Arak Medical University Journal (AMUJ) *Original Article*
2012; 15(60): 10-17

Effect of green tea on repressing chromosomal damage induced by cellphone (940MHz) waves in bone marrow polychromatic erythrocytes of male Balb/C mice

Baharara J[1]*, Zahedifar Z [1], Haddad F [2], Mahdavi Shahri N[2]

1- Department of Biology,Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran
2- Department of Biology, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

Received: 8 Jan 2011, Accepted: 6 Apr 2011

Abstract

Background: Green tea due to its antioxidant properties can prevent some types of chromosomal damage. In this study, the effects of green tea on repressing chromosomal aberrations induced by cell phone waves in bone marrow polychromatic erythrocytes of male Balb/C mice were investigated.

Materials and Methods: In this experimental study, 40 adult male Balb/C mice were randomly divided into five groups: control (natural conditions), sham exposed (no exposure to cell phone waves in vitro), experimental group 1 (exposure to cell phone waves), and experimental group 2 (intraperitoneal injection of 100 mg/kg dose of green tea extract for 5 days and exposure to cell phone waves), and experimental group 3 (intraperitoneal injection of 200 mg/kg dose of green tea extract for 5 days and exposure to cell phone waves). Micronucleus test was run in all groups. Data were analyzed by ANOVA and Tukey tests using SPSS software ($p<0.05$).

Results: The mean number of micronucleus in polychromatic erythrocytes of the sham group (3.47± 0.253) compared with control group (3.43 ± 0.605) did not show a significant difference ($p> 0.05$), whereas the mean micronucleus frequency in the experimental group 1 (5.64±0.308) increased significantly. However, the mean micronucleus frequency in experimental group 2 (0.92 ± 0.129) and experimental group 3 (0.55 ± 0.046) compared with the control and sham exposed groups decreased significantly ($p = 0.001$).

Conclusion: Cell phones microwaves (940 MHz) induce chromosomal aberrations in bone marrow polychromatic erythrocytes of male Balb/C mice, but green tea has inhibitory effects and reduces chromosomal damage.

Keywords: Balb/C, Cell phone, Green tea, Micronucleus test, Polychromatic erythrocytes

*Corresponding author:
Address: Department of Biology, Mashhad Branch , Islamic Azad University, Mashhad, Iran
Email: baharara@yahoo.com

مقاله پژوهشی
مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک
سال ۱۵، شماره۱ (شماره پیاپی ۶۰)، فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۱، ۱۷-۱۰

اثر چای سبز در مهار آسیب های کروموزومی القایی امواج تلفن همراه (۹۴۰ مگا هرتز) بر اریتروسیت های پلی کروماتیک مغز استخوان موش نر بالب سی

جواد بهارآرا [*۱]، زهرا زاهدی فر[۲]، فرهنگ حداد[۳]، ناصر مهدوی شهری[۴]

۱- دکترای تخصصی بیولوژی تکوین جانوری، گروه زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران
۲- کارشناسی ارشد سلولی تکوینی جانوری، گروه زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران
۳- دکتری تخصصی ژنتیک سلولی، گروه زیست شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۴- دکترای تخصصی بافت شناسی، گروه زیست شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱/۱۷

چکیده

زمینه و هدف: چای سبز با خواص آنتی اکسیدانی خود می‌تواند از بروز برخی آسیب‌های کروموزومی جلوگیری کند. در پژوهش حاضر اثر چای سبز در مهار آسیب‌های کروموزومی القایی توسط امواج تلفن‌های همراه (امواج تلفن‌های همراه به مدت ۴ روز، روزانه ۳ ساعت) بر روی اریتروسیت‌های پلی کروماتیک مغز استخوان موش نر بالب سی بررسی شده است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تجربی آزمایشگاهی، ۴۰ سر موش به طور تصادفی در ۵ گروه شامل کنترل (شرایط طبیعی اتاق پرورش حیوانات)، شاهد آزمایشگاهی (شرایط آزمایشگاهی فاقد امواج تلفن‌های همراه)، تجربی ۱ (قرارگیری در معرض امواج تلفن همراه)، تجربی۲ (تزریق درون صفاقی ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن عصاره چای سبز به مدت ۵ روز و قرارگیری در معرض امواج تلفن همراه) و تجربی۳ (۲۰۰ میلی‌گرم عصاره به مدت ۵ روز و قرارگیری در معرض امواج تلفن همراه) تقسیم‌بندی شدند. در کلیه گروه‌ها آزمون میکرونوکلئوس انجام شد و داده‌ها با آزمون‌های آماری آنووا و توکی و به کمک نرم افزار SPSS در سطح $p<۰/۰۵$ تحلیل گردید.

یافته‌ها: متوسط تعداد میکرونوکلئوس‌ها در اریتروسیت‌های پلی کروماتیک گروه شاهد آزمایشگاهی (۳/۴۷±۰/۲۵۳) در مقایسه با گروه کنترل (۳/۳۴±۰/۶۰۵) اختلاف معنی‌دار نشان نداد ($p>۰/۰۵$). در حالی که متوسط فراوانی میکرونوکلئوس‌ها در گروه تجربی ۱ (۵/۶۴±۰/۳۰۸) افزایش معنی‌دار و در تجربی ۲ (۰/۹۲±۰/۱۲۹) و تجربی ۳ (۰/۵۵±۰/۰۴۶) در مقایسه با گروه کنترل و شاهد آزمایشگاهی کاهش معنی‌دار نشان داد ($p=۰/۰۰۱$).

نتیجه گیری: امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه سبب ایجاد آسیب‌های کروموزومی در اریتروسیت‌های پلی کروماتیک مغز استخوان موش بالب سی می‌شود، لیکن چای سبز اثر مهار کنندگی داشته و آسیب‌های کروموزومی را کاهش می‌دهد.

واژگان کلیدی: بالب سی، تلفن همراه، چای سبز، آزمون میکرونوکلئوس، اریتروسیت پلی کروماتیک

***نویسنده مسئول:** مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، گروه زیست شناسی

Email: baharara@yahoo.com

مقدمه

استفاده روز افزون از دستگاه‌های مولد امواج الکترومغناطیسی با فرکانس‌ها و شدت‌های مختلف (رادیو، تلویزیون، ماهواره، تلفن همراه و رایانه) سبب شده است که مطالعات فراوانی در زمینه تأثیراحتمالی این امواج بر سلامتی موجودات زنده انجام شود. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیقات، این امواج در ایجاد بسیاری از بیماری‌ها از جمله تومورهای مغزی، اثرات ژنوتوکسیکی، تخریب دستگاه عصبی، آسیب‌های دستگاه ایمنی، سرطان سینه، اثرات قلبی عروقی، آلرژی و لوسمی کودکان موثرند(۱). اثرات امواج الکترومغناطیس بر عملکرد بافت‌ها و اندام‌های مختلف موجودات زنده در سطوح سلولی و مولکولی بررسی شده است(۲). یکی از آسیب‌های حاصل از امواج الکترومغناطیسی ایجاد میکرونوکلئوس در اریتروسیت‌ها است که با استفاده از تکنیک میکرونوکلئوس متوقف کننده سیتوکاینز(cytokinesis-block micronucleus) قابل تشخیص است که به عنوان یک نشانگر ساده و حساس برای شناسایی آسیب‌های کروموزومی از قبیل حذف و شکستگی کاربرد دارد (۳). بررسی سیتوژنتیک در لنفوسیت‌های خونی افراد در معرض تابش امواج، القاء ژنتیکی را تایید کرده است(۴) در مطالعه‌ای که بر روی بافت‌های مغزی موش‌های صحرایی در معرض تابش‌های تلفن همراه انجام شد، افزایش قابل توجهی در سطح پراکسید لیپید و مالونیالدهید پلاسما و کاهش شدید فعالیت‌های دیسموتاز پراکسید، کاتالاز، پراکسیداز گلوتاتیون و ردکتازگلوتاتیون دیده شد(۵). در مطالعه دیگری خوک‌های گینه‌ای در معرض تابش‌های ۹۰۰ مگاهرتز امواج تلفن همراه دچار پراکندگی تنظیمات اتونومیک قلبی می‌شوند، لیکن مصرف چای سبز اثرات مفیدی بر عملکرد اندوتلیالی داشته و خطر کاردیوواسکولار را کاهش می‌دهد(۶). با استفاده از کاتچین چای سبز می‌توان جلوی تخریب اکسیداتیو حاصل از مایکروویو بر بافت قلبی را گرفت(۷). عصاره چای سبز حاوی مقادیر زیادی از آنتی اکسیدان‌های طبیعی فلاونوئید به ویژه کاتچین است که به سرعت جذب بدن شده و خواص ضد سرطانی، ضد میکروبی، ضد التهابی و ضد تابش‌های امواج برای آن اثبات شده است و در برگ‌های تازه آن چهار نوع کاتچین وجود دارد که شامل اپی کاتچین، اپی گالوکاتچین، اپی کاتچین گالات و اپی گالوکاتچین گالات است(۸). که در این میان خاصیت آنتی اکسیدانی اپی گالوکاتچین گالات ۱۰۰- ۲۵ مرتبه از ویتامین‌های ث و ای قوی‌تراست(۹). با توجه به اثرات اعجاب انگیز آنتی اکسیدانی چای سبز و ازآن جایی که تاکنون اثر چای سبز در مهار آسیب‌های کروموزومی ناشی از امواج تلفن همراه مورد مطالعه قرار نگرفته است، در پژوهش حاضر اثر چای سبز در کاهش آسیب‌های کروموزومی القایی امواج تلفن‌های همراه بر روی اریتروسیت‌های پلی کروماتیک مغز استخوان موش نر نژاد بالب سی مورد توجه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

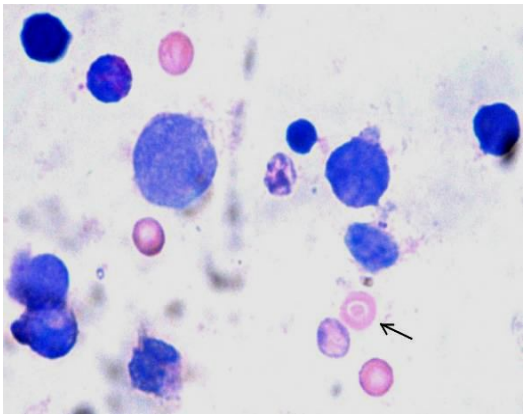
مطالعه حاضر از نوع تجربی آزمایشگاهی بوده و در سال ۸۹-۸۸ در آزمایشگاه تحقیقاتی زیست شناسی تکوین جانوری دانشگاه آزاد اسلامی مشهد انجام شده است. برای بررسی اثر چای سبز در مهار آسیب‌های کروموزومی القایی توسط تلفن‌های همراه بر روی اریتروسیت‌های پلی کروماتیک مغز استخوان از موش نر بالغ نژاد بالب سی که از موسسه سرم سازی رازی مشهد خریداری شده بود استفاده گردید. این موش‌ها با وزن تقریبی ۳۰-۲۵ گرم در اتاق پرورش حیوانات با رطوبت ۷۰-۶۰ درصد و دمای ۱±۲۳ درجه سا نتی‌گراد و دوره نوری طبیعی (۱۲ ساعت نور و ۱۲ ساعت تاریکی) در قفس‌های پلی کربنه با درپوش سیمی ضد زنگ نگه‌داری شدند. قفس‌ها هفته‌ای دو بار شستشو داده شدند و برای تغذیه موش‌ها از غذای آماده استاندارد دام (شرکت جوانه دام خراسان) استفاده گردید و آب نیز به مقدار کافی توسط بطری شیشه‌ای در اختیار حیوانات قرار داده شد. در این مطالعه ۴۰ سر موش نر بالغ نژاد بالب سی به طور تصادفی در ۵ گروه مساوی کنترل، شاهد آزمایشگاهی، تجربی ۱، تجربی ۲ و تجربی۳ قرار داده شدند. موش‌های گروه کنترل

در اتاق حیوانات در شرایط طبیعی نگه‌داری شدند و موش‌های گروه شاهد آزمایشگاهی به مدت ۴ روز متوالی، روزانه ۳ ساعت بین دو گوشی تلفن همراه (مدل T-128، ساخت چین) غیرفعال قرار گرفتند. در حالی که موش‌های گروه تجربی ۱ به مدت ۴ روز، روزانه ۳ ساعت (۱۲- ۹) در معرض امواج ساطع شده از دو گوشی تلفن همراه (مدل T-128، ساخت چین) فعال قرار داده شدند. گروه تجربی ۲ عصاره چای سبز را با دوز ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن به مدت ۵ روز به روش تزریق درون صفاقی و امواج تلفن همراه را از روز دوم، روزانه سه ساعت (۱۲- ۹) به مدت ۴ روز دریافت کردند. گروه تجربی ۳ عصاره چای سبز را با دوز ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن به مدت ۵ روز به روش تزریق درون صفاقی و امواج تلفن همراه را از روز دوم به مدت ۴ روز، روزانه سه ساعت (۱۲-۹) دریافت کردند. چای سبز مورد نیاز از شرکت رفاه لاهیجان (لنگرود- کومله) خریداری شد و برای عصاره‌گیری از روش خیساندن استفاده شد. پس از پایان دوره تیماری کلیه موش‌ها به وسیله کلروفرم بیهوش و به کمک لوازم تشریح استخوان‌های ران هر دو پا خارج گردیده و مغز استخوان به آرامی توسط تزریق محلول سرم جنینی گاو شرکت جیبکو خارج شده و در لوله آزمایش جمع‌آوری شدند. لوله حاوی سوسپانسیون به مدت ۱۰ دقیقه در سانتریفوژ مدل کاکوسان، ساخت چین با دور ۹۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد و مایع رویی دور ریخته شد و در ادامه قطره باقی مانده را به آرامی تکان داده تا محلول یکنواخت سلولی به دست آید، سپس با پیپت پاستور مکنده مقداری از محلول باقی مانده را بر روی تعدادی لام تمیز قرار داده و گسترش داده شد. ۴۸ ساعت پس از تهیه گسترش، آنها را به مدت ۵ دقیقه در متانول تثبیت نموده و پس از خشک شدن لام‌ها با مای گرانوالد – گیمسا مرک، آلمان به روش اشمید (Schmid) رنگ آمیزی شد. در یک رنگ آمیزی مناسب اریتروسیت‌های پلی کروماتیک به خوبی به رنگ صورتی مشاهده می‌شوند، این سلول‌ها فاقد هسته بوده و میکرونوکلئوس به شکل یک هسته کوچک ارغوانی در سیتوپلاسم دیده می‌شود. در هر لام تعداد میکرونوکلئوس، در ۱۰۰۰ سلول اریتروسیت به وسیله میکروسکوپ نوری (نیکون، ژاپن) شمارش گردید. داده‌های کمی به دست آمده به کمک روش‌های آماری آنووا و توکی به کمک نرم افزار SPSS در سطح $p<۰/۰۵$ تحلیل گردید. مجریان پژوهش در کلیه مراحل تحقیق متعهد به رعایت اصول اخلاقی کار با حیوانات بودند.

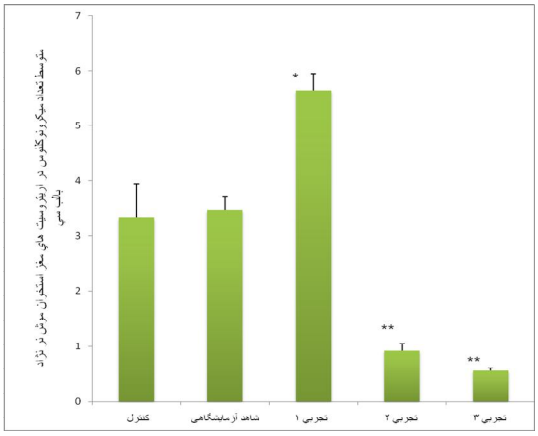
یافته ها

نتایج شمارش میانگین تعداد میکرونوکلئوس‌ها در اریتروسیت‌های پلی کروماتیک گروه شاهد آزمایشگاهی (۳/۴۷±۰/۲۵۳) در مقایسه با گروه کنترل (۳/۳۴±۰/۶۰۵) اختلاف معنی‌دار نشان نداد($p >۰/۰۵$) در حالی که میانگین تعداد میکرونوکلئوس‌ها در گروه تجربی ۱(۵/۶۴±۰/۳۰۸) افزایش معنی‌دار و در تجربی ۲ (۰/۹۲±۰/۱۲۹) و تجربی۳ (۰/۵۵±۰/۰۴۶) کاهش معنی‌دار نشان داد($p=۰/۰۰۱$).

هم‌چنین مقایسه میانگین تعداد میکرونوکلئوس‌ها در گروه تجربی ۱ با دو گروه تجربی ۲ و تجربی ۳ افزایش معنی‌دار نشان داد($p=۰/۰۰۱$) در حالی که مقایسه آماری نتایج دو گروه تجربی ۲ و تجربی ۳ با یکدیگر معنی‌دار نبود($p>۰/۰۵$)(شکل۱ و نمودار ۱).



شکل ۱. نمایش اریتروسیت پلی کروماتیک واجد میکرونوکلئوس در گسترش مغز استخوان موش نر بالغ نژاد بالب سی (بزرگنمایی ۱۰۰۰ ×) رنگ آمیزی مای گرانوالد- گیمسا



نمودار ۱. مقایسه میانگین تعداد میکرونوکلئوس ها درگروه های تجربی۱ و تجربی ۲ و تجربی ۳ با گروه شاهد آزمایشگاهی و کنترل
(* افزایش معنی دار تعداد میکرونوکلئوس)
(** کاهش معنی دار تعداد میکرونوکلئوس)

بحث

در زندگی مدرن امروزی بررسی اثرات احتمالی دستگاه‌های مولد امواج الکترومغناطیس بر فرایندهای رشد و نموی موجودات زنده یکی از بزرگ‌ترین مسائل مورد توجه محققان است که از جمله می‌توان به مطالعات انجام شده در مورد اثرات امواج الکترومغناطیس تلفن‌های همراه در رشد و نمو مغز و بیضه رت، دستگاه تولید مثل، آسیب‌های کروموزومی و کبد رت اشاره نمود(۱۰). نتایج حاصل از این تجربیات به ویژه پژوهش‌های مربوط به آسیب‌های کروموزومی و صدمات ژنتیکی تابش‌های الکترومغناطیس بسیار ضد و نقیض است. در پژوهش حاضر به مطالعه اثر چای سبز در مهار آسیب‌های کروموزومی القاء شده توسط امواج تلفن‌های همراه از طریق شمارش تعداد میکرونوکلئوس‌ها در اریتروسیت‌های پلی کروماتیک مغز استخوان موش نر بالغ بالب سی پرداخته شده است.

در شرایط این تجربه آزمایشگاهی تعداد میکرونوکلئوس‌ها در موش‌های در معرض امواج تلفن‌های همراه در دوره زمانی خود افزایش معنی‌دار داشته است که با نتایج تجربیات دمسیا مطابقت دارد، وی نشان داد که تعداد میکرونوکلئوس‌ها در مغز استخوان رت‌های در معرض امواج ۹۱۰ مگاهرتز تلفن‌های همراه، افزایش سه برابری داشته است(۱۱). مطالعات کویاما نیز نشان می‌دهد که فراوانی میکرونوکلئوس‌های سلول‌های تخمدانی هامستر چینی که به مدت دو ساعت در شدت‌های مختلف امواج الکترومغناطیسی قرار داده شده بودند، متناسب با افزایش شدت امواج، افزایش یافته است(۱۲). هم‌چنین نتایج پژوهش حاضر با گزارش سوزوکی نیز سازگاری دارد وی نشان داد، میدان الکترومغناطیسی افزایش میکرونوکلئوس‌ها در اریتروسیت‌های موش نر بالب سی را القاء می‌کند(۱۳). در حالی که این نتایج با گزارش ویجایالاسکمی در تناقض است، این محقق پیشنهاد کرده است که تابش‌های امواج الکترومغناطیس در مدت ۳۰ دقیقه افزایش معنی‌دار در تعداد میکرونوکلئوس‌های اریتروسیت‌های پلی کروماتیک موش بالب سی ایجاد نمی‌کند(۱۴). به نظر می‌رسد علت اصلی این تناقض مربوط به تفاوت شرایط مطالعه باشد.

در مورد چگونگی تاثیر میدان‌های الکترومغناطیسی بر سیستم‌های بیولوژیک پیشنهادات متعددی ارائه شده است که از جمله می‌توان به نظرات ماشویچ در مورد اثر امواج الکترومغناطیس بر ایجاد آنیوپلوئیدی و جهش اشاره کرد(۱۵). علاوه براین افزایش احتمال تخریب DNA و تکثیر سلولی نیز گزارش شده است(۱۶). هم‌چنین خورانا علت ایجاد آسیب‌های ژنتیکی و اپی ژنتیکی تلفن‌های همراه را ایجاد رادیکال‌های آزاد، تغییرات رونویسی ژن‌ها، تغییر در تاخوردگی پروتئین‌ها و تولید پروتئین‌های شوک گرمایی عنوان کرده است(۱۷). در تجربه حاضر چای سبز سبب مهار آسیب‌های کروموزومی ناشی از امواج تلفن همراه گردیده است که با نتایج کاتیار و همکاران مطابقت دارد، آنها بیان کردند که چای سبز با مهار اثرات بازدارندگی اشعه فرابنفش برروی ترمیم DNA از گسترش سرطان جلوگیری می‌کند(۱۸). هم‌چنین براساس گزارشات ایوای چای سبز بر ایجاد جهش‌های حذفی در DNA میتوکندریایی لنفوسیت‌های خونی انسانی اثر مهار کنندگی شدیدی دارد(۱۹). مطالعه اثرات چای سبز بر روی سلول‌های کبد و بیضه خوک‌هایی که در معرض امواج الکترو مغناطیسی ۹۰۰ مگاهرتز تلفن همراه قرار گرفته

بودند، نشان داده است که امواج الکترومغناطیسی سطح مواد معدنی بافت‌ها نظیر آهن، منگنز و روی را تغییر می‌دهد ولی چای سبز این سطح را به حالت نرمال خود باز می‌گرداند(۲۰). بررسی اثر کاتچین چای سبز بر فعالیت‌های آنزیمی و بیان ژن‌های سیستم‌های آنتی اکسیداتیو در کبد رت‌هایی که در معرض تابش مایکروویو قرار گرفته بودند نیز نشان می‌دهد که موش‌های تیمار شده با کاتچین وضعیتی مشابه گروه کنترل دارند(۲۱). نتایج پژوهش حاضر با مطالعات ریسو نیز هماهنگ است چرا که در تجربه آنها نیز کاهش القا تخریب اکسیداتیو DNA در لنفوسیت‌های انسانی مشاهده شده است(۲۲، ۲۳).

در مورد مکانیسم تاثیر چای سبز بر کاهش آسیب‌های کروموزومی پیشنهادات متفاوتی ارائه شده است که از آن جمله می‌توان به پیشنهادات بابیچ اشاره کرد، وی معتقد است چای سبز با القاء آپوپتوز، فعال سازی کاسپازها، مهار پروتئین کیناز، کنترل چرخه سلولی و مهار تکثیر سلولی در کاهش آسیب‌های کروموزومی نقش دارد(۲۴). ایشی اتصال کاتچین چای سبز به پروتئین‌های ویژه و به کار افتادن مسیرهای آپوپتوزی را پیشنهاد نموده است(۲۵). در حالی که پاستور بلوکه کردن برخی آنزیم‌ها نظیر دهیدروفولات ردکتاز توسط کاتچین را علت مهار آسیب‌های کروموزومی می‌داند(۲۶). در برخی مطالعات دیگر تخریب رادیکال‌های آزاد توسط کاتچین، علت موثر معرفی شده است(۲۷).

با توجه به تجربیات بیان شده می‌توان نتیجه گرفت که چای سبز از طریق تخریب رادیکال‌های آزاد، استرس اکسیداتیو، مهارکنندگی تخریب DNA، مهار اتصال عوامل سرطان‌زا به گیرنده‌های مربوطه، جلوگیری از تشکیل عوامل تحریک کننده ایجاد و انتشار سلول‌های سرطانی و القاء آپوپتوز در سلول‌های آسیب دیده، کنترل چرخه سلولی و مهار تکثیر سلول‌ها، تغییرات رونویسی ژن‌ها، تغییر در تاخوردگی پروتئین‌ها وتولید پروتئین‌های شوک گرمایی و یا بلوکه کردن آنزیم‌های معینی در کاهش آسیب‌های کروموزومی القایی تلفن همراه موثر باشد، که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد، به نظر می‌رسد که در این تجربه، چای سبز با تخریب رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از تخریب DNA از تشکیل میکرونوکلئوس و بروز آسیب‌های کروموزومی جلوگیری کرده است.

نتیجه گیری

یافته‌های این پژوهش بیان‌گر آن است که امواج تلفن همراه آسیب‌های کروموزومی را افزایش می‌دهد، لیکن مصرف همزمان چای سبز اثرات سوء این امواج را کاهش می‌دهد. لذا با توجه به کاربردهای وسیع تلفن همراه و اثرات سوء زیستی آن به نظر می‌رسد، پیش بینی مصرف روزانه چای سبز در کاهش آسیب‌های کروموزومی می‌تواند موثر باشد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مدیریت محترم گروه زیست شناسی و کارشناسان آزمایشگاه تحقیقاتی تکوین جانوری دانشگاه آزاد اسلامی مشهد که در اجرای این طرح پژوهشی همکاری نمودند، تقدیر و سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1. Hardell L, Sage C. Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards1. Biomedicine & Pharmacotherapy. 2008; 62(2):104-9.
2. Carbonari K, Gonçalves L, Roth D, Moreira P, Fernández R, Martino-Roth MG. Increased micronucleated cell frequency related to exposure to radiation emitted by computer cathode ray tube video display monitors. Genetics and Molecular Biology. 2005; 28(3): 469-74.
3. Scarfì MR. The cytokinesis-block micronucleus assay: experimental procedure and application in bioelectromagnetics research. Electromagnetics Environment 2004;27:460-6.
4. Maes A, Van Gorp U, Verschaeve L. Cytogenetic investigation of subjects professionally exposed to radiofrequency radiation. Mutagenesis. 2006; 21(2): 139-42.

5. Awad S, Hassan N. Health risks of electromagnetic radiation from mobile phone on brain of rat. Journal Of Applied Sciences Res 2008; 4(12): 1994 -2000.
6. Kılıçalp D, Değer Y, Çınar A. Effects of green tea on electrocardiography of guinea pigs exposed to electromagnetic field emitted by mobile phones. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Kafkas, Kars. 2009;15.
7. Kim MJ, Rhee SJ. Green tea catechins protect rats from microwave-induced oxidative damage to heart tissue. Journal of Medicinal Food. 2004;7(3):299-304.
8. Pastore RL, Fratellone P. Potential health benefits of green tea. A Narrative Review Explore 2006;2(6):531-7.
9. Gupta J, Siddique YH, Beg T, Ara G, Afzal M. Protective role of green tea extract against genotoxic damage induced by anabolic steroids in cultured human lymphocytes. Biology and Medicine. 2009;1(2).
10. Jauchem JR. Effects of low-level radio-frequency (3ákHz to 300áGHz) energy on human cardiovascular, reproductive, immune, and other systems: A review of the recent literature. International journal of hygiene and environmental health. 2008;211(1-2):1-29.
11. Demsia G, Vlastos D, Matthopoulos DP. Effect of 910-MHz electromagnetic field on rat bone marrow. The Scientific World Journal. 2004; 4(S2): 48-54.
12. Koyama S, Takashima Y, Sakurai T, Suzuki Y, Taki M, Miyakoshi J. Effects of 2.45 GHz electromagnetic fields with a wide range of SARs on bacterial and HPRT gene mutations. Journal of radiation research. 2007;48(1):69-75.
13. Suzuki Y, Ikehata M, Nakamura K, Nishioka M, Asanuma K, Koana T, et al. Induction of micronuclei in mice exposed to static magnetic fields. Mutagenesis. 2001; 16(6): 499-501.
14. Vijayalaxmi, Logani MK, Bhanushali A, Ziskin MC, Prihoda TJ. Micronulei cells of mice exposed to 42 GHz electromagnetic millimeter waves. Radiation Research.2004;161(3) :341-5
15. Mashevich M, Folkman D, Kesar A, Barbul A, Korenstein 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(2):82-90.
16. Behari J, Paulraj R. DNA Strand Breaks in Rat Brain Cells Exposed to Low level Microwave Radiation. Bioline 2005; 11(2):99 - 110.
17. 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(3): 205-14.
18. Katiyar S, Elmets CA, Katiyar SK. Green tea and skin cancer: photoimmunology, angiogenesis and DNA repair. The Journal of nutritional biochemistry. 2007;18(5):287-96.
19. Iwai K, Iwamura Y, Yamashita S, Wadano Y, Mesaki N. Effect of tea catechins on mitochondrial DNA 4977-bp deletions in human leucocytes. Mutation Research/ Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis. 2006; 595(1-2): 191-5.
20. Kilicalp D, Dede S, Aslan Y. Effects of green tea on mineral levels of liver and testis of guinea pigs electromagnetic field emitted by mobil phones. Asian Journal Of Animal And Veterinary Advances. 2009;4(2):86-92.
21. Kim MJ, Choi JH, Yang JA, Kim SY, Kim JH, Lee JH, et al. Effects of green tea catechin on enzyme activities and gene expression of antioxidative system in rat liver exposed to microwaves. Nutrition Research. 2002; 22(6): 733-44.
22. Erba D, Riso P, Bordoni A, Foti P, Biagi PL, Testolin G. Effectiveness of moderate green tea consumption on antioxidative status and plasma lipid profile in humans. The Journal of nutritional biochemistry. 2005;16(3):144-9.
23. Lu MJ, Chen C. Enzymatic modification by tannase increases the antioxidant activity of green tea. Food Research International. 2008; 41(2): 130-7.
24. Babich H, Zuckerbraun H, Weinerman S. In vitro cytotoxicity of (-)-catechin gallate, a minor polyphenol in green tea. Toxicology letters. 2007;171(3):171-80.
25. Ishii T, Mori T, Tanaka T, Mizuno D, Yamaji R, Kumazawa S, et al. Covalent modification of proteins by green tea polyphenol (-)-epigallocatechin-3-gallate

through autoxidation. Free Radical Biology and Medicine. 2008; 45(10): 1384-94.
26. Pastore RL, Fratellone P. Potential health benefits of green tea (Camellia sinensis): a narrative review. Explore (New York, NY). 2006; 2(6): 531-8.
27. Sharangi A. Medicinal and therapeutic potentialities of tea (Camellia sinensis L.)-A review. Food Research International. 2009; 42(5-6): 529-35.