مقاله کنفرانسی

مجله سنجش و ایمنی پرتو، جلد ۱۱، شمارهٔ ٤، زمستان (ویژه‌نامه) ۱٤۰۱، صفحه ۲۳۳-۲۳۷

ششمین کنفرانس سنجش و ایمنی پرتوهای یون‌ساز و غیریون‌ساز (مردادماه ۱٤۰۰)

تاریخ دریافت مقاله: ۱٤۰۰/۰۷/۱٦، تاریخ پذیرش مقاله: ۱٤۰۱/۰۵/۰۸

میزان قرارگیری در معرض تابش در بخش پزشکی هسته‌ای

احلام آل منیع[۱*]، شیما سنیسل بچاری[۱] و شیدا کاویانی[۲]

[۱]دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی آبادان، آبادان، خوزستان، ایران.

[۲]بخش پزشکی هسته‌ای، آبادان، خوزستان، ایران.

[*]خوزستان، آبادان، دانشگاه علوم پزشکی آبادان، دانشکده پزشکی، کدپستی: ٦۳۱۹۸۱۱۱۵٤.

پست‌الکترونیکی: maalmani90@gmail.com

چکیده

پرسنل بخش پزشکی هسته‌ای در طول آماده‌سازی رادیوداروها، تزریق آن‌ها و تصویربرداری در معرض اشعه هستند. یکی از پرکاربرترین دستگاه‌ها در پزشکی هسته‌ای دستگاه مقطع‌نگار رایانه‌ای تک‌فوتونی (SPECT[1]) می‌باشد. رادیوایزوتوپ‌های تزریقی در بخش پزشکی هسته‌ای ساطع اشعه گاما هستند و از آنجا که اشعه گاما در دسته پرتوهای یونیزان قرار می‌گیرد، در برخورد با بافت می‌تواند باعث شکست پیوندهای شیمیایی شود و واکنش‌های نامطلوبی را ایجاد نماید. مدل خطی بدون آستانه (LNT[2]) قرار گرفتن در معرض هر مقدار پرتو را باعث افزایش ریسک ابتلا به سرطان می‌داند و کمیته بین‌المللی حفاظت در برابر پرتو (ICRP[3]) حد دزی برای عموم مردم و برای پرتوکاران درنظر گرفته است. لذا در این مطالعه بر آن شدیم که با پایش محیطی، پرتوگیری اضافی همراهان و پرسنل و هم‌چنین با پایش فردی پرسنل، میزان دز دریافتی آنان را برآورد نماییم. به‌مدت دو ماه با استفاده از دزیمتر گایگر مولر، دز محیطی در چهار بخش پزشکی هسته‌ای، با استفاده از دزیمتر فردی فیلم بج، دز دریافتی کارکنان شاغل در بخش‌های مختلف و با استفاده از دزیمتر انگشتان‌های میزان پرتوگیری دست کارکنان در تماس با رادیوداروها مورد پایش قرار گرفت. آهنگ دز به‌دست آمده در حد تابش زمینه بود و حضور در چنین مکانی برای همراهان و پرسنل خطرزا نخواهد بود. میزان دز جذبی تمام بدن و دست کارکنان، از حد مجاز اعلام شده بسیار کمتر بود. با این وجود با توجه به توصیه اصل ALARA[4]، توصیه می‌شود اصول حفاظتی رعایت و علاوه‌بر فیلم بج جهت پایش پرسنل از دزیمتر انگشتان‌های نیز استفاده گردد.

کلیدواژگان: پزشکی هسته‌ای، پرتوگیری شغلی، دزیمتری، خطرات تابش، اسپکت.

۱. مقدمه

پرسنل بخش پزشکی هسته‌ای در طول آماده‌سازی رادیوداروها، تزریق آن‌ها و تصویربرداری در معرض دریافت اشعه هستند [۱]. در بین کارکنان بخش پزشکی هسته‌ای بیماری‌هایی همچون سرطان سمت چپ مغز، کارتارکت و بدخیمی‌های دیگری

[1] Single Photon Emission Tomography
[2] Linear No Threshold
[3] International Commission on Radiological Protection
[4] As Low As Reasonable

گزارش شده است که این سوال را به ذهن می‌آورد که آیا رابطه‌ای بین میزان دز جذبی و ابتلا به بدخیمی‌ها وجود دارد؟ [۲, ۳].

رادیوایزوتوپ‌های تزریقی در بخش پزشکی هسته‌ای ساطع اشعه گاما هستند و از آن‌جا که اشعه گاما در دسته پرتوهای یونیزان قرار می‌گیرد، در برخورد با بافت می‌تواند باعث شکست پیوندهای شیمیایی شود و واکنش‌های نامطلوبی را ایجاد نماید. مدل خطی بدون آستانه قرار گرفتن در معرض هر مقدار پرتو را باعث افزایش ریسک ابتلا به سرطان می‌داند [٤] و اصل ALARA توصیه به پایین نگه داشتن اشعه تا حد ممکن می‌نماید [٥]. با این حال کمیته بین المللی حفاظت در برابر پرتو (ICRP) حد دزی برای عموم مردم و برای پرتوکاران در نظر گرفته است و توصیه می‌نماید که این مقدار برای عموم مردم سالانه از ۱ mSv و برای پرتوکاران از ۲۰ mSv تجاوز نکند که این مقدار، مقدار دز میانگین در ۵ سال است و شخص پرتوکار می‌تواند سالانه تا ۵۰ میلی‌سیورت اشعه دریافت نماید به این شرط که مقدار دز ۵ ساله از ۱۰۰ میلی‌سیورت تجاوز ننماید. هم‌چنین حد دز برای برخی ارگان‌ها از جمله دست نیز مشخص شده است، که این مقدار برای دست پرتوکاران نباید از ۵۰۰ میلی‌سیورت در سال تجاوز کند [٦].

یکی از پرکاربردترین دستگاه‌ها در پزشکی هسته‌ای، دستگاه مقطع نگار رایانه ای تک فوتونی (SPECT) است [۷]. در حال حاضر دو منبع عمده پرتوگیری کارکنان در بخش پزشکی هسته‌ای، رادیوداروهای مورد استفاده در دو دستگاه تشخیصی اسپکت و پت هستند [۷]. اسپکت روشی شناخته شده در بررسی عملکرد مغز، قلب و تشخیص تومورهای بدخیم است. بررسی جریان خون یکی از ویژگی‌های مهم تشخیصی اسپکت است که با استفاده از آن می توان از خون‌رسانی بافت (برای مثال قلب یا مغز) اطمینان حاصل نمود و روند درمانی صحیح را برای بیمار طی نمود. در اسپکت از تابش‌گرهای گاما استفاده می‌شود که عبارتنداز: گزنون ۱۳۳، تکنسیوم ۹۹m، ید ۱۲۳، تالیم ۲۰۱ و فلورین ۱۸. با توجه به نیمه عمر طولانی‌تر رادیواروهای مورد استفاده در اسپکت نسبت به رادیوداروهای مورد استفاده در پت و در نتیجه ماندگاری بیشتر در بدن بیمار، روش پت از نظر ایمنی و حفاظت بر روش اسپکت برتری دارد. فرایند آماده سازی رادیودارو در اسپکت شامل: دوشیدن تکنسیم ۹۹ m از ژنراتور مولیبدن- تکنسیم و نشان‌دار کردن داروهای مختلف جهت اقدامات تشخیصی و آماده‌سازی رادیوایزوتوپ‌ها با اکتیویته‌های بالا با اهداف درمانی است که باعث می‌شود دست کارکنان در معرض اشعه قرار بگیرد. لذا در بخش پزشکی هسته‌ای دست‌ها ارگان‌های در خطر دیگری هستند که باید محافظت شوند. اعداد گزارش شده برای میزان دز دریافتی تمام بدن و دست در مطالعات مختلف در گستره وسیعی قرار گرفته‌اند، به‌طوری که گاهی بسیار ناچیز [۱, ۸] و در برخی مطالعات بالاتر از حد مجاز گزارش شده‌اند [۹, ۱۰].

یکی از برنامه‌های اساسی حفاظت، اندازه‌گیری شدت پرتوزایی در محل‌هایی است که از موارد رادیواکتیو و یا دستگاه‌های مولد پرتو ایکس و گاما استفاده می‌شود. لذا با توجه به این‌که پایش پرسنل می‌تواند قدم مؤثری برای کاهش میزان دز دریافتی آنان و اتخاذ تصمیم‌هایی در جهت برآورده شدن این هدف داشته باشد در این مطالعه بر آن شدیم که با پایش محیطی، پرتوگیری اضافی همراهان و پرسنل و همچنین با پایش فردی پرسنل، میزان دز دریافتی آنان را برآورد و از عدم دریافت دز غیرمجاز آنان اطمینان حاصل نماییم.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. دستگاه و رادیوایزوتوپ‌ها

دستگاه مورد استفاده در این بخش دستگاه اسپکت دو دوربینه و رادیوداروی مورد استفاده تکنسیم بود که داروهای مختلف برای

استفاده در بخش‌های مختلف بدن به وسیله آن نشان‌دار می‌شوند. نیمه عمر تکنسیم ٦ ساعت و انرژی آن ١٤٠ Kev است. تکنسیم از طریق فرایند تبدیل داخلی اشعه گاما گسیل می‌کند. همچنین برای درمان از ید ۱۳۱ در این بخش استفاده می‌شد.

۲.۲. دزیمتری محیطی

با استفاده از دزیمتر RAD DIGI ۳۰۰۰C دز محیطی به مدت دو ماه در چهار بخش پزشکی هسته‌ای مورد پایش قرار گرفت. این دزیمتر از نوع دزیمتر گایگر مولر است که توان تشخیص پرتوهای ایکس و گاما در محدوده انرژی(۱/۵-Mev٤٠Kev) و بتا در محدوده انرژی ۰/۲۵ MeV< را دارا است. حساسیت این دزیمتر $\mu Sv/_h$ ۰/۰۱ است.

۳.۲. دزیمتری فردی تمام بدن

کارکنان شاغل در بخش‌های مختلف پزشکی هسته‌ای با استفاده از دزیمتر فردی فیلم بج، مورد پایش قرار گرفتند و میانگین میزان دز جذب شده در مدت ۲ ماه گزارش گردید. فیلم بج‌ها از ساده‌ترین و قدیمی‌ترین وسایل دزیمتری فردی هستند که از یک قطعه فیلم تشکیل شده‌اند که در درون یک قاب به نام بج قرار می‌گیرند. بج دارای فیلترهای فلزی از جنس و دانسیته‌های مختلف است. بج‌ها بر روی لباس در قسمت سینه نصب می‌شوند. بزرگ‌ترین عیب فیلم بج عدم امکان ارزیابی مقدار دز در همان موقع است و فیلم بج‌ها معمولاً به صورت ۲ ماه یک‌بار به شرکت‌های دزیمتری ارسال و نتایج آن‌ها به مرکز گزارش می‌شود. در این مطالعه نتایج شش ماهه دزیمتری دریافت و میانگین دو ماهه آن‌ها محاسبه گردید.

٤.۲. دزیمتری اندام‌ها

با هدف برآورد میزان دز دریافتی پرتوکاران در ناحیه دست، دزیمتری با دزیمتر انگشتان‌های Lif:Mg,Cu,P (GR-۲۰۰) به مدت ۲ ماه برای سه نفر از پرسنل که در تماس با رادیودارو با هدف آماده سازی، انتقال و جابجایی رادیوداروها قرار داشتند انجام گرفت. یک دزیمتر برای اندازه‌گیری تابش زمینه در محلی دور از اشعه نگهداری شد. دزیمترهای انگشتان‌های از نوع ترمولومینسانس دزیمتر بودند که بعد از ۲ ماه جهت قرائت با دستگاه TLD Reader به شرکت دزیمتری ارسال گردید.

۵.۲. محاسبات

داده‌ها در نرم‌افزار SPSS۲۱ ثبت و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

۳. یافته‌ها و بحث

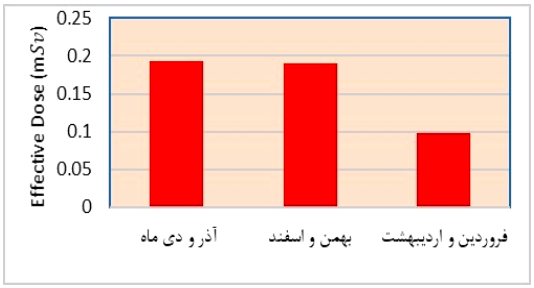
کارکنان بخش پزشکی هسته‌ای در طول آماده‌سازی رادیودارو، تزریق، انجام تصویربرداری در معرض دریافت اشعه هستند. با توجه به پایش محیطی انجام شده در طی ۲ ماه، داده‌ها بیش‌ترین میزان آهنگ دز را در اتاق هات لب و کم‌ترین در اتاق اسکن نشان داد. که این نتیجه با مطالعات گذشته هم‌خوانی دارد [۸، ۹]، که این بالاتر بودن آهنگ دز در هات لب ناشی از نوع فعالیت انجام شده در این بخش است که فرآیند آماده‌سازی دارو در آن اتفاق می‌افتد. با توجه به این موضوع می‌توان گفت که عمده دز دریافتی پرسنل در بخش هات لب اتفاق می‌افتد. که این موضوع می تواند هم به‌علت زمان بیشتر موردنیاز برای آماده سازی دارو و هم اکتیویته بالاتر موادی که با آن سرو کار دارند باشد. کم‌ترین، بیش‌ترین و میانگین آهنگ دز به تفکیک هر بخش در جدول ۱ گزارش شده است. میانگین آهنگ دز در ٤ بخش (اتاق تست ورزش، هات لب، اتاق تزریق، اتاق اسکن) ۰/۳ میکرو سیورت بر ساعت به‌دست آمد که این میزان در مقایسه با آهنگ دز مجاز ۱۰ میلی‌سیورت در ساعت (با توجه به حد مجاز ۲۰ میلی‌سیورت در سال برای کارکنان و ۵۰ هفته کاری در سال و ۵ روز در هفته و شیفت‌های ۸ ساعته)، ناچیز خواهد بود. این میزان آهنگ دز به‌دست آمده در حد تابش زمینه است و حضور

در چنین مکانی برای همراهان و پرسنل خطرزا نخواهد بود. کارکنان شاغل در این بخش به‌صورت دوره‌ای در بخش‌های مختلف حضور داشتند که این می تواند در توزیع دز بین کارکنان و جلوگیری از دریافت دز بیش از اندازه توسط یک پرسنل مؤثر باشد.

جدول (۱): میزان آهنگ دز در اتاق‌های مختلف بخش پزشکی هسته‌ای (برحسب $\mu Sv/h$).

بخش	کمترین آهنگ دز	بیشترین آهنگ دز	مقدار میانگین
اتاق اسکن	۰/۰۸	۰/٤۰	۰/۲۰
اتاق ورزش	۰/۲۰	۰/۳٤	۰/۲۳
اتاق تزریق	۰/۱٤	۰/۷٤	۰/۳۲
هات لب	۰/۱۱	۱/۷۷	۰/٤٦

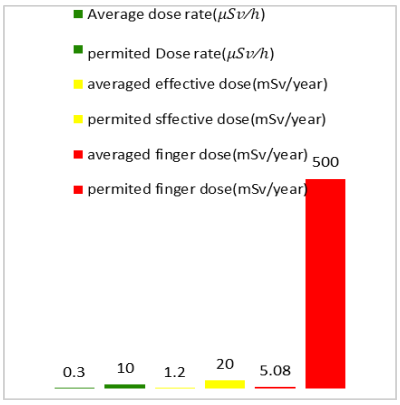
برای اندازه‌گیری دز تمام بدن افراد شاغل در بخش پزشکی هسته‌ای دزیمتر فردی فیلم بج، مورد استفاده قرار گرفت و میزان میانگین دز جذب شده Hp(۱۰) در مدت شش ماه ۰/٤۸۱ میلی‌سیورت گزارش گردید. بنابراین دز جذبی برای مدت یک سال ۰/۹٦۲ میلی‌سیورت خواهد بود که با مقدار حد مجاز اعلام شده (۵۰ میلی‌سیورت) تفاوت معناداری دارد. (P‹۰/۰۰۱) لازم به ذکر است دز دریافتی هیچ یک از کارکنان از حد مجاز سالیانه تجاوز نمی‌کرد. با بررسی شش ماهه نتایج فیلم بج کارکنان، عدد ۰/۷ mSv در دو ماه بالاترین عدد گزارش شده در این مدت بود که عدد سالانه ٤/۲mSv را نتیجه خواهد داد که باز هم از ۵۰٪ حداکثر دز مجاز کم‌تر خواهد بود. میزان میانگین دز در بازه‌های دو ماهه به تفکیک در نمودار شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل (۱): مقدار میانگین دز مؤثر Hp(۱۰) به تفکیک ماه.

میانگین دز مؤثر سالانه همچون بسیاری از مطالعات انجام شده در کشورهای مختلف از حد مجاز کمتر بود [۱، ۱۳-۱۱]. طبیعی است به دلیل حجم کاری متفاوت در بخش های مختلف اعداد گزارش شده یکسان نبود.

با استفاده از دزیمتر انگشتان‌های ترمولومینسانس، میانگین دز جذب شده در دست ۰/٦۳۵ میلی سیورت در ماه به دست آمد، که برای یک سال معادل ۵/۰۸ میلی سیورت است که با مقدار حد مجاز اعلام شده (۵۰۰ میلی سیورت) تفاوت معناداری دارد. (P‹۰/۰۰۱) با این وجود توصیه می‌شود جهت پایش پرتوکاران علاوه بر فیلم بج، از دزیمتر انگشتان‌های برای کنترل میزان پرتوگیری دست پرتوکاران استفاده شود. چرا که با بالا رفتن حجم کار و تغییر رادیوداروها، ممکن است میزان دز دریافتی از این مقدار بیش‌تر شود. همچنان که در بسیاری از مطالعات انجام شده، دز دریافتی دست بالاتر از حد مجاز گزارش شده است [۹، ۱۰، ۱٤]. مطالعات نشان می دهد که بخش عمده پرتوگیری کارکنان پزشکی هسته‌ای، در هنگام آماده سازی رادیودارو اتفاق می‌افتد [۱]، بنابراین استفاده از انژکتور اتوماتیک می تواند نقش مهمی در کاهش دز دریافتی دست و تمام بدن داشته باشد. مقایسه میزان دز تمام بدن، آهنگ دز و دز دست با مقادیر مجاز اعلام شده در نمودار شکل ۲ نمایش داده شده است.



شکل (۲): مقایسه میزان دز تمام بدن، آهنگ دز و دز دست با مقادیر مجاز اعلام شده.

مطالعات نشان می‌دهد در بخش‌های مختلف تشخیصی هم‌چون رادیولوژی مداخله‌ای اتاق عمل، دز به‌دست آمده برای کارکنان بخش پزشکی هسته‌ای نسبت به سایر کارکنان بالاتر بوده است [۱۱، ۱۵]. لذا شاید لازم باشد در بخش پزشکی هسته‌ای، اصول حفاظتی با دقت بیشتری رعایت گردد.

٤. نتیجه‌گیری

اعداد به‌دست آمده برای میانگین آهنگ دز، میانگین دز مؤثر سالانه و دز مؤثر دست همگی کمتر از حد مجاز اعلام شده توسط کمیته بین المللی حفاظت پرتوی هستند. با این حال با توجه به این‌که هیچ میزان دزی ایمن نیست و افزایش حجم کاری می تواند به بالاتر رفتن میزان دز دریافتی به‌ویژه برای دست شود، طبق اصل ALARA رعایت اقدامات حفاظتی بیش‌تری لازم است تا دز را تا جای ممکن کاهش دهد. همچنین استفاده از انژکتور اتوماتیک می‌تواند نقش مؤثری در کاهش دز دریافتی دست داشته باشد. علاوه بر آن توصیه می‌شود که برای پایش میزان قرارگیری دست پرتوکاران در معرض تابش، استفاده از دزیمتر انگشتان‌های به یک روتین کاری تبدیل گردد.

۵. تشکر و قدردانی

نتایج ارائه شده حاصل طرح تحقیقاتی اجرا شده در دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی با کد اخلاق IR.ABADANUMS.REC.1400.060 است.

٦. مراجع

1. M. Alkhorayef, et al. Assessment of occupational exposure and radiation risks in nuclear medicine departments. *Radiat. Phys. Chem*. 17 (2020) 108529.
2. A. Roguin, J. Goldstein, O. Bar. Brain tumours among interventional cardiologists: a cause for alarm. Report of four new cases from two cities and a review of the literature. *EuroIntervention* 7 (9) (2012) 1081-1086.
3. E. Vano, et al. Radiation cataract risk in interventional cardiology personnel. *Radiat. Res.* 174 (4) (2010) 490-495.
4. M. Doss. Linear no-threshold model vs. radiation hormesis. *Dose Response* 11 (4) (2013) 495-512.
5. NCRP, National Council on Radiation Protection and Measurements, Implementation of the principle of as low as reasonably achievable (ALARA) for medical and dental personnel, NCRP Report 107, National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, Maryland, 1990.
6. *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP publication 103. Ann ICRP. 37 (2-4) (2007) 1-332.
7. D. W. Townsend. Combined positron emission tomography–computed tomography: the historical perspective. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI* 29 (4) (2008) 232-235.
8. M. Alnaaimi, et al. Occupational radiation exposure in nuclear medicine department in Kuwait. *Radiat. Phys. Chem*. 140 (2017) 233-236.
9. A. Kubo, C. Mauricio. TLD occupational dose distribution study in nuclear medicine. *Radiat. Measurements* 71 (2014) 442-446.
10. W. Chruscielewski, J. Olszewski, J. Jankowski, M. Cygan. Hand exposure in nuclear medicine workers. *Radiat. Protection Dosimetry* 101 (1-4) (2002) 229-232.
11. A. Al-Abdulsalam, A. Brindhaban. Occupational radiation exposure among the staff of departments of nuclear medicine and diagnostic radiology in Kuwait. *Med. Princ. Pract.* 23 (2) (2014) 129-133.
12. M. Martins, et al. Occupational exposure in nuclear medicine in Portugal in the 1999–2003 period. *Radiat. Protection Dosimetry* 125 (1-4) (2007) 130-134.
13. W. Weizhang, et al. Occupational exposures of Chinese medical radiation workers in 1986–2000. *Radiat. Protection Dosimetry* 117 (4) (2005) 440-443.
14. J. Jankowski, J. Olszewski, K. Kluska, Distribution of equivalent doses to skin of the hands of nuclear medicine personnel. *Radiat. Protection Dosimetry* 106 (2) (2003) 177-180.
15. A. Almanie, S. Bachary. Evaluation the radiation exposure of the surgical team from C-arm during orthopedic surgical procedures. 1st Int. Conf. Occupational Health and Safety in Hospitals and Healthcare Centers. Shiraz Uni. Med. Sci. (2021) p. 86.