# بررسی اثرات میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریکی متناوب بر حملات تشنجی فراخوانده با پنتیلن تترازول در رت

محمد کیانی[1]- دکتر علی مقیمی[2]- مریم مقیمیان[3]- مسعود فریدونی[1]

## چکیده

**زمینه و هدف:** بر اساس نتایج برخی از مطالعات، میدانهای مغناطیسی قادرند بر روی احتمال بروز، افزایش و یا ایجاد استعداد بروز تشنج در افراد مؤثر باشند. مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریکی متناوب بر حملات تشنجی فراخوانده با پنتیلن تترازول انجام شد.

**روش بررسی:** در این مطالعه تجربی، دستگاه مولد میدان مغناطیسی طراحی و ساخته شد و از پنتیلن تترازول (PTZ) برای ایجاد حملات تشنجی استفاده گردید. رت‌های نژاد ویستار با وزن ۲۵۰ تا ۳۰۰ گرم به عنوان نمونه آزمایشگاهی انتخاب شدند. آزمایش در سه دوره زندگی (جنینی، نوزادی و پس از بلوغ) انجام شد. در آزمایش اول، گروههای تجربی در دوران جنینی روزانه به مدت نیم ساعت در معرض میدان مغناطیسی ۵۰ هرتز (Hz) با شدت ۵ و ۱۰ میلی‌تسلا (mt) و در آزمایش دوم از لحظه تولد روزانه نیم ساعت به مدت یک ماه در معرض میدان مغناطیسی با شدت ۵ mt و ۱۰ mt قرار گرفتند. رت‌ها در گروههای بالا پس از بلوغ تحت تزریقات سه مرحله‌ای PTZ (هر مرحله ۲۵ mg/kg)، با فاصله زمانی ۱۵ دقیقه قرار گرفتند. در آزمایش سوم، دو آزمون حاد و مزمن بر روی رت‌های بالغ نر انجام گرفت؛ در آزمون حاد رت‌های نر گروههای تجربی در حضور میدان ۵ mt و ۱۰ mt تحت تزریقات سه مرحله‌ای PTZ و در آزمون مزمن به مدت ۵ هفته (نیم ساعت در روز، ۴ روز در هفته) در معرض میدان مغناطیسی با شدت ۵ mt قرار گرفتند و پس از آن به همراه رت‌های گروه شاهد تحت تزریقات سه مرحله‌ای PTZ قرار گرفتند. در کلیه گروهها دوره تأخیری حملات حاصل از تزریقات PTZ بررسی شد. داده‌ها با استفاده از آزمون آماری ANOVA و Tukey و در سطح معنی‌داری $P\leq ۰/۰۵$ تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** بین هیچ‌یک از گروههای‌تجربی و شاهد در جهت تشنج‌زایی، افزایش شدت‌تشنج و افزایش استعداد بروز تشنج اختلاف‌معنی‌داری وجود نداشت. در برخی موارد، کاهش معنی‌داری در شروع دوره‌تأخیری‌تشنج مشاهده شد.

**نتیجه‌گیری:** قرار گرفتن کوتاه‌مدت جنین، نوزاد و فرد بالغ در معرض میدان مغناطیسی نمی‌تواند بر بروز تشنج، افزایش شدت تشنج و یا ایجاد استعداد تشنج و تعداد فرزندان متولد شده، تأثیری داشته باشد.

**کلید واژه‌ها:** میدان مغناطیسی، تشنج، پنتیلن تترازول، رت

**افق دانش، مجله دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی گناباد (دوره ۱۱؛ شماره ۲؛ سال ۱۳۸۴)**

[1] عضو هیأت علمی گروه آموزشی زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد

[2] نویسنده مسؤول: استادیار گروه آموزشی زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد

آدرس: مشهد- میدان آزادی- دانشگاه فردوسی مشهد- دانشکده علوم پایه- گروه آموزشی زیست‌شناسی

تلفن: ۸۷۶۲۲۲۷-۰۵۱۱ نمابر: ۸۷۹۵۵۶۰-۰۵۱۱ پست الکترونیکی: moghimi@um.ac.ir

[3] عضو هیأت علمی گروه آموزشی علوم پایه، دانشکده علوم پزشکی گناباد



Archive of SID

www.SID.ir

## مقدمه

همه پدیده‌های صرعی، واکنشهای غیر طبیعی مغز هستند که بخشهایی از مغز یا تمام آن از جمله ساختارهای عمقی را درگیر می‌کنند. حمله صرع، حمله‌ای غیر قابل کنترل، رفتار غیر طبیعی حسی، حرکتی یا روانی که در اثر فعالیت الکتروشیمیایی تکرارشونده، بسیار همزمان و غیر طبیعی در مغز آغاز می‌شود و دلیل آن همزمانی فعالیت بیش از حدّ کانونهای تحریکی و تضعیف فرایندهای مهاری مغز است (۱).

۴۵ میلیون نفر در سراسر دنیا مبتلا به صرع هستند و بیشتر سالخوردگان و کودکان در معرض ابتلا به آن می‌باشند. تغییرات تحریک‌آور، عدم مهار، بازکردن کانال‌های غشایی وابسته به ولتاژ، تغییرات غلظت یون‌های خارج سلولی و همزمانی تشدید شدن نورونی، همه در شروع و انتشار فعالیت تشنجی، نقش دارند (۲).

نتایج برخی از تحقیقات نشان داده است که میدانهای مغناطیسی قادرند تغییرات یا اختلالاتی را در موجودات زنده ایجاد نمایند. از جمله این اختلالات احتمال بروز، افزایش و یا ایجاد استعداد بروز تشنج در افراد می‌باشد (۳). حتی قرار گرفتن بعضی از سلول‌های محیط کشت در معرض میدانهای مغناطیسی (۲mt ،۵۰Hz) باعث افزایش غلظت درون سلولی آدنوزین مونوفسفات حلقوی (cAMP) شده است (۴). همچنین گزارش شده است که قرار گرفتن در معرض میدانهای مغناطیسی مختلف، باعث تغییراتی در روند تولید هورمون‌های جنسی و اسپرماتوژنز و تعداد سلول‌های ژرمینال می‌شود (۵-۷). اگر چه تحقیقاتی نیز نشان‌دهنده اثرات میدانهای مغناطیسی بر فرایندهای مربوط به تقسیم سلولی و همانندسازی کروموزوم‌ها و حتی افزایش فرکانس جهش ژنی می‌باشند (۸). اما تحقیقات دیگران نتایج متفاوتی داشته و بر عدم تأثیر میدانهای مغناطیسی بر نسبت تولید DNA، RNA و یا فرکانس تبادل کروماتید خواهری و یا طول مراحل تقسیم سلولی دلالت دارند (۹-۱۱).

با توجه به این که بشر امروزی در معرض میدانهای مغناطیسی متعددی ناشی از خطوط انتقال نیرو، ابزارهای پزشکی مولد میدان مغناطیسی، وسایل الکتریکی صنعتی و خانگی قرار دارد، بنابراین اهمیت دارد که احتمال بروز عوارض مختلف در انسان از جمله احتمال بروز تشنج در اثر استفاده از میدانهای مغناطیسی متفاوت در زندگی روزمره مورد تحقیق قرار گیرد و شبهات ناشی از آن برطرف گردد یا در صورت لزوم در کیفیت استفاده از آن برای بهبود در زندگی تغییر ایجاد شود.

مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریکی متناوب بر حملات تشنجی فراخوانده با پنتیلن تترازول در رت نژاد ویستار انجام شد.

## روش بررسی

در این مطالعه نوع تجربی از رت‌های نژاد ویستار[1] با سن ۳ ماه و وزن ۲۵۰-۳۰۰ گرم استفاده شد. از نمونه‌ها در دمای ۲۲درجه سانتیگراد و شرایط ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی در قفسهایی از جنس پلکسی‌گلاس نگهداری شد. تغذیه رت‌ها از غذای فشرده و آب معمولی بود. جهت یکسان‌سازی جمعیت رت‌های ماده مورد مطالعه و حذف نمونه‌هایی که اختلاف قابل توجهی در واکنش‌پذیری و رفتار جستجوگری با گروه تجربی دارند، از روش اوپن فیلد[2] و در رت‌های نر از آزمون مرحله‌ای پنتیلن تترازول (PTZ) استفاده شد (۶).

در این تحقیق برای تولید میدان مغناطیسی، دستگاه مولد میدان مغناطیسی شامل لوله‌ای از جنس PVC به قطر ۱۶ و طول ۶۰ سانتیمتر با ۲۸۸۰ دور سیم به دور آن و یک آمپرسنج و کلید قطع و وصل برق ورودی طراحی و ساخته شد (۱۲).

در تمام مراحل آزمون (قبل و بعد از آزمایشات)، میدان مغناطیسی ایجادشده، توسط تسلامتر اندازه‌گیری شد تا از ثبات میدان مورد نظر اطمینان حاصل شود.

لازم به ذکر است دستگاه مذکور با کمک و نظارت اساتید آزمایشگاه فیزیک حالت جامد دانشگاه فردوسی طراحی و ساخته شد. آزمایشات در سه مرحله بر روی رت‌ها انجام شد.

در مرحله اول ۹ رت ماده در سه گروه سه‌تایی شاهد، تجربی ۱ و تجربی ۲ به مدت یک هفته روزانه نیم ساعت برای عادت به محیط جدید، درون دستگاه (خاموش و بدون وجود

1 Wistar
2 Open Field



Archive of SID
www.SID.ir

میدان مغناطیسی) قرار گرفتند؛ سپس به کلیه رت‌ها اجازه آمیزش داده شد و پس از مشاهده پلاک‌های واژنی در آن روز به عنوان روز صفر حاملگی محسوب شد و رت‌های آمیزش‌یافته به قفسهای جداگانه منتقل شدند. در دوران بارداری گروه شاهد روزانه به مدت نیم ساعت درون دستگاه بدون میدان و گروههای تجربی با شدت میدان مغناطیسی ۵ و ۱۰ میلی‌تسلا (mt) قرار گرفتند. تعداد فرزندان هر رت پس از زایمان شمارش گردید.

در مرحله دوم به ۶ رت ماده در گروههای دوتایی شاهد، تجربی ۱ و تجربی ۲ اجازه آمیزش داده شد. پس از زایمان، گروههای تجربی به همراه مادرشان روزانه نیم ساعت به مدت یک ماه در درون دستگاه با شدت میدان مغناطیسی 5mt و ۱۰mt قرار گرفتند.

در مورد گروه شاهد میدان مغناطیسی وجود نداشت. به منظور حذف اثرات هورمون‌های استروژن و پروژسترون و سیکل استروس بر حملات تشنجی القایی، فقط نوزادان نر در همه گروهها (پس از بلوغ) تحت آزمون مرحله‌ای PTZ قرار گرفتند.

در مرحله سوم دو نوع آزمایش حاد و مزمن بر روی رت‌های نر بالغ (سه ماهگی) انجام شد. در آزمایش حاد دو گروه ۱۴ تایی رت نر همسان در گروههای تجربی ۱ و ۲ در معرض میدان مغناطیسی 5mt و ۱۰mt، یک بار تحت آزمون مرحله‌ای PTZ واقع شدند و نتیجه آزمایش با گروه شاهد مقایسه شد.

در آزمایش مزمن یک گروه ده‌تایی رت نر به مدت ۵ هفته (نیم ساعت در روز، ۴ روز در هفته) در معرض میدان مغناطیسی 5mt قرار گرفتند. سپس در خارج دستگاه، آزمون مرحله‌ای PTZ روی آنها انجام شد و نتیجه با گروه شاهد مقایسه گردید. گروههای شاهد به منظور آشنایی با دستگاه، ده روز قبل از آزمایش روزانه نیم ساعت درون دستگاه قرار می‌گرفتند.

در این تحقیق برای انجام آزمون مرحله‌ای PTZ در رت، هر ۱۵ دقیقه یک بار PTZ ۲۵ mg/kg به صورت داخل صفاقی تزریق شد و جهت بررسی حساسیت حیوان به PTZ دوره‌های تأخیری (LP)[1] یعنی زمان شروع هر مرحله پس از تزریق PTZ، کنترل شد.

تزریقات بعدی PTZ در صورت عدم بروز حملات تونیک-کلونیک جنرالیزه (مرحله ۴) با همان دوز تکرار شد (تنها تا ۳ تزریق)؛ مگر این که در یکی از دفعات تزریق، تشنجات مذکور دیده می‌شد؛ یعنی حیوان مقاومی که هر سه تزریق را دریافت می‌کرد، در واقع ۷۵mg/kg پنتیلن تترازول دریافت کرده بود.

مدت زمانی که رفتار حیوانات مورد آزمایش ثبت می‌شد، برابر ۶۰ دقیقه پس از اولین ترزیق PTZ بود و بعد از این مدت رت‌ها به حیوانخانه باز گردانده می‌شدند (۱۳).

جدول ۱ چگونگی ارزیابی مراحل تشنجی و مشخصات رفتاری هر مرحله را که در این تحقیق استفاده شده، نشان می‌دهد. برای دسته‌بندی رت‌ها پس از تعیین متغیرهای رفتاری از برنامه نرم افزاری بیومکو استفاده شد.

در تمام مراحل آزمایش و کار با حیوانات، اصول اخلاقی پیشنهاد شده توسط انجمن حمایت از حیوانات ایران رعایت شد.

محاسبات آماری جهت مقایسه بین داده‌ها در گروههای مورد بررسی در برنامه نرم‌افزاری رایانه‌ای Instat از طریق آزمون آنالیز ANOVA و Tukey انجام شد و مقادیر $P\leq ۰/۰۵$ از نظر آماری معنی‌دار در نظر گرفته شد.

**جدول ۱- مراحل تشنجی و مشخصات رفتاری هر مرحله طی سه مرحله تزریقات PTZ**

| مرحله | مشخصات رفتاری |
|---|---|
| صفر | رفتارهای عادی |
| نیم | افزایش یا کاهش تحرک، شستشوی صورت و بدن (Grooming) |
| یک | تشنجات منفرد میوکلونیک سر |
| دو | تشنجات سر با تکرار بیشتر همراه با تکانهای اندام جلوی (حملات کوچک) |
| سه | تشنج کل بدن و اندام حرکتی قدامی (معمولاً دست‌ها کمی از تکیه‌گاه بلند می‌شوند)- تکان سگی |
| چهار | تشنجات تونیک- کلونیک فراگیردر کل بدن- حالت کانگورویی همراه با کلونوس مکرر دست‌ها- خمیدگی دم به بالا (حملات بزرگ) |
| پنج | چرخش و پرشهای مکرر حیوان و افتادن به پهلو |
| شش | مرگ در اثر شدت حملات |

[1] Latent Period



Archive of SID

www.SID.ir

## یافته‌ها

در آزمایش اول، میدان الکتریکی هیچ تأثیری بر روی دوره‌های تأخیری مراحل رفتاری حاصل از آزمون مرحله‌ای PTZ به جز مرحله چهارم ($LP_4$) نشان نداد ($P<0/05$). $LP_4$ در گروه تجربی ۱ در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P\leq 0/0125$)، (جدول ۲)؛ همچنین در آزمایش دوم مقایسه بین گروههای تجربی و شاهد نشان داد که میدان مغناطیسی در دوره نوزادی رت، تأثیری بر هیچ کدام از دوره‌های تأخیری حملات تشنجی فراخوانده شده با PTZ ندارد ($P<0/05$)، (جدول ۳).

بین رت‌های گروههای تجربی ۱ و ۲ که به صورت حاد و مزمن در معرض میدان مغناطیسی قرار گرفته بودند، در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت . (جدولهای ۴ و ۵).

**جدول۲- میانگین و خطای انحراف از میانگین دوره‌های تأخیری مراحل مختلف تشنج بر حسب دقیقه گروههای تجربی در دوران جنینی تحت تأثیر میدان مغناطیسی قرار گرفته‌اند.**

| گروه | $LP_1$ | $LP_2$ | $LP_3$ | $LP_4$ | $LP_5$ |
|---|---|---|---|---|---|
| شاهد (n =۱۲) | ۲۰±۱/۷۶ | ۲۰/۲۵±۱/۸۸ | ۲۰/۵±۱/۸۷ | ۲۰/۵±۱/۸۷ | فاقد این مرحله |
| تجربی ۱ (n =۱۷) (۵ mt) | ۲۲/۷۶± ۱/۷۱ | ۲۴/۵۳± ۱/۷۴ | ۲۵/۵۳± ۱/۷۲ | ۲۷/۲۴±۱/۶۵* | فاقد این مرحله |
| تجربی ۲ (n =۱۱) (۱۰ mt) | ۲۱/۲۷±۲/۸۲ | ۲۳/۱۸±۲/۸۵ | ۲۴/۲۷±۲/۳۶ | ۲۵/۳۶±۲/۴۲ | فاقد این مرحله |

*اختلاف معنی‌دار با گروه شاهد (P=۰/۰۱۲۵)  LP = دوره تأخیری، n = تعداد رت‌های هر گروه

**جدول ۳- میانگین و خطای انحراف از میانگین دوره‌های تأخیری مراحل مختلف تشنج بر حسب دقیقه گروههای تجربی از لحظه تولد به مدت یک ماه روزانه نیم ساعت در معرض میدان مغناطیسی قرار گرفته‌اند.**

| گروه | $LP_1$ | $LP_2$ | $LP_3$ | $LP_4$ | $LP_5$ |
|---|---|---|---|---|---|
| شاهد (n =۸) | ۱۷±۰ | ۱۷/۱۳±۰/۱۳ | ۱۹/۱۳±۱/۸۵ | ۲۱/۲۵±۲/۶۹ | فاقد این مرحله |
| تجربی ۱ (n =۱۰) (۵ mt) | ۱۷±۰ | ۱۷±۰ | ۱۷/۲±۰/۱۳ | ۱۷/۲±۰/۱۳ | ۱۷/۵±۰/۵ |
| تجربی ۲ (n =۹) (۱۰ mt) | ۱۷/۸۹±۰/۵۶ | ۱۷/۸۹±۰/۵۶ | ۱۸±۰/۵۵ | ۱۸±۰/۵۵ | فاقد این مرحله |

LP = دوره تأخیری، n = تعداد رت‌های هر گروه

**جدول ۴- میانگین و خطای انحراف از میانگین دوره‌های تأخیری مراحل مختلف تشنج بر حسب دقیقه گروههای تجربی، رت‌های نر بالغی هستند که در معرض میدان مغناطیسی تحت آزمون مرحله‌ای PTZ قرار گرفته‌اند.**

| گروه | $LP_1$ | $LP_2$ | $LP_3$ | $LP_4$ | $LP_5$ |
|---|---|---|---|---|---|
| شاهد | ۱۳/۷۶±۱/۶۵ | ۱۶/۵۲±۰/۷۳ | ۱۷/۷۹±۰/۲۹ | ۱۷/۹±۰/۳ | ۱۹/۳۳±۱/۳۳ |
| تجربی ۱ (n=۷) (۵ mt) | ۱۳/۷۱±۱/۸۷ | ۱۵/۲۱±۲/۰۴ | ۱۶/۷۱±۱/۸۲ | ۱۸/۲۸±۱/۵۱ | ۲۴±۳/۳۶ |
| تجربی ۲ (n=۷) (۱۰ mt) | ۱۳/۶±۱/۵۶ | ۱۶/۹۳±۰/۹۳ | ۱۷/۹۳±۰/۴ | ۱۸/۰۷±۰/۴ | ۱۹±۱ |

LP = دوره تأخیری، n = تعداد رت‌های هر گروه

**جدول ۵- میانگین و خطای انحراف از میانگین دوره‌های تأخیری مراحل مختلف تشنج بر حسب دقیقه گروههای تجربی رت‌های نر بالغی هستند که به مدت یک ماه تحت تأثیر میدان مغناطیسی قرار گرفته‌اند.**

| گروه | $LP_1$ | $LP_2$ | $LP_3$ | $LP_4$ | $LP_5$ |
|---|---|---|---|---|---|
| شاهد | ۱۵±۱/۵۴ | ۱۷/۷±۰/۵۶ | ۱۷/۸±۰/۵۷ | ۱۷/۹±۰/۵۵ | ۱۸±۱ |
| تجربی (n=۱۰) (۵ mt) | ۱۶/۶±۰/۳۱ | ۱۸/۵±۱/۵ | ۱۸/۶±۱/۴۹ | ۱۹/۴±۱/۴۳ | ۱۹/۳۳±۰/۸۱ |

LP = دوره تأخیری n = تعداد رت‌های هر گروه



Archive of SID

www.SID.ir

## بحث و نتیجه‌گیری

گسترش زندگی شهر نشینی و پیدایش دستگاهها و ابزارهای مولد میدانهای مغناطیسی، توجه محققین را به آثار میدانهای مغناطیسی بر روی موجودات زنده به خود جلب نموده و تحقیقات گسترده‌ای نیز برای بررسی آثار میدان مغناطیسی بر روی سیستم عصبی انجام شده است.

در مدل‌های تجربی صرع، از روشهایی استفاده می‌شود که قادر به ایجاد حمله‌های تشنجی با بیشترین شباهت به موارد کلینیکی باشد. یکی از روشهای متداول، آزمون مرحله‌ای PTZ است.

در مورد روش ایجاد حملات صرعی شکل به کمک تزریقات سه مرحله‌ای لازم به ذکر است که تزریقات مذکور با دوزهای زیر آستانه‌ای انجام شد و بتدریج سطح ماده تشنجزا در خون به بالاترین حد می‌رسید و به این ترتیب هر رت بسته به میزان حساسیت مغز خود به PTZ (که باعث مهار مکانیسم گابا ارژیک شده) پاسخ می‌داد؛ بنابراین با هر تزریق که در صورت لزوم تا رسیدن به تشنجات فراگیر (تونیک- کلونیک) تکرار می‌شد، درجات مختلفی از حملات مشابه انواع متفاوت حملات تشنجی انسانی در اختیار بود. به عنوان مثال، مراحل ۱ و ۲ شباهت زیادی به صرع آبسانس یا پارشیال داشتند و مراحل ۴ و ۵ بسیار مشابه صرع عمومی انسانی بودند.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که قرار گرفتن کوتاه‌مدت در معرض میدان مغناطیسی ۵۰ هرتز (Hz) با شدتهای ۵ mt و ۱۰ mt در دوران جنینی، نوزادی و بعد از بلوغ تأثیر معنی‌داری در تشنج‌زایی، افزایش شدت تشنج و استعداد بروز تشنج ندارد و تنها در بعضی موارد باعث کاهش معنی‌داری در شروع دوره تأخیری تشنج می‌گردد. همچنین میدان مغناطیسی در دوران بارداری رت‌ها بر روی تعداد نوزادان متولد شده، تأثیری ندارد.

Tyvin گزارش کرد که پس از تزریقات میکرولیتری پنی‌سیلین به هیپوکامپ یا قشر حسی حرکتی خرگوش و ایجاد کانونهای فعالیت همزمان، این کانونها در میدان مغناطیسی ثابت، تخلیه‌های شبه صرع شدیدتری نشان می‌دهند (۱۴). این محقق در مطالعه خود با همکاری 'Gusel نشان داد که تزریق عوامل ضد هیپوکسی مثل هیدروکسی بوتیرات سدیم در معرض میدان مغناطیسی، شدت حملات را افزایش نخواهد داد و میدان مغناطیسی، هیپوکسی جزئی را در بافتها القا می‌کند و به وسیله آن فراخوانی در کانونهای صرع‌زا افزایش می‌یابد (۱۵).

در تحقیق Karlov و همکاران، مشخص شد که میدانهای مغناطیسی در بیماران تشنجی، باعث تغییر در فعالیت بیوالکتریک مغز می‌شود و فعالیت کانونهای صرعی را تشدید می‌کند (۲).

در تحقیقات پایه‌ای دیگری نشان داده شد که میدانهای مغناطیسی با شدتی خاص، قابلیت هدایت الکتریکی غشای سلول‌های لکوسیت در محیط کشت را کاهش می‌دهند (۱۶) و یا خصوصیات بیوفیزیکی، ساختاری، سیالیت و حتی اسکلت سلولی تغییر قابل توجهی می‌کند (۱۸،۱۷). از طرفی Harrison در پی تلاش برای نشان‌دادن تأثیر میدان مغناطیسی ۶۰Hz با شدت ۲mt به مدت ۴۸ ساعت بر روی بیان ژنی خطوط (لاین) خاصی از سلول‌های انسانی، به نتایج معنی‌داری دست نیافت (۱۹). اگر چه بر اساس برخی تحقیقات، میدانهای مغناطیسی قادر به ایجاد اختلالات شکلی در جنین جوجه‌های در حال نمو می‌باشند (۷) و با این که میدان مغناطیسی با شدت ۰/۷mt باعث کاهش فعالیت ویژه آدنوزین دآمیناز می‌گردد (۲۰)، ولی در تحقیقی که نتایج آن توسط Sienkiewicz و همکاران گزارش شد، قرارگرفتن در معرض میدانهای مغناطیسی ۵۰ Hz با شدت ۲۰mt در دوران پیش از تولد، هیچ‌گونه آسیب عمده‌ای را در دوران پس از تولد و یا رفتار آنها ایجاد نمی‌نماید (۱۸).

در تحقیقات وسیعی که توسط Lai و Carino، انجام شد، مشخص گردید که فعالیت نورون‌های کولینرژیک قشر پیشانی و هیپوکامپ رت در معرض میدان مغناطیسی ۶۰ Hz و شدت ۲mt کاهش معنی‌دار داشته و این کاهش توسط تزریقات آنتاگونیست‌های اپیوئیدی مو و دلتا بلوک می‌شود و نکته جالب این که در شدتهای کمتر از ۲ mt، اثر مذکور در کاهش فعالیت نرون‌ها بسته به زمان مجاورت با میدان بوده است (۲۱،۲۰).

در تحقیقی دیگر که بر روی رت‌های تشنجی کیندل‌شده به



Archive of SID

www.SID.ir

روش الکتریکی در معرض میدان مغناطیسی ۵۰ Hz و ۶۰ Hz با شدت ۱۰۰ میکروتسلا انجام شد، گزارش گردید که میدان مذکور اثرات مهاری را بر روی بعضی شاخصهای حمله مدل کیندلینگ ایجاد می‌کند (۲۲،۱۲).

تحقیقات مشابهی که در این زمینه انجام شده است، گاهی آثار تشدیدکننده و گاهی آثار کاهش شدت حملات و یا فقدان اثر میدان مغناطیسی بر حملات تشنجی را نشان می‌دهد. می‌توان علت اختلاف نتیجه تحقیق حاضر را با بعضی از تحقیقات انجام شده در موارد ذیل دانست:

با توجه به این که تجربیات گذشته، تأثیر امواج الکترومغناطیسی بر نفوذپذیری یون‌ها را تایید نموده و کانال‌های غشایی نورون‌ها باردار و پروتئینی هستند. شکی نیست که بر وضعیت الکتریکی و نفوذپذیری آنها تأثیر خواهند گذاشت. اما از آنجا که روش القای تشنج به کار رفته در این تحقیق، باعث حملات تشنجی تونیک کلونیک بسیار پرقدرتی می‌شود، طبیعی است که مقادیری از امواج نتوانسته‌اند در تشنجات تغییر ایجاد کنند. احتمالاً تغییرات مشاهده‌شده در ثبت الکتریکی امواج مغزی به وسیله سایر محققین آنقدر شدید نبوده که بتواند تغییر رفتاری ایجاد کند.

اساس تحقیق حاضر مشاهده رفتاری حیوان بوده نه ثبت امواج الکتریکی مغز و کاربرد نوع و شدت میدان مغناطیسی و نیز شرایط و نوع حیوان آزمایشگاهی متفاوت می‌تواند باعث تفاوت در نتایج گردد.

بنابراین با توجه به نتایج تحقیق حاضر و تحقیقات متعددی که در این زمینه انجام شده، تصور می‌شود که قرار گرفتن در معرض میدان مغناطیسی ۵۰ Hz با شدتهای ۵mt و ۱۰mt نمی‌تواند در کوتاه مدت (نیم ساعت در روز) در دوران جنینی، نوزادی و بعد از بلوغ تغییری موقت یا پایدار قابل مشاهده در رفتار افراد سالم (جهت بروز تشنج و یا ایجاد استعداد بروز تشنج) و یا صرعی (در جهت افزایش شدت تشنجات) ایجاد نماید.

پیشنهاد می‌شود نتایج حاصل از نظر میدانهای مغناطیسی موجود در محدوده کابل‌های فشار قوی و یا محل استقرار دستگاههای مولد میدانها باید با دقت بیشتری مورد بررسی قرار گیرد.

## منابع:


1- Rosenzweig MR, Breedlove SM, Leiman AL. Biological Psychology, an introduction to behavioral, cognitive, and clinical neuroscience. 3rd ed. USA: Sinauer Associates Publications; 2002. p. 83.

2- Karlov VA, Selitskii GV, Sorokina ND. The action of a magnetic field on the bioelectrical activity of the brain in healthy subjects and epilepsy patients. Zh Nevropatol Psikhiatr Im S S Korsakova. 1996; 96 (2): 54-58.

3- Ossenkopp KP, Cain DP. Inhibitory effects of powerline-frequency (60-Hz) magnetic fields on pentylenetetrazol-induced seizures and mortality in rats. Behav Brain Res. 1991; 44 (2): 211-16.

4- Santini Maria T, Cametti C, Paradisi S, Straface E, Donelli G, Indovina Pietro L, et al. A 50 Hz sinusoidal magnetic field induces changes in the membrane electrical properties of K562 leukaemic cells. Bioelectrochemistry and Bioenergetics. 1995; 36 (1): 39-45.

5- Forgacs Z, Thuroczy G, Paksy K, Szabo LD. Effect of sinusoidal 50 Hz magnetic field on the testosterone production of mouse primary Leydig cell culture. Bioelectromagnetics. 1998; 19 (7): 429-31.

6- Furuya H, Aikawa H, Hagino T, Yoshida T, Sakabe K. Flow cytometric analysis of the effects of 50 Hz magnetic fields on mouse spermatogenesis. Nippon Eiseigaku Zasshi. 1998; 53(2): 420-25. Japanese.

7- Farrell JM, Litovitz TL, Penafiel M, Montrose CJ, Doinov P, Barber M, et al. The effect of pulsed and sinusoidal magnetic fields on the morphology of developing chick embryos. Bioelectromagnetics. 1997; 18 (6): 431-38.

8- Zwingelberg R, Obe G, Rosenthal M, Mevissen M, Buntenkotter S, Loscher W. Exposure of rats to a 50-Hz, 30-mT magnetic field influences neither the frequencies of sister-chromatid exchanges nor proliferation characteristics of cultured peripheral lymphocytes. Mutat Res. 1993 May;302(1):39-44.

9- Cridland NA, Haylock RG, Saunders RD. 50 Hz magnetic field exposure alters onset of S-phase in normal human fibroblasts. Bioelectromagnetics. 1999; 20 (7): 446-52.




Archive of SID

www.SID.ir

10- Cridland NA, Sabour NR, Saunders RD. Effects of 50 Hz magnetic field exposure on the rate of RNA synthesis by normal human fibroblasts. Int J Radiat Biol. 1999; 75 (5): 647-54.

11- Cridland NA, Cragg TA, Haylock RG, Saunders RD. Effects of 50 Hz magnetic field exposure on the rate of DNA synthesis by normal human fibroblasts. Int J Radiat Biol. 1996; 69 (4): 503-11.

12- Paradisi S, Donelli G, Santini MT, Straface E, Malorni W. A 50-Hz magnetic field induces structural and biophysical changes in membranes. Bioelectromagnetics. 1993; 14 (3): 247-55.

۱۳- رحمتی‌زاده ح. محاسبه و سیم پیچی موتورهای الکتریکی. تهران: انتشارات نیلوفر؛ ۱۳۶۲.

14- Tyvin LI. Effect of a constant magnetic field on the bioelectric activity of epileptogenic foci in the rabbit brain. Kosm Biol Aviakosm Med. 1984; 18 (3): 71-75.

15- Tyvin LI, Gusel' VA. Combined effect of a magnetic field and anti-hypoxic agents on epileptogenic foci in the rabbit hippocampus. Biull Eksp Biol Med. 1983; 96 (9): 29-31.

16- Santoro N, Lisi A, Pozzi D, Pasquali E, Serafino A, Grimaldi S. Effect of extremely low frequency (ELF) magnetic field exposure on morphological and biophysical properties of human lymphoid cell line (Raji). Biochim Biophys Acta. 1997; 1357 (3): 281-90.

17- Potschka H, Thun-Battersby S, Loscher W. Effect of low-intensity 50-Hz magnetic fields on kindling acquisition and fully kindled seizures in rats. Brain Res. 1998; 809 (2): 269-76.

18- Sienkiewicz ZJ, Robbins L, Haylock RG, Saunders RD. Effects of prenatal exposure to 50 Hz magnetic fields on development in mice: II. Postnatal development and behavior. Bioelectromagnetics. 1994; 15(4):363-75.

19- Harrison GH, Balcer-Kubiczek EK, Zhong-Ming Sh, McCready Welton A, Davis CC. Kinetics of gene expression following exposure to 60 Hz, 2 mt magnetic fields in three human cell lines. Bioelectrochemistry and Bioenergetics. 1997; 43(1): 1-6.

20- Lai H, Carino M. Intracerebroventricular injection of mu- and delta-opiate receptor antagonists block 60 Hz magnetic field-induced decreases in cholinergic activity in the frontal cortex and hippocampus of the rat. Bioelectromagnetics. 1998; 19 (7): 432-37.

21- Lai H, Carino M. 60 Hz magnetic fields and central cholinergic activity: effects of exposure intensity and duration. Bioelectromagnetics. 1999; 20 (5): 284-89.

22- Schimmelpfeng J, Dertinger H. Action of 50 Hz magnetic fields on cAMP content in SV40-3T3 cells: dependence on flux density and extracellular calcium. Bioelectrochmistry and Bioenergetics. 1997; 43 (1):51-54.

Archive of SID



www.SID.ir