

## *Estimating the Staff Exposure Dose to Radiation from Patients Undergoing Myocardial Perfusion Imaging with $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI*

Mahmood Reza Yahyaei<sup>1</sup>,  
Mohammad Reza Shojaei<sup>2</sup>,  
Amir Reza Khorasanchi<sup>3</sup>,  
Seyed Ali Aghayan<sup>4</sup>

<sup>1</sup> MSc Student in Nuclear Physics, Shahrood University of Technology, Semnan, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Nuclear Medicine, Faculty of Physic, Shahrood University of Medical Sciences, Semnan, Iran

<sup>3</sup> Assistant Professor, Department of Nuclear Medicine, Shahrood University of Medical Sciences, Semnan, Iran

<sup>4</sup> Assistant Professor, Department of Nuclear Medicine, Faculty of Medical Radiation, Azad University of Shahrood, Semnan, Iran

(Received April 11, 2016 ; Accepted July 2, 2016)

### **Abstract**

**Background and purpose:** In recent years the use of radioactive materials for diagnostic and therapeutic purposes grew rapidly in nuclear medicine. The imaging technicians and nursing staff in radiopharmaceutical centers are in close contact with patients. Therefore, they are exposed to different radiation levels. This study was done on risk assessment of staff exposed to  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI

**Materials and methods:** In this study, the radiation dose rate from two groups of patients (rest patients  $n= 27$  and rest patients  $n= 23$ ) who received  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI for myocardial perfusion imaging was measured using detection at different distances in Shahrood Imam Hospital, Iran. Then, the radiation dose rate of the staff was calculated based on the duration of time they were exposed to radiation at different distances.

**Results:** The value of radiation dose rate from patients receiving  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI for stress and rest patients were 9.9 and 13.4 micro Sv per hour in 25 cm distance from patients, respectively. By calculating the mean time of technicians' close contact (less than a meter) with patients, their mean daily exposure rate was found to be  $2.1\pm 1.2$  and  $2.9\pm 1.2$  micro Sv per hour for rest and stress patients, respectively.

**Conclusion:** Compared with threshold level (60 micro Sv per day) lower levels of radiation exposure was seen in our population. But generally, the exposure rate in rest patients was found to be higher.

**Keywords:** exposure, radiation dose rate, staff,  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI

J Mazandaran Univ Med Sci 2016; 26 (141): 149-154 (Persian).

# برآورد پرتوگیری کارکنان از بیماران قلبی تحت اسکن قلب با پرتوداروی $^{99m}\text{Tc-MIBI}$

محمود رضا یحیائی<sup>۱</sup>

محمد رضا شجاعی<sup>۲</sup>

امیر رضا خراسانچی<sup>۳</sup>

سید علی آقایان<sup>۴</sup>

## چکیده

**سابقه و هدف:** در سال‌های اخیر کاربرد مواد پرتوزا برای هدف‌های تشخیصی و درمانی در پزشکی هسته‌ای رشد سریعی داشته است. در این میان تکنسین‌های تصویربرداری، تزریق و هم‌چنین پرستاران این مراکز به دلیل تماس بیش‌تر با بیماران پس از دریافت پرتودارو، میزان پرتو متفاوتی دریافت می‌کنند. هدف از این مطالعه، بررسی پرتوگیری کارکنان از بیماران قلبی که پرتوداروی  $^{99m}\text{Tc-MIBI}$  را دریافت می‌کنند بوده است.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه تجربی، برای نخستین بار در مرکز پزشکی هسته‌ای بیمارستان امام حسین (ع) شاهرود، آهنگ دز تابشی از ۵۰ بیمار قلبی متشکل از دو گروه استراحت (۲۷ بیمار) و استرس (۲۳ بیمار) تحت اسکن قلب با پرتوداروی  $^{99m}\text{Tc-MIBI}$  توسط آشکارساز گازی در فواصل مختلف اندازه‌گیری شد. در ادامه با محاسبه مدت زمان قرارگیری کارکنان در این فواصل، پرتوگیری تکنسین‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

**یافته‌ها:** مقدار آهنگ دز تابشی از بیماران دریافت‌کننده  $^{99m}\text{Tc-MIBI}$  برای دو گروه از بیماران استرس و استراحت به ترتیب با مقدار متوسط، ۹/۹ و ۱۳/۴ میکروسیورت بر ساعت در فاصله ۲۵ cm از بیماران به دست آمد. با محاسبه میانگین زمان تماس نزدیک (کم‌تر از یک متر) تکنسین‌ها با بیماران، پرتوگیری تکنسین‌ها در یک روز کاری به طور متوسط  $2/1 \pm 1/2$  و  $2/9 \pm 1/2$  میکروسیورت برای بیماران حالت استرس و استراحت به دست آمد.

**استنتاج:** پرتوگیری کارکنان در مقایسه با مقادیر مجاز اعلام شده (۶۰ میکروسیورت در روز) در حد پایین قرار دارد. هم‌چنین پرتوگیری کارکنان از بیماران قلبی در حالت استراحت بیش‌تر می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** آهنگ دز تابشی، پرتوگیری،  $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ ، کارکنان

## مقدمه

ایجاد می‌شوند، حساسیت بافت‌ها نسبت به اشعه بسته به قدرت تکثیر، مدت زمان مراحل تقسیم سلولی و مرحله تقسیم سلولی بافت مورد نظر متفاوت می‌باشد. هم‌چنین

امروزه استفاده از روش‌های پزشکی هسته‌ای در مراکز بیمارستانی گسترش یافته است. از آن‌جا که بافت‌های بدن انسان از مجموع سلول‌ها در کنار هم

E-mail: m.yahyayi90@gmail.com

**مؤلف مسئول:** محمود رضا یحیائی - سمنان: شاهرود، بلوار هفت تیر، دانشگاه صنعتی شاهرود

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک هسته‌ای، دانشگاه صنعتی شاهرود، سمنان، ایران

۲. دانشیار، گروه فیزیک هسته‌ای، دانشگاه صنعتی شاهرود، سمنان، ایران

۳. استادیار، گروه پزشکی هسته‌ای، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود، سمنان، ایران

۴. استادیار، گروه پزشکی هسته‌ای، دانشکده پرتوپزشکی، دانشگاه آزاد شاهرود، سمنان، ایران

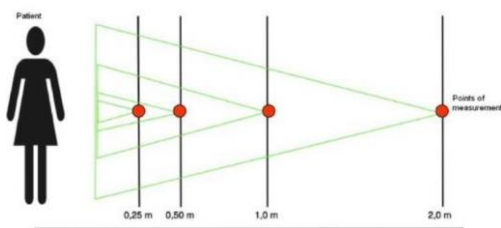
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱/۲۳ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۵/۱/۲۸ تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۴/۱۲

تشخیص به این مرکز مراجعه می‌کردند. فاصله زمانی بین دو آزمون استراحت و استرس به‌طور میانگین ۴۸ ساعت بود. اطلاعات مربوط به بیماران در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول شماره ۱: مقدار پرتوداروی تزریقی، میانگین سنی و تعداد بیماران

گروه	میانگین سنی بیماران	تعداد بیماران	میانگین پرتوداروی تزریقی (mCi)
۱	۵۱ ± ۲	۱۴ نفر مرد	۱۵/۶۷
	۵۲ ± ۲	۱۳ نفر زن	۱۵/۵۰
۲	۶۱/۴۲ ± ۲	۱۱ نفر مرد	۱۴/۶۴
	۵۲/۸۸ ± ۲	۱۲ نفر زن	۱۵/۰۲

برای اندازه‌گیری به دلیل آن که پرتوداروی مورد نظر به دلیل نشانه‌دار بودن بعد از تزریق با گذشت زمان ۱۵ تا ۳۰ دقیقه در ناحیه شکمی و به مقدار ۱/۵ تا ۲ درصد در قلب تجمع می‌یافت (۹)، مطابق با تصویر شماره ۱ آشکار ساز روبه روی شکم بیماران قرار می‌گرفت. اندازه‌گیری در چهار فاصله ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ سانتی متری از بیمار به دلیل یافتن تغییرات آهنگ دز تابشی با افزایش فاصله، انجام می‌گرفت. اندازه‌گیری آهنگ دز تابشی توسط آشکارساز گازی مدل BICRON surveyor 2000<sup>TM</sup> که با <sup>۱۳۷</sup>Cs کالیبره شده بود، در پنج زمان، ۱۰ دقیقه، ۳۰ دقیقه، ۶۰ دقیقه، ۱۰ ساعت و ۲۴ ساعت انجام گرفت. به دلیل تماس بیش تر تکنسین‌ها در ۲ ساعت اول ورود بیمار به بخش پزشکی هسته‌ای و انجام فرآیند اسکن قلب، سه زمان اول برای یافتن پرتوگیری تکنسین‌ها قبل از خروج بیماران از بخش انتخاب شده بود.



تصویر شماره ۱: نحوه اندازه‌گیری

سلول‌ها را می‌توان از یک جهت که قابلیت ترمیم خود را دارند یا قابلیت ترمیم ندارند، تقسیم‌بندی کرد. سلول‌هایی که قابلیت ترمیم ندارند مانند سلول‌های عصبی در مقابل اشعه مقاوم‌تر هستند. اشعه با ایجاد اختلال در تقسیمات سلولی بافت موجب بروز ضایعات می‌شود (۱). به این منظور برای پرتوکاران باید میزان پرتوگیری مشخص شود تا حداقل مقدار دست‌یافتنی از پرتو یا همان اصل (As Low As Reasonably Achievable) ALARA به ویژه برای کارکنان اجرایی شود (۲). در این مورد کارهایی در کشورهای نروژ و ترکیه برای اندازه‌گیری دز دریافتی از بیماران توسط Stenstad و همکاران و Bayram و همکاران انجام گرفته است (۳، ۴). هم‌چنین کارهای مشابه‌ای در سایر کشورها انجام شده است (۵-۷). در این مطالعه با توجه به آن که این کار برای نخستین بار در این مرکز انجام می‌شود، هدف اندازه‌گیری آهنگ دز تابشی از بیماران قلبی است که با تجویز پرتوداروی <sup>۹۹m</sup>Tc-MIBI مواجه می‌شوند. سپس میزان پرتوگیری ۴ تکنسین شاغل که به صورت دوره‌ای مسئول تزریق و فرآیند تصویربرداری می‌باشند، به دلیل تماس بیش تر با بیماران پرتوزا، محاسبه شود. در نهایت با آستانه اقدام ۶۰ میکرو سیورت در روز اعلام شده (International Commission on Radiological Protection) ICRP مقایسه خواهد شد (۸).

## مواد و روش‌ها

در این مطالعه تجربی ۵۰ بیمار قلبی مراجعه‌کننده به مرکز پزشکی هسته‌ای بیمارستان امام حسین (ع) شهرستان شاهرود، از میانگین ۵ نفر مراجعه‌کننده در هر روز به‌طور تصادفی انتخاب شدند. این بیماران پرتوداروی <sup>۹۹m</sup>Tc-MIBI دریافت می‌کردند.

بیماران به دو گروه تقسیم شدند.

۱. بیمارانی بودند که برای بار اول (استرس)، ۲. بیمارانی بودند که برای بار دوم (استراحت)، برای

## یافته ها و بحث

جداول شماره ۲ و ۳ اطلاعات مقدار متوسط حاصل از اندازه گیری می باشند. بیش ترین مقدار آهنگ دز تابشی زمان اول اندازه گیری به ترتیب برای دو گروه ۱ و ۲، ۹/۹ و ۱۳/۴ میکرو سیورت بر ساعت در فاصله ۲۵ سانتی متری از بیماران به دست آمد. هم چنین با نتایج به دست آمده از کار Mountrood و همکاران و Knishi و همکاران مطابقت دارد (۱۰، ۱۱).

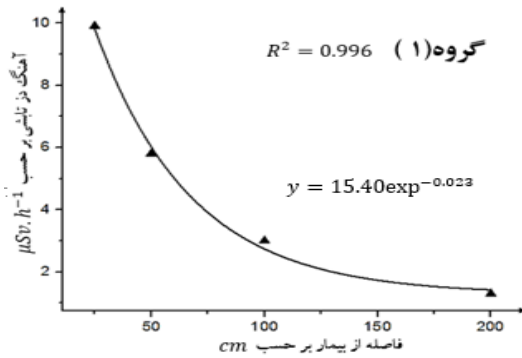
جدول شماره ۲: مقدار متوسط حاصل از اندازه گیری گروه یک در زمان و مکان های مختلف بر حسب  $(\mu Sv \cdot h^{-1})$

زمان اندازه گیری		مکان اندازه گیری (cm)			
		۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵
۱۰ دقیقه	۹/۹	۱/۳	۳/۰	۵/۸	۱۰
۳۰ دقیقه	۷/۹	۱/۱	۲/۶	۴/۴	۳۰
۶۰ دقیقه	۶/۹	۰/۹	۲/۰	۳/۵	۶۰
۱۰ ساعت	۳/۵	۰/۷	۱/۲	۱/۶	۱۰
۲۴ ساعت	۱/۱	۰/۴	۰/۶	۰/۸	۲۴

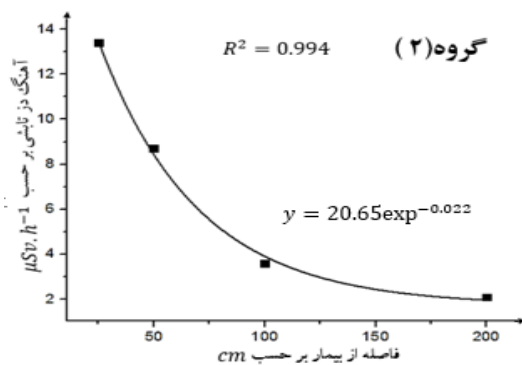
جدول شماره ۳: مقدار متوسط حاصل از اندازه گیری گروه دو در زمان و مکان های مختلف بر حسب  $(\mu Sv \cdot h^{-1})$

زمان اندازه گیری		مکان اندازه گیری (cm)			
		۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵
۱۰ دقیقه	۱۳/۴	۲/۱	۳/۶	۸/۷	۱۰
۳۰ دقیقه	۱۰	۱/۷	۲/۸	۶/۲	۳۰
۶۰ دقیقه	۸/۳	۱/۴	۲/۳	۵	۶۰
۱۰ ساعت	۳/۶	۱	۱/۵	۲/۳	۱۰
۲۴ ساعت	۱/۵	۰/۶	۰/۹	۱/۱	۲۴

نمودارهای شماره ۱ و ۲ برای اندازه گیری در زمان اول رسم شده است. آهنگ دز تابشی با افزایش فاصله از بیماران با روند نسبتاً سریعی کاهش می یابد. مشاهده می شود آهنگ دز تابشی به صورت معکوس مجذور فاصله از بیماران کاهش می یابد (۱۲). هم چنین با مقایسه نمودارهای شماره ۱ و ۲، مشاهده می شود آهنگ دز تابشی از بیماران گروه ۲ بیش تر از گروه ۱ می باشد.



نمودار شماره ۱: آهنگ دز تابشی بر حسب افزایش فاصله از بیمار



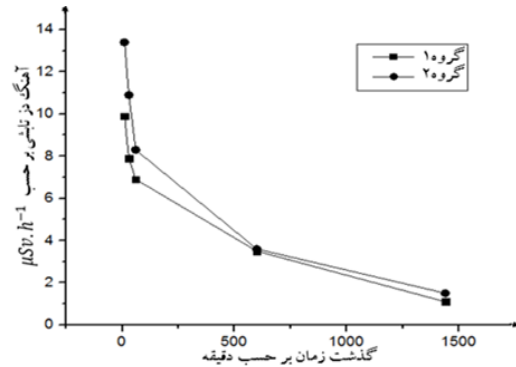
نمودار شماره ۲: آهنگ دز تابشی بر حسب افزایش فاصله از بیمار

با توجه به پیش بینی تئوری و نیمه عمر فیزیکی حدود ۶ ساعت برای پرتوداروی  $^{99m}Tc-MIBI$  انتظار می رود آهنگ دز تابشی بعد از گذشت ۴ نیمه عمر به مقدار ناچیزی کاهش یابد (۱۳). نمودار شماره ۳ برای تغییرات آهنگ دز تابشی نسبت به زمان در فاصله ۲۵ سانتی متری رسم شده که با گذشت زمان نسبتاً سریع کاهش می یابد. به طوری که بعد از گذشت زمان ۲۴ ساعت از تجویز، به حد ناچیزی حدود  $1 \mu Sv \cdot h^{-1}$  می رسد. کاهش سریع نسبت به زمان، بیان گر توزیع یکنواخت پرتودارو در بدن است. این نتایج با نتایج حاصل از مطالعه Bayram و همکاران در ترکیه مطابقت دارد (۴). با توجه به نمودار شماره ۳ مشاهده می شود آهنگ دز تابشی برای  $^{99m}Tc-MIBI$ ، با روند نسبتاً سریعی صورت می گیرد به طوری که بعد از ۲۴ ساعت به حد ناچیزی می رسد. بنابراین برای این پرتودارو اقدامات حفاظتی باید در همان ساعات اولیه تزریق صورت گیرد.

قرار دارد. البته باید توجه شود مقدار به دست آمده مربوط به فقط پرتوگیری از بیماران قلبی می‌باشد. در صورتی که سایر فرآیندها از قبیل تزریق و تهیه پرتودارو در اتاق تهیه پرتودارو و سرنگ‌های آلوده، هم‌چنین سایر آزمون‌ها همانند اسکن کل بدن، ریه، تیروئید و غیره که در کنار آزمون قلب انجام می‌شود، لحاظ نشده است. در این مرکز پیشنهاد می‌شود در اتاق تصویربرداری فاصله دوربین گاما از مکان مانتورینگ قرارگیری تکنسین، افزایش داده شود. با توجه به یافته‌های به دست آمده، لزوم مراقبت از بیماران حالت استراحت بیش تر می‌باشد.

جدول شماره ۴: مقدار متوسط پرتوگیری کارکنان در یک روز کاری

آزمون پزشکی هسته‌ای		اسکن قلب
پرتوگیری در روز	گروه ۱	گروه ۲
زمان متوسط قرارگیری در یک روز کاری	۱۵/۴۷ دقیقه	۱۵/۴۷ دقیقه
پرتوگیری در روز	$2/1 \pm 1/22$	$2/9 \pm 1/12$
مجموع پرتوگیری	$6 \pm 1/12$	



نمودار شماره ۳: تغییرات آهنگ دز تابشی با گذشت زمان

میانگین زمان تماس تکنسین‌ها با بیماران برای کم تر از یک متر برای یک روز کاری، محاسبه شد. با ضرب زمان تماس در آهنگ دز تابشی، متوسط پرتوگیری تکنسین‌ها در یک روز کاری به دست آمد. در جدول شماره ۴ نتایج آورده شده است. مقدار متوسط  $1/2 \pm 6$  میکرو سیورت به دست آمده، با توجه به مقدار مجاز  $60$  میکرو سیورت در روز برای کارکنان (۱۴)، در حد پایین

## References

- IAEA. Radiation Biology, a Handbook for Teachers and Students. Vienna International Atomic Energy Agency. 2010.
- Harding LK, Mustafa AB, Roden L, Williams N. Dose rates from patients having nuclear medicine investigation. Nucl Med Commun 1985; 6(4): 191-194.
- Stenstad LI, Pedersen GA, Brattheim B. Nuclear Radiation Dose to the surroundings from patients who are undergoing nuclear medicine examinations. Radiography Open 2014; 1(1): 10-18.
- Bayram T, Yilmaz AH, Demir M, Sonmez B. Radiation dose to technologists per nuclear medicine examination and estimation of annual dose. J Nucl Med Technol 2011; 39(1): 55-59.
- Cabral G, Amaral A, Campos L, Guimaraes MI. Investigation of maximum doses absorbed by people accompanying patients in nuclear medicine departments. Radiat Prot Dosimetry 2002; 101(1-4): 435-438.
- Harding LK, Harding NJ, Warren H, Mills A, Thomson WH. The radiation dose to Accompanying nurses, relatives and other patients in nuclear medicine department waiting room. Nucl Med Commun 1990; 11(1): 17-22.
- Mohd Fahmi MY, Norsuriani S, Abdullah Waidi I. Estimation of Exposure Rate to Personnel Working in Nuclear Medicine Imaging Department in Hospital University Malaysia: Comparison between Direct and Indirect Methods. Health and the Environment Journal 2014; 5(2): 109-117.
- ICRP. Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals, publication 53. Ann ICRP 1987; 18(1-4) 35-36.

9. Husain SS. Myocardial Perfusion Imaging Protocols: Is There an Ideal Protocol. *J Nucl Med Technol* 2007; 35(1): 3-9.
10. Mountroord PJ, Odonerty MJ, Forge NI, Jeffries A, Coakley AJ. Radiation dose rates from adult patients undergoing nuclear medicine investigations. *Nucl Med Commun* 1991; 12(9): 767-777.
11. Konishi E, Kusama T. Urinary excretion and external radiation dose from patients administrated with radiopharmaceuticals. *Radiat Prot Dosimetry* 1994; 54(1): 61-64.
12. GHanadi MM. Nuclear Technology. Tehran. Research, Science and Technology. 2010.
13. World Health Organization. Radiopharmaceuticals Final text for addition to The International Pharmacopoeia. 4<sup>th</sup>ed. WHO. 2008.
14. Emergency exposure situation of Workers. IAEA. Non-medical imaging. BSS. 2011.