

اثر امواج الکترومغناطیس تلفن همراه با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز بر روی بقا و تکثیر رده‌ی سلولی MCF-7 سرطان پستان در محیط آزمایشگاهی

بتول هاشمی بنی^۱، علیرضا مرادی^۲، داریوش شهبازی گهروی^۳، مریم علی‌اکبری^۴

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: با افزایش کاربرد تلفن‌های همراه، نگرانی‌هایی در ارتباط با اثرات زیان‌بار آن وجود دارد که بررسی اثرات زیستی آن‌ها ضروری است. هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر امواج الکترومغناطیس با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز تابش شده از تلفن همراه بر روی بقا و سمیت سلول‌های Michigan cancer foundation-7 (MCF-7) سرطان پستان در محیط آزمایشگاهی بود.

روش‌ها: سلول‌های سرطانی MCF-7 کشت داده شد. سلول‌ها به ۳ گروه تابش تقسیم شدند و در دو فاصله‌ی ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر از آنتن دستگاه شبیه‌ساز امواج موبایل که قادر به تولید امواج الکترومغناطیس با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز می‌باشد، قرار گرفتند. سلول‌ها در زمان‌های تابش ۶، ۱۵ و ۳۰ دقیقه در روز با فاصله‌ی زمانی ۱۰ دقیقه برای هر تابش نسبت به تابش بعدی به مدت ۳ و ۵ روز متوالی مورد تابش قرار گرفتند. پس از ۳ و ۵ روز، میزان رشد و بقای سلول‌ها با استفاده از روش Trypan blue MTT assay [3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide] و میزان تکثیر سلول‌ها با به کار گیری روش Trypan blue ارزیابی گردید. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

یافته‌ها: زمان‌های تابش امواج و بازه‌های زمانی ۳ و ۵ روز بر میزان زنده ماندن سلول‌های MCF-7 تأثیر معنی‌داری داشتند ($P < 0.05$)، اما فواصل تابش ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر بر میزان زنده ماندن سلول‌های MCF-7 تأثیر معنی‌داری نداشتند ($P > 0.05$).

نتیجه‌گیری: تابش امواج الکترومغناطیس با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز با توجه به زمان‌های مختلف تابش می‌تواند باعث کاهش بقا و تکثیر سلول‌ها شود.

واژگان کلیدی: امواج الکترومغناطیس، بقای سلولی، تکثیر سلولی، تلفن همراه، رده‌ی سلولی سرطان پستان (MCF-7)

ارجاع: هاشمی بنی بتول، مرادی علیرضا، شهبازی گهروی داریوش، علی‌اکبری مریم. اثر امواج الکترومغناطیس تلفن همراه با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز بر روی بقا و تکثیر رده‌ی سلولی MCF-7 سرطان پستان در محیط آزمایشگاهی. مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۳۹۵؛ ۳۴ (۴۱۰): ۱۴۸۰-۱۴۷۵

GSM900 (Global System Mobile Communication) دارای

بازه‌ی فرکانسی ۱۸۰۰-۹۰۰ مگاهرتز است که با توان ۱-۲ وات همراه با پالس با فرکانس مدولاسیون ۲۱۷ هرتز اطلاعات را منتقل می‌نماید (۳). تحقیقات صورت گرفته در نزدیکی آنتن تلفن‌های همراه نشان می‌دهد که بیشترین آسیب‌های امواج ماکروویو تلفن همراه به اثرات غیر گرمایی آن‌ها مربوط می‌شود (۴). بر اساس نتایج تحقیقات، تابش امواج ماکروویو GSM900 مگاهرتز، اثرات منفی متفاوتی نظیر آسیب‌های کروموزومی، شکست‌های تکررشته‌ای و دو رشته‌ای DNA، افزایش جهش و خطر ابتلا به سرطان را به دنبال دارد

مقدمه

در سال‌های اخیر، با پیشرفت وسایل مولد امواج مایکروویو از جمله تلفن همراه، اثرات زیان‌آور آن‌ها باعث ایجاد نگرانی‌های زیادی بر انسان شده است. مایکروویو، بخشی از طیف امواج الکترومغناطیس است که دامنه‌ی فرکانس آن از ۳۰۰ هرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز می‌باشد و این تابش‌ها امواج رادیوفرکانسی نامیده می‌شوند (۱). واحد اندازه‌گیری اصلی مقدار انرژی این امواج آهنگ جذب اختصاصی (Specific absorption rate یا SAR) نام دارد و به معنای میزان انرژی جذب شده در هر کیلوگرم بافت است (۲). سیستم تلفن همراه

۱- دانشیار، گروه علوم تشریحی و بیولوژی مولکولی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

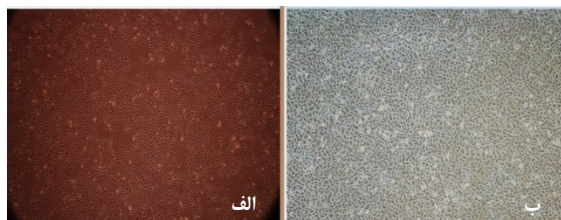
۳- استاد، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۴- کارشناس ارشد آزمایشگاه، گروه علوم تشریحی و بیولوژی مولکولی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

Email: shahbazi@med.mui.ac.ir

نویسنده‌ی مسؤول: داریوش شهبازی گهروی

T₇₅ کشت داده شد و در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و CO₂ ۵ درصد انکوبه شد. محیط کشت هفته‌ای ۳ بار تعویض و برای برداشت کردن سلول‌ها نیز از محلول تریپسین Ethylenedinitrilotetraacetic acid (EDTA) استفاده گردید. سلول‌های MCF-7 با تکثیر سلولی افزایش یافتند (شکل ۱).



شکل ۱. مورفولوژی سلول‌های Michigan cancer foundation-7 (MCF-7) قبل (الف) و بعد (ب) از تکثیر و افزایش سلولی

تریپسینه کردن و شمارش سلول‌ها: محیط کشت فلاسک تخلیه شد و دو بار با محلول بافر شستشوی سلول (PBS یا Phosphate buffered serum) شستشو گردید. سپس، به ازای هر فلاسک T₂₅، ۱/۵ سی سی محلول تریپسین EDTA به فلاسک اضافه شد و به مدت ۳ دقیقه درون انکوباتور قرار گرفت. معادل حجم تریپسین، محیط کشت حاوی FBS به فلاسک اضافه شد تا تریپسین خنثی گردد. سپس، محلول سلولی درون فلاسک به فالكون ۱۵ منتقل شد و به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. توسط یک سمپلر مناسب مقدار ۱۰ میکرولیتر محلول سلولی روی لام نوبار به صورت یکنواخت ریخته شد و تعداد سلول‌ها توسط میکروسکوپ اینورت شمارش گردید.

تابش سلول‌ها: سلول‌ها در پلیت‌های ۱۲ چاهکی با تراکم ۱ × ۱۰^۴ سلول در هر چاهک به همراه ۱ میلی‌لیتر محیط کشت حاوی FBS کشت شد و به مدت یک شبانه‌روز انکوبه گردید. سلول‌ها، تحت تابش امواج الکترومغناطیس با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز در دو فاصله‌ی ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر از آنتن برای ۳ و ۵ روز متوالی قرار گرفتند (۱۰). سلول‌های تحت تابش شامل ۳ گروه بودند. گروه اول، تحت تابش ۶ دقیقه در روز، گروه دوم ابتدا تحت تابش ۶ دقیقه و سپس، با توقف زمانی ۱۰ دقیقه تحت تابش ۱۵ دقیقه و گروه سوم تحت تابش‌های ۶، ۱۵ و ۳۰ دقیقه در روز قرار گرفتند که فاصله‌ی زمانی بین هر تابش تا تابش بعدی ۱۰ دقیقه بود. گروه‌های شاهد در فاصله‌های ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر از آنتن خاموش که فاقد تابش بودند، به مدت ۶، ۱۵ و ۳۰ دقیقه در روز برای ۳ و ۵ روز متوالی قرار گرفتند. شرایط برای گروه‌های تحت تابش و شاهد یکسان بود.

MTT assay برای ارزیابی میزان تکثیر سلول‌های تحت تابش و شاهد از روش MTT assay [3-(4,5-dimethylthiazol-)]

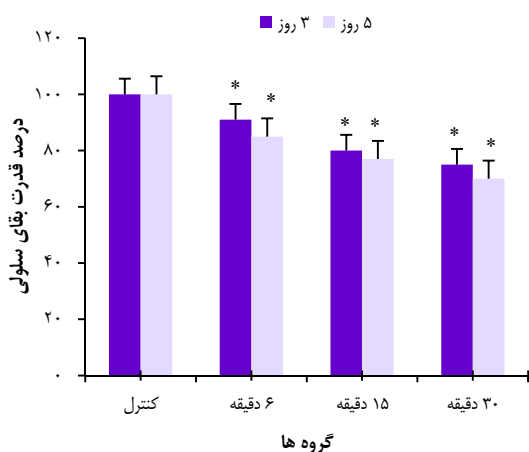
(۸-۵). Scarfi و همکاران، بعد از بررسی اثرات امواج الکترومغناطیس با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز، هیچ اثر سمیت سلولی را مشاهده نکردند (۹). برخی از مطالعات نیز اثر این امواج را بر روی رشد، تکثیر و متابولیسم سلول‌های بنیادی گزارش کردند (۱۰). در یک مطالعه، اثرات امواج الکترومغناطیس بر سلول‌های Michigan cancer foundation-7 (MCF-7) بررسی شد، اما تغییری در بیان ژن این سلول‌ها دیده نشد (۱۱). در بررسی دیگر، امواج الکترومغناطیس با فرکانس ۱۸۰۰ مگاهرتز و SAR بالاتر از ۳ W/kg تغییری در بیان ژن و پروتئین سلول‌های MCF-7 ایجاد نکرد (۱۲). از آن جایی که بررسی دقیق اثرات امواج ناشی از تلفن همراه در محدوده‌ی فرکانسی ۹۰۰ مگاهرتز بر روی بقا و سمیت سلول‌های سرطان پستان MCF-7 انجام نشده بود، مطالعه‌ی حاضر با هدف بررسی این اثرات بر روی فعالیت‌های زیستی سلول‌های سرطان پستان MCF-7 در محیط آزمایشگاهی انجام شد.

روش‌ها

سیستم تابش: در این تحقیق، از دستگاه شبیه‌ساز امواج تلفن همراه (گروه فیزیک پزشکی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان) برای ایجاد فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز با پالس با فرکانس مدولاسیون ۲۱۷ هرتز استفاده گردید. این دستگاه، یک سیگنال ژنراتور است که می‌تواند فرکانس‌های در محدوده‌ی امواج مایکروویو (تلفن همراه) را تولید نماید. در قسمت پشتی دستگاه، یک عدد سیم‌کارت (SIM card یا Subscriber identity module) جای‌گذاری شد. به منظور تولید فرکانس مدولاسیون برای سیستم، دستگاه با کابل دو محوره به سیگنال ژنراتور مدل MFG-8215A وصل گردید. سیگنال ژنراتور به منظور ایجاد مدولاسیون برای GSM900 مگاهرتز، در فرکانس تکرار پالس ۲۱۷ هرتز به شکل موج مربعی و با دامنه‌ی ولتاژ ورودی ۱/۵ ولت تنظیم گردید. به منظور تأیید شکل موج ورودی، سیگنال ژنراتور به اسیلوسکوپ مدل Oscilloscope 8203 متصل گردید. اندازه‌گیری چگالی توان، شدت میدان الکتریکی و شدت میدان مغناطیسی در فواصل ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر از آنتن با استفاده از تسلا متر مدل Electromog meter tes-92 انجام گرفت (۱۰). اندازه‌گیری تغییرات دمای حاصل از گروه شاهد و تابش به میزان ۰/۷ درجه‌ی سانتی‌گراد اختلاف را نشان داد که قابل چشم‌پوشی بود.

کشت سلول قبل از تابش: سلول‌های سرطانی MCF-7 از انستیتو پاستور تهران خریداری گردید. این سلول‌ها در محیط کشت انستیتو پاستور تهران خریداری گردید. این سلول‌ها در محیط کشت ۱۰ درصد سرم جنین گاوی (FBS یا Fetal bovine serum) و همراه با ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر پنی‌سیلین - استرپتومایسین، در فلاسک

زمان‌های تابش امواج ($P = 0/004$) و بازه‌های زمانی ۳ و ۵ روز ($P < 0/001$)، بر میزان زنده ماندن سلول‌ها تأثیر معنی‌داری داشت، اما فاصله‌ی تابش بر میزان زنده ماندن سلول‌ها تأثیر معنی‌داری نداشت ($P = 0/358$) (شکل ۲).



شکل ۲. بررسی میانگین \pm انحراف معیار میزان بقای سلول‌های تحت

تابش با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز با روش **MTT assay**

[3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide]

زمان‌های تابش امواج و بازه‌های زمانی ۳ و ۵ روز بر میزان

زنده ماندن سلول‌ها تأثیر معنی‌داری داشت.

$P < 0/050$ *

بررسی میزان تکثیر سلول‌ها با رنگ‌آمیزی Trypan blue

شمارش سلول‌های زنده پس از تابش با GSM900 مگاهرتز در طی ۵ روز متوالی با استفاده از روش Trypan blue، گویای این واقعیت بود که زمان‌های تابش ($P = 0/032$) (جدول ۱) و بازه‌های زمانی ۳ و ۵ روز ($P = 0/047$) بر میزان زنده ماندن سلول‌ها تأثیر معنی‌داری داشته است، اما فواصل تابش ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر بر میزان زنده ماندن سلول‌ها تأثیر معنی‌داری نداشته است ($P = 0/543$).

بحث

در هر دو روش MTT و رنگ‌آمیزی Trypan blue، میزان تکثیر در گروه‌های تحت تابش ۶، ۱۵ و ۳۰ دقیقه به مدت ۵ روز متوالی به طور معنی‌داری کمتر از میزان تکثیر در گروه‌های شاهد بود. این اختلاف معنی‌دار، بیانگر این است که بین گروه‌های تابش با افزایش زمان تابش و تعداد دفعات تابش، میزان تکثیر کاهش می‌یابد و یک روند به طور تقریبی نزولی را بین زمان‌های تابش با میزان تکثیر طی می‌کنند. با این حال، نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان می‌دهد که تا مدت زمان تابش ۳۰ دقیقه اثرات کاهش بقا مشاهده می‌شود.

2,5-diphenyltetrazolium bromide [2-yl] استفاده شد. بدین صورت که پس از ۵ روز تأثیر امواج بر سلول‌های تحت تابش و شاهد، محیط کشت رویی تخلیه گردید. هر چاهک، با ۴۰۰ میکرولیتر محلول PBS یک بار شستشو داده شد و محیط کشت جدید به مقدار ۴۰۰ میکرولیتر همراه با ۴۰ میکرولیتر محلول MTT با غلظت ۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر در هر چاهک ریخته شد و ۴ ساعت در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه‌ی سانتی‌گراد و CO_2 ۵ درصد قرار داده شد. پس از طی این زمان، پلیت‌های ۱۲ چاهکی از انکوباتور خارج شدند و محلول داخل چاهک‌ها تخلیه و ۴۰۰ میکرولیتر محلول Dimethyl sulfoxide (DMSO) به هر چاهک افزوده شد و به مدت ۲ ساعت در تاریکی در دمای آزمایشگاه قرار گرفت. سپس، ۱۰۰ میکرولیتر از محلول هر چاهک به پلیت ۹۶ چاهکی منتقل گردید. میزان جذب نوری نمونه توسط دستگاه خوانش ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) در طول موج ۵۷۰ نانومتر خوانش و درصد قدرت بقای سلول‌ها محاسبه شد.

ارزیابی تکثیر سلول‌ها با رنگ‌آمیزی Trypan blue: قبل از

انجام آزمون Trypan blue، محیط هر چاهک تخلیه شد و دوبار با ۵۰۰ میکرولیتر محلول PBS شستشو گردید. ۵۰۰ میکرولیتر محلول تریپسین EDTA در هر چاهک ریخته و به مدت ۳ دقیقه انکوبه شد. پس از زمان مقرر، ۵۰۰ میکرولیتر محیط کشت حاوی FBS نیز به هر چاهک افزوده شد و به خوبی با پیپت پاستور پیپت گردید تا تریپسین خشی شود. ۱۰ میکرولیتر سوسپانسیون سلولی با ۱۰ میکرولیتر رنگ Trypan blue (۰/۴ درصد) روی یک لام مخلوط شد و سپس، ۱۰ میکرولیتر از مخلوط با کمک لام نئوبار شمارش گردید. سلول‌هایی که رنگ آبی را جذب نکردند، به عنوان سلول‌های زنده شمارش شدند و سلول‌هایی که رنگ آبی داشتند، به عنوان سلول‌های مرده تلقی شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۰ (version 20, SPSS Inc., Chicago, IL) انجام شد. آزمون آماری مورد استفاده، Three-way ANOVA بود. $P < 0/050$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در هنگام تابش، شدت‌های امواج الکترومغناطیس $0/12 \pm 11/20$ میلی‌ولت بر متر میدان الکتریکی و $0/02 \pm 90/40$ میکروآمپر بر متر میدان مغناطیسی و چگالی توان برابر $0/03 \pm 354/60$ میکرووات بر سانتی‌متر مربع اندازه‌گیری شد.

بررسی درصد بقای سلولی: برای بررسی میزان حیات سلول‌ها

پس از تابش امواج الکترومغناطیس در پایان ۵ روز متوالی، از روش MTT استفاده شد. آزمون Three-way ANOVA نشان داد که

جدول ۱. بررسی میزان (میانگین \pm انحراف معیار) سلول‌های زنده مانده با استفاده از رنگ‌آمیزی Trypan blue

سلول‌ها	درصد سلول‌های زنده مانده	
	میانگین \pm انحراف معیار (۳ روز)	میانگین \pm انحراف معیار (۵ روز)
گروه شاهد	۹۲/۷ \pm ۶/۰	۹۲/۰ \pm ۷/۶
گروه ۶ دقیقه تابش	۸۳/۸ \pm ۸/۵	۸۷/۲ \pm ۱۹/۴
گروه ۱۵ دقیقه تابش	۸۶/۸ \pm ۱۱/۳	۸۴/۸ \pm ۱۳/۰
گروه ۳۰ دقیقه تابش	۷۸/۹ \pm ۱۲/۱	۷۵/۴ \pm ۱۱/۷

شمارش سلول‌های زنده نسبت به کل سلول‌ها در همه‌ی گروه‌های تابش به طور معنی‌داری کمتر از گروه شاهد بود ($P = ۰/۰۳۰$).

مگاهرتز روی سلول‌های آندوتلیال، نشان می‌دهد که محتوای پروتئینی سلول‌ها تغییرات اندکی داشته است (۱۸). به نظر می‌رسد که علت اصلی تناقض بین نتایج مطالعات مختلف، مربوط به تفاوت شرایط مطالعه به ویژه تغییر فرکانس، شدت و نوع امواج، طول مدت تابش‌دهی، نوع سلول مورد آزمایش و نوع میدان مولد امواج الکترومغناطیس باشد (۲۰-۱۹، ۴).

نتیجه‌گیری نهایی این که تابش میدان الکترومغناطیس با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز در دو فاصله‌ی ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری از آنتن در طی ۵ روز متوالی، باعث کاهش درصد بقا و میزان تکثیر سلول‌های MCF-7 می‌شود که درصد تأثیرات با تعداد دفعات تابش در روز و طول مدت تابش می‌تواند متفاوت باشد. تغییر فاصله‌ی تابش، بر میزان تکثیر سلول‌های MCF-7 تأثیر معنی‌داری ندارد. از این رو، به منظور حفاظت در برابر اثرات منفی احتمالی پرتوهای تلفن همراه، لازم است کاربران و به خصوص بیماران مبتلا به سرطان، در هنگام استفاده از تلفن همراه محتاطانه رفتار کنند و به منظور کاهش اثرات مخرب، فاصله و طول زمان مکالمه و تعداد مکالمات در روز را مد نظر قرار دهند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه‌ی مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی فیزیک پزشکی به شماره‌ی طرح ۳۹۵۰۸۲ مصوب دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد. بدین وسیله، از مسؤولین و کارکنان محترم آزمایشگاه مرکزی دانشکده‌ی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان که در انجام این طرح کمال همکاری را داشتند، سپاسگزاری می‌شود.

پاسخ سیستم‌های زیستی به تابش امواج الکترومغناطیس در شدت‌های با فرکانس بالا، زمان‌های تابش متوالی و فرکانس‌های خاص بیشترین مقدار می‌باشد که اثر پنجره‌ای نام دارد (۱۴-۱۳). مطالعات در این زمینه، نشان می‌دهد که پنجره‌ی فعالیت‌های زیستی در هر نوع سلولی از یک پنجره‌ی شدت ناشی می‌شود. افزایش فعالیت‌های زیستی پیرامون پنجره‌ی شدت، به فاصله‌ی منبع تابش و سایر پارامترهای فیزیکی وابسته است. از این رو، فرضیه‌های مختلف برای توضیح و توصیف پنجره‌ی شدت رو به افزایش است. به نظر می‌رسد پنجره‌ی شدت در مطالعه‌ی حاضر، برای سلول‌های MCF-7 با GSM900 مگاهرتز پیرامون شدت ۳۵۴/۶ میکرووات بر سانتی‌متر مربع واقع شده است (۱۵).

نتایج این مطالعه مطابق با یافته‌های مطالعه‌ی Panagopoulos و Margaritis، مبنی بر کاهش میزان تکثیر با افزایش زمان تابش‌دهی در فاصله‌ی زمانی ۲۱ دقیقه بود (۱۳)؛ اگر چه نتایج متناقض در مطالعات گزارش شده است. به عنوان مثال، با القای فرکانس ۱۸۰۰ مگاهرتز، هیچ آسیبی مبنی بر کاهش سطح عملکرد سلول مشاهده نشده است (۱۶). در مطالعه‌ی دیگری، القای فرکانس ۱۹۵۰ مگاهرتز بر روی سلول‌های لکوسیت در محیط آزمایشگاهی به مدت ۲۴-۶۸ ساعت در مراحل مختلف سیکل سلولی باعث ترمیم آسیب‌های DNA شد (۱۷).

در مطالعه‌ی Zeng و همکاران نشان دادند که تابش امواج الکترومغناطیس با فرکانس ۱۸۰۰ مگاهرتز و SAR بالاتر از ۳/۵ W/kg در مدت ۲۴ ساعت، تغییری در بیان ژن و بیان پروتئین در سلول‌های MCF-7 ایجاد نمی‌کند (۱۲). تابش GSM1800

References

1. Mailankot M, Kunnath AP, Jayalekshmi H, Koduru B, Valsalan R. Radio frequency electromagnetic radiation (RF-EMR) from GSM (0.9/1.8GHz) mobile phones induces oxidative stress and reduces sperm motility in rats. Clinics (Sao Paulo) 2009; 64(6): 561-5.
2. Shahbazi-Gahrouei D, Mortazavi SM, Nasri H, Baradaran A, Baradaran-Ghahfarokhi M, Baradaran-Ghahfarokhi HR. Mobile phone radiation interferes laboratory immunoenzymometric assays: Example chorionic gonadotropin assays. Pathophysiology 2012; 19(1): 43-7.
3. Verschaeve L. Genetic damage in subjects exposed to radiofrequency radiation. Mutat Res 2009; 681(2-3): 259-70.
4. Shahbazi-Gahrouei D, Karbalae M, Moradi HA, Baradaran-Ghahfarokhi M. Health effects of living

- near mobile phone base transceiver station (BTS) antennae: a report from Isfahan, Iran. *Electromagn Biol Med* 2014; 33(3): 206-10.
5. Shahbazi-Gahrouei D, Shiri L, Alaei H, Naghdi N. The effect of continuous ELF-MFs on the level of 5-HIAA in the raphe nucleus of the rat. *J Radiat Res* 2016; 57(2): 127-32.
 6. Shahbazi-Gahrouei D, Hashmi-Beni B, Ahmadi Z. Effects of RF-EMF Exposure from GSM Mobile Phones on Proliferation Rate of Human Adipose-derived Stem Cells: An In-vitro Study. *J Biomed Phys Eng* 2016; 6(4): 243-52.
 7. Shahbazi-Gahrouei D, Asgarian M, Setayeshi S, Jafari S. The influence of low-frequency electromagnetic fields (ELFs) on MCF-7 cancer cells. *J Isfahan Med Sch* 2016; 33(362): 2137-42. [In Persian].
 8. Shahbazi D, Shiri L, Alaei H, Naghdi N, Kermani S, Afrouzi H, et al. The effect of extremely low-frequency magnetic fields on the level of serotonin metabolite in the raphe nuclei of adult male rat. *J Isfahan Med Sch* 2014; 32(298): 1354-62. [In Persian].
 9. Scarfi MR, Fresegna AM, Villani P, Pinto R, Marino C, Sarti M, et al. Exposure to radiofrequency radiation (900 MHz, GSM signal) does not affect micronucleus frequency and cell proliferation in human peripheral blood lymphocytes: an interlaboratory study. *Radiat Res* 2006; 165(6): 655-63.
 10. Ahmadi Z, Shahbazi-Gahrouei D, Hashmibeni B, Karbalae M. Effects of exposure to 900-MHz mobile-telephony radiation on growth and metabolism of human-adipose-derived stem cells. *J Isfahan Med Sch* 2015; 32(316): 2269-78. [In Persian].
 11. Kim KB, Byun HO, Han NK, Ko YG, Choi HD, Kim N, et al. Two-dimensional electrophoretic analysis of radio-frequency radiation-exposed MCF7 breast cancer cells. *J Radiat Res* 2010; 51(2): 205-13.
 12. Zeng Q, Chen G, Weng Y, Wang L, Chiang H, Lu D, et al. Effects of global system for mobile communications 1800 MHz radiofrequency electromagnetic fields on gene and protein expression in MCF-7 cells. *Proteomics* 2006; 6(17): 4732-8.
 13. Panagopoulos DJ, Margaritis LH. The effect of exposure duration on the biological activity of mobile telephony radiation. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen* 2010; 699(1-2): 17-22.
 14. Panagopoulos DJ, Chavdoula ED, Margaritis LH. Bioeffects of mobile telephony radiation in relation to its intensity or distance from the antenna. *Int J Radiat Biol* 2010; 86(5): 345-57.
 15. Panagopoulos DJ, Margaritis LH. The identification of an intensity 'window' on the bioeffects of mobile telephony radiation. *Int J Radiat Biol* 2010; 86(5): 358-66.
 16. Xu S, Chen G, Chen C, Sun C, Zhang D, Murbach M, et al. Cell type-dependent induction of DNA damage by 1800 MHz radiofrequency electromagnetic fields does not result in significant cellular dysfunctions. *PLoS One* 2013; 8(1): e54906.
 17. Zeni O, Schiavoni A, Perrotta A, Forigo D, Deplano M, Scarfi MR. Evaluation of genotoxic effects in human leukocytes after in vitro exposure to 1950 MHz UMTS radiofrequency field. *Bioelectromagnetics* 2008; 29(3): 177-84.
 18. Nylund R, Kuster N, Leszczynski D. Analysis of proteome response to the mobile phone radiation in two types of human primary endothelial cells. *Proteome Sci* 2010; 8: 52.
 19. Razavi S, Salimi M, Shahbazi-Gahrouei D, Karbasi S, Kermani S. Extremely low-frequency electromagnetic field influences the survival and proliferation effect of human adipose derived stem cells. *Adv Biomed Res* 2014; 3: 25.
 20. Shahbazi-Gahrouei D, Koohian F, Koohian M. Changes of cortisol and glucose concentrations in rats exposed to MR imaging field. *J Biomed Phys Eng* 2013; 3(1): 9-12.

The Effects of 900-MHz Mobile Phone Radiation on Survival and Proliferation Rate of Breast Cancer MCF-7 Cells: An In-vitro Study

Batool Hashemi-Beni¹, Alireza Moradi², Daryoush Shahbazi-Gahrouei³, Maryam Aliakbari⁴

Original Article

Abstract

Background: Nowadays, investigation of the biological effects of mobile phones is important due to increasing use of these devices. This study aimed to assess the effects of exposure with 900-MHz mobile phone radiation on survival and proliferation of breast cancer Michigan cancer foundation-7 (MCF-7) cells.

Methods: Breast cancer MCF-7 cells was used and divided into 3 radiation groups which located at 10 and 20 cm from Global System Mobile Communication (GSM) antenna signal simulator that is able to produce electromagnetic waves with a frequency of 900 MHz. The cells were exposed 6, 15 and 30 minutes per day with an interval of 10 minutes during exposure time for 3 and 5 days, respectively. After 3 and 5 days, MTT assay [3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide] was used to evaluate the growth and viability. Trypan blue test was done to assess the rate of cells proliferation. Data analysis was performed using SPSS software.

Findings: Irradiation times and periods of 3 and 5 days had a significant impact on viability of MCF-7 cells ($P < 0.05$); but radiation intervals at distances 10 and 20 cm showed no significant effect on viability of MCF-7 cells ($P > 0.05$).

Conclusion: The results showed that 900-MHz radio-frequency electromagnetic fields (RF-EMF) signal radiation may reduce cell viability and proliferation rates of the MCF-7 cells regarding to the duration of exposure.

Keywords: Electromagnetic waves, Survival, Proliferation, Mobile phone, Breast cancer MCF-7 cells

Citation: Hashemi-Beni B, Moradi A, Shahbazi-Gahrouei D, Aliakbari M. **The Effects of 900-MHz Mobile Phone Radiation on Survival and Proliferation Rate of Breast Cancer MCF-7 Cells: An In-vitro Study.** J Isfahan Med Sch 2017; 34(410): 1475-80.

1- Associate Professor, Department of Anatomical Sciences, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- MSc Student, Department of Medical Physics, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Professor, Department of Medical Physics, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

4- Department of Anatomical Sciences, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Daryoush Shahbazi-Gahrouei, Email: shahbazi@med.mui.ac.ir