

اثر میدان های الکترومغناطیسی بر بافت کلیه در خوکچه هندی

ساناز علی وندی فرخاد^۱، صمد زارع^۲، حسین حیات غبی^۳

چکیده

با پیشرفت تکنولوژی و توسعه صنعت و با کاربردهای روزافروز میدان های الکترومغناطیس در تحقیقات و پژوهشی همه روزه میدان هایی با شدت های متفاوت سلامت محیط زیست انسان را تهدید می کند. آثار بیولوژیک ناشی از این میدان ها به شدت میدان، فرکانس و خصوصیات فیزیکی بافتی که مورد تابش قرار گرفته بستگی دارد.

به منظور بررسی اثرات میدان های الکترومغناطیس بر روی بافت کلیه دستگاه مولد میدان الکترومغناطیس با شدت ۰/۱۳ میکروتسلا با فرکانس ۵ هرتز و ۰/۲۰۷ میکروتسلا با فرکانس ۵۰ هرتز ساخته شد و ۳۶ خوکچه هندی نر بالغ به مدت پنج روز در دو گروه کنترل (هر گروه شش تایی) به مدت ۲ و ۴ ساعت در میدان خاموش و گروه های آزمایش در چهار گروه به مدت ۲ و ۴ ساعت در معرض میدان الکترومغناطیسی با شدت ۰/۱۳ میکروتسلا با فرکانس ۵ هرتز و به مدت ۲ و ۴ ساعت در معرض میدان الکترومغناطیسی با شدت ۰/۲۰۷ میکروتسلا با فرکانس ۵۰ هرتز قرار گرفتند. در روز پنجم بعد از معدهوم ساختن حیوانات، از بافت کلیه آنها نمونه برداشی کرد و بعد از فیکسه کردن در فرمالین و تهیه برش های ۵ میکرونی و رنگ آمیزی با هماتوکسیلین - ایزوئن مورد بررسی شدند. بررسی میکروگراف ها نشان داد که میدان های الکترومغناطیسی با شدت های ۰/۱۳ و ۰/۲۰۷ میکروتسلا به مدت ۴ ساعت باعث تورم سلول های اپیتلیال توبول های کلیه و در نهایت نکروز سلولی و کاهش لومن داخل توبول ها و همچنین باعث اتساع گلومرول ها و چسبیدن گلومرول ها به کپسول بومن شده است.

میدان های الکترومغناطیس با داشتن امواج دارای انرژی بالا باعث بالا رفتن درجه حرارت شده موضعی شده و همانند اشعه های یونیزان از طریق ایجاد رادیکال های آزاد باعث آسیب سلولی می شوند و در ارتباط با اتساع گلومرول ها مقالات تأیید می کند که میدان های الکترومغناطیسی باعث آنemi می شوند و در نتیجه برای جبران این کاهش گلومرول ها متسعد می شوند.

کلمات کلیدی: کلیه، میدان الکترومغناطیسی، خوکچه هندی

ضمیمه مجله پژوهشی ارومیه، سال نوزدهم، شماره دوم، ص ۵-۱، بهار ۱۳۸۷

آدرس مکاتبه: بناب، سازمان انرژی اتمی ایران، پژوهشکده لیزر و اپتیک، گروه لیزر بناب

E-mail: sa.farzad2002@yahoo.com

مقدمه

می باشد که در جستجوی غذا یا برای جهت یابی در هنگام مهاجرت مورد استفاده قرار می گیرد^(۴). همچنین منابع مختلف تولید کننده میدان های الکترومغناطیس محیطی یا خانگی مثل خطوط انتقال نیرو با ولتاژ بالا (۵۰-۶۰ هرتز)، دستگاه های تصویری، تلفن های همراه، تلفن های بدون سیم، اجاق های ماسکروف، مونیتور کامپیوتر، دستگاه های مخابرایی و رادار، فرستنده های بی سیم و دستگاه های MRI ممکن است با بدن انسان واکنش ایجاد نمایند^(۵،۲،۱). میدان های الکترومغناطیس با فرکانس پایین، فرکانس هایی با رنج ۳ هرتز تا ۳ کیلوهertz را شامل می شوند. لازم به ذکر است که بیشترین مطالعات در مورد

انواع میدان های الکترومغناطیسی ناشی از منابع طبیعی و مصنوعی انسان و سایر موجودات را تحت تاثیر خود قرار می دهد. زمین (میدان الکترومغناطیسی طبیعی) تابش های گرمایی با شدت حدود ۰/۰۰۳ W/m² و در فرکانس بیش از ۱۳۰۰ GHZ ارسال می کند^(۱). میدان های الکترومغناطیس محیط طبیعی توسط برخی موجودات زنده درک می شوند. و در برخی از موارد توسط موجودات زنده استفاده می شوند، یکی از بهترین مثال ها برای این مورد حس های الکتریکی و بیزه در برخی از گونه ماهی ها

^۱ کارشناس ارشد زیست شناسی - علوم جانوری گروه بیولوژی دانشکده علوم دانشگاه ارومیه و پژوهشکده لیزر و اپتیک، گروه لیزر بناب (سازمان انرژی اتمی ایران) (نویسنده مسئول)

^۲ دکتری جانورشناسی گروه بیولوژی دانشکده علوم دانشگاه ارومیه

^۳ دکتری فیزیولوژی جانوری گروه فیزیولوژی دانشکده دامپژوهشکی دانشگاه ارومیه

۵ هرتز و ۰/۲۰۷ میکروتسلا با فرکانس ۵۰ هرتز قرار گرفتند و گروه A به عنوان گروه کنترل ۲ ساعته در میدان الکترومغناطیس خاموش قرار گرفت اما گروه D,E ۴ ساعت در معرض میدان هایی به ترتیب با شدت ۱۳/۰ میکروتسلا و ۰/۲۰۷ میکروتسلا قرار گرفتند و گروه F به عنوان گروه کنترل ۴ ساعته در میدان الکترومغناطیس خاموش قرار گرفتند. با توجه به این که بیشتر تحقیقات انجام شده درباره اثرات بیولوژیک میدان های الکترومغناطیس با فرکانس ۵۰ هرتز انجام گرفته فرکانس ۵۰ هرتز به عنوان یکی از شدت ها انتخاب شد همچنین فرکانس ۵ هرتز به عنوان فرکانس متعلق به محدوده آغازین رنج میدان های الکترومغناطیس با فرکانس های بسیار پایین انتخاب شده است (۱۵). اما هم زمان با بررسی اثر میدان های الکترومغناطیسی با فرکانس های ۵ و ۵۰ هرتز بر روی اثر زمان قرارگیری در معرض میدان الکترومغناطیسی بر روی با متغیر در نظر گرفتن زمان ها و با توجه به مقالات موجود (۱۵،۱۶) مدت زمان های ۴۰ و ۲۰ ساعت انتخاب و بررسی شد بعد از در معرض قرار دادن حیوانات در روز پنجم از خوکچه های هندی آزمایش و کنترل با استفاده از سرنگ آلوده به هپارین (جهت جلوگیری از انعقاد خون) خون گیری به عمل آمد سپس جهت منعقد نشدن خون گرفته شده از حیوانات را به لوله های آزمایش حاوی ماده ضد انعقاد سیترات پتابسیم ۳ درصد انتقال داده و سپس با کمک Cell Counter میزان گلوبول های قرمز خون اندازه گیری شد. همچنین بعد از خون گیری از بافت کلیه حیوانات نمونه برداری انجام گرفت و نمونه ها در فرمالین ۱۰ درصد فیکسه شدند و پس از آماده سازی توسط میکروتوم از آنها مقاطع ۵ میکرونی تهیه و پس از رنگ آمیزی با هماتوکسیلین - اوزین مورد مطالعه قرار گرفتند.

برای آنالیز آماری از نرم افزار SPSS استفاده شد و اختلاف بین گروه ها از تست آنالیز واریانس یک طرفه و تست تشخیص دانت مورد محاسبه قرار گرفت. داده ها به صورت میانگین \pm خطای معیار بیان و سطح معنی دار بودن $P\leq 0/05$ در نظر گرفته شده است.

نتایج

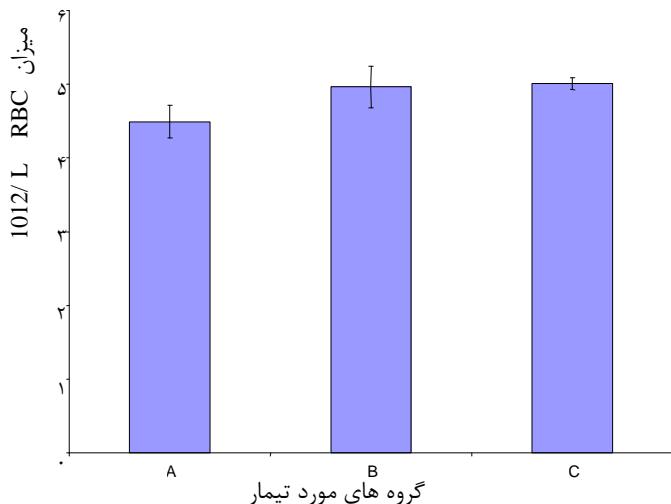
در این تحقیق اثر میدان های الکترومغناطیس ۵۰ Hz با شدت ۰/۲۰۷ میکروتسلا و ۵ Hz با شدت ۱۳/۰ میکروتسلا بر تغییرات میزان هورمون تستسرون سرم خون و بافت بیضه به مدت پنج روز برای گروه های دو و چهار ساعته در خوکچه های هندی نر، بالغ بررسی شد و اختلاف معنی دار بین گروه های کنترل و گروه های آزمایش مشاهده شد.

الکترومغناطیسی با فرکانس ۵۰-۶۰ هرتز انجام گرفته است، چون دستگاه های الکتریکی و خطوط انتقال نیرو دارای میدان های الکترومغناطیس با فرکانس ۵۰-۶۰ هرتز هستند (۶). به همین دلیل در گذشته اغلب این سوال مطرح بوده که میدان های الکترومغناطیس با چه شدتی قادر به اثر گذاری بر سیستم بیولوژیک هستند. خصوصاً بر روی انسان با چه شدتی موثر هستند به همین دلیل در سال های اخیر تحقیقات فراوانی در این رابطه انجام گرفته است (۴). اگر چه اثرات سوء میدان های الکترومغناطیس ضعیفی که توسط وسایل برقی خانگی ایجاد می شوند مورد تردید می باشد ولی شواهدی نیز وجود دارد که قرارگیری طولانی مدت در معرض مونیتور کامپیوتر (بنا به اقتضای شغلی) احتمال سقط جنین را در خانم های باردار افزایش می دهد (۳). همچنین قرارگیری در معرض میدان های الکترومغناطیسی با شدت میدان های خاص باعث کاهش هورمون ملاتونین، هورمون تستسرون و باعث افزایش هورمون پرولاکتین، استروژن و افزایش خطر ابتلاء به سرطان سینه در افراد مستعد ابتلاء به سرطان سینه را موجب می شود (۷-۲،۱۰) مطالب فوق نشان می دهد افزایش روزافزون استفاده از میدان های الکترومغناطیس در صنعت پزشکی برای مقاصد مختلف بررسی همه جانبه ای درباره اثرات میدان های الکترومغناطیس با شدت های مختلف و فرکانس های متغیر بر روی اعمال فیزیولوژیک ضروری است (۳). بر این اساس در تحقیق حاضر اثرات میدان های الکترومغناطیس با شدت های ۱۳/۰ میکروتسلا و ۰/۲۰۷ میکروتسلا بر روی میزان هورمون تستسرون و تغییرات بافت بیضه مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روش کار

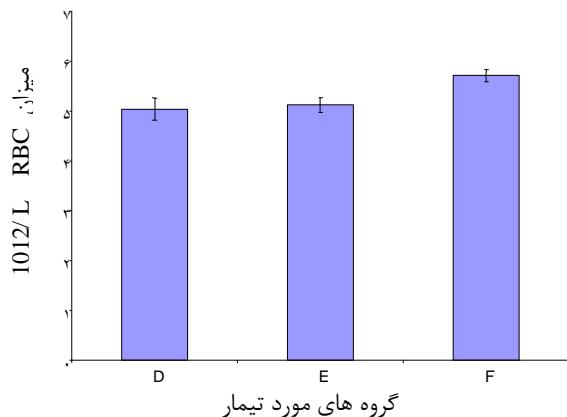
تعداد ۳۶ خوکچه هندی نر بالغ با متوسط وزن $۳۶۳\pm ۱۰/۵۸$ گرم (نهیه شده از آنیستیو پاستور کرج) مورد استفاده قرار گرفت. حیوانات در شرایط ۱۲ ساعت تاریکی قرار گرفتند و آب و غذا آزادانه در اختیار آنها بود. سلنوئید (دستگاه مولد میدان الکترومغناطیسی) از سیم پیچی ایستوانه ای که سیم پیچ ها در ۱۵ حلقه که هر حلقه از ۱۰۰ دور سیم پیچیده شده تشکیل شده یعنی جمعاً ۱۵۰۰ دور سیم در این سلنوئید به کار رفته و برای ایجاد شدت میدان های با فرکانس های ذکر شده از دستگاه فانکشنین ژنراتور (ساخت PHYWE) آلمان که به این سلنوئید متصل شده بود استفاده شد. خوکچه هایی هندی در شش گروه شش تایی تقسیم شدند که گروه B,C برای ۲ ساعت در معرض میدان هایی به ترتیب با شدت هایی ۱۳/۰ میکروتسلا با فرکانس

F = گروه کنترلی که به مدت ۵ روز هر روز به مدت ۴ ساعت داخل میدان الکترومغناطیسی خاموش قرار گرفته اند.



نمودار (۱): مقایسه میزان گلوبول های قرمز خون در گروه آزمایش و کنترل ۲ ساعته

A: کنترل ۲ ساعته - B: گروه آزمایش ۲ ساعته در میدانی با شدت $130 \mu\text{T}$ - C: گروه آزمایش ۲ ساعته در میدانی با شدت $50 \mu\text{Hz}$



نمودار (۲): مقایسه میزان گلوبول های قرمز در گروه آزمایش و کنترل ۴ ساعته

D: گروه آزمایش ۴ ساعته در میدانی با شدت $130 \mu\text{T}$ - E: گروه آزمایش ۴ ساعته در میدانی با شدت $50 \mu\text{Hz}$ - F: کنترل ۴ ساعته

اثر میدان الکترومغناطیسی بر میزان گلوبول های قرمز خون

همان طوری که در جدول ۱ و نمودارهای ۱ تا ۲ مشاهده می شود نتایج حاصل از اندازه گیری میزان گلوبول های قرمز در خوکچه هندی کنترل و آزمایش دو ساعته و چهار ساعته نشان می دهد که میزان گلوبول های قرمز در گروه آزمایش چهار ساعته در میدانی با شدت $130 \mu\text{T}$ میکروتسلا با فرکانس $50 \mu\text{Hz}$ و در گروه آزمایش چهار ساعته در میدانی با شدت $50 \mu\text{Hz}$ میکروتسلا با فرکانس $50 \mu\text{Hz}$ نسبت به گروه کنترل چهار ساعته به طور معنی دار کاهش یافته است.

جدول (۱): میانگین ± خطای استاندارد میزان گلوبول های قرمز

| گروه های Mیزان گلوبول های قرمز $10^{12}/\text{L}$ | گروه ها |
|---|---------------|
| 4.49 ± 0.22 | A گروه کنترل |
| 4.96 ± 0.28 $P = 0.24$ | B گروه آزمایش |
| 5.00 ± 0.18 $P = 0.19$ | C گروه آزمایش |
| 5.04 ± 0.22 $P = 0.02$ | D گروه آزمایش |
| 5.12 ± 0.15 $P = 0.05$ | E گروه آزمایش |
| 5.71 ± 0.12 | F گروه کنترل |

A= گروه کنترلی که به مدت ۵ روز هر روز ۲ ساعت داخل میدان الکترومغناطیسی خاموش قرار گرفته اند.

B= گروه آزمایشی که به مدت ۵ روز هر روز ۲ ساعت در میدان الکترومغناطیسی با شدت $130 \mu\text{T}$ میکروتسلا با فرکانس $50 \mu\text{Hz}$ قرار گرفته اند.

C= گروه آزمایشی که به مدت ۵ روز هر روز ۲ ساعت در میدان الکترومغناطیسی با شدت $50 \mu\text{Hz}$ میکروتسلا با فرکانس $50 \mu\text{Hz}$ قرار گرفته اند.

D= گروه آزمایشی که به مدت ۵ روز هر روز ۲ ساعت در میدان الکترومغناطیسی با شدت $130 \mu\text{T}$ میکروتسلا با فرکانس $50 \mu\text{Hz}$ قرار گرفته اند.

E= گروه آزمایش که به مدت ۵ روز هر روز به مدت ۲ ساعت در میدان الکترومغناطیسی با شدت $50 \mu\text{Hz}$ میکروتسلا با فرکانس $50 \mu\text{Hz}$ هر تر قرار گرفته اند.

میدانی با شدت ۱۳/۰ میکروتسلا با فرکانس ۵ Hz و در میدانی با شدت ۰/۲۰۷ میکروتسلا با فرکانس ۵۰ Hz نسبت به گروه کنترل‌ها چهار ساعته تفاوت معنی داری نشان می‌دهند. در سال ۲۰۰۳ V.V.Baile و همکارانشان موش‌های نر و ماده Wistar را تحت معرض میدان الکتریکی با شدت‌های ۱/۵ KV/m و ۱۰ KV/m به مدت ۳۰۰ و ۹۰۰ روز قرار دادند و سپس فاکتورهای خونی را مورد سنجش قرار دادند نتایج نشان داد میزان RBC در ماده‌ها در میدانی با شدت ۱/۵KV/m به صورت معنی‌داری کاهش یافته بود (۱۱).

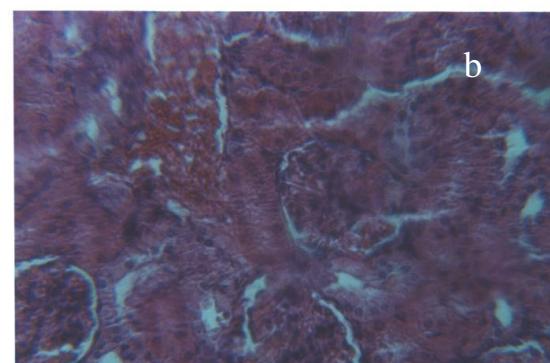
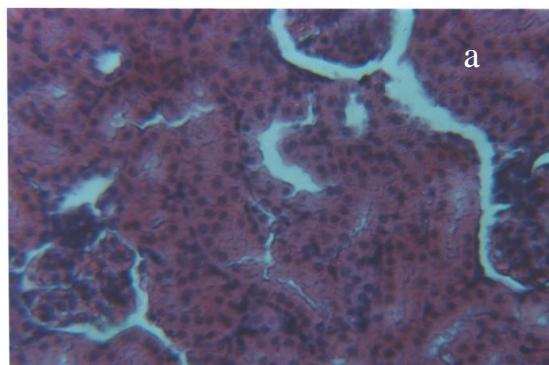
Zsolt-Forgacs و همکارانش در سال ۲۰۰۴ تحقیقی بر روی موش‌های نر نژاد cf1p که در میدان الکترومغناطیسی از نوع سینوسی با شدت ۱۰۰ میکروتسلا و با فرکانس ۵۰ هرتز انجام دادند و بعد از ۱۴ روز بعد از قرارگیری در معرض میدان WBC و RBC خون را مورد سنجش قرار دادند. نتایج نشان داد که هیچ اختلاف معنی‌داری بین گروه آزمایش و گروه کنترل وجود ندارد (۱۲).

در سال ۲۰۰۰ Kiiatkin VA و همکارانش اثر امواج الکترومغناطیسی با شدت ۳۹۵ mW/cm² و ۸۴ mW/cm² را بر روی مورفولوژی بافت کلیه موش‌های ماده بررسی کردند. بررسی‌ها نشان داد که امواج الکترومغناطیسی با شدت ۳۹۵ mW/cm² باعث اثر همودینامیک قابل توجهی از طریق تحریک ناحیه میانی کلیه می‌گردند. در اثر این تغییر همودینامیک، ادم بافت بینابینی، دیستروفی اپیتلیوم توبول‌ها، اسکلروز گلومرول‌ها و التهاب بافت بینابینی را باعث شده بود (۱۳).

میدان‌های الکترومغناطیسی گروه‌های D و E با اثر بر روی مغز استخوان و مهار فعالیت میوتیکی مغز استخوان باعث کاهش گلبول‌های خون گشته است (۱۶) همراه با کاهش گلبول‌های قرمز در گروه‌های D و E بافت کلیه دچار تغییرات شدیدی شده که احتمال دخیل بودن تغییرات بافت کلیه بر کاهش گلبول‌های قرمز را تقویت می‌کند. در نتیجه هیپوکسی حاصل از کاهش گلبول‌های قرمز خون (هموگلوبین)، ماده‌ای به نام اریتروزین از سلول‌های ناحیه گلومرولی کلیه آزاد شده و بر روی اریتروپویتینوزن کبدی که یک آلفا گلوبولین غیرفعال می‌باشد. اثر نموده و آن را به اریتروپویتین فعل تبدیل می‌نماید. اریتروپویتینین به داخل گردش خون آزاد شده و از آن طریق به مغز استخوان می‌رسد و از طریق یک گیرنده اختصاصی با سلول‌های پیش‌ساز RBC تداخل عمل پیدا می‌کند و تولید گلبول‌های قرمز را تنظیم می‌کند. به نظر می‌رسد در اثر اثرات تخریبی میدان الکترومغناطیسی بر بافت کلیه و احتمالاً تخریب سلول‌های ترشح کننده اریتروزئن کلیه و عدم ترشح اریتروپویتین، گلبول‌های قرمز کاهش یافته است (۱۴).

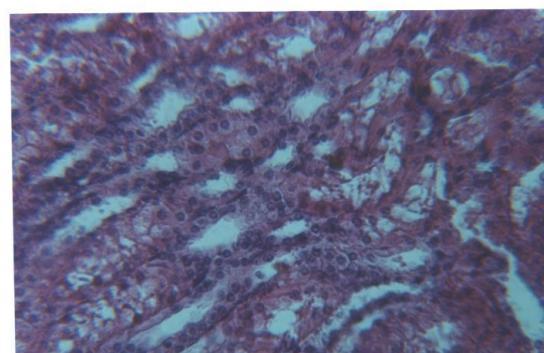
اثر میدان الکترومغناطیس بر بافت کلیه

نتایج حاصل از بررسی پاتولوژیکی بافت بیضه در خوکچه‌های هندی کنترل و آزمایش دو ساعته و چهار ساعته نشان می‌دهد که تغییرات قابل توجهی در گروه‌های E و D وجود دارد. تغییرات عبارتند از تورم سلول‌های اپیتلیال توبول‌ها، کاهش قطره لومن داخل توبول‌ها و اتساع گلومرول‌ها.



میکروگراف ۱: a: اتساع گلومرول

b: کاهش قطره لومن توبول‌ها (با بزرگنمایی ۱۰)



میکروگراف ۳: کلیه سالم (با بزرگنمایی ۱۰)

بحث و نتیجه گیری

یافته‌های به دست آمده از تحقیق حاضر نشان می‌دهد که میزان گلبول‌های قرمز و بافت کلیه در گروه‌های آزمایش چهار ساعته در

الکترومغناطیس با داشتن امواج دارای انرژی بالا، باعث رفتن درجه حرارت موضعی در محل برخورد امواج شده و همانند اشعه یونیزیان از طریف ایجاد رادیکال های آزاد، اثرات تخریبی خود را به وجود می آورند. رادیکال های آزاد با حمله به لیپیدها و تغیر ماهیت آنها و شکستن اتصالات پروتئینی باعث آسیب سلولی می شوند (۳).

References:

1. کیانی ع. آثار بیولوژیک امواج رادیویی و مایکروویو بر انسان. طب نظامی، ۱۳۸۰، شماره ۳، صفحات ۷۳-۹.
2. بهاء الدینی ا. مطالعه تاثیر میدان الکترومغناطیسی بر تغییرات غلظت گنادوتروپین ها و استروئیدهای جنسی در مراحل مختلف سیکل استروس در موش صحرایی ماده بالغ. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز، ۱۳۸۰، ص ۳۲.
3. سلیمانی راد ج. بررسی اثرات میدان الکترومغناطیسی بر فرآیند اسپرماتوزن در Rat. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز، ۱۳۷۶، سال ۳۱، شماره ۳۶، ص ۵۵.
4. Attia AA, Yehia MA. Histological, ultrastructural and immunohistochemical studies of the low frequency electromagnetic field effect on Thymus, spleen and liver of Albino Swiss Mice. Pakistan J Biol Sci 2002; 5(9):931-7.
5. Lai H. Genetic effects of nonionizing electromagnetic fields. The international workshop on biological effects of ionizing radiation, electromagnetic, fields and chemical toxic agents in sinaia, Romania, 2001 October 2-6.
6. Stevens RG. Biologically based epidemiological studies of electric power and cancer. Environ Health Perspect Suppl 1993; 101(54): 93-5.
7. Moolgavkar SH, Day NE, Stevens RG. Two-stage model for carcinogenesis: epidemiology of breast cancer in females. J Natl Cancer Inst 1980; 65:559-69.
8. Blask OE. The emerging role of the pineal gland and melatonin in oncogenesis. In: Wilson BW, Stevens RG, Anderson LE, Editors. Extremely low frequency electromagnetic fields: the question of cancer. Columbus: Battelle Press: 1998. P.319-35.
9. Baile VV, Mankewar M. Effect of electric fields on the blood of rat-sprague dawley. J Bioelectric Med 2003; 8. 24.
10. Forgacs Z. Effects of whole-body 50-HZ magnetic field exposure on mouse leydig cells. Sci World J 2004;4(S2): 83-90.
11. Kiiatkin VA. Use of super-high frequency electromagnetic fields on intrarenal circulation and morphological status of health kidneys (experimental study). Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult 2000; (6):34-9.
12. Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. Harper's biochemistry. New York: McGraw-Hill Co; 2003.
13. Lai H. Genetic effects of nonionizing electromagnetic fields. The international workshop on biological effects of ionizing radiation, electromagnetic, fields and chemical toxic agents in sinaia, Romania 2001.
14. Demsia G. Effect of 10 MHz electromagnetic field on rat bone marrow. Sci World J 2004; 2:48-54.
15. Rajkovic V. The effect of extremely low-frequency electromagnetic fields on skin and thyroid amine- and peptide- containing cells in rats. Sci Direct J 2005;99(3): 369-77.
16. دشتیان نسب ع، حیات غیبی ح. بررسی اثرات میدان های الکتریکی یکنواخت بر تابلوی خونی در موش سوری تهران. پایان نامه دکترا دامپزشکی ۱۳۷۶، ص ۱۰.

در مورد بافت کلیه، در گروه های D و E لومن داخل توبول ها به خاطر تورم سلول های اپیتلیال توبول ها کاهش یافته و گلومرول ها متسع شدند که به دلیل اثر میدان الکترومغناطیسی بر تکثیر سلول های اندوتلیال عروق و گلومرول باشد. در مورد مکانیسم عمل میدان های الکترومغناطیس عقیده بر این است که میدان های