

Evaluation of occupational external radiation and related factors in Nuclear Medicine Center of Shohadaye Tajrish Hospital in 1398

Elahe Mahmoudi¹, Mohammad Reza Deevband^{1*}, Mahasti Amoui², Elahe Pirayesh²,
Mohammad Ali Ghodsi Rad², Mehrdad Ghorbani Rad²

1. Biomedical Engineering and Medical Physics Department, School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Nuclear Medicine Department, Shohadaye Tajrish Hospital, School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Received: October 13, 2020; Accepted: December 05, 2021

Abstract

Background and Aim: Most radioactive materials used in nuclear medicine are gamma emitters. Gamma range is relatively large, so the nuclear medicine staff is exposed to external exposure by gamma. The aim of the present study was to estimate the dose which is received by staff during different diagnostic methods in a nuclear medicine center.

Methods: This study is a descriptive, cross-sectional study. The studied components include the amount of radiation of the staff in the imaging stage of patients and the injection of radiopharmaceuticals to patients at different intervals. A total of 60 patients and 8 staff were included in the study. Data was collected in terms of compliance with the dose limits set by the Atomic Energy Organization (20 mSv/year) based on descriptive statistics, such as minimum dose, maximum dose, the mean and standard deviation of analysis, and comparisons through student t-test in SPSS.

Results: The average amount of irradiation recorded for staff due to imaging process ranged from 0.03 ± 0.01 to 0.32 ± 0.08 $\mu\text{Sv/h}$ and 0.05 ± 0.03 to 0.43 ± 0.04 $\mu\text{Sv/h}$, when radiopharmaceuticals were injected into the patient.

Conclusion: The amounts of the doses received were in good agreement with other studies, and did not exceed the dose set for occupational exposure (20 milli Sieverts per year). The dose received by staff decreases as the distance from the patient increases and the duration of communication with the patient decreases.

Keywords: Dose Received; Dose Rate; Radiopharmaceutical; Occupational Radiation; Nuclear Medicine

Please cite this article as: Mahmoudi E, Deevband M, Amoui M, Pirayesh E, Ghodsi Rad M, Ghorbani Rad M. Evaluation of occupational external radiation and related factors in Nuclear Medicine Center of Shohadaye Tajrish Hospital in 1398. *Pejouhesh dar Pezeshki*. 2022;46(2):68-76.

*Corresponding Author: Mohammad Reza Deevband; Email: mdeevband@sbmu.ac.ir

بررسی میزان پرتوگیری خارجی شغلی و عوامل مرتبط با آن در مرکز پزشکی هسته‌ای بیمارستان شهدای تجریش سال ۱۳۹۸

الهه محمودی^۱، محمدرضا دیوبند^{۱*}، مهستی عمویی^۲، الهه پیرایش^۲، محمدعلی قدسی راد^۲، مهرداد قربانی راد^۲

۱. گروه مهندسی و فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۲. گروه پزشکی هسته‌ای، بیمارستان شهدای تجریش، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۲۲

خلاصه

سابقه و هدف: بسیاری از رادیوداروهای مورد استفاده در پزشکی هسته‌ای گاماها هستند. از آنجا که پرتوهای گاما برد به نسبت زیادی دارند، کارکنان پزشکی هسته‌ای در معرض پرتوگیری خارجی هستند. هدف از انجام این مطالعه، تخمین پرتوگیری شغلی کارکنان پزشکی هسته‌ای در روش‌های مختلف تشخیصی در یک مرکز پزشکی هسته‌ای است.

روش کار: این مطالعه یک مطالعه توصیفی-مقطعی است. مؤلفه‌های بررسی شده عبارتند از: میزان پرتوگیری پرتوکاران در مرحله تصویربرداری از بیماران و تزریق رادیودارو به بیماران در فواصل مختلف، در روش‌های پزشکی هسته‌ای متعارف شامل اسکن پرفیوژن میوکاردا، اسکن استخوان کل بدن، اسکن تیروئید و اسکن کلیه است. در مجموع ۶۰ بیمار و هشت نفر از پرتوکاران در این مطالعه حضور داشتند. اطلاعات جمع‌آوری شده از نظر انطباق با حدود دوز تعیین شده توسط سازمان انرژی اتمی (۲۰ میلی‌سیورت در سال) براساس آمارهای توصیفی نظیر حداقل دوز، حداکثر دوز، میانگین و انحراف معیار تجزیه و تحلیل و مقایسه‌ها از طریق آزمون T در نرم‌افزار SPSS ۲۵ انجام شد.

یافته‌ها: میزان پرتوگیری ثبت‌شده برای پرتوکاران هنگام تصویربرداری از بیماران در محدوده 0.1 ± 0.03 تا 0.8 ± 0.32 میکروسیورت، و همچنین هنگام تزریق رادیودارو به بیمار در محدوده 0.3 ± 0.05 تا 0.4 ± 0.43 میکروسیورت ثبت شده است.

نتیجه‌گیری: مقادیر دوز دریافتی تطابق خوبی با سایر مطالعه‌ها داشت. میزان پرتوگیری ثبت‌شده در حد قابل قبول بوده و از حد دوز تعیین‌شده برای پرتوکاران (۲۰ میلی‌سیورت در سال) تجاوز نکرد، ضمن آنکه فاصله پرتوکار از بیمار، سرعت عمل پرتوکاران هنگام مواجهه با بیماران و میزان پرتوای تجویزی تأثیر مستقیم بر میزان دوز دریافتی توسط پرتوکاران دارند. با افزایش فاصله از بیمار و کاهش مدت زمان ارتباط با بیمار، میزان پرتوگیری پرتوکاران کاهش می‌یابد.

واژگان کلیدی: دوز دریافتی؛ آهنگ دوز؛ رادیودارو؛ پرتوگیری شغلی؛ پزشکی هسته‌ای.

به این مقاله، به صورت زیر استناد کنید:

Mahmoudi E, Deevband M, Amoui M, Pirayesh E, Ghodsi Rad M, Ghorbani Rad M. Evaluation of occupational external radiation and related factors in Nuclear Medicine Center of Shohadaye Tajrish Hospital in 1398. *Pejouhesh dar Pezeshki*. 2022;46(2):68-76.

*نویسنده مسئول مکاتبات: محمدرضا دیوبند؛ آدرس پست الکترونیکی: m.deevband@sbmu.ac.ir

مقدمه

مشکل اصلی و همچنین نگرانی عمده هنگام استفاده از داروهای مورد استفاده در پزشکی هسته‌ای، ناشی از پرتو گاما (اکثر داروهای مورد استفاده در بخش پزشکی هسته‌ای گاما‌زا هستند) ساطع شده است که سبب می‌شود پرتوکاران مراکز پزشکی هسته‌ای که در مراحل مختلف از جمله تهیه و تزریق رادیودارو، موقعیت‌دهی به بیمار روی تخت برای تصویربرداری، نظارت بر بیمار هنگام دستیابی به داده‌ها، در ارتباط نزدیک با بیماران هستند، در معرض پرتوگیری خارجی قرار گیرند (۱-۲). کمیسیون بین‌المللی حفاظت در برابر اشعه^۱ محدودیت‌هایی برای تابش‌های یونیزان حد دز ۱ mSv و ۲۰ mSv در سال به ترتیب برای عموم مردم و کارکنان بخش پزشکی هسته‌ای تعیین کرده است (۳). رادیویزوتوپ تکنسیوم-۹۹m بیشترین کاربرد را در تکنیک‌های تشخیصی پزشکی هسته‌ای دارد، به عبارتی در ۸۰ درصد کل روش‌های پزشکی هسته‌ای به کار گرفته می‌شود. این رادیویزوتوپ نیمه پایدار دارای ویژگی‌های ایده‌ال از نظر انرژی گاما و نیمه عمر برای آزمایش‌های پزشکی هسته‌ای است. رایج‌ترین روش‌های تشخیصی انجام شده در مرکز پزشکی هسته‌ای بیمارستان شهدای تجریش، تهران به شرح زیر است: اسکن پرفیوژن میوکارد قلب، رادیوداروی مورد استفاده در این نوع اسکن ^{99m}Tc -methoxyisobutyl is nitrile (MIBI) و ^{201}Tl thallos chloride است (۴). این اسکن در دو فاز استرس و استراحت، انجام می‌شود. اسکن رادیویزوتوپی از استخوان (۵) با تکنسیوم متصل شده به متیلین در فوسفات ^{99m}Tc -methylene diphosphate (MDP) می‌شود. اسکن کلیه با استفاده از رادیونوکلئید تکنسیوم نشان‌دار شده با دی‌مرکپتو سوکسینیک‌اسید ^{99m}Tc -dimercapatosuccinic acid (DMSA) انجام می‌شود (۶). اسکن تیروئید با استفاده از ^{99m}Tc -pertechnate است (۷-۹). کار تحقیقی حاضر برای ارزیابی میزان پرتوگیری پرتوکاران شاغل در مرکز پزشکی هسته‌ای، از بیمارانی

1-International Commission on Radiological Protection (ICRP)

که روش‌های تشخیصی پزشکی هسته‌ای را در مرکز پزشکی هسته‌ای بیمارستان شهدای تجریش تهران گذرانده‌اند، برنامه-ریزی شده است. برای این منظور سه مرحله تعیین شده است: ۱- تعیین فواصل ثابت بین بیمار و پرتوکار در هر مرحله؛ ۲- قرائت تقریبی آهنگ دوز در آن فواصل به صورت مستقیم توسط دزیومتر اتاقک یونیزان؛ و ۳- تقریب مدت زمان صرف‌شده در این فواصل توسط پرتوکاران؛

هدف اصلی این تحقیق، تعیین دوز سالانه برای پرتوکاران است که یک روش واحد را در طول یک سال کاری انجام می‌دهند. این مطالعه سال ۱۳۹۸ در مرکز پزشکی هسته‌ای بیمارستان شهدای تجریش تهران، ایران انجام شده است.

روش کار

مطالعه حاضر توصیفی-مقطعی محسوب می‌شود که روی کارکنان پزشکی هسته‌ای بیمارستان شهدای تجریش انجام شد. در مجموع ۶۰ بیمار که برای انجام یکی از اسکن‌های هسته‌ای به بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان شهدای تجریش مراجعه کردند، برای شرکت در این مطالعه انتخاب شدند. هشت نفر از پرتوکاران در این مطالعه حضور داشتند. در هر شیفت وظایف بین پرتوکاران تقسیم شده است. روش‌های متفاوتی در بخش پزشکی هسته‌ای برای اندازه‌گیری دوز پرتوکاران می‌توان استفاده کرد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به اندازه‌گیری مستقیم توسط دزیومتر ترمولومینسانس، دزیومتر قلمی، دزیومتر جیبی، فیلم بچ، گایگر مولر و اتاقک یونیزان اشاره کرد. این مطالعه با استفاده از یک دزیومتر thermo (FH 40G-L10) ساخت کشور آلمان که توسط آزمایشگاه دزیمتری استاندارد ثانویه کالیبره شده، انجام شده است. از ویژگی‌های این دزیومتر می‌توان به قابلیت آن در دزیمتری اشعه ایکس و پرتو گاما در محدوده ۱۰۰ mSv/h-۳۰ nSv/h اشاره کرد. پاسخ انرژی دزیومتر ۴/۴ MeV - ۳۰ KeV است. دقت بالا و سرعت خوانش آنی این دزیومتر از مهم‌ترین ویژگی‌های مورد توجه برای انتخاب این دزیومتر، برای انجام این مطالعه بوده است. لازم به ذکر است که اکثر کارکنان مرکز پزشکی هسته‌ای آشنایی کامل با قوانین حفاظتی را تا حد

در نهایت، میانگین دوز خارجی به پرتوکاران و SD آنها محاسبه شد. دوز دریافتی پرتوکاران با استفاده از نرم افزار SPSS (SPSS Inc. Chicago, IL) توسط آزمون آماری t دانشجویی (student t-Test) تجزیه و تحلیل شدند. مقادیر برابر با ۰/۰۵ به عنوان سطح معنادار در نظر گرفته شد.

جدول ۱- حداکثر دوز تزریق شده و زمان استراحت بیمار پس از تجویز دوز

نوع تصویربرداری	فعالیت تزریق شده (mci)	زمان تصویربرداری
اسکن استخوان کل بدن ($^{99m}\text{Tc-MDP}$)	۳۰-۲۰ mci	۲ ساعت
اسکن تیروئید ($^{99m}\text{Tc-pertechnetate}$)	۱۰-۲ mci	۱۵ دقیقه
اسکن کلیه ($^{99m}\text{Tc-DMSA}$)	۵ mci	۱ ساعت
اسکن پرفیوژن قلب، استراحت ($^{99m}\text{Tc-MIBI}$)	۱۵ mci	۴۵ دقیقه
اسکن پرفیوژن قلب، استرس ($^{99m}\text{Tc-MIBI}$)	۲۰ mci	۱۵ دقیقه
اسکن پرفیوژن قلب، استراحت ($^{201}\text{TI-chloride}$)	۲ mci	۴۵ دقیقه
اسکن پرفیوژن قلب، استرس ($^{201}\text{TI-chloride}$)	۳ mci	۱۵ دقیقه

یافته‌ها

میانگین آهنگ دوز خارجی و انحراف استاندارد در اسکن‌های مختلف هسته‌ای و فواصل مختلف از بیمار در جدول ۲ گزارش شده است. بیشترین میزان پرتوگیری در هنگام اسکن قلب مرحله استرس با رادیوداروی ($^{99m}\text{Tc-MIBI}$) است.

میانگین دوزهای دریافتی تمامی پرتوکاران بخش پزشکی هسته‌ای به ازای هر مرحله اسکن و وظیفه در جدول (۳) آمده است. مشاهده می‌شود که بیشترین میزان دوز دریافتی پرتوکاران هنگام تزریق رادیودارو است. دوز دریافتی پرتوکاران پزشکی هسته‌ای به ازای هر اسکن قلب در مراحل تزریق- استراحت، تصویربرداری- استراحت و تزریق- استرس، تصویربرداری-

مطلوب دارند، دوره‌های حفاظت از اشعه را گذرانده و مجهز به دزیتر فردی هستند ضمن آنکه میزان حد قابل قبول پرتوگیری خارجی برای کارکنان بخش پزشکی هسته‌ای بر اساس مقدار تعیین شده توسط کمیسیون بین‌المللی حفاظت در برابر پرتو ۲۰ میلی‌سیورت در سال در نظر گرفته شده است (۳). شرایط یکسانی برای آماده‌سازی داروهای هر اسکن لحاظ شد. در این مطالعه ابتدا ^{99m}Tc از ژنراتور مولیبدن دوشیده شد. سپس توسط دوز کالیبراتور مقدار ^{99m}Tc برای اطمینان از صحت مقدار آن اندازه‌گیری شد. در ادامه کار ^{99m}Tc با کیت مربوط به هر اسکن نشان‌دار شد. حداکثر دوزهای تزریقی برای همه اسکن‌ها و زمان استراحت برای بیماران پس از تجویز دوز، در جدول (۱) ارائه شده است.

دوزهای تابشی به پرتوکاران با اندازه‌گیری فاصله زمانی و آهنگ دوز در فاصله‌های مختلف (۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱ و ۲ متری) از بیمار تخمین زده شد. هنگام کار پرتوکاران در فواصل علامت‌گذاری شده حضور یافتند. در برخی از موارد، بیماران پس از دریافت دستورالعمل‌ها در وضعیت مورد نظر روی تخت، بدون کمک پرتوکاران قرار می‌گیرند.

در مجموع ۳۰ بیمار تحت تصویربرداری پرفیوژن قلب با رادیوداروی $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ ، ۱۰ بیمار تحت تصویربرداری استخوان با رادیوداروی $^{99m}\text{Tc-MDP}$ ، ۵ بیمار تحت تصویربرداری تیروئید با رادیوداروی $^{99m}\text{Tc-pertechnetate}$ ، ۱۰ بیمار تحت تصویربرداری کلیه با رادیوداروی $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ ، و ۵ بیمار تحت تصویربرداری پرفیوژن قلب با رادیوداروی $^{201}\text{TI-chloride}$ است.

نحوه اندازه‌گیری دوز دریافتی توسط این دزیتر به این صورت است که میزان آهنگ دوز بر حسب میکروسیورت بر ساعت ($\mu\text{Sv/h}$) محاسبه شد. مدت زمان حضور پرتوکار (ثانیه) در فاصله‌های مختلف و زمان‌های متفاوت در ارتباط مستقیم با بیمار، به دقت توسط محقق ثبت شد و زمان (ثانیه) که به صورت دقیق توسط اپراتور ثبت شده بود و نرخ دوز نسبی در یکدیگر ضرب شدند.

تزریق-استراحت، تصویربرداری- استراحت و تزریق- استرس، تصویربرداری -استرس، به ترتیب 0.05 ± 0.03 ، 0.01 ± 0.03 ، 0.02 ± 0.04 و 0.04 ± 0.07 میکروسیورت است.

میانگین پرتوگیری سالانه پرتوکاران شاغل در مرکز پزشکی هسته‌ای به تفکیک در جدول شماره ۴ آمده است. میانگین پرتوگیری سالانه در مراکز پزشکی هسته‌ای رابطه مستقیم با تعداد اسکن‌های انجام شده در مرحله دارد. از آنجا که بیشترین مراجعه کنندگان به بخش پزشکی هسته‌ای شهدای تجریش، به ترتیب متقاضی انجام اسکن قلب و اسکن استخوان بوده‌اند، میزان پرتوگیری سالانه پرتوکاران ناشی از اسکن قلب و اسکن استخوان، بالاترین مقدار ثبت شده است.

استرس به ترتیب 0.04 ± 0.04 ، 0.05 ± 0.02 ، 0.09 ± 0.03 ، 0.08 ± 0.03 میکروسیورت است.

این اطلاعات نشان می‌دهد که میانگین پرتوگیری پرتوکار هنگام تزریق رادیودارو و آماده‌سازی برای اسکن پرفیوژن قلب، در مرحله تزریق بیشترین مقدار است. میزان پرتوگیری پرتوکار هنگام اسکن استخوان در مرحله تزریق رادیودارو بیشتر از تصویربرداری ثبت شده است. این مقدار برابر با 0.05 ± 0.04 میکروسیورت به ازای هر اسکن است. اگرچه اسکن‌های قلب با رادیوداروی ^{201}TI - chloride با همان روش تصویربرداری با رادیوداروی $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI انجام می‌شود، اما دوز کمتری به پرتوکاران اعمال می‌شود، به ازای هر اسکن قلب در مرحله‌های

جدول ۲- میزان دوز بر حسب فواصل به تفکیک نوع تصویربرداری

P-value	فاصله از بیمار					تعداد نمونه (n)	نوع تصویربرداری
	۲ متری	۱ متری	۰/۵ متری	۰/۲۵ متری	۰ متری		
(P<0.05)	2.1 ± 0.65 (رنج ۱/۱ - ۳/۲)	4.6 ± 1.1 (رنج ۳ - ۶/۸)	11.6 ± 2.3 (رنج ۸/۵ - ۱۵)	16.3 ± 3.6 (رنج ۱۳/۴ - ۲۰)	20.2 ± 7.1 (رنج ۱۳ - ۲۵/۴)	۱۰	اسکن استخوان کل بدن ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP)
(P<0.05)	4.7 ± 0.77 (رنج ۴ - ۶/۱)	8.1 ± 1.07 (رنج ۷/۵ - ۱۰)	16.5 ± 2.3 (رنج ۱۳/۷ - ۲۰)	19.1 ± 1.2 (رنج ۱۷ - ۲۶)	22.0 ± 2.2 (رنج ۲۱ - ۲۴/۴)	۵	اسکن تیروئید ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ - pertechnetate)
(P<0.05)	2.5 ± 0.9 (رنج ۱/۸ - ۴)	3.5 ± 0.9 (رنج ۲ - ۵/۵)	8.7 ± 1.3 (رنج ۷/۳ - ۱۱)	10.8 ± 1.1 (رنج ۸/۶ - ۱۴/۸)	15.9 ± 2.1 (رنج ۱۰/۳ - ۲۰/۵)	۱۰	اسکن کلیه ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA)
(P<0.05)	2.8 ± 1.02 (رنج - ۴/۲ - ۱/۵)	9.5 ± 1.1 (رنج ۸/۴ - ۱۱)	17.2 ± 1.5 (رنج ۱۵ - ۲۰/۸)	19.7 ± 2.1 (رنج - ۲۲/۹ - ۱۶/۷)	20.2 ± 1.2 (رنج ۱۸/۲ - ۲۶/۱)	۳۰	اسکن پرفیوژن قلب، استراحت ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI)
(P<0.05)	3.9 ± 0.64 (رنج ۳ - ۵/۱)	12.1 ± 1.1 (رنج - ۱۴/۳ - ۱۰)	20.1 ± 1.8 (رنج - ۲۳ - ۱۸/۸)	20.1 ± 1.8 (رنج ۱۸/۸ - ۲۳)	24.4 ± 2.1 (رنج ۲۰/۲ - ۲۸/۳)	۳۰	اسکن پرفیوژن قلب، استرس ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI)
(P<0.05)	0.87 ± 0.2 (رنج ۰/۵ - ۱/۰)	1.5 ± 0.2 (رنج ۱ - ۲/۲)	2.2 ± 0.2 (رنج ۲ - ۳/۱)	3.4 ± 0.2 (رنج ۳ - ۴/۰)	4.0 ± 0.4 (رنج ۳/۵ - ۴/۴)	۵	اسکن پرفیوژن قلب، استراحت (^{201}TI - chloride)
(P<0.05)	1.0 ± 0.3 (رنج ۰/۸ - ۱/۳)	2.0 ± 0.2 (رنج ۱/۶ - ۳/۰)	3.2 ± 0.5 (رنج ۲/۸ - ۴/۰)	4.0 ± 0.3 (رنج ۴/۶ - ۵/۲)	4.4 ± 0.5 (رنج ۴ - ۶/۶)	۵	اسکن پرفیوژن قلب، استرس (^{201}TI - chloride)

- میانگین \pm انحراف معیار بر حسب $\mu\text{Sv/h}$

جدول ۳- میزان پرتوگیری پرتوکاران شاغل بر حسب فعالیت و به تفکیک نوع اسکن

P-value	میزان پرتوگیری هنگام آماده سازی و تزریق رادیودارو	میزان پرتوگیری هنگام تصویربرداری از بیمار	نوع تصویربرداری
(P<0.05)	۰/۴۱ ± ۰/۰۵ (رنج ۰/۲۸-۰/۵۱)	۰/۲۶ ± ۰/۰۷ (رنج ۰/۱۸-۰/۳۲)	اسکن استخوان کل بدن (^{99m} Tc-MDP)
(P<0.05)	۰/۲۲ ± ۰/۰۶ (رنج ۰/۱۵-۰/۳۰)	۰/۱۷ ± ۰/۰۳ (رنج ۰/۱۲-۰/۲۰)	اسکن تیروئید (^{99m} Tc-pertechnetate)
(P<0.05)	۰/۱۳ ± ۰/۰۷ (رنج ۰/۰۹-۰/۱۵)	۰/۰۸ ± ۰/۰۳ (رنج ۰/۰۴-۰/۱۱)	اسکن کلیه (^{99m} Tc-DMSA)
(P<0.05)	۰/۴۳ ± ۰/۰۴ (رنج ۰/۳۳-۰/۵۱)	۰/۲۷ ± ۰/۰۵ (رنج ۰/۲۰-۰/۳۷)	اسکن پرفیوژن قلب، استراحت (^{99m} Tc-MIBI)
(P<0.05)	۰/۳۹ ± ۰/۰۹ (رنج ۰/۳۰-۰/۵۰)	۰/۳۲ ± ۰/۰۸ (رنج ۰/۲۵-۰/۴۲)	اسکن پرفیوژن قلب، استرس (^{99m} Tc-MIBI)
(P<0.05)	۰/۰۵ ± ۰/۰۳ (رنج ۰/۰۳-۰/۰۸)	۰/۰۳ ± ۰/۰۱ (رنج ۰/۰۱-۰/۰۵)	اسکن پرفیوژن قلب، استراحت (²⁰¹ Tl- chloride)
(P<0.05)	۰/۰۷ ± ۰/۰۴ (رنج ۰/۰۵-۰/۰۹)	۰/۰۴ ± ۰/۰۲ (رنج ۰/۰۳-۰/۰۶)	اسکن پرفیوژن قلب، استرس (²⁰¹ Tl- chloride)

- میانگین ± انحراف معیار بر حسب μSv

جدول ۴- میانگین پرتوگیری سالانه ± انحراف معیار پرتوکاران شاغل در مرکز پزشکی هسته‌ای بر حسب کار و به تفکیک نوع آزمون به ازای هر بیمار (بر حسب μSv)

P-value	n	پرتوگیری هنگام آماده سازی و تزریق رادیودارو	پرتوگیری هنگام تصویربرداری از بیمار	نوع تصویربرداری
(P<0.05)	۵۴۰	۰/۲۲ ± ۰/۰۴ (رنج ۰/۱۵-۰/۲۷)	۰/۱۵ ± ۰/۰۵ (رنج ۰/۰۹-۰/۱۸)	اسکن استخوان کل بدن (^{99m} Tc-MDP)
(P<0.05)	۳۷۸	۰/۰۹ ± ۰/۰۳ (رنج ۰/۰۵-۰/۱۲)	۰/۰۶ ± ۰/۰۲ (رنج ۰/۰۴-۰/۰۷)	اسکن تیروئید (^{99m} Tc-pertechnetate)
(P<0.05)	۲۷۰	۰/۰۳ ± ۰/۰۱ (رنج ۰/۰۲-۰/۰۴)	۰/۰۲ ± ۰/۰۱ (رنج ۰/۰۱-۰/۰۳)	اسکن کلیه (^{99m} Tc-DMSA)
(P<0.05)	۱۰۸۰	۰/۴۶ ± ۰/۰۵ (رنج ۰/۳۵-۰/۵۵)	۰/۲۹ ± ۰/۰۴ (رنج ۰/۲۳-۰/۳۹)	اسکن پرفیوژن قلب، استراحت (^{99m} Tc-MIBI)
(P<0.05)	۱۰۸۰	۰/۴۲ ± ۰/۰۶ (رنج ۰/۳۲-۰/۵۴)	۰/۳۴ ± ۰/۰۵ (رنج ۰/۲۷-۰/۴۵)	اسکن پرفیوژن قلب، استرس (^{99m} Tc-MIBI)
(P<0.05)	۱۶۲	۰/۰۰۸ ± ۰/۰۰۲ (رنج ۰/۰۰۴-۰/۰۰۹)	۰/۰۰۴ ± ۰/۰۰۱ (رنج ۰/۰۰۱-۰/۰۰۵)	اسکن پرفیوژن قلب، استراحت (²⁰¹ Tl- chloride)
(P<0.05)	۱۶۲	۰/۰۰۸ ± ۰/۰۰۳ (رنج ۰/۰۰۶-۰/۰۰۹)	۰/۰۰۵ ± ۰/۰۰۱ (رنج ۰/۰۰۴-۰/۰۰۷)	اسکن پرفیوژن قلب، استرس (²⁰¹ Tl- chloride)

- میانگین ± انحراف معیار بر حسب μSv

بحث

در این مطالعه میزان پرتوگیری کارکنان از منابع و مسیره‌های مختلف در پزشکی هسته‌ای ارزیابی شده است. با توجه به جدول‌های ۱ و ۲ و بررسی مقایسه‌ای آن‌ها می‌توان پی برد که تأثیر این دو موضع در پرتوگیری پرتوکاران متفاوت است. مطالعه‌های بسیاری میزان دوز دریافت‌شده توسط پرتوکاران را هنگام انجام وظایف خود اندازه‌گیری کرده‌اند (۱۳-۱۰) در مقابل نیز مطالعه‌هایی ارائه شده که تنها یک جنبه از پرتوگیری پرتوکار را بررسی کرده است (۹،۱۴). نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که در تمام روش‌های تشخیصی انجام شده در مرکز پزشکی هسته‌ای، میزان پرتوگیری پرتوکاران در زمان تزریق رادیودارو بسیار بیشتر از پرتوگیری هنگام تصویربرداری از بیمار است. از دلایل آن می‌توان به این نکته اشاره کرد که هنگام تزریق رادیودارو، پرتوکار به طور مستقیم در معرض پرتوگیری قرار می‌گیرد، در صورتی که هنگام تصویربرداری علاوه بر آنکه با گذشت زمان با توجه به نیمه عمر مؤثر رادیودارو، بخشی از رادیودارو از بدن بیمار دفع شده است، پرتوکار با پرتوهای تضعیف شده مواجهه است که حاوی پرتوهای اولیه و پراکنده شده از بدن بیمار است. Areeb و همکاران (۱۴) میانگین پرتوگیری پرتوکاران بخش پزشکی هسته‌ای را با استفاده از دزیمتر قلمی محاسبه کردند. در این مطالعه تنها میزان پرتوگیری پرتوکاران در هنگام تصویربرداری از بیماران ارزیابی شد. در این مطالعه بیشترین میزان پرتوگیری مربوط به تصویربرداری قلب در مرحله استرس برابر با $0/584 \pm 0/111$ میکروسیورت بیان شده است. Shanei و همکاران (۱۵) میزان پرتوگیری تکنولوژیست‌های پزشکی هسته‌ای مسئول تزریق و تصویربرداری در اسکن قلب را در مرکز پزشکی هسته‌ای، با استفاده از دزیمتر جیبی دیجیتال در هر دو مرحله استراحت و استرس به تفکیک محاسبه کرده‌اند. میزان دوز دریافتی تکنولوژیست‌ها هنگام تزریق $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ و تصویربرداری اسکن قلب به ترتیب $0/36 \pm 0/073$ و $0/24 \pm 0/070$ میکروسیورت

به ازای هر اسکن قلب تخمین زده‌اند. در این مطالعه بیان شد، دوز دریافتی تکنولوژیست‌های پزشکی هسته‌ای در هنگام تزریق رادیودارو حدود ۳۳ درصد بیشتر از دوز دریافتی هنگام تصویربرداری از بیمار است. این مقادیر در مطالعه حاضر در مراحل تزریق- استراحت، تصویربرداری- استراحت و تزریق- استرس، تصویربرداری- استرس به ترتیب برابر با $0/43 \pm 0/04$ ، $0/27 \pm 0/05$ ، $0/39 \pm 0/09$ و $0/08 \pm 0/32$ است. تفاوت در مقادیر به دست آمده می‌تواند ناشی از دقت و سرعت عمل متفاوت تیم پزشکی باشد. Fathy و همکاران (۱۶) میزان پرتوگیری پرتوکاران در مواجهه با ۱۸۰ بیمار را بررسی کردند در این مطالعه بیشترین میزان پرتوگیری در مرحله اسکن قلب ثبت شده است. Alramlawy و همکاران (۱۷) هم با بررسی میزان پرتوگیری پرتوکاران در مواجهه با ۱۱۱ بیمار با استفاده از یک دستگاه اندازه‌گیری استاندارد کالیبره‌شده به این نتیجه رسیدند که مرحله تزریق اسکن هسته‌ای از بحرانی‌ترین نقاط زمانی است که در آن کارکنان بالاترین دوز تابش را دریافت می‌کنند. Bayram و همکاران (۱۸) میزان پرتوگیری کارکنان بخش پزشکی هسته‌ای را به تفکیک نوع اسکن، با و بدون استفاده از تجهیزات حفاظتی پزشکی هسته‌ای ارزیابی کردند. در مطالعه ذکرشده از آنجا که آماده‌سازی و تزریق رادیودارو بر عهده پرستار است، تنها میزان پرتوگیری خارجی پرتوکاران هنگام تصویربرداری از بیمار ارائه شده است. در این مطالعه مقدار پرتوگیری پرتوکار در هر دو مرحله تصویربرداری اسکن قلب (مرحله استرس، مرحله استراحت) به صورت مجموع برابر با $0/13 \pm 0/08$ میکروسیورت بیان شده است. در حالی که در مطالعه حاضر میزان پرتوگیری پرتوکاران هنگام تصویربرداری از بیمار در دو مرحله استراحت و استرس متفاوت ثبت شده است. لازم به ذکر است که تفاوت در پرتوگیری پرتوکاران در مراحل اسکن قلب، می‌تواند ناشی از این موضوع باشد که در مرحله استرس نیاز به اتصال لیدهای قلبی در تصویربرداری است، در نتیجه پرتوکار زمان بیشتری را در کنار بیمار سپری می‌کند.

میلی سیورت در سال) تعیین شده توسط کیسیون بین المللی حفاظت در برابر پرتو نخواهد رسید. ضمن آنکه با افزایش فاصله و کاهش مدت زمان ارتباط بین بیماران و پرتوکاران، میزان پرتوگیری کاهش می یابد.

نتیجه گیری و پیشنهاد

از آنجا که مواد پرتوزای باز مورد استفاده در مراکز پزشکی هسته ای می تواند از سه طریق تنفس، بلع و پوست وارد بدن پرتوکاران شده و سبب پرتوگیری داخلی می شود، بررسی همه جانبه پرتوگیری خارجی و داخلی کارکنان در تحقیق های بعدی پیشنهاد می شود. ضمن آنکه تجهیزات حفاظتی متفاوتی از قبیل روپوش سربی، ویال سربی و حفاظ سرنگ برای بخش های پزشکی تعبیه شده است، بررسی تأثیر این تجهیزات حفاظتی در میزان پرتوگیری پرتوکاران شاغل در بخش پزشکی هسته ای شهادی تجریش می تواند کارآمد باشد.

تشکر و قدردانی

با تشکر از پرتوکاران، استادان و متخصصان پزشکی هسته ای و سوپروایزر محترم بخش پزشکی هسته ای بیمارستان شهادی تجریش که همکاری صمیمانه ای با مجریان طرح در اجرای مراحل مختلف این تحقیق داشته اند.

تأمین بودجه

اظهار نشده است.

تعارض منافع

نویسندگان، تعارض منافی را گزارش نکرده اند.

ضمن آن که تفاوت در پرتوگیری پرتوکار تزریق کننده رادیودارو در اسکن قلب در دو مرحله استراحت و استرس می تواند ناشی از تفاوت در مهارت پرتوکاران نیز باشد، زیرا در مرحله استراحت رادیودارو به صورت مستقیم و در مرحله استرس از طریق آنژوکت به بیمار تزریق می شود، دقت و سرعت عمل پرتوکار در رگ گیری و تزریق رادیودارو می تواند، میزان پرتوگیری را تا حد زیادی تحت تأثیر قرار دهد. میزان پرتوگیری پرتوکاران در مراحل دیگر تا حدودی با اطلاعات ثبت شده در این مطالعه مطابقت داشت. تفاوت ثبت شده می تواند ناشی از تفاوت میزان رادیوداروی تزریقی به بیماران در اسکن های مختلف باشد. به عنوان مثال در مطالعه انجام شده توسط Bayram و همکاران (۱۸) میزان فعالیت تزریقی در اسکن استخوان 20 mci است، در حالی که در این مطالعه، دامنه میزان پرتوزایی استفاده شده 20 mci - 30 mci تخمین زده شده است. تفاوت دیگر می تواند ناشی از تصاویر تأخیری گرفته شده در اسکن استخوان، در فازهای متفاوت باشد که در این مطالعه لحاظ شده است. در نتیجه مقادیر تخمین زده شده برای پرتوگیری پرتوکاران را تحت تأثیر قرار می دهد. مقایسه پرتوگیری های ثبت شده در مطالعه های مختلف می تواند تا حدودی به نوع دستگاه استفاده شده در مرکز پزشکی هسته ای، مدت زمان استفاده از دستگاه و زمان بندی انجام آزمون های کنترل کیفی دستگاه توسط مسئول فیزیک بهداشت هم ارتباط داشته باشد. توجه به این نکته مهم است که حساسیت دستگاه های تصویربرداری به مرور زمان کاهش می یابد. یکی از راه های جبران این کاهش حساسیت، برای به دست آوردن تصویری با کیفیت مناسب، افزایش میزان فعالیت تزریقی به بیماران است، این کار سبب افزایش میزان پرتوگیری پرتوکاران در هر دو مرحله تزریق و تصویربرداری است. به همین دلیل انجام کنترل کیفی منظم دستگاه های بخش بسیار مهم و حیاتی است. با این وجود مقادیر موجود در جداول ۳ و ۴ نشان می دهد که حتی بدون چرخش نیروی کار و با افزایش عمده در تعداد بیماران، دوز سالانه برای پرتوکاران به حد سالانه (۲۰

References

- 1- Semwal MK. Khan's The Physics of Radiation Therapy. J Med Phys. 2020; 45(2):134-135.
- 2- Ahasan MM. Assessment of radiation dose in nuclear medicine hot lab. Iran J Radiat Res 2004; 2(2): 75-8.
- 3- Movahedi MM, Mehdizadeh A, Khalifeh B, Amani S, Taeb S, Mostaghimi H. Evaluation of Radiation Exposure of Urology Surgeons and Radiology Personnel during Fluoroscopy Guided Surgeries at Shahid Faghihi Hospital in Shiraz. J Fasa Univ Med Sci. 2016; 6 (3): 343-348.
- 4- Baggish AL, Boucher CA. Radiopharmaceutical agents for myocardial perfusion imaging. Circulation 2008; 118(16): 1668-74.
- 5- Fogelman I, Bessent RG, Cohen HN, Hart DM, Lindsay R. Skeletal uptake of diphosphonate. Method for prediction of post-menopausal osteoporosis. Lancet. 1980; 2(8196):667-670.
- 6- Sfakianakis GN, Cavagnaro F, Zilleruelo G, Abitbol C, Montane B, Georgiou M, et al. Diuretic MAG3 scintigraphy (F0) in acute pyelonephritis: regional parenchymal dysfunction and comparison with DMSA. J Nuclear Med 2000; 41(12): 1955-63.
- 7- Chiesa C, De Sanctis V, Crippa F, Schiavini M, Fraigola CE, Bogni A, et al. Radiation dose to technicians per nuclear medicine procedure: comparison between technetium-99m, gallium-67, and iodine-131 radiotracers and fluorine-18 fluorodeoxyglucose. Eur J Nucl Med. 1997 Nov; 24(11):1380-9.
- 8- Kurtaran A, Preitfellner J, Kohoutek D, Tousek A, Virgolini I, Havlik E. Radiation exposure in the surroundings of patients after ²⁰¹Tl myocardial scintigraphy [in German]. Nuklearmedizin. 1997; 36(1):29-31.
- 9- Smart R. Task-specific monitoring of nuclear medicine technologists' radiation exposure. Radiat Prot Dosimetry. 2004; 109(3):201-209.
- 10- Harbottle EA, Parker RP, Davis R. Radiation doses to staff in a department of nuclear medicine. Br J Radio, 1976; 49:612-617.
- 11- Lis GA, Zu 'bi SM, Brahmavar SM. Fingertip and whole body exposure to nuclear medicine personnel. J Nuc Med Techno, 1981; 9:91-98.
- 12- Nishiyama H. Administration of radiopharmaceuticals to patients. Radiation safety in nuclear medicine: a practical guide. Rockville, Maryland: U.S. Department of Health and Human Services, Bureau of Radiological Health, 1981:45-54.
- 13- Nishiyama H, Lukes SJ, Feller PA, et al. Survey of ^{99m}Tc contamination of laboratory personnel: its degree and routes. Radiology 1980; 135:467-471.
- 14- Areeb F, Taqmeem H, Sumera P, Arfa M and Humera N, Radiation Exposure to Nuclear Medicine Technologists During Different Diagnostic Techniques, Journal of Basic & Applied Sciences, 2013, 9, 187-189.
- 15- Shanei A, Rezvani S, Moslehi M. Comparison of Nuclear-Medicine-Technologist Absorb Dose in Myocardial Perfusion Scan between Responsible for Injection and Imaging. J Isfahan Med Sch 2016; 34(391): 823-8.
- 16- Alramlawy S, Khalil MM. Effective radiation dose to staff members due myocardial perfusion spect imaging: tracking the exposure from preparation to patient release. Radiat Prot Dosimetry. 2018; 182(3):345-351.
- 17- Fathy M, Khalil MM, Elshemey WM, Mohamed HS. Occupational radiation dose to nuclear medicine staff due TC99M, F18-FDG PET and therapeutic I-131 based examination. Radiat Prot Dosimetry. 2019; 186(4):443-451.
- 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.