



Effects of mobile phone jammer on the anxiety level of male and female mice

Majid Jadidi^{1,2}, Hossein Miladi-Gorji^{1*}, Moghadaseh Mahdinezhad², Hojatollah Torkmandi¹

1. Research Center of Physiology, School of Medicine, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

2. Dept. of Medical Physics, School of Medicine, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

Received: 10 Apr 2014

Accepted: 19 Aug 2014

Abstract

Introduction: With the increase in mobile phone usage in public places, the use of mobile phone jammer has also increased; therefore, the aim of this study was to evaluate the effects of mobile phone jammer on the level of anxiety in mice.

Methods: Forty male and 40 female naive mice (25-30 g) were randomly divided into four groups (control, 900 MHz, 1800 MHz and 900+1800 MHz exposures). Animals were exposed to mobile phone jammer radiation for 2 h. Then, anxiety-like behaviors were tested in the elevated plus-maze (EPM) model and light and dark (L/D) box.

Results: Results showed that mobile phone jammer exposure at 900 MHz reduced the time spent in the lit side of the L/D box ($P = 0.008$) in male mice compared with the control group. While, 1800 MHz waves increased time spent in the lit side of the L/D box and in the EPM open arm as compared to the control group in both male and female mice ($P = 0.05$). Also, 1800 + 900 waves increased the time spent in the dark side of the L/D box in the female mice ($P = 0.0001$).

Conclusion: The results showed that mobile phone jammer radiation at 900 MHz and 900+1800 MHz frequencies increased the level of anxiety in male and female mice, respectively. Thus, it seems that this apparatus cannot be used as a safe device in popular places.

Key words: Mobile phone jammer, Elevated plus maze, Light and dark box, male and female mice

* Corresponding author e-mail: miladi331@yahoo.com
Available online at: www.phypha.ir/ppj

اثر امواج مسدود کننده تلفن همراه بر سطح اضطراب موش های سوری نر و ماده

مجید جدیدی^{۱،*}، حسین میلادی گرجی^{۱*}، مقدسه مهدی نژاد^۲، حجت ا... ترکمنی^۱
۱. مرکز تحقیقات فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان
۲. دپارتمان فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان
دریافت: ۲۱ فروردین ۹۳ پذیرش: ۲۸ مرداد ۹۳

چکیده

مقدمه: با افزایش کاربری تلفن همراه در مکان های عمومی، استفاده از دستگاه های مسدود کننده امواج نیز افزایش یافته است، لذا هدف این مطالعه ارزیابی اثر امواج مسدود کننده تلفن همراه بر سطح اضطراب موش سوری بوده است.
روش ها: در این طرح از ۴۰ سر موش سوری نر و ۴۰ سر موش ماده با وزن ۲۵-۳۰ گرم استفاده شد و هر دو جنس به صورت تصادفی به ۴ گروه آزمایشی (کنترل، تابش ۹۰۰ مگاهرتز، ۱۸۰۰ مگاهرتز و ۱۸۰۰+۹۰۰ مگاهرتز) تقسیم گردیدند. هر گروه، برای دو ساعت تحت تابش امواج یک دستگاه مسدود کننده تلفن همراه قرار گرفته و سطح اضطراب موش ها در دو مدل آزمایشگاهی ماز بعلاوه ای مرتفع و اتاق تاریک و روشن مورد ارزیابی قرار گرفت.
یافته ها: تابش امواج مسدود کننده تلفن همراه با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز در موش های نر باعث کاهش مدت زمان ماندن در اتاق روشن ($P=0.008$) شد. در حالیکه امواج ۱۸۰۰ مگاهرتز باعث افزایش مدت زمان ماندن در اتاق روشن و بازوی باز در هر دو جنس نر و ماده گردید ($P=0.05$). همچنین امواج ۱۸۰۰+۹۰۰ باعث افزایش مدت زمان ماندن در اتاق تاریک در موش های سوری ماده ($P=0.0001$) شد.
نتیجه گیری: یافته های تحقیق نشان داد که تابش امواج مسدود کننده تلفن همراه با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز در موش سوری نر و با فرکانس ۱۸۰۰+۹۰۰ مگاهرتز در موش سوری ماده موجب افزایش سطح اضطراب می گردد. لذا این دستگاه نمی تواند به عنوان یک وسیله بی خطر در محیط های عمومی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه های کلیدی: مسدود کننده تلفن همراه، ماز مرتفع، اتاق تاریک و روشن، موش سوری نر و ماده

مقدمه

امواج می تواند ناشی از تشعشعات حاصل از آنتن های فرستنده مخابراتی باشد یا از دستگاه های مسدود کننده تلفن همراه^۲ (یا بلوکر) ساطع گردد. دستگاه مسدود کننده تلفن همراه وسیله ای است که ابتدا در بخش نظامی برای قطع ارتباطات رادیویی بکار برده شد در حالیکه امروزه با افزایش تلفن های همراه، مسدود کننده در مکان های عمومی (مانند دانشگاه ها، کتابخانه ها، سالن های کنفرانس، امتحان و تالارهای موسیقی) که نیاز به سکوت و قطع صدای تلفن همراه است مورد

گسترش روزافزون ارتباطات تلفن های همراه در سال های اخیر موجب گردیده که تردیدهای عمومی درباره اثرات تابشی امواج رادیویی بر سلامت انسان افزایش یابد. امروزه حتی افراد بدون تلفن همراه نیز بطور ناخواسته تحت تابش امواج تشعشعی قرار می گیرند که در نقاط مختلف وجود دارد. این

اثر دو ساعت تابش امواج ناشی از دستگاه مسدود کننده امواج تلفن همراه بر سطح اضطراب در موش های نر و ماده سوری بوده است تا بدین ترتیب مشخص گردد که آیا با نصب و بکار گیری این دستگاه ها در مکان های گوناگون در میزان اضطراب حیوانات تغییری ایجاد خواهد شد؟

مواد و روش ها

حیوان: در این طرح از ۴۰ سر موش سوری نر و ۴۰ سر موش ماده با وزن ۲۵-۳۰ گرم استفاده شد. موش ها در محیط حیوانخانه و با شرایط سیکل شبانه روزی ۱۲ ساعته نگهداری شده و هر کدام از موش های نر و ماده به صورت تصادفی به ۴ گروه آزمایشی (کنترل، تابش ۹۰۰ مگاهرتز، ۱۸۰۰ مگاهرتز و ۱۸۰۰ + ۹۰۰ مگاهرتز) تقسیم گردیدند (۱۰ سر موش برای هر گروه). گروه های مورد آزمایش در قفس های معمولی با رویه شفاف غیر فلزی نگهداری شده و با همان قفس در میدان تابش گیری قرار داده شدند. در این حالت فاصله مرکز قفس از آنتن دستگاه مسدود کننده یک متر و فاصله موش ها از آنتن در زمان جابجایی در قفس برابر 10 ± 10 سانتی متر بود.

به منظور جلوگیری از اعمال هرگونه استرس اضافی به حیوانات در این مطالعه سعی گردید شرایط آزمایش (زمان تابش گیری امواج) شبیه جامعه طبیعی انسانی (بطور مثال در سالن کنفرانس یا امتحان) در نظر گرفته شود، لذا نیازی به همزمان سازی سیکل حیوانات ماده وجود نداشت.

تابش دهی: در گروه های تابش گیری، هر یک از موش ها برای دو ساعت تحت تابش امواج قرار گرفتند و در این مدت در قفس آزادانه حرکت نموده و می توانستند از آب و غذا استفاده نمایند. برای تابش دهی در این تحقیق از دستگاه مسدود کننده MEGATEL (Dual Band Mobile Jammer) با دو باند فرکانسی ۹۰۰ (۹۶۰-۹۲۵) مگاهرتز و ۱۸۰۰ (۱۸۸۰-۱۸۰۵) مگاهرتز استفاده گردید. پیش از تابش گیری حیوانات، شدت میدان الکترومغناطیسی در فاصله یک متری از آنتن دستگاه مسدود کننده، توسط دستگاه سنجش شدت میدان SPECTRAN HF-4060 اندازه گیری شده و در برنامه نرم افزاری موجود در رایانه متصل به دستگاه

استفاده قرار می گیرد و معمولاً برای چند ساعت موجب تابش دهی افرادی خواهد شد که در این مکان ها حضور دارند. دستگاه مسدود کننده سیگنال های پرقدرتی را با فرکانس های تقریباً مشابه سیستم تلفن همراه تولید نموده و باعث غیر فعال شدن تلفن همراه و قطع مکالمه می شود. فرکانس های مورد استفاده در دستگاه های مسدود کننده که مطابق با سیستم تلفن همراه GSM^۱ در ایران مورد استفاده قرار می گیرد عبارتند از باند فرکانسی ۹۰۰ و ۱۸۰۰ مگاهرتز. علی رغم کاربری حدود دو دهه سیستم های تلفن همراه هنوز اختلاف نظر زیادی در رابطه با آثار بیولوژیکی امواج سیستم های تلفن همراه وجود دارد. بطور مثال در محدوده باند ۹۰۰ مگاهرتز مطالعات مختلفی بیانگر بی اثر بودن تشعشعات امواج گوشی تلفن همراه یا آنتن های مخابراتی بر حافظه یا عملکرد مغز حیوانات [۲، ۴، ۷، ۸، ۱۴] و یا انسان [۱۰، ۱۱] می باشد. در حالیکه در مطالعه ای امواج موبایل با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز برای ۴ ساعت در روز به مدت ۱۵ روز موجب افزایش سطح اضطراب، یادگیری ضعیف تر، افزایش پر اکسیداسیون چربی و کاهش آنتی اکسیدان ها، نورودژنراتیو هیپوکمپ و قشر مغز گردید [۲۵].

همچنین در مطالعه ای دیگر در معرض گذاری رت ها با میدان الکترومغناطیسی ۱۵۰۰ و ۱۸۰۰ مگاهرتز موجب کاهش ضد ردی ترامادول بعد از ۳۰ دقیقه شد [۱]. در مطالعه ای دیگر امواج تلفن همراه با فرکانس ۱۸۰۰ + ۹۰۰ مگاهرتز به مدت ۱۴ روز موجب حفظ پاسخ ترس در مدل پاسخ غیر فعال اجتنابی گردید [۱۹]. در باند فرکانسی ۱۸۰۰ و ۲۴۵۰ مگاهرتز نیز این آثار به چشم می خورد که گویای تغییر عملکرد مغز و یا اختلال در حافظه می باشد [۱۶، ۱۷، ۲۰]. اختلال در عملکرد مغز می تواند بطور ناخود آگاه سطح اضطراب افراد را افزایش دهد، از این رو با رشد سریع کاربری دستگاه های مسدود کننده امواج در مکان های عمومی و نادر بودن مطالعاتی که پاسخ گوی تردیدهای عمومی در باره اثر امواج بر سطح اضطراب باشد [۴، ۶]، ضرورت اجرای این مطالعه مشخص گردید.

با تکیه بر نکات فوق هدف از اجرای این مطالعه بررسی

1. Global System for Mobiles

مدت زمان ماندن در بخش روشن و تعداد روی دو پا ایستادن به عنوان افزایش سطح اضطراب قلمداد گردید.

L/D box شامل دو بخش تاریک و روشن با اندازه یکسان ($30 \times 30 \times 30$ سانتی متر) بود که از طریق یک درب گیوتینی با ابعاد 8×8 سانتی متر با هم اتصال داشت. بر بالای بخش روشن یک لامپ ۱۰۰ وات تعبیه شد. موش های مضطرب بیشتر وقتشان را در بخش تاریک می گذرانند [۱۲، ۱۸].

تجزیه و تحلیل آماری: اطلاعات ثبت شده از طریق تست آماری تحلیل واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) متعاقب آن برای مقایسه دو به دو گروه ها از آزمون توکی استفاده گردید. اختلاف $P < 0.05$ بین گروه های مورد آزمایش از نظر آماری معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته ها

۱- نتایج ارزیابی سطح اضطراب در مدل ماز بعلاوه ای شکل مرتفع در موش های سوری نر:

یافته های حاصل از ماز بعلاوه ای شکل مرتفع (EPM) در موش های نر نشان داد که بین گروه ها آزمایشی، در تعداد ورود به بازوی باز و بسته و همچنین تعداد کل ورود به هر دو بازو اختلاف معنی داری وجود ندارد (لذا اطلاعات نشان داده نشد). همانطور که شکل ۱ نشان می دهد، اختلاف معنی داری در بین گروه ها در درصد زمان حضور در بازوی باز ($F_{3,36}=5.031, P=0.005$) و بسته ($F_{3,36}=5.22$) ($P=0.004$) مشاهده می شود. همچنین مقایسه بین گروه ها نشان می دهد که گروه با فرکانس ۱۸۰۰ مگاهرتز به ترتیب اختلاف معنی داری با گروه کنترل ($P=0.037, P=0.043$) و گروه ۹۰۰ مگاهرتز ($P=0.003, P=0.01$) در درصد زمان حضور در بازوی باز و بسته دارد.

۲- نتایج ارزیابی سطح اضطراب در مدل اتاق روشن و تاریک در موش های سوری نر:

نتایج حاصل از مدل اتاق روشن و تاریک (L&D box) در شکل ۲ نشان می دهد اختلاف معنی داری در بین گروه ها در زمان حضور در اتاق روشن ($F_{3,36}=37.85, P=0.0001$) و تاریک ($F_{3,36}=17.22, P=0.0001$) وجود دارد. همچنین

سنجش، ثبت گردید. با توجه به اینکه دستگاه دارای آنتن های مجزا برای ایجاد فرکانس های ۹۰۰ یا ۱۸۰۰ مگاهرتز، برای تابش دهی حیوانات با هر یک از فرکانس ها، آنتن فرکانس دوم قطع می شد. فقط در زمان تابش دهی همزمان موش ها با دو فرکانس ($900 + 1800$) از هر دو آنتن دستگاه استفاده شد.

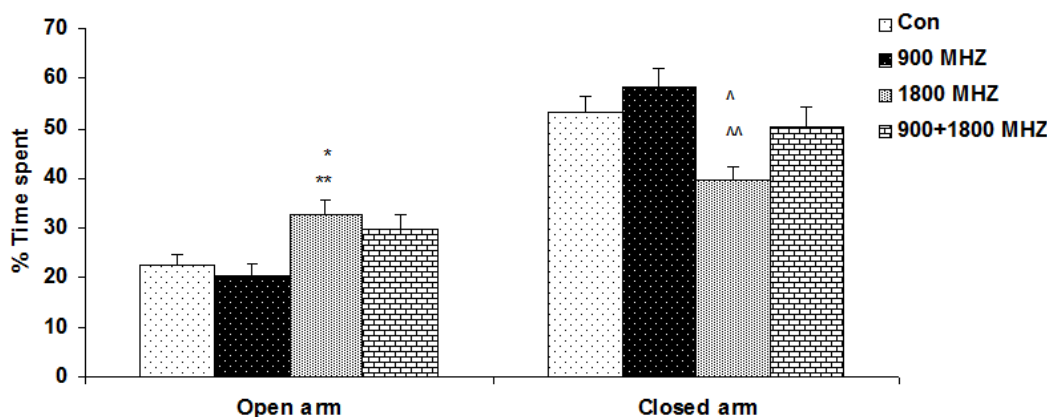
میانگین چگالی توان دستگاه با هر دو آنتن حدود 6 mW/m^2 و توان تابشی آنتن ها -10 dbm بود در حالیکه برای هر یک از آنتن ها چگالی توان به کمتر از mW/m^2 0.5 و توان تابشی به کمتر از -40 dbm کاهش یافت.

ارزیابی سطح اضطراب: پس از تابش گیری با امواج، حیوانات ابتدا داخل جعبه ای با دیواره های مشکی از جنس پلکسی گلاس به ابعاد $40 \times 40 \times 30$ سانتی متر قرار گرفتند تا فعالیت جستجوگرانه^۱ حیوان افزایش یابد. سپس برای سنجش سطح اضطراب، در قسمت کفه و در مقابل بازوی باز در ماز بعلاوه ای مرتفع^۲ (EPM) قرار داده شدند و به مدت ۵ دقیقه تعداد ورود به بازوهای باز و بسته، مدت زمان حضور در بازوهای باز و بسته ارزیابی و ثبت گردید.

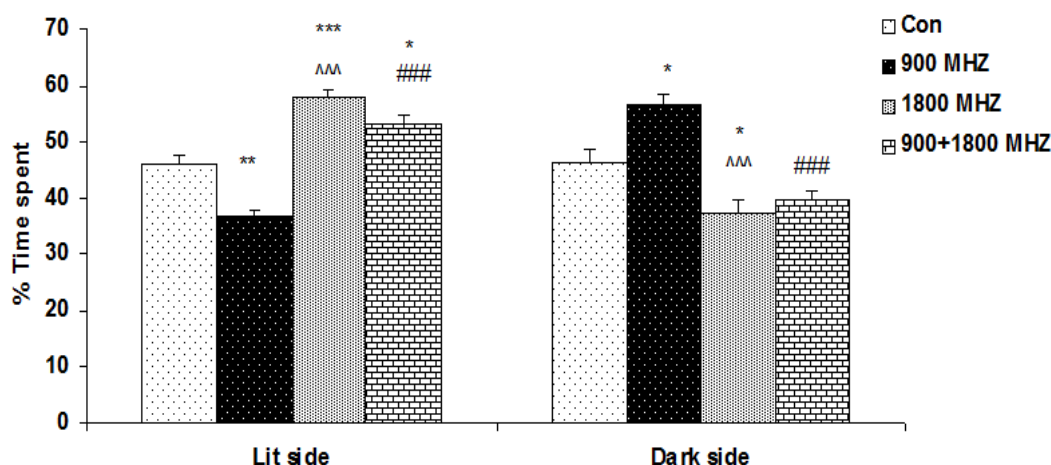
شایان ذکر است که افزایش ورود به بازوهای باز و مدت سپری شده در آنها شاخص کاهش اضطراب در موش تلقی شد. همچنین برای قضاوت یکسان در مورد اختلاف معنی دار سطح اضطراب، اگر همزمان هر دو شاخص (ورود به بازوی باز و مدت سپری شده در آنها) در یک راستا کاهش و یا افزایش یافت و حداقل یکی از آنها تفاوت معنی داری با گروه کنترل داشت، به عنوان تغییر معنی دار سطح اضطراب تلقی شد [۳، ۲۳، ۲۴، ۲۶].

همچنین برای اطمینان بیشتر از اثر امواج بر سطح اضطراب، هر موش بلافاصله پس از اتمام تست ماز بعلاوه ای شکل مرتفع وارد اتاق تاریک و روشن^۳ (L/D box) شد و به مدت ۵ دقیقه مدت زمان ماندن در بخش روشن و تاریک، تعداد ورود به دو بخش و تعداد روی دو پا ایستادن (Rearing) در بخش روشن مورد ارزیابی قرار گرفت. کاهش معنی دار در

1. Explorative activity
2. Elavated Plus Maze
3. Light and Dark Box



شکل ۱- اثر امواج مسدود کننده تلفن همراه بر درصد زمان حضور موش های سوری نر در بازوی باز و بسته EPM. نتایج به صورت $\text{mean} \pm \text{SEM}$ آورده شده است. گروه ۱۸۰۰ مگاهرتز درصد زمان حضور در بازوی باز و بسته به ترتیب بیشتر و کمتری را نسبت به گروه کنترل و گروه ۹۰۰ مگاهرتز داشت (به ترتیب $P=0/01$ ، $P=0/043$ ، $P=0/037$ - $P=0/003$).



شکل ۲- اثر امواج مسدود کننده تلفن همراه بر درصد زمان حضور موش های سوری نر در اتاق روشن و تاریک. نتایج به صورت $\text{mean} \pm \text{SEM}$ آورده شده است. گروه ۹۰۰ مگاهرتز درصد زمان حضور در اتاق روشن و تاریک به ترتیب کمتر و بیشتری را نسبت به گروه کنترل و نسبت به گروه ۱۸۰۰ مگاهرتز داشتند (به ترتیب $P=0/001$ ، $P=0/008$). فرکانس ۱۸۰۰ مگاهرتز، درصد زمان حضور در اتاق روشن و تاریک به ترتیب بیشتر و کمتری را نسبت به گروه کنترل و نسبت به گروه ۹۰۰ مگاهرتز داشتند (به ترتیب $P=0/0001$ ، $P=0/02$). گروه با فرکانس ۹۰۰ + ۱۸۰۰ درصد زمان حضور در اتاق روشن به ترتیب بیشتر و کمتری را نسبت به گروه کنترل و ۹۰۰ مگاهرتز دارد ($P=0/01$ ، $P=0/0001$). همچنین درصد زمان حضور در اتاق تاریک با گروه ۹۰۰ مگاهرتز دارد ($P=0/0001$).

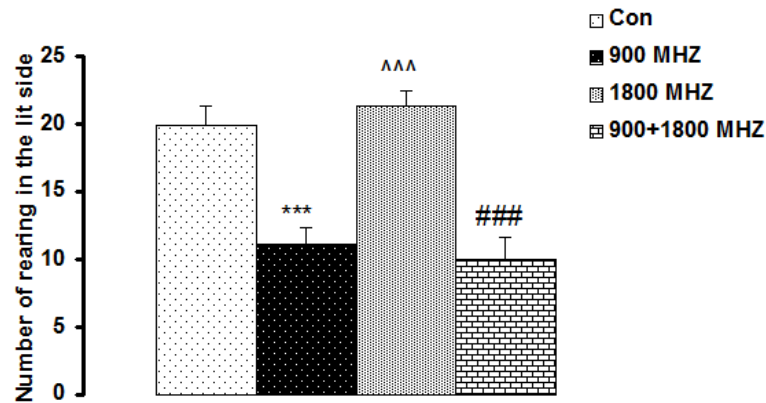
تاریک دارد ($P=0/0001$).

شکل ۳ نشان می دهد که اختلاف معنی داری در بین گروه ها در تعداد Rearing در اتاق روشن ($F_{3,36}=18.46$) وجود دارد. همچنین مقایسه بین گروه ها نشان می دهد که گروه با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز اختلاف معنی داری با گروه کنترل و ۱۸۰۰ مگاهرتز در تعداد Rearing در اتاق روشن دارد ($P=0/0001$ ، $P=0/0001$). فرکانس ۱۸۰۰ + ۹۰۰ اختلاف معنی داری با فرکانس ۱۸۰۰ مگاهرتز در تعداد Rearing در اتاق روشن دارد ($P=0/0001$).

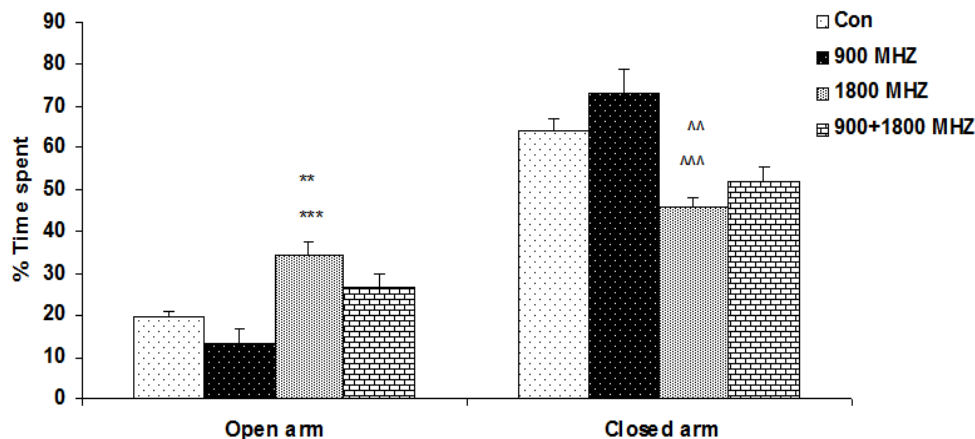
پس از تابش امواج مسدود کننده تلفن همراه، اختلاف معنی داری در بین گروه های آزمایشی در تعداد کل ورود به

مقایسه بین گروه ها نشان می دهد که گروه با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز به ترتیب اختلاف معنی داری با گروه کنترل در مدت زمان حضور در اتاق روشن و تاریک دارد ($P=0/001$ ، $P=0/008$).

گروه با فرکانس ۱۸۰۰ مگاهرتز نیز به ترتیب اختلاف معنی داری با گروه کنترل و با گروه ۹۰۰ مگاهرتز در مدت حضور در اتاق روشن و تاریک دارد (به ترتیب $P=0/0001$ ، $P=0/0001$ ، $P=0/02$). فرکانس ۱۸۰۰ + ۹۰۰ اختلاف معنی داری به ترتیب با گروه کنترل و ۹۰۰ مگاهرتز در مدت حضور در اتاق روشن ($P=0/01$ ، $P=0/0001$) و همچنین با گروه ۹۰۰ مگاهرتز در مدت زمان حضور در اتاق



شکل ۳- اثر امواج مسدود کننده تلفن همراه بر تعداد Rearing موش های سوری نر در اتاق روشن. نتایج به صورت $\text{mean} \pm \text{SEM}$ آورده شده است. گروه با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز تعداد Rearing کمتری در اتاق روشن نسبت به گروه کنترل دارد ($^{***}P=0.0001$). فرکانس ۱۸۰۰ مگاهرتز تعداد Rearing بیشتری در اتاق روشن نسبت به گروه ۹۰۰ مگاهرتز دارد ($^{^^}P=0.0001$). فرکانس ۹۰۰ + ۱۸۰۰ مگاهرتز تعداد Rearing کمتری در اتاق روشن نسبت به گروه ۱۸۰۰ مگاهرتز دارد ($^{###}P=0.0001$).



شکل ۴- اثر امواج مسدود کننده تلفن همراه بر درصد زمان حضور موش های سوری ماده در بازوی باز و بسته EPM. نتایج به صورت $\text{mean} \pm \text{SEM}$ آورده شده است. گروه ۱۸۰۰ مگاهرتز، درصد زمان حضور در بازوی باز و بسته به ترتیب بیشتر و کمتری را نسبت به گروه کنترل و گروه ۹۰۰ مگاهرتز دارد (به ترتیب $^{***}P=0.0001$, $^{**}P=0.011$, $^{^^}P=0.01$ - $^{^^}P=0.0001$).

معنی داری با گروه کنترل ($P=0.011$, $P=0.01$) و گروه ۹۰۰ مگاهرتز ($P=0.0001$, $P=0.0001$) در درصد زمان حضور در بازوی باز و بسته دارد.

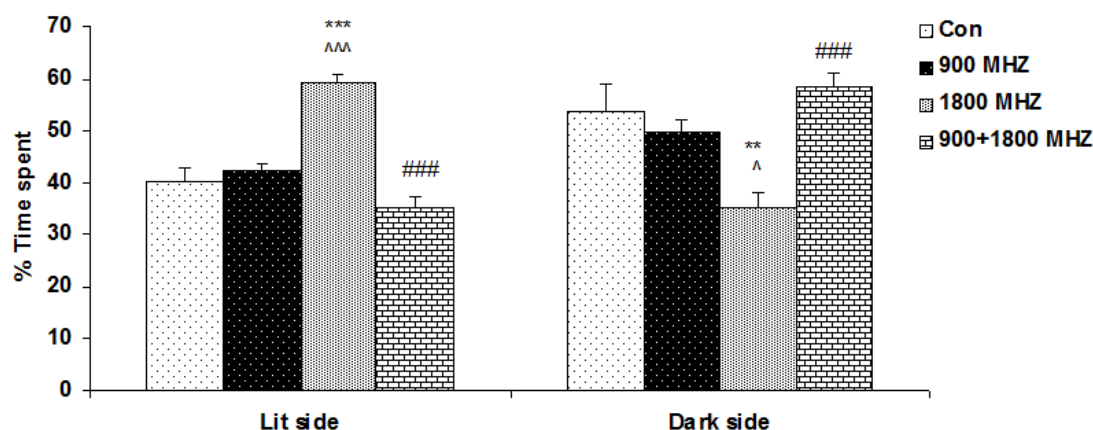
۱- نتایج ارزیابی سطح اضطراب در مدل اتاق روشن و تاریک در موش های سوری ماده:

یافته های مدل اتاق روشن و تاریک (L&D box) در شکل ۵ نشان می دهد که اختلاف معنی داری در بین گروه ها در مدت حضور در اتاق روشن ($F_{3, 36}=26.53$, $P=0.0001$) و تاریک ($F_{3, 36}=8.42$, $P=0.0001$) وجود دارد. همچنین مقایسه بین گروه ها نشان می دهد که گروه با فرکانس ۱۸۰۰ مگاهرتز نیز به ترتیب اختلاف معنی داری با گروه کنترل در زمان حضور در اتاق روشن و اتاق تاریک دارد (به ترتیب $P=0.0001$, $P=0.003$ - $P=0.0001$, $P=0.0025$). فرکانس

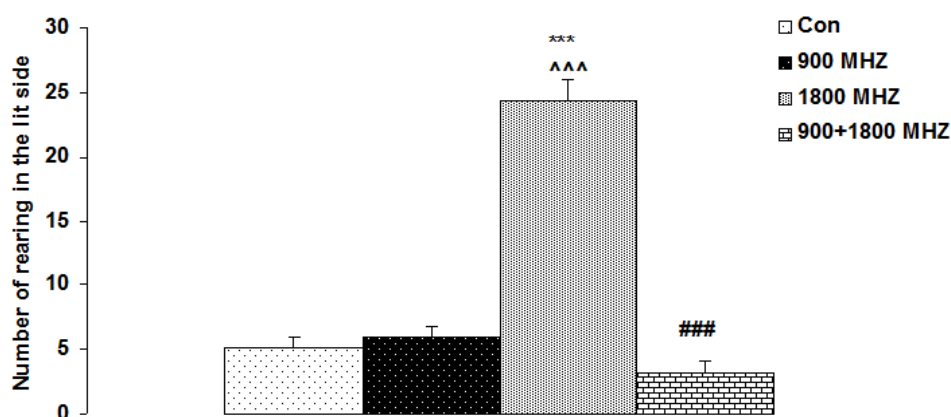
دو اتاق روشن و تاریک وجود نداشت (لذا اطلاعات نشان داده نشد).

نتایج ارزیابی سطح اضطراب در مدل ماز بعلاوه ای شکل مرتفع در موش های سوری ماده:

نتایج حاصل از ارزیابی سطح اضطراب در ماز بعلاوه ای شکل مرتفع (EPM) برای موش های سوری ماده نشان داد که بین گروه ها در تعداد ورود به بازوی باز و بسته و همچنین تعداد کل ورود به هر دو بازو اختلاف معنی داری وجود ندارد (لذا اطلاعات نشان داده نشد). شکل ۴ نشان می دهد، اختلاف معنی داری بین گروه ها در درصد زمان حضور در بازوی باز ($F_{3, 36}=8.21$, $P=0.0001$) و بسته ($F_{3, 36}=9.88$, $P=0.0001$) وجود دارد. همچنین مقایسه بین گروه ها نشان می دهد که گروه با فرکانس ۱۸۰۰ مگاهرتز به ترتیب اختلاف



شکل ۵- اثر امواج مسدود کننده تلفن همراه بر درصد زمان حضور موش های سوری ماده در اتاق روشن و تاریک. نتایج به صورت $\text{mean} \pm \text{SEM}$ آورده شده است. گروه ۱۸۰۰ مگاهرتز، درصد زمان حضور در اتاق روشن و تاریک به ترتیب بیشتر و کمتری را نسبت به گروه کنترل و گروه ۹۰۰ مگاهرتز داشت (به ترتیب $P=0.0001$ ، $P=0.0025$ - $P=0.0001$). فرکانس ۹۰۰ + ۱۸۰۰ درصد زمان حضور در اتاق روشن به ترتیب کمتر و بیشتری را نسبت به گروه ۱۸۰۰ مگاهرتز دارد ($P=0.0001$).



شکل ۶- اثر امواج مسدود کننده تلفن همراه بر تعداد Rearing موش های سوری ماده در اتاق روشن. نتایج به صورت $\text{mean} \pm \text{SEM}$ آورده شده است. ($P < 0.05$) فرکانس ۱۸۰۰ مگاهرتز تعداد Rearing بیشتری در اتاق روشن نسبت به گروه کنترل و ۹۰۰ مگاهرتز دارد ($P=0.0001$ ، $P=0.0001$ هر دو). فرکانس ۹۰۰ + ۱۸۰۰ تعداد Rearing کمتری در اتاق روشن نسبت به گروه ۱۸۰۰ مگاهرتز دارد ($P=0.0001$).

بر تعداد کل ورود بین دو اتاق روشن و تاریک در موش های سوری ماده اختلاف معنی داری را بین گروه های آزمایشی نشان نداد (لذا اطلاعات نشان داده نشد).

بحث

نتایج حاصل از آزمون اتاق تاریک و روشن بیانگر آن است که امواج مسدود کننده با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز موجب افزایش سطح اضطراب در موش های نر شده است. هرچند در ماز بعلاوه ای شکل مرتفع تأثیری بر سطح اضطراب موش های سوری نر و ماده نداشته است. این یافته ها با نتایج مطالعات آزمایشگاهی مختلفی که گویای تغییر در رفتار

۹۰۰ + ۱۸۰۰ نیز اختلاف معنی داری به ترتیب با گروه ۱۸۰۰ مگاهرتز در زمان حضور در اتاق روشن و تاریک دارد ($P=0.0001$, $P=0.0001$).

شکل ۶ نشان می دهد اختلاف معنی داری بین گروه ها در تعداد Rearing در اتاق روشن ($F_{3,36}=74.32$, $P=0.0001$) وجود دارد. همچنین مقایسه بین گروه ها نشان می دهد که گروه با فرکانس ۱۸۰۰ مگاهرتز اختلاف معنی داری با کنترل و گروه ۹۰۰ مگاهرتز در تعداد Rearing در اتاق روشن دارد ($P=0.0001$, $P=0.0001$). فرکانس ۹۰۰ + ۱۸۰۰ اختلاف معنی داری با گروه ۱۸۰۰ مگاهرتز در تعداد Rearing در اتاق روشن دارد ($P=0.0001$).

بررسی نتایج حاصل از اثر امواج مسدود کننده تلفن همراه

حیوانات آزمایشگاهی پس از تابش امواج موبایل هستند مطابقت دارد.

چنانکه مطالعه ای نشان داد تشعشع الکترومغناطیسی با فرکانس ۹۰۵ مگاهرتز برای ۲ ساعت موجب افزایش سطح اضطراب و کاهش لکومتور و فعالیت جستجوگری در رت نر گردید و این اثرات تأخیری بعد از یک روز در هر دوجنس نر و ماده مشاهده شد. همچنین بعد از دو ساعت موجب افزایش سطح گلوکوکورتیکوئیدها در هر دو جنس گردید [۱۵]. مطالعه ای دیگر نشان داد امواج موبایل با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز برای ۴ ساعت در روز به مدت ۱۵ روز موجب افزایش سطح اضطراب، کاهش آنتی اکسیدان ها، نورودژنراتیو هیپوکمپ و قشر مغز می گردد [۲۵]. بنابراین احتمال می رود امواج مسدود کننده با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز در کوتاه مدت با افزایش سطح گلوکوکورتیکوئیدها موجب افزایش سطح اضطراب گردد.

اما یافته های حاصل از ماز مرتفع بعلاوه ای شکل و آزمون اتاق تاریک و روشن نشان داد که امواج مسدود کننده با فرکانس ۱۸۰۰ مگاهرتز موجب کاهش سطح اضطراب در هر دو جنس نر و ماده شده است. اثر امواج در این باند فرکانسی مشابه یافته های تأثیر امواج موبایل است. چنانکه در مطالعه ای نشان داده شده امواج ۹۰۰ مگاهرتزی توان خروجی دو برابری ۱۸۰۰ مگاهرتز دارد و نیز امواج ۹۰۰ مگاهرتز واکنش بیولوژیکی بیشتری از ۱۸۰۰ مگاهرتز داشته و به نظر می رسد این اختلاف اساساً به شدت میدان و کمتر به فرکانس بستگی دارد [۲۱، ۲۲].

یافته های ناشی از تابش همزمان امواج ۹۰۰ + ۱۸۰۰ مگاهرتز در موش های نر، کاهش سطح اضطراب را نشان می دهد که مشابه نتایج امواج ۱۸۰۰ مگاهرتز می باشد در حالیکه بر موش های ماده اثر معکوس داشته و سطح اضطراب را افزایش داده است. لازم به ذکر است موش های سوری نر در این گروه فعالیت جستجوگرانه کمتری (تعداد Rearing) در مدل آزمون اتاق تاریک و روشن نشان داده است که این نیز بیانگر افزایش استرس بدنال تابش می باشد. یافته های حاضر بیانگر آن است که نوع آزمون ارزیابی سطح اضطراب، فرکانس امواج و همچنین جنسیت از عوامل موثر بر پژوهش های انجام یافته است. با بررسی دقیق تر مطالب گذشته می توان به نکات زیر دست یافت:

اغلب آزمون های ارزیابی رفتار جوندگان در دو بخش رفتارهای ذاتی و رفتارهای اکتسابی قرار می گیرد. میزان اضطراب و Rearing از جمله رفتارهای ذاتی هستند که در اتاق تاریک و روشن قابل ارزیابی می باشند [۵] و به نظر می رسد که اتاق روشن و تاریک دارای حساسیت بیشتری برای ثبت اثر امواج بر رفتار ذاتی حیوانات است. به عنوان مثال هر چند در گروه تابش گیری ۹۰۰ + ۱۸۰۰ مگاهرتز سطح اضطراب در دوجنس عکس یکدیگر است، اما موش های نر فعالیت جستجوگرانه (تعداد Rearing) کمتری در اتاق روشن نشان دادند که مشابه حیوانات ماده می باشد. از این رو بکارگیری روش های سنجش دقیق تر و با حساسیت بیشتر برای بررسی اثر امواج بر حیوانات ضروری به نظر می رسد.

این یافته ها با نتایج مطالعه ای مطابقت دارد که در آن در معرض گذاری رت به مدت ۱۴ روز با امواج تلفن همراه با فرکانس ۹۰۰ + ۱۸۰۰ مگاهرتز موجب حفظ پاسخ ترس در مدل پاسخ غیر فعال اجتنابی گردید و همچنین موجب سطح گلوتامات و کاهش گابا و گلیسین قشر نیمکره های مغزی رت گردید [۱۹]. لذا به نظر می رسد امواج مسدود کننده با فرکانس ۹۰۰ + ۱۸۰۰ در کوتاه مدت احتمالاً با تغییر میزان رهایش میانجی های عصبی موجب افزایش سطح اضطراب موش های ماده و کاهش فعالیت جستجوگرانه (تعداد Rearing) در مدل آزمون اتاق تاریک و روشن در موش های نر گردد.

در این مطالعه به نظر می رسد حساسیت موش های ماده در برابر امواج و بروز اضطراب کمتر از موش های نر است که می تواند ناشی از عوامل هورمونی موثر بر سطح اضطراب در جنس ماده باشد. از این رو جنسیت حیوان مورد مطالعه، به عنوان یک عامل مخدوش گر و موثر در نتیجه آزمون باید همواره مورد توجه قرار گیرد. مطالعات نشان داده که حساسیت آزمون های رفتاری و حافظه بستگی به نژاد و جنسیت حیوانات داشته و موش های نر نتایج دقیق تری را نشان می دهند [۹] که احتمالاً ناشی از واکنش پذیری هورمون های جنسی ماده با رفتارهای مورد نظر می باشد.

با توجه به اینکه چگالی توان امواج مورد استفاده در این تحقیق کمتر از حد مجاز امواج ۹۰۰ مگاهرتز (4.5 w/m^2) و امواج ۱۸۰۰ مگاهرتز (9 w/m^2) است [۱۳]، لذا نتایج حاصل نمی تواند ناشی از اثر حرارتی امواج بر بافت مغز باشد. هر چند

امواج بر سطح اضطراب، لذا ضرورت انجام مطالعات بیشتر در خصوص کاربرد دستگاه های مسدود کننده تلفن همراه به خوبی احساس می شود.

یافته های این مطالعه نشان داد که در زمان استفاده از مسدود کننده های امواج تلفن همراه، با تغییر فرکانس، اثرات متفاوتی ظاهر خواهد شد. چنانکه تابش با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز در موش سوری نر و با فرکانس ۱۸۰۰ + ۹۰۰ مگاهرتز در موش سوری ماده موجب افزایش سطح اضطراب می گردد. لذا این دستگاه نمی تواند به عنوان یک وسیله بی خطر در محیط های عمومی مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهش و فن آوری دانشگاه بابت تأمین منابع مالی این طرح تحقیقاتی و همه کارکنان محترم مرکز تحقیقات فیزیولوژی دانشگاه علوم پزشکی سمنان بابت همکاری در اجرای پروژه سپاسگزاری می شود.

انتظار می رود که شدت کم امواج، بر محیط بیولوژیک بدون اثر باشد، در حالیکه شدت کم امواج نمی تواند ملاکی برای بی خطر در نظر گرفتن امواج الکترومغناطیسی گردد.

با افزایش کاربری تلفن همراه در مکان های عمومی که نیاز به سکوت و آرامش وجود دارد، استفاده از دستگاه های مسدود کننده امواج نیز افزایش یافته و معمولاً برای چند ساعت باعث تابش دهی افرادی خواهد شد که در این مکان ها حضور دارند. هر چند دستگاه های مسدود کننده دارای شدت امواج کمتر از حد مجاز تعیین شده توسط سازمان های بین المللی هستند، ولیکن مطالعات بسیار کمی در رابطه با تاثیر امواج الکترومغناطیسی این دستگاه ها بر سطح اضطراب انجام شده است.

از آنجا که برای بکارگیری شبکه های تلفن همراه جدید نیاز به باند فرکانسی جدیدی می باشد لذا نمی توان نتایج حاصل از مطالعات قبلی را به سیستم های تازه تر تعمیم داد. بر این اساس به نظر می رسد که با توجه به محدودیت های موجود در آزمون های حیوانی و نامشخص بودن مکانیسم اثر

References

- [1] Boder P, Stankiewicz W, Antkowiak B, Paluch M, Kieliszek J, Sobiech J, Zdanowski R, Wojdas A, Siwicki AK, Skopińska-Różewska E, Suppressive effect of electromagnetic field on analgesic activity of tramadol in rats. *Pol J Vet Sci* 15 (2012) 95-100.
- [2] Cassel JC, Cosquer B, Galiani R, Kuster N, Whole body exposure to 2.45 GHz electromagnetic fields does not alter radial-maze performance in rats. *Behav Brain Res* 155 (2004) 37-43.
- [3] Clement Y, Joubert C, Kopp C, Lepicard EM, Venault P, Misslin R, Cadot M, Chapouthier G, Anxiety in mice: a principal component analysis study. *Neural Plast* 2007 (2007) 8 p.
- [4] Cosquer B, Galini R, Kuster N, Cassel JC, Whole-body exposure to 2.45 GHz electromagnetic fields does not alter anxiety responses in rats: a plus-maze study including test validation. *Behav Brain Res* 156 (2005) 65-74.
- [5] D'Andrea JA, Adair ER, Lorge JO, Behavioral and cognitive effects of microwave exposure. *Bioelectromagnetics Suppl* 6 (2003) 39-62.
- [6] Daniels WMU, Pitout IL, Afullo TJO, Mabandla MV, The effect of electromagnetic radiation in the mobile phone range on the behavior of the rat. *Metab Brain Dis* 24 (2009) 629-641.
- [7] Dubreuil D, Jay T, Edeline JM, Does head-only exposure to GSM-900 electromagnetic fields effect the performance of rats in spatial learning tasks? *Behav Brain Res* 129 (2002) 203-210.
- [8] Dubreuil D, Jay T, Edeline JM. Head-only exposure to GSM 900-MHz electromagnetic fields does not alter rat's memory in spatial and non-spatial tasks. *Behav Brain Res*. 145(2003) 51-61.
- [9] Guo R, Liang N, Tai FD, Wu RY, Chang G, He FQ, Differences in spatial learning and memory for male and female Mandarin Voles (*Microtus mandarinus*) and BALB/c mice. *Zool Stud* 50 (2011) 24-30.
- [10] Haarala C, Bergman M, Laine M, Revonsuo A, Koivisto M, Hamalainen H, Electromagnetic field emitted by 902

- MHz mobile phones shows no effects on children's cognitive function. *Bioelectromagnetics Suppl* 7 (2005) 144-150.
- [11] Haarala C, Bjornberg L, Ek M, Laine M, Revonsuo A, Koivisto M, Hämäläinen H, Effect of 902 MHz electromagnetic field emitted by mobile phone on human cognitive function: A replication study. *Bioelectromagnetics* 24 (2003) 283-288.
- [12] Hascoet M, Bourin M, A new approach to the light/dark test procedure in mice. *Pharmacol Biochem Behav* 60 (1988) 645-653.
- [13] Henderson SI, Bangay MJ, Survey of RF exposure levels from mobile telephone base station in Australia. *Bioelectromagnetics* 27 (2006) 73-76.
- [14] Jadidi M, Firoozabadi SMP, Rashidy-Pour A, Bolouri B, Fathollahi Y, Sajadi AA, Does whole body exposure to GSM-950 MHz electromagnetic fields affect acquisition and consolidation of spatial information in rats? *Iran J Radiat Res* 7 (2009) 57-62.
- [15] Khirazova EE, Baizhumanov AA, Trofimova LK, Deev LI, Maslova MV, Sokolova NA, Kudryashova NY, Effects of GSM-Frequency electromagnetic radiation on some physiological and biochemical parameters in rats. *Bull Exp Biol Med* 153 (2012) 816-819.
- [16] Lai H, Interaction of microwaves and a temporally incoherent magnetic field on spatial learning in the rat. *Physiol Behav* 82 (2004) 785-789.
- [17] Lai H, Horita A, Guy AW, Microwave irradiation affects radial-arm maze performance in the Rat. *Bioelectromagnetics* 15 (1994) 95-104.
- [18] Miladi-Gorji H, Rashidy-Pour A, Fathollahi Y, Anxiety profile in morphine-dependent and withdrawn rats: Effect of voluntary exercise. *Physiol Behav* 105 (2011) 195-202.
- [19] Nadareishvili K, Ormotasaadze G, Nikolaishvili M, Vasadze L, Petriashvili E, Museliani T, The effect of cell phone frequency (900/1800 MHz) electromagnetic field on passive-avoidance response and distribution of amino acids in the cerebral cortex of hemispheres in rats. *Bull Georg Natl Acad Sci* 175 (2007) 133-137.
- [20] Ntzouni MP, Stamatakis A, Stylianopoulou F, Margaritis LH, Short-term memory in mice is affected by mobile phone radiation. *Pathophysiology* 18 (2011) 193-199.
- [21] Panagopoulos DJ, Chavdoula ED, Karabarbounis A, Margaritis LH, Comparison of bioactivity between GSM 900 MHz and DCS 1800 MHz mobile telephony radiation. *Electromagn Biol Med* 26 (2007) 33-44.
- [22] Panagopoulos DJ, Margaritis LH, The effect of exposure duration on the biological activity of mobile telephony radiation. *Mutat Res* 699 (2010) 17-22.
- [23] Pellow S, Chopin P, File SE, Briley M, Validation of open: closed arm entries in an elevated plus maze as a measure of anxiety in a rat. *J Neurosci Methods* 14 (1985) 149-167.
- [24] Pellow S, File SE, Anxiolytic and anxiogenic drug effects on exploratory activity in the elevated plus maze: a novel test of anxiety in the rat. *Pharmacol Biochem Behav* 24 (1986) 525-529.
- [25] Saikhedkar N, Bhatnagar M, Jain A, Sukhwal P, Sharma C, Jaiswal N, Effects of mobile phone radiation (900 MHz radio frequency) on structure and functions of rat brain. *Neurol Res* 36 (2014) 1072-9.
- [26] Tsuda M, Suzuki T, Misawa M, Nagase H, Involvement of the opioid system in the anxiolytic effect of diazepam in mice. *Eur J Pharmacol* 307 (1996) 7-14.