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

Jamal Amiri[1], Siamak Derakhshan[2]

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

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.61186/sjku.28.2.122]

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان / دوره بیست و هشت / خرداد و تیر ۱۴۰۲/۱۳۳-۱۲۲

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 رادیوتراپی و پزشکی هسته ایی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران. کد ارکید ۱۹۷۴-۹۰۵۹-۰۰۰۲-۰۰۰۰

۲. استادیار، گروه رادیوتراپی و پزشکی هسته ایی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران. (نویسنده مسئول). پست الکترونیک siamakderakhshan@yahoo.com، تلفن ۰۸۷۳۳۶۶۴۶۶۹، کد ارکید ۶۱۲۱-۰۴۲۵-۰۰۰۲-۰۰۰۰

چکیده

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

مواد و روش‌ها: شصت بیمار (۴۱ زن و ۱۹ مرد) بعد از انجام اسکن پرفیوژن میوکارد با ^{99m}Tc-sestamibi با اکتیویته ۱۸۵±۹۲۵ مگابکرل به‌طور اتفاقی انتخاب شدند. میزان تابش در فواصل ۰/۲۵، ۱ و ۲ متر از بیماران توسط یک سرویمتر در زمان ترک بخش پزشکی هسته ایی و ۱۲ و ۲۴ ساعت بعد از ترک بخش اندازه‌گیری شد. داده‌ها توسط آزمون T-test، ضریب همبستگی پیرسون و آنالیز واریانس تحلیل شدند.

یافته‌ها: میانگین میزان دوز معادل بر حسب میکروسیورت بر ساعت در فاصله ۰/۲۵، ۱ و ۲ متر به ترتیب ۱/ ۲۴ ± ۱۲۰/۶، ۳/۸ ± ۱۹/۴ و ۱/۳ ± ۸/۳ در هنگام ترک بخش، ۸/۷±۲۹/۱، ۱/۲ ± ۵/۳، ۰/۸ ±۲/۱ بعد از ۱۲ ساعت و ۱/۵ ± ۴/۳، ۰/۶ ±۰/۸ و ۰/۱ ±۰/۳ 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 ($P <$ ۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: اگر مردم در فاصله حداقل یک متری یا در حد چند دقیقه در مجاورت این بیماران قرار بگیرند؛ اشعه نسبتاً «کمی دریافت می‌کنند. 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

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.61186/sjku.28.2.122]

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(۴ و۳). با توجه به نیمه عمر مؤثر ۵/۴ ساعت رادیوداروی تکنسیوم- سستامیبی ^{99m}Tc-sestamibi (۵) که به‌طور معمول برای اسکن قلب بکار می‌رود، همراهان بیمار و کارکنان بیمارستان اغلب نگران دریافت اشعه ایی 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 بمانند 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 هم اتاقی بیمار در ۲۴ ساعت اول بعد از اسکن مجبور باشد در اتاق بیمار (فاصله۲ 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 هم اتاق بیمار نیز انجام نشده است.

رادیو داروی ^{99m}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

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.61186/sjku.28.2.122]

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 هسته ایی سنندج ارجاع داده می‌شدند به‌صورت تصادفی انتخاب شدند.

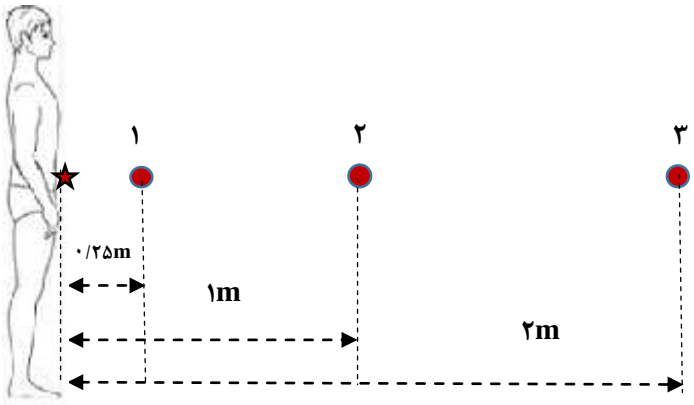
فرمول(۱)
$$n = \frac{Z^{2}_{1-\frac{\alpha}{2}}\,\delta^{2}}{d^{2}}$$

معیار ورود خاصی وجود نداشت و تنها معیار خروج انصراف یا امتناع بیمار از پیگیری بعد از ترک بخش پزشکی هسته ایی 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 ۱۸۵ ± ۹۲۵ مگابکرل(MBq) ^{99m}Tc-sestamibi 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 سرویمتر با مشخصات(RDS-110 Multi-purpose Survey 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 سرویمترمورد استفاده، یک دستگاه سرویمتر 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 فاصله‌های۰,۲۵، 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 به‌وسیله آزمون T مستقل بررسی شد. اختلاف میانگین میزان دز معادل در فواصل و زمان‌های ذکر شد با روش آنالیز واریانس (ANOVA) بررسی گردید.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.61186/sjku.28.2.122]



شکل ۱. نقاط اندازه‌گیری اشعه (۱،۲،۳) در ارتفاع هم‌سطح با ناف بیمار(متر=m)

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار سن و شاخص توده بدن در بیماران

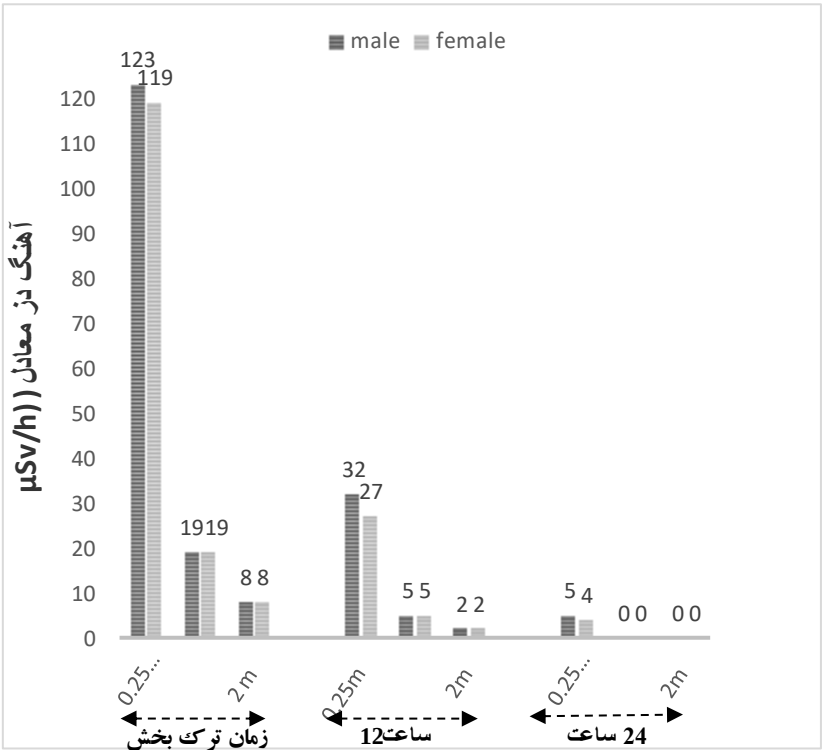
	زن	مرد	کل
سن (بر حسب سال)	۵۷/۰ ± ۸/۷	۵۴/۵ ± ۱۴/۳	۵۶/۲ ± ۱۰/۷
شاخص توده بدن	۲۸/۵ ± ۴/۷	۲۷/۶ ± ۴/۳	۲۸/۲ ± ۴/۶

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

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

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.61186/sjku.28.2.122]



نمودار ۱.آهنگ دز معادل اطراف بیماران زن و مرد در فواصل و بازه‌های زمانی مختلف.
(میکروسیورت در ساعت=µSv/h، متر=m)

یافته ها

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(µSv/h) در فواصل ۰/۲۵، ۱ و ۲ متر به ترتیب ۱/ ۲۴ ± ۱۲۰/۶، ۳/۸ ± ۱۹/۴ و ۱/۳ ± ۸/۳ در هنگام ترک بخش پزشکی هسته‌ای، ۸/۷±۲۹/۱، ۱/۲ ± ۵/۳، ۰/۸ ± ۲/۱ بعد از ۱۲ ساعت و ۱/۵ ± ۴/۳، ۰/۶ ±۰/۸ و ۰/۱ ±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).

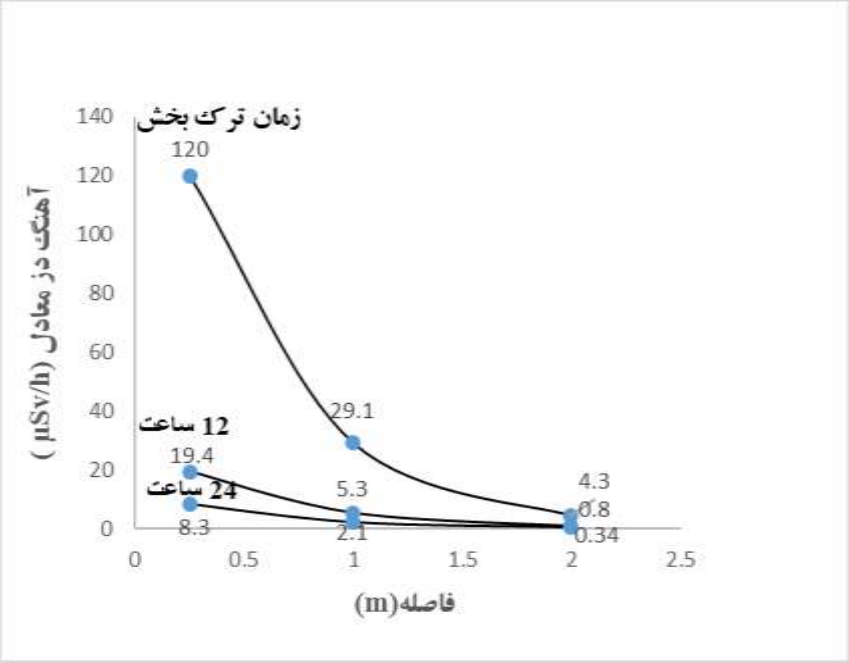
میانگین دز معادل (ED) برای کسی (مانند یک پرستار) که در مدت زمان ۲ دقیقه در فاصله ۰/۲۵ متری از بیمار قرار گیرد؛ در زمان ترک بخش پزشکی هسته ایی برابر (µSv ۰/۸۰ ± ۴/۰)، بعد از ۱۲ ساعت برابر (µSv ۰/۲۹ ± ۰/۹۷)

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.61186/sjku.28.2.122]

و بعد از ۲۴ ساعت برابر (۰/۰۵ ± ۰/۱۴ µSv) 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 هسته ایی برابر (۱/۹۰ µSv ± ۹/۷۰)، بعد از ۱۲ ساعت برابر (۰/۶۳ µSv ± ۲/۶۳) و بعد از ۲۴ ساعت برابر (۰/۳۱ µSv ± ۰/۴۳) به دست آمد (جدول ۳). میانگین دز معادل دریافتی برای کسی (مانند هم اتاقی‌های 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 (۳۸ µSv ± ۲۱۳) و (۱۴ µSv ± ۸۷) محاسبه شد.

میانگین میزان دز معادل در اطراف این بیماران در فواصل و بازه‌های زمانی مختلف ارتباط معنی‌داری با سن نداشت (P >۰/۰۵). به همین صورت، میانگین میزان دز معادل در فواصل و زمان‌های مورد بررسی در بین دو جنس نیز یکسان بود (P >۰/۰۵). میانگین میزان دز معادل در زمان ترک بخش و ۱۲ ساعت بعد ارتباط معناداری با شاخص توده بدن نداشت (P >۰/۰۵) ولی ۲۴ ساعت بعد از ترک بخش، رابطه معکوس بین میزان میانگین دز معادل با شاخص توده بدن مشاهده گردید (P < ۰/۰۵) (جدول ۴).



نمودار ۲. تغییرات میانگین دوز معادل در فواصل و بازه‌های زمانی مختلف.
(میکروسیورت در ساعت=µSv/h، متر=m)

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.61186/sjku.28.2.122]

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

	زمان	زمان ترک بخش			۱۲ ساعت			۲۴ ساعت		
	فاصله (متر)	۰/۲۵	۱	۲	۰/۲۵	۱	۲	۰/۲۵	۱	۲
سن	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
شاخص توده بدن	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

در این مطالعه؛ میزان تابش در فاصله ۰/۲۵ متر از بیمارانی که اسکن پرفیوژن میوکارد انجام داده بودند؛ بالا بود (۱۲۰/۶ ± ۲۴ /۱ µSv/h) ولی میزان تابش در فاصله ۱ و ۲ متر از بیماران (به ترتیب ۳/۸ µSv/h ± ۱۹/۴ و ۱/۳ ± ۸/۳ µSv/h) به‌طور چشم‌گیری کاهش می یافت (نمودار۲). Maamoun و همکاران نیز نشان دادند بیمارانی که داروی اسکن پرفیوژ ن قلب تزریق کرده‌اند اگر در اتاق انتظار در فاصله دورتری نسبت به هم بنشینند دوز اشعه دریافتی آن‌ها به‌طور قابل ملاحظه ایی کاهش می یابد (۹).

میزان دز معادل در فاصله ۱ متری از بیماران در زمان ترک بخش پزشکی هسته ایی حدود ۱۹/۴ µSv/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 (۲۰µSv/h) است(۱۰).Gunay و همکاران؛ میزان دز معادل در فاصله ۱ متری از ناحیه سینه بیماران ۶۶/۴ min دقیقه بعد از تزریق تکنسیوم- سستامیبی

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.61186/sjku.28.2.122]

(^{99m}Tc-sestamibi) را برابر ۷/۸۳ µSv/h گزارش کردند(۱۱). با توجه به تزریق رادیو داروی بیشتر در مطالعه ما (۹۲۵ MBq) که حدود دو ونیم برابر مطالعه Gunay (۳۹۰/۱ MBq) است، دوز اشعه در فاصله یک متری در مطالعه ما (۱۹/۴ µSv/h) حدود دو و نیم برابر مطالعه Gunay (۷/۸۳ µSv/h) است؛ لذا نتایج ما با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. در مقابل، ستاری و همکاران ماکزیمم میزان دز در فاصله ۵ سانتی‌متری از بیماران اسکن قلب ۳ ساعت بعد از تزریق رادیو دارو را (۱۱/۹ µSv/h ± ۴۳/۱) گزارش کردند(12). گرچه اکتیویته رادیو داروی تزریق شده در مطالعه ما دو و نیم برابر تحقیق ستاری (۳۷۰ MBq) و فاصله اندازه‌گیری در تحقیق ما (۲۵ سانتیمتری بیمار) دورتر از فاصله اندازه‌گیری در بررسی ستاری (۵ سانتیمتری بیمار) است ولی با در نظر گرفتن هر دو متغیر، به نظر می‌رسد دوز اشعه اندازه‌گیری شده در تحقیق ستاری کمتر از مطالعه ما بوده است که توجیه آن می‌تواند ناشی از تفاوت در روش اندازه‌گیری باشد. در تحقیق ستاری اندازه‌گیری در کنار بیمار درحالی‌که بیمار روی تخت دراز کشیده انجام شده ولی در مطالعه ما اندازه‌گیری در ارتفاع هم‌سطح ناف بیمار در وضعیت ایستاده (شکل ۱) انجام شده است. چون بدن بیمار یک منبع تابش غیر نقطه‌ای است و پرتوهای پراکنده (scatter) از زوایای مختلف از بدن بیمار خارج می‌شوند تفاوت در محل قرارگیری دستگاه اندازه‌گیری پرتو ممکن است تأثیر قابل توجهی بر میزان اشعه اندازه‌گیری 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 هسته‌ای قرار می‌گیرد تقریباً (۰/۸۰ µSv ± ۴/۰) محاسبه شد که با میانگین دز معادل ناشی از تابش زمینه ۱۰- ۵ µSv روزانه؛ قابل مقایسه است (۱۳). این یافته با نتایج گزارش‌شده توسط Tsao و همکاران که در آن کارکنان خدماتی اگر ۱۰ دقیقه در فاصله ۰/۳ متری از بیمارانی که اسکن هسته‌ای قلب انجام داده‌اند (تقریباً h ۱/۵ساعت پس از تزریق رادیو دارو) قرار گیرند، دزی معادل ۰/۰۲ mSv (۲۰µSv برای ۱۰ دقیقه معادل ۴µSv برای ۲ دقیقه) دریافت می‌کردند، 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 هسته‌ای قرار گیرد دزی معادل (۱/۹۰ µSv ± ۹/۷۰) دریافت می‌کند. Alramlawly و همکاران نشان دادند که کارکنان در لحظه ترک بخش پزشکی هسته‌ای دزی معادل (۱/۳۰ µSv ± ۷/۱۰) از بیمار دریافت می‌کنند(۱۵) که مشابهت زیادی با نتایج تحقیق ما دارد. به همین ترتیب، Fahey و همکاران میزان دز معادل (ED) دریافتی کارکنان بخش پزشکی هسته‌ای در فاصله یک ساعت بعد از تزریق (۱۱۱۰ MBq) ۳۰mci تکنسیوم – سستامیبی (^{99m}Tc-sestamibi) در فاصله‌های ۱ و ۲ متر را به ترتیب ۲۸/۱ µSv و ۵/۵ µSv 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 ۳۸ µSv ± ۲۱۳ اشعه دریافت می‌کند. با افزایش فاصله از بیمار به ۲ متر، دز دریافتی به‌طور چشم‌گیری کاهش و به (۱۴ µSv ± ۸۷) می‌رسد. در مطالعه Gomez-Palacios و همکاران؛ هم‌اتاقی های بیمارانی که دو مرحله اسکن قلب انجام داده بودند حداکثر دز اشعه معادل ۴۹۹ µSv دریافت می‌کردند(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 فاصله‌های نزدیک‌تری از بیمار یعنی ۰، ۰/۵ و ۱ متری

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.61186/sjku.28.2.122]

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 ۰/۶ ± ۰/۸ μSv بود. با توجه به اینکه حداکثر میزان دز معادل توصیه شده در فاصله ۱ متری از بیماران که باید کمتر از ۱ μSv/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 (۵۷۰MBq) ۱۵ میلی کوری تکنسیوم - سستامیبی (^{99m}Tc-sestamibi) در فاصله ۱ متری بعد از ۲۴ ساعت را تقریباً برابر ۱μSv/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 >۰/۰۵). 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 (۴/۵ ± ۹/۶ mSv) و در مردان (۴/۵ ± ۱۰/۳ mSv) 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 <۰/۰۵). این رابطه ممکن است به دلیل پراکندگی یا جذب بیشتر اشعه در بدن بیماران چاق باشد که باعث 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 داده اند به میزان دوز توصیه شده عمومی یعنی کمتر از ۱μSv/h خواهد رسید. به نظر می‌رسد بیمارانی که 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

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.61186/sjku.28.2.122]

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

References

1.Einstein AJ, Pascual TN, Mercuri M, Karthikeyan G, Vitola JV, Mahmarian 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, Yarar O, Abuqbeitah 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.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.61186/sjku.28.2.122]

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.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.61186/sjku.28.2.122]