مجله دانشگاه علوم پزشکی قم
دوره ششم ـ شماره چهارم ـ زمستان ۹۱
صفحه ۸ الی ۱۳

مقاله پژوهشی
(Original Article)

بررسی اثر میدان الکترومغناطیسی با فرکانس بسیار پایین بر هیستولوژی کبد موش سوری

فرزاد رجائی[۱]، آیدا محمدیان[۲]

[۱]دانشیار بافت‌شناسی و جنین‌شناسی، مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران.

[۲]پزشک عمومی، مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران.

نویسنده مسئول مکاتبات:
مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران؛

آدرس پست الکترونیکی:
farzadraj@yahoo.co.uk

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۱۲

تاریخ پذیرش: ۹۰/۴/۳

چکیده

زمینه و هدف: با وجود استفاده وسیع از دستگاه‌های مولد امواج الکترومغناطیسی در زندگی روزمره، هنوز آثار بیولوژیک آنها بر بافت‌های بدن مورد بحث است. در مطالعه کنونی اثرات امواج الکترومغناطیسی بر کبد موش سوری مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی: در این مطالعه، ۳۰ سر موش سوری ماده به‌صورت تصادفی به ۳ دسته: ۱- گروه در معرض میدان الکترومغناطیس؛ ۲- گروه شم؛ ۳- گروه کنترل تقسیم شدند. گروه در معرض میدان الکترومغناطیس به مدت ۲ ماه روزانه ۴ ساعت در معرض میدان الکترومغناطیس با فرکانس ۵۰Hz و شدت ۰/۵ میلی‌تسلا قرار گرفت، گروه شم نیز بدون قرارگرفتن در معرض امواج، داخل دستگاه مولد امواج الکترومغناطیس گذاشته شد. در پایان ۲ ماه، حیوانات بیهوش شده و کبد آنها خارج شد. پس از تهیه لام‌های میکروسکوپی، ابتدا ساختار کلی کبد بررسی، سپس تعداد سلول‌های کوپفر و تعداد سلول‌های نکروزه با استفاده از نرم‌افزار Image Tool تعیین شد. داده‌های حاصله با آزمون آنالیز واریانس و تست تعقیبی دانت آنالیز مقایسه گردید. تغییرات p کمتر از ۰/۰۵، معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: در این مطالعه میانگین تعداد سلول‌های کوپفر گروه در معرض میدان الکترومغناطیس نسبت به گروه شم و کنترل، افزایش معنی‌داری داشت [در هر دو مورد (p<۰/۰۰۱)]، ولی میانگین تعداد سلول‌های کوپفر در گروه شم نسبت به گروه کنترل، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. میانگین تعداد سلول‌های کبدی نکروزه در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل و شم نیز افزایش معنی‌داری نداشت. همچنین میانگین تعداد سلول‌های نکروزه در گروه شم با گروه کنترل، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. در مطالعات کیفی نیز هیچ‌گونه به‌هم‌ریختگی در ساختمان لوبول‌های کبدی و سینوزوئیدهای کبدی گروه در معرض میدان نسبت به گروه‌های کنترل و شم مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: طبق نتایج این مطالعه، مواجهه با میدان الکترومغناطیسی در مدت زمان طولانی می‌تواند به افزایش تعداد سلول‌های کوپفر کبد منجر شود، ولی بر میزان نکروز در سلول‌های کبدی موش سوری اثری ندارد.

کلید واژه‌ها: میدان الکترومغناطیسی؛ سلول کوپفر؛ کبد؛ موش سوری.

لطفاً به این مقاله به‌صورت زیر استناد نمایید:

Rajaei F, Mohammadian A. Effects of Extremely Low Frequency Electromagnetic Field on Mouse Liver Histology. Qom Univ Med Sci J 2013;6(4):8-13.

مقدمه

در زندگی مدرن امروز، میدان الکترومغناطیسی (Electro Magnetic Field) در همه جا وجود دارد و قرارگیری در معرض آن اجتناب‌ناپذیر است (۱). امروزه توجه عموم مردم به اثرات میدان مغناطیسی با فرکانس بسیار پایین بر سلامت معطوف شده است. میدان مغناطیسی می‌تواند به‌صورت طبیعی و یا توسط وسایل الکتریکی مانند نمایشگرهای ویدئویی تولید شود (۲). در سالهای اخیر انبوهی از وسایل ساطع‌کننده میدان‌های مغناطیسی که دارای طیف وسیعی از فرکانس‌ها هستند مانند وسایل برق خانگی، رادیو و تلویزیون و تلفن‌های همراه به منابع طبیعی این امواج اضافه شده‌اند (۳).

مطالعات نشان داده‌اند میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس پایین می‌تواند بر روی رشد سلولی (۴)، مورفولوژی و شکل سلولی (۵)، سرطان‌زا بودن (۶)، تمایز سلولی (۷) و مرگ برنامه‌ریزی‌شده سلولی (۸)، مؤثر باشد. قرارگیری در معرض میدان الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پایین منجر به افزایش استرس اکسیداتیو در جنین‌های جوجه (۹)، سلول‌های کشت‌شده پستانداران (۱۰) و اریتروسیت‌های انسانی (۱۱) می‌شود. افزایش استرس اکسیداتیو شامل آسیب اکسیداتیو DNA و پراکسیداسیون چربی‌ها (۱۲)، با افزایش اختلالات سیستمیک و مرگ سلولی همراه است (۱۴،۱۳). بررسی اثرات امواج الکترومغناطیس بر سیستم تولیدمثل حیوانات آزمایشگاهی؛ نشان‌دهنده نقش میدان الکترومغناطیس در القای مکانیسم‌های اکسیداتیو مسبب آسیب‌بافتی و آپوپتوزیس در سلول‌های اندومتریوم رت می‌باشد (۱۵). مطالعات نشان داده‌اند که امواج پیوسته ماکروویو با جذب ویژه ۵-۲۰W/kg و ۶ ساعت تابش روزانه در مدت ۲ هفته می‌تواند در تولید اسپرم موش سوری اختلال ایجاد کند (۱۶). در مطالعه‌ای دیگر، مشاهدات نشان‌دهنده تأثیر میدان الکترومغناطیس بر سیستم ایمنی از طریق کاهش سطح سرمی ACTH و کورتیزول در گروه قرارگرفته در معرض میدان الکترومغناطیس بوده است (۱۷).

تحقیقاتی که به بررسی اثرات الکترومغناطیس بر کارکرد کبد افراد در مواجهه شغلی میدان الکترومغناطیسی پرداخته‌اند، بیانگر تأثیر امواج الکترومغناطیسی بر کبد از طریق کاهش آلبومین سرم و آنزیم‌های کبدی سرم و افزایش بیلی‌روبین تام است. این مطالعات نشان داده‌اند میدان الکترومغناطیس می‌تواند بر فعالیت کبد تأثیرگذار باشد (۱۹،۱۸). در یک مطالعه دیگر نیز مشخص گردید قرار گرفتن به مدت طولانی در برابر میدان الکترومغناطیس با فرکانس پایین، هیچ اثر مخرب مشخصی بر کبد رت ایجاد نمی‌کند (۲۰). همچنین در مطالعاتی که به بررسی اثرات میدان الکترومغناطیسی بر میتوکندری هپاتوسیت‌ها (سلول‌های اصلی کبد) در رت پرداخته‌اند، مشخص شده است امواج الکترومغناطیس تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر فسفریلاسیون ADP در این ارگان درون سلولی نداشته و مشخصه‌های کمّی آنزیم‌های میتوکندری شامل:(MAO، CyT-Ox، MDH، SDH و ATP-ase) در اثر قرارگیری در معرض این امواج، تغییر قابل‌ملاحظه‌ای را نشان نمی‌دهد (۲۲،۲۱). Margonato و همکاران با بررسی تأثیرات بیولوژیکی امواج الکترومغناطیس با فرکانس‌های بسیار پایین به مدت طولانی در رت، نشان دادند وقتی رت‌ها روزانه به مدت ۸ ساعت در معرض میدان ۵۰Hz با شدت ۱۰۰-۲۵kw/m قرار می‌گیرند، بعد از گذشت ۴۴۰ ساعت از قرارگیری در معرض امواج، هیچ تغییری در وزن بدن، مورفولوژی و هیستولوژی کبد، قلب و گره‌های لنفاوی مزانتریک و متغیرهای خونی بین گروه شاهد و تجربی مشاهده نمی‌شود (۲۳). به دلیل نتایج متناقض مطالعات قبلی در مورد اثرات میدان الکترومغناطیس بر ارگان‌های مختلف از یک‌سو و اهمیت کبد به‌عنوان ارگان اصلی متابولیسم مواد در بدن از سوی دیگر، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات هیستوپاتولوژیک میدان الکترومغناطیس بر کبد موش سوری انجام شد.

روش بررسی

در این مطالعه از ۳۰ سر موش سفید کوچک آزمایشگاهی ماده با وزن (۲۲/۵±۲/۵g) از نژاد balb/c، تهیه‌شده از انستیتو رازی کرج استفاده شد. موش‌ها به مدت یک هفته در درجه حرارت ۲۱±۲°C و دوره نوری طبیعی (۱۲ ساعت نور و ۱۲ ساعت تاریکی) در حیوان‌خانه دانشگاه علوم پزشکی قزوین، به‌منظور تطابق با شرایط محیطی جدید نگهداری شدند و امکان دسترسی به آب و غذای کافی داشتند. موش‌ها به‌صورت تصادفی به ۳ دسته ۱۰ تایی

تقسیم شدند.

موش‌های هر گروه در قفس‌های مخصوص و موش‌های هر گروه در قفس‌های مخصوص و مشابه به ابعاد ۴۰×۲۰×۲۰cm قرار گرفتند. یک گروه به‌عنوان شاهد و دو گروه دیگر به‌عنوان گروه تجربی و شم در نظر گرفته شدند. گروه‌های تجربی به مدت ۲ ماه روزانه ۴ ساعت (۸ صبح تا ۱۲ ظهر) در معرض میدان الکترومغناطیس با فرکانس ۵۰Hz و شدت ۰/۵ میلی‌تسلا قرار گرفتند. برای تولید میدان الکترومغناطیس از دستگاه مدل سیگنال لافایت، به‌عنوان منبع اولیه تولید جریان الکتریکی جهت تولید امواج پالسی مربعی استفاده شد. این دستگاه دارای قابلیت تغییر عرض و سرعت پالس بود، عرض پالس ۲ms و فرکانس برای گروه تجربی ۵۰Hz تنظیم شد.

دستگاه مولد میدان مغناطیسی از دو حلقه (کویل) موازی (۳۰×۳۰cm) که به موازات یکدیگر قرار داشتند، تشکیل شده بود. هر حلقه مشتمل بر ۱۰۰۰ دور سیم مسی با روکش لاکی بود. در وسط دو کویل، صفحه‌ای محکم تعبیه شده بود که وقتی قفس مخصوص حیوان از جنس پلکسی گلاس بر روی این صفحه قرار می‌گرفت، ماکزیمم جریان مغناطیسی به داخل قفس وارد می‌شد. قفس کوچک موش به‌راحتی بین دو کویل قرار می‌گرفت و موش‌ها در قفس آزادانه حرکت می‌کردند. مولد میدان با ولتاژ ۲۲۰V و فرکانس ۵۰Hz تنظیم شد، و شدت جریان میدان مغناطیسی به‌وسیله دستگاه تسلامتر با پروب اثر هال مدل کوشاوا (Koshava) ساخت کارخانه ونترونیک (Wuntronic) آلمان اندازه‌گیری شد. تهویه مناسب هوا مانع از گرم‌شدن دستگاه می‌شد. در هر بار، ۵ سر موش در معرض میدان قرار داشت. در پایان ۲ ماه، حیوانات در گروه‌های مورد مطالعه به روش جابه‌جایی مهره‌های گردنی (Cervical Dislocation) بیهوش شدند، سپس شکم حیوانات باز و کبد آنها خارج شد.

در ادامه، نمونه تهیه‌شده از بافت کبد در فرمالین ۱۰٪ فیکس شد. سپس از نمونه‌ها توسط دستگاه میکروتوم دوار (Shandon - UK) به ضخامت ۵µ مقطع‌گیری به عمل آمد. در نهایت، از هر نمونه ۵ برش (برش‌های شماره ۵، ۸، ۱۱، ۱۷ و ۱۴) انتخاب و با انجام رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین- ائوزین و تهیه لام‌های میکروسکوپی، به‌طور تصادفی با دوربین دیجیتال (Coolpix-4500,Japan) در سه میدان دید از هر لام در زیر میکروسکوپ (Olympus, AH2, Japan) عکس تهیه شد. سپس تصاویر به کامپیوتر منتقل شده و بررسی‌های مورفومتریک بر روی آنها انجام گرفت. ابتدا ساختار کلی کبد شامل ساختار لوبول‌ها و سینوزوئیدها بررسی شد، سپس تعداد سلول‌های کوپفر و تعداد سلول‌های نکروزه کبد با استفاده از نرم‌افزار Image Tool تعیین شد.

داده‌های حاصله در گروه‌های مورد بررسی توسط نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ و با استفاده از آزمون آنالیز واریانس و تست تعقیبی دانت تجزیه و تحلیل شدند. تغییرات p کمتر از ۰/۰۵، معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

میانگین تعداد سلول‌های کوپفر (میانگین±انحراف معیار) در گروه تجربی (۶/۶۳±۱۳/۲۱) نسبت به گروه شم (۳/۷۹±۶/۵۵) و کنترل (۳/۵۵±۶/۳۳)، افزایش معنی‌داری داشت (p=۰/۰۱، p=۰/۰۱)، درحالی‌که تعداد سلول‌های کوپفر در گروه شم نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌داری نداشت. مقایسه داده‌ها در مورد تعداد سلول‌های کبدی نکروزه نشان داد میانگین تعداد سلول‌های کبدی نکروزه در گروه تجربی (۰/۴۵±۰/۶۱) نسبت به گروه کنترل (۰/۳۶±۰/۶) و شم (۰/۳۹±۰/۶)، افزایش معنی‌داری ندارد. همچنین میانگین تعداد سلول‌های نکروزه در گروه شم نسبت به گروه کنترل تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول).

جدول: مقایسه میانگین تعداد سلول‌های کوپفر و سلول‌های نکروزه در گروه‌های مورد مطالعه

گروه	تعداد سلول‌های کوپفر	تعداد سلول‌های نکروزه
کنترل	۶/۳۳±۵۵/۳[a]	۰/۳۶±۰/۶[a]
شم	۶/۵۵±۳/۷۹[a]	۰/۳۹±۰/۶[a]
تجربی	۱۳/۲۱±۶/۶۳[b]	۰/۴۵±۰/۶۱[a]

میانگین به‌صورت Mean±SD داده شده است

متغیرهای با حروف a-b، متفاوت در یک ستون به‌طور معنی‌داری با هم متفاوت هستند (p<۰/۰۵).

بررسی ساختمان لوبول‌ها در سه گروه مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. در مطالعات کیفی نیز هیچ‌گونه به‌هم‌ریختگی در ساختمان لوبول‌های کبدی و سینوزوئیدهای کبدی گروه در معرض میدان الکترومغناطیس نسبت به گروه‌های کنترل و شم مشاهده نشد.

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد تعداد سلول‌های کوپفر در گروه تجربی نسبت به گروه شم و کنترل افزایش معنی‌داری داشته است. همچنین Margonato و همکاران نشان دادند قرارگیری رت‌ها در معرض میدان ۵۰Hz با شدت ۱۰۰kw/m–۲۵، هیچ تغییری در وزن بدن، مورفولوژی و هیستولوژی کبد، قلب و گره‌های لنفاوی مزنتریک و متغیرهای خونی ایجاد نمی‌کند (۲۳). Lee و همکاران نیز در مطالعه خود مشخص کردند قرارگیری رت‌ها به مدت ۱۲ یا ۱۸ ماه در معرض امواج الکترومغناطیس با فرکانس ۲۰kHz، تغییر معنی‌داری در ساختار کبد ایجاد نمی‌کند (۲۰)، این نتایج با یافته‌های مطالعه حاضر متفاوت بود. Lahijani و همکاران در مطالعه‌ای با بررسی اثرات میدان الکترومغناطیس با فرکانس ۵۰Hz بر روی جنین مرغ (White Leghorn) قبل از قرارگیری در انکوباتور توسط میکروسکوپ الکترونی و نوری نشان دادند میدان الکترومغناطیس می‌تواند منجر به تولید کیست‌های کبدی با باندهای فیبروتیک، هپاتیت انسدادی شدید و ادم شود. در این مطالعه افزایش تخریب غشای سلولی، آسیب‌های سلولی ناشی از میدان الکترومغناطیس عنوان شد. Emre و همکاران نیز به بررسی اثرات میدان الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پایین بر آنزیم‌های کبدی، تعداد سلول‌های نکروزه و میزان آپوپتوزیس در کلیه پرداختند که نتایج این مطالعه نشانگر کاهش تعداد سلول‌های نکروزه در گروه قرارگرفته در معرض امواج الکترومغناطیس بود (۲۴). همچنین Martínez-Sámano و همکاران در بررسی خود با عنوان"اثرات قرارگیری در معرض میدان الکترومغناطیس به‌صورت حاد با فرکانس بسیار پایین بر سیستم آنتی‌اکسیدان پلاسمای کبد، کلیه و قلب رت" نشان دادند ۲ ساعت قرارگیری در معرض ELF-EMF منجر به تغییرات معنی‌دار در حیوان نمی‌شود (۲۵). الهادی و همکاران در سال ۲۰۱۱، تعداد ۱۱۰ رت از نژاد Albino را به سه گروه تقسیم کرده و با بررسی اثرات میدان الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پایین بر کبد آنها، نشان دادند قرارگیری رت‌ها در معرض میدان الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پایین (۵۰Hz) و شدت ۲ میلی‌تسلا به مدت ۴ هفته و هر هفته ۳ روز و هر روز یک ساعت، می‌تواند از طریق ایجاد بی‌نظمی‌های ساختاری در هسته کبد به‌صورت بی‌نظمی در غشا هسته و توزیع ناهمگن کروماتین در هسته، همچنین دفرمیتی و تورم میتوکندری‌ها در گروه در معرض میدان الکترومغناطیس، سبب پیشبرد سلول‌های کبدی به سمت آپاپتوز و حتی نکروز شود. این مطالعه نشانگر اثرات مخرب امواج الکترومغناطیس بر روی سلول‌های کبد حیوان و القا مرگ سلولی بود (۱۵). تفاوت در تعداد سلول‌های نکروزه در پی مواجهه با امواج الکترومغناطیس در پژوهش اخیر و مطالعه حاضر می‌تواند به‌دلیل تفاوت در شدت میدان باشد، به‌طوری‌که در مطالعه اخیر شدت میدان ۲ میلی‌تسلا بوده؛ درحالی‌که در مطالعه حاضر این شدت ۰/۵ میلی‌تسلا گزارش شد. همچنین در تحقیقی که توسط سعادت و همکاران بر روی اثرات الکترومغناطیس بر کارکرد کبد افراد در مواجهه شغلی با این میدان انجام شد، نتایج بیانگر کاهش آلبومین سرم و افزایش بیلی‌روبین تام بود (۹). از آنجایی که سلول‌های کوپفر در تجزیه گلبول‌های قرمز و تبدیل آنها به بیلی‌روبین نقش دارند، بنابراین افزایش در تعداد سلول‌های کوپفر در پی مواجهه با میدان می‌تواند با افزایش تولید بیلی‌روبین در مطالعه اخیر مشابه باشد. در تحقیقی دیگر Boguslaw Kula و همکاران، اثرات میدان الکترومغناطیس با شدت الکتریکی ۲۰V/m و شدت مغناطیسی ۲A/m و با فرکانس ۱۲۰Hz تولیدشده توسط میدان القایی وسایل گرمایشی را بر پارامترهای بیوشیمیایی سرم در کارگران کارخانه فولادسازی بررسی نمودند. نتایج نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار در سطح پروتئین، گلوبولین و فعالیت آسپارتات دهیدروژناز بود، ولی فعالیت آلانین آمینو ترانسفراز تغییری نداشت. لیپید توتال، کلسترول، تری‌گلیسرید، پره‌لیپوپروتئین کاهش و لیپوپروتئین افزایش یافته بود. نتایج این مطالعه بیانگر تأثیر این امواج بر کبد کارگران در معرض امواج الکترومغناطیس بود. کاهش مشخص در سطح پروتئین و گلوبولین را می‌توان نشانگر پروسه مزمن التهاب دانست. نتایج این تحقیق با یافته‌های مطالعه حاضر مبنی بر افزایش معنی‌دار تعداد سلول‌های کوپفر کبدی گروه در معرض امواج، همخوانی داشت (۱۹). همچنین Jiménez-García و همکاران در سال ۲۰۱۰ نشان دادند قرارگیری رت‌ها در معرض اشعه با فرکانس ۱۲۰Hz و شدت ۴/۵ میلی‌تسلا از طریق کاهش تکثیر سلول‌ها مانع از تخریب نئوپلاستیک القاشده توسط عوامل شیمیایی در کبد رت می‌شود.

در این مطالعه مشاهده شد قرارگیری رت‌ها در معرض میدان الکترومغناطیس منجر به آپاپتوز سلولی در سلول‌های کبدی نمی‌شود. از این‌رو نتایج این تحقیق را می‌توان همسو با نتایج مطالعه حاضر دانست (۲۶).

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد مواجهه با میدان الکترومغناطیسی در مدت زمان طولانی می‌تواند به افزایش تعداد سلول‌های کوپفر کبد منجر شود، ولی بر میزان نکروز در سلول‌های کبدی موش سوری اثری ندارد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی قزوین برای تأمین هزینه انجام این مطالعه (پایان‌نامه شماره ۸۰۰) تقدیر و تشکر می‌شود.

References:

1. Ahlbom IC, Cardis E, Green A, Linet M, Savitz D, Swerdlow A. Review of the Epidemiologic Literature on EMF and Health. Environ Health Perspect 2001;109(Suppl6):911-33.

2. Lahijani MS, Ghafoori M. Teratogenic Effects of Sinusoidal Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields on Morphology of 24 hr Chick Embryos. Indian J Exp Biol 2000 Jul; 38(7):692-9.

3. Zotti-Martelli L, Peccatori M, Maggini V, Ballardin M, Barale R. Individual Responsiveness to Induction of Micronuclei in Human Lymphocytes after Exposure in Vitro to 800MHz Microwave Radiation. Mutat Res 2005;582(1-2):42-52.

4. Manni V, Lisi A, Rieti S, et al. Low Electromagnetic Field (50Hz) Induces Differentiation on Primary Human Oral Keratinocytes (HOK). Bioelectromagnetics 2004;25(2):118-126.

5. Rajaei F, Borhani N, Sabbagh Ziarani F, et al. The Effects of ELF-EMF on Fertility and Height of Epithelium in Mice Endometrium and Fallopian Tube in Pre-implantation Stage. Zhong Xi Yi Jie He Xue Bao 2010;8(1):56-60.

6. Sul AR, Park SN, Suh H. Effects of Electromagnetic Fields on Structure and Function of Rat Glioma Cell Line. Res J Microbiol 2006;1(2):124-135.

7. Ruiz-Gómez MJ, Martínez-Morillo M. Electromagnetic Fields and the Induction of DNA Strand Breaks. Electromagn Biol Med 2009;28(2):201-14.

8. Borhani N, Rajaei F, Salehi Z, Javadi A. Analysis of DNA Fragmentation in Mouse Embryos Exposed to an Extremely Low Frequency Electromagnetic Field. Electromagn Biol Med 2011;30(4):246-52.

9. Lahijani MS, Tehrani DM, Sabouri E. Histopathological and Ultrastructural Studies on the Effects of Electromagnetic Fields on the Liver of Preincubated white Leghorn Chicken Embryo. Electromagn Biol Med 2009;28(4):391-413.

10. Hook GJ, Spitz DR, Sim JE, Higashikubo R, Baty JD, Moros EG, Roti Roti JL. Evaluation of Parameters of Oxidative Stress after in Vitro Exposure to FMCW and CDMA Modulated Radio Frequency Radiation Fields. Radiat Res 2004 Nov; 162(5):497-504.

11. Dachà M, Accorsi A, Pierotti C, Vetrano F, Mantovani R, Guidi G, Conti R, Nicolini P. Studies on the Possible Biological Effects of 50 Hz Electric and/or Magnetic Fields: Evaluation of some Glycolitic Enzymes, Glycolitic Flux, Energy and Oxido Reductive Potentials in Human Erythrocytes Exposed in Vitro to Power Frequency Fields. Bioelectromagnetics 1993;14(4):383-91.

12. Yokus B, Cakir DU, Akdag MZ, Sert C, Mete N. DNA Oxidative Damage in Rats Exposed to Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields. Free Radic Res 2005 Mar; 39(3):317-23.

13. Stopczyk D, Gnitecki W, Buczyński A, Markuszewski L, Buczyński J. Effect of Electromagnetic Field Produced by Mobile Phones on the Activity of Superoxide (SOD-1) and the Level of Malonyldialdehyde (MDA) in Vitro Study. Med Pr 2002;53(4):311-4.

14. Battin EE, Brumaghim JL. Antioxidant Activity of Sulfur and Selenium: A Review of Reactive Oxygen Species Scavenging, Glutathione Peroxidase, and Metal-binding Antioxidant Mechanisms. Cell Biochemistry and Biophysics 2009;55(1):1-23.

15. Mohamed El-Hady El-desoky, Marwa Mohamady. Ultrastructural Studies on the Effect of Electromagnetic Field on the Liver of Albino Rats. J Am Sci 2011;7(2):155-65.

16. Manikowska-Czerska E, Czerski P, Leach WM. Effects of 2.45 GHz Microwave on Meictic Chormosomes of Male CBA/ CAY Mice. J Hered 1985;76(1):71-73.

17. Sedghi H, Zare S, Hayatgeibi H, Alirandi SG, Ebadi AG. Effects of 50 Hz Magretic Field on some Factors of Immune System in the Male Guinea Pigs. Am J Immunol 2005;1(1):37-41.

18. Saadat I, Sedaghat Z, Afhami M, Bahaoddini A, Saadat M. Effect of a 50-Hz Electromagnetic Field on the Gene Expression of Glutathione S-transferase T1 (Gstt1) In the Testis and Liver of Male Rats. Comp Clin Pathol 2010;19:211-214.

19. Boguslaw Kula, Sobczak A, Grabowska-Bochenek R, Piskorska D. Effect of Electromagnetic Field on Serum Biochemical Parameters in Steelworkers. J Occup Health 1999;41:177-180.

20. Lee HJ, Kim SH, Choi SY, Gimm YM, Pack JK, Choi HD, Lee YS. Long-term Exposure of Sprague Dawley Rats to 20 kHz Triangular Magnetic Fields. Int J Radiat Biol 2006 Apr; 82(4):285-91.

21. Palmeira CM, Moreno AJ, Madeira VM, Wallace KB. Continuous Monitoring of Mitochondrial Membrane Potential in Hepatocyte Cell Suspensions. J Pharmacol Toxicol Methods 1996;35(1):35-43.

22. Pop L, Muresan M, Comorosan S, Paslaru L. The Effects of Pulsed, High Frequency Radio Waves on Rat Liver (Ultrastructural and Biomedical Observations). Physiol Chem Phys Med NMR 1989;21(1):45-55.

23. Margonato V, Veicsteinas A, Conti R, Nicolini P, Cerretelli P. Biologic Effects of Prolonged Exposure to ELF Electromagnetic Field in Rats: 11.50 Hz Magnetic Fields). Bioelectromagnetics 1993;16(5):343-55.

24. Emre M, Cetiner S, Zencir S, Unlukurt I, Kahraman I, Topcu Z. Oxidative Stress and Apoptosis in Relation to Exposure to Magnetic Field. Cell Biochem Biophys 2011;59(2):71-7.

25. Martínez-Sámano J, Torres-Durán PV, Juárez-Oropeza MA, Elías-Viñas D, Verdugo-Díaz L. Effects of Acute Electromagnetic Field Exposure and Movement Restraint on Antioxidant System in Liver, Heart, Kidney and Plasma of Wistar Rats: A Preliminary Report. Int J Radiat Biol 2010 Dec; 86(12):1088-94.

26. Jiménez-García MN, Arellanes-Robledo J, Aparicio-Bautista DI, Rodríguez-Segura MA, Villa-Treviño S, Godina-Nava JJ. Anti-proliferative Effect of Extremely Low Frequency Electromagnetic Field on Preneoplastic Lesions Formation in the Rat Liver. BMC Cancer 2010 Apr 24;10:159.

Effects of Extremely Low Frequency Electromagnetic Field on Mouse Liver Histology

***Rajaei F.*[1]*; Mohammadian A.*[2]**

[1]*Associate Professor of Histology & Embryology, Cellular & Molecular Research Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.*

[2]*General Practitioner, Cellular & Molecular Research Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.*

Corresponding Author:
Cellular & Molecular Research Center Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.

Email:
farzadraj@yahoo.co.uk

Received: 3 Mar, 2011

Accepted: 24 Jun, 2011

Abstract

Background and Objectives: Despite widespread use of electromagnetic field (EMF) generator devices in everyday life, their effects on biological tissues are still controversial. In the present study, the effects of EMF on the mouse liver were studied.

Methods: Thirty female balb/c mice were randomly divided into three groups: 1- EMF-exposed, 2-Sham, and 3-Control. EMF group was exposed to 50 Hz & 0.5 mT EMF 4 hours daily for 2 months while the animals in sham group were placed in EMF device without exposure. At the end of 2-month period, all animals were anesthetized and their livers were removed. After preparation of microscopic slides, the panoramic view of liver, the number of Kupffer and necrotic cells were determined using 'Image Tool' software. The data were statistically analyzed using ANOVA and Dunnett's tests. $p<0.05$ was considered as statically significant.

Results: The comparison of data showed that the mean number of Kupffer cells in EMF group significantly increased compared to sham and control group ($p<0.001$ for both), while the mean number of Kupffer cells in sham group showed no significant difference compared to control group. The mean number of necrotic cells in experimental groups had no significant increase compared to sham and control groups. There were no significant differences in the mean number of necrotic cells between sham and control groups. Qualitative studies also showed no disorganization in the structure of liver lobules and sinusoids in the exposed group compared to sham and control groups.

Conclusion: According to the results of this study, longtime exposure to electromagnetic field could increase Kupffer cells but do not affect the necrosis of liver cells in mice.

***Keywords*:** Electromagnetic Fields; Kupffer Cells; Liver; Mice.