

Effect of Cell-Phone Radiation in Pregnancy on Serum Levels of Sexual Hormones and Dynastic Cells in adult Female Offspring in Rats

Hosseini SE^{1*}, Zia Z¹

1. Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

* *Corresponding author.* Tel: +989171183917 Fax: +987143311172 E-mail: ebrahim.hossini@yahoo.com

Received: Sep 3, 2015 Accepted: Dec 21, 2015

ABSTRACT

Background & objectives: The teratogenic effects of electromagnetic radiation on different processes of growth caused many concerns related to the harmful effects of cell-phone radiation on human health. Therefore, the aim of this study was to investigate the effects of cell-phone radiation on estrogen, progesterone, FSH and LH hormones together with dynastic sexual cells of adult female offspring of pregnant rats affected by these radiations.

Methods: In this experimental study, 24 pregnant female rats divided into 3 groups including the control, sham and experimental groups were used. The control group received no radiation and the experimental group was exposed to cell-phone radiation at the beginning of pregnancy (4 hours daily for 14 days). The control group was exposed around turning-on cell-phone without conversation over the same period. After giving birth and after maturity, 10 female offsprings of different groups separated and after phlebotomizing, sexual hormones levels was measured and by separating the ovaries, ovarian follicles species were counted. The results analyzed using ANOVA and T tests. Differences in statistical analysis of data were considered significant at $p < 0.05$.

Results: The results showed that the pregnant female exposure to cell-phone radiation caused significant increase in the size and weight of the ovaries and atresic follicles ($p < 0.05$) without significant effect on the number of primary and secondary follicles, antral, graph, primordial, corpus luteum and sexual hormones.

Conclusion: Exposure to cell-phone radiations caused increase in the size, weight and atresic follicles of offspring's ovaries in pregnant females.

Keywords: Cell-Phone; Estrogen; Progesterone; FSH; LH; Follicle; Rat.

اثر امواج تلفن همراه در دوران بارداری بر سطح سرمی هورمون‌های جنسی و سلول‌های دودمانی جنسی فرزندان ماده بالغ موش‌های صحرایی

سید ابراهیم حسینی^{۱*}، زهرا ضیاء^۱

۱. گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۷۱۱۸۳۹۱۷ فاکس: ۰۷۱۴۳۱۱۱۷۲ پست الکترونیک: ebrahim.hossini@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: اثرات ناهنجاری‌زای امواج الکترومغناطیس بر فرایندهای مختلف رشد و نمو باعث بروز نگرانی‌های بسیاری در ارتباط با اثرات زیانبار امواج تلفن همراه بر سلامت انسان شده است. لذا این مطالعه با هدف بررسی اثرات امواج موبایل بر میزان استروژن، پروژسترون، LH، FSH و سلول‌های دودمانی جنسی زاده‌های ماده بالغ موش‌های بارداری که تحت تاثیر این امواج قرار گرفته‌اند، انجام گرفت.

روش کار: در این مطالعه تجربی از ۲۴ سر موش صحرایی ماده بارداری که به ۳ گروه کنترل، شاهد و تجربی تقسیم شدند، استفاده گردید. گروه کنترل تحت هیچ موجی قرار نگرفتند و گروه تجربی از ابتدای بارداری به مدت ۱۴ روز و روزانه به میزان ۴ ساعت در معرض امواج تلفن همراه قرار داده شدند. گروه شاهد همین مدت در مجاورت تلفن همراه روشن بدون مکالمه قرار گرفتند. پس از زایمان و بعد از بلوغ به طور تصادفی ۱۰ سر از فرزندان ماده گروه‌های مختلف جدا و پس از خون‌گیری، میزان هورمون‌های جنسی اندازه‌گیری گردید و با جداسازی تخمدان‌ها انواع فولیکول‌های تخمدانی شمارش و نتایج با آزمون‌های ANOVA و t مستقل آنالیز گردید. معناداری اختلاف داده‌ها در سطح $p \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که قرار گرفتن مادران بارداری در معرض امواج تلفن همراه باعث افزایش معنادار حجم و وزن تخمدان‌ها و فولیکول‌های آترزی شده در سطح $p \leq 0.05$ می‌شود، در حالی که تاثیر معناداری بر تعداد فولیکول‌های اولیه، ثانویه، آنترال، پریموردیال، گراف، جسم زرد و هورمون‌های جنسی ندارد.

نتیجه‌گیری: قرار گرفتن مادران بارداری در معرض امواج تلفن همراه باعث افزایش حجم، وزن و فولیکول‌های آترزی شده تخمدان فرزندان می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تلفن همراه، استروژن، پروژسترون، LH، FSH، فولیکول، موش صحرایی

دریافت: ۹۴/۰۶/۱۲ پذیرش: ۹۴/۰۹/۳۰

مقدمه

میدان‌های الکترومغناطیسی ترکیبی از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی بوده که اثر گرمایی و غیر گرمایی ایجاد کرده و تمام جنبه‌های حیات را تحت پوشش قرار می‌دهند. اثر میدان‌های الکترومغناطیسی بر روی سلامتی وابسته به فرکانس و شدت میدان است. میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس‌های میکروویو و رادیویی ابزار خوبی جهت

شناخت زمینه‌های بیولوژیکی، مولکولی، رشد و نمو طبیعی، پاسخ‌های ایمنی، فرایند ارتباط بین سلول‌ها و... را فراهم نموده‌اند [۱]. شناسایی اثرات زیستی امواج میکروویو پیچیده و بحث برانگیز است و شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد این امواج بر حسب شدت تابش و فرکانس مدت تابش، اثرات زیستی مختلفی در مولکول‌های تحت تابش ایجاد می‌کنند [۲]. اثرات ناهنجاری‌زای امواج الکترومغناطیس بر

فرایندهای مختلف رشد و نمو باعث بروز نگرانی‌های بسیاری شده است. اثرات زیانبار امواج تلفن‌های همراه بر سلامت انسان، شامل اختلال در عملکرد و سرعت تکثیر سلول‌ها، تغییر در حالات بیان ژنی و مرگ سلولی، کاهش در تولید ملاتونین و تغییر در امواج الکترومغناطیس گرام می‌باشد [۳]. نشان داده شده است که در رت‌های بارداری در معرض میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس ۶۰ مگاهرتز تغییرات قابل توجهی در روند اسپرماتوژنز و باروری فرزندان نر نسل اول مشاهده نمی‌گردد [۴]. مشخص شده است که امواج موبایل، میزان مرگ و میر و ایجاد توده‌های غیرطبیعی در اسپرم موش‌های صحرایی را افزایش داده و باعث القاء مرگ سلولی در سلول‌های زاینده بیضه می‌شود [۵]. با مطالعه بر روی دودمان‌های سلول‌های اپیتلیالی انسان‌های مختلفی که همگی به مدت یک ساعت در روز در معرض امواج ۹۰۰ مگا هرتز تلفن همراه در محدوده $2/8 = SAR$ وات بر کیلوگرم قرار گرفته بودند، درجات متفاوتی از تغییرات بیان ژنی و یا پروتئینی مشاهده گردید [۶]. امواج شبیه سازی شده تلفن‌های همراه با فرکانس ۹۴۰ مگا هرتز بر بافت‌های اصلی خون‌ساز همچون طحال، کبد، کیسه زرده و مغز استخوان جنین موش نژاد Balb/C اثرات عمیق ندارد. لیکن باعث تغییر معنی‌دار در برخی از سلول‌های این بافت‌ها و همچنین وزن جنین‌های تجربی می‌شود [۷]. یافته‌های حاصل از یک مطالعه بیانگر تاثیر امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه بر اجتماعات سلولی مونونوکلئر و تعداد سلول‌های کوپفر کبدی و لنفوسیت‌های پولپ سفید و ماکاریوسیت‌های طحال و نیز تعداد کل سلول‌های مغز استخوان و سلول‌های در حال تقسیم مغز استخوان موش نر نابالغ نژاد BALB/c می‌باشد [۸]. نشان داده شده است که امواج تلفن همراه در تمام مراحل زندگی منجر به تغییرات دژنراتیو در منطقه CA3 هیپوکامپ می‌شود

¹ Specific Absorption Rate

و این ممکن است باعث نقص در اعمال شناختی و شکل‌گیری روابط عاطفی و کاهش میزان فعالیت عصبی در دستگاه عصبی مرکزی می‌گردد [۹]. چنانچه موش‌های صحرایی بارداری در معرض میدان مغناطیسی ۹۰۰ مگاهرتز قرار گیرند، باعث بروز اختلالات رفتاری مربوط به یادگیری حرکتی و وظایف عملکردی وابسته به مچ‌چه در فرزندان می‌شود [۱۰]. بررسی به عمل آمده توسط ال سید و همکاران بر روی موش‌های صحرایی بارداری نشان داد که امواج موبایل باعث افزایش احتمال سقط جنین در مادران و کاهش وزن و طول بدن در نوزادان و بروز اختلالاتی در سیستم اسکلتی نظیر دم کوتاه و بدون انحنا، عدم وجود دنده‌های آزاد و عدم وجود مهره‌های مربوط به دم می‌شود [۱۱]. تحقیقات ستین و همکاران نشان داد که تابش‌های الکترومغناطیسی در دوران بارداری باعث ایجاد استرس اکسیداتیو و آسیب‌های مغزی و کبدی در نوزادان موش صحرایی می‌شود و فعالیت‌های گلوکوتایون پراکسیداز در مغز و کبد و همچنین ویتامین A و غلظت β -کاروتن در کبد کاهش، اما در مغز غلظت آهن، ویتامین A، و β -کاروتن افزایش می‌یابد، به طوری که می‌توان بیان داشت که امواج ناشی از میدان الکترومغناطیسی موبایل، علت آسیب‌های اکسیداتیو مغز و کبد در موش‌های صحرایی در حال رشد نظر گرفته می‌شود [۱۲]. در یک بررسی نشان داده شده است که امواج تلفن همراه با ایجاد استرس اکسیداتیو باعث بروز اثرات منفی بر فعالیت آنزیمی بیضه‌های موش‌های صحرایی می‌گردد [۱۳]. با توجه به این که میلیاردها نفر در سراسر دنیا از موبایل به عنوان وسیله‌ای که مولد امواج الکترومغناطیس است، استفاده می‌نمایند و این استفاده به حدی است که بسیاری از افراد از سنین قبل از تولد تا پایان عمر به طور مداوم در معرض تشعشعات آن قرار می‌گیرند [۱۴]؛ لذا مطالعه تاثیر امواج تلفن همراه بر روند تکوین و تولید اندام‌های مختلف در جنین امری ضروری به

نظر می‌رسد و این مطالعه نیز با هدف بررسی اثرات امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه بر عملکرد محور هیپوفیز-گونا و سلول‌های دودمانی جنسی زاده‌های ماده بالغ نسل اول موش‌های بارداری که تحت تاثیر امواج تلفن همراه قرار گرفته بودند، انجام گرفت.

روش کار

این مطالعه تجربی بر روی ۲۴ سر موش صحرایی ماده بالغ و باکره از نژاد ویستار در محدوده وزنی ۲۱۰-۲۰۰ گرم و سن ۹۰-۱۰۰ روز انجام شد. همچنین از تعداد ۴ سر موش صحرایی نر بالغ نژاد ویستار نیز جهت انجام عمل جفت‌گیری استفاده گردید. همه حیوانات از آب و غذای یکسان و بدون محدودیت برخوردار بوده و در یک اتاق مخصوص در دمای 22 ± 2 درجه سلسیوس و در شرایط ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی نگهداری شدند و آب و غذا به میزان کافی در اختیار آنها قرار گرفت. پروتکل این تحقیق بر اساس قوانین بین‌المللی در مورد حیوانات آزمایشگاهی تنظیم و در کمیته اخلاق دانشگاه به تصویب رسید. نمونه‌ها به ۳ گروه ۸ تایی شامل گروه‌های کنترل، شاهد و تجربی تقسیم شدند. در این پژوهش جهت هم سیکل نمودن موش‌ها، ابتدا ۱۰۰ میکروگرم استرادیول والرات در ۰/۲ میلی لیتر روغن زیتون حل شده و سپس به صورت عضلانی و با سرنگ انسولین تزریق گردید. پس از گذشت ۴۲ ساعت، ۵۰ میکروگرم پروژسترون نیز به صورت عضلانی تزریق گردید [۱۵]. مشاهدات میکروسکوپی نشان‌دهنده این مسئله بود که همه موش‌ها در مرحله استروس یا مرحله آماده پذیرش جنس نر هم سیکل شدند. سپس برای باردار نمودن موش‌ها، هر ۶ موش ماده را با یک موش نر هم قفس نموده [۱۶] تا جفت‌گیری نمایند و در صورت مشاهده پلاک واژنی روز صفر حاملگی تعیین گردید و آنگاه موش‌های نر را از ماده‌ها جدا نموده و هر ۸ موش ماده به صورت تصادفی در یک گروه قرار گرفتند.

در این تحقیق حیوانات گروه کنترل تحت هیچ تیماری قرار نگرفتند و گروه شاهد نیز از روز اول بارداری به مدت ۱۴ روز و در هر روز به میزان ۴ ساعت تحت تاثیر تلفن همراه فاقد مکالمه قرار گرفتند و گروه تجربی نیز همانند گروه شاهد از روز اول بارداری به مدت ۱۴ روز و در هر روز به میزان ۴ ساعت در مجاورت دستگاه تلفن همراه در حال مکالمه با دامنه فرکانس امواج ۹۴۰ مگاهرتز در فاصله ۱۰ سانتی‌متری از بدن موش‌ها قرار داده شدند [۲]. در این بررسی جهت ایجاد امواج از ۲ دستگاه تلفن همراه نوکیا مدل ۱۲۰ ساخت کشور هلند استفاده شد که دارای SAR معادل ۱/۱۵ وات بر کیلوگرم برای ناحیه سر و SAR معادل ۰/۶ وات بر کیلوگرم برای کل بدن بود. تلفن‌ها بر روی قفس نگهداری موش‌ها متصل شد و قفس‌های نگهداری درون جعبه‌ای از جنس آلومینیوم که تمام وجوه آن به جز یک وجه آن باز بود، قرار داده شد تا امواج ساطع شده، خارج نشود. جهت ایجاد امواج، گوشی‌های تلفن همراه در حالت مکالمه قرار داده شدند. پس از زایمان، ضمن شمارش نوزدان نر و ماده، فرزندان تا ۴۰ روز نزد مادرشان نگهداری و در روز ۶۰ پس از تولد (سن رسیدن به بلوغ) به صورت تصادفی از هر گروه ۱۰ سر از فرزندان ماده بالغ انتخاب گردیدند و بعد از بیهوش نمودن حیوانات در ساعات بین ۸ تا ۹ صبح از قلب آنها خونگیری به عمل آمد. نمونه‌های خونی به مدت ۵ دقیقه در دور ۳۰۰۰ سانتریفیوژ گردیدند و تا قبل از سنجش میزان سرمی هورمون‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. میزان هورمون‌های LH، FSH به روش الیزا^۱ و استروژن و پروژسترون با روش رادیوایمونواسی و با استفاده از دستگاه الیزا ریدر مدل Eliza Reader Hiperion NP4 plus اندازه‌گیری گردیدند. کیت‌های مورد استفاده برای اندازه‌گیری هورمون‌های LH، FSH با

^۱ ELISA

ضرب نمودن تعداد فولیکول‌ها در حجم مرجع، تعداد کل فولیکول‌ها بدست آمد [۱۷].

$$N = N_v \times V_{(Ref)}$$

که در آن N تعداد کل، N_v تعداد اجزا در واحد حجم، $V_{(Ref)}$ حجم کل بافت (نمونه) که نتیجه استفاده از روش کوالیری است.

$$V = \sum_{i=1}^m P \times a(P) X_t$$

که در آن V حجم، $\sum P$ مجموع نقاط برخورد کرده با قسمت مورد نظر، $a(P)$ مساحت اطراف هر نقطه، t ضخامت برش‌ها و $a(P) X_t$ حجم متعلق به فضای اطراف یک نقطه تقاطعی می‌باشد. سپس نتایج با استفاده از آزمون‌های تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) به همراه آزمون پیگیری توکی و با کمک نرم افزار آماری SPSS-18 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و معناداری اختلاف داده‌ها در سطح $p \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها نشان داد که قرار گرفتن مادران باردار در معرض امواج تلفن همراه باعث کاهش میزان سرمی‌هورمون LH ($p=0.089$) و پروژسترون ($p=0.247$) فرزندان ماده بالغ گردیده است، اما این کاهش از نظر آماری معنادار نبود. همچنین یافته‌ها حاکی از آن بود که قرار گرفتن مادران باردار در معرض امواج تلفن همراه، تغییر قابل ملاحظه‌ای بر میزان سرمی‌هورمون‌های FSH ($p=0.673$) و استروژن ($p=0.972$) فرزندان ماده بالغ نداشته است ($p=0.089$). یافته‌های دیگر پژوهش حاضر بیان گر افزایش معنادار حجم تخمدان‌ها ($p=0.037$)، وزن تخمدان‌ها ($p=0.043$) و تعداد فولیکول‌های آنترزی شده ($p=0.036$) می‌باشد. مطابق با نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها، قرار گرفتن مادران باردار در معرض امواج تلفن همراه باعث افزایش تعداد فولیکول‌های پری‌موردیال ($p=0.0438$).

مارک Cusabio ساخت آمریکا و برای هورمون‌های استروژن و پروژسترون با مارک IBL, GmbH ساخت آلمان تهیه گردید. به منظور بررسی میانگین تعداد فولیکول‌های تخمدانی نیز پس از جداسازی تخمدان‌ها، جهت تهیه مقاطع بافتی به ترتیب مراحل آب‌گیری توسط اتانول، شفاف‌سازی با الکل گزیلول و قالب‌گیری انجام گرفت و سپس با کمک دستگاه میکروتوم دوار (LEIYZ استرالیا مدل ۱۵۱۲) مقاطع بافتی با ضخامت ۵ میکرونی تهیه و سپس مقاطع تهیه شده بر روی لام آغشته به چسب albumin Egg منتقل و جهت خشک شدن بر روی پلیت داغ با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس جهت رنگ‌آمیزی مقاطع تهیه شده از روش رنگ‌آمیزی هماتو-کسیلین-ئوزین استفاده شد. پس از تهیه مقاطع بافتی و رنگ‌آمیزی آن‌ها با کمک میکروسکوپ نیکون ساخت کشور ژاپن اقدام به شمارش فولیکول‌های فوق گردید. در این بررسی برای محاسبه تعداد فولیکول‌ها (محاسبه استریولوژیک تعداد فولیکول‌های تخمدانی) از تکنیک دیسکتور فیزیکی استفاده گردید. برای انجام این تکنیک، تصویر دو مقطع بافتی پشت سر هم توسط دو پروژکتور روی میز کار انداخته شد و تصویر مقطع اول به عنوان مرجع و مقطع دوم به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. سپس برای شمارش، یک ترانسپرنت متشکل از فریم‌هایی با ابعاد 13×13 میلی‌متر بطور تصادفی روی نمونه قرار گرفت. این فریم دارای یک خط آزاد (نقطه چین) و یک خط ممنوعه (پررنگ) می‌باشد. برای شمارش، تعداد اووسیت‌های فولیکول‌ها مبنای شمارش قرار گرفت و اووسیت‌هایی شمارش گردیدند که اولاً با خط ممنوعه برخورد نداشته باشند، ثانیاً در تصویر مقطع شاهد هم مشاهده نشوند. بر این اساس تعداد فولیکول‌ها شمارش گردید و با استفاده از فرمول زیر تعداد فولیکول‌های تخمدانی محاسبه گردید و با

تعداد فولیکول‌های گراف ($p=0/661$) و جسم زرد ($p=0/830$) و کاهش تعداد فولیکول‌های اولیه ($p=0/806$)، تعداد فولیکول‌های ثانویه ($p=0/391$) و تعداد فولیکول‌های آنترال ($p=0/138$) فرزندان ماده بالغ گردیده است، اما هیچ‌یک از این تغییرات از نظر آماری معنادار نیستند (جدول ۱).

جدول ۱. مقایسه گروه‌های کنترل، شاهد و تجربی از نظر پارامترهای مورد بررسی

گروه پارامتر	کنترل	شاهد	تجربی	p-value (نسبت به گروه کنترل)
وزن تخمدان (گرم)	$0/026 \pm 0/004$	$0/027 \pm 0/003$	$0/039 \pm 0/001^*$	$0/043$
حجم تخمدان (میلی متر مکعب)	$0/019 \pm 0/005$	$0/017 \pm 0/006$	$0/039 \pm 0/007^*$	$0/037$
LH (IU/L)	$7/03 \pm 4/08$	$6/23 \pm 3/48$	$3/14 \pm 2/14$	$0/089$
FSH (IU/L)	$2/68 \pm 0/72$	$2/18 \pm 0/52$	$2/92 \pm 0/88$	$0/673$
استروژن (ng/ml)	$245/80 \pm 77/65$	$238/680 \pm 7/15$	$248/78 \pm 40/69$	$0/972$
پروژسترون (ng/ml)	$7/43 \pm 5/40$	$6/40 \pm 4/50$	$4/12 \pm 1/14$	$0/247$
تعداد جسم زرد	$45/67 \pm 20/07$	$43/57 \pm 22/17$	$46/83 \pm 17/75$	$0/830$
تعداد فولیکول اولیه	$21/03 \pm 10/41$	$23/13 \pm 11/45$	$20/67 \pm 9/26$	$0/806$
تعداد فولیکول ثانویه	$30/83 \pm 14/55$	$28/73 \pm 18/53$	$26/67 \pm 12/77$	$0/391$
تعداد فولیکول گراف	$2/83 \pm 0/37$	$2/93 \pm 0/17$	$3/03 \pm 0/36$	$0/661$
تعداد فولیکول آنتریک	$21/50 \pm 12/62$	$32/50 \pm 19/32$	$83/00 \pm 24/86^*$	$0/036$
تعداد فولیکول پری مورديال	$27/83 \pm 12/36$	$29/53 \pm 11/26$	$36/67 \pm 19/94$	$0/438$
تعداد فولیکول آنترال	$47/83 \pm 26/45$	$44/23 \pm 20/23$	$39/50 \pm 16/81$	$0/138$

* نشان دهنده اختلاف معنادار در سطح $p \leq 0/05$ نسبت به گروه کنترل می‌باشد.

بحث

نتایج این بررسی نشان داد که چنانچه مادران باردار تحت تاثیر امواج تلفن همراه قرار گیرند، وزن و حجم تخمدان‌ها و تعداد فولیکول‌های آنترزی‌شده فرزندان ماده بالغ آنها افزایش می‌یابد، ولی تغییرات سایر فولیکول‌های تخمدانی و هورمون‌های جنسی از نظر آماری معنادار نمی‌باشد. هم سو با نتایج این مطالعه تحقیقات بهارآرا و حمایت خواه جهرمی و همکاران نیز نشان داد که تعداد فولیکول‌های پریموردیال، فولیکول‌های اولیه و ثانویه و فولیکول‌های آنترال در گروه دریافت کننده امواج تلفن همراه، کاهش می‌یابد، همچنین در این بررسی تعداد فولیکول‌های گراف و جسم زرد در گروه تحت تاثیر امواج موبایل، افزایش یافتند، اما این افزایش معنی‌دار نبود [۱۹، ۱۸]. به علاوه هم سو با یافته این پژوهش در تحقیقات حمایت خواه جهرمی و همکاران نیز تعداد فولیکول‌های آنتریک در گروه تحت تاثیر

امواج تلفن همراه افزایش یافت و این بیانگر آن است که دریافت امواج در مادران منجر به افزایش آنترزی فولیکول‌های تخمدانی فرزندان می‌شود [۱۹]. حجم و وزن تخمدان‌ها در فرزندان ماده بالغ مادران تحت تاثیر امواج تلفن همراه افزایش یافت که با افزایش تعداد فولیکول‌های پری مورديال و فولیکول‌های گراف، افزایش جسم زرد و فولیکول‌های آنتریک مرتبط بود، اما این نتایج با یافته‌های بهارآرا و حمایت خواه جهرمی و همکاران هماهنگی نداشت [۱۹، ۱۸]. با مطالعه اثر میدان‌های الکترومغناطیسی بر شاخص‌های باروری نشان داده شده است که این امواج بر مقادیر هورمون‌های تولیدمثلی تأثیر معنی‌داری ندارد [۲۰]. در یک تحقیق با به کارگیری میدان الکترومغناطیسی با شدت ۱۳۰ میکروتسلا هیچ تغییری در سطح هورمون‌های استرادیول و پروژسترون مشاهده نگردید [۲۱]. در یک مطالعه نشان داده شد که امواج ساطع شده از تلفن همراه

باعث کاهش تعداد فولیکول‌های تخمدانی می‌شوند [۲۲]. و بر خلاف نتایج این تحقیق در یک بررسی دیگر نشان داده شد که امواج مایکروویو ساطع شده از تلفن‌های همراه باعث افزایش هورمون‌های استروژن، پروژسترون، FSH و LH می‌شود [۱۹]. آگاروال نیز با مطالعه تاثیر طولانی مدت تلفن همراه بر دستگاه تولیدمثلی جنس‌های نر و ماده جانوران مختلف، به آسیب‌های ناشی از افزایش دما در کیسه بیضه، ایجاد استرس اکسیداتیو، تخریب DNA و القاء مرگ برنامه‌ریزی شده اشاره کرده است [۲۳]. نشان داده شده است که تابش امواج تلفن همراه باعث افزایش رادیکال‌های آزاد در بدن می‌شوند [۲۴] و رادیکال‌های آزاد ایجاد شده بر اثر تابش امواج موبایل در بدن باعث تاثیر بر بافت تخمدان و مرگ سلولی در فولیکول‌های تخمدانی و افزایش فولیکول‌های آترتیک می‌شود [۲۵]. امواج باعث کاهش تشکیل آنتروم، نقصان در تکثیر سلول‌های گرانولوزا، کاهش تولید ۱۷-بتا استرادیول و ناتوانی اووسیت‌ها در کامل کردن بلوغ هسته‌ای می‌گردد [۲۶]. در یک مطالعه اپیدمیولوژیک بر روی زنان باردار و نوزادان آنها که تحت تاثیر امواج الکترومغناطیس قرار گرفته بودند، عوارض قابل توجهی در فرزندان آنها مشاهده نگردید [۲۷]. همچنین نشان داده شد که امواج مایکروویو ۹۴۰ مگاهرتزی تلفن همراه، ساختار اووسیت‌ها را تغییر می‌دهد و باعث کاهش قدرت باروری موش صحرایی ماده می‌شود [۲]. در یک مطالعه دیگر بر روی رت‌هایی که به مدت ۳۰ دقیقه در روز در طی

۵ روز هفته و برای ۴ هفته متوالی در معرض تابش‌های ۹۰۰ مگا هرتز تلفن همراه قرار داشتند، تغییر محسوسی در اسپرماتوژنز و اپی‌تلیوم زاینده نشان داده نشد، اما کاهش معنی‌داری در میزان سرمی هورمون‌های FSH و LH مشاهده گردید [۲۸]. در یک مطالعه دیگر نیز نشان داده شد که در شرایط *in vitro* امواج الکترومغناطیس با شدت کم و با فرکانس‌های ۳۳ و ۵۰ هرتز بر روی فولیکول‌های تخمدانی باعث افزایش آترزی شدن فولیکول‌ها شده و با اختلال در ترشح هورمون‌های جنسی باروری را تحت تأثیر قرار می‌دهند [۲۹].

نتیجه گیری

نتایج این بررسی نشان داد که قرار گرفتن مادران باردار در معرض امواج موبایل باعث افزایش معنادار حجم و وزن تخمدان‌ها و فولیکول‌های آترزی‌شده و افزایش غیرمعنادار تعداد فولیکول‌های پریموردیال، گراف، جسم زرد و هورمون‌های LH و FSH، استروژن و کاهش غیرمعنادار تعداد فولیکول‌های اولیه، ثانویه و آنترال و هورمون پروژسترون می‌شود. لذا اظهارنظر در رابطه با تاثیر امواج موبایل بر روند تکوین تخمدان‌ها به ویژه با توجه به محدودیت‌های این تحقیق که از آن جمله می‌توان به حضور امواج الکترومغناطیس ساطع شده از سایر دستگاه‌ها از قبیل دکل‌های مخابراتی موجود در محدوده جغرافیایی آزمایشگاه و پارازیت‌های ماهواره‌ای و غیره اشاره نمود، نیاز به مطالعات بیشتر دارد.

References

- 1- Parivar K, Nabiuni M, Golestanian N, Amini E. Effect of low frequency electromagnetic fields on the spermatogenesis and blood serum protein of Balb/c mice. J Cell Tissue. 2011 Spring; 2(1):47-56. [Full text in Persian]
- 2- Baharara J, Oryan SH, Ashraf AL. The effects of microwaves (940 MHz) on ovary and fertility of Balb/C mouse. J Sci Kharazmi Uni. 2008 Autumn; 7(3-4): 931-940. [Full text in Persian]
- 3- Nakamura H, Matsuzaki I. Nonthermal effects of mobile phone frequency microwave on uteroplacental functions in pregnant rat. Reprod Toxcol. 2003 May-Jun; 17(3):321-326.

- 4- Chung MK, Lee SJ, Kim YB, Park SC, Shin DH, Kim SH, et al. Evaluation of spermatogenesis and fertility in F1 male rats after in utero and neonatal exposure to extremely low frequency electromagnetic fields. *Asian J Andr*. 2005 Jun;7(2):189-194.
- 5- Yan JG, Agresti M, Bruce T, YanYH, Granlund A, Matloub HS. Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats. *Fertil Steril*. 2007 Oct; 88(4):957-964.
- 6- 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 Sep; 6(17):4769-4780
- 7- Baharara J, Parivar K, Ashraf AR, Majidi B. The effects of mobile phone waves (940MHz) on embryonic development of hematopoiesis system in Balb/C mouse. *J Shahrekord Univ Med Sci*. 2008 spring;10(1):1-8. [Full text in Persian]
- 8- Baharara J, Parivar K, Ashraf A, Azizi M. The effect of cell phone waves on hematopoietic system of immature BALB/c mice. *FEYZ*. 2009 Summer;13(2):75-81. [Full text in Persian]
- 9- Afeefy AA, Tolba Amina MA, Afifi OK. A Histological and Immunohistochemical study on the effect of mobile phone radiation on the hippocampus of adult and newborn albino rats. *Nat and Sci*. 2013 Aug;11(8): 98-113.
- 10- Haghani M, Shabani M, Moazzami K. Maternal mobile phone exposure adversely affects the electrophysiological properties of Purkinje neurons in rat offspring. *Neurosci*. 2013 Oct;250:588-598.
- 11- El-Sayed A, Badr HS, Yahia R, Salem SM, Kandil AM. Effects of thirty minute mobile phone irradiation on morphological and physiological parameters and gene expression in pregnant rats and their fetuses. *African J Biotech*. 2011 Aug;10(48): 19670-19680.
- 12- Cetin H, Nazıroğlu M, Celik O, Yüksel M, Pastacı N, Ozkaya MO. Liver antioxidant stores protect the brain from electromagnetic radiation (900 and 1800 MHz)-induced oxidative stress in rats during pregnancy and the development of offspring. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2014 Dec;27(18):1915-1921.
- 13- Al-Damegh MA. Rat testicular impairment induced by electromagnetic radiation from a conventional cellular telephone and the protective effects of the antioxidants vitamins C and E. *Clinics*. 2012 Jul; 67(7): 785–792.
- 14- Calvente I, Fernandez MF, Villalba J, Olea N. Exposure to electromagnetic fields (non-ionizing radiation) and its relationship with childhood leukemia: A systematic review. *Sci Total Environ*. 2010 Jul; 408(16): 3062–3069.
- 15- Hosseini E, Jahandideh M. Effects of the Alcoholic Extract of Ginger on Sex Hormone Serum Levels and Ovarian Follicles during Pregnancy and Lactation in the Adult Female Offspring of Rats. *J Babol Univ Med Sci*. 2015 Autumn; 17 (7):74-80. [Full text in Persian]
- 16- Hosseini SE, Jahandideh A, Mehrabani D. Effect of alcoholic extract of Ginger during fetal life and breastfeeding on serum level of testosterone, LH, FSH and spermatogenic cells line in male mature offspring rats. *J Gorgan Univ Med Sci*. 2015 Spring; 17 (1):29-35. [Full text in Persian]
- 17- Allaeian Z, Hemayatkah Jahromi V, Jamali H, Kargar Jahromi H, Allaeian Jahromi AR. The effect of ecstasy (MDMA) on the number of ovary follicles and hormonal axis of pituitary-gonadal in immature Rats. *J Fasa Univ Med Sci*. 2013 Winter;2(4):287-97. [Full text in Persian]
- 18- Baharara J, Parivar K, Oryan SH, Ashraf A. The effects of long-term radiation waves simulation cell phones have been on the gonads of female mice Balb/C. *J Inferti Reprod*. 2004 Summer;5(3):217-226.
- 19- Hemayatkah Jahromi V, Fatahi E, Nazari M, Jowhary H, Kargar H. Study on the effects of mobile phones waves on the number of ovarian follicles and level of FSH, LH, estrogen and progesterone hormones in adult rats. *J Cell Tissue*. 2011 Autumn;1(1):27-34. [Full text in Persian]
- 20- Hjollund NH, Skotte JH, Kolstad HA, Bonde JP. Extremely low frequency magnetic fields and fertility: a follow up study of couples planning first pregnancies. The Danish first pregnancy planner study team. *Occup Environ Med*. 1999 Apr; 56(4):253-5.
- 21- Huuskonen H, SaastamoinenV, Komulainen H, Laitinen J, Juutilainen J. Effects of low-frequency magnetic fields on implantation in rats. *Reprod Toxi*. 2001 Jan-Feb; 15(1):49-59.
- 22- Gul A, Celebi H, Uğraş S. The effects of microwave emitted by cellular phones on ovarian follicles in rats *Arch Gynecol Obstet*. 2009 Nov;280(5):729-733.

- 23- Agarwal A, Desai NR, Makker K, Varghese A, Mouradi R, Sabanegh E. Effects of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: an in vitro pilot study. *Fertil Steril*. 2009 Oct;92(4): 1318-1320.
- 24- Ferreri F, Carcio G, Pasquale T, Gemnaro L. Mobile phone emissions and human brain excitability. *Ann Neurol*. 2006 Aug;60(2):188-196
- 25- Cecconi S, Gualtieri GD, Bartolomeo A, Troiani G, Cifone MG, Canipari R. Evaluation of low extremely low frequency electromagnetic field on mammalian follicle development. *Hum Reprod*. 2000 Nov;15(11):2319-2325.
- 26- Hjollund NH, Skotte JH, Kolstad H A, Bonde JP. Extremely low frequency magnetic fields and fertility: a follow up study of couples planning first pregnancies. The Danish first pregnancy planner study team. *Occup Environ Med*. 1999 Apr; 56(4):253-255.
- 27- Mahram M, Ghazavi M. The Effect of Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields on Pregnancy and Fetal Growth, and Development. *Arch Iran Med*. 2013 Apr;16(4):221-224.
- 28- Ozguner M, Koya A, Cesur G, Ural M. Biological and morphological effects on the reproductive organ of rats after exposure to electromagnetic field. *Saudi Med J*. 2005 Mar;26(3): 405-410.
- 29- Gul A, Celebi H, Ugras S. The effects of microwave emitted by cellular phones on ovarian follicles in rats. *Arch Gyn Obstet*. 2009 Nov;280(5):729-733.