

## اثر میدان الکترومغناطیسی بر بافت وزیکول سمینال موش صحرائی

دکتر افشین زاهدی\* دکتر امیر افشین خاکی\*\* دکتر ایرج سهرابی\*\*\* سینا زرین تن\*\*\*\* اصغر تنومند\*\*\*\*\*

### Effects of electromagnetic fields on vesicle seminal in rat

A Zahedi AA Khaki\* I Sohrabi S Zarrintan A Tanoumand

دریافت: ۸۵/۱/۱۶ پذیرش: ۸۵/۸/۱۱

#### \*Abstract

**Background:** In industrial world, almost everyone is unavoidably exposed to ambient electromagnetic fields (EMF) generated from various technical and household appliances. One of the critical issues is the possibility of adverse effect of EMF on male reproductive system including the testes and accessory glands.

**Objective:** To examine whether the EMF can adversely affect the seminal vesicle tissue.

**Methods:** This was an experimental study in which two groups (case and control) of 15 members were investigated. The members of case group were exposed to 50 Hz non-ionizing radiation during the postnatal life for 2 months. The control group was kept in a similar situation but without exposure to EMF.

**Findings:** Microscopic observations demonstrated that the smooth muscle fibers in capsule of tubulosecular glands were spread out in different layers and directions. Their nuclei showed signs of heterochromatinism. The number of heterochromatinized epithelial cells per microscopic field was  $1.127 \pm 0.46$  for the case group while it was  $0.60 \pm 0.74$  for the control group ( $p < 0.01$ ). Epithelial secretory cells also showed cell damages.

**Conclusion:** Our findings suggest that EMF exposure may cause profound changes on seminal vesicle. Therefore, exposure to EMF may result in pathological changes leading to subfertility and infertility.

**Keywords:** Electromagnetic Field, Vesicle Seminal, Rats

#### \* چکیده

**زمینه:** میدان‌های الکترومغناطیسی می‌توانند اثرات سوئی بر دستگاه تولیدمثل مردان داشته باشند.

**هدف:** مطالعه به منظور تعیین اثر میدان الکترومغناطیسی بر ساختار و عملکرد بافت وزیکول سمینال موش صحرائی انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه تجربی که در سال ۱۳۸۴ در دانشگاه علوم پزشکی تبریز انجام شد، ۵۰ موش صحرائی نر و ۵۰ موش صحرائی ماده که حدود ۱۵ هفته از عمرشان می‌گذشت به عنوان موش‌های والد، انتخاب و ۳۰ موش به دنیا آمده از این جمعیت والد به دو گروه آزمایش و شاهد تقسیم شدند. گروه آزمایش تا سن ۸ هفتگی تحت تأثیر میدان الکترومغناطیسی با بسامد ۵۰ هرتز و شدت ۸۰ گوس قرار گرفته‌اند. در انتهای هشتمین هفته از عمر موش‌ها نمونه‌برداری از وزیکول سمینال انجام شد.

**یافته‌ها:** در بررسی با میکروسکوپ نوری الیاف عضله صاف کپسول غدد توبولوساکولار به شدت آسیب دیده و در چندین جهت پراکنده شده و هسته هتروکروماتیک داشتند. تعداد سلول‌های اپی‌تلیال هتروکروماتینه در هر گستره میکروسکوپی در گروه آزمایش به طور متوسط  $1.127 \pm 0.46$  و در گروه شاهد  $0.60 \pm 0.74$  و این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود ( $p < 0.01$ ). سلول‌های ترشحی نیز آثار مشخصی از آسیب سلولی را نشان دادند.

**نتیجه‌گیری:** قرار گرفتن در معرض میدان‌های الکترومغناطیسی برای زمان طولانی ممکن است موجب کاهش فعالیت‌های عادی غده وزیکول سمینال شده که به نوبه خود تأثیرات نامطلوبی بر فرایند اسپرماتوزن و حتی عقیمی در مردان دارد. پیشنهاد می‌شود از قرار گرفتن در معرض این میدان‌ها برای مدت طولانی اجتناب شود.

**کلیدواژه‌ها:** میدان الکترومغناطیسی، وزیکول سمینال، موش‌ها

\* دانش آموخته دکترای تخصصی آسیب‌شناسی دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

\*\* استادیار علوم تشریح دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

\*\*\* استاد پاتولوژی واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد تهران

\*\*\*\* دانشجوی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

\*\*\*\*\* مربی میکروبی‌شناسی دانشکده پرستاری مراغه

آدرس مکاتبه: تبریز، دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده پزشکی، گروه آموزشی علوم تشریحی، تلفن ۰۴۱۱-۳۳۴۲۰۸۶

## \* مقدمه :

الکترومغناطیسی بر لایه‌های مختلف سلول‌های اسپرما توژنیک و نیز کاهش تعداد سلول‌های مترشحه هورمون تستوسترون بود.<sup>(۶)</sup> مطالعه تأثیر میدان الکترومغناطیسی با قدرت ۵۰ هرتز بر روی اسپرما توژنر بیضه موش با استفاده از روش فلوسیتومتری در آزمایشگاه نشان داد که این میدان‌ها بر رشد و تمایز سلول‌های اسپرما توژنی اثر مخرب و سوء دارند.<sup>(۷و۸)</sup>

مطالعه‌های قبلی پژوهشگران این مطالعه مؤید آثار مخرب و زیان‌بار میدان الکترومغناطیسی بر سلول‌های سرتولی در بیضه موش است که با میکروسکوپ نوری و الکترونی، تخریب هسته سلول و اندامک‌ها و ارتباطات سلولی را به خوبی مشخص نموده است.<sup>(۱۰)</sup>

در تحقیق یادیندر و همکاران بر روی موش‌های صحرایی که ۶۰ روز و هر روز به مدت ۲ ساعت در معرض امواج مایکروویو با فرکانس ۵۰ گیگا هرتز بودند، کاهش وزن بیضه، اپیدیدیم، سمینال و زیکول و کاهش تعداد اسپرم در اپیدیدیم مشاهده شد.<sup>(۱۱)</sup> با توجه به اهمیت وزیکول سمینال در فرایند تولیدمثلی جنس نر، این تحقیق به منظور تعیین اثرات احتمالی میدان‌های الکترومغناطیسی بر روی بافت وزیکول سمینال موش صحرایی انجام شد.

## \* مواد و روش‌ها :

در این مطالعه تجربی که در سال ۱۳۸۴ در دانشگاه علوم پزشکی تبریز انجام شد، ۵۰ موش صحرایی نر و ۵۰ موش صحرایی ماده نژاد ویستار که بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ گرم وزن و حدود ۱۵ هفته سن داشتند به عنوان موش‌های والد انتخاب شدند. شرایط اتاق پرورش ۱۰ ساعت روشنایی (۷ صبح تا ۵ بعد از ظهر) و ۱۴ ساعت تاریکی، درجه حرارت بین ۳۲ تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت بین ۵۰ تا ۷۰ درصد بود و تهویه اتاق به طور مداوم انجام می‌شد. برای ایجاد میدان الکترومغناطیسی از دستگاه تولید کننده که بر

استفاده روزمره و فراوان جامعه انسانی از انواع مختلف ابزارها و لوازم برقی موجب شده است تا تعداد کثیری از مردم همیشه تحت تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی باشند. میدان‌های الکترومغناطیسی بر اساس طول موج یا فرکانس طبقه‌بندی می‌شوند که فرکانس این میدان‌ها بر اساس نوع منبع تولید کننده میدان متفاوت هستند. از جمله منابع تولید این میدان‌ها انواع چاپ‌گرها، جاروبرقی، تلفن‌های همراه، تلویزیون، ششوار، ریش‌تراش برقی، اجاق‌های مایکروویو و غیره هستند.<sup>(۱)</sup> با افزایش چشمگیر استفاده از فن‌آوری کامپیوتر در سراسر جهان باید در انتظار گزارش‌های بیش‌تری در مورد وقوع انواع ناهنجاری‌ها در مسیر زندگی طبیعی جوامع انسانی بود.<sup>(۲)</sup>

مطالعه‌های فراوانی در مورد تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی بر ایجاد طیف وسیعی از ناهنجاری‌های جسمی انجام شده است که از این میان می‌توان به نازایی، سقط جنین، تولدهای نارس، عقب ماندگی و نقص رشد داخل رحمی، ناهنجاری‌های مادرزادی، بیماری‌های ژنتیکی و غیره اشاره نمود. همچنین مطالعه‌های فراوانی برای یافتن ارتباط خاص بین اثر میدان الکترومغناطیسی بر سقط جنین در اوایل حاملگی انجام شده است.<sup>(۳)</sup>

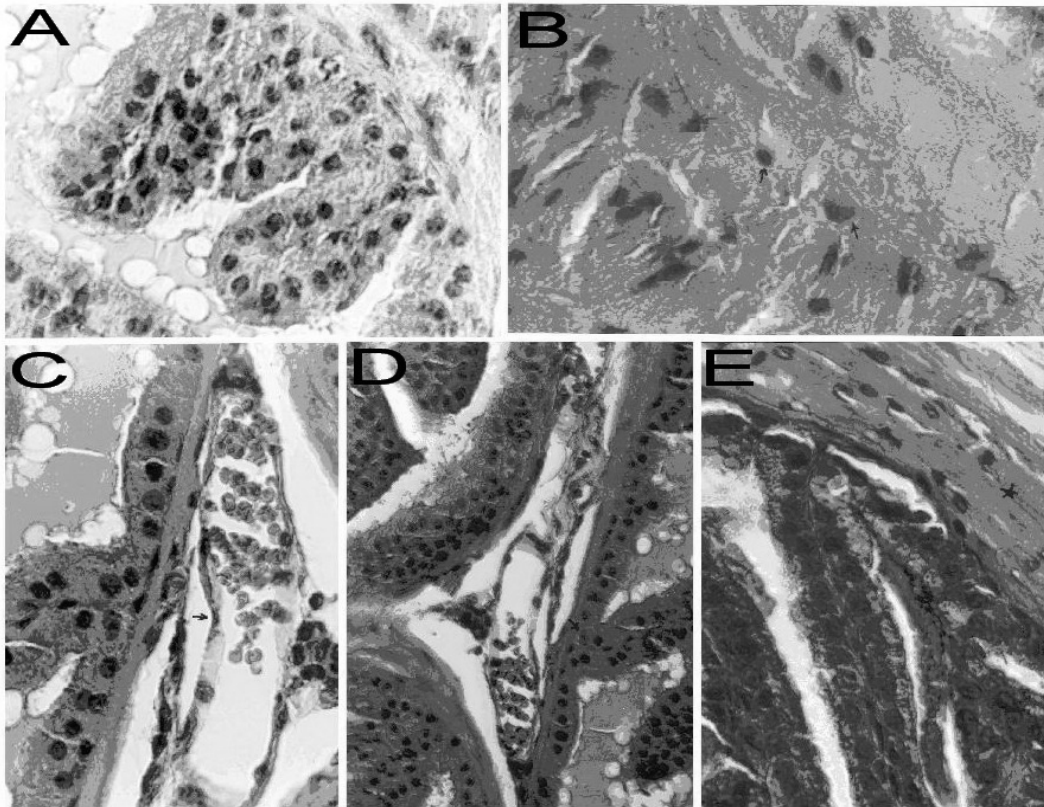
تحقیقات قبلی مبین وجود یک سد نفوذپذیر در اطراف لوله‌های منی‌ساز در بیضه پستانداران است.<sup>(۴)</sup> بررسی‌های میکروسکوپ الکترونی نشان دهنده ارتباطات محکم بین سلول‌های سرتولی مجاور است که سد محکم و مؤثری را در برابر نفوذ مواد به درون لوله‌های مذکور ایجاد می‌کند.<sup>(۴)</sup>

برخی از تحقیقات بیان‌گر نتایج متضاد این میدان‌ها بر ایجاد یا عدم ایجاد نازایی در مردان تحت اثر میدان‌های الکترومغناطیسی هستند.<sup>(۵)</sup> نتایج تحقیقی بر روی موش‌های تحت تأثیر میدان الکترومغناطیسی بیان‌گر پیری زودرس در اندام‌های تولیدمثل بود که ناشی از آثار مخرب میدان

اساس پیچ هلمولتز طراحی شده و بر اساس قانون دست راست فلمنگ کار می‌کند، استفاده شد. این دستگاه میدانی با فرکانس ۵۰ هرتز و شدت ۸۰ گوس ایجاد می‌کند که البته شدت جریان توسط یک مبدل که ملحق به دستگاه مولد میدان بود، کنترل می‌شد. این ابزار دو بخش اصلی داشت؛ در بخش نخست دو سیم پیچ مسی با فاصله‌ای حدود ۵۰ سانتی‌متر از هم قرار گرفته بودند و حد فاصل آنها استوانه‌ای چوبی برای قرارگیری قفس‌های موش‌ها بود. بخش دوم مولد میدان عبارت بود از یک ترانس که ورودی و خروجی برق به دستگاه از این طریق می‌گذشت و توسط یک ولت‌متر، ولتاژ برق و توسط یک آمپر متر شدت جریان را نشان می‌داد. سپس موش‌ها به صورت تصادفی انتخاب و به صورت ۵۰ جفت جداگانه در قفس‌های مجزا قرار داده شدند تا جفت‌گیری به روش تک‌همسری انجام شود. تشخیص حاملگی در موش‌های ماده از طریق مشاهده پلاگ‌های واژن انجام شد. سپس از میان همه موش‌های به دنیا آمده به طور تصادفی به ترتیب ۱۵ عدد جهت هر کدام از گروه‌های آزمایش و شاهد انتخاب شدند. در گروه آزمایش موش‌ها به مدت ۸ هفته یعنی تا سن ۸ هفتگی تحت تأثیر میدان قرار گرفتند. در انتهای هفته هشتم موش‌ها توسط کلروفورم بی‌هوش شدند و فرمالین ۱۰ درصد از طریق ورید اجوف تحتانی به سیستم عروقی آنها تزریق شد. سپس وزیکول‌های سمینال جهت مطالعه میکروسکوپ نوری در فرمالین فیکس شده و به روش رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین ائوزین، مقاطع میکروسکوپی رنگ‌آمیزی شدند.

### \* یافته‌ها :

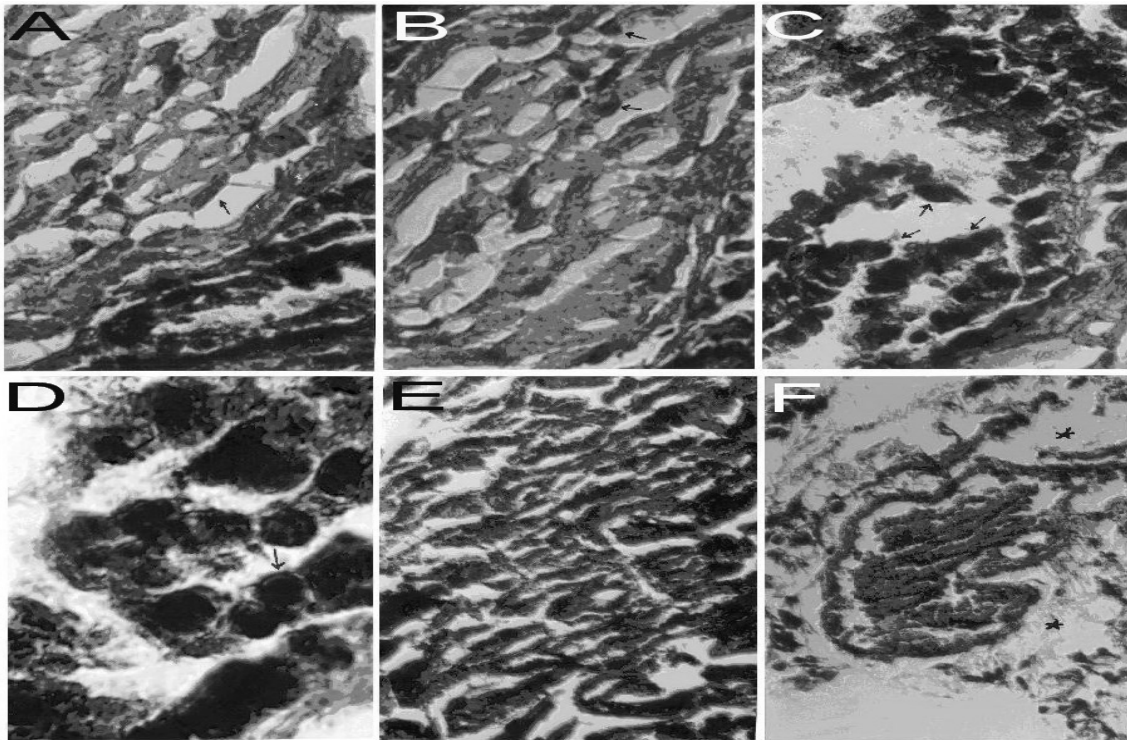
در بررسی ریخت‌شناسی گروه شاهد وزیکول‌های سمینال به صورت دو مجرای به شدت پیچ در پیچ مشاهده می‌شدند. در بررسی میکروسکوپ نوری با بزرگ‌نمایی پایین، فضای درونی غده وزیکول سمینال به صورت زنبوری و پیچ در پیچ دیده می‌شد؛ زیرا از کیسول عضلانی احاطه کننده غده دیواره‌هایی از بافت همبند به درون فضای داخلی غده نفوذ کرده و منظره فوق‌الذکر را ایجاد می‌کند (شکل ۱-۱A). هر کدام از غدد توبولوساکولار دارای کیسولی عضلانی الاستیکی بودند (شکل ۱-۱E) که عضله صاف جدار آنها دارای الیاف منظم و مشخصی و هسته سلول‌های عضلانی نیز قابل مشاهده بودند (شکل ۱-۱B). این جدار عضلانی الاستیکی توسط یک اپیتلیوم ترش‌حی ساخته شده از دو ردیف سلول، مفروش شده بود. به نظر می‌رسید ردیف سلول‌های قاعده‌ای به صورت سلول‌های بنیادی عمل می‌کنند و ردیف سلول‌های مطبق کاذب استوانه‌ای فعالیت ترش‌حی دارند که منظره‌ای مشابه با سلول‌های سازنده پروتئین نشان می‌دادند. هسته سلول‌های قاعده‌ای و ترش‌حی به طور مشخص یوکروماتیک بودند (شکل ۱-۱D). در فضای حد فاصل لوله‌های ترش‌حی نیز مقاطع عرضی عروق خونی مشاهده می‌شد که سلول‌های اندوتلیال جدار عروق، هسته‌های این سلول‌ها و در فضای درونی عروق گلبول‌های قرمز قابل مشاهده بودند (شکل ۱-۱C).



شکل ۱- تصاویر میکروسکوپ نوری بافت غدد وزیکول سمینال گروه شاهد؛ (A) سلول‌های اپیتلیال، سلول‌های بازال و سلول‌های عضلانی صاف؛ (B) سلول‌های عضلانی صاف و هسته‌های آنها؛ (C) رگ خونی و هسته‌های سلول‌های اندوتلیال جداری؛ (D) گلبول‌های قرمز در داخل عروق خونی؛ (E) سلول‌های عضلانی صاف در جدار غده (A، B، D با بزرگ‌نمایی ۲۰۰ و C، E با بزرگ‌نمایی ۴۰۰)

در بررسی لام‌های گروه آزمایش دیواره یا کپسول عضلانی الاستیکی غده به شدت دچار آسیب سلولی شده و آثار تخریب فراوان به صورت از هم گسیختگی الیاف عضلانی صاف و وجود فضاهای آسیب‌شناختی و غیرعادی فراوان در دیواره مذکور مشاهده می‌شد (شکل ۲- A). الیاف عضلانی صاف نیز بدون نظم و توالی خاص در جهت‌های مختلف پراکنده بودند و هسته سلول‌های عضلانی صاف به صورت متراکم و هتروکروماتیک مشاهده می‌شدند (شکل ۲- B). ستون‌های سلول‌های اپیتلیال به صورت نامنظم و غیرعادی قابل مشاهده بود که فضاهای غیرعادی در حد فاصل این ستون‌ها و دیواره عضلانی الاستیکی و همچنین حد فاصل سلول‌های اپیتلیال و در لوله حد فاصل ستون‌های سلول‌های اپیتلیال قابل مشاهده بود (شکل ۲- C و ۲- A). سلول‌های اپیتلیال ترشحاتی و قاعده‌ای آثار آسیب جدی را به صورت هسته متراکم و هتروکروماتیک نشان می‌دادند و حجم سیتوپلاسم سلول‌های اپیتلیال کاهش چشمگیری داشت (شکل ۲- D). میزان سلول‌های قاعده‌ای کم (شکل ۲- C) به نظر می‌رسید آثار مشخصی از ریزش سلولی را می‌شد در بافت همبند زمینه‌ای غده وزیکول سمینال مشاهده نمود (شکل ۲- E). حد فاصل غده توبولوساکولار فضاهای غیرعادی و منظره کف آلود به طور مشخص دیده می‌شد. عروق خونی دارای جدار نازک‌تر از حد طبیعی بوده و هسته سلول‌های اندوتلیال متراکم به نظر می‌رسیدند. علائمی از پرخونی و افزایش تعداد گلبول‌های قرمز در فضای درون لوله‌ها به چشم می‌خورد (شکل ۲- F).

در بررسی لام‌های گروه آزمایش دیواره یا کپسول عضلانی الاستیکی غده به شدت دچار آسیب سلولی شده و آثار تخریب فراوان به صورت از هم گسیختگی الیاف عضلانی صاف و وجود فضاهای آسیب‌شناختی و غیرعادی فراوان در دیواره مذکور مشاهده می‌شد (شکل ۲- A). الیاف عضلانی صاف نیز بدون نظم و توالی خاص در جهت‌های مختلف پراکنده بودند و هسته سلول‌های عضلانی صاف به صورت متراکم و هتروکروماتیک مشاهده می‌شدند (شکل ۲- B). ستون‌های سلول‌های اپیتلیال به صورت نامنظم و غیرعادی قابل مشاهده بود که فضاهای غیرعادی در حد فاصل این ستون‌ها و دیواره عضلانی الاستیکی و همچنین حد فاصل سلول‌های اپیتلیال و در لوله حد فاصل ستون‌های سلول‌های اپیتلیال قابل مشاهده بود (شکل ۲- C و ۲- A). سلول‌های اپیتلیال ترشحاتی و قاعده‌ای آثار آسیب جدی را به صورت هسته متراکم و هتروکروماتیک نشان می‌دادند و حجم سیتوپلاسم سلول‌های اپیتلیال کاهش چشمگیری داشت (شکل ۲- D). میزان سلول‌های قاعده‌ای کم (شکل ۲- C) به نظر می‌رسید آثار مشخصی از ریزش سلولی را می‌شد در بافت همبند زمینه‌ای غده وزیکول سمینال مشاهده نمود (شکل ۲- E). حد فاصل غده توبولوساکولار فضاهای غیرعادی و منظره کف آلود به طور مشخص دیده می‌شد. عروق خونی دارای جدار نازک‌تر از حد طبیعی بوده و هسته سلول‌های اندوتلیال متراکم به نظر می‌رسیدند. علائمی از پرخونی و افزایش تعداد گلبول‌های قرمز در فضای درون لوله‌ها به چشم می‌خورد (شکل ۲- F).



شکل ۲- تصاویر میکروسکوپ نوری بافت غدد وزیکول سمینال گروه آزمایش؛ (A) فضاهای غیرعادی بین سلول‌های عضله صاف جدار غده؛ (B) هتروکروماتینیسم در سلول‌های عضله صاف؛ (C, D) هتروکروماتینیسم در سلول‌های اپیتلیال؛ (E) ریزش سلولی در بافت همبند غده؛ (F) ریزش سلولی و هیپرپرفیوزیون در بافت غده (A, B, E, F با بزرگ‌نمایی ۲۰۰ و C, D با بزرگ‌نمایی ۴۰۰)

طبیعی مشهود نبود. همچنین فضاهای غیرعادی و آسیب‌شناختی مشخصی در حد فاصل این الیاف قابل مشاهده بود که می‌توان آن را با پارگی رشته‌های کلاژن و رتیکولر موجود در این لایه مرتبط دانست. مشابه این اثرات را می‌توان در بررسی اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی بر دیواره لوله‌های منی‌ساز مشاهده نمود.<sup>(۱۲،۱۰)</sup> البته می‌توان چنین استنباط کرد که نازکی بیش از حد این دیواره کپسول مانند در غدد توبولوساکولار سبب فقدان تخلیه لنف و ایجاد حالتی مشابه با ادم در این غده می‌شود که به دنبال آن پرخونی و افزایش وزن وزیکول‌های سمینال در موش‌های گروه آزمایش به وجود می‌آید.

این یافته‌ها مشابه و تأیید کننده نظر سایر محققین است که معتقدند میدان‌های الکترومغناطیسی سبب افزایش وزن وزیکول سمینال و پروستات می‌شود.<sup>(۸)</sup>

با مشاهده و شمارش سلول‌های اپیتلیال هتروکروماتینه در گستره میکروسکوپی با استفاده از آزمون آماری تی بین تعداد این هسته‌ها در گروه آزمایش و شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. میانگین تعداد هسته‌های هتروکروماتینه در گروه آزمایش  $1/27 \pm 0/46$  و در گروه شاهد  $0/6 \pm 0/74$  بود ( $p < 0/01$ ). این تفاوت بیان‌گر تخریب و اُفت کارایی بیش‌تر سلول‌های اپیتلیال غدد ویزیکول سمینال در اثر میدان الکترومغناطیسی است.

#### \* بحث و نتیجه‌گیری :

این مطالعه نشان داد در گروه شاهد کپسول‌های خاصی غدد توبولوساکولار را احاطه نموده بودند که الیاف عضلانی صاف و نیز الیاف الاستیکی خاصی داشتند. در گروه آزمایش الیاف عضلانی الاستیکی دچار از هم گسیختگی و بی‌نظمی خاصی بودند و نظم و توالی حالت

مهمی که این لایه‌های عضلانی صاف در تخلیه ترشحات غده وزیکول سمینال به خارج دارند، این فعالیت به خوبی انجام شده و احتمالاً باعث کاهش میزان و حجم منی ساخته شده در دستگاه تناسلی جنسی نر می‌شود. این اثرات سوء ممکن است فرآیند اسپرماتوژنز، تغذیه و نگه‌داری اسپرم‌ها را دچار اختلال کنند.

سلول‌های اپیتلیال گروه آزمایش آثار مشخصی از آسیب‌های جدی را نشان دادند؛ بدین ترتیب که تعداد سلول‌های قاعده‌ای و حجم سلول‌های اپیتلیال ترش‌هی کم شده و سیتوپلاسم آنها کم‌تر از حالت عادی بود. با توجه به این که سلول‌های قاعده‌ای نقش سلول‌های ریشه‌ای را برای سلول‌های اپیتلیال بازی می‌کنند، لذا کاهش و آسیب سلول‌های قاعده‌ای به خودی خود بر سلول‌های اپیتلیال تأثیر خواهند داشت. هسته هر دو نوع سلول ذکر شده حالت متراکم و هتروکروماتیک داشتند که دلیل قاطع و مشخص دیگری است که میدان‌های الکترومغناطیسی غیر یونیزان هم باعث آسیب سلول‌های ترش‌هی وزیکول‌های سمینال می‌شوند. مشابه این نتایج بر سلول‌های سرتولی نیز گزارش شده است.<sup>(۱۰)</sup>

همچنین آثار مشخصی از تجمع غیرعادی توده‌هایی از سلول‌های اپیتلیال در بافت همبند زمینه‌ای غده وزیکول سمینال مشاهده شد که می‌تواند علامت خاصی از ریزش سلولی باشد؛ یعنی برخی از این سلول‌های ترش‌هی از محل اصلی استقرار خود جدا شده و منظره آسیب‌شناختی خاصی را ایجاد می‌نمایند. این امر بیان‌گر حرکت بافت غده وزیکول سمینال به سوی مرگ سلولی است که باعث کاهش فعالیت وزیکول سمینال می‌شود و شاید بتواند زمینه‌ساز بروز عقیمی و اختلال‌های عملکرد دستگاه تناسلی باشد. این نتایج مؤید نظر سایر محققین است که اثرات نامطلوب الکترومغناطیسی را بر دستگاه تناسلی مردان بررسی نموده‌اند.<sup>(۱۲،۹)</sup>

تحقیقات گذشته مؤید این حقیقت بوده‌اند که میدان‌های الکترومغناطیسی سبب تغییرات زیست‌شناختی و افزایش میزان مرگ و میر موش‌ها در نسل‌های متوالی

مقایسه عروق خونی وزیکول سمینال موش‌های گروه آزمایش و شاهد نشان داد که سلول‌های اندوتلیال سنگفرشی گروه آزمایش هسته متراکم و غیرعادی دارند، جدار عروق خونی آنها نازک‌تر از حد عادی است و علائمی حاکی از پرخونی و افزایش تعداد گلبول‌های قرمز در فضای درون لوله‌ها به چشم می‌خورد. سازمان بهداشت جهانی پیش از این گزارش کرده است که قرار گرفتن در معرض میدان‌های الکترومغناطیسی باعث افزایش دما و افزایش جریان خون و در نتیجه اختلال در نفوذپذیری سدخونی- مغزی و سد خونی- بیضه‌ای می‌شود که به دنبال آن پرخونی و ادم بافتی ایجاد می‌شود.<sup>(۱۳)</sup> در این مطالعه با استفاده از روش‌های خاص نظیر کار گذاردن تهویه بر روی دستگاه مولد میدان الکترومغناطیسی و پایش دمای درون و بیرون محفظه نگه‌داری موش صحرائی توسط دو دماسنج مجزا و با جلوگیری از افزایش غیرعادی و بی‌رویه دما، مانع ایجاد هیپرترمی در بافت‌ها شده و لذا آسیب‌های مشاهده شده در این مطالعه به دلیل ایجاد هیپرترمی بافتی نبوده‌اند. مشابه این نتایج قبل از این توسط برخی محققین که اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی یونیزان را بر بافت بیضه موش مطالعه کرده بودند نیز گزارش شده است.<sup>(۱۴)</sup> فضا‌های توخالی و غیرعادی فراوانی را می‌توان حد فاصل ستون‌های سلول‌های اپیتلیال و نیز حد فاصل ستون‌های مذکور با کپسول دیواره غدد مشاهده نمود که یک منظره تاول زده را ایجاد می‌کنند. این نتایج مشابه یافته‌هایی است که در لوله‌های منی‌ساز در بیضه موش‌های پیر و مسن یافت شده است.<sup>(۱۵،۱۶)</sup> لذا می‌توان ادعا نمود که شاید میدان‌های الکترومغناطیسی غیر یونیزان نیز توانایی ایجاد حالت پیری زودرس را در موش‌ها داشته باشند.

نکته مهم دیگر این که با توجه به آسیب جدی لایه‌های الیاف عضلانی دو عضله صاف کپسول غدد و هتروکروماتیک و متراکم شدن هسته سلول‌های عضله صاف می‌توان چنین استنتاج کرد که با عنایت به نقش

association with birthweight and intrauterine growth retardation. *Epidemiol* 1995; 6: 263-70

2. Kultursay N, Koprubasi F, Kutukcukler N. Video display terminal the risk of trisomy 18?. *Clin Gen* 1994; 45: 270-1

۳. رجحان م. بافت‌شناسی انسانی پایه (بافت‌شناسی پزشکی). تهران، انتشارات چهر، ۱۳۸۰، ۶۶-۲۱۰

4. Dym M, Fawcett DW. The blood-testis barrier in the rat and the physiological compartmentation of the seminiferous epithelium. *Biol Repro* 1970; 3: 308-26

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 SA. Ultrastructural analysis of testes in mice subjected to long-term exposure to a 17-KHz electric field. *Radiobiol* 1993; 33: 342-6

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: 330-4

8. MC Givren RF, Sokol RZ, Adey WR. Prenatal exposure to a low frequency electromagnetic field demasculinizes adult scent marking behavior and increases accessory sex organ weights in rats. *Teratology* 1990; 41: 1-8

9. 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

10. Khaki AA, Kafshnoochi M, Montazam H. Ultrastructural study of effect of EmF on

شده‌اند.<sup>(۱۷)</sup> همچنین اثرات مخرب اشعه‌های یونیزان نظیر اشعه ایکس، گاما و غیره بر روی بافت‌ها و اندام‌های تناسلی توسط محققین دیگری گزارش شده است.<sup>(۱۹،۱۸)</sup> تحقیقات انجام شده دیگری مؤید اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی در تضعیف سیستم ایمنی و ایجاد آسیب‌های سلولی از طریق افزایش میزان رادیکال‌های آزاد هستند.<sup>(۲۱،۲۰)</sup> تحقیقی در مورد تأثیر اشعه ایکس بر سلول‌های سرتولی نشان داد که فضای غیرطبیعی زیادی بین سلول‌ها به چشم می‌خورد و می‌توان اثرات مشابهی از عملکرد مخرب اشعه‌های یونیزان و غیر یونیزان بر ریخت‌شناسی سلول‌های سرتولی را استنتاج نمود.<sup>(۱۷)</sup>

با توجه به تأثیرات مستقیم و غیرقابل انکار پروستات و وزیکول سمینال در فرایند اسپرماتوژنز و همچنین اثرات غیرقابل انکار و مشاهده‌شده‌ای که در این مطالعه میدان‌های غیر یونیزان الکترومغناطیسی بر این دو عنصر تشریحی مهم در موش داشتند می‌توان حدس زد که این میدان توانایی دخالت در فرایند طبیعی اسپرماتوژنز را نیز داشته و می‌تواند باعث افزایش احتمال عقیمی در جنس نر شود.

اگر چه بر اساس نتایج فعلی نمی‌توان ارتباط تابش اشعه‌های غیر یونیزان (میدان‌های الکترومغناطیسی) را با بیماری‌های مختلف یا آسیب دیدن سیستم‌های زیست‌شناختی به طور قطعی ایجاد کرد، ولی پیشنهاد می‌شود جهت دستیابی به یک معیار واقعی برای بررسی اثرات این میدان‌ها بر وزیکول سمینال و در نهایت نقص تولیدمثلی در مردان، تحقیقات بیش‌تر و وسیع‌تری در سطح آزمایشگاهی انجام شود.

#### \* مراجع :

1. Bracken MB, Belanger K, Hellenbrank K, Dugosz L, Holdford TR, McSharry JE, Adesso K, Leaderer B. Exposure to electromagnetic fields during pregnancy with emphasis on electrically heated beds,

exposure to high frequency electromagnetic field (39.5 Ghz). *Radiat Biol Radioecol* 2003; 43: 535-7

16. [Ozguner IF](#), [Dindar H](#), [Yagmurlu A](#), [Savas C](#), [Gokcora IH](#), [Yucesan S](#). The effect of electromagnetic field on undescended testis after orchidopexy. *Int Urol Nephrol* 2002; 33: 87-93

17. 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 : 565-6

18. 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: 447-55

19. Lokmatova SA, Pastukhova IUR. Morphologic and histoenzymologic analysis of effect of electrical fields at 17 KHZ on testis and testis appandages in mice. *Aviakosm Ekolog Med* 1993; 27: 50-4

20. Fernie KJ, Bird DM, Dawson RD, Lague PC. Effects of electromagnetic filed on the reproductive success of American Kestrels. *Physiol Biochem Zool* 2000; 73: 60-5

21. Freeman BA, Crapo JD. Biology of disease, free radicals and tissue injury. *Lab Invest* 1982; 47: 412-26

sertoli cell in testes of rat. *JIMSA* 2004; 17; 136-9

11. Yadwinder ST, Jitendra B. The effect of whole body exposure of 50 GHZ microwave radiation on sperm count in rats. New Dehli, School of enviromental sciences, Jawaherlal Nehru University, 2004, 1-8

12. Khaki AA, Tubbs RS, Shoja MM, Rad JS, Khaki A, Farahani RM, Zarrintan S, Nag TC. 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: 188-94

13. Baram D, Baltag O, Badescu A. Tissue changes induced by low frequency electromagnetic field exposure and circadian cycle alteration. [www.nipne.ro/rip](http://www.nipne.ro/rip) Accessed: 20/11/2006

14. Kalender Y, Kalender S, Tastan H. Ultrastructural effects of x- irradiation on spermatogenesis in rats. <http://www.rshm.saglik.gov.tr>, Accessed: 20/11/2006

15. [Kopoplia EF](#), [Popov 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