مقاله پژوهشی

مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

دوره ۳۳ شماره ۱ فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰ صفحات ۲۴-۱۸

بررسی فراساختاری و مورفومتریک اثرات میدانهای الکترومغناطیسی بر شبکیه موش صحرائی

امیر افشین خاکی: گروه علوم تشریح، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز: نویسنده رابط

Email: dr.aakhaki@yahoo.com

محمدرضا صدقی پور: گروه چشم، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

امیر عبدالله افتخاری میلانی: گروه چشم، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

لیلا روشنگر: گروه علوم تشریح ، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

جعفر سلیمانی راد: گروه علوم تشریح، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

داریوش محمد نژاد: گروه علوم تشریح، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

دریافت: ۸۸/۴/ ۱۴ ، **پذیرش**: ۸۹/۹/۱۶

چکیده

زمینه و اهداف: افزایش استفاده از وسایلی مانند تلفنهای همراه این سوال را پیش می‌آورد که آیا امواج این وسایل بر روی بافتهای مختلف بدن انسان تاثیر دارند؟ تاکنون مطالعات زیادی در مورد تاثیر گذاری این امواج بر روی ارگانهای مختلف مانند مغز، کلیه و... از نظر فراساختاری انجام یافته است. شبکیه نیز با توجه به موقعیت قرارگیری اش، در معرض تابش مستقیم این امواج قرار دارد. هدف ما در این مطالعه بررسی اثر امواج الکترو مغناطیسی با فرکانس ۵۰ تا۶۰ هرتز از نظر تغییرات فراساختاری و مورفومتریک لایه های شبکیه می باشد.

مواد و روش‌ها: موشهای صحرایی نر به دو گروه، آزمایش و کنترل تقسیم شدند. گروه آزمایش به مدت ۴ هفته تحت تاثیر میدان مغناطیسی به قدرت ۳ میلی تسلا قرار گرفت. نمونه ها توسط میکروسکوپ نوری و الکترونی مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته ها: در رتهای آزمایش ۴ هفته، ضخامت کل رتین ۱۳۲±۷/۷۸ بود که در مقایسه با گروه کنترل۸۹/۴۷±۳/۸۳ به طور معنی داری افزایش یافته بود ($P<۰/۰۰۱$). همچنین ضخامت لایه هسته دار خارجی در گروه آزمایش ۳۲/۲۳±۳/۲ میکرون بود که در مقایسه با گروه کنترل (۲۰/۱۵±۱/۴۳ میکرون) به طور معنی داری افزایش یافته بود.($P<۰/۰۰۱$). در گروه ازمایش تعداد هسته سلولها در هر۲۵×۲۵ میکرون از سطح لام با بزرگنمایی ۷۲۰، ۱۳/۶۴±۰/۸۹ بود که در مقایسه با گروه کنترل (۷/۳۰±۰.۹۵) به طور معنی‌داری افزایش یافته بود ($P<۰/۰۰۱$). همچنین ابعاد هسته سلولهای گیرنده نور در گروه آزمایش ۳/۸۵±۰/۳۶ نسبت به گروه کنترل ۲/۶۲±۰/۲۳ به طور معنی‌داری افزایش یافته بود ($P<۰/۰۰۱$).

نتیجه گیری: سلولهای گیرنده نور تحت تاثیر میدان مغناطیسی دچار افزایش فعالیت تکثیری می‌شوند.

کلید واژه ها: امواج الکترو مغناطیس، شبکیه

مقدمه

برخورد با مقادیر زیاد امواج الکترومغناطیس با فرکانس بالا به طور حاد مانند اشعه α و امواج اولتراویوله اثرات ثابت شده‌ای بر روی شبکیه‌ی چشم انسان دارد.[۱] علی رغم این واقعیت که برخورد حاد با امواج الکترومغناطیس که از اشعه های غیر یونیزان هستند اثرات پاتولوژیک واضحی برروی شبکیه ی چشم انسان دارد، اثرات برخورد با امواج الکترومغناطیس کم فرکانس به طور مزمن که تمام محیط اطراف ما را فرا گرفته اند نامشخص می‌باشد.[۲] پرتوهای الکترومغناطیس ترکیبی است از یک میدان الکتریکی و یک میدان مغناطیسی متغیر که عمود بر هم در فضا انتشار می‌یابند.[۳] ارتباط مابین میدانهای الکترومغناطیسی و لوسمی در کودکان مطرح

شده است.[۴] همچنین ارتباط EMF با کاهش حافظه و سردرد در استفاده کنندگان از تلفن همراه دیده شده است[۵] . علاوه بر این، مطالعات گسترده‌ای بر روی تاثیر این میدانها بر سیستم عصبی وجود دارد. رتین نیز با توجه به اینکه جزء سیستم عصبی محسوب می شود، می‌تواند تحت تاثیر این میدانها قرار گیرد. رتین عصبی از خارج به داخل از لایه های مختلف تشکیل شده است.[۶] هر کدام از این لایه‌های فوق‌الذکر می‌توانند در معرض امواج الکترومغناطیسی قرار گیرند. مخصوصا با توجه به این که آناتومی و موقعیت قرار گیری خاص چشم، این عضو مهم را در معرض مستقیم امواج الکترومغناطیسی قرار می‌دهد.[۷] تاثیر امواج الکترومغناطیسی مخصوصا با فرکانسهای بالا در ایجاد بیماریهای سگمان قدامی چشم مثل کاتاراکت نشان داده شده است.[۸] هدف ما در این مطالعه بررسی تاثیر امواج الکترومغناطیسی به صورت in vivo (بر شبکیه ی موش صحرایی) است و از میدانهای مغناطیسی با فرکانس پایین استفاده شده است. (۵۰ تا ۶۰ هرتز) که تمامی افراد به صورت روزانه با آن سرو کار دارند افزایش استفاده از امواج میکروویو (که منجر به ایجاد میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس پایین) مخصوصا در تلفنهای همراه و رادار موجب افزایش تماس افراد با این امواج و ایجاد نگرانیهای زیادی در این زمینه شده است[۷]. در تحقیقی که Korkzala –Zwishka و همکاران بر روی تاثیر امواج الکترومغناطیس با فرکانس پایین (۳۰۰–۲۰۰ هرتز) به صورت Invitro بر روی سلولهای آدیپوسیت انجام دادند، دریافتند که این امواج ترجمه و همانند سازی ژنی را تغییر داده و سرعت تمایز سلولی و فعالیت آنزیمی راتحت تاثیر قرار می‌دهند[۹].

در یک مطالعه ی دیگر Jowanovic و همکاران نشان دادند که میدان‌های الکتریکی که به بافت مغز اثر می کنند، در شرایط سلولی آن تاثیر می‌گذارند[۱۰]. Mathie و همکاران در مطالعه ای تاثیر میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس پایین (۶۰ هرتز) را بر روی کانالهای یونی سلولهای عصبی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که مواجهه با میدان مغناطیسی ناشی از فرکانسهای۶۰ هرتز یک فرایند وابسته به آهن را واسطه گری می‌کند (مثل واکنش fenton) که باعث افزایش رادیکالهای آزاد در سلولهای مغزی می‌شود و آن هم باعث مرگ سلولی و شکست زنجیره DNA می‌گردد[۱۱]. در روسیه Merkloua تاثیر پالس الکترومغناطیسی را بر روی گانگلیون نخاعی رت از نظر تغییرات فرا ساختاری مورد بررسی قرار داد. مشخص شد که EMF موجب به هم خوردن ارگانیزاسیون عملکردی– آناتومیکی سلولهای نورونی گانگلیون و سلولهای عروق خونی در گانگلیون نخاعی می‌شود[۱۲]. باز هم در یک بررسی دیگر در روسیه AMedaved ev و همکاران تاثیر امواج الکترو مغناطیس بر هیپوتالاموس گربه بررسی کرده و نشان دادند که تغییرات سه مرحله‌ای destructive-reactive-restoractive در هیپوتالاموس گربه مشاهده می شود[۱۳].

Bardasono و همکاران تاثیر میدان الکترو مغناطیسی ۶۰ هرتز یکنواخت را بر روی سلول های پینه آل نوعی کبوتر از نظر فرا ساختاری مورد بررسی قرار دادند و متوجه شدند که ۲۰تا۳۰ درصد این سلولها در مواجهه با این میدان واکنش نشان می دهند. این واکنش به صورت یک افزایش واضح در ترشح آپوکرین این سلولها بود[۱۴]. Dini L و همکاران در سال ۲۰۰۵ در دانشگاه لچه ایتالیا تاثیر امواج الکترو مغناطیس با قدرت متوسط در محیط های کشت سلولی مورد بررسی قرار دادند و به نتایج جالب توجهی در این زمینه دست یافتند که به خاطر عدم اتباط با سلولهای عصبی و سلول های حساسه رتین که موضوع بحث ما می باشد که از ذکر آنها در این قسمت خودداری می گردد[۱۵]. Merkulova LM علاوه بر بررسی تغییرات فراساختاری امواج EMF بر روی سلولهای گانگلیونی نخاع نشان داد که از نظر بیو شیمیایی نیز نسبت هیستامین به سروتونین در این ارگان به دنبال مواجهه با EMF تغییر می کند[۱۶]. بررسی تغییرات ناشی از تماس مزمن با امواج میکروویو با فرکانس بالای ۲۴۵۰ مگاهرتز تغییرات الکترو انسفالوگرافیک در مدلهای حیوانی نشان داد. این تغییرات مربوط به اثرات غیر حرارتی این امواج بود.[۱۷] در مطالعه ای که در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشگاه فلوریدا در سال ۲۰۰۳ انجام شد اثرات چشمی امواج الکترو مغناطیس بررسی شد. در این مطالعه ایجاد کاتاراکت در چشم خرگوش با تماس با میدان الکترو مغناطیس با فرکانس بالا ۲۴۵۰ مگاهرتز برای بیش از ۳۰ دقیقه نشان داده شد. ولی کاتاراکت در چشم میمونها با همین میزان انرژی ایجاد نشد. ولی تغییرات قرینه ای و تغییرات عملکردی رتین در این مطالعه به دنبال تماس با این سطح انرژی مشاهده نشد[۱۸]. در مقاله ای که در مجله ی Ophthalmologica در سال ۲۰۰۸ چاپ شده است تاثیر امواج میکروویو بر روی سلولهای گانگلیونی در محیط کشت مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج به این قرار بود که در همه گروههایی که تحت رادیاسیون قرار گرفته بودند تغییر در مورفولوژی سلولی مشاهده شد و میزان بقاء سلولها هم کاهش پیدا کرده و آپوپتوزیس زودرس در سلولهایی که تحت امواج میکروویو قرار گرفته بودند مشاهده شد[۱۹و۲۱]. در مجله ی Jpn J. Ophthalmol در نوامبر۲۰۰۷ مقاله ای به چاپ رسیده است که تاثیر امواج میکروویو را بر روی سلولهای اپی پیتال عدسی چشم بررسی می کند.[۲۰]

مواد و روشها

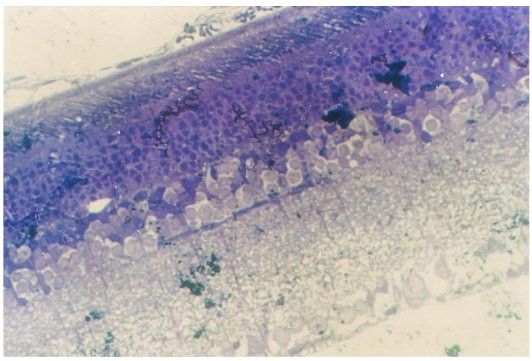
جمعیت مورد مطالعه در این بررسی موشهای رت نژاد (wistar) بودند که از حیوانخانه ی دانشکده‌ی داروسازی تهیه شدند. برای انجام این بررسی از دستگاه مولد میدان مغناطیس که میدانی به شدت ۳ میلی تسلا تولید می‌کرد و در بخش بافت شناسی طراحی و ساخته شده بود استفاده گردید. دستگاه مولد میدان بر اساس تئوری پیچه‌ی هلمهوتز ساخته شده که در رابطه با این انتخاب مواردی از قبیل نیاز به دستیابی به یک میدان یکنواخت و با شدت معین و نیز محدودیت‌های مختلف همچون لزوم تهیه‌ی محل نسبتا مناسبی برای زیست رت ها در داخل دستگاه ازامور تعیین کننده بود. با توجه به شدت جریان مصرفی مولد و مدت

زمان طولانی استفاده از آن در طی روز لازم است که برای جلوگیری از گرم شدن دستگاه و تهویه ی مناسب داخل آن از پنکه که در بالای دستگاه نصب گردیده استفاده شود. به طور کلی دستگاه مولد شامل دو سیم پیچ درجهت مخالف هم می‌باشد که میدان یکنواختی را در مرکز دستگاه که محل قرارگیری حیوانات می باشد ایجاد می نماید. برای تولید میدان از جریان متناوب ۵۰ هرتز استفاده می‌شود. در این بررسی از موشهای رت نژاد wistar استفاده شده است که بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ گرم وزن و ۵ هفته سن داشتند. رت ها به دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم شدند و در هر گروه ۱۰ موش تحت مطالعه قرار گرفتند. در گروه آزمایش رت ها روزانه ۵ ساعت و برای مدت ۴ هفته تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس به شدت ۳ میلی تسلا قرار گرفتند. پس از اتمام مدت ۴ هفته با استفاده از بیهوشی کشته شدند و نمونه برداری انجام گرفت. گروه کنترل: شرایط زیست و تغذیه در این گروه کاملا مشابه با گروه آزمایش بود و فقط تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس قرار نمی‌گرفتند. در این گروه نیز همانند گروههای آزمایش ۱۰ رت وجود داشت که پس از۴ هفته کشته شدند و نمونه برداری مثل گروههای آزمایش انجام شد. در ابتدا رت‌ها توسط پنبه‌ی آغشته به کلروفرم در یک ظرف پلاستیکی در بسته بیهوش شدند. سپس سر حیوان را در ناحیه‌ی گردن از بدن توسط قیچی جدا کرده و هر دو چشم حیوان را با روشی مشابه انوکلاسیون چشم انسان از فضای اربیت خارج می کنیم و گلوبها توسط محلول بافر فسفات ۰/۱ مولار شستشو داده می‌شود. سپس نمونه‌های لازم برای بررسی توسط میکروسکوپ نوری و الکترونی تهیه و به ترتیب تحت رنگ آمیزی تولوئیدن بلو وسیترات سرب قرار گرفتند. نمونه‌های نیمه نازک (۴۵۰ نانومتری) با استفاده از میکروسکوپ نوری o/ympns/3H-2 و با بزرگنمایی۴۰ و۱۰۰ مورد مطالعه قرار می‌گرفتند و جهت فتومیکروگراف‌ها از میکروسکوپ ذکر شده و فیلم فوجی ASA=400 استفاده می‌شد. همچنین نمونه های نازک (۶۰ نانومتری) با استفاده از میکروسکوپ ترانزیشنال مورد مطالعه قرار گرفتند. برای تهیه‌ی الکترون میکرو گراف‌ها از میکروسکوپ ذکر شده و از Sheet film استفاده شده است. جمع آوری داده‌های کمی با شمارش سلولها و اندازه‌گیری ضخامت لایه‌های رتین و مورفومتری و با انتقال تصویر به کامپیوتر و با استفاده از نرم افزار فتوشاپ انجام گرفت. جهت انجام آنالیز آماری داده های مورفومتریک از روشهای آماری توصیفی، شاخصهای مرکزی (میانگین ± انحراف معیار) و شاخصهای پراکندگی و جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون آماریKolmogorov-Smirnov استفاده شده و به دلیل عدم نرمال بودن توزیع داده‌ها جهت انجام مقایسه‌ی بین گروهها (گروه کنترل با گروه آزمایش ۴ هفته و گروه آزمایش ۴ هفته با ۱۰هفته) از آزمون آماری U.mann-Whitney Test استفاده گردیده و در تمامی موارد P<۰/۰۵ معنی‌دار تلقی شده است.

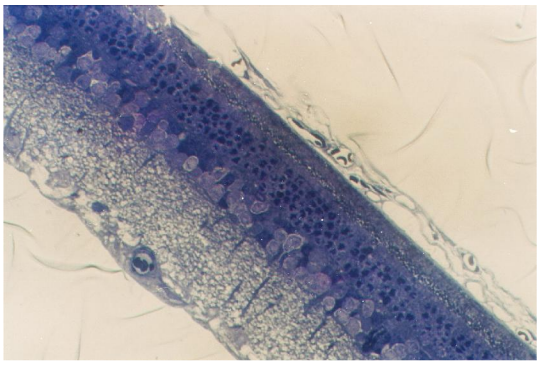
یافته ها

در مورد ضخامت کل رتین میانگین این ضخامت در گروه آزمایش ۴ هفته برابر با ۱۳۲/۷ میکرون با انحراف معیار ۷/۷۸ می‌باشد (min=۱۱۹/۲ و max=۱۴۴/۱). میانگین ضخامت کل رتین در گروه کنترل ۸۹/۴۷ میکرون با انحراف معیار ۳/۸۳ می‌باشد (min=۸۳/۴ و max=۱۰۰/۶) مقایسه‌ی آماری ضخامت کل رتین بین گروه آزمایش۴ هفته و کنترل نشان می‌دهد که ضخامت کل رتین در گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری افزایش پیدا کرده است. (P<۰/۰۰۱) طبقه‌ی هسته‌دار خارجی که مربوط به هسته‌ی سلولهای فوتورسپتور می‌باشد به طور واضح در گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل افزایش ضخامت پیدا کرده است. میانگین ضخامت این لایه در گروه آزمایش ۳۲/۲۳ میکرون با انحراف معیار ۳/۲ میکرون می‌باشد (minimum=۲۶/۳۰ و maximum=۳۷/۷) در حالی که این مقادیر برای گروه کنترل به شرح زیر می باشد: میانگین ضخامت طبقه‌ی هسته دار خارجی در گروه کنترل ۲۰/۱۵ با انحراف معیار ۱/۴۳ میکرون می‌باشد. (minimum=۱۷/۱۰ و maximum=۲۳/۴). مقایسه‌ی آماری ضخامت طبقه‌ی هسته دار خارجی بین دو گروه با P<۰/۰۰۱ نشان می دهد که به طورمعنی داری ضخامت طبقه ی هسته‌دار خارجی در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل افزایش پیدا کرده است. P<۰/۰۰۱ علاوه بر مقایسه‌ی ضخامت بین طبقه‌ی هسته دار خارجی در گروه آزمایش و شاهد تراکم هسته‌ی سلولهای فوتورسپتور نیز در ۵ فیلد مختلف ازهر کدام از۱۰ لام تهیه شده مورد مقایسه قرارگرفت. برای این هدف تعداد هسته‌ی سلولها در کادرهای ۲۵×۲۵ میکرون در لامهای با بزرگنمایی۷۲۰ مورد شمارش قرار گرفت. در گروه آزمایش۴ هفته تعداد هسته‌ی سلولها در هرکادر ۱۳/۶۴ با انحراف معیار ۰/۸۹ بود. در حالی‌که درگروه کنترل این تعداد برابر با ۷/۳۰ با انحراف معیار ۰/۹۵ بود. مقایسه ی آماری این داده‌ها نشان می‌دهد که به طور واضحی در گروه آزمایش تراکم هسته‌ی سلولهای فوتورسپتور نیز نسبت به گروه کنترل افزایش یافته است (P<۰/۰۰۱). شکل۱و۲ تغییرات مربوط به افزایش ضخامت رتین و طبقه‌ی هسته دار خارجی و تراکم هسته ی سلولهای فوتورسپتور را بین دو گروه نشان می‌دهد. به تبع افزایش تعداد سلولهای فوتورسپتور و افزایش ضخامت طبقه‌ی هسته دار داخلی ضخامت لایه‌ی بخش خارجی سلولهای استوانه‌ای و مخروطی نیز افزایش یافته است. در طبقه‌ی هسته دار داخلی بین سلولهای پشتیبان و سلولهای عصبی تعداد زیادی واکوئل درگروه آزمایش قابل رویت می‌باشد در حالی که در گروه کنترل این حالت قابل مشاهده نیست. همچنین در گروه آزمایش در مابین سلولها فضاهایی مشاهده می شود که در گروه کنترل وجود ندارد. در گروه آزمایش در مورد طبقه‌ی سلولهای گانگلیونی نیز درسیتوپلاسم سلولها تعداد زیادی واکوئل قابل مشاهده می باشد و در مابین سلولها فضاهایی مشاهده می‌شود که در گروه کنترل وجود ندارد (با بزرگنمایی۷۲۰). از نظر مورفولوژیک

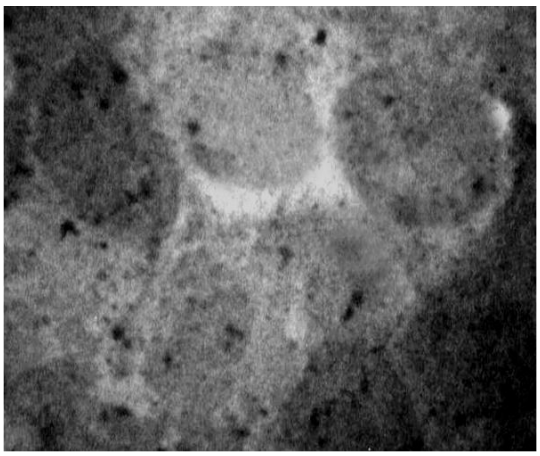
اختلاف واضحی بین طبقه ی مشبک داخلی بین دو گروه مشاهده نمی شود. در بررسی لایه‌ی سلولهای دانه‌دار داخلی وسلولهای گانگلیونی به وسیله‌ی میکروسکوپ الکترونی، افزایش فواصل بین سلولی و واکوئلیزاسیون داخل سلولی در گروه آزمایش قابل مشاهده است (در هر۱۰ نمونه‌ی بررسی شده با میکروسکوپ الکترونی) در حالی که چنین حالتی یعنی وجود واکوئیلیزاسیون داخل سلولی و افزایش فواصل بین سلولی در هیچ یک از نمونه‌های تمام ضخامت مربوط به گروه کنترل قابل مشاهده نیست. هسته ی سلولهای دانه دار داخلی و سلولهای گانگلیونی از نظر میزان کروماتینیسیته در گروههای آزمایش و کنترل تفاوتی با هم ندارند. در لایه‌ی دانه دار خارجی که همان هسته‌ی سلولهای فوتورسپتور می باشند هسته‌ی سلولهای گروه آزمایش روشنتر و یوکروماتین‌تر به نظر می‌رسد و همچنین از نظر اندازه قطر هسته‌ی سلولهای گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل افزایش پیدا کرده است که نشانگر درجه ی بالای فعالیت بیولوژیک این سلولها می‌باشد. اندازه‌گیری اقطار بزرگ و کوچک هسته در میکروگراف‌های الکترونی نشان داد که میانگین قطر هسته در سلولهای فوتورسپتور در گروه ۴ هفته ۳/۸۵ میکرون با انحراف معیار۰/۳۶ می باشد، در حالیکه در گروه کنترل این میزان برابر با ۲/۶۲ میکرون با انحراف معیار۰/۲۳ می‌باشد. مقایسه آماری این مقادیر نشان می‌دهد که میانگین اقطار هسته‌ی سلولهای فوتو رسپتور در گروه ۴ هفته در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری افزایش یافته است (P<۰/۰۰۱) (شکل ۳و ۴). اندازه‌گیری اقطار بزرگ و کوچک هسته در میکروگراف‌های الکترونی نشان داد که میانگین قطر هسته در سلولهای گانگلیونی در گروه ۴ هفته ۵/۴۲ میکرون با انحراف معیار ۰/۴ می‌باشد، در حالی‌که در گروه کنترل این میزان برابر با ۵/۴۳ میکرون با انحراف معیار۰/۴۳ می‌باشد. این داده‌ها دارای توزیع نرمال بودند و مقایسه ی آنها با روش Independent samples T-Test نشان می‌دهد که تفاوت معنی داری بین اندازه‌ی هسته‌ی سلولهای گانگلیونی در گروه ۴ هفته در مقایسه با گروه کنترل وجود ندارد (P=۰/۹۲).



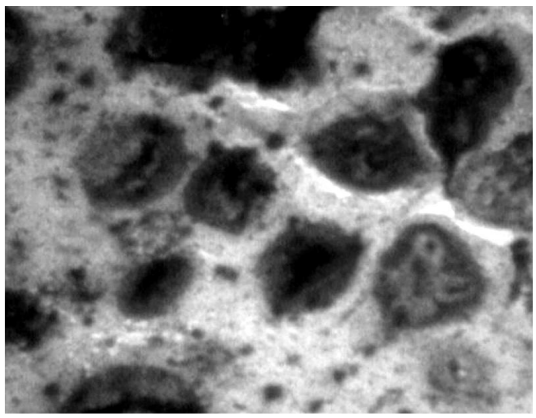
شکل ۱: فتومیکروگرافی از کل رتین رت گروه آزمایش ۴ هفته، بزرگنمایی ۳۶۰ برابر



شکل ۲: فتومیکروگرافی از کل رتین رت گروه کنترل، بزرگنمایی ۳۶۰ برابر



شکل ۳: الکترومیکروگرافی از سلول فتو رسپتور در رت گروه آزمایش ۴ هفته با بزرگنمایی ۳۰۰۰



شکل ۴: الکترومیکروگرافی از سلول فتورسپتور در رت گروه کنترل با بزرگنمایی ۳۰۰۰

بحث

به خوبی شناخته شده است که امواج حاصل از میدانهای الکترومغناطیسی باعث تغییرات اساسی در سلول می‌شوند.[۲۲]

در مطالعه ای که Zhou XR و همکاران در دانشکده پزشکی هاربین بر روی سلولهای گانگلیونی در محیط کشت انجام دادند

نشان دادند که امواج الکترومغناطیس منجر به آپوپتوزیس سلولهای گانگلیونی می‌گردند ولی در مطالعه‌ی ما چنین اثری برروی سلولهای گانگلیونی مشاهده نشد. در مطالعه‌ی ما در بررسی فراساختاری تنها تغییر مشاهده در سلولهای گانگلیونی، افزایش فضاهای بین سلولی و ایجاد واکوئلیزاسیون در سیتوپلاسم این سلولها بود. تفاوت اساسی که بین این دو مطالعه وجود دارد این است که در مطالعه‌ی مذکور از امواج الکترومغناطیس با فرکانس بالا و به صورت حاد استفاده شده بود (MHz۲۴۵۰) در حالیکه در مطالعه ی ما از امواج الکترومغناطیس با فرکانس پایین (Hz۵۰) و به صورت تماس تدریجی استفاده شده است. از سوی دیگر مطالعه ی انجام گرفته در دانشگاه هاربین به صورت in vitro و در محیط کشت انجام گرفته ولی مطالعه‌ی ما به صورت in vivo بوده است[۱۹]. Shin-Tsu Lu و همکاران که در یک مرکز تحقیقاتی در تگزاس تاثیرامواج high peak power را بر روی شبکیه ی نوعی میمون به نام Rhesus بررسی کردند متوجه ایجاد تغییرات دژنراتیو در بخش خارجی فوتورسپتورها، واکوئلیزاسیون لایه ی خارجی شبکیه،کاریولیز فوتورسپتورها و تغییرات پیکنوتیک در اپیتلیوم دانه داردر شبکیه‌ی میمون شدند. تفاوت مهمی که این مطالعه با تحقیق ما دارد، همانند مورد قبل فرکانس بالای امواج الکترومغناطیس استفاده شده در این مطالعه می‌باشد. با وجود اینکه برخورد حاد با امواج الکترومغناطیس با فرکانس بالا موجب کاریولیز فتورسپتورها می‌شود ولی برخورد مزمن با امواج الکترومغناطیس با فرکانس پایین که به طور روزمره در زندگی همه‌ی افراد اتفاق می‌افتد (مانند امواج موبایل) موجب افزایش تکثیر سلولهای فتورسپتور می‌شود[۲۳]. در مطالعه‌ی ما واکوئلیزاسیون سلولهای دو قطبی و لایه‌ی گانگلیونی مشاهده شد. در بررسی مشابه دیگری که بر روی ساختمان کلیه در رت‌هایی که به مدت ۵۲ روز و روزی یک ساعت در معرض میدان مغناطیسی با فرکانس پایین قرار گرفتند انجام شد، در بررسی با میکروسکوپ نوری و الکترونی، واکوئلیزاسیون اپیتلیوم توبولهای کلیه در ناحیه‌ی راسی و نیز تغییرات دژنراتیو در گلومرولهای کلیه دیده شد که در بررسی با میکروسکوپ الکترونی نیز این واکوئلیزاسیون منطبق برتورم ارگانل های داخل سیتوپلاسمی غشاء دار مانند میتوکندری و شبکه‌ی آندوپلاسمی بود[۲۴]. قبلا هم گزارش شده که در آستروسیت‌های در معرض EMF به دلیل تاثیر شوک حرارتی میکرووزیکولها افزایش می یابد که جهت برآورده کردن نیازهای تغذیه ای می‌باشد[۲۵]. در یک مطالعه‌ی دیگر افزایش تعداد ماکروفاژهای موجود در استرومای تخمدان رت‌های تحت تاثیر میدان الکترومغناطیس نشان داده شده است که مشابه یافته ی ما درمطالعه بر روی رتین است که امواج EMF می توانند موجب افزایش تعداد سلولهای لایه‌ی فتورسپتور گردند[۲۶]. همچنین بررسی اثرات میدانهای الکترومغناطیس بر روی رحم و لوله های رحمی بر روی رت‌های بالغی که به مدت ۳ ماه (۹۰ روز) روزانه ۴ ساعت تحت تاثیر EMF با شدت 50GHz قرار داشتند، نشان داده شد که طبقه‌ی آندومتر گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل ضخیم‌تر شده و حاوی تعداد زیادی غدد رحمی می‌گردد که مرحله‌ی پیشرفته تری از فاز پرولیفراسیون را نشان می‌دهد[۲۷]. نتیجه‌ی این مطالعه نیز تایید کننده‌ی مطالعه‌ی ما است که افزایش تکثیر سلولی در لایه ی فتو رسپتور رتین را نشان داد. در مطالعه‌ی ما افزایش تعداد سلولهای لایه ی دانه دار خارجی (لایه‌ی فتو رسپتور ها) در واحد سطح و همچنین افزایش ضخامت این لایه و در نتیجه‌ی آن افزایش ضخامت کل رتین در گروه آزمایش ۴ هفته مشاهده شد. از سوی دیگر همان طور که می‌دانیم تئوری‌هایی وجود دارد که رتینوبلاستوم را سرطان سلولهای فتو رسپتور می‌داند؛ از جمله این که سلولهای توموری رتینوبلاستوم مواد خارج سلولی مثل Inter photo receptor retinoid binding protein را که یک ماده ی تولیدی سلولهای لایه‌ی فوتورسپتور نرمال است، تولید می‌کنند. همچنین سلولهای رتینوبلاستومای کشت داده شده در محیط کشت ژن فتو پیگمان سبز و قرمز را بروز می‌دهند که این موارد حمایت کننده از منشا فوتو رسپتوری رتینوبلاستوما می‌باشد[۲۸]. مشاهده ی افزایش تکثیر (افزایش اندازه ی هسته‌ی سلولهای فوتو رسپتور [لایه ی دانه دار خارجی]) در مطالعه ی ما این سوال بسیار مهم را بر می‌انگیزد که آیا ارتباطی ما بین رتینوبلاستوما و EMF وجود دارد یا خیر؟ مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده‌اند، در کودکانی که نزدیک به بعضی از انواع خطوط نیرو زندگی می‌کنند میزان ابتلا به لوسمی بالاتر از حد نرمال است[۶]. مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده است که میدانهای الکترومغناطیس در اطراف منابع برق با فشار بالا باعث ایجاد سرطان می‌شوند[۲۹]. جالبتر از همه ی این مطالعات، درمورد ارتباط بین EMF وکانسر مقاله ای در اینترنت تحت عنوان Scientists link Eye cancer to mobile phone در سال ۲۰۰۹ انتشار یافته است. محققان این مقاله بر این باورند که ارتباط نزدیکی بین ملانوم، دیگر سرطان شایع چشمی با امواج الکترومغناطیس تولید شده توسط موبایل موجود است. مکانیسمی که با آن علت ایجاد ملانوم توسط امواج الکترو مغناطیس شرح داده شود دقیقا مشخص نیست، ولی مکانیسمی که توضیح داده شده است این است که محیط آبکی چشم (زجاجیه و زلالیه) به جذب امواج امواج رادیاسیون کمک می‌کنند و در نتیجه با جذب بیشتر امواج الکترومغناطیس سلولهای ملانوسیتی کوروئید تحریک به تقسیم بیشتر و در نتیجه سرطانی شدن، می‌شوند[۳۰]. این تئوری در مورد سلولهای لایه‌ی فتورسپتور که نسبت به سلولهای ملانوسیتی نزدیکتر به ویتروس قرار گرفته‌اند، محتمل تراست.

نتیجه گیری

با توجه به تکثیر لایه ی هسته دار خارجی در اوایل زندگی رتها و ارتباط این مساله با ایجاد رتینوبلاستوما، مطالعه ی ما امکان وجود ارتباط ما بین رتینوبلاستوما و افزایش استفاده از امواج الکترو مغناطیسی را مطرح می‌کند و مانند بسیاری دیگر از مطالعات که در مورد ارتباط امواج الکترو مغناطیسی با به خطر افتادن سلامتی

انسان وجود دارد، این مساله را مطرح می‌کند که باید در استفاده‌ی گسترده از این امواج در زندگی روزمره خودداری کرد.

References:

1. Thomas J, Gregory L, Louis B. *American academy of ophthalmology, Retina and Viterous*, 12th ed, San Francisco 2007; PP: 305-309.
2. Kultursay N, Koprubasi N. Video display terminal-The risk of trisomy 18. *Clin Genet* 1994; **45**: 270-271.
3. Khaki AA, Zarrintan S, Khaki A, Zahedi A.The effects of electromagnetic field on the microstructure of seminal vesicles in rat: a light and transmission electron microscope study.Pak J Biol Sci. 2008; **11**(5):692-701.
4. Wayne,Overbeck. 2000Electromagnetic fields and your health. October 23.2003,from http : //www .arrl .org Edelstyn, Nicola,Oldeershow,Anna:The acute effects of exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones on human attention.J neuroreport 2002:**13**(1): 119-121.
5. Thomas J, Gregory L, Louis B. *American academy of ophthalmology, Fundamental and principles of ophthalmology*.2nd ed. The Eye M.D. Association, San francisco, 2007; PP: 77.
6. Vignal R, Crouzier D, Dabouis V, Debouzy JC. Effects of mobile phones and radar radiofrequencies on the eye, *Pathol Bio* 2008; **24**(2); 271-275.
7. Elder JA. Ocular effects of radiofrequency energy. *Bioelectromagnetics* 2003; **6**(3): 148-161.
8. Zwirska K, Korczala K, Adamczyk S. Effect of extremely low frequency electromagnetic fields on cell proliferation antioxidative enzyme activities and lipid peroxidation. *Journal of physiology and pharmacology* 2005; **11**(3): 170-176.
9. Jelenkovic A, Jowanovic DM, Vasiljevic I. Effect of low frequency magnetic field in the brain of rat. *Brain research bulletin* 2005; **68**(5): 355-360.
10. Mathie A, Kennard LE, Veal El. Neuronal ion channels and their sensitivity to extremely low frequency weak electric field effects. *Radiation Protection Dosimetry* 2003; **106**: 311-315.
11. Merkulova LM, Sysoeva LA. Reaction of the ultrastructure of the rat spinal ganglion to exposure to a pulsed electromagnetic field. *Arkh Anat Gistol Embriol* 1988; **95**(11): 38-42.
12. Medvedeva MV, Kucherenko RP, Usova IP, Suvorov NB, Ur'iash VV. Ultra structure of cells of the lateral field of the hypothalamus of the cat after exposure to electromagnetic radiation. . *Arkh Anat Gistol Embriol* 1985; **89**(7): 5-10.
13. Bardasano JL, Meyer AJ, Picazo L. Ultra structure of the pineal cells of the homing pigeon Columba livia and magnetic fields (first trials). *J Hirnforsch* 1985; **26**(4): 471-475.
14. Dini L, Abbro L. Bioeffects of moderate-intensity static magnetic fields on cell cultures. *Micron* 2005; **36**(3): 195-217.
15. Merkulova LM. The effect on an impulse electromagnetic field on the bioamine allowance of the spinal ganglion in rats under whole-body exposure. *Radiobiologii* 1990; **30**(2): 252-255.
16. Sinha RK, Aggarwal Y, Upadhyay PK, Dwivedi A, Keshri AK, Das BN. Neural network-based evaluation of chronic non-thermal effects of modulated 2450 MHz microwave radiation on electroencephalogram. *Ann Biomed Eng* 2008; 36(5): 839-851.
17. Dovrat A, Berenson R, Bormusov E, Lahav A. Localised effects of microwave radiation on the intact eye lens in culture conditions. *Bioelectromagnetics* 2005; **26**: 398-405.
18. Zhou XR, Yuan HP, Qu W, Ma CY, Li HY, Wang Y. The study of retinal ganglion cell apoptosis induced by different intensities of microwave irradiation. *Ophthalmologic* 2008; **222**(1): 6-10.
19. Li HW, Yao K, Jin HY, Sun LX, Lu DQ, Yu YB. Proteomic analysis of human lens epithelial cells exposed to microwaves. *Jpn J Ophthalmology* 2007; **51**(6): 412-416.
20. Yang R, Chen J, Deng Z, Liu X. Effect of vitamin E on morphological variation of retinal ganglion cells after microwave radiation. *Wei Sheng Yan Jiu* 2001; **30**(1): 31-33.
21. Bellavite P,Signorini A:Biological effects of electromagnetic field, in: fundamental research in ultra high – dilution and homeopathy (j Schulte and P.C.En dler, eds). Kluwer Acad. Puble, dordrech, *the Netherlands* 2003; 127 – 142.
22. Lu ST, Mathur SP, Stuck B, Zwick H, D'Andrea JA, Ziriax JM, Merritt JH, Lutty G, McLeod DS, Johnson M. Effect of high peak power microwaves on the retina of rhesus monkey. *Bioelectromagnetics* 2000; **21**(6): 439-454.
23. Nergiz Y, Ketani A, Akdag Z, Resitersay A, Celik S. Effect of low intensity microwave radiation on rat kidney: an ultra structural study. *Turk J Medsci* 2000; **30**: 223–227.
24. Golfert F, Hofer A, Thummler M, Baucer H, Funk RH. Extremely low frequency electromagnetic fields and heat shock can increase microvesicle motility in asto0cytes. *Bioelectromagnetics* 2001; **22**(2): 71-78.
25. Khaki AA, Tubbs RS, Shoja MM, The effects of an electromagnetic field on the boundary tissue of the seminiferous tubules of the rat: A light and transmission electron microscope study. Folia Morphol (Warsz). 2006; **65**(3):188-94.

26. Solimani rad J,Roshangar L,Karimi K. The effect of electromagnetic field on fallopian tube,IFFS selected free CD mmunicotions, Melbourne(Australia). Monduzzi editore, International proceedings division 2001; 25-30.
27. Thomas J, Gregory L, Louis B. American *Academy of Ophthalmology, Ophthalmic Pathology and Intraocular Tumors*. 4th ed. The Eye M.D. Association, San Francisco, 2007; PP: 171-172.
28. Kavet R. The possible role of contact current in cancer risk associated with residential magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 2000; **21**(7): 538-553.
29. Jonathan Leake. Scientists link eye cancer to mobile phones. 2001. http://www.emf-health.com/reports-eyecancer.htm (Accessed 10 June 2009).