مجله علمی ـ پژوهشی زیست‌شناسی جانوری تجربی
سال هفتم، شماره دوم، پیاپی بیست و ششم، پاییز ۱۳۹۷ (۷۰-۶۳)

بررسی اثرات تشعشعات پرتو ایکس بر کیفیت و کمیت اسپرم موش صحرایی نر

کورش بامداد[۱]، فرشته دادفر[۲*]، مهدی سامانی پور[۳]

۱. استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، مرکز استهبان، ایران.

۲. استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، مرکز داراب، ایران.

۳. کارشناس ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، مرکز استهبان، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۸- تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۳/۲۹)

چکیده

پرتو ایکس یکی از انواع پرتوهای الکترومغناطیسی یونساز می‌باشد که کاربردفراوانی در حرفه پزشکی و صنعت دارند ولیکن دارای اثرات مخربی نیز می‌باشند. مطالعه حاضر به منظور بررسی تأثیر پرتو ایکس بر تعداد و میزان تحرک سلول‌های اسپرم موش صحرایی نر بالغ انجام گرفته است. ٤٠ سر موش صحرایی نر به ترتیب در دو گروه تیمار با اشعه ایکس با دستگاه رادیولوژی واریان و گروه کنترل قرار گرفتند. سپس تعداد کل اسپرم‌ها و همچنین میزان تحرک آنها در هر دوگروه با استفاده از آزمون آماری T-test مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که پرتوایکس باعث کاهش معنی داری در تعداد کل اسپرم‌ها شد.تعداد اسپرم‌های مرده و بی حرکت در شرایط تیمار با پرتو ایکس نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری داشت. ولیکن تعداد اسپرم‌های فعال و با حرکت پیشرونده و اسپرم‌های دارای حرکت کمتر و غیر پیشرونده در گروه تیمار با پرتو ایکس نسبت به گروه کنترل اختلاف معناداری نداشت. چنین نتیجه‌گیری می‌شود پرتو ایکس می‌تواند اثرات مخربی را بر سیستم تولید مثلی مردان، از جمله کاهش تعداد و قدرت تحرک اسپرم داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: پرتو ایکس، کیفیت اسپرم، کمیت اسپرم، موش صحرایی نر.

The Effect of radiation of X-ray on the quality and quantity of sperm in male rats

Kourosh Bamdad [1], Fereshteh Dadfar[2*], Mehdi Samani pour[3]

1. Assistant Professor, Depatrement of Biology, Payame Noor University, Estahban, Iran.
2. Assistant Professor, Depatrement of Biology, Payame Noor University, Darab, Iran.
3. M. A. Student, Depatrement of Biology, Payame Noor University, Estahban, Iran.

(Received: Feb. 27, 2018 - Accepted: Nov. 17, 2018)

Abstract

X-ray is the one of the types of ionizing electromagnetic rays that is widely used in medical and industrial professions, but also has destructive effects. The present study was conducted to determine the effect of X-ray on count and motility of sperm cells of in adult male rat. 40 male rats were divided into two groups, the treatment group with X-ray with variant radiography and control group, respectively. Then, the total number of sperms and their mobility were analyzed by T-test in both groups. The results showed that X-ray was reduced the total number of sperms significantly. The number of dead and immotile sperms increased in X-treated conditions compared to control group significantly. However, the number of active- progressive and slow motion and non-progressive sperms in the X-ray treated group was not significantly different with the control group. It is concluded that X-ray can have destructive effects on male reproductive systems, including reduction sperm count and motility.

Keywords: X-ray, sperm quality, sperm quantity, male rat.

* نویسنده مسئول: E-mail: fereshtehdadfar2003@yahoo.com

مقدمه

پرتوهایی که انسان را به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم تحت تأثیرخود قرار می‌دهند از نظر میزان انرژی به دو دسته یونیزان و غیریونیزان تقسیم می‌شود؛ پرتوهای یونیزان شامل پرتوهایی با انرژی زیاد است که در برخورد با بدن انسان باعث شکستن پیوندهای شیمیایی بافت‌ها می‌شود. این پرتوها شامل پرتوهایی است که از تجهیزات پزشکی مانند رادیولوژی، ماموگرافی، ام آر آی و سی تی اسکن منتشر می‌شوند و همچنین پرتوهایی که از منابع طبیعی تشعشع پیدا می کندکه شامل ذرات آلفا، ذرات بتا، اشعه ایکس وگاما می‌باشند(Goldsworthy,2012). در بین انواع پرتوها، پرتوهای ایکس و گاما از بیشترین فرکانس و کوتاه‌ترین طول موج برخوردار هستند و بنابراین بیشترین مقدار انرژی را حمل می‌کنند (Prasad *et al*., 2004). اثرات بیولوژیکی پرتوهای یونیزان به سه دسته اثرات سوماتیکی، احتمالی بدنی و ژنتیکی تقسیم می‌شوند (Shannoun, 2008; Linet, 2012).

اثرات سوماتیکی زمانی‌که میزان دوز دریافتی به نسبت زیاد باشد پدیدار می‌شود و سبب از بین رفتن تعداد زیادی از سلول‌های بافتی می‌گردد. ایجاد آب مروارید درعدسی چشم واختلالات باروری مثالی از اثرات سوماتیک می‌باشد (Voress, 2007). اثرات احتمالی بدنی مستقل از شدت پرتواست که شامل بروز لوسمی وانواع سرطان‌ها از پیامد خطرناک این گونه پرتوگیری‌ها می‌باشند (Voress, 2007). اثرات ژنتیکی پرتوهای یونیزان می‌توانند موجب آسیب‌های کروموزومی، تغییرات ژنتیکی و سایر بدخیمی‌ها شوند (Karami, 2016). اگر این تغییر ژنی در یک سلول جنسی باشد، این صدمه به شکلی اختلال و جهش وراثتی به نسل بعد منتقل خواهد شد (Shah *et al*., 2015; Zalata *et al*., 2015). اشعه یونیزان دارای اثرات مخربی بر سیستم‌های مختلف بدن می‌باشد. سلول‌های خون، سیستم لنفاوی، طحال، غدد تناسلی و چشم حساسیت بیشتری در مقابل مواد پرتوزا دارند و در عوض بافت‌های عصبی، قلب و مغز حساسیت کمتری دارند (Curtis, 2010). کوتاهی عمر و مرگ زودرس (Andreassi *et al*., 2015) و سرطان‌زایی از جمله سرطان خون، سرطان پوست، سرطان ریه، سرطان استخوان و سرطان کبد از عوارض دیگر پرتوگیری بدن می‌باشد (Shah, 2012).

فیزیکدان آلمانی به نام ویلهلم کنراد رونتگن در سال ۱۸۹۵ پرتو ایکس را کشف کرد و مدت کوتاهی پس از آن پرتو ایکس به‌عنوان یک ابزار تشخیصی و با کاربردهای درمانی مورد استفاده قرار گرفت (Boyd, 2009; Holmberg *et al*., 2010) و امروزه رادیولوژی تشخیصی یکی از مفیدترین کاربردهای پرتوهای یونیزان در پزشکی است (Gholamhosseinian-Najjarm *et al*., 2014; Schauer, 2009). با پیشرفت سریع تکنولوژی در دو دهه گذشته تعداد آزمون‌های رادیولوژی تشخیصی گسترش قابل توجهی داشته است (Mercuri *et al*., 2011; Ofori *et al*., 2014).

مطالعات نشان داده است که هر گونه تغییر مورفولوژیکی و یا بیوشیمیایی در سلول‌های اپیتلیوم بیضه موجب تغییر در روند اسپرماتوژنز و تغییر در میزان باروری موش‌ها می‌شود (Jungwirth, 2012). یکی از عوارض احتمالی اشعه‌های یونیزان بر بدن، اثر بر میزان تولید اسپرم و توانایی باروری می‌باشد. نشان داده شده است که احتمالاً دلیل این عوارض اثر رادیکال‌های آزاد ایجادشده در اثر اشعه بر مولکول‌های DNA در اسپرم‌ها می‌باشد (Howell & Shalet, 1998). پژوهش‌های پیشین نشان داده است که بیضه به عنوان یک بافت آسیب پذیر در برابر اشعه حتی در دوزهای پایین می‌باشد (Howell & Shalet, 2005).پرتوتابی منجر به کاهش تعداد اسپرم (Shen *et al*., 1990)، افزایش تعداد اسپرم‌های غیرنرمال (Kovacs&Stern, 1999) و آسیب به سلول‌های اسپرماتوگونی می‌گردد (Kim *et al*., 2011). در برخی مطالعات نیز به کاهش تعداد

اسپرم‌ها در اثر این اشعه‌ها اشاره شده است که علت آن را آسیب به سلول‌های اسپرم‌ساز اولیه عنوان کرده‌اند (Hardell & Sage, 2008). برخورد پرتو به سلول‌های جنسی باعث کاهش تعداد آنها و احتمالاً سبب عقیمی کامل می‌گردد (Liu *et al*., 2006). ممکن است همگی سلول‌های جنسی دراثر پرتوگیری از بین بروند (Kesari & Behari, 2010). دوزهای پایین اشعه گاما نیز سبب کاهش میزان اسپرم در اپیدیدیم و همچنین غیر طبیعی شدن ساختار اسپرم می‌گردد (Gong *et al*., 2014). از منابع پرتو ساخت بشر بیشترین پرتوگیری ناشی از آزمایش‌های تشخیصی با پرتو ایکس می‌باشد که این امر به‌دلیل اجتناب‌ناپذیر بودن این روش تشخیص، عدم وجود روش‌های جایگزین و درمان بسیاری از ناهنجاری‌ها با استفاده از پرتوهای یونیزان و منافع منحصر به فردآن، عدم استفاده از این پرتوها سلامت جامعه را به خطر می‌اندازد (Declan *et al*., 2001; Fatahi-Asl *et al*., 2013). بنابراین نظر به اثرات مخرب پرتوگیری با اشعه ایکس، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرپرتوهای ایکس بر تعداد و قدرت تحرک اسپرم در موش صحرایی نر بالغ صورت گرفت.

مواد و روش کار

تعدادی موش صحرایی نر در محدوده وزنی ۲۵۰ تا ۳۰۰ گرم انتخاب شدند و قبل از شروع آزمایش ابتدا از هر موش ۱ سی‌سی اسپرم از لوله اپیدیدیم جمع‌آوری شده و بر روی تمامی آنها شمارش تعداد اسپرم و بررسی کیفیت اسپرم انجام گرفت و ۴۰ سر موش که تعداد و کیفیت اسپرم در آن‌ها نرمال بود، انتخاب شد. سپس موش‌ها به‌طور تصادفی به دو گروه تقسیم شدند. گروه اول به‌عنوان کنترل در نظرگرفته شد و گروه دوم تحت یک بار پرتودهی با اشعه ایکس معادل ۸/۶۴ گری در ساعت با شدت ۱۰۰ میلی‌آمپر (با فاصله کانونی ۱۰۰ سانتی‌متر) با دستگاه رادیولوژی واریان در کل بدن دریافت کردند. تمامی شرایط نگهداری در هر دو گروه یکسان بود. در پژوهش حاضر اصول اخلاقی کار بر روی حیوانات آزمایشگاهی براساس دستور کار کمیته اخلاقی کار با حیوانات رعایت شد. به منظور مطالعه پارامترهای اسپرم پس از خروج بیضه و اپیدیدیم، دم اپیدیدیم قطعه‌قطعه شده و در یک تست تیوب حاوی ۱ میلی‌لیتر محلول محیط کشت Ham"s F-(Nutrient Mixture-Ham- FBS (Foetal (%10، ۱۰ سرم (+ X1, GIBCO, UK) قرار گرفت و تست (BovineSerum, GIBCO, UK 5) گذاشته شد، پس از انکوباسیون تیوب در دمای ۳۷ درجه اسپرم‌های خارج‌شده از اپیدیدیم جهت آنالیز اسپرم مورد استفاده قرار گرفت. از محیط کشت حاوی اسپرم ۴ میکرولیتر با سمپلر برداشته و روی یک لام قرارداده شد و تعداد کل اسپرم‌ها در هر دو گروه زیر میکروسکوپ شمارش شد. برای بررسی مورفولوژی اسپرم‌ها ابتدا ۱۰ میکرولیتر از محیط کشت اسپرم را روی لام سیتوژنیک گذاشته و از آن اسمیری تهیه شد. پس از خشک شدن با سمپلر ۱ میکرولیتر محلول فیکساتیو اسپرم بلو روی اسمیر قرار داده شد تا سطح اسمیر توسط فیکساتیو پوشانده شود. بعد از خشک شدن مواد فیکساتیو روی لام، ۴ قطره رنگ آبی اسپرم بلو روی اسمیر اسپرم فیکس شده قرار داده شد. لام‌های رنگ‌شده زیر میکروسکوپ مشاهده شدند و حداقل ۲۰۰ اسپرم بررسی شد و درصد اسپرم‌های طبیعی و غیرطبیعی گزارش گردید (Dasdag *et al*., 1999). به‌منظور مقایسه اختلاف میانگین پارامترهای مختلف اسپرم بین گروه کنترل و تیمار با اشعه ایکس از نرم‌افزار آماری SPSS و روش آماری T-test و با در نظر گرفتن سطح معنی‌داری $P<۰/۰۵$ استفاده شد.

نتایج

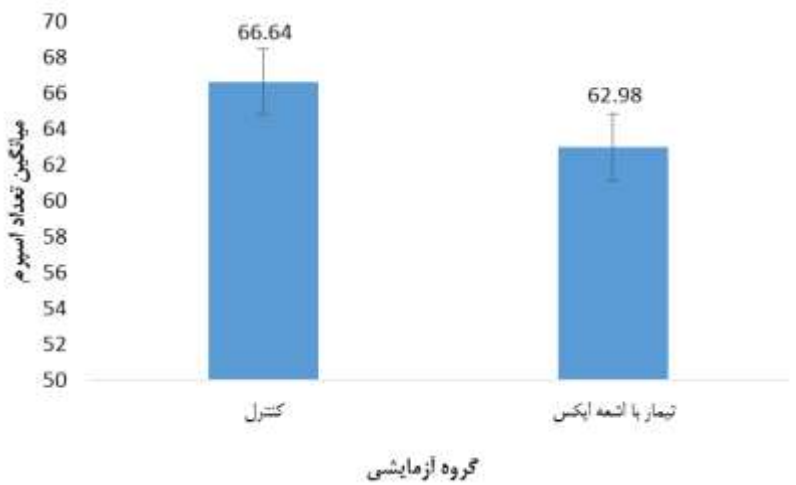
نتایج حاصل از شمارش تعداد کل اسپرم‌ها بین دو گروه آزمایشی در حجم ۰/۰۵ میلی‌لیتر مایع اسپرم نشان داد که تعداد کل اسپرم‌ها در گروه تیمار با پرتو ایکس کاهش معنی‌داری را در تعداد اسپرم‌ها در

مقایسه با گروه کنترل نشان داد (P<۰/۰۵). میانگین و انحراف استاندارد تعدادکل اسپرم‌ها در هر دو گروه در شکل ۱ قابل مشاهده است. اسپرم‌ها بر اساس مورفولوژی و قدرت حرکت در سه گروه اسپرم‌های فعال با حرکت پیشرونده، اسپرم‌های دارای قدرت تحرک کمتر و غیرپیشرونده و اسپرم‌های مرده و بدون حرکت تقسیم‌بندی شدند. میانگین تعداد اسپرم‌ها در هر گروه شمارش شد که در جدول ۱ نشان داده شده است.

نتایج مقایسه بین انواع اسپرم‌ها در گروه تیمار موش با پرتو ایکس نشان داد که پرتو ایکس منجر به افزایش معنی‌داری در تعداد اسپرم‌های مرده و بدون حرکت در مقایسه با گروه کنترل شد (P<۰/۰۵). در حالی‌که تعداد اسپرم‌های فعال پیشرونده و اسپرم‌های دارای تحرک کمتر و غیر پیشرونده در گروه تیمار با پرتو ایکس و گروه کنترل اختلاف معنی‌داری با هم نداشت (P>۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

بدون شک کاربرد پرتوهای یون‌ساز در پزشکی از مفیدترین نوع کاربرد این پرتوها می‌باشد. باوجود منافعی که پرتوهای یونیزان در تشخیص و درمان بیماری‌ها دارند، به‌عنوان عاملی که مجموعه‌ای از آثار زیان بار زیست‌شناختی را تولید می‌کنند، معرفی شده‌اند (Kashiwabara *et al*., 2003; Karami *et al*., 2016). تخمین زده شد که گنادهای جنسی به‌عنوان اندام‌های حساس نسبت به دریافت پرتو می‌باشند به‌طوری‌که برخورد پرتو به سلول‌های جنسی در انسان باعث کاهش تعداد آنها و احتمالاً سبب عقیمی کامل می‌گردد.



شکل ۱. میانگین و انحراف استاندارد تعداد کل اسپرم‌ها در دو گروه آزمایشی کنترل و تیمار با اشعه ایکس در حجم ۰/۰۵ میلی‌لیتر مایع اسپرم

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد میزان قدرت تحرک در دو گروه آزمایشی کنترل و تیمار با اشعه ایکس در حجم ۰/۰۵ میلی‌لیتر مایع اسپرم

گروه آزمایشی / نوع اسپرم	کنترل	تیمار با اشعه ایکس	سطح معنی داری
اسپرم فعال و پیشرونده	۶۷/۱±۲/۸۵	۶۳/۱±۵/۷۱	۰/۱۷۵
اسپرم با حرکت کمتر و غیر پیشرونده	۲۸/۱±۲/۵۵	۱±۲۸/۸۶	۰/۹۴۸
اسپرم مرده و بی حرکت	۵/۴۵ ۰±/۷۰۱	۹±۰/۹۳۲*	۰/۰۱۸

*: تفاوت معنی‌دار با گروه کنترل.

مشخص شده است که پرتوگیری حدود ۲۵۰ راد باعث کاهش اسپرم، حدود ۲۵۰۰ راد باعث ناباروری موقت و در شدت‌های بالاتر به عقیمی دائمی در مردان منجر می‌شود. در حدود ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ راد فعالیت تخمدان‌ها در زنان متوقف می‌شود و یائسگی موقت ایجاد می‌شود (Subbotina *et al*., 2006). اثرات مخرب تشعشعات گاما با ایجاد توقف رشد و انهدام سلول‌های اسپرماتوگونی موجبات کاهش تعداد سلول‌های جنسی را فراهم آورده است. تشعشعات گاما باعث ایجاد آسیب در اپیتلیوم زایای بافت بیضه، فاصله گرفتن لوله‌های اسپرم‌ساز و کاهش تعداد اسپرم می‌شود و اپی‌نفرین می‌تواند از اثرات زیان بار تشعشعات گاما در روند اسپرماتوژنز جلوگیری نماید (Ay *et al*., 2007). نتیجه مطالعات قبلی نشان داد کـه پرتوتابی باعث اختلال در اسپرمیوژنز می‌شود (Klug *et al*., 1997; Cao *et al*., 2006).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پرتوهای ایکس باعث کاهش معناداری در تعداد اسپرم‌ها شد. تعداد اسپرم‌های مرده و بی‌حرکت در شرایط تیمار با پرتوهای ایکس نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری داشت ولیکن تعداد اسپرم‌های فعال پیشرونده و اسپرم‌های دارای حرکت کمتر و غیرپیشرونده در گروه تیمار با پرتو ایکس نسبت به گروه کنترل اختلاف معنی‌داری نداشت. تابش مستقیم اشعه بر بیضه‌ها تأثیرگذار است به‌طوری‌که در دوزهای پایین‌تر سبب آسیب به اپیتلیوم زاینده و در دوزهای بالاتر منجر به کاهش میزان اسپرم خواهد شد و در دوزهای خیلی بالاتر سلول‌های لیدیگ هم تحت تأثیر قرار داده و باعث عقیمی خواهد شد (Amanda *et al*., 1993) که نتایج این پژوهش هم راستا با مطالعه حاضر می‌باشد. پژوهش‌های پیشین بر این فرضیه تأکید داشتند که تابش اشعه ایکس به بیضه‌ها منجر به آسیب به DNA اسپرم‌ها شده است (Sailer *et al*., 1995). همچنین مشاهده شده است که اشعه ایکس سبب شکسته شدن دو رشته DNA در اسپرم‌های انسان می‌گردد (Singh *et al*., 1998). اثرات دوز پایین اشعه ایکس بر میزان pH و شمارش اسپرم مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که اشعه ایکس بر pH سلول‌های اسپرم اپیدیدیم تأثیری ندارد ولیکن بر قدرت تحرک، تعداد اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت کاهش معنی‌داری داشت (Ugwu, 2014). اثر ترکیبی دوزهای مختلف اشعه ایکس و نونیل فنل بر شمارش، مورفولوژی و آسیب DNA اسپرم موش صحرایی بررسی شد و نشان داده شد که هر عامل به تنهایی منجر به کاهش تعداد اسپرم و میزان اسپرم‌های سالم شده است. همچنین اشعه ایکس سبب کاهش آسیب DNA اسپرم گردیده است. ولیکن ترکیب دوزهای پایین‌تر هر دو فاکتور به‌طور معنی‌داری سبب بهبود مورفولوژی اسپرم و کاهش میزان آسیب به DNA اسپرم شد. دوزهای بالاتر هر دو عامل باعث آسیب به DNA اسپرم می‌شوند و بنابراین این نشان می‌دهد که دوز پایین اشعه ایکس منجر به آسیب DNA اسپرم می‌شود و دوز پایین ترکیبی آن با نونیل فنل این آسیب را ترمیم می‌کند که نشان‌دهنده اثر محافظتی نونیل فنل و افزایش ظرفیت خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن می‌باشد (Małgorzata, 2011). مطالعات آزمایشگاهی بر گروهی از افراد که در معرض اشعه بودند، تغییراتی را در مایع منی از جمله کاهش میزان اسپرم، اختلال در موروفولوژی اسپرم و آسیب به DNA اسپرم نسبت به گروه کنترل نشان داد (Dayanidhi *et al*., 2013). پیرو مطالعات ذکرشده احتمال دارد که در پژوهش حاضر نیز کاهش تعداد اسپرم و همچنین کاهش قدرت اسپرم و افزایش تعداد اسپرم‌های آسیب‌دیده به دلیل آسیب به DNA سلول اسپرم باشد.

با توجه به استفاده روزافزون از پرتوهای یونیزان، به ویژه در رادیولوژی، سی تی اسکن و پزشکی هسته‌ای، اثرات پرتوها می‌تواند موجب تغییراتی در بافت‌های مختلف بدن از جمله سیستم تولید مثلی گردد. بنابراین توجه بیشتر به رعایت استانداردها در مراکز پرتو پزشکی به‌ویژه پزشکی هسته‌ای ضروری است. اشعه ایکس

به‌دلیل ایجاد اثر یونیزاسیونی که ایجاد می‌کند، از لحاظ مسایل حفاظت در استفاده از این اشعه اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و بایستی بهینه‌سازی و حدود پرتوگیری در مراکز تصویربرداری پزشکی را در نظر گرفت.

سپاسگزاری

از تمامی افرادی که جهت انجام پژوهش حاضر امکانات لازم را فراهم آوردند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

Amanda, L.; Ogilvy Stuart, S.; Stephen, M.; (1993). Effect of Radiation on the HumanReproductive System. Environmental Health Perspectives Supplements; 101(2): 109-119.

Andreassi, M.G.; Piccaluga, E.; Gargani, L.; Sabatino, L.; *et al*.; (2015). Subclinical carotid atherosclerosis and early vascular aging from long-term low-dose ionizing radiation exposure: a genetic, telomere, and vascular ultrasound study in cardiac catheterization laboratory staff. JACC: Cardiovascular Interventions; 8(4): 616-27.

Ay, J.; Zarifkar, A.; Khatamsaz, S.; Shahriyari, H.; (2007). Protective effect of epinephrine on spermatogenesis changes due to Gamma radiation in adult rats. Journal of Feyz.; 11(2): 17-21.

Boyd, W.L.; (2009). Using thermoluminescent dosimeters to measure the dose from high and low energy X-ray sources. [Thesis] Las Vegas: University of Nevada.

Cao, Y.N.; Zhang, Y.; Liu, Y.; (2006). Effects of exposure to extremely low frequency electromagnetic fields on reproduction of female mice and development of offsprings. Chinese journal of industrial hygiene and occupational diseases; 24(8): 468-470.

Curtis, J.R.; (2010). Computed tomography shielding methods: a literaturereview. Radiol Technol; 81(5): 428-36.

Dasdag, S.; Ketani, M.A.; Akdag, Z.; Ersay, A.R.; Sari, I.; Demirtas, Ö.C.; Celik, M.S.; (1999). Whole-body microwave exposure emitted by cellular phones and testicular function of rats. Urological Research; 27(3): 219-223.

Dayanidhi Kumar, D.; Salian, S.; Kalthur, G.; Uppangala, Sh.; *et al*.; (2013). Semen abnormalities, sperm DNA damage and global hypermethylation in health workers occupationally exposed to ionizing radiation. PlosOne; 8(7): 1-8.

Declan, R.; Kyrio, J.; Edward, J.; Andrew, C.M.F.; (2001). Radiation protection in interventional radiology. Clinical Radiology; 56: 99-106.

Fatahi-Asl, J.; Cheki, M.; Karami, V.; (2013). Quality control of diagnostic radiology devices in the selected hospitals of Ahvaz city. Jentashapir J Health Res.; 4(5): 371-7.

Gholamhosseinian-Najjar, H.; Bahreyni-Toosi, M.T.; Zare, M.H.; Sadeghi, H.R.; Sadoughi, H.R.; (2014). Quality control status of radiology centers of hospitals associated with Mashhad University of Medical Sciences. Iran J Med Phys; 11(1): 182-7.

Goldsworthy; (2012). The biological effects of weak electromagnetic fields, problems and solutions. Radiol technol; 1-29.

Gong, E.; Shin, S.; Sont, T.; Yang, K.; *et al*.; (2014). Low-dose-rate radiation exposure leads to testicular damage with decreases in DNMT1 and HDAC1 in the murine testis. Journal of Radiation Research; 55: 54-60.

Hardell, L.; Sage, C.; (2008). Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards. Biomed Pharmacother; 62: 104-109.

Holmberg, O.; Malone, J.; Rehani, M.; McLean, D.; Czarwinski, R.; (2010). Current issues and actions in radiation protection of patients. Eur J Radiol; 76(1): 15-9.

Howell, S.; Shalet, S.; (1998). Gonadal damage from chemotherapy and radiotherapy. Endocrinology and metabolism clinics of North America, 27(4), 927-943.

Howell, S.J.; Shalet, S.M.; (2005). Spermatogenesis after cancer treatment: damage and recovery. J Natl Cancer Inst Monogr; 34: 12-7.

Jungwirth, A.; *et al*.; (2012). European Association of Urology guidelines on MaleInfertility: the 2012 update. Eur Urol; 62: 324-345.

Karami, V.; Zabihzadeh, M.; (2016). Ovrian shielding during pelvis radiography:risk versus benefit. J Radiol Radiat Ther; 4(1): 1058.

Karami, V.; Zabihzadeh, M.; (2016). Radiation protection in diagnostic X-ray imaging departments in Iran: a systematic review of published articles. J Mazandaran Univ Med Sci; 26(135): 175-88.

Kashiwabara, S.; Kashimoto, N.; Sanoh, S.; Uesaka, T.; Katoh, O.; Watanabe, H.; (2003). Damage of the mouse testis bytritiated water and 137 Cs-gamma-rays. Hiroshima J Med Sci.; 52: 53-58.

Kesari, K.K.; Behari, J.; (2010). Effects of microwave at 2.45 GHz radiations on reproductive system of male rats. Toxicological and Environ Chemistry; 92(6): 1135-1147.

Kim, J.; Lee, S.; Jeon, B.; *et al*.; (2011). Protection of spermatogenesis against gamma ray-induced damage by granulocyte colony-stimulating factor in mice. Andrologia; 43: 87-93.

Klug, S.; Hetscher, M.; Giles, S.; Kohlsmann, S.; Kramer, K.; (1997). The lack of effects of nonthermal RF electromagnetic fields on the development of rat embryos grown in culture. Life Sciences; 61(18): 1789-1802.

Kovacs, G.T.; Stern, K.; (1999). Reproductive aspects of cancer treatment: an update. Med J Aust; 170: 495-7.

Linet, M.S.; Slovis, T.L.; Miller, D.L.; Kleinerman, R.; Lee, C.; Rajaraman, P.; *et al*.; (2012). Cancer risks associated with external radiation from diagnostic imaging procedures. CA Cancer J Clin; 62(2): 75-100.

Liu, H.; Zhang, C.; Zeng, W.; (2006). Estrogenic and antioxidant effects of a phytoestrogen daidzein on ovarian germ cells in embryonic chickens. Domestic Animal Endocrinology; 31(3): 258-68.

Małgorzata, M.; (2011). Combined action of X-rays and nonylphenol on mouse sperm. Central European Journal of Biology; 6(3): 320-329.

Mercuri, M.; Sheth, T.; Natarajan, M.K.; (2011). Radiation exposure from medical imaging: A silent harm? CMAJ; 183(4): 413-4.

Ofori, K.; Gordon, S.W.; Akrobortu, E.; Ampene, A.A.; Darko, E.O.; (2014). Estimation of adult patient doses for selected X-ray diagnostic examinations. J Radiat Res Appl Sci; 7(4): 459-62.

Prasad, K.N.; Cole, W.C.; Hasse, G.M.; (2004). Health risks of low dose ionizing radiation in humans: a review. Experimental Biology and Medicine; 229(5): 378-82.

Sailer, B.L.; Jost, L.K.; Erickson, K.R.; Tajiran, M.A.; Evenson, D.P.; (1995). Effects of X-irradiation on mouse testicular cells and sperm chromatin structure. Environ Mol Mutagen ; 25(1): 23-30.

Schauer, D.A.; Linton, O.W.; (2009). 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; 97(1): 1-5.

Shah, C.; Nair, A.; Naik, M.; Bakshi, S.; (2015). Cell phone radiation and genomic damage: in vitro exposure and assessment. Cell; 4(2): 401-405.

Shah, D.J.; Sachs, R.K.; Wilson, D.J.; (2012). Radiation-induced cancer: a

modern view. The British Journal of Radiology; 85: 1166-1173.

Shannoun, F.; Blettner, M.; Schmidberger, H.; Zeeb, H.; (2008). Radiation protection in diagnostic radiology. Dtsch Arztebl Int; 105(3): 41- 46.

Shen, H.M.; Chia, S.E.; Ong, C.N.; (1999). Evaluation of oxidative DNA damage in human sperm and its association with male infertility. J Androl; 20: 718-23.

Singh, N.P.; Stephens, R.E.; (1998). X-ray induced DNA double-strand breaks in human sperm. Mutagenesis;13(1):75-9.

Subbotina, T.I.; Tereshkina, O.V.; Khadartsev, A.A.; Yashin, A.A.; (2006). Effect of low-intensity extremely highfrequency radiation on reproductive function in wistar rats. Bull Exp Biol Med.; 142: 189-190.

Ugwu, A.; (2014). The Effects of Low Dose X-ray on the Epididyma Sperm Cells of Rats. Medical Radiography and Radiological Sciences; 2: 1-74.

Voress, M.; (2007). The increasing use of CT and its risks. Radiol Technol; 79(2): 186-90.

Zalata, A.; El-Samanoudy, A.Z.; Shaalan, D.; El-Baiomy, Y.; Mostafa, T.; (2015). In vitro effect of cell phone radiation on motility, DNA fragmentation and clusterin gene expression in human sperm. Cell J.; 9(1): 129.