Original Article

Paramedical Sciences and Military Health

Volume 18, Number 2, 2023

Evaluation of Quality Control of Diagnostic Radiology Devices in Educational Imaging Centers of Birjand University of Medical Sciences

Masoud Jabari [1] , Sajjad Pandesh [1*]

[1] *Department of Radiology Technology, School of Allied Medicine, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran*

Abstract

Introduction: X-rays play an important role in medical imaging; however, exposure to radiation can also bring risks. Therefore, the quality control of diagnostic radiology devices is actually vital. Moreover, it is possible to reduce the dose received by patients and maintain the quality of the images by applying quality control programs.

Methods and Materials: The present study was conducted in the imaging departments of Imam Reza (AS), Valiasr (AS), and Razi hospitals in Birjand. In this study, seven quality control tests including exposure reproducibility, voltage accuracy, time accuracy, linearity of the output with respect to mA and linearity of the output with respect to s, measuring the half value layer (HVL) and matching the optical and radiation fields was performed in accordance with the standards of the Atomic Energy Organization of Iran. These tests have the greatest effect on the dose of patients.

Results: The minimum and maximum error in kVp was related to rooms number 1 and 3 (emergency department) of Imam Reza hospital respectively. In addition, the error percentage in the investigated voltages was less than 5% in all the studied devices. All the devices were accepted in the tests of output reproducibility and output linearity with respect to mA and time and HVL. In the test to check the validity of the radiation time, the error observed for 2.3 and 5 milliseconds in the emergency department of Imam Reza Hospital was higher than the acceptance criteria, which needs to be corrected. Fortunately, in most of the studied devices, the amount of non-compliance of the light and beam fields was less than the acceptance criteria and it needed to be corrected in only one device.

Discussion and Conclusion: The lack of quality control of medical imaging devices can lead to repeated irradiation, which increases both patient dose and department costs. Moreover, it potentially reduces patient satisfaction. The results of this study showed that most of the diagnostic radiography devices installed in the teaching hospitals of Birjand University of Medical Sciences have suitable conditions in terms of quality control.

Keywords: Quality control, Radiography, Kilovolt accuracy, Timer accuracy, Half Value Layer

*(Corresponding Author) Sajjad Pandesh, Department of Radiology Technology, School of Allied Medicine, Birjand University of Medical Sciences, Birjand, Iran.
Email: s_pandesh@bums.ac.ir, s_pandesh@yahoo.com

مجله علوم پیراپزشکی و بهداشت نظامی
سال هجدهم، شماره دوم، ۱۴۰۲

مقاله تحقیقاتی

ارزیابی کنترل کیفی دستگاه‌های رادیولوژی تشخیصی در مراکز تصویربرداری آموزشی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند

مسعود جباری[۱]، سجاد پندش[۱*]

[۱]گروه تکنولوژی پرتوشناسی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران

چکیده

مقدمه: اشـــعه ایکس در تصویربرداری پزشـــکی نقش مهمی دارد، اما پرتوگیری می‌تواند خطراتی را نیز به همراه داشته باشد. بنابراین، کنترل کیفیت دســـتگاه‌های رادیولوژی تشخیصی بسیار حیاتی است و با اعمال برنامه‌های کنترل کیفیت، می‌توان دوز دریافتی بیماران را ضمن حفظ کیفیت تصاویر کاهش داد.

مواد و روش ها: مطالعه حاضر در بخش‌های تصویربرداری بیمارســـتان‌های امام رضا (ع)، ولیعصر (عج) و رازی شـــهر بیرجند انجام شـــد و هفت آزمون کنترل کیفی شـــامل توانایی تولید مجدد اکسپوژر، صحت ولتاژ، صحت زمان، خطی بودن خروجی نسبت به mA و خطی بودن خروجی نســـبت به s، اندازه گیری لایه نیم جذب و تطابق میدان نوری و پرتوی مطابق با اســـتانداردهای سازمان انرژی اتمی ایران انجام شد. این آزمون‌ها بیشترین تأثیر را بر دوز بیماران دارند.

یافته‌ها: حداقل و حداکثر خطای kVp به ترتیب مربوط به اتاق ۱ و ۳ (اورژانس) بیمارستان امام رضا (ع) بود و در تمامی دستگاه‌های مورد مطالعه درصد خطا در ولتاژهای مورد بررسی کمتر از ۵٪ بود. همه دستگاه‌ها در آزمون‌های تکرارپذیری خروجی و خطی بودن خروجی نســـبت به mA و زمان و مقدار ضخامت لایه نیم جذب (HVL) مورد پذیرش واقع شـــدند. در آزمون بررسی صحت زمان تابش خطای مشاهده شده برای زمان‌های ۳/۲ و ۵ میلی ثانیه در دستگاه اورژانس بیمارستان امام رضا (ع) بالاتر از معیار پذیرش بود که نیاز به اصلاح دارد. خوشبختانه در اکثر دستگاه‌های مورد مطالعه مقدار عدم انطباق میدان‌های نوری و پرتوی کمتر از معیار پذیرش بوده و تنها در یک دستگاه نیاز به اصلاح داشت.

بحث و نتیجه گیری: عدم کنترل کیفیت دســـتگاه‌های تصویربرداری پزشـــکی می تواند منجر به تکرار پرتودهی گردد که هم دوز بیمار و هم هزینه‌های بخش را افزایش داده و بطور بالقوه باعث کاهش رضایت بیمار شـــود. نتایج حاصل از این مطالعه نشـــان داد که اکثر دســـتگاه‌های رادیوگرافی تشخیصی نصب شده در بیمارستان‌های آموزشـــی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند از نظر کنترل کیفی شرایط مناسبی دارند.

کلمات کلیدی: کنترل کیفی، رادیوگرافی، صحت کیلوولت، صحت زمان، لایه نیم جذب

مقدمه

اشـــعه ایکس نقـــش مهمی را در فنـــاوری مدرن، بـــه ویژه در تصویربـــرداری پزشـــکی ایفا می‌کند. پیشـــرفت‌های قابل توجه تجهیزات تصویربرداری پزشـــکی در سال‌های اخیر، رادیولوژی را به بهترین و کم تهاجم ترین روش‌های تشخیصی تبدیل کرده است. در حال حاضر تخمین زده می‌شود که نیمی از تصمیمات قاطع پزشکی بر اســـاس آزمون‌ها و معاینات اشعه ایکس گرفته می‌شـــود. علاوه بر این، تشخیص برخی از بیماری‌ها و جراحات به وسیله معاینات اشـــعه ایکس ممکن شده است (۶-۱). با این حال آثار زیان بار معاینات اشعه ایکس را نمی توان نادیده گرفت (۷ ، ۸). بزرگترین عامل در دوز جمعیت ســـاطع شـــده از منابع مصنوعی، منابع پرتوهای یونیزان هســـتند که در این بین اشـــعه

*(نویسنده مسئول) سجاد پندش، گروه تکنولوژی پرتوشناسی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، بیرجند، ایران.
آدرس الکترونیکی: s_pandesh@bums.ac.ir, s_pandesh@yahoo.com

ایکس تشـــخیصی، ســـهم عمده ای از تابش دریافتی را تشکیل می‌دهد (۹، ۱۰). همچنین لازم بذکر اســـت که روزانه بیش از ده میلیون آزمون رادیوگرافی تشخیصی در دنیا انجام می‌شود (۱۱). انرژی جذب شـــده ناشی از برخورد اشعه به بدن بیمار می‌تواند منجر به آســـیب مستقیم و غیرمستقیم شود. به وضوح ثابت شده است پرتوهای یونیزان قابلیت سرطان‌زایی و ایجاد جهش دارند. بـــر اثر تابش گیری ســـلول و عدم ترمیم کامـــل آن امکان مرگ سلولی، و در صورت زنده ماندن بسته به نوع سلول احتمال ایجاد جهش و سرطان و یا آسیب‌های وراثتی وجود دارد (۱۲، ۱۳).

به دلیل وجود خطرات احتمالی ناشی از پرتوگیری در آزمون‌های تصویر برداری، طبق اصل ALARA لازم است مفید بودن آزمون درخواستی برای بیمار توجیه شده باشد و علاوه بر آن دوز بیمار در پایین ترین ســـطح ممکن حفظ شـــود (۱۴). برای این منظور اســـتفاده از فیلتـــر و محفظه ی فلزی اطـــراف لامپ و همچنین رعایت اصول محدود ســـازی بیم اشـــعه ایکس، توسط پرسنل الزامی است. از دیگر اقدامات مهم و کارآمد، کنترل کالیبراسیون دستگاه‌های رادیوگرافی می‌باشد (۱۵).

اهـــداف برنامه‌های کنترل کیفی دســـتگاه‌های رادیولوژی، تطابق ویژگی‌های تجهیزات با اســـتانداردهای موجود و ایمنی در برابر تشعشع می‌باشد. با استفاده از تکنیک‌های شناخته شده امروزی و تنها با اعمال کالیبراسیون دستگاه‌ها می‌توان دوز دریافتی بیمار را به کمتر از نصف کاهش داد و هم‌زمان کیفیت مطلوبی از تصاویر ارائه داد (۱۵).

سازمان جهانی بهداشت (WHO) کیفیت مطلوب تصاویر پزشکی را وابسته به عملکرد صحیح تجهیزات و نگهداری آن‌ها می‌داند. از این رو در سراســـر جهان تحقیقات گســـترده ای در ارتباط با کنترل کیفی تجهیزات رادیولوژی تشخیصی صورت گرفته است (۱۵، ۱۶).

در مطالعه‌ای که توســـط دکتر شـــهبازی بر روی هفت دســـتگاه رادیولوژی تشـــخیصی در بیمارســـتان‌های وابســـته به دانشگاه علوم پزشکی چهارمحال و بختیاری صورت گرفت، پارامترهای مختلفی از قبیل کیلو ولتاژ دســـتگاه (KVp) میلی آمـــپر (mA)، زمـــان تابش (s)، فاصلـــه فیلم تا تیوب اشـــعه ایکس، فیلترهای اضافی، لایه نیم جذب و شرایط کاست فیلم مـــورد ارزیابـــی قرار گرفتنـــد. در این مطالعه ۷۰ بیمار تحت انجام آزمون رادیوگرافی تشخیصی قفسه صدری قرار گرفتند. در نهایت مشخص شد که با اعمال برنامه کنترل کیفیت و شرایط تابشی به کار برده، متوسط دوز دریافتی بیماران در مقایسه با قبل از اعمال برنامه‌های کنترل کیفیت، حدود ۴۰درصد کاهش یافت (۱۵).

همچنین نتایج حاصل از مطالعاتی که در چند شهر دیگر بر روی دستگاه‌های رادیوگرافی انجام شد نشان می‌دهد که در این مراکز، میزان صحت ولتاژ، عدم تطابـــق میدان پرتویی و نوری، صحت زمان تابشی، خطای موجود در HVL ها، خارج از بازه استاندارد معرفی شده می‌باشد و نیاز به اصلاح دارد (۲ ، ۱۴ ، ۱۷).

با توجه بـــه اهمیت کنترل کیفی و موارد ذکر شـــده و همچنین بـــا توجه به این نکته بـــر روی دســـتگاه‌های رادیوگرافی مراکز درمانی وابسته به دانشگاه علوم پزشکی شهرستان بیرجند تاکنون مطالعه ای انجام نشـــده اســـت، پژوهش حاضر با هدف کنترل کالیبراسیون دســـتگاه‌های مولد پرتو ایکس شهرستان بیرجند در قالب آزمون‌های توانایی تولید مجدد اکسپوژر، کنترل فیلتراسیون، صحت ولتاژ، صحت زمان، خطی بودن خروجی نســـبت به mA و خطی بودن خروجی نسبت به s، اندازه گیری لایه نیم جذب و تطابق میدان نوری و پرتوی مطابق انجام شده است.

مواد و روش‌ها

مطالعـــه حاضر از نـــوع کاربردی و توصیفـــی و حاصل از طرح تحقیقاتی با کد اخلاق IR.BUMS.REC.۳۹۹. ۱۳۹۸ می‌باشد که در بخش رادیولوژی بیمارستان‌های آموزشی امام رضا (ع)، رازی و ولیعصر (عج) دانشگاه علوم پزشکی بیرجند صورت گرفت.

در این مطالعه، ۷ آزمون کنترل کیفی شـــامل توانایی تولید مجدد اکسپوژر، صحت ولتاژ، صحت زمان، خطی بودن خروجی نسبت به mA و خطی بودن خروجی نســـبت به s، اندازه گیری لایه نیم جذب و تطابق میدان نوری و پرتوی مطابق با استانداردهای ارائه شـــده از سوی سازمان انرژی اتمی ایران انجام شد. این آزمون‌ها بیشـــترین تاثیر در دوز بیمـــاران را دارنـــد و همچنین از جمله مشـــکلات رایج دســـتگاه‌های رادیوگرافی می‌باشند. برای انجام آزمون‌های کنترل کیفی ذکر شـــده از کیت کنترل کیفی Piranha ساخت آلمان بهره برده شد.

از آنجایی که در فراینـــد آزمون‌های رادیوگرافی، تولید پرتوهای اســـکتر غیرقابل انکار اســـت، در تمامی آزمون‌های کنترل کیفی

انجام شـــده، یک ورقه سربی در زیر دستگاه دوزیمتری قرار داده شده، تا پرتوهای اسکتر بازگشتی جذب شده و در نتایج آزمون‌ها ایجاد خطا نکند.

توانایی تولید مجدد اکسپوژر:

هدف از اجرای این آزمون، تایید خروجی دستگاه رادیوگرافی در اکســپوزهای مشــابه (kVp = ۸۰، mA = ۱۰۰ و mS = ۱۰۰) در محدوده قابل قبول می‌باشــد. برای انجام این آزمون حداقل ۳ بار اکســپوز با شرایط مشابه انجام می‌شود و باید خروجی دوزیمتر و واریانس محاسبه شده طبق فرمول ۱ در محدوده قابل قبول (کمتر از ۵ درصد) باشد. در غیر این صورت دستگاه نیاز به اصلاح دارد. این آزمون سالیانه باید مورد بررسی قرار گیرد (۲ ، ١٤ ، ١٧).

فرمول ۱: $SD = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$ $CV = \frac{SD}{\bar{X}}$

صحت ولتاژ:

kVp تنظیم شــده توســط پرتوکار مهم ترین عامل تعیین کننده کنتراســت تصویر می‌باشــد. در حالت ایده آل kVp اعمال شده توسط ژنراتور دســتگاه با kVp تنظیم شده توسط پرتوکار روی کنسول دستگاه با هم برابر است ولی در واقعیت ممکن این دو با هم متفاوت باشــند. با انجام این آزمون صحت kVp اعمال شده توسط ژنراتور بررسی می‌شود. برای این منظور حداقل ۳ اکسپوز با kVp یکسان انجام شــد و سپس طبق فرمول ۲ میزان خطا در اعمال kVp محاسبه گردید (۲ ،١٤، ١٧).

فرمول ۲: $\frac{kVp(measured) - kVp(nominal)}{kVp(nominal)}$

صحت زمان:

زمان تابش اشعه ایکس یکی از عوامل مهم تاثیرگذار بر دوز اشعه ایکــس، ناواضحی حرکتی و کیفیت تصویر نهایی می‌باشــد. در این مطالعه، کنترل صحت زمان ســنج دستگاه رادیولوژی هم در زمان‌های کمتر و هم در زمان‌های بالاتر از ۱۰ میلی ثانیه بررسی گردید. میزان خطای قابل قبول برای زمان‌های تابش بالاتر از ۱۰ میلی ثانیه، ۵ درصد و زمان‌های کمتر از ۱۰ میلی ثانیه، ۲۰ درصد می‌باشــد. برای محاسبه خطای زمان سنج دســتگاه از فرمول ۳ استفاده می‌شود (۲ ، ١٤ ، ١٧).

فرمول ۳: $\frac{time(measured) - time(nominal)}{time(nominal)}$

خطی بودن خروجی نسبت به mA:

در این آزمون چند اکســپوز با kVp و S ثابت و تغییر خطی mA صورت گرفت. در این شــرایط انتظار مــی‌رود خروجی پرتوی نیز بــه صورت خطی تغییر کند. با کمک نتایج بدســت آمده از دوزیمتر، ضریب خطی بودن (L) مطابق فرمول ٤ و ۵ محاســبه گردیــد. ضریب خطی بودن کمتر از ۵٪ قابل قبول و تا ۱۰٪ نیاز به اصلاح دارد (۲ ، ١٤، ١٧).

فرمول ٤: $X = \frac{Dose}{mAS}$

فرمول ۵: $L = \frac{X_1 - X_2}{X_1 + X_2}$

خطی بودن خروجی نسبت به S:

به منظور بررســی خطی بودن خروجی نســبت به زمان نیز چند اکســپوز با kVp و mA ثابت و تغییر خطی S انجام شد. در این شــرایط می‌بایســت خروجی پرتوی نیز به صورت خطی تغییر کند. با کمک نتایج به دست آمده، ضریب خطی بودن (L) مطابق فرمول ٤ محاسبه گردید.

کنترل لایه نیم جذب:

به‌طــور خلاصه به منظور اندازه گیری HVL ابتدا یک اکســپوز انجام و خروجی پرتوی اندازه گیری شــد، ســپس در شــرایط تابش کاملا یکنواخت و با اســتفاده از ورقه‌هــای آلومینیوم با ضخامت‌های مختلف تابش اشعه انجام گردید و هر بار خروجی پرتوی اندازه گیری شد. این عمل ادامه پیدا کرد تا عدد دوزیمتر به کمتر از نصف مقدار اولیه رسید. سپس با استفاده از نرم افزار اکســل منحنی خروجی پرتوی به ازای ضخامت‌های مختلف Al ترسیم و مقدار HVL محاسبه شد (۲ ، ١٤، ١٧).

تطابق میدان نوری و پرتویی:

این آزمون به منظور تایید عملکرد کولیماتور و بررســی انطباق میــدان نوری و اشــعه ایکس صورت گرفت. بــرای این منظور از یک صفحه برنجی مدرج اســتفاده گردید. با اســتفاده از این

صفحه برنجی و تنظیم میدان نوری بر روی ناحیه مشخص شده، تصویربرداری صورت گرفت. سپس با توجه به تصویر تهیه شده میزان عدم انطباق میدان نوری و میدان اشعه ایکس محاسبه گردید (۲، ۱٤، ۱۷).

جدول ۱- آزمون‌های کنترل کیفی انجام شده در این تحقیق به همراه تعریف، میارهای پذیرش، اصلاح و تعلیق

نوع آزمون کنترل کیفی	تعریف	معیار پذیرش	معیار اصلاح	معیار تعلیق
توانایی تولید مجدد اکسپوژر	$CV = \frac{SD}{\bar{X}}$ $SD = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$	<±٪۵	<±٪۱۰	>±٪۱۰
صحت kVp	$\frac{kVp(measured) - kVp(nominal)}{kVp(nominal)}$	<±٪۵	<±٪۱۰	>±٪۱۰
صحت زمان	$\frac{time(measured) - time(nominal)}{time(nominal)}$	<±٪۵ <±٪۲۰	<±٪۱۰	>±٪۱۰
خطی بودن خروجی نسبت به mA	$L = \frac{X_1 - X_2}{X_1 + X_2}$ $X = \frac{Dose}{mAS}$	<±٪۵	<±٪۱۰	>±٪۱۰
خطی بودن خروجی نسبت به S	$L = \frac{X_1 - X_2}{X_1 + X_2}$ $X = \frac{Dose}{mAS}$	<±٪۵	<±٪۱۰	>±٪۱۰
ضخامت لایه نیم جذب	ضخامتی ار آلومینیوم لازم برای کاهش شدت پرتو ایکس به نصف مقدار اولیه آن			
عدم انطباق میدان نوری و میدان پرتوی	انحراف میدان نوری و میدان پرتوی در فاصله ۱ متری از نقطه کانونی	<±٪۱	±٪۲	>±٪۲

یافته‌ها

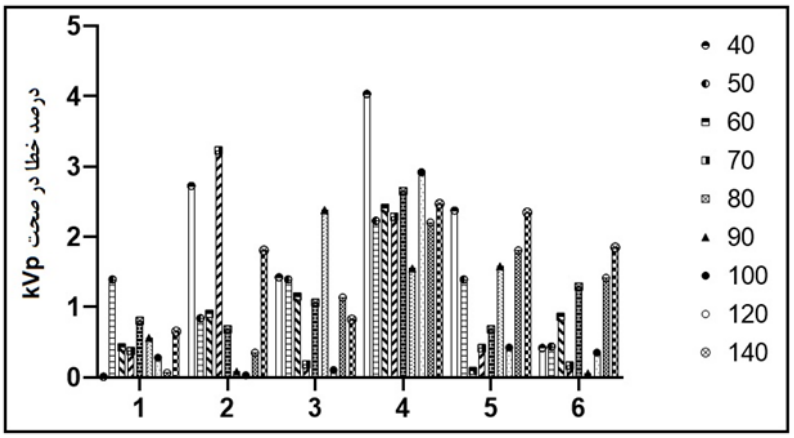
آزمون‌های کنترل کیفی مطابق توضیحات ارائه شده در قسمت قبل انجام شد و نتایج حاصل از آزمون‌های انجام شده به‌صورت خلاصه در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- نتایج حاصل از آزمون‌های کنترل کیفی دستگاه‌های رادیوگرافی تشخیصی بیمارستان‌های آموزشی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند

نام مرکز	شماره اتاق	بازه درصد خطا در آزمون صحت kVp	درصد خطا در آزمون تکرارپذیری خروجی	بازه درصد خطا در آزمون صحت زمان	میانگین L در آزمون خطی بودن خروجی نسبت به mA	میانگین L در آزمون خطی بودن خروجی نسبت به S	لایه نیم جذب در kVp ۷۰ (mmAl)
امام رضا (ع)	۱	۰/۰۰۸ تا ۱/۳۹۳	۰/۰۰۵	۰ تا ۵/۶۹۷	۰/۶۲۵	۰/۶۴۴	۲/۶
	۲	۰/۰۳ تا ۲/۷۲۵	۰/۰۰۰۹	۰ تا ۲/۵۴۵	۰/۶۳۹	۰/۶۴۱	۲/۸
	۳	۱/۵۵ تا ۴/۰۳۳	۰/۰۰۰۶	۰/۳۱۶ تا ۳۳/۰۱۱	۰/۶۳۷	۰/۶۴۱	۳/۳
	۴	۰/۱۰۳ تا ۱/۳۹۳	۰/۰۰۲۴	۰/۴۴ تا ۱۶/۳۲	۰/۶۳۱	۰/۶۴۳	۲/۶
ولیعصر (عج)	۱	۰/۰۸۸ تا ۲/۳۷۵	۰/۰۰۶	۰/۰۹۳ تا ۸/۷۱۱	۰/۶۳۸	۰/۶۵۳	۱/۶۵
رازی	۱	۰/۱۶۶ تا ۱/۴۱۴	۰/۰۰۰۷	۰/۰۴۱ تا ۲/۹۹۲	۰/۶۴۱	۰/۵۴۹	۳/۴

همانطور که در جدول ۲ و شکل ۱ نشان داده شده است حداقل و حداکثر خطای kVp به ترتیب مربوط به اتاق ۱ و اتاق ۳

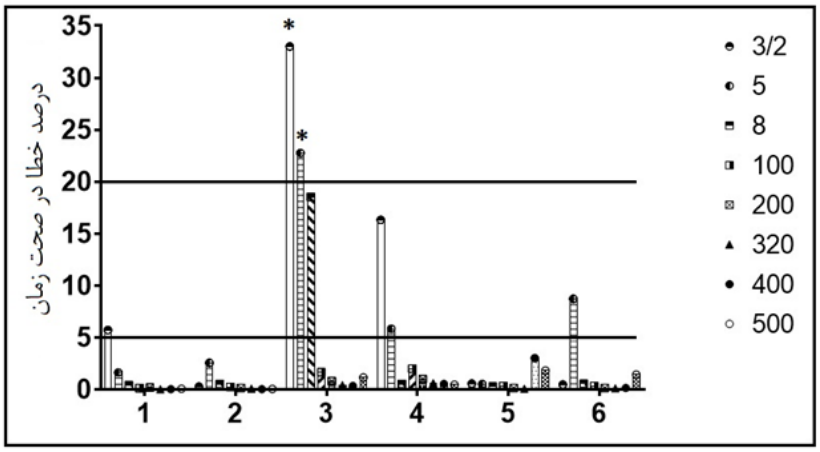
(اورژانس) بیمارستان امام رضا (ع) بوده است و خوشبختانه در مورد تمامی دستگاه‌های مورد مطالعه میزان درصد خطا در ولتاژهای ۴۰ تا ۱۴۰ کیلوولت کمتر از ۵ و مورد پذیرش می‌باشد.



شکل ۱- میزان درصد خطای ولتاژ در دستگاه‌های رادیوگرافی تشخیصی بیمارستان‌های آموزشی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. در این بررسی درصد خطا در ولتاژهای ۴۰ تا ۱۴۰ کیلوولت نشان داده شده است. اعداد ۱ تا ۶ مربووط به دستگاه‌های مورد استفاده در مراکز مختلف می‌باشد. دستگاه‌های ۱ تا ۴ مربوط به بیمارستان امام رضا (ع) ، دستگاه ۵ مربوط به بیمارستان رازی و ۶ مربوط به بیمارستان ولیعصر می‌باشد.

درصد خطا در آزمون تکرارپذیری خروجی در مورد همه دستگاه‌های مورد بررسی کمتر از معیار پذیرش (±۵) مشاهده شد. به‌طوریکه حداکثر خطای مشاهده شده ۰/۰۰۶ بوده که بر اساس استانداردها قابل پذیرش می‌باشد. بنابراین می‌توان دوز و دانسیته تصاویر به‌دست آمده از همه دستگاه‌های رادیولوژی را در شرایط یکسان یکنواخت دانست.

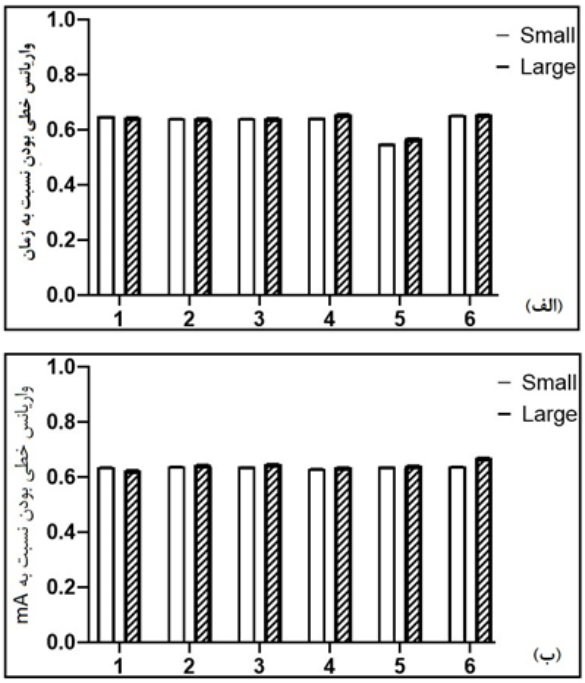
در آزمون بررسی صحت زمان تابش پرتو ایکس نیز حداکثر خطای مشاهده شده برای دستگاه شماره ۳ (اورژانس) بیمارستان امام رضا (ع) و حدود ۳۳ درصد و برای زمان تابش ۳/۲ میلی ثانیه بدست آمد. میزان خطای قابل قبول در مورد زمان‌های تابش کمتر از ۱۰ میلی ثانیه، ۲۰٪ و برای زمان‌های بالای ۱۰ میلی ثانیه ۵٪ می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۲ قابل مشاهده است، فقط برای دستگاه اورژانس امام رضا (ع) و در زمان‌های ۳/۲ و ۵ میلی ثانیه خطای مشاهده شده بالاتر از معیار پذیرش واقع شده و بنابراین نیاز به اصلاح دارد.



شکل ۲- میزان درصد خطای زمان تابش در دستگاه‌های رادیوگرافی تشخیصی بیمارستان‌های آموزشی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. در این پژوهش درصد خطا در زمان‌های تابش ۳/۲، ۵، ۸، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۲۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی ثانیه بررسی شده است. اعداد ۱ تا ۶ مربوط به دستگاه‌های مورد استفاده در مراکز مختلف می‌باشد. دستگاه‌های ۱ تا ۴ مربوط به بیمارستان امام رضا (ع) ، دستگاه ۵ مربوط به بیمارستان رازی و ۶ مربوط به بیمارستان ولیعصر می‌باشد. مواردی که با (*) مشخص شده است از معیار پذیرش فراتر رفته و نیاز به اصلاح دارد.

برای بررسی آزمون خطی بودن خروجی نسبت به میلی آمپر و زمان، با ثابت نگه داشتن سایر شرایط، یک بار میلی آمپر و بار

دیگـــر زمان به‌صورت خطی افزایش داده و میزان خروجی اندازه گیری شـــد. همانطور که در شکل ۳ مشـــخص است در هر دو آزمون خطی بودن خروجی نســـبت به میلی آمپر و زمان، مقادیر L در تمامی دســـتگاه‌های مورد بررسی کمتر از ۱ بوده که مورد پذیرش می‌باشد.



شـــکل ۳- مقادیر واریانس خطی بودن (L) برای آزمون‌های خطی بودن خروجی نسبت به میلی آمپر و زمان در دستگاه‌های رادیوگرافی تشخیصی بیمارســـتان‌های آموزشی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. آزمون‌های خطی بودن برای نقطه کانونی‌های بزرگ و کوچک نشان داده شده است.

مقادیر HVL به همراه نتیجه آزمون، برای دستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۳ آمده است. مقدار HVL در ولتاژ ۷۰ کیلوولت اندازه گیری شـــد و همان‌طور که در جدول مشخص است، در تمامی دستگاه‌ها، مقدار HVL از حداقل مقدار قابل قبول بالاتر می‌باشد. حداقل مقدار HVL قابل قبول در ولتاژ ۷۰ کیلوولت ۱/۵ میلی‌متر آلومینیوم می‌باشد.

یکی از موارد بســـیار مهم در تصویر برداری رادیوگرافی، انطباق میدان پرتو ایکس و میدان نوری می‌باشـــد. نتایج حاصل از این آزمون در دســـتگاه‌های رادیوگرافی تشـــخیصی بیمارستان‌های آموزشی دانشگاه علوم پزشـــکی بیرجند، در جدول ٤ ذکر شده است. کاملا واضح است که فقط در دستگاه اورژانس بیمارستان امام رضا (ع) و از ســـمت بالای تخت میزان عدم تطابق بیشتر از معیار پذیرش بوده که نیاز به اصلاح دارد و در سایر دستگاه‌های مورد مطالعه مقدار عدم انطباق میدان‌های نوری و پرتوی کمتر از معیار پذیرش بوده این دستگاه‌ها مورد پذیرش می‌باشند.

بحث و نتیجه‌گیری

تصویربرداری پزشـــکی فرایندی چند مرحله ای است که در آن اطلاعاتی در مورد آناتومی و فیزیولوژی بدن بیمار فراهم شـــده و با استفاده از تکنولوژی پیشـــرفته به نمایش در می‌آید. عوامل متعددی از تغییرپذیری در هر دو عوامل انسانی و تجهیزات وجود دارد که اگر به درستی کنترل نشـــوند، باعث ایجاد تصاویر فاقد کیفیت می‌شـــود. این موضوع می‌تواند منجر به تکرار پرتودهی گـــردد که هم دوز بیمار و هم هزینه‌های بخش را افزایش داده و به‌طور بالقوه باعث کاهش رضایت بیمار شـــود. هدف یک برنامه کنترل کیفیت، کنترل یا به حداقل رســـاندن این متغیرها است که این اطمینـــان لازم را فراهم کند تا با تجهیـــزات موجود بهترین تصویر ممکن را با حداقل مقدار پرتودهی برای بیمار فراهم کند (۱۸ ، ۱۹).

چنانچـــه برنامه‌های کنترل کیفی به طور صحیح اجرا گردد، نتایج ارزشـــمندی را از قبیل کاهش پرتوگیـــری بیماران در بر خواهد داشـــت همچنان‌که در مطالعات مختلف نشان داده شده با انجام فرایند QC و انجـــام تصحیحات لازم دوز بیماران در روش‌های رادیولوژی تشـــخیصی به مقدار به نسبت زیادی حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد کاهش پیدا می‌کند (۱۵).

همچنین هالینز در مطالعه ای که در این رابطه انجام داد برنامه‌های

جدول ۳- مقادیر HVL بر حسب mmAl در ولتاژ ۷۰ کیلوولت و نتیجه آزمون برای دستگاه‌های رادیوگرافی تشخیصی بیمارستان‌های آموزشی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند

	امام رضا (ع) ۱	امام رضا (ع) ۲	امام رضا (ع) ۳	امام رضا (ع) ۴	ولیعصر (عج)	رازی
مقدار HVL (mmAl)	۲/۶	۲/۸	۳/۳	۲/۶	۱/۶۵	۳/۴

جدول ٤- مقادیر عدم انطباق میدان‌های نوری و پرتوی در دستگاه‌های رادیوگرافی تشخیصی بیمارستان‌های آموزشی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. اندازه گیری در FFD=100 cm صورت گرفته است

جهت	میزان عدم تطابق (سانتی متر)					
	امام رضا (ع) ۱	امام رضا (ع) ۲	امام رضا ۳	امام رضا ۴	ولیعصر (عج)	رازی
بالا	۰/۳	۰/۵	>۱	۰/۷	۰/۴	۰/۱
راست	۰/۵	۰/۴	۰/۷	۰/۴	۰/۶	۰/۴
چپ	۰/۷	۰/۵	۰/۶	۰/۶	۰/۳	۰/۶
پایین	۰/۲	۱	۰/۳	۰/۶	۰/۷	۰/۴

کنترل کیفی را به عنوان یکی از اصلی‌ترین عوامل کاهش دوز بیماران و کارکنان در رادیولوژی تشخیصی مطرح کرد (۲۰). در این مطالعه صحت ولتاژ در تمامی دستگاه‌های رادیوگرافی تشخیصی بیمارستان‌های آموزشی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند قابل قبول بوده است. در حالی‌که ره انجام و همکاران در مطالعه کنترل کیفی دستگاه‌های رادیوگرافی استان ایلام در اکثر مراکز تصویربرداری خطای ولتاژ کمتر از ۱۰٪ مشاهده کردند و فقط در یک مرکز با دستگاه Toshiba خطای ۳۲/۸٦ را نشان دادند که پیشنهاد تعلیق دستگاه را دادند (۲). در مطالعه ای دیگر که در کره انجام شد مشاهده گردید که اکثر دستگاه‌ها شرایط مناسبی از نظر کنترل کیفی دارند و فقط در ۲ مرکز تصویربرداری، دستگاه‌ها خطای زمان بین ۱۰ تا ۱۵ درصد داشتند (۲۱).

در پژوهش حاضر در اکثر دستگاه‌ها صحت زمان قابل قبول بود. در آزمون بررسی صحت زمان تابش پرتو ایکس نیز حداکثر خطای مشاهده شده برای دستگاه اورژانس بیمارستان امام رضا (ع) و حدود ۳۳ درصد به‌دست آمد. میزان خطای قابل قبول در مورد زمان‌های تابش کمتر از ۱۰ میلی ثانیه، ۲۰٪ و برای زمان‌های بالای ۱۰ میلی ثانیه ۵٪ می‌باشد. همانطور که در شکل ۲ قابل مشاهده است، فقط برای دستگاه اورژانس امام رضا (ع) و در زمان‌های ۳/۲ و ۵ میلی ثانیه خطای مشاهده شده بالاتر از معیار پذیرش واقع شده و بنابراین نیاز به اصلاح دارد. در مطالعه ره انجام و همکاران نیز در مرکز شماره ٤ و ۸ خطای زمان به ترتیب ۱۳ و ۱۱ درصد گزارش شده بود که بیش از مقدار پذیرش می‌باشد (۲).

در تحقیقی انجام شده در آمریکا توسط بلانکو و همکاران، نشان داده شد که نقص عمده‌ی دستگاه‌های تصویر برداری در آزمون صحت میلی آمپر و صحت ولتاژ است (۲۲). در حالی که این مطالعه نشان داد که همه دستگاه‌ها به جز یکی از آن‌ها در زمان زیر ۱۰ میلی ثانیه دارای نقص می‌باشد که این می‌تواند نتیجه اجرای برنامه‌های کنترل کیفی منظم دانست. در کل، نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که دستگاه‌های رادیوگرافی تشخیصی موجود در بیمارستان‌های آموزشی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند به جز یکی از دستگاه‌ها آن هم در آزمون صحت زمان و فقط برای زمان‌های کمتر از ۱۰ میلی ثانیه سایر دستگاه‌ها در تمام آزمون‌های کنترل کیفی انجام شده از کیفیت مناسبی برخوردار بودند. احتمالا یکی از دلایل خطای بالای مشاهده شده در زمان‌های زیر ۱۰ میلی ثانیه برای دستگاه اورژانس بیمارستان امام رضا (ع)، بار کاری بالای این دستگاه به دلیل تعداد بیمار بالای مراجعه کننده می‌باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در دستگاه‌های با بار کاری بالاتر، برنامه‌های کنترل کیفی با تاکید بیشتری انجام شود.

در پژوهش حاضر حداقل و حداکثر درصد خطای تکرار پذیری خروجی به ترتیب ۰/۰۰۰٦ و ۰/۰۰٦ به دست آمد که قابل پذیرش می‌باشد. در مطالعه اله ویسی و همکاران (١٤) در دو دستگاه و در مطالعه ره انجام (۲) نیز در یکی از دستگاه‌های مورد مطالعه خطای تکرار پذیری خروجی بیش از معیار پذیرش گزارش شده است.

آزمون اندازه گیری HVL در ولتاژ ۷۰ کیلوولت انجام شد. بدین منظور، ضخامتی از آلومینیوم که شدت پرتو ایکس را به نصف مقدار اولیه می‌رساند محاسبه گردید. مقدار استاندارد HVL در ولتاژ ۷۰ کیلوولت ۱/۵ mm آلومینیوم است. بنابراین در مطالعه HVL تمام دستگاه‌ها قابل قبول می‌باشد. HVL یکی

از فاکتورهای نشـــان دهنده کیفیت پرتوهـــا و قدرت نفوذ پرتو در بافت‌ها و اندام‌های بدن می‌باشـــد و بر دوز بیماران بســـیار تاثیرگذار اســـت، به گونه ای که اگر مطابق با استانداردهای مورد نظر نباشـــد می‌تواند موجب افزایش دوز بیماران شود (۱۶). در دو تا از دستگاه‌های مورد مطالعه HVL بیش از ۳ mm آلومینیوم مشاهده شد. مقادیر زیاد HVL می‌تواند باعث افزایش بار کاری دستگاه شـــده و باعث کوتاهی عمر لامپ پرتو ایکس گردد. در مطالعه‌ای که توســـط ره انجام و همکاران در ایلام انجام شد اکثر دستگاه‌های مورد بررسی از نظر HVL وضعیت مناسبی نداشتند (۲). در پژوهش الهویســـی و همکاران نیز فیلتراسیون کلی در ۳ مورد از دستگاه‌های مورد مطالعه کمتر از حد مجاز بود (۱۴).

در مطالعه حاضر بیشتر دســـتگاه‌های مورد بررسی از نظر تطابق میدان نوری و پرتوی در شـــرایط قابل قبولی می‌باشند و تنها در دســـتگاه اورژانس بیمارستان امام رضا(ع) میزان عدم تطابق بیش از مقدار قابل قبول می‌باشد. با توجه به این‌که بیمارستان امام رضا (ع) شهر بیرجند مرکز تروما می‌باشد، این عدم تطابق بیش از حد، می‌تواند به دلیل بالا بودن بار کاری دستگاه مذکور باشد. دلیل این امر نیز ضرورت تنظیم میدان تابش اشعه برای هر بیمار می‌باشد. از آنجایـــی که در برخی موارد زمانی که بیماران روی تخت قرار می‌گیرند به صورت تصادفی با کولیماتور برخورد می‌کنند، میزان خطا در آزمـــون انطباق پرتو نوری و پرتو تابشـــی افزایش پیدا می‌کند. عـــدم مطابقت بیش از حد میدان نوری و میدان اشـــعه ایکـــس می‌تواند منجر به تکرار رادیوگرافـــی می‌گردد. در نتیجه عدم اصلاح این خطا دســـتگاه در باعث افزایش دوز بیمار و نیز تحمیل هزینه‌های بیشتر به مریض و سیستم درمانی می‌گردد. در پژوهش اله ویســـی و همکاران نیز در اکثر دستگاه تطابق میدان نوری وپرتوی قابل قبول گزارش شد و فقط در دو دستگاه میزان عدم تطابق بیش از ۱ سانتی‌متر مشاهده شد (۱۴). در مطالعه حق پرست و همکاران از ۱۳ دســـتگاه مورد بررسی در هرمزگان، ۷ دستگاه عدم تطابق بیش از مقدار قابل قبول نشان دادند (۱۷).

نتایـــج حاصل از ایـــن مطالعه نشـــان داد که اکثر دســـتگاه‌های رادیوگرافی تشـــخیصی نصب شـــده در بیمارستان‌های آموزشی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند از نظر کنترل کیفی شرایط مناسبی دارند و آزمون‌های کنترل کیفی در اکثر مراکز به‌صورت دوره‌ای انجام می‌شود. فقط در یکی از دستگاه‌های مورد مطالعه که مربوط به اورژانس بیمارســـتان امام رضا (ع) می‌باشد، خطای مربوط به صحـــت زمان آن هم برای زمان‌های زیـــر ۱۰ میلی ثانیه بالاتر از معیار پذیرش بود. شـــاید این خطای بالا به دلیل بار کاری بالای این دستگاه بوده و بنابراین توصیه می‌شود در این گونه دستگاه‌ها آزمون‌هـــای کنترل کیفی با جدیت بیشـــتری صورت گیرد. اکیدا توصیه می‌شـــود بعد از انجام آزمون‌های کنترل کیفی و شناسایی نواقص احتمالی در جهت رفع آن‌ها، اقدامات لازم صورت گیرد. به منظور افزایش آگاهی پرتوکاران و مسئولان مراکز رادیوگرافی تشـــخیصی از اهمیت آزمون‌های کنترل کیفی، پیشـــنهاد می‌شود دوره‌های بازآموزی برگزار گـــردد. همچنین توصیه می‌گردد که ســـازمان‌های مرتبط با حفاظت پرتوی نظارت دقیق و مسئولانه بـــر کنترل کیفی و همین‌طور رفع نواقص احتمالی دســـتگاه‌های رادیوگرافی تشـــخیصی، بر مراکز داشـــته باشـــند. علاوه بر این مسئولین فیزیک بهداشت اســـتان و بیمارستان‌ها نیز می‌توانند بر حسن اجرای این آزمون‌ها نظارت داشته باشند.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر در بیمارســـتان‌های آموزشی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند انجام شـــده است. بدین وسیله از خانم‌ها عاطفه قوامی و فاطمه قاسمی، آقایان سید ایمان حسینی، مهدی خادمی، سیروان صالحی و همه کسانی که ما را در اجرای این مطالعه یاری نمودند سپاس گزاری می‌گردد.

تضاد منافع

هیچ گونه تضاد منافع قابل ذکری وجود ندارد.

Reference

1. Shi L, Tashiro S. Estimation of the effects of medical diagnostic radiation exposure based on DNA damage. Journal of Radiation Research [Internet]. 2018 ;59(suppl_2):ii121–9.

2. Rahanjam H, Qeraati H, Kardan MR. Assessment of quality control for medical imaging devices in ILAM Imaging centers. Journal of Payavard Salamat [Internet]. 2016;10(4):370–8.

3. Ieki H, Verma SS, Saji M, Kawakami R, Nagatomo Y, Takada K, et al. Deep learning-based age estimation from chest X-rays indicates cardiovascular prognosis. Communications Medicine [Internet]. 2022;2(1).

4. Dauer LT, Thornton RH, Miller DL, Damilakis J, Dixon RG, Marx MV, et al. Radiation Management for Interventions Using Fluoroscopic or Computed Tomographic Guidance during Pregnancy: A Joint Guideline of the Society of Interventional Radiology and the Cardiovascular and Interventional Radiological Society of Europe with Endorsement by the Canadian Interventional Radiology Association. Journal of Vascular and Interventional Radiology [Internet]. 2012;23(1):19–32.

5. Stecker MS, Balter S, Towbin RB, Miller DL, Vano E, Bartal G, et al. Guidelines for patient radiation dose management. Journal of Vascular and Interventional Radiology [Internet]. 2009; 20(7):S263–73.

6. Shi HM, Sun ZC, Ju FH. Recommendations for reducing exposure to medical Xray irradiation. Medicine International. 2022; 2(4):1-7.

7. Hu Y, Ma M, Yin H, Ren P, Tian X, Zheng Z, et al. Assessment of cumulative cancer risk attributable to diagnostic X-ray radiation: a large cohort study. European Radiology [Internet]. 2022; 33(3):1769–78.

8. Yamagata K, Aldhoon B, Kautzner J. Reduction of fluoroscopy time and radiation dosage during catheter ablation for atrial fibrillation. Arrhythmia & Electrophysiology Review [Internet]. 2016; 5(2):144.

9. Urosevic V, Ristić O, Milosevic D, Kosutic D. Web implementation of Quality assurance (QA) for X-ray units in Balkanic medical institutions. Health Physics [Internet]. 2015.

10. Chauhan V, Wilkins R. A comprehensive review of the literature on the biological effects from dental X-ray exposures. International Journal of Radiation Biology [Internet]. 2019; 95(2):107–19.

11. Karami V, Zabihzadeh M. Review on radiation protection in diagnostic radiology. Tehran University Medical Journal TUMS Publications. 2016 10;74(7):457-66.

12. Olumi S, Fathabadi AH, Azimian H, Mostafapour S, Khademi S. Evaluation the Level of Awareness of Patients Referring to Imaging Centers of Mashhad University of Medical Sciences Hospitals about the Ionizing Radiation Risks. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences. 2022 26(1):100-104.

13. Tohidniya MR, Amiri F, Khoshgard K, Moghadam Z. Evaluation of the observance of radiation protection principles in intensive care units at Imam Reza Hospital of Kermanshah. DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals) [Internet]. 2017 Mar 1; Available from[https://doaj.org/article/9166d93324d942dea4842e8a3371995b].

14. Allahveysi F, Mahmoodi M, Elahimanesh F, Parvizpoor S. Common X-ray machine quality control in hospitals affiliated with Kurdistan University of Medical Sciences. Scientific Journal of Nursing, Midwifery and Paramedical Faculty. 2016;2(2):58-72.

15. Shabazi D. Quality control of the radiological equipment in Chaharmahal & Bakhtiari Hospitals. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences [Internet]. 2004;5(4):11–8.

16. Icrp. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection Publication 60. Annals of the Icrp [Internet]. 1991;21:1–3.

17. Haghparast M, AFZALI PR, Ahmadi S, GOLVERDI YM, DINDARLOO IK, Saanei M. Quality control of radiology devices in Health Centers Affiliated with Hormozgan University of Medical Sciences. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences. 2015; 51-57.

18. Siedband M, Baiter S, Brateman L. Basic quality control in diagnostic radiology. AAMP. 1997; 1(3): 51-60.

19. Publ I. 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Annals of the Icrp [Internet]. 2008;37: 2–4.

20. Hollins M. Measuring and controlling radiation. London: Medical Physics; 1990: 145-58.

21. Kim YH, Choi JH, Kim CK, Kim JM, Kim SS, Oh YW, Lee CY, Kang DH, Lee YB, Cho PK, Kim HC. Patient dose measurements in diagnostic radiology procedures in Korea. Radiation protection dosimetry. 2007; 123(4):540-5.

22. Blanco S, Mora P, Almonte N, Benavente T, Benson N, Blanco D,et al. Determination of diagnostic reference levels in general radiography in Latin America. Radiation protection dosimetry. 2013; 156(3):303-9.