مجله علوم پایه پزشکی ایران، جلد ۹، شماره٤، زمستان ۱۳۸۵، ۲٤۹-۲٤٤
تاریخ دریافت: ۸۵/٤/۱۳، تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۱/۱۹

Archive of SID

بررسی اثر بیولوژیکی امواج ماکروویو تلفن سیار بر تغییرات ظرفیت آنتی اکسیدانی خون خرگوش

*[۱]دکتر علی خوانین، [۲] ویدا زراوشانی، [۳] دکتر عباس رضائی، [۴] دکتر سید باقر مرتضوی، [۵] دکتر رمضان میرزایی، [۶] جلال حسنی

چکیده

هدف

امواج مایکروویو در بخشهای مختلف صنعتی، پزشکی، علمی و لوازم خانگی، کاربردهای بسیاری دارد. کاربرد این امواج با فرکانس ۹۱۵ مگاهرتز در تلفن سیار باعث ایجاد اثرات حرارتی و غیر حرارتی می شود. با توجه به استفاده فراوان وطولانی مدت افراد مختلف جامعه از این وسیله و نیز با توجه به اهمیت ویژه آنتی اکسیدانها در سیستم ایمنی بدن و پیشگیری از ابتلا به برخی بیماریها، در این پژوهش به بررسی اثرات بیولوژیکی امواج ماکروویو تلفن همراه با فرکانس ۹۱۵ مگاهرتز بر تغییرات آنتی اکسیدانی پرداخته شد.

مواد و روش کار

این پژوهش به شیوه تجربی و با آزمایش بر روی ۱۴سر خرگوش نر سفید سه ماهه با نژاد خالص نیوزلندی و وزن ۱۷۰۰g-۱۴۰۰ انجام شد. خرگوشها به صورت تصادفی به دو گروه شاهد ومورد تقسیم شدند. گروه مورد به مدت سه هفته، روزی ۸ ساعت، در معرض امواج مایکروویو با فرکانس ۹۱۵ مگاهرتز و میانگین چگالی توان $۰/۶۷۸۹ mW/cm^2$، که توسط دستگاه شبیه ساز، تولید شده بود در یک محفظه کاملا ایزوله در مواجهه تمام بدن قرار گرفتند. پس از مواجهه، به صورت مستقیم از قلب گروههای شاهد و مورد خونگیری شد و میزان ظرفیت آنتی اکسیدانی پلاسما با استفاده از روش FRAP اندازه گیری شد، میزان جذب $TPTZ-Fe^{+2}$ با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۹۳ nm قرائت شد. سپس داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS توسط آزمون t-test، تجزیه و تحلیل گردید.

نتایج

نتایج حاصل از مقایسه میان میانگین غلظت آنتی اکسیدانها در پلاسمای گروه شاهد (۸۹۰/۶۱۹±۱۰۴/۵۵ µmol/lit) و گروه مورد (۶۳۰/۶۱۹±۱۵۱/۰۸ µmol/lit) تغییرات معنی داری را نشان داد($p<۰/۰۰۳$). میانگین غلظت آنتی اکسیدانها در پلاسمای گروه مورد نسبت به گروه شاهد در حدود ۳۰ درصد کاهش یافت.

نتیجه گیری

یافته ها نشان می دهد، امواج مایکروویو ناشی از تلفن های سیار باعث کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی پلاسما می شود و به عنوان یک عامل زیان آور فیزیکی مطرح می باشد. لذا پیشنهاد می شود به منظور پیشگیری از استرس اکسیداتیو و یا کاهش چشمگیر آن فرکانس کاربردی در تلفن های سیار وچگالی توان کاهش یافته و مواد حاوی آنتی اکسیدان در رژیم غذایی کاربران گنجانده شود.

کلمات کلیدی: استرس اکسیداتیو، آنتی اکسیدان، تلفن همراه، امواج مایکروویو.

۱- استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس
* نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۲۳۰۵۰٤۶۸ ، نمابر، ۳۸٤۵ - ۸۸۰۱۱۰۰۱-۰۲۱، khavanin@modares.ac.ir
۲- کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای، دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس
۳- دانشیار گروه بهداشت محیط، دانشکده پزشکی ، دانشگاه تربیت مدرس
٤- دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس
۵- استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان
۶- کارشناس زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

www.SID.ir

مقدمه

استفاده از تکنولوژی در کشورهای پیشرفته و واردات آن به کشورهای در حال توسعه باعث شده تا استفاده کنندگان آن در معرض آثار سوء و عوارض بهداشتی ناشی از آن قرار گیرند (۱). یکی از محصولات مهم تکنولوژی، به کارگیری امواج الکترومغناطیس در بخشهای مختلف صنعتی، علمی، پزشکی و لوازم خانگی است. امواج الکترو مغناطیس گونه ای از انرژی تشعشعی است که دارای طیف بسیار گسترده ای است و از امواج با فرکانس Hz ۱۰ شروع شده و به امواج کیهانی با فرکانس 10^{21} Hz ختم می گردد (۲).

امواج مایکروویو طیفی از امواج الکترومغناطیس هستند که محدوده فرکانسی آنها MHz ۳۰۰ تا GHz ۳۰۰ می باشد (۱-۴) و دارای طول موج mm ۱ تا m ۱ هستند (۱، ۴). کاربرد امواج ماکروویو در صنعت (نساجی، پلاستیک سازی، کاغذ سازی، نگهداری مواد غذایی، چوب، رادار، ایستگاههای پخش کننده رادیویی وتلویزیونی، امواج ناوبری، ماهواره ها، تلفن و تلگراف) و در پزشکی (دیاترمی و وسایل گرم کننده توان بخشی)، اهمیت این امواج را دو چندان ساخته است (۱).

استفاده از امواج مایکروویو با فرکانس ۹۱۵ مگاهرتز در تلفنهای همراه و نیز رشد روز افزون کاربران این محصول، انسان را در مواجهه هر چه بیشتر با این امواج قرار داده است. به نحوی که آمار نشان می دهد در سال ۲۰۰۵، ۱/۶ میلیارد نفر از تلفن همراه استفاده نموده اند (۳، ۵، ۶، ۷).

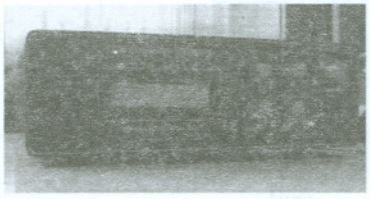
آنچه امروزه مسلم شده است وجود آثار زیان بار بیولوژیکی در اثر مواجهه بیش از حد با امواج مایکروویو تلفن سیار است. مطالعات مختلف گذشته ثابت کرده است که مایکروویو می توانند آثار زیان بار بیولوژیکی ، متناسب با شدت میدان، فرکانس، شکل موج ومدت مواجهه را ایجاد کند (۱-۴) آثار بیولوژیکی به اثرات حرارتی و غیر حرارتی تقسیم می شوند. از آثار حرارتی این امواج می توان به آسیب چشم (کاتاراکت)، دستگاه تولید مثل (بیضه) و آسیب به DNA و ... نام برد و آثار غیر حرارتی امواج ماکروویو تلفن سیار که می توان به آن اشاره نمود شامل اثر سوء بر پروتئین های شوک حرارتی (۸، ۹)، گردش خون جفت (۱۰)، سد خونی - مغزی (۷، ۱۱)، فعالیت نورونهای سلولهای مغزی (۱۲، ۱۳)، سلولهای کبدی (۱۳) و تغییر الگوی خواب انسان (۷، ۱۳،۱۴) می باشد. لازم به ذکر است بررسی تاثیر امواج ماکروویو تلفن سیار بر تغییرات آنتی اکسیدانی هنوز مورد بحث در جوامع علمی است و تحقیقات محدودی در این زمینه انجام شده است. با توجه به مطالب یاد شده و اینکه عدم تعادل بین رادیکالهای آزاد فعال اکسیژن وآنتی اکسیدانها نقش مهمی را در ایجاد بسیاری از بیماریها از جمله انواع آلرژی، سرطان، آسیبهای قلبی- ریوی، بیماریهای متابولیکی و ژنتیکی، آلزایمر، نورودژنرتیو و مشکلات بینایی از جمله کاتاراکت وگلوکوما بازی می کند (۱۵-۱۸)، لذا در این پژوهش سعی شد تا تاثیر امواج مایکروویو تلفن سیار با فرکانس ۹۱۵ مگاهرتز بر تغییرات آنتی اکسیدانی خون، بررسی و ارزیابی گردد.

Archive of SID

مواد و روش کار

این مطالعه به صورت تجربی و با آزمایش بر روی مدل حیوانی (خرگوش) انجام شد. در این تحقیق از ۱۴ سر خرگوش نر سفید سه ماهه با نژاد خالص نیوزلندی که دارای وزن g ۱۷۰۰-۱۴۰۰ بودند، استفاده شد. حیوانات به صورت تصادفی در دو گروه شاهد و مورد (هر گروه شامل ۷ سر خرگوش) تقسیم شدند. خرگوشهای گروه مورد در محفظه کاملا ایزوله مخصوص امواج مایکروویو موسوم به Radiation chamber (شکل ۱) توسط دستگاه شبیه ساز امواج تلفن سیار(شکل ۲)، به مدت۳ هفته، روزی ۸ ساعت در مواجهه تمام بدن با امواج ۹۱۵ مگاهرتز به عنوان موج Carrier و امواج Hz ۲۱۷ به عنوان سوئیچ کریر و امواجKHz ۲۰۰ به عنوان Modeling، قرار گرفتند، میانگین چگالی توان mW/cm^2 ۰/۶۷۸۹ بود.

شکل ۱: اتاق مخصوص مواجهه حیوانات (Radiation Chamber).



شکل ۲: دستگاه مولد امواج تلفن سیار(GSM).

www.SID.ir

Archive of SID

خرگوشهای گروه شاهد نیز در همین مدت در محفظه مشابه دیگری قرار گرفتند، با این تفاوت که هیچگونه مواجهه ای با مایکروویو نداشتند. هر دو گروه شاهد و مورد، در شرایط دمایی ۲۳-۲۱ درجه سانتی گراد ، رطوبت نسبی ۵۵٪-۴۵٪ ، ۱۲ ساعت روشنایی و۱۲ساعت تاریکی و تغذیه توسط مواد غذایی آزمایشگاهی مخصوص خرگوش نگهداری شدند. ۱۲ ساعت پس از آخرین روز مواجهه، به صورت مستقیم از قلب خرگوشها (مورد و شاهد) به میزان ۷ تا ۱۰ میلی لیتر خونگیری شد و درون لوله های آغشته به هپارین(ماده ضد انعقاد) ریخته و توسط دستگاه سانتریفوژ با دور ۲۰۰۰ rpm، پلاسمای خون خرگوشها جدا گردید و در فریزر نگهداری شد.

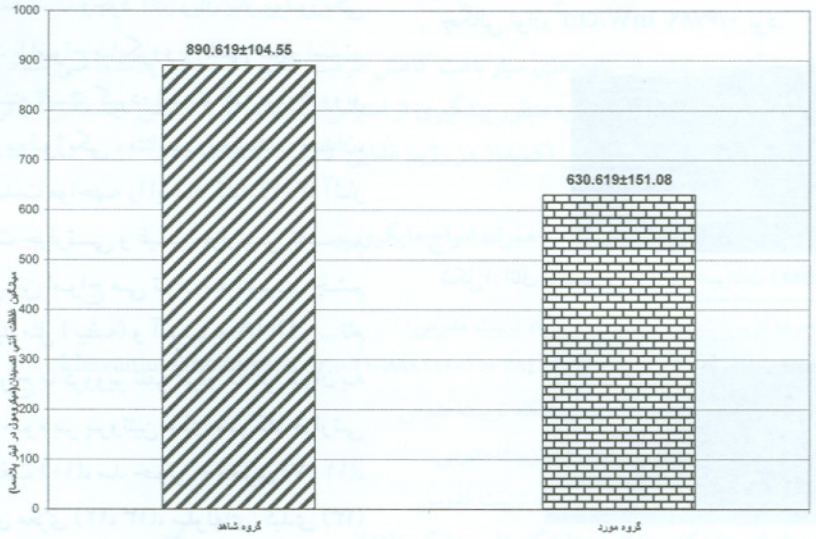
اندازه گیری مقدار آنتی اکسیدانها با استفاده از روش Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) که توسط Benzie و Strain در سال ۱۹۹۶ ابداع شد، صورت گرفت. اساس این روش اندازه گیری توانایی پلاسما در کاهش یون فریک به فرو است، کمپلکسی که تری پیریدل تریازین (TPTZ) با یون فرو تشکیل می دهد در محیط اسیدی دارای رنگ آبی است و حداکثر جذب آن در طول موج ۵۹۳ nm و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. لازم به ذکر است مقدار آنتی اکسیدان خون خرگوشهای گروه کنترل نیز، تحت شرایط فوق اندازه گیری شد.

نمونه های استاندارد در غلظتهای ۱۲۵ ، ۲۵۰ ، ۵۰۰ ، ۱۰۰۰ میکرو مولار تهیه شد و در نهایت میزان جذب کمپلکس $TPTZ\text{-}Fe^{+2}$ در گروه مورد و شاهد و نمونه های استاندارد پس از آماده سازی، در طول موج ۵۹۳ nm با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد(۱۹). شایان ذکر است به منظور افزایش دقت آنالیز کلیه نمونه ها به صورت دونسخه ای تهیه گردید، در پایان داده های به دست آمده با استفاده از t-test در نرم افزار آماری SPSS تجزیه وتحلیل شد.

نتایج

پس از رسم منحنی استاندارد میزان جذب و غلظت $TPTZ\text{-}Fe^{+2}$، غلظت آنتی اکسیدان پلاسمای خون خرگوش های مورد و شاهد (نمودار۱) اندازه گیری شد.

نتایج اندازه گیری ها نشان داد، میانگین غلظت آنتی اکسیدانها درگروه شاهد ۱۰۴/۵۵ ±۸۹۰/۶۱۹ میکرومول در لیتر پلاسما و درگروه مورد ۱۵۱/۰۸ ±۶۳۰/۶۱۹ میکرومول در لیتر پلاسما است، نتایج حاصل ازمقایسه میزان تغییرات غلظت آنتی اکسیدانها دراین دو گروه نشان داد که اختلاف ایجاد شده به واسطه مواجهه با امواج معنی دار بوده است ($p \leq ۰/۰۰۳$) و میانگین غلظت آنتی اکسیدانها در پلاسمای گروه مورد نسبت به گروه شاهد در حدود ۳۰ درصد کاهش یافته است.



نمودار ۲: مقایسه تغییرات میانگین غلظت آنتی اکسیدان درگروه مورد و شاهد.

www.SID.ir

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش سعی شد اثر بیولوژیک حاصل از مواجهه شغلی در تماس طولانی مدت با امواج تلفن همراه بررسی شود. نظر به اینکه بر اساس مطالعات سم شناسی مواجهه بیش از چند روز وکمتر از ۳۰ روز مواجهه تحت حاد نامیده می شود (۲۰) لذا به منظور ایجاد شرایط مربوط به مواجهه شغلی، مدت زمان مواجهه در یک روز، هشت ساعت و طول مدت مواجهه سه هفته ولی با دوز مواجهه بالاتر از شغلی در نظر گرفته شد. بر اساس مطالعات انجام گرفته آنتی اکسیدانها یکی از مهمترین فاکتورهای سلامتی هستند و به دلیل مقابله با رادیکالهای آزاد فعال اکسیژن که در فرایندهای رشد سلول، تفکیک سلول، پیشرفت و مرگ سلول حضور دارند، از اهمیت بالایی برخوردار هستند(۱۵، ۱۶) و عدم تعادل بین رادیکالهای آزاد فعال اکسیژن و آنتی اکسیدانتها باعث ایجاد استرس اکسیداتیو می شود که نقش مهمی در پاتوژنز تعدادی از بیماریهای انسانی از جمله انواع آلرژی، انواع سرطان، آسیبهای قلبی و ریوی، بیماریهای متابولیکی و ژنتیکی، بیماریهای عفونی، نورودژنرتیو، آلزایمر و مشکلات بینایی نظیر کاتاراکت و گلوکما ایفا می کند(۱۵-۱۸). با توجه به اینکه رادیکالهای آزاد فعال اکسیژن مستقیما باعث آسیب اکسیداتیو ماکرومولکولهای سلولی از جمله چربی ها، پروتئین ها و اسیدهای نوکلئیک مانند DNA و RNA می شوند و نیز با توجه به رشد روز افزون کاربران تلفن همراه (۱/۶ میلیارد نفر در سال ۲۰۰۵ میلادی) احتمال ایجاد آسیبهای بهداشتی به کاربران، ضمن کاربرد بدون کنترل یا پرتوگیری بیش از حد، وجود دارد (۲، ۷، ۱۵، ۱۶، ۱۷) .

بر خلاف اثرات حرارتی امواج مایکروویو که منحصرا با جگالی توان یا SAR تعریف می شود اثرات بیولوژیک غیر حرارتی مایکروویو به شرایط مواجهه بستگی دارد که علاوه بر جگالی توان و SAR عوامل مختلف دیگری نظیر فرکانس، مدولاسیون ، زمان تناوب و مدت مواجهه ، فرکانس کریر، مجاورت آنتن به بافت و سطحی از بافت که مورد مواجهه قرار گرفته، بسیار موثر هستند. البته اثر جگالی توان از اهمیت بالاتری برخودار است. اثر جگالی توان وابستگی شدیدی به مدت مواجهه دارد به طوری که اثرات غیر حرارتی ناشی از جگالی توان کم در مواجهه طولانی مدت می تواند مشابه اثرات غیر حرارتی ناشی از جگالی توان بالا در مدت مواجهه اندک باشد.

Archive of SID

مطالعات مختلف in vitro و in vivo وابستگی اثرات غیر حرارتی امواج مایکروویو به نوع مدولاسیون نشان داده است که نسبت به امواج پیوسته، از اثرات شدیدتری برخوردار است. اما تاثیر افزایش مقدار فرکانس مدولاسیون در ایجاد اثرات شدید تر ثابت نشده است (۲۱، ۲۲).

یافته های این پژوهش نشان می دهد که مواجهه خرگوش ها براساس شرایط مطالعه با امواج مایکروویو تلفن سیار با فرکانس ۹۱۵ مگاهرتز (مدولاسیون KHz ۲۰۰، سوئیچ کریر ۲۱۷ Hz) با میانگین چگالی توان ۰/۶۷۸۹ mW/cm^2 به مدت ۳ هفته (روزی هشت ساعت) موجب استرس اکسیداتیو وکاهش ظرفیت آنتی اکسیدان تام پلاسمای خون می شود. به عبارت دیگر چنین مواجهه ای با امواج تلفن همراه، توانایی ایجاد عدم تعادل بین رادیکالهای آزاد فعال اکسیژن و آنتی اکسیدانها را دارد. بر اساس نتایج این مطالعه در صورت عملکرد سیستم آنتی اکسیدانی انسان مطابق با نتایج این آزمایشها در خرگوش، می توان از این امواج به عنوان یک عامل فیزیکی زیان آور ایجاد کننده استرس اکسیداتیو نام برد.

نتایج تحقیقات Atilla Ilhan وهمکارانش نشان داد که مواجهه رتها به مدت ۷ روز (روزی یک ساعت) با امواج مایکروویو تلفن همراه با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز و میانگین نرخ جذب ویژه (SAR) W/Kg ۰/۲۵، موجب کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی و ایجاد استرس اکسیداتیو می گردد (۷). البته شایان ذکر است در این پژوهش مقادیر مدولاسیون، فرکانس سوئیچ کریر و جگالی توان مشخص نشده است و رتها از ناحیه سر تحت تاثیر میدان نزدیک امواج با SAR= ۰/۲۵W/Kg واقع شده اند.

علاوه بر این مطالعات Fehmi ozguner وهمکارانش در خصوص آنالیز مقایسه ای اثرات حفاظتی ملاتونین و کافیک اسید فنیل استر روی اختلالات کلیوی ناشی از مواجهه با امواج مایکروویو تلفن سیار با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز نشان داد که مواجهه ۱۰ روزه (روزی ۳۰ دقیقه) رتها با این امواج که دارای

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین چگالی توان $1/04\ mW/cm^2$ بود ، موجب ایجاد استرس اکسیداتیو وکاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی می شود (۲۳). شایان ذکر است در این مطالعات، تاثیر مواجهه حاد (چگالی توان بالا و مدت مواجهه اندک) با امواج تلفن همراه و با فرکانس MHz ۹۰۰ بررسی شده است.

با توجه به نتایج به دست آمده پیشنهاد می گردد، کاربران تلفن همراه از رژیمهای حاوی آنتی اکسیدان و میوه هایی نظیر سیب و پرتغال و سایر مرکبات، جهت جلوگیری از تولید رادیکالهای آزاد وکاهش میزان آن و تقویت سیستم دفاع آنتی اکسیدانی استفاده نمایند (۱۸، ۲۴، ۲۵).

شایان ذکر است مواجهه با امواج مایکروویو تلفن همراه در محفظه فلزی جذب انرژی را بیشتر می کند مثلا کاربرد تلفن همراه در اتومبیل موجب جذب بیشتر امواج می شود که احتمالا به دلیل انعکاس و بازتاب امواج از طریق سطوح فلزی ماشین و جذب مجدد آنها توسط بدن است لذا توصیه می گردد در چنین مواقعی کمتر از تلفن همراه استفاده شود و یا از کیفهای کوچک برای نگهداری تلفن همراه در جهت کاهش امواج جذب شده توسط بدن استفاده شود(۲۲).

همچنین کاهش مواجهه گروههای حساس و آسیب پذیر جامعه از جمله کودکان و زنان باردار با این امواج نیز می تواند از شدت آسیبهای وارده کم کند.

علاوه بر این پیشنهاد می گردد مطالعات in vitro روی سلولهای انسانی، تحت شرایط آزمایشی کنترل شده مطابق با امواج مایکروویو تلفن همراه در مواجهه های حاد و مزمن انجام شود و اثر نوع فرکانس کریر و مدولاسیون و فرکانس سوئیچ کریر در شناسایی محدوده ایمن SAR بررسی گردد (۲۱) و نوع آنتی اکسیدانهایی که ظرفیت آنها کاهش یافته و نیز رادیکالهای آزاد ایجاد شده تعیین شود.

تشکر و قدردانی

به این وسیله از تمامی اساتید و همکاران محترم که در این پژوهش مساعدت فرمودند ونیز پرسنل محترم آزمایشگاه بهداشت حرفه ای و محیط دانشگاه تربیت مدرس، تقدیر و تشکر می شود.

منابع

۱. نخلی، احمد. آسیبهای شغلی از پرتوهای غیر یونساز، موسسه کار و تامین اجتماعی، ۱۳۷۰، ۵۰-۱.

۲. صفری واریانی، علی. مطالعه و ارزشیابی میزان ریزموجها (Microwave) در قسمت ترافیک هوایی مهر آباد و بررسی اثرات آن بر سلامت کارکنان، پایان نامه، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده پزشکی، بهداشت حرفه ای، کارشناسی ارشد، ۱۳۷۱.

۳. هرمان سمبر، آشنایی با فیزیک بهداشت از دیدگاه پرتوشناسی، ابو کاظمی، محمد ابراهیم و همکاران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۱.

4. Banik S., Bandyopadhyay S., Ganguly S., 2003, Bioeffect of microwave – a brief review, Bioresource Technol., 2:155-159.
5. Nakamura H., Matsuzaki H., Hatta K., Nobukuni Y., Kambayashi Y., Ogino K., 2003, Nonthermal effect mobile – phone frequency microwave on uteroplacental functions in pregnant rats, Reprod. Toxicol., 3:321-326.
6. Oschman J. L., 2000, The electromagnetic environment: Implications for bodywork, J. Bodywork Movement Ther., 2:137-150.
7. Ilhan A., Gurel A., Armutcu F., Kamisli S., Iraz M., Akyol O., Ozen S., 2004, Ginkgo biloba prevents mobile phone-induced oxidative stress in rat brain, Clin. Chim. Acta, 1-2: 153-16.
8. Cotgreave A. I., 2005, Biological stress responses to radio frequency electromagnetic radiation: are mobile phones really (heat) shocking, Arch. Biochem. Biophys., 435: 227-240.
9. Simkó M., Hartwig C., Lantow M., Lupke M., Mattsson M. O., Rahman Q., Rollwitz J., 2006, Hsp 70 experssion and free rdical release after exposure to non – thermal radio frequency electromagnetic fields and uterafine particles in human Mono Mac 6 cell, Toxicol. Lett., 1:73-82.
10. Nakamura H., et al., 2003, Nonthermal effect mobile – phone frequency microwave on uteroplacental functions in pregnant rats, Reproduct Toxico., 3: 321-326.
11. Salford L. G., 1993, Permeability of the blood – brain barrier induced by 915 MHz electromagnetic radiation , continuous wave and modulated at 8, 16, 50, 200 Hz, Bioelectroch. Bioener., 30:293-301.

www.SID.ir

Archive of SID

12. Beason R. C., Semm P., 2002, Responses of neurons to an amplitude modulated microwave stimulus, Neurosci. Lett., 3:175-178.
13. Mahrour N., Pologea-Moraru R., Moisescu M. G., Orlowski S., Levêque Ph., Mir L. M., 2003, In vitro increase of the fluid – phase endocytosis induced by pulsed radio frequency electromagnetic field: Importance of the electric field component, Complement. Ther. Nurs. Midwifery, 4:191-197.
14. Banik S., Bandyopadhyay S., Ganguly S., 2003, Biological effect of electromagnetic fields, Bioresource Technol., 2:155-159.
۱۵. دادخواه تهرانی، ابوالفضل بررسی عوامل موثر بر ظرفیت آنتی اکسیدانتی پلاسما با استفاده از آزمون FRAP در رتهای نوزاد و بالغ تحت تیمار با استامینوفن، پایان نامه، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده پزشکی، بیوشیمی، کارشناسی ارشد، ۱۳۸۳.
۱۶. انصاری هادیپور، هادی. بررسی وضعیت اکسیدانی و آنتی اکسیدانی گلبولهای قرمز نوزاد رت قبل و پس از تجویز ویتامین K_1، پایان نامه، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده پزشکی، بیوشیمی، دکتری، ۱۳۸۲.
۱۷. میرزایی، رمضان. مطالعه تغییرات عوامل آنتی اکسیدانی و لیپید پراکسیدانی خون و کبد در افت شنوایی خرگوش ناشی از اثرات توام با صدا و آلاینده های جوشکاری، پایان نامه، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده پزشکی، بهداشت حرفه ای، دکتری، ۱۳۸۳.
18. Mates J., 1999, Antioxidant enzymes and human disease, Clin. Biochem., 8:595-603.
19. Benzie F.F. I., Strain J. J., 1996, Ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power " the FRAP assay , Anal. Biochem., 239:70-76.
20. Williams L. P., James C. R., Roberts M. S., Principles of Toxicology Environmental and Industrial Applications. Johne Wiley & sons. New York, 2000, 1-5.
21. Belyaev Y., Shcheglov V. S., Alipov E. D., Ushakov V. L., 2000, Non-thermal effects of extremely high frequency microwaves on chromatin conformation in cells in vitro: dependence on physical, physiological and genetic factors, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 48: 2172-2179.
22. Matta C., Burkhardt S.,Health Risk of Cellular Telephone The Myth and The Reality, 2003, Ontario Public Health Association position paper, www.opha.on.ca
23. Ozguner F., Oktem F., Armagam A., Yilmaz R., Koyu A., Demirel A., Vural H., Uz E., 2005, Comparative analysis of the protective effects of melatonin and caffeic acid phenethyl ester (CAPE) on mobile phone – induced renal impairment in rat, Arch. Med. Res., 4:350-355.
www.SID.ir
24. Cao G., Booth S. L., Sadowski J., Prior R., 1998, Increases in human plasma antioxidant capacity after consumption of controlled diets high in fruit and vegetables, Am. J. Clin. Nutr., 68:1081-7.
25. Borek C., 2004, Free Radicals: The Pros and Cons of Antioxidant, J. Nutr., 134:3207S-3209S.