

# اثر قرارگیری طولانی مدت در معرض امواج الکترومغناطیس با فرکانس فوق العاده پایین بر فعالیت سیستم $\alpha 1$ آدرنرژیک در روده باریک موش صحرایی نر

سیده مرضیه جعفری<sup>۱</sup>، امین الله بهالدینی<sup>۱</sup>، سید اسماعیل خوشنام<sup>۲\*</sup>، مریم اوج فرد<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup>بخش زیست‌شناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران، <sup>۲</sup>مرکز تحقیقات فیزیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، اهواز، ایران

تاریخ وصول: ۱۳۹۴/۳/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۲۴

## چکیده

**زمینه و هدف:** در سال‌های اخیر افزایش دستگاه‌های الکتریکی مولد امواج الکترومغناطیس، موجب توجه محققین به بررسی اثر این امواج بر سلامتی انسان شده است. بنابراین هدف از تحقیق حاضر، بررسی اثر قرارگیری طولانی مدت در معرض امواج الکترومغناطیس با فرکانس فوق‌العاده پایین (ELF) بر سیستم آدرنرژیک روده باریک در موش صحرایی بود.

**روش بررسی:** در این مطالعه تجربی تعداد ۲۱ سر موش صحرایی نر بالغ نژاد ویستار به سه گروه تقسیم شدند؛ گروه اول، گروه آزمایش به مدت ۷۵ روز در معرض امواج الکترومغناطیس با فرکانس فوق‌العاده پایین (۵۰ هرتز، ۱ میلی‌تسلا) در دستگاه سلونوئید روشن قرار گرفتند. گروه دوم، گروه شاهد که در شرایط مشابه با گروه اول و در سلونوئید خاموش قرار گرفتند و گروه سوم، گروه کنترل که در شرایط معمول حیوان‌خانه نگهداری شدند. بعد از مدت ۷۵ روز، موش‌های صحرایی ابتدا با تزریق درون صفاقی پنتوباریتال سدیم (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) شدند سپس بافت ایلیوم آنها جدا و به قطعات ۱ سانتی‌متری تقسیم شدند. این قطعات به حمام بافتی حاوی محلول کربس اکسیژنه با  $\text{pH} = 7.4$  منتقل شدند و سپس فعالیت مکانیکی بافت به وسیله ترانسدوسر نیرو مرتبط به سیستم پاورلب و بریج آمپلی‌فایر در پاسخ به تجویز داروی فنیل‌افرین با دوز  $10^{-6} \times 4$  مولار ثبت گردید. داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

**یافته‌ها:** تغییرات شل شدگی بافت ایلیوم ایزوله بر روی دو قطعه ایلیوم ایزوله با طول مشابه و در یک حیوان مشاهده شد، که با توجه به نتایج تحقیق حاضر میزان شل شدگی ایلیوم در گروه در معرض امواج (آزمایش) نسبت به دو گروه کنترل و شاهد افزایش معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) داشته است. همچنین میزان شل شدگی ایلیوم در پاسخ به فنیل‌افرین در زمان‌های مختلف و بعد از کسر تانسین پایه نشان دهنده افزایش معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) درصد شل شدگی ایلیوم در گروه آزمایش نسبت به گروه شاهد و کنترل می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** تأثیر دراز مدت امواج الکترومغناطیس با فرکانس فوق‌العاده پایین ممکن است موجب افزایش حساسیت گیرنده‌های  $\alpha 1$  آدرنرژیک در روده باریک شده باشد.

**واژه‌های کلیدی:** امواج الکترومغناطیس، سیستم  $\alpha 1$  آدرنرژیک، روده باریک

\* نویسنده مسئول: سید اسماعیل خوشنام، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، دانشکده پزشکی، مرکز تحقیقات فیزیولوژی

Email: Esmaeil.khoshtnam1392@gmail.com

## مقدمه

الکترومغناطیس با فرکانس فوق‌العاده پایین موجب تغییرات مورفولوژیکی ملتحمه در بافت روده می‌شوند(۵). گروچلایک و همکاران نشان دادند، امواج الکترومغناطیس (EMF)<sup>(۲)</sup> ترشح IL-6 را مهار می‌کند و با توجه به نقش IL-6 در ایجاد التهاب روده، امواج الکترومغناطیس از کاهش میوفیبروبلاست‌های فعال جلوگیری می‌کنند(۶). کرانتیس و همکاران معتقدند، امواج الکترومغناطیس منجر به افزایش حساسیت گیرنده‌های موسکارینی سیستم کولینرژیک و در نتیجه افزایش حرکات کولون می‌شود(۷). امواج الکترومغناطیس کم‌فرکانس باعث کاهش تراکم شبکه عصبی میوکاردیال و کاهش کاتکول آمین‌ها در رت‌های با فشار خون بالا می‌شود. همچنین کاهش وزن غده آدرنال و سرکوب سیستم سمپاتو-آدرنال در این حیوانات مشاهده شده است (۸). به طور کلی میدان‌های الکترو مغناطیس با شدت‌های مختلف بر شیوع اختلالات تکامل جنینی، نازایی، بروز اختلالات عصبی و خواب، بیماری‌های گوارشی، قلبی - عروقی، سرطان‌های گوناگون از جمله بافت خونساز، لنفاوی و غیره مؤثر می‌باشند(۹). با بررسی متون در دسترس تاکنون مطالعه‌ای در مورد تأثیر امواج الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پایین بر روی عملکردهای روده باریک منتشر نشده است و با توجه به استفاده روز افزون از دستگاه‌های الکترونیکی مولد امواج الکترومغناطیس، هدف از این مطالعه بررسی اثر

با توجه به شرایط زندگی امروزی، قرارگیری در معرض امواج الکترومغناطیس ناشی از وسایل مختلف از جمله وسایل الکتریکی خانگی، خطوط انتقال نیرو و میدان‌های الکتریکی اجتناب ناپذیر است(۱). با توجه به قرارگیری مداوم انسان‌ها در معرض میدان‌های مغناطیسی، بررسی اثرات آن‌ها از سال‌ها پیش مورد توجه محققین قرار گرفته است. امواج الکترومغناطیس با فرکانس فوق‌العاده پایین(ELF)<sup>(۱)</sup> که فرکانس آنها بین ۰ تا ۳۰۰ هرتز و شدت آنها در حدود ۰/۱ تا ۱۰۰ میلی تسلا است، غیر یونیزان می‌باشند و انرژی آنها آنقدر زیاد نیست که قادر به شکستن پیوندهای شیمیایی باشند، اما این امواج می‌توانند روی فعالیت سلولی تأثیرگذار باشند(۲). مطالعه‌هایی وجود دارند که حاکی از تأثیر امواج بر سیستم گوارش می‌باشد، از جمله مطالعه داینار و همکاران نشان دادند میدان‌های مغناطیسی بر برخی عملکردهای روده نظیر اثر بر سلول‌های ساغری که سلول‌های ضربان ساز در روده هستند و همچنین کاهش در تعداد این سلول‌ها و مهار کورتیکو استروئیدها و افزایش چسبندگی سلول‌ها تأثیر داشته و همچنین در تفکیک سلول‌ها در متاستاز سرطانی نقش دارند(۳). همچنین، امواج الکترومغناطیس باعث آسیب قابل توجهی در سلول‌های ساغری معده، دوازدهه و کولون شده و بیشترین میزان آپوپتوز این سلول‌ها در فوندوس معده و دوازدهه مشاهده شده است و کمترین میزان آپوپتوز هم در کولون بوده است(۴). میدان‌های

1-extremely low frequency electromagnetic fields(ELF)  
2- electromagnetic fields (EMF)

میلی تسلا لازم است تا اثرات ELF را روی پارامترهای اتصال به گیرنده سنجیده شود (۱۰)، در مطالعه‌های مشابه برای مشاهده اثرات سلولی ELF و به خصوص اثرات آن بر غشاء سلول و رسپتورها معمولاً از شدت ۱ میلی تسلا استفاده شده است (۱۲ و ۱۱). در مطالعه حاضر نیز از شدت یک میلی تسلا با فرکانس ۵۰ هرتز استفاده گردید. برای تولید امواج الکترومغناطیس از دستگاه سلنویید با منبع تغذیه اتوترانس متغیر استفاده شد که ورودی آن برق شهر (۵۰ هرتز و ۲۲۰ ولت) بود و ولتاژ جریان ورودی، طوری تنظیم شد که شدت میدان ۱ میلی تسلا برقرار گردد. شدت جریان ورودی به دستگاه به وسیله دستگاه آمپر متر و هم‌چنین شدت میدان الکترومغناطیس به وسیله دستگاه تسلا متر اندازه‌گیری شد. رت‌های گروه‌بندی شده بعد از گذشت ۷۵ روز، با تزریق درون صفاقی پنتوباریتال سدیم (۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بیهوش شدند (۱۳). شکم حیوان باز شده و به سرعت ۳ سانتی‌متر از ایلئوم بیرون آورده شده و به پتری‌دیش حاوی محلول کربس (۳۷ درجه سانتی‌گراد) منتقل گردیدند و بدون آنکه آسیبی به اپیتلیوم و عضله آن وارد شود، بافت‌های اضافی و چربی‌های اطراف آنها جداسازی شد. محلول کربس - هنسلیت با استفاده از ترکیب‌های زیر و بر حسب واحد میلی‌مولار تهیه گردید:  $\text{NaCl}$  ۱۱۸،  $\text{CaCl}_2$  ۲/۵،  $\text{KCl}$  ۴/۷،  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ۱/۲،  $\text{MgSO}_4$  ۱/۲،  $\text{NaHCO}_3$  ۲۵،  $\text{glucose}$  ۱۱ در ضمن PH محلول کربس قبل از استفاده

قرارگیری طولانی مدت در معرض میدان الکترومغناطیس با فرکانس فوق‌العاده پایین (ELF) بر فعالیت سیستم  $\alpha 1$  آدرنژیک در ایلئوم روده باریک بود.

### روش بررسی

در این مطالعه تجربی، تعداد ۲۱ سر موش صحرایی نر بالغ از نژاد ویستار با میانگین وزن ۲۵۰ تا ۳۰۰ گرم به طور تصادفی انتخاب شدند. رت‌ها در شرایط کنترل شده نور (سیکل ۱۲ ساعت تاریکی و روشنایی) و دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و در طول مدت آزمایش، غذا و آب کافی در اختیار آنها قرار می‌گرفت. مسایل اخلاقی در مورد کار با حیوانات آزمایشگاهی نظیر بیهوشی و جراحی، تحت نظر کمیته اخلاق زیستی بخش زیست‌شناسی دانشگاه شیراز انجام گردید. بعد از گذشت یک هفته و حصول اطمینان از سلامت حیوانات، رت‌ها به طور تصادفی به ۳ گروه ۷ تایی به شرح زیر تقسیم‌بندی شدند؛ گروه آزمایشی که به طور ۲۴ ساعته و به مدت ۷۵ روز در دستگاه سولنویید روشن در معرض میدان الکترومغناطیس با شدت یک میلی تسلا و فرکانس ۵۰ هرتز قرار گرفتند، گروه شاهد که به مدت ۷۵ روز در دستگاه سولنویید خاموش قرار گرفتند و گروه کنترل که در شرایط معمول آزمایشگاه نگهداری شدند.

در طول مدت اعمال ELF، دما در ۲۲ درجه سانتی‌گراد ثابت نگه داشته شد. با توجه به این که میدان الکترومغناطیس با شدت ۰/۲ تا ۳/۵

به وسیله PH متر کنترل می‌شد تا در حد ۷/۴ باشد (۱۴). دو حلقه عرضی ایلئوم به طول ۱ سانتی‌متر به طور همزمان به دو حمام بافتی حاوی ۳۰ میلی‌لیتر محلول کربس منتقل شده و هر حلقه ایلئوم به وسیله دو قلاب در محلول کربس معلق نگه داشته شد، یک قلاب ایلئوم را در حمام بافتی ثابت نگه داشته و قلاب دیگر بافت را به ترانس‌دیوسر نیرو متصل می‌کرد. تغییرات انقباضی عضله ایلئوم به ترانس‌دیوسر نیرو از نوع ایزوتونیک منتقل شده و ترانس‌دیوسر نیز به دستگاه بریج آمپلی فایر<sup>(۱)</sup> و سیستم پاور لب<sup>(۲)</sup> A-D (مدل MI825، ساخت استرالیا) متصل بوده و به این ترتیب تغییرات مکانیکی انقباض بافت به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل شده و به وسیله مانیتور کامپیوتر قابل مشاهده و ارزیابی بود. در ابتدا حلقه‌های روده به مدت ۳۰ دقیقه تحت تانسینون ۰/۵ گرم به عنوان تانسینون پایه<sup>(۳)</sup> قرار گرفته و در طول این مدت هر ۱۵ دقیقه یک بار شستشو داده می‌شد (۱۶ و ۱۵). در حالی که بافت در محلول کربس غوطه‌ور بود، به وسیله دستگاه انتشار دهنده آب<sup>(۴)</sup> و ترموستات مربوطه دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد برقرار بود و به طور دائم با ۹۵ درصد اکسیژن و ۵ درصد دی‌اکسید کربن هوادهی می‌شد (۱۴). دو آزمایش موازی و همزمان با یکدیگر بر روی یک جفت حلقه عرضی از روده باریک (ایلئوم) یک حیوان و با طول مشابه و در دو حمام بافتی صورت گرفت. ابتدا هر دو حلقه تحت تأثیر استیل کولین ۱ میلی‌مولار (تهیه شده از شرکت

سیگما-آلدریچ آلمان) به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفتند و پس از شستشوی بافت و رسیدن مجدد آن به حالت پایه، یکی از حلقه‌ها به طور تصادفی تحت تأثیر فنیل افرین (آگونیست گیرنده  $\alpha_1$  آدرنژیک) (تهیه شده از شرکت سیگما-آلدریچ آلمان) با دوز  $10^{-6} \times 4$  مولار و حلقه دیگر تحت تأثیر حجم مشابهی از نرمال سالین (۰/۹ NaCl) قرار گرفت و به مدت ۳۰ دقیقه به صورت همزمان به هر دو بافت زمان داده شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا نرمال بودن توزیع داده‌های به دست آمده به وسیله آزمون کلموگروف اسمینروو تأیید شد و سپس برای مقایسه بین گروه‌ها از تست آنالیز واریانس یک طرفه و با در نظر گرفتن سطح معنی داری  $p < 0.05$  مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

#### یافته‌ها

بررسی تغییرات شل شدگی بافت ایلئوم ایزوله بر روی دو قطعه ایلئوم ایزوله با طول مشابه و در یک حیوان صورت گرفت و این دو قطعه ایلئوم تحت آزمایش‌های یکسان قرار می‌گرفتند. تغییرات شل شدگی پایه بافت از زمان اعمال فنیل افرین تا مدت ۳۰ دقیقه ثبت شد و در هر گروه مورد آزمایش میزان تانسینون بافت در زمان کاربرد دارو با کسر تانسینون پایه ثبت شد. با توجه به جدول ۱ میزان شل شدگی ایلئوم در گروه در معرض امواج (آزمایش) نسبت به دو گروه کنترل و شاهد افزایش معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) داشته است.

با بررسی متون در دسترس تاکنون مطالعه‌ای در مورد تأثیر امواج الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پایین بر روی عملکردهای روده باریک منتشر نشده است و با توجه به استفاده روز افزون از دستگاه‌های الکترونیکی مولد امواج الکترومغناطیس، هدف از این مطالعه بررسی اثر قرارگیری طولانی مدت در معرض میدان الکترومغناطیس با فرکانس فوق‌العاده پایین (ELF) بر فعالیت سیستم  $\alpha 1$  آدرنرژیک در ایلئوم روده باریک بود.

جدول ۲ میزان شل شدگی ایلئوم در پاسخ به دوز  $4 \times 10^{-6}$  مولار فنیل‌افرین را طی زمان‌های مختلف و بعد از کسر تانسینون پایه نشان می‌دهد که بیان‌کننده افزایش معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) درصد شل شدگی ایلئوم در گروه آزمایش نسبت به گروه شاهد و کنترل می‌باشد.

### بحث

جدول ۱: میزان تانسینون پایه بافت ایلئوم (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) در گروه‌های کنترل، شاهد و آزمایش

گروه	کنترل (تعداد= ۷)	شاهد (تعداد= ۷)	آزمایش (تعداد= ۷)
زمان			
۱۵ دقیقه	۴۳/۶۵ $\pm$ ۹/۸۳	۴۹/۳۴ $\pm$ ۱۲/۶۲	۷۹/۴۸ $\pm$ ۱۷/۵۳ *

\*  $p < 0.05$  تفاوت معنی‌دار گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل و شاهد

جدول ۲: میزان پاسخدهی ایلئوم (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) در پاسخ به دوز  $4 \times 10^{-6}$  مولار داروی فنیل‌افرین بعد از کسر تانسینون پایه بین گروه‌های آزمایش، کنترل و شاهد

زمان	درصد شل شدگی بافت ایلئوم	کنترل (تعداد= ۷)	شاهد (تعداد= ۷)	آزمایش (تعداد= ۷)	داوری فنیل‌افرین
۳ دقیقه		۶/۸ $\pm$ ۱/۰۵ *	۱/۸ $\pm$ ۰/۴۱	۲/۰۸ $\pm$ ۰/۵۶	
۵ دقیقه		۱۰/۱۸ $\pm$ ۱/۴۲ *	۲/۶۸ $\pm$ ۰/۶۵	۳/۲۸ $\pm$ ۰/۸۸	
۷ دقیقه		۱۵/۱۹ $\pm$ ۲/۴۶ *	۶/۲۲ $\pm$ ۱/۱۹	۶/۹۲ $\pm$ ۱/۲۹	

\*  $p < 0.05$  تفاوت معنی‌دار گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل و شاهد

نه تنها روی رسپتورهای بتا تأثیر می‌گذارند، همچنین فعالیت گیرنده‌های  $\alpha_1$  در رگ‌های خونی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و با کاهش حساسیت آلفا آدرنرژیک در عروق خونی، اثر آدرنالین بر عروق را کاهش می‌دهند (۲۱). با توجه به این که نوع پاسخ به این میدان‌ها بستگی به فرکانس، شدت میدان و مدت در معرض قرارگیری و ویژگی‌های مختص گونه و میزان حساسیت آن به امواج الکترومغناطیس دارد، این تناقضات قابل توجیه است (۲۲).

### نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های این مطالعه می‌توان نتیجه‌گیری کرد که قرارگیری در معرض امواج الکترومغناطیس با فرکانس فوق‌العاده پایین موجب افزایش حساسیت گیرنده‌های  $\alpha_1$  آدرنرژیک در ایلئوم موش صحرایی می‌گردد که با توجه به تناقض‌های موجود در نتایج این تحقیق با مطالعه‌های سایر محققین پیشنهاد می‌شود برای مشخص شدن مکانیسم‌های دقیق اثر امواج الکترومغناطیس بر سیستم آدرنرژیک ایلئوم موش صحرایی، در مطالعه‌های آینده سطوح بیان ژن و پروتئین گیرنده‌های آلفا آدرنرژیک در بافت ایلئوم قرار گرفته در معرض امواج ELF ارزیابی شود.

### تقدیر و تشکر

این مطالعه حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد بوده که با حمایت مالی دانشگاه شیراز انجام شده است.

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد، با تجویز فنیل افرین (آگونیست گیرنده‌های  $\alpha_1$  آدرنرژیک) در ایلئوم موش‌های صحرایی که در معرض طولانی مدت امواج الکترومغناطیس (شدت ۱ میلی تسلا و فرکانس ۵۰ هرتز) قرار گرفته‌اند، درصد شل‌شدگی افزایش معنی‌داری داشته است. بنابراین ممکن است میدان الکترومغناطیس موجب افزایش حساسیت گیرنده‌های  $\alpha_1$  آدرنرژیک در ایلئوم موش صحرایی شده باشد. از آنجایی که فعال شدن گیرنده‌های آدرنرژیک روده موجب مهار انقباضات روده و کاهش تانسین روده می‌شود (۱۷)، می‌توان گفت با افزایش حساسیت گیرنده‌های  $\alpha_1$  آدرنرژیک تانسین ایلئوم کاهش پیدا کرده است. این نتایج با یافته‌های سایر محققین تناقض دارد از جمله تحقیق‌های آدمپور و همکاران که اعلام کردند، امواج الکترومغناطیس تأثیری بر گیرنده‌های  $\alpha_1$  آدرنرژیک در کولون روده ندارد (۱۵). مارتین و همکاران نشان دادند که حساسیت رسپتورهای آدرنرژیک تحت تأثیر امواج الکترومغناطیس تغییری نمی‌کند (۱۸). ایکهار و همکاران نشان دادند که امواج الکترومغناطیس از آزادسازی کلسیم از ذخایر داخل سلولی جلوگیری می‌کند و بر تولید اینوزیتول‌تری فسفات تأثیری ندارد در نتیجه بر روی عناصر دخیل در مسیر سلولی آلفا - آدرنوسپتورها مؤثر نمی‌باشد (۱۹). در حالی که کواوالیرس و همکاران بیان کردند، امواج الکترومغناطیس عملکرد کانال‌های کلسیمی و توزیع کلسیم را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲۰). تحقیق‌های جونگ و همکاران نشان داد که میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس ۶۰ هرتز به مدت یک روز

## REFERENCES

1. Neumann E. Digression on chemical electromagnetic field effect in membrane signal transduction-cooperativity paradigm of the acetylcholine receptor. *Bioelectrochemistry* 2000; 52(1): 43-9.
2. Aldinucci C, Carretta A, Maiorca SM, Leoncini S, Signorini C, Ciccoli L, Pessina, GP. Effect of 50 Hz electromagnetic fields on rat cortical synaptosomes. *Toxicol Indust Health* 2009; 25(4-5): 249- 52.
3. Dinar H, Renda N, Barlas M, Akinay A, Yazgan E, Tincer T, et al. The effect of EMF stimulation on corticosteroids- inhibited intestinal wound healing. *J Tokai Exp Clin Med* 1993; 18(1-2): 49-55.
4. Kaszuba Z, Gil J, Ziomber K, Zaraska A, pawlicki W, Krolczyk R, Matyja G, Thor A . Loss of interstitial cells of Cajal after pulsating electromagnetic field (PEMF) in gastrointestinal tract of the rats. *Physiol Pharmacol* 2005; 56(3): 421-32.
5. Keklikci U, Akpolat V, Ozekinici S, Unlu K, Celik MS, et al. The effect of extremely low frequency magnetic field on the conjunctive and goblet cells. *Curr Eye Res* 2008; 33(5): 441-6.
6. Gruchlik A, Wilczok A, Chodurek E, Polechoński W, Wolny D, Dzierzewicz Z. Effects of 300 mT static magnetic field on IL-6 secretion in normal human colon myofibroblasts. *Acta Poloniae Pharmaceutica* 2012; 69(6): 1320-4.
7. Krantis A, Rana K, Harding RK. The effect of gama-radiation on intestinal motor activity and faecal pellet expulsion in the guinea pig . *Diges Dis Sci* 1996; 41(12): 2307-2316.
8. Belousova TE, Kargina R. Adrenergic nerve plexuses of heart and adrenal and myocardial catecholamines of spontaneously hypertensive rats under the influence of electromagnetic irradiation in the millimeter range. *Morfologija* 1999; 115(1): 16-8.
9. Christ A, Samaras T, Kingenbock A, Kuster N. Characterization of the electromagnetic near -field absorption in layered biological tissue in the frequency range from 30 MHz to 6.000 MHz. *Phys Med Bio* 2006; 51(19): 4951-65.
10. Varani K, Gessi S, Merighi S, Iannotta V, Cattabriga E, Pancaldi C, et al. Alternation of A3 adenosine receptors in human neutrophils and low frequency electromagnetic fields. *Biochem Pharmacol* 2003; 66(10): 1897- 906.
11. Antonini RA, Benfante R, Gotti C, Moretti M, Kuster N, Schuderer J, et al. Extremely low- frequency electromagnetic field (ELF- EMF) does not affect the expression of  $\alpha 3$  ,  $\alpha 5$  and  $\alpha 7$  nicotinic receptor subunit genes in SH- SY5Y neuro blastoma cell line. *Toxicol lett* 2006; 164(3): 268- 77.
12. Masuda H, Gannes FP, Haro E, Billaudel B, Ruffie G, Lagroye T, Veyret B. Lack of effect of 50 Hz magnetic field exposure on the binding affinity of serotonin for the 5-HT 1B receptor subtype. *Brain Res* 2010; 10(12): 1-25.
13. Matsunaga S, Shibata O, Nishioka, K, Tsuda A, Makita T, Somikawa K . Effect of amitriptyline , a tricyclic antidepressant , on smooth muscle reactivity in isolated rat trachea. *J Anesthesia* 2009; 23(3): 385- 91.
14. Kao CH, Chu YH, Wang HW. Effects of Lidocaine on rat's isolated tracheal smooth muscle. *Eu Arch Otorhinolaryngo* 2009; 19(5): 1075-8.
15. Adampourezare M, Bahaodini A. Effects of long term exposure to low frequency electromagnetic fields in the  $\alpha 1$  adrenergic system in rat colon. *Shahid Sadoughi* 2013; 20(2): 724-31.
16. Javadifar TS, Bahaodini A, Ketabi MA, Gholampour F, Mirkhanni H. Effect of prolonged exposure to low-frequency electromagnetic fields on the interaction of nitergic and cholinergic systems in the isolated rat trachea. *Physiology and Pharmacology* 2011; 15(3): 385-94.
17. Sagrada A, Fargeas MJ, Bueno L. Involvement of alpha-1 and alpha-2 adrenoceptors in the post laparotomy intestinal motor disturbances in the rat. *Gut* 1987; 28(8): 955-9.

18. Martin LJ, Persinger MA. Thermal analgesia induced by 30-min exposure to 1 T burst-firing magnetic fields is strongly enhanced in a dose-dependent manner by the  $\alpha_2$  agonist clonidine in rats. *Neuroscience Letters* 2004; 366(2): 226-9.
19. Ikehara T, Yamaguchi M, Hosokawa K, Miyamoto H, Aizawa K. Effects of ELF magnetic field on membrane protein structure of living HeLa cells studied by Fourier transform infrared spectroscopy. *Bioelectromagnetics* 2003; 24(5): 457-64.
20. Kavaliers M, Ossenkopp KP. Calcium channel involvement in magnetic field inhibition of morphine-induced analgesia. *Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacol* 1987; 336(3): 308-15.
21. Jeong JH, Kim JS, Lee BC, Min YS, Kim DS, Ryu JS, et al. Influence of exposure to electromagnetic field on the cardiovascular system. *Auton Autacoid Pharmacol* 2005; 25(1): 17-23.
22. Simko M, Mattson M. Extremely low frequency electromagnetic field as effectors of cellular responses in vitro: possible immune cell activation. *Cell Biochem* 2004; 93(2): 83-92.



# The Effect of Prolonged Exposure to Extremely Low-frequency Electromagnetic Fields on the $\alpha$ 1 Adrenergic System in the Small intestine of Male Rats

Bahaoddini A<sup>1</sup>, Jafari SM<sup>1</sup>, Khoshnam SE<sup>2\*</sup>, Owjfar M<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Biology Department, Shiraz University, Shiraz, Iran, <sup>2</sup> Physiology Research Center, Ahvaz Jundishapur  
University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

Received: 25 May 2015 Accepted: 15 Sep 2015

## Abstract

**Back ground & aim:** In the recent years, the increasing use of electronic devices which generate electromagnetic fields, focused researchers' attention to investigate the electromagnetic fields effects on human health. Therefore, the purpose of the present study was to investigate the effect of prolonged exposure to extremely low frequency electromagnetic fields (ELF) on the adrenergic system in the small intestine of male rats.

**Methods:** In the present experimental study, 21 Adult male rats (wistar) were divided into three groups: experimental group, which were exposed to ELF (50Hz, 1mT) for 75 days, the sham-operated group, which were kept in similar conditions exception Off solenoid; and the control group, which were kept in normal conditions. After 75 days, the rats were anesthetized by intra peritoneal injection of pentobarbital sodium (50 mg/kg). Then, the ileum tissue was dissected and divided into 1 cm strips. The strips were placed in organ baths containing oxygenated, pH=7.4 Krebs solution. Furthermore, the mechanical activity of the tissue was recorded with force transducer of bridge amplifier which was linked to A-D Instrument power lab in response to Phenylephrine ( $4 \times 10^{-6}$  M). Data was analyzed using one way ANOVA test.

**Results:** Relaxation changes of isolated ileum tissue was displayed in two ileum strips with same length and in the same animal, According to the obtained results, the ileum relaxation in exposure to ELF (experimental) compared to the control and sham groups significantly increased ( $p \leq 0.05$ ). Accordingly, the relaxation changes of ileum in response to the phenylephrine at different times and after deducting the basic tension represented a significant increase ( $p \leq 0.05$ ) of Ileum relaxation in the experimental group compared to the sham and control groups.

**Conclusion:** It can be concluded that prolonged exposure to extremely low-frequency electromagnetic fields may lead to increase of the  $\alpha_1$ -adrenergic receptors sensitivity.

**Key words:** Electromagnetic field,  $\alpha_1$ -adrenergic, Ileum.

---

**Corresponding author:** Khoshnam, SE, Physiology Research Center, Ahvaz Jundishapur  
University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

**Email:** Esmaeil.khoshnam1392@gmail.com

**Please cite this article as follows:**

Bahaoddini A, Jafari SM, Khoshnam SE, Owjfar M. The Effect of Prolonged Exposure to Extremely Low-frequency Electromagnetic Fields on the  $\alpha$  1 Adrenergic System in the Small intestine of Male Rats. Armaghane-danesh 2015; 20 (9): 790-798.