مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
دوره ۱۸، شماره ٦، بهمن و اسفند ۱۳۸۹
صفحه: ٥٠٤-٤٩٦

Journal of Shaheed Sadoughi University of Medical Sciences
Vol. 18, No. 6, Jan-Feb 2011
Pages: 496-504

بررسی اثر امواج مایکروویو نشت یافته از اجاق مایکروفر بر سلول های مغز استخوان موش صحرایی نر بالغ و نابالغ

غلامعلی جلودار*[۱]، سعید نظیفی[۲]، ابراهیم عادلیان[۳]

۱- دانشیار بخش فیزیولوژی، گروه علوم پایه، دانشگاه شیراز
۲- استاد بخش کلینیکال پاتولوژی، گروه علوم درمانگاهی، دانشگاه شیراز
۳- دانش آموخته دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۲/۲

چکیده

مقدمه: گسترش بیماری‌های خونی و افزایش استفاده از امواج مایکروویو در سیستم‌های مختلف، احتمال مرتبط بودن آنها را مطرح نموده است، سن فرد در زمان مواجه شدن با این امواج نیز می‌تواند بر میزان اثرات نقش مهمی داشته باشد، لذا این تحقیق به منظور بررسی تأثیر امواج نشت یافته از اجاق مایکروفر بر سلول‌های مغز استخوان در حیوان بالغ و نابالغ انجام گردید.

روش بررسی: ۱۴ موش صحرایی نر بالغ و ۱۴ موش صحرایی نر نابالغ به طور تصادفی به چهار گروه(کنترل و آزمایش) تقسیم شدند، گروه‌های آزمایش روزانه سه نوبت و هر بار سی‌دقیقه به مدت دو ماه مجاور دستگاه مایکروفر قرار گرفتند. در پایان ، نمونه‌های مغز استخوان، از استخوان ران موشها گرفته شد و پس از رنگ‌آمیزی، مرفولوژی و تعداد سلول‌ها در رده‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج: امواج بر مورفولوژی سلول‌ها در دو گروه اثر قابل مشاهده ای نداشت. در گروه آزمایش نابالغ، سلول‌های روبریسیت بازوفیلی، روبریسیت پلی کروماتوفیلی، متاروبریسیت و کل سلول‌های رده اریتروئیدی کاهش یافتند($P<۰/۰۵$)، در حالی که سلول‌های متامیلوسیت، باندنوتروفیلی، کل سلول‌های رده میلوئید، سلول های در حال تقسیم میتوزی و کل سلول‌های سایر رده‌ها و در نهایت نسبت میلوئید به اریتروئید (M/E) افزایش یافت($P<۰/۰۵$). در گروه بالغ آزمایش، سلول‌های متاروبریسیت و میلوسیت کاهش($P<۰/۰۵$)، ولی سلول‌های در حال تقسیم میتوزی و کل سلول‌های سایر رده‌ها افزایش یافت($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: امواج نشت یافته از مایکروفر بر مورفولوژی سلول‌های مغز استخوان اثر قابل مشاهده‌ای نداشته ولی تعداد آنها را تحت تأثیر قرار داده که میزان این اثرات در گروه نابالغ شدیدتر بود.

واژه‌های کلیدی: امواج مایکروویو- مغز استخوان- دستگاه مایکروفر- موش صحرایی

*نویسنده مسئول؛ تلفن: ۶۱۳۸۷۵۷ -۰۷۱۱، jelodar@shirazu.ac.ir

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

مقدمه

پس از کشف امواج با فرکانس بالا و به‌کارگیری آنها در صنایع مختلف، همواره اثرات سوء آنها در سلول‌های زنده مورد توجه بوده است. امواج مایکروویو به دلیل توانایی بالایی که در نفوذ به اجرام دارد و نیز به دلیل ایجاد حرارت و سرعت عمل قابل توجه شان بسیار مورد توجه قرار گرفته اند. امروزه استفاده‌های زیادی از این امواج در صنایع غذایی می‌شود، مانند ذوب کردن گوشت و سایر مواد غذایی منجمد، غیرفعال کردن آنزیم‌های میوه‌ها و سبزیجات در کارخانه‌ها و منازل، پاستوریزاسیون ملایم نان به منظور از بین بردن قارچ‌ها و مخمرها، پاستوریزاسیون غذاهایی مانند ترشیجات که اسیدیته بالایی دارند(۱). به‌کارگیری وسیع این امواج در سیستم‌های مخابراتی، رادارها و پخت و پز در دهه‌های اخیر توجه محققین را به بررسی اثرات جانبی امواج مایکروویو معطوف نموده است.

مغز قرمز استخوان و سلولهای خونی از بافت‌های فعال بدن می‌باشند که به طور مداوم در حال تقسیم هستند و بیش‌تر از بافت‌های دیگر در معرض آسیب‌های بیولوژیک ناشی از امواج مایکروویو می‌باشند. مطالعه‌ای که توسط Cleary و همکاران بر روی نمونه‌های خون صورت گرفت، نشان داد که امواج مایکروویو به واسطه داشتن اثرات حرارتی باعث متوقف شدن روند تکثیر سلولی در لنفوسیت‌های نوع T می‌شود(۲). همچنین تحقیقاتی که توسط Busljeta و همکاران بر روی اسلایدهای تهیه شده از مغز استخوان صورت گرفت، نشان داد که امواج مایکروویو با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز با تحت تأثیر قرار دادن بافت قرمز استخوان، باعث افزایش تعداد اریتروسیت‌ها، هموگلوبین و هماتوکریت در جریان خون محیطی می‌شوند(۳). D'Andrea و همکاران نیز تأثیر امواج مایکروویو با طول موج ۲۴۵۰ مگاهرتز را بر موش‌های صحرایی نر بالغ ارزیابی کردند و نهایتاً تغییرات جزیی در تعداد گلبول‌های سفید و قرمز موش‌ها مشاهده نمودند(۴). در تحقیق دیگری قرار دادن نمونه‌های خون در معرض امواج مایکروویو با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز به مدت ۱۲۰ تا ۱۳۰ دقیقه سبب افزایش آسیب‌های کروموزومی از نوع اِسانتریک و دی‌سانتریک در لنفوسیت‌ها گردید(۵). با افزایش اختلالات خونی از یک سو و از سوی دیگر گسترش حضور میادین مغناطیسی در زندگی انسان، امکان ارتباط آنها مطرح گردید.

با توجه به این که در هیچ یک از گزارشات، اثر امواج نشتی از اجاق مایکروفر آن هم در شرایط معمول مصارف خانگی بررسی نشده است، در پژوهش حاضر اثر امواج نشتی از اجاق مایکروفر(امواج میکروویو با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز) با توجه به استفاده از این دستگاه در این مصارف در فاصله ۵۰-۳۰ سانتی متری، بر فاکتورهای خونی و مغز استخوان در یک الگوی حیوانی بالغ و نابالغ بررسی شد.

روش بررسی

این مطالعه به صورت تجربی بر روی ۲۸ موش صحرایی نر بالغ و نابالغ انجام گردید. ابتدا میزان نشت امواج از اجاق مایکروویو ($\mu w/cm^2$) توسط بخش کنترل کیفیت صنعت لامپ‌های مایکروویو شرکت صنایع الکترونیک، با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری نشت امواج RF(مدل HI-1600- SURVEY METER که میزان نشت امواج را در طول موج‌های بین۹۱۵ تا ۲۴۵۰ مگاهرتز اندازه‌گیری می‌کند) در دو ارتفاع صفر و پنج‌سانتی‌متری از سطح میز و در سه نقطه سمت راست، وسط و سمت چپ دستگاه اندازه‌گیری شد.

پس از تهیه موش‌ها از مرکز حیوانات آزمایشگاهی دانشکده پزشکی(نژاد Sprague Dawley) 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 قرار داده شد و میزان نور اتاق به صورت ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی تنظیم گردید. سپس موش‌های هر گروه سنی به صورت اتفاقی به دوگروه کنترل و آزمایش(۷ موش در هر گروه) تقسیم شدند. در این مطالعه نابالغین با سن حدود ۳ تا ۴ هفته(با وزن ۸۰ گرم) و بالغین حدود ۸ تا ۹ هفته(با وزن ۱۸۰-۱۶۰ گرم) در نظر گرفته شدند. گروه‌های آزمایش برای مدت دو ماه در قفسه در مجاورت امواج مایکروویو با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز به فاصله ۳۰ سانتی‌متری(که تا فاصله ۵۰ سانتی‌متری آزادانه می‌توانستند حرکت کنند) روزانه ۳ مرتبه و هر نوبت ۳۰ دقیقه

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

قرار داده شدند. به این ترتیب موش‌های گروه آزمایش یک ساعت و نیم در شبانه‌روز با امواج مایکروویو مواجه بودند و به منظور ایجاد شرایط یکسان، موش‌های گروه کنترل نیز هم زمان از اتاق نگهداری خارج و در محیط آزمایشگاه با شرایط مساوی با گروه آزمایش قرار می‌گرفتند.

پس از پایان دو ماه دوره آزمایش، موش‌ها با اتر بی‌هوش و با خون‌گیری از قلب کشته شدند. استخوان ران را جدا کرده و پس از شکستن توسط سوزن اقدام به نمونه‌گیری از مغز استخوان شد. مغز استخوان گرفته شده، سریعاً بر روی لام شیشه‌ای قرار گرفت و گسترش تهیه شد. گسترش‌های تهیه شده در معرض هوا خشک شده و مشخصات حیوان بر روی آن ثبت گردید. از هر موش صحرایی بیش از سه نمونه گسترش مغز استخوان تهیه شد. گسترش‌های آماده شده در اسرع وقت به روش گیمسا رنگ‌آمیزی گردیدند. در این روش رنگ‌آمیزی، اسلاید را به مدت ۵ دقیقه در الکل ثابت کرده، سپس ۲۰ دقیقه در رنگ گیمسا قرار داده و در نهایت با آب شسته می‌شد. گسترش‌های رنگ‌آمیزی شده مغز استخوان توسط میکروسکوپ نوری و با بزرگنمایی ۱۰۰ به همراه روغن مورد مطالعه قرار می‌گرفتند. شمارش نسبی بر روی پانصد سلول مغز استخوان انجام گرفته و نسبت رده میلوئید به اریتروئید در هر دو گروه کنترل و آزمایش مشخص گردید. سلول‌های رده اریتروئید(روبریبلاست، پروروبریسیت، روبریسیت بازوفیلیک، روبریسیت پلی‌کروماتوفیلیک و متاروبریسیت) و سلول‌های رده میلوئید(میلوبلاست، پرومیلوسیت، میلوسیت، متامیلوسیت، باند نوتروفیلی، باند ائوزینوفیلی، باند بازوفیلی، نوتروفیل، ائوزینوفیل و بازوفیل) و سایر سلول‌ها(سلول در حال تقسیم میتوزی، مگاکاریوسیت، سلول پلاسما، ماکروفاژ، مونوسیت، سلول دژنره، سلول طبقه‌بندی نشده و لنفوسیت) مورد شمارش قرار گرفتند و پس از تعیین درصد سلول‌های هر رده نسبت میلوئید به اریتروئید (M/E) نیز مشخص شد.

میانگین‌ها برای نتایج مربوط به سلول‌های خون‌ساز مغز استخوان محاسبه شده و با استفاده از تست‌های آماری تی‌تست مورد بررسی قرار گرفته‌اند و مقادیر P کمتر از ۰/۰۵ از نظر آماری معنی‌دار در نظر گرفته شد.

نتایج

میزان نشت امواج در فواصل مختلف از دستگاه در جدول ۱ نشان داده شده است. همانگونه که در جدول ذکر شده است در اکثر موارد توان امواج خروجی در مقابل دستگاه و در فواصل نزدیک بیشتر از کناره‌ها و فاصله‌های دورتر می‌باشد. همچنین در ارتفاع ۵ سانتیمتری که تقریباً موازی سطح داخلی دستگاه می‌باشد حضور امواج بیشتر می‌باشد.

نتایج مربوط به اثر امواج مایکروویو بر درصد سلول‌های مغز استخوان موش صحرایی نر نابالغ و بالغ به ترتیب در جدولهای ۲، ۳ و ۴ ارائه شده است. در این تحقیق، امواج مایکروویو اثر قابل مشاهده‌ای بر مورفولوژی سلول‌های مغز استخوان نداشته و تغییری در شکل ظاهری آنها ایجاد نکرده است.

اثر امواج مایکروویو بر رده‌های مختلف سلولی در مغز استخوان موش صحرایی نر نابالغ

همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود میانگین درصد سلول‌های روبریسیت بازوفیلی در گروه نابالغ آزمایش ۴/۷۱±۰/۲۹ می‌باشد که نسبت به میانگین درصد آنها در گروه نابالغ کنترل(۸±۰/۴۴) کاهش یافته، که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. میانگین درصد سلول‌های روبریسیت پلی‌کروماتوفیلی در گروه نابالغ آزمایش ۱۸/۵۷±۰/۷۲ می‌باشد که نسبت به میانگین درصد آنها در گروه نابالغ کنترل(۲۴/۱۴±۰/۴۰) کاهش یافته، که این کاهش از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد.

میانگین درصد سلول‌های متاروبریسیت در گروه نابالغ آزمایش ۵/۵۷±۰/۵۷ می‌باشد که نسبت به میانگین درصد آنها در گروه کنترل (۷/۲۹±۰/۳۶) کاهش یافته که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. سایر سلول‌های رده اریتروئید مانند روبریبلاست، پروروبریسیت در گروه نابالغ آزمایش نسبت به گروه کنترل کاهش جزیی داشته و این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد. میانگین کل سلول‌های رده اریتروئید در گروه نابالغ آزمایش ۳۰±۰/۳۸ درصد می‌باشد که نسبت به میانگین درصد آنها در گروه کنترل(۴۰/۸۶±۰/۱۴) کاهش یافته که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲).

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

از سلول‌های رده میلوئید مغز استخوان، میانگین درصد سلول‌های متامیلوسیت در گروه نابالغ آزمایش ۱۵/۱۴±۰/۵۱ می‌باشد که نسبت به میانگین درصد آنها در گروه کنترل (۱۳/۵۷±۰/۳۷) افزایش یافته که این افزایش از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد(جدول ۲). میانگین درصد سلول‌های باند نوتروفیل در گروه نابالغ آزمایش ۲۳/۵۷±۰/۴۹ می‌باشد که نسبت به میانگین درصد آن‌ها در گروه کنترل(۱۹/۱۴±۰/۲۶) افزایش یافته که این اختلاف نیز از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد(جدول ۲).

جدول۱: میزان نشت امواج میکروویو(mw/cm^2) از اجاق میکروفر در سه نقطه مقابل دستگاه

فاصله	**چگالی توان سمت چپ (mw/cm^2)**		**چگالی توان وسط(mw/cm^2)**		**چگالی توان سمت راست(mw/cm^2)**	
	ارتفاع صفر	ارتفاع 5cm	ارتفاع صفر	ارتفاع 5cm	ارتفاع صفر	ارتفاع 5cm
۳۰	۱۶/۵	۲۴	۵۵	۵۷/۵	۱۵	۴۰
۴۰	۶/۵	۲۰	۳۵	۳۰	۳۵	۳۷/۵
۵۰	۱۸	۱۰	۲۰	۴۵	۱۶	۳۰

جدول ۲: میانگین(±SEM) و درصد سلول‌های رده اریتروئید، میلوئید وسایر رده‌های سلولی در موش صحرایی نر نابالغ(n=۱۴)

رده سلولی	سلولهای مغز استخوان	گروه کنترل(n=۷)	گروه آزمایش(n=۷)	میزان P
رده اریتروئیدی(٪)	روبریبلاست	۰/۴۳± ۰/۲	۰/۲۹± ۰/۱۸	۰/۶۸۹
	پروروبریسیت	۱±۰/۲۱	۰/۸۶±۰/۱۴	۰/۶۰۴
	روبریسیت بازوفیلی	۸±۰/۴۴	۴/۷۱±۰/۲۹	۰/۰۰۲
	روبرویسیت پلی کروماتوفیلی	۲۴/۱۴±۰/۴۰	۱۸/۵۷±۰/۷۲	۰/۰۰۱
	متاروبرویسیت	۷/۲۹±۰/۳۶	۵/۵۷±۰/۵۷	۰/۰۳۵
	کل سلولهای رده اریتروئیدی	۴۰/۸۶±۰/۱۴	۳۰±۰/۳۸	۰/۰۰۱
رده میلوئیدی(٪)	میلوبلاست	۰/۱۴±۰/۱۴	۰/۴۳±۰/۲۰	۰/۳۵۶
	پرومیلوسیت	۰/۸۶±۰/۲۶	۱/۲۹±۰/۱۸	۰/۳۵۶
	میلوسیت	۸/۲۹±۰/۲۹	۹/۱۴±۰/۲۶	۰/۰۱۷
	متامیلوسیت	۱۳/۵۷±۰/۳۷	۱۵/۱۴±۰/۵۱	۰/۰۰۵
	باند نوتروفیل	۱۹/۱۴±۰/۲۶	۲۳/۵۷±۰/۴۹	۰/۰۰۱
	نوتروفیل	۵/۲۹±۰/۳۶	۵/۸۶±۰/۲۶	۰/۱۴۰
	باند ائوزینوفیل	۰/۸۶±۰/۱۴	۱/۱۴±۰/۱۴	۰/۱۷۲
	ائوزینوفیل	۱±۰/۲۱	۱±۰/۲۱	۱/۰۰
	باند بازوفیل	۰/۰±۰/۰	۰/۱۴±۰/۱۴	۰/۳۵۶
	بازوفیل	۰/۴۳±۰/۲۰	۰/۲۹±۰/۱۸	۰/۶۰۴
	کل سلولهای رده میلوئیدی	۴۹/۵۷±۰/۳۷	۵۸±۱/۲۳	۰/۰۰۱
سایر رده‌های سلولی(٪)	لنفوسیت	۴/۷۱±۰/۱۸	۴/۸۶±۰/۳۴	۰/۵۲۲
	پلاسما سل	۰/۵۷±۰/۲۰	۱±۰/۲۲	۰/۳۵۶
	منوسیت	۱/۱۴±۰/۱۴	۱/۴۳±۰/۲۰	۰/۳۵۶
	ماکروفاژ	۰/۱۴±۰/۱۴	۰/۴۳±۰/۲۰	۰/۱۷۲
	سلول در حال تقسیم	۰/۷۱±۰/۱۸	۱/۲۹±۰/۱۸	۰/۰۳
	مگاکاریوسیت	۰/۵۷±۰/۲۰	۰/۷۱±۰/۲۹	۰/۱۷۲
	سلول طبقه بندی نشده	۰/۸۶±۰/۱۴	۱/۱۴±۰/۱۴	۰/۱۷۲
	سلولهای دژنره	۰/۸۶±۰/۱۴	۱/۱۴±۰/۱۴	۰/۱۷۲
	کل سلولهای سایر رده ها	۹/۵۷±۰/۳۷	۱۲±/۱	۰/۵۵

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

سایر سلول‌های رده میلوئید مانند میلوبلاست، پرومیلوسیت، میلوسیت، نوتروفیل و سایر باندها در گروه نابالغ آزمایش نسبت به گروه کنترل افزایش جزیی داشته که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

کل سلول‌های رده میلوئید در گروه نابالغ آزمایش ۱/۲۳±۵۸ درصد می‌باشد که نسبت به میانگین درصد آنها در گروه کنترل (۰/۳۷±۴۹/۵۷) از نظر آماری افزایش معنی‌داری یافته است(جدول ۲).

میانگین درصد سلول‌های در حال تقسیم میتوزی در گروه نابالغ آزمایش ۰/۱۸±۱/۲۹ می‌باشد که نسبت به میانگین درصد آنها در گروه کنترل (۰/۱۸±۰/۷۱) افزایش یافته و این افزایش از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد(جدول۲). سایر سلول‌ها مانند پلاسماسل، منوسیت، ماکروفاژ، مگاکاریوسیت، سلول دژنره، سلول طبقه‌بندی نشده در گروه نابالغ آزمایش نسبت به گروه کنترل افزایش جزیی داشته‌اند که این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد. با توجه به جدول ۲ مشاهده می‌شود میانگین درصد کل سلول‌های سایر رده‌ها در گروه نابالغ آزمایش ۱±۱۲ می‌باشد که نسبت به گروه کنترل نابالغ(۰/۳۷±۹/۵۷ درصد) افزایش یافته که این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار است.

اثر امواج مایکروویو بر رده‌های مختلف سلولی در مغز استخوان موش صحرایی نر بالغ

همانگونه که در جدول ۳ آمده است در رده اریتروئید فقط درصد سلول‌های متاروبریسیت از رده اریتروئید در گروه آزمایش(۰/۳۸±۵) نسبت به گروه کنترل(۰/۳۰±۶/۴۳ درصد) از نظر آماری کاهش معنی‌داری نشان داده است.

جدول ۳: میانگین(±SEM) و درصد سلول‌های رده اریتروئید، میلوئید و سایر رده‌های سلولی در موش صحرایی نر بالغ (n=۱۴)

رده سلولی	سلولهای مغز استخوان	گروه کنترل(n=۷)	گروه آزمایش(n=۷)	P
رده اریتروئیدی (٪)	روبریبلاست	۰/۵۷± ۰/۲۰	۰/۵۷± ۰/۲۰	۱/۰۰
	پروروبریسیت	۱/۱۴±۰/۱۴	۱±۰/۲۲	۰/۶۸۹
	روبریسیت بازوفیلی	۵/۴۳±۰/۴۸	۶/۱۴±۰/۴۰	۰/۳۳۴
	روبرویسیت پلی کروماتوفیلی	۲۰/۷۱±۰/۲۹	۱۹/۴۳±۰/۷۲	۰/۱۵۰
	متاروبرویسیت	۶/۴۳±۰/۳	۵/۰±۰/۳۸	۰/۰۲۵
	کل سلولهای رده اریتروئیدی	۳۴/۲۹±۰/۴۲	۳۲/۱۴±۱/۰۱	/۰۷۸
رده میلوئیدی(٪)	میلوبلاست	۰/۸۶±۰/۲۶	۰/۲۹±۰/۱۸	۰/۱۷۲
	پرومیلوسیت	۱/۱۴±۰/۲۶	۱±۰/۰	۰/۶۰۴
	میلوسیت	۷±۰/۳۱	۵/۲۹±۰/۴۲	۰/۰۳۷
	متامیلوسیت	۱۴±۰/۳۱	۱۴/۷۱±۰/۴۲	۰/۲۵۳
	باند نوتروفیل	۲۰±۰/۳۸	۲۰/۲۹±۰/۳۶	۰/۶۵۴
	نوتروفیل	۶/۱۴±۰/۲۶	۶/۴۳±۹/۶۰	۰/۰۹۴
	باند ائوزینوفیل	۱/۷۱±۰/۳۶	۱/۱۴±۰/۱۴	۰/۲۸۰
	ائوزینوفیل	۱/۲۹±۰/۱۸	۰/۸۶±۰/۲۶	۰/۲۰۰
	باند بازوفیل	۰/۰±۰/۰	۰/۰±۰/۰	۱/۰۰۰
	بازوفیل	۰/۲۹±۰/۱۸	۰/۱۴±۰/۱۴	۰/۳۵۶
	کل سلولهای رده میلوئیدی	۵۲/۴۲±۱/۳۲	۵۰/۵۷±۰/۳۰	۰/۲۴۴
سایر رده‌های سلولی(٪)	لنفوسیت	۵/۱۴±/۶۰	۶/۵۷±۰/۵۳	۰/۰۷۰
	پلاسما سل	۱/۰±۰/۲۲	۱/۴۳±۰/۲۰	۰/۲۸۹
	منوسیت	۱/۱۴±۰/۲۶	۱/۱۴±۰/۱۴	۱/۰۰
	ماکروفاژ	۰/۲۹±۰/۱۸	۰/۲۹±۰/۱۸	۱/۰۰
	سلول در حال تقسیم	۰/۸۶±۰/۲۶	۱/۷۱±۰/۲۹	۰/۰۱۷
	مگاکاریوسیت	۰/۷۱±۰/۳۶	۰/۷۱±۰/۱۸	۱/۰۰
	سلول طبقه بندی نشده	۱/۱۴±۰/۴۶	۲/۸۶±۰/۳۴	۰/۰۷۰
	سلولهای دژنره	۳/۰±۰/۴۴	۲/۵۷±۰/۳۷	۰/۵۵۵
	کل سلولهای سایر رده‌ها	۱۳/۲۹±۱/۲۳	۱۷/۲۹±۰/۷۵	۰/۰۱۰

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

در رده میلوئید فقط درصد سلول‌های میلوسیت در گروه آزمایش(۰/۴۲±۵/۲۹) نسبت به گروه کنترل(۰/۳۱±۷درصد) از نظر آماری کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد. میانگین درصد سلول‌های در حال تقسیم میتوزی در گروه بالغ آزمایش ۰/۲۹± ۱/۷۱ می‌باشد که نسبت به میانگین آنها در گروه بالغ کنترل(۰/۸۶±۲۶/ درصد) افزایش یافته که این افزایش از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. میانگین کل سلول‌های سایر رده‌ها در گروه بالغ آزمایش ۰/۷۵ ± ۱۷/۲۹ درصد می‌باشد که نسبت به گروه کنترل(۱/۲۳±۱۳/۲۹ درصد) افزایش یافته و این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار می باشد(جدول۳).

مقایسه اثر امواج مایکروویو بر نسبت میلوئید به اریتروئید در موش‌های صحرایی نر نابالغ و بالغ

همانگونه که در جدول۴ مشاهده می‌شود نسبت میلوئید به اریتروئید(M/E) در گروه نابالغ آزمایش ۰/۰۶±۱/۹۴ درصد می‌باشد که نسبت به گروه نابالغ کنترل(۰/۰۱±۱/۲۱ درصد) افزایش یافته و این افزایش از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد، ولی این فاکتور در گروه بالغ آزمایش نسبت به گروه بالغ کنترل آزمایش افزایش جزیی داشته که از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۴: نسبت M/E در بالغ‌ها و نابالغ‌ها

	آزمایش	کنترل
نابالغ‌ها ✷	۱/۹۴±۰/۰۶	۱/۲۱±۰/۰۱
بالغ‌ها	۱/۵۸±۰/۰۶	۱/۵۳±۰/۰۵

✷ نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار با گروه کنترل می‌باشد(P<۰/۰۵).

بحث

با توجه به جدول ۱ میزان نشت امواج از دستگاه در فواصل مورد بررسی نسبتاً زیاد است. میزان امواج نشتی در اکثر موارد در مقابل و در فواصل نزدیک بیشتر است، بنابراین قرار گرفتن در مقابل و فاصله کم از دستگاه اثرات سوء بیشتری ایجاد خواهد کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که امواج نشت یافته از اجاق مایکروفر در فاصله ۳۰ تا ۵۰ سانتی متری در حدی است که می‌تواند برای کاربر بخصوص در سنین پایین مضر باشد.

همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود میانگین درصد سلول‌های روبریسیت بازوفیلی، روبریسیت پلی‌کروماتوفیلی و متاروبریسیت و در نهایت درصد کل سلول‌های رده اریتروئید در گروه نابالغ آزمایش کمتر از گروه کنترل می‌باشد که تفاوت میانگین‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد. بنابراین امواج مایکروویو بر روی سلول‌های رده اریتروئید اثر داشته و به طور معنی‌داری آنها را کاهش داده است. احتمالاً اشعه بر سلول‌های چند پتانسیلی و سلول‌های پایه مغز استخوان اثر داشته و فعالیت آنها را کم می‌کند و تعداد سلول‌های رده اریتروئید را کاهش می‌دهد.

در جدول ۲ مشاهده می‌شود که متامیلوسیت، باندنوتروفیلی و درصد کل رده میلوئید گروه نابالغ آزمایش بیش‌تر از گروه کنترل شده که این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. امواج مایکروویو بر روی سلول‌های انتهایی رده میلوئید بیشتر اثر داشته و موجب افزایش تعداد آنها میگردد در حالی که بر روی سلول‌های ابتدایی رده مثل میلوبلاست تاثیر ندارد. می‌توان گفت اشعه بر روی این رده اثر تحریکی داشته و چون رده اریتروئید کم و رده میلوئید زیاد شده پس نسبت میلوئید به اریتروئید(M/E) افزایش یافته است که از نظر آماری نیز معنی‌دار است.

تعداد سلول‌های در حال تقسیم میتوری در گروه نابالغ آزمایش و تعداد کل سایر سلول‌ها نسبت به گروه کنترل بیش‌تر شده که از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد.

در گروه نابالغ اصولاً به دلیل اینکه فاکتورهایی مانند اینترلوکین‌ها و اینترفرون‌ها در بدن آنها کمتر از گروه بالغ است در نتیجه نسبت به امواج مایکروویو حساس‌تر و آسیب‌پذیرتر هستند(۶).

اگر زمان تابش اشعه بیشتر و فاصله از منبع موج کمتر شود ممکن است این تغییرات بیشتر ظاهر شود. در این رابطه Busljeta و همکاران پس از قرار دادن موش صحرایی نر از نژاد ویستار به مدت ۳۰ روز در معرض امواج غیر حرارتی با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز، مشاهده کردند که تعداد اریتروسیت‌های پلی‌کروماتیک و هموگلوبین و هماتوکریت در جریان خون

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

محیطی طی روزهای هشتم و پانزدهم امواج‌دهی افزایش می‌یابد در حالی که سلول‌های بدون هسته یا اریتروسیت‌های اولیه در مغز قرمز استخوان طی روزهای پانزدهم مواجه شدن با امواج به طور معنی‌داری کاهش می‌یابند(۳). این نتیجه با نتایج حاصل از تحقیق صورت گرفته در گروه نابالغ هم‌خوانی دارد.

متاروبریسیت به صورت معنی‌داری کمتر از گروه کنترل شده که نمی‌تواند تأثیر چندانی داشته باشد و می‌تواند به دلیل اثر دپرسی اشعه بر روی رده اریتروئیدی باشد (جدول۳). میلوسیت نیز به صورت معنی‌داری کمتر از گروه کنترل شده که تغییر خاصی نیست. به هر حال اثر امواج مایکروویو روی رده اریتروئید و میلوئید در گروه بالغ خیلی کمتر از گروه نابالغ بوده است، که شاید با توجه به مقاوم‌تر بودن بالغین و کاملتر شدن واسطه‌های ایمنی در آنها اثرات سوء کمتری روی این گروه داشته و اثرات ناچیزی هم که مشاهده می‌شود به اثرات سوء امواج مایکروویو بر می‌گردد.

سلول‌های در حال تقسیم میتوزی در گروه بالغ نیز مانند نابالغ‌ها، نسبت به گروه کنترل بیشتر شده است، که نشان‌دهنده اثر امواج مایکروویو روی این سلول‌ها است. ممکن است در دراز مدت حتی باعث بروز سرطان شوند که بایستی در این باره تحقیقات بیشتر و جامع‌تری به عمل آید. از آنجا که سلول‌های در حال تقسیم زیاد شده، پس کل سلول‌ها هم زیادتر شده است.

Trosic و همکاران بعد از قرار دادن موش صحرایی نژاد ویستار در فاصله ۱/۴ متری منبع امواج مایکروویو با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز به مدت ۳۰ روز و تهیه اسمیر از مغز استخوان مشاهده کردند که اریتروسیت‌های پلی‌کروماتیک افزایش معنی‌داری داشتند(۷) که این نتیجه با نتایج حاصل از تحقیق صورت گرفته هم‌خوانی ندارد که می‌تواند به دلیل تفاوت در مدت زمان تابش و در معرض امواج بودن موش‌ها، فاصله از منبع مولد امواج و یا نژاد و جنسیت موش‌ها باشد(۸).

در مطالعه دیگری که توسط Trosic و همکاران بر روی گلبول‌های سفید خون محیطی و مغز قرمز استخوان صورت گرفت، نشان داد که قرار گرفتن در معرض امواج مایکروویو با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز سبب کاهش لنفوسیت‌ها می‌شود، در حالی‌که سایر فاکتورهای خونی از جمله گلبول‌های قرمز و سفید تغییر نمی‌کنند(۹). نتایج این مطالعه نیز با نتایج حاصل از این تحقیق هم‌خوانی ندارد، که می‌تواند به همان دلایل قبلی باشد.

مطالعات انجام شده توسط این محققین که همگی بر روی اثر امواج مایکروویو کار کرده‌اند و نتایج متفاوتی به دست آورده‌اند نشان می‌دهد که عوامل مختلف و بسیار زیادی می‌توانند در نحوه بروز اثر امواج دخالت داشته باشند. لازم به یاد آوری است که در این تحقیق اثر امواج نشتی از اجاق مایکروفر بر مغز استخوان مورد بررسی قرار گرفت در حالی که در سایر گزارشها اغلب اثر تابش مستقیم امواج مد نظر بوده است.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مواجه شدن با امواج مایکروویو با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز در فاصله ۳۰ سانتی‌متری از دستگاه مایکروفر برای مدت دو ماه اثر قابل مشاهده‌ای بر مورفولوژی سلول‌های مغز استخوان موش صحرایی نر بالغ و نابالغ نداشته ولی سبب افزایش سلول‌های رده میلوئید و کاهش سلول‌های رده اریتروئید و در نتیجه افزایش نسبت میلوئید به اریتروئید(M/E) در حیوانات نابالغ گردید که این تغییرات از نظر آماری معنی‌دار بود.

در گروه بالغ آزمایش کاهش معنی‌داری در سلول‌های متاروبریسیت و میلوسیت از رده اریتروئید و میلوئید مشاهده شد و بقیه تغییرات از نظر آماری معنی‌دار نبود.

همچنین این امواج سبب افزایش معنی‌دار در سلول‌های سایر رده‌ها در هر دو گروه بالغ و نابالغ گردید.

با توجه به نتایج حاصل شده باید توجه داشت که عوامل مختلفی از جمله فرکانس امواج، مدت زمان در معرض امواج بودن، فاصله از منبع امواج مایکروویو، سن، نژاد، جنسیت، استرس و شرایط آزمایشگاهی ناهمسان می‌توانند در نحوه بروز اثر امواج دخالت داشته باشند.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

منابع:

1- Mirnezami Ziaberi H, Hamidi Esfahani Z, Faez M. ***Microwaves in the food industry and home***. Tehran: Adabestan; 1996.p. 147-249.[Persian]

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

3- Busljeta I, Trosic I, Milkovic-kraus S. ***Erythropoietic change in rats after 2450 MHz GJZ nonthermal irradiation***. Int J Hyg Environ Health Des 2004; 207(6): 549-54.

4- D'Andrea JA, Gandhi OP, Lords JL, Durney CH, Johnson CC, Astle L. ***Physiological and behavioral effects of chronic exposure to 2450 MHz microwaves***. J Micropower 1979; 14(4): 351-62.

5- Maes A, Verschaeve L, Arroyo A, Dewagter C, Vercruyssen L. ***In vitro cytogenetic effects of 2450 MHz waves on human peripheral blood lymphocytes.*** Bioelectromagnetics 1988; 14(6): 459-501.

6- Henry JB. ***Clinical Diagnosis and Managment by laboratory methods***. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2001.p.1512.

7- Trosic I, Busljeta I, Modlic B. ***Investigation of the genotoxic effect of microwave irradiation in rat bone marrow cell: in vivo exposure.*** Mutagenesis 2004;19:361-4.

8- Trosic I, Busljeta I, Pavicic I. ***The influence of 2.45 GHz microwave(RF/MW) irradiation on blood-forming of system in rats whole-body microwave exposure***. Reference to the lymphocytes Txicol Lett 2004; 154: 125-32.

9- Nageswari KS. ***Biological effects of microwave and mobile telephony.*** Proceeding of the international conference on Non-Ionizing radiation (ICNIR 2003); 2003 Oct 20-22; UNITEN, Selangor, Malaysia.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-22]

Effect of Leaked Radiation from Microwave Oven on Bone Marrow of Male Rats in Pre and Post Pubertal Stage

G. Jelodar(PhD)*[*1], S. Nazifi (PhD)[2], E. Adelian(DVM)[3]

[1,3]*Department of Physiology, Shiraz University, Shiraz, Iran*
[2]*Department of Clinical Pathology, Shiraz University, Shiraz, Iran*

Received: *19 Oct 2009* ***Accepted:*** *22 Apr 2010*

Abstract

Introduction: Increasing hematological diseases along with increased use of microwaves in different systems proposed possible correlation between them. Age of exposure to wave is also an important factor. This study was conducted to evaluate the effect of radiation leakaged from microwave oven on hemopoitic bone marrow cells at pre and post pubertal.

Methods: Fourteen male mature (2 months old) and 14 male immature rats(one month old) were randomly divided in to four groups (control and test). Test groups were exposed, three times a day each time 30 min for 60 days, to microwaves produced by microwave oven. After sixty days, animals were sacrified and bone marrow samples were collected from femural bones. Percent of variose cells type and their morphology were evaluated in 500 cells of each smear.

Results: exposure to microwave did not exert visible morphological alteration. In the immature experimental group significant decrease in percent of basophilic rubricyte, polychromatic rubricyte, meta rubricyte and all the erythroid cell types observed($P<0.05$), whereas, meta myelocyte, notrophilic band, total myeloid cell types and prolifrative cells, other cell types and the myeloid/erythroid ratio significantly increased($P<0.05$). In the mature group, however, a significant decrease in percent of meta rubricyte and myelocyte cells observed($P<0.05$), although prolifrative cells and all other cell types were significantly increasing in this group.

Conclusion: In conclusion, the radiation leaked from microwave oven in the experimental conditions had no effect on the morphology of hemopoitic bone marrow cells, though the number of these cells was altered especially in immature group.

Keywords: Microwaves; Bone Marrow; Puberty; Radiation In Juries

Corresponding author: Tel: +98 711 6138757, Email: jelodar@shirazu.ac.ir

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-22]