Archive of SID

اثرات میدان الکترومغناطیس با فرکانس ۳میلی تسلا بر فرا ساختمان قلب در موش صحرایی

رویا انصاری سامانی*[۱]، دکتر جعفر سلیمانی راد[۲]، اعظم عسگری[۱]، فاطمه تاجی[۱]، جمشید ابراهیم پور سامانی[۳]

[۱]مرکز تحقیقات گیاهان دارویی- دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران، [۲]گروه بافت شناسی- دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران، [۳]دانشگاه پیام نور واحد سامان، شهرکرد، ایران.

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۱ اصلاح نهایی: ۸۹/٤/۷ تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/٤

چکیده:

زمینه و هدف: **شرایط زندگی مدرن سبب شده است که انسان به طور مداوم در معرض میدان های الکترومغناطیس قرار گیرد. مطالعات اپیدمیولوژیک و آزمایشگاهی حیوانی اثر سوء میدان های الکترومغناطیس را بر سیستم های بیولوژیک نشان داده است. این مطالعه با هدف تعیین اثرات میدان های الکترومغناطیس بر فرا ساختمان سلول های قلبی انجام شد.**

روش بررسی: **در این مطالعه تجربی ۳۰ سر رت ماده نژاد ویستار به دو گروه آزمایش و کنترل (در هر گروه پانزده سر) تقسیم شدند. رت های گروه آزمایش به مدت ٤ ماه و روزانه ٤ ساعت در معرض میدان الکترومغناطیس با شدت ۳ میلی تسلا قرار گرفتند. پس از اتمام این مدت حیوانات گروه آزمایش و کنترل کشته و نمونه های قلب جهت مطالعه با میکروسکوپ الکترونی آماده شدند. سلول ها از نظر کمی و تعداد در دو گروه کنترل و آزمایش با استفاده از آزمون t-test تجریه و تحلیل شدند.**

یافته ها: **یافته ها نشان داد که هسته سلول های عضله قلبی کوچک، متراکم و هتروکروماتیک شده اند به طوری که میانگین قطر هسته در گروه کنترل و آزمایش به ترتیب ۰/۰۰۵±۰/۰۸۵ و ۰/۰۰۹±۰/۰۵۷ میلی متر (P<۰/۰۰۱) و نسبت اقطار در هسته به ترتیب ۱/۸۰±۰/۱۵ و ۱/۳۲±۰/۳۰ میلی متر (P<۰/۰۵) بود. همچنین طبقه زیر آندوکاردی در قلب نامنظم و میتوکندری ها متورم تر شده و کریستاهای آنها نا منظم و مبهم دیده می شد. پیدایش شکاف در حد فاصل غشائ پایه و سلول های آندوتلیال عروق بین عضلانی قلب و نازکتر شدن لایه اپیکاردی در قلب از دیگر تغییرات مشاهده شده در این پژوهش بود.**

نتیجه گیری: **این یافته ها بیانگر اثرات سوء قرارگیری طولانی مدت در معرض میدان های الکترومغناطیس بر سیستم قلبی-عروقی می باشد که لزوم اتخاذ تدابیر حفاظتی از لطمات احتمالی آن را مطرح می کند.**

واژه های کلیدی: اپیکارد، قلب، میدان الکترومغناطیس، موش صحرایی.

مقدمه:

بقا و حیات انسان بر روی زمین وابسته به میدان های الکترومغناطیس (EMF) ضعیف و طبیعی می باشد که میدان های طبیعی با شدت پایین حاصل دو منبع اصلی خورشید و رعد و برق هستند. اما در سال های اخیر با پیشرفت تکنولوژی میدان های ساخت بشر با طیف های مختلف در علم و صنعت، منازل، محیط های کاری و بیمارستان ها و یا حتی وسایل الکترونیکی که افراد با خود حمل می کنند دانشمندان و به طور کلی عامه مردم را هر چه بیشتر نگران عواقب بیولوژیکی احتمالی این میدان ها کرده است (۱).

کاربردهای این امواج در پزشکی عبارتند از: کاربردهای تشخیصی در ام آرآی (۲) جهت جلوگیری از رشد سرطان در حیوانات (۳)، درمان تومور پروستات (۴)، در ترمیم و بهبود استخوان و بافت های نرم (۵). تحقیقات گسترده ای در ارتباط با محدوده سلامت انجام شده ولی تاکنون نتایج قطعی بدست نیامده است مطالعات اپیدمیولوژیک نشان می دهد که میدان هایی با جریان ۶۰ هرتز و قدرت بیشتر از ۲ میلی تسلا در

*نویسنده مسئول: شهرکرد- رحمتیه-دانشگاه علوم پزشکی- مرکز تحقیقات گیاهان دارویی-تلفن:۰۳۸۱-۳۳٤٦٦۹۲، E-mail:ansarisamani@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

محیط های زندگی و کار ریسک ابتلا به سرطان را افزایش می دهد (۶). به طور کلی میدان های الکترومغناطیس با شدت های مختلف بر شیوع اختلالات تکامل جنینی، نازایی، بروز اختلالات عصبی و خواب، بیماری های گوارشی، قلبی - عروقی، نئوپلاسم های گوناگون از جمله بافت خونساز، لنفاوی و غیره موثر می باشند (۷).

امروزه اثر میدان های الکترومغناطیس بر موجودات زنده یکی از مباحث مهم علمی است و احتمال افزایش خطر ابتلا به بیماری های قلبی عروقی در میان مردمی که در معرض میدان های الکترومغناطیس قرار می گیرند و سوالات مشابه دیگر باعث شده که متخصصین در این زمینه به پژوهش وسیعی بپردازند. از طرفی تحقیقات انجام شده در این خصوص بیشتر به صورت گذشته نگر بوده و نظرات مختلفی در مورد اثرات میدان های الکترومغناطیس روی موجودات زنده ارایه شده است. با عنایت به این که میدان های الکترومغناطیس متعددی ناشی از کابل های برق فشار قوی، اجسام بزرگ فرومغناطیس مانند آسانسورها، اتومبیل ها، قطارها و همچنین میدان های الکترومغناطیس حاصل از رادیو، تلویزیون، مانیتورهای کامپیوتر و وسایل و لوازم خانگی در محیط زیست وجود دارد (۸). مکانیسم عمل و اثرات دقیق میدان های الکترومغناطیس هنوز به طور کامل شناخته نشده است. با در نظر گرفتن نقش گسترده منابع مولد امواج غیر یونیزان ناشی از شدت جریان ۶۰-۵۰ هرتز در زندگی انسان و افزایش مشکلات قلبی - عروقی ناشی از عوامل محیطی در جوامع امروزی مطالعه حاضر با هدف تعیین اثرات میدان های با قدرت ۳ میلی تسلا بر سیستم قلب و عروق رت توسط میکروسکوپ الکترونی انجام شد.

روش بررسی:

در این مطالعه تجر بی از ۳۰ سر موش صحرایی نژاد ویستار با وزن ۱۵۰ تا ۲۰۰ گرم و سن ۵ هفته استفاده شد. رت ها به طور تصادفی به دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم شدند و در هر گروه ۱۵ رت مورد مطالعه قرار گرفت. شرایط نگهداری به طور مطلوب از لحاظ نور و درجه حرارت و رطوبت در نظر گرفته شد. در گروه آزمایش رت ها روزانه ۴ ساعت به مدت ۴ ماه تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس با شدت ۳ میلی تسلا با دستگاه مولد میدان الکترومغناطیس قرار گرفتند. گروه کنترل که شرایط زیست و تغذیه مشابه گروه آزمایش داشتند و فقط تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس قرار نمی گرفتند.

دستگاه مولد میدان الکترومغناطیس بر اساس تئوری پیچه هلمهوتز در دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز (گروه بافت شناسی) دانشگاه علوم پزشکی تبریز طراحی و ساخته شده بود. دستگاه میدانی با جریان متناوب ۵۰ هرتز و شدت ۸۰ گوس تولید می نمود که البته شدت جریان توسط یک ترانسفورماتور که ملحق به دستگاه مولد میدان بود کنترل می شد بدین معنی که این ابزار شامل دو بخش: در بخش نخست دو سیم پیچ مسی با فاصله ای حدود ۵۰ سانتیمتر از هم جایگزین شده بودند و حد فاصل آنها استوانه ای چوبی محل قرارگیری قفس های موش ها بود و بخش دوم مولد میدان عبارت بود از یک ترانس که ورودی و خروجی برق به دستگاه از این طریق می گذشت و توسط یک ولتمتر، ولتاژ برق و توسط یک آمپرمتر شدت جریان را نشان می داد (۹).

هر دو گروه پس از اتمام ۴ ماه با استفاده ازکلروفرم بیهوش و پس از انفوزیون پارافرمالدئید به داخل بطن چپ و متوقف شدن ضربانات قلب از قلب آنها نمونه برداری شد. نمونه ها پس از خارج شدن از بدن حیوان در داخل بافر فسفات ۰/۱ مولار شستشو داده

www.SID.ir

Archive of SID

و سپس در فیکساتیو قرار داده شدند، برای انجام این بررسی پس از تشریح و نمونه برداری مراحل آماده سازی بافت جهت مطالعه با میکروسکوپ الکترونی انجام گرفت، بدین ترتیب که در مرحله ثبوت نمونه ها با استفاده از فیکساتیو اول: گلوتارآلدید ۲ درصد مخلوط با پارافرمالدئید ۱۰ درصد و سپس فیکساتیو دوم: تتراکسید اسمیوم بافر شده ۱ درصد آماده شده و پس از آن برای مرحله آبگیری از اتانول با درجات صعودی استفاده شد. در مرحله جایگزینی ابتدا از مخلوط اتانول ۱۰۰ درصد با پروپیلین اکساید به نسبت مساوی و سپس از پروپیلین اکساید خالص به مدت ۲۰ دقیقه تا یک ساعت در زیر هود استفاده شد. سپس در مرحله آغشته سازی، ابتدا از مخلوط پروپیلین اکساید و رزین و در پایان از رزین خالص به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد استفاده شد و پس از آن قالب گیری (Embedding) و در نهایت مقطع گیری، اصلاح و تریم (Triming) انجام شد. با استفاده از اولترا میکروتوم برش نیمه نازک ۴۵۰ نانومتری تهیه و سپس با تولوئیدین بلو رنگ آمیزی و با میکروسکپ نوری مطالعه شد پس از آن اصلاح و تریم مجدد و نهایتاً با استفاده از اولترا میکروتوم و تیغ الماسه برش نازک ۶۰ نانومتری تهیه و با یورانیل استات و سیترات سرب رنگ آمیزی شد و با میکروسکپ الکترونی مورد بررسی قرار گرفت (۱۰).

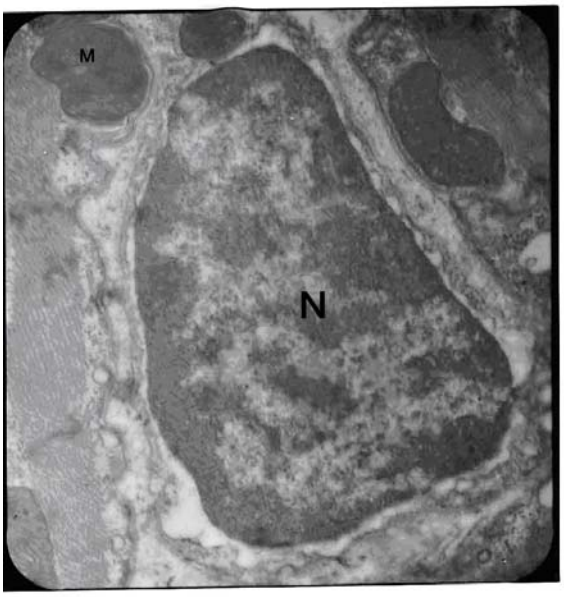
برای بررسی کمی و تعداد سلول ها، تعداد آنها در ۱۰ میدان از هر مقطع شمارش شد. بررسی مورفومتریک با انتقال تصویر به کامپیوتر و با استفاده از نرم افزار فتوشاپ انجام گرفت. برای تعیین میانگین قطر هسته با اندازه گیری اقطار بزرگ (a) و کوچک هسته (b) با استفاده از رابطه $d=\sqrt{ab}$ و برای تعیین (Axial Ratio) هسته از تناسب بین اقطار بزرگ (a) و کوچک (b) با استفاده از رابطه a/b با احتساب حداقل ۱۰ مورد از بهترین لام ها در هر موش گروه کنترل و آزمایش با استفاده از t-test مورد آنالیز آماری قرار گرفت و $P<0/05$ معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته ها:

در بررسی بافت شناسی در گروه آزمایش هتروکروماتیک، کوچک و نامنظم شدن هسته در سلول های قلبی مشاهده شد. میتوکندری ها در سلول های قلبی گروه آزمایش متورم تر شده و کریستاهای آنها نامنظم و مبهم دیده شدند.

از دیگر تغییرات، ایجاد شکاف بین سلول های آندوتلیال و غشاء پایه در عروق بین عضلانی در قلب گروه آزمایش مشاهده شد. همچنین نامنظم و پاره شدن طبقه زیر آندوکارد و نیز لایه اپیکارد قلب در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل از دیگر یافته های این بررسی بود (تصویر شماره ۱ و ۲).

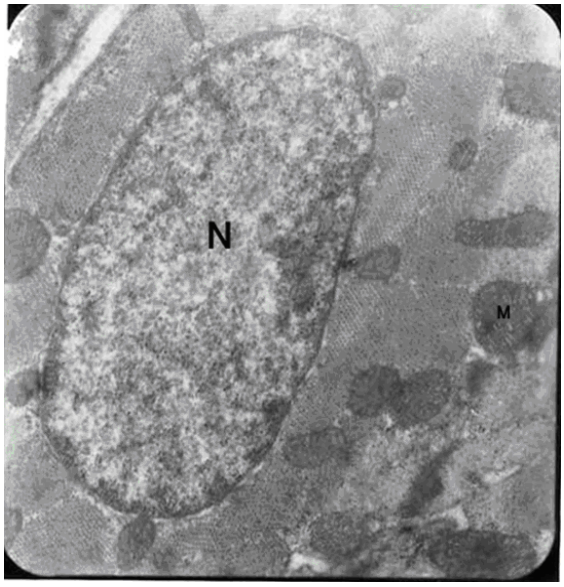
اندازه گیری اقطار کوچک و بزرگ هسته در سلول های میوکاردی نشان داد که میانگین قطر هسته در گروه کنترل ۰/۰۰۵±۰/۰۸۵ و در گروه آزمایش ۰/۰۰۹±۰/۰۵۷ میلی متر بود ($P<0/001$).



تصویر شماره ۱: الکترومیکروگراف از هسته سلول قلبی در رت گروه کنترل.
N هسته به صورت نامنظم و هتروکروماتیک دیده می شود. M میتوکندری .بزرگنمایی ۱۶۷۰۰ برابر.

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر شماره ۲: الکترومیکرواف از هسته سلول قلبی در رت گروه آزمایش.
N هسته به صورت روشن و دارای غشاء دولایه دیده می شود.
M میتوکندری زرگنمایی ۱۶۷۰۰ برابر

تناسب بین اقطار بزرگ و کوچک هسته برای تعیین Axial Ratio نشان داد که نسبت اقطار در هسته سلول های قلبی گروه کنترل ۱/۸۰±۰/۱۵ و در هسته سلول های قلبی گروه آزمایش ۱/۳۲±۰/۳۰ میلی متر بود که تفاوت بین دو گروه معنی دار بود (P<۰/۰۵). در بررسی های کمی، تعداد سلول های قلبی در گروه تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس نسبت به گروه کنترل تغییر معنی داری را نشان نداد.

بحث:

با توجه به شرایط زندگی مدرن امروزی قرار گیری در معرض میدان های الکترومغناطیسی ناشی از وسایل مختلف اجتناب ناپذیر می باشد که می تواند از منابع طبیعی ایجاد گردیده و یا توسط منابع ساخت بشر مانند ابزارهای تشخیصی، نیروگاهای هسته ای، گیرنده های تلویزیونی و...باشد (۱۱).

اثرات میدان های الکترومغناطیس بر سیستم بیولوژیک به طور نسبتاً گسترده ای مورد بررسی قرار گرفته ولی به علت قطعی نبودن نتایج حاصله و مشخص نبودن مکانیسم اثر این میدان ها، بررسی در این زمینه هنوز به طور فعال ادامه دارد (۱۲).

یافته های بررسی حاضر نشان داد که در قلب تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس، سلول های قلبی گروه آزمایش نسبت به سلول های قلبی گروه کنترل کوچکتر و متراکم تر و هسته هتروکروماتیک شده بود. متراکم شدن سلول ها می تواند ناشی از اثرات غشایی و کاهش فعالیت متابولیکی سلول های تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس باشد. در تایید این یافته نشان داده شده است که EMF بر گلیکوپروتئین های غشایی، فرآیندهای داخل سلولی از جمله عملکرد آنزیم ها، سیتواسکلت سلول، متابولیسم سلولی و هسته سلول اثر می گذارد (۱۴،۱۳) و همچنین در افرادی که در معرض میدان های الکترومغناطیس با ولتاژ بالا بوده اند تغییرات غشایی لنفوسیت ها نشان داده شده است (۱۵). در حمایت از این یافته بررسی های متعددنشان داده است که EMF می تواند بر روی ژنوم سلول تاثیر بگذارد و باعث شکسته شدن DNA در سلول های مغزی رت (۱۶) و سلول های اپیتلیال عدسی چشم در معرض امواج میکرویو (۱۷) و کاهش ترمیم DNA در سلول های سرطانی کشت شده در Invitro گردد (۱۸). بدیهی است تغییرات ژنتیکی حاصل از در معرض قرار گرفتن با EMF می تواند با تغییرات در محصولات ژنی (پروتئین ها) عمده فعالیت های سلولی را تحت تاثیر قرار دهد.

بررسی مورفومتریک نشان داد که میانگین قطر هسته و Axial Ration در گروه آزمایش کاهش یافته است که همه این تغییرات می تواند نشان دهنده کاهش فعالیت متابولیکی سلول های تحت تاثیر EMF باشد. مطالعات نشان داده است که پیکنوتیک شدن هسته و الکترودنس شدن سیتوپلاسم تحت تاثیر EMF در سلول های تیموس و سلول های تیروئیدی دیده می شود (۱۹).

بررسی های قبلی انجام شده بیانگر تغییرات هسته به صورت پیداش اشکال نامنظم و متراکم شدن آن در سلول های پورکنژ مخچه (۲۰) و هسته سلول های پوششی آندومتر رحمی (۱۰) در رت های

www.SID.ir

Archive of SID

تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس با شدت ۳ میلی تسلا بوده است.

میدان های الکترومغناطیسی از عواملی هستند که ساختار ژنتیکی سلول ها و تمایز سلولی را دچار اختلال می سازد و باعث تغییر در ساختمان کرومزوم و کروماتین می شوند (۲۱). در توجیه این یافته بیان شده است که این امر هم می تواند ناشی از تغییرات DNA و غشای هسته باشد و هم می تواند بدنبال تغییرات اسکلتی هسته حاصل شده باشد. قرارگیری در معرض میدان های الکترومغناطیس باعث کاهش پروتئینی به نام Heat shock می شود. این در شرایط استرس موجب حفظ ساختار پروتئین های سلولی می گردد (۲۲).

بنابراین میدان های الکترو مغناطیس از این نظر به عنوان یک عامل استرس زا عمل می کنند در مورد استرس زا بودن EMF یافته های قبلی نشان داده اندکه در رت های تحت تاثیر میدان الکترومغناطیسی تعداد ماکروفاژوائوزینوفیل ها نیز افزایش می یابد (۱۰) از آنجایی که تعداد ماکروفاژ ها و ائوزینوفیل ها در شرایط استرس افزایش می یابد (۱۰)، این یافته دلیلی بر استرس زا بودن EMF می باشد.

از دیگر یافته های بررسی حاضر متراکم شدن سلول ها بود که احتمالاً در ارتباط با کاهش فعالیت متابولیکی سلول می باشد. در این رابطه چون میتوکندری ها منبع تامین انرژی سلول به شمار می روند و انرژی مورد نیاز برای فعالیت های آن را فراهم می کنند تغییرات در میتوکندری ها می تواند در این اثر دخیل باشد. بررسی های انجام شده با میکروسکوپ الکترونی بیانگر تورم ارگانل های غشاء دار مانند میتوکندری و شبکه آندوپلاسمی در توبول های کلیه و نیز دیلاته شدن کریستاهای شبکه آندوپلاسمی دانه دار در سلول های تیروئیدی تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس می باشد (۱۹).

هم چنین با روش های هیستوشیمایی نشان داده شده که میزان آنزیم های میتوکندریایی تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس کاهش می یابد (۲۳). بررسی های قبلی انجام شده نیز نشان داده که EMF باعث از دست رفتن کریستاهای میتوکندری در سلول های گرانولوزای رحم (۱۰) و سیستم CNS (۲۴) می شود.

از دیگر یافته های بررسی حاضر تغییرات عروق خونی از جمله ایجاد شکاف بین سلول های آندوتلیال و غشاء پایه در عروق بین عضلانی و نامنظم و پاره شدن طبقه زیر آندوکارد در قلب بود که می تواند از اثر سوء EMF بر غشاء پایه و اسکلت سلول و نیز اتصالات سلولی ناشی شود. تغییر در اتصالات سلولی تحت تاثیر EMF با باز شدن اتصالات محکم بین سلول های آندوتلیال عروق مغزی (۲۶،۲۵) و همچنین افزایش معنی دار نفوذ پذیری ساکاروز و آلبومین در مواجهه با EMF بر روی سد خونی-مغزی به صورت In vitro گزارش شده است (۲۶). این نتایج بیانگر اثرات مخرب EMF در ایجاد شکاف بین سلول های لایه آندوتلیال و غشاء پایه در عروق خونی مخچه مخ و نخاع می باشد (۲۳).

در این مطالعه در گروه آزمایش لایه اپیکارد قلب نا منظم تر و نازکتر شده بود. با توجه به اینکه ساختمان اپیکارد دارای بافت همبندی است و الیاف کلاژن و الاستیک در این ساختمان وجود دارد، می توان گفت میدان های الکترو مغناطیس با افزایش موضعی درجه حرارت (۲۷) و یا احتمالاً با ایجاد رادیکال های آزاد (۲۸)، باعث شکستن پیوندهای هیدروژنی شده و متعاقب آن باعث آسیب DNA و اختلال در سنتز کلاژن می شوند (۲۹) و یا با ایجاد پیوندهای عرضی در پروتئین ها در روند پروتئین سازی اختلال ایجاد می کنند (۲۸). کاهش حجم دیواره راست و چپ بطن رت های در معرض EMF با شدت ۲/۱ میلی تسلا (۳۰) و همچنین افزایش ناهنجاری های کروموزومی در سلول های فیبروبلاست کشت شده تحت تاثیر EMF گزارش شده است (۳۱). اثر

www.SID.ir

Archive of SID

میـــــدان هـای الکترومغنـاطیس بـر اســـاس ایجـاد رادیکـال هـای آزاد و شکـست در DNA، غیـر فعـال کـردن آنـزیم هـا و پرواکـسیداسیون چربـی هـا در فرآیندهای رشد و تکامل سلول می باشد که قرارگیـری در معرض ترکیبات متعـدد شـیمیایی و اشـعه هـای غیـر یـونیزان باعـث تولیـد رادیکـال هـای آزاد در سـلول می شود (۳۲).

یافته دیگر بررسی حاضر متراکم و فشرده شدن هـــسته و سیتوپلاســـم ســـلول هـــای میوکـــارد مـی باشـد بـدیهی اسـت ایـن افـزایش تـراکم سـلولی می تواند با کاهش تعداد میوفیلامنت هـا و یـا افـزایش تراکم آنها همراه باشد. در هر دو مورد میزان فعالیت و کارآیی سلول و به طبع از آن میزان کارآیی قلبـی نیـز کاهش خواهد یافت. بر این اساس می توان گفت کـه قرارگیـری در معـرض میـدان هـای الکترومغنـاطیس باعث افزایش آریتمی هـای قلبـی شـده (۳۳) و تعـداد ضربانات قلبی را کاهش می دهد (۳۴). کاهش تعـداد ضربانات قلبی مـستقیماً بـا عملکـرد میوکـارد و میـزان فیلامنت های داخل سـلول در ارتبـاط مـی باشـد. هـم چنین گزارش شده اسـت کـه میـزان سـکته هـای قلبـی (myocardial inferction) در کـــارگرانی کـــه در معرض میدان های الکترو مغناطیس بـوده انـد نـسبت بـه گـــروه هـــای مـــشابه کـــه در معـــرض میـــدان هـــای الکترومغناطیس نبوده اند افزایش یافته (۳۵) و از طرفـی افزایش بیماری های اسکلتی و عضلانی در افـرادی کـه در معرض امواج الکترومغناطیس بوده اند گزارش شـده است (۳۶). همچنین EMF بر روی سلول تـاثیر گذاشـته و اولیـــن محل بـــرای تداخلات EMF با سیستم های سلولی غشاء آن می باشد (۱۴،۱۳).

نتیجه گیری :

ایـن یافتـه هـا بیـانگر اثـرات سـوء قرارگیـری طولانی مدت در معرض میدان های الکترومغناطیس بر سیستم قلبی-عروقی می باشد کـه لـزوم اتخـاذ تـدابیر حفاظتی از لطمات احتمالی آن را مطرح می کند.

تشکر و قدردانی:

بدین وسـیله از کلیـه اعـضاء گـروه بافـت شناسـی و مرکز تحقیقات دارویی دانشگاه علوم پزشکی تبریـز و مرکـز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد کـه کمال همکاری را داشتند تشکر و قدردانی می شود.

منابع:

1. Wood AW. How dangerous is mobile phonest transmission masts, and electricity pylons? Arch Dis Child. 2006; 91(4): 361-6.

2. Mathieu JB, Beaudoin G, Martel S. Method of propulsion of a ferromagnetic core in the cardiovascular system through magnetic gradients generated by an MRI system. IEEE trans Biomed Eng. 2006 Feb; 53(2): 292-9.

3. Mazalevskaia NI, Uritskii VM. Antitumor effect of a weak superlow frequency stochastic magnetic field with 1/f spectrum. Biofizika. 1997; 42(4): 961-70.

4. Tucker RD, Haidobro C, Larson T, Platz CE. Use of permanent interstitial temperature self regulating rod for ablation of prostate cancer. J Endourol. 2000; 14(6): 511-17.

5. Puricelli E, Dutra NB, Ponzoni D. Histological evaluation of the influence of magnetic field application in autogenous bone grafts in rats. Head Face Med. 2009 Jan; 5: 1.

6. Wood AW. Possible health effects of 50/60Hz electric and magnetic fields: review of proposed mechanisms. Australas Phys Eng Sci Med. 1993 Mar; 16(1): 1-21.

www.SID.ir

7. Christ A, Samaras T, Kingen bock A, kuster N. Characterization of the electromagnetic near – field absorption in layered biological tissue in the frequency range from 30 MHz to 6.000 MHz. Phys Med Bio. 2006 Oct; 51(19): 4951-65.

8. Merzenich H, Schmiedel S, Bennack S, Brüggemeyer H, Philipp J, Blettner M, et al. Childhood leukemia in relation to radio frequency electromagnetic fields in the vicinity of TV and radio broadcast transmitters. Am J Epidemiol. 2008 Nov; 168(10): 1169-78.

9. Khaki A, Ghafari M, Nouri M, Khaki AA, Bazi P, Ibrahimnejad MA. [Evaluation of effect of aminoglycosides (gentamicin, neomycin, streptomycin) and fluoroquinolones (ofloxacin) antibiotics on testis apoptosis by TUNEL assay in rat. J Tabriz Unive of Med Sci. 2008; 1: 43-9.]Persian

10. Roushangar L, Rad JS. Ultrastructural alterations and occurrence of apoptosis in developing follicles exposed to low frequency electromagnetic field in rat ovary. Pak J Biol Sci. 2007 Dec; 10(24): 4413-9.

11. Frei P, Mohler E, Bürgi A, Fröhlich J, Neubauer G. A prediction model for personal radio frequency electromagnetic field exposure. 2009 Dec; 408(1): 102-8.

12. Ramsul AH, Naepark SI. Effects of sinusoidal electromagnetic field on structure and function of different kinds of cell lines. Yonsei Med J. 2006; 47: 852-61.

13. Blumenthal NC, Ricci J, Breger L, Zychlinsky A, Solomon H. Dorfman J Rbioelectromagnetics. Effects of low-intensity AC and/or DC electromagnetic fields on cell attachment and induction of apoptosis. 1997; 18(3): 264-72.

14. Adey WR. Cell membranes: the electromagnetic environment and cancer promotion. Neurochem Res. 1988 Jul; 13(7): 671-7.

15. Bordiushkov IuN, Goroshinskaia IA, Frantsiiants EM, Tkacheva GN, Gorlo EI, Neskubina IV. Structural-functional changes in lymphocyte and erythrocyte membranes after exposure to alternating magnetic field. Vopr Med Khim. 2000 Jan-Feb; 46(1): 72-80.

16. Lai H, Singh NP. Magnetic-field-induced DNA strand breaks in brain cells of the rat. Environ Health Perspect. 2004 May; 112(6): 687-94.

17. Yao K, Wu W, Yu Y, Zeng Q, He J, Lu D, Wang K. Effect of superposed electromagnetic noise on DNA damage of lens epithelial cells induced by microwave radiation. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2008 May; 49(5): 2009-15

18. Verschaeve L. Genetic effects of radiofrequency radiation (RFR). Toxicol Appl Pharmacol. 2005; 207: 336-41.

19. Rajkovic V, Matavulj M, Johansson O. Light and electron microscopic study of the thyroid gland in rats exposed to power-frequency electromagnetic fields. J Exp Biol. 2006 Sep; 2009(Pt 17): 3322-8.

20. Allahvaisie O. [Electromagnetic field effects on rat`s CNS system. (Dissertation) MS. J Tabriz Univ of Med Sci. 2004; 13: 45-9.]Persian.

21. Belyaev SYa, Kravchenko VG. Resonance effect of low-intensity millimeter waves on the chromatin conformational state of rat thymocytes. Z Naturforsch [C]. 1994 May-Jun; 49(5-6): 352-8.

22. Tenuzzo B, Chionna A, Panzarini E, Lanubile R, Tarantino P. Biological effects of 6 mT static magnetic fields: a comparative study in different cell types. Bioelectromagnetics. 2006 Oct; 27(7): 560-77.

23. Yao GD, Chiang H. Study on effect of microwave irradiation on ultramicrostructure of hypothalamus in mice. Radiation Protection. 1985; 5: 191-5.

www.SID.ir

24. Bahar-ara J, Parivar K, Oryan Sh, Ashraf A. Effects of low frequency electromagnetic fields on gonads and fertility of female Balb/c mouse. Infertility J. 2004; 5(3): 227-6.

25. Nittby H, Grafström G, Eberhardt JL, Malmgren L, Brun A. Radiofrequency and extremely low-frequency electromagnetic field effects on the blood-brain barrier. Electromagn Biol Med. 2008; 27(2): 103-26.

26. Stogbauer F. Effect of electromagnetic field on the function of the blood brain barrier. Edition Wissenschaft. 2002; 15: 1-12.

27. Leszczynski D, Joenvaara S, Reivinen J, Kuokka R. Non-thermal activation of the hsp27/p38MAPK stress pathway by mobile phone radiation in human endothelial cells: molecular mechanism for cancer- and blood-brain barrier-related effects. Differentiation. 2002 May; 70(2-3): 120-9.

28. Sadeghi A, Asgari M. [Basic patology. Tehran: Jahanshenasi Pub. 1992; p: 112-22.]Persian

29. Lerchl A, Wilhelm AF. Critical comments on DNA breakage by mobile-phone electromagnetic fields. (Mutat Res. 2005, 583, 178-183). Mutat Res. 2010 Jan.

30. Monsefi M. Khosravani fard S. [Steriologic: study in change volum heart exposure to extremely low-frequency electromagnetic fields on rat. Iranian South Med J. 2007; 2: 112-18.]Persian

31. Winker R, Ivancsits S, Pilger A, Adlkofer F, Rüdiger HW. Chromosomal damage in human diploid fibroblasts by intermittent exposure to extremely low-frequency electromagnetic fields. Mutat Res. 2005 Aug; 585(1-2): 43-9.

32. Hal A, Fardrani H. Radiobiology for radiobiologist. Translated to persion by: Fardrani H. Tehran: Tarbiat Modares University. 2000; p: 12.

33. Johansen C. Electromagnetic fields and health effects epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous system and arrhythmia-related heart disease. Scand J Work Environ Health. 2004; 30(Suppl 1): 1-30.

34. Roosli M, Egger M, Pfluger D, Minder C. Cardiovascular mortality and exposure to extremely low frequency magnetic fields: a cohort study of Swiss railway workers. Environ Health. 2008 Jul1; 7: 35

35. Villoresi G, Breus TK, Dorman LI, Iuchi N, Rapoport SI. Effect of interplanetary and geomagnetic disturbances on the increase in number of clinically serious medical pathologies (myocardial infarct and stroke) Biofizika. 1995 Sep-Oct; 40(5): 983-93.

36. Bachl N, Ruoff G, Wessner B, Tschan H. Electromagnetic interventions in musculoskeletal disorders. Clin Sports Med. 2008 Jan; 27(1): 87-105.

Cite this article as: Ansari-Samani R, Soleimani-Rad J, Asgary A, Taji F, Ebrahimpour-Samani J. [Effect of electromagnetic field (3mT frequency) on heart ulatrastructure in mice. JSKUMS 2011 Apr, May; 13(1): 61-68.]Persian

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Shahrekord University of Medical Sciences **(JSKUMS)**

Received: 20/Feb/2010 Revised: 28/June/2010 Accepted: 26/Sep/2010

Effect of electromagnetic field (3mT frequency) on heart ulatrastructure in mice

Ansari-Samani R (MSc)*[1], Soleimani-Rad J (PhD)[2], Asgary A (MSc)[1], Taji F (MSc)[1], Ebrahimpour-Samani J (MSc)[3]

[1]Medical Plants Research Center, Shahrekord Univ. of Med. Sci. Shahrekord, Iran, 2Histology Dept., Tabriz Univ. of Med. Sci. Tabriz, Iran, [3]Payamnoor University Saman, Shahrekord, Iran.

Background and aim: Due to the conditions provided by the modern life, the human being is exposed to electromagnetic field (EMF). Appliance such as microwave oven, mobile phone, computer and power producing systems which have an extensive role in human life are the source of EMF. Epidemiological and experimental studies have shown the adverse effect of EMF on biological systems. Previous works, using light microscopes have shown that EMF could produce morphological changes in cardiovascular system. However, there are few studies regarding ultrastructural effect of EMF on living tissues. The aim of the present study was to investigate ultrastructural changes of cardiovascular system in EMF–exposed rats.

Methods: Wistar rats were exposed to 3mili tesla EMF for 4 months, 4 hours/ day. After the experimental period, rats in control and experimental groups were sacrificed and tissue samples were prepared from the heart for electronmicroscopic studies.

Results: The studies on the endocardium revealed that there was nuclear condensation and destruction of subendocardial layer in experimental group. In myocardium, in addition to nuclear condensation the mitochondria were also vague. There was a remarkable gap between the endothelial cells and basement membrane in the vessels of heart tissue. Epicard layer in EMF-exposed group was thinner than the control group.

Conclusion: The obtained changes in the present study indicate the harmful effect of EMF on cardiovascular system after long-term exposure. It demands a protective policy for human being from probable effects of EMF.

Keywords: **Electromagnetic field, Epicard, Heart.**

***Corresponding author**: *Medical Plants Research Cernter, Shahrekord Univ. of Med. Sci. Rahmatieh, Shahrekord, Iran. Tel: 0381-3346692 Email: ansarisamani@yahoo.com*

Cite this article as: Ansari-Samani R, Soleimani-Rad J, Asgary A, Taji F, Ebrahimpour-Samani J. [Effect of electromagnetic field (3mT frequency) on heart ulatrastructure in mice. JSKUMS. 2011 Apr, May; 13(1): 61-68.]Persian

www.SID.ir