

# بررسی تأثیر امواج نشتی از اجاق مایکروفر بر فاکتورهای خونی موش صحرائی نر بالغ و نابالغ

دکتر غلامعلی جلودار\*، یداله زارع\*\*، دکتر مریم انصاری لاری\*\*\*، دکتر سعید نظیفی\*\*\*\*

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۵/۴

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۷/۹/۲

\* دانشگاه شیراز، دانشکده دامپزشکی، بخش فیزیولوژی

\*\* دانشگاه آزاد اسلامی واحد استهبان، دانشکده پرستاری مامائی، گروه پرستاری مامائی

\*\*\* دانشگاه شیراز، دانشکده دامپزشکی، بخش بهداشت

\*\*\*\* دانشگاه شیراز، دانشکده دامپزشکی، بخش کلینیکال پاتولوژی

## چکیده

**زمینه و هدف:** به کارگیری وسیع امواج پر فرکانس در سیستم های مخابراتی و پخت و پز در دهه های اخیر توجه محققین را به اثرات سوء احتمالی این امواج معطوف نموده است. گسترش اختلالات خونی امکان مرتبط بودن استفاده از امواج مایکروویو را با این اختلالات مطرح می نماید. سن فرد در زمان مواجه شدن با این امواج می تواند بر میزان اثرات آن نقش مهمی داشته باشد، لذا هدف این تحقیق بررسی تاثیر احتمالی امواج مایکروویو حاصل از دستگاه مایکروفر بر فاکتورهای خونی موش صحرائی در دو مقطع سنی بالغ و نابالغ می باشد.

**مواد و روش کار:** برای انجام این تحقیق ۱۸ سر موش صحرائی نر بالغ با سن حدود دو ماه و وزن ۱۸۰-۱۵۰ گرم و ۱۸ سر موش نابالغ با سن حدود یک ماه و وزن ۸۰-۶۰ گرم مورد استفاده قرار گرفتند. هر گروه سنی نیز به دو گروه کنترل و آزمایش تقسیم شدند. گروه های آزمایش روزانه سه نوبت و هر بار به مدت سی دقیقه طی دو ماه در مجاورت دستگاه مایکروفر با فرکانس ۲۴۵۰ مگا هرتز قرار گرفتند. گروه های کنترل در شرایط مساوی از نظر نور و دما در محیط آزمایشگاه نگهداری شدند. در پایان دوره نمونه های خون تهیه گردید و فاکتورهای خونی شامل تعداد پلاکتها، گلبولهای قرمز و سفید، درصد گلبولهای سفید و میزان هموگلوبین (Hb) میانگین حجم سلولی (MCV)، میانگین غلظت هموگلوبین سلول (MCH) و میانگین غلظت هموگلوبین سلولی (MCHC) با استفاده از T-test مورد ارزیابی قرار گرفت و  $P < 0/05$  معنی دار در نظر گرفته شد.

**یافته ها:** نتایج نشان داد در گروه نابالغ تحت تاثیر امواج، درصد لنفوسیت ها، میزان هموگلوبین، MCHC و تعداد گلبول های سفید کاهش معنی داری می یابد ( $P < 0/05$ ) در حالی که تعداد گلبول های قرمز، حجم سلولی گلبول های قرمز و تعداد پلاکت ها در این گروه افزایش معنی داری نشان می دهد ( $P < 0/05$ ). از فاکتورهای مورد ارزیابی در گروه بالغ، فقط تعداد گلبول های قرمز تحت اثر امواج افزایش معنی داری نشان داد ( $P < 0/05$ ).

**نتیجه گیری:** امواج مایکروویو نشتی از اجاق مایکروفر سبب تغییرات معنی داری در اکثر فاکتورهای خونی گروه نابالغ گردید در حالیکه بر فاکتورهای خونی گروه بالغ اثرات کمتری داشت. این اثر می تواند به دلیل تاثیر مستقیم امواج بر سلول های مغز استخوان و یا به دلیل اثر این امواج بر سلولها در خون محیطی باشد. (مجله طبیب شرق، دوره ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۲، ص ۲۶۵ تا ۲۷۱)

**کلیدواژه ها:** امواج مایکروویو، فاکتورهای خونی، موش صحرائی، مایکروفر

## مقدمه

هرتز تا ۳۰۰ گیگا هرتز و طول موج آنها بین ۱ میلیمتر تا ۱ متر می باشد. این امواج الکترومغناطیس غیر یونیزه کننده جذب

امواج مایکروویو بخشی از طیف وسیع امواج الکترومغناطیس می باشند که دامنه فرکانس آنها بین ۳۰۰ مگا

مولکول ها شده و تغییراتی در انرژی آنها ایجاد می کنند.<sup>(۱)</sup> شواهد موجود نشان می دهد که امواج مایکروویو بسته به شدت فرکانس، نوع موج و مدت مواجه شدن اثرات مختلف بیولوژیکی ایجاد می کند.<sup>(۲،۳)</sup>

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 خطرناک امواج مایکروویو از درب بسته دستگاه مایکروفر می باشد. در این گزارشات محققین معتقدند انرژی امواج نشت یافته به بیرون از این دستگاهها در حدود یک میلی وات بر سانتی متر مربع می باشد و این در حدی نیست که برای مصرف کننده خطرساز باشد<sup>(۴،۵)</sup> و ویلیام و همکاران میزان نشت امواج مایکروویو از مایکروفر با درب بسته را در فاصله ۵ سانتی متری بین ۱ تا ۳۰ mW/cm<sup>2</sup> گزارش نمودند<sup>(۶)</sup>، همچنین اینازول و همکاران (۱۹۹۷) میزان نشت این امواج را از مایکروفر با درب بسته بر روی موش صحرایی باردار مضر و خطرناک دانسته اند.<sup>(۷)</sup>

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 میدهد و توجه به نحوه قرارگیری آنتن موبایل و تماس آن با گوش، ناحیه گیجگاهی سر در معرض بیشترین آسیب ناشی از امواج مایکروویو حاصل از تلفن های همراه می باشد.<sup>(۸)</sup> 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 T کشنده می شود<sup>(۹)</sup> و از سوی دیگر گزارشات بسلجنا 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.<sup>(۱۰)</sup> 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 (۲۰۰۰) با تحقیق بر روی کارگران نیروگاه برق که در معرض امواج الکترو مغناطیس تولید شده از خطوط انتقال برق با فرکانس پایین (۵۰ مگاهرتز) قرار گرفته بودند گزارش کردند که این امواج با فرکانس پایین اثری بر فاکتورهای ایمنونولوژیک و هماتولوژیک مانند تعداد گلبولهای سفید و قرمز، پلاکت ها و هموگلوبین ندارند.<sup>(۱۱)</sup>

با توجه به گسترش استفاده از مایکروفر (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، این تحقیق به منظور بررسی تاثیر امواج مایکروویو حاصل از دستگاه مایکروفر در دو مقطع سنی بالغ و نابالغ بر فاکتورهای خونی در موش صحرایی طراحی گردید.

### روش کار

این تحقیق در سال ۱۳۸۶ در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز انجام گردید. ابتدا میزان نشت 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 نشت امواج RF اندازه گیری شد. جهت انجام این تحقیق تعداد ۱۸ موش صحرایی نر بالغ با سن حدود ۲ ماه و وزن ۱۸۰-۱۶۰ گرم از نژاد Sprague Dawley و ۱۸ موش صحرایی نابالغ با حدود یک ماه سن و ۸۰ گرم وزن از مرکز حیوانات دانشکده پزشکی شیراز خریداری و هر دسته به طور تصادفی به دو گروه کنترل و آزمایش تقسیم شدند. کلیه موش ها ابتدا به منظور عادت کردن به محیط به مدت یک هفته در شرایط نگهداری جدید قرار گرفته، آب و غذا به صورت آزاد در اختیار آنها بود. و میزان نور اتاق به صورت ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی تنظیم گردید. گروه های آزمایش به مدت دو

ماه در قفس هایی در فاصله ۳۰ سانتی متری (تا فاصله ۵۰ سانتیمتری اجازه حرکت داشتند) ازدستگاه میکروفر ساخت شرکت LG مدل MS-543XD قرار گرفتند. این دستگاه امواج الکترومغناطیس با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز تولید می کند. دستگاه سه نوبت هر نوبت به مدت نیم ساعت روشن گردید. به این ترتیب موش های مورد مطالعه کلاً یک ساعت و نیم در شبانه روز با امواج میکروویو مواجه بودند. به منظور ایجاد شرایط یکسان، موش های گروه کنترل نیز هم زمان از اتاق نگهداری خارج و در محیط آزمایشگاه قرار می گرفتند. در پایان دوره آزمایش (۶۰ روز) کلیه موش ها با اتر بیهوش شدند 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 (MCH)، 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 T-test مورد بررسی قرار گرفت و مقادیر  $P < 0.05$  معنی دار در نظر گرفته شد.

### یافته ها

نتایج اندازه گیری میزان نشست امواج میکروویو در فواصل ۳۰ و ۴۰ سانتیمتری دستگاه، در ارتفاع صفر و ۵ سانتیمتری از

سطح میز در سه نقطه مختلف در جداول ۲ و ۱ ذکر شده است. میانگین نشست امواج در ارتفاع صفر و ۵ سانتی متری به ترتیب ۳۵/۵ و ۴۰/۵  $mW/cm^2$  در فاصله ۳۰ سانتیمتری و ۱۷ و ۲۹/۱۶  $mW/cm^2$  در فاصله ۴۰ سانتیمتری می باشد. تحت تاثیر امواج میکروویو در گروه نابالغ، تعداد گلبول های قرمز و MCV بترتیب ۲۹/۶ درصد و ۳۴ درصد افزایش یافت، در حالی که میزان MCHC ۱۹/۵ درصد، و میزان هموگلوبین ۱۶/۶ درصد در مقایسه با گروه کنترل کاهش یافت (جدول ۴) که این تغییرات از نظر آماری معنی داری باشد ( $P < 0.05$ ). در گروه بالغ فقط تعداد گلبول های قرمز تحت تاثیر امواج میکروویو افزایش (۸/۴٪) معنی داری نشان داد و تغییرات سایر فاکتورها در این گروه از نظر آماری معنی دار نبود. میانگین هموگلوبین سلولی (MCH) تنها فاکتوری است که تغییرات میانگین آن در گروه نابالغ نسبت به گروه های کنترل معنی دار نیست.

در گروه نابالغ تحت تاثیر امواج، میانگین تعداد گلبولهای سفید ۴۶/۷ درصد و لنفوسیتها ۵ درصد کاهش یافت (جدول ۳) که این کاهش از نظر آماری معنی دار می باشد ( $P < 0.05$ ), در حالی که تعداد پلاکتها ۲۷ درصد افزایش داشت. از نظر آماری تفاوت معنی داری در میانگین تعداد اتوزینوفیل ها و مونوسیتهای گروه بالغ و نابالغ تحت تاثیر امواج میکروویو مشاهده نگردید.

جدول (۱): میزان نشست امواج میکروویو ( $mW/cm^2$ ) در فاصله ۳۰ سانتیمتری دستگاه میکروفر در سه نقطه مختلف

میانگین کل ± انحراف معیار	کنار سمت راست دستگاه			وسط			کنار سمت چپ دستگاه			فاصله ۳۰ cm ارتفاع
	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	
۳۵/۵±۱۹/۲۵	۳۵	۳۰	۴۰	۵۵	۵۰	۶۰	۱۶/۵	۱۴	۱۹	صفر
۴۰/۵±۱۶/۷۵	۴۰	۳۰	۵۰	۵۷/۵	۴۵	۷۰	۲۴	۲۰	۲۸	پنج سانتی متر

جدول (۲): میزان نشت امواج میکروویو (mW/cm<sup>2</sup>) در فاصله ۴۰ سانتیمتری دستگاه میکروفر در سه نقطه مختلف

فاصله ارتفاع ۴۰cm	کنار سمت چپ دستگاه			وسط			کنار سمت راست دستگاه		
	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین
صفر	۱۰	۳	۶/۵	۴۵	۲۵	۳۵	۲۰	۱۲	۱۱
پنج سانتی متر	۲۵	۱۵	۲۰	۳۵	۲۵	۳۰	۴۵	۳۰	۳۷/۵

جدول ۳- مقایسه تأثیر امواج نشتی از اجاق میکروفر بر گلبولهای سفید و پلاکت‌های موش صحرایی نر بالغ و نابالغ

گروهها	WBC x10 <sup>3</sup> /μl	Lymph %	Neut %	Eos %	Mono %	PLT x10 <sup>3</sup> /μ
کنترل بالغ	۱۵/۷ ± ۲/۶	۸۱/۸۸ ± ۱/۴	۱۵/۵۶ ± ۲/۸۳	۱/۰۶ ± ۰/۱۶	۱/۱۵ ± ۰/۱۵	۹۷۳/۳ ± ۳۲/۷۴۶
آزمایش بالغ	۱۷/۴ ± ۲/۸	۷۷/۶ ± ۱/۱۷	۱۶/۷۵ ± ۲/۳۵	۳/۱۵ ± ۰/۳	۲/۵ ± ۰/۲	۹۹۱/۰ ± ۱۳۸/۲۰
کنترل نا بالغ	۱۸/۴ ± ۴/۶	۸۶/۶ ± ۱/۱*	۱۲/۳۳ ± ۲/۳۸	۱/۲ ± ۰/۱۲	۱/۴ ± ۰/۲۵	۷۳۰/۱ ± ۳/۷۶
آزمایش نا بالغ	۹/۸ ± ۴/۱ *	۸۱/۶ ± ۱/۰۲	۱۰/۸ ± ۱/۸۸	۲/۶۷ ± ۰/۲۳	۳/۴ ± ۰/۳	۹۲۷/۲ ± ۴۰/۶*

\* نشان دهنده تفاوت معنی دار با گروه کنترل مربوطه می باشد (P < ۰/۰۵)

جدول ۴- مقایسه تأثیر امواج نشتی از اجاق میکروفر بر گلبولهای قرمز موش صحرایی نر بالغ و نابالغ

گروهها	RBC x10 <sup>6</sup> /μl	Hb (g/dl)	MCH (pg)	MCHC (g/dl)	MCV (FL)
کنترل بالغ	۸/۵۹ ± ۰/۰۸	۱۵/۷۳ ± ۲/۰۱	۱۷/۹۸ ± ۱/۲۱	۳۰/۷۴ ± ۱/۸۳	۵۸/۲۵ ± ۱/۸۳
آزمایش بالغ	۹/۳۱ ± ۰/۱۷ *	۱۶/۰۱ ± ۱/۱۱	۱۸/۶۹ ± ۰/۷۵	۳۲/۰۸ ± ۱/۳۶	۵۸/۴۹ ± ۰/۹۴
کنترل نا بالغ	۶/۲۸ ± ۰/۳۲	۱۵/۴۲ ± ۰/۶۲	۱۹/۰۶ ± ۱/۳۱	۳۰/۸۸ ± ۱/۰۳	۶۱/۲۶ ± ۲/۹۱
آزمایش نا بالغ	۸/۱۱ ± ۰/۰۴*	۱۲/۸۶ ± ۰/۹۶*	۲۰/۵۲ ± ۱/۴۷	۲۴/۸۶ ± ۲/۴۳*	۸۲/۶۸ ± ۳/۴۱*

\* نشان دهنده تفاوت معنی دار با گروه کنترل مربوطه می باشد (P < ۰/۰۵)

## بحث

این امواج افزایش معنی داری یافت در حالی که میزان هموگلوبین، MCHC، درصد لنفوسیتها و تعداد گلبولهای سفید کاهش داشت. افزایش تعداد گلبولهای قرمز می تواند به دلیل اثر تحریکی امواج بر تقسیم سلولی سلولهای بنیادی مغز استخوان باشد. این عمل می تواند منجر به افزایش گلبولهای قرمز نابالغ خون (رتیکولوسیتها) گردد. افزایش حجم سلولها نیز می تواند به دلیل رتیکولوسیتوز یا افزایش سلولهای نابالغ باشد. از طرفی با افزایش حجم گلبول های قرمز، میزان هموگلوبین (Hb) و میانگین غلظت هموگلوبین سلولی (MCHC) در سلول کاهش می یابد. هنگامی که حجم سلول افزایش می یابد درصد هموگلوبین در گلبول مقدار کمتری را نشان می دهد.<sup>(۱۳)</sup> اثرات تحریکی امواج بر فرایند تقسیم سلولی و متلاشی شدن

نتایج این تحقیق نشان داد که در گروه نابالغ اکثر فاکتورهای خونی تحت تاثیر امواج میکروویو نشت یافته از میکروفرهای خانگی تغییرات معنی داری می نماید. در بررسی منابع موجود گزارش منتشر شده ای در زمینه اثر امواج در سنین قبل از بلوغ یافت نشد و بنظر می رسد این اولین گزارش در این زمینه باشد، لذا مقایسه نتایج امکان پذیر نمی باشد. بطور کلی حساسیت سلولها به پرتوها به درجه بلوغ آنها بستگی دارد، سلولهای رشد نیافته و بافت های جوان حساسیت بیشتری به پرتوها نشان می دهند.<sup>(۱۲)</sup> لذا همان گونه که انتظار می رفت تاثیر امواج مورد مطالعه در گروه نابالغ بیشتر تظاهر یافت. از فاکتورهای خونی مورد مطالعه، تعداد گلبولهای قرمز، میانگین حجم گلبول های قرمز (MCV) و درصد پلاکت ها در گروه نابالغ تحت تاثیر

می باشد.<sup>(۱۸)</sup> تفاوت در اثرات این امواج بر فاکتورهای خونی می تواند باسن افراد در زمان مواجهه، فرکانس امواج و فاصله با منبع تولید امواج مرتبط باشد. این تحقیق با توجه به مدت و زمان استفاده از دستگاه مایکروفر در مصارف خانگی طراحی گردید و یک نمونه از دستگاههای مایکروفر وارداتی مورد ارزیابی قرار گرفت، بررسی نمونه های دیگر از این اجاق ها و یا استفاده در مدت زمان بیشتر و در فواصل مختلف نسبت به دستگاه می تواند نتایج کاملتری را ارائه نماید. امواج مایکروویو نشی یافته از اجاق مایکروفر سبب تغییر اکثر فاکتورهای خونی مورد مطالعه در موشهای نابلغ گردید، این اثر می تواند به دلیل تاثیر مستقیم امواج بر سلول های 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 انجام مطالعات بیشتر در مورد دستگاهها تولیدی سایر شرکتها و همچنین بررسی مغز استخوان به منظور پی بردن به محل اثر امواج ضروری بنظر می رسد. از طرفی تلاش برای افزایش آگاهی عمومی هنگام استفاده از این وسایل شدیداً توصیه می شود.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات سرکار خانم احمدی کارشناس محترم بخش فیزیولوژی و همکاری صنایع الکترونیک شیراز تقدیر و تشکر می گردد.

مگا کاربوسیت ها قبل از موعد مقرر و یا تاثیر بر مکان ذخیره سازی و آزادسازی فاکتورهای خونی از دلایل افزایش تعداد پلاکت ها باشد.<sup>(۱۴)</sup> هرچند در گروه بالغ تعداد گلبول های قرمز تحت تاثیر امواج مایکروویو افزایش معنی داری نشان داد (۸/۴٪)، بنظر می رسد این افزایش در حدی نبوده است که موجب تغییر در سایر فاکتورهای مربوط به گلبولهای قرمز گردد. فورگاس و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که حجم سلولی گلبول های قرمز در حیواناتی که در معرض امواج مایکروویو با فرکانس ۱۸۰۰ مگاهرتز قرار گرفته بودند افزایش یافته بود.<sup>(۱۵)</sup>

باسلجیتا و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که قرار گرفتن موش صحرایی در معرض امواج مایکروویو غیرحرارتی با فرکانس ۲/۴۵ گیگاهرتز باعث افزایش تعداد گلبولهای قرمز و میزان هموگلوبین می شود.<sup>(۱۰)</sup> که این یافته با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. ولی گزارش سری ناجسواری (۲۰۰۳) نشان دهنده کاهش تعداد گلبول های قرمز در اثر امواج مایکروویو در مدت سه ماه می باشد.<sup>(۱۶)</sup> همچنین نتایج مطالعه تروسیک و همکاران (۱۹۹۹) در مورد اثر امواج مایکروویو بر تعداد گلبول های قرمز در تناقض با نتایج حاصل از این تحقیق می باشد.<sup>(۱۷)</sup> نتایج تروسیک و همکاران (۲۰۰۴) در خصوص عدم اثر امواج بر تعداد گلبول های سفید با نتایج بدست آمده در گروه بالغ مطابقت دارد ولی در تضاد با نتایج حاصل در گروه نابلغ

## References

1. Verschaeve L, Maes A. Genetic carcinogenic and teratogenic effects of radiofrequency fields. *Mutat Res.* 1998 ;410(2):141-65.
2. Banik S, Bandyopadhyay S, Ganguly S. Bioeffect of microwave a brief review. *Bioresource Technology.* 2003;87: 155-9.
3. Grant EH, F Inst P. Biological effects of microwaves and radio waves. *IEE PROC.*1981; 128(9): 602-6.

4. Alhekail ZO. Electromagnetic radiation from microwave ovens. *J Radiol Prot.* 2001;21(3):251-8.
5. Delaney A. Reliability of modern microwave ovens to safely heat intravenous fluids for resuscitation. *Emerg Med (Fremantle).* 2001;13(2):181-5.
6. Oates WH Jr, Snellings DD Jr, Wilson EF. Microwave oven survey results in Arkansas during 1970. *Am J Public Health.* 1973;63(3):193-8.
7. Inalöz SS, Daşdağ S, Ceviz A, et al. 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, 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, et al. Effect of isothermal radiofrequency radiation on cytolytic T lymphocytes. *FASEB J.* 1996;10(8):913-9.
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(6):549-54.
11. Dasdag S, Sert C, Akdag Z, et al. Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on hematologic and immunologic parameters in welders. *Arch Med Res.* 2002 ;33(1):29-32.
12. Takavar A, *Medical Physic*, 6<sup>th</sup> ed, Abij. 2006;423-28.
13. Duncan R, Prass KW, Mahaffey EA. *Veterinary laboratory Medicine, Clinical Pathology*, Translated by Nazifi S. 2001; 316&655.
14. Henry JB. *Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods*, W.B. Saunders Company, Philadelphia. 2001;20:1512
15. Forgács Z, Kubinyi G, Sinay G, et al. Effects of 1800 MHz GSM-like exposure on the gonadal function and hematological parameters of male mice. *Magy Onkol.* 2005;49(2):149-51. Epuba. 2005 Oct 24.
16. Sri Nageswari K. Biological Effects of Microwave and Mobile Telephony, Proceedings of the International Conference on Non-Ionizing Radiation at UNITEN (ICNIR) Electromagnetic Field and our Health. 2003; (20-22):1-11.
17. Trosić I, Matausićpisl M, Radalj Z, et al. Animal study on electromagnetic field biological potency. *Arh Hig Rada Toksikol.* 1999;50(1):5-11.
18. Trosic I, Busljeta I, Paric IT. The Influence of 2.45 GHz Microwave Irradiation on Blood-Forming of System in Rats Whole- Body Microwave Expouser, Refernce to the Lymphocytes. *Toxicology letters.* 2004;125-32.

## ***Effect of Radiation Leakage of Microwave Oven on Hematological Parameters of Rat at Pre and Post Pubertal Stage***

***Jelodar GA, PhD\**; Zarea Y, MsC\*\**; Ansarie Lari M, PhD\*\*\*; Nazifi S, PhD \*\*\*\****

**Received: 25/Jul/2008**

**Accepted: 22/Nov/2008**

**Background:** High frequency waves are widely used in telecommunication and cooking. The biological effects of microwaves are in great attention. It is supposed that microwaves may increase the risk of hematological problems and the age at exposure may play an important role in this process. In this study, we evaluated the hematological parameters in rats by exposing them to microwave radiation at pre and post pubertal stages.

**Materials and Methods:** In this study, 18 adult (2 months old) and 18 immature (1 month old) male rats were involved and each group was randomly divided into two groups; the test and the control group. The rats in the test group were exposed to 2450 MHz microwaves produced by a microwave oven three times a day for 30 minutes at each time. Control groups were kept in laboratory at the same temperature and light condition. After 60 days, blood samples were taken by heart puncture and hematological parameters including Hb, MCHC, MCV, RBC and WBC counts and total number of platelets were measured. The means of hematological parameters were compared by T-test and  $P < 0.05$  considered to be significant.

**Results:** The results showed a significant decrease in Hb, MCHC, WBC and lymphocyte count in immature group compare to control group; while MCV, RBC and platelet count increased ( $P < 0.05$ ). The RBC count increased significantly in mature group compare to control group ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** Exposure to microwaves leakage of microwave oven significantly affected hematological parameters in immature rats while changes in matures was limited to RBC count. This effect maybe due to direct effect of microwaves on bone marrow or peripheral blood cells.

**KEY WORDS:** Microwaves, Hematological Parameters, Microwave oven

\*Dept of Physiology, Faculty of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran

\*\*Dept of Nursing, Faculty of Nursery and Midwifery, Azad University of Estahban University, Estahban, Iran

\*\*\* Dept of Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran

\*\*\*\* Dept of Clinical Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran