

## اثرات امواج تلفن همراه روی فراوانی میکرونوکلئوس در نوزاد و موش بالغ نژاد Balb/C

جواد بهارآرا<sup>۱</sup>، فرهنگ حداد<sup>۲</sup>، محمدعلی شریعت‌زاده<sup>۳</sup>، مریم امیراحمدی<sup>۴</sup>

۱. دانشیار زیست‌شناسی تکوین جانوری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، دانشکده علوم پایه

۲. استادیار ژنتیک سلولی، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم پایه

۳. استاد بافت‌شناسی-جنین‌شناسی، دانشگاه اراک، دانشکده علوم پایه

۴. کارشناس ارشد زیست‌شناسی سلولی تکوینی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، دانشکده علوم پایه

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۶/۱۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۶/۲۳

### چکیده

**زمینه و هدف:** در سال‌های اخیر استفاده روز افزون از دستگاه‌های موبایل میکروویو به‌خصوص تلفن‌های همراه نگرانی زیادی در مورد اثرات احتمالی این امواج بر سلامت افراد به‌خصوص زنان باردار و نوزادان آن‌ها ایجاد نموده است. در این مطالعه اثر امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه روی فراوانی میکرونوکلئوس در نوزادان موش کوچک آزمایشگاهی و مادران آن‌ها بررسی شده است.

**مواد و روش کار:** در این پژوهش تجربی آزمایشگاهی، موش‌های حامله از روز ۱۴ بارداری به مدت ۴ روز هر روز ۶ ساعت تحت تاثیر امواج ساطع شده از تلفن همراه قرار گرفتند و پس از زایمان نوزادان ۲ روزه، ابتدا از نظر ریخت‌شناسی بررسی، سپس وزن و طول فرق سری-نشیمنگاهی آن‌ها ثبت گردید. در ادامه برای بررسی آسیب‌های ژنتیکی احتمالی در اریتروسیت‌های آن‌ها از قلب‌شان خون‌گیری و اسمیر تهیه شد. بافت طحال نیز برای مطالعات بافت‌شناسی آماده‌سازی گردید. هم‌چنین از خون محیطی و مغز استخوان مادران نیز اسمیر تهیه و با روش مای-گرانوالد و گیمسا رنگ‌آمیزی انجام شد.

**یافته‌ها:** تحت تاثیر امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه طول فرق سری-نشیمنگاهی و وزن نوزادان ۲ روزه کاهش یافت ( $p < 0.001$ ). هم‌چنین در طحال افزایش تعداد مگاکاریوسیت‌ها ( $p = 0.02$ ) و گلبول‌های قرمز ( $p = 0.03$ ) مشاهده شد لیکن تعداد لنفوسیت‌ها تغییری نشان نداد. ضمناً تعداد میکرونوکلئوس‌ها در اریتروسیت‌های خون محیطی نوزادان تجربی افزایش نشان داد ( $p = 0.006$ ). در مادران نیز افزایش تعداد میکرونوکلئوس‌ها در اریتروسیت‌های خون محیطی مشاهده شد ( $p < 0.001$ ). لیکن فراوانی میکرونوکلئوس در مغز استخوان آن‌ها تغییری نشان نداد.

**نتیجه‌گیری:** یافته‌های حاصل بیان‌گر آن است که امواج ساطع شده از تلفن همراه (۹۴۰ مگاهرتز) باعث افزایش تعداد میکرونوکلئوس در اریتروسیت‌های خون محیطی مادران و نوزادان آن‌ها می‌گردد و این امر موید اثر ژنوتوکسیک این امواج می‌باشد. [م ت ع پ ز، ۱۳(۴): ۱۱-۶]

**کلیدواژه‌ها:** تلفن همراه، میکرونوکلئوس، مغز استخوان، خون، Balb/C

### مقدمه

در سال‌های اخیر انبوهی از وسایل ساطع‌کننده میدان‌های الکترومغناطیس که دارای طیف وسیعی از فرکانس‌ها هستند مانند وسایل برقی خانگی، رادیو و تلویزیون و به‌خصوص تلفن‌های همراه به منابع طبیعی این امواج اضافه شده‌اند.<sup>۱</sup> مطالعات زیادی انجام شده تا اثرات زیان‌بار میکروویو را بر بدن انسان و حیوانات آزمایشگاهی بررسی نمایند. نتایج جالب توجهی نیز در تجربیات مختلف آزمایشگاهی به دست آمده که الزاماً به معنای اثبات اثرات بیولوژیکی این امواج بر سلامت بشر یا عدم تاثیر آن‌ها نمی‌باشد.<sup>۲</sup> اگر چه امواج رادیویی غیر یونیزه بوده و به ساختار شیمیایی DNA صدمه نمی‌زند، ولی پروتئین‌های دخیل در همانندسازی و رونویسی DNA را مورد آسیب قرار داده و به صورت غیرمستقیم باعث تغییر DNA می‌شود.<sup>۳</sup> در سال‌های اخیر مطالعه امواج رادیویی روی DNA مورد توجه بسیاری از دانشمندان قرار گرفته است.<sup>۴</sup> ایجاد میکرونوکلئوس یکی از نشانه‌های آسیب کروموزومی است که ارزیابی آن کم هزینه می‌باشد و با امکانات محدود می‌توان آن را انجام داد.<sup>۵</sup> در یک مطالعه تعدادی موش نژاد Balb/C را به مدت ۲ ماه هر روز ۳۰ دقیقه به طور پیوسته و در زمان‌های متفاوت در معرض امواج تلفن همراه (۹۰۰ مگاهرتز) قرار دادند. یافته‌های هیستوپاتولوژیکی افزایش مختصری در تعداد میکرونوکلئوس‌ها و تغییراتی نیز در چربی اطراف

وریدچه‌ها در کبد نشان داد.<sup>۶</sup> Scarfi و همکاران نیز نشان دادند، میدان‌های الکترومغناطیس ۵۰ هرتز باعث افزایش آسیب‌های DNA و القای میکرونوکلئوس در فیبروبلاست‌های انسان نمی‌شود.<sup>۷</sup> هم‌چنین در یک مطالعه بر روی موش‌های نژاد B6C3F1، مشخص شد سیگنال‌های ارتباطی بی‌سیم با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز، باعث ایجاد میکرونوکلئوس در خون محیطی موش نمی‌شود.<sup>۸</sup> برخی مطالعات نیز نشان داده است که میکروویو (۹۴۰ مگاهرتز) فراساختار اووسیت‌ها را تغییر می‌دهد و از میزان باروری موش ماده نژاد Balb/C می‌کاهد.<sup>۹</sup> Masherich نشان داده است که امواج پیوسته الکترومغناطیس باعث ناپایداری کروموزومی در لنفوسیت‌های خون محیطی انسان می‌شوند.<sup>۱۰</sup> مطالعه Dasdag نیز بیان‌گر آن است که امواج ساطع شده از تلفن همراه مرگ سلولی برنامه‌ریزی شده را در اسپرماتوژنز موش صحرایی القا نمی‌کند.<sup>۱۱</sup> هم‌چنین این امواج تاثیری در سطح پروتئین آنتی‌آپوپتوز bcl-2 ندارند.<sup>۱۲</sup> نیز گزارش نموده است که در معرض گذاری مزمن با امواج مایکروویو ۹۰۰ مگا هرتزی شبیه تلفن همراه باعث فعال شدن دائمی استروگلیا در مغز موش‌های صحرایی می‌گردد.<sup>۱۳</sup> در مطالعه دیگری نشان داده شده است که در معرض قرارگیری با امواج ۹۰۰ مگاهرتزی اثر شدیدی روی اسپرماتوژنز ندارد لیکن باعث کاهش FSH و LH می‌شود.<sup>۱۴</sup>

حاوی سوسپانسیون به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰ rpm سانتریفوژ (Kokusun, Japan) گردید. سپس مایع رویی را دور ریخته و با پیست پاستور محلول باقیمانده روی چند لام تمیز گسترش داده شد. در ادامه نمونه‌ها در متانول تثبیت و به روش مای گرانوالد و گیمسا رنگ آمیزی و لام‌های دائمی تهیه گردید. در لام‌های مقاطع طحال ابتدا ساختار کلی بررسی و سپس در مقاطع سهمی میانی تعداد مگا کاربوسیت‌ها، لنفوسیت‌ها و گلبول‌های قرمز با استفاده از میکروسکوپ نوری (Nikon, Japan) شمارش شد. برای جلوگیری از هر گونه خطا، شمارش سلول‌ها در نواحی ۱۲، ۹، ۶، ۳ و مرکز لام‌ها انجام شد. برای ارزیابی لام‌های خون و مغز استخوان نیز، همه لام‌ها با میکروسکوپ نوری بررسی و در هر لام ۱۰۰۰ اریتروسیت شمارش و تعداد میکرونوکلئوس‌ها در این سلول‌ها تعیین گردید. در هر لام مغز استخوان نیز تعداد میکرونوکلئوس در ۱۰۰۰ اریتروسیت پلی کروماتیک شمارش گردید. داده‌های کمی حاصل از شمارش سلول‌ها و تعداد میکرونوکلئوس‌ها توسط نرم‌افزار SPSS-15 و آزمون  $t$  در سطح  $p < 0.05$  تحلیل گردید. محققین در تمامی مراحل اجرای کار به اصول اخلاقی کار با حیوانات متعهد بودند.

### یافته‌ها

مقایسه آماری نتایج حاصل از نمونه‌های کنترل و شاهد آزمایشگاهی تفاوتی نشان نداد ( $p > 0.05$ )، لذا در آنالیزهای بعدی نمونه‌های تجربی با شاهد آزمایشگاهی مقایسه شدند. بررسی‌های ریخت‌شناسی هیچ‌گونه ناهنجاری در نوزادان تجربی نسبت به شاهد آزمایشگاهی نشان نداد لیکن میانگین وزن ( $25.67 \pm 0.24$  gf) و طول فرق سری-نشیمنگاهی ( $1.57 \pm 0.01$  mm) نوزادان گروه تجربی نسبت به وزن ( $28.8 \pm 0.17$  gf) و طول فرق سری-نشیمنگاهی شاهد آزمایشگاهی ( $1.33 \pm 0.27$  mm) کاهش نشان داد ( $p < 0.01$ ).

بررسی مقاطع بافتی طحال نوزادان ۲ روزه: میانگین تعداد لنفوسیت‌ها ( $91/3 \pm 7/4$ ) در گروه تجربی نسبت به شاهد آزمایشگاهی ( $91/3 \pm 7/4$ ) تغییری نداشت ( $p > 0.05$ ). ولی تعداد مگا کاربوسیت‌ها ( $19/47 \pm 0/88$ ) و گلبول‌های قرمز ( $98/029 \pm 3/69$ ) در گروه تجربی نسبت به تعداد مگا کاربوسیت‌ها ( $16/07 \pm 0/99$ ) و گلبول‌های قرمز ( $83/41 \pm 5/6$ ) در گروه شاهد آزمایشگاهی افزایش نشان داد ( $p < 0.05$ ) (شکل ۱).

تغییرات فراوانی میکرونوکلئوس: فراوانی میکرونوکلئوس در اریتروسیت‌های خون محیطی نوزادان گروه تجربی ( $9/03 \pm 0/336$ ) نسبت به شاهد آزمایشگاهی ( $2/23 \pm 0/182$ ) افزایش نشان داد ( $p = 0.006$ ) (شکل ۲). هم‌چنین تعداد میکرونوکلئوس‌ها در اریتروسیت‌های خون محیطی مادران گروه تجربی ( $8/41 \pm 0/67$ ) نسبت به گروه شاهد آزمایشگاهی ( $3/41 \pm 0/67$ ) افزایش نشان داد ( $p < 0.01$ ) (شکل ۲). ولی فراوانی میکرونوکلئوس‌ها در اریتروسیت‌های پلی کروماتیک مغز استخوان گروه تجربی ( $2/58 \pm 0/43$ ) نسبت به گروه شاهد آزمایشگاهی ( $2/62 \pm 0/28$ ) تغییری نشان نداد ( $p > 0.05$ ).

هم‌چنین امواج الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پایین (۵۰ هرتز) آسیب‌های کروموزومی را در اریتروسیت‌های پلی کروماتیک مغز استخوان موش نر افزایش می‌دهد. <sup>۱۴</sup> از آن‌جا که امروزه کاربرد وسیع تلفن‌های همراه در جامعه نگرانی‌هایی را در مورد اثرات امواج ساطع شده از آن‌ها روی سلامت انسان ایجاد کرده است در تحقیق حاضر اثر امواج تلفن‌های همراه روی فراوانی میکرونوکلئوس در نوزادان موش کوچک آزمایشگاهی و مادران آن‌ها بررسی شده است.

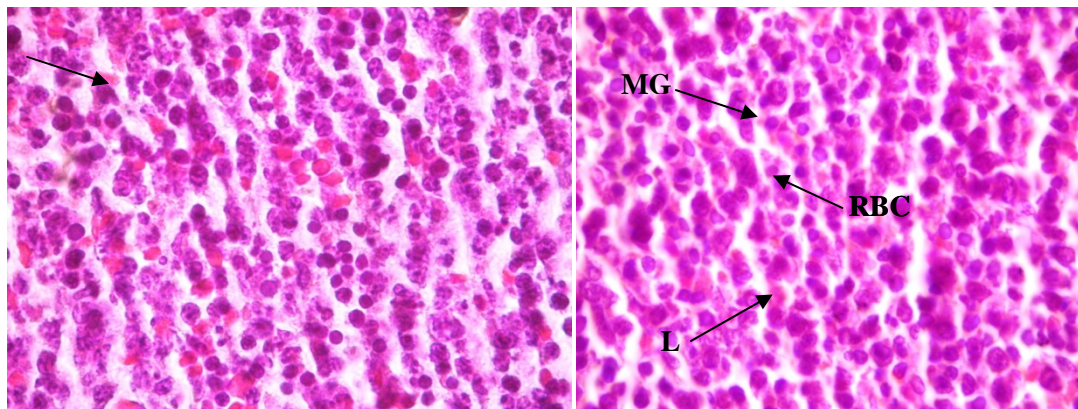
### روش کار

این مطالعه از نوع تجربی آزمایشگاهی است که به مدت ۱۲ ماه در سال ۱۳۸۷ در آزمایشگاه تحقیقاتی تکوین جانوری گروه زیست‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد انجام گردید، از موش‌های نژاد Balb/C به عنوان مدل آزمایشگاهی استفاده شده است. این جانور از موسسه سرم سازی رازی مشهد خریداری شده و در اتاق حیوانات تکثیر و در درجه حرارت  $21 \pm 2^\circ\text{C}$  و دوره نوری طبیعی (۱۲ ساعت نور و ۱۲ ساعت تاریکی) نگهداری شدند. برای انجام آزمایشات قفس ویژه‌ای از جنس پلاستیک مات به طول ۳۸ و عرض ۲۲ و ارتفاع ۱۶ سانتی‌متر تهیه و در ارتفاع ۸ سانتی‌متری از کف این قفس یک لایه توری سیمی تعبیه گردید. موش‌های مورد آزمایش را روی توری قرار داده و در کف قفس دو عدد گوشی تلفن همراه (Sony Ericsson, china) به نحوی که مانیتورهای آن‌ها به سمت بالا باشد، قرار داده شد. موش‌های ماده بکره بالغ نژاد Balb/C با نر همان نژاد به صورت مونوگامی آمیزش داده شدند و روز مشاهده درپوش واژنی به‌عنوان روز صفر حاملگی در نظر گرفته شد. سپس ۱۵ سر موش حامله به‌صورت تصادفی به ۳ گروه کنترل، شاهد آزمایشگاهی و تجربی تقسیم شدند.

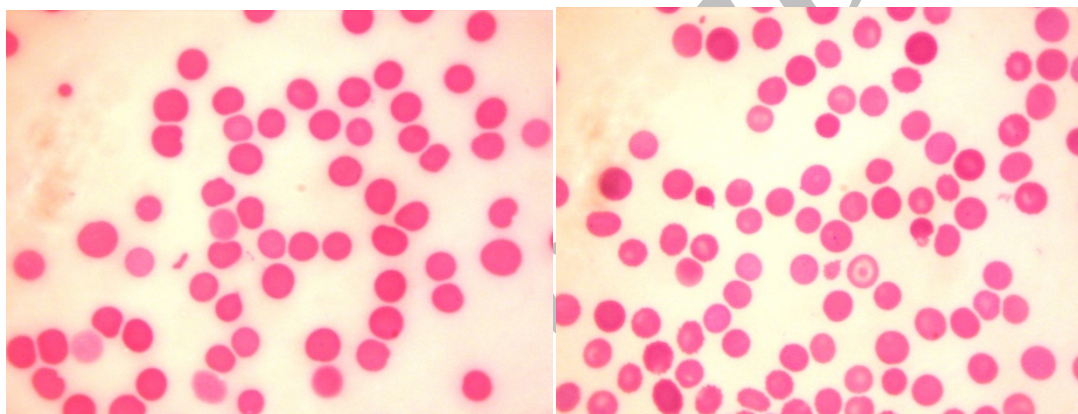
گروه کنترل: موش‌های حامله ( $n=5$ ) در شرایط طبیعی در اتاق حیوانات نگهداری و زایمان انجام دادند. گروه شاهد آزمایشگاهی (sham-exposed): در این گروه موش‌های حامله ( $n=5$ ) از روز ۱۸-۱۴ بارداری به مدت ۴ روز، از ساعت (۹-۱۵) در سیستم فوق‌الذکر در حالت فاقد امواج قرار داده شد. گروه تجربی: در این گروه نیز ۵ عدد موش حامله از روز ۱۸-۱۴ بارداری درون قفس ویژه و تحت تاثیر امواج تلفن‌های همراه به مدت ۶ ساعت (۹-۱۵) به طور متناوب (۱ ساعت روشن و نیم ساعت خاموش) قرار داده شدند.

پس از طی دوره بارداری و زایمان ۶۰ نوزاد ۲ روزه گروه‌های مذکور برای بررسی‌های بعدی مطابق ذیل مورد استفاده قرار گرفتند. ابتدا نوزادان ۲ روزه و مادران آن‌ها را با کلروفورم بیهوش کرده و با لوله موئینه هیپارینه از قلب آن‌ها خون‌گیری و گسترش تهیه و به روش مای گرانوالد و گیمسا رنگ آمیزی انجام شد. سپس بافت طحال نوزادان خارج و به وسیله بوئن تثبیت گردید و پس از طی مراحل آب‌گیری، قالب‌گیری انجام داده و با میکروتوم (Microm, Germany) برش‌های سریال ۵ میکرونی تهیه شد و به روش هماتوکسیلین-اریتروزین رنگ آمیزی و لام‌های دائمی تهیه گردید. سپس مغز هر دواستخوان ران مادران نیز به کمک محلول (FBS Fetal Bovine Serum) استخراج گردید و در لوله سانتریفوژ جمع‌آوری شد. لوله

MG



شکل ۱: برش سهمی - میانی از طحال نوزاد دو روزه در گروه تجربی (سمت راست) و شاهد آزمایشگاهی (سمت چپ) درشت نمایی  $1000\times$  رنگ آمیزی هماتوکسیلین - اریترین  
 MG: مگاکاریوسیت L: لنفوسیت RBC: گلبول قرمز



شکل ۲: نمایش اریتروسیت های فون ممیطی در نوزادان ۲ روزه شاهد آزمایشگاهی (سمت چپ)  
 نمایش یک اریتروسیت ماوی میکرونوکلئوس در نوزاد ۲ روزه گروه تجربی (سمت راست) رنگ آمیزی مای گرانوالد- کیمسا درشت نمایی  $1000\times$

## بحث

می باشد. آن ها نیز استرس گرمایی ناشی از امواج را علت اصلی پیشنهاد نمودند به عقیده این متخصصین افزایش دما در مراحل رشد و نمو خاص جنین ممکن است باعث مرگ جنین ها یا تاخیر در رشد جنین شود.<sup>۱۷</sup> این موضوع می تواند توضیحی برای وزن کمتر نوزادان گروه تجربی در تحقیق حاضر باشد.

یکی دیگر از نتایج پژوهش حاضر افزایش تعداد مگاکاریوسیت ها و گلبول های قرمز در طحال می باشد در حالی که تعداد لنفوسیت های طحال افزایشی نشان نداده است. این نتایج نیز با گزارشات برخی از محققین منطبق می باشد از جمله تجربیات in-vivo نیز نشان داده است این امواج تاثیر قابل توجهی بر تعداد لنفوسیت های B و T ندارد. بنابراین می توان گفت امواج رادیوفرکانس به طور کلینیکی اثر آشکاری روی سیستم ایمنی ندارد.<sup>۱۸</sup> اثرات هیستوپاتولوژیکی امواج تلفن های همراه در موش بالغ Swiss albino نیز بررسی شده است. این موش ها به مدت ۱ ساعت در روز و ۱۰ روز پی در پی در مجاورت تلفن همراه روشن و فعال قرار داده شدند. نتایج نشان داده است که امواج منتشر شده از تلفن همراه آسیب بافتی در کبد، کلیه و طحال ایجاد می کند.<sup>۱۹</sup> هم چنین در سال ۲۰۰۸ طی پژوهشی نشان داده شده است که تعداد

پژوهش حاضر برای بررسی اثرات امواج ساطع شده از تلفن های همراه در ایجاد میکرونوکلئوس در نوزادان ۲ روزه موش نژاد Balb/C و مادران آن ها انجام شد. نتایج نشان داد، امواج ساطع شده از تلفن همراه با فرکانس ۹۴۰ مگاهرتزی تغییر مورفولوژیکی عمده ای روی نوزادان ۲ روزه ندارد ولی باعث کاهش معنی داری در وزن و طول فرق سری-نشیمناهی آن ها می-گردد. این نتایج با گزارش Louis مطابقت دارد وی موش های حامله نژاد ۱-CD را به مدت ۱۰۰ دقیقه در روز از روز ۱ تا ۱۷ بارداری در معرض امواج با فرکانس ۲/۴۵ گیگا هرتز قرار داد و در روز ۱۸ بارداری موش ها را تشریح و جنین ها را از نظر ناهنجاری بررسی نمود. نتایج وی نشان داد که وزن جنین های زنده به طور معنی داری کمتر از گروه شاهد می باشد هم چنین مطالعات متعددی نیز نشان داده است امواج رادیوفرکانس، در صورتی تراژون هستند که سطح SAR (specific absorption rate) در آن ها آن قدر بالا باشد که درجه حرارت بدن مادر را به طور چشم گیری بالا ببرد.<sup>۱۵</sup> در حالی که در سطوح غیر گرمایی، هیچ اثر تراژونی دیده نشده است.<sup>۱۶</sup> برخی از محققین نیز مطالعه ای روی نوزادان خانم های فیزیوتراپیست انجام دادند و نتیجه گرفتند وزن نوزادان آن ها در هنگام تولد کمتر از گروه کنترل

قرار دادند و شیوع میکرونوکلئوس را در اریتروسیت‌های خون محیطی نوزادان آن‌ها بررسی کردند، هم‌چنین خون محیطی و مغزاستخوان موش‌های بالغ مادر را نیز برای نشان دادن میکرونوکلئوس‌ها در اریتروسیت‌هایشان مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که فراوانی میکرونوکلئوس‌ها در نوزادان موش افزایش می‌یابد، در حالی که اثری بر موش بالغ ندارد.<sup>۲۶</sup> تجربیات دیگری نشان داده است بر خلاف انسان و موش‌های صحرایی که سلول‌های دارای میکرونوکلئوس توسط طحال از گردش خون محیطی حذف می‌شوند در موش این سلول‌ها در گردش خون باقی می‌مانند.<sup>۲۷،۲۸</sup> این مکانیسم می‌تواند توضیحی برای قسمتی از نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر، یعنی عدم مشاهده میکرونوکلئوس در اریتروسیت‌های مغزاستخوان و مشاهده آن‌ها در اریتروسیت‌های خون محیطی مادران باشد. Blank نیز پیشنهاد نموده است که میدان‌های الکترومغناطیس می‌تواند روی هموستازی آهن در سیستم‌های بیولوژی تأثیر بگذارد، بنابراین منجر به افزایش آهن آزاد سیتوپلاسمی و هسته‌ای می‌شود که ممکن است تولید رادیکال‌های هیدروکسیل را افزایش دهد و منجر به آسیب DNA گردد.<sup>۲۹</sup>

یافته‌های پژوهش حاضر بیانگر آن است که امواج تلفن همراه باعث القای آسیب کروموزومی و افزایش فراوانی میکرونوکلئوس در اریتروسیت‌های خون محیطی نوزادان موش کوچک آزمایشگاهی و مادران آن‌ها می‌شود. لذا رعایت نکات ایمنی و احتیاط‌های لازم در به‌کارگیری تلفن‌های همراه توسط افراد انسانی به‌ویژه نوجوانان و زنان باردار ضروری است و کاهش زمان مکالمات یکی از راه‌کارهای مهم حفاظتی می‌باشد.

### سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه که در اجرای این طرح تحقیقاتی با کد ۴۰۱/ت مورخ ۱۳۸۷/۴/۱۶ همکاری نمودند و نیز از همکاران محترم آزمایشگاه تحقیقاتی تکوین جانوری دانشگاه آزاد اسلامی مشهد به‌ویژه خانم دکتر سعیده ظفر بالانژاد تقدیر و سپاسگزاری می‌شود.

### References

- Zotti-Martelli L, Peccatori M, Maggini V, et al. Individual responsiveness to induction of micronuclei in human lymphocytes after exposure in vitro to 1800-MHz microwave radiation. *Mutat res* 2005; 582(1-2): 42-52.
- Cotgreave IA. Biological stress response to radiofrequency electromagnetic radiation: are mobile really so (heat) shocking? *Arch Biochem Biophys* 2005; 435(1): 227-240.
- Ono T, Saito Y, Komura J, et al. Absence of mutagenic effects of 2.45 GHz radiofrequency exposure in spleen, liver, brain, and testis of lacZ-transgenic mouse exposed in utero. *Tohoku J Exp Med* 2004; 202(2): 93-103.
- Meltz ML. Radiofrequency exposure and mammalian cell toxicity, genotoxicity, and transformation. *Bioelectromagnetics* 2003; suppl6: S196-213.
- Krstic D, Dindic BJ, Sokolovic DT, et al. The results of experimental exposition of mice by mobile telephones. *Microwave review* 2005; 11(2): 465-470.
- Scarfì MR, Sannino A, Perrotta A, et al. Evaluation of genotoxic effects in human fibroblasts after intermittent

مگا کاربوسیت‌های طحال در جنین‌هایی که مادرانشان از روز ۱۸-۱۰ بارداری در معرض مایکروویو قرار داشتند افزایش می‌یابد.<sup>۲۰</sup> در توجیه مکانیسم اثر گذاری این امواج گروهی از محققین با مطالعه اثرات حرارتی و غیرحرارتی آن‌ها پیشنهاد کرده‌اند این امواج بر تقسیم سلولی موثر است. لیکن آن‌ها تأکید دارند شدت پاسخ به تیمار بستگی زیادی به شرایط فیزیولوژیک موجود در زمان پرتوگیری دارد.<sup>۲۱</sup> نتایج حاصل از برخی مطالعات نیز نشان داده است امواج تلفن‌های همراه در نتیجه فعالیت مکانیسم مولکولی باعث القا فعالیت آبشار ERK (extracellular-signal-regulated kinase) می‌شود و بنابراین باعث تحریک رونویسی و فرایندهای سلولی دیگر می‌گردد.<sup>۲۲</sup> از نتایج دیگر تحقیق حاضر افزایش تعداد میکرونوکلئوس‌ها در اریتروسیت‌های خون محیطی نوزادان ۲ روزه و مادران آن‌ها بود در حالی که در اریتروسیت‌های پل کروماتیک مغز استخوان مادران آن‌ها تغییری مشاهده نشد. به نظر می‌رسد نتایج ضد و نقیض تجربیات محققین مختلف ممکن است به دلیل اختلاف در فرکانس امواج، طول مدت تیمار، زمان در معرض قرار گیری و یا شرایط آزمایشگاهی متفاوت باشد.<sup>۲۳</sup> Gorlitz در تجربه‌ای موش‌های نژاد B6C3F1 را به مدت یک و شش هفته در معرض امواج رادیویی GSM/DCS به مدت ۲ ساعت در روز و پنج روز در هفته قرار داد. وی افزایش معنی‌داری را در تعداد میکرونوکلئوس در اریتروسیت‌های مغز استخوان، خون محیطی، کراتینوسیت‌های دم و لنفوسیت‌های طحال مشاهده نکرد.<sup>۲۴</sup> در مطالعه دیگری آسیب‌های کروموزومی در اریتروسیت‌های نوزادان موش صحرایی که در طول دوران بارداری در معرض سیگنال‌های UHF-EMF غیر حرارتی قرار گرفته بود، بررسی و افزایش تعداد میکرونوکلئوس‌ها مشاهده شد. هم‌چنین پارامترهای اکسیداتیو نیز در خون محیطی و کبد بررسی گردید، ولی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.<sup>۲۵</sup> گروهی از محققین در سال ۲۰۰۶ تحقیقی را انجام دادند که هدف از آن نشان دادن خواص آنتی‌اکسیدان و کلاستوژنیک میدان‌های مغناطیسی ۵۰ هرتز بود. آن‌ها موش‌ها را در کل دوره بارداری (۲۱ روز) در معرض این میدان‌ها

- exposure to 50 Hz electromagnetic fields: a confirmatory study. *Radiat Res* 2005; 164(3):270-6.
- Ziemann C, Brockmeyer H, Reddy SB, et al. Absence of genotoxic potential of 902 MHz (GSM) and 1747 MHz (DCS) wireless communication signals: In vivo two-year bioassay in B6C3F1 mice. *Int J Radiat Biol* 2009; 85(5): 454-464.
- Baharara J, Oryan Sh, Ashraf AL. [The effects of microwaves (940MHz) on ovary and fertility of Balb/C mouse] persian. *Sci J Tarbiat Moalem Univ* 2008; 7(3-4): 931-940.
- Mashevich M, Folkman D, Kesar A, et al. Exposure of human peripheral blood lymphocytes to electromagnetic fields associated with cellular phones leads to chromosomal instability. *Bioelectromagnetics* 2003; 24(2): 82-90.
- Dasdag S, Akdag MZ, Ulukaya E, et al. Mobile phone exposure does not induce apoptosis on spermatogenesis in rats. *Arch Med Res* 2008; 39(1): 40-44.
- Yilmaz F, Dasdag S, Akdag MZ and Killinc N. Whole-body exposure of radiation emitted from 900 MHz

- mobile phones dose not seem to affect the levels of anti-apoptotic bcl-2 protein. *Electromagn Biol Med* 2008; 27(1): 65-72.
12. Ammari M, Brillaud E, Gamez C, et al. Effect of achronic GSM900 MHz on glia in the rat brain. *Biomed pharmacother* 2008; 62(4): 273-81.
  13. Ozguner M, Koya A, Cesur G, et al. Biological and morphological effects on the reproductive organ of rats after exposure to electromagnetic field. *Saudi Med J* 2005; 26(3): 405-410.
  14. Baharara J, Hadad F, Ashraf AL and Khanderu E. [The effect of extremely low frequency electromagnetic field (50Hz) on induction of chromosomal damages on bone marrow erythrocytes of male Balb/C mouse] persian. *J Arak Univ Med Sci* 2008; 11(2):19-26.
  15. Heynick LN, Merritt JH. Radiofrequency fields and teratogenesis. *Bioelectromagnetics* 2003; Suppl6: S174 - 86.
  16. Juutilaainen J. Developmental effects of electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics* 2005; suppl7: S107-115
  17. Lerman Y, Jacobovich R, Green MS. Pregnancy outcome following exposure to shortwaves among female physiotherapists in Israel. *Am J Ind Med* 2001; 39(5): 499-504.
  18. Gatta L, Pinto R, Ubaldi V, et al. Effects of in vivo exposure to GSM-modulated 900 MHz radiation on mouse peripheral lymphocytes. *Radiat Res* 2003; 160(5): 600-5.
  19. Al-Glaib B, AL-Dardfi M, Al-Tuhami A, et al. A technical report on the effect of radiation from mobile on mice organs. *Med Liyban J* 2008; 3(1): 23-29.
  20. Baharara J, Parivar K, Ashraf AL and Majidi B. [The effects of mobile phone waves (940MHz) on embryonic development of hematopoiesis system in Balb/C mouse] Persian. *J Shahrekord Univ Med Sci* 2008; 10(1): 1-8.
  21. Hyland GJ. Physics and biology of mobile telephony. *Lancet* 2000; 356(9244): 1833-6.
  22. Friedman J, Kraus S, Hauptman Y, et al. Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies. *Biochem J* 2007; 405(3): 559-68.
  23. Maes A, Van Gorp U, Verschaeve L. Cytogenetic investigation of subjects professionally exposed to radiofrequency radiation. *Mutagenesis* 2006; 21(2): 139-142.
  24. Gorlitz BD, Muller M, Ebert S, et al. Effects of 1-Week and 6-Week Exposure to GSM/DCS radiofrequency radiation on micronucleus formation in B6c3F1 Mice. *Radiat Res* 2005; 164(4): 431-439.
  25. Ferreira AR, Knakievicz T, Pasquali MA, et al. Ultra high frequency – electromagnetic field irradiation during pregnancy leads to an increase in erythrocytes micronuclei incidence in rat offspring. *Life J Sci* 2006; 80(1): 43-50.
  26. Udrouj I, Cristaldi M, Ieradi LA, et al. Clastogenicity and aneuploidy in newborn and adult mice exposed to 50Hz magnetic field. *Int J Radiat Biol* 2006; 82(8): 561-67.
  27. Tucker JD, Preston RJ. Chromosome aberrations, micronuclei, aneuploidy, sister chromatid exchanges, and cancer risk assessment. *Mutat Res* 1996; 365(1-3): 147-159.
  28. Lin H, Blank M, Rossol-Haseroth K and Goodman R. Regulating genes with electromagnetic response elements. *J Cell Biochem* 2001; 81(1):143-8.
  29. Blank M, Goodman R. Initial intractions in electromagnetic field-induced biosynthesis. *J Cell Physiol* 2004; 199(3): 359-63.

Archiv of SID

## The effects of cellular phone waves on the frequency micronucleus in newborn and adult Balb/C mouse

Javad Baharara,<sup>1</sup> Farhang Hadad,<sup>2</sup> Mohammad A. Shariatzade,<sup>3</sup> Maryam Amirahmadi<sup>4</sup>

Received: 13/Sep/2010

Accepted: 14/Sep/2010

**Background:** In recent years, the widespread use of microwave producing instruments specially cell phones; result in growing concern regarding the possible effects associated with these waves on human health especially pregnant woman and neonates. In present study, we investigated the genotoxic effects of cell phone radiation on the mice (Balb/C) and their offspring.

**Materials and Method:** In this experimental research, pregnant mice were irradiated with cell phone for 4 days of gestational age (days 14<sup>th</sup>-18<sup>th</sup>, 6h per day, from 9am until 3pm) and after litter, 2<sup>nd</sup>-day offspring studied for morphology, weight and CR length. By following, for assessment of possible genetic damages in erythrocytes after bleeding from heart, smears of spleen tissue prepared for histological studies. Mice peripheral blood and bone marrow smears prepared and stained with May-Granowald and Gimsa.

**Results:** The finding in experimental group indicated that cell phone radiation decreased offsprings' weight and CR length ( $p < 0.001$ ). Megakaryocytes in marrow ( $p = 0.02$ ) and red blood cells in spleen ( $p = 0.03$ ) were increased but were not shown any changes in lymphocytes ( $p > 0.05$ ). An increase in micronucleus frequency in peripheral blood erythrocytes were seen in experimental newborn ( $p = 0.006$ ) and adult mice ( $p < 0.001$ ) but we did not found any change in the frequency of micronuclei in adult mice bone marrow polychromatic erythrocytes ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** Above findings indicated that cell phone radiation (940 MHz) are able to increase the frequency of micronucleus in peripheral blood erythrocytes of adult mice and their of fsprings and induce a genotoxic response. [ZJRMS, 13(4):6-11]

**Keywords:** Cell phone, micronucleus, bone marrow, blood, Balb/C

1. Associate Professor of Animal Developmental Biology, School of Basic Sciences, Islamic Azad University Mashhad Branch, Mashhad, Iran.
2. Assistant Professor of Cell Genetics, School of Basic Sciences, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.
3. Professor of Histology & Embryology, School of Basic Sciences, Arak University, Arak, Iran.
4. MSc of Cell & Developmental Biology, School of Basic Sciences, Islamic Azad University, Mashhad Branch, Mashhad Iran.

Please cite this article as: Baharara J, Hadad F, Shariatzade MA, Amirahmadi M. The effects of cellular phone waves on the frequency micronucleus in newborn and adult Balb/C mouse. Zahedan J Res Med Sci (ZJRMS) 2011; 13(4): 6-11.