

بررسی اثر پاشنه آند بر دوز دریافتی بیضه‌ها در رادیوگرافی لگن

چکیده

وحید کریمی^۱، منصور ذبیح‌زاده^{۲*} و نسیم شمس^۳، مهرداد غلامی^۴

دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۵ ویرایش: ۱۳۹۶/۰۲/۲۲ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۳۰ آنلاین: ۱۳۹۶/۰۲/۳۱

زمینه و هدف: اثر پاشنه آند به کاهش شدت پرتو در سمت آند تیوب دستگاه پرتو ایکس اشاره دارد. از این اختلاف شدت می‌توان برای کاهش دوز دریافتی بیماران در برخی آزمون‌های رادیولوژیکی بهره‌مند شد. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر پاشنه آند بر دوز دریافتی بیضه‌ها در رادیوگرافی لگن بود.

روش بررسی: این مطالعه مقطعی در شش ماهه دوم سال ۱۳۹۴ در بیمارستان آموزشی دانشگاه علوم پزشکی اهواز انجام شد. برای اندازه‌گیری پروفایل تغییرات شدت اشعه، ۱۳ دسته دوتایی تراشه ترمولومینسانس (TLD) چیده شده در امتداد محور مرکزی کاتد-آند بر روی تخت پرتو دهی شدند. در رادیوگرافی لگن، برای ۴۰ بیمار آند به سمت پا و برای ۳۹ بیمار به آند به سمت سر پوزیشن دهی شد. برای اندازه‌گیری دوز ورودی پوست (ESD) و دوز دریافتی بیضه‌ها به ترتیب هشت تراشه در وسط میدان تابش و پنج تراشه بر روی بیضه‌ها قرار داده شد.

یافته‌ها: بر اساس پروفایل تغییرات شدت پرتو، شدت آن از سمت کاتد به آند کاهش یافت. اختلاف شدت دوز در امتداد محور مرکزی کاتد-آند در حدود ۳۵٪ محاسبه شد. دوز دریافتی بیضه‌ها در بیمارانی که آند تیوب پرتو ایکس به سمت پا قرار داشت در مقایسه با بیمارانی که آند به سمت سر قرار داشت به میزان ۲۶/۷۴٪ کمتر بود ($P < 0/05$). تفاوت آماری معناداری بین مقادیر دوز ورودی پوست (ESD) لگن برای این دو گروه از بیماران مشاهده نشد ($P = 0/788$).

نتیجه‌گیری: در رادیوگرافی لگن، قرارگیری بیضه‌ها به سمت آند تیوب پرتو ایکس، می‌تواند دوز دریافتی آن‌ها را به‌طور قابل توجهی کاهش دهد.

کلمات کلیدی: آند، مطالعات مقطعی، پاشنه، رادیوگرافی تشخیصی لگن، حفاظت پرتویی، بیضه‌ها.

- ۱- گروه علوم پایه، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی دزفول، دزفول، ایران.
- ۲- گروه فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
- ۳- گروه کلینیکال انکولوژی، بیمارستان گلستان، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
- ۴- گروه رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
- ۵- گروه فیزیک پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم‌آباد، ایران.

* نویسنده مسئول: اهواز، بلوار گلستان، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، دانشکده پزشکی، گروه فیزیک پزشکی.
کد پستی: ۶۱۳۵۷-۳۳۱۱۸

تلفن: ۰۶۱-۳۳۳۳۲۰۶۶

E-mail: manzabih@gmail.com

مقدمه

حفظ کیفیت تصویر، دوز دریافتی بیماران را کاهش دهد.^۴ اثر پاشنه آند (Anode heel effect) یکی از پدیده‌های فیزیکی شناخته شده است که به کاهش شدت پرتو ایکس در سمت آند تیوب پرتو ایکس اشاره دارد.^۷ پرتوهای ایکس به‌طور همگن در عمق آند تولید می‌شوند ولی به دلیل زاویه‌دار بودن آند، فوتون‌هایی که به سمت آند تابش می‌شوند نسبت به فوتون‌هایی که به سمت کاتد ساطع می‌شوند مسافت بیشتری را طی می‌کنند و در نتیجه تضعیف آن‌ها بیشتر است

هدف اصلی علم پرتونگاری دستیابی به تصویری با کیفیت تشخیصی مطلوب همراه با حفاظت تشعشعی بیماران است.^{۱،۲} به‌کارگیری عوامل مختلفی مانند محدودسازی میدان تابش اولیه،^{۳-۵} افزایش فاصله منبع پرتو تا گیرنده تصویر،^۶ شرایط تابش (KVp- mAs) تکنیک پرتونگاری، زمان پرتو دهی و حفاظ می‌تواند ضمن

تابش اولیه به ناحیه بالینی مورد نظر محدود شد و تابش با شرایط مناسب و روتین بخش انجام می‌شد. برای اندازه‌گیری دوز از دوزیمترهای تراشه‌ای ترمولومینسنت از نوع LiF: Mg, Cu, P با نام تجاری (TLD-GR200, GC Technology, Buch am Erlbach, Germany) با ابعاد $3/2 \times 3/2 \times 9/8$ mm³ استفاده شد که دارای حساسیت آشکارسازی بالا، ابعاد بسیار کوچک و عدد اتمی نزدیک به بافت بدن می‌باشند. حساسیت TLD-GR200 تقریباً ۲۵ برابر تراشه‌های TLD-100 (LiF: Mg, Ti) است به طوری که امکان اندازه‌گیری دوزهای در حد میکروگری را امکان‌پذیر می‌کند.^{۱۳}

بر اساس پروتکل‌های استاندارد^{۱۴} پیش از پرتودهی تراشه‌ها با دمای 240°C به مدت ۱۰ دقیقه آنیل می‌شدند و برای خوانش پس از پرتودهی، تراشه‌ها با آهنگ گرمادهی $2/5^{\circ}\text{C}$ بر ثانیه تا دمای 270°C گرمادهی می‌شدند. کالیبراسیون تراشه‌ها در آزمایشگاه دوزیمتری استانداردهای ثانویه سازمان انرژی اتمی جمهوری اسلامی ایران انجام شد و ضرایب تصحیح (ECC) Element correction coefficient تراشه‌ها محاسبه و در مقادیر خوانش اعمال شدند. تراشه‌های تابش شده در نهایت پس از ۴۸ ساعت با استفاده از دستگاه خوانشگر LTM (Fimel, Velizy, France) خوانش شدند.

در مطالعه حاضر تغییرات شدت دوز در امتداد محور مرکزی کاتد-آند در دو مرحله به صورت تجربی بدون حضور بیمار و در شرایط کلینیکی بر روی بیماران انجام شد.

ابتدا در فاصله ۱۰۰ cm از تیوپ و میدان تابش 32×32 cm² به تعداد ۱۳ دسته دوتایی از تراشه‌های TLD به فاصله ۴ cm از هم در امتداد محور مرکزی کاتد-آند بر روی تخت قرار داده شد و تابش با شرایط Kilovoltage peak (kVp) ۸۰ و Milliamperere per second ۲۰ انجام شد.^۲

جهت حصول نتایج قابل قبول، هر پرتودهی سه بار متوالی با شرایط یکسان تکرار شد و میانگین خوانش‌ها به عنوان دوز گزارش شد (شکل ۱).

در مرحله دوم مطالعه در شرایط کلینیکی و بر روی بیماران انجام شد. برای این کار ابتدا در ۴۰ بیمار قسمت آند تیوپ دستگاه پرتو ایکس به سمت پا (Feet toward the anode, FTA) و قسمت کاتد به سمت ناحیه مهره‌های کمری تنظیم گردید و رادیوگرافی انجام شد. در مرحله دوم در ۳۹ بیمار قسمت کاتد تیوپ پرتو ایکس به سمت پا

و باعث کاهش شدت پرتو در سمت آند می‌شود.^{۷،۲۵} اختلاف شدت اشعه در دو انتهای کاتد و آند تا حدود ۴۵٪ نیز گزارش شده است.^۲ از این اختلاف شدت پرتو می‌توان برای کاهش دوز دریافتی بیماران در برخی آزمون‌های رادیولوژیکی^{۷،۲۵} و همچنین بهینه‌سازی کیفیت تشخیصی تصویر در زمان تصویربرداری از اندام‌های با ساختار آناتومیکی غیریکنواخت (Non-uniform) بهره‌مند شد.^۲ با توجه به افزایش سریع تعداد آزمون‌های پرتونگاری در دو دهه گذشته،^۸ مطالعه روش‌های بهینه‌سازی حفاظت رادیولوژیکی بیماران دارای اهمیت است.

رادیوگرافی لگن، یکی از آزمون‌های رادیولوژیکی رایج و پرتکرار است که پرتوگیری مستقیم گنادها را به همراه دارد.^۹ بر اساس گزارش‌ها، رادیوگرافی لگن سومین عامل موثر در دوز دریافتی ناشی از تصویربرداری‌های پزشکی محسوب می‌شود.^۲ گنادها حساسیت پرتویی بالایی دارند^{۱۱،۱۰} و در نتیجه پرتوگیری توده‌های سلولی گنادها می‌تواند منجر به بروز اثرات ژنتیکی در نسل‌های آینده شود.^{۱۲} از این رو هدف از مطالعه حاضر بررسی میزان اختلاف شدت پرتو ایکس در دو انتهای میدان تابش (اثر پاشنه آند) بر دوز دریافتی بیضه‌های بیماران در رادیوگرافی لگن بود.

روش بررسی

پژوهش حاضر یک مطالعه مقطعی بود که در شش ماهه دوم سال ۱۳۹۴ در بیمارستان آموزشی دانشگاه علوم پزشکی اهواز انجام شد. به دنبال موافقت کمیته اخلاق دانشگاه (Grant No. U-94150)، ۷۹ بیمار مذکر در محدوده سنی ۱۶ تا ۴۵ سال مراجعه‌کننده جهت انجام رادیوگرافی نمای روبه‌روی لگن (Anterior posterior (AP) انتخاب گردید.

در ابتدا فرآیند مطالعه برای بیماران شرح داده شد و در صورت موافقت، فرم رضایت‌نامه کتبی از آن‌ها دریافت گردید. پرتودهی‌ها با استفاده از دستگاه رادیوگرافی جنرال واریان (Varian Medical Systems, Palo Alto, CA, USA) با فیلتراسیون کلی ۳ mm آلومینیوم (ذاتی ۰/۰۵ mm و اضافی ۲/۵ mm) و لکه کانونی ۱ mm² و در فاصله ۱۰۰ cm از تخت رادیوگرافی انجام شد. جهت جلوگیری از تاثیر سوء پرتوهای پراکنده، برای هر تصویربرداری اندازه‌گیری میدان

نتایج قابل اطمینان، بیمارانی برای اندازه‌گیری در مرحله دوم مطالعه انتخاب گردیدند که مشخصات آناتومیکی یکسانی نسبت به بیماران مطالعه شده در مرحله اول داشتند. بر اساس پروتکل‌های استاندارد^۶ حداکثر اختلاف قابل قبول بین سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی (Body mass index, BMI) و ضخامت لگن بیماران کمتر از ۲٪ در نظر گرفته شد.

برای اندازه‌گیری دوز سطحی ورودی لگن (Entrance skin dose, ESD)، هشت تراشه آیل شده در نقطه وسط میدان تابش در محل تقاطع باریکه ورودی مرکزی با پوست بدن قرار داده شد. برای اندازه‌گیری دوز بیضه‌ها، یک مربع فرضی بر روی بیضه‌ها در نظر گرفته شد به طوری که در هر گوشه آن یک تراشه و در مرکز آن یک تراشه TLD قرار داده شد (شکل ۲).

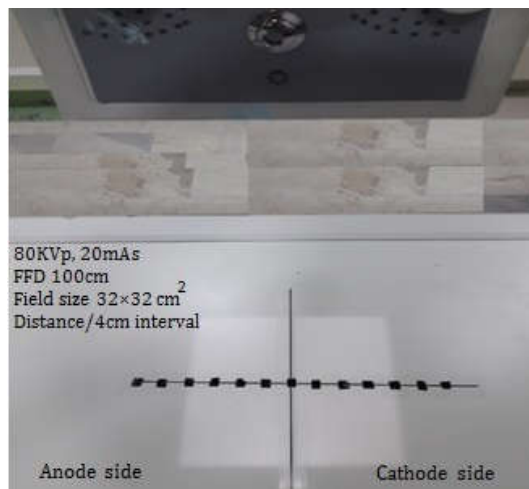
یافته‌ها

پروفایل تغییرات شدت دوز در امتداد محور مرکزی کاتد-آند در شکل ۳ نشان داده شده است. با توجه به شکل ۳، شدت دوز از سمت کاتد به آند کاهش یافته است.

با استفاده از رابطه ۱، درصد تغییرات دوز در دو انتهای میدان تابش در حدود ۳۵٪ محاسبه شد. تغییرات شدت اشعه در دو طرف میدان تابش نسبت به محور مرکزی کاتد-آند در مطالعه حاضر در مقایسه با سایر مطالعات مشابه در شکل ۴ نشان داده شده است. رابطه ۱: دوز جذبی سمت آند/ (دوز جذبی سمت آند-دوز جذبی سمت کاتد) = درصد تغییرات.

تفاوت آماری معناداری بین میانگین قد، وزن، شاخص توده بدنی (BMI) و ضخامت لگن و فاکتورهای تابش (mAs و kVp) بیماران دو گروه (FTA و FTC) مشاهده نشد (جدول ۱).

تفاوت آماری معناداری بین مقادیر ESD لگن بیماران دو گروه مشاهده نشد ($FTA: 1/195 \pm 0/205$ mGy, $P > 0/05$). در حالی که تفاوت آماری معناداری بین مقادیر دوز دریافتی بیضه‌های دو گروه بیماران مشاهده شد ($FTC: 1/256 \pm 0/315$ mGy, $P < 0/05$). $FTA: 0/923 \pm 0/167$ mGy, $P < 0/05$). میانگین دوز دریافتی بیضه‌های بیماران FTA به میزان ۲۶۷۴٪ کمتر از بیماران FTC به دست آمد.



شکل ۱: اندازه‌گیری پروفایل تغییرات شدت اشعه به صورت تجربی بدون حضور بیمار (در هوا) در راستای محور مرکزی بین کاتد-آند در فاصله ۱۰۰ cm از تیوب.

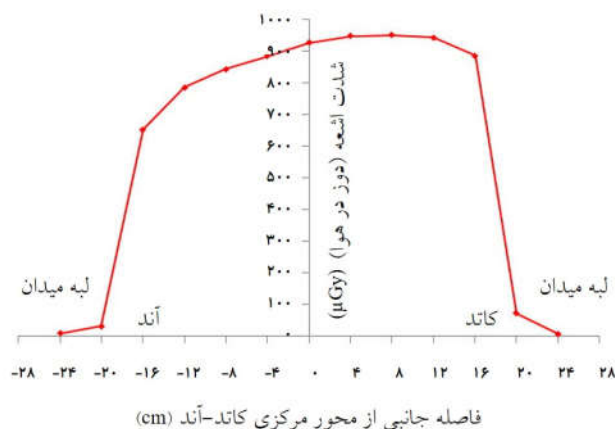


شکل ۲: نحوه چینی تراشه‌های TLD برای اندازه‌گیری مقادیر ESD لگن (A) و دوز دریافتی بیضه‌ها (B)

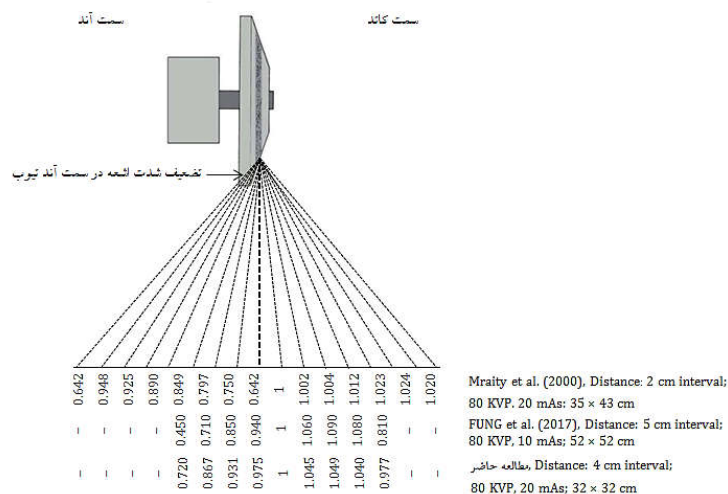
گردید (Feet toward the Cathode, FTC) و قسمت آند به سمت ناحیه مهره‌های کمری تنظیم و رادیوگرافی انجام شد. جهت حصول

جدول ۱: میانگین سن، قد، وزن، ضخامت لگن، شاخص توده بدنی بیماران و کیلوولتاژ و میلی آمپر ثانیه کاربردی در وضعیت پا به سمت آند و پا به سمت کاتد

بیمار	تعداد	میانگین \pm انحراف معیار					
		سن (سال)	قد (m)	وزن (kg)	شاخص توده بدنی	ضخامت لگن (cm)	کیلوولتاژ
پا به سمت آند	۴۰	۲۸/۳۲ \pm ۸/۴	۱/۷۰ \pm ۰/۰۶	۷۰/۵	۲۴ \pm ۱/۰	۲۳/۸ \pm ۵/۵	۶۸ \pm ۵
پا به سمت کاتد	۳۹	۲۹/۲۲ \pm ۶/۱	۱/۷۳ \pm ۰/۰۸	۷۲/۲	۲۴ \pm ۱/۴	۲۵/۵ \pm ۶/۵	۶۹ \pm ۵



شکل ۳: پروفایل تغییرات شدت پرتو در امتداد محور مرکزی کاتد-آند در فاصله ۱۰۰ cm از تیوپ پرتو ایکس.



شکل ۴: تغییرات شدت پرتو در امتداد محور مرکزی کاتد-آند در مطالعه حاضر و سایر مطالعات مشابه، شدت پرتو بر روی محور مرکزی به ۱ نورمالایز شده است.

بحث

حفاظت‌گذاری بیضه‌ها امری چالش‌برانگیز است و بیشتر به توانایی و مهارت رادیوگرافرها بستگی دارد.^{۱۹} از طرفی برخی از بیماران تروما و یا افراد مبتلا به بیماری‌های مزمن مانند دیسپلازی پیشرونده هیپ (Developmental dysplasia of the hip) نیازمند مراقبت‌های طولانی مدت و آزمون‌های رادیولوژیکی متعددی از ناحیه لگن هستند که منجر به افزایش دوز تجمعی گنادهای آن‌ها می‌شود.^{۲۰} بنابراین رعایت اثر پاشنه آند به‌عنوان عاملی موثر در حفاظت پرتویی بیماران ضرورت می‌یابد. حفاظت پرتویی بیمار و ایجاد تصویری با کیفیت تشخیصی مناسب، دو فاکتور اصلی علم رادیولوژی تشخیصی هستند که اثر پاشنه آند می‌توان برای بهینه‌سازی این دو عامل مهم به‌کار گرفته شود. به‌دلیل کمتر بودن شدت پرتو در سمت آند در زمان تصویربرداری از اندام‌هایی که دارای ضخامت بافت متفاوتی در دو انتها هستند (نظیر لگن، مهره‌های کمری، استخوان ران و کف پا)، با قراردادن قسمت‌های حجیم اندام در سمت کاتد و قسمت‌های نازک‌تر در سمت آند، می‌توان کیفیت تشخیصی تصویر را بهبود بخشید.^۷

در فاصله ۳۰ cm منبع پرتو، در شرایطی که کولیماتور (Collimator) دستگاه پرتو ایکس به میزان حداکثر باز گردد، اثر پاشنه آند اختلاف دانسیته نوری ۰/۵۵ در سمت آند و ۰/۸۴ در سمت کاتد ایجاد می‌کند.^{۲۱} نتایج این مطالعه در توافق خوبی با سایر مطالعات منتشر شده می‌باشد و توصیه می‌کند در رادیوگرافی لگن جهت کاهش دوز بیضه‌ها و دستیابی به تصویری با کیفیت (دانسیته نوری) مناسب، رادیوگرافی در حالت FTA انجام گردد. مطالعات آتی می‌تواند به بررسی اثر پاشنه آند بر کیفیت تصویر اندام‌های با ساختارهای آناتومیکی غیریکنواخت نظیر ران و قفسه صدری و نیز بررسی تاثیر آن بر حفاظت پرتویی متمرکز گردد. در رادیوگرافی لگن، فرارگیری بیضه‌ها به سمت آند تیوب پرتو ایکس، ضمن حفظ کیفیت تشخیصی تصویر، می‌تواند دوز دریافتی آن‌ها را به‌طور چشمگیری کاهش دهد.

سپاسگزاری: مقاله حاضر برگرفته از بخشی از پایان به شماره U-94150 در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۴ می‌باشد که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز به انجام رسیده است. نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از این معاونت محترم ابراز می‌دارند.

پروفایل تغییرات دوز بیانگر کاهش شدت پرتو در امتداد مرکزی کاتد-آند می‌باشد. در مطالعه حاضر درصد تغییرات شدت اشعه در دو انتهای میدان تابش در حدود ۳۵٪ به‌دست آمد که در توافق خوبی با مطالعه Bushong, Fung, Mraity و همکارانشان است.^{۱۵} و^{۲۲} تغییرات اندک گزارش شده در مطالعات مختلف می‌تواند به دلایل ابعاد مختلف میدان تابش، زوایای مختلف آند و عمر متفاوت تیوب (آند) دستگاه پرتو ایکس باشد.^۷

مقادیر ESD لگن اندازه‌گیری شده در این مطالعه در توافق با سایر مطالعات مشابه است.^{۱۶} با توجه به شکل‌های ۳ و ۴ با افزایش ابعاد میدان تابش، کاهش شدت پرتو در طرف آند بیشتر خواهد شد و از آنجایی که بیضه‌ها در انتهای میدان تابش قرار دارند، انتظار می‌رود دوز دریافتی بیضه‌های بیماران FTA کمتر از بیماران FTC باشد. همچنین به دلیل جایگاه آناتومیکی تخمدان‌ها که اغلب نزدیک به محور مرکزی تابش قرار گرفته‌اند، انتظار می‌رود در رادیوگرافی لگن، اثر پاشنه آند تاثیر کلینیکی چندانی بر کاهش دوز دریافتی تخمدان‌ها داشته باشد.^۲

در مطالعه Fung و همکاران، با استفاده از فانتوم راندو، دوز تخمدان‌ها در حالت FTA به‌طور چشمگیری کمتر از حالت FTC در رادیوگرافی مهره‌های کمری گزارش شد که این مغایرت می‌تواند به دلیل فرارگیری تخمدان‌ها در لبه میدان تابش باشد.^۷ اثر پاشنه آند با افزایش فاصله تیوب پرتو ایکس تا بیمار کاهش و با افزایش ابعاد میدان تابش افزایش می‌یابد. بنابراین استفاده بهینه از اثر پاشنه آند در رادیوگرافی‌هایی نظیر ستون فقرات، شکم (Abdomen) و ران که مستلزم استفاده از میدان تابش بزرگ می‌باشند، دارای اهمیت است.

در رادیوگرافی لگن، بیضه‌ها به‌طور مستقیم پرتو دهی می‌شوند از این‌رو رعایت اصول حفاظتی مانند اثر پاشنه آند می‌تواند در کاهش دوز موثر باشد. اگرچه حفاظت‌گذاری مناسب می‌تواند دوز جذبی بیضه‌ها را به میزان ۹۵٪ کاهش دهد،^{۱۷} اما به‌دلیل سختی استفاده و ریسک پوشاندن ساختارهای تشخیصی، به‌ندرت برای بیماران استفاده می‌شود.^{۱۸} و^{۱۹}

Karami و همکاران، در یک مطالعه مروری سیستماتیک و متاآنالیز گسترده نشان دادند که تصمیم‌گیری در خصوص

References

1. Bomer J, Wiersma-Deijl L, Holscher HC. Electronic collimation and radiation protection in paediatric digital radiography: revival of the silver lining. *Insights Imaging* 2013;4(5):723-7.
2. Mraity HA, England A, Hogg P. Gonad dose in AP pelvis radiography: impact of anode heel orientation. *Radiography (Lond)* 2016;23(1):80-1.
3. Karami V, Zabihzadeh M. Beam collimation during lumbar spine radiography: A retrospective study. *J Biomed Phys Eng* 2016;6(3):1-6.
4. Karami V, Zabihzadeh M. Review on the radiation protection in diagnostic radiology. *Tehran Univ Med J* 2016;74(7):457-66.
5. Karami V, Zabihzadeh M, Gilavand A, Shams N. Survey of the Use of X-ray Beam Collimator and Shielding Tools during Infant Chest Radiography. *Int J Pediatr* 2016;4(4):1637-42.
6. Karami V, Zabihzadeh M, Danyaei A, Shams N. Efficacy of increasing focus to film distance (FFD) for patient's dose and image quality in pediatric chest radiography. *Int J Pediatr* 2016;4(9):3421-29.
7. Fung KK, Gilboy WB. "Anode heel effect" on patient dose in lumbar spine radiography. *Br J Radiol* 2000;73(869):531-6.
8. Zabihzadeh M, Karami V. The challenge of unnecessary radiological procedures. *Hong Kong J Radiol* 2016;19(3):23-4.
9. Karami V, Zabihzadeh M, Gholami M. Gonad shielding for patients undergoing conventional radiological examinations: Is there cause for concern? *Jentashapir J Health Res* 2016;7(2):1-4.
10. Karami V, Zabihzadeh M. Prevalence of radiosensitive organ shielding in patients undergoing computed tomography examinations: an observational service audit in Ahvaz, Iran. *Asian Biomed J* 2015;9(6):771-5.
11. Karami V, Zabihzadeh M, Shams N, Sarikhani S. Evaluation of the prevalence and utility of gonad shielding in pediatrics undergoing pelvic X-ray. *Int J Pediatr* 2016;4(11):3735-40.
12. Zabihzadeh M, Karami V. Current status of the fetography: Preventing of the future radiation induced cancer. *Iran J Cancer Prev* 2016;10(1):e5209.
13. Banace N, Nedaic H. Evaluating the effect of energy on calibration of thermo-luminescent dosimeters 7-LiF: Mg, Cu, P (GR-207A). *Int J Radiat Res* 2013;11(1):51-4.
14. Behrooz H, Davoodi M, Aghasi S. Radiation Dose to the Thyroid and Gonads in Patients Undergoing Cardiac CT Angiography. *Iran J Radiol* 2015;12(2):e20619.
15. Bushong S. Radiologic Science for Technologists Physics, Biology, and Protection. 3rd ed. Missouri: Mosby; 2013.
16. Ofori K, Gordon SW, Akrobortu E, Ampene AA, Darko EO. Estimation of adult patient doses for selected X-ray diagnostic examinations. *J Radiat Res Appl Sci* 2014;7(4):459-62.
17. Karami V, Zabihzadeh M. Radiation protection in diagnostic X-ray imaging departments in Iran: a systematic review of published articles. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2016;26(135):175-88.
18. Karami V, Zabihzadeh M. Ovarian shielding during pelvis radiography: risk versus benefit. *J Radiol Radiat Ther* 2016;4(1):1058.
19. Karami v, Zabihzadeh m, Shams N. Gonad shielding during pelvic radiography: A systematic review and meta-analysis. *Arch Iran Med* 2016;20(2):113-23.
20. Karami V, Zabihzadeh M, Gholami M, Shams N, Fazeli-Nezhad Z. Dose reduction to the thyroid gland in pediatric chest radiography. *Int J Pediatr* 2016;4(5):1795-802.
21. Burns E. Radiographic Imaging: A Guide for Producing Quality Radiographs. Philadelphia, PA: WB Saunders Co., 1992. P. 87-91.

Evaluation of the anode heel effect on the testes dose during pelvic radiography

Abstract

Received: 13 Feb. 2017 Revised: 12 May 2017 Accepted: 20 May 2017 Available online: 21 May 2017

Vahid Karami M.Sc.¹
Mansour Zabihzadeh Ph.D.^{2,3*}
Nasim Shams M.D.⁴
Mehrdad Gholami Ph.D.⁵

1- Department of Basic Sciences,
School of Allied Medical Sciences,
Dezful University of Medical
Sciences, Dezful, Iran.

2- Department of Medical Physics,
School of Medicine, Ahvaz
Jundishapur University of Medical
Sciences, Ahvaz, Iran.

3- Department of Clinical
Oncology, Golestan Hospital,
Ahvaz Jundishapur University of
Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

4- Department of Oral and
Maxillofacial Radiology, School of
Dentistry, Ahvaz Jundishapur
University of Medical Sciences,
Ahvaz, Iran.

5- Department of Medical Physics,
School of Allied Medical Sciences,
Lorestan University of Medical
Sciences, Khorram Abad, Iran.

* Corresponding author: Department of
Medical Physics, School of Medicine,
Ahvaz Jundishapur University of
Medical Sciences, Golestan Blvd.,
Ahvaz, Iran.
P.O.Box: 61357-33118
Tel: +98- 61- 33332066
E-mail: manzabih@gmail.com

Background: Anode heel effect refers to reduction of radiation intensity in the anode side of X-ray tube. This variation in radiation intensity across the anode-cathode of X-ray tube can be benefited for decrease radiation exposure in some radiological examinations. The aim of this study was to evaluate the effect of anode heel orientation on the radiation dose received by the testes in male patients undergoing pelvic radiography.

Methods: This is a cross-sectional study, conducted at one of the teaching hospitals of Ahvaz, Jundishapur University of Medical Science Ahvaz, Iran, from September 2015 to March 2016. In order to measure the profile of radiation intensity variation, 13 paired sets of high radiosensitive cylindrical lithium fluoride thermo-luminescent dosimeters (TLD) aligned on the cathode-anode central axis upon the table and then irradiated using routine exposure parameters. The anode of X-ray tube was positioned toward the feet for 40 patients and toward the head for 39 patients undergoing pelvic radiography. For measure the entrance skin dose (ESD), 8 TLD chips were located on the central point of the radiation field and 5 TLDs were located on the testes position to measure the dose received.

Results: Radiation intensity profile showed that radiation intensity decrease from the cathode to the anode side. Discrepancy of radiation intensity on central axis of cathode-anode was calculated about 35%. The radiation dose received by the testes was 26.74% lower for patients the anode directed toward the feet, compared to the patients in which the anode directed toward the head (FTC: 1.260 ± 0.296 mGy, FTA: 0.923 ± 0.167 mGy, $P < 0.05$). There was no meaningful difference for the measured ESD of pelvis between two groups of patients (FTC: 1.256 ± 0.315 mGy, FTA: 1.195 ± 0.205 mGy, $P = 0.788$).

Conclusion: In pelvic radiography, positioning of testes directed to the anode of X-ray tube can decrease the receive dose.

Keywords: anode, cross-sectional studies, heel, pelvis, radiation protection, radiography, testis.