Archive of SID

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره شانزدهم شماره ۵۱ فروردین و اردیبهشت سال ۱۳۸۵ (۲۹-۲۴)

بررسی تاثیر الکترومغناطیس بر سیستم ایمنی سلولی موش‌های نژاد BALB/c

عراز محمد میرابی (M.Sc.)*+ **ربابه رضائی‌پور** (Ph.D.)** **عقیل تبار ملاحسن**(M.Sc.)***
زرین شریف نیا (M.Sc.)**** **حامد اخروی** (M.Sc.)***** **شهرام فدائی**(Ph.D.)******
یداله محرابی (M.Sc.)******* **ابوالقاسم عجمی** (Ph.D.)********

چکیده

سابقه و هدف : تحقیقات حاکی از شیوع سرطان در افرادی است که در نزدیکی خطوط انتقال نیرو زندگی می‌کنند. بنابراین از اثرات میدان‌های الکترونیکی بر سلامت بشر نباید غافل ماند. هدف از این پژوهش بررسی تاثیر فرکانس‌های مختلف میدان مغناطیسی بر سیستم ایمنی ذاتی و اختصاصی (ایمنی با واسطه سلولی) می‌باشد تا با کسب آگاهی در این زمینه بتوان از اثرات این میدان‌ها برای اهداف درمانی، تقویت و یا حتی سرکوب سیستم ایمنی استفاده نمود.

مواد و روش‌ها : در این مطالعه از موش‌های ماده نژاد BALB/c استفاده شد. موش‌ها به ۱۰ گروه ۸تایی تقسیم شدند و به هر یک از موش‌ها (گروه مورد و شاهد) تعداد 10^8 گلبول قرمز (SRBC) در حجم ml ۰/۱ به دو طریق زیر جلدی و داخل جلدی (کف پا) تزریق شد و سپس گروه‌های مورد (۵ گروه) تحت تاثیر میدان‌های مغناطیسی با شدت ثابت ۰/۴ میلی تسلا ولی با فرکانس‌های متفاوت ۰ ، ۵ ، ۵۰ ، ۵۰۰ و ۵۰۰۰ هرتز به مدت ۶ روز متوالی، هر روز به مدت ۸ ساعت قرار گرفتند(هرگروه تحت یکی ازفرکانس‌ها) وگروه‌های شاهد درهمان شرایط ولی درخارج میدان مغناطیسی نگهداری شدند. سنجش ایمنی ذاتی و اختصاصی به ترتیب با تستNBT وDTH انجام گرفت. در روز هفتم، از موش‌های گروه‌هایی مورد و شاهد خون‌گیری شد و تستNBT به صورت کیفی و نیمه کمی انجام شد و برای انجام تست DTH در روز هفتم بار دیگر همان مقدار SRBC به کف پای موش‌ها(گروه‌های مورد و شاهد) تزریق گردید و بعد از۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت ضخامت کف پای موش‌ها به‌وسیله میکرومتر اندازه‌گیری وثبت گردید و با استفاده از آزمون‌آماری تی‌تست غیر وابسته تجزیه وتحلیل شد.

یافته‌ها : نتایج تست کیفی NBT درتمام گروه‌ها بجز گروهی که در فرکانس صفر میدان مغناطیسی قرار گرفته بودند اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های مورد و شاهد نشان داد. در بررسی NBT نیمه کمی در گروه‌های مورد در مواجهه با فرکانس‌های ۵ ، ۵۰ ، ۵۰۰ و ۵۰۰۰ هرتز نتایج دارای اختلاف معنی‌داری بود. نتایج حاصل از پاسخ DTH در گروه‌های مواجهه با فرکانس‌های ۰ ، ۵ و ۵۰ هرتز معنی‌دار نبوده اما در گروه‌های مواجهه با فرکانس‌های ۵۰۰ و ۵۰۰۰ هرتز در مقایسه با گروه کنترل در اندازه‌گیری ۲۴ ساعته به ترتیب اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ولی در اندازه‌گیری ۴۸ ساعت و ۷۲ ساعت اختلافی مشاهده نگردید.

استنتاج : از یافته‌های تحقیق نتیجه گرفته می‌شود که فرکانس‌های ۵ ، ۵۰ ، ۵۰۰ و ۵۰۰۰ هرتز پاسخ‌های ایمنی ذاتی را در موش‌های ماده نژاد BALB/c کاهش می‌دهد ولی ایمنی سلولی اختصاصی تغییری نمی‌کند.

واژه‌های کلیدی : الکترومغناطیس، فرکانس، ایمنی سلولی، NBT ، DTH

* کارشناس ارشد ایمنی شناسی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران
** گروه ایمنی‌شناسی، عضو هیأت علمی(استاد) دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
*** کارشناس ارشد ایمنی شناسی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
**** گروه فیزیک پزشکی، عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
***** کارشناس ارشد برق الکترونیک دانشگاه صنعت شریف
****** گروه بهداشت و آمار، عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
******* متخصص ایمنولوژی، عضو هیأت علمی (دانشیار) دانشگاه علوم پزشکی مازندران
+ ساری ، بلوار حرر- دانشکده پزشکی

تاریخ دریافت : ۸۴/۱/۸ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات ۸۳/۴/۵ تاریخ تصویب ۸۴/۷/۲۷

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

نقش الکتریسیته در زندگی متمدن امروزی برای همه آشکار است ولی نباید از اثرات سوء آنها بر روی موجودات زنده غافل ماند. همه انسان‌ها به نوعی در معرض امواج الکترومغناطیس ازقبیل استفاده ازکامپیوتر، اجاق مایکروفر، تلفن همراه، خطوط انتقال نیرو (۱) و یا استفاده از دستگاه تشخیصی MRI (۲) قرار می‌گیرند. امواج حاصل از این میدان‌های ساخته شده دست بشر دائما در محل زندگی ما وجود دارد و در طول شبانه روز با این میدان‌ها به طرق مختلف مواجه می‌شویم. در وسایل الکتریکی مصرفی منازل میدان‌های مغناطیسی متفاوتی بسته به نوع دستگاه به وجود می‌آید که می‌تواند شدت آن‌ها بین ۰/۰۱-۱۰۰μT متغیر باشد(۱). اولین گزارش در مورد اثرات سوء میدان‌های الکترومغناطی توسط Werthimer انتشار یافت که حاکی از بالا بودن نسبت ابتلا به انواع مختلف سرطان‌ها در افرادی بود که در نزدیکی‌های خطوط انتقال نیرو زندگی می‌کردند(۱). محققین عقیده دارند که یکی از دلائل ایجاد سرطان توسط میدان‌های الکترومغناطیس ناشی از اختلال در سیستم ایمونولوژیک است(۳). در رابطه با اثر میدان‌های مغناطیسی برسیستم ایمنی گزارش‌های متناقضی وجود دارد. تحقیقات انجام شده با شدت ۲۲ میکروتسلاو فرکانس ۵۰ هرتز کاهش فعالیت سلول‌های فاگوسیتوزرا نشان می‌دهد(۴) و پژوهش‌های انجام شده با شدت ۰/۱ میلی‌تسلاو فرکانس ۶۰ هرتز افزایش انفجار تنفسی را گزارش کردند(۶) اما دیگر مطالعات با فرکانس ثابت ۶۰ هرتزوشدت میدان‌های متفاوت اختلاف معنی‌داری را از نظر پاسخ DTH مشاهده نکردند(۹) از طرفی دیگر محققان با فرکانس ۶۰ هرتز و شدت میدان‌های ۲،۲۰،۲۰۰ و ۲۰۰۰ میکروتسلاکاهش معنی‌داری را در تعداد سلول‌هایT گزارش نمودند(۱۱). با توجه به این‌که اکثر تحقیقات مطالعه شده با فرکانس ثابت و شدت میدان‌های مغناطیسی متفاوت صورت‌گرفته(۱۱،۹) لذا در این تحقیق اثر فرکانس‌های مختلف میدان مغناطیسی (با شدت ثابت ۰/۴ میلی‌تسلا) بر سیستم ایمنی ذاتی (فاگوسیتوزیس) و ایمنی باواسطه سلولی (پاسخDTH) در موش‌های ماده نژاد BALB/c مورد مطالعه قرار گرفت تا با کسب آگاهی در این زمینه شاید بتوان از اثرات این میدان‌ها برای اهداف درمانی و تقویت و یا حتی سرکوب سیستم ایمنی بهره جست.

مواد و روش‌ها

بررسی حاضریک پژوهش تجربی در دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران می‌باشد. در این مطالعه (۸۲-۱۳۸۱) از موش‌های ماده نژاد BALB/c به وزن تقریبی۲۲- ۱۸گرم استفاده شد. تعداد نمونه ۸۰ سر موش است که به ۱۰ گروه ۸ تائی تقسیم شدند (هرگروه مورد و شاهد ۸ سرموش). جهت تحریک سیستم ایمنی از SRBC[1] به عنوان آنتی‌ژن استفاده گردید و جهت پاسخ‌دهی بهترآنتی‌ژن، به دوصورت زیرجلدی (نزدیک ابتدای دم موش) و داخل جلدی (کف پا) وبه تعداد 10^8 درحجم ۰/۱ سی‌سیSRBC به هریک ازموش‌ها (هر دو گروه مورد و شاهد) تزریق شد. سپس گروه‌های مورد (درپنج گروه) هرکدام به ترتیب تحت تاثیر فرکانس‌های ۰، ۵، ۵۰، ۵۰۰ و۵۰۰۰ هرتزمیدان مغناطیسی با شدت ثابت ۰/۴ میلی‌تسلا به مدت۶ روز متوالی، هر روز به مدت ۸ ساعت قرار گرفتند. موش‌های گروه شاهد از هر نظر با موش‌های گروه مورد یکسان بودند و تنها تفاوت آنها عدم مواجهه با فرکانس‌های میدان مغناطیسی بود.

1. Sheep Red Blood Ceel

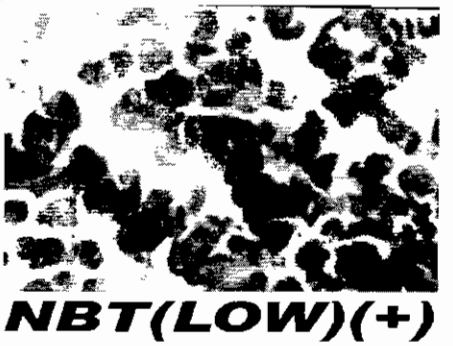
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

www.SID.ir

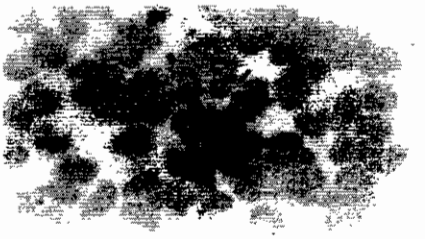
Archive of SID

جهت بررسی ایمنی سلولی از دو روش NBT (برای سنجش ایمنی سلولی ذاتی یا فاگوسیتوزیس) و DTH (برای سنجش ایمنی سلولی اختصاصی) استفاده گردید.

جهت بررسی فعالیت ایمنی فاگوسیتوزیس، در روز هفتم (بعد از پایان مواجهه) از عروق موجود در گوشه داخلی چشم موش در هر دو گروه مورد و شاهد به وسیله پیپت پاستور استریل خون‌گیری شده و با ماده ضد انعقاد EDTA به نسبت 1mg/mL مخلوط و فعالیت فاگوسیتوزیس به‌وسیله تست NBT به دو صورت کیفی و نیمه‌کمی بررسی شد. بررسی تست NBT توسط همکارانی انجام شد که از شاهد یا مورد بودن نمونه‌ها اطلاعی نداشتند (Blind). جهت انجام تست کیفی، ۳۰۰-۲۰۰ نوتروفیل شمارش شده و درصد NBT مثبت و منفی در آن‌ها تعیین گردید و جهت انجام تست نیمه کمی در نوتروفیل‌های با NBT مثبت، شدت آنها به سه گروه؛ کم(+۱)، متوسط (+۲) و شدید (+۳) تقسیم‌بندی شد. تصویر شماره ۱.



تصویر شماره ۱: NBT نیمه کمی(+۱)



تصویر شماره ۲: NBT نیمه کمی(+۲)



تصویر شماره ۳: NBT نیمه کمی(+۳)

جهت ارز یابی سنجش تست DTH در روز هفتم بار دیگر ۰/۱ سی‌سی SRBC به تعداد 10^8 گلبول قرمز به کف پای چپ تمام موش‌های مورد و شاهد و ۰/۱ سی‌سی PBS (به عنوان کنترل) به کف پای راست همه موش‌های شاهد و مورد تزریق شد. ضخامت کف پای چپ و راست همه موش‌ها بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت به وسیله دستگاه ضخامت سنج (میکرومتر) اندازه‌گیری و ثبت گردید. بدین ترتیب اختلاف ضخامت کف پای چپ از ضخامت کف پای راست موش‌های هر دو گروه مورد و شاهد به طور مجزا در زمان‌های مذکور محاسبه شده و اطلاعات به دست آمده به وسیله آزمون آماری تی‌تست غیر وابسته تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها

ارزیابی فعالیت فاگوسیتوزیس نوتروفیل‌ها با استفاده از تست NBT کیفی در گروهای مورد آزمایش نشان دادکه فرکانس‌های مختلف میدان مغناطیسی (با شدت ثابت ۰/۴ میلی‌تسلا) به جز در فرکانس صفر در بقیه فرکانس‌ها (۵۰۰، ۵۰، ۵ و ۵۰۰۰ هرتز) اختلاف معنی‌داری ($P<0/001$) با گروه شاهد دارد؛ جدول شماره ۱.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۱ : نتایج حاصل از تست NBT کیفی در فرکانس‌های مختلف میدان مغناطیسی

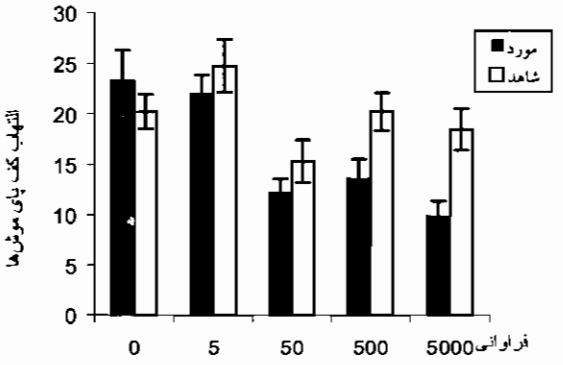
گروه / فرکانس (هرتز)	مورد میانگین ± انحراف‌معیار (تعداد)	شاهد میانگین ± انحراف‌معیار (تعداد)	P
صفر	۹۳/۱۱ ± ۱/۱۷ (۹)	۹۳/۸۰ ± ۲/۸۶ (۵)	/۵۳
۵	۸۸/۰۰ ± ۱/۷۷ (۸)	۹۲/۷۵ ± ۲/۷۶ (۸)	۰/۰۰۱
۵۰	۸۷/۵۶ ± ۲/۴۶ (۹)	۹۲/۵۷ ± ۲/۳۰ (۷)	۰/۰۰۱
۵۰۰	۸۷/۲۰ ± ۳/۰۱ (۱۰)	۹۱/۰۰ ± ۱/۹۱ (۷)	۰/۰۰۱
۵۰۰۰	۸۶/۶۷ ± ۲/۴۵ (۹)	۹۴/۱۳ ± ۱/۸۱ (۸)	۰/۰۰۱

بررسی NBT نیمه کمی با شدت‌های کم (+۱)، متوسط (+۲) و زیاد (+۳) نشان داد که در فرکانس‌های ۰ و۵ هرتز میدان مغناطیسی اثری روی شدت NBT نداشته اما درفرکانس‌های ۵۰، ۵۰۰ و ۵۰۰۰ هرتزاختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۰۱) بین نتایج تست NBT نیمه کمی در گروه موردو شاهد مشاهده شد، جدول شماره ۲. نتایج حاصل از بررسی NBT (کیفی و نیمه‌کمی) حاکی از تاثیر فرکانس‌های ۵۰، ۵۰۰ و۵۰۰۰ هرتز میدان مغناطیسی در جهت کاهش میزان و شدت انفجار تنفسی (ایمنی ذاتی سلولی یا فاگوسیتوزیس) بود.

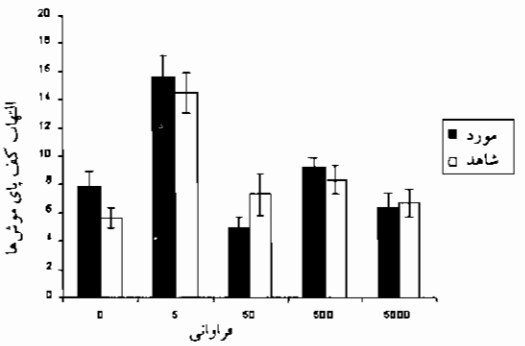
جدول شماره ۲ : نتایج حاصل از تست NBT نیمه کمی (+۳) در فرکانس‌های مختلف میدان مغناطیسی

گروه / فرکانس (هرتز)	مورد میانگین ± انحراف‌معیار (تعداد)	شاهد میانگین ± انحراف‌معیار (تعداد)	P
صفر	۵۱/۳۳±۳/۱۶ (۹)	۵۱/۶۰±۷/۵۴ (۵)	۰/۹۲۸
۵	۳۹/۰۰±۴/۲۴ (۸)	۴۱/۲۵± ۲/۰۵ (۸)	۰/۱۹۸
۵۰	۳۱/۵۶± ۴/۵۹ (۹)	۴۵/۲۹± ۶/۲۹ (۷)	۰/۰۰۱
۵۰۰	۳۸/۸۰± ۳/۱۶ (۱۰)	۴۸/۱۴± ۳/۶۳ (۷)	۰/۰۰۱
۵۰۰۰	۴۰/۸۹± ۴/۴۸ (۹)	۵۳/۰۰± ۳/۷۴ (۸)	۰/۰۰۱

ارزیابی پاسخ‌های با وا سطه سلولی (پاسخ DTH) گروه‌های مواجهه با فرکانس‌های ۰، ۵ و ۵۰ هرتز میدان مغناطیسی با شدت ثابت ۰/۴ میلی‌تسلا در اندازه‌گیری ضخامت کف پای موش BALB/c بعد از زمان‌های ۲۴،۴۸ و ۷۲ ساعته هیچگونه تفاوت معنی‌داری بین گروه مورد و شاهد نشان نداد در حالی که درگروه‌های مواجهه یافته با فرکانس‌های ۵۰۰ و ۵۰۰۰ هرتز میدان مغناطیسی دراندازه‌گیری ضخامت کف پای موش بعد از۲۴ ساعت کاهش معنی داری (به‌ترتیب با P<۰/۰۳۴ و P<۰/۰۰۴) در مقایسه با گروه شاهد نشان داد (نمودار شماره۱). و نیز در اندازه‌گیری ضخامت کف پا؛ بعد از ۴۸ و۷۲ ساعت پس از تزریق در این دو فرکانس هم هیچ‌گونه تغییری در مقایسه با گروه شاهد دیده نشد، (نمودارهای شماره ۲ و ۳).



نمودارشماره۱ : مقایسه میانگین التهاب کف‌پای موش درگروه مورد با کنترل درفرکانس‌های مختلف میدان مغناطیسی دراندازه‌گیری۲۴ ساعته

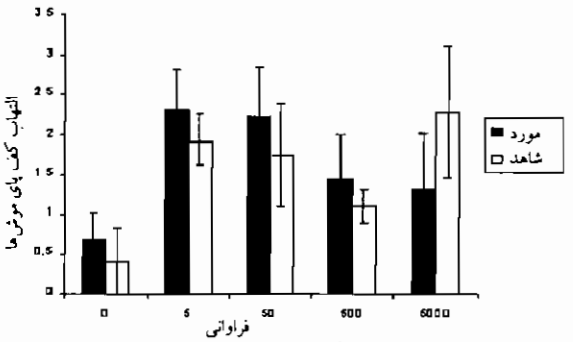


نمودار شماره ۲ : مقایسه میانگین التهاب کف پای موش درگروه مورد با کنترل درفرکانس‌های مختلف میدان مغناطیسی دراندازه‌گیری۴۸ ساعته

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

www.SID.ir

Archive of SID



نمودارشماره ۳ : مقایسه میانگین التهاب کف پای موش در گروه مورد با کنترل درفرکانس‌های مختلف میدان مغناطیسی دراندازه گیری ۷۲ ساعته

بحث

سنجش سیستم ایمنی طبیعی و اختصاصی دربررسی تأثیر فرکانس‌های مختلف میدان مغناطیسی به ترتیب به وسیله تست NBT و DTH مورد بررسی قرار گرفت. در سنجش ایمنی ذاتی به وسیله تست NBT در فرکانس صفر هرتز با شدت ثابت میدان مغناطیسی (۰/۴ میلی تسلا) اختلاف معنی‌داری در گروه مورد باگروه شاهد مشاهده نشد در صورتی که در فرکانس‌های ۵، ۵۰، ۵۰۰ و ۵۰۰۰ هرتز تستNBT کاهش معنی داری را نشان داد. Korneva نیز نشان داد که میدان‌های مغناطیسی با فرکانس ۵۰ هرتز فعالیت سلول‌های فاگوسیتوز کننده را کاهش می‌دهد(۴) هم‌چنین نتایج این مطالعه با نتایج مطالعات Gridland یکسان می‌باشد(۵) اما محققان دیگر نشان دادندکه میدان مغناطیسی با شدت ثابت ۰/۱ میلی تسلا وفرکانس ۶۰ هرتز با عث افزایش میزان انفجار تنفسی(NBT) می گردد(۶). مطالعات Simko و Noda نیز نشان دهنده افزایش انفجار تنفسی نوتروفیل‌ها در اثر مواجهه شدن با میدان مغناطیسی می‌باشد(۸،۷). یکسان نبودن شدت میدان مغناطیسی واستفاده از مدل حیوانی Rat وطول مدت مواجهه بامیدان مغناطیسی و یکسان نبودن فرکانس‌ها، ممکن است باعث این تفاوت گردیده باشد. در این مطالعه فرکانس‌های ۰، ۵ و ۵۰ هرتزمیدان مغناطیسی، تاثیری بر پاسخ‌های DTH سیستم ایمنی سلولی موش‌های ماده نژاد BALB/c نداشت اما فرکانس‌های ۵۰۰ و ۵۰۰۰ هرتز فقط پاسخ DTH را در زمان۲۴ ساعت کاهش داد. باتوجه به این که فعالیت‌های ایمنی ذاتی از قبیل حضور نوتروفیل‌ها وفعال شدن کمپلمان با عث افزایش التهاب در محل تزریق می‌شود و حضور لنفوسیت‌هاو منوسیت‌ها در محل تزریق (ایمنی سلولی اجتصاصی) ۷۲ - ۴۸ ساعت به طول می‌انجامد؛ می‌توان استنباط نمود که فرکانس‌های بالای میدان مغناطیسی، مکانیزم‌های التهاب‌زای ایمنی طبیعی از قبیل حضور نوتروفیل‌ها را تحت تاثیر قرار داده و آنها را تضعیف می‌کند ولی مکانیزم‌های اختصاصی ایمنی سلولی تغییری نمی‌کند. نتایج مطالعات Robert و Ikeda نیز همانند نتایج این مطالعه عدم تاثیر میدان مغناطیسی را روی ایمنی‌سلولی اختصاصی نشان داد(۱۰،۹).Tremblay در بررسی تأثیر میدان مغناطیسی برسیستم ایمنی اثرات کاهشی را بر روی تعداد سلول‌های CD4 وCD8گزارش کرده است(۱۱) و هم‌چنین کاهش ظرفیت سیتولیتیک لنفوسیت‌های تابش گرفته در خارج ار بدن در فرکانس ۶۰ هرتز نیز نشان داده شده است (۱۳،۱۲). در مطالعه‌ایی دیگر که شدت میدان مغناطیسی به‌کار رفته ۶۰ میلی‌تسلا بود متفاوت با نتایج این مطالعه افزایش پاسخ DTH گزارش شد(۱۴). بالا بودن شدت میدان (۶۰ میلی تسلا در مقابل ۰/۴ میلی تسلا) و متفاوت بودن زمان مواجهه و مدل حیوانی مختلف می‌توانند علت تفاوت نتایج با مطالعه حاضر باشد.

از نتایج فوق نتیجه گرفته می‌شود که فعالیت‌های نوتروفیل‌ها تحت تأثیر فرکانس‌های مختلف میدان مغناطیسی کاهش پیدا می‌کند و نتیجتاً سیستم فاگوسیتوزی نوتروفیل‌ها دچار اختلال می‌شود ولی فعالیت‌های اختصاصی ایمنی سلولی در مواجهه با فرکانس‌های مختلف میدان مغناطیسی تغییری نمی‌کند.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

1. Adam L, Metcalfe J, Hesketh R. Biological responses to electromagnetic fields. ***FASEB J.*** 1998; 12: 395-420.
2. Heine J, Scheinichen D,Jaeger K,Herzog T,Sumpelmann R. Effect of magnetic resonance imaging on human respiratory burst of neutrophils. 1999 Mar; 446(1): 15-7.
3. Lyle D, Wang X. Calcium uptake by leukemia and normal T-Lymphocytes exposed to low frequency magnetic fields. ***Biolectromagnetics.*** 1991; 12: 145-156.
4. Korneva H, Grigoriev V. Effects of low level 5OHz magnetic fields am level of host defens and on spleen colony formation ***Bioelectromagnetics.*** 999; 20: 57-63.
5. Gridland. etal. 50Hz magnetic field exposure alters onset of s-phase in normal human fibroblasts.***Bioelectromagnetics.*** 1999; 20:446-452.
6. Mevissen M, Haussler M, Szamel M, Emmendorffer A, Thun-Battersby S, Loscher W. complex effect of long-term 5OHz magnetic fields exposure. 1998; 19(4): 259-70.
7. Simko M, Droste S, Krichuber R, Weiss D. stimulation of phagocytosis and free radical priduction in murine macrophages by 50Hzelectromagnetic fields. ***Eur J cell Biol.*** 2001 Aug; 80(8): 562-6.
8. Noda Y, Mori A, Liburdy R, Packer L. Magnetic fields and lipoic acid influence the respiratory burst activated peritoneal neutrophils. ***pathophysiology.*** 2000 Jul; 7(2): 137-142.
9. Robert V, Helen V, James R, TIM R, Peter T, David L. Immune function and host defense in rodents exposed to 60Hz magnetic fields. 1996; 34: 228-239.
10. Ikeda K,Shinmura Y,Mizoe H.No effects of extremely low frequency magnetic field foind on cytotoxic activities and cytokine production of human peripheral blood mononuclear cells invitro. ***Bioelectromagnetics.***2003 Jan;24(1)21-31.
11. Trembly L, Mandeville R, Mercier G, Gagnon J,Houde M.diffrental modulation of natural and adaptive immunity in fisher Rats exposed for 6 weeks to 60 Hz linear sinusoidal continues-wave MF. ***Bioelectromagnetics.*** 1996; 17: 373-383.
12. Jasti AC, Wetzel BJ, Aviles H, Vesper DN, Nindel G, Johnson MT. effect of a Wond healing electromagnetic field on inflammatory cytokine gene expression in rats. ***Biomed Sci instrum.*** 2001; 37: 209-14.
13. lyle D,Ayotte RD,Sheppaed AR,Adey WR. Suppression of T-lymphocyte cytotoxicity following exposure to 60 Hz sinusoiedal electric fields.***Bioelectromagnetics.*** 1998; 9(3): 303-313.
14. Jankovic, Maric D, Ranin J, Veljic J. Magnetic fields Brain and immunity: effect on humoral and cell mediated immune responses. ***inter-J-neuroscience.*** 1991; 59(1-3): 25-43.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

www.SID.ir