

اثر میدان الکترومغناطیسی رایانه‌های کیفی بر تعداد و تحرک اسپرم موش صحرایی

سید محمد جواد مرتضوی^{۱،۲*}، علی رضا توسلی^۳، فهیمه رنجبری^۲، پریچهر معمایی^۲

۱- گروه رادیوبیولوژی و حفاظت، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی شیراز، شیراز، ایران

۲- مرکز پژوهش‌های علوم پرتوی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی شیراز، شیراز، ایران

۳- گروه پاتولوژی، سازمان انتقال خون شیراز، شیراز، ایران

چکیده

زمینه و هدف: رایانه‌های کیفی به عنوان یکی از منابع میدان‌های الکترومغناطیسی شناخته شده‌اند. بسیاری از افراد این رایانه‌ها را در هنگام استفاده روی پاهای خود قرار می‌دهند. تاکنون تنها گزارش‌هایی در مورد اثرات حرارتی استفاده از رایانه‌های کیفی روی پاها منتشر شده است. در این مطالعه تلاش شد تا با حذف اثرات حرارتی رایانه‌های کیفی، اثر میدان‌های مغناطیسی تولید شده توسط این دستگاهها بر اسپرماتوزن مورد بررسی قرار گیرد.

روش بررسی: بدین منظور ۳۰ موش صحرایی همخون از نژاد ویستار با محدوده وزنی ۲۰۰g تا ۲۵۰g به صورت تصادفی به چهار گروه مختلف تقسیم شدند. شدت میدان مغناطیسی در نقاط مختلف رایانه کیفی با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری میدان، اندازه‌گیری و روی رایانه کیفی نشانه‌گذاری شد. حداکثر شدت میدان معادل $1/10 \mu T$ بود. موش‌های گروه‌های آزمون (۲۱ سر موش صحرایی، هر گروه شامل ۷ سر موش صحرایی و تحت اثر ۳ شدت میدان متفاوت) به مدت یک هفته هر روز هفت ساعت روی یک صفحه عایق حرارتی در نواحی نشانه‌گذاری شده نگهداری شدند. موش‌های گروه کنترل (شامل ۹ سر) در مدت زمان مشابهی روی یک دستگاه رایانه کیفی خاموش قرار گرفتند. بعد از این مدت در تمام حیواناتی که از طریق قطع نخاع کشته شده بودند، پارامترهایی مانند تعداد اسپرم، قابلیت تحرک و مرفولوژی اسپرمها بررسی شد. برای تجزیه و تحلیل نتایج از بسته نرم افزار آماری SPSS و آزمون‌های t و ناپارامتری Mann Whiney و Kruskal Wallis استفاده گردید. در این تحقیق، اختلاف‌های با $p < 0/05$ به عنوان معنی‌دار در نظر گرفته شدند.

نتایج: نتایج نشان داد که قابلیت تحرک اسپرمها با افزایش شدت میدان مغناطیسی، کاهش معنی‌داری پیدا کرده است. فراوانی نسبی اسپرم‌هایی که در گروه تحرک d طبقه‌بندی می‌شدند، در میدان‌های مغناطیسی زمینه (کنترل)، ضعیف، متوسط و زیاد به ترتیب در حدود ۱۷٪، ۲۱٪، ۲۹٪ و ۶۸٪ بود. همچنین فراوانی نسبی اسپرم‌هایی که در گروه تحرک c طبقه‌بندی می‌شدند، در میدان‌های مغناطیسی زمینه (کنترل)، ضعیف، متوسط و زیاد به ترتیب در حدود ۵۲٪، ۴۳٪، ۵۱٪ و ۱۶٪ بود. پس از ادغام تحرک‌های d و c فراوانی نسبی اسپرم‌هایی که در این گروه ادغام شده طبقه‌بندی می‌شدند، در میدان‌های مغناطیسی زمینه (کنترل)، ضعیف، متوسط و زیاد به ترتیب در حدود ۶۹٪، ۷۴٪، ۸۰٪ و ۸۴٪ بود. اگرچه تعداد اسپرم در گروه دارای مواجهه با میدان مغناطیسی شدید به کمترین میزان ممکن رسیده بود؛ اما این تفاوت معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری: در مجموع مطابق نتایج این مطالعه، قابلیت تحرک اسپرمها در موش صحرایی با افزایش شدت میدان مغناطیسی به صورت معنی‌دار آماری کاهش پیدا می‌نماید. از این رو میدان مغناطیسی ناشی از رایانه‌های کیفی می‌تواند از طریق تاثیر بر میزان تحرک اسپرمها، قابلیت‌های تولید مثلی آنها را دچار اختلال نماید.

* مسئول مکاتبه: سید محمد

جواد مرتضوی، گروه آموزشی

رادیوبیولوژی و حفاظت،

دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه

علوم پزشکی و خدمات

بهداشتی-درمانی شیراز،

شیراز، ایران

رایا نامه:

و mmortazavi@sums.ac.ir

jamo23@lycos.com

دریافت: ۸۹/۱/۱۸

پذیرش: ۸۹/۵/۹

کلید واژگان: اسپرماتوزن، رایانه کیفی، موش صحرایی، میدان‌های الکترومغناطیسی، ناباروری مردان.

نحوه استناد به این مقاله: مرتضوی سید محمد جواد، توسلی علی رضا، رنجبری فهیمه، معمایی پریچهر. اثر میدان الکترومغناطیسی رایانه‌های کیفی بر تعداد و تحرک اسپرم موش صحرایی. فصلنامه باروری و ناباروری: سال ۱۱ (۱۳۸۹)، شماره ۴، صفحات: ۲۵۸-۲۵۱.

زمینه و هدف

طی سال‌های اخیر تغییرات شگرف و قابل ملاحظه‌ای که در صنعت رایانه از نقطه نظر عملکرد، اندازه و قیمت در رایانه‌های کیفی صورت گرفته است، گسترش شدید استفاده از این وسایل به ویژه در جوانان را موجب شده است. متأسفانه قسمت قابل توجهی از تحقیقاتی که تاکنون در ارتباط با اثر استفاده از رایانه‌های کیفی روی پاهای انجام شده، تنها به اثرات گرمایی معطوف بوده و به اثر میدان الکترومغناطیسی این وسایل توجه چندانی نشده است. استفاده از رایانه‌های کیفی موجب گرم شدن بخش‌هایی از این دستگاهها شده و بعضاً درجه حرارت در برخی قسمت‌های داخلی این رایانه‌ها به بیش از 70°C می‌رسد. باید توجه داشت که عملکرد بیضه‌ها تابع درجه حرارت است و بیضه‌ها برای عملکرد مناسب باید از درجه حرارتی در حد $4-2^{\circ}\text{C}$ کمتر از درجه حرارت بدن برخوردار باشند (۱). از این رو به تازگی گزارش‌هایی در مورد خطرات گرمایی گذاشتن رایانه‌های کیفی روی پاها به صورت اریتما و سوختگی ناحیه ران (۲-۴) و یا سوختگی‌های دستگاه تولید مثلی در مردان منتشر شده است (۵).

مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۵ میلادی روی تغییرات درجه حرارت کیسه بیضه^۱ در هنگام استفاده از رایانه‌های کیفی روی پاها صورت گرفته است، نشان می‌دهد که این نوع استفاده از رایانه کیفی به ویژه در نوجوانان و جوانان ممکن است به بروز اختلالات به ویژه در اسپرماتوژنز منتهی شود (۶). این نکته، لزوم توجه جدی به مخاطرات احتمالی ناشی از میدان‌های الکترومغناطیسی را در افرادی که از رایانه کیفی روی خود استفاده می‌کنند، مطرح می‌سازد. در ارتباط با میدان‌های الکترومغناطیسی رایانه‌های کیفی ذکر این نکته ضروری است که مطابق گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO) رایانه‌های کیفی مدرن دارای صفحات نمایش هادی هستند که میدان‌های استاتیک ناشی از آنها را تا حد روزمره و معمول (حد زمینه^۲) کاهش می‌دهد (۷).

مطابق برآوردهای انجام شده در حدود ۱۵ تا ۲۰٪ از زوج‌هایی که تصمیم به داشتن فرزند می‌گیرند، در وقوع بارداری با مشکل مواجه می‌شوند. در این ارتباط در بیش از ۵۰٪ موارد، مشکلات مربوط به مرد، وقوع بارداری را با مشکل مواجه نموده است (۸). طی چند دهه گذشته کاهش تدریجی تعداد اسپرم‌های مردان بحث‌های چالش برانگیزی را در محافل علمی به دنبال داشته است (۹-۱۴). تاکنون علت‌های مختلفی برای کاهش عملکرد تولید مثلی مردان پیشنهاد شده است که از جمله آنها می‌توان به عوامل مختل‌کننده عملکرد غدد درون‌ریز، تغییرات سبک زندگی^۳ و مواجهه با گرما اشاره کرد (۲۰-۱۵).

مرتضوی و همکاران در مطالعات گذشته، برخی از اثرات بیولوژیک مواجهه با میدان‌های الکترومغناطیسی (۲۷-۲۱) و امکان ایجاد اختلال توسط این میدانها در عملکرد دستگاه‌های پزشکی (۲۸) را بررسی نموده‌اند و هم‌اکنون در این تحقیق، بررسی آثار زیستی یکی از دیگر منابع متداول میدان‌های الکترومغناطیسی مورد توجه جوانان بررسی شده است. با توجه به مراتب پیش گفت، غالب تحقیقاتی که تاکنون در ارتباط با اثر استفاده از رایانه‌های کیفی روی پاها انجام شده است، تنها به اثرات گرمایی و نه میدان‌های الکترومغناطیسی این وسایل توجه داشته است؛ لذا در این تحقیق تلاش گردید با حذف اثرات گرمایی، تغییرات بافت شناختی سیستم تولید مثل موش صحرایی، مورفولوژی، تغییرات تحرک^۴ و تعداد اسپرم^۵ متعاقب مواجهه با میدان‌های الکترومغناطیسی القایی رایانه‌های کیفی ارزیابی شود.

روش بررسی

جمعیت مورد مطالعه: در این پژوهش نیمه تجربی^۶ تعداد ۳۰ سر rat نر همخون^۷ در محدوده وزنی $250-300\text{ gr}$ به صورت تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند. پس از اندازه‌گیری شدت میدان مغناطیسی در نقاط مختلف رایانه

3- Life style
4- Motility
5- Sperm count
6- Quasi experimental
7- Inbred

1- Scrotum
2- Background

محدوده $0.1 \mu T$ تا $199.9 \mu T$ اندازه‌گیری می‌کند. با توجه به ضخامت لایه عایق حرارتی استفاده شده، اندازه‌گیری شدت میدان در فاصله یک سانتیمتری سطح پشتی رایانه کیفی صورت گرفت. قدرت میدان مغناطیسی در ناحیه‌ای که گندهای حیوانات آزمایشگاهی قرار می‌گرفت برای گروه کنترل معادل $0.1 \pm 0.01 \mu T$ و برای گروه‌های مواجه با میدان‌های مغناطیسی ضعیف، متوسط و قوی به ترتیب برابر با $0.1 \mu T \pm 0.06$ ، 0.7 ± 0.18 و 0.4 ± 0.15 بود.

از آنجا که مرحله تکامل اپیدیدیمی^۴ در موش صحرایی حدود ۷ روز به طول می‌انجامد، بنابراین انتظار می‌رفت مواجهه با عوامل فیزیکی همچون تابشهای میکروویو در یک دوره زمانی ۷ روزه که تمامی گستره زمانی این چرخه را در بر می‌گرفت، اثر قابل توجهی را ایجاد نماید. پس از بیهوشی عمومی توسط اتر، برش‌های لازم جهت جدا کردن اپیدیدیم و وزدفران داده شد و سپس ۲۰ لاندانی با فشار ملایم از انتهای اپیدیدیم خارج شده و با 20 ml محلول نرمال سالین که در دمای 37°C نگهداری شده بود، رقیق گردید. بلافاصله پس از این مرحله، این محلول توسط لوله‌های موئین روی لام‌هایی که قبلاً روی صفحه گرم^۵ به دمای 37°C رسیده‌اند، منتقل گردید. پس از قرار گرفتن لام^۱ روی لام، در اولین فرصت نسبت به ارزیابی میزان تحرک اسپرمها اقدام شد. به علاوه برای شمارش اسپرمها از لام نئوبار^۶ و محلول فیکس و رقیق کننده استفاده گردید (۳۰).

علاوه بر ارائه نتایج در قالب آمار توصیفی، در بخش آمار تحلیلی از آزمون آماری t برای مقایسه میانگین پارامترهایی نظیر شمارش اسپرم، یا تعداد اسپرم‌های با شکل غیر طبیعی در دو گروه حیوانات آزمون و کنترل و آزمون‌های آماری ناپارامتری Mann Whiney و Kruskal Wallis استفاده گردید. نتایج به دست آمده با نرم افزار SPSS ارزیابی شدند. در تمام موارد اختلاف‌های با $p < 0.05$ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

کیفی، تعداد ۷ سر rat طی مدت ۷ روز، روزانه به میزان ۷ ساعت در ناحیه‌ای با شدت میدان پایین، ۷ سر rat با شرایط زمانی مشابه در ناحیه‌ای با شدت میدان متوسط، ۷ سر rat در ناحیه‌ای با شدت میدان بالا و نهایتاً ۹ سر rat کنترل برای مواجهه کاذب^۱ روی رایانه کیفی مشابه اما در حالت خاموش قرار گرفتند. از آنجا که طول چرخه سمی نیفروس^۲ در موش صحرایی ۱۲/۵ روز است (۲۹)، بنابراین انتظار می‌رفت مواجهه با عوامل فیزیکی همچون ریزموج در یک دوره زمانی ۷ روزه که بخش قابل توجهی از این چرخه را در بر می‌گرفت، اثر قابل توجهی را ایجاد نماید. علت انتخاب ۷ ساعت نیز مربوط به این واقعیت است که در طی یک شبانه روز، زمان کار معمولاً در حد ۸ ساعت است که یکساعت آن غالباً برای استراحت در نظر گرفته می‌شود. در این تحقیق عوامل مداخله‌کننده‌ای همچون نور تابشی از نمایشگر و صدای خروجی از بلندگوهای رایانه کیفی با استفاده از تنظیم‌های دستگاهی حذف گردید.

رایانه کیفی مورد استفاده در این مطالعه ساخت کشور کره بود. ابعاد رایانه و نمایشگر آن به ترتیب معادل $27 \times 33 \times 2 \text{ cm}$ و $27 \times 23 \text{ cm}$ بود. برای حذف اثرات گرمایی ناشی از قرار گرفتن حیوانات آزمایشگاهی روی رایانه کیفی، از یک لایه عایق حرارتی یونولیت به ضخامت 7 mm بین محل قرار گرفتن حیوانات و قسمت پشتی رایانه کیفی که معمولاً در هنگام استفاده، روی پاهای افراد قرار می‌گیرد، استفاده گردید. بدین منظور رایانه کیفی به صورت معکوس قرار داده شد و حیوانات در مناطق علامت‌گذاری شده روی عایق حرارتی که مستقیماً روی سطح پشتی رایانه کیفی گذاشته شده بود، به گونه‌ای قرار گرفتند که گندها در ناحیه دارای حداکثر قدرت میدان مغناطیسی قرار داشته باشند. برای اندازه‌گیری شدت میدان مغناطیسی در نقاط مختلف واقع بر سطح پشتی رایانه کیفی از دستگاه اندازه‌گیری میدان (EMF Tester)^۳ مدل TES 1390 ساخت کشور تایوان استفاده گردید. این دستگاه شدت میدان مغناطیسی را در

4- Epididymal maturation
5- Hot plate
6- Covering glass
7- Neubauer counting chamber

1- Sham exposure
2- Semineferous cycle
3- Electro Magnetic Field tester

نتایج

میدان‌های مغناطیسی زمینه (کنترل)، ضعیف، متوسط و زیاد به ترتیب در حدود ۰/۱۷٪، ۰/۳۱٪، ۰/۲۹٪ و ۰/۶۸٪ بود. همچنین فراوانی نسبی اسپرم‌هایی که در گروه تحرک یک طبقه‌بندی می‌شدند، در میدان‌های مغناطیسی زمینه (کنترل)، ضعیف، متوسط و زیاد به ترتیب در حدود ۰/۵۲٪، ۰/۴۳٪، ۰/۵۱٪ و ۰/۱۶٪ بود. پس از ادغام تحرک‌های کلاس c و d، فراوانی نسبی اسپرم‌هایی که در این گروه ادغام شده طبقه‌بندی می‌شدند، در میدان‌های مغناطیسی زمینه (کنترل)، ضعیف، متوسط و زیاد به ترتیب در حدود ۰/۶۹٪، ۰/۷۴٪، ۰/۸۰٪ و ۰/۸۴٪ بود.

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که قابلیت تحرک اسپرم‌ها با افزایش شدت میدان مغناطیسی رایانه‌های کیفی به صورت معنی‌داری کاهش پیدا می‌نماید. این یافته‌ها با نتایج اخیر گروهی از پژوهشگران اسلواکی مطابقت دارد. این محققین نشان دادند که مواجهه اسپرم خرگوش در شرایط In vitro با میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس‌های بسیار پایین (ELF EMF)^۱ موجب بروز تغییرات معنی‌داری در تحرک اسپرم‌ها می‌شود. آنها همچنین نشان دادند که قابلیت باروری اسپرم‌های مواجهه داده شده با میدان‌های الکترومغناطیسی از گروه کنترل کمتر می‌باشد (۳۱). در طرف مقابل نتایج

یافته‌های این مطالعه نتوانست هیچگونه تغییر مورفولوژیکی را در اسپرم‌ها در ارتباط با مواجهه با میدان‌های مغناطیسی نشان دهد. جدول ۱، نشان می‌دهد که قابلیت تحرک اسپرم‌ها با افزایش شدت میدان مغناطیسی کاهش معنی‌داری پیدا می‌کند. میانگین تعداد اسپرم‌ها در هر میلی لیتر (با مضرب یکصد میلیون) در گروه کنترل ۰/۶۱±۰/۳۲، در گروه میدان مغناطیسی ضعیف ۰/۶۰±۰/۲۶، در گروه میدان مغناطیسی متوسط ۰/۷۵±۰/۴۱ و در گروه میدان مغناطیسی با شدت بالا ۰/۴۲±۰/۳۷ بود. بدین ترتیب هر چند ارتباط منظمی بین سطح میدان مغناطیسی و شمارش اسپرم مشاهده نشد؛ اما به وضوح می‌توان گفت که هرگاه شدت‌های میدان مغناطیسی زیر ۰/۱۸ μT مربوط به گروه‌های اول تا سوم که تقریباً در یک حدود هستند در یک گروه و شدت میدان مغناطیسی ۱/۱۵ μT مربوط به گروه چهارم در گروه دیگری قرار گیرند، مشخص می‌شود که تعداد اسپرم‌ها در حیوانات مواجهه داده شده با میدان مغناطیسی با شدت بالا به کمترین میزان ممکن رسیده است. البته این تفاوتها از نظر آماری معنی‌دار نبود. در ارتباط با قابلیت تحرک اسپرم‌ها، فراوانی نسبی اسپرم‌هایی که در گروه تحرک صفر طبقه‌بندی می‌شدند، در

جدول ۱. مقایسه تعداد و قابلیت تحرک اسپرم‌ها به دنبال مواجهه با شدت‌های مختلف میدان مغناطیسی در موش‌های صحرایی نژاد ویستار

تحرک				شمارش اسپرم در هر ml (× ۱۰۰ میلیون)	شدت میدان مغناطیسی (μT)	تعداد حیوانات در هر گروه	میدان مغناطیسی
A (rapid progressive)	B (slow progressive)	C (non progressive)	D (immotile)				
۰/۱۶±۰/۱۳	۰/۱۵±۰/۰۸	۰/۵۲±۰/۲۱	۰/۱۷±۰/۴۴	۰/۶۱±۰/۳۲	۰/۰۱±۰/۰۰	۹	میدان مغناطیسی زمینه
۰/۰۵±۰/۰۹	۰/۲۱±۰/۱۵	۰/۴۳±۰/۲۱	۰/۳۱±۰/۱۶	۰/۶۰±۰/۲۶	۰/۰۶±۰/۰۱	۷	میدان مغناطیسی ضعیف
۰/۰۷±۰/۰۹	۰/۱۳±۰/۰۹	۰/۵۱±۰/۲۷	۰/۲۹±۰/۱۴	۰/۷۵±۰/۴۱	۰/۱۸±۰/۰۷	۷	میدان مغناطیسی متوسط
۰/۰۱±۰/۰۲	۰/۱۵±۰/۱۴	۰/۱۶±۰/۰۶	۰/۶۸±۰/۱۴	۰/۴۲±۰/۳۷	۱/۱۵±۰/۰۴	۷	میدان مغناطیسی قوی
NS**	NS**	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	NS**	۰/۰۰۲		P-Value (Mann Whiney)*
NS**	NS**	۰/۰۲۴	۰/۰۰۱	NS**	۰/۰۰۰		P-Value (Kruskal Wallis)

* مقایسه میانگین در گروه میدان مغناطیسی زمینه با میانگین در گروه میدان مغناطیسی قوی، NS** غیر معنی‌دار

(۳۷-۳۶). تا قبل از انجام تحقیق حاضر، با توجه به نبود هرگونه گزارش در مورد آثار زیان بار غیرگرمایی این رایانه‌ها، این امکان وجود داشت که به کاربران این رایانه‌ها توصیه شود در هنگام استفاده از رایانه کیفی روی پاهای خود، از یک عایق حرارتی مناسب نظیر پدهای ماوس^۲ بین پاهای خود و رایانه کیفی استفاده کنند. این در حالی است که نتایج مطالعه حاضر، حداقل تأثیر این گونه مداخلات را خدشه‌دار می‌نماید. مطالعه حاضر نشان داد که میدان مغناطیسی ناشی از رایانه‌های کیفی می‌تواند از طریق تأثیر بر میزان تحرک اسپرمها، قابلیت‌های تولید مثلی مردان را دچار اختلال نماید. از این رو در مورد استفاده کنندگان مرد، علاوه بر اثرات گرمایی باید به اثر مواجهه بلند مدت گنادها با میدان‌های الکترومغناطیسی نیز به خوبی توجه نمود. عایق سازی حرارتی بسیار ساده و کم هزینه است؛ اما سد کردن میدان‌های الکترومغناطیسی از پیچیدگی‌های خاصی برخوردار است. بدین ترتیب شاید تنها راهکارهای عملی، به کاهش دادن مدت زمان استفاده از رایانه‌های کیفی روی پاها در مردان و انتخاب رایانه‌های کیفی با میدان‌های الکترومغناطیسی ضعیف‌تر محدود گردد. در مجموع، نتایج مطالعه حاضر از نوعی همسویی کلی با یافته‌های برخی از جدیدترین مطالعاتی که در این زمینه صورت گرفته و حاکی از کاهش تمام شاخص‌های مربوط به قابلیت باروری اسپرم است، برخوردار است. برای مثال در مطالعه‌ای که روی اهدا کنندگان سالم اسپرم در کشور چین صورت گرفته، مشخص شده است که با افزایش میزان مواجهه افراد با میدان‌های مغناطیسی تمامی شاخص‌های مربوط به اسپرم کاهش می‌یابند (۳۸). به همین ترتیب پژوهشگران ایتالیایی نیز نشان داده‌اند که در یک مدل حیوانی، مواجهه اسپرم با میدان‌های الکترومغناطیسی در فرکانس‌های بسیار پایین (ELF-EMFs) موجب کاهش قابلیت باروری آنها می‌شود (۳۹).

به طور کلی با توجه به یافته‌های این مطالعه و مجموعه شواهد موجود، انجام یک مطالعه دقیق برای ارزیابی عوامل موثر بر شدت میدان الکترومغناطیسی رایانه‌های کیفی بسیار ضروری به نظر می‌رسد. در این ارتباط توجه به عواملی

مطالعه حاضر با برخی از نتایج مطالعات نسبتاً قدیمی‌تر مغایرت دارد. برای مثال پژوهشگران ایتالیایی در سال ۲۰۰۷ میلادی نشان دادند که مواجهه اسپرم‌های انسان با میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس‌های بسیار پایین موجب افزایش تحرک اسپرمها می‌شود (۳۲). با توجه به تفاوت منبع تولید میدان‌های الکترومغناطیسی در مطالعه مورد اشاره با مطالعه حاضر و تفاوت قابل ملاحظه فرکانس‌های مورد استفاده، تفاوت‌های مشاهده شده غیر معمول و دور از انتظار نخواهد بود. علاوه بر این شمارش اسپرمها در گروه مواجهه داده شده با میدان‌های مغناطیسی نسبتاً قوی به پایین‌ترین حد در میان گروه‌های چهارگانه می‌رسید. هرچند این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود؛ اما کاهش تعداد اسپرمها در حیوانات آزمایشگاهی پس از مواجهه با میدان‌های مغناطیسی در مطالعات دیگری نیز نشان داده شده است. برای مثال مواجهه موش‌های صحرایی Sprague-Dawley با میدان مغناطیسی با شدت $25 \mu T$ برای مدت زمانی معادل ۱۸ هفته متوالی کاهش معنی‌داری را در شمارش اسپرم‌های گروه تابش دیده باعث شد (۳۳).

در ارتباط با مورفولوژی اسپرمها، این مطالعه نتوانست ارتباط معنی‌داری بین مواجهه با میدان‌های مغناطیسی و مورفولوژی اسپرمها پیدا کند. این یافته را می‌توان با نتایج حاصل از برخی مطالعات در سایر کشورها هم جهت دانست. به عنوان مثال در یک بررسی مشخص گردیده که مواجهه اسپرم‌های انسان با میدان‌های مغناطیسی $2 \mu T$ ناشی از جریان سینوسی (۶۰ Hz) موجب اختلالات کروموزومی در اسپرماتوسیتها و مورفولوژی اسپرمها نمی‌شود (۳۴).

باید توجه نمود که تقریباً تمام گزارش‌هایی که تاکنون در مورد خطرات استفاده از رایانه‌های کیفی روی پاها منتشر شده است به بروز اثرات گرمایی و عوارضی همچون نوعی اریتما بنام (EAI)^۱ محدود شده است (۴-۲). این نوع اریتما به واسطه مواجهه بلند مدت با شدت‌های متوسطی از امواج مادون قرمز رخ می‌دهد (۳۵). همچنین به ندرت گزارش‌هایی نیز از سوختگی‌های درجه ۲ ناشی از استفاده از رایانه‌های کیفی روی پاهای فرد استفاده کننده منتشر شده است

2- Mouse pad

1- Erythema Ab Igne

انجام مطالعات تکمیلی در این زمینه نیز احساس می‌شود.

نتیجه گیری

میدان‌های الکترومغناطیسی ناشی از رایانه‌های کیفی می‌توانند از طریق تاثیر بر میزان تحرک اسپرمها، قابلیت‌های تولیدمثلی را در موش صحرایی دچار اختلال نمایند. بنابراین هرگاه در تحقیقات آتی بر روی اسپرم‌های انسان، وجود الگوهای نسبتاً مشابهی مشخص گردد، ضروری خواهد بود که محدودیت‌هایی برای زمان استفاده از رایانه‌های کیفی روی پاهای فرد در نظر گرفته شود. باید توجه داشت که به دلیل تماس کامل رایانه‌های کیفی با بدن افراد استفاده کننده، شدت میدان‌های الکترومغناطیسی در این فاصله کوتاه عموماً در حد قابل توجهی قرار می‌گیرد.

تشکر و قدردانی

این طرح پژوهشی با حمایت معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شیراز انجام شده است که از مسئولین مربوط صمیمانه قدردانی می‌گردد. هیچیک از نگارندگان این مقاله در انجام این تحقیق منفعت شخصی نداشته‌اند.

References

1. Thonneau P, Bujan L, Multigner L, Mieusset R. Occupational heat exposure and male fertility: a review. *Hum Reprod.* 1998;13(8):2122-5.
2. Mohr MR, Scott KA, Pariser RM, Hood AF. Laptop computer-induced erythema ab igne: a case report. *Cutis.* 2007;79(1):59-60.
3. Levinbook WS, Mallett J, Grant-Kels JM. Laptop computer--associated erythema ab igne. *Cutis.* 2007; 80(4):319-20.
4. Paulius K, Napoles P, Maguina P. Thigh burn associated with laptop computer use. *J Burn Care Res.* 2008;29(5):842-4.
5. Ostenson CG. Lap burn due to laptop computer. *Lancet.* 2002;360(9346):1704.
6. Sheynkin Y, Jung M, Yoo P, Schulsinger D, Komaroff E. Increase in scrotal temperature in laptop computer users. *Hum Reprod.* 2005;20(2):452-5.
7. WHO: World Health Organization [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2010. Electromagnetic fields; 2010 [cited 2010 May 28]; [about 1 screen]. Available from: <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/index3.html>
8. Gilbaugh JH 3rd, Lipshultz LI. Nonsurgical treatment of male infertility. *Urol Clin North Am.* 1994; 21(3):531-48.
9. Carlsen E, Giwercman A, Keiding N, Skakkebaek NE. Evidence for decreasing quality of semen during past 50 years. *BMJ.* 1992;305(6854):609-13.
10. Olsen GW, Bodner KM, Ramlow JM, Ross CE, Lipshultz LI. Have sperm counts been reduced 50 percent in 50 years? A statistical model revisited. *Fertil Steril.* 1995;63(4):887-93.

1- Display

2- Wireless Fidelity

3- Radiofrequency exposure

11. Fisch H, Goluboff ET, Olson JH, Feldshuh J, Broder SJ, Barad DH. Semen analyses in 1,283 men from the United States over a 25-year period: no decline in quality. *Fertil Steril.* 1996;65(5):1009-14.
12. Lerchl A, Nieschlag E. Decreasing sperm counts? A critical (re)view. *Exp Clin Endocrinol Diabetes.* 1996;104(4):301-7.
13. Swan SH, Elkin EP, Fenster L. Have sperm densities declined? A reanalysis of global trend data. *Environ Health Perspect.* 1997;105(11):1228-32.
14. Jegou B, Auger J, Multinger L, Pineau C, Thonneau P, Spira A, et al. The saga of the sperm count decrease in humans, wild and farm animals. In: Gagnon C, editor. *The Male Gamete, from Basic Science to Clinical Applications.* USA: Cache River Press; 1999. p.445-54.
15. Figà-Talamanca I, Dell'Orco V, Pupi A, Dondero F, Gandini L, Lenzi A, et al. Fertility and semen quality of workers exposed to high temperatures in the ceramics industry. *Reprod Toxicol.* 1992;6(6):517-23.
16. Mieuisset R, Bujan L. Testicular heating and its possible contributions to male infertility: a review. *Int J Androl.* 1995;18(4):169-84.
17. Toppari J, Larsen JC, Christiansen P, Giwercman A, Grandjean P, Guillette LJ Jr, et al. Male reproductive health and environmental xenoestrogens. *Environ Health Perspect.* 1996;104 Suppl 4:741-803.
18. Liu YX. Temperature control of spermatogenesis and prospect of male contraception. *Front Biosci (Schol Ed).* 2010;2:730-55.
19. Bujan L, Daudin M, Charlet JP, Thonneau P, Mieuisset R. Increase in scrotal temperature in car drivers. *Hum Reprod.* 2000;15(6):1355-7.
20. Rozati R, Reddy PP, Reddanna P, Mujtaba R. Role of environmental estrogens in the deterioration of male factor fertility. *Fertil Steril.* 2002;78(6):1187-94.
21. Mortazavi SM, Ahmadi J, Shariati M. Prevalence of subjective poor health symptoms associated with exposure to electromagnetic fields among university students. *Bioelectromagnetics.* 2007;28(4):326-30.
22. Mortazavi SM, Daiee E, Yazdi A, Khiabani K, Kavousi A, Vazirinejad R, et al. Mercury release from dental amalgam restorations after magnetic resonance imaging and following mobile phone use. *Pak J Biol Sci.* 2008;11(8):1142-6.
23. Mortazavi SMJ, Habib A, Ganj-Karimi AH, Samimi-Doost R, Pour-Abedi A, Babaie A. Alterations in TSH and thyroid hormones following mobile phone use. *Iran J Med Sci.* 2009;34(4):299-300.
24. Mortazavi SMJ, Nazer M, Sayyadi AR, Karimi H. The effect of microwave radiation emitted by mobile phones on human short term memory. *J Rafsanjan Univ Med Sci.* 2008;7(4):251-8.
25. Mortazavi SMJ, Yazdi A, Khiabani K, Kavousi A. The effect of exposure to electromagnetic fields due to magnetic resonance imaging on mercury release from dental amalgam restorations. *J Dentistry.* 2008;20(1):53-60.
26. Mortazavi SMJ, Daiee E, Ghasemi M, Balali Mood M. Mercury release from dental amalgam restorations after exposure to microwave radiation emitted from mobile phones. *J Birjand Univ Med Sci.* 2008;15(2):19-29.
27. Mortazavi SMJ, Atefi M, Bagheri Sh, Bahaedini N, Besharati A, Eslami J. The ability of GSM mobile phone users in detecting exposure to electromagnetic fields and the bioeffects of these fields on their vital signs. *J Kerman Univ Med Sci.* 2010;17(3):257-67.
28. Bahaedini N, Atefi M, Mortazavi SMJ. Evaluation of the interference of the microwave radiation emitted from GSM mobile phones on the performance. *Med Lab J.* 2009;2(2):10-7.
29. Gonzales GF, Nieto J, Rubio J, Gasco M. Effect of black maca (*Lepidium meyenii*) on one spermatogenic cycle in rats. *Andrologia.* 2006;38(5):166-72.
30. Seed J, Chapin RE, Clegg ED, Dostal LA, Foote RH, Hurtt ME, et al. Methods for assessing sperm motility, morphology, and counts in the rat, rabbit, and dog: a consensus report. ILSI Risk Science Institute Expert Working Group on Sperm Evaluation. *Reprod Toxicol.* 1996;10(3):237-44.
31. Roychoudhury S, Jedlicka J, Parkanyi V, Rafay J, Ondruska L, Massanyi P, et al. Influence of a 50 hz extra low frequency electromagnetic field on spermatozoa motility and fertilization rates in rabbits. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng.* 2009;44(10):1041-7.
32. Iorio R, Scrimaglio R, Rantucci E, Delle Monache S, Di Gaetano A, Finetti N, et al. A preliminary study of oscillating electromagnetic field effects on human spermatozoon motility. *Bioelectromagnetics.* 2007;28(1):72-5.
33. Al-Akhras MA, Darmani H, Elbetieha A. Influence of 50 Hz magnetic field on sex hormones and other

- fertility parameters of adult male rats. *Bioelectromagnetics*. 2006;27(2):127-31.
34. Heredia-Rojas JA, Caballero-Hernandez DE, Rodriguez-de la Fuente AO, Ramos-Alfano G, Rodriguez-Flores LE. Lack of alterations on meiotic chromosomes and morphological characteristics of male germ cells in mice exposed to a 60 Hz and 2.0 mT magnetic field. *Bioelectromagnetics*. 2004;25(1):63-8.
 35. Emedicine [Internet]. USA: WebMD LLC; 1994-2010. Erythema Ab Igne; 2010 Apr 23 [cited 2010]; [about 5 screens]. Available from: <http://emedicine.medscape.com/article/1087535-overview>
 36. Ostenson CG. Lap burn due to laptop computer. *Lancet*. 2002;360(9346):1704.
 37. Thauat O, Morelon E. Laptop computer-induced thigh burn. *Burns*. 2010;36(4):586-7.
 38. Li DK, Yan B, Li Z, Gao E, Miao M, Gong D, et al. Exposure to magnetic fields and the risk of poor sperm quality. *Reprod Toxicol*. 2010;29(1):86-92.
 39. Bernabò N, Tettamanti E, Russo V, Martelli A, Turriani M, Mattoli M, et al. Extremely low frequency electromagnetic field exposure affects fertilization outcome in swine animal model. *Theriogenology*. 2010;73(9):1293-305.