اثرات امواج الکترومغناطیس موبایل بر تغییرات هیستومورفولوژیک و مورفومتریک اندام‌های لنفوئیدی در مدل موش سوری

علی لویی منفرد[1]*، سحر هامون نورد[2]

تاریخ دریافت 1393/10/28 تاریخ پذیرش 1393/12/28

چکیده

پیش‌زمینه و هدف: استفاده از تجهیزات الکترومغناطیسی ازجمله موبایل و ماکروویو سابقه طولانی در دنیا دارد. همچنین رشد قابل‌توجه استفاده از موبایل در سالیان اخیر، ضرورت مطالعه اثرات احتمالی آن بر روی سلامت بدن را دوچندان می‌کند. بنابراین در این تحقیق اثرات امواج موبایل بر ساختار اندام‌های لنفوئیدی موش سوری بررسی شد.

مواد و روش‌ها: تعداد ۳۰ سر موش سوری ماده بالغ سالم انتخاب و به دو گروه شاهد و تیمار تقسیم شدند. گروه تیمار در قفس‌های ویژه‌ای در معرض امواج الکترومغناطیسی موبایل با فرکانس ۹۱۵ مگاهرتز به مدت ۶۰ روز متوالی روزی دو ساعت قرار گرفتند. در پایان دوره آزمایش پس از انجام خون‌گیری، شمارش تام و تفریقی لوکوسیت‌های خون و اندازه‌گیری میزان سرمی IgG وIgA صورت گرفت. همچنین وزن طحال، تیموس و غده لنفی تعیین و مقاطع بافتی تهیه شد. نتایج با استفاده از آزمون تی آنالیز شد و $P<0.05$ سطح معنی‌دار تلقی شد.

یافته‌ها: در این تحقیق، هیچ‌گونه مرگ‌ومیری مشاهده نشد. در گروه تیمار، کاهش جمعیت سلول‌های طحالی در ناحیه زایگر وکورتکس فولیکول‌های طحالی، کاهش اندازه، تعداد و قطر فولیکول‌های لنفوئیدی و نیز کاهش معنی‌دار وزن مطلق و وزن نسبی طحال دیده شد. بعلاوه، در گروه تیمار کاهش شدید تیموسیت‌ها در کورتکس و مدولا و کاهش قطر مدیولا و کورتکس دیده شد. همچنین تحلیل فولیکول‌های لنفی در غدد لنفاوی و تخلیه سینوس‌های لنفی مشاهده شد. در گروه تیمار، افزایش معنی‌دار تعداد نوتروفیل و مونوسیت و مقادیر IgA و همچنین کاهش تعداد لنفوسیت دیده شد.

نتیجه‌گیری: قرار گرفتن در برابر امواج موبایل به‌عنوان یک فاکتور محرک می‌تواند موجب بروز تغییرات هیستومورفولوژیک و مورفومتریک در اندام‌های لنفوئیدی موش سوری گردد.

کلمات کلیدی: امواج الکترومغناطیس، موبایل، ارگان لنفاوی، هیستومورفولوژی، ایمونوگلبولین، موش

مجله پزشکی ارومیه، دوره بیست و ششم، شماره دوم، ص101-92، اردیبهشت 1394

آدرس مکاتبه: ایلام-خیابان پژوهش-دانشگاه ایلام- گروه علوم پایه-بخش بافت‌شناسی و آناتومی- تلفکس ۰۸۴۳۲۲۲۴۳۰۸

Email: alm722@gmail.com

مقدمه

بشر امروزی ناگزیر از به‌کارگیری فنّاوری‌های نوین من‌جمله تلفن همراه است. امواج الکترومغناطیس با فرکانس ۳۰۰ مگاهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز به‌طور روزانه در محیط اطراف ما وجود دارند. قرار گرفتن در معرض امواج الکترومغناطیسی علاوه بر تلفن همراه ممکن است به دلیل به‌کارگیری دستگاه‌ها و لوازم مختلف مورداستفاده در زندگی روزمره نظیر تلویزیون، رادیو، مایکروویو، نمایشگرهای کامپیوتری، لامپ‌های هالوژن و چاپگرها نیز صورت بگیرد (۱). قرارگیری در برابر این امواج ممکن است باعث بروز خطراتی در سیستم‌های بیولوژیکی گردد و سلامتی بافت‌ها را به مخاطره بیندازد. میدان‌های الکترومغناطیسی اثر گرمایی و غیر گرمایی ایجاد کرده که در هر دو صورت می‌توانند بر سطوح سلولی و مولکولی اثرات مخربی داشته باشد (۲). با گذشت سالیان متمادی هنوز اطلاعات جامع و کافی در مورد اثرات امواج الکترومغناطیس بر روی سیستم‌های بیولوژیک در دسترس نیست (۳).

[1] دانشیار علوم تشریحی، دانشگاه ایلام، گروه علوم پایه، بخش بافت شناسی و آناتومی، ایلام، ایران (نویسنده مسئول)

[2] کارشناس ارشد ایمنی شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، همدان، ایران

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-04-23]

بااین‌وجود در سال ۲۰۱۱، گروهی از متخصصین اتحادیه بین‌المللی سرطان‌شناسی[1] (IARC) توافق نمودند که امواج رادیوئی و مایکروویو را باید به‌عنوان کارسینوژن برای انسان در نظر گرفت (۴).

با توجه به جدید بودن مبحث استفاده از وسایل مرتبط با امواج الکترومغناطیسی، بررسی اثرات سوء احتمالی آن‌ها بر سلامت موجودات زنده ضروری به نظر می‌رسد. مطالعات قبلی حاکی از اثرات سوء امواج موبایل بر برخی از عملکردهای سیستم‌های بیولوژیکی هست. به‌عنوان‌مثال، ازجمله اثرات زیان‌بار امواج الکترومغناطیس بر سیستم‌های بدن می‌توان به ایجاد تغییرات قابل‌توجهی در سیستم عصبی مرکزی، سیستم قلبی-عروقی، فعالیت خون‌سازی، عملکرد جفت و رحم و ادراک پوست از طریق مکانیسم ایجاد فعالیت حرارتی اشاره کرد (۵، ۶). گزارش‌ها حاکی از تأثیرات غیرحرارتی مواجهه با امواج الکترومغناطیسی، از سال ۱۹۷۰ شروع‌شده و نتایج متفاوتی را در برداشته‌اند (۷، ۸). از طرفی میدان‌های الکترومغناطیسی به‌عنوان یک فاکتور استرس‌زا می‌توانند موجب تغییر در سطوح هورمونی شده و ساختار و عملکرد دستگاه‌های بدن ازجمله دستگاه تولیدمثل را تحت تأثیر قرار دهند، به‌طوری‌که گزارش شده است که امواج موبایل بر پاسخ ایمنی رت‌های آبستن و غیر آبستن تأثیرگذار می‌باشد (۹). طبق بررسی‌های انجام شده، با توجه به لوکالیزه شدن گرما و حساسیت بافت‌های بدن در برابر گرما، به نظر می‌رسد که سیستم مرکزی عصبی و عدسی چشم حساسیت بیشتری نسبت به این امواج از خود نشان دهند (۱۰). در ارتباط با اثر امواج موبایل بر روی سیستم لنفوئیدی مطالعات محدودی انجام شده است. بر اساس نتایج این مطالعات امواج الکترومغناطیسی می‌توانند موجب بروز تغییراتی در عملکرد سیستم ایمنی خصوصاً میزان فاگوسیتوز، تکثیر لنفوسیتی و تولید آنتی‌بادی گردد. همچنین در مطالعات مختلف نتایج مربوط به واکنش سیستم ایمنی در برابر امواج با توجه به روش آزمایشات، نوع حیوان و فرکانس امواج متفاوت می‌باشد (۱۱). نظر به اینکه اطلاعات جامع و کافی در مورد تأثیر احتمالی امواج الکترومغناطیسی موبایل بر روی ساختار بافتی و کارکرد سیستم ایمنی وجود ندارد، مطالعه حاضر صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

برای انجام این آزمایش از مرکز پرورش و نگهداری حیوانات آزمایشگاهی دانشکده پیرا دامپزشکی دانشگاه ایلام، تعداد ۳۰ سر موش سوری ماده بالغ سالم با سن تقریباً یکسان (۳/۵ ماه) و با وزن اولیه ۳۸-۳۳ گرم به‌طور تصادفی انتخاب شد. پس از فراهم کردن شرایط زیستی مناسب (۱۲ ساعت روشنایی، ۱۲ ساعت تاریکی، دمای ۲۴–۲۲ درجه سانتی‌گراد، آب و غذا به‌طور نامحدود) به مدت یک هفته به‌منظور عادت کردن به محیط، نگهداری شدند. حیوانات موردمطالعه در تمام طول حیات خود از رژیم غذایی یکسان محتوی پروتئین و چربی از طریق پلت خوراکی تجارتی مخصوص حیوانات آزمایشگاهی تغذیه شدند. سپس حیوانات به‌طور تصادفی به دو گروه مساوی (n=۱۵) تقسیم شدند. گروه تیمار در قفس‌های ویژه‌ای از جنس پلاستیک روشن به طول ۳۸ و عرض ۲۲ و ارتفاع ۱۶ سانتی‌متر نگهداری شدند. در ارتفاع ۸ سانتی‌متری از کف این قفس یک صفحه مشبک سیمی تعبیه گردید. موش‌های مورد آزمایش را روی توری قرار داده و در کف قفس چهار عدد گوشی تلفن همراه نوکیا ساخت کشور فنلاند به‌نحوی‌که نمایشگرهای آن‌ها به سمت بالا باشد، قرار داده شد. قفس‌های نگهداری موش‌ها درون جعبه آلومینیومی که تمام وجوه آن به‌جز یک وجه آن باز بود قرار داده شد تا امواج ساطع‌شده، خارج نشود. در گروه تیمار جهت ایجاد امواج، گوشی‌های تلفن در حالت مکالمه (talking mode) قرار داده شد و حیوانات به مدت ۶۰ روز متوالی (روزی دو ساعت) تحت تأثیر میدان الکترومغناطیسی با فرکانس ۹۱۵ مگاهرتز قرار گرفتند. حیوانات گروه شاهد در شرایط کاملاً مشابه گروه تیمار اما در مجاورت گوشی‌های تلفن روشن ولی بدون مکالمه (standby mode) قرار گرفتند. در طول دوره آزمایش همه حیوانات تحت بازدید روزانه قرار گرفته و هرگونه علائم بالینی غیرطبیعی و یا مرگ‌ومیر احتمالی در موش‌های گروه شاهد و تجربی بررسی و ثبت می‌شد.

جهت مطالعه شاخص‌های مورفومتریک مربوط به اندام‌های لنفوئیدی، یک روز پس از پایان آخرین روز آزمایش، موش‌ها وزن گیری، سپس توسط کلروفرم بی‌هوش و آنگاه تشریح شدند. اندام‌های لنفاوی از بدن خارج و متعاقب شستشو در سرم فیزیولوژی، به‌وسیله ترازوی الکترونیکی با دقت ۰/۰۰۱ گرم، وزن مطلق و نسبی آن‌ها تعیین گردید.

برای مطالعه بافت‌شناسی؛ در مورد همه گروه‌ها بلافاصله پس از خارج کردن اندام‌های لنفاوی نمونه‌های بافتی مربوط به طحال، تیموس و غده لنفوئیدی پیش‌رانی اخذ و جهت ثبوت در فرمالین ۱۰ درصد قرار داده شد. با استفاده از روش‌های متداول تهیه مقاطع بافتی، از نمونه‌ها برش‌هایی به ضخامت ۵ میکرون تهیه و مورد رنگ‌آمیزی H&E قرار گرفت سپس هرگونه تغییر بافتی ایجاد شده در هر ارگان مشاهده و ثبت شد. جهت مطالعه هیستومتری، از مقاطع رنگ‌آمیزی شده، به‌صورت تصادفی ۸ مقطع

[1] International Agency for Research on Cancer

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-04-23]

در نظر گرفته شد و از هر مقطع سه میدان دید انتخاب و به کمک فتومیکروسکوپ عکس‌برداری گردید. با استفاده از تصاویر به‌دست‌آمده، در هر میدان دید تعداد مگاکاریوسیت‌های طحالی در واحد سطح ($1.44\times10^4 \mu m^2$ tissue area)، ضخامت کپسول طحالی، قطر فولیکول‌های طحالی، ضخامت کپسول تیموس، قطر کورتکس تیموس، قطر مدولای تیموس، ضخامت کپسول غده لنفوئیدی و قطر فولیکول‌های غده لنفوئیدی در همه گروه‌ها به‌طور یکسان بر اساس روش پیشنهاد شده توسط Salbacak et al (۲۰۰۱) و روش اصلاح‌شده توسط Louei Monfared و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از نرم‌افزار Motic اندازه‌گیری و نتایج حاصله مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفت (۱۳ و ۱۲). بلافاصله پس از بیهوشی، با استفاده از سرنگ انسولین از طریق پانکسیون قلب از حیوانات خون‌گیری به عمل آمد. سپس برای جداسازی سرم، نمونه‌های خون با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. برخی فاکتورهای سرمی ازجمله ایمنوگلوبولین های سرمی IgA و IgG اندازه‌گیری شدند. همچنین شمارش تفریقی گلبول‌های سفید خون محیطی با استفاده از دستگاه سل کانتر (Sysmex مدل KX21 ساخت ژاپن) انجام شد.

برای تجزیه‌وتحلیل نتایج مؤلفه‌های کمی مربوط به تشریح و هیستومتری؛ پس‌ازآنکه داده‌ها ازنظر آزمون تطابق با توزیع نظری بررسی شدند و مشخص گردید که دارای توزیع نرمال هستند از آزمون تی با دو نمونه مستقل (independent two-sample t-test) برای مقایسه وجود اختلاف معنی‌دار بین مشخصه‌های مختلف استفاده شد. داده‌ها به شکل میانگین و خطای معیار نشان داده شده و سطح معنی‌دار آن‌ها در حد $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

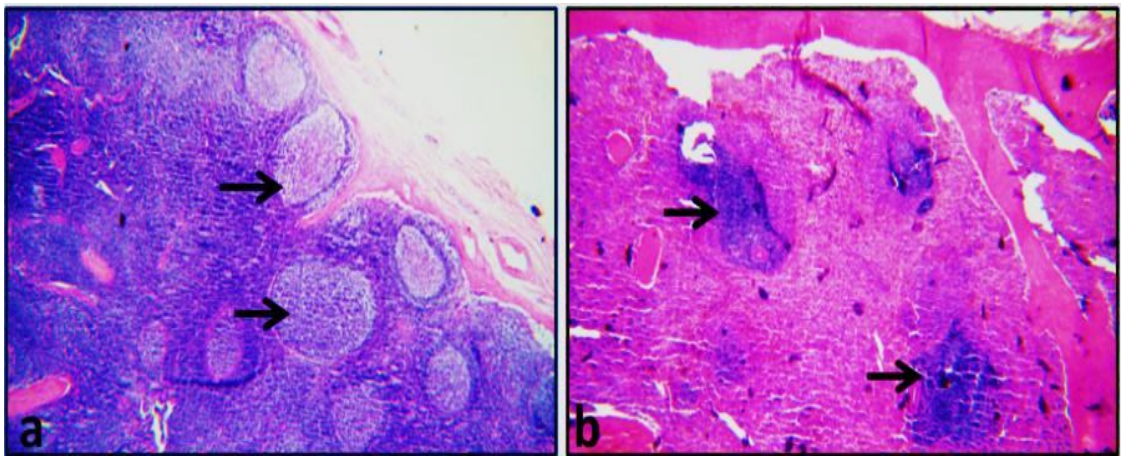
الف) میزان مرگ‌ومیر

در این تحقیق، هیچ‌گونه علائم بالینی غیرطبیعی و یا مرگ‌ومیری در موش‌های گروه شاهد و تجربی مشاهده نشد.

ب) نتایج بافت‌شناسی

ب-1- طحال

در گروه کنترل سلول‌های لنفوئیدی به‌ویژه ماکروفاژ، پلاسماسل، لنفوسیت، رتیکولر و لنفوبلاست در مقیاس انبوه در اطراف فولیکول و ناحیه بین فولیکولی مشاهده شدند. همچنین در گروه کنترل اندازه و تعداد فولیکول‌های لنفوئیدی به‌صورت قابل‌ملاحظه بالا بود. در گروه حیوانات مواجهه یافته با امواج موبایل؛ کاهش شدید سلول‌های لنفوئیدی به‌ویژه لنفوسیت‌ها در ناحیه فولیکول زایگر و کورتکس فولیکول‌های طحالی دیده شد (تصویر ۱). به‌علاوه تیمار با امواج موبایل موجب کاهش اندازه، تعداد و همچنین کاهش قطر مرکز ژرمینال فولیکول‌های لنفوئیدی گردید. در بین دو گروه تعداد مگاکاریوسیت‌ها در واحد سطح بافتی تغییر معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱). همچنین ضخامت کپسول اطرافی طحال در گروه تیمارشده با امواج موبایل نسبت به گروه شاهد تغییرمعنی‌داری نشان نداد ($p>0.05$). کاهش معنی‌دار وزن مطلق و وزن نسبی طحال در گروه تیمار شده با امواج موبایل دیده شد (جدول ۱).

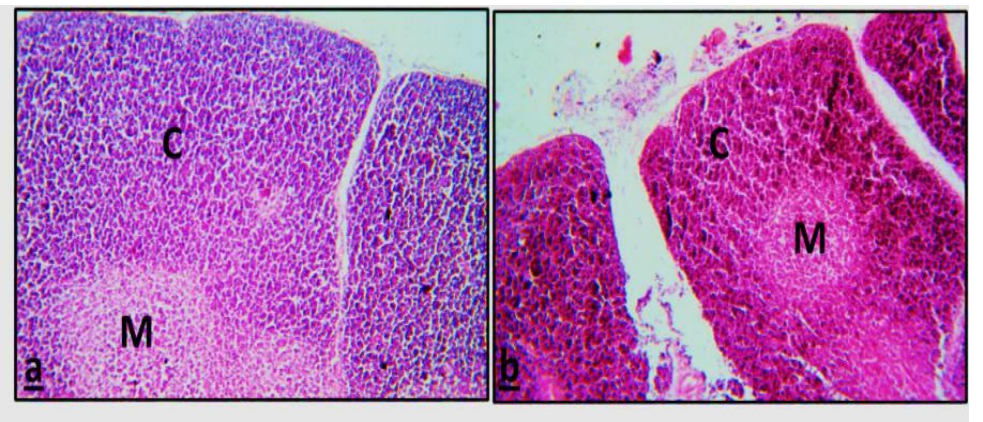


تصویر (1): a مقطع عرضی طحال در موش سوری گروه شاهد؛ در این بخش از تصویر تعداد و اندازه طبیعی فولیکول‌های لنفوئیدی (فلش) در پارانشیم طحالی دیده می‌شود. b) مقطع عرضی طحال در موش سوری قرار گرفته در معرض امواج موبایل به مدت دو ماه؛ در این مقطع کاهش اندازه و تعداد فولیکول‌های لنفوئیدی به خوبی دیده می‌شود. [رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین، بزرگنمایی ۴۰۰×].

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-04-23]

ب-2- تیموس

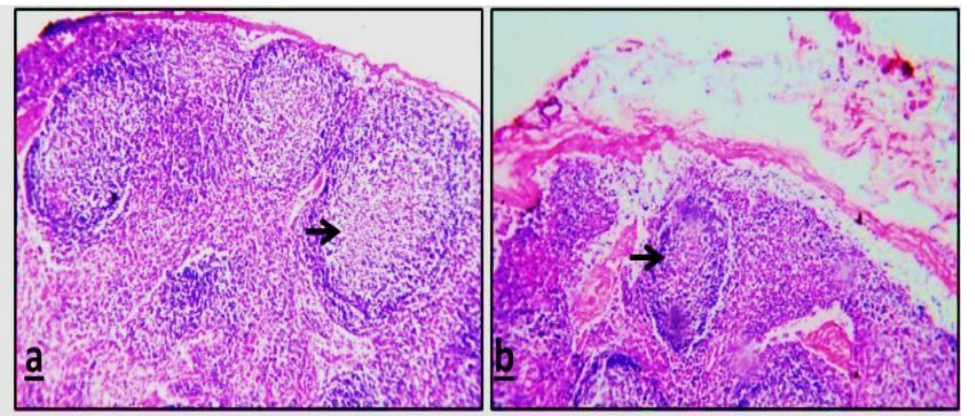
در گروه موش‌های شاهد ساختار بافتی تیموس طبیعی بود به‌طوری که جمعیت بالا تیموسیت در کورتکس و مدیولا مشاهده گردید. در گروه تیمار کاهش شدید تیموسیت‌ها در هر دو بخش دیده شد. همچنین اندازه کورتکس و مدیولا در تیموس متعلق به حیوانات گروه تیمار کوچک‌تر از گروه شاهد بود (تصویر ۲). همچنین ضخامت کپسول اطرافی تیموس در گروه تیمارشده با امواج موبایل نسبت به گروه شاهد تغییرمعنی‌داری نشان نداد ($p>0.05$). به‌علاوه تیمار با امواج موبایل موجب کاهش میانگین قطر مدیولا و کورتکس تیموس شد. وزن مطلق و وزن نسبی تیموس در گروه تیمار شده با امواج موبایل تغییر معنی‌دار نشان نداد (جدول ۱).



تصویر (2): a مقطع عرضی تیموس در موش سوری گروه شاهد؛ در این بخش از تصویر اندازه طبیعی کورتکس (C) و مدیولا (M) دیده می‌شود. b) مقطع عرضی تیموس در موش سوری قرار گرفته در معرض امواج موبایل به مدت دو ماه؛ در این مقطع کاهش اندازه کورتکس و مدیولا به خوبی دیده می‌شود. [رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین، بزرگنمایی ۴۰۰×].

ب-3- عقده لنفی پیش‌رانی

در گروه کنترل فولیکول‌های لنفوئیدی شکل و اندازه نرمال داشتند. در گروه تیمار سینوس‌ها خالی و فولیکول‌های لنفوئیدی تحلیل رفته دیده شد. میانگین قطر فولیکول‌های لنفوئیدی در گروه تیمارشده با امواج موبایل نسبت به گروه شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد. همچنین ضخامت کپسول اطرافی عقده لنفی در گروه تیمارشده با امواج موبایل نسبت به گروه شاهد تغییرمعنی‌داری نشان نداد ($p>0.05$). وزن مطلق و وزن نسبی عقده لنفوئیدی در گروه تیمار شده با امواج موبایل تغییر معنی‌دار نشان نداد (جدول ۱). (تصویر ۳)



تصویر (3): a مقطع عرضی عقده لنفی پیش‌رانی در موش سوری گروه شاهد؛ در این بخش از تصویر تعداد و اندازه طبیعی فولیکول‌های لنفوئیدی (فلش) دیده می‌شود. b) مقطع عرضی عقده لنفی پیش‌رانی در موش سوری قرار گرفته در معرض امواج موبایل به مدت دو ماه؛ در این مقطع کاهش اندازه فولیکول‌های لنفوئیدی (فلش) دیده می‌شود. [رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین، بزرگنمایی ۴۰۰×].

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-04-23]

جدول (1): اثرات قرارگیری در معرض امواج موبایل به مدت دو ماه برروی تغییرات مورفومتریک اندام‌های لنفوئیدی موش سوری

اندام لنفی	پارامترهای هیستومتریک	گروه شاهد	گروه تیمار	مقادیرP-Value
طحال	ضخامت کپسول طحالی (میکرومتر)	۲/۲±۰/۰۵	۲/۲۳±۰/۰۱	-
	قطر مرکز ژرمینال (میکرومتر)	۶۶/۷±۳/۶	۴۵/۹±۴/۲	۰/۰۵
	تعداد مگاکاریوسیت ها در واحد سطح بافتی (104× ۱/۴۴µm2)	۲/۵±۰/۱	۲/۴۸±۰/۱	-
	وزن مطلق طحال (میلی گرم)	۳/۷۹±۰/۰۱	۳/۳۵±۰/۰۵	۰/۰۵
	وزن نسبی طحال ((%	۳	۲/۸	۰/۰۵
تیموس	ضخامت کپسول تیموس (میکرومتر)	۱/۹±۰/۰۹	۱/۹±۰/۰۵	-
	قطر مدیولای تیموس (میکرومتر)	۲۳/۵±۰/۹	۱۲/۳±۰/۷	۰/۰۵
	قطر کورتکس تیموس (میکرومتر)	۵۶/۲±۰/۳	۴۳/۵±۰/۸	۰/۰۵
	وزن مطلق تیموس (میلی گرم)	۸/۴۵±۰/۷	۸/۵۱±۰/۴	-
	وزن نسبی تیموس ((%	۸	۸	-
عقده لنفاوی پیش‌رانی	قطر فولیکول‌های لنفاوی (میکرومتر)	۴۷/۲±۶/۲	۲۵/۳±۳/۹	۰/۰۵
	ضخامت کپسول (میکرومتر)	۱/۳±۰/۰۴	۱/۳±۰/۰۵	-
	وزن مطلق عقده لنفاوی (میلی گرم)	۰/۷۸±۰/۰۳	۰/۷۹±۰/۰۱	-
	وزن نسبی عقده لنفاوی ((%	۰/۰۲	۰/۰۲	-

ج) نتایج شمارش تام و تفریقی گلبول‌های سفید خون محیطی

شمارش تام گلبول‌های سفید خون محیطی در موش‌های قرار گرفته در معرض امواج موبایل به مدت دو ماه به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد ($P<0.05$) (جدول ۲). نتایج مربوط به شمارش تفریقی گلبول‌های سفید خون در جدول ۳ آورده شده است. بر این اساس در گروه تیمار، افزایش معنی‌دار تعداد نوتروفیل و مونوسیت دیده شد. بعلاوه، کاهش معنی‌دار تعداد لنفوسیت مشاهده شد. همچنین مقادیر مربوط به میانگین تعداد سایر گلبول‌های سفید خون تفاوت معنی‌داری در بین دو گروه نشان نداد.

د) مقادیر سرمی آنتی‌بادی‌ها

سنجش سطح سرمی برخی ایمونوگلبولین ها نشان داد که تغییرات میزان IgG هر چند افزایش نشان داد اما این تغییر ازنظر آماری بدون معنا بود؛ ولی میزان سرمی IgA در حیوانات مواجهه یافته با امواج الکترومغناطیسی موبایل افزایش معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲).

جدول (2): اثرات قرارگیری در معرض امواج موبایل به مدت دو ماه برمقادیرتام گلبول‌های سفید خون و مقدار سرمی ایمونوگلبولین های IgG و IgA

مؤلفه موردمطالعه	گروه شاهد	گروه تیمار	مقادیر P-Value
شمارش تام گلبول‌های سفید خون (×103/ul)	۵۷/۴۲±۷/۳۳	۳۹/۶۴±۴/۶۹	۰/۰۵
سرمی (میلی گرم/میلی لیتر) IgG مقادیر	۸/۱۶±۰/۰۴	۸/۲۶±۰/۰۱	-
سرمی (میلی گرم/میلی لیتر) IgA مقادیر	۰/۰۸±۰/۰۰۳	۰/۱۹±۰/۰۰۲	۰/۰۵

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-04-23]

جدول (3): اثرات قرارگیری در معرض امواج موبایل به مدت دو ماه بر شمارش تفریقی گلبول‌های سفید

مؤلفه موردمطالعه	گروه شاهد	گروه تیمار	مقادیر P-Value
نوتروفیل (درصد)	۱۲/۹۲±۲/۳۳	۲۰/۱±۱/۹	۰/۰۵
ائوزینوفیل (درصد)	۰/۳۲±۰/۰۱	۰/۳±۰/۰۶	-
مونوسیت (درصد)	۲/۵±۰/۱	۵/۶±۰/۷	۰/۰۵
بازوفیل (درصد)	۰/۱±/۰۰۳	۰/۱±۰/۰۰۶	-
لنفوسیت (درصد)	۸۴/۲±۵/۵	۷۳/۹۳±۳/۵۴	۰/۰۵

بحث

در مورد اثرات امواج الکترومغناطیسی بر ارگان‌های مختلف سیستم ایمنی اطلاعات جامعی در دسترس نبوده و مطالعات انجام گرفته، بصورت پراکنده به بررسی این موضوع پرداخته‌اند. در یک بررسی گزارش شده است که مواجهه با امواج موبایل موجب تغییرات معنی‌دار در شاخص‌های سیستم ایمنی ازجمله گلبول‌های سفید تک هسته ای[1] (PBMC) شده است (۱۴). Jauchem و همکاران در سال ۲۰۰۸، مروری بر تأثیرات امواج رادیویی و مایکروویو انجام داده و عنوان داشتند که؛ اگرچه نتایج مثبت و منفی در برخی مطالعات بدست آمده، اما تأثیر قابل‌توجهی بر سلامتی انسان نداشته و تنها برخی تغییرات جزئی در سطوح ایمنوگلوبولین‌ها و لنفوسیت‌های خون محیطی در هنگام مواجهه افراد با دوزهای مختلف امواج رادار، رادیو و تلویزیون گزارش شده است (۳ و ۱۵). در زمینه تأثیر امواج الکترومغناطیسی بر روی سیستم ایمنی با استفاده از مطالعات in vitro و in vivo نشان داده است که سلول‌های تک هسته ای خون محیطی در مرحله فاز سکون (G0) حساسیت کمتر و در فاز رشد ((G1, S, G2, M حساسیت بیشتری را نسبت به امواج مذکور نشان می‌دهند. همچنین مطالعات انجام شده در حیوانات آزمایشگاهی (موش، رت، همستر و خرگوش) بیانگر تأثیرات مختلف این امواج بر عملکرد سیستم ایمنی ازجمله میزان فاگوسیتوز، تکثیر لنفوسیت و یا تولید آنتی‌بادی می‌باشد (۱۱). طبق گزارش گروهی از محققین، تغییر عملکرد سلول‌های تک هسته ای خون محیطی پس از مواجهه با امواج مایکروویو به میزان ۱۳۰۰ مگاهرتز؛ موجب افزایش فعالیت تنظیمی لنفوسیت‌های T و همچنین افزایش مقادیر اینترلوکین های IL-10 و IL-1 توسط مونوسیتها می‌شود (۱۶).

نتایج این مطالعه نشان داد که قرار گرفتن در معرض امواج الکترومغناطیسی موبایل به میزان ۹۱۵ مگاهرتز به مدت ۶۰ روز متوالی موجب کاهش جمعیت سلول‌های لنفی، کاهش اندازه فولیکول‌های لنفوئیدی و نیز افزایش معنی‌دار تعداد نوتروفیل و مونوسیت و مقادیر IgA می‌شود. در بررسی حاضر در گروه مواجهه شده با امواج موبایل کاهش اندازه، تعداد و همچنین کاهش قطر مراکز زایا در فولیکول لنفاوی، کاهش تعداد لنفوسیت‌های ناحیه فولیکولار و همچنین غلاف اطراف آرتریول طحالی و نیز کاهش معنی‌دار وزن مطلق و وزن نسبی طحال دیده شد. در این راستا Lushnikov و همکاران (۲۰۰۱) نشان داده‌اند که مواجهت ۲۰ روزه با امواج موبایل در موش‌های نژاد NMRI موجب کاهش سلول‌های طحالی ازجمله لنفوسیت T می‌شود (۱۷). در بررسی دیگر گزارش شده است که مواجهه موش‌های نژاد C57BL/6 با امواج موبایل نمی‌تواند موجب تغییر جمعیت سلول‌های طحال ازجمله لنفوسیت‌های BوT وهمچنین زیرگروه‌های متمایز از T سل شامل CD4 وCD8 شود (۱۸). از طرفی گزارش شده است که تماس با امواج موبایل باعث تغییر میزان عملکرد سلول‌های طحالی ازجمله افزایش سایتوتوکسیستی آن‌ها در مدل موش صحرایی می‌شود (۱۹). البته تناقض نتایج در موارد فوق می‌تواند از یک طرف به نژاد حیوان و از طرف دیگر به مقدار و زمان قرار گرفتن در برابر امواج موبایل مربوط باشد؛ به هر حال به‌طور کلی می‌توان عنوان نمود که امواج الکترومغناطیس باعث بروز تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در اندام‌های لنفاوی می‌شود.

در ساختار بافت‌شناسی تیموس نیز تغییراتی ازجمله کاهش میانگین قطر مدیولا، کاهش اندازه کورتکس و متعاقباً کاهش شدید تیموسیت‌ها در کوتکس و مدولا مشاهده گردید. با توجه به اهمیت تیموس به‌عنوان ارگان لنفی مرکزی و محل بلوغ لنفوسیت‌های T، احتمالاً تغییرات ایجاد شده در مورفولوژی ارگان، می‌تواند پاسخ سیستم ایمنی بدن بر پایه لنفوسیت‌های T بالغ را تحت تأثیر قرار داده و موجب تضعیف و نقص در واکنش ایمنی سلولی ناشی از تغییرات سلول گردد (۱۹). ازجمله مطالعات مرتبط

[1] Peripheral Blood Mononuclear Cell

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-04-23]

با تأثیرات امواج موبایل بر ساختار تیموس می‌توان به مواجهه خرگوش‌های سفید نر به مدت ۶۰ روز با امواج مایکروویو اشاره داشت که این تأثیرات موجب سرکوب تولید لنفوسیت‌های T شده است (۲۰). در یک گزارش به تأثیر امواج موبایل با فرکانس‌های کم بر روی پاسخ‌های میتوژنیک لنفوسیت‌های T و افزایش پاسخ ایمنی سلولی اشاره شده است ولی با تجویز آنتی‌اکسیدان‌ها این پاسخ نیز قابل کنترل ذکر شده است (۲۱). این مطلب زمینه را جهت بررسی بیشتر عملکرد سلولی سیستم ایمنی با تمرکز بر روی لنفوسیت‌های T کمکی[2] و واکنش‌های مرتبط با تولید سایتوکاین های ضد التهابی در مطالعات آینده فراهم می‌سازد.

در تحقیق حاضر، غده لنفی نیز متأثر از امواج موبایل بوده و به‌طور میانگین قطر فولیکول‌های لنفوئیدی کاهش یافت، بااین‌وجود سایر تغییرات مورفولوژیک معنی‌دار نبود. به‌طور تقریبی مواجهه با امواج موبایل منجر به تحلیل ساختار و سازماندهی ارگان‌های لنفاوی تیموس و طحال گردید و متعاقباً در غده لنفی نیز برخی ساختارها ازجمله فولیکول‌ها تحلیل یافت. گزارش کامل و جامعی از تأثیرگذاری امواج الکترومغناطیس بر غدد لنفی در دسترس نبوده و نتایج مطالعات قبلی بیشتر بر لنفوسیت‌های T و B در خون محیطی متمرکز بوده و نتایج متفاوتی را در انسان و حیوانات آزمایشگاهی گزارش شده است؛ به‌طوری که مواجهه با امواج مایکروویو در انسان موجب افزایش فعالیت سلول‌های T تنظیمی[3] گردیده است (۱۶). در بررسی دیگر مواجهه گلبول‌های سفید تک هسته ای مربوط به افراد سالم با امواج موبایل با فرکانس‌های پایین، نتوانسته است در پارامترهای مختلف سیستم ایمنی تغییر معنی‌داری ایجاد نماید (۱۴).

در این بررسی علاوه بر مورفولوژی ارگان‌های لنفاوی، برخی پارامترهای ایمنی سرم شامل آنتی‌بادی‌های IgG, IgA نیز مورد سنجش قرار گرفت و مواجهه با امواج منجر به افزایش میزان تام هر دو آنتی‌بادی در گروه تیمار شد که این افزایش فقط در مورد IgA معنی‌دار بود. در مطالعه ای توسط Moszczyński و همکاران در سال ۱۹۹۹، میزان ایمنوگلوبولین‌ها در افراد مواجهه شده با امواج مایکروویو مورد ارزیابی قرار گرفت که در این حالت میزان IgG و IgA افزایش نشان داد (۱۵). تأثیر امواج در افزایش میزان ایمنوگلوبولین های سرم، وابسته به خصوصیت امواج است و از طرفی در بررسی حاضر، چون تغییر مقادیر غلظت ایمنوگلوبولین‌ها تظاهرات بالینی را در گروه تیمار در بر نداشت؛ بنابراین به‌طور کلی نمی‌توان بین مواجهه با امواج الکترومغناطیس و اثرات سوء بر میزان و عملکرد آنتی‌بادی‌ها ارتباط معنی‌داری در نظر گرفت.

در شمارش لوکوسیت‌های خون محیطی نیز میانگین تعداد نوتروفیل و مونوسیت افزایش معنی‌دار و از طرفی کاهش تعداد لنفوسیت‌ها دیده شد. Lushnikov و همکاران در سال ۲۰۰۱ نشان دادند که در موش‌های مواجهه یافته با امواج مایکروویو به مدت ۵ روز افزایش معنی‌داری در میزان لوکوسیت‌های خون به‌ویژه لنفوسیت‌ها دیده می‌شود (۱۷). این یافته‌ها با نتایج بررسی حاضر مغایرت داشته و می‌توان این عدم تطابق را به مدت و میزان مواجهه با امواج موبایل ارتباط داد. در مورد تأثیر امواج الکترومغناطیس بر عملکرد نوتروفیل و مونوسیت ها، Stankiewicz و همکاران در سال ۲۰۱۰ نشان دادند که این امواج می‌توانند قدرت فاگوسیتوز کنندگی این سلول‌ها را کاهش دهند (۲۲). این نتیجه می‌تواند با بررسی حاضر که در آن مواجهه با امواج الکترومغناطیس موجب تقلیل این سلول‌ها شد، منطبق باشد. به‌طور کلی نتایج تحقیقات قبلی در زمینه تأثیر امواج الکترومغناطیسی ازجمله امواج تلفن همراه بر سیستم ایمنی دارای تناقض بوده و نمی‌توان به‌طور قطع و جامع در مورد تأثیر پذیری ارگان‌های لنفاوی و حتی عملکرد این ساختارها اعلام نظر نمود (۳). همچنین می‌توان این تضاد و عدم اتفاق نظر را مشخصاً به خصوصیات متفاوت امواج، میزان تماس، مدت مواجهه و حتی سیستم ایمنی گونه‌های تحت بررسی مربوط دانست. در مجموع با استفاده از نتایج این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که قرار گرفتن در برابر امواج موبایل به‌عنوان یک فاکتور محرک می‌تواند موجب بروز تغییرات هیستومورفولوژیک و مورفومتریک در اندام‌های لنفوئیدی موش سوری گردد.

تشکر و قدردانی

این بررسی به‌عنوان طرح پژوهشی مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه ایلام (شماره ۳۲/۹۱۵) و با استفاده از اعتبار پژوهشی سال ۱۳۹۲ مصوب معاونت محترم پژوهشی دانشگاه ایلام انجام شد، لذا از مسئولین محترم آن معاونت جهت همکاری‌های لازم نهایت تشکر را داریم. همچنین از زحمات آقای مهندس نعمت الله شاکرمی برای زحمات تقبل شده در زمینه نگهداری حیوانات آزمایشگاهی، از زحمات آقای مهندس عارف نورائی و مهندس علی اکبر حسینی زاده برای کمک به تیمار حیوانات و آقای مهندس عبدالله جعفرزاده برای کمک به تهیه مقاطع بافت‌شناسی و از زحمات آقای دکتر مهدی پورمهدی و آقای دکتر علی اشرف مهرابی برای کمک به آنالیز نتایج آماری نهایت قدردانی به عمل می‌آید.

[2] T helper
[3] T regulatory

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-04-23]

References:

1. Dimitris J, Panagoulos H, Margaritis P. Effects of electromagnetic field on the reproductive capacity of Drosophila melanogaster. In: biological effects of electromagnetic fields, mechanism modeling, biological effects, Starroulakis, P Isted, create Berlin. New York; 2003.P. 438-452.
2. Ortner MJ, Galvin MJ, McRee DI. Studies on acute in vivo exposure of rats to 2450 MHz microwave radiation. Radiat Res 1981;86: 580–8.
3. Jauchem JR. Effects of low-level radio-frequency (3 kHz to 300 GHz) energy on human cardiovascular, reproductive, immune, and other systems: a review of the recent literature. Int J Hyg Environ Health 2008; 11: 1-29.
4. Baan R, Grosse Y, Lauby-Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, et al. Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. Lancet Oncol 2011;12: 624–6.
5. Ortner MJ, Galvin MJ, McRee DI. Studies on acute in vivo exposure of rats to 2450 MHz microwave radiation. Radiat Res 1981; 86: 580-8.
6. Michaelson SM. Health implications of exposure to radiofrequency/microwave energies. Br J Ind Med 1982;39: 105–19.
7. Grigoriev YG, Stepanov VS, Nikitina VN, Rubtcova NB, Shafirkin AV, Vasin AL. ISTC report. Biological effects of radiofrequency electromagnetic fields and the radiation guidelines. Results of experiments performed in Russia/Soviet Union. Moscow: Institute of Biophysics, Ministry of Health, Russian Federation; 2003.
8. Grigoriev YG, Grigoriev OA, Ivanov AA, Lyaginskaya AM, Merkulov AV, Shagina NB, et al. Confirmation studies of Soviet research on immunological effects of microwaves: Russian immunology results. Bioelectromagnetics 2010; 31: 589–602.
9. Nakamura H, Seto T, Hatta K, Matsuzaki I, Nagase H, Yoshida M, et al. Natural killer cell activity reduced by microwave exposure during pregnancy is mediated by opioid systems. Environ Res 1998;79: 106–13.
10. NRPB. Review of the scientific evidence for limiting exposure to electromagnetic fields (0–300 GHz). Doc NRPB 2004; 15: 1–215. Available at: http: //www. nrpb. org.
11. Black DR, Heynick LN. Radiofrequency (RF) effects on blood cells, cardiac, endocrine and immunologic functions. Bioelectromagnetics 2003(Suppl. 6): 187–95.
12. Salbacak A, Celik I, Karabulut AK, Ozkan Y, Uysal II, Cicekcibasi AE. Effects of morphine on the rat lymphoid organs and adrenal glands: results of enzyme histochemical and histometric investigations. Rev Méd Vét 2001; 152(10): 691–8.
13. Louei Monfared A, Jaafari A, Sheibani MT. Histological and histometrical evidences for phenol immunotoxicity in mice. Comp Clin Pathol 2014; 23: 529–34.
14. Tuschl H, Novak W, Molla-Djafari H. In vitro effects of GSM modulated radiofrequency fields on human immune cells. Bioelectromagnetics 2006; 27: 188–96.
15. Moszczyński P, Lisiewicz J, Dmoch A, Zabiński Z, Bergier L, Rucińska M, et al. The effect of various occupational exposures to microwave radiation on the concentrations of immunoglobulins and T lymphocyte subsets. Wiad Lek 1999; 52: 30–34. [Article in Polish].
16. Dąbrowski MP, Stankiewicz W, Kubacki R, Sobiczewska E, Szmigielski S. Immunotropic effects in cultured human blood mononuclear cells pre-exposed to low level 1300 MHz pulse-modulated microwave field. Electromagn Biol Med 2003; 22: 1-13.

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-04-23]

17. Lushnikov KV, Gapeev AB, Sadovnikov VB, Cheremis NK. Effect of extremely high frequency electromagnetic radiation of low intensity on parameters of humoral immunity in healthy mice Biofizika 2001; 46: 753–760. [article in Russian]
18. Gatta L, Pinto R, Ubaldi V, Pace L, Galloni P, Lovisolo GA, et al. Effects of in vivo exposure to GSM-modulated 900 MHz radiation on mouse peripheral lymphocytes. Radiat Res 2003; 160: 600–5.
19. Fesenko EE, Makar VR, Novoselova EG, Sadovnikov VB. Microwave and cellular immunity. I. Effect of whole body microwave irradiation on tumor necrosis factor production in mouse cells. Bioelectrochem Bioenerg 1999; 49: 29–35.
20. Nageswari KS, Sarma KR, Rajvanshi VS, Sharan R, Sharma M, Barathwal V, et al. Effect of chronic microwave radiation on T cell-mediated immunity in the rabbit. Int J Biometeorol 1991; 35: 92–7.
21. Stanislaw Szmigielski. Reaction of the immune system to low-level RF/MW exposures. Science of the Total Environment 2013; 454–455: 393–400.
22. Stankiewicz W, Dąbrowski MP, Sobiczewska E, Szmigielski S. Immunotropic effects of low-levelmicrowave exposure in vitro. Mattioli 2010; 149–56.

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-04-23]

Original Article

EFFECTS OF MOBILE PHONE ELECTROMAGNETIC RADIATION ON HISTOMORPHOLOGICAL AND MORPHOMETRICAL CHANGES OF THE LYMPHOID ORGANS IN THE MICE

*Ali Louei Monfared[1], Sahar Hamoun Navard[2 *]*

Received: 18 Jan , 2015; Accepted: 19 Mar , 2015

Abstract

***Background & Aims*:** Electromagnetic waves, such as mobile wave and microwave radiation have been used in the contemporary world for many years. Considerably, the rapidly increasing use of mobile phones has led to pay more attention to the possible effects of being exposed to mobile phone radiation on lymphatic organs. This study was conducted to investigate the mentioned effects on mice.

Materials & Methods: A total of 30 healthy adult female mice were divided into one control and one exposed group. The treatment group was placed in cages with exposure to electromagnetic waves with a frequency of 915-MHz for 60 consecutive days. At the end of the experiments, total and differentiated white blood cell counts as well as the levels of IgG and IgA were determined. Lymphoid organ weights were recorded and also histological sections were prepared. Results were analyzed by independent t-test ($p<0.05$).

***Results*:** There was no death in the groups. In the exposed animals significant reduction in the spleen cells population and also follicular size and splenic weights were seen. A decrease in the number of the thymocytes and a reduction in the diameter of lymphoid follicles were observed in the thymus structure. Lymph glands were atrophied, and empty sinuses were seen in the lymphoid follicles. In addition, the number of neutrophils and monocytes as well as the IgA levels increased in the exposed group.

Conclusion: Exposure to mobile phone radiation as a stimulator factor may cause histomorphological and morphometrical alterations in the lymphoid organs of the mice.

***Keywords*:** Electromagnetic radiation, Mobile, Lymphoid organ, Histomorphology, Immunoglobulin, Mice

***Address*:** Pajhoohesh Street, University of Ilam, Ilam, Iran
Tel: +988432224308
Email: alm722@gmail.com

SOURCE: URMIA MED J 2015: 26(2): 101 ISSN: 1027-3727

[1] *Associate Professor of Anatomical Sciences, Faculty of Basic Sciences, Department of Anatomy and Histology, University of Ilam, Ilam, Iran (Corresponding Author)*
[2] *MSc in Immunology, Young Researchers and Elite Club, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran*

[Downloaded from umj.umsu.ac.ir on 2024-04-23]