اثر میدان الکترومغناطیسی با فرکانس بسیار پایین(۵۰ هرتز) بر القای آسیب های کروموزومی در اریتروسیت های مغز استخوان موش نر کوچک آزمایشگاهی

دکتر جواد بهارآرا[1*]، دکتر فرهنگ حداد[2]، دکتر علیرضا اشرف [3]، الهام خنده رو[4]

۱- استادیار، دکتری تخصصی بیولوژی تکوین جانوری،گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد
۲-استادیار ،دکتری تخصصی ژنتیک سلولی، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استادیار، دکتری تخصصی فیزیک پزشکی، گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- مربی، کارشناس ارشد سلولی تکوینی، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

تاریخ دریافت ۸۶/۱۱/۱۷، تاریخ پذیرش۸۷/۳/۸

چکیده

مقدمه: کاربرد روزافزون دستگاه‌های مولد امواج الکترومغناطیس در زندگی روزمره باعث نگرانی‌های بسیاری در ارتباط با اثرات این امواج بر سلامت انسان شده است. در پژوهش حاضر اثر تابش امواج الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پایین بر القای آسیب‌های کروموزومی در اریتروسیت‌های مغز استخوان موش نر نژاد بالب سی بررسی شده است.

روش کار: این مطالعه از نوع تجربی است که در آن برای انجام تجربیات از سیستم آزمایشگاهی مولد میدان الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پائین (۵۰ هرتز) استفاده شد. موش‌های نر ۵ هفته‌ای در سه گروه کنترل، شاهد آزمایشگاهی و تجربی تقسیم بندی شدند. موش های گروه تجربی به مدت ۴ روز و هر روز ۱۲ ساعت در معرض تابش دهی امواج الکترومغناطیس با فرکانس ۵۰ هرتز و شدت ۵۰ گاؤس قرار داده شدند. پس از انجام تیمار، آسیب‌های کروموزومی با استفاده از آزمون میکرونوکلئوس در اریتروسیت‌های پلی کروماتیک بررسی شد. داده‌های کمی حاصل با استفاده از آزمون تی و من ویتنی در سطح $p<0/05$ تحلیل شد.

نتایج: یافته‌های این پژوهش نشان داد که فراوانی اریتروسیت‌های پلی کروماتیک میکرونوکلئوس‌دار در موش‌های نر تیمار شده با امواج الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پائین (۱۴/۳۵±۱/۵۸۹) در مقایسه با گروه شاهد آزمایشگاهی(۸/۹۵۸±۱/۰۴۹) و کنترل (۷/۶۵±۰/۷۶۸) افزایش معنی دار یافته است($p<0/05$).

نتیجه گیری: میدان الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پایین باعث القای آسیب‌های کروموزومی در اریتروسیت‌های پلی کروماتیک مغز استخوان موش نر نژاد بالب سی می‌شود.

کلید واژگان: میدان الکترومغناطیسی، اریتروسیت، آزمون میکرونوکلئوس، بالب سی

* **نویسنده مسئول:** مشهد، قاسم آباد، امامیه۴۲-سازمان مرکزی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

Emai: baharara@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

طیف امواج الکترومغناطیس دارای محدودهٔ فرکانسی بسیار گسترده و شامل فرکانس‌های بسیار پایین، رادیوفرکانس‌ها، مادون قرمز، تشعشات فرابنفش، اشعهx و اشعه گاما است. این امواج در دستگاه‌ها و لوازم مختلف مورد استفاده در زندگی روزمره نظیر یخچال، تلویزیون، مایکروفرها، نمایشگرهای کامپیوتری، چاپگرها، لامپ های هالوژن و... کاربرد دارند(۱). با توجه به استفاده روز افزون دستگاه‌های مولد امواج الکترومغناطیس در جامعه مدرن امروزی، مطالعهٔ اثرات زیستی این امواج بر رشد و نمو موجودات زنده در سال‌های اخیر کانون توجه پژوهش‌گران قرار گرفته است(۲). اولین گزارش در مورد اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی در ایجاد سرطان در سال ۱۹۷۹ توسط ورتایمر و لیپر شد(۳). در طی سال‌های بعد تا به امروز مطالعات بسیار زیادی در ارتباط با اثرات تابش‌های الکترومغناطیس بر رشد و نمو موجودات زنده و به ویژه سلامت انسان انجام شده است. بررسی اثرات بخش‌های مختلف طیف امواج الکترومغناطیس بر محتوای ژنتیکی سلول‌ها، از جمله زمینه‌های مطالعاتی مهمی است که در چند سال اخیر به آن توجه شده و گزارشات متعدد و ضد و نقیضی در این ارتباط منتشر شده است که از آن جمله می‌توان به نتایج حاصل از مطالعات یاگوچی و همکاران در مورد افزایش میزان ناهنجاری‌های کروموزومی تحت تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی (۴۰۰ میلی تسلا) در سلول‌های m5s موش‌ها که با میتومایسین c و یا اشعه x تیمار شده بودند اشاره نمود(۴). افزایش فرکانس میکرونوکلئوس در موش نژاد بالب سی تحت تأثیر میدان مغناطیسی ثابت توسط سوزوکی و همکاران (۵) و هم‌چنین افزایش فرکانس میکرونوکلئوس در خون نوزادان تازه متولد شده موش‌هایی که در طی دوره بارداری تحت تابش میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس کم قرار گرفته بودند توسط یودریو و همکاران(۶) گزارش شده است. مطالعات زتربرگ و همکاران نیز افزایش میکرونوکلئوس در سلول‌های مغز استخوان رت که در معرض دوز پایین اشعهx قرار گرفته بودند را نشان داده است(۷). هم‌چنین طبق گزارش فاتیگونی و همکاران میدان الکتریکی با شدت ۱ میلی تسلا نیز سبب افزایش آسیب کروموزومی شده است(۸). تجربیات سوزوکی و همکاران (۹) نیز بر افزایش فراوانی میکرونوکلئوس در اریتروسیت‌های مغز استخوان موش بالب سی که با مواد جهش‌زا تیمار شده بودند تأکید دارد(۹). در حالی که گزارش پیکارد و همکاران پیشنهاد می‌نماید که تابش کوتاه مدت (۱۵ دقیقه) میدان الکترومغناطیسی (ultra-wideband) قادر به افزایش فراوانی اریتروسیت‌های پلی کروماتیک میکرونوکلئوس‌دار در موش ماده CF-1 نمی‌باشد(۱۰). مطالعات اردال و همکاران نیز بر عدم تأثیر تابش‌های کوتاه مدت میدان الکترومغناطیسی در ایجاد ناهنجاری‌های کروموزمی در رت نژاد ویستار تأکید دارد(۱۱). با توجه به این که بخش عمده‌ای از لوازم و وسایل و دستگاه‌هایی که در زندگی روزمره مورد استفاده قرار می‌گیرند مولد میدان الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پائین(۵۰ هرتز) می‌باشند و موجودات زنده نیز تحت تابش‌های طولانی مدت این امواج قرار دارند و نیز با توجه به گزارشات ضد و نقیضی که در مورد اثرات میدان های الکترومغناطیسی در ایجاد آسیب های کروموزومی تاکنون منتشر شده است، در پژوهش حاضر با ایجاد یک مدار مولد میدان الکترومغناطیسی با فرکانس بسیار پائین(۵۰ هرتز) به بررسی اثرات این امواج بر القای آسیب‌های کروموزومی در اریتروسیت‌های مغز استخوان موش نر نژاد بالب سی از طریق ارزیابی تست میکرونوکلئوس توجه شده است.

روش کار

این مطالعه در مدت ۱۲ ماه در سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۵ در آزمایشگاه تحقیقاتی زیست شناسی سلولی تکوینی دانشکده علوم دانشگاه آزاد اسلامی مشهد انجام شده است. به منظور بررسی اثرات میدان الکترومغناطیسی با فرکانس ۵۰ هرتز و شدت ۵۰ گاؤس بر القای آسیب‌های کروموزمی در اریتروسیت‌های مغز استخوان، از موش نر نژاد بالب سی که از مؤسسه سرم سازی رازی مشهد خریداری

Archive of SID
www.SID.ir

شده بود، استفاده گردید. این موش‌ها در اتاق پرورش حیوانات که رطوبت آن حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد و دمای آن حدود ۱±۲۳ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری طبیعی (۱۲ ساعت نور و ۱۲ ساعت تاریکی) در قفس‌های ویژه‌ای که هر هفته دوبار 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 مقدار کافی توسط بطری شیشه‌ای در اختیار آن‌ها قرار داده شد.

برای تولید امواج الکترومغناطیس مورد نظر از مدار ویژه مولد میدان الکترومغناطیس با شدت ۵۰ گاؤس استفاده شد (طراحی و ساخته شده در آزمایشگاه تحقیقاتی زیست‌شناسی تکوینی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد توسط بهارآرا، اشرف) که شامل بوبین، ۳ رئوستا، خازن و آمپرمتر بود. برای ساخت بوبین، حول یک لوله از جنس PVC مقادیر مناسب از سیم مسی با توجه به محاسبه شدت میدان الکترومغناطیسی مورد نیاز از رابطه $B=\mu nI$ پیچانده شد (B = شدت میدان مغناطیسی بر حسب تسلا، $\mu = ۴\pi \times ۱۰$، n = تعداد دور در واحد طول، I = شدت جریان). برای اطمینان از صحّت شدت میدان مغناطیسی محاسبه شده توسط فرمول فوق الذکر پس از برقراری جریان در مدار، با استفاده از گاؤس متر شدت میدان کنترل شد(شکل ۱) .

برای انجام تجربیات در ۷ مرحله و در هر مرحله تعداد ۳ موش نر ۳۵ روزه به صورت تصادفی انتخاب و در یک محفظه ویژه از جنس PVC قرار و در داخل بوبین جای داده شد. برای هرگروه تجربی به همان تعداد موش‌های نر ۳۵ روزه به عنوان شاهد آزمایشگاهی و کنترل در نظر گرفته شد. موش‌های گروه تجربی که دسترسی کافی به آب و غذا داشتند به مدت ۴ روز متوالی و هر روز ۱۲ ساعت (۲۰-۸)، در بخش میانی بوبین تحت تاثیر امواج قرار داده شدند. موش‌های گروه شاهد آزمایشگاهی نیز به مدت ۴ روز متوالی و هر روز به مدت ۱۲ ساعت (۲۰ – ۸) درون بوبین در حالت خاموش و بدون موج و با دسترسی کافی به آب و غذا قرار داده شدند. گروه کنترل نیز در شرایط طبیعی درون اتاق پرورش حیوانات نگهداری شدند.

پس از پایان دوره تیماری، کلیه موش‌های تجربی و هم‌چنین شاهد آزمایشگاهی و کنترل به وسیله کلروفرم بیهوش و سپس به کمک لوازم تشریح، استخوان‌های ران هر دو پا خارج گردید و به وسیله تزریق محلول سرم جنینی گاو (GIBCO) مغز استخوان به آرامی خارج و در لوله آزمایش جمع‌آوری گردید. لوله حاوی سوسپانسیون به مدت ۱۰ دقیقه در ۹۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد (Kokusan , Japan). سپس مایع رویی دور ریخته، به اندازه یک قطره نگاه داشته و تکان داده شد تا محلول یکنواخت گردد، در ادامه با پیپت پاستور مکنده یک قطره از محلول باقیمانده روی لام قرار داده و گسترش تهیه شد و پس از ۴۸ ساعت با متانول تثبیت صورت گرفت. برای رنگ آمیزی گسترش‌های تهیه شده از رنگ‌های مای گرانوالد و گیمسا (Merk,Germany) به روش Schmid استفاده شد(۱۲، ۱۳). در یک رنگ آمیزی مناسب، اریتروسیت‌های پلی کروماتیک به خوبی دیده می‌شوند این سلول‌ها بدون هسته می‌باشند. در این سلول‌های فاقد هسته، میکرونوکلئوس به صورت یک هسته کوچک در سیتوپلاسم دیده می‌شود که به سهولت به وسیله تست میکرونوکلئوس مشخص می‌شود. در اریتروسیت‌هایی که دارای میکرونوکلئوس هستند، میکرونوکلئوس به رنگ ارغوانی درون سیتوپلاسم دیده می‌شود. در هر لام تهیه شده تعداد میکرونوکلئوس ها در ۱۰۰۰ اریتروسیت پلی کروماتیک به وسیله میکروسکوپ نوری (Nikon, Japan) شمارش گردید. داده‌های کمی حاصل به کمک آزمون تی و من ویتنی در سطح $p<۰/۰۵$ تحلیل گردید. محققین در مراحل مختلف تحقیق نظیر نگهداری حیوان، تابش دهی با امواج، بیهوش نمودن وتشریح حیوان متعهد به رعایت اصول اخلاقی پژوهش بودند.

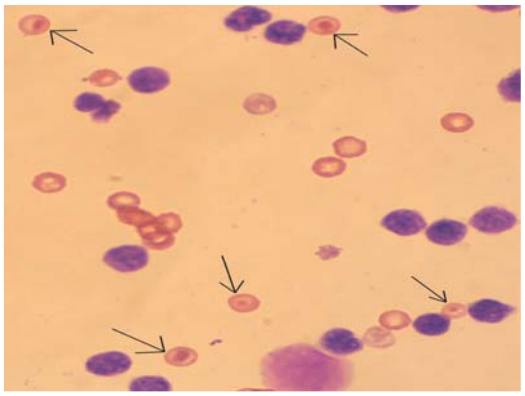
Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۱. سیستم مولد میدان الکترومغناطیس،
A : بوبین ، B: رئوستا ، C: خازن ، D: ولت سنج.

نتایج

تجزیه و تحلیل آماری نتایج شمارش میانگین تعداد میکرونوکلئوس در اریتروسیت‌های پلی کروماتیک سلول‌های مغز استخوان موش‌های نر کنترل (۷/۶۵±۰/۷۶۸) در مقایسه با موش‌های شاهد آزمایشگاهی(۸/۹۵۸±۱/۰۴۹) تغییر معنی‌دار نشان نداد. لذا در تجزیه و تحلیل‌های آماری بعدی گروه تجربی فقط با گروه شاهد آزمایشگاهی مقایسه شد. تجزیه و تحلیل آماری تعداد میانگین میکرونوکلئوس در اریتروسیت‌های پلی کروماتیک مغز استخوان در موش‌های نر تیمار شده با امواج الکترومغناطیسی با فرکانس بسیار پایین و شدت ۵۰ گاؤس (۱۴/۳۵±۱/۵۸۹) در مقایسه با گروه شاهد آزمایشگاهی (۸/۹۵۸±۱/۵۸۹) افزایش معنی‌دار نشان داد($p<۰/۰۵$)(شکل ۲).



شکل ۲. شاخص‌ها اریتروسیت‌های پلی کروماتیک واجد میکرونوکلئوس در بافت مغز استخوان گسترش یافته موش نر نژادبالب سی، (بزرگنمایی ۱۰۰۰×)

بحث

به علت کاربرد روزافزون دستگاه‌های مولد امواج الکترومغناطیس و اثرات احتمالی آن‌ها بر فرایندهای رشد و نموی موجودات زنده، مطالعه اثرات زیستی این امواج مورد توجه پژوهش‌گران قرار گرفته است. ازجمله می توان به مطالعات انجام شده در مورد اثرات میدان‌های الکترومغناطیس بر روی رشد و نمو رت‌ها(۱۴)، مورفولوژی و مورفومتری اسپرم‌های موش(۱۵)، غدد تناسلی و باروری(۱۶، ۱۷)، آسیب‌های کروموزومی(۱۸، ۱۹). و پتانسیل ژنوتوکسیک(۲۰ ، ۲۱) اشاره نمود. نتایج حاصل از این تجربیات به ویژه پژوهش‌های مربوط به آسیب‌های کروموزومی و صدمات ژنتیکی تحت تابش‌های الکترومغناطیس بسیار ضد و نقیض می‌باشد. در پژوهش حاضر با استفاده از مدار مولد میدان الکترومعناطیسی با فرکانس بسیار پائین(۵۰ هرتز) با مطالعه اثرات این امواج در ایجاد آسیب‌های کروموزومی از طریق تعیین تعداد میکرونوکلئوس‌ها در اریتروسیت‌های مغز استخوان موش نر نژاد بالب سی، مشخص شده است که در شرایط این تجربه، تحت تاثیر امواج الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پائین تعداد میکرونوکلئوس ها افزایش معنی‌دار می‌یابد. این نتیجه با برخی گزارش‌های علمی منتشر شده قبلی نظیر تجربیات انجام شده توسط مسیا و همکاران مطابقت دارد. وی نشان داده است که تحت تاثیر امواج الکترومغناطیس با فرکانس ۹۱۰ مگاهرتز تعداد میکرونوکلئوس‌های اریتروسیت‌های رت افزایش سه برابری می‌یابد(۱۸). مطالعهٔ ناهاس و اورابی روی موش‌های نر سوئیسی نیز بیان‌گر آن است که میدان الکتریکی ۵۰ هرتز سبب افزایش وابسته به دوز اریتروسیت‌های پلی کروماتیک میکرونوکلئوس دار می‌گردد(۲۲). هم‌چنین این نتایج با گزارش سوزوکی نیز سازگاری دارد. وی نشان داده است که میدان مغناطیسی ثابت با شدت ۴/۷ تسلا نسبت به شدت ۳ تسلا در اریتروسیت‌های موش نر بالب سی، میکرونوکلئوس بیشتری را القا می‌کند(۵). در حالی که نتیجه حاصل از پژوهش حاضر با گزارش ویجایالاکسمی و همکاران تناقض دارد.

Archive of SID
www.SID.ir

این محقق پیشنهاد نموده است که تحت تاثیر میدان الکترومغناطیسی با ۴۲ گیگا هرتز به مدت ۳۰ دقیقه افزایش معنی‌دار تعداد میکرونوکلئوس در اریتروسیت‌های پلی کروماتیک موش‌های بالب سی رخ نمی‌دهد(۲۳). پیکارد و همکاران نیز با در معرض قراردادن موش‌های ماده CF-1 به مدت پانزده دقیقه تحت پرتوهای الکترومغناطیسی ultra-band نشان داده است که از نظر فراوانی اریتروسیت‌های پلی کروماتیک میکرونوکلئوس‌دار، اختلاف معنی‌داری ایجاد نمی‌شود(۱۰). به نظر می‌رسد علت اصلی تناقض در نتایج مطالعات مختلف بیشتر به تغییر شرایط مطالعه به ویژه تغییر فرکانس، شدت و طول مدت پرتودهی، نوع حیوان و نوع میدان مغناطیسی مورد استفاده (ثابت یا متناوب) بستگی دارد. در مورد چگونگی تاثیر گذاری میدان‌های الکترومغناطیسی برسیستم‌های بیولوژیک تاکنون پیشنهادات متعددی ارائه شده است که از جمله می‌توان به نظرات تاپینگ در مورد اثر امواج الکترومغناطیس بر الگوبرداری و فاکتورهای نسخه برداری اشاره نمود(۲۴). هم‌چنین تاثیر این امواج در تشدید هتروکروماتینی شدن هسته‌های سلولی پیشنهاد شده است(۱۶، ۱۷). زمیسلونی و جار نیز تشکیل رادیکال‌های آزاد را تحت تاثیر امواج الکترومغناطیس دلیل اصلی اثرات مخرب این امواج گزارش نموده‌اند(۲۵). برخی از محققین معتقدند که امواج الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پائین، توانائی کافی در آسیب رسانی به مولکول DNA نداشته و بنابر این در ایجاد شکست‌های کروموزومی نقش مستقیم ندارند(۲۶) لیکن این امواج قادرند میزان آسیب‌های سلولی القاء شده با دیگر عوامل شناخته شده شیمیائی را تحت تاثیر قرار دهند. بهرحال یکی از روش‌های شناخته شده برای ارزیابی اثر امواج الکترومغناطیسی در ایجاد آسیب‌های کروموزومی آزمون میکرونوکلئوس است. میکرونوکلئوس از طریق جداشدن بخشی از یک کروموزوم و یا جداشدن یک کروموزوم کامل از رشته دوک تشکیل می‌شود(۲) لیکن علیرغم مطالعات انجام شده نحوه تاثیر امواج الکترومغناطیس درتشکیل میکرونوکلئوس هنوز ناشناخته باقی مانده است.

نتیجه گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داده است که امواج الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پائین (۵۰ هرتز) باعث القای آسیب‌های کروموزومی و افزایش فراوانی میکرونوکلئوس در اریتروسیت‌های مغز استخوان موش نژاد بالب سی می‌شود. لذا با توجه به این که دستگاه‌های مولد این امواج در زندگی روزمره، بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند ضرورت دارد ضمن توجه کافی و انجام پژوهش‌های لازم برای بررسی و تعیین دقیق مکانیسم اثر گذاری این امواج در ایجاد آسیب‌های کروموزومی و استفاده از یافته‌های تحقیقات مذکور در شناسائی راهکارهای مقابله با اثرات مخرب امواج الکترومغناطیس، در شرایط فعلی برخی تدابیر احتیاطی ممکن نظیر رعایت فاصله مناسب از دستگاه‌های مولد این امواج به کار گرفته شود.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه، مدیر گروه محترم زیست شناسی و همکاران محترم آزمایشگاه تحقیقاتی تکوین جانوری دانشگاه آزاد اسلامی مشهد که در اجرای این طرح پژوهشی همکاری نمودند تقدیر و سپاسگزاری می شود.

منابع

1. Hossman KA, Herman DM. Effects of electromagnetic radiation of mobile phones on central nervous system. Bioelectromagnetic 2003;24:49-62.
2. Koyama S, Nakahara T. Effects of high frequency electromagnetic fields on micronucleus formation in CHO-K1 cells. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 2003;541(1-2):81-89.
3. Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. Am J Epidemiol 1979;109:273-284.
4. Yaguchi H, Yoshida M, Ding G R, Shingu K, Miyakoshi J. Increased chromatid-type chromosomal aberrations in mouse m5s cells

Archive of SID
www.SID.ir

exposed to power-line frequency magnetic fields. Int J Radiat Biol 2000;76:1677-1684.
5. Suzuki Y, Ikehata M, Nakamura K. Induction of micronuclei in mice exposed to static magnetic fields. Mutagenesis 2001; 427:499-501.
6. Udroiu I, Cristaldi M, Ieradi L, Bedini A, Giuliani L, Tanzarella C. Clastogenicity and aneuploidy in newborn and adult mice exposed to 50 Hz magnetic fields. International Journal of Radiation Biology 2006;82(7):561-567.
7. Zetterberg LA, Grawe J, Zetterberg G. The micronucleus test in rat erythrocytes from bone marrow, spleen and peripheral blood: the response to low doses of ionizing radiation, Cyclophosphamide and Vincristine determined by flow cytometry. Mutation Research 1999;423: 113-124.
8. Fatigoni C, Dominici L, Moretti M, Villarini M, Monarca S. Genotoxic effects of extremely low frequency (ELF) magnetic fields (MF) evaluated by the Tradescantia-micronucleus assay. Environmental Toxicology 2005;20(6): 585-591.
9. Suzuki Y, Toyama Y, Miyakoshi Y, Ikehata M, Yoshioka H, Shimizu H. Effect of static magnetic field on the induction of micronuclei by some mutagens. Environmental Health and Preventive Medicine 2006;11(5):228.
10. Pickard WF, Bisht KS, Prihoda TJ, Meltz ML. Frequency of micronuclei in the blood and bone marrow cells of mice exposed to ultra-wideband electromagnetic radiation, International Journal of Radiation Biology 1999;75:115-120.
11. Erdal N, Gurgul S, Celik A. Cytogenetic effects of extremely low frequency magnetic field on Wistar rat bone marrow. Mutation Research/ Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 2007;630(1-2):69-77.
12. Schmid W, Ledebur M. The micronucleus test: methodological aspects. Mutat Res 1973; 19:109-117.
13. Schmid W. The micronucleus test. Mutat Res 1975;31:9-15.
14. Mevissen M, Buntenkotten S. Effects of static and magnetic fields on reproduction and fetal development in rats. Teratology 1994;50(3):229-37
15. Tablado L, Perez-Sanchez F. Effects of exposure to static magnetic fields on the morphology and morphometry of mouse epididymal sperm. Bioelectromagnetics1998; 19:377-383.
16. Bahar-ara J, Parivar K, Oryan Sh, Ashraf A. [The effects of long-term exposure with simulat-ing cell phone waves on gonads of female Balb/C mouse]. Reproductive and Infertility Journal 2004;5(3):227-226.
17. Bahar-ara J, Parivar K, Oryan Sh, Ashraf A. [Effects of low frequency electromagnetic fields on gonads and fertility of female Balb/C mouse]. Journal od Arak University of Medical sciences 2006;9(2):1-11.
18. Demsia G, Vlastos D, Matthopoulos DP. Effect of 910 MHz electromagnetic field on rat bone marrow. The Scientific World 2004;4:48-54.
19. Verschae L. Genetic effects of radiofrequency radiation. Toxicology and Applied Pharmacology 2005;207:336-341.
20. Tesa A, Cordelli F, Stronati L. Evaluation of genotoxic effect of low level 50 Hz magnetic fields on human blood cells using different cytogenetic assays. Bioelectromagnetics 2004; 25: 613-619.
21. Farhm J, Lantow M, Lupke M. Alternation in cellular functions in mouse macrophages after exposure to 50 Hz magnetic fields. Journal of Cellular Biochemistry 2006;99:168-177.
22. Nahas SM, oraby HA. Micronuclei formation in somatic cells of mice exposed to 50 Hz electric fields. Environmental and Molecular Mutagenesis 2006;13(2):107-111.
23. Vijayalaxmi, Logani MK, Bhanushali A, Ziskin MC, Prihoda TJ. Micronuclei in peripheral blood and bone marrow cells of mice exposed to 42 GHz electromagnetic millimeter waves, Radiation Research 2004;161(3):341-345.
24. Tipping DR. Observation on the effects of low frequency electromagnetic fields on cellular transcription in Drosophila larva reared in field free condition. Bioelectromagnetics 1999; 20(2): 129-31

Archive of SID

www.SID.ir

25. Zmyslony M, Jahre JM. The role of free radicals in mechanisms of biological functionexposed to weak constant and net magnetic fields. Med Pr 1998; 49(2):177- 86

26. Pancy JL, Lagroye I. The effect of 50 Hz electromagnetic field on the formation of micronuclei in rodent cell lines exposed to radiation gamma. International Journal of Radiation Biology, 1997, Vol. 27, pp. 249-254.

Archive of SID

www.SID.ir

The effect of extremely low frequency electromagnetic field(50Hz) on induction of chromosomal damages on bone marrow erythrocytes of male Balb/C mouse

Baharara J[1]*, Haddad F[2], Ashraf AR[3], Khanderoo E[4]

Abstract

Introduction: The increasing use of the electromagnetic field producer sets in daily living causes concerns about these waves on human health. The effects of extremely low frequency electromagnetic field (50 Hz) on induction of chromosomal damages on bone marrow erythrocytes of male Balb/C mouse has been investigated in this research.

Materials and Methods: This is an experimental study in which the laboratory system of producing electromagnetic with low frequency (50 Hz) was used. Five week old male Balb/C mice were divided into three controls, sham-exposed and experimental groups. The experimental mice exposed were exposed to electromagnetic field (50 gauss) for 4 days (12 hours/day). After treatment, the chromosomal damages were assessed using micronucleus test in polychromatic erythrocytes and resultant quantity data were analyzed using t and Mann-Whitney test.

Results: Results showed that frequency of micronucleated polychromatic erythrocytes of experimental group (14/35±1/589) was more than Sham-exposed (8/958±1/049) and control group (7/65±0/768) significantly ($p<0/05$).

Conclusion: Extremely low frequency electromagnetic field (50 Hz) causes chromosomal damages induction in polychromatic erythrocytes of bone marrow male Balb/C mouse.

Key words: Electromagnetic field, erythrocytes, Micronucleus test, Balb/C.

Archive of SID

*Corresponding author;
Email: baharara@yahoo.com
Address: Central organization of Islamic Azad University, Emamieh 2, Ghasem abad, Mashhad, Iran.

1 - Assistant professor, PhD of cell & developmental biology, department of biology, faculty of science, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.
2 - Assistant professor, PhD of genetics, department of biology, faculty of science, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.
3 - Assistant professor, PhD of biophysics, department of physics, faculty of science, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.
4 - Lecturer, MSc of cell & developmental biology, department of biology, faculty of science, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.

www.SID.ir