

# Evaluating the Quantity and Quality of Radiation Protection in Hegmataneh Gamma Scan Nuclear Medicine Center in Hamadan

Majid Alizadeh<sup>1</sup>, Mohammad Javad Khosravanipour<sup>2\*</sup>, Mohammad Taghavi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Radiology Department, Faculty of Para medicine, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

<sup>2</sup> Department of Medical Physics, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Department of Nuclear Medicine, Hegmataneh Gamma Scan Center, Hamadan, Iran.

## Abstract

**Introduction:** In nuclear medicine, the demand for a variety of radionuclides is rising every day. Radionuclides radiation doses to patients and staff are of high importance and it should be monitored and controlled in medical imaging centers. This study aimed to evaluate the safety principles in the Hegmataneh Gamma scan nuclear medicine center in Hamadan.

**Methods and Materials:** Dose rate measurement was noted in different regions of nuclear medicine center in 30 consecutive days at the end of each work shift. Moreover, the mean of dose rates were measured and noted in different rooms.

**Results:** The results indicated that the maximum and minimum dose rates of any work shift were 1.67  $\mu\text{Sv/h}$  and 0.13  $\mu\text{Sv/h}$  for hot lab and control rooms, respectively.

**Discussion and Conclusion:** The measurements show that the principles of radiation protection at Hegmataneh Gamma Scan center are confirmed in terms of quality and quantity. In addition, it is confirmed with International Committee of Radiation Protection (ICRP).

**Keywords:** Nuclear medicine, Radiation protection, Dose rate

\*(Corresponding author) Mohammad Javad Khosravanipour, Department of Medical Physics, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. Email: m.khosravanipour@modares.ac.ir

## بررسی کمی و کیفیت اصول حفاظتی مرکز پزشکی هسته‌ای گاما اسکن هگمتانه همدان

مجید علیزاده<sup>۱</sup>، محمد جواد خسروانی پور<sup>۲\*</sup>، محمد تقوی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> گروه رادیولوژی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

<sup>۲</sup> گروه فیزیک پزشکی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

<sup>۳</sup> گروه پزشکی هسته‌ای، مرکز گاما اسکن هگمتانه، همدان، ایران

### چکیده

**مقدمه:** در پزشکی هسته‌ای تقاضا برای استفاده از رادیونوکلئیدها هر روز در حال افزایش است. دز تشعشعی رادیوداروها به بیماران و کارکنان از اهمیت زیادی برخوردار است و باید در پزشکی هسته‌ای مورد کنترل و نظارت قرار گیرد. هدف از انجام این مطالعه بررسی میزان رعایت اصول حفاظتی در مرکز پزشکی هسته‌ای گاما اسکن هگمتانه شهر همدان می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** اندازه‌گیری آهنگ دوز در نقاط مختلف مرکز در ۳۰ روز متوالی پس از پایان هر شیفت کاری یادداشت گردیده و میانگین آهنگ دوز اتاق‌های مختلف اندازه‌گیری و ثبت گردیده است.

**نتایج:** نتایج نشان داده است که بیشترین میانگین آهنگ دوز در پایان هر شیفت کاری مربوط به اتاق هات لب و کمترین میانگین آهنگ دوز مربوط به اتاق کنترل می‌باشد که به ترتیب برابر با  $1/67 \mu\text{Sv/h}$  و  $0/13 \mu\text{Sv/h}$  بودند.

**بحث و نتیجه‌گیری:** اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد اصول حفاظت در برابر اشعه در مرکز گاما اسکن هگمتانه از نقطه نظر کمی و کیفی رعایت می‌شود و با اصول کمیسیون بین‌المللی حفاظت در برابر اشعه (ICRP) همخوانی دارد.

**کلمات کلیدی:** پزشکی هسته‌ای، حفاظت در برابر اشعه، آهنگ دوز.

### مقدمه

همچون  $^{201}\text{Tl}$ ،  $^{67}\text{Ga}$ ،  $^{131}\text{I}$  و  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  در زمینه تشخیص‌های پزشکی هسته‌ای رواج یافته است (۴). یکی از ضروریات بخش‌های پزشکی هسته‌ای انجام دوزیمتری دقیق به منظور تحقق درستی استفاده از رادیوداروها در هر دو روش تشخیصی و درمانی است (۵). یکی از ضروری‌ترین تجهیزات جهت درستی انجام این مهم استفاده از دوز کالیبراتور است که برای اندازه‌گیری دقیق مقدار اکتیویته رادیوداروها مورد استفاده قرار می‌گیرند. بدون صحت و درستی این وسیله بیماران ممکن است در معرض اکسپوز اضافی ناشی از مقدار زیاد رادیودارو در روش‌های تشخیصی یا درمانی قرار گیرند (۶). کمیسیون بین‌المللی حفاظت رادیولوژی ICRU توسط دومین کنگره بین‌المللی رادیولوژی در سال ۱۹۲۸ راه‌اندازی شد. در پروتکل‌های جدید ICRU واژه‌های دوز قابل تحمل و حداکثر

سرعت رشد استفاده از رادیونوکلئیدها روز به روز در حال افزایش است، که مربوط به هر دو زمینه‌ی تشخیصی و درمانی استفاده از رادیونوکلئیدها می‌باشد. از طرفی در مقایسه با سایر روش‌های تشخیصی، روش‌های پزشکی هسته‌ای قادرند عملکرد ارگان مورد نظر را مطالعه و بررسی نمایند (۱). اشعه‌ی ایکس مورد استفاده در آزمون‌های معمول رادیوگرافی و اشعه‌ی گامای مورد استفاده در روش‌های تشخیصی پزشکی هسته‌ای جز منابع با دوز پایین محسوب می‌شوند (۲). مطالعه روزافزون استفاده از رادیونوکلئیدها باعث شده است که حفاظت در برابر تشعشع ناشی از اسکن‌های روتین بخش‌های پزشکی هسته‌ای نسبت به گذشته از حساسیت کمتری برخوردار شود (۳). امروزه استفاده از رادیوداروهایی

که به صورت هفتگی از سازمان انرژی اتمی ایران تهیه می‌شود. اصول پسمانداری بدین صورت است که برای هر رادیو دارو یک سطل سربی جداگانه در واحد تشخیصی و اتاق پسمانداری تعبیه گردیده است که برای رادیو داروها با نیمه عمر کوتاه پس از ۱۰ نیمه عمر و برای رادیو داروهای با نیمه عمر بلندتر پس از یک ماه که معادل با سه نیمه عمر می‌باشد زمان پسماند در نظر گرفته می‌شود. بر روی هر بسته‌ی حاوی پسماندهای رادیو دارو، تاریخ ورود، تاریخ خروج و نوع رادیو دارو مکتوب گردیده و سپس تا اتمام زمان مقرر در اتاق پسماند نگهداری می‌شود. در نهایت هنگام خروج نهایی پسماندها به صورت جداگانه با حضور مسئول فیزیک بهداشت دوزیمتری گردیده و پس از اطمینان کامل وارد سیستم دفع زباله شهری می‌شوند.

### دستگاه‌ها و تجهیزات

الف) تجهیزات عمومی شامل هود و سینک، انواع شیلد حمل سرنگ و ویال، شیلدهای تزریق، آجرهای سربی، سطل‌های سربی با ضخامت ۲ cm و ۵ cm، محلول‌های شست و شو برای زمان ایجاد آلودگی شامل پرمنگنات پتاسیم، محلول نمکی ایزوتونیک، اسید سیتریک، آب اکسیژنه و سرم فیزیولوژیک و... می‌باشند.

ب) تجهیزات حفاظت فردی شامل روپوش‌های سربی، دستکش سربی، تیروئید بند، عینک و انبرک می‌باشند.

ج) وسایل دوزیمتری و دستگاه‌ها شامل: فیلم بیج، دوزیمتر سنجش پرتو محیطی مدل RADDG3000D، دوز کالیبراتور مدل PTW Curie mentor و دستگاه تصویر برداری SPECT دو دوربینه مدل ADAC می‌باشد.

دوز مجاز توسط واژه‌ی حد دوز جایگزین گردیده‌اند که بر طبق گزارش شماره ۱۰۷ حداکثر مقدار آن برای پرتوکاران ۲۰ mSv/yr و برای عامه مردم ۱ mSv/yr می‌باشد. حد دوز برای ارگان‌های مختلف نیز گزارش گردیده است مثلاً برای دست پرتو کاران حد دوز برابر با ۵۰۰ mSv/yr گزارش شده است (۷). در سال ۱۹۹۶ انجمن تیروئید آمریکا مقاله‌ی راهنمایی را برای درمان تیروئید با استفاده از روش‌های پزشکی هسته‌ای انتشار کرد (۸). اخیراً انجمن تیروئید آمریکا روش‌های درمانی جدیدی را برای درمان سرطان تیروئید کودکان در سال ۲۰۱۵ چاپ کرده است (۹). به دلیل اینکه در روش‌های درمانی از رادیو داروی ید استفاده می‌شود که پرتوگیری پرسنل و بیماران نسبت به روش‌های تشخیصی نیاز به تمهیدات بیشتری برای رعایت اصول و استانداردهای حفاظتی دارد که بایستی با استانداردهای ۱۹۹۸ AS ۲۲۴۳.۴ مطابقت داشته باشد (۱۰). هدف از انجام این مطالعه بررسی میزان رعایت اصول حفاظتی در مرکز پزشکی هسته‌ای گاما اسکن هگمتانه شهر همدان می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

از آنجایی که در این مطالعه بررسی میزان رعایت اصول حفاظتی مد نظر می‌باشد لذا مرکز گاما اسکن هگمتانه از نظر رادیو داروهای مورد استفاده، دستگاه‌ها و تجهیزات، بررسی مانیتورینگ محیطی و فردی، حفاظت دیوارها و نیروی انسانی مورد بررسی قرار گرفته است.

### رادیو داروهای مورد استفاده

رادیو داروهای مورد استفاده در مرکز گاما اسکن هگمتانه شامل تکنسیم، تالیم، گالیم و ید می‌باشد. مشخصات کامل رادیو داروهای مورد استفاده در جدول ۱ ذکر گردیده است.

جدول ۱- انواع رادیو داروهای مورد استفاده در مرکز گاما اسکن هگمتانه

نوع رادیو ایزوتوپ	حداکثر پرتو زایی در هفته (mCi)	نام شیمیایی رادیو دارو	هدف از کاربرد	حد اکثر تجویز رادیو دارو به بیمار (mCi)	
				درمانی	تشخیصی
تکنسیم	۱۲۰۰	Tc-99m	تشخیصی	-	۲۰
تالیم	۲۰	Tl-201	تشخیصی		۳
گالیم	۴	Ga-67	تشخیصی		۱۰
ید	۱۵۰	I-131	تشخیصی - درمانی	۲۹.۹	۵

## مانیتورینگ محیطی و فردی

کلیه کارکنان مرکز ملزم به استفاده از وسایل حفاظتی می‌باشند، نصب فیلم بچ بر روی یقه روپوش پرتو کاران و کارکنان در تمام شیفت‌های کاری توسط مسئول فیزیک بهداشت مرکز کنترل می‌گردد. در پایان هر شیفت کاری پایش محیطی در تمام قسمت‌های مرکز توسط مسئول فیزیک بهداشت انجام می‌گردد و آلودگی‌های احتمالی رفع می‌گردند.

## حفاظت دیوارها

واحد تشخیصی مرکز گاما اسکن هگمتانه تشکیل یافته از واحدهای کنترل، اتاق استراحت پس از تزریق برای بیماران، اتاق کنترل، اتاق تزریق رادیو دارو، هات لب و اتاق اسکن، اتاق تست ورزش و دستشویی مخصوص بیماران تزریق شده می‌باشد. دیوارهای حائل بین اتاق‌های مختلف عموماً با ضخامت ۷۰ cm می‌باشند که با سرب به ضخامت ۲ mm شیلد گذاری گردیده‌اند و اتاق استراحت پس از تزریق با پارتیشن سربی از بقیه واحدها تفکیک گردیده است.

## بررسی نیروی انسانی

نیروی انسانی مرکز گاما اسکن هگمتانه شامل چهار گروه پزشک متخصص، اعضای هیات علمی، پرتوکاران، مسئولین امور اداری و دفتری و نیروی خدمه و تأسیسات می‌باشند. وظیفه برگزاری دوره‌های حفاظتی، امور مربوط به حفاظت، محاسبه شیلدینگ و به کارگیری روش‌های کاهش پرتوگیری به عهده مسئول فیزیک بهداشت مرکز می‌باشد.

## نتایج

### نتایج مشاهدات کیفی

اتاق پذیرش از سیستم ثبت اطلاعات بیمار به صورت الکترونیکی استفاده می‌کند، وجود تابلوهای هشدار دهنده، علامت هشدار برای بانوان باردار و توضیحات کافی برای بیماران و همراهان بیمار در اتاق پذیرش به اندازه کافی وجود دارد. ضمناً پیش از پذیرش هر بیمار با توجه به نوع اسکن تمام اصول حفاظتی شفاهی و کتبی در قالب بروشور در اختیار بیمار قرار داده می‌شود.

**اتاق انتظار پس از تزریق:** فضای کافی و شیلدینگ مناسب و

وجود تابلوهای هشدار دهنده در این اتاق مناسب می‌باشد. یکی از مشکلات این اتاق طراحی آن می‌باشد که به صورت پارتیشن سربی بوده و باعث کاهش نور و تهویه استاندارد شده است.

**اتاق هات لب:** این اتاق دارای تجهیزات کامل حفاظتی می‌باشد و وجود علائم هشدار دهنده و توضیحات کافی در مورد رفع آلودگی در این اتاق نصب گردیده است و وجود اتاقک مجزا با دیوارهای با ضخامت ۵۰ cm بتون خالص و دو درب ریلی با مجموع سرب به ضخامت ۶ cm به منظور نگهداری ژنراتور و دیگر رادیو داروها باعث گردیده که میزان آهنگ دوز در اتاق هات لب بسیار پایین‌تر از حد معمول باشد.

**اتاق تست ورزش:** این اتاق دارای فضای کافی و مناسب نمی‌باشد، وسایل احیاء، تخت استراحت و... در اتاق موجود می‌باشند این اتاق نیاز به یک سطل سربی مجزا دارد.

**اتاق SPECT:** این اتاق دارای نور کافی و تهویه مناسب می‌باشد فضای کافی برای اتاق طراحی شده است بیماران توسط پرتوکاران از پشت شیشه‌ی سربی کنترل می‌گردند.

**بخش درمان:** بخش درمان دارای شیلد گذاری مناسب، فضای کافی، حمام و دستشویی مجزا برای هر بیمار و امکانات کافی می‌باشد. کلیه‌ی وسایل و لباس‌های بیماران پس از ترخیص پسماند می‌گردند و دستورالعمل ترخیص بر اساس اندازه‌گیری آهنگ دوز تیروید بیمار می‌باشد. در صورتی که آهنگ دوز کمتر از  $70 \mu\text{Sv/h}$  در فاصله ۱ متری باشد بیمار ترخیص خواهد شد. در زمان ترخیص، کارت شناسایی برای هر بیمار صادر می‌شود که میزان اکتیویته تجویزی و میزان دوز در زمان ترخیص در آن ثبت شده است.

### نتایج بررسی‌های کمی

با توجه به اینکه در مرکز گاما اسکن هگمتانه دوزیمتری پس از پایان هر شیفت کاری انجام می‌گردد، نتایج نشان می‌دهد در روزهای عادی بیشترین آهنگ دوز در پایان هر شیفت کاری مربوط به اتاق هات لب است که بین  $0/58 \mu\text{Sv/h}$  تا  $2/5 \mu\text{Sv/h}$  متغیر می‌باشد که میانگین مقدار آن طی ۳۰ روز متوالی برابر با  $1/67 \mu\text{Sv/h}$  است و کمترین آهنگ دوز مربوط به اتاق کنترل است که بین  $0/12 \mu\text{Sv/h}$  تا  $0/17 \mu\text{Sv/h}$  است که میانگین مقدار آن طی ۳۰ روز متوالی برابر با  $0/13 \mu\text{Sv/h}$  می‌باشد، پس از هات لب بیشترین دوز مربوط به

گاما اسکن هگمتانه برای پرتو کاران و پرسنل توسط اعضای هیات علمی برگزار می‌شود. نتایج دوزیمتری فیلم بیج نشان داده است که در طی برگزاری دوره‌های مذکور دوز موثر کارکنان افت زیادی داشته است که حاکی از آگاهی دقیق‌تر کارکنان به مسئله حفاظت می‌باشد. همچنین موارد زیر در مرکز گاما اسکن هگمتانه رعایت می‌شوند:

الف- انتقال پسماند رادیو داروها به اتاق پسمانداری به صورت روزانه انجام می‌شود که باعث کاهش قابل ملاحظه آهنگ دوز در واحد تشخیصی می‌شود.

ب- دستگاه دوزیمتر محیطی و دوز کالیبراتور در زمان‌های مقرر کالیبره می‌شوند که خود سهم مهمی در کاهش دوز اضافی به بیماران و پرسنل دارد.

ج- استفاده از سطل سربی با ضخامت ۵ cm سرب برای نگهداری پسماندهای ید به صورت جداگانه سهم مهمی در کاهش آهنگ دوز اتاق هات لب داشته است.

با توجه به مباحث مطرح شده می‌توان نتیجه گرفت مرکز گاما اسکن هگمتانه از تجهیزات کافی جهت حفاظت کارکنان و بیماران برخوردار است و نتایج دوزیمتری فیلم بیج یک سال اخیر کارکنان حاکی از آن است که ایجاد دوره‌های بازآموزی و آگاهی پرسنل در زمینه اصول حفاظتی سهم عمده‌ای در کاهش دوز پرسنل و بیماران داشته است.

### تقدیر و تشکر

با تشکر از معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان و مسئول محترم مرکز گاما اسکن هگمتانه که نهایت همکاری را در اجرای این طرح داشته‌اند.

اتاق استراحت پس از تزریق گزارش شده است که میانگین مقدار آن برابر با  $0.48 \mu\text{Sv/h}$  می‌باشد. بر طبق گزارش ICRP حد دوز مجاز برای پرتوکاران در سال برابر با  $20 \text{ mSv/yr}$  می‌باشد (۷). نتایج دوزیمتری فیلم بیج کارکنان نشان می‌دهد مجموع دوز موثر در ۳۰ دوره گذشته برای تمام پرتو کاران و کارکنان کمتر از حد دوز مجاز می‌باشد.

### بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات اخیر نشان داده است که دوز دریافتی پرتوکاران به مقدار زیاد در اثر مجاورت نزدیک با بیماران می‌باشد و مرحله تزریق رادیوداروها سهم کمتری در دوز دریافتی پرتو کاران دارد (۱۱). روش‌های مختلفی در متون به منظور کاهش دوز رسیده به پرسنل و بیماران تاکنون چاپ و در معرض استفاده قرار گرفته است (۱۲). به عنوان مثال اصل معروف ALARA به معنای هر چه دوز کمتر توجیه شدنی‌تر (۷). اما استفاده از روپوش‌های سربی معادل  $0.5 \text{ mm}$  سرب با توجه به قدرت نفوذ پرتوهای گاما خصوصاً هنگام استفاده از رادیو داروهای با انرژی بالا همچون ید تاثیر چندانی بر جذب تشعشع نخواهد داشت و حتی ممکن است پرتوهای ترمزی با انرژی پایین‌تر را نیز تولید کند (۱۳، ۱۴). نتایج بررسی‌های کمی نشان می‌دهد که اگر هر سال ۵۰ هفته و هر هفته ۵ روز و هر روز ۶ ساعت بار کاری سالانه در نظر گرفته شود که و محاسبات نشان می‌دهد که در صورت رعایت فاصله مناسب از بیماران و رفع به موقع آلودگی‌های احتمالی حد دوز پرتوکاران در مرکز مذکور قابل قبول می‌باشد. با توجه به اینکه پرتوکاران پزشکی هسته‌ای و دیگر کارکنان در زمینه اصول حفاظتی اطلاعات چندانی ندارند لذا دوره‌های بازآموزی اصول حفاظتی به صورت ماهانه در مرکز

### References

- 1- Joseph L, Anuradha R, Kulkarni DB. Quality audit programme for  $99\text{mTc}$  and  $131\text{I}$  radioactivity measurements with radionuclide calibrators. *Applied Radiation and Isotopes* 2008; 66: 994-997.
- 2- Feinendegen LE, Pollycove M, Sondhaus CA. Responses to low doses of ionizing radiation in biological systems. *Nonlin Biol Toxicol Med* 2004; 2(3):143-171.
- 3- Clarke EA, Notghi A, Harding LK. Are MIBI/ tetrofosmin heart studies a potential radiation hazard to technologist?. *Nuclear medicine communication* 1997; 18: 574-577.
- 4- Ming Wu, Tsai CH, Lin HC, Sun FJ, Lin KH. Thallium-201 is comparable to technetium-99m-sestamibi for estimating cardiac function in patients with abnormal myocardial perfusion imaging. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences* 2015; 31: 562-567
- 5- Fragoso M, Albuquerque AM, Oliveira DE, Lima FF, Barreto

- FC, Andrade Lima R. Applied Radiation and Isotopes. Applied Radiation and Isotopes 2013; 82: 36-44
- 6- Mansanet M, Fontestad JF, Calabuig EVC, Ojeda MDR, Novales PS, Del Val EMV and et al. Determination of the dose calibrator setting of the Capintec CRC-35R for samarium-153. Rev EspNuc2007; 126: 354-358.
- 7- Martin A, Harbison S, Beach K, Cole P. An introduction to radiation protection. 6th ed. London, NW1 3BH: Hoder Arnold; 2012.
- 8- Singer PA, Cooper DS, Daniels GH, Ladenson PW, Greenspan FS, and et al. Treatment guidelines for patients with thyroid nodules and well-differentiated thyroid cancer. American Thyroid Association. Arch Intern Med1996; 156:2165-2172
- 9- Francis GL, Waguespack SG, Bauer AJ, Angelos P, Benvenga S, Cerutti JM, and et al. Management Guidelines for Children with Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer. Thyroid 2015;25:716-759
- 10- AS2243.4. Australian Standard 2243.4-1998: Safety in laboratories - Ionizing radiations. Standards Australia. 1998:92-95.
- 11- Smart R. Task-specific monitoring of nuclear medicine technologists' radiation exposure. RadiatProt Dosimetry 2004; 109(3): 201-209.
- 12- Archer BR. Recent history of the shielding of medical x-ray imaging facilities. Health Phys 2005; 88(6): 579-86
- 13- Steyn PF, Uhrig J. The role of protective lead clothing in reducing radiation exposure rates to personnel during equine bone scintigraphy. Vet Radio Ultrasound 2005; 46(6): 529-32.
- 14- Ghazi Khanlou Sani K, Momennezhad M, Zakavi SR, Sabzevari S. Effect of lead aprons on decreasing the dose received by personnel in nuclear medicine departments. Babol University of Medical Sciences 2008-2009; 10(5): 30-34. [In Persian].