مقاله پژوهشی

بررسی اثر میدان های الکترو مغناطیسی و اثر حفاظتی عنصر روی بر تعداد و حرکت اسپرم های موش صحرایی بالغ

دکتر مجید جاسمی*، دکتر علیرضا خردمند*، دکتر قاسم ساکی**، دکتر مجید زینلی***

دریافت : ۸۷/۱۱/۶ ، پذیرش : ۸۸/۷/۲۹

چکیده:

مقدمه و هدف: در این مطالعه اثرات میدان های مغناطیسی و نقش محافظتی سولفات روی با دوزهای متفاوت بر روند اسپرماتوژنز موش صحرایی مورد بررسی قرار گرفت.

روش کار: در این مطالعه تجربی ۳۲ موش صحرایی بالغ نژاد ویستار با سن ۱۰ هفته وبا وزن ۱۰± ۲۰۰ گرم بطور کاملا تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند گروه ۱: به عنوان گروه شاهد ، گروه ۲: تحت میدان مغناطیسی با قدرت۱/۷ میلی تسلا قرار گرفتند، گروه ۳: تحت میدان مغناطیسی با قدرت ۱/۷ میلی تسلا قرار گرفتند و روزانه ۲۰۰ ppm سولفات روی روزانه و به صورت خوراکی دریافت کردند.گروه ٤: تحت همان میدان مغناطیسی قرار گرفتند و روزانه ۵۰۰ ppm سولفات روی روزانه و به صورت خوراکی دریافت کردند.پس از گذشت ٤٠ روز موش ها کشته شده ، اپیدیدیم آنها استخراج و پس از سوراخ شدن توسط نوک سوزن سرنگ انسولین در قطرات ۵۰ میکرولیتری محیط کشت T6+5mg/ml BSA قرار داده شدند و سپس به مدت یک ساعت در انکوباتور و تحت شرایط ۳۷ درجه سانتیگراد و ۵ در صد دی اکسید کربن انکوبه شدند. تعداد و حرکت اسپرم ها بررسی و اطلاعات حاصله در جدول ثبت اطلاعات درج گردیدند. داده ها با استفاده از آزمون ANOVA و آزمون های تکمیلی توکی و دانکن تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج: میانگین تعداد اسپرم ها در گروههای ۱ ، ۲، ۳ و ٤ بترتیب برابر ۵۶/۶±۷/۹۶ ، ۳۰/۲±۱/۳۱ ، ۳۸/۶±۲/۰۹ و٤۲/۵±۶/۷٤ میلیون در میلی لیتر بود.آنالیز آماری انجام شده نشان داد که تعداد اسپرم ها در گروه دوم بطور معنی داری نسبت به گروههای دیگر کمتر بود (p<۰/۰۵) هم چنین تعداد اسپرم ها در دو گروه سوم و چهارم بطور معنی داری از گروه دوم بیشتر بود(p< ۰/۰۵) در صد اسپرم های با حرکت پیشرونده (رو به جلو) به ترتیب در چهار گروه مورد مطالعه برابر ۳/۸۸±۲۵/ ۵۲ ، ۱/۸۲ ± ۲۲/۳۵ ، ۳/۱۷ ±۲۶/ ٤۹ و ٤/۰۵ ±۱۱/ ٤۶ بود. آنالیز آماری انجام شده نشان داد که در گروه دوم در صد اسپرم های متحرک بطور معنی داری از دیگر گروهها کمتر بود (p<۰/۰۵).

نتیجه نهائی: میدان الکترومغناطیسی سبب آسیب به روند اسپرماتوژنز موش صحرایی می شود و ترکیبات روی می توانند آسیب وارده شده به روند اسپرماتوژنز را کم کند .

کلید واژه ها : امواج الکترومغناطیس / تعداد اسپرم / حرکت اسپرم / روی

مقدمه :

در نیروگاه های برق،میدان های الکترومغناطیسی با دامنه بیش از ۲۰ میلی تسلا تولید می شود که کارکنان آنها را در معرض مقادیری از این میدان قرار می دهد. از طرف دیگر با توجه به انتقال نیرو از مراکز تولید به مصرف توسط خطوط انتقال نیرو ، عموم مردم در معرض مقادیری از این میدان ها قرار می گیرند(۱). با توجه به نقش الکتریسیته در زندگی بشر ، مقادیر زیادی میدان های

* استادیار گروه ارولوژی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

**دانشیار گروه علوم تشریحی دانشکده پزشکی و مرکز تحقیقات فیزیولوژی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز(ghasemsaki@yahoo.com)

*** دستیار گروه ارولوژی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

Archive of SID

www.SID.ir

الکترومغناطیسی با فرکانس خیلی پایین در محیط کار و محل سکونت انسان ایجاد شده است که این مقادیر اساسا بیشتر از میدان های الکترومغناطیسی است که در اطراف زمین وجود دارد. گزارشات متعدد اپیدمیولوژیک و تجربیات آزمایشگاهی در مورد اثرات سوء الکتریسیته به سیستم های بیولوژیک وجود دارد(۴-۲). در خصوص تاثیرات میدان های الکترومغناطیسی بر دستگاه تولید مثل نر تحقیقات مختلفی صورت گرفته است. در این تحقیقات ارتباط بین میدان های مغناطیسی با افزایش درصد وقوع آپوپتوزیس و مرگ سلول های نطفه ای (germ cell) در بیضه(۵) ، باز شدن و فاصله گرفتن لوله های منی ساز از یکدیگر ، بروز بی نظمی در اپی تلیوم لوله منی ساز ، کاهش معنی داری تعداد اسپرماتوسیت های اولیه و اسپرماتید، افزایش تعداد سلول های سرتولی(۶)، اثرات سوء روی تکثیر و تمایز سلول های اسپرماتوگونی(۷) ، اثرات سمی روی سلولهای اسپرماتوژنز و کاهش باروری(۸) و کاهش مایع منی(۹) نشان داده شده است. از طرفی دیگر روی یک عنصر حیاتی و اساسی بوده که ارتباط نزدیکی با فعالیت اندوکرینی داشته است(۱۰) و برای فعالیت بیش از ۳۰۰ آنزیم بخصوص RNAپلیمراز و DNA پلیمراز و سایر متالوآنزیمها (۱۱) سنتز پروتئین ها و نوکلئیک اسید ها و تقسیم سلولی و هم چنین فعالیت تولید مثل ، اسپرماتوژنز و پایدار ماندن ساختمان کروماتین در هسته سلولی (۱۱) دارای نقش بسزایی است به طوری که کمبود روی می تواند سبب تاخیر در رشد و بلوغ جنسی و کاهش کارکرد گناد ها بشود(۱۴-۱۱). غلظت روی در اعضایی همچون پروستات ، بیضه و مایع سمینال بالاست و این مطلب نشان دهنده نقش روی در دستگاه تولید مثل می باشد که به صورت تقویت اسپرماتوژنز، بلوغ اسپرماتوزوا و حفظ اپی تلیوم زاینده می باشد(۱۲،۱۵) همچنین روی یک عنصر آنتی اکسیدانی است و نقش مهم و محافظت کننده ای در برابر رادیکالهای آزاد دارد(۱۶،۱۷).

با توجه به مسلم بودن اثرات منفی میدان های مغناطیسی بر روند تولید اسپرم طی دوره اسپرماتوژنز و هم چنین اثر منفی بر ساختمان کروماتین و فعالیت آن تصمیم گرفته شد تا در اثر تجویز عنصر روی با دو غلظت۲۰۰ppm و ۵۰۰ppm (۱۱،۱۸) در کاهش این آثار تخریبی مطالعه ای انجام شود.

روش کار:

در این مطالعه تجربی ۳۲ موش صحرایی نر با سن ۱۰ هفته از نژاد ویستار با وزن بین ۱۰± ۲۰۰ گرم مورد مطالعه قرار گرفتند. کلیه این حیوانات از مرکز تکثیر و پرورش حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه علوم پزشکی اهواز خریداری و در مرکز نگهداری حیوانات آزمایشگاهی گروه علوم تشریحی و در شرایط ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و در دمای ۲± ۲۵ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. حیوانات مورد مطالعه ابتدا بطور تصادفی به ۴ گروه ۸ تایی تقسیم شده بطوری که گروه اول یا شاهد گروهی بوده که نه تحت امواج مغناطیس قرار گرفته و نه به آنها روی داده شد گروه دوم: گروهی بوده که موش ها به مدت ۴۰ روز ، روزانه و به مدت ۲ ساعت در یک میدان الکترو مغناطیسی به قدرت ۱/۷ میلی تسلا قرار گرفته اند(۱۹). اندازه گیری قدرت دستگاه مولد امواج الکترومغناطیس توسط همکاران محترم در گروه فیزیک پزشکی دانشکده پزشکی دانشگاه جندی شاپور اهواز و با استفاده از دستگاه تسلامتر صورت گرفته است. گروه سوم: گروهی بوده که علاوه بر قرار گرفتن در میدان الکترومغناطیسی با قدرت متوسط ۱/۷ میلی تسلا روزانه ۲ ساعت به مدت ۴۰ روز ، ۲۰۰ppm سولفات روی به صورت خوراکی روزانه به آنها داده شد. لازم به ذکر است که روی به صورت سولفات و محلول در آب آشامیدنی ، به موش ها داده شده است. گروه چهارم: گروهی بوده که علاوه بر قرار گرفتن در میدان الکترومغناطیسی با قدرت متوسط ۱/۷ میلی تسلا برای مدت ۴۰ روز ، و هر روز ۲ ساعت ، روزانه۵۰۰ ppm سولفات روی به صورت خوراکی به آنها داده شد. پس از گذشت ۴۰ روز(۱۱،۱۸،۱۹) موش های هر گروه به طور جداگانه با استفاده از محلول اتر کشته شده و بیضه سمت راست هر موش خارج و دم اپی دیدیم استخراج گردید ، با استفاده از نوک سوزن سرنگ انسولین دم اپی دیدیم سوراخ سوراخ شده ، سپس در قطرات ۵۰ میکرولیتری محیط کشت T6+5mg/ml BSA قرار داده شد و به مدت ۱ ساعت و تحت شرایط ۵ درصد دی اکسیدکربن و دمای ۳۷ درجه سانتی گراد در انکوباتور انکوبه شدند ، بعد از این مدت نمونه ها از انکوباتور خارج شده و مورد مطالعه قرار گرفتند(۲۰).

بررسی تحرک و تعداد اسپرم : جهت بررسی تحرک اسپرم مقدار ۱۰ میکرولیتر از اسپرمهای استخراج شده از اپی دیدیم

Archive of SID

www.SID.ir

موش هـای مـورد مطالعـه در چهـار گـروه را روی حفـره شـمارش اسـپرم(Makler Chamber) قـرارداده و تحـرک اسپرم ها به کمک میکروسکوپ معکوس ارزیابی شد. بدین ترتیب که ابتدا تعداد کل اسپرم ها شمارش و سپس تعداد اسپرم های دارای حرکت رو به جلو(اسپرم هایی که حرکت انتقالی داشته باشند) (a+b) ، حرکت در جا (اسپرم هـایی که حرکت انتقالی نداشته اما ضربان دم قابل رویت اسـت) (c)، و بدون حرکت(این اسپرم ها نه حرکت انتقالی دارنـد و نه ضربان دم قابل رویت است) (d) موجـود در ۱۰ خانـه بطور تصادفی شمارش گردید. تحرک اسپرم ها در هر گروه با استفاده از فرمول زیر به صورت درصد نـشان داده شـد (۲۱).

$$\frac{\text{تعداد اسپرم های شمارش شده در هر نوع حرکت در ۱۰ خانه}}{\text{تعداد کل اسپرم های شمارش شده در ۱۰ خانه}} \times ۱۰۰$$

آنالیز آمـاری : داده هـا بـا اسـتفاده از آزمـون ANOVA و آزمون های تکمیلی توکی و دانکن تجزیه و تحلیل شدند . برای این منظـور از نـرم افـزار spss version 15 اسـتفاده شد.در تمام موارد ارزش p کمتر از پنج صدم معنـی دار در نظر گرفته شد.

نتایج :

تعداد اسپرم : در چهار گروه مورد مطالعه تعداد اسپرم ها به ترتیب برابر ۵۶/۶±۷/۹۶ ، ۳۰/۲±۱/۳۱ ، ۳۸/۶±۲/۰۹ و۴۲/۵±۶/۷۴ می باشد. آنالیز آماری انجام شده نـشان داد کـه در گـروه دوم یعنـی مـوش هـایی کـه تحـت امـواج الکترومغناطیس قرار گرفته اند نسبت به سـه گـروه دیگـر تعداد اسپرم ها کاهش قابل توجهی را نشان می دهـد بـه طوری که ارزش p در مقایسه گروه دوم با گـروه اول برابـر ۰/۰۰۱ بوده است. تعداد اسپرم هادر گروه سـوم و چهـارم بطور معنی داری کمتر از اسپرم های گروه اول می باشـند بطوری که ارزش p در مقایسه گروه اول با گروه سوم برابـر ۰/۰ ۲ و گـروه اول بـا گـروه چهـارم برابـر ۰/۰۳۳ بـوده است.مقایسه بین دو گروه سوم و چهارم نیز نشان داد کـه گرچه تعداد اسپرم ها در گروه چهارم بیشتر ار گروه سـوم است امـا ایـن اخـتلاف معنـی دار نیـست (ارزش p برابـر ۰/۸۹۹ بوده است).

حرکت اسپرم : الف- حرکت پیـشرونده اسـپرم هـا : درصـد اسپرم های بـا حرکـت پیـشرونده در گـروه هـای اول تـا چهارم به ترتیـب برابـر ۳/۸۸ ±۵۲/۲۵ ، ۱/۸۲ ± ۲۲/۳۵، ۴۹/۲۶±۳/۱۷ و ۴۶/۱۱±۴/۰۵ بود. آنالیز آماری انجام شده نشان داد که امواج الکترو مغناطیس تاثیر قابل توجهی بـر روی حرکت رو به جلوی اسپرم ها داشته است بطوری کـه ارزش p در مقایسه گروه دوم با اول برابر ۰/۰۰۱ ، دوم بـا سوم برابر ۰/۰۳۱ و دوم با چهارم برابر ۰/۰۳۳ بـوده اسـت ولی در مقایسه گروه اول با گروه سوم و چهارم این تفاوت معنی دار نبوده است. مقایسه گروه سوم و چهارم نیز نشان می دهد که دوز روی مـصرفی تـاثیری تقریبـا مـشابه بـر حرکت رو به جلوی اسـپرم هـا داشـته اسـت بطـوری کـه ارزش p برابر ۰/۳۷۴ بوده است.

ب- حرکـت در جـای اسـپرم هـا : در صـد اسـپرمهای با تحرک درجـا در گـروه هـای اول تـا چهـارم بـه ترتیـب برابـر بـا ۲۷/۱۲±۲/۱۱، ۲۸/۴۲±۵/۰۹ ، ۲۶/۱۲±۱/۶۶ و ۲۴/۱۲±۲/۴۳ می باشد. آنالیز آمـاری انجـام شـده نـشان مـی دهـد کـه در چهـار گـروه مـورد مطالعـه اخـتلاف معنـی داری در اسـپرم هـای بـا تحـرک در جـا وجـود ندارد.

ج- اسـپرم هـای بـدون حرکـت : در صـد اسـپرم هـای بدون حرکـت در چهـار گـروه مـورد مطالعـه بـه ترتیـب برابـر بـا ۲۰ /۶۳±۲/۳۰ ، ۴۹/۲۳±۳/۱۷ ، ۲۴/۶۲±۴/۲۳ و ۳۰/۵۷±۲/۶۳ می باشد. نتایج حاصله نشان می دهـد کـه در گروه دوم اسپرم های بدون حرکت نسبت به ۳ گـروه دیگـر افـزایش داشـته و ایـن افـزایش معنـی دار اسـت (ارزش p کمتر از ۰/۰۵). ولی در مقایسه سـه گـروه دیگـر اختلاف معنی داری در تعداد اسـپرم هـای بـدون تحـرک مشاهده نشد.

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار تعداد و حرکت اسپرم های استخراج شده از اپیدیدیم موش های صحرایی مورد مطالعه در چهار گروه مختلف

	میانگین تعداد اسپرم (میلیون در میلی لیتر)	میانگین در صد اسپرمهای با حرکت رو به جلو	میانگین درصد اسپرمهای با حرکت در جا	میانگین درصد اسپرم های بدون حرکت
کنترل(۱)	۵۶/۶±۷/۹۶	۳/۸۸±۵۲/۲۵	۲۷/۱۲±۲/۱۱	۲۰/۶۳±۲/۳۰
تجربی(۲)	۳۰/۲±۱/۳۱	۱/۸۲±۲۲/۳۵	۲۸/۴۲±۵/۰۹	۴۹/۲۳±۳/۱۷
تجربی(۳)	۳۸/۶±۲/۰۹	۳/۱۷±۴۹ /۲۶	۲۶/۱۲±۱/۶۶	۲۴/۶۲±۴/۲۳
تجربی(۴)	۴۲/۵±۶/۷۴	۴/۰۵±۴۶/۱۱	۲۴/۱۲±۲/۴۳	۳۰/۵۷±۲/۳۶

بحث:

مطالعـات انجـام شـده در مـورد نقـش امـواج الکتـرو مغناطیس بر روی اسپرماتوژنز موش صحرایی نشان داده

Archive of SID

www.SID.ir

است که این امواج دارای اثرات سوء و مخرب بر روند اسپرماتوژنز می باشد. در مطالعه ای که توسط جین سانگ لی در سال ۲۰۰۳ در مورد نقش امواج الکترومغناطیس بر روی مرگ سلولی سلول های زاینده در بیضه صورت گرفته بود نشان داده است که میدان های الکترومغناطیس با شدت۰/۵میلی تسلا سبب القاء مرگ سلولی در سلولهای زاینده موش شده است(۲۲) و یا در مطالعه ای دیگر که توسط ویتا و همکارانش در سال ۱۹۹۵ در مورد نقش امواج الکترومغناطیس در اسپرماتوژنز موش صورت گرفته ، نشان داده است که میدان های الکترومغناطیس با شدت ۱/۷ میلی تسلا برای مدت حدود ۳۵ روز دارای اثرات سیتوتوکسیک بر روی اسپرماتوگونی می باشد(۱۹). در مطالعه ای دیگر که توسط احمد شفیق در سال ۲۰۰۵ صورت گرفته ، نشان داده شده است که افرادی که در معرض میدان های الکترومغناطیسی قرار گرفته اند، دچار کاهش اسپرماتوژنز یس و فعالیت جنسی شده اند ، به طوری که تماس با میدان های الکترومغناطیسی سبب کاهش تعداد اسپرمها، کاهش اسپرمهای متحرک و افزایش اشکال غیر طبیعی اسپرم شده است و نمونه های بیوپسی بیضه نیز نشان دهنده تغییرات دژنراتیو می باشد(۲۳). مطالعه حاضر همانند مطالعات قبلی تاثیر مخرب و منفی امواج الکترومغناطیس با قدرت ۱/۷ میلی تسلا بر روند اسپرماتوژنز موش صحرایی به اثبات رسانده است بطوری که در این مطالعه در موش هایی که تحت تاثیر امواج الکترومغناطیسی قرار گرفته اند هم تعداد به طور معنی داری کاهش یافته و هم حرکات رو به جلوی اسپرم ها کاهش یافته است. از طرف دیگر مطالعات مختلفی در مورد نقش روی در اسپرماتوژنزیس صورت گرفته است.در یک مطالعه که توسط کریش نامورتی و همکاران در سال ۱۹۹۸ در مورد نقش محافظتی روی بر اسپرماتوژنز موش صحرایی صورت گرفته است نشان داده شده که استفاده از آسپارتات روی می تواند سلولهای اسپرماتوگونی را در برابر مرگ سلولی ناشی از تابش اشعه محافظت کند (۱۱). در مطالعه ای دیگر که توسط اونین ماچی و همکارانش صورت گرفته نشان داده شده است که مصرف روی می تواند از آسیب بیضه و توکسیسیتی ناشی از کرومیوم جلوگیری کند(۲۴) و یا در مطالعه دیگری که توسط اولیورا و همکارانش صورت گرفته نشان داده شده است که روی یک عنصر حیاتی جهت حفظ خصوصیات اسپرم می باشد (۱۴) .در یک مطالعه ای دیگر نشان داده شده است که روی در حفظ سلامتی اسپرم دارای نقشی اساسی است و سبب حفظ ساختمان اسپرم و کروماتین هسته ، افزایش فعالیت اسپرم و حرکت رو به جلوی اسپرم می شود و کمبود آن سبب از بین رفتن واکنش آکروزومی و اختلال در قدرت باروری تخمک می شود(۲۵). در مطالعه حاضر مشخص شد که روی می تواند اثرات مخرب امواج الکترومغناطیس را کم کند به طوری که در این مطالعه با تجویز سولفات روی به میزانppm ۲۰۰ وppm ۵۰۰ به صورت خوراکی به موشها مشاهده شد که هم تعداد و هم حرکات رو به جلو بطور قابل ملاحظه ای بهبود یافته اند.

نتیجه نهایی :

در نهایت می توان چنین استنباط کرد که امواج الکترومغناطیس دارای اثرات سوء و مخربی بر اسپرماتوژنز موش صحرایی می باشد و روی به عنوان یک عامل محافظت کننده و پیشگیری کننده در برابر این اثرات مخرب مطرح می باشد.پیشنهاد می شود که منازل مسکونی و محل کار افراد دور از مدار های الکتریکی و خطوط انتقال نیرو باشد هم چنین پیشنهاد می شود که در افراد با ریسک بالا یعنی افرادی که در معرض میدان های الکترومغناطیس به میزان بالاتری هستند روزانه مقادیر مشخص روی به رژیم غذایی آنها اضافه شود.

سپاسگزاری :

این مقاله بخشی از پایان نامه(به شماره۲۲۵۳) مجید زینلی دستیار اورولوژی بیمارستان گلستان دانشگاه جندی شاپور اهواز است. نگارندگان مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از معاونت پژوهشی دانشگاه به دلیل تامین مالی این طرح اعلام می دارند.

منابع :

1. Verschaeve I. Can non ionizing radiation induce cancer? Cancer J 1995; 8:51-56.
2. Lacy HA, Metcalf JC, Hesketh R. Biological response to electromagnetic fields. Faseb J 1998; 12:395-420.
3. Milica M, Vesna R, Gordana U.Studies on the possible endocrinological effect of a 50 HZ. Electromagnetic field.CEJOEM 2000;6:183-188
4. Furuya Z, Thuroczy G, Paksy K.Effect of sinusoidal 50 HZ magnetic field on the testosterone production of mouse primary leydig cell culture. Bioelectromagnetics 1998; 19:429-431.
5. Lee IS , Ahm SS , Lung KC , Kim YW , Lee SK.

Archive of SID
www.SID.ir

Effect of 60 HZ electromagnetic field exposure on testicular germ cell apoptosis in mice. Asian J Androl 2004;6:29-34.
6. Soleimani J, Dibaz F, Ahrabian Gh, Katebi M. [Study of the effects of electromagnetic field on rat spermatogenesis process]. Med J Tabriz Univ Med Sci 1999;36:55-60.(Persian).
7. Furuya H, Aikawa H, Hagino T. Flocytometric analysis of the effects of 50 HZ magnetic field on mouse spermatogenesis. Nippon Eisigaku Zasshi1998;53:420-425.
8. Al-akhras M, Elbeteha A, Hasan M, AL Omari I, Daramani H, Al biss B. Effects of extremely low frequency magnetic field on fertility of adult male and female rates. Bioelectromagnetics 2001;22:340-344.
9. Iregens A, Kruger K. The effect of male Occupational exposure in infertile couples in Norway. J Occup Environ 1999;41:1116-1120.
10. Kvist U, Bjorndahl L. Zinc preserves an inherent capacity for human sperm chromatin decongestion. Acta Physiol Scand 1985;124: 195-200.
11. Krishnamurthy H, Jagetia GC, Jyothi P. Radioprotective effect of zinc aspartate on mouse spermatogenesis: a flow cytometric evaluation. Mutat Res 1998; 401:111-120.
12. Masters DG, HE Fels. Effect of zinc supplementation on reproductive performance of grazing Merion ewes. Biol Trace Elem Res 1980; 7:89-92
13. Fournier GR, Macaninch JW. Sonography in the staging of testicular trauma. In: Traumatic and reconstructive urology. Philadelphia : W.B. Saunders, 1996: 727-732.
14. Olivera CEA, Badu CA, Ferreira WM, Lana AMQ. Effect of dietary zinc supplementation on spermatic characteristics of Rabbit Breeders. Proceedings of the 8th World Rabbit Congress, September 7-10, 2005.
15. Valle BL, Falchuk KH, The biochemical basis of zinc physiology. Physiol Rev 1993; 79-118.
16. Roussel AM, Facn AK, Zouari N, Mahjoub S, Matheau JM, Anderson RA. Antioxidant Effects of Zinc Supplementation in Tunisians with Type 2 Diabetes Mellitus. J Am College Nutr 2003; 22:316-321.
17. Jain A, Varma M, Agrawal BK, Jadhav AA. Serum zinc and malondialdehyde concentrations and their relation to total antioxidant capacity in protein energy malnutrition. J Nutr Sci Vitaminol 2008; 54:392-395.
18. Saki Gh, Radan K, Radmard Sh.M, Rashidi I, Rahim F. [The Effect of Unilateral Testicular Blunt Trauma and Protective Effect of Zinc on Spermatogenesis of Contra Lateral Testis of Pre-pubertal Wistar Rat]. J Qum Univ Med Sci 2009;3(1): 35-40. (Persian)
19. De Vita R,Cavallo D, Raganella L, Eleuteri P, Grollino MG, Calugi A. Effect of 50 HZ magnetic fields on mouse spermatogenesis monitored by flow cytometric analysis. Bioelectromagnetics 1995;16:330-334.
20. Saki G, Safikhani Z,Sobhani A, Salehnia M. The in vitro fertilization rate of mouse ova in the absence or presence of recombinant human leukemia inhibitory factor. Pakistan J Med Sci 2006;22(4):438-441.
21. Giraud MN, Motta C, Boucher D, Grizard G. Membrane fluidity predicts the outcome of cryopreservation of human spermatozoa. Hum Reprod 2000; 15(10):2160-2164.
22. Jin SL, Sang SA, Kyeong CJ, Yoon WK, Sang KL. Effectof 60 HZ electromagnetic field exposure on testicular apoptosis in mice. Asian J Androl 2003; 6:29-34.
23. Ahmed S. Effect of electromagnetic field exposure on spermatogenesis and sexual actyivity. Asian J Androl 2005; 7:106-109.
24. Onyenmachi J, Afonne OJ, Orisakwe OE, Ekanem IOA, Akumka DD. Zinc protects chromium-Induced testicular injury in mice. Indian J Pharmacol 2002;34:26-31.
25. Shiva Saksena S, White MJ, Mertzlufft J, Lau I. Prevention of cadmium-induced sterility by zinc in the male rat. Contraception 1993;27:521-30

Archive of SID

www.SID.ir