Archive of SID

تاثیر امواج الکترومغناطیسی با فرکانس های خیلی کم در دوران جنینی بر میزان یادگیری در دوران بلوغ موش صحرایی نر

حسن علی عابدی*[۱]، دکتر اسداله ظریف کار[۲]، دکتر کریم رستگار[۲]، محمد مهدی موحدی[۳]، مهرداد شهرانی[۴]

[۱]گروه فیزیولوژی-دانشگاه علوم پزشکی جهرم، جهرم، ایران، [۲]گروه فیزیولوژی -دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران، [۳]گروه فیزیک پزشکی- دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران، [۴]مرکز تحقیقات سلولی، مولکولی -دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران.

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۱ اصلاح نهایی: ۸۹/۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۱۳

چکیده:

زمینه و هدف: **صنعتی شدن، محیط ما را در معرض میدان های الکترومغناطیسی قرار داده است که حفاظت در مقابل آنها مشکل به نظر می رسد. در این مطالعه تاثیر امواج الکترومغناطیسی با فرکانس پایین در دوران جنینی بر میزان یادگیری موش صحرایی در زمان بلوغ بررسی شد.**

روش بررسی: **در این مطالعه تجربی، ٤٨ سر موش صحرایی حامله نژاد اسپراگ داولی به ٦ گروه ٨ تایی شامل گروه کنترل، شاهد و گروه های با فرکانس ۵ یا ۲۵ هرتز و شدتهای ۵۰ یا ۵۰۰ μT تقسیم شدند. مدت زمان تابش ٤ ساعت در روز، از ۸ تا ۱۲ صبح به صورت مداوم از اولین روز حاملگی تا روز پانزدهم حاملگی بود. پس از زایمان شاخص های یادگیری، وزن بدن، وزن مغز، حجم مغز، نسبت وزن مغز به وزن بدن و چگالی مغز روی فرزندان نر دو ماهه آنها بررسی شد. یادگیری با کمک جعبه شاتل (Shuttle box) به روش یادگیری اجتنابی فعال یک طرفه آزمایش شد و تعداد پاسخ های شرطی و دوره تاخیر پاسخ ها در گروه های مختلف، به کمک آزمون آماری کروسکال والیس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.**

یافته ها: **بررسی آماری نتایج نشان داد که فرکانس ۲۵ هرتز و شدت ۵۰ میکروتسلا باعث بهبود یادگیری، کاهش وزن بدن و افزایش نسبت وزن مغز به وزن بدن می شود (P<۰/۰۵). سایر فرکانسها و شدتهای استفاده شده در این مطالعه، فقط باعث افزایش وزن بدن شدند.**

نتیجه گیری: **این مطالعه نشان داد که تابش امواج الکترومغناطیسی با فرکانس ۲۵ هرتز و شدت ۵۰ میکروتسلا در دوران جنینی موش صحرایی نر می تواند باعث بهبود یادگیری موشها در دوران بلوغ شود.**

واژه های کلیدی: جنین، یادگیری، موش صحرایی، میدان الکترومغناطیسی.

مقدمه:

با پیشرفت و صنعتی شدن زندگی و توسعه دستگاه ها و وسایل الکتریکی، تولید امواج الکترومغناطیسی (EM) در محیط زندگی انسان ها روز به روز بیشتر می شود. مادران باردار و جنین آنها که در حال رشد و تکوین است، در معرض این امواج قرار دارند.

میدان های الکترومغناطیسی ممکن است باعث اختلال سیگنال های انتقالی در غشاء سلولی (یون کلسیم)، اختلال در بیان ژنتیکی، مهار تکثیر سلولی، اختلال در ارتباطات بین سلولی، جهش ژنتیکی، تغییرات سیستم ایمنی و سیستم عصبی- هورمونی شوند که در نهایت منجر به سرطان، بیماری های عصبی و اختلالات تولید مثلی شوند (۴-۱).

تاکنون تحقیقات متعددی در ارتباط با اثرات امواج الکترومغناطیسی بر روی سیستم عصبی انجام شده است. نتایج حاصله حکایت از تاثیر این امواج بر روی فعالیت های مغز از جمله کاهش حساسیت به محرک های حسی، تغییر در فعالیت بیوالکتریکی مغز و اختلال در پروسه های رفتاری و نیز ذخیره اطلاعات و کسب مهارت دارد (۶،۵). تحقیقات انجام شده نشان

*نویسنده مسئول: جهرم- دانشگاه علوم پزشکی-دانشکده پزشکی-گروه فیزیولوژی-تلفن: ۰۹۱۷۷۸۲۵۱۱۶ ، E-mail:hassanaliabedi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

می دهد، رت هایی که با فرکانس های تا تحت تابش امـــواج الکترومغناطیس قرار داده شـده بودند در آنها نشانه هایی از فراموشی مشاهده گردید (۷). تحقیق آقای Dimberg نشان می دهد که تابش امواج EM با فرکانس ۲۰ کیلو هرتز قبل از تولد به موش ها تاثیری بر وزن هیپوکامپ، کورتکس و سطح DNA در روز ۲۱ بعد از تولد نوزادان ندارد، اما بعد از ۳۰۸ روز موجب کاهش مقدار DNA و افزایش فاکتور رشد عصبی (NGF) و فعالیت برخی آنزیم ها در مغز می شود (۸). اخیراً گزارش شده است که با قرار دادن رت های باردار در میدان های مغناطیسی غیر سینوسی نشانه هایی از اختلال در رفتار یادگیری نوزادان آنها در زمان بلوغ مشاهده می گردد (۹). با توجه به اینکه یکی از کارهای مهم مغز یادگیری و ایجاد حافظه است و چگونگی رشد و تکوین نرون ها در زمان جنینی نقش اصلی در عملکرد مغز دارد و با توجه به این که با توجه به این که در اکثر مطالعات از فرکانس های ۵۰ یا ۶۰ هـــرتز (فرکانس برق شهری) استفاده شده است و مطالعه ای در زمینه تاثیر امواج با فرکانس پایین بر روی یادگیری جنین صورت نگـــرفته است، در این تحقیق تاثیر تابش امواج الکترومغنـاطیسی با فرکانس های ۵ و ۲۵ هرتز (این فرکانس ها در محدوده فرکانس های امواج مغزی قرار دارند) و شدت های ۵۰ و ۵۰۰ μT (در بیشتر مطالعات از این شدت ها استفاده شده است) در دوران جنینی بر میزان یادگیری در زمان بلوغ در موش صحرایی نر مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی:

در این مطالعه تجربی از رت های ماده نژاد اسپراگ داولی با میانگین وزنی ۲۰±۱۵۰ گرم استفاده شد. پس از تعیین اولین روز حاملگی با رویت پلاک واژنی (Vaginal Plaque)، به طور تصادفی رت ها در شش گـروه هشت تایی به شـــرح زیر قرار گرفتند.

۱- گروه کنترل که در لانه حیوانات نگهداری شدند.
۲- گروه شاهد که درون دستگاه خاموش قرار گرفتند.
۳- گروه فرکانس ۲۵ هرتز و شدت ۵۰۰ میکروتســـلا.
۴- گروه فرکانس ۲۵ هرتـــز و شدت ۵۰ میکروتسلا.
۵- گروه فرکانس ۵ هرتز و شدت ۵۰ میکروتسلا.
۶- گروه فرکانس ۵ هرتز و شدت ۵۰۰ میکروتسلا.

مدت زمان تابش ۴ ساعت متوالی در روز از ساعت ۸ صبح تا ۱۲، از اولین روز حاملـــگی تا روز پانزدهم حاملگـــی بود. رت ها چـــه در مدت تابش چه در بقیه اوقات در شرایط استانـــدارد (درجه حرارت ۲۳±۲°C، ۱۲ ساعت نور و ۱۲ ساعت تاریکی) قرار داشتند. برای تولید میدان الکترومغناطیسی از دستگاهی استفاده می شد که قادر به تولید شدت ها و فرکانس های مورد نیاز بود (ساخت ایران، شیراز). شکل میدان سینوسی بود که بین دو بازوی افقی و موازی دستگاه ایجاد می شد.

پس از زایمان، رت های نر متولد شده تا ۴۰ روز نزد مادرشان نگهداری و روز ۶۰ پس از تولد مورد آزمایش یادگیری به کمک جعبه شاتل (Shuttle box)، به روش یادگیری اجتنابی فعال یکطرفه قرار گرفتند و دوره تاخیر پاسخ ها (فاصله بین زمان شروع محرک شرطی (نور) تا فرار حیوان از اتاقک روشن به اتاقک تاریک بر حسب ثانیه) و تعداد پاسخ های شرطی (تعداد فرارهای حیوان از اتاقک روشن به اتاقک تاریک قبل از اعمال شوک الکتریکی و در پاسخ به نور که کمتر از ۱۰ ثانیه طول کشیده بود) در گروه های مختلف مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. سپس رتها را به کمک نسدونال بی هوش نموده و پس از تخلیه خون مغز با کمک نرمال سالین ۰/۹ درصد از راه ورید اجوف فوقانی، مغز خارج شده و درون فرمالین ۱۰ درصد قرار می گرفت به گونه ای که حدود ۳ میلی متر در فرمالین فرو رود تا در مرحله بعد با یک ترازوی بسیار دقیق (دقت ۱ میلی گرم) وزن شود. جهت

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین حجم مغز، پس از قرار دادن مغز درون یک استوانه مدرج ظریف که تا یک حجم معین فرمالین ۱۰ درصد داشت، میزان بالا آمدن فرمالین، به وسیله یک پیپت دقیق (دقت ۱/ سی سی) اندازه گیری و به عنوان حجم مغز در نظر گرفته شد.

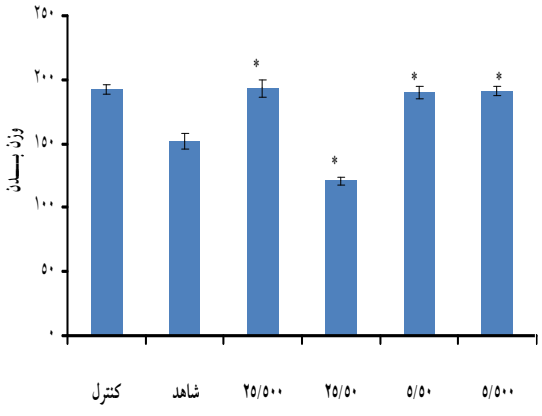
تجزیه و تحلیل آماری داده ها بر اساس آزمون کروسکال والیس انجام شد. جهت بررسی اختلاف بین گروه ها از تست پشتیبان دان با $P<۰/۰۵$ استفاده شد.

پروتکل های این مطالعه به تایید و تصویب کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی شیراز قرار گرفته است.

یافته ها:

مقایسه میانگین دوره تاخیر در گروه های ۲۵ هرتز و ۵۰ میکروتسلا (۰/۲۷±۷/۱۹ثانیه) و ۲۵ هرتز و ۵۰۰ میکروتسلا (۰/۳±۶/۷۶ ثانیه) با گروه شاهد (۰/۵۱±۸/۵۶ ثانیه) تفاوت معنی داری داشت ($P<۰/۰۵$).

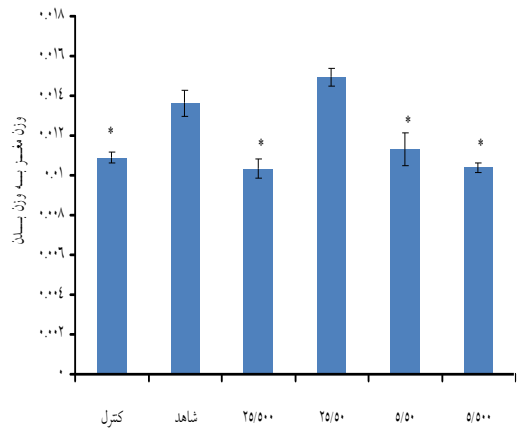
امواج الکترومغناطیسی با فرکانس کم در گروه های مختلف به استثنای گروه ۲۵ هرتز و ۵۰ میکروتسلا نسبت به شاهد باعث افزایش معنی دار وزن بدن گردید ($P<۰/۰۵$) (نمودار شماره ۱).



نمودار شماره ۱: اثر امواج الکترومغناطیس با فرکانس های خیلی کم در دوران جنینی بر میزان وزن بدن موش صحرایی در دوران بلوغ

*$P<۰/۰۵$ در مقایسه با گروه شاهد.

-داده ها در گروه های آزمایشی به صورت شدت موج (میکروتسلا)/فرکانس موج (هرتز) می باشد.



نمودار شماره ۲: اثر امواج الکترومغناطیس با فرکانس های خیلی کم در دوران جنینی به نسبت وزن مغز به وزن بدن موش صحرایی در دوران بلوغ

*$P<۰/۰۵$ در مقایسه با گروه شاهد.

-داده ها در گروه های آزمایشی به صورت شدت موج (میکروتسلا)/ فرکانس موج (هرتز).

مقایسه میانگین وزن مغز و حجم مغز در گروه های مختلف تفاوت معنی داری را نشان نداد، ولی مقایسه نسبت وزن مغز به وزن بدن درگروه های مختلف با گروه شاهد نشان داد امواج الکترومغناطیس به جز در گروه ۲۵ هرتز و ۵۰ میکروتسلا باعث کاهش این نسبت در موش صحرایی می شود (نمودار شماره ۲).

مقایسه درصد زایمان رت های ماده با پلاک واژنی مثبت در گروه های مختلف تفاوت معنی داری را نشان نداد.

بحث:

خطوط انتقال برق، وسایل الکتریکی خانگی و مبدل های الکتریکی (Transformer) از منابع اصلی تولید میدان های الکترومغناطیسی می باشند.

بررسی دوره تاخیر در فرکانس ۲۵ هرتز نشان می دهد که این فرکانس باعث بهبود یادگیری شده است به نظر می رسد، این فرکانس به تکامل بخش های درگیر در یادگیری کمک کرده به گونه ای که یادگیری در دوران بلوغ بهتر صورت گرفته

www.SID.ir

Archive of SID

است. نتایج مطالعات انجام شده در مورد اثر امواج الکترومغناطیس بر روی تولید مثل و رشد، بسیار ضد و نقیص می باشند. برخی محققین معتقدند که امواج الکترومغناطیسی بر روی رشـــد و تکوین اثر مثبت دارند (۹،۱۰،۱۱) و نظر عده ای دیگر مخالف گروه اول است (۱۲،۱۳،۱۴). شرایط محیطی، نوع و نژاد، جنس و سن حیوان مورد آزمایش مشخصات میدان مورد استفاده مثل فرکانس، شدت، جهت، شکل میـــدان و مدت زمان تابش برخی دلایل مربوط به این تناقضات می باشد.

بررسی میانگین وزن در گروه های مختلف نشان دهنده کاهش وزن در گروه شاهد نسبت به گروه کنترل می باشد که می توان آن را به استرس نسبت داد (۱۵). این استرس ناشی از جابجایی و انتقال رت ها از لانه به محیط آزمایشگاه و وجود دستگاه خاموش می باشد.

بررسی گروه های ۵ هرتز و۵۰ μT، ۵ هرتز و۵۰۰ μT، ۲۵ هرتز و۵۰۰ μT با گروه شاهد حاکی از افزایش وزن در این گروه ها نسبت به گروه شاهد می باشد، در حالی که تفاوت معنی داری بین این سه گروه با گروه کنترل وجود ندارد، به عبارتی این میدان ها باعث اضافه وزن شده اند و کاهش وزن ناشی از استرس را جبران کرده اند. میدان ۲۵ هرتز و ۵۰ μT باعث کاهش وزن شده است که هم با گروه شاهد و هم با گروه کنترل تفاوت معنی دار دارد. به عبارتی در این گروه هم استرس و هم میدان، وزن بدن را کاهش داده اند.

این بررسی نشان داد که بیشترین مقدار نسبت وزن مغز به وزن بدن، مربوط به گروه های ۲۵ هرتز و۵۰ μT و شاهد می باشد (بین این دو گروه تفاوت معنی دار نیست ولی با سایر گروه ها تفاوت معنی دار دارند) که می توان چنین استدلال کرد که استرس و میدان ۲۵ هرتز و۵۰ μT به همان نسبتی که وزن بدن را کاهش داده اند روی وزن مغز اثری نگذاشته اند و همین عامل منجر به بالا بودن نسبت در این گروه ها شده است. بالاتر بودن این نسبت در گروه ۲۵ هرتز و ۵۰ μT با یادگیری بهتر در این گروه هم همخوانی دارد.

با توجه به این که مطالعات صورت گرفته در سطح رفتاری بوده است، جهت بررسی دقیق تر این تاثیر، بررسی هیستوپاتولوژیکی هیپوکامپ و سایر بخش های درگیر در یادگیری از نظر اندازه سلول ها، نوع سلول ها، تعداد سلول ها، رنگ سلول ها، تعداد و رنگ هسته، میزان میلین دار شدن آنها و... و بررسی مکانیسم تاثیر این امواج مهم و قابل توجه به نظر می رسد.

نتیجه گیری:

این مطالعه نشان داد که تابش امواج الکترومغناطیسی با فرکانس ۲۵ هرتز و شدت ۵۰ میکروتسلا در دوران جنینی موش صحرایی نر می تواند باعث بهبود یادگیری موش ها در دوران بلوغ شود.

تشکر و قدردانی:

بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شیراز که هزینه انجام این طرح را تقبل نمودند تشکر و قدردانی می گردد.

منابع:

1.Brent RL. Reproductive and teratologic effects of low-frequency electromagnetic fields: A review of in vivo and in vitro studies using animal models .Teratology. 1999; 59: 261-86.

2.Hartikka H, Heinavaara S, Mantyla R, Kahara V, Kurttio P, Auvinen A. Mobile phone use and location of glioma: a case-case analysis. Bioelectromagnetics. 2009 Apr; 30(3): 176-82.

www.SID.ir

Archive of SID

3.Johansen C. Exposure to electromagnetic fields and risk of central nervous system disease in utility workers. Epidemiology. 2000; 11: 539-43.

4. Walleczek J, Shiu EC, Hahn GM. Increase in radiation-induced HPRT gene mutation frequency after nonthermal exposure to nonionizing 60 Hz electromagnetic fields. Radiat Res. 1999 Apr; 151(4): 489-97.

5. Graham C, Cook MR, Cohen HD, Riffle DW, Hoffman S, Gerkovich MM. Human exposure to 60Hz magnetic fields: neurophysiological effects. Int J Psychophysiol. 1999 Aug; 33(2): 169-75.

6. Trimmel M, Schweiger E. Effects of an ELF (50 Hz, 1 mT) electromagnetic field (EMF) on concentration in visual attention, perception and memory including effects of EMF sensitivity. Toxicol Lett. 1998 Aug; 96-97: 377-82.

7. McKay BE, Persinger MA, Koren SA. Exposure to a theta-burst patterned magnetic field impairs memory acquisition and consolidation for contextual but not discrete conditioned fear in rats. Neurosci Lett. 2000 Oct; 292(2): 99-102.

8. Dimberg Y. Neurochemical effects of a 20 kHz magnetic field on the central nervous system in prenatally exposed mice. Bioelectromagnetics. 1995; 16(4): 263-7.

9. McKay BE, St-Pierre LS, Persinger MA. Radial maze proficiency of adult Wistar rats given prenatal complex magnetic field treatments. Dev Psychobiol. 2003 Jan; 42(1): 1-8.

10. McGivern 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 Jan; 41(1): 1-8.

11. Salzinger K, Freimark S, McCullough M, Phillips D, Birenbaum L. Altered operant behavior of adult rats after perinatal exposure to a 60Hz electromagnetic field. Bioelectromagnetics. 1990; 11(2): 105-16.

12. Khaki AA, Tubbs RS, Shoja MM, Rad JS, Khaki A, Farahani RM, et al. 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 Aug; 65(3): 188-94.

13. Chung MK, Kim JC, Mung SH. Lack of adverse effects pregnant/lactating female rats and their offspring following pre- and postnatal exposure to ELF magnetic fields. Bioelectromagnetics. 2004; 25: 44-236.

14. Chung MK, Kim JC, Myung SH, Lee DI. Developmental toxicity evaluation of ELF magnetic fields in Sprague-Dawley rats. Bioelectromagnetics. 2003 May; 24(4): 231-40.

15. Javier S, Michelle B, Ping-chang Y, Prior T. Chronic stress Impairs rat growth and jejunal epithelial barrier function: role of mast cells. Am J Gastrointest Liver Physiol. 2000; 278: G847-G54.

Cite this article as: Abedi HA, ZarifKar A, Rastegar K, Movahedi MM, Shahrani M. [Effects of extremely low frequency electromagnetic fields during foetal life on adulthood learning in male rat. JSKUMS. 2011 Apr, May; 13(1): 16-20.]Persian

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Shahrekord University of Medical Sciences (JSKUMS)

Received: 28/Dec/2010 Revised: 10/Apr/2010 Accepted: 3/May/2010

Effects of extremely low frequency electromagnetic fields during foetal life on adulthood learning in male rat

Abedi HA (PhD Student)*[1], Zarifkar A (PhD)[2], Rastegar K (PhD)[2], Movahedi MM (MSc)[3], Shahrani M (PhD Student)[4]

[1]Physiology Dept., Jahrom Univ. of Med. Sci. Jahrom, Iran, [2]Physiology Dept., Shiraz Univ. of Med. Sci. Shiraz, Iran, [3]Medical Physics Dept., Shiraz Univ. of Med. Sci. Shiraz, Iran, [4]Cellular & Molecular Research Center, Shahrekord Univ. of Med. Sci. Sharekord, Iran.

Background and aim: Our environment is exposed to electromagnetic fields by development and industrialization of life. The aim of this investigation was to evaluate the effects of extremely low frequency electromagnetic fields (5 and 25 Hz) during fetal life on adulthood learning in male rat.

Methods: In this study forty eight Sprague Dawley pregnant rats (150±20g) were divided into six groups of eight: control, sham, and 5 or 25Hz and 50 or 500μT. Duration of exposure was 4 hours per day (continuously from 8 to 12 A.M.) from first day to 15th day of gestation. We evaluated learning, body weight, brain weight, brain volume, brain weight to body weight ratio and brain density of 60 days-old male offsprings. The learning task was performed by shuttle box in the form of one-way active avoidance conditioning. The number of conditioning responses and latency periods was recorded. Data was statistically analyzed by Kruskal-wallis test.

Results: Fetal life exposure to ELF EMF (25Hz/50μT) improved learning, decreased body weight and increased brain weight to body weight ratio in male rat ($P<0.05$). Fetal life exposure to 25 Hz/500 μT, 5 Hz/500 μT and 5 Hz/50 μT increased body weight.

Conclusion: Fetal life exposure to ELF EMF (25Hz/50μT) could improve learning in male rats.

Keywords: **Electromagnetic fields, Fetal life, Learning, Rat.**

***Corresponding author:** *Physiology Dept., Medical faculty Univ of Med Sci Jahrom, Iran. Tel: 09177825116 Email: hassanaliabedi@yahoo.com*

Cite this article as: Abedi HA, ZarifKar A, Rastegar K, Movahedi MM, Shahrani M. [Effects of extremely low frequency electromagnetic fields during foetal life on adulthood learning in male rat. JSKUMS. 2011 Apr, May; 13(1): 16-20.]Persian

www.SID.ir