Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences and Health Services
Vol. 35, No. 6, Feb. – Mar. 2014, Pages: 6-11

The Effect Prolonged Exposure to the Low Frequency Electromagnetic Fields on Nitric Oxide Function in the isolated colon of rat

Mina Adampourezare[1*], Aminollah Bahaodini[1] , Parvin Azarfam[2]

[1]Department of Animal Physiology, School of Science, Shiraz University, Shiraz, Iran
[2]Department of Medical Physics, School of Science, Tabriz University, Tabriz, Iran

Received: 27 Mar, 2013 Accepted: 6 May, 2013

Abstract

Backgrounds and Objectives: Nitric Oxid (NO), as a major signaling molecule in gastrointestinal tract, is produced by esoforms of NO synthase enzyme of arginine possessing, NO has a wide range of physiological and pathophysiological activities like colon cancer. Several studies have implicated that NO is a Key signaling molecule that regulates the processes of tumor genesis; Whereas Electromagnetic Fields (EMF) can affect the NO level in tissues, and according to the increasing use of weak EMF producing devices in homes, hospitals, workplaces, etc. Therefore, the present study was aimed to evaluate the efficacy of the prolonged exposure to the low frequency EMF on NO function in the isolated colon of rat.

Material and Methods: In this experimental study, thirty adult male rats were divided into three groups: Experimental group (exposed to 1mT (militesla) and 50Hz for 140), Sham group (kept in the same condition but solenoid off) and control group (kept in normal condition). After 140 days, the mechanical response of longitudinal isolated strips of the isolated colon to L-NAME, were recorded using Power Lab-AtoD system.

Results: Despite of few changes about the mechanical response of tissue in the experimental group comparing with other groups, no significant difference was obtained ($p>0.05$).

Conclusion: The prolonged exposure to low frequency electromagnetic fields did not changed the nitric oxide level in the colon.

Keywords: low frequency electromagnetic field, nitric oxide, colon

[*]Corresponding author:
E-mail: adampourezare@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقاله پژوهشی

تاثیر قرارگیری دراز مدت در معرض امواج الکترومغناطیس کم فرکانس بر عملکرد سیستم نیتریک اکسید در روده بزرگ ایزوله موش صحرایی

مینا آدمپورزارع: دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران، نویسنده رابط:
E-mail: adampourezare@yahoo.com
امین اله بهاءالدینی: گروه زیست شناسی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
پروین آذرفام: گروه زیست شناسی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

دریافت: ۹۱/۱۲/۹ **پذیرش**: ۹۲/۲/۱۶

چکیده

زمینه و اهداف: نیتریک اکسید به عنوان مولکول سیگنال دهنده‌ی اصلی در مجرای معده ای – روده ای که توسط ایزوفرم‌هایی از آنزیم نیتریک اکسید سنتاز(NOs) از آرژینین تولید می شود، در طیف گسترده ای از فعالیت های فیزیولوژیکی و پاتوفیزیولوژیکی نظیر ایجاد سرطان روده نقش دارد. مطالعات زیادی دلالت دارند که نیتریک اکسید به عنوان یک مولکول سیگنال دهنده ی کلیدی است که مسیرهای ایجاد تومور را تنظیم می کند. از آن جایی که امواج الکترومغناطیس می‌توانند بر میزان نیتریک اکسید بافت‌ها تاثیر گذار باشد و با توجه به استفاده روزافزون از وسایل تولیدکننده میدان‌های الکترومغناطیس ضعیف درمنازل، محیط های کاری، بیمارستان‌ها وغیره، لذا هدف از تحقیق حاضر اثر قرار گیری دراز مدت در معرض میدانهای الکترومغناطیس ضعیف بر میزان نیتریک اکسید در روده بزرگ ایزوله می باشد.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی ۳۰ سر موش صحرایی نر بالغ به سه گروه تقسیم شدند: گروه آزمایشی ((سوانویید روشن) به مدت ۱۴۰ روز تحت تاثیرمیدان الکترومغناطیس با شدت ۱ میلی تسلا و فرکانس ۵۰ هرتز قرار گرفت)، گروه شاهد ((سولنویید خاموش) در شرایط مشابه گروه اول ولی دردستگاه خاموش قرار گرفت) و گروه کنترل (در شرایط طبیعی نگهداری شد). بعد از ۱۴۰ روز پاسخ مکانیکی حلقه های طولی روده ایزوله شده به L-NAME توسط سیستم powerlab-AtoD ثبت گردید

یافته‌ها: علرغم تغییرات اندک در پاسخ مکانیکی بافت در گروه آزمایشی در مقایسه با گروههای دیگر، این تغییرات از نظر آماری معنی دار نمی باشد ($P>0.05$).

نتیجه‌گیری: قرار گرفتن دراز مدت در معرض میدانهای الکترومغناطیس با فرکانس پایین در میزان نیتریک اکسید در روده بزرگ تغییراتی ایجاد نمی کند.

کلید واژه ها: میدان الکترومغناطیس کم فرکانس ، روده بزرگ، نیتریک اکسید

مقدمه

در طی چند دهه گذشته با استفاده روزافزون ازوسایل تولیدکننده میدانهای الکترومغناطیس ضعیف درمنازل ،محیط های کاری ، بیمارستانها ویا حتی وسایل الکترونیکی که افراد با خود حمل میکنند ، توجه پژوهشگران به تهدیدات احتمالی این وسایل برسلامتی بشرجلب شده است (۲و۱).

در محیط زندگی معمو لی ترین فرکانس مورد استفاده توسط دستگاهها بین ۶۰-۵۰ هرتز و شدت جریان آنها نیز بین ۶ تا ۱۰ آمپرمتغیر میباشد لذا شدت میدان مغناطیسی حاصل از این دستگاهها بسته به شدت جریان و فاصله از دستگاهها بین ۰/۱ تا ۸ میلی تسلا متغیر است (۳).

نتایج مطالعات فراوان در رابطه با اثرات گوناگون امواج الکترومغناطیس حاکی از آنست که تغییرات شدت میدان حتی به اندازه چند میلی تسلا نیز دارای اثرات زیستی متفاوتی است لذا تحقیق در باره تاثیرات امواج الکترومغناطیس می تواند درطیف بسیار گسترده ای انجام شود . مطالعات درباره اثرات میدانهای الکترومغناطیس برروی موجودات زنده نخستین بارتوسط اپیدمیولوژیستها صورت گرفت، نتایج منتشره از این سلسله مطالعات حاکی از آنست که میدانهای الکترومغناطیس حاصل از فرکانسهای فوق پایین بین ۵۰ تا ۸۰ هرتز در واقع خطرناکترین فرکانسها بوده و در این فرکانسها آثار بیولوژیک مخرب فراوانی به چشم می خورد درهمین رابطه تحقیقات نشان میدهد که امواج با فرکانس ۵۰ تا ۶۰ هرتز و شدت جریان ۲۳ میلی آمپرمی تواند منجر به شوک دردناک، مشکلات شدید تنفسی و قلبی شود(۴).

نیتریک اکسید مولکول سیگنالینگ اصلی در مجرای معده ای –روده ای است و باعث شل شدگی ماهیچه صاف روده می شود و توسط یکی از انواع ایزوفرمهای آنزیم تولید کننده NO (NOs)

Archive of SID
www.SID.ir

تولید می گردد.انواع آنزیم نیتریک اکسید سنتتاز شامل نیتریک اکسید سنتتاز نورونی (NOS1 ، nNOS)، اندوتلیالی(eNOS) و آنزیم القایی تولید کننده نیتریک اکسید iNOS)) می باشد (۵). نتایج مطالعات بر روی بافتهای مختلف حاکی از افزایش تولید نتیریک اکساید تحت تاثیر امواج الکترومغناطیس می باشند. مطالعه Jeonو همکارانش نشان داد که میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس بسیار پایین سطح NO سنتتاز را در مغز و نخاع افزایش می دهند (۶).

برخی از محققین نیز پیشنهاد میدهند که EMF باعث کاهش میزان NO در سلولها می گردد، از جملهReal و همکاران با استفاده از آنالیزهای PCR و وسترن بلات نشان دادند که قرارگیری طولانی مدت سلولهای مونوسیت انسان در معرض EMF با شدت ۱ میلی تسلا باعث کاهش بیان آنزیم القایی NOs در سطح mRNA و در سطح پروتیین می گردد (۷).

با توجه به اینکه تحقیقات نشان می دهد میدان الکترومغناطیس با شدت بین ۰/۲ تا ۳/۵ میلی تسلا لازم است تا اثرات EMF را روی پارامترهای اتصال به گیرنده سنجیده شود(۸)، وهمچنین در مطالعات مشابه برای مشاهده اثرات سلولی EMF از شدت ۱ میلی تسلا استفاده شده است (۱۰و۹).لذادر مطالعه حاضر نیز از شدت ۱ میلی تسلا با فرکانس ۵۰ هرتز استفاده گردید. با توجه به اینکه نیتریک اکسید یک ماده جهش زا بوده و همچنین موجب آسیب وعدم ترمیم DNA میگردد بنابر این می تواند در ایجاد سرطان نقش داشته باشد (۱۱) و با توجه به اینکه مطالعات متعدد انجام یافته تاثیرات میدانهای الکترومغناطیس بر عملکرد نیتریک اکسید در سایر ارگانها مورد بررسی قرارگرفته و نظریه های متناقضی در زمینه تاثیرات این امواج بر سیستم نیتریک اکسید ارائه شده است ولی تا کنون هیچ گونه مطالعه ای در رابطه با تاثیر امواج الکترومغناطیس کم فرکانس و طولانی مدت بر عملکردهای روده صورت نگرفته است. لذا در مطالعه حاضر بر آن شدیم که تاثیر طولانی مدت امواج الکترومغناطیس کم فرکانس بر عملکرد سیستم نتیریک اکسید در روده بزرگ را بررسی نماییم.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تجربی به منظور بررسی اثرات امواج الکترومغناطیسی بر عملکرد نیتریک اکسید با توجه به مطالعات مشابه تعداد ۳۰ سر رت نر با محدوده وزنی ۲۵۰ تا ۳۰۰ گرم ازنژاد ویستار به طور تصادفی انتخاب شدند. رت ها در دمای ۲۲ درجه سانتی گراد و شرایط محیطی ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی نگهداری شده و از نظر مصرف آب و غذا در تمام دوره آزمایش محدودیتی نداشتند. پس از گذشت یک هفته و حصول اطمینان از سلامت حیوانات موشها به طورتصادفی به ۳ گروه ۱۰ تایی به شرح زیر تقسیم بندی شدند:

۱. گروه آزمایشی که به طور ۲۴ ساعته و به مدت ۱۴۰ روز دردستگاه سلنوئید روشن در معرض میدان الکترومغناطیس باشدت ۱ میلی تسلا و فرکانس ۵۰ هرتز قرار گرفتند.

۲. گروه شاهد که به طور ۲۴ ساعته و به مدت ۱۴۰ روز در دستگاه سلنوئید خاموش قرار گرفتند.(انتخاب گروه شاهد در کنار گروه کنترل به این منظور است که آیا اثرات مشاهده شده در میزان نیتریک اکسید نتیجه اثرات امواج الکترومغناطیس است یا اثرات جانبی دستگاه سولنوئید)

۳. گروه کنترل که در شرایط معمول آزمایشگاه نگهداری شدند.

در طول مدت اعمال EMF دما در C ۲۲ ثابت نگه داشته می شد. برای تولید امواج الکترومغناطیس از دستگاه سلنوئید با منبع تغذیه اتوترانس متغیر استفاده شد که ورودی آن را برق شهر(۵۰ هرتز و ۲۲۰ ولت (و ولتاژ جریان ورودی طوری تنظیم شد که شدت میدان ۱ میلی تسلا برقرار گردد. شدت جریان ورودی به دستگاه به وسیله آمپر متر و همچنین شدت میدان مغناطیسی توسط دستگاه تسلامتر اندازه گیری شد. رت های گروه بندی شده بعد از گذشت ۱۴۰ روز ،با رعایت اصول اخلاقی در دیسکاتور حاوی اتر قرار گرفته و بعد از بیهوشی کامل، شکم حیوان باز شده و به سرعت قطعات حدود ۱/۵ سانتی‌متری از روده‌بزرگ آن جدا شده و به پتری دیش حاوی محلول کربس گرم ۳۷ درجه سانتی گراد منتقل گردیدند و بدون آن که آسیبی به اپیتلیوم و عضله آن وارد شود بافتهای اضافی و چربی های اطراف آنها جداسازی شد و به طور طولی به دو قلاب مخصوص ترانسدیوسر نیرو وصل گردید سپس میله ها به حمام بافتی(organ bath ساخت کشور استرالیا) حاوی ۳۰ml محلول کربس (محلول کربس حاویCaCl2

KCL 4/7 , KH2Po41/2 , MgSo4 1/2, ,۵/۲ NaHCO3 25 , NaCl 118, glucose11 با ۷/۴ و خنثی بود.(۱۲) منتقل شده سپس یکی از قلابها در حمام بافتی ثابت نگه داشته و قلاب دیگر بافت را به ترانسدیوسر نیرو وصل می شد. تغییرات انقباضی عضله روده به ترانسدیوسرنیرو منتقل شده و ترانسدیوسر که به دستگاه bridge Amplifierو سیستم Powerlab A to D (ساخت کشور استرالیا) متصل بود، تغییرات مکانیکی انقباض بافت را به سیگنالهای الکتریکی تبدیل کرده که توسط مانیتور کامپیوتر قابل مشاهده و ارزیابی بود. به منظور اندازه گیری تغییرات مکانیکی کشیدگی بافت در ابتدا حلقه های روده به مدت ۳۰ دقیقه تحت تانسیون پایه بافت(بنابه تجربیات قبلی ۰/۵) به عنوان تانسیون پایه(baseline) قرار گرفته و در طول این مدت به منظور حفظ شرایط مناسب برای تغذیه بافت هر ۱۵ دقیقه یک بار محلول کربس تعویض می شد(۱۳). در زمان اندازه گیری تغییرات مکانیکی بافت در محلول کربس غوطه ور بود و توسط دستگاه Water Circulatorو ترموستات دما در ۳۷ درجه سانتی گراد نگه داشته شده و به طور دایم با ۹۵ درصد اکسیژن و ۵ درصد دی اکسیدکربن هوادهی میشد (۱۲). ابتدا حالت پایه (baseline) ثبت گردیده و سپس برای ارزیابی فعالیت سیستم نیتریک اکسید سنتتاز از داروی L-NAME (آنتاگونیست نیتریک اکسید سنتتاز) با دوز 10^{-4} مولار استفاده شد که بعد از ثبت تانسیون پایه به درون اتاقک بافتی اضافه می‌شد.

Archive of SID

www.SID.ir

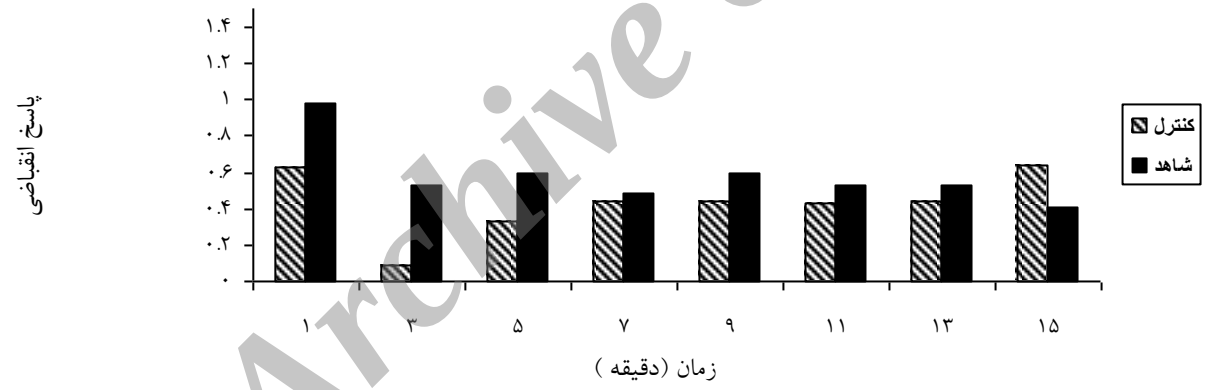
به منظور ارزیابی پاسخ بافتی قبل و بعد از تزریق دارو که بوسیله دستگاه Powerlab A to D و نرم افزار Chart5 ثبت گردیده بود و با استفاده از قسمت Data analysis این نرم افزار داده ها در بازه‌های ۲ دقیقه‌ای استخراج گردید سپس پاسخ انقباضی به دارو در هر ۳ گروه در دقایق ۱/ ۳/ ۵/ ۷/ ۹/ ۱۳/ ۱۵ با استفاده از آزمون t-test با در نظر گرفتن P<0.05 به عنوان سطح معنی دار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. لازم به ذکر است که به منظور حذف مقدار تانسیون پایه در هر سه گروه از تغییرات تانسیون پاسخ به دارو کم گردیده و سپس با هم مقایسه شدند.

یافته‌ها

به منظور ارزیابی تاثیرات امواج الکترونغناطیس بر میزان نیتریک اکسید در بافت روده میزان تانسیون بافت قبل و بعد از تزریق دارو اندازه گیری گردید. تجزیه و تحلیل آماری نتایج پاسخ بافت به دارو نشان داد که در موشهای کنترل در مقایسه با موشهای شاهد آزمایشگاهی در دقایق ۱/۳/۵/۷/۹/ ۱۱/۱۳/۱۵ تغییر معنی داری نداشت. لذا در تجزیه و تحلیل آماری بعدی گروه آزمایشی فقط با گروه شاهد مقایسه شد.

جدول۱: میزان پاسخگویی روده (mean± SEM) به L-NAME با غلظت 10^{-4} مولار در دقایق ۱/ ۳/ ۵/ ۷/ ۹/ ۱۱/ ۱۳/ ۱۵ بعد از کسر تانسیون پایه بین گروههای کنترل و شاهد. (P<۰/۰۵ به عنوان سطح معنی دار در نظر گرفته شده است).

زمان	کنترل (تعداد= ۱۰)	شاهد (تعداد= ۱۰)	P
۱	۰/۶۳۴۳ ±۰/۳۰۸۳	۰/۹۸۱۲ ±۰/۹۲۸۷	۰/۶۷۹
۳	۰/۰۸۸۶ ±۰/۱۵۳۳	۰/۵۳۳۵ ±۰/۵۵۱	۰/۳۶۴
۵	۰/۳۲۷۶ ±۰/۳۹۵۴	۰/۵۹۷۵ ±۰/۵۲۴۵	۰/۵۵۴
۷	۰/ ۴۴۶۳ ±۰/۱۶۵۰	۰/۴۹۰۴ ±۰/۵۴۷۳	۰/۹۲۷
۹	۰/ ۴۴۳۱ ±۰/۱۳۷۷	۰/۵۹۸۰ ±۰/۴۹۲۷	۰/۷۱۸
۱۱	۰/۴۳۰۰ ±۰/۱۴۸۵	۰/۵۳۰۹ ±۰/۴۹۱۹	۰/۸۱۶
۱۳	۰/۴۴۱۱ ±۰/۱۳۶۵	۰/۵۲۳۵±۰/۵۴۷۵	۰/۸۶۰
۱۵	۰/۶۴۰۳ ±۰/۲۰۸۳	۰/۴۰۶۶ ±۰/۴۶۲۱	۰/۶۱۰



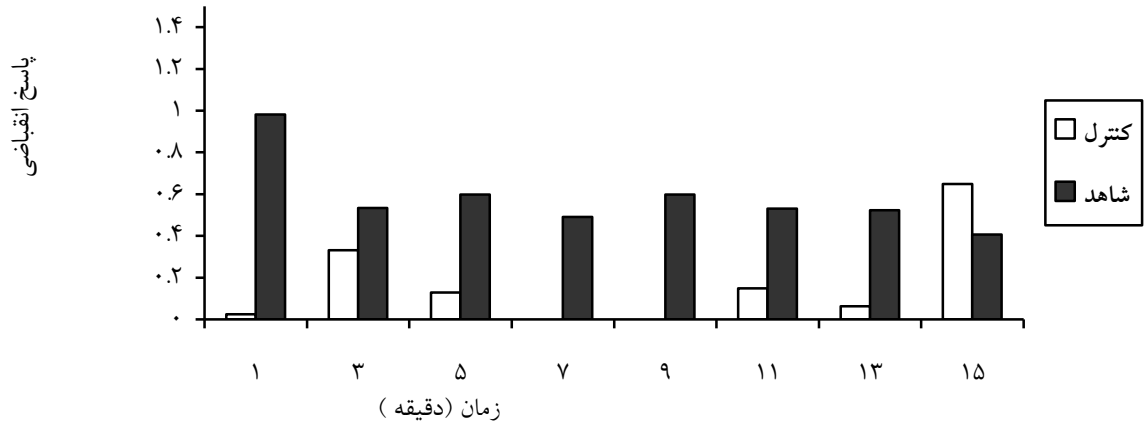
نمودار۱: میزان پاسخگویی روده (mean± SEM) به L-NAME با غلظت 10^{-4} مولار در دقایق ۱/ ۳/ ۵/ ۷/ ۹/ ۱۱/ ۱۳/ ۱۵ بعد از کسر تانسیون پایه بین گروههای کنترل و شاهد

جدول ۲: میزان پاسخگویی روده (mean± SEM) به L-NAME با غلظت 10^{-4} مولار در دقایق ۱/ ۳/ ۵/ ۷/ ۹/ ۱۱/ ۱۳/ ۱۵ بعد از کسر تانسیون پایه بین گروههای آزمایشی و شاهد.

زمان	آزمایشی (تعداد= ۱۰)	شاهد (تعداد= ۱۰)	P
۱	۰/۰۲۳۸±۰/۱۰۱۹	۰/۹۸۱۲±۰/۹۲۸۷	۰/۳۶۲
۳	۰/۳۱۶۳±۰/۲۴۳۴	۰/۵۳۳۵±۰/۵۵۵۱	۰/۶۹۸
۵	۰/۱۲۸۷±۰/۰۷۸۳	۰/۵۹۷۵±۰/۵۲۴۵	۰/۴۲۵
۷	−۰/۰۲۰±۰/۱۵۲۵	۰/۴۹۰۴±۰/۵۴۷۳	۰/۳۲۱
۹	−۰/۰۳۲۵±۰/۱۳۱۳	۰/۵۹۸۰±۰/۴۹۲۶	۰/۱۸۰
۱۱	۰/۱۴۸۱±۰/۱۵۵۵	۰/۵۳۰۹±۰/۴۹۱۹	۰/۴۱۳
۱۳	۰/۰۶۳۳±۰/۱۲۵۳	۰/۵۲۳۵±۰/۵۴۷۵	۰/۴۵۴
۱۵	۰/۶۴۸۶±۰/۱۹۰۳	۰/۴۰۶۶±۰/۴۶۲۱	۰/۵۹۹

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۲ : میزان پاسخگویی روده (mean± SEM) به L-NAME با غلظت 10^{-4} مولار در دقایق ۱/ ۳/ ۵/ ۷/ ۹/ ۱۱/ ۱۳/ ۱۵ بعد از کسر تانسیون پایه بین گروههای آزمایشی و شاهد.

نتایج بدست آمده از اندازه گیری پاسخ مکانیکی بافت به دارو نشان داد که پاسخگویی به دوز 10^{-4} مولارL-NAME در گروه شاهد (سولنویید خاموش) نسبت به کنترل افزایش نشان می دهد و روند تغییرات انقباضی در پاسخ به دوز 10^{-4} مولار L-NAME در گروه شاهد بیشتر از گروه کنترل است و درگروه آزمایشی(سولنویید روشن) نسبت به شاهد(سولنویید خاموش) کمتر می باشد (یعنی در گروه آزمایشی پاسخ انقباضی کمتری دیده می شود). تفاوت معنی دار آماری بین گروهها مشاهده نگردید ($P>0/05$).

بحث

با توجه به شرایط مدرن زندگی امروزی قرار گیری در معرض میدان های الکترومغناطیسی ناشی از وسایل مختلف اجتناب ناپذیر می باشد که می تواند از منابع طبیعی ایجاد گردیده و یا توسط منابع ساخت بشر مانند ابزارهای تشخیصی، نیروگاهای هسته ای، گیرنده های تلویزیونی و... ایجاد شده باشند(۱۴). اثرات میدان های الکترومغناطیس بر سیستم بیولوژیک به طور نسبتاً گسترده ای مورد بررسی قرارگرفته ولی به علت قطعی نبود ن نتایج حاصله و مشخص نبودن مکانیسم اثر این میدان ها، بررسی های بیشتر در این زمینه را می طلبد(۱۵).

نیتریک اکسید یک رادیکال آزاد بی ثبات است و به طور آزادانه از عرض غشاهای بیولوژیکی انتشار می‌یابد. و باعث شل شدن عضلات صاف روده و رگهای خونی می‌شود (۱۶). ضمنا L-NAME رقیب L-Arginin در بیوسنتز نیتریک اکسید است و به عنوان سرکوبگر این مسیر شناخته می‌شود و باعث مهار شل شدگی وابسته به مسیر نیتریک اکسید می‌شود.

مطالعات انجام یافته توسط Patruno و همکاران نشان داد که قرارگیری طولانی مدت سلولهای کراتینوسیت در معرض امواج الکترومغناطیس با فرکانس ۵۰ هرتز و شدت ۱ میلی تسلا موجب افزایش سطح بیان iNOsو eNOs می گردد (۱۷). همچنین Diniz و همکاران نیز نشان دادند که در معرض قرار دادن با امواج الکترومغناطیس با شدت ۰/۶ میلی تسلا باعث افزایش غلظت نیتریک اکسید در سلولهای استئوبلاست می شود (۱۸) و Yariktas M. و همکاران سطح نیتریک اکسید را در مخاط سینوسی و بینی بعد از در معرض قرارگیری با میدان الکترومغناطیسی با شدت ۹۰۰ MHZ را بررسی کردند و نشان دادند که قرار گرفتن در معرض امواج الکترومغناطیس ساطع شده از موبایل (۹۰۰ MHZ) سطح نیتریک اکسید را در مخاط بینی و سینوس افزایش می دهد (۱۹) و نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر نشان داد که پاسخگویی به دوز 10^{-4} مولارL-NAME در گروه شاهد (سولنویید خاموش) نسبت به کنترل افزایش نشان می دهد و روند تغییرات انقباضی در پاسخ به دوز۴–۱۰ مولار L-NAME در گروه شاهد(سولنویید خاموش) بیشتر از گروه کنترل است(جدول و نمودار ۱) و درگروه آزمایشی (سولنویید روشن) نسبت به شاهد(سولنویید خاموش) کمتر می باشد (یعنی در گروه آزمایشی(سولنویید روشن) پاسخ انقباضی کمتری دیده می شود(جدول و نمودار ۱)، اما تفاوت معنی دار آماری بین گروهها وجود ندارد ($P>0/05$) لذا به نظر می رسد ، کاهش انقباض مشاهده شده در گروه آزمایشی(سولنویید روشن) مربوط به تاثیر امواج الکترومغناطیس بر میزان آنزیم نیتریک اکسید سنتتازو افزایش تولید نیتریک اکسید باشد.

همچنین تحقیقات انجام یافته نوسط Ayako Hidakaدر سال ۲۰۱۰ بر روی رت نشان می دهد که واسطه های نورونی ((pituitary adenylate cyclase activating peptide NO, VIP, PACAP واسطه های نورونی مهاری می باشند (۱۲) و واسطه نورونی VIP می تواند باعث آزادسازی نیتریک اکسید گردد(۱۳) لذا به نظر می رسد، شاید کاهش انقباض مشاهده شده در مطالعه حاضر به خاطر تاثیر امواج الکترومغناطیس بر واسطه نورونی VIP باشد که باعث افزایش این واسطه نورونی و در نتیجه باعث افزایش نیتریک اکسید گردیده باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

این یافته‌ها نشان می دهند قرار گرفتن دراز مدت در معرض میدانهای الکترومغناطیس با فرکانس پایین میزان نیتریک اکسید در روده بزرگ را افزایش داده و موجب کاهش انقباضات روده شده ولی این تغییرات از نظر آماری معنی دار نمی باشند.

تقدیر و تشکر

از بخش زیست شناسی دانشگاه شیراز که با حمایتهای مالی خود ما را در انجام این مطالعه یاری نمودند، قدردانی می شود.

References

1. Wood AW. How dangerous is mobile phones, transmission masts, and electricity pylons? *Arch Dis Child* 2006; **91**(4): 361-366.
2. Torregrossa MV. *Biological and health effects on electric and magnetic fields at extremely low frequencies*. *Ann Ig* 2005; **17**(5): 441-453.
3. Salzinger K. Behavioral effects of electromagnetic fields in animals. Biological effects of Electric and Magnetic fields. 1st ed. New York, *Academic press*, 1994; PP: 315-319.
4. Polk CE. *Biological effects of electromagnetic fields*. 2nd ed. *Boca Raton: IL, CRC*, 1996; PP: 364-370.
5. Iino S, Horiguchi K, Nojyo Y. Interstitial cells of cajal are innervated by nitrergic nerves and express nitric oxide-sensitive guanylate cyclase in the guinea pig gastrointestinal tract. *Neuroscience* 2008; **152**: 437-448.
6. Jeong JH, Kum C, Choi HJ, Park ES, Sohn UD. Extremely low frequency magnetic field induces hyperalgesia in mice modulated by nitric oxide synthesis. *Life Sci* 2006; **78**(13): 1407-1412.
7. Reale M, De Lutiis MA, Patruno A, Speranza L, Felaco M, Grilli A, et al. Modulation of MCP-1 and iNOS by 50-Hz Sinusoidal electromagnetic fild. *Nitric Oxide* 2006; **15**(1): 50-57.
8. Varani K, Gessi S, Iannotta V, Cattabringa E, Pancaldi R. Alrenation of A3 adenosine receptors in human neutrophgils and low frequency electromagnetic fields. *Biochem Pharmacol* 2003; **66**: 1897-1906.
9. 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 alpha3, alpha5 and alpha7 nicotinic receptor subunit genes in SH-SY5Y neuroblastoma cell line. *Toxicol lett* 2006; **164**(3); 268-277.
10. Masuda H, Gannes FP, Haro E, Billaudal B, Ruffie G, Lagroye T, et.al. Lack of effect of 50 Hz magnetic field exposure on the binding affinity of serotonine for the 5-HT 1B receptor subtype. *Brain Res* 2010; **10**: 1-25.
11. Jaiswal M, La Russo NF, Burgart LJ, Gores GJ. Inflammatory cytokines induce DNA damage and inhibit DNA repair in colonic carcinoma cells by a nitric oxide dependent mechanism. *Cancer Res* 2000; **60**(1): 184-189.
12. Hidaka A, Azuma YT, Nakajima H, Takeuchi T. Nitric oxide and carbon monoxide act as inhibitory neurotransmitters in the longitudinal muscle of c57BL/6J mouse distal colon. *J Pharmacol Sci* 2010; **112**(2): 231-241.
13. El-Mahmoudy A, Khalifa M, Draid M, Shiina T, Shimizu Y, El-Sayed M, et al. NANC inhibitory neuromuscular transmission in the hamster distal colon. *J Pharmacological Research* 2006; **54**: 452-460.
14. Frei P, Mohler E, Bürgi A, Fröhlich J, Neubauer G, Braun-Fahrländer C, et.al. A prediction model for personal radio frequency electromagnetic field exposure. *Sci Total Environ* 2009; **408**(1): 102-108.
15. Patruno A, Amerio P, Pesce M, Vianale G, Diluzio S, Tulli A, et al. Extremely low frequency electromagnetic fields modulate expression of inducible nitric oxide synthase and cyclooxygenase-2 in the human keratinocyte cell line Hacat, Potential therapeutic effects in wound healing. *Br J Dermatol* 2009; **162**: 258-266.
16. Ingeborg Dhaese, Gwen Vanneste, Patrick Sips. Involvement of soluble guanylate cyclase α1 and α2, and SKca channels in NANC relaxation of mouse distal colon. *European Journal of Phisiology* 2008; 589: 231-241, 251-259.
17. Ramsul AH, Naepark SI. Effects of sinusoidal electromagnetic field on structure and function of different kinds of cell lines. *Yonsei Med J* 2006; 47: 852-861.
18. Diniz P, Soejima K, Ito G. Nitric oxide mediates the effects of pulsed electromagnetic field stimulation on the osteoblast proliferation and diffrentiation. *Nitric Oxide* 2002; **7**: 18-23.
19. Yariktas M, Doner F, Ozguner F. Nitric oxide level in the nasal and sinus mucosa after exposure to electromagnetic field. *J Otolaryngol Head Neck Surg* 2005; **132**(5): 713-716.

Archive of SID

www.SID.ir