Research Paper

The Effectiveness of a Radiation Safety Training Program in Increasing the Radiation Safety Knowledge of Physicians: A Pilot Study

***Azam Janati Esfahani[1], Reihaneh Mehrabi[2], Nematollah Gheibi[1], Reza Paydar[3], Masoome Aliakbari[4], Fateme Sadat Bagheri[4], Samane Heshmati[4], Elmira Mohammadi[4], Zahra Sadat Seyedi Gilavan[4], Mahla Gangi[4]**

1. Department of Medical Biotechnology, School of Paramedical Sciences, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.
2. Department of Pure Mathematics, Faculty of Science, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.
3. Department of Radiation Sciences, Radiation Biology Research Centre, School of Allied Medicine, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4. Student Research Committee, School of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Janati Esfahani A, Mehrabi R, Gheibi N, Paydar R, Aliakbari M, Bagheri FS, Heshmati H, Mohammadi E, Seyedi Gilavan ZS, Gangi M. The Effectiveness of a Radiation Safety Training Program in Increasing the Radiation Safety Knowledge of Physicians: A Pilot Study. The Journal of Qazvin University of Medical Sciences. 2020; 24(1):32-43. https://doi.org/10.32598/JQUMS.24.1.4

https://doi.org/10.32598/JQUMS.24.1.4

CC BY NC

Received: 18 Jan 2020
Accepted: 15 Mar 2020
Available Online: 01 Apr 2020

Keywords:
Physician, Training, Radiation safety

ABSTRACT

Background Ionizing and non-ionizing radiation are widely used in the diagnosis and treatment of diseases. Considering the potential risks of radiation, radiation safety training courses are important for medical staff.

Objective The aim of this study was to investigate the effectiveness of one-day radiation safety training program in increasing the radiation safety knowledge of physicians.

Methods In this descriptive-analytical study, subjects were 12 physicians (6 general practitioners and 6 non-radiologist specialists) participated in the training program organized by Qazvin University of Medical Sciences in 2018. A researcher-made questionnaire was used for surveying physicians before and after the training. The mean and standard deviation of the scores were first calculated. Then, the pre- and post-test scores were compared using Wilcoxon signed-rank test, and the correlation of these scores with their age, gender, expertise area, and work experience was examined by Spearman's correlation test.

Findings The mean total scores of the physicians before and after training were 7.00±2.56 (ranged 3-11) and 11.92± 2.31 (ranged 8-15) out of 18, respectively. The radiation safety knowledge of physicians significantly increased after training (P<0.001). No significant relationship was found between their scores and their age, gender, expertise area and work experience.

Conclusion The radiation safety training program was effective in increasing the radiation safety knowledge of physicians and it can be used for a larger community of physicians.

Extended Abstract

1. Introduction

Ionizing and non-ionizing radiation are widely used in the diagnosis and treatment of diseases. There are many concerns about the negative biological effects of radiation on the living organisms. Ionizing radiation including X-rays and gamma rays, has destructive effects on the body. These effects can be deterministic or stochastic. Deterministic effects of ionizing radiation, which occur at high doses of radiation with a certain threshold dose value, include cataracts, infertility, miscarriage, skin erythema and death. They may occur in imaging and therapeutic modalities that transmit a large amount of doses (energy absorbed per mass) to the patient,

**** Corresponding Author:***
Azam Janati Esfahani
Address: Department of Medical Biotechnology, School of Paramedical Sciences, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.
Tel: +98 (21) 33336001
E-Mail: janaty.azam@gmail.com

or during atomic explosions. In contrast, the threshold is not mentioned for the stochastic effects, and includes the range of energy used in conventional imaging. Stochastic effects of ionizing radiation include cancer and genetic disorders [1]. In case of exposure to non-ionizing radiation including ultraviolet, infrared, microwave and radiofrequency, adverse effects are: changes in blood, affected nervous systems and removal of antioxidants, abortion, premature birth and skin cancer [3-6].

Considering the potential risks of radiation used in imaging and treatment, and efforts in reducing the exposure of patients, some guidelines have been proposed by the international organizations for radiation protection, recommending the lowest exposure to radiation [8, 12]. Since physicians are responsible for imaging and treatment modalities, they need to be aware of the benefits and risks of these tests. Moreover, due to the relationship between parameters such as patient age, pregnancy, duration of radiation exposure, and severity of radiation damage, the physicians' lack of sufficient knowledge in this field can negatively affect the health of patients. Studies have shown that the physicians and medical students' knowledge of adverse effects of radiation used in clinical trials is very limited [14, 16, 17]. This indicates the importance of radiation safety training courses for medical staff. By evaluating the effectiveness of these training courses, the strengths and weaknesses of educational programs can be identified. Many researchers have studied the effectiveness of educational interventions in various fields, but there are few studies on the effectiveness of radiation safety training. Therefore, the aim of this study is to investigate the effectiveness of a 1-day radiation safety training program on increasing the radiation safety knowledge of physicians.

2. Materials and Methods

Participants were 12 physicians (6 general practitioners and 6 non-radiologist specialists) participated in a conference organized by Qazvin University of Medical Sciences in 2018. This one-day training program was presented in three sessions, each for 90 minutes, in the form of physician retraining program. The conference topics focused on the introduction of ionizing and non-ionizing radiation, their application in clinical trials and how to protect against them. A researcher-made questionnaire with 22 items was used for survey before and after the training. The questionnaire consisted of three sections; the first section assesses the demographic information of the participants. It was also a question whether they have ever participated in a radiation protection course or not.

In the second section, 4 questions rated on a Likert scale, measure the physician's information about radiation accidents and radiation exposure of a pregnant woman. The next section with 18 questions assesses the physicians' knowledge of ionizing and non-ionizing radiation (9 items) and the radiation safety (9 items). The number of correct answers was important. The Wilcoxon test was used to compare the pre-test and post-test data, and the Spearman correlation test to investigate the correlation of variables such as age, gender, work experience, and expertise area with the physicians' radiation knowledge.

3. Results

The mean age of the participants was 49.67±9.80 years (ranged 30-70), and 16% of them were female. According to the results, only 8.3% of the participants had previously participated in a Radiation safety training course. Physicians performed well in informing patients about the harms of radiation, but they didn't know much about the law for pregnant women with ionizing radiation exposure. The overall percentage of subjects who answered correctly in the pre-test phase was 38.8% (ranged 8.3-91.7), while in the post-test phase, it was 66.21% (ranged 33.3-100), which shows their information had significantly increased after training. The range of total scores obtained by the physicians before and after the training were 3-11 (mean=7.00± 2.56) and 8-15 (mean=11.92± 2.31) out of 18, respectively.

The Wilcoxon test was used to statistically compare the pre-test and post-test results. Based on the Z test result which was significant at $P<0.001$, it can be said that, statistically with 99% confidence, the radiation safety training course was effective. Results of Spearman correlation test showed no correlation of age, gender and work experience with the scores of participants ($P>0.05$). The expertise area of the physicians (general or specialist) was effective in the pre-test and post-test scores, and specialists showed better scores, but this difference was not statistically significant ($P=0.057$). Furthermore, it was found that the baseline information of the physicians about ionizing radiation was less than about non-ionizing radiation (40.25% vs. 66%). In analyzing the pre-test, post-test responses, it was observed that the relative changes in the post-test scores compared to the pre-test scores was more than 100% in 8 items. In 6 items related to the non-ionizing radiation, only 36.1% of the participants answered correctly at baseline, which doubled after training ($P<0.001$). Therefore, in overall, it can be found out that the radiation safety training program was effective in increasing the radiation knowledge of the physicians.

4. Discussion

The pre-test knowledge and awareness about radiation safety was low in the physicians, which was consistent with other studies [18-20]. There are few studies on the effectiveness of radiation safety training. Yunus et al. [21] examined the effect of a radiation safety training program on increasing the awareness of 27 nurses in the nuclear medicine department. They observed a significant difference between pre-test and post-test responses which is in good agreement with our results. In another study in the United States [22], the effectiveness of a radiation safety training for oncology nurses was evaluated using a questionnaire. The results showed that the nurses' awareness relatively increased by 21.6%. In the present study, this relative was 70.06%, indicating that the training program was more effective in our study than in their study. In a study by George et al. [23], the effectiveness of a radiation protection training program was performed on interventional cardiologists, and the results showed that the radiation dose received by patients undergoing heart surgery and angiography was reduced by teaching simple and low-cost methods of dose reduction, without losing diagnostic information. All the above-mentioned studies emphasize the important role of radiation safety training in reducing the radiation exposure and its negative side effects.

5. Conclusion

We concluded that the radiation safety training program was effective in increasing the radiation safety awareness of physicians, and can be used for a larger community of physicians. It is recommended that the retraining programs be provided periodically by health care providers to update and increase the physicians' knowledge and awareness of the ionizing and non-ionizing radiation safety.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Research Ethics Committee of Qazvin University of Medical Sciences (Code: IR.QUMS.REC.1397.348).

Funding

Qazvin University of Medical Sciences financially supported this study.

Authors' contributions

Conceptualization, methodology and validation: Azam Janati Esfahani, Nematollah Gheibi, Reza Paydar; Data collection and analysis: Azam Janati Esfahani, Reihaneh Mehrabi, Masoome Aliakbari, Fateme Sadat Bagheri, Samane Heshmati, Elmira Mohammadi, Zahra Sadat Seyedi Gilavan, Mahla Gangi; Writing, editing & review, and Project administration: Azam Janati Esfahani.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

ارزیابی اثربخشی آموزش حفاظت پرتویی در افزایش اطلاعات پرتویی پزشکان: مطالعه مقدماتی

*اعظم جنتی اصفهانی[۱]، ریحانه مهرابی[۲]، نعمت‌الله غیبی[۱]، رضا پایدار[۳]، معصومه علی‌اکبری[۴]، فاطمه سادات باقری[۴]، سمانه حشمتی[۴]، المیرا محمدی[۴]، زهرا سادات سیدی گیلوان[۴]، مهلا گنجی[۴]

۱. گروه بیوتکنولوژی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم‌پزشکی قزوین، قزوین، ایران.
۲. گروه ریاضی محض، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، قزوین، ایران.
۳. گروه علوم پرتویی، مرکز تحقیقات علوم پرتویی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم‌پزشکی ایران، تهران، ایران.
۴. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم‌پزشکی قزوین، قزوین، ایران.

تاریخ دریافت: ۲۸ دی ۱۳۹۸
تاریخ پذیرش: ۲۵ اسفند ۱۳۹۸
تاریخ انتشار: ۱۳ فروردین ۱۳۹۹

چکیده

زمینه پرتوهای یون‌ساز و غیر یون‌ساز به طور گسترده در تشخیص و درمان بیماری‌ها کاربرد دارند. با توجه به خطرات بالقوه این پرتوها، دوره‌های آموزش حفاظت از پرتوها، برای کارکنان عرصه پزشکی دارای اهمیت است.

هدف هدف از این مطالعه بررسی اثربخشی برنامه آموزشی یک‌روزه محافظت در برابر پرتوها، در افزایش دانش پرتویی پزشکان بود.

مواد و روش‌ها در این مطالعه توصیفی تحلیلی، دوازده پزشک (شش پزشک عمومی و شش متخصص غیررادیولوژیست) در برنامه آموزشی حفاظت در برابر اشعه که توسط دانشگاه علوم‌پزشکی قزوین در سال ۱۳۹۷ برگزار شد، شرکت کردند. در این مطالعه از یک پرسش‌نامه محقق‌ساخته استفاده شد. پاسخ پزشکان به پرسش‌نامه، قبل و بعد از آموزش جمع‌آوری شد و تعداد پاسخ‌های صحیح داده‌شده، دارای اهمیت بود. با استفاده از آمار توصیفی، میانگین و انحراف معیار نمرات محاسبه شد. با آزمون ویلکاکسون نمره قبل و بعد از برنامه آموزشی مقایسه شد و ارتباط بین نمره پزشکان با جنس، سن، نوع تخصص و سابقه کار با آزمون همبستگی اسپیرمن بررسی شد.

یافته‌ها میانگین نمرات به‌دست‌آمده قبل و بعد از آموزش، از نمره کل هجده به ترتیب (۳-۱۱) ۲/۵۶±۷/۰۰ و (۸-۱۵) ۲/۳۱±۱۱/۹۲ بود. نتایج نشان داد که با گذراندن این دوره آموزشی، اطلاعات پرتویی پزشکان به طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۰۱). اما بین سن، جنس، رشته تحصیلی و سابقه کار با نمره پزشکان، ارتباط معنی‌داری یافت نشد.

نتیجه‌گیری با توجه به یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که دوره آموزش حفاظت پرتویی توانسته در افزایش اطلاعات پرتویی پزشکان مؤثر واقع شود. با توجه به اهمیت موضوع، می‌توان این آموزش‌ها را در یک جامعه بزرگ‌تر از پزشکان اجرا کرد.

کلیدواژه‌ها:
پزشکان، اثربخشی آموزش، حفاظت پرتویی

مقدمه

از پرتوهای الکترومغناطیسی و امواج مکانیکی در پزشکی برای تصویربرداری و درمان استفاده می‌شود. بخشی از طیف الکترومغناطیسی که انرژی بالایی دارند و قادر به یون‌سازی در محیط هستند امواج یون‌ساز نامیده می‌شوند که شامل اشعه ایکس و گاما هستند. از اشعه ایکس در تصویربرداری‌های رادیولوژی، ماموگرافی، سی تی اسکن[۱]، آنژیوگرافی و دانسیته‌سنجی استخوان و رادیوتراپی استفاده می‌شود. پرتوهای گاما در درمان سرطان و تصویربرداری پزشکی هسته‌ای، توموگرافی نشر پوزیترون[۲] و توموگرافی نشر فوتون[۳] کاربرد دارند. پرتوهای یونیزان اثرات مخربی در بدن دارند. این اثرات می‌تواند قطعی یا تصادفی باشد.

از اثرات قطعی اشعه یون‌ساز که در مقادیر بالای دُز اشعه بر حسب گری (مقدار انرژی جذب‌شده از پرتو در واحد جرم بدن) بروز می‌کنند می‌توان آب مروارید، عقیمی، سقط جنین، اریتمای پوستی

1. Computed Tomography (CT)

2. Positron Emission Tomography (PET)
3. Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT)

* **نویسنده مسئول:**
اعظم جنتی اصفهانی
نشانی: قزوین، دانشگاه علوم‌پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، گروه بیوتکنولوژی.
تلفن: ۳۳۳۳۶۰۰۱ (۲۱) ۹۸+
رایانامه: janaty.azam@gmail.com

و مرگ را نام برد. در مدالیته‌های تصویربرداری و درمانی که دُز زیادی به مریض منتقل می‌کند ممکن است انفجارهای اتمی رخ دهد. در مقابل، برای اثرات تصادفی ناشی از پرتو یون‌ساز آستانه دُزی ذکر نشده است و شامل محدوده انرژی مورد کاربرد در تصویربرداری‌های معمول نیز می‌شود. از اثرات تصادفی پرتو یون‌ساز، می‌توان ایجاد سرطان و اختلالات ژنتیکی در نسل‌های بعدی را ذکر کرد [۱].

احتمال اثرات تصادفی با افزایش دُز پرتو افزایش می‌یابد. تأثیر نوع پرتو یون‌ساز در ایجاد اثرات منفی در محیط، با دُز معادل معرفی شده است و تأثیر تابش یون‌ساز در بدن، اغلب به عنوان دُز مؤثر نمایش داده می‌شود که اثر جمعی نوع پرتو و حساسیت پرتویی بافت‌ها را در مقدار انرژی جذب‌شده از پرتو یون‌ساز نشان می‌دهد. مقدار دُز معادل و دُز مؤثر در واحد سیورت[4] گزارش می‌شوند [۲].

بخش دیگری از طیف الکترومغناسیسی، که انرژی آن‌ها برای یونیزاسیون ماده کافی نیست، پرتوهای غیریون‌ساز نامیده می‌شود. این پرتوها شامل اشعه ماورای بنفش،[5] مرئی، مادون قرمز[6]، امواج مایکروویو[7] و امواج رادیویی[8] (RF) است. مقدار انرژی جذب‌شده از این پرتوها در واحد جرم بافت، بر حسب واحد ژول بر کیلوگرم اندازه‌گیری می‌شود. به دلیل احتمال بروز عوارضی نظیر تغییرات خونی، تأثیر در سیستم‌های عصبی و حذف آنتی‌اکسیدان‌ها، سقط جنین، زایمان زودرس و ایجاد سرطان پوست، مواجهه با امواج الکترومغناطیس نیز سبب نگرانی جوامع شده است [۶-۳].

از کاربرد این پرتوها می‌توان در تصویربرداری رزونانس مغناطیسی[9]، فوتوتراپی، فیزیوتراپی و تصویربرداری و درمان با انواع لیزرها را نام برد. از فراصوت هم که از امواج مکانیکی و غیریون‌ساز است در تصویربرداری پزشکی سونوگرافی، فیزیوتراپی و درمان برخی بیماری‌ها استفاده می‌شود که در صورت رعایت نکردن استانداردهای پرتویی می‌تواند منجر به آسیب به بیمار شود [۷].

استفاده از تصویربرداری پزشکی در دهه‌های اخیر بسیار گسترش یافته است. مجله شورای ملی حفاظت و اندازه‌گیری اشعه[10] در سال ۲۰۰۹ در مقاله‌ای با عنوان «قرار گرفتن در معرض پرتوهای یون‌ساز با دُز کم، ناشی از تصویربرداری پزشکی»، از افزایش هفت‌برابری میزان مواجهه جمعیت ایالات متحده با اشعه یون‌ساز مورد کاربرد در پزشکی نسبت به اوایل سال ۱۹۸۰ میلادی خبر داده است [۸]. این شورا همچنین گزارش کرده است که اشعه ایکس مورد کاربرد در تصویربرداری پزشکی و پزشکی هسته‌ای بیشترین سهم را در پرتوگیری پزشکی دارد [۹].

افراد از اثرات تصادفی اشعه یون‌ساز، به‌ویژه خطر سرطان، بیشترین ترس و کمترین درک را دارند؛ زیرا هیچ مقدار آستانه‌ای برای ایجاد آن وجود ندارد و نتایج منفی بعد از حداقل یک تا دو دهه آشکار می‌شوند [۱۰،۱۱]. سازمان حفاظت پرتویی بین‌المللی تخمین می‌زند که احتمال بروز سرطان در کلیه اندام‌ها در بین افراد در معرض اشعه یون‌ساز، پنج درصد به ازای دریافت هر سیورت افزایش می‌یابد [۲]. مطالعات مدل‌سازی، ارزیابی ریسک هزاران سرطان ناشی از اشعه و مرگ‌ومیر ناشی از سرطان را بر اساس چنین فرضیاتی پیش‌بینی کرده است. در سال ۲۰۰۷، برنر و هال[11] تخمین زدند که یک تا دو درصد از کلیه سرطان‌ها در ایالات متحده، ناشی از تصویربرداری CT-scan است [۱۰]. گونزالز[12] و همکاران در سال ۲۰۰۹ پیش‌بینی کردند که ۲۹ هزار مورد جدید سرطان از معاینات CT که در سال ۲۰۰۷ انجام شده، ایجاد خواهد شد [۱۱].

اگرچه به طور کلی فواید استفاده از پرتوها در تصویربرداری و درمان از خطرات مرتبط با آن بیشتر است، اما در مورد اثرات زیستی منفی پرتوهای موردکاربرد در پزشکی بر موجودات زنده، نگرانی زیادی وجود دارد که اهمیت حفاظت در برابر این پرتوها را خاطرنشان می‌کند و از طرف سازمان‌های بین‌المللی حفاظت پرتویی توصیه می‌شود که حداقل تابش‌گیری بیماران انجام شود [۸، ۱۲]. اثرگذاری پرتوها علاوه بر دُز پرتویی به سن، جنس، ناحیه مورد تابش از بدن، مدت‌زمان تابش‌گیری و شرایط محیطی بستگی دارد [۱].

با توجه به خطرات بالقوه ذکرشده برای پرتوهای مورد استفاده در آزمون‌های تصویربرداری و درمانی و تلاش برای کاهش پرتوگیری بیماران، از آنجا که پزشکان وظیفه تجویز این آزمون‌ها را برای بیماران برعهده دارند، لازم است که از منافع و خطرات این آزمونها آگاه باشند و در تجویزهای خود دقت بیشتری کنند. بررسی مقالات علمی منتشرشده در بین پزشکان متخصص مختلف، دانشجویان پزشکی و کارآموزان و پزشکان خانواده، نشان می‌دهد که دانش آنان در مورد خطرات پرتوهای یون‌ساز و غیریون‌سازی که در معاینات بالینی استفاده می‌شود، بسیار محدود است [۱۵-۱۳]. این موضوع اهمیت برگزاری دوره‌های آموزشی حفاظت در برابر پرتوها را برای کادر درمانی خاطرنشان می‌کند. همچنین با سنجش و ارزیابی اثربخشی این آموزش‌ها می‌توان نقاط قوت و ضعف برنامه‌های آموزشی را تشخیص داد. ارزیابی اثربخشی آموزش امری مفید در فرایند آموزش است. بررسی اثربخشی آموزش توسط محققین زیادی در عرصه‌های مختلف انجام شده است؛ اما مطالعات بسیار کمی در مورد بررسی اثربخشی آموزش حفاظت پرتویی وجود دارد.

4. Sievert (Sv)
5. Ultra Violet (UV)
6. Infra-Red (IR)
7. Microwave (MW)
8. Radio Frequency
9. Magnetic Resonance Imaging (MRI)
10. International Commission on Radiological Protection (ICRP)
11. Brenner DJ, Hall EJ.
12. González

هدف از این مطالعه، ارزیابی اطلاعات پرتویی پزشکان شرکت‌کننده در برنامه آموزشی کنفرانس یک‌روزه حفاظت پرتویی دانشگاه علوم‌پزشکی قزوین بود و تأثیر این برنامه آموزشی در افزایش اطلاعات پرتویی پزشکان بررسی شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع توصیفی تحلیلی با هدف کاربردی است که نمونه آماری آن پزشکان شرکت‌کننده در برنامه آموزشی یک‌روزه کنفرانس حفاظت پرتوی که در دانشگاه علوم‌پزشکی قزوین در سال ۱۳۹۷ برگزار شد، بودند. دوره آموزشی یک‌روزه در سه بخش ۱/۵ساعته، در قالب برنامه بازآموزی پزشکان اجرا شد. مباحث کنفرانس در مورد معرفی پرتوهای یون‌ساز و غیریون‌ساز، کاربرد آن‌ها در بالین و نحوه حفاظت در برابر آن‌ها بود. مطالعه اثربخشی آموزش روی دوازده نفر از پزشکان شرکت‌کننده انجام شد که شامل شش پزشک عمومی و شش متخصص در رشته‌های مختلف بودند (دو متخصص اطفال، یک متخصص بیهوشی، یک متخصص نورولوژی، یک متخصص ارتوپدی و یک متخصص زنان).

ابزار تحقیق یک پرسش‌نامه محقق‌ساخته با سؤالات بسته بود که شامل ۲۲ سؤال بررسی آگاهی در زمینه حفاظت در برابر پرتوهای یون‌ساز و غیریون‌ساز بود. برای طراحی سؤالات پرسش‌نامه از مطالعات قبلی استفاده شد [۱۶، ۱۷]. پس از طراحی این پرسش‌نامه اعتبار پرسش‌نامه‌ها از طریق اعتبارسنجی ظاهری و محتوایی به دست آمد. به این صورت که پرسش‌نامه‌ها به چند نفر از متخصصان شامل سه متخصص فیزیک پزشکی و دو رادیولوژیست و یک اپیدمیولوژیست ارائه شد و این افراد اعتبار پرسش‌نامه را برای مطالعه مذکور، با تغییرات اندک تأیید کردند. در خصوص پایایی پرسش‌نامه‌ها با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ درصد پایایی ۰/۷۳ به دست آمد. این پرسش‌نامه قبل از کنفرانس در بین پزشکان شرکت‌کننده توزیع و تکمیل شد. بعد از اجرای برنامه آموزشی مجدداً همان پرسش‌نامه توسط شرکت‌کنندگان تکمیل شد.

پرسش‌نامه شامل سه بخش بود؛ بخش اول مربوط به اطلاعات جمعیت‌شناسی افراد شرکت‌کننده بود. همچنین سؤالی مربوط به اینکه آیا تاکنون در دوره حفاظت پرتویی شرکت کرده‌اند یا خیر. در بخش دوم، چهار سؤال ابتدایی با مقیاس لیکرت، اطلاعات پزشک را در مواجهه با حوادث پرتویی و مواجهه پرتویی با زن باردار می‌سنجید. هجده سؤال بعدی به ارزیابی دانش پرتویی پزشکان در مورد پرتو یون‌ساز و غیریون‌ساز (نُه سؤال) و حفاظت در برابر آن‌ها (نُه سؤال) می‌پرداخت و تعداد پاسخ‌های صحیح دارای اهمیت بودند. برای مقایسه داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون ویلکاکسون استفاده شد. برای بررسی همبستگی بین متغیرهایی مانند سن، جنس، سابقه کاری و نوع تخصص پزشک با میزان آگاهی پزشکان، از آزمون همبستگی اسپیرمن استفاده شد. آنالیز آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶، انجام گرفت. $P<0/05$ به عنوان سطح معنی‌دار اختلاف، در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

از بین دوازده پزشک، متشکل از پزشکان عمومی و متخصص، ده نفر مرد و دو نفر زن بودند. جدول شماره ۱ خلاصه اطلاعات جمعیت‌شناختی گروه موردمطالعه را ارائه می‌دهد. میانگین سنی افراد ۹/۸۰±۴۹/۶۷ سال بود. در این تحقیق تعداد شرکت‌کنندگان مرد بیشتر از زن بود و با نرمالیزه کردن تعداد شرکت‌کنندگان به جنس افراد، تفاوت معنی‌داری بین میانگین نمره زنان و مردان مشاهده نشد.

با توجه به نتایج، تنها ۸/۳ درصد از شرکت‌کنندگان قبلاً در دوره آموزشی حفاظت پرتویی شرکت کرده بودند.

شکل‌های شماره ۱، ۲، ۳ و ۴ توزیع پاسخ به سؤالات سنجش اطلاعات پزشکان را که با مقیاس لیکرت انجام شده است، نشان می‌دهد و بیانگر عملکرد مناسب آن‌ها در اطلاع‌رسانی مضرات پرتوها به مریض و اطلاعات درست آن‌ها در مورد سرطان‌زایی پرتو یون‌ساز است. اما در مورد قانون مواجهه زنان باردار با اشعه یون‌ساز، اطلاعات خوبی نداشتند.

در این مطالعه مشاهده شد که درصد بسیار کمی از پزشکان در مورد واکنش‌های فتوشیمیایی پرتوهای ماورای بنفش اطلاع داشتند که بعد از آموزش اطلاعات آن‌ها به طور چشمگیری افزایش یافت. همچنین درصد بسیار کمی از پزشکان اطلاع داشتند که پرتوهای غیریون‌ساز توانایی یونش ماده را ندارند؛ اما در مورد غیریون‌ساز بودن امواج فراصوت و پرتوهای مورداستفاده در MRI و لیزر اطلاعات خوبی داشتند. اطلاعات در مورد رادیولوژی پرتابل و حفاظت در برابر آن بسیار ناچیز بود که با ارائه برنامه آموزشی، بهبود یافت. میزان اطلاعات پزشکان در مورد ممنوعیت برخی تصویربرداری‌ها از زن باردار، متوسط بود و با آموزش رشد خوبی داشت. بیشتر پزشکان از مقدار زیاد دُز رسیده از رادیوگرافی باریم انما[13] به بیماران غافل بودند. در این مورد، اطلاعات آن‌ها بعد از آموزش دوبرابر شد، اما هنوز در حد قابل قبول نبود. به نظر می‌رسد که تمرکز بیشتری بر آموزش در این حیطه نیاز است.

از نتایج (جدول‌های شماره ۲ و ۳)، مشخص شد که سؤال شماره پنج ساده‌ترین مورد است و بیانگر این مطلب است که همه پاسخ‌دهندگان آگاه هستند که جنین نسبت به سایر گروه‌های افراد جامعه، بیشترین حساسیت را به تشعشعات یون‌ساز دارد. همچنین درصد پاسخ صحیح سؤال شماره هشت و نوزده در پس‌آزمون رشد چندانی نداشت که می‌تواند نشان‌دهنده دشواری این سؤال یا ضعف آموزش در این بخش باشد.. با توجه

13. Barium enema

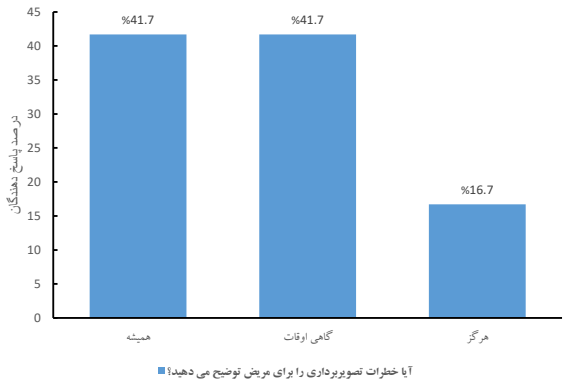
جدول ۱. ویژگی‌های جامعه آماری

ویژگی	طبقه‌بندی	فراوانی (درصد)
سن (سال)	۳۰–۴۰	۲ (۱۷/۷)
	۴۱–۵۰	۴ (۳۳/۳)
	۵۱–۶۰	۴ (۳۳/۳)
	۶۰–۷۰	۲ (۱۷/۷)
تحصیلات	پزشکی عمومی	۶ (۵۰)
	متخصص	۶ (۵۰)
سابقه خدمت (سال)	کمتر از ۱۰	۳ (۲۵)
	۱۰–۲۰	۴ (۳۳/۳)
	۲۱–۳۰	۴ (۳۳/۳)
	۳۱–۴۰	۱ (۸/۳)

مجله‌علمی
دانشگاه‌علوم‌پزشکی قزوین

به پاسخ‌های سؤال هفت و نه، مشاهده شد که درصد کمی از پزشکان در مورد اینکه اشعه می‌تواند باعث آسیب به لنز چشم و آب مروارید شود، اطلاع داشتند. با توجه به پاسخ‌های داده‌شده به سؤال نُه، حدود نیمی از شرکت‌کنندگان از زیاد بودن پرتو رسیده از سی‌تی اسکن در مقایسه با عکس رادیولوژی قفسه سینه، اطلاع داشتند. متأسفانه بعد از آموزش رشد معناداری در پاسخ‌ها دیده نشد که می‌توان چنین نتیجه گرفت که برنامه آموزشی در این بخش نتوانسته باعث افزایش اطلاعات شود.

افزایش فاصله منبع تابش تا هدف، مهم‌ترین عامل کاهش اشعه و حفاظت پرتویی است. مورد شماره ده برای بررسی دانش پاسخ‌دهندگان در این مورد طراحی شد که درصد پاسخ صحیح به این مورد نیز از ۸/۳ درصد قبل از آموزش به ۷۵ درصد پس از آموزش افزایش یافت. به نظر می‌رسد که هنوز هم پاسخ‌گویان کاملاً متوجه نشده‌اند که این روش بهترین راه برای محافظت افراد در تابش‌گیری است.

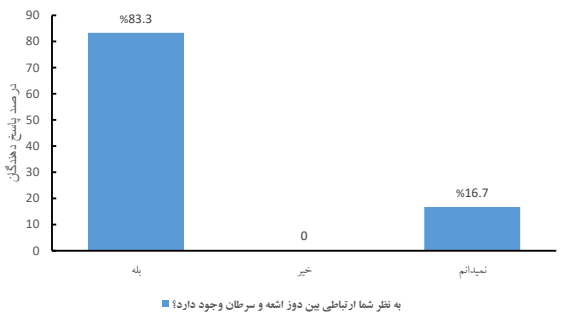


مجله‌علمی
دانشگاه‌علوم‌پزشکی قزوین

شکل ۱. توزیع انتخاب جواب به سؤال «آیا خطرات تصویربرداری را برای مریض توضیح می‌دهید؟»

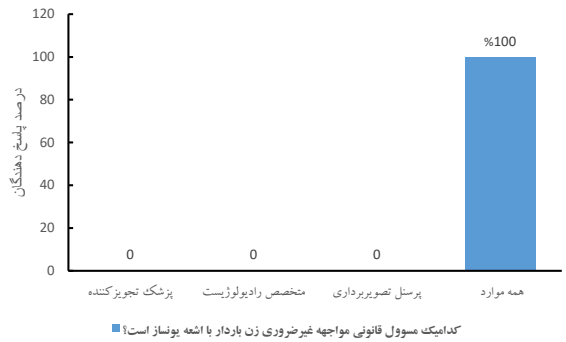
از میان هجده مورد سؤال ذکرشده در پرسش‌نامه، به نظر می‌رسد که سؤال شماره یازده سخت‌ترین مورد در این بخش برای پاسخ‌دهندگان بود و مشخص می‌کند که اطلاعات پزشکان در مورد پرتو پراکنده‌شده از مریض در روش‌های پرتو تشخیصی، بسیار کم است. در سؤال دوازده که بیانگر قانون عکس مجذور فاصله در کاهش شدت پرتویی است، اطلاعات پزشکان بسیار کم بود و توانستیم اطلاعات آن‌ها را در این زمینه به مقدار زیادی افزایش دهیم. در مورد سؤال سیزده، که در مورد بهترین حفاظ در برابر اشعه ایکس سؤال کرده بود. همه شرکت‌کنندگان پاسخ درستی داده بودند. درصد تغییرات نسبی پاسخ صحیح پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون منفی به دست آمد که با توجه به اینکه فقط یک نفر پاسخ غلط داد، از نظر آماری معنی‌دار نبود.

یافته‌های کلی نمرات نشان داد که گستره کل نمرات به‌دست‌آمده توسط پزشکان قبل و بعد از آموزش، از هجده نمره، به ترتیب ۱۱–۳ و ۱۵–۸ بود. میانگین پاسخ‌های صحیح داده‌شده

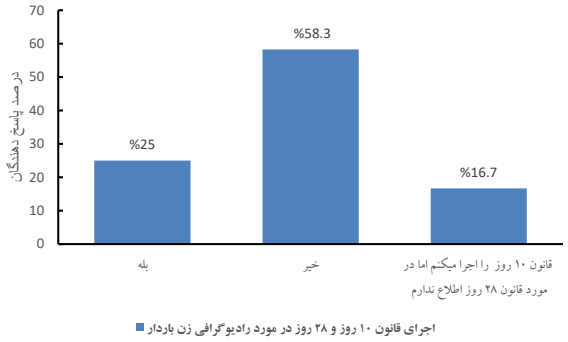


مجله‌علمی
دانشگاه‌علوم‌پزشکی قزوین

شکل ۲. توزیع انتخاب جواب به سؤال «به نظر شما ارتباطی بین دُز اشعه و سرطان وجود دارد؟»



شکل ۳. توزیع انتخاب جواب به سؤال «کدام‌یک مسئول قانونی مواجهه غیرضروری زن باردار با اشعه یون‌ساز است؟»



مجله‌علمی
دانشگاه‌علوم‌پزشکی قزوین

شکل ٤. توزیع انتخاب جواب به سؤال «آیا در مورد قانون ۱۰ روز و ۲۸ روز در مورد رادیوگرافی زن باردار اطلاع دارید؟»

در شرایط پیش‌آزمون ۲/۵۶±۷/۰۰ و در شرایط پس‌آزمون ۲/۳۱±۱۱/۹۲ به دست آمد.

میانگین توزیع تعداد افرادی که به سؤالات پیش از آزمون و پس از آزمون پاسخ صحیح داده بودند، به صورت درصد برای هر هجده سؤال محاسبه شد که نتایج آن در جدول‌های شماره ۲ و ۳ قابل مشاهده است. با آنالیز داده‌های پیش‌آزمون مشخص شد که اطلاعات اولیه پزشکان در مورد پرتوهای یون‌ساز کمتر از غیریون‌ساز بود (۴۰/۲۵ در برابر ۶۶ درصد). با تجزیه و تحلیل پاسخ‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون مشاهده شد که درصد تغییرات نسبی پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون، در هشت مورد از سؤالات بیشتر از صددرصد بود. از بین شش سؤالی که مربوط به پرتوهای غیریون‌ساز بود، قبل از آزمون به طور متوسط فقط ۳۶/۱ درصد از شرکت‌کنندگان به آن‌ها پاسخ صحیح داده بودند که بعد از آموزش این مقدار دوبرابر شد.

میانگین کل درصد افرادی که پاسخ صحیح داده بودند در پیش‌آزمون ۳۸/۸ درصد (با گستره ۹۱/۷-۸/۳) و در پس‌آزمون ۶۶/۲۱ درصد (با گستره ۱۰۰-۳۳/۳) بود که نشان می‌دهد اطلاعات پس‌آزمون به طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به پیش‌آزمون بهبود یافته است. برای مقایسه آماری نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون ویلکاکسون استفاده شد که با استناد به آزمون Z که در سطح خطای کوچک‌تر از ۰/۰۰۱ معنی‌دار بود، می‌توان گفت که به لحاظ آماری با اطمینان ۹۹ درصد دوره آموزشی حفاظت پرتویی در افزایش دانش و آگاهی پزشکان مؤثر بوده است.

با استفاده از آزمون هبستگی اسپیرمن، هبستگی بین سابقه کار با نمره فرد مشاهده نشد. همچنین رابطه بین جنس افراد با نمره فرد معنی‌دار نبود. بین سن افراد و نمره فرد نیز رابطه‌ای مشاهده نشد. بین گزینه شرکت در دوره‌های قبلی و نمره فرد رابطه ضعیفی وجود داشت، اما معنادار نبود. نوع رشته تحصیلی (عمومی یا تخصصی) در نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون تأثیرگذار بود و متخصصین رشد بهتری داشتند، اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود (P=۰/۰۵۷)

بحث و نتیجه‌گیری

به دلیل زیان‌رسانی بالقوه پرتوها، حفاظت در برابر آن‌ها امری ضروری است. پرتوهای غیریون‌ساز به اندازه پرتوهای یون‌ساز مضر نیستند، اما خطرات ناشی از قرار گرفتن در معرض آن‌ها موجب توصیه‌های حفاظتی در برابر آن‌ها نیز شده است [۸، ۱۲].

تمام افرادی که به نحوی در مواجهه با پرتوها قرار می‌گیرند باید دانش کافی در مورد ایمنی در برابر اشعه را دارا باشند. همچنین پزشکان ارجاع‌دهنده نیز باید آگاهی کافی در مورد اثرات اشعه را داشته باشند؛ زیرا در وهله اول، آن‌ها افرادی هستند که آزمایش‌ها را تجویز می‌کنند و باید از ضرر و زیان این روش‌ها برای بیماران آگاه باشند.

هنگام استفاده از پرتوها در تصویربرداری پزشکی، به کار بردن تدابیر حفاظتی می‌تواند باعث تولید تصاویر تشخیصی با کیفیت بالا و در عین حال کاهش تابش اشعه به کارکنان و بیماران شود.

در مطالعه حاضر، با توجه به نتایج پیش‌آزمون، دانش و آگاهی در مورد ایمنی در برابر پرتوها برای پزشکان در سطح پایین بود که با مطالعات دیگری که در این زمینه انجام شده بود مطابقت داشت [۲۰-۱۸]. در مورد بررسی اثربخشی آموزش حفاظت پرتویی، مطالعات اندکی انجام شده است. در مطالعه‌ای که توسط یونس[14] و همکارانش در سال ۲۰۱۴ در مالزی انجام شد، تأثیر برنامه آموزشی حفاظت پرتویی، در افزایش اطلاعات پرتویی ۲۷ پرستار بخش پزشکی هسته‌ای بررسی شد. برای ارزیابی اطلاعات پرستاران، از یک پرسش‌نامه بسته با شانزده سؤال استفاده شد و نمرات کسب‌شده از پرسش‌نامه، پیش از آموزش و دقیقاً پس

14. Yunus

جدول ۲. درصد پاسخ‌های صحیح شرکت‌کنندگان به سؤالات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در زمینه دانش پرتویی

شماره سؤال	سؤال	پاسخ صحیح (درصد)	
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون
۵	چه کسانی بیشترین حساسیت را نسبت به تابش یون‌ساز دارند؟ جنین	۹۱/۷	۱۰۰
۶	کدام‌یک از بافت‌های زیر حساسیت بیشتری به تابش یونیزان دارد؟ عدسی چشم	۴۱/۷	۵۰
۷	کدام‌یک از بیماری‌های زیر میتواند ناشی از اثرات قطعی و بلندمدت اشعه یون‌ساز باشد؟ آب مروارید	۱۶/۷	۴۱/۷
۹	دُز اشعه سی‌تی اسکن قفسه سینه معادل چند برابر دُز اسکن قفسه سینه با رادیوگرافی است؟ ۵۰ تا ۱۰۰ برابر	۴۱/۷	۵۰
۱۲	پرتوکاری دُز دو میلی سیورت را در فاصله دومتری تیوب اشعه ایکس دریافت می‌کند. در صورتی که در فاصله ده‌متری قرار بگیرد چقدر دُز دریافت خواهد کرد؟ ۸۰ میکروسیورت	۱۶/۷	۵۰
۱۹	پرتوهای ماورای بنفش چگونه بر انسان اثر می‌گذارند؟ با ایجاد واکنش‌های فتوشیمیایی در بافت	۸/۳	۳۳/۳
۲۰	کدام گزینه در مورد پرتوهای غیریون‌ساز صحیح است؟ با برخورد این پرتوها به ماده، پدیده یونش روی نمی‌دهد.	۸/۳	۸۳/۳
۲۱	کدام‌یک از پرتوهای غیریون‌ساز زیر از نظر ماهیت پرتو، با بقیه متفاوت است؟ فراصوت	۶۶/۷	۶۶/۷
۲۲	کدام دسته از پرتوهای ماورای بنفش خاصیت میکروب‌کشی قوی‌تری دارند؟ UV-C	۱۶/۷	۸۳/۳

مجله‌علمی
دانشگاه‌علوم‌پزشکی قزوین

جدول۳. درصد پاسخ‌های صحیح شرکت‌کنندگان به سؤالات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در زمینه اطلاعات حفاظت پرتویی

شماره سؤال	سؤال	پاسخ صحیح (درصد)	
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون
۸	کدام‌یک منجر به بیشترین پرتوگیری بیمار می‌شود؟ رادیوگرافی شکمی باریم انما	۱۶/۷	۳۳/۳
۱۰	مؤثرترین روش حفاظت در برابر اشعه کدام است؟ افزایش فاصله	۸/۳	۷۵
۱۱	در صورتی که بیمار دُز معادل یک میلی سیورت دریافت کند، دُز پرتوکاری که در فاصله یک‌متری آن است چقدر است؟ یک میکروسیورت	۸/۳	۵۰
۱۳	بهترین حفاظ برای پرتو ایکس چه ماده‌ای است؟ سرب	۱۰۰	۹۱/۷
۱۴	حداقل فاصله مجاز ایستادن از دستگاه رادیوگرافی پرتابل برای افراد عادی با روپوش سربی و بدون روپوش سربی حدوداً چقدر است؟ دو متر	۸/۳	۶۶/۷
۱۵	آیا برای زنان باردار می‌توان ماموگرافی تشخیصی انجام داد؟ گاهی اوقات	۵۸/۳	۷۵
۱۶	آیا CT اسکن از مغز برای یک زن باردار قابل انجام است؟ گاهی اوقات	۷۵	۷۵
۱۷	کدام‌یک از روش‌های تصویربرداری زیر خطر تابش یون‌ساز ندارد؟ MRI	۵۸/۳	۹۱/۷
۱۸	کدام‌یک از جملات زیر در مورد لیزرها درست است؟ تاباندن هرگونه لیزر به چشم افراد خطرناک است.	۵۸/۳	۷۵

مجله‌علمی
دانشگاه‌علوم‌پزشکی قزوین

از آموزش با هم مقایسه و تفاوت معناداری را بین پاسخ‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون مشاهده شد که نشان‌دهنده مؤثر بودن دوره آموزشی برگزارشده بود [۲۱]. مطالعه حاضر هم‌راستا با مطالعه ذکر شده است؛ زیرا در این مطالعه نیز تفاوت معناداری بین تعداد پاسخ صحیح پیش‌آزمون و پس‌آزمون دیده شد.

در مطالعه دیگری که به منظور بررسی اثربخشی آموزش حفاظت پرتویی برای پرستاران بخش آنکولوژی، در کشور آمریکا انجام شد، با استفاده از یک پرسش‌نامه، اطلاعات پرتویی پرستاران قبل و بعد از دوره آموزشی، سنجیده شد. نتایج نشان داد که اطلاعات پرستاران افزایش نسبی (۲۱/۶درصدی) داشت [۲۲]. در مطالعه حاضر، مقدار این افزایش نسبی برابر ۷۰/۰۶ درصد بود که نشان‌دهنده مؤثرتر بودن برنامه آموزشی ما نسبت به مطالعه مذکور بود.

در مطالعه جورجز[15] و همکاران، بر اساس توصیه‌های کمیسیون بین‌المللی حفاظت رادیولوژی و انجمن قلب و عروق فرانسه، یک برنامه آموزشی محافظت در برابر اشعه برای متخصصان قلب و اینترونشن اجرا شد. اثربخشی این برنامه آموزشی ارزیابی شد و نتایج نشان داد که این برنامه آموزشی توانست با آموزش روش‌های ساده و کم‌هزینه کاهش دُز، بدون از دست دادن اطلاعات تشخیصی، موجب کاهش پنجاه‌درصدی از مقدار دُز دریافتی بیماران تحت عمل جراحی قلب و آنژیوگرافی شود [۲۳]. همه این مطالعات بر نقش ارزنده آموزش حفاظت پرتویی در کاهش خطرات ناشی از پرتوها، تأکید می‌کنند که مهم‌ترین نتیجه آن کاهش تابش‌گیری بیماران و کاهش اثرات منفی پرتوهاست.

پس از شرکت در برنامه آموزشی، از نظر نمرات کلی کسب‌شده توسط پاسخ‌دهندگان، افزایش معنی‌داری در نمره میانگین مشاهده شد (P<۰/۰۰۱). با این حساب، محققان این پژوهش شواهد کافی برای اثبات اینکه برنامه آموزشی حفاظت پرتویی برگزارشده در افزایش دانش پرتویی پاسخ‌دهندگان مؤثر است، دارند. عدم ارتباط معنادار بین سن، سابقه کار و تخصص افراد و تعداد پاسخ‌های صحیح، می‌تواند به علت کوچک بودن حجم نمونه باشد که توصیه می‌شود مطالعه در جمعیت‌های بزرگ‌تر نیز تکرار شود.

با توجه به خطرات بالقوه ذکرشده برای پرتوها و ارتباط بین پارامترهایی چون سن بیمار، بارداری، مدت‌زمان پرتوگیری و آسیب‌های پرتویی، نداشتن اطلاعات کافی پزشکان در این زمینه می‌تواند بر سلامت بیماران تأثیر منفی بگذارد. آموزش کافی به پزشکان در مورد خطرات ناشی از آزمون‌های تصویربرداری ضروری به نظر می‌رسد و تجدید نظر در برنامه درسی دانشجویان پزشکی نیز می‌تواند در این راستا، کمک‌کننده باشد. حتی توصیه می‌شود برای به روز کردن و افزایش دانش و آگاهی پزشکان درباره خطرات و ایمنی اشعه یون‌ساز و غیریون‌ساز، برنامه‌های آموزش مداوم به صورت دوره‌ای توسط مسئولین مراقبت بهداشتی ارائه شود. درواقع آموزش پزشکان در مورد اثرات پرتوها و نحوه حفاظت در برابر آن‌ها باید بخشی از مسئولیت‌های ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی باشد. همچنین توصیه می‌شود که با توجه به زمینه تخصصی هر پزشک و میزان تعامل آن‌ها با بخش‌های مختلف پرتویی، آموزش متناسب با حرفه تخصصی انجام گیرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه با کد IR.QUMS.REC.1397.348 در کمیته اخلاق دانشگاه علوم‌پزشکی قزوین مورد تأیید قرار گرفته است.

حامی مالی

دانشگاه علوم‌پزشکی قزوین حامی مالی این مقاله بوده است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی، روش‌شناسی و اعتبارسنجی: اعظم جنتی اصفهانی، نعمت‌الله غیبی و رضا پایدار؛ جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها: اعظم جنتی اصفهانی، ریحانه مهرابی، معصومه علی اکبری، فاطمه‌سادات باقری، سمانه حشمتی، المیرا محمدی، زهرا سادات سیدی گیلوان و مهلا گنجی؛ ویراستاری، مدیریت پروژه و نگارش: اعظم جنتی اصفهانی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، هیچ‌گونه تضاد منافعی در این مقاله وجود ندارد.

15. Georges

References

[1] Hall EJ, Giaccia AJ. Radiobiology for the radiologist. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006. https://books.google.com/books?id=6HhjwRyqBzgC&dq

[2] No Authors Listed. The 2007 recommendations of the international commission on radiological protection. ICRP publication 103. Ann ICRP. 2007; 37(2-4):1-332. [PMID]

[3] Polk C, Postow E. Handbook of biological effects of electromagnetic fields. Cleveland: CRC Press; 1995. https://books.google.com/books?id=PZd_2UJrwdwC&dq

[4] Fedorowski A, Steciwko A. Biological effects of non-ionizing electromagnetic radiation. Med Pr. 1998; 49(1):93-105. [In Polish] [PMID]

[5] Mortazavi SMJ, Mortazavi SA, Paknahad M. Association between electromagnetic field exposure and abortion in pregnant women living in Tehran. Int J Reprod BioMed. 2017; 15(2):115-6. [DOI:10.29252/ijrm.15.2.115]

[6] Noehr B, Jensen A, Frederiksen K, Tabor A, Kjear SK. Loop electrosurgical excision of the cervix and risk for spontaneous preterm delivery in twin pregnancies. Obstet Gynecol. 2009; 114(3):511-5. [DOI:10.1097/AOG.0b013e3181b1377b] [PMID]

[7] Izadifar Z, Babyn P, Chapman D. Mechanical and biological effects of ultrasound: A review of present knowledge. Ultrasound Med Biol. 2017; 43(6):1085-104. [DOI:10.1016/j.ultrasmedbio.2017.01.023] [PMID]

[8] Schauer DA, Linton OW. NCRP report No. 160, ionizing radiation exposure of the population of the United States, medical exposure-are we doing less with more, and is there a role for health physicists? Health Phys. 2009; 97(1):1-5. [DOI:10.1097/01.HP.0000356672.44380.b7] [PMID]

[9] National Council on Radiation Protection and Measurements. NCRP report no. 93, Ionizing radiation exposure of the population of the United States [Internet]. 2015 [Updated 2015 June 1]. Available from: https://ncrponline.org/publications/reports/ncrp-report-93/

[10] Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography-an increasing source of radiation exposure. N Engl J Med. 2007; 357(22):2277-84. [DOI:10.1056/NEJMra072149] [PMID]

[11] de González AB, Mahesh M, Kim KP, Bhargavan M, Lewis R, Mettler F, et al. Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. Arch Intern Med. 2009; 169(22):2071-7. [DOI:10.1001/archinternmed.2009.440] [PMID] [PMCID]

[12] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Principles for non-ionizing radiation protection. Health Phys. 2020; 118(5):477-82. [DOI:10.1097/HP.0000000000001252] [PMID]

[13] Borgen L, Stranden E. Radiation knowledge and perception of referral practice among radiologists and radiographers compared with referring clinicians. Insights Imaging. 2014; 5(5):635-40. [DOI:10.1007/s13244-014-0348-y] [PMID] [PMCID]

[14] Günalp M, Gülünay B, Polat O, Demirkan A, Gürler S, Akkaş M, et al. Ionising radiation awareness among resident doctors, interns, and radiographers in a university hospital emergency department. Radiol Med. 2014; 119(6):440-7. [DOI:10.1007/s11547-013-0374-8] [PMID]

[15] Geofery L, Basirat M, Eze CU, Chigozie NI, Auwal A, Kalu O, et al. Evaluation of the knowledge and awareness of non-ionizing radiation among final year students of College of Medical Science University of Maiduguri. Int Res J Pure Appl Phys. 2015; 3(3):8-14. https://bit.ly/2D3avQe

[16] Madrigano RR, Abrão KC, Puchnick A, Regacini R. Evaluation of non-radiologist physicians' knowledge on aspects related to ionizing radiation in imaging. Radiol Bras. 2014; 47(4):210-6. [DOI:10.1590/0100-3984.2013.1840] [PMID] [PMCID]

[17] Faggioni L, Paolicchi F, Bastiani L, Guido D, Caramella D. Awareness of radiation protection and dose levels of imaging procedures among medical students, radiography students, and radiology residents at an academic hospital: Results of a comprehensive survey. Eur J Radiol. 2017; 86:135-42. [DOI:10.1016/j.ejrad.2016.10.033] [PMID]

[18] Wong CS, Huang B, Sin HK, Wong WL, Yiu KL, Ching TCY. A questionnaire study assessing local physicians, radiologists and interns' knowledge and practice pertaining to radiation exposure related to radiological imaging. Eur J Radiol. 2012; 81(3):e264-e8. [DOI:10.1016/j.ejrad.2011.02.022] [PMID]

[19] Thaker A, Navadeh S, Gonzales H, Malekinejad M. Effectiveness of policies on reducing exposure to ionizing radiation from medical imaging: A systematic review. J Am Coll Radiol. 2015; 12(12 Pt B):1434-45. [DOI:10.1016/j.jacr.2015.06.033] [PMID]

[20] Thomas KE, Parnell-Parmley JE, Haidar S, Moineddin R, Charkot G, BenDavid G, et al. Assessment of radiation dose awareness among pediatricians. Pediatr Radiol. 2006; 36(8):823-32. [DOI:10.1007/s00247-006-0170-x] [PMID]

[21] Yunus N, Abdullah MHRO, Said ZA, Ch'ng PE. Assessment of radiation safety awareness among nuclear medicine nurses: A pilot study. J Phys Conference Series. 2014; 546(1):012015. [DOI:10.1088/1742-6596/546/1/012015]

[22] Dauer LT, Kelvin JF, Horan CL, St Germain J. Evaluating the effectiveness of a radiation safety training intervention for oncology nurses: A pretest-intervention-posttest study. BMC Med Educ. 2006; 6:32. [DOI:10.1186/1472-6920-6-32] [PMID] [PMCID]

[23] Georges JL, Livarek B, Gibault-Genty G, Aziza, JP, Hautecoeur JL, Soleille H, et al. Reduction of radiation delivered to patients undergoing invasive coronary procedures. Effect of a programme for dose reduction based on radiation-protection training. Arch Cardiovasc Dis. 2009; 102(12):821-7. [DOI:10.1016/j.acvd.2009.09.007] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank