت Manitoba کانادا ۱۳۰µSv، توسط Regulla و همکاران در آلمان در سال ۲۰۰۳ برابر ۱۵۰ µSv، توسط Gushak و همکاران در چکسلواکی در سال ۱۹۸۷ برابر ۵۹ میکروسیورت و توسط Colmanet و همکاران در استرالیا در سال ۱۹۹۳ به میزان ۶۴ میکروسیورت ذکر شده است (۱۷و۶و۵و۳و۲) که در همهٔ موارد بسیار بیشتر از مقدار تخمین زده شده در بررسی حاضر است. یکی از دلایل این اختلاف به تعداد کل آزمایشات مربوط است. در تحقیق حاضر تعداد آزمایشات پزشکی هسته‌ای حدود ۲۱ مورد به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر برآورد شده است. که با گزارش Mohammadi و همکاران (۹) در سال ۱۹۹۵ در ایران (۱۹ آزمایش به ازای هر۱۰۰۰۰ نفر از جمعیت) تقریبا مشابهت دارد. تعداد آزمایشات پزشکی هسته‌ای در هر ۱۰۰۰۰ نفر از جمعیت در گزارشات Huda و همکاران (۶) Regulla و همکاران (۲) Beentjes و همکاران (۸) به ترتیب ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۱۰ آزمایش در هر ۱۰۰۰۰ نفر از جمعیت بوده است که بسیار بیشتر از تعداد آزمایشات در مطالعه حاضر (۲۱ آزمایش در هر ۱۰۰۰۰ نفر از جمعیت) است. مطالعاتی که توسط محققین بصورت مقایسه‌ای در چند سال صورت گرفته است به این نکته اشاره دارد که تعداد آزمایشات پرتوپزشکی روندی افزایشی دارد (۱۸) که خود بخود مستلزم افزایش مجموع دوز تشعشعی بر جمعیت است (۵). عدم وجود اطلاعات دقیق از جمعیت این فرض می‌تواند به عنوان یکی از منابع عدم قطعیت نتایج این تحقیق مطرح بوده و سطح اطمینان آن را از اندازه‌گیری به تخمین و برآورد کاهش دهد. از طرفی مطالعاتی وجود دارد که برآورد دوز سرانه ناشی از آزمایشات پزشکی هسته‌ای در جمعیت را بر اساس ورود فقط ۷۵٪ جمعیت در مطالعه قابل قبول دانسته‌اند (۴). به هر حال مقادیر دوز برآورد شده کاملاً کمتر از سطح پرتوهای زمینه می باشند.

دوز میانگین سالانه سرانه جمعیت بدنبال انجام آزمایشات پزشکی هسته ای در ایران قابل مقایسه با مقادیر مشابه در بسیاری از کشورهای جهان و کمتر از میانگین جهانی دوز پرتوهای زمینه می باشند.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی بابل به سبب حمایت مالی و از پرسنل محترم پزشکی هسته ای به سبب همکاری در جمع آوری اطلاعات تشکر و قدردانی میگردد.

Archive of SID
www.SID.ir

The Estimation of Annual per Capita Effective Dose from Nuclear Medicine Procedures in Iran

A. Soltani (BSc)[1], A. Safarzadeh (BSc)[1], A. Shabestani Monfared (PhD)[2*], M. Amiri (MD)[3], M. Ansari (MD)[4]

1. Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran
2. Department of Biophysics & Biochemistry, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran
3. Department of Nuclear Medicine, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran
4. Department of Nuclear Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

J Babol Univ Med Sci; 16(4); Apr 2014; pp: 20-24

Received: Aug 5th 2013, Revised: Nov 6th 2013, Accepted: Jan 5th 2014.

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVE: Nuclear medicine is one of the most important diagnostic modalities. The aim of present study was to estimate annual per capita effective dose in most common procedures performed in nuclear medicine centers in Iran in order to provide data for risk estimation due to exposure to ionizing radiation in nuclear medicine.

METHODS: Corresponding data of patients underwent 5 main kinds of nuclear medicine exams in 10 major hospitals in Iran in six year period were used to estimate effective dose and also population dose due to exposure to ionizing radiation in nuclear medicine.

FINDINGS: Based on the data of this study, the mean effective population dose per caput was 7.53 micro Sv per year.

CONCLUSION: The mean effective population dose per caput per year is smaller than other countries and generally is similar to average background radiation in the world.

KEY WORDS: *Annual population dose, Average effective dose, Diagnostic nuclear medicine, Iran.*

Please cite this article as follows:

Soltani A, Safarzadeh A, Shabestani Monfared A, Amiri M, Ansari M. The estimation of annual per capita effective dose from nuclear medicine procedures in Iran. J Babol Univ Med Sci 2014;16(4): 20-24.

* **Corresponding Author; A. Shabestani Monfared (PhD)**

Address: Department of Biophysics & Biochemistry, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran

Tel: + 98 111 2190593

E-mail: monfared1345@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

References

1.Ostinelli A, Monti AF, Gelosa S, Cacciatori M. The estimation of the Variation in the effective dose in the most frequent nuclear medicine studies. Radiol Med 1997;94(4):388-90.

2.Regulla D, Griebel J, Nosske D, Baver B, Brix G. Acquisition and assessment of patient exposure in diagnostic radiology and nuclear medicine. Z Med Phys 2003;13(2):127-35.

3.Garancini S, Bianchi L, Conte L, Monciardini M, Roncari G. Effective radiation dose to the patient and to the general population from nuclear medicine procedures: variations in the last twenty years period. Q J Nucl Med 1995;39(2):99-104.

4.Husak V, Petrova K, Prouza Z, Myslivece M. Medical Radiation exposure of the Czech Republic pediatric population due to diagnostic nuclear medicine. Nucl Med Rev Cent East Eur 2000;3(2):143-7.

5.Goushak V, Rzhichkova G. Activities of administered radiopharmaceuticals and population dose from nuclear medicine in Czechoslovakia. Acta Univ Palacki Olomuc Fac Med 1991:131:189-96.

6.Huda W, Gordon K. Nuclear Medicine staff and patient doses in Manitoba (1981-1985). Health Phys 1989; 56(3):277-85.

7.Schnell-Inderst P, Hacker M, Nosske D, et al. Acquisition of age and sex dependent patient data for calculation of annual radiation exposure in nuclear medicine: A German pilot study. Nuklearmedizin 2004;43(2):45-56.

8.Beentjes LB, Timmermuns CW. Age and sex specific population doses (SED (somatic effective dose equivalent) and GSD (genetically significant dose equivalent) due to nuclear medicine procedure in the Netherlands. Int J Rad Appl Instrum B 1990;17(3):291-8.

9.Mohammadi H, Tabeiee F, Saghari M. Trends of population radiation absorbed dose from diagnostic nuclear medicine procedures in Iran: 1985-1989. Health Phys 1995;68(4):503-8.

10.Annals of the International Commission on Radiological Protection. Publication 80: Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals. Tarrytown, NY: Elsevier Science Inc 1999.

11.Shabestani Monfared A, Amiri M, Mahboob F, Farahi Ashtiani S. The estimation of effective dose to population from nuclear medicine procedures in north of Iran. Int J Low Radiat 2006;3(3):166-70.

12.Ron E. Cancer risks from medical radiation. Health Phys 2003;85 (1):47- 59.

13.Skrk D, Zontar D. Estimated collective effective dose to the population from nuclear medicine examinations in Slovenia. Radiol Oncol 2013;47(3):304-10.

14.Yi Y, Zheng J, Zhuo W, Gao L. Trends in radiation exposure from clinical nuclear medicine procedures in Shanghai, China. Nucl Med Commun 2012;33(3):331-6.

15.Aimonetto S, Arrichiello C, Peruzzo Cornetto A, et al. Exposures from nuclear medicine diagnostic procedures: the dose impact on the aosta valley population. Radiat Prot Dosimetry 2013;157(3):339-47.

16.Teles P, Carmen de Sousa M, Paulo G, et al. Estimation of the collective dose in the Portuguese population due to medical procedures in 2010. Radiat Prot Dosimetry 2013;154(4):446-58.

17.Colmanet SF, Samuels DL. Diagnostic radiopharmaceuticals dose estimate to the Australian population. Health Phys 1993;64(4):375-80.

18.Kaul A, Baver B, Bernhardt J, Nosske D, Viet R. Effective doses to members of the public from the diagnostic application to ionizing radiation in Germany. Eur Radiol 1997;7(7): 1127-32.

Archive of SID

www.SID.ir