*Journal of Police Medicine*

Winter 2014; Vol. 2, No. 4: 209-222

Review Article

# Effects of Electromagnetic Fields on Health Outcomes: A Systematic Review Study

**Received:** 3 November 2013 **Revised:** 19 December 2013 **Accepted:** 24 January 2013

Anoshiravan Kazemnejad[1]
Mohammad Firoozabadi[2]
Mohammad Gholami Fesharaki[3]
Sareh Samadi[4]
Neda Gilani[5]

[1]Professor, Department of Biostatistics, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
[2]Professor, Department of Medical Physics, Faculty of Medicine Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
[3]Assistant Professor, Department of Biostatistics, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
[4]M.Sc, Health, Center of Applied Research, Department of Police (NAJA) Medicine, Tehran, Iran.
[5]Ph.D Student, Biostatistics, Department of Biostatistics, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

[*]**Corresponding Author:**
Anoshiravan Kazemnejad
Tel: (+98)9121088097

Email: kazem_an@modares.ac.ir

## ABSTRACT

***Background:*** According to the uncertain effect of electromagnetic fields like BTS antenna and parasites noise, present study has been done with aim of investigating this effect using a systematic review study method.

***Materials and Methods:*** To collect articles related to this study, we used external databases such as ISI, Pubmed, Google Scholar, and internal data base like Iranmedex, SID and Magiran using combinations of key words.

***Results:*** Among the 682 articles that found in the initial search 193 articles included in our study according to the inclusion criteria. Based on the results, 80%, 36%, 67% and 47% among 19, 85, 36 and 53 studies showed the adverse effects of electromagnetic waves on "testicular function-sperm and fertility" defects, "Leap physical / chemical and DNA Genotoxicity", "gene and protein expression" alteration and "the nervous system cancer" respectively.

***Conclusion:*** The results of this study indicated that if specific absorption rate of BTS antenna and parasites noise are higher than standard, negative effects on fertility, gene expression and protein will be happened.

***Keywords:*** parasitic, bts sntenna, electromagnetic radiations, health

زمستان۱۳۹۲- دوره ۲- شماره ۴- صفحات ۲۰۹-۲۲۲

**مجله طب انتظامی**

مقاله مروری

# بررسی اثرات میدان‌های الکترومغناطیس بر پیامدهای سلامت: مطالعه مروری سیستماتیک

**تاریخ دریافت:** ۱۲ آبان ۱۳۹۲ **تاریخ اصلاح:** ۲۸ آذر ۱۳۹۲ **تاریخ پذیرش:** ۳ دی ۱۳۹۲

## چکیده

**مقدمه:** توانایی با توجه به مشخص نبودن اثرات ناشی از میدان‌های الکترومغناطیس نظیر دکل‌های BTS و پارازیت مطالعه حاضر با هدف بررسی این اثرات در قالب یک مطالعه مروری سیستماتیک انجام شده است.

**مواد و روش‌ها:** جستجو برای مقالات مرتبط با این مطالعه با استفاده از پایگاه داده‌های خارجی مانند ISI، Pubmed، Google Scholar و پایگاه‌های داخلی نظیر Iranmedex، SID، Magiran و با ترکیب واژگان کلیدی صورت گرفت.

**نتایج:** در بین ۶۸۲ مقاله یافت شده در جستجوی اولیه تنها ۱۹۳ مقاله حائز شرایط ورود به مطالعه گردیدند. براساس نتایج به دست آمده به ترتیب ۸۰٪، ۳۶٪، ۶۷٪ و ۴۷٪ از بین ۱۹، ۸۵، ۳۶، ۵۳ مقاله یافته شده نشان دهنده اثر مخرب امواج الکترومغناطیس بر نقص «عملکرد بیضه- اسپرم و باروری»، «جهش فیزیکی/شیمیایی DNA و ژنوتوکسیسیتی»، «تغییرات بیان ژن و پروتئین» و «سرطان‌های سیستم عصبی» بود.

**نتیجه‌گیری:** نتایج این مطالعه نشان داد که در صورتی ضریب جذب امواج پارازیت و آنتن های BTS مخابرات بیشتر از حد استاندارد باشد این امواج تأثیر منفی بر باروی و تغییرات بیان ژن و پروتئین خواهد داشت.

**کلید واژه‌ها:** پارازیت، آنتن BTS، امواج الکترومغناطیس، سلامت

**انوشیروان کاظم نژاد**[1*]
**سید محمد فیروز آبادی**[2]
**محمد غلامی فشارکی**[3]
**ساره صمدی**[4]
**ندا گیلانی**[5]

[1]استاد، گروه آمار زیستی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس تهران، تهران، ایران.
[2]استاد، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس تهران، تهران، ایران.
[3]استادیار آمار زیستی، گروه آمار زیستی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس تهران، تهران، ایران.
[4]کارشناس ارشد بهداشت، مرکز تحقیقات کاربردی بهداری کل ناجا، تهران، ایران.
[5]دانشجوی دکتری، آمار زیستی، گروه آمار زیستی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس تهران، تهران، ایران.

**[*]نویسنده مسئول:**
انوشیروان کاظم نژاد
تلفن: ۹۱۲۱۰۸۸۰۹۷(۹۸+)
پست الکترونیک:
Kazem_an@modares.ac.ir

## مقدمه

پیشرفت تکنولوژی و کاربرد وسایل الکترونیکی علی‌رغم ایجاد رفاه، خطرات بیولوژیک بسیاری را به دنبال خواهد داشت. در طی ۲۵ سال گذشته، هدف بیشتر تحقیقات رسیدن به پاسخ این سوال اساسی بوده است که آیا میدان الکترومغناطیس می‌تواند روی

**Journal of Police Medicine**
Winter 2014; Vol. 2, No. 4: 209-222

سلامتی انسان تاثیرگذار باشد؟

در طی این سال‌ها، دانشمندان مطالعات آزمایشگاهی زیادی را در رابطه با اثرات بیولوژیک میدان‌های الکترومغناطیس انجام داده اند که بیشتر این مطالعات در شرایط in vitro[1] انجام شده است [۱]. میدان‌های غیریونیزان الکترومغناطیس در واقع فوتون‌های با انرژی کمتر از ۱۰ الکترون- ولت است و این میزان انرژی به حدی نیست که منجر به خروج الکترون‌ها از مدارات الکترومغناطیس شود.

میدان‌های الکترومغناطیس با فرکانس بسیار پایین (ELF[2]) و تشعشعات رادیویی (RFR[3]) گفته می شود ELF محدوده فرکانسی ۳ هرتز تا ۳ کیلو هرتز را در بر می گیرد و عمدتا در این رابطه فرکانس ۵۰ یا ۶۰ هرتز مورد مطالعه قرار گرفته است، خطوط انتقال نیرو و وسایل الکترونیکی در این محدوده فرکانسی کار می کنند. تشعشات رادیویی RF محدوده فرکانسی ۱۶ تا ۶/۵ کیلو هرتز مربوط به امواج رادیویی AM، ۷۶ تا ۱۰۸ مگا هرتز امواج رادیویی FM، و سیستم موبایل بین ۸۰۰ مگاهرتز تا ۳ گیگا هرتز را در بر می گیرد [۵-۲].

از انواع مختلف امواج الکترومغناطیس استفاده‌های فراوانی در صنعت ارتباطات، پزشکی و غیره می شود. این امواج علی رغم آنکه مزایای عمده‌ای دارند اثرات سویی نیز بر روی بافت‌های زنده بر جا می‌گذارند. این اثرات از طریق یونیزاسیون، تهییج، افزایش دمای بافت و مکانیسم‌های دیگری که به بافت زنده آسیب می رساند ایجاد می شود. مطالعه اثرات میدان‌های الکتزومغناطیسی بر سیستم‌های بیولوژیک در حوزه‌های مختلف بطور وسیعی صورت گرفته است.

همچنین با افزایش روزافزون استفاده از سیستم تلفن همراه، تابش گیری از میدان‌های الکترومغناطیسی تلفن همراه و آنتن‌های گیرنده و فرستنده تلفن همراه[4] رو به افزایش است. سیستم تلفن همراه GSM ۹۰۰[5] که در بیشتر کشورهای آسیایی و اروپایی مورد استفاده قرار می گیرد، دارای دو باند فرکانسی ۹۱۵-۸۹۰ مگاهرتز (فرکانس گوشی تلفن همراه) و ۹۶۰-۹۳۵ مگاهرتز (فرکانس آنتن‌های گیرنده فرستنده مخابرات) است که همراه با پالس ۲۱۷ هرتز (فرکانس مدولاسیون) در یک پهنای باند ۲۰۰ کیلوهرتز، اطلاعات را منتقل می‌کند.

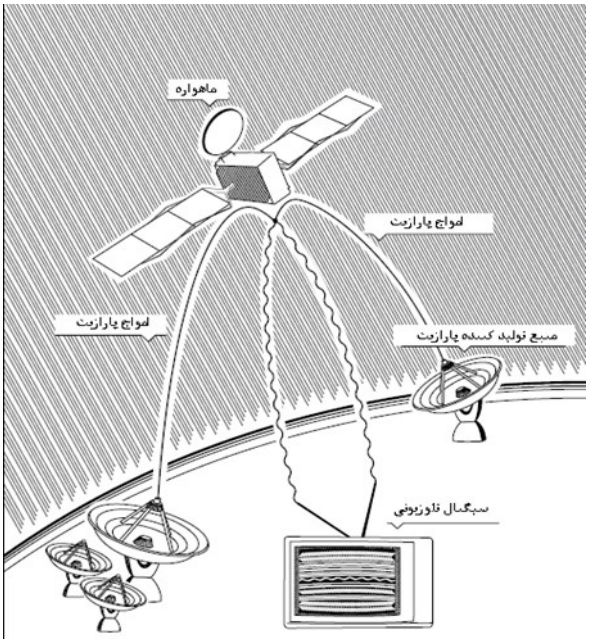
البته باید اشاره نمود، طی بررسی‌ها و تحقیقات صورت گرفته توسط هنس و همکاران در سال ۱۹۷۰ و اندازه گیری‌های شدت موثر میدان مغناطیسی بر روی BTS ها در مناطق روستایی و مناطق شهری کشور اتریش، نتایج نشان داد شدت موثر میدان مغناطیسی از $۲\times۱۰^{-۴}$ میکرو وات بر متر مربع تا ۱/۴ میکرو وات بر متر مربع متغیر می باشد و مقادیر بدست آمده کمتر از مقادیر توصیه شده و مجاز است [۶]. در مورد آنتن‌های مولد پارازیت ماهواره ای باید گفت جهت ایجاد پارازیت دو راهکار وجود دارد. در راهکار اول ماهواره بصورت کلی مورد هدف امواج هم دامنه ( ۱۰ Ghz) قرار گرفته؛ در این روش که اصطلاحاً به آن روش متراکم مداری[6] [۷] می‌گویند از آنجا که آنتن اصلی تولید کننده امواج ماهواره ای، مورد هدف پارازیت قرار می گیرد (شکل ۱) از این رو از نظر پزشکی منجر به هیچ مخاطره‌ای نمی گردد، منتها مشکل اساسی این شیوه آن است که چون ماهواره مبداء مورد اصابت امواج قرار می‌گیرد کلیه امواج ماهواره دچار پارازیت می‌گردد که این باعث شکایت و پیگیری مجامع بین المللی از منبع تولید کننده پارازیت می‌گردد. در روش دوم، امواج پارازیت روی دریافت کننده امواج یا بشقاب دریافت کننده متمرکز می‌گردد (شکل ۲). این شیوه که اصطلاحاً به روش پارازیت زمینی[7] خوانده می‌شود [۷] مشکل روش اول را نداشته، منتها بخاطر پخش امواج ۱۰ Ghz روی منازل ممکن است باعث بروز مشکلات سلامتی و بهداشتی گردد. در بررسی انجام شده مشخص گردید که قدرت، طول مدت مواجهه با یک موج و همچنین ضریب جذب موج (SVR) بایستی به عنوان سه اصل در مطالعه اثرات مواجهه با امواج الکترومغناطیس مورد بررسی قرار گیرد. نکته دیگر اینکه بیشتر مطالعات انجام شده تاکنون در شرایط in vitro صورت گرفته و کمتر مطالعه‌ای در فاز انسانی انجام شده است. حال آنکه مطالعات انجام شده در شرایط آزمایشگاهی لزوماً در شرایط واقعی دارای نتایج یکسانی نخواهند بود. این عدم بررسی در فاز انسانی شاید به دو دلیل عمده زیر است:

۱- از لحاظ مسائل اخلاقی انجام مطالعات و مواجهه افراد با امواج

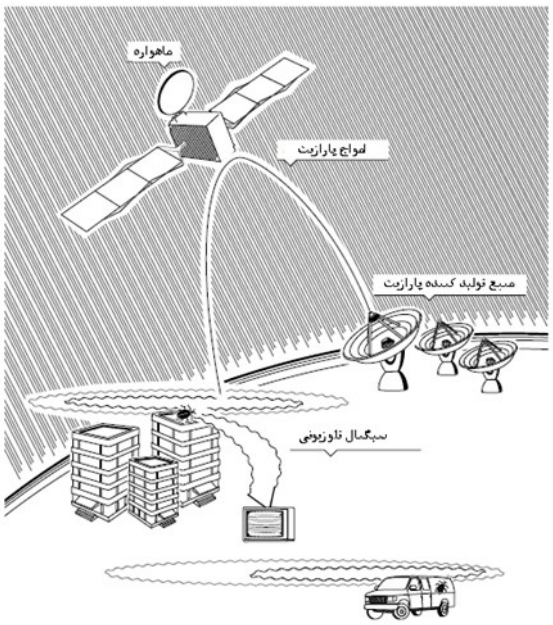
[1]: مطالعات in vitro که با عنوان in glass نیز شناخته می شوند، مطالعاتی هستند که برخلاف مطالعات in vivo که روی انسان و حیوان انجام می‌پذیرد به بررسی خصوصیات زیستی در شرایط ایزوله و شرایط آزمایشگاهی می‌پردازند.

[2]: Extremely Low Frequency Electromagnetic Field, [3]: Radio Frequency Radiation, [4]: Base Station, [5]: Global System for Mobiles, [6]: Orbital jamming, [7]: Terrestrial jamming

**مجله طب انتظامی**
زمستان ۱۳۹۲ – دوره۲ – شماره ۴– صفحات ۲۰۹-۲۲۲




**شکل ۱:** ایجاد پارازیت ماهواره‌ای از طریق ایجاد امواج پارازیت در ماهواره مبداء به روش متراکم مداری




**تصویر ۲:** ایجاد پارازیت ماهواره‌ای از طریق ایجاد امواج پارازیت در دریافت کننده امواج به روش پارازیت زمینی

الکترومغناطیس مورد تأیید نیست

۲- با توجه به اینکه امواج الکترومغناطیس توسط دستگاه‌های مخابراتی (آنتن‌های BTS[1] موبایل)، تجاری (دستگاه مایکروویو، دستگاه‌های تولید کننده امواج اینترنت) و امنیتی (دستگاه‌های تولید کننده پارازیت مخابراتی و ماهواره‌ای) تولید می‌گردد، گرایش نسبتا کمی در مراکز تحقیقاتی معتبر برای بررسی اثرات زیان‌آور اینگونه امواج در جهت مقابل نهادهای مخابراتی، تجاری و امنیتی وجود دارد از این رو تا کنون مطالعات بسیار کمی در این زمینه و بصورت مستقیم انجام پذیرفته است.

لذا جهت نیل به هدف مطالعه یعنی بررسی اثرات ناشی از دکل‌های BTS و امواج تولید کننده پارازیت بر پیامدهای سلامت، در این مطالعه به جای بررسی مستقیم مقالات به بررسی غیرمستقیم مقالات از طریق مطالعه طول موج‌های هم دامنه با طول موج آنتن‌های BTS و همچنین آنتن‌های تولید کننده امواج پارازیت پرداخته شد.

اما قبل از این بررسی باید گفت وضعیت امواج پخش شده از طرف آنتن‌هایBTS کاملا در حیطه استاندارد نمی‌باشد. یعنی خانه‌های مجاور با دکل‌های چنین آنتن‌هایی از مخاطرات زیادی که ناشی از وجود امواج الکترومغناطیس می‌باشد رنج خواهند برد. برای نمونه نتیجه مطالعه نصیری و همکاران (۲۰۰۱) که با هدف بررسی وضعیت انتشار امواج الکترومغناطیس ناشی از آنتن‌هایBTS ( BaseTransceiver Station) باند ۹۰۰ مگا هرتز در شهر تهران انجام پذیرفت؛ نشان می‌دهد که در میدان نزدیک با افزایش فاصله از پای آنتن، میانگین چگالی توان امواج الکترومغناطیس کاهش می‌یابد. به طوری که از پای دکل تا ۱۰ متر، افزایش میانگین چگالی توان امواج بطنی و از فاصله ۱۰ تا ۱۵ متر کاملا محسوس است ولی در میدان دور با افزایش فاصله از ۲۰ متر، میانگین چگالی توان امواج الکترومغناطیس کاهش می یابد [۸].

## مواد و روش‌ها

این مطالعه مروری سیستماتیک با هدف بررسی تاثیر میدان‌های الکترومغناطیس نظیر دکل‌های BTS و امواج تولید کننده پارازیت بروی سلامت انسان و حیوان انجام پذیرفت. در این مطالعه منظور از سلامت، عملکرد بیضه- اسپرم و باروری، جهش فیزیکی/شیمیایی DNA و ژنوتوکسیسیتی، تغییرات بیان ژن و پروتئین و سرطان‌های سیستم عصبی در نظر گرفته شد. در این مطالعه جستجومقالات از پایگاه داده‌هایی خارجی (Google Scholar ،Pubmed ،ISI) و داخلی (Iranmedex، SID، Magiran) با ترکیب واژگان کلیدی نظیر GSM، Mobile jamming، Satellite jamming، GSM BTS station، jamming، Parasite generator، Biological effects، Environmental effects، Fertility Microwaves، Signal، Base Transceiver Station (BTS)، CDMA، FDMA، Cancer، Global System of Mobile Communication (GSM)، Mobil Phone، Fertility، Sperm، Noise، DNA، Genotoxicity، Genes

[1] BaseTransceiver Station

*Journal of Police Medicine*
Winter 2014; Vol. 2, No. 4: 209-222

و Proteins صورت گرفت. در این بررسی کلیه مطالعات حیوانی، آزمایشگاهی، کارآزمایی‌های بالینی، مطالعات انسانی گذشته‌نگر یا آینده‌نگر و گزارش‌های موردی مرتبط لحاظ گردید. لیست منابع مقالات مرتبط یافت شده نیز جهت شناسایی هرگونه مطالعه مرتبط دیگر مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه هیچ‌گونه محدودیت زمانی در جستجوی مقالات وجود نداشته و مقالات به زبان غیر انگلیسی (به استثنای فارسی) و همچنین چکیده و خلاصه مقالات ارائه شده در کنفرانس‌ها و همایش‌های بین المللی در این مرور سیستماتیک وارد نگردید. همچنین در این مطالعه جهت بررسی کیفیت مقالات از چک لیست PRISMA[1] و با استفاده از محققان آموزش دیده جمع‌آوری گردید.

## نتایج

در بین ۶۸۲ مقاله یافت شده در جستجوی اولیه در زمینه تاثیر امواج (اعم از تشعشعات مربوط به پارازیت، BTS و امواج موبایل) بر پارامترهای سلامت، از پایگاه داده‌هایی خارجی و داخلی تعداد ۱۹۳ مقاله حائز شرایط، وارد مطالعه گردید. خلاصه نتایج به تفکیک ، جدول ۱ نمایش داده شده است. براساس نتایج این جدول بیش از ۸۰٪ مطالعات به تاثیر امواج بر نقص در عملکرد بیضه–اسپرم و باروری اشاره نموده‌اند. همچنین درصد مطالعات با تاثیر مخرب در سه زمینه جهش فیزیکی/شیمیایی DNA و ژنوتوکسیسیتی، تغییرات بیان ژن و پروتئین و سرطان‌های سیستم عصبی به ترتیب برابر با ۳۶٪، ۶۷٪ و ۴۷٪ بود.

## بحث و نتیجه‌گیری

در بین ۶۸۲ مقاله یافت شده در جستجوی اولیه در زمینه تاثیر امواج (اعم از تشعشعات مربوط به پارازیت، BTS و امواج موبایل) بر پارامترهای سلامت تنها ۱۹۳ مقاله حائز شرایط وارد مطالعه شدند. از این بین ۱۹ مقاله در زمینه نقص درعملکرد بیضه–اسپرم و باروری مردان، ۸۵ مقاله در زمینه جهش فیزیکی/شیمیایی DNA، ژنوتوکسیسیتی، ۳۶ مقاله در زمینه تغییرات ژن و پروتئین و ۵۳ مقاله در زمینه سرطان‌های سیستم عصبی بود.

در زمینه تاثیر مواجهه با امواج RF، آنتن‌های BTS و پارازیت روی باروری و تولیدمثل پستاندارن و پرندگان نتایج نشان‌دهنده این نکته بوده است که قرارگیری در معرض RF می‌تواند موجب افزایش تلفات جنین، افزایش بروز ناهنجاری‌های جنینی، کاهش وزن جنین، کاهش و اختلال در باروری مردان شود [۲۶–۱۳ و ۱۱] بطوریکه این اثرات به‌قدری زیادند که نمی‌توان معنی‌داری آن‌ها را ناشی از افزایش درجه حرارت دانست. از طرفی هیچ شواهد قطعی از عوارض جانبی قرارگیری در سطوح معرض غیر حرارتی وجود ندارد.

براساس بررسی مطالعات انجام شده در زمینه اثرات ژنتیکی RF در انسان و سایر انواع سلولی دیگر می‌توان مشاهده نمود که در بیشتر این مطالعات شواهدی از آسیب‌های ژنتیکی ناشی از RF شامل امواج BTS و پارازیت درشرایط آزمایشگاهی وجود ندارد [۸۰–۲۷]، از طرفی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که RF با دیگر عوامل زیست محیطی از قبیل جهش‌زا/سرطان‌زا اثر سینرژی یا رابطه خطی ندارد. از طرفی زمانی‌که پاسخ مورد نظرژنتیکی مربوط به بررسی

**جدول ۱:** خلاصه نتایج حاصل از جستجو به همراه فراوانی و درصد مقالات با گزارش اثر مخرب و یا غیر مخرب امواج الکترومغناطیس

| | دارای تاثیر مخرب | | | بدون تاثیر | | | تعداد مقالات | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | تعداد | درصد | شماره منابع | تعداد | درصد | شماره منابع | (*) | (**) |
| نقص درعملکرد بیضه– اسپرم و باروری | ۱۵ | ٪۸۰ | [۲۶–۱۳ و ۱۱] | ۴ | ٪۲۰ | [۱۲–۹] | ۱۱۸ | ۱۹ |
| جهش فیزیکی/شیمیایی DNA، ژنوتوکسیسیتی | ۳۱ | ٪۳۶ | [۱۱۱–۸۱] | ۵۴ | ٪۶۴ | [۸۰–۲۷] | ۲۵۷ | ۸۵ |
| تغییرات ژن و پروتئین | ۲۴ | ٪۶۷ | [۱۴۷–۱۲۴] | ۱۲ | ٪۳۳ | [۱۲۳–۱۱۲] | ۱۱۸ | ۳۶ |
| سرطان‌های سیستم عصبی | ۲۵ | ٪۴۷ | [۱۹۷–۱۷۵ و ۱۳۸ و ۱۳۱] | ۲۸ | ٪۵۳ | [۱۷۴–۱۴۸ و ۱۰۹] | ۱۸۹ | ۵۳ |
| کل | ۹۵ | | | ۹۸ | | | ۶۸۲ | ۱۹۳ |

(*): تعداد مقالات یافته شده در بررسی اولیه، (**): تعداد مقالات نهایی پس از حذف مقالات نامرتبط

[1]: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

**مجله طب انتظامی**
زمستان ۱۳۹۲ - دوره۲ - شماره ۴- صفحات ۲۰۹-۲۲۲

ناهنجاری‌های کروموزومی ساختاری باشد، بیشتر مطالعات نشان‌دهنده اثر ناخالص RF با احتمالی هر چند کوچک هستند [۱۱۱-۸۱]. بنابراین روش‌های حساس‌تر دیگری برای ارزیابی تعیین چنین اثراتی مورد نیاز است.

همچنین با توجه به نتایج حاصل از مطالعات انجام شده با روش‌های غربال‌گری قدرتمند، مشاهده شده که قرارگیری در معرض RF با شدت پایین (کمتر از ۲ W kg-1)، به خصوص در فرکانس‌های تلفن‌همراه وآنتن‌های BTS، می‌تواند باعث تغییرات در بیان ژن یا پروتئین در برخی از انواع سلول‌ها گردد [۱۴۷-۱۲۴]. البته میزان این تغییرات معمولاً کوچک و از لحاظ کاربردی مورد تردید است [۱۲۳-۱۱۲]. علاوه بر این، مطالعات دیگر فقدان این اثرات را گزارش کرده‌اند. همچنین گروهی نیز تناقض‌های موجود را ناشی از تاثیر مثبت عدم کنترل حرارت در این مطالعات دانسته‌اند [۱۲۳-۱۱۲].

همچنین در زمینه امکان وجود سرطان ناشی از قرار گیری در معرض میدان امواج RF، آنتن‌های BTS و پارازیت، در بین شماری از مدل‌های تجربی از جمله زیست سنجی کلاسیک جوندگان، مطالعات روی حیوانات با ژنتیک مستعد، مطالعات شامل قرارگیری همزمان در RF و مواد سرطان‌زا و مطالعاتی که اثرات را روی پیشرفت تومور پس از پیوند ارزیابی می‌کنند؛ به غیر از چند مورد محدود، در سایر مطالعات، شواهدی از اثرات سرطان‌زایی RF مشاهده نشده است [۱۷۴-۱۴۸ و ۱۰۹]. بیشتر یافته‌های مثبت در مطالعات اولیه می‌باشد که به‌دلیل کاستی در مواد و روش‌ها و گزارش اعتبار چندانی نداشتند. در مطالعات سال‌های اخیر که بطور کلی از کیفیت بالایی نیز برخوردار می‌باشد، همواره فقدان اثرات سرطان‌زا در انواع مختلفی از مطالعات حیوانی گزارش شده است. این مطالعات شامل بررسی‌هایی از قرارگیری در معرض RF هم در دوران جنینی و هم پس از تولد بودند. بطور کلی نتایج این مطالعات تا حدودی موید این مطلب است که اثرات سرطانزایی در سطوح SAR[۱] تا $Wkg^{-1}$ ۴ محتمل نیست.

## تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله تشکر و قدردانی خود را از مرکز تحقیقات کاربردی بهداری کل ناجا که حمایت مالی این پروژه را به عهده داشته اعلام نموده، همچنین از ریاست و کارکنان این سازمان که در انجام این مطالعه با تیم تحقیق همکاری داشتند کمال تشکر و قدردانی را می نماید.

1. Mansourian M, Firoozabadi SM, Shankayi Z, Hassan ZM. Magnetic fields with frequency of 217 Hz can reduce cell apoptosis caused by electrochemotherapy. Electromagn Biol Med 2013; 32: 70-8.
2. Ahlbom IC, Cardis E, Green A, Linet M, Savitz D, Swerdlow A. Review of the epidemiologic literature on EMF and Health. Environ Health Perspect 2001; 109: 911-33.
3. Drucker R. The role of voltage - gated Ca 2+ channels in neurite growth of cultured chromaffin cells induced by extremely low frequency (ELF) magnetic field stimulation. Cell Tissue Res 1997; 29: 217-30.
4. Lai H. Generic effects of nonionizing electromagnetic fields. Bioelectromagnetics 1997; 18: 156-65.
5. Macias MY, Battocletti JH, Sutton CH, Pintar FA, Maiman DJ. Directed and enhanced neurite growth with pulsed magnetic field stimulation. Bioelectromagnetics 2000; 21: 272-86.
6. Harris JY. Electronic product inventory study. Bureau of Radiological Health Report BRH/DEP 1970: 29-70.
7. Fairhurst G. On-board processing for anti-jam packet data satcom services. Electron Commun Eng 1992; 4: 115-22.
8. Nasiri P, Monazam M, Zare S, Azam K, Yousefi Z, Hematjo R. The Study of the Status of Electromagnetic Waves Resulting from BTS (Base Transceiver Station), 900 Megahertz Frequency in Tehran. Iran J Health Environ 2011; 4: 331-40. (Persian).
9. Dasdag S, Akdag M, Ulukaya E, Uzunlar A, Yegin D. Mobile phone exposure does not induce apoptosis on spermatogenesis in rats. Arch Med Res 2008; 39: 40-4.
10. Falzone N, Huyser C, Franken DR, Leszczynski D. Mobile phone radiation does not induce pro-apoptosis effects in human spermatozoa. Radiat Res 2010; 174: 169-76.
11. Stewart A, Rao JN, Middleton JD, Pearmain P, Evans T. Mobile telecommunications and health: report of an investigation into an alleged cancer cluster in Sandwell, West Midlands. Perspectives in public health 2012; 132: 299-304.
12. Rago R, Salacone P, Caponecchia L, Sebastianelli A, Marcucci I, Calogero AE, et al. The semen quality of the mobile phone users. J Endocrinol Invest 2013; 36: 970-4.
13. Derias E, Stefanis P, Drakeley A, Gazvani R, Lewis -Jones D. Growing concern over the safety of using mobile phones and male fertility. Archives of andrology 2005; 52: 9-14.
14. Hardell L, Carlberg M, Ohlson CG, Westberg H, Eriksson M, Hansson Mild K. Use of cellular and cordless telephones and risk of testicular cancer. International journal of andrology 2007; 30: 115-22.
15. Wdowiak A, Wdowiak L, Wiktor H. Evaluation of

[۱] ضریب جذب (SAR)که مخفف Specific Absorption Rate بوده عبارت می‌باشد از مقدار فرکانس رادیویی جذب شده توسط بدن در یک محیط الکترومغناطیسی می‌باشد. واحد SAR وات بر کیلوگرم (Watt/kg) می‌باشد که نشان دهنده این است که در هر ثانیه چند ژول انرژی توسط یک کیلوگرم از بدن یک موجود زنده جذب می‌گردد.

*Journal of Police Medicine*
Winter 2014; Vol. 2, No. 4: 209-222

the effect of using mobile phones on male fertility. Annals of Agricultural and Environmental Medicine 2007; 14: 169-72.
16.De Iuliis GN, Newey RJ, King BV, Aitken RJ. Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro. PLoS One 2009; 4: e6446.
17.Mailankot M, Kunnath AP, Jayalekshmi H, Koduru B, Valsalan R. Radio frequency electromagnetic radiation (RF-EMR) from GSM (0.9/1.8 GHz) mobile phones induces oxidative stress and reduces sperm motility in rats. Clinics 2009; 64: 561-5.
18.Kesari KK, Kumar S, Behari J. Effects of radiofrequency electromagnetic wave exposure from cellular phones on the reproductive pattern in male Wistar rats. Applied biochemistry and biotechnology 2010; 164: 546-59
19.Otitoloju A, Obe I, Adewale O, Otubanjo O, Osunkalu V. Preliminary study on the induction of sperm head abnormalities in mice, Mus musculus, exposed to radiofrequency radiations from global system for mobile communication base stations. Bulletin of environmental contamination and toxicology 2010; 84: 51-4.
20.Salama N, Kishimoto T, Kanayama Ho. Retracted: Effects of exposure to a mobile phone on testicular function and structure in adult rabbit. International journal of andrology 2010; 33: 88-94.
21.Falzone N, Huyser C, Becker P, Leszczynski D, Franken DR. The effect of pulsed 900□MHz GSM mobile phone radiation on the acrosome reaction, head morphometry and zona binding of human spermatozoa. International journal of andrology 2011; 34: 20-6.
22.Meo SA, Arif M, Rashied S, Khan M, Vohra M, Usmani A, et al. Hypospermatogenesis and spermatozoa maturation arrest in rats induced by mobile phone radiation. J Coll Physicians Surg Pak 2011; 21: 262-5.
23.Kesari KK, Behari J. Evidence for mobile phone radiation exposure effects on reproductive pattern of male rats: Role of ROS. Electromagnetic Biology and Medicine 2012; 31: 213-22.
24.Kesari KK, Kumar S, Nirala J, Siddiqui MH, Behari J. Biophysical evaluation of radiofrequency electromagnetic field effects on male reproductive pattern. Cell biochemistry and biophysics 2013; 65: 85-96.
25.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. Electromagnetic Biology and Medicine 2013: 1-5.
26.Tas M, Dasdag S, Akdag MZ, Cirit U, Yegin K, Seker U, et al. Long-term effects of 900 MHz radiofrequency radiation emitted from mobile phone on testicular tissue and epididymal semen quality. Electromagnetic biology and medicine 2013: 1-7.
27.Ciaravino V, Meitz ML, Erwin DN. Effects of radiofrequency radiation and simultaneous exposure with mitomycin C on the frequency of sister chromatid exchanges in Chinese hamster ovary cells. Environmental mutagenesis 1987; 9: 393-9.
28.Meltz ML, Walker KA, Erwin DN. Radiofrequency (microwave) radiation exposure of mammalian cells during UV-induced DNA repair synthesis. Radiation research 1987; 110: 255-66.
29.Kerbacher JJ, Meltz ML, Erwin DN. Influence of radiofrequency radiation on chromosome aberrations in CHO cells and its interaction with DNA-damaging agents. Radiation research 1990; 123: 311-9.
30.Meltz ML, Eagan P, Erwin DN. Proflavin and microwave radiation: absence of a mutagenic interaction. Bioelectromagnetics 1990; 11: 149-57.
31.Ciaravino V, Meltz ML, Erwin DN. Absence of a synergistic effect between moderate□power radio□frequency electromagnetic radiation and adriamycin on cell□cycle progression and sister□chromatid exchange. Bioelectromagnetics 1991; 12: 289-98.
32.Maes A, Collier M, Slaets D, Verschaeve L. Cytogenetic Effects of Microwaves from Mobile Communication Frequencies (954 Mhz). Electromagnetobiol 1995; 14: 91-8.
33.Maes A, Collier M, Slaets D, Verschaeve L. 954 MHz microwaves enhance the mutagenic properties of mitomycin C. Environmental and molecular mutagenesis 1996; 28: 26-30.
34.Antonopoulos A, Eisenbrandt H, Obe G. Effects of high-frequency electromagnetic fields on human lymphocytes in vitro. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 1997; 395: 209-14.
35.Eberle P, Erdtmann-Vourliotis M, Diener S, Finke H-G, L○ffelholz B, Schnor A, et al. Cell proliferation, sister-chromatid exchange, chromosomal aberrations, micronuclei and mutation rate of the HGPRT locus following the exposure of human peripheral lymphocytes to electromagnetic high-frequency fields (440 MHz, 900 MHz, and 1.8 GHz) In: Electromagnetic compatibility of biological systems. Brinkmann K, Friedrich G (eds). VDE-Verlag GMBH. Berlin-Offenbach1997.
36.Maes A, Collier M, Van Gorp U, Vandoninck S, Verschaeve L. Cytogenetic effects of 935.2-MHz (GSM) microwaves alone and in combination with mitomycin C. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 1997; 393: 151-6.
37.Malyapa RS, Ahern EW, Straube WL, Moros EG, Pickard WF, Roti JLR. Measurement of DNA damage after exposure to 2450 MHz electromagnetic radiation. Radiation research 1997; 148: 608-17.
38.MELTZ NMM, MA WITTLER V. Proliferation and cytogenetic studies in human blood lympho-

cytes exposed in vitro to 2450 MHz radiofrequency radiation. International Journal of Radiation Biology 1997; 72: 751-7.
39.Gos P, Eicher B, Kohli J, Heyer1Ã W-D. theYeast Saccharomyces cerevisiae. Bioelectromagnetics 2000; 21: 515-23.
40.Leal BZ, Szilagyi M, Prihoda TJ, Meltz ML. Primary DNA damage in human blood lymphocytes exposed in vitro to 2450 MHz radiofrequency radiation. Radiation research 2000; 153: 479-86.
41.Maes A, Collier M, Verschaeve L. Cytogenetic investigations on microwaves emitted by a 455.7 MHz car phone. Folia Biologica 2000; 46: 175.
42.Li L, Bisht KS, LaGroye I, Zhang P, Straube WL, Moros EG, et al. Measurement of DNA damage in mammalian cells exposed in vitro to radiofrequency fields at SARs of 3-5 W/kg. Radiation research 2001; 156: 328-32.
43.Maes A, Collier M, Verschaeve L. Cytogenetic effects of 900 MHz (GSM) microwaves on human lymphocytes. Bioelectromagnetics 2001; 22: 91-6.
44.Bisht KS, Moros EG, Straube WL, Baty JD, Roti JLR. The effect of 835.62 MHz FDMA or 847.74 MHz CDMA modulated radiofrequency radiation on the induction of micronuclei in C3H 10T1/2 cells. Radiation research 2002; 157: 506-15.
45.d'Ambrosio G, Massa R, Scarfi MR, Zeni O. Cytogenetic damage in human lymphocytes following GMSK phase modulated microwave exposure. Bioelectromagnetics 2002; 23: 7-13.
46.McNamee J, Bellier P, Gajda G, Miller S, Lemay E, Lavallee B, et al. DNA damage and micronucleus induction in human leukocytes after acute in vitro exposure to a 1.9 GHz continuous-wave radiofrequency field. Radiation research 2002; 158: 523-33.
47.Miyakoshi J, Yoshida M, Tarusawa Y, Nojima T, Wake K, Taki M. Effects of high□frequency electromagnetic fields on DNA strand breaks using comet assay method. Electrical Engineering in Japan 2002; 141: 9-15.
48.Takahashi S, Inaguma S, Cho Y-M, Imaida K, Wang J, Fujiwara O, et al. Lack of mutation induction with exposure to 1.5 GHz electromagnetic near fields used for cellular phones in brains of Big Blue mice. Cancer Research 2002; 62: 1956-60.
49.Tice RR, Hook GG, Donner M, McRee DI, Guy AW. Genotoxicity of radiofrequency signals. I. Investigation of DNA damage and micronuclei induction in cultured human blood cells. Bioelectromagnetics 2002; 23: 113-26.
50.McNamee J, Bellier P, Gajda G, Lavallee B, Marro L, Lemay E, et al. No evidence for genotoxic effects from 24 h exposure of human leukocytes to 1.9 GHz radiofrequency fields. Radiation research 2003; 159: 693-7.
51.Sasser LB, Morris JE, Wilson BW, Anderson LE. Genotoxic potential of 1.6 GHz wireless communication signal: in vivo two-year bioassay. Radiation research 2003; 159: 558-64.
52.Zeni O, Chiavoni AS, Sannino A, Antolini A, Forigo D, Bersani F, et al. Lack of genotoxic effects (micronucleus induction) in human lymphocytes exposed in vitro to 900 MHz electromagnetic fields. Radiation research 2003; 160: 152-8.
53.Figueiredo AB, Alves RN, Ramalho AT. Cytogenetic analysis of the effects of 2.5 and 10.5 GHz microwaves on human lymphocytes. Genetics and Molecular Biology 2004; 27: 460.
54.Hook GJ, Zhang P, Lagroye I, Li L, Higashikubo R, Moros EG, et al. Measurement of DNA damage and apoptosis in Molt-4 cells after in vitro exposure to radiofrequency radiation. Radiation research 2004; 161: 193-200.
55.Lagroye I, Anane R, Wettring B, Moros E, Straube W, Laregina M, et al. Measurement of DNA damage after acute exposure to pulsed-wave 2450 MHz microwaves in rat brain cells by two alkaline comet assay methods. International Journal of Radiation Biology 2004; 80: 11-20.
56.Lagroye I, Hook G, Wettring B, Baty J, Moros E, Straube W, et al. Measurements of alkali-labile DNA damage and protein-DNA crosslinks after 2450 MHz microwave and low-dose gamma irradiation in vitro. Radiation research 2004; 161: 201-14.
57.Obe G. Controversial cytogenetic observations in mammalian somatic cells exposed to radiofrequency radiation. Radiation research 2004; 162: 481-96.
58.Ono T, Saito Y, Komura J, Ikehata H, Tarusawa Y, Nojima T, et al. Absence of mutagenic effects of 2.45 GHz radiofrequency exposure in spleen. Tohoku J Exp Med 2004; 202: 93–103.
59.Sarimov R, Malmgren LO, Marková E, Persson BR, Belyaev IY. Nonthermal GSM microwaves affect chromatin conformation in human lymphocytes similar to heat shock. Plasma Science, IEEE Transactions on 2004; 32: 1600-8.
60.Aitken R, Bennetts L, Sawyer D, Wiklendt A, King B. Impact of radio frequency electromagnetic radiation on DNA integrity in the male germline. International journal of andrology 2005; 28: 171-9.
61.Gorlitz B-D, Müller M, Ebert S, Hecker H, Kuster N, Dasenbrock C. Effects of 1-week and 6-week exposure to GSM/DCS radiofrequency radiation on micronucleus formation in B6C3F1 mice. Radiation research 2005; 164: 431-9.
62.Komatsubara Y, Hirose H, Sakurai T, Koyama S, Suzuki Y, Taki M, et al. Effect of high-frequency electromagnetic fields with a wide range of SARs on chromosomal aberrations in murine m5S cells. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 2005; 587: 114-9.
63.Nicolova P, Jotova N, Peshev P, Boeva N, Stoikova E. For ultrasonic diagnostics and X-ray investiga-

tions of abdominal organs. Modern Medicine 2005; 22.
64. Wang J, Sakurai T, Koyama S, Komatubara Y, Suzuki Y, Taki M, et al. Effects of 2450 MHz electromagnetic fields with a wide range of SARs on methylcholanthrene-induced transformation in C3H10T1/2 cells. Journal of radiation research 2005; 46: 351-61.
65. Zeni O, Romano M, Perrotta A, Lioi M, Barbieri R, d'Ambrosio G, et al. Evaluation of genotoxic effects in human peripheral blood leukocytes following an acute in vitro exposure to 900 MHz radiofrequency fields. Bioelectromagnetics 2005; 26: 258-65.
66. Belyaev IY, Koch CB, Terenius O, Roxström Lindquist K, Malmgren LO, H Sommer W, et al. Exposure of rat brain to 915 MHz GSM microwaves induces changes in gene expression but not double stranded DNA breaks or effects on chromatin conformation. Bioelectromagnetics 2006; 27: 295-306.
67. Chemeris N, Gapeyev A, Sirota N, Gudkova OY, Tankanag A, Konovalov I, et al. Lack of direct DNA damage in human blood leukocytes and lymphocytes after in vitro exposure to high power microwave pulses. Bioelectromagnetics 2006; 27: 197-203.
68. Sakuma N, Komatsubara Y, Takeda H, Hirose H, Sekijima M, Nojima T, et al. DNA strand breaks are not induced in human cells exposed to 2.1325 GHz band CW and W-CDMA modulated radiofrequency fields allocated to mobile radio base stations. Bioelectromagnetics 2006; 27: 51-7.
69. Sannino A, Calabrese ML, d'Ambrosio G, Massa R, Petraglia G, Mita P, et al. Evaluation of cytotoxic and genotoxic effects in human peripheral blood leukocytes following exposure to 1950-MHz modulated signal. Plasma Science, IEEE Transactions on 2006; 34: 1441-8.
70. Verschaeve L, Heikkinen P, Verheyen G, Van Gorp U, Boonen F, Vander Plaetse F, et al. Investigation of co-genotoxic effects of radiofrequency electromagnetic fields in vivo. Radiation research 2006; 165: 598-607.
71. Zhang D, Xu Z, Chiang H, Lu D, Zeng Q. Effects of GSM 1800 MHz radiofrequency electromagnetic fields on DNA damage in Chinese hamster lung cells]. Zhonghua yu fang yi xue za zhi [Chinese journal of preventive medicine] 2006; 40: 149.
72. Baohong W, Lifen J, Lanjuan L, Jianlin L, Deqiang L, Wei Z, et al. Evaluating the combinative effects on human lymphocyte DNA damage induced by Ultraviolet ray C plus 1.8 GHz microwaves using comet assay< i> in vitro</i>. Toxicology 2007; 232: 311-6.
73. Juutilainen J, Heikkinen P, Soikkeli H, Mäki-Paakkanen J. Micronucleus frequency in erythrocytes of mice after long-term exposure to radiofrequency radiation. International Journal of Radiation Biology 2007; 83: 213-20.
74. Speit G, Schütz P, Hoffmann H. Genotoxic effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF) in cultured mammalian cells are not independently reproducible. Mutation Research/ Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 2007; 626: 42-7.
75. Speit G, Schütz P, Hoffmann H. Genotoxic effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF) in cultured mammalian cells are not independently reproducible. Mutation Res 2007; 626: 42-7.
76. Zeni O, Schiavoni A, Perrotta A, Forigo D, Deplano M, Scarfi M. Evaluation of genotoxic effects in human leukocytes after in vitro exposure to 1950 MHz UMTS radiofrequency field. Bioelectromagnetics 2008; 29: 177-84.
77. Mazor R, Korenstein-Ilan A, Barbul A, Eshet Y, Shahadi A, Jerby E, et al. Increased levels of numerical chromosome aberrations after in vitro exposure of human peripheral blood lymphocytes to radiofrequency electromagnetic fields for 72 hours. Radiation Research 2009; 169: 9.
78. McNamee J, Bellier P, Gajda G, Lavallee B, Lemay E, Marro L, et al. DNA damage in human leukocytes after acute in vitro exposure to a 1.9 GHz pulse-modulated radiofrequency field. Radiation Research 2009; 158: 4.
79. Sykes PJ, McCallum BD, Bangay MJ, Hooker AM, Morley AA. Effect of exposure to 900 MHz radiofrequency radiation on intrachromosomal recombination in pKZ1 mice. Radiation Research 2009; 156: 12.
80. Scarfi M, Lioi M, dÁmbrosio G, Massa R, Zeni O, De pietro R, et al. Genotoxic effects of mytomicin-C and microwave radiation on bovine lymphocytes. Electro-Magnetobiology 1996; 15: 99-104.
81. Meltz ML, Eagan P, Erwin DN. Absence of mutagenic interaction between microwaves and mitomycin C in mammalian cells. Environmental and molecular mutagenesis 1989; 13: 294-303.
82. Garaj-Vrhovac V, Horvat D, Koren Z. The effect of microwave radiation on the cell genome. Mutation Research Letters 1990; 243: 87-93.
83. Garaj-Vrhovac V, Fučić A, Horvat D. The correlation between the frequency of micronuclei and specific chromosome aberrations in human lymphocytes exposed to microwave radiation in vitro. Mutation Research Letters 1992; 281: 181-6.
84. Maes A, Verschaeve L, Arroyo A, De Wagter C, Vercruyssen L. In vitro cytogenetic effects of 2450 MHz waves on human peripheral blood lymphocytes. Bioelectromagnetics 1993; 14: 495-501.
85. Sarkar S, Ali S, Behari J. Effect of low power microwave on the mouse genome: a direct DNA analysis. Mutation Research/Genetic Toxicology 1994; 320: 141-7.

renstein R, Jerby E, et al. Exposure of human peripheral blood lymphocytes to electromagnetic fields associated with cellular phones leads to chromosomal instability. Bioelectromagnetics 2003; 24: 82-90.
99.Chemeris NK, Gapeyev AB, Sirota NP, Gudkova OY, Kornienko NV, Tankanag AV, et al. DNA damage in frog erythrocytes after in vitro exposure to a high peak-power pulsed electromagnetic field. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 2004; 558: 27-34.
100.George D, Dimitris V. Effect of 910-MHz electromagnetic field on rat bone marrow. The Scientific World Journal 2004; 4: 48-54.
101.Koyama S, Isozumi Y, Suzuki Y, Taki M, Miyakoshi J. Effects of 2.45-GHz electromagnetic fields with a wide range of SARs on micronucleus formation in CHO-K1 cells. The Scientific World Journal 2004; 4: 29-40.
102.Diem E, Schwarz C, Adlkofer F, Jahn O, Rüdiger H. Non-thermal DNA breakage by mobile-phone radiation (1800MHz) in human fibroblasts and in transformed GFSH-R17 rat granulosa cells in vitro. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 2005; 583: 178-83.
103.Lai H, Singh N. Interaction of microwaves and a temporally incoherent magnetic field on single and double DNA strand breaks in rat brain cells. Electromagnetic Biology and Medicine 2005; 24: 23-9.
104.Markovà E, Hillert L, Malmgren L, Persson BR, Belyaev IY. Microwaves from GSM mobile telephones affect 53BP1 and γ-H2AX foci in human lymphocytes from hypersensitive and healthy persons. Environmental health perspectives 2005; 113: 1172.
105.Ferreira AR, Knakievicz T, de Bittencourt Pasquali MA, Gelain DP, Dal-Pizzol F, Fernández CER, et al. Ultra high frequency-electromagnetic field irradiation during pregnancy leads to an increase in erythrocytes micronuclei incidence in rat offspring. Life sciences 2006; 80: 43-50.
106.Lixia S, Yao K, Kaijun W, Deqiang L, Huajun H, Xiangwei G, et al. Effects of 1.8 GHz radiofrequency field on DNA damage and expression of heat shock protein 70 in human lens epithelial cells. Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis 2006; 602: 135-42.
107.Paulraj R, Behari J. Protein kinase C activity in developing rat brain cells exposed to 2.45 GHz radiation. Electromagnetic Biology and Medicine 2006; 25: 61-70.
108.Stronati L, Testa A, Moquet J, Edwards A, Cordelli E, Villani P, et al. 935 MHz cellular phone radiation. An in vitro study of genotoxicity in human lymphocytes. International Journal of Radiation Biology 2006; 82: 339-46.
109.Balbani APS, Montovani JC. Mobile phones: in-

86.Lai H, Singh NP. Acute low□intensity microwave exposure increases DNA single□strand breaks in rat brain cells. Bioelectromagnetics 1995; 16: 207-10.
87.Garaj-Vrhovac V, Vojvodic S, Fucic A, Kubelka D, editors. Effects of 415 MHz frequency on human lymphocyte genome. Proceedings IRPA9 Congress. Vienna, Austra; 1996.
88.Lai H, Singh NP. Acute exposure to a 60 Hz magnetic field increases DNA strand breaks in rat brain cells. Bioelectromagnetics 1997; 18: 156-65.
89.Vijayalaxmi, Frei MR, Dusch SJ, Guel V, Meltz ML, Jauchem JR. Frequency of micronuclei in the peripheral blood and bone marrow of cancer-prone mice chronically exposed to 2450 MHz radiofrequency radiation. Radiation research 1997; 147: 495 -500.
90.Malyapa RS, Ahern EW, Bi C, Straube WL, LaRegina M, Pickard WF, et al. DNA damage in rat brain cells after in vivo exposure to 2450 MHz electromagnetic radiation and various methods of euthanasia. Radiation research 1998; 149: 637-45.
91.Phillips JL, Ivaschuk O, Ishida-Jones T, Jones RA, Campbell-Beachler M, Haggren W. DNA damage in Molt-4 T-lymphoblastoid cells exposed to cellular telephone radiofrequency fields in vitro. Bioelectrochemistry and Bioenergetics 1998; 45: 103-10.
92.Prihoda T. Frequency of micronuclei in the blood and bone marrow cells of mice exposed to ultra-wideband electromagnetic radiation. int j radiat biol 1999; 75: 115-20.
93.Zotti-Martelli L, Peccatori M, Scarpato R, Migliore L. Induction of micronuclei in human lymphocytes exposed in vitro to microwave radiation. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 2000; 472: 51-8.
94.Vijayalaxmi PW, Bisht K, Prihoda T, Meltz M, LaRegina M. Roti Roti JL, Straube WL, Moros EG. Micronuclei in the peripheral blood and bone marrow cells of rats exposed to 2450 MHz radiofrequency radiation. Int J Radiat Biol, 2001c 2001; 77: 1109-15.
95.Mei-Bian Z, Ji-Liang H, Li-Fen J, De-Qlang L. Study of low-intensity 2450-MHz microwave exposure enhancing the genotoxic effects of mitomycin C using micronucleus test and comet assay in vitro. BES 2002; 15: 8.
96.Trosic I, Busljeta I, Kasuba V, Rozgaj R. Micronucleus induction after whole-body microwave irradiation of rats. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 2002; 521: 73-9.
97.Koyama S, Nakahara T, Wake K, Taki M, Isozumi Y, Miyakoshi J. Effects of high frequency electromagnetic fields on micronucleus formation in CHO-K1 cells. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 2003; 541: 81-9.
98.Mashevich M, Folkman D, Kesar A, Barbul A, Ko-

*Journal of Police Medicine*
Winter 2014; Vol. 2, No. 4: 209-222

fluence on auditory and vestibular systems. Revista Brasileira de Otorrinolaringologia 2008; 74: 125-31.
110.Schwarz C, Kratochvil E, Pilger A, Kuster N, Adlkofer F, Rüdiger HW. Radiofrequency electromagnetic fields (UMTS, 1,950 MHz) induce genotoxic effects in vitro in human fibroblasts but not in lymphocytes. International archives of occupational and environmental health 2008; 81: 755-67.
111.Bisht KS, Pickard WF, Meltz ML, Roti JLR, Moros EG. Chromosome damage and micronucleus formation in human blood lymphocytes exposed in vitro to radiofrequency radiation at a cellular telephone frequency (847.74 MHz, CDMA). Radiation research 2009.
112.Cleary SF, Cao G, Liu LM, Egle PM, Shelton KR. Stress proteins are not induced in mammalian cells exposed to radiofrequency or microwave radiation. Bioelectromagnetics 1997; 18: 499-505.
113.Ivaschuk OI, Jones RA, Ishida□Jones T, Haggren W, Adey WR, Phillips JL. Exposure of nerve growth factor□treated PC12 rat pheochromocytoma cells to a modulated radiofrequency field at 836.55 MHz: effects on c□jun and c□fos expression. Bioelectromagnetics 1997; 18: 223-9.
114.Gurisik E, Warton K, Martin DK, Valenzuela SM. An in vitro study of the effects of exposure to a GSM signal in two human cell lines: Monocytic U937 and neuroblastoma SK-N-SH. Cell biology international 2006; 30: 793-9.
115.Lantow M, Lupke M, Frahm J, Mattsson M, Kuster N, Simko M. ROS release and Hsp70 expression after exposure to 1,800 MHz radiofrequency electromagnetic fields in primary human monocytes and lymphocytes. Radiation and environmental biophysics 2006; 45: 55-62.
116.Lantow M, Schuderer J, Hartwig C, Simko M. Free radical release and HSP70 expression in two human immune-relevant cell lines after exposure to 1800 MHz radiofrequency radiation. Radiation research 2006; 165: 88-94.
117.Natarajan M, Nayak B, Galindo C, Mathur S, Roldan F, Meltz M. Nuclear translocation and DNA-binding activity of NFKB (NF-κB) after exposure of human monocytes to pulsed ultra-wideband electromagnetic fields (1 kV/cm) fails to transactivate κB-dependent gene expression. Radiation research 2006; 165: 645-54.
118.Wang J, Koyama S, Komatsubara Y, Suzuki Y, Taki M, Miyakoshi J. Effects of a 2450 MHz highfrequency electromagnetic field with a wide range of SARs on the induction of heat shock proteins in A172 cells. Bioelectromagnetics 2006; 27: 479-86.
119.Whitehead T, Moros E, Brownstein B, Roti Roti J. Gene expression does not change significantly in C3H 10T1/2 cells after exposure to 847.74 CDMA or 835.62 FDMA radiofrequency radiation. Radiation research 2006; 165: 626-35.
120.Buttiglione M, Roca L, Montemurno E, Vitiello F, Capozzi V, Cibelli G. Radiofrequency radiation (900 MHz) induces Egr1 gene expression and affects cellcycle control in human neuroblastoma cells. Journal of cellular physiology 2007; 213: 759-67.
121.Chauhan V, Mariampillai A, Kutzner B, Wilkins R, Ferrarotto C, Bellier P, et al. Evaluating the biological effects of intermittent 1.9 GHz pulse-modulated radiofrequency fields in a series of human-derived cell lines. Radiation research 2007; 167: 87-93.
122.Sanchez S, Haro E, Ruffié G, Veyret B, Lagroye I. In vitro study of the stress response of human skin cells to GSM-1800 mobile phone signals compared to UVB radiation and heat shock. Radiation research 2007; 167: 572-80.
123.Chauhan V, Mariampillai A, Bellier P, Qutob S, Gajda G, Lemay E, et al. Gene expression analysis of a human lymphoblastoma cell line exposed in vitro to an intermittent 1.9 GHz pulse-modulated radiofrequency field. Radiation Research 2009; 165: 6.
124.Lai H. Single-and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation. International Journal of Radiation Biology 1996; 69: 513-21.
125.Goswami PC, Albee LD, Parsian AJ, Baty JD, Moros EG, Pickard WF, et al. Proto-oncogene mRNA levels and activities of multiple transcription factors in C3H 10T 1/2 murine embryonic fibroblasts exposed to 835.62 and 847.74 MHz cellular phone communication frequency radiation. Radiation research 1999; 151: 300-9.
126.Harvey C, French PW. Effects on protein kinase C and gene expression in a human mast cell line, HMC-1, following microwave exposure. Cell biology international 1999; 23: 739-48.
127.Kwee S, Raskmark P, Velizarov S. Changes in cellular proteins due to environmental non-ionizing radiation. I. Heat-shock proteins. Electromagnetic Biology and Medicine 2001; 20: 141-52.
128.Leszczynski D, Joenväärä S, Reivinen J, Kuokka R. Non□thermal activation of the hsp27/p38MAPK stress pathway by mobile phone radiation in human endothelial cells: Molecular mechanism for cancer □and blood□brain barrier□related effects. Differentiation 2002; 70: 120-9.
129.Pacini S, Ruggiero M, Sardi I, Aterini S, Gulisano F, Gulisano M. Exposure to global system for mobile communication (GSM) cellular phone radiofrequency alters gene expression, proliferation, and morphology of human skin fibroblasts. Oncology Research Featuring Preclinical and Clinical Cancer Therapeutics 2002; 13: 19-24.
130.Tian F, Nakahara T, Wake K, Taki M, Miyakoshi

J. Exposure to 2.45 GHz electromagnetic fields induces hsp70 at a high SAR of more than 20 W/kg but not at 5W/kg in human glioma MO54 cells. International Journal of Radiation Biology 2002; 78: 433-40.
131.Capri M, Scarcella E, Bianchi E, Fumelli C, Mesirca P, Agostini C, et al. 1800 MHz radiofrequency (mobile phones, different Global System for Mobile communication modulations) does not affect apoptosis and heat shock protein 70 level in peripheral blood mononuclear cells from young and old donors. International Journal of Radiation Biology 2004; 80: 389-97.
132.Czyz J, Guan K, Zeng Q, Nikolova T, Meister A, Schoenborn F, et al. High frequency electromagnetic fields (GSM signals) affect gene expression levels in tumor suppressor p53□deficient embryonic stem cells. Bioelectromagnetics 2004; 25: 296-307.
133.Leszczynski D, Nylund R, Joenväärä S, Reivinen J. Applicability of discovery science approach to determine biological effects of mobile phone radiation. Proteomics 2004; 4: 426-31.
134.Nylund R, Leszczynski D. Proteomics analysis of human endothelial cell line EA. hy926 after exposure to GSM 900 radiation. Proteomics 2004; 4: 1359-65.
135.Caraglia M, Marra M, Mancinelli F, D'ambrosio G, Massa R, Giordano A, et al. Electromagnetic fields at mobile phone frequency induce apoptosis and inactivation of the multi chaperone complex in human epidermoid cancer cells. Journal of cellular physiology 2005; 204: 539-48.
136.Lee S, Johnson D, Dunbar K, Dong H, Ge X, Kim YC, et al. 2.45 GHz radiofrequency fields alter gene expression in cultured human cells. FEBS letters 2005; 579: 4829-36.
137.Lim HB, Cook GG, Barker AT, Coulton LA. Effect of 900 MHz electromagnetic fields on nonthermal induction of heat-shock proteins in human leukocytes. Radiation research 2005; 163: 45-52.
138.Miyakoshi J, Takemasa K, Takashima Y, Ding GR, Hirose H, Koyama S. Effects of exposure to a 1950 MHz radio frequency field on expression of Hsp70 and Hsp27 in human glioma cells. Bioelectromagnetics 2005; 26: 251-7.
139.Huang TQ, Lee MS, Bae YJ, Park HS, Park WY, Sun SJ. Prediction of Exposure to 1763MHz Radiofrequency Radiation Using Support Vector Machine Algorithm in Jurkat Cell Model System. Genomics & Informatics 2006; 4: 71-6.
140.Nylund R, Leszczynski D. Mobile phone radiation causes changes in gene and protein expression in human endothelial cell lines and the response seems to be genome□and proteome□dependent. Proteomics 2006; 6: 4769-80.
141.Qutob S, Chauhan V, Bellier P, Yauk C, Douglas G, Berndt L, et al. Microarray gene expression profiling of a human glioblastoma cell line exposed in vitro to a 1.9 GHz pulse-modulated radiofrequency field. Radiation research 2006; 165: 636-44.
142.Remondini D, Nylund R, Reivinen J, Poulletier de Gannes F, Veyret B, Lagroye I, et al. Gene expression changes in human cells after exposure to mobile phone microwaves. Proteomics 2006; 6: 4745-54.
143.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 MCF7 cells. Proteomics 2006; 6: 4732-8.
144.Friedman J, Kraus S, Hauptman Y, Schiff Y, Seger R. Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies. Biochem J 2007; 405: 559-68.
145.Hirose H, Sakuma N, Kaji N, Nakayama K, Inoue K, Sekijima M, et al. Mobile phone base station emitted radiation does not induce phosphorylation of Hsp27. Bioelectromagnetics 2007; 28: 99-108.
146.Zhao R, Zhang S, Xu Z, Ju L, Lu D, Yao G. Studying gene expression profile of rat neuron exposed to 1800MHz radiofrequency electromagnetic fields with cDNA microassay. Toxicology 2007; 235: 167 -75.
147.Zhao T-Y, Zou S-P, Knapp PE. Exposure to cell phone radiation up-regulates apoptosis genes in primary cultures of neurons and astrocytes. Neuroscience letters 2007; 412: 34-8.
148.Lahkola A, Tokola K, Auvinen A. Meta-analysis of mobile phone use and intracranial tumors. Scandinavian journal of work, environment & health 2006: 171-7.
149.Merola P, Marino C, Lovisolo G, Pinto R, Laconi C, Negroni A. Proliferation and apoptosis in a neuroblastoma cell line exposed to 900 MHz modulated radiofrequency field. Bioelectromagnetics 2006; 27: 164-71.
150.Takebayashi T, Akiba S, Kikuchi Y, Taki M, Wake K, Watanabe S, et al. Mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan. Occupational and Environmental Medicine 2006; 63: 802-7.
151.Blettner M, Schlehofer B, Samkange-Zeeb F, Berg G, Schlaefer K, Schüz J. Medical exposure to ionising radiation and the risk of brain tumours: Interphone study group, Germany. European Journal of Cancer 2007; 43: 1990-8.
152.Shirai T, Ichihara T, Wake K, Watanabe Si, Yamanaka Y, Kawabe M, et al. Lack of promoting effects of chronic exposure to 1.95□GHz W□CDMA signals for IMT□2000 cellular system on development of N□ethylnitrosourea□induced central nervous system tumors in F344 rats. Bioelectromagnetics 2007; 28: 562-72.
153.Hirose H, Suhara T, Kaji N, Sakuma N, Sekijima M, Nojima T, et al. Mobile phone base station radi-

ation does not affect neoplastic transformation in BALB/3T3 cells. Bioelectromagnetics 2008; 29: 55-64.
154.Kan P, Simonsen SE, Lyon JL, Kestle JR. Cellular phone use and brain tumor: a meta-analysis. Journal of Neuro-oncology 2008; 86: 71-8.
155.Kaprana A, Karatzanis A, Prokopakis E, Panagiotaki I, Vardiambasis I, Adamidis G, et al. Studying the effects of mobile phone use on the auditory system and the central nervous system: a review of the literature and future directions. European Archives of Oto-Rhino-Laryngology 2008; 265: 1011-9.
156.Moquet J, Ainsbury E, Bouffler S, Lloyd D. Exposure to low level GSM 935 MHz radiofrequency fields does not induce apoptosis in proliferating or differentiated murine neuroblastoma cells. Radiation protection dosimetry 2008; 131: 287-96.
157.Takebayashi T, Varsier N, Kikuchi Y, Wake K, Taki M, Watanabe S, et al. Mobile phone use, exposure to radiofrequency electromagnetic field, and brain tumour: a case–control study. British journal of cancer 2008; 98: 652-9.
158.Ahlbom A, Feychting M, Green A, Kheifets L, Savitz DA, Swerdlow AJ. Epidemiologic evidence on mobile phones and tumor risk: a review. Epidemiology 2009; 20: 639-52.
159.Billaudel B, Taxile M, Poulletier de Gannes F, Ruffie G, Lagroye I, Veyret B. Effects of exposure to DAMPS and GSM signals on ornithine decarboxylase (ODC) activity: II. SH-SY5Y human neuroblastoma cells. International Journal of Radiation Biology 2009; 85: 519-22.
160.Daniels WM, Pitout IL, Afullo TJ, Mabandla MV. The effect of electromagnetic radiation in the mobile phone range on the behaviour of the rat. Metabolic brain disease 2009; 24: 629-41.
161.Schuz J, Böhler E, Schlehofer B, Berg G, Schlaefer K, Hettinger I, et al. Radiofrequency electromagnetic fields emitted from base stations of DECT cordless phones and the risk of glioma and meningioma (Interphone Study Group, Germany). Radiation Research 2009; 166: 4.
162.Thorlin T, Rouquette J-M, Hamnerius Y, Hansson E, Persson M, Björklund U, et al. Exposure of cultured astroglial and microglial brain cells to 900 MHz microwave radiation. Radiat Res 2009; 166: 13.
163.Bayazit V, Bayram B, Pala Z, Atan O. Evaluation of carcinogenic effects of electromagnetic fields (EMF). Bosn J Basic Med Sci 2010; 10: 245-50.
164.Cardis E, Deltour I, Vrijheid M, Evrard A, Moissonnier M, Armstrong B, et al. Acoustic neuroma risk in relation to mobile telephone use: results of the interphone international case-control study. Cancer epidemiology 2011; 35.
165.De Vocht F, Burstyn I, Cherrie JW. Time trends (1998–2007) in brain cancer incidence rates in relation to mobile phone use in England. Bioelectromagnetics 2011; 32: 334-9.
166.Juutilainen J, Höytö A, Kumlin T, Naarala J. Review of possible modulation□dependent biological effects of radiofrequency fields. Bioelectromagnetics 2011; 32: 511-34.
167.Larjavaara S, Schüz J, Swerdlow A, Feychting M, Johansen C, Lagorio S, et al. Location of gliomas in relation to mobile telephone use: a case-case and case-specular analysis. American Journal of Epidemiology 2011; 174: 2-11.
168.Sato Y, Akiba S, Kubo O, Yamaguchi N. A case–case study of mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan. Bioelectromagnetics 2011; 32: 85-93.
169.Swerdlow AJ, Feychting M, Green AC, Kheifets L, Savitz DA. Mobile phones, brain tumors, and the interphone study: where are we now? Environmental health perspectives 2011; 119: 1534.
170.Deltour I, Auvinen A, Feychting M, Johansen C, Klaeboe L, Sankila R, et al. Mobile phone use and incidence of glioma in the Nordic countries 1979–2008: consistency check. Epidemiology 2012; 23: 301-7.
171.Li C-Y, Liu C-C, Chang Y-H, Chou L-P, Ko M-C. A population-based case–control study of radiofrequency exposure in relation to childhood neoplasm. Science of the Total Environment 2012; 435: 472-8.
172.Little M, Rajaraman P, Curtis R, Devesa S, Inskip P, Check D, et al. Mobile phone use and glioma risk: comparison of epidemiological study results with incidence trends in the United States. BMJ: British Medical Journal 2012; 344.
173.Repacholi MH, Lerchl A, Röösli M, Sienkiewicz Z, Auvinen A, Breckenkamp J, et al. Systematic review of wireless phone use and brain cancer and other head tumors. Bioelectromagnetics 2012; 33: 187-206.
174.Gultekin DH, Moeller L. NMR imaging of cell phone radiation absorption in brain tissue. Proceedings of the National Academy of Sciences 2013; 110: 58-63.
175.Hardell L, Mild KH, Carlberg M, Hallquist A. Cellular and cordless telephone use and the association with brain tumors in different age groups. Archives of Environmental Health: An International Journal 2004; 59: 132-7.
176.Hardell L, Carlberg M, Mild KH. Use of cellular telephones and brain tumour risk in urban and rural areas. Occupational and Environmental Medicine 2005; 62: 390-4.
177.Bischof F, Langer J, Begall K. Electromagnetic Fields of Mobile Telephone Systems-Thresholds, Effects and Risks for Cochlear Implant Patients and Healthy People. Laryngo-, Rhino-, Otologie 2008; 87: 768-74.

178.Hoskote SS, Kapdi M, Joshi SR. An epidemiological review of mobile telephones and cancer. JAPI 2008; 56: 980-4.
179.Han Y-Y, Kano H, Davis DL, Niranjan A, Lunsford LD. Cell phone use and acoustic neuroma: the need for standardized questionnaires and access to industry data. Surgical neurology 2009; 72: 216-22.
180.Hardell L, Carlberg M. Mobile phones, cordless phones and the risk for brain tumours. International journal of oncology 2009; 35: 5-17.
181.Hartikka H, Heinävaara S, Mäntylä R, Kähärä V, Kurttio P, Auvinen A. Mobile phone use and location of glioma: A case–case analysis. Bioelectromagnetics 2009; 30: 176-82.
182.Khurana VG, Teo C, Kundi M, Hardell L, Carlberg M. Cell phones and brain tumors: a review including the long-term epidemiologic data. Surgical neurology 2009; 72: 205-14.
183.Schuz J. Lost in laterality: interpreting ‘‘preferred side of the head during mobile phone use and risk of brain tumour’’associations. Scandinavian journal of public health 2009; 37: 664-7.
184.Inskip PD, Hoover RN, Devesa SS. Brain cancer incidence trends in relation to cellular telephone use in the United States. Neuro-oncology 2010; 12: 1147-51.
185.Khurana VG, Hardell L, Everaert J, Bortkiewicz A, Carlberg M, Ahonen M. Epidemiological evidence for a health risk from mobile phone base stations. International journal of occupational and environmental health 2010; 16: 263-7.
186.Yakymenko I, Sidorik E. Risks of carcinogenesis from electromagnetic radiation of mobile telephony devices. Exp Oncol 2010; 32: 54-60.
187.Cardis E, Armstrong B, Bowman J, Giles G, Hours M, Krewski D, et al. Risk of brain tumours in relation to estimated RF dose from mobile phones: results from five Interphone countries. Occupational and Environmental Medicine 2011; 68: 631-40.
188.Lehrer S, Green S, Stock RG. Association between number of cell phone contracts and brain tumor incidence in nineteen US States. Journal of Neuro-oncology 2011; 101: 505-7.
189.Levis AG, Minicuci N, Ricci P, Gennaro V, Garbisa S. Mobile phones and head tumours. The discrepancies in cause-effect relationships in the epidemiological studies-how do they arise? Environ Health 2011; 10: 59.
190.Olsen J. The interphone study: Brain cancer and beyond. Bioelectromagnetics 2011; 32: 164-7.
191.Ostrom QT, Barnholtz-Sloan JS. Current state of our knowledge on brain tumor epidemiology. Current neurology and neuroscience reports 2011; 11: 329-35.
192.Schuz J, Steding-Jessen M, Hansen S, Stangerup S-E, Cayé-Thomasen P, Poulsen AH, et al. Long-term mobile phone use and the risk of vestibular schwannoma: a Danish nationwide cohort study. American Journal of Epidemiology 2011; 174: 416-22.
193.Corona AP, Ferrite S, da Silva Lopes M, Rêgo MAV. Risk Factors Associated With Vestibular Nerve Schwannomas. Otology & Neurotology 2012; 33: 459-65.
194.Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. Use of mobile phones and cordless phones is associated with increased risk for glioma and acoustic neuroma. Pathophysiology 2012.
195.Benson VS, Pirie K, Schüz J, Reeves GK, Beral V, Green J. Mobile phone use and risk of brain neoplasms and other cancers: prospective study. International journal of epidemiology 2013.
196.De Vocht F, Hannam K, Buchan I. Environmental risk factors for cancers of the brain and nervous system: the use of ecological data to generate hypotheses. Occupational and Environmental Medicine 2013; 70: 349-56.
197.Kesari KK, Siddiqui MH, Meena R, Verma H, Kumar S. Cell phone radiation exposure on brain and associated biological systems. Indian journal of experimental biology 2013; 51.