تأثیر امواج مغناطیسی تلفن همراه بر مدل صرع تجربی ناشی از تزریق پنتیلن تترازول در موش

دکتر نعمت‌اله غیبی* دکتر محمد صوفی‌آبادی** المیرا قاسمی*** صدیقه خسروی*** مریم هادی‌پور***

* دانشیار بیوفیزیک مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی دانشگاه علوم پزشکی قزوین
** استادیار فیزیولوژی مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی دانشگاه علوم پزشکی قزوین
*** کارشناس هوشبری دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی قزوین

آدرس نویسنده مسؤول: قزوین، بلوار شهید باهنر، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، دانشکده پزشکی،گروه فیزیولوژی، تلفن ۰۹۱۲۸۸۱۱۷۳۱
Email: mohasofi@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۵ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۱۹

چکیده

زمینه: امواج الکترومغناطیسی تلفن همراه به عنوان جزئی جدایی‌ناپذیر از زندگی، اثرات زیستی مختلفی را ایجاد می‌کنند.

هدف: مطالعه به منظور تعیین اثر شبه امواج تلفن همراه بر تشنج ناشی از تزریق پنتیلن تترازول در موش انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه تجربی بر روی ۷۵ رأس موش سوری نر با وزن تقریبی ۲۵ تا ۳۰ گرم انجام شد که به ۵ گروه ۱۵ تایی تقسیم شدند. به جز گروه شاهد بقیه گروه‌ها تحت امواج مغناطیسی با بسامد ۹۵۰ مگاکیلوهرتز و چگالی توان آنتن ۳ یا ۶ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع و نوسان (مدولاسیون) ۱۰۰ یا ۲۱۷ کیلوهرتز به مدت یک هفته قرار گرفتند. در پایان، به تمام موش‌ها ۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم پنتیلن تترازول تزریق و زمان شروع حمله تشنج و طول زمان تشنج تونیک و تونیک- کلونیک و زمان کل (از شروع تا پایان تشنج) اندازه‌گیری شد. داده‌ها با آزمون‌های آماری واریانس یکطرفه و تعقیبی توکی تحلیل شدند.

یافته‌ها: زمان شروع تشنج در گروه‌های تحت امواج مغناطیسی نسبت به گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. زمان تشنج تونیک به ویژه در گروه دریافت‌کننده اشعه با توان ۶ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع و نوسان ۱۰۰ کیلوهرتز ($P<0/01$) و تشنج تونیک- کلونیک بخصوص در گروه دریافت‌کننده اشعه با توان ۶ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع و نوسان ۱۰۰ کیلوهرتز افزایش معنی‌داری یافت ($P<0/05$). همچنین افزایش معنی‌داری در زمان کل تشنج در گروه‌های دریافت‌کننده امواج با توان ۶ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع و نوسان ۲۱۷ کیلوهرتز مشاهده شد ($P<0/01$).

نتیجه‌گیری: امواج الکترومغناطیسی تلفن همراه ممکن است باعث افزایش طول مدت تشنج شوندکه در این روند، تأثیر افزایش توان، بیش از تأثیر افزایش نوسان است. بنابراین بهتر است افراد مستعد تشنج تا حد امکان تماس خود را با این امواج به حداقل کاهش دهند.

کلیدواژه‌ها: امواج الکترومغناطیس، تلفن همراه، تشنج، صرع، پنتیلن تترازول

مقدمه:

صرع نوعی اختلال عصبی است که در آن ناحیه محدود یا نواحی گسترده‌ای از مغز فعالیت‌های خود به خودی نشان می‌دهند و طی آن عملکرد مناسب مغز مختل می‌شود. این پدیده حاصل فعالیت الکتریکی غیرطبیعی گروهی از نورون‌هاست.[۱و۲] این بیماری از رایج‌ترین اختلال‌های عصبی است و تعداد افراد مبتلا به صرع در جهان ۴۵ میلیون نفر تخمین زده شده است. به دلیل اهمیت فراوان این بیماری، امروزه با استفاده از مدل‌های آزمایشگاهی ایجاد تشنج، از جمله کیندلینگ، تحقیق‌های زیادی در رابطه با نقش عوامل تسریع‌کننده صرع و عوامل مهارکننده تشنج در حال انجام است.[۳]

امواج الکترومغناطیس مجموعه‌ای از فوتون‌ها هستند که در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی عمود بر هم جریان دارند.[۴] در سیستم تلفن همراه پالس ۹۰۰ تا ۱۸۰۰ مگاکیلوهرتز و بسامد ۲۱۷ کیلوهرتز است که باند پالسی ۹۰۰ مگاکیلوهرتز بیش‌تر در کشورهای آسیایی و اروپایی

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده می‌شوند.[۵] انرژی امواج الکترومغناطیسی که جذب بدن می‌شود، اثرات حرارتی و غیرحرارتی بر محیط‌های زیستی دارد.[۶و۷]

به دنبال پیشرفت فن‌آوری و حضور گسترده‌تر امواج الکترومغناطیس با بسامد پایین، تحقیق‌های گسترده‌ای در زمینه تأثیر این امواج بر روی سیستم‌های زیستی انجام شده است.[۸] نتایج حاصل از برخی مطالعه‌ها نشان‌دهنده اثراتی همچون سردرد، احساس گرما در گوش، ضعف حافظه و احساس خستگی است که این علایم با مدت و تعداد مکالمه‌ها ارتباط معنی‌داری دارند.[۹و۱۰] این امواج همچنین عوارض زیانباری بر سلول‌ها دارند و می‌توانند به عنوان عامل همراه، اثرات مواد سرطان‌زا را تقویت کنند.[۱۱] امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه قادر به ایجاد یونیزاسیون در بافت‌های زنده نیستند، اما با مکانیسم‌های مختلف توانایی ایجاد آسیب در نسوج بدن را دارند. گزارش‌ها نشان می‌دهند که امواج الکترومغناطیس اثرات رفتاری و فیزیولوژیک مختلفی را در حیوان‌ها ایجاد می‌کنند. بعضی گزارش‌ها افزایش حساسیت سلول‌های تحریک‌پذیر در اثر این میدان‌ها را نشان می‌دهند که در این صورت می‌توانند بر رفتارهای عصبی و بیماری صرع، اثرگذار باشند. هرچند که هنوز به طور کامل پاتوفیزیولوژی حمله‌های تشنجی مشخص نشده است، ولی به نظر می‌رسد بین صرع و این میدان‌ها ارتباطی وجود داشته باشد.[۱۲و۱۳]

نگرانی در مورد قرارگیری در معرض امواج رادیویی ناشی از منابع مورد استفاده در ارتباطات، همچنان ادامه دارد که علت آن، استفاده از این فن آوری‌های جدید بدون فراهم آوردن اطلاعات عمومی کافی در مورد طبیعت آن‌هاست.[۱۴] با توجه به گسترش کاربری تلفن همراه و اثرات رفتاری و زیستی مختلف آن، به ویژه تأثیر این امواج بر تحریک پذیری سیستم عصبی، مطالعه حاضر با هدف تعیین تأثیر امواج مغناطیسی شبه تلفن همراه بر روی مدل تشنج‌های صرعی ناشی از تزریق پنتیلن تترازول در موش انجام شد.

❋ مواد و روش‌ها:

این مطالعه تجربی در سال ۱۳۹۰ در دانشگاه علوم پزشکی قزوین بر روی ۷۵ موش سوری نر ۲۵ تا ۳۰ گرمی انجام شد. این موش‌ها از مؤسسه سرم‌سازی رازی تهیه و به ۵ گروه ۱۵ تایی تقسیم شدند: گروه اول به عنوان شاهد در میدان خاموش قرار گرفتند (بدون امواج) و گروه‌های تجربی به مدت ۷ روز متوالی و روزی ۲ ساعت تحت تأثیر میدان با چگالی‌های توان و نوسان مختلف قرار گرفتند که عبارت بودند از: گروه دوم= توان ۳ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع و نوسان ۱۰۰ کیلوهرتز، گروه سوم= توان۶ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع و نوسان ۱۰۰ کیلوهرتز، گروه چهارم= توان ۳ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع و نوسان ۲۱۷ کیلوهرتز، گروه پنجم= توان ۶ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع و نوسان ۲۱۷ کیلوهرتز.

برای تولید امواج مشابه تلفن همراه از سیستم مولد امواج استفاده شد. این سیستم قادر به تولید امواج ماکروویو ۹۵۰ مگا کیلوهرتز با توان خروجی توان صفر تا ۶ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع و نوسان ۱۰۰ و ۲۱۷ کیلوهرتز بود.

در پایان آخرین دوره تیمار، به موش‌ها ۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم پنتیلن تترازول (PTZ) به صورت درون صفاقی تزریق شد که در سرم فیزیولوژی ۰/۹ درصد حل شده بود. سپس متغیرهای مربوط به فاصله زمان تزریق تا شروع حمله‌های تونیک (Delay Time) و طول زمان حمله‌های تشنجی تونیک (Duration)به صورت کشیده شدن شدید پاها به عقب و تونیک- کلونیک (کشش کامل اندام جلویی- پشتی) و زمان کل تشنج پس از شروع حمله‌ها در هر حیوان ثبت شدند.[۱۵]

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS۱۵ و به کارگیری آزمون‌های آماری واریانس یکطرفه و تعقیبی توکی تحلیل شدند.

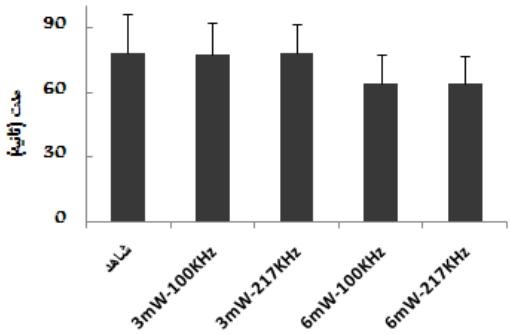
Archive of SID

www.SID.ir

❋ یافته‌ها:

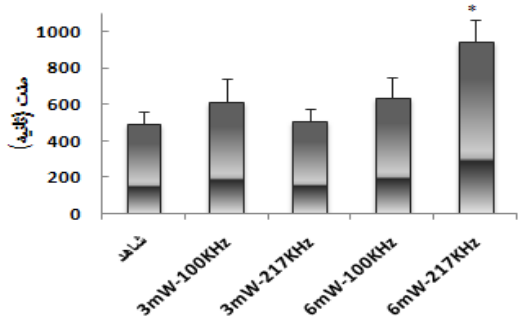
با تزریق پنتیلن تترازول حمله‌های تشنج تونیک-کلونیک در همه گروه‌ها مشاهده شد. میانگین زمان تأخیر در شروع تشنج در تمام گروه‌های در معرض امواج الکترومغناطیس با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (نمودار شماره ۱).

نمودار ۱- مقایسه میانگین زمان شروع تشنج کلونیک در گروه‌های مورد مطالعه



مدت زمان تشنج‌های تونیک در گروه‌های در معرض امواج نسبت به گروه شاهد افزایش یافت، ولی این افزایش فقط در گروه در معرض با توان ۶ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع و نوسان ۲۱۷ کیلوهرتز معنی‌دار (P<۰/۰۱) بود (نمودار شماره ۲).

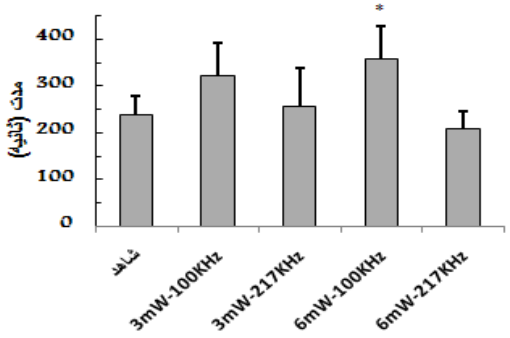
نمودار ۲- مقایسه مدت زمان تشنج تونیک در گروه‌های مورد مطالعه



❋ P<۰/۰۱ در مقایسه با گروه شاهد

مدت زمان تشنج تونیک-کلونیک نیز تحت تأثیر امواج الکترومغناطیس تغییر یافت. این متغیر در گروه با توان ۶ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع و نوسان ۱۰۰ کیلوهرتز افزایش معنی‌داری با گروه شاهد داشت (P<۰/۰۵) (نمودار شماره ۳).

نمودار ۳- مقایسه مدت زمان تشنج تونیک- کلونیک در گروه‌های مورد مطالعه

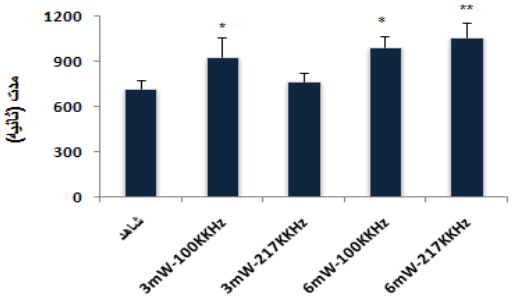


❋ P<۰/۰۵ در مقایسه با گروه شاهد

امواج الکترومغناطیس تلفن همراه زمان کل تشنج القا شده با پنتیلن تترازول را افزایش داد این افزایش در گروه‌های تجربی زیر تفاوت آماری معنی‌داری با گروه شاهد داشت:

گروه دریافت‌کننده امواج با توان ۳ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع و نوسان ۱۰۰ یعنی گروه دوم (P<۰/۰۵) و نیز هردو گروه دریافت‌کننده امواج با توان ۶ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع یعنی گروه چهارم (P<۰/۰۵) و گروه پنجم (P<۰/۰۱) (نمودار شماره۴).

نموار ٤- مقایسه مدت زمان کل تشنج در گروه‌های مورد مطالعه



❋ P<۰/۰۵ در مقایسه با گروه شاهد

❋❋ P<۰/۰۱ در مقایسه با گروه شاهد

Archive
www.SID.ir

❋ بحث و نتیجه‌گیری:

این مطالعه نشان داد که امواج الکترومغناطیس تلفن همراه در توان و نوسان مورد استفاده، بر متغیرهای زمان شروع حمله تشنجی تأثیر مهمی نداشت، لیکن مدت تشنج‌های تونیک و زمان کل تشنج را در گروه‌های دریافت‌کننده امواج با توان ۶ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع در مقایسه با گروه شاهد افزایش داد.

با توجه به گسترش وسیع امواج الکترومغناطیس، نگرانی‌های بسیاری در مورد اثرات مضر ناشی از امواج تلفن‌های همراه در سیستم جهانی ارتباطات به وجود آمده است و محققین بسیاری در مورد آثار زیان بار امواج الکترومغناطیس هشدار داده‌اند.[۱۶و۱۷] تحقیق‌ها نشان داده‌اند این امواج می‌توانند چنین عوارض زیان‌باری را همراه داشته باشند: اثرات سمی بر ژن‌ها، اختلال در تکثیر و تمایز سلولی، اختلال در آپوپتوزیس، تغییر در بیان ژن و پروتئین، افزایش اثرات منفی مواد سرطان‌زا.[۱۱] برای مثال، مطالعه‌های شغلی نشان داده‌اند که قرارگیری طولانی مدت در معرض بسامد رادیویی در محل کار، امکان دارد با افزایش خطر تومورهای مغزی همراه باشد.[۱۸] احتمالاً این امواج با افزایش بیان ژن‌ها باعث تسهیل پیشرفت سلول در چرخه سلولی و تسهیل ساخت DNA در مرحله S می‌شوند یا این که با افزایش دمای محیط داخلی بدن حیوان و تأثیر بر گردش خون بافتی، موجب القای مرگ سلولی می‌شوند.[۱۹] در بررسی تأثیر امواج الکترومغناطیس بر غشا گزارش شده است که این میدان‌ها قادر به اثرگذاری بر کانال‌های یونی به صورت‌های مختلف نظیر کاهش سرعت عملکرد کانال‌ها و کاهش تواتر باز شدن کانال‌های منفرد هستند و حتی ممکن است باعث تغییر ساختار و خواص عملکردی غشا و در نهایت به راه انداختن پاسخ‌های سلولی منجر شوند.[۲۰و۲۱] همچنین گزارش شده است که در پاسخ به میدان الکترومغناطیس با بسامدهای پایین، کاهشی در مقدار آدنوزین منوفسفات حلقوی مربوط به پروتئین کینازها پدید می‌آید. پروتئین کینازها آنزیم‌های کلیدی درگیر در هدایت پیام‌های منتقل شده از گیرنده‌های غشایی به بخش‌های عملکرد داخل سلولی هستند.[۲۲]

مطابق با مطالعه حاضر، گزارش‌هایی مبنی بر احتمال ارتباط تابش‌های الکترومغناطیسی و حمله‌های صرع وجود دارد. نشان داده شده است که قرارگیری طولانی مدت در معرض امواج با بسامدهای پایین منجر به تغییرسطح یون کلسیم نورون‌ها و ایجاد تنش اکسیداتیو می‌شود.[۲۳] سیناپس‌های عصبی نقش اساسی در ارتباط بین نورون‌های مغز پستانداران دارند و نقص عملکرد سیناپس‌ها می‌تواند باعث بروز تشنج شود. یکی از علل ایجاد صرع کاهش فعالیت گیرنده‌های گاما آمینوبوتیریک اسید (گابا) است. گابا یک ناقل عصبی مهاری مهم است که اثراتش در این زمینه از طریق گیرنده‌های یونی $GABA_A$ بیان می‌شود. نشان داده شده است که میدان‌های مغناطیسی با شدت ۱۰ گوس می‌توانند ترشح گابا را تحت تأثیر قرار دهند و از فعالیت گاباارژیک سیناپسی در بعضی از مناطق مغز جلوگیری کنند.[۲۳] همچنین گزارش شده است که میدان مغناطیسی بسامد پایین می‌تواند با تغییر در فعالیت کانال‌های کلسیمی ولتاژی، الگوهای امواج مغزی حمله‌ای یا تشنج در انسان و موش را تسهیل کند.[۲۴]

در مطالعه حاضر برای ایجاد تشنج از پنتیلن تترازول استفاده شد که اثر آنتاگونیستی بر گیرنده گابا دارد.[۲۴] همچنین در حضور پنتیلن تترازول، غلظت کلسیم درون سلولی افزایش می‌یابد.[۲۵] پنتیلن تترازول موجب افزایش بسامد فعالیت کانال‌های اینوتروپیک و افزایش زمان پتانسیل عمل می‌شود؛ یعنی در نهایت بروز اثرآن حاصل تغییر در هدایت یون‌هاست.[۲۶] بنابراین، از آنجا که پنتیلن تترازول بر سیستم گابا و هدایت یونی نورونی تأثیرگذار است و از طرف دیگر امواج الکترومغناطیس نیز روی این دو پدیده تأثیرگذار هستند، لذا اثر هم‌افزایی این دو، مکانیسم افزایش شدت و زمان تشنج در گروه‌های دریافت‌کننده امواج به ویژه با توان بالاتر را توجیه می‌کند. در همین زمینه اثبات شده است که امواج مایکروویو باعث

Archive of SID

www.SID.ir

تغییر در فعالیت الکتروفیزیولوژیک مغز انسان، تغییر در انتقال ناقل‌های عصبی و عملکرد کانال‌های یونی می‌شوند[۲۷و۲۸] که این تغییرات می‌تواند علت افزایش مدت تشنج در مطالعه حاضر را توجیه نماید.

به طور کلی، امواج الکترومغناطیس موجب تشدید تشنج‌های صرعی شد. بنابراین شاید بتوان به افراد صرعی توصیه کرد جهت رعایت احتیاط، تماس خود را با این امواج به حداقل ممکن برسانند.

❋ مراجع:

1. Ebrahimi HA. Challenges in the treatment of epilepsy (Review article). J Kerman Univ Med Sci 2012; 19 (2): 212-24 [In Persian]
2. Berg AT, Berkovic SF, Brodie MJ, et al. Revised terminology and concepts for organization of seizures and epilepsies. Epilepsia 2010 Apr; 51 (4): 676-85
3. Rowland L. Textbook of neurology. 9th ed. Philadelphia: William and Wilkins; 1995. 845-76
4. Sakhaei A, Salehi H. Effect of low frequency electromagnetic radiation of low intensity in mouse ovarian tissue structure. J Babul Univ Med Sci 2006; 3 (6): 7-13 [In Persian]
5. Baharara J, Oryan Sh, Ashraf AL. Effects of microwave on ovary and fertility of Balb/C mouse. Sci J Tarbiat Moallem Univ 2007; 7: 931-40 [In Persian]
6. Sandstrom M, Wilen J, Oftedal G, Hansson Mild K. Mobile phone use and subjective symptoms. Comparison of symptoms experienced by users of analogue and digital mobile phones. Occup Med (Lond) 2001 Feb; 51 (1): 25-35
7. Santini R, Santini P, Danze JM, et al. Investigation on the health of people living near mobile telephone relay stations: Incidence according to distance and sex. Pathol Biol (Paris) 2002 Jul; 50 (6): 369-73
8. Karpowicz J, Zradziński P, Gryz K. Measures of occupational exposure to time-varying low frequency magnetic fields of non-uniform spatial distribution in the light of international guidelines and electrodynamic exposure effects in the human body. Med Pr 2012; 63 (3): 317-28
9. Baliatsas C, Van Kamp I, Bolte J, et al. Non-specific physical symptoms and electromagnetic field exposure in the general population: can we get more specific? A systematic review. Environ Int 2012 May; 41: 15-28
10. Oftedal G, Wilen J, Sandstrom M, Mild KH. Symptoms experienced in connection with mobile phone use. Occup Med (Lond) 2000 May; 50 (4); 237-45
11. Baum A Mevissen M, Kamino K, et al. Histopathological study on alterations in DMBA-induced mammary carcinogenesis in rats with 50 Hz, 100 mu T magnetic field exposure. Carcinogenesis 1995 Jan; 16 (1): 119-25
12. Hocking B, Westerman R. Neurological abnormalities associated with CDMA exposure. Occup Med (Lond) 2001 Sep; 51 (6): 410-3
13. Becher A, Grecksch G, Brosz M. Anti epileptic drugs-their effects on kindled seizures and kindling-induced learning impairments. Pharmacol Biochem Behav 1995; 52 (3): 453-9
14. Repacholi MH. Health risks from the use of mobile phones. Toxicol Lett 2001 Mar 31; 120 (1-3): 323-31
15. Sung JH, Jeong JH, Kim JS, et al. The influences of extremely low frequency magnetic fields on drug-induced convulsion in mouse. Arch Pharm Res 2003 Jun; 26 (6): 487-92

Archive of SID

www.SID.ir

16. Salford LG, Persson B, Malmgren L, Brun A, et al. Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. Environ Health Perspect. 2003 Jun; 111 (7): 881-3

17. Levis AG, Minicuci N, Ricci P, et al. Mobile phones and head tumors. The discrepancies in cause-effect relationships in the epidemiological studies- how do they arise? Environ Health 2011 Jun 17; 10: 59

18. Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. Use of mobile phones and cordless phones is associated with increased risk for glioma and acoustic neuroma. Pathophysiology 2013 Apr; 20 (2): 85-110

19. Fedrowitz M, Westermann J, Loscher W. Magnetic field exposure an increase cell proliferation but does not affect melatonin levels in the mammary gland of female Sprague Dawley rats. Cancer Res 2002 Mar 1; 62 (5): 1356-63

20. Dimitris J. Panagopoulos H, Andreas K, et al. Comment on "mechanism for alternating electric fields induced-effects on cytosolic calcium". Chin Phys Lett 2010 July; 27 (4): 049901

21. Oghlakian RO, Tilelli CQ, Hiremath GK, et al. Single injection of a low dose of pentylenetetrazole leads to epileptogenesis in an animal model of cortical dysplasia. Epilepsia 2009 Apr; 50 (4): 801-10

22. Jeong JH, Choi KB, Choi HJ, et al. Extremely low frequency magnetic fields modulate bicuculline-induced-convulsion in rats. Arch Pharm Res 2005 May; 28 (5): 587-91

23. Hardell L, Sage C. Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards. Biomed Pharmacother 2008 Feb; 62 (2): 104-9

24. Dobson J, Pierre T, Wieser HG, Fuller M. Changes in paroxysmal brainwave patterns of epileptics by weak-field magnetic stimulation. Bioelectromagnetics 2000 Feb; 21 (2): 94-8

25. Papp A, Feher O, Erdelyi L. Properties of the slow inward current induced by pentylenetetrazol in Helix neurons. Epilepsy Res 1990 Jul; 6 (2): 119-25

26. Cleary SF, Liu LM, Merchant RE. In vitro lymphocyte proliferation induced by radio-frequency electromagnetic radiation under isothermal conditions Bioelectromagnetics 1990; 11 (1): 47-56

27. López-Martín E, Relova-Quinteiro JL, Gallego-Gómez R, et al. GSM radiation triggers seizures and increases cerebral c-Fos positivity in rats pretreated with subconvulsive doses of picrotoxin. Neurosci Lett 2006 May 1; 398 (1-2): 139-44

28. Kittel A, Siklós L, Thuróczy G, Somosy Z. Qualitative enzyme histochemistry and microanalysis reveals changes in ultrastructural distribution of calcium and calcium-activated ATPases after microwave irradiation of the medial habenula. Acta Neuropathol 1996 Oct; 92 (4): 362-8

Archive of SID

www.SID.ir