

Evaluation of Radiation Dose in Close Proximity to the Patients after Myocardial Perfusion Scan and Related Factors

Jamal Amiri¹, Siamak Derakhshan²

1. Instructor, Department of Radiotherapy and Nuclear medicine, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran ORCHID ID: 0000-0002-9059-1974

2. Assistant professor, Department of Radiotherapy and Nuclear medicine, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran ORCHID ID: 0000-0002-0425-6121. Tel: +988733664669. E-mail: siamakderakhshan@yahoo.com

ABSTRACT

Background and Aim: We measured radiation emission from the patients undergoing myocardial perfusion scan after leaving nuclear medicine department to demonstrate how much radiation hospital staff or patients' companions, in the vicinity of the patients would receive. We also evaluated the relationship of age, sex, and body mass index with the emitted radiation rate.

Material and Methods: In this study 60 patients (41 females and 19 males) after undergoing ^{99m}Tc-sestamibi myocardial perfusion scan with a dose of 925±185 MBq, were selected randomly. The equivalent dose rate at distances of 0.25 m, 1 m and 2 m from the patients were measured by a survey meter before leaving nuclear medicine department and after 12 & 24 hours. Data were analyzed by T-test, Pearson correlation coefficient and ANOVA.

Results: The mean equivalent dose rates in unit of microsievert per hour at distances of 0.25 m, 1 m and 2 m from the patients were (120.6 ± 24.1, 19.4 ± 3.8, 8.4 ± 1.3) at leaving time, (29.1 ± 8.7, 5.3 ± 1.2, 2.1 ± 0.8) after 12 hours and (4.3 ± 1.5, 0.8 ± 0.6, 0.3 ± 0.1) after 24 hours, respectively. The mean equivalent dose rate showed no relationship with gender and age, but it was inversely correlated with body mass index (P-value <0.05) after 24 hours.

Conclusion: People would receive reasonably low radiation if they keep a distance of at least 1 meter from the patients or stay only for a few minutes in the vicinity of the patients. After 24 hours, equivalent dose rate was inversely correlated with body mass index.

Keywords: Radiation, Dose rate, Myocardial perfusion scan, Equivalent dose

Received: Aug 25, 2019

Accepted: May 21, 2022

How to cite the article: Jamal Amiri, Siamak Derakhshan. Evaluation of Radiation Dose in Close Proximity to the Patients after Myocardial Perfusion Scan and Related Factors. SJKU 2023;28(2):122-133.

Copyright © 2018 the Author (s). Published by Kurdistan University of Medical Sciences. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBYNC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and buildup the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal

بررسی میزان دوز اشعه در اطراف بیماران بعد از انجام اسکن پرفیوژن میوکارد و عوامل مرتبط با آن

جمال امیری^۱، سیامک درخشان^۲

۱. مربی، گروه رادیوترابی و پزشکی هسته ای، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران. کد ارکید ۱۹۷۴-۹۰۵۹-۰۰۰۲-۰۰۰۰-۰۰۰۰
۲. استادیار، گروه رادیوترابی و پزشکی هسته ای، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران. (نویسنده مسئول). پست الکترونیک siamakderakhshan@yahoo.com تلفن ۰۸۷۳۳۶۶۶۶۹، کد ارکید ۶۱۲۱-۰۴۲۵-۰۰۰۲-۰۰۰۰-۰۰۰۰

چکیده

زمینه و هدف: در این مطالعه اشعه ساطع شده از بیماران بعد از انجام اسکن پرفیوژن میوکارد و ترک بخش پزشکی هسته ای اندازه گیری شد تا مشخص شود کارکنان بیمارستان و همراهان بیمار که در مجاورت بیمار قرار می گیرند چه مقدار اشعه دریافت می کنند. همچنین ارتباط بین میزان دز اشعه با سن، جنس و شاخص توده بدنی ارزیابی شد.

مواد و روش ها: شصت بیمار (۴۱ زن و ۱۹ مرد) بعد از انجام اسکن پرفیوژن میوکارد با ^{99m}Tc-sestamibi با اکتیویته 925 ± 185 مگابکرل به طور اتفاقی انتخاب شدند. میزان تابش در فواصل ۰/۲۵، ۱ و ۲ متر از بیماران توسط یک سرویتر در زمان ترک بخش پزشکی هسته ای و ۱۲ و ۲۴ ساعت بعد از ترک بخش اندازه گیری شد. داده ها توسط آزمون T-test، ضریب همبستگی پیرسون و آنالیز واریانس تحلیل شدند.

یافته ها: میانگین میزان دوز معادل بر حسب میکروسیورت بر ساعت در فاصله ۰/۲۵، ۱ و ۲ متر به ترتیب $24/1 \pm 3/8$ ، $19/4 \pm 1/3$ و $8/3 \pm 1/3$ در هنگام ترک بخش، $29/1 \pm 8/7$ ، $5/3 \pm 1/2$ ، $2/1 \pm 0/8$ بعد از ۱۲ ساعت و $4/3 \pm 1/5$ ، $0/6 \pm 0/8$ و $0/1 \pm 0/3$ بعد از ۲۴ ساعت بود. جنس و سن بیمار با میزان تابش مرتبط نبودند؛ اما میزان دوز معادل بعد از ۲۴ ساعت با شاخص توده بدن بیمار رابطه معکوس داشت ($P < 0/05$).

نتیجه گیری: اگر مردم در فاصله حداقل یک متری یا در حد چند دقیقه در مجاورت این بیماران قرار بگیرند؛ اشعه نسبتاً کمی دریافت می کنند. بعد از ۲۴ ساعت، میزان دوز تابش در اطراف بیمار با شاخص توده بدن بیمار رابطه معکوس دارد.

کلمات کلیدی: اشعه، میزان دوز، اسکن پرفیوژن میوکارد، دز معادل

وصول مقاله: ۱۳۹۸/۶/۳ اصلاحیه نهایی: ۱۴۰۱/۲/۲۸ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۳۱

مقدمه

اسکن پرفیوژن میوکارد یک روش غیر تهاجمی در پزشکی هسته‌ای است که برای تشخیص و پیش‌آگهی بیماری‌های عروق کرونر قلب مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از این اسکن نه تنها در کشورهای پیشرفته بلکه در کشورهای در حال توسعه در حال افزایش است (۱). رشد سریع استفاده از اسکن هسته‌ای قلب در سراسر جهان؛ نگرانی‌هایی را در مورد بار تشعشعی آن و قرار گرفتن افراد جامعه در معرض تشعشعات یونیزان ناشی از این روش ایجاد کرده است (۲). از آنجایی که اسکن پرفیوژن میوکارد معمولاً در دو مرحله متوالی انجام می‌شود و در هر مرحله باید یک رادیودارو تزریق شود؛ بیماران ممکن است تابش قابل توجهی را دریافت کنند (۳ و ۴). با توجه به نیمه عمر مؤثر ۵/۴ ساعت رادیوداروی تکنسیوم-سستامیبی $^{99m}\text{Tc-sestamibi}$ (۵) که به‌طور معمول برای اسکن قلب بکار می‌رود، همراهان بیمار و کارکنان بیمارستان اغلب نگران دریافت اشعه‌ای هستند که ممکن است پس از ترک بخش پزشکی هسته‌ای از این بیماران دریافت کنند. با توجه به اینکه این افراد اطلاعات کافی در این زمینه ندارند ترس از اشعه و پرتوگیری می‌تواند باعث عدم خدمت‌رسانی کافی یا به موقع به بیمار بشود. در مورد بیماران بستری یا بیمارانی که اتاق اضافی در منزل ندارند نیز این سؤال مطرح است که اگر همراه یا سایر بیماران مجبور باشد به مدت طولانی در اتاق بیماری که اسکن قلب انجام داده است بماند چقدر اشعه دریافت خواهند کرد. به این منظور سه وضعیت شایع را در نظر گرفته شد تا دوز اشعه‌ای که افراد در مجاورت این بیماران دریافت می‌کنند را در این سه وضعیت محاسبه شد: اول، اگر فردی برای مدت کوتاهی (مثلاً ۲ دقیقه برای کنترل علائم حیاتی یا انجام سایر امورات بیمار) در مجاورت بیمار قرار بگیرد. دوم، اگر همراه بیمار در ۲۴ ساعت اول بعد از اسکن مجبور باشد در کنار بیمار (فاصله ۱ متری از بیمار) باشد. سوم، اگر همراه یا هم‌اتاقی بیمار در

۲۴ ساعت اول بعد از اسکن مجبور باشد در اتاق بیمار (فاصله ۲ متری از بیمار) باشد. مطالعات کمی برای اندازه‌گیری تشعشعات اطراف بیماران بعد از انجام اسکن پرفیوژن میوکارد انجام شده است (۶). طبق بررسی ما مطالعه منسجمی در مورد اسکن پرفیوژن میوکارد با هدف تخمین میزان دز تجمعی دریافتی کارکنان بیمارستان، همراهان و سایر بیماران هم‌اتاقی بیمار نیز انجام نشده است.

رادیو داروی $^{99m}\text{Tc-sestamibi}$ عمدتاً به‌وسیله کبد و سیستم صفراوی و از طریق مدفوع دفع می‌شود؛ لذا نیمه عمر بیولوژیک این رادیو دارو به عملکرد کبد و سیستم صفراوی و عادت دفع افراد مرتبط است که می‌تواند تحت تأثیر سن، جنس و شاخص توده بدن (Body Mass Index, BMI) قرار گیرند. تحقیقات انجام شده با سیستم‌های جدید اسکن پرفیوژن میوکارد نشان داده‌اند که دز مؤثر اشعه با BMI بیماران رابطه معکوس دارد (۷) اگرچه این تأثیر در افراد چاق کمتر است (۸). برخی از مطالعات رابطه بین جنس و میزان تابش اطراف بیماران بعد از انجام اسکن قلب را بررسی کرده‌اند ولی ما هیچ مطالعه‌ای در مورد ارتباط سن یا BMI با میزان تابش در اطراف بیماران پیدا نشد.

در این مطالعه ما میزان دز معادل (Equivalent Dose Rate, EDR) در مجاورت بیمارانی که اسکن پرفیوژن میوکارد انجام داده بودند را در زمان ترک بخش پزشکی هسته‌ای و ۱۲ و ۲۴ ساعت بعد اندازه‌گیری شد و دز معادل (Equivalent Dose, ED) را که ممکن است افراد پس از تماس کوتاه مدت یا طولانی مدت با این بیماران دریافت کنند را محاسبه شد. علاوه بر آن؛ ارتباط بین میزان تابش اطراف این بیماران و متغیرهای سن، جنس و BMI نیز مورد بررسی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

این یک مطالعه توصیفی-تحلیلی بود. حجم نمونه با استفاده از فرمول (۱)، با حدود اطمینان ۹۵ درصد، انحراف معیار ۲۰

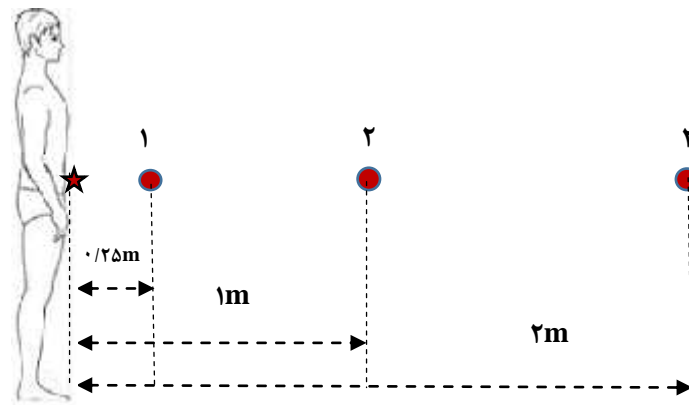
Meter; Rados Technology Oy, Mustionkatu 2, P.O. BOX 506, FIN-2010 Turku, Finland) در ارتفاع هم سطح با ناف بیماران مطابق شکل (۱) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری ۱۲ و ۲۴ ساعت بعد در منزل یا در بخش بیمارستان تکرار شد. دستگاه سرویتر مورد استفاده، یک دستگاه سرویتر چند منظوره با قابلیت دزیمتریک پرتوهای گاما، ایکس و بتا (با استفاده از پروب خارجی) بود که توانایی اندازه‌گیری میزان **دوز** را در سه مد شامل میزان دز (dose rate) در محدوده ۰,۰۵ میکروسیورت در ساعت تا ۹۹,۹۹ میلی سیورت در ساعت، دز (dose) در محدوده ۰,۰۰۱ تا ۹۹۹,۹ میلی سیورت و میزان پالس (pulse rate) در محدوده ۰,۱ تا ۹۹۹۹ شمارش در ثانیه را داشت.

میانگین و انحراف معیار (Standard Deviation, SD) میزان دز معادل در فاصله‌های ۰,۲۵، ۱ و ۲ متر در زمان ترک بخش پزشکی هسته‌ای و ۱۲ و ۲۴ ساعت بعد محاسبه گردید. با استفاده از میزان **دوز** معادل (دز معادل در هر ساعت)، میانگین و انحراف معیار (SD) دز معادل برای مدت زمان ۲ و ۳۰ دقیقه در فاصله‌های ۰,۲۵، ۱ و ۲ متر در هنگام ترک بخش پزشکی هسته‌ای و ۱۲ و ۲۴ ساعت بعد محاسبه شد. همبستگی بین میزان دز معادل در زمان‌ها و فواصل مختلف با سن و BMI با استفاده از آزمون T-test و ضریب همبستگی پیرسون؛ و رابطه میزان دز معادل با جنس به وسیله آزمون T مستقل بررسی شد. اختلاف میانگین میزان دز معادل در فواصل و زمان‌های ذکر شد با روش آنالیز واریانس (ANOVA) بررسی گردید.

میلی سیورت و با توجه به مطالعات قبلی و حداکثر خطای برآورد ۵ میلی سیورت، ۶۰ نفر محاسبه شد که این افراد از بین بیمارانی که در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ جهت انجام اسکن قلب به مرکز پزشکی هسته‌ای سیندج ارجاع داده می‌شدند به صورت تصادفی انتخاب شدند.

$$n = \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 \delta^2}{d^2} \quad \text{فرمول (۱)}$$

معیار ورود خاصی وجود نداشت و تنها معیار خروج انصراف یا امتناع بیمار از پیگیری بعد از ترک بخش پزشکی هسته‌ای بود. بیماران یک فرم رضایت آگاهانه را برای شرکت در مطالعه امضا کردند. پس از اسکن قلب؛ میزان تابش اطراف این بیماران در منزل یا بیمارستانی که در آن بستری بودند اندازه‌گیری شد. اهداف مطالعه برای بیماران به منظور اطمینان از مشارکت آن‌ها توضیح داده شدند. به بیماران اطمینان داده شد که این مطالعه هیچ تأثیری بر روند تشخیص و درمان یا میزان تابش دریافتی آن‌ها ندارد. اطلاعات دموگرافیک بیماران ثبت و BMI آن‌ها محاسبه شد. در تمامی بیماران اسکن پرفیوژن میوکارد در دو مرحله؛ استرس در روز اول و استراحت در روز دوم به‌طور متوالی انجام می‌شد. در هر مرحله، اکتیویته یکسان 185 ± 925 مگابکرل (^{99m}Tc -sestamibi (MBq) به صورت داخل وریدی تزریق شد و تصویربرداری حدود ۲ ساعت پس از تزریق انجام گردید. در روز دوم؛ بعد از انجام آخرین مرحله اسکن و درست قبل از ترک بخش پزشکی هسته‌ای؛ میزان **دوز** معادل (EDR) با استفاده از سرویتر با مشخصات (RDS-110 Multi-purpose Survey

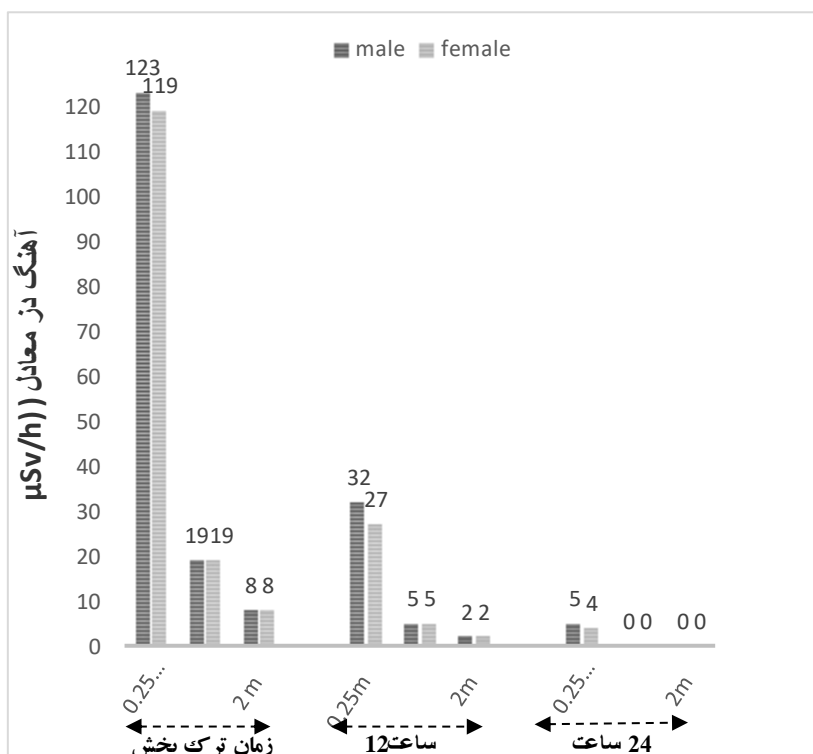


شکل ۱. نقاط اندازه گیری اشعه (۱،۲،۳) در ارتفاع هم سطح با ناف بیمار (متر=m) جدول ۱. میانگین و انحراف معیار سن و شاخص توده بدن در بیماران

کل	مرد	زن	سن (بر حسب سال)
۵۶/۲ ± ۱۰/۷	۵۴/۵ ± ۱۴/۳	۵۷/۰ ± ۸/۷	
۲۸/۲ ± ۴/۶	۲۷/۶ ± ۴/۳	۲۸/۵ ± ۴/۷	شاخص توده بدن

جدول ۲. میانگین میزان دوز معادل در مجاورت بیماران در دو گروه جنسی (بر حسب میکروسیورت در ساعت) در فواصل و زمان های مختلف .

P	t	f	انحراف معیار ± میانگین	جنس	فاصله	زمان
			۱۱۹/۳ ± ۲۴/۲	زن	۰,۲۵	زمان
۰/۵۴	۰/۶۰	۰/۰۰	۱۲۳/۴ ± ۲۴/۲	مرد		
			۲۰/۵ ± ۳/۹	زن	۱	بخش ترک
۰/۸	۰/۲۵	۰/۷۲	۲۰/۲ ± ۳/۴	مرد		
			۸/۴ ± ۱/۵	زن	۲	ساعت ۱۲
۰/۹۳	۰/۰۸	۰/۱۹	۸/۴ ± ۰/۹	مرد		
			۲۷/۶ ± ۸/۷	زن	۰,۲۵	ساعت ۲۴
۰/۰۶	۲/۰۴	۰/۰۱	۳۰/۴ ± ۸/۱	مرد		
			۵/۱ ± ۱/۲	زن	۱	ساعت ۱۲
۰/۱۶	۱/۳۹	۰/۰۶	۵/۶ ± ۱/۳	مرد		
			۲/۰ ± ۰/۷	زن	۲	ساعت ۲۴
۰/۲۱	۱/۳۲	۱/۴۳	۲/۳ ± ۰/۹	مرد		
			۴/۲ ± ۱/۷	زن	۰,۲۵	ساعت ۱۲
۰/۵۹	۰/۵۳	۳/۴۲	۴/۴ ± ۱/۲	مرد		
			۰/۸ ± ۰/۵	زن	۱	ساعت ۲۴
۰/۵۸	۰/۸۰	۱/۹۱	۰/۹ ± ۰/۷	مرد		
			۰/۳ ± ۰/۰۸	زن	۲	ساعت ۲۴
۰/۴۲	۲/۰۷	۵/۸۹	۰/۳ ± ۰/۱۰	مرد		



نمودار ۱. آهنگ دز معادل اطراف بیماران زن و مرد در فواصل و بازه‌های زمانی مختلف. (میکروسیورت در ساعت = $\mu\text{Sv/h}$ ، متر = m)

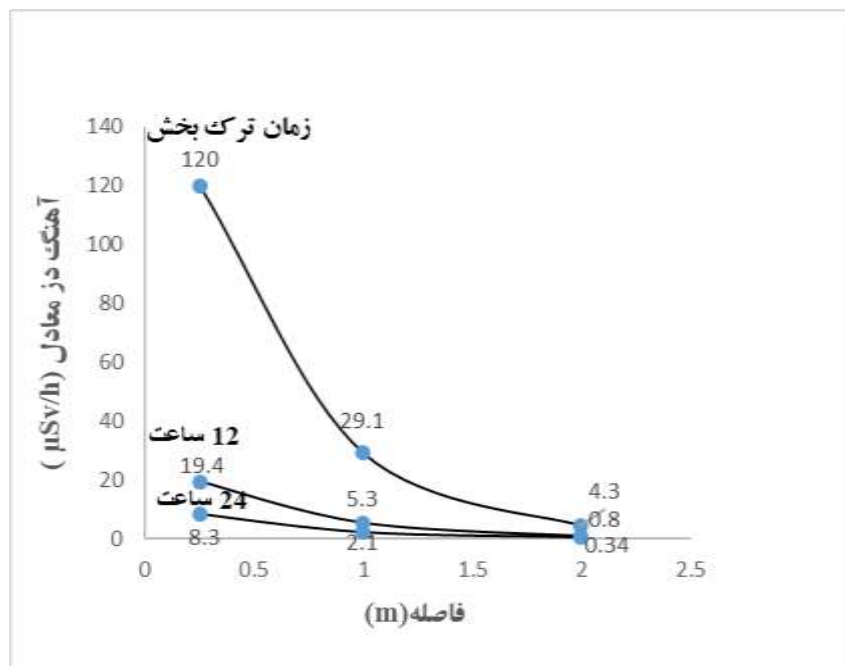
یافته‌ها

شصت بیمار شامل ۴۱ زن (۶۸/۳٪) و ۱۹ مرد (۳۱/۷٪) مورد مطالعه قرار گرفتند. حداقل سن بیماران ۲۹ سال و حداکثر آن ۸۵ سال، حداقل شاخص توده بدن ۲۰،۲ و حداکثر آن ۴۴،۵ بود. جدول (۱) میانگین سن و شاخص توده بدن بیماران را نشان می‌دهد. تفاوت معنی‌داری بین مردان و زنان از نظر شاخص توده بدن و سن وجود نداشت (به ترتیب $P = ۰/۴۶$ ، $P = ۰/۴۰$). در جدول (۲) میانگین میزان دز معادل در مجاورت بیماران در دو گروه جنسی (بر حسب میکروسیورت در ساعت) در فواصل و زمان‌های مختلف نشان داده شده است. میزان دز معادل (EDR) در بازه‌های زمانی و فواصل مختلف؛ تفاوت معنی‌داری بین زنان و مردان نداشتند ($P > ۰/۰۵$) (جدول ۲ و نمودار ۱). در

کل بیماران، میانگین میزان دز معادل بر حسب میکروسیورت بر ساعت ($\mu\text{Sv/h}$) در فواصل ۰،۲۵، ۱ و ۲ متر به ترتیب $۱۲۰/۶ \pm ۲۴/۱$ ، $۱۹/۴ \pm ۳/۸$ و $۸/۳ \pm ۱/۳$ در هنگام ترک بخش پزشکی هسته‌ای، $۲۹/۱ \pm ۸/۷$ ، $۵/۳ \pm ۰/۸$ و $۲/۱ \pm ۰/۸$ بعد از ۱۲ ساعت و $۰/۸ \pm ۰/۶$ ، $۴/۳ \pm ۱/۵$ و $۰/۱ \pm ۰/۳$ بعد از ۲۴ ساعت بودند. (نمودار ۲). اختلاف بین میانگین میزان دوز در فواصل ۰،۲۵، ۱ و ۲ متر در هر سه بازه زمانی فوق‌الذکر با آزمون آنالیز واریانس بررسی شد که اختلاف کاملاً «معناداری» را نشان داد ($P = 0.000$). میانگین دز معادل (ED) برای کسی (مانند یک پرستار) که در مدت زمان ۲ دقیقه در فاصله ۰/۲۵ متری از بیمار قرار گیرد؛ در زمان ترک بخش پزشکی هسته‌ای برابر $۰/۹۷ \pm ۰/۲۹ \mu\text{Sv}$ ، بعد از ۱۲ ساعت برابر $۴/۰ \pm ۰/۸۰$

میانگین میزان دز معادل در اطراف این بیماران در فواصل و بازه‌های زمانی مختلف ارتباط معنی‌داری با سن نداشت ($P > 0.05$). به همین صورت، میانگین میزان دز معادل در فواصل و زمان‌های مورد بررسی در بین دو جنس نیز یکسان بود ($P > 0.05$). میانگین میزان دز معادل در زمان ترک بخش و ۱۲ ساعت بعد ارتباط معناداری با شاخص توده بدن نداشت ($P > 0.05$) ولی ۲۴ ساعت بعد از ترک بخش، رابطه معکوس بین میزان میانگین دز معادل با شاخص توده بدن مشاهده گردید ($P < 0.05$) (جدول ۴).

و بعد از ۲۴ ساعت برابر ($0.14 \pm 0.05 \mu\text{Sv}$) محاسبه گردید. میانگین دز معادل برای کسی (مانند همراه بیمار) که در مدت زمان ۳۰ دقیقه در فاصله ۱ متری از بیمار قرار گیرد؛ در زمان ترک بخش پزشکی هسته‌ای برابر ($1.90 \pm 0.90 \mu\text{Sv}$)، بعد از ۱۲ ساعت برابر ($2.63 \pm 0.63 \mu\text{Sv}$) و بعد از ۲۴ ساعت برابر ($0.43 \pm 0.31 \mu\text{Sv}$) به دست آمد (جدول ۳). میانگین دز معادل دریافتی برای کسی (مانند هم‌اتاقی‌های بیمار) که از زمان ترک بخش پزشکی هسته‌ای بیمار تا ۲۴ ساعت بعد در فاصله ۱ متری یا ۲ متری در کنار بیمار قرار بگیرد به ترتیب ($213 \pm 38 \mu\text{Sv}$) و ($14 \mu\text{Sv}$) محاسبه شد.



نمودار ۲. تغییرات میانگین دوز معادل در فواصل و بازه‌های زمانی مختلف.
(میکروسیورت در ساعت = $\mu\text{Sv/h}$ ، متر = m)

جدول ۳. میانگین دز اشعه دریافتی کارکنان بخش و اطرافیان بیمار

فاصله زمانی از لحظه ترک بخش پزشکی هسته‌ای (بر حسب ساعت)	فاصله از بیمار (بر حسب متر)	میانگین دز دریافتی در صورت مجاورت با بیمار به مدت ۲ دقیقه در فواصل مختلف (بر حسب میکروسیورت)	میانگین دز دریافتی در صورت مجاورت با بیمار به مدت ۳۰ دقیقه در فواصل مختلف (بر حسب میکروسیورت)
زمان ترک بخش	۰/۲۵	۴/۰۰ ± ۰/۸	۶۰/۳۱ ± ۱۲/۰۹
	۱	۰/۶۸ ± ۰/۱۲	۹/۷۰ ± ۱/۹۰
	۲	۰/۲۸ ± ۰/۰۴	۴/۲۲ ± ۰/۶۸
۱۲ ساعت	۰/۲۵	۰/۹۷ ± ۰/۲۹	۱۴/۵۸ ± ۴/۳۸
	۱	۰/۱۷ ± ۰/۰۴	۲/۶۳ ± ۰/۶۳
	۲	۰/۰۷ ± ۰/۰۲	۱/۰۶ ± ۰/۴۰
۲۴ ساعت	۰/۲۵	۰/۱۴ ± ۰/۰۵	۲/۱۵ ± ۰/۷۹
	۱	۰/۰۲ ± ۰/۰۲	۰/۴۳ ± ۰/۳۱
	۲	۰/۰۱ ± ۰/۰۰	۰/۱۵ ± ۰/۰۵

جدول ۴. ارتباط میانگین میزان دز معادل در فواصل مختلف از بیمار با سن و شاخص توده بدن

شاخص توده بدن	سن	زمان ترک بخش			۱۲ ساعت			۲۴ ساعت		
		۰/۲۵	۱	۲	۰/۲۵	۱	۲	۰/۲۵	۱	۲
r	۰/۰۳	۰/۱۶	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۹	
P	۰/۷۶	۰/۲۳	۰/۷۴	۰/۷۳	۰/۸۵	۰/۳۵	۰/۷۷	۰/۹۲	۰/۴۵	
r	-۰/۲۶	-۰/۰۹	-۰/۱۷	-۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۰۵	-۰/۳۸	-۰/۲۵	-۰/۳۷	
P	۰/۰۶	۰/۴۷	۰/۱۷	۰/۶۶	۰/۲۹	۰/۶۵	۰/۰۰۲	۰/۰۴	۰/۰۰۳	

بحث

فاصله دورتری نسبت به هم بنشینند دوز اشعه دریافتی آنها به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد (۹). میزان دز معادل در فاصله ۱ متری از بیماران در زمان ترک بخش پزشکی هسته‌ای حدود $19/4 \mu\text{Sv/h}$ بود که خیلی نزدیک به مقادیر پیشنهاد شده توسط کمیته بین‌المللی حفاظت در برابر اشعه (ICRP) برای بیماران در هنگام ترک بخش پزشکی هسته‌ای ($20 \mu\text{Sv/h}$) است (۱۰). Gunay و همکاران؛ میزان دز معادل در فاصله ۱ متری از ناحیه سینه بیماران $66/4 \text{ min}$ دقیقه بعد از تزریق تکنسیوم- سستامیبی

در این مطالعه؛ میزان تابش در فاصله ۰/۲۵ متر از بیمارانی که اسکن پرفیوژن میوکارد انجام داده بودند؛ بالا بود ($24/1 \pm 120/6 \mu\text{Sv/h}$) ولی میزان تابش در فاصله ۱ و ۲ متر از بیماران (به ترتیب $3/8 \pm 19/4 \mu\text{Sv/h}$ و $1/3 \pm 8/3 \mu\text{Sv/h}$) به‌طور چشم‌گیری کاهش می‌یافت (نمودار ۲). Maamoun و همکاران نیز نشان دادند بیمارانی که داروی اسکن پرفیوژن قلب تزریق کرده‌اند اگر در اتاق انتظار در

کردند (۱۱). با توجه به تزریق رادیو داروی بیشتر در مطالعه ما (۹۲۵ MBq) که حدود دو و نیم برابر مطالعه Gunay (۳۹۰/۱ MBq) است، دوز اشعه در فاصله یک متری در مطالعه ما (۱۹/۴ $\mu\text{Sv/h}$) حدود دو و نیم برابر مطالعه Gunay (۷/۸۳ $\mu\text{Sv/h}$) است؛ لذا نتایج ما با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. در مقابل، ستاری و همکاران ماکزیمم میزان دز در فاصله ۵ سانتی متری از بیماران اسکن قلب ۳ ساعت بعد از تزریق رادیو دارو را (۱۱/۹ $\mu\text{Sv/h}$) \pm گزارش کردند (۱۲). گرچه اکتیویته رادیو داروی تزریق شده در مطالعه ما دو و نیم برابر تحقیق ستاری (۳۷۰ MBq) و فاصله اندازه گیری در تحقیق ما (۲۵ سانتیمتری بیمار) دورتر از فاصله اندازه گیری در بررسی ستاری (۵ سانتیمتری بیمار) است ولی با در نظر گرفتن هر دو متغیر، به نظر می رسد دوز اشعه اندازه گیری شده در تحقیق ستاری کمتر از مطالعه ما بوده است که توجیه آن می تواند ناشی از تفاوت در روش اندازه گیری باشد. در تحقیق ستاری اندازه گیری در کنار بیمار در حالی که بیمار روی تخت دراز کشیده انجام شده ولی در مطالعه ما اندازه گیری در ارتفاع هم سطح ناف بیمار در وضعیت ایستاده (شکل ۱) انجام شده است. چون بدن بیمار یک منبع تابش غیر نقطه ای است و پرتوهای پراکنده (scatter) از زوایای مختلف از بدن بیمار خارج می شوند تفاوت در محل قرار گیری دستگاه اندازه گیری پرتو ممکن است تأثیر قابل توجهی بر میزان اشعه اندازه گیری شده داشته باشد.

در مطالعه ما حداکثر دز دریافتی برای کسی که به مدت ۲ دقیقه در فاصله ۰/۲۵ متر از این بیماران بعد از ترک بخش پزشکی هسته ای قرار می گیرد تقریباً (۴/۰ \pm ۰/۸۰ μSv) محاسبه شد که با میانگین دز معادل ناشی از تابش زمینه $1-5 \mu\text{Sv}$ روزانه؛ قابل مقایسه است (۱۳). این یافته با نتایج گزارش شده توسط Tsao و همکاران که در آن

کارکنان خدماتی اگر ۱۰ دقیقه در فاصله ۰/۳ متری از بیمارانی که اسکن هسته ای قلب انجام داده اند (تقریباً h ۱/۵ ساعت پس از تزریق رادیو دارو) قرار گیرند، دزی معادل 0.02 mSv ($20 \mu\text{Sv}$) برای ۱۰ دقیقه معادل $4 \mu\text{Sv}$ برای ۲ دقیقه) دریافت می کردند، کاملاً همسو و مشابه است (۱).

در مطالعه ما فردی که به مدت ۳۰ دقیقه در فاصله ۱ متری از بیمار بعد از ترک بخش پزشکی هسته ای قرار گیرد دزی معادل ($1.90 \pm 9.70 \mu\text{Sv}$) دریافت می کند. Alramlawly و همکاران نشان دادند که کارکنان در لحظه ترک بخش پزشکی هسته ای دزی معادل ($1.30 \mu\text{Sv}$ \pm ۷/۱۰) از بیمار دریافت می کنند (۱۵) که مشابهت زیادی با نتایج تحقیق ما دارد. به همین ترتیب، Fahey و همکاران میزان دز معادل (ED) دریافتی کارکنان بخش پزشکی هسته ای در فاصله یک ساعت بعد از تزریق (99mTc- 30 mCi تکنسیوم - سستامیبی (sestamibi) در فاصله های ۱ و ۲ متر را به ترتیب $28/1$ و $5/5 \mu\text{Sv}$ میکروسیورت محاسبه کردند (۱۶) که با نتایج ما همخوانی زیادی دارد.

طبق محاسبه ما اگر همراه یا هم اتاقی بیماری که اسکن پرفیوژن میوکارد انجام داده است تا ۲۴ ساعت بعد از انجام اسکن در فاصله ۱ متری از بیمار بماند به میزان $38 \mu\text{Sv}$ \pm ۲۱۳ اشعه دریافت می کند. با افزایش فاصله از بیمار به ۲ متر، دز دریافتی به طور چشم گیری کاهش و به ($14 \pm 87 \mu\text{Sv}$) می رسد. در مطالعه Gomez-Palacios و همکاران؛ هم اتاقی های بیمارانی که دو مرحله اسکن قلب انجام داده بودند حداکثر دز اشعه معادل $499 \mu\text{Sv}$ دریافت می کردند (۱۷). علت دوز بالاتر اشعه دریافتی هم اتاقی های بیمار در مطالعه Gomez-Palacios نسبت به پژوهش ما احتمالاً به این دلیل است که در مطالعه آنها دز اشعه در فاصله های نزدیک تری از بیمار یعنی ۰، ۰/۵ و ۱ متری

می‌شود پرتوهای کمتری به دستگاه اندازه‌گیری در مجاورت بیمار برسند. به نظر می‌رسد شاخص توده بدنی (BMI) تأثیر کمی بر روی اندازه‌گیری میزان تابش داشته باشد؛ زیرا تأثیر آن منحصراً «۲۴ ساعت بعد از اسکن یعنی وقتی که میزان تابش از بدن بیمار کاهش قابل ملاحظه‌ای یافته است؛ خود را نشان می‌دهد. با جستجویی که ما انجام شد، این ارتباط در هیچ مطالعه‌ای مورد بررسی قرار نگرفته است.

نتیجه‌گیری

کارکنان بیمارستان و همراهان بیماران اگر در فاصله حداقل ۱ متری یا در مدت زمان چند دقیقه در نزدیکی بیمارانی که اسکن پرفیوژن میوکارد انجام داده‌اند؛ قرار بگیرند دز دریافتی آن‌ها از حد دز عمومی کمتر خواهد بود. ۲۴ ساعت بعد از ترک بخش پزشکی هسته‌ای، میزان دز در اطراف این بیمارانی که اسکن پرفیوژن میوکارد انجام داده‌اند به میزان دوز توصیه شده عمومی یعنی کمتر از $1 \mu\text{Sv/h}$ خواهد رسید. به نظر می‌رسد BMI بالا دارند، ۲۴ ساعت بعد از انجام اسکن اشعه کمتری نسبت به بیماران لاغر از خود ساطع می‌کنند.

محدودیت‌ها و پیشنهادها:

با توجه به اینکه در مطالعه ما پیگیری بیماران تا ۲۴ ساعت بعد از انجام اسکن در منزل یا بیمارستان انجام می‌شد برخی بیماران از انجام این کار ممانعت کرده و به‌ناچار از مطالعه حذف می‌شدند؛ لذا تعداد بیمارانی که حاضر به همکاری می‌شدند، کم بود. پیشنهاد می‌شود این مطالعه بر روی تعداد بیشتری از بیماران و در مورد اسکن‌های شایع دیگر نظیر اسکن استخوان نیز انجام شود.

تشکر و قدردانی

طرح تحقیقاتی این مطالعه توسط معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کردستان (با کد اخلاق

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان / دوره بیست و هشت / فراداد و تیر ۱۴۰۲

اندازه‌گیری شده بودند ولی در پژوهش ما اندازه‌گیری‌ها در فواصل دورتری یعنی ۰/۲۵، ۱ و ۲ متری از بیمار انجام شدند. باید توجه داشت که محدودیت دوز عمومی بر اساس توصیه ICRP برابر ۱۰۰۰ میکروسیورت در سال است.

در این مطالعه؛ میزان دوز معادل در فاصله ۱ متری بیماران بعد از ۲۴ ساعت برابر $0.6 \pm 0.8 \mu\text{Sv}$ بود. با توجه به اینکه حداکثر میزان دز معادل توصیه شده در فاصله ۱ متری از بیماران که باید کمتر از $1 \mu\text{Sv/h}$ باشد؛ میزان دوز در فاصله یک متری از بیمار در مطالعه ما قابل تأیید است. یحیی و همکاران؛ میزان دوز معادل ناشی از تزریق (570MBq) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - سستامیبی - سستامیبی ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ - sestamibi) در فاصله ۱ متری بعد از ۲۴ ساعت را تقریباً برابر $1 \mu\text{Sv/h}$ گزارش کردند (۱۸) که با نتایج ما همخوانی کامل دارد.

در این مطالعه؛ تفاوت معنی‌داری بین میزان دوز معادل در اطراف بیماران زن و مرد مشاهده نشد ($P > 0.05$). در مطالعه‌ای که Shi و همکاران بر روی ۷۹۱۱ بیمار از ۶۵ مرکز از کشورهای مختلف انجام داده بود میانگین دز مؤثر ناشی از اسکن پرفیوژن میوکارد در زنان ($4.5 \text{ mSv} \pm$) و در مردان ($4.5 \text{ mSv} \pm 10.3$) بود که گرچه در زنان اندکی کمتر از مردان بود ولی این تفاوت معنی‌دار نبود و با مطالعه ما همخوانی داشت (۱۹).

در مطالعه ما؛ بین سن و میزان دوز معادل در فواصل و بازه‌های زمانی مختلف ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد. در حد اطلاع ما، این مورد تاکنون در هیچ مطالعه‌ای بررسی نشده است.

در بررسی ارتباط بین شاخص توده بدنی (BMI) و میزان دز معادل، فقط در فاصله زمانی ۲۴ ساعت بعد از انجام اسکن رابطه BMI با میزان دز معادل به‌صورت معکوس مشاهده شد ($P < 0.05$). این رابطه ممکن است به دلیل پراکندگی یا جذب بیشتر اشعه در بدن بیماران چاق باشد که باعث

اطلاعات مورد استفاده و آنالیز شده موجود و قابل دفاع
 نویسدگان این مقاله تضاد منافی برای بیان ندارد. کلیه
 IR.MUK.REC.1397.064 تأمین مالی شده است. ما
 هستند.

References

1. Einstein AJ, Pascual TN, Mercuri M, Karthikeyan G, Vitola JV, Mahmorian JJ, et al; INCAPS Investigators Group. Current worldwide nuclear cardiology practices and radiation exposure: results from the 65 country IAEA Nuclear Cardiology Protocols Cross-Sectional Study (INCAPS). *Eur Heart J*. 2015; 36(26):1689-96.
2. Gimelli A, Achenbach S, Buechel RR, Edvardsen T, Francone M, Gaemperli O, et al; EACVI Scientific Documents Committee. Strategies for radiation dose reduction in nuclear cardiology and cardiac computed tomography imaging: a report from the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI), the Cardiovascular Committee of European Association of Nuclear Medicine (EANM), and the European Society of Cardiovascular Radiology (ESCR). *Eur Heart J*. 2018;39(4):286-296.
3. Gupta, A., Bajaj, N.S. Reducing radiation exposure from nuclear myocardial perfusion imaging: Time to act is now. *J Nucl Cardiol*. 2017; 24: 1856–1859.
4. Hirshfeld JW Jr, Ferrari VA, Bengel FM, Bergersen L, Chambers CE, Einstein AJ, et al; ACC Task Force On Expert Consensus Decision Pathways. 2018 ACC/HRS/NASCI/SCAI/SCCT Expert Consensus Document on Optimal Use of Ionizing Radiation in Cardiovascular Imaging-Best Practices for Safety and Effectiveness, Part 2: Radiological Equipment Operation, Dose-Sparing Methodologies, Patient and Medical Personnel Protection. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2018; 92(2): 222-246.
5. Rizk TH, Nagalli S. Technetium (99mTc) Sestamibi. 2021 Apr 7. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021. PMID: 31985941.
6. Gadzicki P, Tryniszewski W, Świeczewski M. Referral to radioisotope examination as a source of additional radiation exposure for staff. *Nucl Med Rev Cent East Eur*. 2020; 23(1): 21-24.
7. Prasad K, Adams CC, Quang E, Taylor J, Stocker DJ. The effect of body mass index on high versus low administered activity protocol myocardial perfusion imaging scan time and effective dose using a cadmium zinc telluride camera in clinical practice. *World J Nucl Med*. 2021; 20(3):247-252.
8. Baumgarten, R., Cerci, R.J., de Nadai Costa, A. et al. Radiation exposure after myocardial perfusion imaging with Cadmium-Zinc-Telluride camera versus conventional camera. *J. Nucl. Cardiol*. 2021; 28: 992–999.
9. Maamoun I, Alramlawy Sh. Patient's Radiation Dose in the Waiting Area During Nuclear Cardiac Perfusion and Bone Scans in Nuclear Medicine Departments. *Egyptian J. Nucl. Med*. 2021; 23 (2): 44-57.
10. Calais PJ, Turner JH. Radiation safety of outpatient ¹⁷⁷Lu-octreotate radiopeptide therapy of neuroendocrine tumors. *Ann Nucl Med*. 2014;28(6):531-9.
11. Günay O, Sarıhan M, Yazar O, Abuqbeith M, Demir M, Sönmezoğlu K, et al. Determination of radiation dose from patients undergoing Tc-99m Sestamibi nuclear cardiac imaging. *Int J Environ Sci Technol*. 2019; 16(9): 5251-8.
12. Satari A., Dadashzade S., Nasiroghli G., Firoozabadi H.. Radiation dose to the nuclear medicine nurces. *Iranian J Radiat Research*. 2004; 2(2): 59-62.
13. Das N. Background radiation–natural and artificial. *Sci Cult*. 2019; 85(3-4): 85-92.

14. Tsao CW, Frost LE, Fanning K, Manning WJ, Hauser TH. Radiation dose in close proximity to patients after myocardial perfusion imaging: potential implications for hospital personnel and the public. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(4):351-2.
15. Alramlawy S, Khalil MM. Effective radiation dose to staff members due to myocardial perfusion spect imaging: tracking the exposure from preparation to patient release. *Radiat Prot Dosimetry*. 2018; 182(3): 345-51.
16. Fahey FH, Goodkind A, Treves ST, Grant FD. Nuclear medicine and radiation protection. *J Radiol Nurs*. 2016; 35(1): 5-11.
17. Gomez-Palacios M, Terrón JA, Dominguez P, Vera DR, Osuna RF. Radiation doses in the surroundings of patients undergoing nuclear medicine diagnostic studies. *Health Phys*. 2005; 89(2): S27-34.
18. Yahyaei MR, Shojaei MR, Khorasanchi AR, Aghayan SA. Estimating the Staff Exposure Dose to Radiation from Patients Undergoing Myocardial Perfusion Imaging with 99mTc-MIBI. *J Maz Univ Med Sci*. 2016; 26(141): 149-54.
19. Shi L, Dorbala S, Paez D, Shaw LJ, Zukotynski KA, Pascual TN, et al. Gender differences in radiation dose from nuclear cardiology studies across the world: Findings from the INCAPS Registry. *JACC: Cardiovasc Imaging*. 2016; 9(4): 376-84.