

Original Article

بررسی میزان انطباق وضعیت حفاظت پرتوی بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان نمازی شیراز با استانداردهای بین‌المللی

محمد مهدی موحدی، علیرضا مهدیزاده*

گروه فیزیک و مهندسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۶/۰۲

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۳/۰۱

چکیده

زمینه و هدف: پزشکی هسته‌ای در سال‌های اخیر با ورود فناوری‌های جدید نظیر SPECT/CT و PET، شناسایی ملکول‌های جدید قابل ردیابی و همچنین رادیو داروهای قابل ردیابی پیشرفت قابل ملاحظه‌ای داشته است. بیمارستان نمازی شیراز در حال حاضر با توجه به تعداد مراجعه کنندگان از مراکز بزرگ پزشکی هسته‌ای ایران و جهان محسوب می‌شود. در این طرح داده‌های جمع‌آوری شده در بررسی‌های کمی شامل اندازه‌گیری آهنگ دوز در مناطق مختلف بخش پزشکی هسته‌ای و بررسی‌های کیفی گسترده با استانداردهای جهانی حفاظت در برابر اشعه مقایسه گردیده است و انتظار می‌رود این داده‌ها در آینده به عنوان مرجعی برای پایش وضعیت حفاظت در برابر اشعه مورد استفاده قرار گیرند.

مواد و روش‌ها: تندی دوز در نقاط تعیین شده در بخش پزشکی هسته‌ای در هر نقطه در سه روز متفاوت و هر بار در ۵ اندازه‌گیری ثبت و میانگین‌گیری می‌شود. همچنین بررسی صحت عملکرد و استفاده مناسب از وسایل حفاظتی و دوزیمتری انجام گرفته است.

نتایج: طبق اندازه‌گیری‌های به عمل آمده میانگین بیشترین تندی دوز در بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان نمازی مربوط به اتاق SPECT در کنار تخت در حین تزریق بیمار به میزان $25 \mu\text{Sv/h}$ و میانگین کمترین تندی دوز مربوط به پشت دیوار اتاق SPECT کنار اتاق پذیرش به میزان $0.13 \mu\text{Sv/h}$ می‌باشد.

نتیجه‌گیری: اندازه‌گیری و بررسی‌های کیفی نشان می‌دهد که در بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان نمازی موارد حفاظت پرتوی با دستورالعمل‌های کمیسیون بین‌المللی حفاظت در برابر اشعه (ICRP) همخوانی دارد.

کلمات کلیدی: پزشکی هسته‌ای، استانداردهای جهانی، حفاظت در برابر اشعه، تندی دوز.

مقدمه

موارد استفاده از رادیوایزوتوپ‌ها به منظورهای تشخیصی بسیار متنوع بوده و می‌توان آن‌ها را به زمینه‌های کاملاً متفاوت تقسیم بندی نمود. از محلول‌های نوکلئیدی نشان دار شده با ^{99m}Tc می‌توان برای سنتیگرافی کبد، عکسبرداری از طحال و مطالعه درباره توزیع مغز استخوان استفاده نمود. از ^{32}P نیز برای تشخیص تومورهای مغزی و تومور داخلی کاسه چشم، تومور دهانه رحم و تومورهای سرطانی ناحیه لوز المعده استفاده می‌شود (۴، ۵). کاربردهای درمانی مواد رادیواکتیو را می‌توان به سه روش جایگزینی بیوشیمیایی، درمان از راه نزدیک و درمان از راه دور تقسیم نمود (۶، ۷).

هنگامی که میزان خطرات اشعه شناخته شد، حدود اکسپوزر اشعه و یا استانداردهای مربوط به حفاظت در مقابل خطرات ناشی از آن برای عموم و افراد حرفه‌ای نیز معرفی گردید. یکی از اولین سازمان‌های تنظیم کننده این گونه استانداردها کمیته بین‌المللی حفاظت رادیولوژیکی (ICRP) است (۸). در مطالعات رادیوبیولوژیکی، اغلب اثرات بیولوژیکی اشعه‌های مختلف نسبت به یکدیگر سنجیده می‌شوند. بدین منظور برای هر اشعه

استفاده از مواد رادیواکتیو از حدود ۵۰ سال قبل به عنوان ابزار مهمی در تشخیص کلینیکی و تحقیقی معمول بوده است. این مواد در ابتدا به عنوان ترسیم کننده مسیرهای متابولیکی در مطالعات فیزیولوژی و پاتولوژی به کار گرفته می‌شد. ولی امروزه علاوه بر آن نقش مهمی در تصویربرداری ایفا می‌کند که زمینه‌های کاربرد این مواد در علوم بیولوژیکی در تخصص پزشکی هسته‌ای قرار دارد (۱).

عوامل مختلفی موجب استفاده موفقیت آمیز از مواد رادیواکتیو در پزشکی هسته‌ای شده است که از عمده‌ترین آن‌ها موارد زیر را می‌توان نام برد. اول اینکه تکنیک‌های جدید اندازه‌گیری رادیواکتیویته بسیار ساده است. در مواردی که رادیوایزوتوپ‌های با تابش گاما مورد استفاده قرار می‌گیرند، آشکارسازی آن‌ها در خارج از بدن به سادگی امکان تحقیقات غیر تهاجمی را فراهم می‌آورد. در مواردی که از نمونه‌های بیولوژیکی مانند پلاسما و یا ادرار برای سنجش‌های مختلف استفاده می‌شود، اندازه‌گیری رادیواکتیویته مستقیماً انجام می‌گیرد و از هر گونه تجزیه شیمیایی و پیچیدگی‌های تکنیکی به دور است (۲، ۳).

1- International Commission on Radiological Protection

* نویسنده مسئول: علیرضا مهدیزاده، گروه فیزیک و مهندسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران. تلفن: ۰۷۱۱-۲۳۴۹۳۳۲ Email: mehdizade@sums.ac.ir

مواد و روش‌ها

بررسی روش‌های کیفی: در این طرح برای بررسی رعایت استانداردهای حفاظت در برابر اشعه در بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان نمازی ابتدا تقسیم بندی زیر انجام شد:

بررسی مواد رادیواکتیو و منابع اشعه؛ بررسی فضای فیزیکی و مهندسی بخش؛ بررسی ابزار و وسایل کار بر روی اشعه و بررسی نیروی انسانی مسئول کار با اشعه.

در هر بخش به تفکیک با کمک بازرسی و اندازه‌گیری های کمی، وضعیت رعایت استانداردهای حفاظتی هر بخش مشخص گردید.

بررسی مواد رادیواکتیو و منابع اشعه: برای بررسی میزان مصرف مواد رادیواکتیو با مراجعه به دفتر ثبت ورود و خروج مواد رادیواکتیو، همچنین دفتر پسمانداری مواد رادیواکتیو به لحاظ کمی، و با در نظر گرفتن بازه‌های زمانی، داده‌های ورود و خروج مواد رادیواکتیو، بررسی شود. به طور کلی در طول مدت مطالعه، صرفاً از ^{99}Tc به شکل ژنراتور Mo-Tc و ^{131}I که هر دو به شکل هفتگی از طرف سازمان انرژی اتمی ایران تامین می‌شود؛ میزان مصرف هر یک از این دو رادیو دارو در بخش به ترتیب کمتر از ۳ کوری برای Tc و بیشتر از ۱ کوری برای ^{131}I است. با توجه به شکل استفاده از مواد رادیواکتیو و میزان اکتیویته آن، اصول پسمانداری حاکم بر خروج وسایل آلوده و ویال‌های مواد رادیواکتیو نیز به شکل ماهانه انجام گیرد.

بررسی فضای فیزیکی و مهندسی بخش: بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان نمازی، طول عمری حدود ۵۰ سال دارد ولی در طی این زمان با توجه به نیازها و تغییر کاربری‌های انجام شده بارها نقشه بخش مزبور تغییر یافته و ساخت و سازهای جدیدی در این بخش انجام گرفته است؛ به طور کلی فضاهای بخش پزشکی هسته‌ای شامل:

فضاهای سبز برای تامین نور و هوا؛ فضاهای عمومی و دفتری برای امور پذیرش؛ فضاهای تحت نظارت و فضاهای کنترل شده برای کار با مواد پرتوزا می باشد.

بخش پزشکی هسته‌ای از بدو تاسیس برای همین منظور طراحی و ساخته شده است. لذا در مهندسی قرارگیری بخش در طبقه زیرین بیمارستان در ضلع شمال غرب و همچنین در ساخت دیوارها از دیوارهای ضخیم $75-100\text{ cm}$ از بتن استفاده شده است که در حفاظت پرتوی نقش بسیار موثری دارد.

از جمله موارد مهم در بخش فضاهای فیزیکی و مهندسی بخش پزشکی هسته‌ای وجود بخش بستری با ۵ اتاق مجزا و اتاق پرستاری مستقل می‌باشد. در کل بخش پزشکی هسته‌ای از اتاق‌های مناسبی برای هات لب، نصب دستگاه‌های تصویربرداری و همچنین انتظار بیمار و همراه بیمار برخوردار است.

بررسی ابزار و وسایل کار بر روی اشعه: در بررسی ابزار و وسایل کاربر روی اشعه؛ ابزار و وسایل زیر در بخش موجود است:

الف: وسایل عمومی کار با مواد رادیواکتیو نظیر هود و هواکش، انواعی از ابزار، روکش سرنگ و ویال آجرهای سربی، شیشه سربی، کاغذ جذب و...

ب: وسایل حفاظتی شخصی شامل روپوش سر با محافظ تیروئید و دستکش

کمیت اثر بیولوژیکی نسبی (RBE)^۱ تعریف می شود (۹). از آنجا که اثرات بیولوژیکی اشعه نه تنها به دوز اشعه، بلکه به نوع آن نیز بستگی دارد، کمیت دوزیمتری که در رابطه با حفاظت در برابر اشعه بکار می‌رود معادل دوزاست (۱۰).

برای توجیه در معرض اشعه قرار گرفتن در موارد پزشکی؛ سود در مقابل زیان، که شامل منافع و زیان‌های اثرات اشعه و تشعشع می‌باشد مورد بررسی قرار می‌گیرد. ضرر بالقوه اشعه در روش‌های تشخیصی خطر ایجاد سرطان است. این خطر در کودکان بیشتر بوده و با افزایش سن کاهش می‌یابد. خطر ایجاد سرطان کشنده در طول عمر در دوزهای موثر اشعه بیشتر از 100 mSv حدود ۵٪ به ازای هر SV تخمین زده می‌شود (۱۱). در حالیکه هیچ مدرک اپیدمیولوژیکی برای افزایش ریسک ایجاد سرطان در دوزهای زیر 100 mSv وجود ندارد. با استفاده از فرضیه خطی غیر آستانه‌ای^۲ (LNT) می‌توان دوزهای کم را با اثرات کم قیاس کرد. این مدل اساس اصل^۳ (ALARA) است که بیان می‌کند که برای کاهش قرار گرفتن در معرض تابش بدون از دست دادن کیفیت، نباید از هیچ تلاش معقول و امکان پذیر فروگذار کرد (۱۲).

اهمیت کاهش دوز دریافتی در گروه‌های سنی خاص بیشتر ملموس است چنانچه حفاظت کودکان زیر ۱۰ سال و بانوان در سنین باروری به علت امکان باروری؛ از اهمیت بیشتری برخوردار است. مطالعات نشان می‌دهد که در دوز موثر 20 mSv خطر مرگ در بالغین ۳۰ تا ۶۰ ساله حدود ۱ در ۱۲۰۰ نفر است؛ در حالیکه در بالغین بالای ۷۰ سال به کمتر از ۱ در ۳۰۰۰ نفر می‌رسد. همچنین این میزان در کودکان زیر ۱۰ سال به ۱ در ۴۵۰ نفر افزایش می‌یابد (۱۳، ۱۴).

اغلب روش‌های تشخیصی، بیمار را در معرض اشعه‌ای کمتر از 20 mSv قرار می‌دهد؛ همچنین داده‌های موجود نشان می‌دهد که بسیاری از بیماران تحت مراحل چندگانه‌ای از پرتوگیری قرار می‌گیرند که در طول زمان می‌تواند منجر به دوز تجمعی زیادی شود. با توجه به استفاده روزافزون از تابش یونیزاسیون در پزشکی، ارزیابی مناسب از یک تصویر واضح و روشن پرتوگیری تجمعی بیماران برای تعیین شاخص‌های بهداشتی جامعه، ضروری است و باید برخورد محتاطانه‌تری در مورد دوز جذبی صورت گیرد (۱۵).

قبل از تجویز رادیو داروها مشخصات فردی بیمار باید کاملاً کنترل شود. روش تعیین هویت بیمار در کلینیک‌های گوناگون متفاوت است (۱۶). هنگامی که ریسک در معرض قرار گرفتن از یک منبع خارجی تشعشع و یا هرگونه آلودگی رادیواکتیو بالا باشد؛ لازم است بیمار در یک بخش درمانی اختصاصی بستری گردد.

به دلیل خواص فیزیکی و مقدار فعالیت رادیونوکلئیدهایی که در درمان مورد استفاده قرار می‌گیرند فرآیند تهیه و تجویز این گونه رادیونوکلئیدها باعث در معرض قرار گرفتن بیشتر پرسنل نسبت به زمان انجام روش‌های تشخیصی می‌گردد. به همین دلیل ملاحظات بیشتری که شامل پوشش‌های مورد نیاز و روش‌های محافظتی هستند باید مورد توجه قرار گیرند تا از آلودگی پرتویی، در این مناطق جلوگیری به عمل آید. روش‌هایی که برای تهیه این گونه رادیونوکلئیدها مورد استفاده قرار می‌گیرند باید مطابق با استانداردهای 1998 AS 2243.4 (۱۷) و طراحی آن‌ها باید مطابق با استانداردهای 1997 AS/NZS 2982.1 باشد (۱۸).

1- Relative Biological Effectiveness
2- linear no-threshold model (LNT)
3- As Low As Reasonably Achievable

به اتاق SPECT در کنار تخت در حین تزریق بیمار به میزان 25 Sv/hm و میانگین کمترین تندی دوز مربوط به پشت دیوار اتاق PECT کنار اتاق پذیرش به میزان $0.13 \mu\text{Sv/h}$ می‌باشد. طبق استانداردهای جهانی میانگین پرتوگیری در سال برای پرسنل باید کمتر از 5 mSv/y باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

بیشتر منابعی که در زمینه حفاظت در برابر اشعه در بخش‌های مختلف از جمله بخش پزشکی هسته‌ای موجود می‌باشد؛ به بیان استانداردها و نحوه محاسبات مربوطه می‌پردازند و گزارشات کمی و کیفی از بخش‌های پزشکی هسته‌ای دیگر در کشور و همچنین در سطح جهان بسیار نادر است. با توجه به حجم بالای اسکن قلب؛ موارد حفاظتی با توصیه‌های جدید در نظر گرفته شد (۱۹). با توجه به استفاده از دستگاه SPECT/CT برای اولین بار در ایران در بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان نمازی؛ ملاحظات حفاظتی بیشتری باید در نظر گرفته شود. به عنوان مثال می‌توان از دز بیمار ناشی از سی تی اسکن و حفاظت فیزیکی اتاق CT در حین تصویربرداری نام برد که اینگونه موارد نیز در مطالعه حاضر منظور شده است (۲۰).

با توجه به مقادیر آهنگ دوز اندازه‌گیری شده در طرح حاضر و در نظر گرفتن ۵ شیفت ۸ ساعته برای پرتوکاران در هفته و ۵۰ هفته کاری در سال میزان دوز برای هر یک از نقاط اندازه‌گیری شده و محل استقرار پرتوکاران از حد ۵ میلی سیورت فراتر نمی‌رود. ضمن آنکه با در نظر گرفتن میانگین آهنگ دوز ۱۰ میکروسیورت در ساعت، در فضاهای عمومی به ازای ۱۲ ساعت حضور در مدت تصویر برداری به‌عنوان همراه بیمار ۱۲۰ میکروسیورت و با در نظر گرفتن نیمه عمر بیولوژیک تکنسیوم جمع کل دوز همراه بیمار در ازای هر ۱۰ میلی کوری ماده رادیو اکتیو کمتر از ۳۰۰ میکرو سیورت در فاصله یک متری در تمام مدت می‌باشد. که با توجه به میزان دوز مجاز برای افراد عادی که ۱۰۰۰ میکرو سیورت در سال است می‌توان گفت حضور به عنوان همراه در بخش پزشکی هسته‌ای بی خطر است.

استفاده از انرژی پرتو و مواد رادیواکتیو مدت‌هاست که در تشخیص و درمان بسیاری از بیماری‌ها به خوبی اثبات شده است. از آنجا که درک ما از پرتو درمانی و تأثیر آن بر بافت، همچنان رو به بهبود است، بدون شک استفاده از پرتو نیز پیوسته افزایش می‌یابد. بهتر است که نه تنها پرتوکاران، همچنین بیماران، سایر کارکنان بخش‌های بهداشت و درمان، اعضای هیات علمی که ممکن است در معرض تابش قرار گیرند، از راه‌های نظارت و ایمن نمودن پرتو، آگاهی داشته باشند (۲۱).

اولین گام در همسو کردن تلاش‌های سازمان‌ها و افراد، ایجاد و توسعه یک فرهنگ واژه و دستورالعمل برای فعالیت‌های مداوم و برنامه‌ریزی شده است. این امر باعث همپوشانی کمتر وظایف می‌شود و رویکردی جامع‌تر و هدفمندتر در جهت پیشبرد هرچه بیشتر مسائل مربوط به ایمنی پرتو فراهم می‌آورد (۲۲). با در نظر گرفتن استانداردهای ICRP NRPB، می‌توان مهمترین سرفصل‌های حفاظت را در بخش‌های زیر طبقه بندی نمود:

الف) توصیه‌های ایمنی برای پرتوکاران

۱- تا حد امکان فاصله گرفتن از منبع اشعه

در این زمینه وجود انواع گیره و فضای وسیع محل انبارداری،

ج: وسایل دوزیمتری شخصی شامل فیلم بچ؛ سوریومتر؛ دوز مانیتور و دوزیتر گایگرمولر

د: وسایل دوزیمتری کاربردی شامل دو دستگاه دوزکالیبراتور Capintec برای تعیین میزان دوز رادیواکتیو

ه: وسایل تصویربرداری شامل SPECT زیمنس Diacam و دوربین گامای Nucline و دستگاه GE, SPECT/CT بوده است.

بررسی نیروی انسانی مسئول کار با اشعه: نیروی انسانی بخش پزشکی هسته‌ای شامل سه گروه عمده اعضای هیات علمی؛ پرسنل پرتوکار و پرسنل عادی شامل پرسنل دفتری، نظیف کار و خدمه می‌باشد.

وظیفه‌ی بررسی کیفیت برنامه‌های حفاظتی و شرایط حفاظت و همچنین برگزاری دوره‌های آموزشی مرتبط با اساتید و اعضای هیات علمی گروه می‌باشد؛ با توجه به امکان پرتوگیری این گروه از تجهیزات فردی دوزیمتری استفاده می‌کنند و دوره‌های آموزشی خاصی را گذرانده‌اند.

نتایج

نتایج مشاهدات کیفی

اتاق پذیرش: در اتاق پذیرش از سیستم‌های ثبت مشخصات بیمار به شکل قابل قبولی استفاده می‌شود؛ در مشاهدات انجام گرفته از این مکان ایرادات موجود عبارتند از؛ عدم وجود تابلوهای هشدار دهنده در مورد خطرات پرتوگیری خانم‌های باردار و خانم‌های متاهل در سنین بارداری.

اتاق انتظار: از مشکلات این اتاق عدم وجود تابلوهای هشدار دهنده در مورد خطرات پرتوگیری همراهان بیمار، عدم وجود و استفاده از درب وسط و همچنین نبود یک سازو کار تهویه مناسب می‌باشد.

اتاق دوربین گاما و اتاق SPECT: هر دو اتاق از نظر محیط فیزیکی در حد قابل قبولی می‌باشند از جمله نور مناسب اتاق‌ها، وجود تهویه مناسب، حفاظ مناسب دیوارهای اتاق‌ها، وجود تجهیزات اورژانس و احیا و همچنین بسته شدن اتوماتیک و کامل درب اتاق‌ها. عدم نگهداری مناسب از روپوش‌های سربی و همچنین عدم کنترل این روپوش‌ها از لحاظ وجود ترک از جمله مشکلات این اتاق‌ها می‌باشند.

هات لب: این قسمت از نظر محیط فیزیکی دارای مشکلات عمده ایست؛ از جمله عدم وجود کاغذ جاذب مایعات مناسب، امنیت نامناسب چشمه (SOURCE) در مقابل سرقت و دسترسی‌های غیر مجاز و همچنین در مقابل حوادث طبیعی مثل زلزله سیل و آتش سوزی. در این قسمت اطلاعات رادیوداروها از جمله تاریخ تحویل به بخش تاریخ مصرف و نحوه مصرف بطور سیستماتیک و هدفمندی ثبت و نگهداری می‌شود.

اتاق تست ورزش: این اتاق از نظر فیزیکی مانند وضعیت نور اتاق، وسایل اورژانس و احیا و وضعیت تهویه نیاز به برخی اصلاحات دارد. درب این اتاق بطور خودکار بسته نمی‌شود و در این اتاق سطل سربی و همچنین روپوش سربی موجود نمی‌باشد.

بخش بستری: از جمله مزیت‌های این بخش شیلدینگ مناسب دیوارها و وجود دستشویی و دوش مجزا برای هر اتاق می‌باشد. در این بخش سطل سربی و روپوش سربی جهت استفاده همراه بیمار وجود ندارد. همچنین وضعیت کفپوش اتاق‌ها و سرویس بهداشتی بخش مناسب نیست.

نتایج مشاهدات کمی: طبق اندازه‌گیری‌های به عمل آمده میانگین بیشترین تندی دوز در بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان نمازی مربوط



(ب) توصیه‌های ایمنی برای بیمار

- ۱- با کمترین مقدار اشعه آزمایش مربوطه انجام شود. از تکرار غیرلازم خصوصاً در اطفال پرهیز شود.
- ۲- نیمه عمر موثر مواد رادیواکتیو متناسب با زمان آزمایش باشد. با توجه به محدودیت داروهای مورد مصرف که شامل تکنسیوم، ید و در مواقعی لوتشیممی باشد؛ این مورد در بخش مراعات گردیده است.
- ۳- قبل از هر گونه تجویز رادیودارو باید سابقه اشعه بررسی شود (خصوصاً در بچه‌ها).

متاسفانه درباره سابقه کاربرد منابع پرتوهای یونیزان در گذشته نزدیک و پیش از تجویز رادیو دارو؛ اطلاعات؛ ثبت و ضبط نمی‌شد.

(ج) توصیه‌های ایمنی برای همراهان

- ۱- حداقل تماس با منابع پرتو
- مسیر رفت و آمد مناسب برای همراهان؛ جدا از مسیر بیماران در نظر گرفته شود؛ که این امر در بخش پزشکی هسته‌ای در نظر گرفته نشده است.
- ۲- حفاظ اتاق اشعه کاملاً محاسبه شده باشد.
- در اندازه‌گیری‌های انجام شده در بخش‌های عمومی و راهروها میزان دوز پرتوها کمتر؛ از میزان استاندارد بود؛ که این نشان دهنده مناسب بودن حفاظ در نظر گرفته شده برای اتاق‌های کار و منابع اشعه می‌باشد.
- ۳- محاسبه دوز در همراهان
- در بیمارانی که از مقادیر زیاد مواد پرتوزا و با نیمه عمر طولانی نظیر ید درمانی استفاده می‌شود در هنگام ترخیص بیماران باید دز همراهان آنان نیز محاسبه گردد؛ که انجام این محاسبات توسط سازمان انرژی اتمی نیز توصیه شده است؛ و این مورد نیز در بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان نمازی انجام می‌شود.

نگهداری پسماندهای مواد رادیواکتیو و هات لب در بخش می‌تواند موثر باشد.

- ۲- هنگام کار با مواد حداقل زمان مدنظر باشد.
- با توجه به میانگین سابقه کار پرسنل در بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان نمازی و همچنین تعداد تکنولوژیست‌ها می‌توان این عامل را نیز در سطح قابل قبولی ارزیابی کرد.
- ۳- داشتن وسایل حفاظت شخصی (پیش بند، دستکش، عینک سربی)
- با توجه به انرژی گامای مواد مورد استفاده در بخش؛ هرچند استفاده از وسایل حفاظت شخصی می‌تواند تا حدودی موثر باشد؛ متاسفانه با توجه به مشکلات کار با دستکش و عینک محافظ توسط نیروی انسانی؛ عمده حفاظت از طریق هود و آجرهای سربی در بخش صورت می‌گیرد.
- در بخش پزشکی هسته‌ای تعداد پاراوان‌های سربی موجود فعلاً کافی به نظر می‌رسد. لیکن با توجه به برنامه گسترش بخش؛ بهتر است با توجه به نیاز؛ پاراوان‌های سربی مناسب تهیه شود.
- ۴- داشتن فیلم بیج (کنترل ماهیانه و آزمایشات شمارش گلبولی خون)
- با توجه به استعمال انجام شده از سازمان انرژی اتمی نتایج کنترل ۳ ماه فیلم بیج و دوزیمتر انگشتی پرتوکاران در اختیار نویسنده قرار نگرفت؛ لیکن در ۳ سال گذشته صرفاً یک مورد در حد بررسی مجدد در سوابق پرسنلی موجود بوده است که توسط واحد فیزیک بهداشت بیمارستان بررسی و اقدام شده است.
- جواب آزمایشات شمارش سلول‌های خونی پرسنل نیز حاکی از آن است که؛ خوشبختانه در ۳ سال منتهی به این مطالعه؛ هیچ گزارش غیر طبیعی مرتبط با پرتوگیری بیش از حد ملاحظه نشده است.

References

1. Chandra R. Nuclear Medicine Physics-The basics. 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.P.102-111.
2. Kea B. Medical Applications of Nuclear Physics. Berlin: Springer-Verlag; 2004.P.245-257.
3. Kowalsky RJ, Falen. S.W. Radiopharmaceuticals in Nuclear Pharmacy and Nuclear Medicine. 2nd ed. Washington, DC: American Pharmacists Association; 2004.P.304-311.
4. Bernier DR, Christian PE, Langan JK. Nuclear Medicine Technology and Techniques. 3rd ed. St. Louis: Mosby; 1994.P.489-501.
5. Bevalacqua JJ. Basic Health Physics- Problems and Solutions. Weinheim: Wiley- VCH; 1999.P.145-156.
6. Code of Federal Regulations, Title 10. National Archives and Records Administration. Washington, DC: American Pharmacists Association; 2005.P.129-134.1
7. Dowd SB, Tilson ER. Practical Radiation Protection and Applied Radiobiology. 2nd ed. Philadelphia: Saunders; 1999.P.17-21.
8. Early PJ, SodeeDB. Principles and Practice of Nuclear Medicine. 2nd ed. St. Louis: Mosby; 1995.
9. Early PJ. Review of Rules and Regulations Governing the Practice of Nuclear Medicine. 41st Annual Meeting of the Society of Nuclear Medicine; Orlando, 1994.P.3-5.
10. Klingensmith WC, EshimaD, Goddard J. Nuclear Medicine Procedure Manual. Englewood: Oxford Medical; 1991.
11. ICRP. The 2007 Recommendations. ICRP Publication 103, Annals of the ICRP.37:24.
12. Subpart B 20.1101-Radiation protection programs. 10CFR. United States Nuclear Regulatory Commission Regulations 2011:45-65.
13. NRPB. Diagnostic Medical Exposures: Advice on Exposure to Ionising Radiation During Pregnancy -Estimates of the Late Radiation Risks to the UK Population. In Documents of the NRPB. National Radiological Protection Board. Chilton. 1993;4(4):25-37.
14. ANZSNM. Guidelines for the administration of diagnostic and Radiopharmaceutical therapeutic. 1999.
15. Fazel R, Shaw LJ. Radiation exposure from radionuclide myocardial perfusion imaging: Concerns and solutions. J Nucl Cardiology. 2011;18(4):562-5.



16. ICRP. Release of patients after therapy with unsealed radionuclides. *Annals of the ICRP ICRP Publication 94*, 2004;34(2):48-52.
17. AS2243.4. Australian Standard 2243.4-1998: Safety in laboratories - Ionizing radiations. Standards Australia. 1998: 92-95.
18. AS/NZS2982.1. Australian and New Zealand Standard 2982.1:1997: Laboratory design and construction - General requirements. Standards Australia 1997:89-95.
19. Koshy S, Thompson RC. Review of radiation reduction strategies in clinical cardiovascular imaging. *Review of radiation reduction strategies in clinical cardiovascular imaging*. 2012;20(3):139-44.
20. Sharma P, Sharma S, Ballal S, Bal C, Malhotra A, Kumar R. SPECT-CT in routine clinical practice: increase in patient radiation dose compared with SPECT alone. *Nucl Med Commun*. 2012;33(9):926-32.
21. Cuaron JJ, Hirsch AE, Medich DC, Hirsch J A, Rosenstein BS. Introduction to Radiation Safety and Monitoring. *Journal of the American College of Radiology*. 2011;8(4):259-264.
22. Pamela S, Douglas JJC, Manuel D, Cerqueira JE, Cummings TC, Gerber DM, et al. Developing an Action Plan for Patient Radiation Safety in Adult Cardiovascular Medicine. *Journal of the American College of Cardiology*. 2012;59(20):1833-47.



Original Article

Evaluation of Radiation Protection in Nuclear Medicine Department in Namazi Hospital According to Global Accepted Standards

Movahedi MM, Mehdizadeh AR*

Department of Physics and Medical Engineering, Shiraz University of Medical sciences, Shiraz, Iran.

Received: 22 May 2013

Accepted: 24 Aug 2013

Abstract

Background & Objective: In the recent years, nuclear medicine has enjoyed remarkable growth thanks to such novel technologies as SPECT-CT and PET, which are utilized for the recognition of new detectable molecules and radiopharmaceutical medicines. Therefore, the current regulations on radiation protection require revision. Namazi Hospital of Shiraz is one of the first nuclear medicine centers in Iran. Many patients visit this hospital every year; consequently, radiation protection must be screened and evaluated regularly. Radiation protection in the nuclear medicine department has not been assessed in detail yet, so we sought to conduct the first general radiation protection study.

Materials & Methods: The radiation dose in each zone was measured and regulated according to the International Commission on Radiological Protection. To this end, measurements were performed over a three-day period, five times a day.

Results: The maximum and minimum doses in the nuclear medicine center in Namazi Hospital were $25\mu\text{Sv/h}$ and $0.13\mu\text{Sv/h}$, respectively. The maximum dose was measured in the SPECT room next to the patient's bed during infusion. The minimum dose was measured behind the SPECT room wall next to the reception. In terms of quality assessment, there are several major environmental problems such as lack of suitable warning signs and sufficient ventilation; however, the main problem is the absence of routine periodical radiation protection studies.

Conclusion: The results of these experiments revealed that the radiation protection in the nuclear department of Namazi Hospital met the international standards.

Keywords: Nuclear medicine; International standards; Radiation protection; Dose rate

* **Corresponding author:** Mehdizadeh Alireza, Department of Physics and Medical Engineering, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.

Tel: +98 711 2349332

Email: mehdizade@sums.ac.ir