

اثرات میدان مغناطیسی ۲ میلی‌تسلا با فرکانس ۳۵ هرتز بر کروموزوم‌های لنفوسیت‌های خون محیطی انسان در *in vitro* و موش (*rat*) در *in vivo*

جلیل پیرایش اسلامیان^۳، دکتر محمد علی حسینپور فیضی^۲، سیامک اکبری کامران ور^۲، مهندس قاسم اهراییان^۴ و

سیاوش استخدامی مهین مرادی^۵

خلاصه

هدف از این پژوهش، بررسی اثرات میدان مغناطیسی کم فرکانس (low frequency) بر روی کروموزوم‌های لنفوسیت‌های خون محیطی انسان در *in vitro* و موش در *in vivo* بود. بدین منظور ۶۰ نمونه خونی مربوط به ۱۰ نفر مرد و ۴۰ عدد موش (*rat*) مورد استفاده قرار گرفتند. از ۶۰ نمونه خونی انسان، ۴۰ نمونه به عنوان آزمون در دو گروه ۲۰ تایی به ترتیب به مدت ۳۰ و ۶۰ دقیقه در داخل میدان مغناطیسی ۲ میلی‌تسلا و ۳۵ هرتز قرار داده شدند. سپس به همراه ۲۰ نمونه دیگر به عنوان گروه شاهد، کشت سلولی جهت آنالیز کروموزومی انجام گردید. از ۴۰ عدد موش نیز ۳۰ نمونه در دو گروه ۱۵ تایی در میدان مغناطیسی ذکر شده قرار گرفتند و بعد به همراه ۱۰ موش دیگر به عنوان گروه شاهد، نمونه‌برداری خون و کشت سلولی برای بررسی کروموزومی صورت گرفت. بر اساس نتایج حاصل از آنالیز ۵۳۷۳ پلاک کروموزومی به دست آمد که از نمونه‌های خون انسان (۳۵۷۳ پلاک در گروه آزمون و ۱۸۰۰ پلاک از گروه شاهد) ۰/۱۶ درصد ناهنجاری کروموزومی پایه در نمونه‌های شاهد مشاهده شد که با ۰/۲۲۴ درصد و ۰/۲۹۶ درصد ناهنجاری کروموزومی حاصله در نمونه‌های آزمون به ترتیب ۳۰ و ۶۰ دقیقه‌ای اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۲۸ برای ۳۰ دقیقه و P>۰/۱۵ برای ۶۰ دقیقه). در بررسی ۳۰۸۹ پلاک کروموزومی موش (۲۳۸۹ پلاک از گروه آزمون و ۷۰۰ پلاک از گروه شاهد) نیز هیچگونه ناهنجاری کروموزومی مشاهده نگردید.

واژه های کلیدی: میدان مغناطیسی، میدان کم فرکانس، لنفوسیت، کروموزوم

۱- مری، بخش فیزیک پزشکی و بیوفیزیک، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز ۲- استاد رادیوبیولوژی، ۳- مری، دانشکده علوم طبیعی، ۴- استادیار، دانشکده برق، دانشگاه تبریز، ۵- کارشناس رادیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز

مقدمه

در مطالعات اپیدمیولوژیک در این زمینه (۱۳،۱۹)، ما را بر آن داشت که بررسی حاضر را بر روی تأثیرات میدان مغناطیسی ۲ میلی‌تسلا با فرکانس ۳۵ هرتز بر کروموزوم‌های (به عنوان حساس‌ترین شاخص بیولوژیک اثرات عوامل محرک مختلف) نفوسیت‌های خون محیطی انسان در *in vitro* و موش (رت) در *in vivo* انجام دهیم. زیرا که این محدوده شدت میدان مغناطیسی و فرکانس پایین به عنوان مقادیر پایه در تحقیقات مرتبط بکار برده می‌شوند.

مواد و روش‌ها

انتخاب نمونه -۱۰ نفر انسان (مرد سالم) تحت نمونه‌برداری خون وریدی از ورید جلو بازویی قرار گرفتند و از هر نمونه خون ۶ محیط کشت تلقیح شده و در گروه‌های دو تایی تقسیم بندی شدند (۲ عدد به عنوان شاهد و ۴ عدد به عنوان آزمون). در مورد موش‌ها نیز ۴۰ رت بالغ (از هر دو جنس) در گروه‌های شاهد (۱۰ موش) و آزمون (۳۰ موش) انتخاب شدند.

دستگاه مولد میدان مغناطیسی - برای انجام این پژوهش یک دستگاه مولد میدان مغناطیسی با ولتاژ ورودی ۲۲۰ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز و خروجی‌های فرکانسی ۵۱/۱۱، ۲۲، ۳۵، ۵۸ هرتز و شدت میدان در ۴ محدوده ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌تسلا طراحی و ساخته شد. میدان حجمی استوانه‌ای به قطر و ارتفاع مؤثر به ترتیب ۹ سانتی‌متر و ۶/۳ سانتی‌متر از چهار کلاف سولنوئید ۶۰ دوری ازسیم پیچ مسی به قطر ۰/۵۵ میلی‌متر تشکیل می‌شد و شکل موج آن مربعی بود. برای سنجش میدان مغناطیسی حاصل از دستگاه Digital EMF tester 8050 ساخت کشور پرتقال استفاده شد که محدوده اندازه‌گیری آن در حد میکرو تا میلی‌تسلا بود.

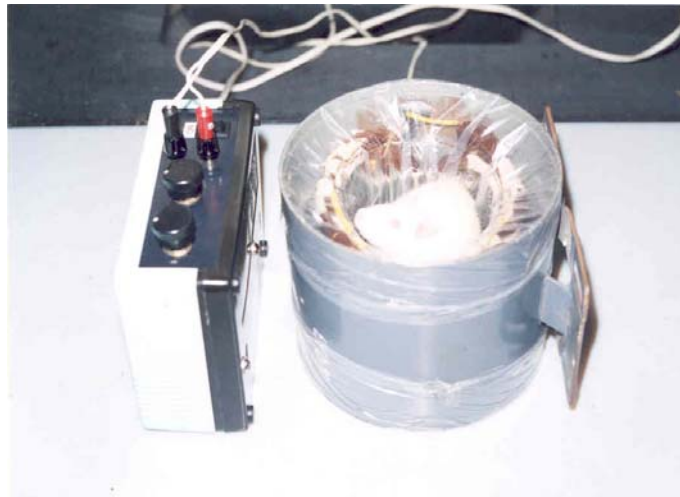
پرتو دهی نمونه‌های آزمون

الف) خون انسان: از ۱۰ نفر مرد نمونه‌های خون وریدی از محل ورید جلو بازویی در شرایط استریل تهیه شده و هر نمونه خون به ۶ حجم ۰/۲ میلی‌لیتری در لوله‌های استریل (لوله‌های ۱ و ۲ به عنوان شاهد و ۳ و ۴ برای تابش‌دهی ۳۰ دقیقه‌ای و ۵ و ۶ برای تابش‌دهی ۶۰ دقیقه‌ای در میدان مغناطیسی ۲ میلی‌تسلا با فرکانس ۳۵) تقسیم گردید. لوله‌های حاوی نمونه‌های خون در داخل میدان مغناطیسی و مجموعه در داخل انکوباتور 37 ± 0.2 درجه سانتیگراد قرار داده می‌شد. بعد از اتمام زمان تابش‌دهی، هر ۶ نمونه خونی با محیط کشت کامل تلقیح شده و جهت تکثیر سلولی ۷۲ ساعت در انکوباتور قرار داده می‌شد.

امواج الکترومغناطیسی در محیط اطراف و مناطق مسکونی با گسترش روزافزون دستگاه‌ها و تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی توأم شده و بحث درباره مضرات احتمالی آن را برانگیخته است (۳،۸). البته کلیه ساکنان کره زمین در معرض میدان مغناطیسی ثابت زمین (۰/۰۳-۰/۰۲ میلی‌تسلا) قرار دارند که خود این میدان نیز می‌تواند تحت تأثیر میداین مغناطیسی سایر کرات آسمانی (مخصوصاً خورشید و ماه) قرار گیرد. طوفان‌های شدید مغناطیسی در سطح خورشید و بادهای مغناطیسی قادرند بر روی وضعیت آب و هوایی، موجودات روی زمین و تجهیزات حساس به امواج الکترومغناطیسی تأثیرات شدید و گاهاً سوء ایجاد نمایند. کارکنان مجتمع‌های صنعتی به طوردایم تحت تابش میداین مغناطیسی کم فرکانس (low frequency magnetic fields) حاصل از سیستم‌های الکتریکی (با ولتاژهای صنعتی) و دستگاه‌های الکترونیکی مختلف می‌باشند. در نزدیکی خطوط انتقال‌دهنده برق فشارقوی و تجهیزات الکتریکی نظیر دستگاه‌های جوش و کوره‌های مغناطیسی میداین نسبتاً قوی الکترومغناطیسی وجود دارد. برخلاف میدان مغناطیسی زمین، میداین مغناطیسی حاصل از جریان‌های الکتریکی، شکلی متناوب داشته و از فرکانس‌های متفاوتی برخوردارند. بر این اساس میداین مغناطیسی در دستجات کم و پرفرکانس (low & high frequency) طبقه‌بندی شده‌اند. میداین کم فرکانس در دو محدوده کاملاً پایین (با فرکانس بین ۰ تا ۳۰۰ هرتز) و پایین (با فرکانس بین ۳۰۰ هرتز تا ۱۰ کیلو هرتز) تعریف شده‌اند. در محیط زندگی معمول‌ترین فرکانس که مربوط به خطوط انتقال الکتریسیته می‌باشد بین ۵۰ تا ۶۰ هرتز با شدت جریانی در حدود ۱۰-۶ آمپر متر می‌باشد (۱۵). بررسی اثرات میداین مغناطیسی بر روی میزان ناهنجاری‌های رشد و نمو جنین مرغ در فرکانس‌ها و محل‌های جغرافیایی متفاوت و همچنین در دوران‌های مختلف جنینی افزایش معنی‌دار در اختلاف بین متغیرهای مورد آزمون را نشان داده است (۷،۹،۱۸،۲۲). نتایج مشابهی نیز در مطالعات بر روی سایر حیوانات از جمله موش‌های آزمایشگاهی به دست آمده است (۴،۲۱). افزایش فراوانی سقط جنین در بین افرادی که در معرض میداین الکترومغناطیسی نسبتاً بالا زندگی و یا به طور مداوم کار می‌کنند (۱۲،۱۴،۲۰) و همچنین مطرح شدن احتمال ارتباط بروز سرطان‌های کودکان و زندگی در مجاورت خطوط برق فشارقوی و در مقابل آن قلت نتایج قطعی

کشت های خون کامل انسانی و موش ها بعد از اتمام زمان انکوباسیون با افزودن ماده مهارکننده تقسیم میتوزی (۰/۲ میلی لیتر از کلشی سین $10 \mu\text{g/ml}$) به روش میکرو برداشت می شدند (۱). لئوسیت های متافازی بعد از گسترش و رنگ آمیزی با گیمسای ۱۰٪ با میکروسکپ نوری ($1000\times$) مورد مطالعه کروموزومی قرار می گرفتند. برای مطالعه آماری یافته ها در گروه های شاهد و آزمون از روش آزمون آماری Z استفاده گردید. در جداول ۱ و ۲ داده های مطالعه کروموزومی لئوسیت های خون محیطی گروه های شاهد و آزمون انسانی و موش ارائه شده است.

ب) موش: برای پرتو دهی رت ها، تعداد ۴۰ رت (نر و ماده) از نژاد ویستار با متوسط وزن ۲۵۰ گرم انتخاب گردید و در سه دسته شاهد (۱۰ رت)، آزمون های ۳۰ دقیقه ای (۱۵ رت) و ۶۰ دقیقه ای (۱۵ رت) تقسیم شدند. هر بار یک موش آزمون در داخل میدان مغناطیسی ۲ میلی تسلا با فرکانس ۳۵ هرتز قرار داده می شد (شکل ۱) و بعد از اتمام زمان پرتو دهی، بعد از بیهوشی با کلروفورم و باز کردن قفسه سینه، با استفاده از سرنگ ۱ میلی لیتری (سرنگ انسولین) هپارینه مستقیماً از قلب نمونه برداری می شد. سپس نمونه های خون موش در دو لوله محیط کشت کامل، کشت داده شده و جهت تکثیر سلولی ۷۲ ساعت در انکوباتور قرار داده می شدند.



شکل ۱: نحوه پرتو دهی موش (Rat) در داخل کویل میدان مغناطیسی (شدت 2 mT با فرکانس 35 Hz) استوانه ای به قطر و ارتفاع مؤثر به ترتیب ۹ سانتی متر و ۶ سانتی متر متشکل از چهار کلاف سولنوئید ۶۰ دوری ازسیم بیچ مسی به قطر 0.55 میلی متر.

نتایج

معنی دار نبود ($p > 0.28$) و $Z = 0.571$ برای ۶۰ دقیقه و $p > 0.15$ و $Z = 1.028$ برای ۳۰ دقیقه پرتوگیری).
ب - نتایج آنالیز کروموزومی خون محیطی موش رت: بررسی داده های آنالیز کروموزومی لئوسیت های خون محیطی موش های گروه های شاهد (۷۰۰ پلاک متافازی) و آزمون ۳۰ دقیقه (۱۰۸۹ پلاک متافازی) و ۶۰ دقیقه (۱۳۰۰ پلاک متافازی) تحت تابش میدان مغناطیسی ۲ میلی تسلا و ۳۵ هرتز، درصد ناهنجاری هر سه گروه را صفر نشان داد (جدول ۳). در شکل ۲ نمونه هایی از گسترش های کروموزومی لئوسیت های انسانی و موش که تحت تابش میدان مغناطیسی ذکر شده به مدت ۶۰ دقیقه قرار گرفته اند ارائه شده است.

الف - نتایج آنالیز کروموزومی خون محیطی انسان: بررسی داده های آنالیز کروموزومی لئوسیت های خون محیطی انسان در گروه شاهد، درصد ناهنجاری پایه کروموزومی را برای ۱۸۰۰ پلاک متافازی ۰/۱۶ درصد نشان داد. در مقایسه داده های آنالیز کروموزومی لئوسیت های خونی گروه های آزمون ۳۰ و ۶۰ دقیقه تحت تابش میدان مغناطیسی ۲ میلی تسلا و ۳۵ هرتز، افزایش درصد ناهنجاری کروموزومی از ۰/۱۶ درصد (در گروه شاهد) به ترتیب به ۰/۲۲۴ درصد (۱۷۸۴ پلاک متافازی) و ۰/۲۹۶ درصد (۱۶۸۹ پلاک متافازی) وجود داشت که از لحاظ آماری (روش آزمون Z) اختلاف ناهنجاری بین دو گروه

جدول ۱: داده ها و نتایج بررسی اثر میدان مغناطیسی ۲mT و فرکانس ۳۵Hz بر روی کروموزوم های لنفوسیت های خون محیطی گروه های شاهد و آزمون انسان

درصد ناهنجاری کروموزومی		پلاک های دارای ناهنجاری		تعداد پلاک های کروموزومی بررسی شده گروه آزمون *		پلاک های دارای ناهنجاری	تعداد پلاک های کروموزومی بررسی شده گروه شاهد	مشخصات پلاک ها	نمونه
B	A	B	A	B	A				
۱	۰	۱	۰	۲۰۰	۲۰۰	۰	۲۰۰	۱	
۰	۰	۰	۰	۲۰۰	۱۹۸	۰	۲۰۰	۲	
۱/۰۳	۱/۰۲	۱	۱	۱۹۵	۱۹۶	۱	۲۰۰	۳	
۰	۱/۰۴	۰	۱	۲۰۰	۱۹۶	۰	۲۰۰	۴	
۱	۰	۱	۰	۲۰۰	۲۰۰	۰	۲۰۰	۵	
۱	۱	۱	۱	۱۹۸	۲۰۰	۰	۲۰۰	۶	
۰	۰	۰	۰	۱۹۸	۱۹۶	۱	۲۰۰	۷	
۱	۱	۱	۱	۲۰۰	۲۰۰	۰	۲۰۰	۸	
۰	۰	۰	۰	Δ-	Δ-	۰	Δ-	۹	
۰	۰	۰	۰	۱۹۸	۱۹۸	۱	۲۰۰	۱۰	
%۲۹۶		%۲۲۴		۵	۴	۱۷۸۹	۱۷۸۴	۳	۱۸۰۰

جدول ۲: داده ها و نتایج بررسی اثر میدان مغناطیسی ۲mT و فرکانس ۳۵Hz بر روی کروموزوم های لنفوسیت های خون محیطی گروه های شاهد و آزمون موش (۴۰ رت)

درصد ناهنجاری کروموزومی		پلاک های دارای ناهنجاری		تعداد پلاک های کروموزومی بررسی شده گروه آزمون *		پلاک های دارای ناهنجاری	تعداد پلاک های کروموزومی بررسی شده گروه شاهد	مشخصات پلاک ها	نمونه
B	A	B	A	B	A				
-	-	-	-	۱۰۰	Δ-	۰	۱۰۰	۱	
۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۱۰۰	۲	
۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۹۵	۰	۱۰۰	۳	
-	-	-	-	۱۰۰	-	-	Δ-	۴	
۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۱۰۰	۵	
-	-	-	-	Δ-	-	-	-	۶	
۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۱۰۰	۷	
۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۲۸	۸	
۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۸۵	۰	۷۲	۹	
۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۸	۰	۱۰۰	۱۰	
۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	-	-	۱۱	
۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	-	-	۱۲	
۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	-	-	۱۳	
-	۰	-	۰	-	۱۰۰	-	-	۱۴	
۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	-	-	۱۵	
۰	۰	۰	۰	۱۳۰۰	۱۰۸۹	۰	۷۰۰	مجموع	

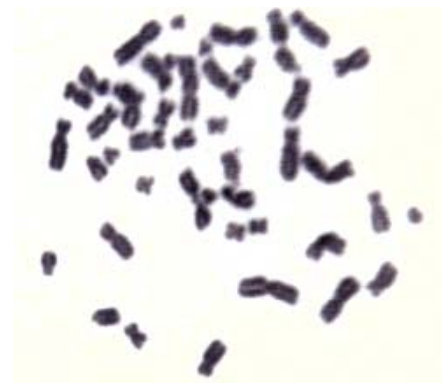
* گروه آزمون A: ۳۰ دقیقه در معرض میدان مغناطیسی ۲ میلی تسلا و فرکانس ۳۵ هرتز
 گروه آزمون B: ۶۰۰ دقیقه در معرض میدان مغناطیسی ۲ میلی تسلا و فرکانس ۳۵ هرتز
 Δ به علت آلودگی محیط کشت پلاک کروموزومی وجود نداشت.

جدول ۳: داده‌های تأثیر میدان مغناطیسی ۲mT و فرکانس ۳۵Hz بر کروموزوم‌های لنفوسیت‌های خون محیطی گروه‌های شاهد و آزمون انسان و موش (رت)

گروه	مشخصات پلاک‌ها			
	تعداد نمونه‌های خون	تعداد پلاک کروموزومی	پلاک‌های دارای ناهنجاری	درصد ناهنجاری
انسان	شاهد	۱۸۰۰	۳	۰/۱۶۶
	آزمون ۳۰ دقیقه	۱۷۸۴	۴	۰/۲۲۴
	آزمون ۶۰ دقیقه	۱۶۸۹	۵	۰/۲۹۶
موش	شاهد	۷۰۰	۰	۰
	آزمون ۳۰ دقیقه	۱۰۸۹	۰	۰
	آزمون ۶۰ دقیقه	۱۳۰۰	۰	۰



۲n=۴۶ (ب)



۲n=۴۲ (الف)

شکل ۲: گسترش‌های کروموزومی از لنفوسیت‌های خون محیطی آزمون‌های الف) انسان (۲n=۴۶) و ب) موش (۲n=۴۲) که ۶۰ دقیقه تحت تابش میدان مغناطیسی ۲mT با فرکانس ۳۵Hz قرار گرفته‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی نتایج داده‌های آنالیز کروموزومی لنفوسیت‌های خون محیطی انسان و موش (رت) که به ترتیب به صورت *in vivo* و *in vitro* تحت تأثیر میدان مغناطیسی ۲ میلی‌تسلا و فرکانس ۳۵ هرتز قرار گرفته بودند افزایش معنی‌داری بین اختلاف درصدهای ناهنجاری کروموزومی گروه‌های شاهد و آزمون‌های ۳۰ و ۶۰ دقیقه تحت تابش میدان مغناطیسی مذکور نشان نداد. از آنجایی که شرایط نمونه‌برداری، کشت و برداشت سلولی، دمای محیط و محیط کشت سلولی برای تمامی نمونه‌های شاهد و آزمون از خون انسان یکسان بود بنابر این نتایج آنالیز کروموزومی گسترده‌های متافازی، افزایش درصد ناهنجاری در لنفوسیت‌های خون محیطی نمونه‌های آزمون می‌تواند نشانه‌ای دال بر تأثیر میدان مغناطیسی بر لنفوسیت‌ها در

invitro بوده و مؤید یافته‌های *Lai* و *Sing* (۱۹۹۷) در مورد افزایش فراوانی پارگی‌های رشته‌ای *DNA* در سلول‌های مغزی رت باشد (۱۶). در مطالعه مدرسی اسفه در زمینه بررسی تأثیر میدان الکترومغناطیسی در رشد و نمو جنین موش نژاد *Balb/C*، نتیجه مشابهی به دست آمده است (۲). از طرفی افزایش آپوپتوز، تغییرات میزان یون کلسیم درون سلولی و تغییرات عملکردی لنفوسیت‌ها و ماکروفاژهای انسان متعاقب قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی ثابت (۱۱)، تغییرات بیولوژیک رفتارهای سلولی و کاهش قدرت تکثیر لنفوسیت (۵) می‌تواند بیانگر تغییرات گسترده‌تر نامحسوسی در سلول‌ها بوده باشد که در نهایت بر روی ساختار کروموزومی تظاهر پیدا می‌کند. ذکر این نکته نیز لازم است که تا بحال فرضیه اثبات‌شده قطعی راجع به نحوه واکنش مستقیم میدان مغناطیسی

(۶). این که این تغییرات به هسته سلولی نیز کشانیده شده و بتواند بر روی کروموزوم‌ها نیز تأثیر بگذارد در مطالعه حاضر شواهدی به دست نداد. زمان‌های پرتودهی بالاتر از ۶۰ دقیقه، شدت میدان‌هایی بیشتر از ۲ میلی‌تسلا و استفاده از روش‌های آنالیز کروموزومی کامل‌تری (نظیر فلوسیتومتری و روش‌های اختصاصی هیبریداسیون *in situ* در بررسی ساختار ژنی مارپیچ *DNA*) برای نتیجه‌گیری صریح لازم است. در این زمینه انجام مطالعات اپیدمیولوژیک بیشتر برای درک مکانیسم‌های بیوشیمیایی و بیوفیزیکی تأثیر میدان مغناطیسی بر محیط بیولوژیک ضروری به نظر می‌رسند.

تقدیر و تشکر

این طرح با حمایت مالی اداره پژوهشی دانشگاه تبریز انجام گرفته است و در اجرای آن گروه زیست‌شناسی دانشکده علوم طبیعی و گروه برق و الکترونیک دانشکده فنی دانشگاه تبریز و گروه فیزیک پزشکی و بیوفیزیک دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز همکاری صمیمانه ای داشته‌اند. بدینوسیله لازم میدانیم از زحمات و همکاری کلیه همکاران نهایت سپاس و تشکر را داشته باشیم.

با ماده بیولوژیک در ایجاد اثرات بیولوژیکی داده نشده‌است. برخلاف داده‌های آنالیز کروموزومی لئوسیت‌های خون محیطی انسان، در نمونه‌های خونی از موش‌هایی که در میدان فوق‌قرار گرفته‌بودند افزایش درصد ناهنجاری کروموزومی نسبت به گروه شاهد مشاهده نگردید. این امر احتمالاً به علت پرتوگیری غیر مستقیم خون در اثر عبور میدان مغناطیسی از لایه‌های بافتی در شرایط *in vivo* بوده و یا اینکه میدان در حد قابل مشاهده‌ای بر روی کروموزوم‌ها اثر نگذاشته‌است. تحقیقات انجام شده توسط *Lyle* و همکارانش (۱۹۹۱) شواهدی از تغییرات نفوذپذیری غشاء سلولی لئوسیت‌های T به یون‌ها و به ویژه یون کلسیم و تغییرات عملکردی لئوسیت‌های موش متعاقب قرار گرفتن در معرض میدان مغناطیسی کم فرکانس داشته‌است (۱۷). از طرفی بررسی بر روی آسیب‌پذیری سلولی گلبول‌های قرمز خرگوش نیز افزایش استعداد آسیب‌پذیری از مواد اکسیدکننده را در حضور میدان مغناطیسی نشان داده‌است (۱۰). تغییر در تمایز اسپرما توگونی موش‌ها متعاقب ۲۸ روز قرارگیری چهارساعته در معرض میدان مغناطیسی ۵۰ هرتزی نشانگانی از تأثیر بر ساختار هسته سلولی این گونه سلول‌ها است

Summary

Effects of 35 Hz, 2 mT Magnetic Field on Peripheral Blood Lymphocytes of Human *In Vitro* and Rat *In Vivo*

Pirayesh-Islamian J., MSc.¹, Hossainpour-Faizi M.A., PhD.², Akbary-Kameranwarr S., MSc.³, Ahrabian G.h., MSc.⁴ and Estekhdami-Mahinmorady S., BSc.⁵

1. Faculty Member, Department of Medical Physics & Biophysics, School of Medicine, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran, 2. Professor of Radiobiology, 3. Faculty Member, School of Natural Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran., 4. Faculty Member, Department of Poner & Electronics, University of Tabriz, Tabriz, Iran. 5. Batchler of Science in Radiology, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.

In this research we have studied the effects of extremely low frequency magnetic field on the peripheral blood lymphocytes chromosomes of human in vitro and rat in vivo. By this means, we used 60 blood samples of 10 men as well as 40 rats. Of 60 human blood samples, 40 samples (in two group of 20) were selected as test groups and placed into the 2 mT and 35 Hz magnetic field. The blood samples, then, with 20 samples of control groups cultured for chromosomal analysis of lymphocytes cells. Of 40 rats, 30 rats, in two group of 15, were also placed into the same magnetic field, and cultured with 10 control rats for chromosomal analysis of lymphocytes cells. The analysis results of 5373 metaphasic cells from human bloods (3573 test cells and 1800 control cells) showed that there was no significant differences among the percentages of chromosomal aberrations of control (0.16%), 30 and 60 minutes test (0.224%, 0.296%) groups respectively ($p_{30} > 0.28, p_{60} > 0.15$). There was no chromosomal aberrations in 3089 metaphasic lymphocytes of rats (2389 test cells and 700 control cells).

Key words: Magnetic field, Extremely low frequency field, Lymphocytes, Chromosome
Journal of Kerman University of Medical Sciences, 2003; 10(4): 211-218.

منابع

۱. حسین پورفیضی، محمدعلی و پیرایش اسلامیان، جلیل: ارزیابی تأثیرات میتوززایی انواع وارپته‌های منطقه‌ای لویبای قرمز بر روی لنفوسیت‌های خون محیطی انسان در *in vitro*. طرح پژوهشی دانشگاه تبریز، رادیوبیولوژی، ۱۳۷۷، ص ۱۹-۷، ۴۷-۴۳.
۲. مدرسی اسفه مهرداد. بررسی تأثیر میدان الکترومغناطیسی در رشد و نمو جنین موش نژاد Balb/C در روزهای ۶، ۷ و ۸ حاملگی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت معلم تهران، دانشکده علوم (زیست شناسی) ۱۳۷۰، ص ۱۴۳.
3. Bardasano JL, Meyer AT and Picazo L. Pineal cells with multipolar spindles in chicken embryos exposed to magnetic fields - first trails. *Z Mikrosk Anat Forsch* 1986; 100(1): 851-92.
4. Cameron L, Hunter KE and Winters WD. Retardation of embryogenesis by extremely low frequency 60 Hz electromagnetic fields. *Physiol Chem Phys Med NMR* 1985; 17(1): 135-8.
5. Conti D, Gigante GE, Cifone MG *et al*. Mitogen dose- dependent effect of weak pulsed electromagnetic field on lymphocyte blastogenesis. *FEBS-Lett*. 1986; 199(1): 130-4.
6. De Vita R, Cavallo D, Raganella L, Eleuteri P, Grillino MG and Calugi A. Effects of 50 Hz magnetic fields on mouse spermatogenesis monitored by flow cytometric analysis. *Bioelectromagnetics* 1995; 16(5): 330 - 34.
7. Delgado JMR, Leal J, Monteagudo JL and Garcia MG. Embryological changes induced by weak, extremely low frequency electromagnetic fields. *J Anat* 1982; 134(Pt3): 533-51.
8. Ericson A and Kallen B. An epidemiological study of work with video screens and pregnancy outcome :A case control study. *Am J Ind Med* 1986; 9(5): 459-75.
9. Falugi C, Grattarola M and Prestipino G. Effects of low-intensity pulsed electromagnetic fields on the early development of sea Urchins. *Biophys J* 1987; 51(6): 999-1003 .
10. Fiorani M, Biagiarelli B, Vetrano F, Guidi G, Dacha M and Stocchi V. *In vitro* effects of 50 Hz magnetic fields on oxidatively damaged rabbit red blood cells. *Bioelectromagnetics* 1997; 18(2): 125-31.
11. Flipo D, Fournier M, Benquet C *et al*. Increased apoptosis, changes in intracellular ca^{2+} , and functional alterations in Lymphocytes and macrophages after *in vitro* exposure to static magnetic field. *J Toxicol Environ Health* 1998; 54(1): 63-76.
12. Goldhaber MK, Polen MR and Hiatt AR. The risk of miscarriage and birth defects among women who use visual display terminals during pregnancy. *Am J In Med* 1988; 13(6): 695-706.
13. Jokela K, Aaltonen J and Lukkarinen A. Measurements of electromagnetic emissions from video display terminals at the frequency range from 30-Hz to 1 MHz. *Health Phys* 1989; 57(1): 79-88.
14. Jordan A, Scholz R, Wust P *et al*. Effects of magnetic fluid hyperthermia MFH on C3H mammary carcinoma *in vivo*. *Int J Hyperthermia* 1997; 13(6): 587-605.
15. Juutilainen J. Effects of low- frequency magnetic fields on embryonic development and pregnancy. *Scand J Work Environ Health* 1991; 17(3): 149-158
16. Lai H and Singh NP. Acute exposure to a 60-Hz magnetic field increases DNA strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics* 1997; 18(2): 156-165.
17. Lyle DB, Wang XH, Ayotte RD, Sheppard AR and Adey WR. Calcium Uptake by Leukemic and normal T-lymphocytes exposed to low-frequency magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 1991; 12(3): 145-56.
18. Martin AH. Magnetic fields and time dependent effects on development. *Bioelectromagnetics* 1988; 9(4): 393-406.
19. McDonald AD, Cherry NM, Delorme C and McDonald JC. Visual display units and pregnancy: evidence from the Montreal survey. *J Occup Med* 1986; 28(12): 1226-31.
20. McGivern RF, Sokol RZ and Adey WR. Prenatal exposure to a low-frequency electromagnetic field

- demasculinizes adultscnt marking behavior and increases accessory sex organ weights in rats. *Teratology* 1990; 41(1): 1-8 .
21. Ueno S, Kitahara T, Harada K and shiokawa L. The effects of ELF magnetic and electric fields on the embryonal development of frogs, Bioelectromagnetics Socity, Proceedings of the 7th annual meeting. 1985; June 16-20.
22. Zimmerman S, Zimmerman AM, Winters WD and Cameron IL. Influence of 60Hz magnetic fields on sea Urchin development. *Bioelectromagnetics* 1990; 11(1): 37-45 .