جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان / پاییز ۱۳۸۸ / دوره ۱۱ / شماره ۳ (پی در پی ۳۱) / صفحات ۸ تا ۱۲

تحقیقی

اثر میدان الکترومغناطیسی ضعیف بر مرگ جنینی داخل رحمی و مگاکاریوسیت‌های مغز استخوان نوزادان موش NMRI

دکتر پروین دخت بیات*[1]، دکتر محمدرضا دارابی[1]

۱- استادیار گروه علوم تشریحی ، دانشگاه علوم پزشکی اراک.

چکیده

زمینه و هدف : *میدان‌های الکترومغناطیسی ضعیف (L.E.M.F) توسط دستگاه‌های مختلفی که با نیروی الکتریسیته کار می‌کنند؛ تولید می‌شوند. این مطالعه به منظور تعیین اثر میدان الکترومغناطیسی ضعیف بر مرگ جنینی داخل رحمی و مگاکاریوسیت‌های مغز استخوان نوزادان موش NMRI انجام شد.*

روش بررسی : *در این مطالعه تجربی ٦٤ سر موش ماده نژاد NMRI با سن حدود ۸-٦ هفته تهیه و در حیوان‌خانه دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اراک نگهداری شدند. هر دو سر موش ماده با یک سر موش نر هم قفس شدند و به واسطه مثبت شدن پلاک واژینال روز صفر حاملگی تعیین شد. موش‌های حامله به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و مورد قرار گرفتند. گروه مورد در روزهای ۱۱-۷ حاملگی به مدت ۸ساعت در روز در معرض امواج الکترومغناطیسی با قدرت ۵۰HZ و ۰/۵ mT قرار داده شدند. تعداد نوزادان زنده و مرده به‌دنیا آمده و وزن آنان ثبت گردید. نوزادان زنده در روز پانزدهم بعد از تولد پس از بیهوشی تشریح شدند و به روش فشردن تیبیا و کل ستون فقرات مقدار ۱میلی‌لیتر از مغز استخوان جمع‌آوری و به نسبت ۱:۱ با محیط IMDM در لوله ۱۵ CC (FULCON) ترکیب شدند. سلول‌های منونوکلئار جداسازی شد و شمارش سلولی بر روی لام نئوبار با عدسی شئی ٤٠ انجام شد. نتایج توسط آزمون تی تجزیه و تحلیل گردید.*

یافته‌ها : *میانگین وزن نوزادان یک‌روزه در گروه مورد و شاهد از نظر آماری تفاوت معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). میانگین تعداد نوزادان مرده در گروه مورد بیشتر از گروه کنترل بود (P<۰/۰۵). میانگین تعداد مگاکاریوسیت‌ها در گروه مورد نسبت به گروه کنترل با دو روش لام‌نئوبار و هموسیتومتری افزایش یافت؛ ولی این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود.*

نتیجه‌گیری: *این مطالعه نشان داد که در معرض قراردادن موش‌های باردار با امواج الکترومغناطیسی ضعیف سبب افزایش تعداد مگاکاریوسیت‌ها و مرگ جنینی داخل رحمی شده و همچنین سبب کاهش وزن نوزادان زنده می‌گردد.*

کلید واژه‌ها: *امواج الکترومغناطیسی ضعیف ، مگاکاریوسیت ، مغز استخوان ، مرگ جنینی داخل رحمی ، موش*

---

* *نویسنده مسؤول : دکتر پروین دخت بیات ، پست الکترونیکی : bayatanat@yahoo.com.au*

نشانی : اراک ، سردشت ، میدان بسیج ، دانشکده پزشکی ، گروه علوم تشریحی ، تلفن : ۸-۴۱۷۳۵۰۲ (۰۸۶۱)

وصول مقاله : ۸۷/۱۱/۸، اصلاح نهایی : ۸۸/۵/۷، پذیرش مقاله : ۸۸/۵/۱۰

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مقدمه

میدان‌های الکترومغناطیسی ضعیف (L.E.M.F) [Low (weak) electro-magnetic field] در دستگاه‌های مختلفی که با نیروی الکتریسیته و مغناطیس کار می‌کنند؛ تولید می‌شود. امروزه این دستگاه‌ها (تلویزیون، موبایل، کامپیوتر، M.R.I، CT.Scan و غیره) در زندگی ما کاربرد فراوان داشته و امواج حاصل از آنها می‌توانند بر سلول‌های بدن تأثیرگذار باشند. تحقیقات انجام گرفته در این زمینه اکثراً مطالعات اپیدمیولوژیکی بوده که در آنها اثر امواج بر شیوع سرطان، نازائی، اختلالات تکاملی جنین و بیماری‌های قلبی - عروقی، گوارشی و نیز علائمی مانند اختلالات خواب مورد بررسی قرار گرفته است. در حالی که برخی تحقیقات انجام گرفته، رابطه این امواج با اختلالات زیستی را مورد تردید قرار داده‌اند. به طوری که در افراد قرار گرفته در معرض این امواج، تسریع رشد تومورهای مغزی و کبدی مشاهده نشده است (۳-۱). در سال‌های اخیر تحقیقات بسیاری به صورت برون‌تنی (In Vitro) و درون‌تنی (In Vivo) انجام شده که نتایج حاصل برحسب نوع سلول یا بافت مورد مطالعه و شرایط فیزیکی دستگاه‌های تولیدکننده امواج، با یکدیگر اختلاف داشته است (۴و۵). در مطالعه Lino که روی اندام‌های خونساز موش انجام شد؛ قرارگرفتن در معرض این امواج سدیمانتاسیون را افزایش و هماتوکریت خون را کاهش داد (۶). در مطالعات دیگری امواج HZ ۵۰ فعالیت لنفوسیت‌های انسانی را کاهش و کلسیم داخل سلولی را افزایش داد (۷و۸).

Jabcobson در مطالعه خود علاوه بر این که اثر امواج بر سلول‌ها را مورد تأیید قرار داد؛ بلکه تولید رادیکال‌های آزاد توسط سلول‌های در معرض امواج را نیز مطرح و اعلام نمود؛ میدان الکترومغناطیسی از عوامل فیزیکی محیطی است که حتی شدت‌های کم آن نیز به واسطه استرس‌زائی بر زیست موجودات زنده تأثیرات سوء می‌تواند داشته باشد (۹).

فرآیند استرس در سیستم‌های حیاتی پدیده‌ای پیشرونده است که تحریک ناشی از آن در مراحل ابتدائی منجر به آماده‌سازی سیستم حیاتی به منظور مقابله با شرایط نامناسب می‌گردد و از این منظر می‌تواند مفید باشد. اما هنگامی که موجود زنده با محرک‌های فیزیکی - شیمیایی در سطوح بیش از حد استاندارد مواجه می‌شود؛ نسبت به آن پاسخ‌هایی می‌دهد که فرآیند آن قابل ارزیابی است. تحقیقات نشان می‌دهد که تمامی این فرآیندها پشتوانه‌ای مولکولی دارند. ساختار موجودات زنده در واکنش به امواج در سطحی مولکولی و به طور عمده از طریق هورمون‌ها، آنزیم‌ها، فعال‌سازی مولکول‌های قبلی، جدید و تولید ساختاری جدید به مقابله با امواج پرداخته که در این زمینه چند ارگان نقش اساسی دارند. یک نمونه از این ارگان‌ها کبد و دیگری سیستم خونسازی است (۱۰). اختلافاتی که در نتایج تحقیقات قبلی وجود دارد؛ نشان می‌دهد که اطلاعات ما در مورد اثر این امواج ناقص بوده و نیاز به مطالعات بیشتری است تا به یک نتیجه کامل رسید. لذا به منظور تکمیل اطلاعات موجود، این مطالعه به منظور تعیین اثر میدان الکترومغناطیسی ضعیف بر مرگ جنینی داخل رحمی و مگاکاریوسیت‌های مغز استخوان نوزادان موش NMRI انجام شد.

روش بررسی

در این مطالعه تجربی ۶۴ موش ماده نژاد NMRI با میانگین سنی ۸-۶ هفته از انستیتو پاستور ایران خریداری گردید و در حیوان‌خانه دانشکده پزشکی نگهداری شد. موش‌های ماده در تمام مراحل مطالعه در حیوان‌خانه محل تحقیق در شرایط ثابت رطوبت ۵۵درصد و درجه حرارت ۲±۲۲ و ۱۳ ساعت روشنائی و ۱۱ ساعت تاریکی نگهداری و تغذیه (از شرکت دانه پارس) شدند. یک هفته پس از اسکان موش‌ها در حیوان‌خانه هر دو موش ماده با یک موش نر هم‌قفس شدند و به واسطه مثبت شدن پلاک واژینال یا وجود اسپرم در ناحیه واژن روز صفر حاملگی تعیین و موش‌های حامله به صورت تصادفی در دو گروه قرار گرفتند. گروه کنترل هیچ تحریکی نداشتند. گروه مورد موش‌هایی بودند که در روزهای ۱۱-۷ حاملگی در معرض امواج الکترومغناطیسی ۵۰HZ و ۰/۵ mT قرار گرفتند.

دستگاه تولیدکننده امواج الکترومغناطیسی ضعیف، دستگاهی است که معمولاً در مطالعات به منظور بررسی آثار میدان الکترومغناطیسی سینوزوئیدی بر روی نمونه‌های زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرد و از حلقه‌های سلنوییدی تشکیل می‌شود که محفظه مخصوص حیوان در امتداد محور سلنویید

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

و در نقطه وسط آن قرار دارد. در این محل حداکثر میدان به شکل یکنواخت بر روی سلول‌ها تأثیر دارد. حلقه‌ها شامل سیم‌پیچی با تعداد ۳۸۰ دور است که به شکل یک استوانه به قطر ۱۹ و به طول ۱۵/۵ سانتی‌متر حول یک آهن‌ربا پیچیده شده و نیروی الکتریکی دستگاه از منبعی با فرکانس ۵۰HZ تأمین می‌شود. ولتاژ متناوب تولید شده توسط یک ترانسفورموتور کاهنده با ولتاژ ورودی ۲۲۰ و خروجی ۲۵ولت و شدت ۳ آمپر بود که از فرمول زیر به دست آمد:

$$B(z0)=u0N/2L(\cos a1+\cos a2)$$

شدت میدان حدودgoss ۵ در نظر گرفته شد. شدت میدان تولید شده با تسلامتر (51660 Tangential-Bprobe) ساخت آلمان اندازه‌گیری و شدت مذکور تأیید گردید.

نوزادان زنده متولد شده با ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۱ گرم (ACCULAB (Sartorius group وزن و زنده یا مرده بودن آنها بررسی شد. سپس مادران و نوزادان به مدت ۱۵ روز در کنار هم قرار داده شدند. در روز پانزدهم نوزادان تشریح و تیبیا و کل ستون فقرات آنها کاملاً از بافت‌های نرم جدا و به روش فشردن استخوان از هر موش به طور متوسط به مقدار ۱ cc مغز استخوان جمع‌آوری گردید و به نسبت ۱:۱ با محیط IMDM در لوله ۱۵cc (fulcon) ترکیب شد. سپس بر روی محلول فایکل (پالایشگاه انتقال خون ایران) با نسبت ۱:۲ در ۳۵۰۰ g در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ (Rotofix 32_Hettich ZentrifuGen) گردید. سلول‌های منونوکلئار جداسازی شد و پس از آن در روش اول شمارش سلولی بر روی لام نئوبار توسط میکروسکوپ نوری معمولی با عدسی شئی ۴۰ انجام شد و در روش دوم سلول‌های موجود در ۱cc از مدیوم با استفاده از لام هموسیتومتر و ملانژور شمارش پلاکتی محاسبه شد (۱۱). نتایج با آزمون تی آنالیز شدند و P<۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار محسوب گردید. این تحقیق در کمیته اخلاقی دانشگاه مورد تائید قرار گرفت و پروتکل اخلاقی بر روی حیوانات رعایت شد.

یافته‌ها

میانگین وزن نوزادان در گروه مورد ۱/۳۲گرم و در گروه کنترل ۱/۸۱ گرم بود که نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار است (P<۰/۰۱). در مقایسه میانگین تعداد نوزادان مرده به‌دنیا آمده در گروه مورد ۷/۹ و گروه شاهد ۱/۲ بود که تفاوت آماری معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). در مقایسه میانگین نوزادان زنده به‌دنیا آمده، بین دو گروه مورد و کنترل تفاوت معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵) (جدول ۱).

میانگین تعداد مگاکاریوسیت‌ها در مغز استخوان گروه مورد نسبت به گروه کنترل افزایش نشان داد؛ اما این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول‌های۲ و ۳).

جدول ۱ :میانگین تعداد نوزادان زنده و مرده به‌دنیا آمده موش نژاد NMRY در گروه تحت تاثیر امواج الکترومغناطیسی ۵۰ HZ در مقایسه با گروه کنترل

نوزاد	میانگین تعداد			میانگین وزن		
	مورد	کنترل	ارزش P	مورد	کنترل	ارزش P
زنده	۵/۶۶	۹/۲۵	۰/۰۵	۱/۳۲	۱/۸۱	۰/۰۱
مرده	۷/۹	۱/۲	۰/۰۵	۱/۱۲	۱/۶۵	۰/۰۱

جدول ۲ : میانگین تعداد مگاکاریوسیت‌ها در مغز استخوان‌های تیبیا و ستون فقرات نوزادان موش نژاد NMRY گروه تحت تاثیر امواج الکترومغناطیسی ۵۰ HZ در مقایسه با گروه کنترل با استفاده از لام نئوبار

گروه	تعداد نوزاد موش	تعداد مگاکاریوسیت در ۱۰۰ میدان میکروسکوپی با عدسی ۴۰		
		حداقل	حداکثر	میانگین
مورد	۱۹	۲۹	۲۰۷	۱۲۲/۷۳±۵۰
کنترل	۱۶	۷۷	۲۰۸	۱۱۸/۳۱±۳۷

جدول ۳ : میانگین تعداد مگاکاریوسیت‌ها در مغز استخوان‌های تیبیا و ستون فقرات نوزادان موش نژاد NMRY گروه تحت تاثیر امواج الکترو مغناطیسی ۵۰ HZ در مقایسه با گروه کنترل با استفاده از لام هموسیتومتر

گروه	تعداد نوزاد موش	تعداد مگاکاریوسیت در ۱۰۰cc مدیوم		
		حداقل	حداکثر	میانگین
مورد	۲۰	۹۰۷	۴۸۱۴	۲۸۴۸/۳±۱۱۷۸
کنترل	۱۵	۱۷۹۱	۴۸۳۷	۲۷۱۸/۸۶±۸۸۰

بحث

نتایج این مطالعه نشان دادکه بر اثر این امواج تعداد جنین‌های مرده و تعداد مگاکاریوسیت‌ها افزایش یافت و وزن نوزادان فول ترم کاهش یافت.

یکی از اثرات احتمالی امواج الکترومغناطیسی ضعیف بر بدن موجودات زنده، افزایش مرده‌زایی است که در این مطالعه هم نشان داده شد که تعداد مرده‌زایی در گروه مورد بیشتر بود و اختلاف معنی‌داری بین گروه کنترل و گروه مورد وجود

داشت. در مطالعه Cao (۱۲) با استفاده از امواج ۱/۲ تسلا و ۵۰HZ بر روی موش؛ نتایجی مشابه مطالعه ما به‌دست آمد. اما تفاوت در گروه‌های آنان کمتر بود. شاید به دلیل قدرت بیشتر میدان مورد استفاده آنان بود که بیشتر به سقط منجر گردید تا مرده‌زایی. نتایج مطالعه Cao (۱۲) با تحقیق Li (۱۳) که با شدت ۱۶ گوس روی انسان انجام گرفت و مشخص گردید؛ این امواج باعث سقط در مراحل اولیه حاملگی می‌گردد؛ مطابقت دارد.

مقایسه وزن گروه‌های مورد و کنترل نشان‌دهنده وجود کاهش معنی‌دار وزن نوزادان مادرانی است که در معرض امواج قرار گرفته‌اند. نتایج این مطالعه با تحقیق Jensh (۱۴) مطابقت دارد. به طوری که ایشان در مطالعه خود روی موش‌های حامله با استفاده از امواج Mw/cm2 ۳۵ نشان داد که وزن نوزادانی که در مقابل امواج قرار داده شده بودند؛ کمتر از گروه کنترل است (۱۴). نتایج این مطالعه با تحقیق Cao (۱۲) که کاهش وزن را در گروه مورد در مقایسه با گروه کنترل مورد تائید قرارداد؛ هم‌خوانی دارد.

Cecconi (۱۵) گزارش کرد که عوامل متعددی در ایجاد اثرات بیولوژیک E.M.F دخالت دارند و مهم‌ترین آنها عبارت از مشخصات فیزیکی میدان، مدت زمان در معرض قرارگیری، نوع بافت در معرض قرارگرفته و در جنین، مقطع زمانی که جنین در آن قرار دارد؛ می‌باشد.

Jacobson (۹) معتقد است امواج الکترومغناطیسی در روندهایی مانند ایجاد میکرونوکلئای و توقف چرخه سلولی موثر است که این روندها در مراحل مرگ سلولی در سلول‌های مختلف ایجاد می‌شود. بنابراین می‌توان گفت امواج الکترومغناطیسی در القای مرگ سلولی نقش دارد. تحقیقات انجام شده در زمینه القای مرگ سلولی توسط امواج الکترومغناطیسی در سلول‌های مختلف نشان می‌دهد که این امواج نوعی signal transduction در سلول‌ها ایجاد می‌کنند (۱۶و۱۷) که محصولات نهایی آن بر چرخه سلولی تاثیر می‌گذارد. این محصولات در گذشته به عنوان Stress Proteins (۱۸)شناخته می‌شد؛ اما امروزه مشخص شده است که اثر این محصولات در سلول‌های مختلف متفاوت است و همچنین تاثیرات آن، هم می‌تواند موجب توقف چرخه سلولی گردد و هم تقسیم سلولی را افزایش دهد. به طوری که بر اثر امواج در سلول‌های عصبی نوعی اپویید تولید می‌شود و در ماست‌سل‌ها حاصل signal transduction ناشی از امواج، تقسیم سلولی افزایش می‌یابد. بنابراین ممکن است که امواج الکترومغناطیسی دارای نقش دوگانه‌ای در تقسیم سلولی باشند (۱۶).

از طرفی تاثیر امواج الکترو مغناطیس ضعیف بر تعداد مگاکاریوسیت‌های مغز استخوان موش نشان‌دهنده این است که تعداد مگاکاریوسیت‌ها در گروه مورد نسبت به گروه‌های شاهد افزایش یافته است؛ اما اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. Erdal (۱۹) با میدانی با همین قدرت به مطالعه اثر آن بر روی سلول‌های مغز استخوان رت پرداخت و از نظر تعداد سلول‌ها در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری را مشاهده نکرد که نتایج ما را تائید می‌کند.

Stronati (۲۰) نیز در مطالعه کوتاه مدت خود با میدان ۵۰HZ و ۱mT بر روی سلول‌های خونی انسان اعلام نمود که این شدت میدان تاثیر ژنوتوکسیک بر این سلول‌ها ندارد. اما Scarfi (۲۱) اعلام داشت که میدان ۵۰HZ سینوزوئیدی اثر پرولیفراسیون بر روی سلول‌های مغز استخوان دارد. در صورتی که مطالعه Testa (۲۲) روی میدانی با قدرت ۵۰HZ و ۱mT بر سلول‌های مغز استخوان، چنین شدت میدانی بر تکثیر سلولی اثری نداشت. در حالی که Erdal (۱۹) نشان داد که این میدان می‌تواند؛ میتوز سلولی را کاهش داده و به عنوان یک مهارکننده عمل نماید. مطالعات دیگر نشان داده که میدانی با این قدرت تکثیر سلولی در رت را کاهش داده است که نشان‌دهنده اثر سیتوتوکسیک و ژنوتوکسیک این میدان‌هاست (۱۸).

از نظر تئوریک میدان ۵۰HZ و ۰/۵mT و نزدیک به آن که به آنها میدان‌های بسیار ضعیف گفته می‌شود؛ انرژی کافی برای شکستن باندهای شیمیائی مولکول‌های DNA را ندارند. در نتیجه تاثیر ژنتیکی آنها به صورت غیرمستقیم است که این نتایج می‌تواند؛ منجر به افزایش رادیکال‌های آزاد شده گردد و یا این که بر فرایند آنزیمی در DNA که در ترمیم سلول شرکت دارد؛ اثر گذارد (۱۹). بنابراین مهم‌تر از همه مکانیسم اثر بافتی و سلولی و مولکولی امواج در بدن موجود زنده

می‌باشد که نیاز به بررسی بیشتر و شناخت آن وجود دارد.

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که در معرض قراردادن موش‌های باردار با امواج الکترومغناطیسی ضعیف سبب افزایش تعداد مگاکاریوسیت‌ها و مرگ جنینی داخل رحمی و کاهش وزن نوزادان زنده می‌گردد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب (شماره ۶۰) معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک بود. از زحمات جناب آقای غزنوی عضو هیأت علمی گروه میکروب‌شناسی و جناب آقای فتحی کارشناس محترم آزمایشگاه فیزیک که در طراحی دستگاه ما را یاری نمودند؛ تشکر می‌گردد.

References

1) International commission on non-ionzing radiation protection guidelines for limiting exposure to time varing electric, magnetic and electro magnetic fields (upto 30hz). Heath Phys. 2002;74:494-522.

2) Dolk H, Elliott P, Shaddick G, Walls P, Thakrar B. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. II. All high power transmitters. Am J Epidemiol. 1997 Jan 1;145(1):10-17.

3) Mean K, Roschke J. Effect of pulsed high-electromagnetic fields on human sleep. Neuropsychology. 2005; 33(1):41-47.

4) Yu MC, Kim YA, AL-Rabiai S, Von Hagens. Effect of 60Hz electric and magnetic field on maturation of rat neonatal. Bioelectro Magnetics. 2003;14(1):149-458.

5) Cecconi S, Gualtieri G, Di Bartolomeo A, Troiani G, Cifone MG, Canipari R. Evaluation of the effects of extremely low frequency electromagnetic fields on mammalian follicle development. Hum Reprod. 2000 Nov;15(11):2319-2325.

6) Lino M, Fomenko BS, Agafonava TA, Lee GR. Effect of a homogenous magnetic field on erythrocyte sedmentation and aggregation. Bioelectromagnetics. 2000;18(5): 215-222.

7) Lyle DB, Fuchs TA, Casamento JP, Davis CC, Swicord ML. Intracellular calcium signaling by Jurkat T-lymphocytes exposed to a 60 Hz magnetic field. Bioelectromagnetics. 1997;18(6):439-445.

8) Lindström E, Lindström P, Berglund A, Lundgren E, Mild KH. Intracellular calcium oscillations in a T-cell line after exposure to extremely-low-frequency magnetic fields with variable frequencies and flux densities Bioelectromagnetics. 1995;16(1):41-47.

9) Jacobson JI. Influence of electromagnetism on genomic and other biological structures. J Indian Med Assoc. 1997 Jul;95(7):429-433.

10) Tolliwel B, Botich WS. The stress effect of EMF in living systems. Environmental Science and Toxicology. 1999;11(3):421-430.

11) Sambrook J, Anttonini R, Bebfante R, Russell DW. Molecular cloning. Vol 3. 3rd. New York: Cold Spring Harbor. 2001; pp:2152-2154.

12) Cao YN, Zhang Y, Liu Y. [Effects of exposure to extremely low frequency electromagnetic fields on reproduction of female mice and development of offsprings] Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi. 2006 Aug;24(8):468-470.

13) Li DK, Odouli R, Wi S, Janevic T, Golditch I, Bracken TD, et al. A population-based prospective cohort study of personal exposure to magnetic fields during pregnancy and the risk of miscarriage. Epidemiology. 2002 Jan;13(1):9-20.

14) Jensh RP. Behavioral teratologic studies using microwave radiation: is there an increased risk from exposure to cellular phones and microwave ovens? Reprod Toxicol. 1997 Jul-Aug;11(4):601-611

15) Cecconi S, Gualtieri, Di Bartoiani G, Troiani G, Cifonr MG. Evaluation of the effect of extremely low frequency electromagnetic field on mammalian follicle development. Hum Reprod. 2000 Nov;15(11):2319-2325.

16) Harris PA, Lamb J, Heaton B, Wheatley DN. Possible attenuation of the G2 DNA damage cell cycle checkpoint in HeLa cells by extremely low frequency (ELF) electromagnetic fields Cancer Cell Int. 2002 May 7;2(1):3.

17) Noll G, Lyle McT, Barin F. Hoemopoiesis and liver secretions after abnormal inductions by environmental signal reseptor. Liver Diseases and Signaling. 2001;6(2):118-127.

18) Cann F, Dietrich C, Rafferty AO, Martin A. Critical review of the genotoxic potential of electric and magnetic field. Mutat Res. 1993; 297(suppl 1):61-95.

19) Erdal N, Gürgül S, Celik A. Cytogenetic effects of extremely low frequency magnetic field on Wistar rat bone marrow. Mutat Res. 2007 Jun 15;630(1-2):69-77.

20) Stronati L, Testa A, Villani P, Marino C, Lovisolo GA, Conti D, et al. Absence of genotoxicity in human blood cells exposed to 50 Hz magnetic fields as assessed by comet assay, chromosome aberration, micronucleus, and sister chromatid exchange analyses. Bioelectromagnetics. 2004 Jan;25(1):41-48.

21) Scarfi MR, Lioi MB, Zeni O, Della Noce M, Franceschi C, Bersani F. Micronucleus frequency and cell proliferation in human lymphocytes exposed to 50 Hz sinusoidal magnetic fields Health Phys. 1999 Mar;76(3):244-250

22) Testa A, Cordelli E, Stronati L, Marino C, Lovisolo GA, Fresegna AM, et al. Evaluation of genotoxic effect of low level 50 Hz magnetic fields on human blood cells using different cytogenetic assaysBioelectromagnetics. 2004 Dec;25(8):613-619.