

بررسی تاثیر امواج نشتی از اجاق مایکروفر بر فاکتورهای خونی موش سوری ماده

بالغ و نابالغ

چکیده

زمینه و هدف: اجاق‌های مایکروفر در سالهای اخیر بطور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با توجه به افزایش استفاده از دستگاه‌های مولد امواج میکروویو در منازل و صنایع، نگرانی‌های مداومی درباره اثر تابش امواج میکروویو بر سیستم‌های بیولوژیکی وجود دارد. سلولهای خونی و مغز قرمز استخوان از بافت‌های فعال بدن می‌باشند که می‌توانند تحت تاثیر این امواج قرار گیرند. بانوان بیشترین تماس را با دستگاه مایکروفر دارند و از طرفی سن فرد در زمان مواجه شدن با امواج نشتی از میکروفر می‌تواند بر میزان اثرات نقش مهمی داشته باشد، لذا هدف این تحقیق بررسی تاثیر امواج نشتی از اجاق ماکروفر در دو مقطع سنی بالغ و نابالغ بر فاکتورهای خونی در یک الگوی حیوانی می‌باشد.

*دکتر غلامعلی جلودار I

مریم رودشتیان II

روش بررسی: این بررسی بصورت تجربی انجام گردید. ابتدا میزان نشت امواج از یک دستگاه مایکروفر خانگی اندازه گیری شد. برای این تحقیق ۲۰ سر موش سوری ماده بالغ (سن حدود دو ماه و وزن ۲۵-۲۸ گرم) و ۲۰ سر موش ماده نابالغ (سن حدود یک هفته و وزن ۳-۴ گرم) مورد استفاده قرار گرفت. هر گروه سنی نیز به دو گروه کنترل و آزمایش تقسیم شدند. گروه‌های آزمایش روزانه سه نوبت و هر بار سی دقیقه در مدت دو ماه در مجاورت دستگاه مایکروویو با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز قرار گرفتند. در پایان دوره با خون گیری از قلب، نمونه‌های خون تهیه گردید و فاکتورهای خونی شامل میزان هموگلوبین (Hb)، میانگین هموگلوبین سلولی (MCH)، میانگین حجم سلولی (MCV)، میانگین غلظت هموگلوبین سلولی (MCHC)، تعداد پلاکتها، گلبول‌های قرمز و گلبول‌های سفید مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج حاصل با استفاده از تست T از نظر آماری مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: در گروه نابالغ تحت تاثیر امواج، تعداد گلبول‌های سفید، میزان MCHC، MCH، Hb و پلاکت‌ها کاهش معنی‌داری یافت ($P < 0/05$). از فاکتورهای مورد ارزیابی در گروه بالغ، تعداد گلبول‌های سفید افزایش و میزان پلاکت‌ها کاهش معنی‌داری نشان داد ($P < 0/05$). تعداد گلبولهای قرمز در هیچکدام از گروهها از نظر آماری تغییر معنی‌داری نداشت.

نتیجه‌گیری: امواج نشت یافته از اجاق مایکروفر سبب تغییرات معنی‌داری در بعضی از فاکتورهای خونی در دوگروه بالغ و نابالغ گردید. این تغییرات در نابالغین وسیع تر بود. بروز این تغییرات می‌تواند به دلیل تاثیر مستقیم امواج بر سلول‌های مغز استخوان و یا به دلیل اثر این امواج بر سلولها در خون محیطی باشد.

کلیدواژه‌ها: ۱- امواج مایکروویو ۲- فاکتورهای خونی ۳- موش سوری ماده

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۱۹، تاریخ پذیرش: ۸۸/۷/۱۷

مقدمه

مواجه شدن اثرات مختلف بیولوژیکی ایجاد می‌کند.^(۱،۲) در رابطه با خطرات امواج نشت یافته از دستگاه مایکروفر برای مصرف کننده، گزارشات ضد و نقیضی وجود دارد. برخی از گزارشات بیانگر عدم نشت مقادیر خطر ناک امواج مایکروویو از درب بسته دستگاه مایکروفر میباشد. در این گزارشات محققین معتقدند امواج نشت یافته به بیرون از این دستگاهها در حدود یک

امواج مایکروویو بخشی از طیف وسیع امواج الکترومغناطیس می‌باشند که دامنه فرکانس آنها بین ۳۰۰ مگا هرتز تا ۳۰۰ گیگا هرتز و طول موج آنها بین ۱ متر تا ۱ میلیمتر می‌باشد. این امواج الکترومغناطیس غیر یونیزه کننده جذب مولکول‌ها شده و تغییراتی در انرژی آنها ایجاد می‌کنند.^(۱) شواهد موجود نشان می‌دهد که امواج مایکروویو بسته به شدت فرکانس، نوع موج و مدت

I) دانشیار، بخش فیزیولوژی دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز (* مؤلف مسئول)

II) دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بیولوژی، گرایش فیزیولوژی، دانشگاه پیام نور مرکز اصفهان

قرمز، پلاکت‌ها و هموگلوبین ندارند. (۱۱) برخی از گزارشات اخیر نیز به اثرات میداین مغناطیسی بر اختلالات تولید مثلی، سیستم عصبی و سرطان دلالت دارند. (۱۲)

با توجه به گسترش استفاده از مایکروویو (آون خانگی) در رستورانها و منازل از یک طرف و گسترش بیماریهای خونی از سوی دیگر و عدم وجود اطلاعات کافی در زمینه اثرات سوء احتمالی استفاده از این دستگاهها و با توجه به این که بانوان بیشترین تماس را با امواج نشتی هنگام استفاده از این دستگاه دارند، این تحقیق بمنظور بررسی تاثیر امواج مایکروویو نشتی یافته از دستگاه مایکروفر بر فاکتورهای خونی در دو مقطع سنی بالغ و نابالغ در یک الگوی حیوانی طراحی گردید.

روش بررسی

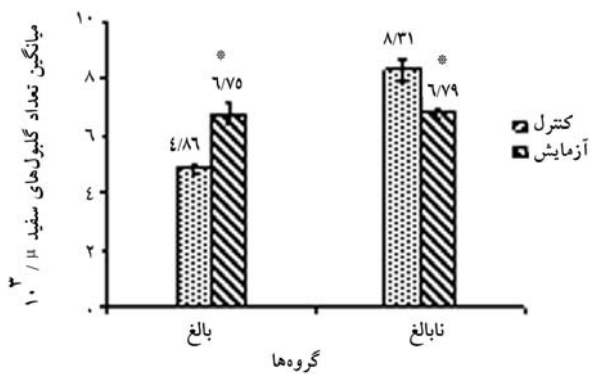
ابتدا میزان نشتی امواج مایکروویو از دستگاه در فواصل ۳۰ تا ۵۰ سانتیمتری که موشها اجازه حرکت داشتند در حالت درب بسته با استفاده از دستگاه اندازه گیری نشتی امواج RF اندازه گرفته شد. مقادیر بدست آمده در جداول شماره ۱ و ۲ ثبت شده است.

این بررسی بصورت تجربی و در حیوانات آزمایشگاهی انجام گردید. تعداد ۲۰ سر موش سوری ماده بالغ (حدود دو ماه سن و وزن ۲۵ - ۲۸ گرم) و ۲۰ سر موش ماده نابالغ (سن حدودا یک هفته و وزن ۳-۴ گرم) نژاد BALB/C از مرکز حیوانات دانشکده پزشکی خریداری و پس از انتقال به بخش فیزیولوژی، موشهای هر گروه سنی به دو گروه کنترل و آزمایش تقسیم شدند. کلیه موشها ابتدا به منظور عادت کردن به محیط به مدت یک هفته در شرایط نگهداری جدید قرار گرفته، آب و غذا بصورت آزاد در اختیار آنها بوده و میزان نور اتاق به صورت ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی تنظیم گردید. گروههای آزمایش بالغ و نابالغ به مدت دو ماه در

می باشد و در حدی نیست که برای مصرف کننده خطرناک باشد. (۱۳) در حالی که برخی دیگر از گزارشات بر خلاف این موارد می باشد. به عنوان مثال اوتز و همکاران میزان نشتی امواج مایکروویو از مایکروفر با درب بسته را در فاصله ۵ سانتی متری بین ۱ تا ۳۰ (mW/cm²) گزارش نمودند. (۱۴) همچنین اینازول و همکاران میزان نشتی امواج را از مایکروفر با درب بسته برای موش صحرایی باردار، مضر و خطرناک دانسته اند. (۱۵)

به گزارش هارالا و همکاران امواج مایکروویو حاصل از تلفن های همراه، جریان خون نواحی مختلف مغز بویژه کورتکس لوب گیجگاهی را تحت تاثیر قرار می دهد و با توجه به نحوه قرارگیری آنتن موبایل و تماس آن با گوش، ناحیه گیجگاهی سر در معرض بیشترین آسیب ناشی از امواج مایکروویو می باشد. (۱۶) در رابطه با تاثیر امواج مایکروویو حرارتی و غیر حرارتی بر میزان فاکتورهای خونی گزارشات اندکی وجود دارد. به گزارش کلری و همکاران امواج حرارتی حاصل از امواج مایکروویو مانع از تقسیم و تکثیر لنفوسیت های نوع کشنده T می شود. (۱۷) از سوی دیگر گزارشات بسلجتا و همکاران حاکی از افزایش تعداد اریتروسیت ها، هموگلوبین و هماتوکریت در جریان خون محیطی موش های صحرایی نر تحت تاثیر امواج مایکروویو با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز می باشد. (۱۸) اما گزارشات موجود نشان می دهد که قرار گرفتن در معرض امواج مایکروویو با فرکانس های پایین بر میزان فاکتورهای خونی بی تاثیر است. در حالیکه با افزایش فرکانس میزان اثرات منفی افزایش می یابد. سرت و همکاران با تحقیق بر روی کارگران نیروگاه برق که در معرض امواج الکترو مغناطیس تولید شده از خطوط انتقال برق با فرکانس پایین (۵۰ مگا هرتز) قرار گرفته بودند، گزارش کردند که این امواج با فرکانس پایین اثری بر فاکتورهای ایمونولوژیک و هماتولوژیک مانند تعداد گلبولهای سفید و

کنترل بالغ ۳۹٪ افزایش یافته است (نمودار شماره ۱).



نمودار شماره ۱- مقایسه تأثیر امواج نشستی از اجاق مایکروفر بر میانگین تعداد گلبول سفید موش * نشان دهنده تفاوت معنی دار بین گروه آزمایش و کنترل ($P < 0.05$) لطفا واحد درج شده در محور عمودی نمودار ($\mu l / \times 10^3$) اصلاح شود. نمودار اصلاح شده در پایان آمده است.

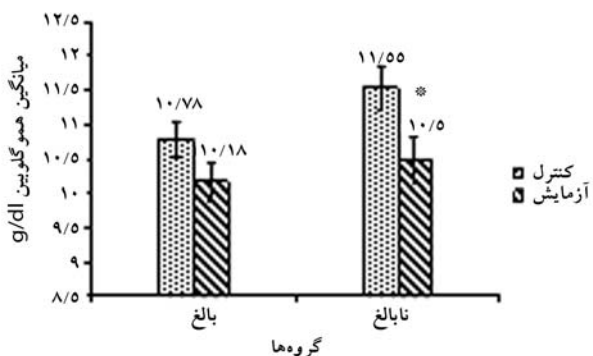
تعداد پلاکت‌ها در گروه نابالغ ۶۷٪ درصد و در گروه بالغ نیز ۲۶٪ کاهش داشته است (نمودار شماره ۲) که این تفاوتها از نظر آماری معنی دار می‌باشد ($P < 0.05$). میانگین تعداد گلبولهای قرمز در گروههای کنترل و آزمایش بالغ و نابالغ در پایان آزمایش حدود هفت میلیون در میلیمتر مکعب بود و با توجه به عدم وجود تفاوت معنی دار بین گروههای کنترل و آزمایش از ذکر نتایج خوداری گردید. تغییرات سایر فاکتورهای مربوط به گلبولهای قرمز در گروه بالغ از نظر آماری معنی دار نبود.

از فاکتورهای مورد بررسی مربوط به گلبولهای قرمز در گروه نابالغ، میزان هموگلوبین ۹٪ در مقایسه با گروه کنترل کاهش یافته است (نمودار شماره ۳) که این تغییرات از نظر آماری معنی دار می‌باشد ($P < 0.05$). همچنین میانگین هموگلوبین سلولی (MCH) و میزان غلظت هموگلوبین سلولی (MCHC) ۱۰٪ نسبت به گروه کنترل کاهش نشان داد (نمودارهای شماره ۴ و ۵). میانگین گلبولهای قرمز، درصد هماتوکریت و حجم گلبولهای قرمز (MCV) فاکتورهایی هستند که تغییرات آنها در گروه نابالغ آزمایش نسبت به گروه کنترل معنی دار نیست.

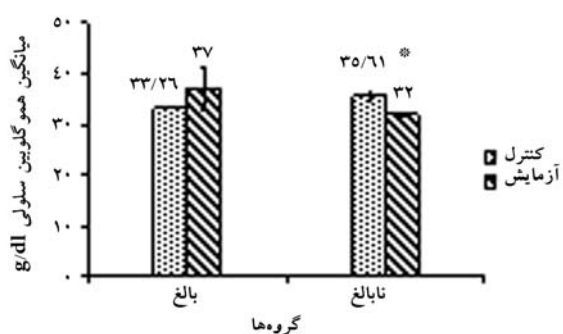
قفس در فاصله ۳۰ سانتی متری (که تا فاصله ۵۰ سانتی متری اجازه حرکت داشتند) از دستگاه مایکروفر (ساخت شرکت LG مدل MS-543XD) قرار گرفتند. این دستگاه امواج الکترومغناطیس را با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز تولید می‌کند. دستگاه سه نوبت، هر نوبت به مدت نیم ساعت روشن گردید. به این ترتیب موش‌های گروه آزمایش کلاً یک ساعت و نیم در شبانه روز با امواج مایکروویو مواجه بودند. موشهای گروه کنترل نیز همزمان از اتاق نگهداری خارج و در محیط آزمایشگاه با شرایط مساوی از نظر نور و دما با گروه آزمایش قرار می‌گرفتند. در پایان دوره آزمایش (۶۰ روز) موش‌ها با اتر بیهوش و با خون گیری مستقیم از قلب، خون مورد نظر جهت انجام آزمایش‌های هماتولوژی تهیه گردید و فاکتورهای خونی شامل میزان هموگلوبین (Hb)، میانگین هموگلوبین سلولی (MCH)، میانگین حجم سلولی (MCV)، میانگین غلظت هموگلوبین سلولی (MCHC)، تعداد پلاکت‌ها، گلبولهای قرمز (RBC) و گلبولهای سفید (WBC) توسط دستگاه شمارشگر سلول (Cell Counter مدل SYS MEX) مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج حاصل با استفاده از تست T از نظر آماری مورد بررسی قرار گرفتند و مقادیر ($P < 0.05$) معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

میزان نشست امواج در فواصل مختلف از دستگاه در جداول شماره ۱ و ۲ نشان داده شده است. همانگونه که در جداول ذکر شده است توان امواج خروجی در مقابل دستگاه و در فواصل نزدیک بیشتر از کناره‌ها و فاصله‌های دورتر می‌باشد. بنابراین قرار گرفتن در مقابل و فاصله کم از دستگاه اثرات سوء بیشتری ایجاد خواهد کرد. تحت تاثیر امواج مایکروویو تعداد گلبولهای سفید در گروه نابالغ ۱۸٪ کاهش یافت که این کاهش از نظر آماری معنی دار می‌باشد ($P < 0.05$). در حالی که میانگین تعداد گلبولهای سفید در گروه آزمایش بالغ نسبت به گروه



نمودار شماره ۴- مقایسه تأثیر امواج نشستی از اجاق مایکروویو بر میانگین هموگلوبین سلولی (MCH) موش سوری
* نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار گروه آزمایش با گروه کنترل (P<۰/۰۵)



نمودار شماره ۵- مقایسه تأثیر امواج نشستی از اجاق مایکروویو بر غلظت هموگلوبین سلولی (MCHC) در موش سوری
* نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل (P<۰/۰۵)

بحث

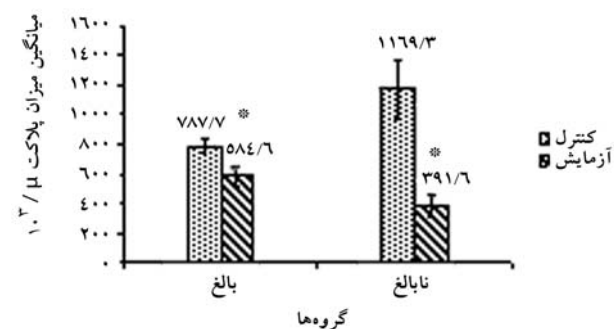
نتایج این تحقیق نشان داد که امواج نشست یافته از اجاق مایکروفر در فاصله ۳۰ تا ۵۰ سانتی متری در حدی است که اکثر فاکتورهای خونی را بخصوص در سن قبل از بلوغ تحت تاثیر قرار می‌دهد.

بطور کلی حساسیت سلولها به پرتوها به بلوغ آنها بستگی دارد، سلول‌های رشد نیافته و بافتهای جوان حساسیت بیشتری به پرتوها نشان می‌دهند، لذا تاثیر امواج مورد مطالعه در گروه نابالغ بیشتر تظاهر یافت.

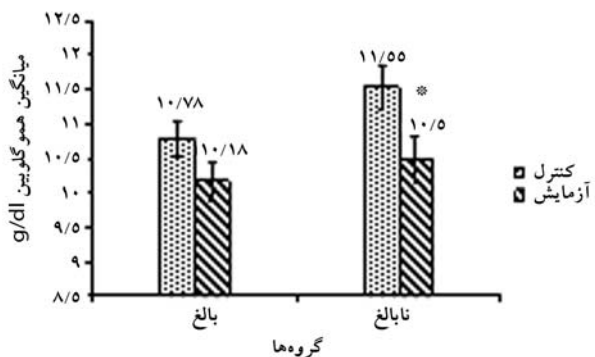
در گروه نابالغ اکثر فاکتورهای خونی تحت تاثیر امواج مایکروویو نشست یافته از مایکروفرهای خانگی تغییراتی نمود که از نظر آماری معنی‌دار بود. در هیچیک

جدول شماره ۲- میزان نشست امواج مایکروویو (mw/cm²) از اجاق مایکروفر در ارتفاع پنج در سه نقطه

فاصله از اجاق مایکروویو (cm)	چگالی توان چگالی توان چگالی توان	سمت راست mw/cm ²	وسط mw/cm ²	سمت چپ mw/cm ²
۳۰	۴۰	۵۷/۵	۲۴	
۴۰	۳۷/۵	۳۰	۲۰	
۵۰	۲۰	۴۵	۱۰	



نمودار شماره ۲- مقایسه تأثیر امواج نشستی از اجاق مایکروفر بر میانگین پلاکتها (PLT) در موش سوری
* نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل (P<۰/۰۵)



نمودار شماره ۳- مقایسه تأثیر امواج نشستی از اجاق مایکروویو بر میانگین هموگلوبین در موش سوری
* نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل (P<۰/۰۵)

اثرات سوء امواج مایکروویو بر روی مغز قرمز استخوان و سلول‌های چندکاره باشد. گروه نابالغ اصولاً به دلیل کمبود فاکتورهایی مانند اینترلوکین و اینترفرون‌ها در بدنشان نسبت به امواج مایکروویو حساس تر و آسیب پذیرتر از بالغین هستند.^(۱۶)

نتایج حاصل در گروه نابالغ با گزارش تروسیک و همکاران و گزارش قبلی ما در مورد موشهای صحرایی نر نابالغ همخوانی دارد.^(۱۳، ۱۴) نتیجه بدست آمده از تحقیق حاضر در گروه بالغ نیز با نتایج رتوسکا و همکاران و بارانسکی و گزارش قبلی ما در موش صحرایی نر هم خوانی دارد.^(۱۳، ۱۷، ۱۸)

افزایش میزان گلبول‌های سفید در جریان خون موشهای بالغ می‌تواند در اثر افزایش تولید در مغز استخوان و یا افزایش فعالیت گره‌های لنفاوی باشد. امواج مایکروویو با تاثیر بر گره‌های لنفاوی می‌توانند سبب اختلال در مکانیسم‌های کنترلی تقسیم سلولی لنفوسیتها شوند، در نتیجه سرعت تقسیم میتوزی لنفوسیتها در گره‌های لنفاوی زیاد شده، به این ترتیب موجب افزایش میزان گلبول‌های سفید خون شوند.^(۱۹، ۲۰)

وجود گزارشات متفاوت در مورد اثرات امواج مایکروویو بر فاکتورهای خونی می‌تواند با سن افراد در زمان مواجه شدن با امواج، فرکانس و فاصله امواج مرتبط باشد.

کاهش میزان هموگلوبین در گروه نابالغ آزمایش، می‌تواند در اثر افزایش میزان MCV باشد. چون هنگامیکه حجم سلول افزایش می‌یابد درصد هموگلوبین در گلبول مقدار کمتری را نشان می‌دهد، هرچند که میزان واقعی آن طبیعی است. البته باید توجه داشت که تغییرات گلبول قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت در کل همیشه متناسب با هم نیستند.^(۲۱)

با توجه به این که در تحقیق حاضر تغییرات قابل ملاحظه‌ای در میزان گلبول قرمز و درصد هماتوکریت و میانگین حجم گلبولی (MCV) در گروه نابالغ مشاهده

از گروههای آزمایش، مواجه شدن با امواج مایکروویو تغییر قابل توجهی در تعداد گلبول‌های قرمز ایجاد نمود (لذا اطلاعات ذکر نگردید). این نتایج با گزارش قبلی ما در مورد اثر این امواج بر موش صحرایی نر مطابقت ندارد. مواجه شدن با امواج مایکروویو در شرایط مشابه سبب افزایش ۲۹/۶٪ و ۸/۴٪ گلبولهای قرمز به ترتیب در موش های صحرایی نر نابالغ و بالغ گردید.^(۱۲) نتایج این تحقیق با گزارش باسلحینا و همکاران نیز همخوانی ندارد.^(۱۰) البته این محققین جنسیت و سن موش های مورد مطالعه را مطرح نکرده‌اند. ولی با گزارش تروسیک و همکاران همخوانی دارد.^(۱۴) آنچه می‌توان در توجیه این اختلاف گفت تفاوت حساسیت جنس ماده و نر نسبت به امواج مایکروویو می‌باشد. بطور کلی حساسیت موجودات ماده نسبت به امواج کمتر از افراد مذکر می‌باشد.^(۱۵) همچنین حساسیت سلولها به پرتوها به بلوغ آنها بستگی دارد و بافتهای جوان حساسیت بیشتری به پرتوها نشان می‌دهند.^(۱۵) لذا تاثیر امواج مورد مطالعه در گروه نابالغ بیشتر تظاهر یافت. در گروه نابالغ، تعداد گلبول‌های سفید، غلظت هموگلوبین، درصد پلاکتها، غلظت هموگلوبین سلولی و میانگین هموگلوبین سلولی تحت تاثیر این امواج کاهش معنی‌داری یافت. در حالی که در گروه بالغ فقط تعداد گلبول‌های سفید افزایش و درصد پلاکتها کاهش داشت ($P < 0.05$).

علت کاهش گلبولهای سفید در گروه نابالغ می‌تواند به دلیل حساسیت بیشتر سلولها در این سن و از بین رفتن مستقیم سلولهای بالغ در جریان خون به سبب تحریک روند apoptosis (مرگ برنامه ریزی شده سلول) در این سلولها تحت اثر امواج یا کاهش تولید در مغز استخوان باشد.

همچنین با توجه به این که در افراد نابالغ بافت استخوان در حال رشد می‌باشد، این بافتهای در مقابل امواج مایکروویو حساس‌تر هستند.^(۱۵) علت کاهش گلبولهای سفید در گروه آزمایش نابالغ می‌تواند به دلیل

می‌شوند، افزایش تمایز سلولهای چند کاره مغز استخوان به سمت تولید گلبولهای سفید می‌تواند از دلایل کاهش تولید پلاکتها باشد. همچنین افزایش چسبندگی پلاکتها به جدار عروق تحت تاثیر امواج، می‌تواند سبب کاهش میزان آنها در گردش خون باشد. این نتایج با گزارش قبلی ما در مورد اثر امواج بر موشهای صحرایی نر مطابقت ندارد.^(۱۲)

نتیجه گیری

امواج مایکروویو نشت یافته از اجاق مایکروفر سبب تغییر اکثر فاکتورهای خونی مورد مطالعه در موشهای نابالغ گردید. این اثر می‌تواند به دلیل تاثیر مستقیم امواج بر سلولهای مغز استخوان و یا به دلیل اثر این امواج بر سلولها در خون محیطی باشد. اثر این امواج بر موشهای بالغ ضعیف تر بود. لذا بررسی وضعیت سلولهای مغز استخوان می‌تواند اطلاعات مفیدی برای تکمیل این تحقیق فراهم کند.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از زحمات سرکار خانم احمدی کارشناس محترم بخش فیزیولوژی و همکاری صنایع الکترونیک شیراز که در اندازه گیری میزان امواج نشتی همکاری نمودند، تقدیر و تشکر می‌گردد.

نمی‌شود، بنابراین تغییرات هموگلوبین مهم و قابل بحث نمی‌باشد.

میانگین هموگلوبین سلولی (MCH) و میانگین غلظت هموگلوبین سلولی (MCHC) در گروه آزمایش نابالغ کمتر از گروه کنترل می‌باشد که این اختلاف میانگینها از نظر آماری معنی‌دار می‌باشند نتایج مشابهی در مورد اثر امواج در موش صحرایی نر نابالغ گزارش شده است ولی در مورد MCH، نتایج با تحقیق حاضر همخوانی ندارد.^(۱۳) این دو فاکتور، پارامترهایی هستند که تحت تاثیر تغییرات میزان هموگلوبین و تعداد گلبولهای قرمز قرار دارند. بنابراین هر عاملی که بر هر کدام از دو فاکتور ذکر شده اثر گذارد می‌تواند باعث تغییر میانگین هموگلوبین سلولی و میانگین غلظت هموگلوبین سلولی شود.^(۱۴) در تحقیق حاضر نیز چون میزان هموگلوبین موشهای نابالغ کاهش داشته بنابراین میانگین هموگلوبین سلولی و غلظت هموگلوبین سلولی کاهش یافته است.

گزارشی منتشر شده ای در مورد تاثیر امواج مایکروویو بر غلظت هموگلوبین سلولی (MCHC) بجز گزارش قبلی ما در دست نیست.

در رابطه با تغییرات میزان پلاکتها، با توجه به این که پلاکتها از مگاکاریوسیتها در مغز استخوان تولید

فهرست منابع

- 1- Verschaeve L, Maes A. Genetic carcinogenic and teratogenic effects of radiofrequency fields. *Mutat Res.* 1998; 410: 141-65
- 2- Banik S, Bandyopadhyay S, Ganguly S. Bioeffect of microwave- a brief review. *Bioresource Technology.* 2003; 87: 155-59
- 3- Grant E H,F Inst P. Biological effects of microwaves and radio waves. *IEE PROC.* 1981; 128: 602-6
- 4- Alhekail ZO. Electromagnetic radiation from

microwave ovens. *J Radiol Prot.* 2001; 21: 251-58

5- Delaney A. Reliability of modern microwave ovens to safely heat intravenous fluids for resuscitation. *Emerg Med.* 2001; 13: 181-85

6- Oates WH Jr, Snellings DD Jr, Wilson EF. Microwave oven survey results in Arkansas during 1970. *Am J Public Health.* 1973; 63: 193-98

7- Inalöz SS, Daşdağ S, Ceviz A, Bilici A. Acceptable radiation leakage of microwave ovens on pregnant and newborn rat brains. *Clin Exp Obstet*

Gynecol. 1997; 24: 215-19

8- Haarala C, Aalto S, Hautzel H, Julkunen L, Rinne JO, Laine M, et al. Effects of a 902 MHz mobile phone on cerebral blood flow in humans: a PET study. Neuroreport. 2003; 14: 2013-23

9- Cleary SF, Du Z, Cao G, Liu LM, McCrady C. Effect of isothermal radiofrequency radiation on cytolytic T lymphocytes. FASEB J. 1996; 10: 913-19

10- Busljeta I, Trosic I, Milkovic-Kraus S. Erythropoietic changes in rats after 2.45 GJz nonthermal irradiation. Int J Hyg Environ Health. 2004; 207: 549-54

11- Dasdag S, Sert C, Akdag Z, Batun S. Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on hematologic and immunologic parameters in welders. Arch Med Res. 2002; 33: 29-32

12. Genuis SJ. Fielding a current idea: Exploring the public health impact of electromagnetic radiation. Public Health. 2008; 122: 113-24

۱۳- جلودار غلامعلی، زارع یداله، انصاری لاری مریم، نظیفی سعید. بررسی تاثیر امواج نشتی از اجاق مایکروفر بر فاکتورهای خونی موش صحرائی نر بالغ و نابالغ. طبیب شرق ۱۳۸۷؛ (۱۰): ۸۶-۷۹.

14- Trosic, I., Matatauscipisal, M., Radaly, Z., Animal study on electromagnetic field biological potency. Hig. Rada Toksikol. 1999; 50: 5-11

۱۵- کاسارت، الیسن ب، زیست‌شناسی پرتویی. چاپ اول، دیده ور فریدون، راعی محبوبه (ترجمه)، تهران: مرکز نشر دانشگاهی ۱۳۶۷: ۲۲۲ و ۳، ۳۰۶ و ۷

16- Henry JB. Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods, 20th ed. Philadelphia: W.B.Sanders Company, 2001. p. 1512

17- Rotkowska, D, Vacek, A. The Effect of Electromagnetic Radiation on the Hematopoietic Stem cell of Mice. Ann NY Acad Sci. 1975; 247: 243-50

18- Baranski S. Effect of Chronic Microwave Irradiation on the Blood Forming System of Guinea Pigs and Rabbits. Aerospace Med. 1971; 42: 1196-99

19- Sri Nageswari K. A Review on Immunological Effects of Microwave Radiation, IETE Technical review (India). 1988; 5: 203-10

20- Vrhovac VG. Micronucleus Assay and Lymphocyte Mitotic Activity in Risk Assessment of Occupational Exposure to Microwave Radiation. Chemosphere. 1999; 39: 2301-312

21- Lewis SM, Bain BY, Bates I. Practical Hematology. 9th ed. China: Harcourt Publisher Limited. 2001. p. 633

۲۲- دانکن. جی. ار، پرلس. ک. دبلیو، ماهافی. ای. ا. علوم آزمایشگاهی دامپزشکی " آسیب شناسی بالینی " چاپ اول دکتر سعید تطیفی (ترجمه) انتشارات دانشگاه شیراز ۱۳۸۰: ۳۱۶ و ۳۱۷

Effect of Radiation Leakage of Microwave Oven on Hematological Parameters of Female Mice at Pre and Post Pubertal Stages

*G.A.Jelodar, PhD^I

M.Roodashtian, MS^{II}

Abstract

Background & Aim: High frequency waves are widely used in telecommunication and cooking. The biological effects of these waves are in great attention. Increased hematological problems proposed their possible relation to the use of microwaves. Bone marrow and blood cells are the body tissues which can be affected by these waves. Ladies are more in touch with microwave oven. The age of exposure may also be an important factor. This study was carried out to evaluate hematological parameters in female mice exposed to microwave radiation at pre and post pubertal stages.

Material and Method: For this study 20 adult (2 months old, 25-28 g) and 20 immature (7 days old, 3-4 g) female mice were selected and each group was randomly divided into two groups: control and test group. Test groups were exposed to 2450 MHZ microwaves produced by microwave oven three times a day, 30 minutes each time. After 60 days blood was collected by heart puncture and hematological parameters including Hb, MCHC, MCV, total number of platelets, RBC and WBC were evaluated.

Results: In immature group, Hb, MCHC, and total number of PLT and WBC decreased significantly compared to controls, while the number of RBC did not change in both test groups. In mature group, only the number of WBC decreased and the number of platelets increased significantly compared to control group ($P < 0.05$).

Conclusion: Exposure to radiation leakage of microwave oven significantly affected hematological parameters in both mature and immature female mice. These changes were more severe in immature group. These effects may be attributed to direct effect of waves on bone marrow or peripheral blood cells.

Key Words: 1) Microwaves 2) Hematological Parameters 3) Female Mice

I) Associate Professor of Department of Physiology, School of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran. (*Corresponding Author)

II) MS in Biology, Esfahan, Iran.