Archive of SID

● مجلهٔ دانشگاه علوم پزشکی کرمان، دورهٔ دهم، شمارهٔ ۴، ص ۲۱۸-۲۱۱، ۱۳۸۲

مقاله پژوهشی

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 [۱]، دکتر محمد علی حسینپور فیضی [۲]، سیامک اکبری کامران ور [۳]، مهندس قاسم اهرابیان [۴] و سیاووش استخدامی مهین مرادی [۵]

خلاصه

هدف از این پژوهش، بررسی اثرات میدان مغناطیسی کم فرکانس(low frequency) برروی 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 ۲۰تایی به ترتیب به مدت ۳۰ و ۶۰ دقیقه در داخل میدان مغناطیسی ۲ میلی‌تسلا و ۳۵ هرتز قرارداده 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 دوگروه ۱۵تایی درمیدان مغناطیسی ذکر شده قرارگرفتند 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 آمده 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 به‌ترتیب 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 ازگروه شاهد) نیز هیچگونه ناهنجاری کروموزومی مشاهده نگردید.

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

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

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

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 (۳۸) . البته کلیه ساکنان کره زمین در معرض میدان مغناطیسی ثابت زمین (۰/۰۳-۰/۰۲میلی‌تسلا) قرار دارند که خود این میدان نیز می‌تواند تحت تأثیر میادین مغناطیسی سایر کرات آسمانی (مخصوصاً خورشید و ماه) قرار گیرد. طوفان‌های شدید مغناطیسی درسطح 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 میادین 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 میادین نسبتاً قوی الکترومغناطیسی وجود دارد. برخلاف میدان مغناطیسی زمین ، میادین مغناطیسی حاصل از جریان‌های الکتریکی، شکلی متناوب داشته و از فرکانس‌های متفاوتی برخوردارند. بر این اساس میادین مغناطیسی در دستجات کم و پرفرکانس (low & high frequency) طبقه‌بندی شده‌اند . میادین 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 درحدود ۱۰-۶ آمپرمتر می‌باشد (۱۵). بررسی اثرات میادین 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 میادین الکترومغناطیسی نسبتاً بالا زندگی و یا به طور مداوم کار می‌کنند (۱۲،۱۴،۲۰) و همچنین مطرح شدن احتمال ارتباط بروز سرطان های کودکان و زندگی در مجاورت خطوط برق فشارقوی و در مقابل آن قلت نتایج قطعی درمطالعات اپیدمیولوژیک دراین زمینه (۱۳،۱۹)، ما را بر آن داشت که بررسی حاضر را برروی تأثیرات میدان مغناطیسی ۲ میلی‌تسلا با فرکانس ۳۵ هرتز بر کروموزوم‌های (به عنوان حساس‌ترین شاخص بیولوژیک اثرات عوامل محرک مختلف) لنفوسیت‌های خون محیطی انسان در *in vitro* و موش (رت) در *in vivo* انجام دهیم .زیرا که این محدودهٔ شدت میدان مغناطیسی و فرکانس پایین به عنوان مقادیر پایه در تحقیقات مرتبط بکار برده می‌شوند.

مواد و روش‌ها

انتخاب نمونه-۱۰ نفرانسان (مردسالم) تحت نمونه‌برداری خون وریدی از ورید جلو بازویی قرار گرفتند و از هر نمونه خون ۶ محیط کشت تلقیح شده و در گروه های دو تایی تقسیم بندی شدند (۲ عدد به عنوان شاهد و ۴ عدد به عنوان آزمون). در مورد موش‌ها نیز ۴۰ رت بالغ (از هردو جنس) در گروه های 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،۸ هرتز و شدت میدان در۴ محدوده ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌تسلا طراحی و ساخته شد. میدان حجمی استوانه‌ای به قطر و ارتفاع مؤثر به‌ترتیب ۹سانتی‌متر و۶/۳ سانتی‌متر از چهارکلاف سولنوئید ۶۰

www.SID.ir

Archive of SID

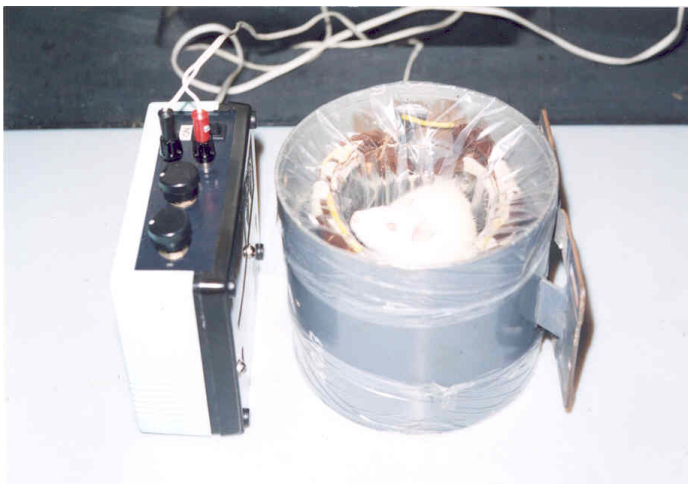
دوری ازسیم پیچ مسی به قطر ۰/۵۵ میلی مترتشکیل می‌شد و شکل موج آن مربعی بود. برای سنجش میدان مغناطیسی حاصل از دستگاه Digital EMF tester 8050 ساخت کشور پرتقال استفاده شد که محدوده اندازه‌گیری آن در حد میکرو تا میلی‌تسلا بود.

پرتودهی نمونه‌های آزمون

الف) خون انسان: از ۱۰ نفرمرد نمونه‌های خون وریدی از محل ورید جلو بازویی درشرایط استریل تهیه شده و هر نمونه خون به ۶ حجم ۰/۲ میلی‌لیتری در لوله‌های استریل (لوله‌های ۱و۲ 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 ۰/۲±۳۷/۲ 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.

ب) موش : برای پرتودهی رت ها، تعداد ۴۰ رت (نر و ماده) ازنژاد ویستار با متوسط وزن ۲۵۰ گرم انتخاب گردید و در سه دسته شاهد (۱۰ رت)، آزمون‌های ۳۰ دقیقه‌ای (۱۵ رت) و ۶۰ دقیقه‌ای (۱۵ رت) تقسیم شدند. هر بار یک موش آزمون در داخل میدان مغناطیسی ۲ میلی‌تسلا با فرکانس ۳۵ هرتز قرار داده می‌شد (شکل۱) و بعد از اتمام زمان پرتودهی، بعد از بیهوشی با کلروفرم و باز کردن قفسه سینه، با استفاده از سرنگ ۱ میلی‌لیتری (سرنگ انسولین) هپارینه مستقیماً از قلب نمونه‌برداری می‌شد. سپس نمونه‌های خون موش در دو لوله محیط کشت کامل ، کشت داده شده و جهت تکثیر سلولی ۷۲ ساعت در انکوباتور قرار داده می‌شدند.

کشت های خون کامل انسانی و موش‌ها بعد از اتمام زمان انکوباسیون با افزودن ماده مهارکننده تقسیم میتوزی (۰/۲ میلی‌لیتر از کلشی‌سین ۱۰µg/ml) به روش میکرو برداشت می‌شدند (۱). لنفوسیت‌های متافازی بعد از گسترش و رنگ‌آمیزی با گیمسای ۱۰٪ با میکروسکپ نوری (۱۰۰۰*) مورد مطالعه کروموزومی قرار می‌گرفتند. برای مطالعه آماری یافته‌ها در گروه های شاهد و آزمون از روش آزمون آماری Z استفاده گردید. در جداول ۱ و۲ داده‌های مطالعه کروموزومی لنفوسیت‌های خون محیطی گروه های شاهد و آزمون انسانی و موش ارائه شده است .



شکل ۱: *نحوهٔ پرتو دهی موش (Rat) در داخل دوپل میدان مغناطیسی (سلنوئید ۱ mT با فرکانس ۱۵ Hz) استوانه‌ای به قطرو ارتفاع مؤثر به‌ترتیب ۹سانتی‌متر و۶/۳ سانتی‌متر متشکل از چهارکلاف سولنوئید ۶۰ دوری ازسیم پیچ مسی به قطر ۰/۵۵ میلی متر.*

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

الف - نتایج آنالیز کروموزومی خون محیطی انسان: بررسی داده‌های آنالیز کروموزومی لنفوسیت‌های خون محیطی انسان در گروه شاهد، درصد ناهنجاری پایه کروموزومی را برای ۱۸۰۰ پلاک متافازی ۰/۱۶ درصد نشان داد. در مقایسه داده‌های آنالیز کروموزومی لنفوسیت‌های خونی گروه های آزمون ۳۰ و ۶۰ دقیقه تحت تابش میدان مغناطیسی ۲ میلی‌تسلا و ۳۵ هرتز، افزایش درصد ناهنجاری کروموزومی از ۰/۱۶ درصد (درگروه شاهد) به ترتیب به ۰/۲۲۴ درصد (۱۷۸۴ پلاک متافازی) و ۰/۲۹۶ درصد (۱۶۸۹ پلاک متافازی) وجود داشت که ازلحاظ آماری (روش آزمون Z) اختلاف ناهنجاری بین دو گروه معنی‌دار نبود ($p > ۰/۲۸$ و $Z=۰/۵۷۱$ برای ۶۰ دقیقه و $p > ۰/۱۵$ و $Z=۱/۰۲۸$ برای ۳۰ دقیقه پرتوگیری).

ب - نتایج آنالیز کروموزومی خون محیطی موش رت: بررسی داده‌های آنالیز کروموزومی لنفوسیت‌های خون محیطی موش‌های گروه های شاهد (۷۰۰ پلاک متافازی) و آزمون ۳۰ دقیقه (۱۰۸۹ پلاک متافازی) و ۶۰ دقیقه (۱۳۰۰ پلاک متافازی) تحت تابش میدان مغناطیسی ۲ میلی‌تسلا و ۳۵ هرتز، درصد ناهنجاری هر سه گروه را صفر نشان داد (جدول ۳). در شکل ۲ نمونه‌هایی از گسترش‌های کروموزومی لنفوسیت‌های انسانی و موش که تحت تابش میدان مغناطیسی ذکر شده به مدت ۶۰ دقیقه قرار گرفته‌اند ارائه شده است.

جدول ۱ : *داده هاو نتایج بررسی اثرمیدان مغناطیسی ۲mT و فرکانس ۳۵Hz بر روی کروموزوم‌های لنفوسیت‌های خون محیطی گروه های شاهد و آزمون انسان*

مشخصات / پلاک‌ها — نمونه	تعداد پلاک‌های کروموزومی بررسی شده گروه شاهد	پلاک‌های دارای ناهنجاری	تعداد پلاک‌های کروموزومی بررسی شده گروه آزمون *		پلاک‌های دارای ناهنجاری		درصد ناهنجاری کروموزومی	
			A	B	A	B	A	B
۱	۲۰۰	۰	۲۰۰	۲۰۰	۰	۱	۰	۱
۲	۲۰۰	۰	۱۹۸	۲۰۰	۰	۰	۰	۰
۳	۲۰۰	۱	۱۹۶	۱۹۵	۱	۱	۱/۰۲	۱/۰۳
٤	۲۰۰	۰	۱۹۶	۲۰۰	۱	۰	۱/۰۴	۰
۵	۲۰۰	۰	۲۰۰	۲۰۰	۰	۱	۰	۱
٦	۲۰۰	۰	۲۰۰	۱۹۸	۱	۱	۱	۱
۷	۲۰۰	۱	۱۹۶	۱۹۸	۰	۰	۰	۰
۸	۲۰۰	۰	۲۰۰	۲۰۰	۱	۱	۱	۱
۹	Δ–	۰	Δ–	Δ–	۰	۰	۰	۰
۱۰	۲۰۰	۱	۱۹۸	۱۹۸	۰	۰	۰	۰
مجموع	۱۸۰۰	۳	۱۷۸۴	۱۷۸۹	۴	۵	٪۲۲۴	٪۲۹۶

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ : *داده ها و نتایج بررسی اثرمیدان مغناطیسی ۲mT و فرکانس ۳۵Hz بر روی کروموزوم‌های لنفوسیت‌های خون محیطی گروه های شاهد و آزمون موش (۴۰رت)*

مشخصات پلاک‌ها / نمونه	تعداد پلاک‌های کروموزومی بررسی شده گروه شاهد	پلاک‌های دارای ناهنجاری	تعداد پلاک‌های کروموزومی بررسی شده گروه آزمون *		پلاک‌های دارای ناهنجاری		درصد ناهنجاری کروموزومی	
			A	B	A	B	A	B
۱	۱۰۰	۰	Δ–	۱۰۰	–	–	–	–
۲	۱۰۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
۳	۱۰۰	۰	۹۵	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
٤	Δ–	–	–	۱۰۰	–	–	–	–
۵	۱۰۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
٦	–	–	–	Δ–	–	–	–	–
۷	۱۰۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
۸	۲۸	۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
۹	۷۲	۰	۸۵	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
۱۰	۱۰۰	۰	۸	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
۱۱	–	–	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
۱۲	–	–	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
۱۳	–	–	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
۱٤	–	–	۱۰۰	–	۰	–	۰	–
۱۵	–	–	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
مجموع	۷۰۰	۰	۱۰۸۹	۱۳۰۰	۰	۰	۰	۰

* گروه آزمون A: ۳۰دقیقه در معرض میدان مغناطیسی ۲ میلی‌تسلا و فرکانس ۳۵هرتز

گروه آزمون B: ۶۰ دقیقه در معرض میدان مغناطیسی ۲ میلی‌تسلا و فرکانس ۳۵هرتز

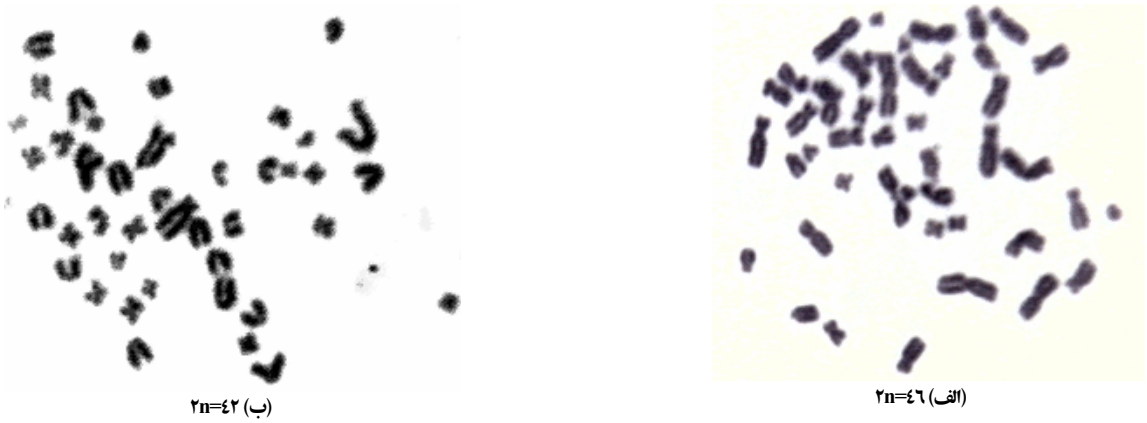
Δ به علت آلودگی محیط کشت پلاک کروموزومی وجود نداشت.

جدول۳ : *داده‌های تأثیرمیدان مغناطیسی ۲mT و فرکانس ۳۵Hz بر کروموزوم‌های لنفوسیت‌های خون محیطی گروه های شاهد و آزمون انسان و موش (رت)*

مشخصات پلاک‌ها / گروه		تعدادنمونه‌های خون	تعدادپلاک کروموزومی	پلاک های دارای ناهنجاری	درصد ناهنجاری
انسان	شاهد	۲۰	۱۸۰۰	۳	۰/۱۶۶
	آزمون ۳۰دقیقه	۲۰	۱۷۸۴	۴	۰/۲۲۴
	آزمون ٦۰دقیقه	۲۰	۱۶۸۹	۵	۰/۲۹۶
موش	شاهد	۱۰	۷۰۰	۰	۰
	آزمون ۳۰دقیقه	۱۵	۱۰۸۹	۰	۰
	آزمون ٦۰دقیقه	۱۵	۱۳۰۰	۰	۰

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲: *گسترش‌های کروموزومی از لنفوسیت‌های خون محیطی آزمون‌های الف) انسان (۲n=٤٦) و ب) موش (۲n=٤۲) که ٦۰ 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 به‌ترتیب به صورت *in vitro* و *in vivo* تحت تأثیر میدان مغناطیسی ۲ میلی‌تسلا و فرکانس ۳۵ هرتز قرار گرفته‌بودند افزایش معنی‌داری بین اختلاف درصدهای ناهنجاری کروموزومی گروه های شاهد و آزمون‌های ۳۰ و ۶۰ دقیقه تحت تابش میدان مغناطیسی مذکور نشان نداد .از آنجایی‌که 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 پارگی های 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 تکثیری لنفوسیت (۵) می‌تواند بیانگر تغییرات گسترده‌تر نامحسوسی درسلول‌ها بوده باشد که در نهایت بر روی ساختارکروموزومی تظاهر پیدا می‌کند. ذکر این نکته نیز لازم است که تا بحال فرضیه اثبات‌شده قطعی راجع به نحوه واکنش مستقیم میدان مغناطیسی با ماده بیولوژیک در ایجاد اثرات بیولوژیکی داده نشده‌است. برخلاف داده‌های آنالیز کروموزومی لنفوسیت‌های خون محیطی انسان ، درنمونه‌های خونی از موش‌هایی که در میدان فوق قرار 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 نگذارده است. تحقیقات انجام شده توسط Lyle و همکارانش (۱۹۹۱) شواهدی از تغییرات نفوذپذیری غشاء سلولی لنفوسیت‌های T به یون‌ها و به ویژه یون کلسیم و تغییرات عملکردی لنفوسیت‌های موش متعاقب قرار گرفتن در معرض میدان مغناطیسی کم فرکانس

www.SID.ir

Archive of SID

داشته‌است (۱۷). از طرفی بررسی بر روی آسیب‌پذیری سلولی گلبول‌های قرمز خرگوش نیز افزایش استعداد آسیب‌پذیری از مواد اکسیدکننده را در حضور میادین مغناطیسی نشان داده‌است (۱۰). تغییر در تمایز اسپرماتوگونی موش‌ها متعاقب ۲۸ روز قرارگیری چهارساعته در معرض میدان مغناطیسی ۵۰ هرتزی نشانگانی از تأثیر بر ساختار هسته سلولی این گونه سلول‌ها است (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. زمان های پرتودهی بالاتر از ۶۰ دقیقه، شدت میدان هایی بیشتر از ۲ میلی‌تسلا و استفاده از روش‌های آنالیز کروموزومی کامل‌تری (نظیر فلوسیتومتری و روش‌های اختصاصی هیبریداسیون in situ دربررسی 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 زیست شناسی 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 داشته اند. بدینوسیله لازم میدانیم از زحمات و همکاری کلیه همکاران نهایت سپاس و تشکر را داشته باشیم.

منابع

۱. حسین پورفیضی، محمدعلی و پیرایش اسلامیان، جلیل: ارزیابی تأثیرات میتوززایی انواع واریته‌های منطقه‌ای لوبیای 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 نژادBalb/Cدر روزهای ۵،۶و۷ 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 mangnetic 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 out come :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

www.SID.ir

Archive of SID

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. *Bioelectromagenetics* 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-frequencey electromagnetic field demasculinizes adultscent 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 .

www.SID.ir