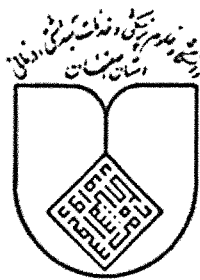


کتابخانه مرکزی
دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
شماره ثبت: ۱۴۴۳۷
تاریخ ثبت: ۲۵/۴/۱۳۹۳



دانشکده پزشکی

گروه فیزیک پزشکی

میزان پسماندهای رادیواکتیو به تفکیک نوع پسماند و به ازاء هر بیمار، برای سه
اسکن استخوان، ریه و تیروئید در بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان سیدالشهدا

شماره طرح: ۳۹۲۴۵۹

نویسنده:

توحید دهقانی

تحت راهنمایی:

دکتر محمد باقر توکلی

استاد مشاور: دکتر زهرا شاهی

اسفند ماه ۹۲

فهرست مطالب

چکیده فارسی.....الف

فصل اول: مقدمه

۱-۱: پزشکی هسته‌ای.....۲

۱-۲: اسکن استخوان با تکنسیم متصل شده به متیلن دی فسفات ($^{99m}Tc - MDP$).....۲

۱-۳: اسکن پرفیوژن ریه با تکنسیم متصل شده به macro aggregated albumin ($^{99m}Tc - MAA$).....۲

۱-۴: اسکن تیروئید با تکنسیم خالص.....۳

۱-۵: طبقه‌بندی پسماندهای پرتوزا.....۳

۱-۵-۱: طبقه‌بندی بر اساس حالت فیزیکی.....۴

۱-۵-۲: طبقه‌بندی بر اساس غلظت و میزان پرتوزایی.....۴

۱-۶: بیان مسأله، مروری بر متون، توجه اهمیت و انتخاب موضوع.....۴

۱-۷: اهداف، سوالات و فرضیات پژوهشی.....۴

۱-۷-۱: هدف کلی طرح.....۷

۱-۷-۲: اهداف جزئی طرح.....۷

۱-۷-۳: هدف کاربردی.....۷

۱-۷-۴: سوالات و فرضیات پژوهشی.....۷

فصل دوم: مواد و روش

۲-۱: دستگاه‌های مورداستفاده در این تحقیق.....۹

۲-۱-۱: دستگاه دوز کالیبراتور (CRC-15R).....۹

۲-۱-۲: ترازوی sartorius مدل (GC803S).....۱۰

- ۲-۲: روش انتخاب بیماران..... ۱۱
- ۲-۳: روش تهیه رادیودارو برای انجام اسکن استخوان، ریه و تیروئید..... ۱۱
- ۲-۴: پسماندهای اسکن استخوان..... ۱۲
- ۲-۵: پسماندهای اسکن ریه..... ۱۲
- ۲-۶: پسماندهای اسکن تیروئید..... ۱۲
- ۲-۷: محاسبه زمان لازم برای نگه‌داری پسماندها در ظروف سربی..... ۱۳

فصل سوم: نتایج

- ۳-۱: اکتیویته پسماندهای بدست آمده به تفکیک سه اسکن استخوان، ریه و تیروئید..... ۱۵
- ۳-۲: میانگین پسماندهای مختلف اسکن استخوان..... ۲۱
- ۳-۳: میانگین پسماندهای مختلف اسکن ریه..... ۲۲
- ۳-۴: میانگین پسماند اسکن تیروئید..... ۲۳
- ۳-۵: مقایسه میانگین اکتیویته پسماند کیت MDP در اسکن استخوان با کیت MAA در اسکن ریه..... ۲۳
- ۳-۶: مقایسه میزان اکتیویته پسماندهای سه اسکن استخوان، ریه و تیروئید..... ۲۳
- ۳-۷: وزن و اکتیویته برگرم پسماند اسکن های استخوان، ریه و تیروئید..... ۲۴

فصل چهارم: بحث و نتیجه‌گیری

- بحث و نتیجه‌گیری..... ۲۶
- پیشنهادات..... ۲۸

فصل پنجم: فهرست منابع

- مراجع و منابع..... ۳۰
- چکیده انگلیسی..... ۳۲

چکیده

مقدمه: پسماندهای پرتوزا به دلیل خصوصیات و ویژگی‌های منحصر به فرد خود لازم است طبق معیارها و ضوابط مخصوص، مورد عملیات قرار گرفته و سپس نگهداری یا دفع شوند. این تحقیق با هدف اندازه‌گیری و مقایسه میزان پسماندهای رادیواکتیو ناشی از استفاده ^{99m}Tc در سه اسکن استخوان، ریه و تیروئید در بخش تشخیصی پزشکی هسته‌ای بیمارستان سیدالشهدا انجام گرفت.

روش: این تحقیق یک مطالعه توصیفی-مقطعی می‌باشد و بدین گونه انجام شد که پسماندهای رادیواکتیو ناشی از سه نوع اسکن استخوان، ریه و تیروئید برای ۹۹ بیمار در بخش پزشکی هسته‌ای که شامل کیت MDP، کیت MAA، سرنگ ۵ سی‌سی، سرنگ ۲/۵ سی‌سی، نیدل و پنبه بود، به صورت جداگانه جمع‌آوری شد و سپس با دستگاه دوز کالیبراتور مدل (CRC-15R) اندازه‌گیری گردید. همچنین وزن پسماندها بر حسب گرم بدست آمد. داده‌های جمع‌آوری شده پس از ورود به نرم‌افزار SPSS-20 با استفاده از آزمون‌های آماری (آزمون کراسکال والیس و من-و-یتنی) تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: یافته‌های حاصل از این تحقیق نشان داد پسماند اسکن استخوان ۹ گرم به ازاء هر بیمار و اکتیویته (۷۹/۶۶ MBq/gr) (۷۱۸/۲ ± ۵۹۱/۶) مگابکرل، اسکن ریه ۱۳ گرم با اکتیویته (۲۴ MBq/gr) (۳۱۴/۵ ± ۱۷۵/۴) مگابکرل و تیروئید ۴ گرم با اکتیویته (۲۲/۲ MBq/gr) (۲۰/۳ ± ۱۰/۷) مگابکرل می‌باشد. بین پسماندهای اسکن استخوان نیز تفاوت معنی‌داری وجود دارد و کیت MDP با میانگین $584/6 \pm 584/6$ مگابکرل بیشترین و پنبه با $2/2 \pm 2/2$ مگابکرل کمترین مقدار را دارا می‌باشد. در مورد اسکن ریه کیت MAA با مقدار $164/6 \pm 265/3$ مگابکرل بیشترین و سرنگ ۵ سی‌سی با $7/8 \pm 12/2$ مگابکرل کمترین مقدار اکتیویته را دارا می‌باشد. پسماند اسکن تیروئید شامل سرنگ ۲/۵ با مقدار $10/7 \pm 20/3$ مگابکرل و اکتیویته پنبه تقریباً صفر بود.

نتیجه‌گیری: ICRP حد مجاز پسماند رادیواکتیو را کمتر از 10^4 Bq/gr در نظر گرفته است. مقدار متوسط اکتیویته پسماند این سه اسکن $68/33$ MBq/gr می‌باشد، که پسماندهای اسکن استخوان حدود ۸۰٪ موارد را نسبت به دو اسکن دیگر شامل می‌شود. با توجه به این اطلاعات، این پسماندها باید به مدت تقریباً ۷۷ ساعت در ظروف سربی نگهداری شده تا به سطح زیر حد مجاز رسیده و بعد از آن می‌توان با پسماندهای دیگر بیمارستان آنها را دفع کرد. همچنین می‌توان نتیجه گرفت زمان نگهداری و دفع پسماندها به تعداد اسکن‌ها بستگی نداشته و فقط به نوع اسکن وابسته است، چون اکتیویته بر گرم برای اسکن‌های مختلف متفاوت است.

کلمات کلیدی: پسماند رادیواکتیو، اسکن استخوان تمام بدن، اسکن ریه، اسکن تیروئید، تکنسیم-۹۹.

فصل پنجم

فهرست منابع

مراجع و منابع:

- 1-Siegel J. Guide for Diagnostic Nuclear Medicine: Nuclear Regulatory Commission Regulation of Nuclear Medicine. Society of Nuclear Medicine, Samuel Morse Drive Reston 2001; 12: 2019-5316.
- 2-Foens C, Fairobent L, Guiberteau J. Changes to the NRC rule governing the medical use of radioisotopes and implications for radiologic practice. J am Coll Radiol 2006; 3:96-101.
- 3-Fogelman I, Bessent G, Cohen N, et al. Skeletal uptake of disphosphonate method for prediction of postmenopausal osteoporosis. J Nucl Med 1980; 42:667-670
- 4-Hyldstrup l. 24 hour whole body retention of ^{99m}Tc -methylene-disphosphonate in the assessment of bone formation. Danish med bull 1989; 36:349-358
- 5-William E. B. et al. Fundamental of Diagnostic Radiology. 3rd ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2006. P. 1265.
- 6- Jindal SE. Handbook of Pulmonary & Critical Care Medicine: JP Medical Ltd; 2012. p. 391.
- 7-Zeissman H, O' Mally J and Thrall J. Nuclear Medicine. 4th ed. USA: Elsevier Saunders; 2013. P. 72.
- 8-Dunphy E. J. Current Surgical Diagnosis and Treatment. 6th ed. California: Lange Medical Publication; 1983. P. 89.
- 9-William E. B. et al. Fundamental of Diagnostic Radiology. 3rd ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2006. P. 1007.
- 10- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Management of Small Quantities of Radioactive Waste, IAEA, TECDOC-1041, Vienna; 1998. P.3.
- 11-INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of Radioactive Waste, No. GSG-1, Vienna; 2009. P. vii.
- 12-INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Management of Small Quantities of Radioactive Waste, IAEA, TECDOC-1041, Vienna; 1998. P.4.
- 13-INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, the Principles of Radioactive Waste Management, IAEA, Saf. Ser. No.111-f, Vienna; 1995

- 14-Tabish SA. Hospital Infection Control: Conceptual Framework. Academia Publishers; Ecohealth: Management of Biomedical Waste; 2005. p. 139–145.
- 15-Shahbazi, G. D. Medical Physics and Introduction. Isfahan: Medical University of Isfahan; 1387. p.182.
- 16- Murthy BKS. BARC; Mumbai Operational limits. Training workshop on Radiation Safety in Nuclear Medicine and RSO Certification Examination; 2000. p. 6.1-6.6.
- 17- Privacy Policy, "High-level Waste Disposal". February 13, 2007.
- 18- Khan, S. et al. "Radioactive waste management in a hospital." International journal of health sciences. 2010; 4(1): 39.
- 19-Woolridge, A. C. et al. "Developing a methodology for the systematic analysis of radioactive healthcare waste generation in an acute hospital in the UK." Resources, Conservation and Recycling. 2008; 52(10): 1198-1208.
- 20-Sharafi, A. K. et al. "A Study on Contamination Resulted in Radioactive Materials in Nuclear Medicine Departments of Tehran". Iranian Journal of Medical Physics". 2004; 1(3): 37-43. [In Persian]
- 21-Chandra R. Nuclear medicine physics: the basic. 1998; Williams and Wilkins; Baltimore, USA
- 22- Precision Weighing Balance. [homepage on the Internet]. Massachusetts: Online source for balances, scales & calibration weights, Sartorius Co; 2014 [updated 2014 Feb]. Available from: <http://sartorius.balances.com/>.
- 23- Hayat M. A. Cancer imaging: Lung and breast carcinomas. Academic Press; 2007. p. 424.
- 24-Habibian, R. et al. Nuclear Medicine Imaging (A Teaching File). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2012. P. 262-263.
- 25-Becker L. K. Principles and Practice of Endocrinology and Metabolism. 3rd ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2001. P. 336.

Measure of Radioactive Waste by Type Separation for Whole Body Bone Scan, Lung and Thyroid Scan in Nuclear Medicine Department of Seyedoshohada Hospital, Isfahan, Iran

Introduction: Radioactive waste, because of special properties and characteristics, are needed to be treated and then retained or removed according to specific criteria and instructions. The aim of this study was measurement and comparison of radioactive waste amount resulted in using ^{99m}Tc for whole body bone scan, lung and thyroid scan in nuclear medicine department of Seyeshohada Hospital, Isfahan, Iran.

Methods: This research is a cross-sectional study has done as follows: Radioactive wastes resulted from whole body bone scan, lung and thyroid scan for 99 patients in nuclear medicine department were separately collected and then measured by CRC-15R dose calibrator instrument. The weight of waste was also obtained in terms of grams. Collected data were analyzed after entrance to SPSS-20 software and using statistical tests (kruskal-wallis and mann-whitney).

Results: It has been shown that the average waste of every patient was (47.73 MBq/gr) activity in bone scan, (24 MBq/gr) activity for lung scan and thyroid scan which its activity was (22.2 MBq/gr).

Conclusion: The limit of radioactive waste has been introduced by ICRP is less than 104 Bq/gr. In this study, total wastes were 68.33 MBq and the bone scan waste includes about 80% of all three scans. Having considered this information, these wastes should be kept about 77 hours in a lead container to be reached under safe level and then could be disposed with other hospital wastes.

Key Words: Radioactive waste, Whole body bone scan, Lung scan, Thyroid scan, ^{99m}Tc .

میزان پسماندهای رادیواکتیو به تفکیک نوع پسماند برای سه اسکن استخوان تمام بدن، ریه و تیروئید در بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان سیدالشهدا

دکتر محمدباقر توکلی^۱، دکتر زهرا شاهی^۲، توحید دهقانی مبارکه^۳

چکیده

مقدمه: پسماندهای پرتوزا به دلیل خصوصیات و ویژگی‌های منحصر به فرد خود لازم است طبق معیارها و ضوابط مخصوص، مورد عملیات قرار گرفته و سپس نگهداری یا دفع شوند. این تحقیق با هدف اندازه‌گیری و مقایسه میزان پسماندهای رادیواکتیو ناشی از استفاده ^{99m}Tc در سه اسکن استخوان، ریه و تیروئید در بخش تشخیصی پزشکی هسته‌ای بیمارستان سیدالشهدا انجام گرفت.

روش: این تحقیق یک مطالعه توصیفی-مقطعی می‌باشد و بدین گونه انجام شد که پسماندهای رادیواکتیو ناشی از اسکن‌های استخوان، ریه و تیروئید برای ۹۹ بیمار در بخش پزشکی هسته‌ای به صورت جداگانه جمع‌آوری شد و سپس با دستگاه دوز کالیبراتور مدل (CRC-15R) اندازه‌گیری گردید. همچنین وزن پسماندها بر حسب گرم بدست آمد. داده‌های جمع‌آوری شده پس از ورود به نرم‌افزار SPSS-20 با استفاده از آزمون‌های آماری (آزمون کراسکال والیس و من-ویتنی) تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: یافته‌های حاصل از این تحقیق نشان داد پسماند اسکن استخوان $79/66 MBq/gr$ ، اسکن ریه $24 MBq/gr$ و تیروئید $22/2 MBq/gr$ می‌باشد.

نتیجه‌گیری: ICRP حد مجاز پسماند رادیواکتیو را کمتر از $10^4 Bq/gr$ در نظر گرفته است. مقدار متوسط اکتیویته پسماند این سه اسکن $68/33 MBq/gr$ می‌باشد، که پسماندهای اسکن استخوان حدود 80% موارد را نسبت به دو اسکن دیگر شامل می‌شود. با توجه به این اطلاعات، این پسماندها باید به مدت تقریباً ۷۷ ساعت در ظروف سربی نگهداری شده تا به سطح زیر حد مجاز رسیده و بعد از آن می‌توان با پسماندهای دیگر بیمارستان آنها را دفع کرد.

کلمات کلیدی: پسماند رادیواکتیو، اسکن استخوان تمام بدن، اسکن ریه، اسکن تیروئید، تکنسیم-۹۹.

۱. استاد گروه فیزیک و مهندسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
۲. استادیار گروه فیزیک و مهندسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه فیزیک و مهندسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

نویسنده مسئول: توحید دهقانی مبارکه Email: tohid21dehghany@yahoo.com

مقدمه

استفاده از مواد پرتوزا در پزشکی، صنایع، تحقیقات و کشاورزی، همانند صنایع دیگر همراه با تولید مواد زاید و ضایعات بدون استفاده (پسماند) می‌باشد (۱).

پسماندهای پرتوزا در انواع مختلفی از وسایل تولید می‌شوند و می‌توانند در محدوده گسترده‌ای از رادیونوکلیدها به شکل های مختلف فیزیکی و شیمیایی به وجود آیند (۲). مدیریت پسماند رادیواکتیو در کشورهای مختلف، متفاوت و به میزان و انواع تولید پسماند رادیواکتیو در آن کشور و نحوه اجرای قوانین بستگی دارد (۳).

استفاده از مواد رادیواکتیو در موارد تشخیصی و درمانی در بیمارستان‌ها رو به افزایش است. ^{131}I و $^{99\text{m}}\text{Tc}$ از مهم‌ترین و پرکاربردترین رادیوایزوتوپ‌های مورد استفاده در بیمارستان و می‌باشد (۴).

از امور مهم بخش‌های پزشکی هسته‌ای مدیریت پسماندهای بیمارستانی و دفع ایمن پسمانهای رادیواکتیو می‌باشد. هدف اصلی از مدیریت پسماندهای رادیواکتیو آن است که دوز بیماران، پرتوکاران، عموم جامعه و محیط زیست از حدود تعیین شده بیشتر نباشد (۵).

مواد زاید رادیواکتیو از لحاظ میزان پرتوزایی به سطوح مختلفی تقسیم می‌شوند که شامل مواد زاید رادیواکتیو با تراز پایین، تراز متوسط و تراز بالا می‌باشند. مواد زاید با تراز پایین دارای اکتیویته کم می‌باشد و در بسیاری از صنایع، بیمارستان‌ها و مراکز آموزشی و پزشکی، آزمایشگاههای دولتی و خصوصی و مانند آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (۷ و ۶). اغلب پسماندهای رادیواکتیو در بخش پزشکی هسته‌ای مایع، مقدار کمی جامد و مقدار کمتری از آن‌ها به صورت گاز می‌باشند. عمده اسکن‌های تشخیصی پزشکی هسته‌ای بیمارستان سیدالشهداء اصفهان با رادیوایزوتوپ تکنسیم انجام می‌شود. در اسکن‌های مورد نظر ما که شامل اسکن استخوان، ریه و تیروئید بوده، مقادیر متفاوتی از رادیوایزوتوپ تکنسیم استفاده می‌شود. پسماندهای جامد که بعد از اسکن‌های استخوان تمام بدن، ریه و تیروئید به وجود می‌آیند به شکل سرنگ، نیدل، پنبه، ویال، دستکش‌های آلوده و مواد جاذب می‌باشد. دانستن نوع پسماند و میزان اکتیویته این پسماندها می‌تواند در نحوه دفع ایمن این پسماندها و همچنین در کاهش پرتوگیری کارکنان، بیماران، خدمه بیمارستان و همچنین عموم مردم نقش بسزایی داشته باشد.

تا کنون مطالعاتی در زمینه مدیریت پسماندهای رادیواکتیو و همچنین میزان آلودگی بخش‌های پزشکی هسته‌ای از جنبه‌های متفاوت و به صورتهای مختلف انجام شده است.

در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۰ در هند توسط خان و همکارانش انجام شد به اهمیت مدیریت پسماندهای رادیواکتیو، همچنین کمیت و کیفیت پسماندهای تولیدشده و دفع ایمن پسماندهای رادیواکتیو بر اساس قوانین آژانس بین‌المللی انرژی اتمی اشاره شده است (۸).

در مطالعه‌ای دیگر که توسط ولریج در کشور انگلستان انجام شد، میزان پسماندهای رادیواکتیو در طول یک سال برای شش نوع رادیوایزوتوپ به دست آمد و همچنین شیوه‌های مدیریت پسماندهای رادیواکتیو بررسی شد (۹).

در تحقیقی که در خصوص بررسی آلودگی به مواد رادیواکتیو در مراکز پزشکی هسته‌ای تهران توسط شرفی و همکاران انجام گرفته، میزان آلودگی به مواد رادیواکتیو در اتاق تزریق و سطح دستگاه دوزکالیبراتور بالاتر از بقیه قسمت‌ها به دست آمده است (۱۰).

در مطالعه‌ای که سال ۲۰۰۸ توسط الحاجی و همکاران در بیمارستان کینگ فیصل عربستان انجام شد، تاثیر محل و اندازه انبار پسماند رادیواکتیو بر

میزان پرتوگیری کارکنان بیمارستان مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌ها نشان داد هرچه انبار پسماندها بزرگ‌تر و دور از محل عبور کارکنان باشد میزان پرتوگیری کمتر خواهد بود (۱۱).

با توجه به این که در بخش‌های پزشکی هسته‌ای در ایران تاکنون میزان پسماندهای رادیواکتیو بیماران به تفکیک اسکن‌های مختلف و همچنین به تفکیک نوع پسماند رادیواکتیو انجام نشده است، بدین منظور در تحقیق حاضر میزان پسماند رادیواکتیو بیمارانی که برای اسکن‌های استخوان تمام بدن، ریه و تیروئید به بیمارستان سیدالشهداء مراجعه کردند به تفکیک نوع پسماند و نوع اسکن مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش

این تحقیق یک مطالعه توصیفی-مقطعی می‌باشد که بر روی ۹۹ بیمار که برای اسکن‌های استخوان تمام بدن، ریه و تیروئید به بخش پزشکی هسته‌ای بیمارستان سیدالشهداء اصفهان مراجعه کرده بودند انجام شد. در اسکن استخوان تمام بدن که از ۲۱ بیمار زن و ۱۲ بیمار مرد در محدوده سنی ۳۰ تا ۷۵ ساله گرفته شد برای هر بیمار ۱۴۱۰-۷۴۰ مگابکرل $^{99m}Tc - MDP$ (۱۲) و برای اسکن ریه که شامل ۱۳ بیمار زن و ۲۰ بیمار مرد در محدوده سنی ۴۵ تا ۷۰ بودند، ۱۱۱-۱۸۵ مگابکرل $^{99m}Tc - MAA$

گیرد. پسماندهای اسکن ریه، شامل: سرنگ ۵ سی سی، کیت MAA و سرنگ ۲/۵ سی سی می باشد. سرنگ ۵ سی سی مانند اسکن استخوان به تعداد کیت ها می باشد و برای آماده کردن کیت یعنی کشیدن ماده رادیواکتیو و تزریق داخل کیت استفاده می شود. از سرنگ ۲/۵ سی سی نیز برای تزریق ماده رادیواکتیو به هر بیمار استفاده شد. از آنجائی که اکثر بیماران ریه که در بیمارستان بستری بودند، برانول^۱ داشتند، از پنبه برای آنها استفاده نمی شد. همچنین برای این بیماران از نیدل اضافه هم استفاده نمی شد. پسماند اسکن تیروئید سرنگ ۲/۵ سی سی می باشد. اسکن تیروئید کیت ندارد و برای انجام آن از تکنسیم خالص استفاده شده و همچنین پنبه استفاده شده فاقد اکتیویته بود. میزان اکتیویته دستکش یکبار مصرف، به همراه سرنگ ۲/۵ سی سی اندازه گیری شد. هر کیت MAA حداکثر برای سه بیمار و تا ۱۱۱۰ مگابکرل و به کیت MDP حداکثر ۱۱۱۰۰ مگابکرل تکنسیم می توان اضافه نمود. پس از پایان کار مربوط به هر بیمار، اکتیویته پسماندهای رادیواکتیو به جا مانده از هر یک از بیماران که شامل سرنگ، نیدل، پنبه و دستکش بودند به وسیله دستگاه دوز کالیبراتور به طور جداگانه اندازه گیری شده و

(۱۳) و برای اسکن تیروئید که از ۱۸ بیمار زن و ۱۵ بیمار مرد در محدوده سنی ۳۰ تا ۵۰ سال گرفته شد، حدود ۱۸۵ مگابکرل ماده رادیواکتیو (۱۴) استفاده شد. بر اساس نوع اسکن، ماده رادیواکتیو به وسیله سرنگ از کیت مورد نظر برداشته شده و جهت صحت میزان اکتیویته در دستگاه دوز کالیبراتور مدل (CRC-15R) قرار داده شد. زمانی که صحت میزان رادیواکتیوته مورد تایید قرار گرفت، دارو از طریق چین قدامی آرنج تزریق داخل وریدی شد. بیماران پس از آن به اتاق انتظار وارد شده و تا زمان گرفتن اسکن در آنجا ماندند. وسایلی که برای کار استفاده شدند شامل: سرنگ، گارو، نیدل، کیت MAA، کیت MDP، پنبه، چسب، دستکش یکبار مصرف، شیلد سرنگ و الکل می باشند. پس از پایان کار پسماندهای اسکن استخوان، شامل سرنگ ۵ سی سی، کیت MDP، سرنگ ۲/۵ سی سی، نیدل و پنبه بودند. سرنگ های ۵ سی سی که به تعداد کیت ها می باشد، برای آماده کردن کیت یعنی کشیدن ماده رادیواکتیو و تزریق داخل کیت استفاده و از سرنگ ۲/۵ سی سی برای تزریق ماده رادیواکتیو به هر بیمار استفاده می شود. نیدل ذکر شده نیز در واقع یک نیدل اضافه می باشد که بعد از کشیدن دارو به وسیله سرنگ، نیدل آن عوض می شود تا با یک نیدل تمیز تزریق صورت

۱. وسیله ای است که داخل رگ به منظور تزریق دارو یا سرم گذاشته می شود.

ثبت شدند. کیت‌های MAA و MDP در ساعت یک بعدازظهر یعنی زمانی که دیگر از آنها استفاده نمی‌شد جمع آوری شده و اکتیویته آن‌ها به وسیله دوز کالیبراتور اندازه‌گیری شد. از آنجائی که پسماند کیت‌های MDP و MAA (برای اسکن‌های استخوان و ریه) و همچنین سرنگ ۵ سی سی در هر روز بررسی، بین چند بیمار مشترک بود، ابتدا پسماند این کیت‌ها به تعداد بیماران مختص آن کیت تقسیم شد و عدد به دست آمده به عنوان پسماند کیت هر بیمار در نظر گرفته شد. در پایان کار وزن پسماندهای سه اسکن بر حسب گرم نیز به وسیله ترازوی sartorius مدل (GC803S) اندازه‌گیری شدند. داده های جمع آوری شده پس از ورود به SPSS-20 استفاده از آزمون‌های آماری (کراسکال والیس و من - ویتنی) تجزیه و تحلیل شدند.

با توجه به این که برای پسماندهای اسکن استخوان حاصل از بیماران مختلف $p - value < 0.0001$ می‌باشد بین پسماندهای اسکن استخوان بیماران مختلف تفاوت معنی داری وجود دارد و کیت MDP با میانگین $584/6 \pm 584/6$ مگابکرل بیشترین و پنبه با $2/2 \pm 2/2$ مگابکرل کمترین مقدار را دارا می‌باشد. برای بررسی اختلاف بین میانگین پسماند کیت MDP با بقیه‌ی پسماندهای اسکن استخوان از آزمون من - ویتنی استفاده شد. با توجه به این که $p - value < 0.0001$ برای این پسماندها می‌باشد تفاوت معنی داری بین کیت MDP و سایر پسماندهای استخوان وجود دارد.

جدول ۲ میزان اکتیویته پسماندهای اسکن ریه را نشان می‌دهد.

پسماند	سرنگ ۵ سی سی	کیت MAA	سرنگ ۲/۵ سی سی
میانگین	۱۲/۲۱	۲۶۵/۳	۳۷
انحراف معیار	۷/۸	۱۶۴/۶	۱۷

جدول ۲: اکتیویته پسماندهای اسکن ریه (بر حسب مگابکرل)

جدول ۱: اکتیویته پسماند اسکن استخوان (بر حسب مگابکرل)

برای مقایسه پسماندهای اسکن استخوان از آزمون کراسکال والیس استفاده شد جدول ۱ نتایج حاصل را نشان می‌دهد.

جدول ۱: اکتیویته پسماند اسکن استخوان (بر حسب مگابکرل)

بین پسماندهای اسکن ریه حاصل از بیماران مختلف نیز با توجه به این که $p - value < 0.0001$ می‌باشد، تفاوت معنی داری وجود داشت و کیت MAA با میانگین $265/3 \pm 164/6$ مگابکرل، بیشترین و سرنگ ۵ سی سی با $12/2 \pm 7/8$ مگابکرل کمترین مقدار را دارا

یافته‌ها

جدول ۱: اکتیویته پسماند اسکن استخوان (بر حسب مگابکرل)

پسماند	سرنگ ۵ سی سی	کیت MDP	سرنگ ۲/۵ سی سی	نیدل	پنبه
میانگین	۹/۲۵	۵۸۴/۶	۷۴	۴۸	۲/۲
انحراف معیار	۵/۹۲	۵۸۴/۶	۲۷/۴	۲۱/۸	۲/۲

در جدول ۴ موارد بالا برای کل پسماندهای هر سه اسکن در نظر گرفته است:

جدول ۴: اکتیویته پسماندهای اسکن استخوان، ریه و تیروئید (بر حسب مگابکرل)

نوع اسکن	تعداد	میانگین	انحراف معیار
استخوان	۳۳	۷۱۸/۲	۵۹۱/۶
ریه	۳۳	۳۱۴/۵	۱۷۵/۴
تیروئید	۳۳	۲۰/۳	۱۰/۷

همان‌طور که دیده می‌شود میانگین پسماندهای اسکن استخوان (718.2 ± 591.6) مگابکرل، اسکن ریه 314.5 ± 175.4 مگابکرل و تیروئید 20.3 ± 10.7 مگابکرل می‌باشد. در جدول ۵ میزان وزن پسماندها و اکتیویته بر گرم آنها آورده شده است.

جدول ۵: اکتیویته بر گرم پسماندهای اسکن استخوان، ریه و تیروئید (بر حسب مگابکرل بر گرم) و وزن آنها بر حسب گرم

نوع اسکن	وزن پسماند (گرم)	اکتیویته بر گرم
استخوان	۹	۷۹/۶۶
ریه	۱۳	۲۴
تیروئید	۴	۲۲/۲

وزن تقریبی پسماندهای استخوان ۹ گرم، ریه ۱۳ گرم و تیروئید ۴ گرم می‌باشد. میزان اکتیویته بر گرم پسماندها به ترتیب برای استخوان 79.66 MBq/gr ،

می‌باشد. برای بررسی اختلاف بین میانگین پسماند کیت MAA با بقیه‌ی پسماندهای اسکن ریه از آزمون من - ویتنی استفاده شد که با توجه به اینکه $p - value < 0.0001$ می‌باشد، بنابراین تفاوت معنی‌داری بین میانگین پسماند کیت MAA با میانگین مابقی پسماندهای اسکن ریه (با همدیگر) وجود دارد.

جدول ۳ میزان اکتیویته پسماندهای اسکن تیروئید را نشان می‌دهد.

جدول ۳: اکتیویته پسماندهای اسکن تیروئید (بر حسب مگابکرل)

پسماند	سرنگ ۲/۵ سی‌سی
میانگین	۲۰/۳
انحراف معیار	۱۰/۷

پسماند اسکن تیروئید شامل سرنگ ۲/۵ سی‌سی با اکتیویته 20.3 ± 10.7 مگابکرل بود و پنبه هم اکتیویته قابل اندازه‌گیری نداشت. برای مقایسه میانگین پسماندهای سه اسکن انجام‌شده با توجه به برقرار نبودن پیش‌فرض‌های آنالیز واریانس از آزمون کراسکال والیس استفاده شد. با توجه به این‌که $p - value < 0.0001$ می‌باشد فرض تساوی پسماندهای سه اسکن رد می‌شود؛ بنابراین تفاوت معنی‌داری بین میانگین رادیواکتیویته پسماندهای این سه اسکن وجود دارد.

حدود ۸۰٪ موارد را نسبت به دو اسکن دیگر شامل می‌شود، مقدار متوسط اکتیویته پسماند این سه اسکن $42/7 \text{ MBq/gr}$ می‌باشد که برای رسیدن به حد مجاز با توجه به نیمه عمر تکنسیم که حدود ۶ ساعت می‌باشد، باید پسماندها به مدت ۷۷ ساعت در ظروف سربی نگه‌داری شده و بعد از آن می‌توان آنها را با دیگر پسماندهای بیمارستان دفع کرد. در مطالعه ای که توسط ولریج در انگلستان برای ۱۹۴ مورد اسکن انجام شد میزان پسماند مایع تکنسیم در هر ماه 13829 مگابکرل و پسماند جامد $0/06$ مگابکرل در ماه بدست آمد (۹). نتایج حاصل از این مطالعه متفاوت از نتایج ما بود که می‌تواند به خاطر جداسازی پسماندهای تکنسیم به صورت مایع و جامد باشد، زیرا به دلیل عدم جداسازی پسماندهای مایع و جامد در بیمارستان سیدالشهدا ناگزیر همه پسماندها به صورت جامد در نظر گرفته شدند. در مطالعه ولریج جداسازی نوع پسماندها انجام نشده است. در صورتی که در طرح ما میزان پسماند به ازاء بیماران انجام شد. در مطالعه ای که توسط خان و همکارانش در سال ۲۰۱۰ انجام شده است حد تعیین شده پسماند تکنسیم به صورت جامد را $4/99$ مگابکرل بر متر مکعب و پسماند تکنسیم به صورت مایع را 185 مگابکرل در نظر گرفته است (۸). در این مطالعه میزان اکتیویته پسماند جامد را بر متر مکعب

برای ریه 24 MBq/gr و برای تیروئید MBq/gr $22/2$ می‌باشد.

بحث

پرکاربردترین ماده رادیواکتیو در بخش تشخیصی پزشکی هسته‌ای بیمارستان سیدالشهدا تکنسیم می‌باشد. پسماندهای حاصل از این بخش به دلیل رادیواکتیو بودن در ظروف مخصوص سربی که در اتاق‌های مختلف بخش قرار دارد نگه‌داری و پس از پر شدن این ظروف پسماند‌های رادیواکتیو به انبار مخصوص برده می‌شوند. نتایج به دست آمده از این طرح نشان داد میزان اکتیویته پسماندهای اسکن استخوان بسیار بیشتر از پسماندهای اسکن ریه و تیروئید می‌باشد. همچنین اکتیویته کیت‌ها به طور کلی از دیگر پسماندها بیشتر بود و کیت استخوان اکتیویته بیشتری نسبت به کیت ریه دارد. پسماندهای اسکن ریه هم از پسماندهای اسکن تیروئید اکتیویته بیشتری دارد. پنبه استفاده شده در اسکن تیروئید اکتیویته قابل اندازه‌گیری نداشت. حد مجاز قابل دفع اکتیویته پسماند توسط ICRP مقدار کمتر از Bq/gr 10^4 در نظر گرفته شده است (۲) و طبق توصیه ICRP اگر مقدار اکتیویته این پسماندها به کمتر از این مقدار رسید می‌توان آنها را با پسماندهای دیگر بیمارستان دفع کرد. با توجه به پسماندهای اسکن استخوان که

نتیجه گیری

در این مطالعه میزان اکتیویته بر گرم پسماند سه نوع اسکن مشخص شد که می توان با این نتایج زمان لازم برای نگهداری پسماندها را قبل از دورریزی مشخص کرد و نشان داده شد این زمان ارتباطی به تعداد بیماران ندارد و فقط به نوع اسکن وابسته است. در نتیجه این نتایج می تواند در یک بخش شلوغ یا خلوت برای این سه اسکن به کار آید.

محاسبه کرده است. در مطالعه ای دیگر که توسط علی اکبر شرفی و همکاران در مراکز پزشکی هسته ای تهران انجام شد میزان آلودگی بخش به روش Wipe Test اندازه گیری شد که میزان آلودگی اتاق هات لب به تکنسیم $0/093$ میلی کوری بر متر مربع اندازه گیری شد (۱۰). این نوع اندازه گیری آلودگی به مواد رادیواکتیو فقط شامل سطوح می شود و پسماندها را در نظر نمی گیرد.

References

- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Management of Small Quantities of Radioactive Waste, IAEA, TECDOC-1041, Vienna; 1998. P.4.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Classification of Radioactive Waste, No. GSG-1, Vienna; 2009. P. vii.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Management of Small Quantities of Radioactive Waste, IAEA, TECDOC-1041, Vienna; 1998. P.3.
- Tabish SA. Hospital Infection Control: Conceptual Framework. Academia Publishers; Ecohealth: Management of Biomedical Waste; 2005. p. 139-145.
- Shahbazi, G. D. Medical Physics and Introduction. Isfahan: Medical University of Isfahan; 1387. p.182.
- Murthy BKS. BARC; Mumbai Operational limits. Training workshop on Radiation Safety in Nuclear Medicine and RSO Certification Examination; 2000. p. 6.1-6.6.
- Privacy Policy, "High-level Waste Disposal". February 13, 2007.
- Khan, S. et al. "Radioactive waste management in a hospital." International journal of health sciences . 2010; 4(1): 39.
- Woolridge, A. C. et al. "Developing a methodology for the systematic analysis of radioactive healthcare waste generation in an acute hospital in the UK." Resources, Conservation and Recycling. 2008; 52(10): 1198-1208.
- Sharafi, A. K. et al. "A Study on Contamination Resulted in Radioactive Materials in Nuclear Medicine Departments of Tehran". Iranian Journal of Medical Physics". 2004; 1(3): 37-43. [In Persian]
- Al-Haj, A. N. et al. "Radioactive Waste Handling and Disposal at King Faisal Specialist Hospital and Research Centre". Health Physics. 2012; 103(2): 144-150.
- Hayat M. A. Cancer imaging: Lung and breast carcinomas. Academic Press; 2007. p. 424.
- Habibian, R. et al. "Nuclear Medicine Imaging (A Teaching File)". Lippincott Williams & Wilkins; 2012. P. 262-263.
- Becker L. K. Principles and Practice of Endocrinology and Metabolism. 3rd ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2001. P. 336.