بررسی اثرات میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس بسیار پایین(ELF) بر رشد و نمو غدد جنسی موشهای ماده نابالغ سوری نژاد Balb/C

دکتر کاظم پریور - مجید کیمیا گری

گروه زیست شناسی ـ دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت معلم تهران

خلاصه :

در این تحقیق اثرات کوتاه و دراز مدت میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس بسیار پایین(ELF) بر تخمدان و رحم موشهای نابالغ(Balb/C) در دو گروه تجربی ۲۰ و ۳۰ روزه مورد بررسی قرار گرفت . مقاطع هیستولوژیک تخمدان در گروههای تجربی ، حالاتی از سستی بافت و کاهش اتصالات در آن را از خود نشان می‌دهند؛ بطوریکه در تخمدانهای حیوانات تجربی فضاهایی در بافت فولیکولی و بین اووسیت‌ها و سلولهای فولیکولی اطراف آنها ملاحظه می‌شود.در مقایسه با گروههای sham و کنترل، تعداد فولیکولهای گرافآف و اجسام زرد نیز تغییر یافته‌اند، بعلاوه تعداد غدد رحمی در افراد تجربی افزایش قابل توجهی دارند .نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که میدان الکترومغناطیسی باعث ایجاد حالات غیر طبیعی در تخمدان و رحم می‌گردد. آنالیز هورمونهای LH ،FSH و ۱۷ – بتااسترادیول در حیوانات تجربی کاهش و هورمون پروژسترون افزایش را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی :

ایران ، تهران ، دانشگاه تربیت معلم ، میدانهای الکترومغناطیسی ، فرکانس بسیار پایین ،غدد جنسی ، موش

مقدمه:

در کشورهای صنعتی جهان تقریباً همه افراد جمعیت تحت معرض میدانهای الکترومغناطیسی(EMFs) با فرکانس بسیار پایین (ELF) قرار می‌گیرند. منابعی که این میدانها را بوجود می‌آورند بسیار متعددند که شامل: خطوط انتقال و توزیع جریان الکتریسته، سیم‌کشی‌ها ، مدارات درون منازل و نیز وسایل مختلف الکتریکی می‌شوند(Livingston et al(1991 ،که هر روز بر تعداد آنها افزوده می‌گردد.

بررسیهای همه جانبه محققان اپیدمیولوژیست در دهه ۸۰ ، یعنی در دوران اوج این تحقیقات نشان داده بودند که تابش میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس معمولی در خطوط نیرو و وسایل الکتریکی موجب بروز سرطان و ایجاد آسیب‌های جدی به سلامتی افراد مختلف جامعه می‌گردد.

Spitz & Johnson (1985);Wright et al(1982) Thomas et al (1987); Milham (1985); Pearce et al (1985) Preston(1989) به دنبال اعلام خطر اپیدمیولوژیست‌ها ، توجه افکار عمومی جامعه به خطرات احتمالی این میدانها بر روی تولید مثل، بارداری و جنینهای در حال تکوین مادرانی که در حوزهٔ انتشار این میدانها بسر می‌بردند معطوف گردید (Kavet & Tell), (1991). نتایج تحقیقات پژوهشگران پیرامون این موضوع با اهمیت ، نشان می‌دهد که بایستی تا آنجا که مقتضیات اقتصادی و تکنیکی ایجاب می‌کند از میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس پایین احتراز نمود و تماس با آنها را در حداقل

نگاه داشت،(Skyberg & Vistnes,1994) .

در زمینهٔ اثرات میدانهای الکترومغناطیسی بر روی غدد جنسی ماده، کار تحقیقاتی چندانی صورت نگرفته است. در این رابطه، تحقیق منتشر نشده‌ای از پریور، دهقانی نشان می‌دهد که در نسل اول موشهایی که در روزهای هفتم تا دوازدهم حاملگی تحت تابش میدان ELF با شدت ۴۰ گوس قرار گرفته‌اند تعداد فولیکولهای اوّلیه و مجموع فولیکولهای تخمدانی بطور کلی کاهش معنی‌داری یافته‌اند.

Rommereim در ۱۹۸۷ نیز با بررسی اثر میدانهای الکتریکی ۶۰ هرتز بر روی رت‌ها دریافته بود که تابش مداوم طولانی مدت میدان بر روی رت‌های ماده؛ میزان ناهنجاری در رویانهای آنها را افزایش می‌دهد و بطور معنی‌داری در باروری ماده‌های نسل اوّل اختلال ایجاد می‌کند. بعلاوه در زایمانهای افراد نسل اول تعداد رویانهای ناهنجار را افزایش می‌دهد. در بررسی حاضر اثرات کوتاه و دراز مدت میدانهای الکترومغناطیسی (ELF) بر تخمدانها و رحم موشهای نابالغ سوری نژاد Balb/c مورد توجه قرار گرفته است.

مواد و روشها :

حیوانات تجربی

در این طرح تحقیقاتی از موشهای نابالغ ۲۰ و ۳۰ روزهٔ سوری نژاد Balb/c، (تهیه شده از مؤسسه سرم‌سازی رازی حصارک کرج)، استفاده گردیده است. موشها در گروههای کوچک، (۳-۲ موش نابالغ)، در هر قفس و جدا از مادر نگهداری می‌شدند. طول دوره‌های نوری - تاریکی محیط پرورش و زندگی موشها بطور مصنوعی تنظیم شده بود. بطوریکه در طول تمامی مراحل تحقیق حیوانات از ۱۲ ساعت نور مصنوعی در هر روز استفاده می‌کردند. در طی فصول تابستان و زمستان درجه حرارت محیط پرورش در دامنهٔ ۳±۲۳ درجهٔ سانتیگراد تنظیم شده بود.

ایجاد میدان مغناطیسی

همانگونه در شکل ۱ نشان داده شده، در این پروژه از دو سیم پیچ هم محور و کاملاً مشابه هلمهولتز برای ایجاد میدان مغناطیسی استفاده گردیده است. سیم‌پیچها که هر دو بطور سری در مدار قرار می‌گرفتند در اثر جریان ورودی ۱۱۰ ولت AC، با فرکانس برق شهر،(۵۰ هرتز)، میدان مغناطیسی یکنواخت و متناوبی را در فضای بین خود بوجود می‌آوردند. دراین فاصله یک نقالهٔ مکانیکی - الکترونیکی بطور رفت و برگشت در هر دقیقه ۴-۳ مرتبه حیوانات تجربی را از میان خطوط میدان مغناطیسی عبور می‌داد بطوریکه در هنگام تابش در هر دقیقه، حیوانات تجربی ۸-۶ مرتبه خطوط نیروی میدان را بطور کامل قطع می‌نمودند. مدت تابش در هر روز، ۶ ساعت (۹-۶ صبح و ۱۵-۱۲ بعد از ظهر، با یک وقفه ۳ ساعته) برای ۶ روز متوالی انتخاب شده بود. در مجموع تا پایان دورهٔ تیماری هر موش تجربی (EMF-exposed mouse) ۰/۲۲۳ تسلا در میدان الکترومغناطیسی قرار می‌گرفت.

روش انجام آزمایش

به منظور تعیین تغییراتی که میدان در تخمدانها و رحم موشهای تجربی بوجود آورده در این تحقیق برای هر یک از گروههای موشهای ۲۰ روزه و ۳۰ روزه بطور جداگانه سه گروه تیماری انتخاب شده است و نتایج بدست آمده از گروههای تجربی با گروههای sham- exposed و Controls مربوطه مقایسه گردیده‌اند. مهمترین پارامترهایی که مورد توجه قرار گرفته‌اند تغییرات بافتی تخمدان و رحم و تغییرات در

تعداد سلولهای اووژنیک تخمدان یک روز پس از پایان دورهٔ شش روزهٔ تیماری، در زمان پُرپود دی‌استروس موشهای ۶۰ روزه بوده است. بعلاوه در موشهای ۶۰ روزه همراه با تغییرات هیستولوژیک، تغییرات در سطوح هورمونی سرم یکجا شدهٔ گروههای تیماری تجربی، شم و کنترل مورد مقایسه قرار گرفته است.

آنالیزهای آماری

با استفاده از آنالیز واریانس یک عاملی با تکرار، آنالیز نتایج با بکارگیری نرم‌افزار ANVAR انجام گرفته و در مواردی که اختلاف میانگین‌ها در $p< ۰/۰۵$ معنی‌دار بوده‌اند با کمک آزمون Student's test، سطح احتمال اختلاف میانگینها برآورده شده است. رسم هیستوگرامها با بهره‌گیری از بستهٔ نرم افزاری Harvard Graphic(Ver.3.0) انجام گرفته و بر روی هر یک از هیستوگرامها SE مشخص گردیده است تعداد نمونه‌ها (n) در هر گروه n=۵ انتخاب گردیده است.

نتایج

مقایسهٔ مقاطع هیستولوژیک تخمدان گروههای تجربی در موشهای ۲۷ و ۳۷ روزه، یعنی یک روز پس از پایان دورهٔ تابش با گروههای شم و کنترل مربوطه؛ نوعی کاهش در اتصالات بین سلولی را نشان می‌دهد، بطوریکه در مقاطع گروههای تجربی در فولیکولها فواصلی بین سلولهای گرانولوزآ، و در فولیکولهای در حال رشد، بویژه فضایی بین اووسیت‌ها و سلولهای فولیکولی اطرافشان دیده می‌شود و تعداد این اووسیت‌های آزاد در آنها افزایش چشمگیری یافته است، (شکل ۲).

در ۶۰ روزگی نیز در هر دو گروه تجربی فوق، نوعی بهم ریختگی و عدم انسجام سلولی ملاحظه می‌شود.

در گروههای تجربی فوق(موشهای دو ماهه‌ایکه در ۲۶-۲۰ روزگی و یا در ۳۶-۳۰ روزگی مورد تابش میدان الکترومغناطیسی قرار گرفته‌اند) نوعی کاهش در چسبندگی بین سلولی و افزایش اووسیت‌های آزاد در فولیکولهای در حال رشد دیده می‌شود، (تصاویر).

میانگین تعداد فولیکولهای گرآف گروههای تجربی در موشهای دو ماهه در مقایسه با گروههای شم و کنترل مربوطه اختلاف بسیار معنی‌داری($p< ٪۱$) را نشان می‌دهد،(هیستوگرام ۱)، ولی اختلاف بین دو گروه تجربی معنی‌دار نیست در گروههای تجربی فوق یعنی در موشهای دو ماهه‌ایکه در ۲۶-۲۰ روزگی و یا در ۳۶-۳۰ روزگی در میدان الکترومغناطیسی قرار گرفته‌اند، تعداد اجسام زرد نیز بطور معنی‌داری($p<٪۱$) در گروههای تجربی نسبت به گروههای شم و کنترل مربوطه افزایش یافته است، (هیستوگرام ۲)، و باز هم اختلاف بین دو گروه تجربی معنی‌دار نیست. در گروههای تجربی یک روز پس از اتمام دورهٔ تابش و نیز در ۶۰ روزگی اختلاف قابل ملاحظه‌ای در متوسط ضخامت آندومتریوم ملاحظه نمی‌گردد،(هیستوگرام ۳ و ۴)، ولی غدد رحمی یک روز پس از پایان دورهٔ تیماری در هر دو گروه تجربی در مقایسه با گروههای شم و کنترل مربوطه بطور معنی‌داری ($P<٪۵$) افزایش یافته‌اند،(هیستوگرام ۵).

در موشهائی که در ۶۰ روزگی مورد بررسی قرار گرفته‌اند اختلاف فوق چشمگیرتر است، (هیستوگرام۶)، نتایج آنالیز هورمونی سرمهای یکجا شدهٔ(Pooled sera) موشهای دو ماهه‌ایکه، در فاصله ۲۶-۲۰ روزگی تحت تابش میدان الکترومغناطیسی قرار گرفته‌اند نشان می‌دهند که هورمون LH در گروه تجربی، مقدار نسبتاً زیادی در مقایسه با گروههای شم

و کنترل مربوطه کاهش یافته است(هیستوگرام ۷)، همین کاهش در مورد هورمون FSH نیز وجود دارد(هیستوگرام ۸)، سطح هورمون ۱۷ - بتااسترادیول هم در گروه تجربی کاهش مشابهی را نشان می‌دهد(هیستوگرام ۹)، ولی سطح هورمون پروژسترون افزایش یافته است (هیستوگرام ۱۰).

بحث و استدلال

هدف از این مطالعه، ارزیابی میزان اثرات منفی و آسیب‌های میدانهای الکترومغناطیسی متناوب با فرکانس بسیار پایین(ELF) بر روی غدد جنسی ماده در افراد نابالغ بوده است. میدان مغناطیسی که مد نظر قرار گرفته، مُدلی از میدانهای مغناطیسی رایج در محیط زیست است و سعی شده است حتی المقدور شرایط زندگی در مجاورت خطوط انتقال و توزیع نیروی برق در شرایط تقریباً کنترل شده‌ای بازسازی گردد. با استفاده از دو سیم پیچ هم قطر و هم محور یکسان در سیستم هلمهولتز، میدان مغناطیسی یکنواختی در محور هندسی بین دو سیم پیچ ایجاد شد و در این سیستم یک جریان ۱۵۰ میلی‌آمپر متناوب با فرکانس ۵۰ هرتز، میدان یکنواخت و متناوبی را با شدت ۶/۲ میلی(MT) یا ۶۲ گوس بوجود می‌آورد. حرکت مدلهای تجربی در داخل میدان با کمک یک نقاله مکانیکی - الکتریکی باعث قطع خطوط میدان می‌گردید. قطع شاره‌های مغناطیسی نه تنها باعث بوجود آوردن میدانهای القایی در درون بدن جانور می‌شود(Tenfordes 1986)، بلکه تا حدودی زیادی رفت و آمدها و جابجائی افراد در داخل میدانهای مغناطیسی را شبیه سازی می‌نماید. نتایج این بررسی مؤید این مطلب هستند که میدانهای الکترومغناطیسی باعث ایجاد آسیب و بروز حالات هیستوپاتولوژیک در تخمدانهای موشهای ماده می‌گردند. در تخمدانهای گروههای تجربی حالاتی نظیر کاهش در اتصالات سلولی و سستی بافت گرانولوزآ و نیز ایجاد اووسیت‌های آزاد دیده می‌شود که همهٔ شواهد حاکی از عدم انسجام سلولی و کاهش در چسبندگی بین سلولها است. از تغییرات مشخص دستگاه جنسی ماده، افزایش قابل ملاحظهٔ غدد رحمی در فاصلهٔ اندکی پس از اتمام تابش ($P<٪۵$)، و نیز در موشهایی که به سن شصت روزگی رسیده‌اند(در موشهایی که در فاصله ۲۶-۲۰ و ۳۶-۳۰ روزگی مورد تابش قرار گرفته‌اند)، بترتیب $P<٪۱$ و $P<٪۲$ است.

مطالعات قبلی نشان می‌دهد عواملی که موجب دپلاریزاسیون غشاء سلولهای گرانولوزآ می‌گردند و التهاب فولیکولی را افزایش می‌دهند می‌توانند موجب شروع و افزایش در روند تخمک‌گذاری (Ouvlation) شوند (Espey,1991)، ولی از آنجا که فرآیند تخمک‌گذاری دارای ترتیب پیچیده‌ای است عواملی مانند میدانهای الکترونیکی القایی، فقط موجب افزایش التهاب بافتی و بر هم زدن اتصالات سلولی بین سلولهای فولیکولی(و نیز اووسیت‌ها و سلولهای فولیکولی) خواهند گردید. بعلاوه احتمال دارد که میدان مغناطیسی و یا میدانهای القایی آن، با تأثیر بر روی محور هیپوتالاموس ، هیپوفیزی ، گنادی(HPG) موجب افزایش سطح غیر طبیعی گنادو تروپینهای پلاسما در مقطعی از دورهٔ تیماری یا پس از آن شده باشند. دیده شده است که تزریق گنادوتروپین‌ها موجب افزایش تخمک‌های غیر طبیعی می‌گردد (Redina et al, 1994)، افزایش LH، اووسیت‌های مراحل مختلف رشد و نموی را وادار به اوولاسیون می‌نماید و در نتیجه بر هم خوردن تعادل هورمونی

تخمدان، اشکال غیر طبیعی از اووسیت‌ها بوجود می‌آید.

عاملی که به بروز این پدیده کمک زیادی می‌کند افزایش سنتز ایکوسانوئید در تخمدان می‌باشد(Espey, 1991)، با وجودی که نقش اساسی گنادوترپینها و استروئیدهای گنادی در تنظیم فرآیندهای داخل تخمدان کاملاً محرز به نظر می‌رسد علاوه بر آنها سیستم‌های میانجی دیگر نیز در تخمدان وجود دارد(Adashi, 1992) که ممکن است با تأثیر میدان بر روی آنها موجب بی‌نظمی و اغتشاش در تخمدان گردد. از میان این فاکتورها می‌توان به برخی فاکتورهای رشد و عوامل مهارکننده اشاره نمود. تولید آنزیمهای پروتئولیتیک بوسیلهٔ سلولهای فولیکولی با استفاده از روشهای هیستوشیمیائی به اثبات رسیده است(Baker,1990).

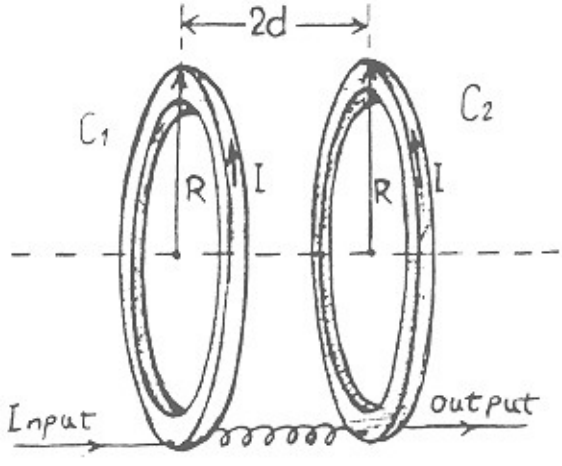
علاوه بر آشفتگی‌های هیستولوژیک تخمدان، افزایش فوق‌العادهٔ غدد رحمی در نمونه‌های تجربی در مقایسه با گروههای شم و کنترل، یک روز پس از دوره تیماری (P<٪۵) و نیز در موشهای شصت روزهٔ بالغ در فاز دی‌استروس(در مورد ۲۶-۲۰ روزه، و ۳۶-۳۰ روزه به ترتیب P<٪۱ و P<٪۲) نشان می‌دهد که این تیمار اثرات وسیعی بر روی دستگاه جنسی ماده داشته است. احتمال ایجاد این اثر بدنبال تغییرات فاز تکثیری و افزایش دوره‌ای حجم رحم بسیار ضعیف است زیرا ضخامت آندومتر در گروههای مختلف تیماری اختلاف قابل ملاحظه‌ای را نشان نمی‌دهند(P<٪۵)؛ احتمالاً این اثر به علت تغییر در سطوح هورمونی و بطور مشخص افزایش سطح پروژسترون پدید آمده است. مطالعه حاضر نیز نشان می‌دهد که در موشهای دو ماهه بالغ(در نمونه Pooled sera) سطح پروژسترون بطور غیر طبیعی افزایش یافته است. مکانیسم اثر پروژسترون بر غدد رحمی قابل بحث است. در بین همه یافتهایی که هدف استروژن و پروژسترون قرار می‌گیرند رحم بیش از همه دچار تغییرات ساختاری و عملکردی می‌شود (Steiner & Cameron, 1989)، با توجه به اینکه غدد اندومتری در واقع، چین‌خوردگیها و فرورفتگیهای انگشتی شکل سطح آندومتر، به درون آن هستند و پروژسترون باعث فعال شدن فعالیت تکثیری در این لایه گردیده، سطح آن را چین خورده و کیسه‌دار می‌کند و غدد رحمی را پر پیچ‌و خم می‌نماید، افزایش تعداد این غدد در مقاطع عرضی رحمی دور از انتظار نیست. آنالیز نتایج این بررسی پیرامون تغییرات دودمانهای ژرمینال در تخمدان نشان می‌دهد که میدان الکترومغناطیسی تغییراتی را در تعداد فولیکولهای گراآف و اجسام زرد تخمدان موشهای ۶۰ روزهٔ ماده بوجود آورده است. با توجه به نتایج شمارش سلولی در تخمدان چنین بنظر می‌رسد که میدان بطور مستقیم اثر تعیین کننده و شدیدی بر روی بقای دودمانهای زاینده ماده نداشته است و اگر هم در هنگام تابش، آسیبی به تیپ‌های مختلف فولیکولی وارد شده باشد تا پایان دوره تیماری اثرات آن بر طرف شده است؛ بطوریکه در یک روز پس از پایان دورهٔ تابش هیچ اختلاف معنی‌داری در هر یک از تیپ‌های فولیکولی، بین گروههای تجربی و شم و کنترل دیده نمی‌شود؛ افزایش تعداد اجسام زرد و کاهش تعداد فولیکولهای گراآف در موشهای دو ماهه تحت فشار، عاملی بوده است که باعث افزایش تخمک‌گذاری در تخمدان گردیده است، این عامل را بایستی در مقاطع میکروسکوپی و هیستولوژیک بافت تخمدان جستجو

نمود همهٔ شواهد حاکی از به هم ریختگی و افزایش سطح التهاب در تخمدان است. همانگونه که گفته شد افزایش التهاب فولیکولی در تخمدان موجب شروع و افزایش روند فعالیتهای تخمک‌گذاری می‌گردد(Espey, 1992) سؤالی که در این زمینه مطرح می‌شود این است که قبل از انجام فرایند تخمک‌گذاری، چگونه تعداد فولیکولهای تخمک‌گذار (Preoval.F.) بدون کاهش تعداد فولیکولهای در حال رشد افزایش یافته است؟ نتایج تحقیقات Redina و همکاران وی (1994) نشان می‌دهد که همه اووسیتهای یک تخمدان قابلیت پذیرش القای تخمک‌گذاری را دارند، هر چند که دارای خصوصیات ظاهری متفاوتی باشند. از آنجا که تزریق هورمونهای گنادوتروپ موجب اوولاسیون بیشتری می‌شود(Byskov, 1990)، اگر در اثر یک عامل خارجی، مثل اثر میدان الکترومغناطیسی، سطح هورمونهای گنادوتروپ افزایش یابد، ممکن است حتی اووسیتهای آترتیک هم بازگشت نموده و وارد فاز تخمک‌گذاری گردند. دیده شده است که تزریق گنادوتروپینها(PMSG، گنادوتروپین سرم مادیان حامله) در فاز دی استروس موش موجب سوپراوولاسیون(Superovulation) در جانور شده و فولیکولهای آترتیک را به وضع ظاهراً طبیعی بازگردانده است(Redina et al, 1994).

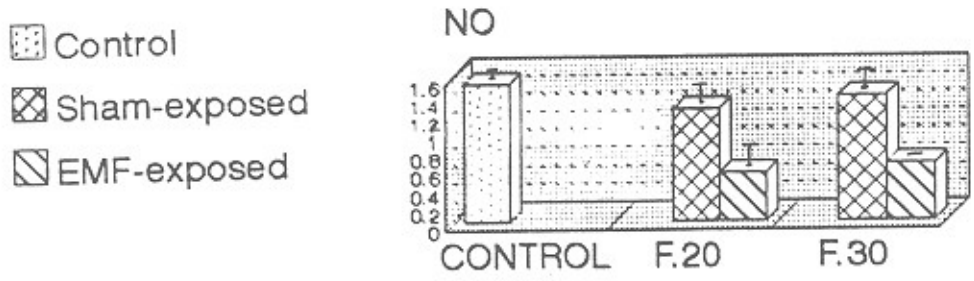
کاهش نسبی سطح LH در ماده‌های تجربی به آسانی قابل توجیه است. افزایش تعداد اجسام زرد، همانطور که ملاحظه می‌شود، باعث ازدیاد سطح هورمون پروژسترون در پلاسما می‌گردد. با وجودیکه افزایش سطح این هورمون، ترشح LH را با تحریک GNRH افزایش می‌دهد ولی ثابت شده است که افزایش طولانی مدت پروژسترون موجب سرکوب ترشح LH می‌گردد(Ravindra & Aronstam, 1992)، افزایش ترشح پروژسترون در مدت طولانی (بیش از ۱۲ ساعت) موجب کاهش در ترشح GnRH از هیپوتالاموس می‌شود. نکتهٔ مهمی که بایستی حتماً به آن توجه داشته باشیم اختلاف بزرگی است که تغییرات سطح پروژسترون در سیکل استروس جوندگان با سیکل قاعدگی پریمات‌ها دارد. در رت و موش، سطح پروژسترون در اواخر فاز پرواستروس افزایش فوق‌العاده می‌یابد ولی در این هنگام هیچ جسم زردی در تخمدان وجود ندارد. از این رو احتمالاً بافت بینابینی تخمدان منبع تولید پروژسترون در این جانوران است(Volker, 1986). همانطور که ملاحظه می‌شود، میدان الکترومغناطیسی با وجود کاهش LH، موجب افزایش سطح پروژسترون شده است. این پدیده بیانگر این واقعیت است که احتمالاً علاوه بر محور هیپوتالاموس ، هیپوفیزی ، گنادی(HPG)، تیمار موجب تغییراتی در سطح تخمدان نیز شده است. بطور عادی بیوسنتز پروژسترون در تخمدان تحت کنترل گنادوتروپینهای هیپوفیزی است، ولی با این وجود، احتمال کنترلهای اتوکرینی و پاراکرینی نیز وجود دارد و عامل تعیین کننده تنها هورمون LH نیست. حضور گیرنده‌های پروژسترونی در تخمدان رت و نیز وجود mRNA این گیرنده در این اندام، دلیلی بر اثر مستقیم پروژسترون بر روی استروئیدوژنز تخمدان (سنتز و ترشح خودش) است(Telleria & Deis, 1994). بعبارت دیگر ترشح پروژسترون توسط خود این هورمون تنظیم می‌گردد. آخرین مرحلهٔ در بیوسنتز پروژسترون بیان عمل آنزیم ۳ - بتا - هیدروکسی استروئید دهیدروژناز یا (3βHSD) در سطح ژن و یا mRNA بوسیلهٔ پروژسترون کنترل می‌شود. وظیفه

اصلی پروژسترون در تخمدان آماده کردن این اندام برای مواجه با محرکهای التهابی به شیوه‌ای شبیه به عمل گلوکوکورتیکوئیدها در بافتهای دیگر است،(**Espey 1992**).پروژسترون با کاستن از فعالیت فسفولیپاز **A2** و مهار متابولیسم اسیدآراشیدونیک از سنتز واسطه‌های التهابی نظیر پروستاگلاندینها جلوگیری می‌کند. از دیگر مسیرهایی که احتمالاً میدان الکترومغناطیسی می‌تواند از آن طریق به افزایش پروژسترون در تخمدان کمک کند افزایش سطح ملاتونین است. ملاتونین با وجودیکه اثر قابل ملاحظه‌ای بر روی استرادیول (**E2**) ندارد ولی بطور مستقیم با تحریک سلولهای گرانولوزآ موجب تولید و ترشح بیشتر پروژسترون می‌گردد، (**Baratta & Tamanini, 1992**)، معمولاً عواملی که موجب افزایش سطح پروژسترون می‌شوند، از آن طرف باعث کاهش غلظت استرادیول می‌شوند. برای مثال **EGF،IGF** در اوایل فازلوتئال تولید پروژسترون در سلولهای گرانولوزآ را افزایش می‌دهند ولی تولید **E2** را متوقف می‌نمایند (**Espey, 1992**).

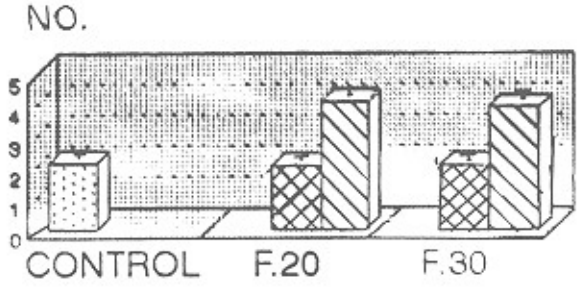
نتایج حاصل از این تحقیق همگی مؤید این واقعیت مهم هستند که تابش میدان الکترومغناطیسی (**ELF**) موجب افزایش التهاب در تخمدان موشهای ماده گردیده است و از این رو ممکن است خطری برای بقای نسل در افراد نابالغ جمعیت بشمار آید.



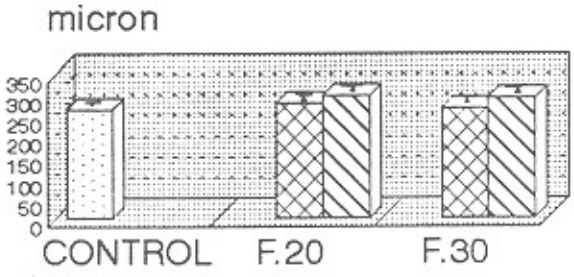
شکل ۱ طرح سیم پیچهای سیستم هلمهولتز؛ دو سیم پیچ هم محور *(C2, C1)* با شعاعهای مساوی *(R)* که فاصله آنها *(2d)* از یکدیگر، با شعاع هر یک از آنها برابر است. *I* جهت جریان در سیم پیچها را نشان می‌دهد.



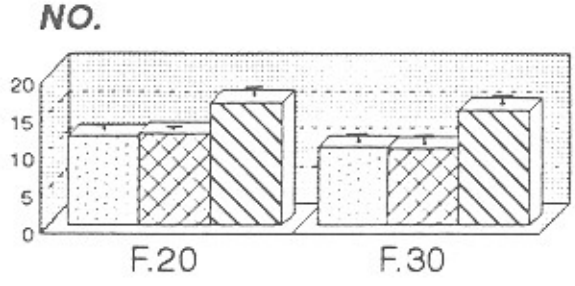
هیستوگرام ۱ تعداد فولیکولهای گراف در موشهای شصت روزه‌ایکه در ۲۶-۲۰ و ۳۶-۳۰ روزگی مورد تابش قرار گرفته‌اند.



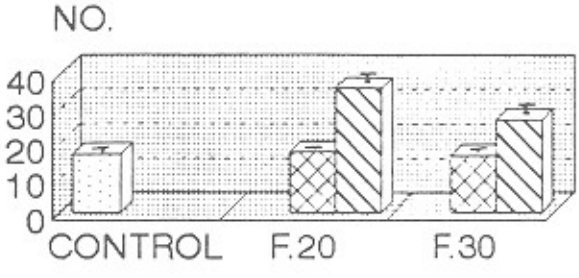
هیستوگرام ۲.تعداد اجسام زرد در موشهای شصت روزه‌ایکه در ۲۶-۲۰ روزگی و ۳۶-۳۰ روزگی مورد تابش قرار گرفته‌اند.



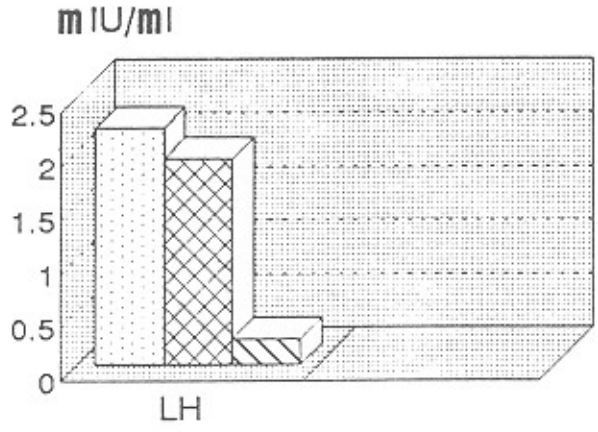
هیستوگرام ۴ ضخامت بخش آندومتریوم رحم در موشهای شصت روزه که در ۲۶ ـ۲۰ روزگی و ۳۶ ـ۳۰ روزگی مورد تابش قرار گرفته‌اند.



هیستوگرام ۵ تعداد غدد رحمی و موشهای ۲۷ روزه و ۳۷ روزه، یک روز بعد از پایان تیمار



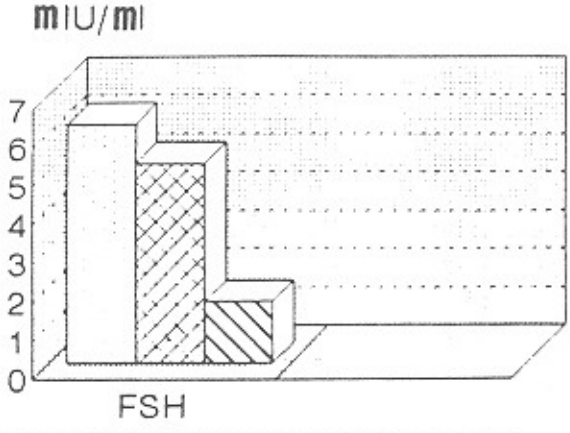
هیستوگرام ۶ تعداد غدد رحمی در موشهای ۶۰ روزه‌ایکه در ۲۶ـ۲۰ روزگی و ۳۶ـ۳۰ روزگی مورد تابش قرار گرفته‌اند.



Control	2.2
Sham-exposed	1.92
EMF-exposed	0.24

FEMALE.20

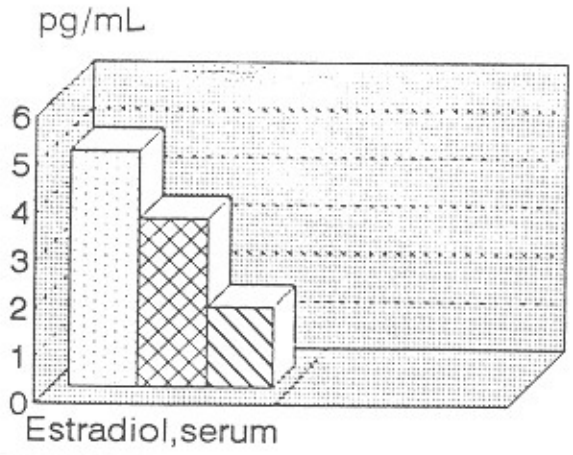
هیستوگرام ۷ سطوح هورمون LH در سرم‌های یکجا شدهٔ موشهای ماده شصت روزه‌ایکه در ۲۶-۲۰ روزگی تابش دیده‌اند.



Control	6.2
Sham-exposed	5.18
EMF-exposed	1.6

FEMALE.20

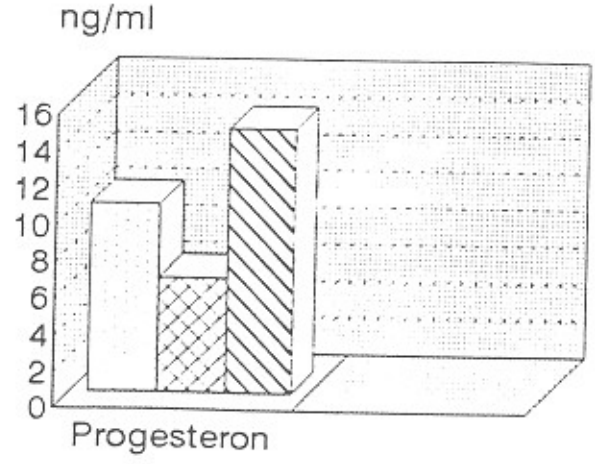
هیستوگرام ۸ سطوح هورمون FSH در سرمهای یکجا شدهٔموشهای مادهٔ شصت روزه‌ایکه در ۲۶-۲۰ روزگی تابش دیده‌اند.



Control	4.95
Sham-exposed	3.55
EMF-exposed	1.7

FEMALE.20

هیستوگرام ۹ سطوح هورمون ۱۷ بتا استرادیول در سرمهای یکجا شدهٔ موشهای ماده‌ایکه در ۲۶-۲۰ روزگی مورد تابش قرار گرفته‌اند.



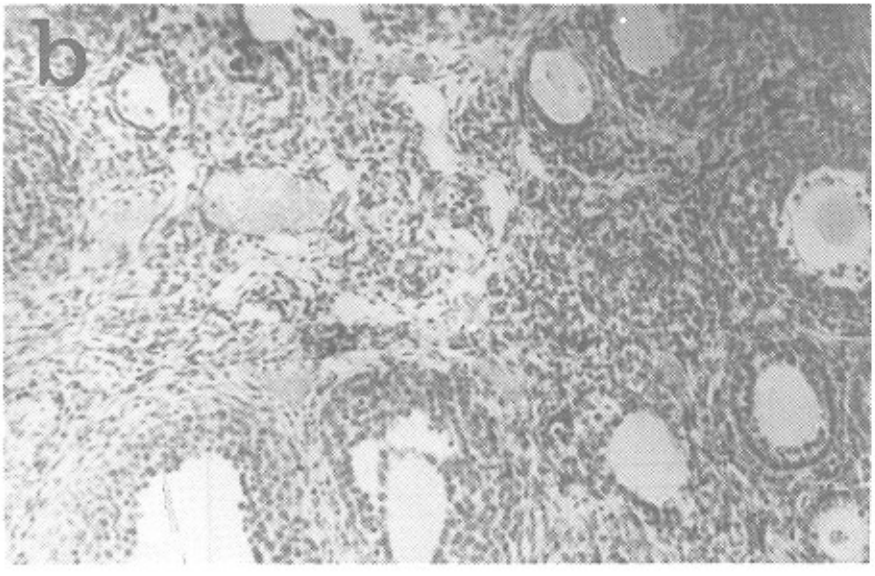
Control	10.3
Sham-exposed	6.3
EMF-exposed	14.4

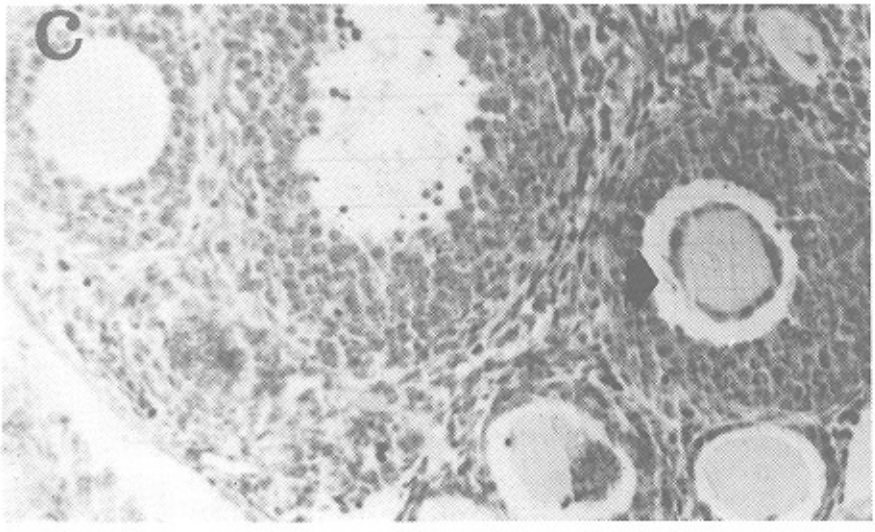
FEMALE.20

هیستوگرام ۱۰ سطوح هورمون پروژسترون در سرمهای یکجا شدهٔ موشهای ماده‌ایکه در ۲۶-۲۰ روزگی مورد تابش قرار گرفته‌اند.

میکروفتوگراف مقاطع تخمدان در موشهای سی و هفت روزهٔ کنترل *(a)* و تجربی *(c,b)*

(x۱۲۵ ; c,b,a) به پراکندگی سلولی و سستی سلولهای گرانولوزآ و فواصل بین اووسیت‌ها با سلولهای فولیکولی اطراف آنها توجه شود (فلش)





منابع و مقالات مورد استفاده:

1- Adashi, E. Y. (1992) Intraovaian peptides, Reproductive Endocrinology, 21 (1) : 1-15.

2- Baker, T. G. (1990) Oogenesis and ovulation, In: Germ cells and fertilization, C. R. Austine and R.V. short, eds., Canbridage University Press, U.K., pp. 17-45.

3- Baratta, M. & Tamanini, C. (1992) Effect of melatonnin on the in vitro secretion of progestrone and estradiol - 17 β by ovine granulos. cells, Acta Endocrinologica, 127: 360-70

4- Byskov, A. G. (1990) Primordial germ cells and regulation of meiosis. In: Germ cells and fertilization, C.R. Austin and R.V. Short, eds., Cambridge University Press, U.K. PP. 1-160

5- Espey, L. L. (1992) Membrane Potentials and ovulation, Acta Enndocrinologica, 126 (suppl 2): 1-32.

6- Kavet, R. & Tell, R.A (1991) VDTs: field levels, epidemiology, and labdratory studies, Health, phys. 61(1): 47-57.

7- Livingston, G. K. et al. (1991) Reproductive integrity of mammalian cells exposed to power frequency electromagnetic fields, Environ, Mol. Mutagen,. 17 (1): 49-58.

8- Milham, s. Jr. (1989) Mortality in workers exposed to electromagnetic fields, Environmental Health perspectives. 62:297-300.

9- Pearce, N.E., et al. (1985) Leukaemia in electrical woekers in New Zealand, The Lancet, 6: 811-12

10- Preston, M. S. (1989) Epidemiological studies of perinatal carcinogenesis, IARC. SCI. PUBL., 96: 2289- 314.

11- Ravindra, R. & Aronstam, R. S. (1992) progestron , Testosteron and estradiol-17 b inhibit gonadotropine - relcasing hormone stimulation of G- Protein Gtpaseactivity in plasma mlmbranes flow rat aterior pituitary lobe, Acta Endocrinologica, 126: 345-9

12- Radina, O. E., et al, (1994) Induction of super ovulation in DD mice at different stage of the oestrous cycle, J. Repro. Fertil,. 102:263-67.

13- Rommereim, D. N, et al., (1987) Reproduction and development in rats chronologically exposed to 60-HZ electric fields, Bioelectromagnetics, 8(3): 243-58.

14- Skyberg, K. & Vistnes, A. I. (1994) Health effect of low freguency electromagnetic fields in the working environment, Tidsskrift for den Nerske Laeg forening, 114(9): 1077- 1081.

15- Spitz, M. R. & Johnson, C.C. (1985) Neuroblastoma and paternal occupation: A case- control analysis, Am. I. Epidemiol., 121(6): 924-29.

16- Steiner, R. A. & Cameron, J. L. (1989) Endocrine control of reproduction, In: Text book of physiology, Vol, 2. Patton, W. B. et al. eds., Saunders Company, USA, pp. 1289- 1342.

17- Telleria, C.M. & Deis, R. P. (1994) Effect of RU486 on ovarian Progestrone production, J. Reprod. Fertil,. 102: 379-384.

18- Tenforde, T. S. (1986) Interaction of ELF Magnetic fields with living matter, In: Hand book of biological effects of electromagnetic fields, C. POLK & E. Postow, ed., CRC Press, Inc., USA,

19- *Thomas, T.L. etal. (1987) Brain tumor mortality risk among men with electical and electronics jobs: A case- control study. JNCT, 79 (2): 233-37.*

20- *Volker, B. (1986) Vertebrate reproduction, Springer- Verlage, Germany, PP. 43-209.*

21- *Wirght, W. E. etal, (1982) Leukemia in workers exposed to electrical and magnetic fields, the lancet, 20: 1160-61.*