

بررسی اثرات احتمالی میدانهای الکترومغناطیسی (EMF) بر ناباروری مردان

دکتر امیر افشین خاکی: استادیار بخش علوم تشریحی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز: نویسنده رابط

E-mail: aakhaki@canada.com

دکتر جعفر سلیمانی راد: استاد بافت شناسی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز
دکتر حسن ارگانی: استادیار بخش نفروولوژی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز
محمدعلی محجل شجاء: دانشجوی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز
سینا زرین تن: دانشجوی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز
دکتر آرش خاکی: استادیار بخش پاتولوژی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز
اصغر تنومند: مربی میکروب شناسی دانشکده پرستاری مراغه دانشگاه علوم پزشکی تبریز

دریافت: ۸۴/۸/۱۰ پذیرش: ۸۴/۱۰/۱۹

چکیده

زمینه و اهداف: با افزایش استفاده همگانی از تکنولوژی مدرن در برخی از صنایع و لوازم خانگی و غیره که مورد استفاده روزمره فراوانی را به ویژه در مردان دارا می باشد، مسئله حفاظت در مقابل تابشهای ناشی از میدانهای الکترومغناطیسی بصورت یک مسئله جدید اهمیت فراوانی یافته است. لذا بعنوان یکی از اهداف اصلی این تحقیق مقصود ما این بود که دریابیم آیا مردان می توانند با احتمال بیشتر از حالت عادی دچار اختلالات دستگاه تناسلی و مسائلی نظیر عقیمی و عدم باروری شوند یا خیر؟

مواد و روش ها: مجموعه ای شامل ۵۰ موش نر و ۵۰ موش ماده را که حدوداً ۱۵ هفته از عمرشان می گذشت بعنوان موشهای والد، جهت این تحقیق انتخاب نمودیم. دستگاه تولید کننده میدانی با فرکانس ۵۰ هرتز و شدت ۸۰ گوس ایجاد می نمود. بصورت تصادفی از میان همه موشهای بدنیا آمده ۳۰ عدد را جهت هر کدام از گروههای آزمایش و کنترل انتخاب نمودیم. در گروه آزمایش موشها را بمدت ۵ هفته دیگر نیز یعنی تا سن ۵ هفتگی تحت تاثیر میدان قرار دادیم. در انتهای پنجمین هفته از عمر موشها، پانزده عدد را از هر کدام از گروههای کنترل و آزمایش انتخاب کرده و نمونه برداری را از بیضه انجام دادیم.

یافته ها: براساس بررسی های انجام شده، دیواره لوله های سمی نیفر در بیضه نازک شده و در لایه های مختلف پارگی به چشم می خورد. سلولهای میوئید دارای تعدادی پلی ریبوزوم، کیسه پیکنوتیک و دانه های گلیکوژن هستند. اتصالات ما بین سلولهای میوئید کاهش یافته و سیتوپلاسم آنها دارای میتوکندریهای فاقد ستیغ می باشد. اتصالات محکم ما بین سلولهای سرتولی مشخصاً آسیب دیده بودند.

بحث و نتیجه گیری: بر اساس مطالعه کنونی پیشنهاد می شود که از قرار گرفتن در معرض میدانهای مغناطیسی برای مدت زمان طولانی اجتناب و احتراز نمود. زیرا بر اساس یافته های مطالعه حاضر، میدان های الکترومغناطیسی باعث افزایش احتمال اختلال در فرایند اسپرماتوژنز و نتیجتاً افزایش احتمال ناباروری در مردان خواهند شد.

کلید واژه ها: میدان الکترومغناطیسی، بیضه، لوله سمی نیفر، موش

مقدمه

دارد. از جمله منابع تولید این میدان ها میتوان به انواع پریترها، جاروبرقی، تلفن های موبایل، تلویزیون، سشوار، ریش تراش برقی، اجاقهای مایکروویو و... اشاره کرد (۱). با افزایش و رشد چشمگیر استفاده از تکنولوژی کامپیوتر در سراسر جهان بایستی در انتظار گزارشات بیشتری در مورد وقوع انواع ناهنجاریها در مسیر زندگی نرمال جوامع انسانی بود (۲).

استفاده روزمره و فراوان جامعه انسانی از انواع مختلف ابزارها و لوازم برقی موجب شده است تا تعداد کثیری از مردم همیشه تحت تاثیر میدانهای الکترومغناطیسی باشند. میدانهای الکترومغناطیسی اشکال مختلفی دارند که براساس طول موج یا فرکانس آنها را طبقه بندی می نمایند. فرکانس این میدانها براساس نوع منبع تولید کننده میدان متفاوت است. در هر صورت بین طول موج و فرکانس میدانهای الکترومغناطیسی نسبت معکوس وجود

مطالعات فراوانی در مورد توانایی میدانهای الکترومغناطیسی در جهت ایجاد طیف وسیعی از ناهنجاریهای سوماتیک انجام گرفته است که از این میان میتوان به نازائی، سقط جنین، تولدهای نارس، عقب ماندگی و نقص رشد داخل رحمی، ناهنجاریهای مادر زادی، بیماریهای ژنتیکی و... اشاره نمود. همچنین مطالعات فراوانی برای یافتن ارتباط خاص ما بین اثر میدان EMF بر سقط جنین در اوایل حاملگی انجام گرفته است (۳).

تحقیقات قبلی مبین وجود یک سد نفوذ پذیر در اطراف لوله های سمی نیفر در بیضه پستانداران میباشد (۴). بررسی های میکروسکوپ الکترونی نشان دهنده ارتباطات محکم ما بین سلولهای سرتولی مجاور و همسایه می باشد که سد محکم و موثری را در برابر نفوذ مواد به درون لوله های فوق الذکر بازی می کنند (۴). مطالعات بیوشیمیایی و فیزیولوژیک نیز موید نقش کلیدی و مهم سلولهای سرتولی بعنوان تنظیم کننده در فرایند اسپرمانوژن می باشد.

برخی از تحقیقات بیانگر نتایج متضاد این میدانها بر ایجاد و یا عدم وقوع نازائی در مردان تحت اثر میدانهای EMF میباشد (نازائی در مردان بستگی به شکل، حرکت و یا تعداد اسپروماتوزواها دارد) (۵). در تحقیقی دیگر بر روی موش تحت تاثیر میدان EMF، نتایج بیانگر پیری زودرس در ارگانهای تولید مثل موش بودند که این یافته ها از طریق تاثیرات مخرب میدان الکترومغناطیسی بر روی لایه های مختلف سلولهای اسپرمانوژنیک و نیز کاهش تعداد سلولهای مترشح هورمون تسترون میباشد (۶). با استفاده از روش فلوسیتومتری در آزمایشگاه تاثیر میدان EMF با قدرت ۵۰ هرتز بر روی اسپرمانوژن در بیضه موش مطالعه شده است و نشان داده شده که این میدانها تاثیر مخرب و سوئی در رشد و تمایز سلولهای اسپرمانوگونی دارا می باشند (۱۹-۱۵، ۷).

مطالعات قبلی که توسط اینجانبان صورت گرفته بود موید تاثیرات مخرب و زیانبار EMF بر سلولهای سرتولی در بیضه موش میباشد که در سطح میکروسکوپ نوری و الکترونی تخریب هسته سلول و ارگانها و ارتباطات سلولی را بخوبی مشخص نموده است (۸).

مواد و روشها

مجموعه ای شامل ۵۰ موش نر و ۵۰ موش ماده را که حدوداً ۱۵ هفته از عمرشان می گذشت از حیوانخانه دانشگاه علوم پزشکی تبریز بعنوان موشهای والد، جهت این تحقیق انتخاب نمودیم. دستگاه تولید کننده میدان EMF براساس پیچه هلمولتز طراحی شده بود و براساس قانون دست راست فلمینگ کار می کرد. این دستگاه تولید میدانی با فرکانس ۵۰ هرتز و شدت ۸۰ گوس می نمود که البته شدت جریان توسط یک ترانسفورماتور که ملحق به دستگاه مولد میدان بود، کنترل می شد، بدین معنی که این ابزار دو بخش اصلی را شامل می شد.

در بخش نخست دو سیم پیچ مسی با فاصله ای حدود ۵۰ cm از هم جایگزین شده بودند و حد فاصل آنهاستوانه ای چوبی بود که محل قرار گیری قفس های موش ها بود. بخش دوم مولد میدان عبارت بود از یک ترانس که ورودی و خروجی برق به دستگاه از این طریق می گذشت و توسط یک ولت متر، ولتاژ برق و توسط یک آمپر متر شدت جریان را نشان میداد. موشها را سپس بصورت تصادفی انتخاب کرده و به صورت ۵۰ جفت جداگانه در قفس های مجزا قرار دادیم تا جفت گیری بروش تک همسری انجام پذیرد. تشخیص حاملگی در موش های ماده از طریق مشاهده پلاگهای واژینال انجام گرفت. از میان ۵۰ موش حامله ماده، ۴۰ عدد بصورت تصادفی جهت قرار گرفتن در گروه آزمایش و زیر میدان انتخاب شدند و ۱۰ عدد مابقی را در گروه کنترل قرار دادیم. موش های نر گروه والد بعد از انجام این مرحله به حیوانخانه انتقال داده شدند و از چرخه عمل خارج گردیدند.

دوره حاملگی موش حدوداً سه هفته است. سپس بصورت تصادفی از میان همه موش های دنیا آمده در گروههای آزمایش و کنترل بترتیب ۳۰ عدد را جهت هر کدام از گروههای آزمایش و کنترل انتخاب نمودیم. در گروه آزمایش موشها را بمدت ۵ هفته دیگر نیز یعنی تا سن ۵ هفتهگی تحت تاثیر میدان قرار دادیم (یعنی کلاً ۸ هفته، ۳ هفته داخل رحم مادر + ۵ هفته بعد از تولد). در انتهای پنجمین هفته از عمر موشها، ۱۵ عدد را از هر کدام از گروههای کنترل و آزمایش انتخاب کرده و نمونه برداری را انجام دادیم. در انتهای دوره آزمایش موشها را توسط کلروفورم بیهوش نمودیم و فرمالین ۱۰٪ را از طریق ورید اجوف تحتانی به سیستم عروقی تزریق نمودیم. سپس بیضه ها را جهت مطالعه میکروسکوپ نوری در فرمالین فیکس نموده و بروش رنگ آمیزی هماتوکسلین اتوزین، مقاطع میروسکپی را رنگ آمیزی کردیم. جهت کار با میکروسکپ الکترونی، نمونه های بافتی را باندازه ۲×۲ میلی متر برداشته و در محلول گلوترالدئید و بافر فسفات بمدت ۸-۶ ساعت در دمای ۴ درجه فیکس کرده و سپس نمونه ها را در محلول اسمیوم تتراکساید ۲٪ به مدت یکساعت در دمای ۴ درجه سانتی گراد فیکس نمودیم.

یافته ها

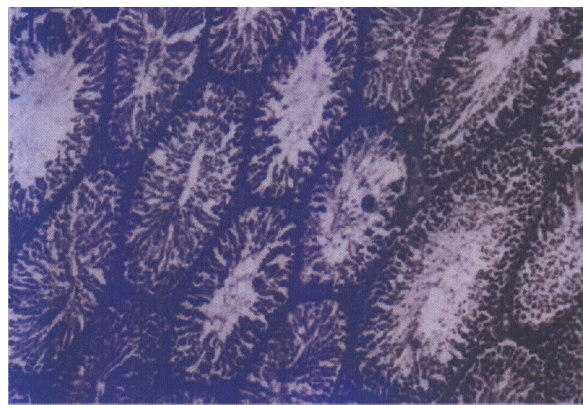
با میکروسکوپ نوری (LM) در گروه کنترل (سن ۵ هفته) تعدادی لوله های گرد و بیضی بنام لوله سمی نیفر در مقطع عرضی بچشم می خورد که توسط بافت همبند از هم جدا شده اند. بافت دیوار این لوله ها شامل دو لایه خارجی و داخلی از الیاف کلاژن میباشد که حد فاصل این دو لایه، لایه ای منفرد از سلولهای پهن با هسته های کشیده شده بنام سلولهای میوئید قرار می گیرند. (تصویر ۱A). بافت حد فاصل لوله های سمی نیفر شامل سلولهای لیدیگ، عروق خونی و لگاتیک ها می باشد. سلولهای سرتولی مشخصاً همراه با سایر سلولهای اسپرمانوژنیک داخل لوله سمی نیفر در ردیف های متوالی به چشم می خوردند (تصویر ۱A).

نقاط نشانگر پارگی های مشخص می باشد (تصویر 1B,1C). در داخل لوله ها نیز فضاها ی کوچکی را بدلیل جدایی سلولهای اسپرماتوژنیک می توان یافت. هسته سلولهای سرتولی بصورت غیرعادی متراکم تر بوده و بصورت چند کروماتینی بچشم می خوردند (تصویر 1C).

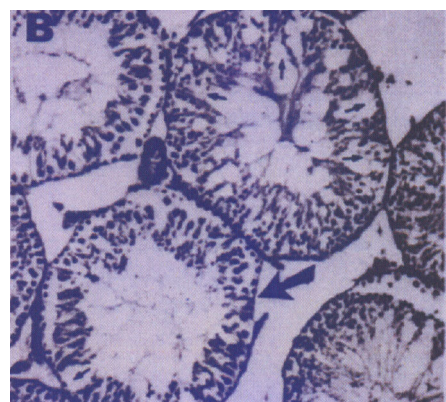
با میکروسکپ الکترونی (TEM) در گروه کنترل (سن ۵ هفته) دیواره لوله های سمی نیفر دارای چهار لایه میباشد (تصاویر 2A,2B,3A,3B). داخلی ترین لایه، لایه ای غیرسلولی میباشد. لایه فوق الذکر شامل دو بخش متراکم و تیره رنگ است که توسط یک ناحیه میانی و روشن از هم جدا می شوند. لایه تیره رنگ داخلی در تماس مستقیم با غشا پایه سلولهای سرتولی و اسپرماتوگونی میباشد. این لایه مترادف با همان لایه بازال لامینا در میکروسکوپ نوری می باشد. در طرف خارج بازال لامینا لایه سلولی داخلی بچشم می خورد که شامل سلولهای ضخیم و کشیده ای بنام سلولهای میوئید میباشد (تصویر 2A,2B). سومین لایه دیواره لوله های سمی نیفر از داخل بخارج عبارت است از لایه ای غیر سلولی که نازکتر از لایه غیر سلولی داخلی بوده و دارای رشته های کلاژن و رتیلولار فراوان میباشد (تصاویر 2A,3A).

چهارمین لایه یا خارجی ترین لایه نیز بنام لایه سلولی خارجی نامیده می شود. این لایه نازک بوده و شامل سلولهای لنفاتیکی اندوتلیال میباشد. (تصاویر 2A,2B,3A). سطوح این سلولها نامنظم بوده و در بخش خارجی آنها فضاها ی لنفاتیکی مشخصی بچشم می خورند. سلولهای سرتولی با هسته مشخص و ارگانلهای سیتوپلاسمی واضح به چشم می خوردند که در تماس با غشا پایه لوله های سمینی فر می باشد. گروه آزمایش اول سن ۵ هفته (۸ هفته تحت تاثیر EMF) دیواره لوله های سمی نیفر در برخی نقاط دارای فضاها و شکافهای مشخصی در لایه های مختلف چهارگانه اش میباشد (تصاویر 2C,2D,3C). ناحیه میانی و روشن در داخلی ترین لایه یا اولین لایه از داخل به خارج لامینای پایه بصورت کم رنگ و با ضخامتی نامنظم دیده می شود. همچنین فیبریلهای این لایه دارای پارگی های مشخصی هستند. سلولهای میوئید موجود در دومین لایه نازکتر شده و هسته هایشان متراکم تر از گروه کنترل میباشد (تصاویر 2D,3C). سیتوپلاسم این سلولها دارای میتوکندریهای فاقد ستیع بوده که ماتریکس آنها نیز روشن رنگ میباشد (تصویر 3C). رشته های اکتین نازکتر و نیز متراکمتر بوده (تصاویر 2D,3C) و کیسه های پیکنوتیک بچشم نمی خوردند (تصاویر 2C,2D,3C).

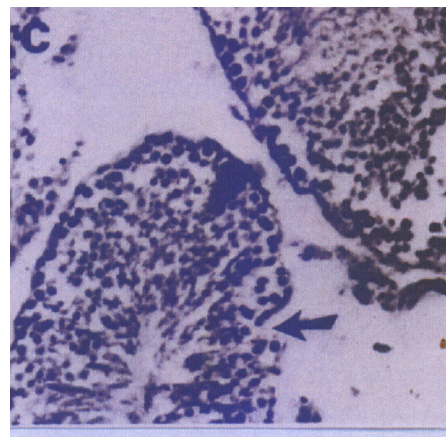
سومین لایه یا لایه غیر سلولی خارجی کاهش چشمگیری را در تعداد رشته های کلاژن نشان می دهد و نازکتر از گروه کنترل نیز میباشد. سلولهای اندوتلیال خارجی ترین لایه نیز از سومین لایه جدا شده اند. (تصویر 2C). این لایه شکافهای عمیق و مشخصی را در برخی نقاط نشان میدهد (تصویر 2D). منظره سطح خارجی آنرا میتوان به یک حالت تاول زده شبیه نمود. (تصاویر 2C,2D). هسته سلولهای سرتولی متراکم و هتروکروماتیک می باشند.



تصویر ۱- A: تصویر میکروسکوپ نوری در گروه کنترل



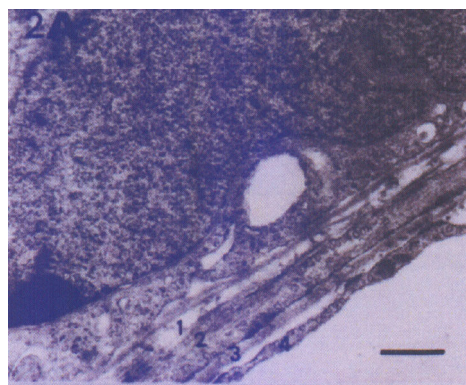
تصویر ۱- B: تصویر میکروسکوپ نوری در گروه آزمایش



تصویر ۱- C: تصویر میکروسکوپ نوری سلول سرتولی در گروه آزمایش

مشاهدات گروه آزمایش اول سن ۵ هفته (۸ هفته تحت تاثیر EMF) نشان دهنده بهم ریختن و از هم گسیختن ساختمان نرمال لوله های سمی نیفر می باشد. حد فاصل لوله ها فضاها ی غیرعادی مشاهده می شود. شکل لوله ها غیرعادی و نامنظم می باشد (تصویر 1B). غشا لوله های سمی نیفر نازکتر شده و در برخی

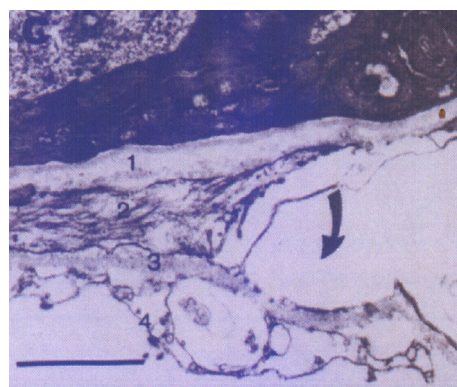
ارگانهای سیتوپلاسمی نظیر میتوکندری های و رتیкулوم آندوپلاسمیک مشخصا غیر عادی هستند. لازم به ذکر است که ساختارهای ایجاد شده در هر دو گروه در مورد اکثریت نمونه مورد بررسی مشاهده گردید و به همین دلیل به ذکر تغییرات مورفولوژیک ایجاد شده اکتفا نمودیم.



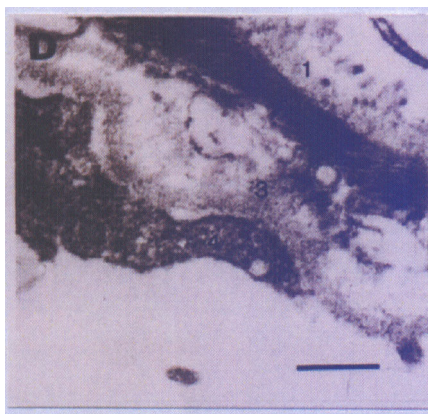
تصویر ۲-۲A: تصویر میکروسکوپ الکترونی دیواره لوله سمی نفر در گروه کنترل



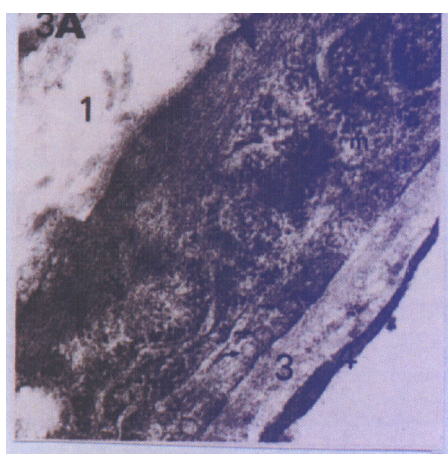
تصویر ۲-۲B: تصویر میکروسکوپ الکترونی لایه های مختلف لوله سمی نفر در گروه کنترل



تصویر ۲-۲C: تصویر میکروسکوپ الکترونی دیواره لوله سمی نفر در گروه آزمایش



تصویر ۲-۲D: تصویر میکروسکوپ الکترونی آسیب های وارده به دیواره لوله سمی نفر در گروه آزمایش



تصویر ۳-۲A: تصویر میکروسکوپ الکترونی رشته های کلاژن در دیواره لوله سمی نفر در گروه کنترل



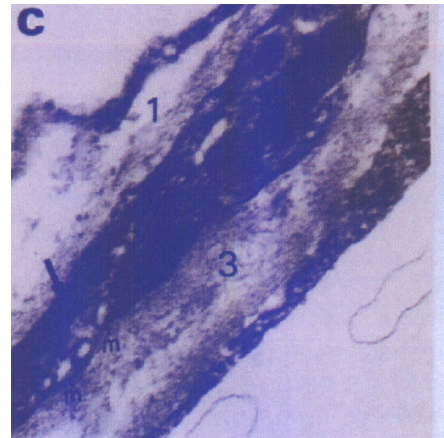
تصویر ۳-۲B: تصویر میکروسکوپ الکترونی سلول میوتید دیواره لوله سمی نفر در گروه کنترل

میزان سلولهای اسپرماتوجنیک و وجود فضاهای غیر عادی) توسط سایر محققین گزارش شده بود، میباشد (۱۳-۱۰). لذا می توان ادعا نمود که میدانهای غیر یونیزان توانایی ایجاد پیری زودرس را در موش دارا می باشند. اثرات مخرب میدانهای EMF بر سلولهای سرتولی بصورت متراکم و چندکروماتینی در هسته سلولها و افزایش ناهنجاریهای موجود در ارگانهای سیتوپلاسم سلول سرتولی مشخصاً قابل مشاهده بودند که موید سوق یافتن سلولهای سرتولی بطرف مرگ سلولی هستند.

تحقیقات گذشته موید این حقیقت بوده اند که میدانهای الکترومغناطیسی سبب تغییرات بیولوژیک در نسل های متوالی موش ها شده است و نیز یافت شده که باعث افزایش میزان مرگ و میر موش در نسلهای متوالی می گردد (۱۹-۱۴). همچنین اثرات مخرب اشعه های یونیزان نظیر اشعه ایکس، گاما و غیره بر روی بافتها و ارگانهای تناسلی توسط محققین دیگری نشان داده شده است (۲۱-۲۰). تحقیقات انجام شده دیگری موید تاثیرات ایمنوساپرسیو میدانهای الکترومغناطیسی بر آسیبهای سلولی از طریق افزایش میزان رادیکالهای آزاد می باشد (۲۳-۲۲). در این بررسی مطالعات میکروسکپ نوری مشخص کرده اند که فضاهای غیر طبیعی فراوانی که میان لوله های سمی نیفر و نیز حد فاصل سلولهای سرتولی و اسپرماتوزنیک بچشم می خورند که احتمالاً بدلیل ادم پدید می آیند. وجود همین فضاهای غیر عادی سبب پیدایش شکل و حالت ویژه ای درون لوله ها شده است که آنها را بنام فضاهای کف آلود نامگذاری می نمائیم.

در تحقیقی دیگر که در مورد تاثیرات اشعه ایکس بر روی سلولهای سرتولی انجام گرفت نشان داده شده که فضای غیر طبیعی زیادی ما بین سلولها بچشم می خورد و نیز وجود دانه های چربی، لیزوزومها و اجسام تیره رنگ در سیتوپلاسم این سلولها انکار ناپذیر بود (۲۴). این مطالعه نتیجه گیری می نماید که میتوان اثرات مشابهی را از عملکرد مخرب اشعه های یونیزان و غیر یونیزان بر مورفولوژی سلولهای سرتولی استنتاج نمود. همچنین مطالعات هیستوشیمیایی که با استفاده از یک مارکر بنام سوکسینات دهایدروژناز و مونوآمین اکسیداز نشان داد که میتوکندریها حساسیت بالایی نسبت به میدانهای الکترومغناطیسی دارند (۲۵).

لذا وجود میتوکندریهای متسع در سیتوپلاسم سلولهای سرتولی و سلولهای میوئید بیانگر وقوع و تاثیر مخرب EMF بر این سلولها و دیواره لوله سمی نیفر بوده که نتیجتاً می تواند اثرات سوئی را بر سد خونی بیضه ای داشته باشد. لذا می توان احتمال داد که این میدانها بر فرایند طبیعی اسپرماتوزن تاثیر مخربی داشته و نیز می توان احتمال داد که باعث ایجاد عقیمی در مردان خواهد شد. این نتایج کلاً موید این بود که سد خونی بیضه ای تخریب شده و باعث نفوذ عناصر و ترکیبات خونی به ناحیه adluminal، لوله های سمی نیفر شده و متعاقب آن بر فرایند اسپرماتوزن تاثیرات نامطلوب خواهند گذاشت. لذا یافته های این تحقیق، همخوانی و



تصویر ۳- C: تصویر میکروسکوپ الکترونی آسیب های رشته های آکتین و میوزین در دیواره لوله سمی نفر در گروه آزمایش

بحث

در این مطالعه مشخص گردید که دیواره لوله های سمی نیفر در نواحی خاصی دچار پارگی های مشخصی شده است. همچنین وجود فضاهای خاصی در حد فاصل این لوله ها توسط میکروسکپ نوری ثبت شده است. مطالعات میکروسکوپ الکترونی نشان دادند که لایه غیر سلولی داخلی ساختمان نرمال خود را که شامل دو بخش متراکم و تیره رنگ داخلی و خارجی و یک ناحیه روشن میانی است از دست داده است. ناحیه میانی آن کمرنگ تر بوده و تغییر حالت داده بودند. این سلولها در گروه آزمایش اول کاملاً نازک بودند که احتمالاً بدلیل تراکم رشته های آکتین میباشد. وجود میتوکندریهای بدون ستیغ را میتوان نشان دهنده این امر دانست که سلولها بطرف دژنره شدن پیش میروند و احتمالاً میتوانند تاثیر مستقیمی را بر فعالیتهای فیزیولوژیک این سلولها دارا باشد. وجود فضاهای غیر عادی فراوان حد فاصل سلولهای میوئید نشان از کاهش اتصالات سلولی دارد. همچنین این سلولها که مشابه سلولهای عضلانی صاف هستند احتمالاً میتوانند تاثیر مستقیمی را در فرایند اسپرماتوزن داشته باشند. تورفتگی ها و شکافهای دیده شده در دیواره لوله های سمی نیفر را میتوان به پاره گی رشته های کلاژن و رتیکولار در سومین لایه این دیواره نسبت داد که منظره خاص و تاول زده ای را ایجاد می نمایند. شکافهای غیر عادی و این منظره تاول زده دیواره لوله های سمی نیفر که همراه با شکستگی در اتصالات سلولهای لنفاتیک اندوتلیال خارجی ترین لایه دیواره است احتمالاً مسئول فقدان تخلیه لنف و ایجاد ادم می باشد. حالت ادم احتمالاً باعث ایجاد منظره کف آلود حد فاصل این لوله ها شده است. مشابه این وضعیت را قبلاً در موشهای تحت تاثیر میدانهای یونیزان (اشعه ایکس) گزارش کرده اند که موید نظرات ما میباشد (۹). همچنین یافته های ما مشابه با گزارشاتی که در مورد وضعیت لوله های سمی نیفر در بیضه موشهای پیر و فرتوت (ضخامت غشا پایه لوله سمی نیفر، کاهش

نفوذپذیری انتخابی لایه های چهارگانه خود نقش خود را در فرآیند اسپرماتوژنیز بازی می کند، با تجمع این موارد و با در نظر گرفتن این نکته که هرگونه عاملی که باعث تخریب احتمالی شکل و وضعیت نرمال سلول های سرتولی و وضعیت فیزیولوژیک و نرمال غشا لوله های سمی نیفر را فراهم نماید، لاجرم باعث خواهد شد که فرآیند اسپرماتوژنیز از شکل نرمال خود خارج شده و همین امر سبب خواهد شد که تغییرات غیر قابل جبرانی در عقیمی احتمالی موش های نر و احتمالاً مردان پدیدار گردد.

نتیجه گیری

اگر چه نتایج فعلی را نمی توان سند و مدرک قطعی برای ربط دادن تابش اشعه های غیر یونیزان (میدانهای الکترومغناطیسی) با بیماریهای مختلف و یا آسیب دیدن سیستمهای بیولوژیک ملاک قرار داد ولی مطالعه کنونی پیشنهاد می نماید که جهت دستیابی به یک معیار واقعی برای بررسی اثرات این میدانها بر لوله های سمی نیفر و متعاقباً اسپرماتوژنیز و عارضه عقیمی در مردان، تحقیقات بیشتر و وسیعتری در سطح آزمایشگاهی لازم میباشد. در انتهای این بحث بنظر میرسد که اگر بتوان نتایج مطالعات اپیدمیولوژیک و حیوانی را اگر بتوان با هم ترکیب نمود، جمع بندی کلی و مشخص را از ارتباط تاثیر میدانهای الکترومغناطیسی مورد استفاده در تولید و انتقال الکتریسته، حمل و نقل و ... با سلامتی انسانها می توان بدست آورد.

هماهنگی با نتایج سایر محققین را دارا می باشد که قبلاً اعلام نموده اند که تحت تاثیر نامطلوب میدانهای الکترومغناطیسی سلولهای سرتولی فعالیت نرمال خود در جهت ترشح استروئیدها را از دست میدهند. همچنین در سیتوپلاسم سلولهای سرتولی میتوکندریهای متسع و فاقد ستیغ عرضی که ماتریکس کاملاً روشن داشته و اصطلاحاً بنام میتوکندریهای فاقد انرژی نامیده می شوند، بچشم می خورند (۸).

در انتهای این بحث جای دارد به این نکته اشاره نمود که با توجه به تاثیرات مستقیم و غیرقابل انکار وجود دیواره لوله های سمی نیفر و سلولهای سرتولی در فرآیند اسپرماتوژنیز میتوان حدس زد که وجود عوامل خارجی و یا داخلی بتواند بر وضعیت و فیزیولوژی نرمال دیواره لوله ها و سلولهای سرتولی موثر باشد. لذا با اثرات غیر قابل انکار و مشاهده شده ای که میدانهای غیر یونیزان EMF بر این دو عنصر تشریحی مهم در بیضه موش داشتند میتوان احتمال داد که اثرات میدان توانایی دخالت در فرآیند نرمال و مسیر طبیعی اسپرماتوژنیز را دارا بوده لذا می تواند باعث افزایش احتمال عقیمی در مردان گردد. دلیل انتخاب این عنوان برای مقاله حاضر این است که در بیضه موش عناصر تشریحی و سلول های گوناگونی وجود دارند که ما در این مطالعه فقط به بررسی دو فاکتور یعنی سلولهای سرتولی و غشا دیواره لوله سمی نیفر بسنده نموده ایم. با توجه به نقش انکارناپذیر و اثبات شده دو فاکتور فوق الذکر یعنی سلول های سرتولی و غشا دیواره لوله های سمی نیفر که اولی به عنوان سلول های پشتیبان در تغذیه و حمایت سلول های اسپرماتوژنیک نقش مهمی را بازی می کند و فاکتور دوم نیز با

References

1. Bracken MB, Belanger K, Hellenbrank K, Diugosz L, Holdford TR, McSharry JE, et al. Exposure to electromagnetic fields during pregnancy with emphasis on electrically heated beds, Association with birthweight and intrauterine growth retardation. *Epidemiology* 1995; **6**: 263-270.
2. Kultursay N., Koprubasi F, Kutukcuk N. Videio display terminal the risk of trisomy 18? *Clin Gen* 1994; **45**: 270-271.
3. Juutilainen J, Matilainen P, Saarikoski S, Laara E, Suonio S. Early " pregnancy loss and exposure to 50-Hz magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 1993; **14**: 229-236.
4. Dym M, Fawcett DW. The blood-testis barrier in the rat and the physiological compartmentation of the seminiferous epithelium. *Biol Repro* 1970; **3** : 308-326.
5. McGivern RF, Sokol RZ, Adey WR. Prenatal exposure to a low frequency electromagnetic field demasculinizes adult scent marking behaviour and increases accessory sex organ weights in rats. *Teratology* 1990; **41**: 1-8.
6. Lokmatova. Ultrastructural analysis of testes in mice subjected to long- term exposure to a 17-KHz electric field. *Radiobiology* 1993; **33**: 342-346.
7. De-Vita R, Cavallo D, Raganella L, Eleuteri P, Grollino MG, Calugi A. Effects of 50 Hz magnetic fields on mouse spermatogenesis monitored by flow cytometric analysis. *Bioelectromagnetics* 1995; **16**: 330-334.
8. Khaki AA, Kafshnoochi M, Montazam H. Ultrastructural study of effect of EmF on sertoli cell in testes of Rat. *JIMSA* 2004; **17**: 136-139.
9. Kalender Y, Kalender S, Tastan H. Ultrastructural effects of x- irradiation on spermatogenesis in rats. 2002, <http://www.rshm.saglik.gov.tr>.
10. Tahemura K, Kurohmaru M, Kuramoto K, Matsumoto M, Hayashi Y. Age related changes in cytoskeletal components of the BDF Mouse Sertoli cell. *Tissue cell* 1994; **26**: 447-455.
11. Lokmatova, Pastukhova. Morphologic and histoenzymologic analysis of effect of electrical fields at 17 KHZ on testis and testis appandages in mice. *Aviakosm. Ekolog Med* 1993; **27**: 50-54.
12. Fernie K, J. Bird D M, Dawson RD, Lague PC. Effects of electromagnetic file on the reproductive

- success of American Kestrels. *Physiol Biochem Zool* 2000; **73**: 60-65.
13. Freeman BA, Crapo JD. Biology of disease, free radicals and tissue injury. *Lab Invest* 1982; **47**: 412-426.
14. Marino A A, Becker RO, Ullrich B. The effects of continuous exposure to low frequency electric fields on three generations of mice: a pilot study. *Experientia* 1976; **32**: 565-566.
15. Woldanska-Okonska M, Czernicki J. Biological effects produced by the influence of low frequency electromagnetic fields on hormone secretion. *Przegl Lek* 2003; **60**: 657-62.
16. Zhou W, Wang XB, Yang JQ, Liu Y, Zhang GB. Influence of electromagnetic irradiation on P450scc mRNA expression in rat testis tissues and protective effect of the shield. *Zhonghua Nan Ke Xue* 2005; **11**: 269-71.
17. Kopoplia EF, Popo EG, Rybakov VN, Iakubovskii SM. Kinetic parameters of androgen receptor complexes and the activities of the glycolysis and oxidative pentose phosphate pathway key enzymes in rat testis cytosol after whole body 60-min exposure to high frequency electromagnetic field (39.5 Ghz). *Radiats Biol Radioecol* 2003; **43**: 535-7.
18. Ozguner IF, Dindar H, Yagmurlu A, Savas C, Gokcora IH, Yucesan S. The effect of electromagnetic field on undescended testis after orchiopexy. *Int Urol Nephrol* 2002; **33**: 87-93.
19. Wang SM, Wang DW, Peng RY, Gao YB, Yang Y, Hu WH et al. Effect of electromagnetic pulse irradiation on structure and function of Leydig cells in mice. *Zhonghua Nan Ke Xue* 2003; **9**: 327-30.
20. Parsons DF. An electron microscopic study of radiation in the mouse oocyte. *J. Cell Biol* 1962; **14**: 31- 48.
21. Gondos B. Ultrastructural of developing and malignant germ cells. *Eur Eurol* 1993; **23**: 68-75.
22. Zhitkevich TI, Bokut TB, Nefukova NI. Effect of low intensity electromagnetic fields on industrial frequency on the ultrastructure and proliferative activity of rat's thymus cells. *Radiat. Biol Radioecol* 2001; **41**: 403-407.
23. Quaglino D. Modulation of cell death in the rat thymus. Light and electromicroscopic investigations. *Ann NY Acad Sci* 2000; **926**: 79-82.
24. Hatier R, Grignon G, Touati F. Ultrastructural study of seminiferous tubules in rat after perinatal irradiation. *Anat and Embryol* 1982; **165**: 425-435.
25. Chiang H, Yao GD and Zhou SY. Effects of microwave exposure at various power densities on mitochondrial enzymes in mouse brain. *J Bioelectricity* 1984; **3**: 361-366.