اثرات تابش امواج الکترومغناطیس ضعیف بر غدد تناسلی و باروری موش ماده

دکتر جواد بهارآرا[1*]، دکتر کاظم پریور[2]، دکتر شهربانو عریان[3]، دکتر علیرضا اشرف[4]

۱- استادیار، دکتری تخصصی زیست شناسی تکوینی جانوری، عضو هیئت علمی، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

۲- استاد، دکتری زیست شناسی تکوینی جانوری، عضو هیئت علمی، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم دانشگاه آزاد اسلامی تهران واحد علوم و تحقیقات

۳- استاد، دکتری تخصصی آندوکرینولوژی، عضو هیئت علمی، گروه زیست شناسی دانشکده علوم دانشگاه تربیت معلم تهران

٤- استادیار، دکتری تخصصی فیزیک پزشکی، عضو هیئت علمی، گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت ۸٤/٦/۱، تاریخ پذیرش ۸۵/۳/۱۰

چکیده

مقدمه: کاربرد وگسترش روز افزون وسایل و لوازم خانگی مولد میدان الکترومغناطیسی (یخچال،کامپیوتر، تلویزیون و...) باعث توجه فراوان مراکز تحقیقاتی نظیر سازمان بهداشت جهانی به بررسی اثرات زیان بار آن بر سلامتی انسان شده است. در این مطالعه اثرات تابش امواج الکترومغناطیسی ضعیف بر غدد تناسلی و باروری موش ماده بررسی شده است.

روش کار: در این پژوهش تجربی با طراحی یک سیستم مولد میدان الکترومغناطیسی با شدت ۱۵ گاؤس به بررسی اثرات امواج مذکور بر غدد تناسلی و باروری موش ماده نژاد Balb/ C پرداخته شده است. برای انجام کار موش‌های ماده باکره بالغ به مدت چهار روز و هر روز شش ساعت درسیستم مذکورتحت تاثیر امواج قرار داده شدند و تغییرات سطوح هورمونیFSH, LH، استرادیول و پروژسترون به روش رادیوایمنواسی بررسی و نیز به کمک مطالعات میکروسکوپی نوری و الکترونی گذاره، ساختار و فراساختار تخمدان‌ها و تعداد و انواع فولیکول‌های تخمدانی در موش‌های ماده تیماری و موش‌های ماده بالغ نسل اول، مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج: یافته‌های حاصل نشان داد، میدان الکترومغناطیسی با شدت ۱۵ گاؤس بر وزن و اندازه تخمدان‌ها در موش‌های ماده تیمار شده و فرزندان نسل اول تغییرات معنی‌دار ایجاد ننمود. لیکن مطالعه آماری تعداد فولیکول‌های تخمدانی افزایش معنی‌داری را در موش‌های ماده تیماری نشان داد($p< ۰/۰۵$). بررسی میکروگراف‌های تهیه شده بیان‌گر هتروکروماتینی شدن شدید اووسیت‌ها و سلول‌های فولیکولر، افزایش پلی زوم و تجمع میتوکندری‌ها و شکاف‌دار شدن هسته‌ها بود. هم‌چنین کاهش مقادیر FSH, LH وکاهش درصد موفقیت جفت گیری از دیگر نتایج بود.

نتیجه‌گیری: یافته‌های حاصل از این پژوهش بیان‌گر تاثیر گذاری میدان‌های الکترومغناطیسی برساختار غدد تناسلی، افزایش تعداد فولیکول‌های تخمدانی و تاثیر بر سیستم آندوکرین و نیز کاهش باروری می‌باشد.

کلید واژگان: باروری، غددتناسلی، تخمدان، میدان الکترومغناطیسی

نویسنده مسئول: مشهد، قاسم آباد، امامیه ۵۹، سازمان مرکزی دانشگاه آزاد اسلامی، حوزه معاونت دانشجوئی

E-mail:baharara@yahoo.com

مقدمه

گسترش و کاربرد وسیع دستگاه‌های مولد امواج الکترومغناطیس در زندگی روزمره به ویژه تجهیز آشپزخانه‌های مدرن امروزی به انواع دستگاه‌های مولد این امواج و گزارشات متعددی که در مورد اثرات زیانبار میدان‌های الکترومغناطیسی بر پدیده‌های رشد و نموی منتشر شده است، ضرورت مطالعه دقیق تر بخش‌هایی از طیف امواج الکترومغناطیس که کاربرد وسیع‌تری در زندگی روزمره دارند را نشان می‌دهد. به ویژه آن که نتایج در دسترس موجود بسیار ضد و نقیض می‌باشند که از جمله می‌توان به نتایج حاصل از مطالعات سورادی در مورد عدم تأثیر این امواج بر نسبت جنسی در رت‌ها اشاره نمود. این محقق با به کارگیری میدان الکترومغناطیسی با شدت ۷ کیلو ولت نشان داده است که میزان باروری کاهش می‌یابد، لیکن نسبت جنسی بین زاده‌ها در گروه تجربی نسبت به گروه شاهد تفاوت معنی‌دار ندارد(۱). اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی روی موفقیت تولید مثلی در پرندگان توسط فرنی مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج وی نشان داد که در گروه تجربی، در معرض قرارگیری پرندگان با میدان الکترومغناطیسی، موفقیت تولید مثلی تحت تاثیر قرار می‌گیرد و باعث افزایش باروری و اندازه تخمک می‌شود(۲). البتیا در مورد عدم تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس کم بر باروری موش سوئیسی و نیز افزایش وزن تخمدان در ماده‌های تیمار شده(۳) و نیزهولاند در ارتباط با عدم تغییر معنی‌دار باروری تحت میدان‌های الکترومغناطیسی(٤) گزارشاتی را منتشر نموده‌اند. فورگاکس اثر میدان مغناطیس ۵۰ هرتز سینوسی را روی تولید تستوسترون توسط سلول‌های لیدیگ بررسی نموده و نشان داده است که میدان‌های مغناطیسی با شدت ۱۰۰ میکروتسلا قادر به تحریک تولید تستوسترون از سلول‌های لیدیگ کشت داده شده موش می‌باشند(۵). اما تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی ۵۰ هرتز روی میزان تولید استرادیول وپروژسترون سرم موش‌های حامله نژاد ویستار را توسط هاسکوتن بررسی شده تفاوت معنی‌داری را نشان نداده است(٦). هم‌چنین تجربیات میل و همکاران بیانگر افزایش القاء شیمیایی هیپر پلوئیدی در اووسیت های پستانداران تحت تاثیر میدان‌های الکترومغناطیسی است. وی پیشنهاد کرده است که در معرض قرارگیری با میدان الکترومغناطیسی، وقوع آنیوپلوئیدی را از طریق تأثیر گذاری بر سیستم آندوکرین افزایش می‌دهد(۷). در کشور ایران نیز بررسی اثر میدان‌های الکترومغناطیسی بر رشد و نمو جانوران مورد توجه قرار گرفته است که از جمله می‌توان به گزارشات پریور و همکاران وی درمورد اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی سینوسی ۵۰ هرتز برسیستم خون سازی موش، تاثیر امواج دیاترمی بر رشد نمو موش ونیز اثر میدان‌های الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پائین در نسل اول موش‌های نر بالغ نژاد Balb/C اشاره نمود(۱۰-۸). در این پژوهش با ایجاد یک سیستم مولد میدان الکترومغناطیس با شدت ۱۵ گاؤس به بررسی اثرات امواج الکترومغناطیس بر غدد تناسلی و باروری موش ماده نژاد Balb/C توجه شده است.

روش کار

جهت بررسی تجربی اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی بر غدد تناسلی و باروری، از موش ماده نژاد Balb/C که از مؤسسه رازی مشهد خریداری شده بود، استفاده گردید. این موش‌ها در اتاق پرورش حیوانات تکثیر و در درجه حرارت ۲±۲۱ درجه سانتی گراد، رطوبت ۷۰ -٦۵ درصد و دوره نوری طبیعی(۱۲

ساعت نور و ۱۲ ساعت تاریکی) در قفس‌های ویژه‌ای که هر هفته دو بار شستشو و ضد عفونی می‌شدند، نگهداری و برای تغذیه آنها از غذای آماده استاندارد که از شرکت جوانه خراسان خریداری شده بود، استفاده می‌شد. آب نیز به مقدارکافی توسط بطری شیشه‌ای در اختیار آنها قرارداده شد. در کلیه تجربیات برای اطمینان از بلوغ موش‌ها از حیوانات ۳-۲/۵ ماهه که وزن بدن آنها ۲۸-۲٤ گرم بود استفاده شد. در بخش‌هائی از تجربیات که نیاز به انجام آمیزش نر و ماده بود، یک موش ماده باکره بالغ با یک موش نر بالغ در یک قفس قرار داده شدند(مونوگامی). روز مشاهده درپوش واژنی به عنوان روز صفر حاملگی در نظر گرفته شد.

برای تولید امواج الکترومغناطیس مورد نظر از مدار ویژه مولد میدان الکترومغناطیس با شدت ۱۵ گاؤس استفاده شد(طراحی و ساخته شده در آزمایشگاه تحقیقاتی توسط مجریان طرح)که شامل بوبین، ۳ رئوستا، خازن و آمپرمتر بود. برای ساخت بوبین، حول یک لوله از جنس PVC مقادیر مناسب ازسیم مسی با توجه به محاسبه شدت میدان الکترومغناطیسی موردنیاز از رابطه $B=\mu n I$ پیچانده شد(B = شدت میدان مغناطیسی بر حسب تسلا ، $\mu=4\pi \times 10$ ، n= تعداد دور در واحد طول ، I= شدت جریان). برای اطمینان ازصحت شدت میدان الکترومغناطیسی محاسبه شده توسط فرمول فوق الذکر پس از برقراری جریان در مدار با استفاده از گاؤس متر شدت میدان کنترل می‌شد. لازم به ذکر است که به علت خود القائی دستگاه، جریان عبوری در ابتدا بسیار اندک بود که برای رفع این مشکل ازخازن با ظرفیت بالا استفاده شد و برای این منظور ۷ خازن با ظرفیت ۳۰ میکروفاراد در محفظه‌ای تعبیه ودر مدار قرار داده شد. هم‌چنین برای ایجاد تغییر مقدار جریان در مواقع مورد نیاز، در مدار ۳ رئوستا نیز پیش بینی شد. با توجه به آن که انسان در زندگی روزمره بیشتر تحت میدان‌های الکترومغناطیسی با شدت یک تا دو گاؤس می‌باشد و نیز بنا به پیشنهاد وایلی که عنوان می‌نماید با توجه به اختلاف متوسط اندازه بدن انسان و موش برای بازسازی تأثیر یک میدان خاص در انسان باید میدانی به شدت ۱۰ تا ۱۵ برابر روی موش اثر داد(۱۱)، لذا در این تجربه از شدت میدان مغناطیسی با شدت ۱۵ گاؤس استفاده شده است. ضمناً با توجه به این که توسط دستگاه‌های خانگی مولد امواج، ایجاد میدان مغناطیسی با شدت مذکور که دارای قسمت یکنواخت بوده و امکان نمونه‌گذاری در آن باشد میسر نیست، ضرورتاً برای ایجاد شرایط مناسب جهت انجام تجربیات بایستی از مدار طراحی شده استفاده نمود.

برای انجام تجربیات در ٦ مرحله و در هر مرحله تعداد ۳ موش ماده بالغ باکره به صورت تصادفی انتخاب و در یک محفظه ویژه پلاستیکی قرار و در داخل بوبین جای داده شد. برای هر گروه تجربی به همان تعداد موش‌های ماده باکره بالغ به عنوان شاهد آزمایشگاهی و کنترل در نظر گرفته شد. موش‌های گروه‌های تجربی به مدت چهار روز متوالی و هر روز ٦ ساعت (ساعت ١٤-٨) در بخش میانی بوبین تحت تاثیر امواج قرار داده شدند. در چهارمین روز بلافاصله بعد از اتمام زمان تیمار نیمی از موش‌های مذکور که به روش برداشت مهبلی مشخص شده بود که آنها در مرحله دی استروس سیکل جنسی می‌باشند، تشریح شدند. البته ابتدا از قلب آنها به کمک سرنگ انسولین خون‌گیری شد. نمونه‌های خون جمع آوری شده پس از انجام سانتریفوژ (دور ۳۰۰۰ و به مدت ۲۰ دقیقه) توسط دستگاه سانتریفوژ (Hetich,Germany)

سرم آن جدا و در داخل فریزر جهت بررسی های بعدی نگهداری و در مراحل بعدسطوح هورمونیFSH,LH ، استرادیول و پروژسترون با استفاده از کیت آزمایشگاهی کاوشیاران وبه روش رادیو ایمنواسی(RIA) به کمک دستگاه گاماکانتر در آزمایشگاه تشخیص طبی فردوس مشهد تعیین شد.کلیه مراحل ذکر شده به صورت مشابه برای نمونه‌های کنترل و شاهد آزمایشگاهی نیز انجام شد.

پس از انجام خون‌گیری با استفاده از لوازم مخصوص تشریح، تخمدان‌ها و رحم خارج و به سرم فیزیولوژیک منتقل و پس از حذف چربی‌های اضافی اطراف تخمدان ابعاد آنها توسط کولیس و وزن آنها به وسیله ترازوی آنالتیکال(Sarterus,Germany) اندازه‌گیری شد. سپس تعدادی از تخمدان‌ها و رحم‌های کنترل و شاهد آزمایشگاهی و تجربی برای انجام مطالعات بافت‌شناسی میکروسکوپی نوری به روش H&E آماده سازی شد و در ادامه، ساختار بافتی تخمدان‌ها، تعداد فولیکول‌های بنیادی، فولیکول‌های اولیه و فولیکول‌های ثانویه، در تمامی مقاطع سهمی بررسی شد. برای جلوگیری از هرگونه اشتباه در شمارش‌ها، ابتدا یک فولیکول انتخاب و سپس سایر فولیکول‌ها در جهت عقربه‌های ساعت شمارش می‌شدند. در مقاطع رحم نیز ضخامت آندومتر و تعدادغدد رحمی مورد بررسی آماری قرار گرفت. برای انجام این شمارش از بخش‌های مختلف هر دو شاخ رحمی قطعات کوچکی تهیه و پس از آماده سازی در مقاطع ٦ ناحیه در هرمیدان دید، به صورت تصادفی انتخاب و ضخامت آندومتر و نیز تعداد غدد رحمی مورد بررسی و شمارش قرار گرفت. تعدادی از نمونه‌های تخمدانی تجربی، کنترل و شاهد آزمایشگاهی نیز به صورت تصادفی از هر مرحله تیمار انتخاب و برای انجام مطالعات میکروسکوپی الکترونی گذاره در پژوهشکده بوعلی سینای دانشگاه علوم پزشکی مشهد بر اساس کیت رزین تب آماده سازی و توسط گلوتارآلدئید ۳ درصد تثبیت و پس از طی مراحل آماده سازی برش‌های بسیار نازک به ضخامت۳۰۰ آنگستروم توسط اولترا میکروتوم مدل LK تهیه و توسط اورانیل استات ۲ درصد و سیترات سرب ۵ درصد رنگ آمیزی شد. سپس گریدهای تهیه شده به میکروسکوپ الکترونی گذاره (LEO 910,Germany) منتقل و مطالعه شد. در موارد لازم از مقاطع مذکور میکروگراف تهیه و تفسیر آن انجام و تغییرات فراساختار فولیکول‌ها و اووسیت‌ها و تغییرات اندامک‌های سلولی مورد بررسی قرار گرفت.

باقی‌مانده موش‌های گروه‌های تجربی با موش‌های نر بالغ برای انجام آمیزش در قفس قرار داده شدند و پس از مشاهده درپوش واژنی موش‌های ماده حامله در قفس‌های ویژه نگهداری و پس از انجام زایمان، فرزندان حاصله در۱/۵-۱ ماهگی از نظر جنسیت بررسی و پس از تعیین نسبت جنسی از یکدیگر تفکیک و در قفس‌های جداگانه نگهداری شدند. پس از بلوغ، موش‌های ماده تشریح و تخمدان‌های آنها مطابق شرح فوق مورد بررسی مورفومتریک و بافت شناسی میکروسکوپی نوری قرار گرفت. کلیه تجربیات ذکر شده برای موش‌های گروه‌های کنترل و شاهد آزمایشگاهی نیز انجام شد.

داده‌های کمی حاصل از اندازه‌گیری‌های وزن و اندازه تخمدان، تعداد انواع فولیکول‌ها، ضخامت آندومتر و تعداد غدد رحمی و تغییرات سطوح هورمونی و میزان موفقیت در جفت‌گیری، به کمک آزمون تی و من ویتنی تحلیل و $p<۰/۰۵$ معنی دار در نظر گرفته شد.

نتایج

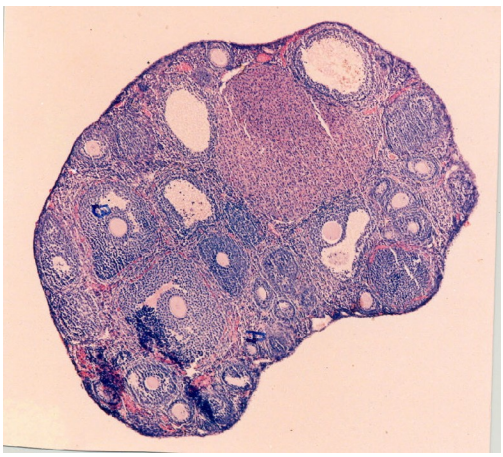
تجزیه و تحلیل آماری نتایج اندازه‌گیری‌های وزن و اندازه تخمدان، تعداد انواع فولیکول‌های تخمدانی و نیز ضخامت اندومتر و تعداد غدد رحمی بین گروه کنترل و شاهد آزمایشگاهی ، تغییر معنی‌داری نشان نداد. لذا در تجزیه و تحلیل آماری بعدی، گروه‌های تجربی با شاهد آزمایشگاهی مقایسه شدند.

الف) نتایج مربوط به اثرات میدان الکترومغناطیسی با شدت ۱۵ گاؤس بر اندازه و وزن تخمدان‌های موش‌های ماده تیمار شده و فرزندان ماده نسل اول: تجزیه و تحلیل آماری نتایج اندازه‌گیری‌های وزن و اندازه تخمدان‌ها در موش‌های ماده تیمار شده و نیز موش‌های ماده نسل اول در مقایسه با شاهد خود هیچ‌گونه تغییرات معنی‌داری نشان نداد(جدول ۱).

ب) نتایج مربوط به مطالعات بافت شناسی میکروسکوپی نوری و الکترونی گذاره: در بررسی مقاطع آماده شده با میکروسکوپ نوری، افزایش معنی‌دار تعداد فولیکول‌های بنیادی، فولیکول‌های اولیه و فولیکول‌های ثانویه مشاهده شد($p<۰/۰۵$)، لیکن در موش‌های ماده نسل اول فقط تغییرات تعداد فولیکول‌های ثانویه معنی‌دار بود($p< ۰/۰۵$) (اشکال ۱و۲،جدول ۲). مطالعه آماری ضخامت آندومتر و تعداد غدد رحمی موش‌های ماده تیمار شده و فرزندان ماده نسل اول آنها هیچ‌گونه تغییرات معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان نداد. مطالعات میکروسکوپی الکترونی بر روی مقاطع بسیار نازک تهیه شده، از تخمدان‌های موش‌های ماده تیمار شده بیانگر تغییرات وسیع در اووسیت‌ها و سلول‌های فولیکولر تحت تاثیر میدان الکترومغناطیسی با شدت ۱۵ گاؤس بود. عمده این تغییرات شامل هتروکروماتینی شدن شدید اووسیت‌ها و سلولهای فولیکولر، تجمع میتوکندری‌ها و بهم ریختگی سایر اندامک‌ها، افزایش پلی زوم ها، شکاف‌دار شدن هسته‌ها و تخریب هستک می‌باشد(اشکال ۳ و ٤).

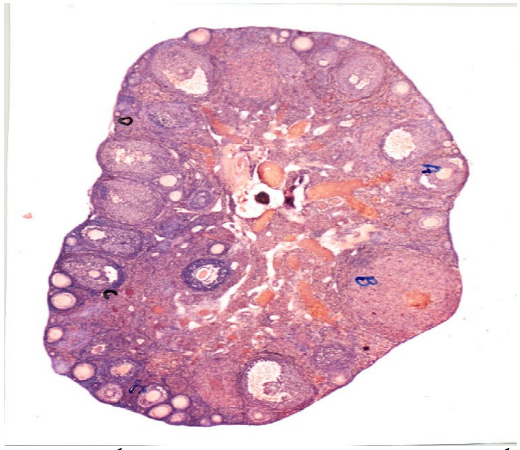
ج) نتایج مربوط به سنجش‌های هورمونی: از موش‌های گروه تجربی در مرحله دی استروس خون‌گیری و پس از تهیه سرم به روش رادیو ایمنواسی سنجش هورمونی در مورد مقادیر FSH,LH ، استرادیول وپروژسترون انجام و نتایج با گروه شاهد مقایسه شد. نتایج حاصل نشان داد، تحت شرایط تجربی مقادیر FSH و LH نسبت به گروه شاهد کاهش معنی‌داری دارد($p<۰/۰۵$)، لیکن سطوح پروژسترون واسترادیول هیچ‌گونه تغییرات معنی‌دار نشان نداد (جدول ۳).

د) نتایج بررسی میزان موفقیت در جفت‌گیری در موش‌های ماده تیمارشده با میدان الکترومغناطیسی و نیز بررسی نسبت جنسی در فرزندان نسل اول: بررسی نتایج میزان موفقیت در جفت‌گیری و مشاهده درپوش واژنی در موش‌های ماده تیمار شده با نرهای بالغ نسبت به گروه شاهد نشان داد که فقط در ٤ موش از ۹ موش ماده تیماری درپوش واژنی تشکیل شده است. در حالی که از ۹ موش ماده گروه شاهد، در ۷ موش در پوش واژنی مشاهده شد،که بیانگر کاهش میزان موفقیت جفت‌گیری تحت شرایط تجربی است و این خود بیانگر کاهش باروری در موش‌های تجربی نسبت به شاهد می باشد. بررسی جنسیت فرزندان در زاده‌های نسل اول نشان داد که از ۵۳ فرزند حاصل در نسل اول موش‌های ماده تیمار شده تعداد ۲۷ موش ماده و ۲٦ موش نر بود و در گروه شاهد از تعداد ۹۷ زاده نسل اول تعداد ۵۰ موش ماده و٤۷ موش نر بودند که بیانگر آن است که جنسیت فرزندان در زاده‌های نسل اول در موش‌های ماده تیمار شده، نسبت به شاهد تغییر معنی‌داری در نسبت جنسی نر و ماده ندارد.



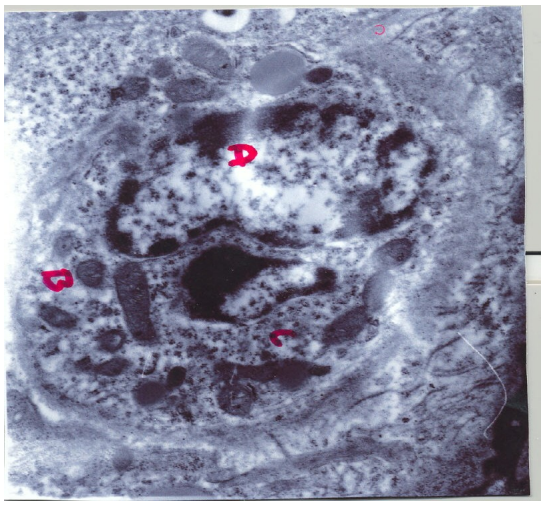
شکل ۱. برشی از تخمدان موش ماده شاهد(بزرگنمایی نهایی٤١/٦ X)

A–فولیکول اولیه B–فولیکول ثانویه

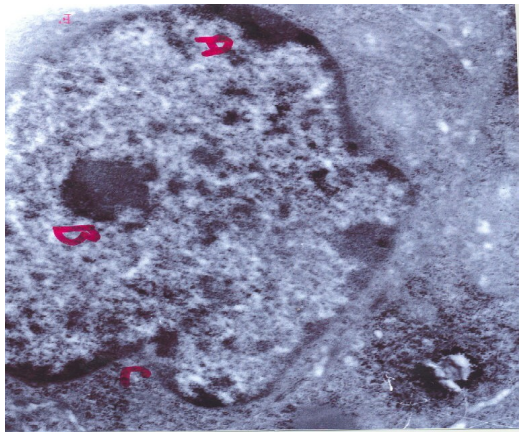


شکل۲. برشی از تخمدان موش ماده تحت تاثیر میدان الکترومغناطیسی با شدت ۱۵ گاؤس(بزرگنمایی نهایی ٤١/٦) A – فولیکول در حال رشد B– جسم زرد C– فولیکول ثانویه D – فولیکول اولیه

شکل ۳. میکروگراف تهیه شده با میکروسکوپ الکترونی گذاره مربوط به تخمدان تجربی(بزرگنمایی ۱۲۵۰۰ X)A– هتروکروماتین B– سلول فولیکولر C– میتوکندری D– اووسیت



شکل ٤. میکروگراف تهیه شده با میکروسکوپ الکترونی گذاره مربوط به تخمدان تجربی(بزرگنمایی نهایی ۱۲۵۰۰ X) A– هتروکروماتین B– میتوکندری C– پلی زوم ها



شکل ۵. میکروگراف تهیه شده با میکروسکوپ الکترونی مربوط به تخمدان تجربی

(بزرگنمایی نهایی ۱۲۵۰۰ X).A – هتروکروماتین B– هستک C– شکاف وسیع در هسته

جدول ۱. مقایسه میانگین اوزان و اندازه‌های تخمدان در موش‌های ماده تیمارشده و فرزندان نسل اول نسبت به شاهد آزمایشگاهی مربوط

معیار اندازه‌گیری شده / گروه	میانگین وزن تخمدان (گرم)	میانگین اندازه تخمدان(میلی متر)
شاهد آزمایشگاهی	۰/۰۰۸۱۴	۳/۲۱۶۶۷
موش‌های ماده تیمارشده	(۰/۲۴۷)	(۰/۶۰۱)
موش های ماده تیمار شده	۰/۰۰۹۷۱	۳/۲۱۶۵۷
	(۰/۰۲۰۳۷)	(۰/۲۴۸)
شاهد آزمایشگاهی	۰/۰۰۸۱۳	۳/۱۵۱۷
زاده‌های نسل اول	(۰/۰۰۲۲۵)	(۰/۵۷۱۱)
زاده‌های نسل اول	۰/۰۰۶۸۶	۳/۲۲۸۶
	(۰/۰۰۱۶۷)	(۰/۳۳۰۲)

جدول ۲. میانگین تعداد فولیکول‌های بنیادی، اولیه و ثانویه در موش‌های ماده تیمارشده و زاده‌های نسل اول آنها درمقایسه با شاهد آزمایشگاهی

معیار اندازه گیری شده / گروه	میانگین تعداد فولیکول‌های بنیادی	میانگین تعداد فولیکول‌های اولیه	میانگین تعداد فولیکول‌های ثانویه
شاهد آزمایشگاهی	۲/۶۶۶	۵	۸/۳۳۳۳
موش‌های ماده تیمارشده	(۲/۵۱۶)	(۵)	(۷/۲۳۴)
موش های ماده تیمار شده	۱۲/۱۲۵۰	۵/۳۳۳	۲۶
	(۷/۶۷۹)	(۵/۱۳۱)	(۷/۱۱۱۳)
شاهد آزمایشگاهی	۲/۷۵۶	۵/۲۷	۸/۲۵۲
زاده‌های نسل اول	(۲/۱۵۵)	(۵)	(۷/۱۴۲)
زاده‌های نسل اول	۳/۳۳۳	۱۲/۲۵	۱۸/۳۳۳
	(۳/۰۵۵)	(۵/۴۹۶)	(۲/۵۱۶)

جدول ۳. مقایسه تغییرات میانگین مقادیر LH،FSH، استرادیول و پروژسترون در موش‌های ماده تیمار شده در مقایسه با شاهد آزمایشگاهی

معیار اندازه گیری شده / گروه	شاهد آزمایشگاهی موش‌های ماده تیمارشده	موش‌های ماده تیمار شده
میانگین مقدار	۰/۶۵	۰/۳۱۰
FSH(mIU/ml)	(۰/۰۵۵)	(۰/۰۴)
میانگین مقدار	۰/۶۹	۰/۱۷
LH (mIU/ml)	(۰/۱۱)	(۰/۰۵۱)
میانگین مقدار	۴/۵	۴/۲۵
پروژسترون(ng/ml)	(۰/۴)	(۰/۲۸۱)
میانگین مقدار	۳/۱۲	۳/۲۵
استرادیول(pg/ml)	(۰/۲۷۵)	(۰/۳۱۵)

بحث

اثرات میدان الکترومغناطیسی با فرکانس پائین بر غدد تناسلی و باروری توسط پژوهش‌گران بسیاری مورد مطالعه قرارگرفته است که می‌توان به تجربیات مویسن اشاره نمود. این محقق اثرات میدان‌های مغناطیسی و الکترومغناطیسی ۵۰ هرتز را روی تولید مثل و رشد و نمو جنینی در رت‌ها مطالعه نمود. نتایج پژوهش وی نشان داده است که تعداد جنین‌های زنده در هر زایمان در گروه تجربی مربوط به میدان‌های الکترو مغناطیسی، نسبت به گروه شاهد کاهش معنی‌دار یافته است اما این تغییرات در گروه تجربی مربوط به میدان های الکترومغناطیسی معنی‌دار نبود(۱۲). هم‌چنین تابلادو به اثرات تابش میدان‌های مغناطیسی روی مورفولوژی ومورفومتری اسپرم اپیدیدمی در موش پرداخت که نتایج وی بیان‌گر آن است که اندازه سر اسپرم تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد، لیکن فقدان قلاب به عنوان ناهنجاری سر اسپرم در گروه مورد نسبت به گروه شاهد بیشتر دیده شد(۱۳). این محقق هم‌چنین در تجربه دیگری به رشد و نمو بیضه‌ها و اپیدیدیم موش به دنبال در معرض قرارگیری داخل رحمی با میدان الکترومغناطیسی توجه نموده، اما نتایج حاصل هیچ‌گونه اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های تجربی و شاهد نشان نداده است(۱٤). هم‌چنین مطالعات محدودتری در زمینه اثرات امواج مایکروویو بر غدد تناسلی و باروری توسط محققینی نظیرناکامورا و داسدیج انجام شده است. به علت کاربرد روز افزون دستگاه‌های مولد امواج الکترومغناطیس و اثرات احتمالی آنها بر فرآیندهای رشد و نموی موجودات زنده، مطالعه اثرات زیستی این امواج مورد توجه پژوهش‌گران قرار گرفته است(۱۵، ۱٦).

در بررسی حاضر پژوهشگران با طراحی و ساخت سیستم مولد میدان الکترومغناطیسی با شدت ۱۵ گاؤس به بررسی اثرات آن بر غدد تناسلی وباروری موش ماده پرداخته‌اند. همان‌گونه که از نتایج این تحقیق مشاهده می‌شود با تاثیر میدان الکترومغناطیسی با فرکانس کم بر موش‌های ماده، اثرات معنی‌داری بر وزن و اندازه تخمدان‌های موش‌های ماده تیمار شده و نیز موش‌های ماده نسل اول ندارد. این نتیجه با گزارش البتیا مبنی بر افزایش شدید وزن تخمدان موش‌های ماده تیمار شده با میدان الکترومغناطیسی تناقض دارد(۳) و احتمالاً این تفاوت به علت تغییر برخی پارامترهای مؤثر نظیر نژاد حیوان، شدت میدان الکترومغناطیسی و مدت زمان تیمار می‌باشد.

مطالعه ساختار بافتی تخمدان‌های موش‌های ماده تیمار شده با میکروسکوپ نوری افزایش معنی‌داری در تعداد انواع فولیکول‌های تخمدانی نشان داده است. حصول این نتایج نشان می‌دهد که احتمالاً در شدت ۱۵ گاؤس میدان الکترومغناطیسی، تقسیمات میتوزی سلول‌های جنسی اولیه افزایش یافته و روند میتوز تسهیل یافته است و در نتیجه باعث افزایش تعداد فولیکول‌ها در مراحل بعدی شده است. دنرج و والس نشان داده‌اند که میدان‌های مغناطیسی بر طرح‌های تسهیم و جهت یابی مجدد دستگاه میتوزی مؤثر است(۱۷، ۱۸). هم‌چنین اثرات میدان‌های مغناطیسی روی سرعت تقسیم در چند مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است که از جمله می‌توان به تجربیات پاگناک اشاره نمود. وی با به کارگیری میدان‌های مغناطیسی متناوب و ثابت نشان داده است که اگر تخم‌های لقاح یافته ارکین دریائی را تحت تاثیر میدان مغناطیسی با شدت ۸ میلی تسلا قرار دهیم، تأثیری روی زمان اولین تقسیم کلیواژی ندارد(۱۹). در حالی که تجربیات زنی نشان داده است، هنگامی که تخم‌های لقاح یافته تحت تابش میدان‌های الکترومغناطسی سینوسی قرار می‌گیرند رشد و نمو آنها تسریع می‌شود(۲۰). هم‌چنین مطالعات لوین نیز مشخص نمود که میدان‌های مغناطیسی ثابت و متناوب قادرند چرخه میتوزی جنین‌های اولیه ارکین دریائی را تغییر دهد(۲۱). اثر میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس پائین بر توانائی تمایز و تکثیر اسپرماتوگونی‌های موش نیز توسط فورویا نیز گزارش شده است(۲۲). هم‌چنین به نتایج فسنکو و پیروزولی نیز می‌توان اشاره داشت(۲۳، ۲٤). مطالعات میکروسکوپی الکترونی گذاره بیان‌گر تغییراتی در سطح فراساختار اووسیت‌ها، هتروکروماتینی شدن شدید اووسیت ها، تجمع میتوکندری‌ها و افزایش تعدادپلی زوم ها از نتایج این تحقیق می‌باشد. این مشاهدات با نتایج ککونی که نشان داد میدان‌های مغناطیسی با فرکانس بسیار پائین به طور معنی‌داری فرآیند تمایز فولیکول‌های موش را تحت تاثیر قرار می‌دهد(۲۵) و نیز تجربیات زمیسلونی که ایجاد رادیکال‌های آزاد را در نتیجه تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی دلیل تخریب سیستم‌های بیولوژیک و اختلال در رشد ونمو آنها می‌داند(۲٦)، مطابقت دارد.

از نتایج دیگر این تحقیق عدم تاثیر میدان الکترومغناطیسی به کار برده شده بر مقادیر پروژسترون و استروژن است که با نتایج هاسکونن و هولاند،که بر عدم تاثیر میدان‌های الکترومغناطیسی بر هورمون‌های تولید مثلی تأکید دارند(٤، ٦) مطابقت می‌کند. از طرف دیگر کاهش مقادیر LH و FSH در این تجربه احتمالاً ناشی از تاثیرگذاری امواج الکترومغناطیسی بر سطوح بالایی مغز (هیپوتالاموس) و آزاد سازی GnRH می‌باشد. مشاهده این تغییرات ضد و نقیض ممکن است ناشی از وضعیت فیزیولوژیک حیوان در موقع تیمار

بوده باشد که اهمیت شرایط فیزیولوژیک نمونه در حین تیمار توسط هیلاند نیز تأکید شده است(۲۷).

از یافته‌های مهم این پژوهش کاهش میزان موفقیت در جفت‌گیری در نمونه‌های تجربی نسبت به شاهد است. اگرچه برمبنای گزارش البتیا تابش طولانی مدت میدان‌های الکترومغناطیسی ۵۰ هرتز با شدت ۲۵ میکروتسلا هیچ‌گونه اثر معنی‌داری برروی باروری جنس نر و ماده ندارد و شاخص‌های باروری مورد مطالعه وی که تعداد مکان‌های لانه گزینی و تعداد جنین‌های زنده می‌باشد، در گروه تجربی در مقایسه با شاهد تغییر معنی‌دار نشان نداد(۳) که این تناقض با یافته‌های حاصل در پژوهش حاضر احتمالاً علت شدت بسیار کم میدان الکترومغناطیسی استفاده شده توسط وی بوده است.

نتیجه گیری

به هر حال یافته‌های این پژوهش تأکید دارد که تحت میدان الکترومغناطیسی با شدت ۱۵ گاؤس تغییراتی در سطوح بافتی و سلولی غده تناسلی موش ماده بوقوع می پیوندد و این امر باعث کاهش باروری تا حدود ۵۰ درصد در نمونه‌های تجربی نسبت به کنترل می‌شود . پس لازم است در استفاده از دستگاه‌ها و لوازم مولد امواج الکترومغناطیس محدویت بیشتری قائل شویم و تنها در ضرورت و با رعایت اصول ایمنی به کارگیری شوند. هم‌چنین بررسی اثرات امواج الکترومغناطیس بر سطوح بالائی مغز و آزاد سازی GnRH و تاثیر آن بر محور هیپوتالاموس- هیپوفیز- گناد در مطالعات بعدی می‌تواند اطلاعات مفیدی در تفسیر اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی بر سیستم آندوکرین ارائه نماید.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد که بودجه این تحقیق را اختصاص دادند و نیز از مسئولین محترم بخش میکروسکوپ الکترونی پژوهشکده بوعلی سینای دانشگاه علوم پزشکی مشهد جناب آقای دکتر جعفری و سرکار خانم وزیر نیا و نیز پرسنل محترم آزمایشگاه تشخیص طبی فردوس مشهد که در اجرای این طرح پژوهشی همکاری داشتند تقدیر و سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1. Soeradi O, Tadjudin MK. Congenital anomalies in the offspring of rats after exposure of the testis to an electrostatic field. Int J Androl 1986; 9(2):152-60.

2. Fernie KJ, Bird DM. Effects of electromagnetic fields on the reproductive success of American Kestres. Physiol Biochem Zool 2000; 73(1):60-5.

3. Elebetieha A, AL-Akhras M. Long-term exposure of male and female mice to 50HZ magnetic field: effects on fertility. Bioelectromagnetics 2002, 23:168-172.

4. Hjollund NH, Skotte JH. Extremely low frequency magnetic fields and fertility a follow up study of couples planning first pregnancies. Occup Environ Med 1999; 56(4):253-5.

5. Forgacs Z. Effect of sinusoidal50HZ magnetic field on the testostrone production of mouse primary lydig cell culture. Bioelectromagnetics 1998; 19(7)429-31.

6.Huuskonen H, Saastamoinen V. Effects of low-frequncy magnetic fields on implantation in rats.Reprod Toxical 2001 ;15(1):49-59.

7. Mailhes JB, Young D. Electromagnetic fields enhance chemically induced hyperploidy in mammalian oocytes. Mutagenesis 1997; 12(5):347-51.

۸. صدرائی ه، پریور ک، بهادران ح. بررسی اثرات تراتوژنیک امواج دیاترمی بر رشد و نمو جنین موش بزرگ آزمایشگاهی. مجله کوثر،۱۳۷۹، سال ۳، شماره۵، ص۱۶-۱۳.

۹. محسنی کوچصفهانی ه، پریورک، گلستانیان ن. اثر میدان الکترومغناطیسی سینوسی ۵۰ هرتز با استفاده از دستگاه سولنوئید بر رشد و نمو قبل وبعد از تولد سیستم خون سازی موش. مجله علوم دانشگاه تهران، ۱۳۷۹، شماره۱، ص۱۵-۱.

۱۰. پریور ک،گلستانیان ن، قلیان اول،ع. بررسی اثرات میدان های الکترومغناطیسی با فرکانس برق بسیار پائین در نسل اول موش های نر بالغ نژاد بالب سی. مجله علوم دانشگاه تربیت معلم، ۱۳۷٤، شماره۱و۲، ص٤٥-۳۷.

11. Wiley MJ. The effects of conditions exposure to 20 KHz saw tooth magnetic field on the litters of CD-1 mice .Teratology 1992, 46:391-398.

12. Mevissen M, Buntenkotten S. Effects of static and time-varing magnetic fields on Reproduction and fetal development in Rats.Teratology 1994 ;50(3):229-37.

13. Tablado L, Perez-Sanchez F. Effects of exposure to static magnetic fields on the morphology and morphometry of mouse epididymal sperm. Bioelectromagnetics 1998; 19:377-383.

14. Tablado L, Soler C. Development of mouse testis and epididymis following intrauterine exposure to a static magnetic field. Bioelectromagnetics 2000; 21:19-24.

15. Nakamura H, Matsuzaki I. Nonthermal effects of mobile-phone frequency micrwaves on uteroplacental functions in pregnant rat. Reproduction Toxicology 2003;17:321-326.

16. Dasdage S, Akdag Z. Whole body exposure of rats to microwaves emitted from a cell phone does not affect the testes. Bioelectromagnetics 2003; 24(3): 182-188.

17. Denegre M, Valles M. Cleavage planes in frog egg are altered by strong magnetic fields. Proc Natl Acad Sci USA 1998; 95: 14729-14732.

18. Valles M. Model of magnetic field induced mitotic apparatus reorientation in frog egg. Biophys J 2002; 82(3):1260-5.

19. Pagnac C, Geneviere M. No effects of DC and 60-Hz AC magnetic fields on the first mitosis of two species of sea urchin embryos. Bioelectromagnetics1998;19:494-497.

20. Zeni O, Scarf? MR, Della Noce M, La Cara F, Bersani F, De Prisco PP. Influence of 50 Hz sinusoidal magnetic field on sea urchin embryogenesis. In: Bersani F editor. Proceedings of the 2nd World Congress for Electricity and Magnetism in Biology and Medicine. Philadelphia: Kluwer academic/Plenum publisher;1999. p. 545-547.

21. Levin M, Ernst SG. Applied AC and DC magnetic fields cause alterations in the mitotic cycle of early Sea urchin in embryos. Bioelectromagnetics1995;16(4):231-40.

22. Furuya H, Aikawa H. Flow cytometric analysis of the effects of 50HZ magnetic field on mouse spermatogenesis. Nippon Eiseigaku Zasshi 1998;53(2)420-5.

23. Fesenko E. Microwave and cellular immunity. Bioelectrochemistry and Bioenergetics 1999;(49):1;29-35.

24. Pirozzoli MC. Effects of 50HZ electromagnetic field exposure on apoptosis and differentition in a neuroblastoma cell line. Bioelectromagnetics2003; 24:510-516.

25. Cecconi S, Gualtieri G. Evaluation of the effects of extremely low frequency electromagnetic fields on mammalian follicle development. Human Reproduction 2000; 15, 11:2319-2325.

26. Zmyslony M, Jajre JM. The role of free radicals in mecanisms of biological function exposed to weak,constant and net magnetic fields. Med Pr1998;49(2):177-86.

27. Hyland G. Physics and biology of mobile telephony .The Lancet2000;356: 25.

Effects of low frequency electromagnetic fields on gonads and fertility of female Balb/c mouse

Bahar-ara J[1], Parivar K[2], Oryan Sh[3], Ashraf AR[4]

Abstract

Introduction: The increasing use of EMF (electromagnetic field) generating apparatus (refrigerators, computers, TV, etc) caused an increasing interest in investigations of its adverse effects on human health. This study is done to investigate the effects of EFM on Balb/c mice.

Materials and Methods: This is an experimental study in which at first a circuit generating low frequency electromagnetic field (50 Hz, 15G) was designed. Then adult virgin female mice were placed in coil and exposed to 15 gauss electromagnetic field for 4 day and 6 hour per day. Then their blood was examined to assay the level of hormones (FSH, LH, estradiol, progesterone). Also ovary and uterus sections were studied with light & electronic microscope.

***Results*:** Results showed that the weight and size of ovary was not significantly affected in females exposed to the low frequency electromagnetic field and their offspring. Our results also showed that the number of ovary follicles were significantly affected in exposed females ($p<0.05$). Also the study of micrographs showed hetrochromatinated oocytes and follicular cells and increasing polysomes, accumulation of mitochondria and cleft nucleus. Decreasing amount of FSH, LH and 50% decrease in couplation rate was also seen as compared with the control group.

Conclusion: Results of this study is indicator of EFM effects on gonads' structure and endocrine system and decreases fertility.

Key words: Fertility, gonad, electromagnetic field, ovary, Balb/c mouse

[1] - Assistant professor, Ph.D of biology, department of biology, faculty of science, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.
[2] - Professor, Ph.D of biology, department of biology, faculty of science, science and research campus, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
[3] - Professor, endocrinologist, department of biology, faculty of science, Tarbiat Moallem University, Tehran, Iran.
[4] - Assistant professor, Ph.D of biophysics, department of physics, faculty of science, Ferdowsie University, Mashhad, Iran.