

Effects of 950 MHz microwave radiation on morphometric changes of prostate in the rabbit

M. Mahdavi Gharavi*

F. Rajaei**

A. Safari Variani***

E. Azadi Oscouei****

*M.Sc. in Anatomy, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

**Professor of Histology and Embryology, Cellular and Molecular Research Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

***Associate Professor of Occupational Health, School of Public Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

****M.Sc. in Anatomy, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

*Abstract

Background: With regard to wide spectrum application of microwave in human life, its biological effects on tissues are still under debate.

Objective: The aim of this study was to determine the effects of 950 MHz microwave radiation on morphometric changes of prostate in rabbit.

Methods: In this experimental study, 18 New Zealand male rabbits (11-13 weeks old) were randomly divided into control, 3 W and 6 W groups in Qazvin University of Medical Sciences in 2012. The rabbits in the experimental groups were exposed to simulated 950 MHz and 3 or 6 W microwave radiation 2 hours a day for 2 weeks. After one week rest, the rabbits were sacrificed using anesthetic drugs and the prostate tissue samples were prepared. After preparing microscopic slides, villous height, villous thickness and muscle layer thickness were measured. Data were analyzed using ANOVA and Tukey's test.

Findings: The villous height was significantly decreased in the 3 W group compared to the control and 6 W groups while it was significantly increased in the 6 W group compared to the control group. The villous thickness was increased in both experimental groups compared to the control group but the difference was statistically significant for 6 W group. Increased villous thickness was not different between the experimental groups. The muscle layer thickness was significantly increased in both experimental groups compared to the control group.

Conclusion: With regards to the results, it seems that the microwave radiation with 950 MHz frequency has negative effects on morphometric changes of prostate in rabbit.

Keywords: Cellular Phone, Microwaves, Prostate

Corresponding Address: Farzad Rajaei, Department of Anatomy, School of Medicine, Qazvin University of Medical Sciences, Shahid Bahonar Blvd., Qazvin, Iran

Email: farzadraj@yahoo.co.uk

Tel: +98-912-2817421

Received: 6 Jul 2013

Accepted: 12 Oct 2013

اثر امواج مایکروویو با بسامد ۹۵۰ مگاهرتز بر تغییرات مورفومتریک پروستات خرگوش

منصوره مهدوی غروی*

دکتر فرزاد رجایی**

دکتر علی صفری واریانی***

المیرا آزادی اسکوئی****

* کارشناس ارشد علوم تشریح دانشگاه علوم پزشکی قزوین
** استاد بافت‌شناسی و جنین‌شناسی مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی دانشگاه علوم پزشکی قزوین
*** دانشیار بهداشت حرفه‌ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قزوین
**** کارشناس ارشد علوم تشریح دانشگاه علوم پزشکی زنجان

آدرس نویسنده مسؤل: قزوین، بلوار شهید باهنر، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، مرکز تحقیقات سلولی مولکولی، تلفن ۰۹۱۲۲۸۱۷۴۲۱

Email: farzadraj@yahoo.co.uk

تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۱۵

* چکیده

زمینه: با توجه به کاربرد وسیع امواج مایکروویو در زندگی انسان، هنوز آثار زیست‌شناختی آن‌ها بر بافت‌های بدن مورد بحث است.
هدف: مطالعه به منظور تعیین اثرات امواج مایکروویو با بسامد ۹۵۰ مگاهرتز بر روی تغییرات مورفومتریک پروستات خرگوش انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تجربی که در سال ۱۳۹۱ در دانشگاه علوم پزشکی قزوین انجام شد، ۱۸ سر خرگوش نر ۱۱ تا ۱۳ هفته‌ای نیوزلندی به سه گروه شاهد، ۳ وات و ۶ وات تقسیم شدند. خرگوش‌های گروه‌های تجربی به مدت ۲ هفته، روزی ۲ ساعت با امواج شبیه‌سازی شده مایکروویو با بسامد ۹۵۰ مگاهرتز با توان خروجی ۳ و ۶ وات مواجه شدند. پس از یک هفته استراحت، خرگوش‌ها با استفاده از داروی بی‌هوشی کشته و از پروستات آن‌ها نمونه‌های بافتی تهیه شد. پس از تهیه لام‌های میکروسکوپی، ارتفاع پرز، ضخامت پرز و ضخامت لایه عضلانی در گروه‌های مورد مطالعه تعیین و داده‌ها با آزمون‌های آماری واریانس یک طرفه و تبعی توکی تحلیل شدند.

یافته‌ها: ارتفاع پرز پروستات در گروه ۳ وات در مقایسه با گروه شاهد و گروه ۶ وات با کاهش معنی‌داری همراه بود، در حالی که در گروه ۶ وات در مقایسه با گروه شاهد افزایش معنی‌داری داشت. ضخامت پرز در هر دو گروه تجربی در مقایسه با گروه شاهد افزایش داشت، ولی این افزایش فقط در گروه تجربی ۶ وات نسبت به گروه شاهد معنی‌دار بود. تفاوت افزایش ضخامت پرز در بین گروه‌های تجربی معنی‌دار نبود. ضخامت لایه عضلانی در گروه‌های تجربی در مقایسه با گروه شاهد افزایش معنی‌داری را نشان داد.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌ها، به نظر می‌رسد امواج مایکروویو با بسامد ۹۵۰ مگاهرتز می‌تواند روی اندازه‌های مورفومتریک پروستات خرگوش اثرات منفی داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: تلفن همراه، امواج مایکروویو، پروستات

* مقدمه:

با بی‌تفاوتی گذشت؛ بلکه باید با آن‌ها به روش صحیح برخورد کرد تا بیش‌ترین سود و استفاده به دست آید. قابل ذکر است اگرچه اثرات مثبت فن‌آوری در کیفیت

در دنیای امروز نقش میدان‌های الکترو مغناطیس انکارناپذیر است و چنان با سرعت وارد زندگی بشر شده‌اند و راه نفوذ خود را ادامه می‌دهند که نمی‌توان از کنار آن‌ها

مغناطیس کار می‌کردند، با توجه به شدت و مدت زمان ماندگاری در معرض امواج تغییر کرده بود و بین گروه شاهد و مواجهه تفاوت معنی‌داری دیده شد.^(۱۴) اثرات امواج مایکروویو بر سیستم‌های زیستی به طور نسبتاً گسترده‌ای بررسی شده است؛ ولی به علت قطعی نبودن نتایج و مشخص نبودن مکانیسم اثر این میدان‌ها، مطالعه در این زمینه هنوز به طور فعال ادامه دارد. لذا مطالعه حاضر به منظور تعیین اثرات امواج مایکروویو با بسامد ۹۵۰ مگاهرتز بر روی تغییرات مورفومتریک پروستات خرگوش انجام شد.

* مواد و روش‌ها:

این مطالعه تجربی بر روی ۱۸ سر خرگوش نر سفید ۱۱ تا ۱۳ هفته‌ای نژاد خالص نیوزلندی با وزن تقریبی ۱۴۰۰ تا ۱۷۰۰ گرم، در دانشگاه علوم پزشکی قزوین در سال ۱۳۹۱ انجام شد. خرگوش‌ها به طور تصادفی در سه گروه ۶ تایی شاهد، ۳ و ۶ وات تقسیم و در شرایط فیزیکی استاندارد، به صورت ۱۰ ساعت روشنایی و ۱۴ ساعت تاریکی در دمای بین ۲۰ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد و تهویه مطلوب و مناسب نگهداری شدند. تغذیه روزانه حیوان‌ها شامل رژیم غذایی فشرده شده و آب آشامیدنی (در ظروف پلاستیکی) بود. جهت جلوگیری از هرگونه نشت پرتو، خرگوش‌های گروه‌های تجربی در شرایط کنترل شده‌ای در محفظه عایق شده مخصوص، داخل یک اتاقک شیشه‌ای نگهداری شدند که دیواره آن توسط یونولیت پوشیده شده بود تا از تابش امواج به بیرون جلوگیری شود. سپس حیوان‌ها روزانه دو ساعت به مدت دو هفته در معرض امواج شبیه‌سازی شده مایکروویو با بسامد ۹۵۰ مگاهرتز، با توان خروجی ۳ و ۶ وات (به منظور ایجاد توان میدان مغناطیسی به هنگام مکالمه) قرار گرفتند و در ادامه جهت تطابق پذیری یک هفته استراحت به آن‌ها داده شد. سپس خرگوش‌ها با استفاده از داروی بی‌هوشی کشته شدند.

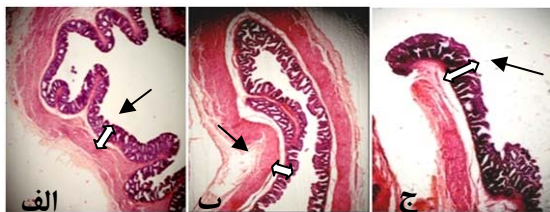
زندگی قابل انکار نیست، ولی در صورت عدم مدیریت صحیح، ممکن است اثرات مضر آن بر زندگی ما غیرقابل جبران باشد.^(۲۹)

با توجه به رشد فزاینده استفاده از سیستم‌های الکترو مغناطیس، مطالعه‌های زیادی در رابطه با اثر این امواج بر روی سیستم‌های بدن به ویژه سیستم باروری انجام شده است.^(۳۰) طیف الکترو مغناطیس محدوده بسامدی گسترده‌ای دارد شامل: بسامدهای بسیار پایین (نور مرئی)، رادیو بسامدها، مایکروویوها، تشعشع‌های مادون قرمز، تشعشع‌های فرابنفش، اشعه ایکس و اشعه گاما.^(۵) امواج مایکروویو طیفی از امواج الکترو مغناطیس در محدوده بسامد ۳۰۰ مگاهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز دارند و طول موج آن‌ها از ۱ میلی‌متر تا ۱ نانومتر متغیر است که امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه با بسامد متوسط حدود ۹۱۵ تا ۹۵۰ مگاهرتز است.^(۶)

با افزایش استفاده از تلفن‌های همراه (مولد امواج مایکروویو) و احتمال افزایش اثرات سوء ناشی از این امواج، محققین بسیاری به مطالعه اثرات این امواج بر روی بدن به خصوص سیستم باروری پرداخته‌اند.^(۱۰-۸) مطالعه‌های انجام شده در این زمینه، علی‌رغم دارا بودن نتایج متضاد، در بسیاری از موارد اثر تخریبی امواج مایکروویو بر سیستم‌های مختلف بدن را تأیید می‌کنند. البته اعتبار این مطالعه‌ها، به علت فقدان گروه شاهد (افرادی که هرگز از تلفن همراه استفاده نکرده‌اند) پایین است؛ چون به سختی می‌شود افرادی را پیدا کرد که هرگز در معرض تشعشع تلفن همراه قرار نگرفته باشند. مطالعه این تابش‌ها بر روی انسان، به علت مسایل اخلاقی و قانونی امکان‌پذیر نیست، اما مطالعه‌های بسیاری بر روی حیوان‌ها و نمونه‌های انسانی در محیط آزمایشگاه انجام و نتایج به دست آمده قابل قبول است. نتایج این آزمایش‌ها تأثیر تابش امواج تلفن همراه بر روی حرکت، شکل و قابلیت حیات اسپرم‌ها و کاهش توانایی باروری در مردان را نشان داده است.^(۱۱-۱۳) در یک مطالعه، کیفیت مایع منی و اسپرم مردانی که بر روی رادارهای امواج الکترو

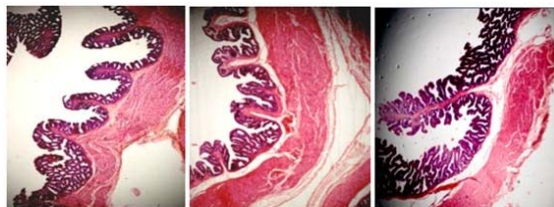
*** یافته‌ها:**

ارتفاع پرز پروستات در گروه ۳ وات (ب) در مقایسه با گروه شاهد (الف) و گروه ۶ وات (ج) با کاهش معنی‌داری همراه بود. درحالی که ارتفاع پرز در گروه ۶ وات در مقایسه با گروه شاهد افزایش معنی‌داری داشت ($P < 0.001$) (شکل شماره ۱).



شکل ۱- تصاویر میکروسکوپی ارتفاع پرز پروستات خرگوش در گروه‌های مورد مطالعه (رنگ آمیزی H&E، بزرگ نمایی $40\times$)

ضخامت پرز در هر دو گروه تجربی در مقایسه با گروه شاهد با افزایش همراه بود، که این افزایش فقط در گروه ۶ وات نسبت به گروه شاهد معنی‌دار بود ($P < 0.03$) (شکل شماره ۲). افزایش ضخامت پرز در بین گروه‌های ۳ وات و ۶ وات معنی‌دار نبود.



شکل ۲- تصاویر میکروسکوپی ضخامت پرز پروستات خرگوش در گروه‌های مورد مطالعه (رنگ آمیزی H&E، بزرگ نمایی $40\times$)

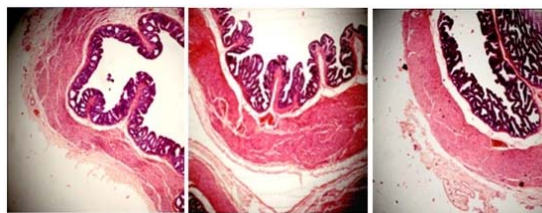
ضخامت لایه عضلانی افزایش معنی‌داری را در گروه‌های تجربی در مقایسه با گروه شاهد نشان داد ($P < 0.001$) (شکل شماره ۳). البته ضخامت لایه عضلانی در گروه ۶ وات نسبت به گروه ۳ وات کاهش داشت که این کاهش معنی‌دار نبود (جدول شماره ۱).

دستگاه استفاده شده در این تحقیق، امواج الکترو مغناطیس با بسامدهای ۸۵۰ تا ۹۵۰ مگاهرتز و همچنین امواج مدوله شده ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوهرتز را شبیه‌سازی می‌کرد. پس از اتصال دستگاه به برق و با فشردن دکمه بسامد، مقدار بسامد ۹۵۰ مگاهرتز انتخاب و توان و موج مدوله شده با دکمه مورد نظر تنظیم شد. در این مطالعه توان ۳ و ۶ وات به علت نزدیک بودن با توان خروجی گوشی‌های موبایل انتخاب شد. امواج توسط آنتنی که در مرکز دستگاه قرار گرفته بود به طور یکنواخت و شعاعی به اطراف تابیده شد. پس از تابش امواج مایکروویو، خرگوش‌ها با تزریق ۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کتامین و ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم زایلازین کشته و پروستات آن‌ها خارج شد. بافت‌های به دست آمده جهت تثبیت، به مدت ۴۸ ساعت در محلول فرمالین ۱۰ درصد قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دستگاه پاساژ بافتی (Shandon-citadel 1000, UK) قرار گرفتند. بعد نمونه‌ها با استفاده از پارافین قالب‌گیری شدند و برش‌های ۵ میکرونی سریالی توسط دستگاه میکروتوم دوار (Shandon, UK) تهیه و با هماتوکسین-ئوزین رنگ‌آمیزی شد. سه میدان دید از هر لام به طور تصادفی در زیر میکروسکوپ (Olympus, AH2, Japan) انتخاب و توسط دوربین دیجیتال (Japan ۴۵۰۰ Coolpix) عکس‌برداری شد. با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری Image Tool، ارتفاع پرز پروستات (فاصله بین رأس پرز تا عضله مخاطی)، ضخامت پرز در پروستات (حد فاصل رأس سلول‌های پرز در دو طرف) و ضخامت لایه عضلانی در پروستات (ارتفاع لایه عضلانی) تعیین شدند. متغیرهای مورد مطالعه در هر یک از ۲۴ لام میکروسکوپی موجود در هر گروه اندازه‌گیری و اعداد به صورت میانگین ± 2 خطای معیار ارایه شد.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۶ و آزمون‌های آماری واریانس یک طرفه و تبعی توکی و در نظر گرفتن سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ تحلیل شدند.

اطلاعات زیادی مبنی بر تأیید یا تکذیب اثر منفی امواج مایکروویو بر عضلات در دسترس نیست. تنها در مطالعه آکارگو و همکاران در سال ۲۰۰۹، اثر گرمای ناشی از امواج مایکروویو ساطع شده از تلفن همراه، بر روی بافت‌های عضلانی اطراف عصب صورتی (facial) بررسی شد و نتیجه افزایش دما در عضلات را نشان داد.^(۱۸)

بسیاری از مطالعه‌ها اثر تخریبی امواج مایکروویو بر ارگان‌های مختلف را تأیید می‌کنند. به طور مثال مطالعه شفیق و همکاران نشان داد در افرادی که به نوعی در معرض میدان‌های الکترو مغناطیسی قرار گرفتند، تعداد اسپرم و تحرک آن‌ها کاهش یافت و نمونه‌های بی‌پوسی بیضه نیز نشان‌دهنده تغییرات دژنراتیو بود.^(۱۲) داوودی و همکاران نیز با مطالعه بر روی ۱۳ مرد با مایع منی طبیعی گزارش کردند که استفاده از تلفن همراه، ۵ روز مداوم و هر روز ۶ ساعت، سبب کاهش سرعت پیشرونده حرکت اسپرماتوزوآ می‌شود.^(۱۹) مطالعه فجس و همکاران بر روی ۳۷۱ مرد نابارور نشان داد که مدت زمان داشتن تلفن همراه و مقدار زمان استفاده از آن در طول روز، رابطه‌ای عکس با سرعت پیشرونده حرکت اسپرماتوزوآ دارد.^(۲۰) مطالعه دینگ ایکس پی و همکاران نشان داد کیفیت مایع منی و آسیب بالینی اسپرم در افرادی که بر روی رادارهای امواج الکترو مغناطیس کار می‌کردند، با توجه به شدت و مدت زمان ماندگاری در معرض امواج تغییر کرده بود و بین گروه شاهد و مواجهه تفاوت معنی‌داری دیده شد.^(۱۴) در مطالعه لای و همکاران، موش‌ها طی مدت معین در معرض میدان‌های الکترو مغناطیس با بسامدهای متفاوت قرار گرفتند و نتایج حاکی از آن بود که ارتفاع اپی‌تلیوم اپی‌دیدیم و مجرای وازودفران نسبت به گروه شاهد، کاهش معنی‌داری یافت.^(۲۱) مطالعه مئوزا و همکاران کاهش اسپرماتوزوآ و توقف در بلوغ اسپرماتوزوآها در بیضه رت را در اثر تماس طولانی مدت با امواج موبایل نشان داد.^(۱۱) کساری و همکاران نیز دریافتند که تلفن همراه با بسامد ۹۰۰ مگاهرتز باعث افزایش مرگ سلولی در



شکل ۳- تصاویر میکروسکوپی ضخامت لایه عضلانی پروستات خرگوش در گروه‌های مورد مطالعه (رنگ‌آمیزی H&E، بزرگ نمایی ۴۰x)

جدول ۱- مقایسه میانگین ارتفاع پرز و ضخامت پرز و لایه عضلانی پروستات در گروه‌های مورد مطالعه

گروه	ارتفاع پرز	ضخامت پرز	ضخامت لایه عضلانی
شاهد	۸۷/۹۰±۴/۷ ^a	۱۵۷/۳۹±۹/۳ ^a	۱۴۲/۰۰±۶/۹۳ ^a
۳ وات	۷۷/۸۸±۴/۴۶ ^b	۱۶۲/۵۸±۶/۶۲	۱۹۱/۳۷±۱۲/۸ ^b
۶ وات	۱۰۸/۶۸±۶/۷۸ ^c	۱۷۵/۵۷±۱۲/۸ ^b	۱۸۳/۰۴±۱۳/۳۶ ^c
سطح معنی‌داری	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۳	P<۰/۰۰۱

متغیرهای با حروف ^a و ^b و ^c متفاوت در یک ستون به طور معنی‌داری با هم متفاوت هستند (P<۰/۰۰۵).

* بحث و نتیجه‌گیری:

مطالعه حاضر نشان داد که امواج مایکروویو با بسامد ۹۵۰ مگاهرتز و خروجی ۳ وات باعث کاهش ارتفاع پرز پروستات و با خروجی ۶ وات باعث افزایش آن شد. ضخامت پرز و لایه عضلانی در هر دو گروه دریافت‌کننده امواج مایکروویو در مقایسه با گروه شاهد با افزایش همراه بود. بسیاری از مطالعه‌های انجام شده بر روی سیستم باروری مذکر، اثرات تخریبی امواج مایکروویو را تأیید می‌کنند.^(۱۶ و ۱۵) البته این مطالعه‌ها بیش‌تر بر روی بیضه، اپی‌دیدیم، اختلال در روند بلوغ و تکامل سلول‌های جنسی نر، تغییرات مورفومتریک و آپوپتوزی اسپرم بوده‌اند و تاکنون به مواردی که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته‌اند، پرداخته نشده است. مطالعه‌های اخیر نشان داده‌اند که امواج ساطع شده از تلفن‌های همراه بر روی قدرت باروری مردان تأثیر می‌گذارد و سبب کاهش آن می‌شود.^(۱۷) با توجه به این که مطالعه خاصی در رابطه با اثر امواج مایکروویو بر روی عضلات انجام نشده است،

4. Rajaei F, Borhani N, Sabbagh-Ziarani F, Mashayekhi F. Effects of extremely low-frequency electromagnetic field on fertility and heights of epithelial cells in pre-implantation stage endometrium and fallopian tube in mice. *Zhong Xi Yi Jie He Xue Bao* 2010 Jan; 8 (1): 56-60
5. Kesari KK, Kumar S, Behari J. Mobile phone usage and male infertility in Wistar rats. *Indian J Exp Biol* 2010 Oct; 48 (10): 987-92
6. Banik S, Bandyopadhyay S, Ganguly S. Bioeffects of microwave--a brief review. *Bioresour Technol* 2003 Apr; 87 (2): 155-9
7. Hyland GJ. Physics and biology of mobile telephony. *Lancet* 2000 Nov 25; 356 (9244): 1833-6
8. Al-akhras M, Elbetieha A, Hasan MK, et al. Effects of extremely low frequency magnetic field on fertility of adult male and female rates. *Bioelectromagnetics* 2001 Jul; 22 (5): 340-4
9. Moor HD. Contribution of epididymal factors to sperm maturation and storage. *Andrologia* 1998 Aug-Sep; 30(4-5): 233-9
10. Loscher W, Liburdy RP. Animal and cellular studies on carcinogen effects of low frequency (50/60 Hz) magnetic fields. *Mutat Res* 1998 Apr; 410 (2): 185-220
11. Meo SA, Arif M, Rashied S, et al. Hypospermatogenesis and spermatozoa maturation arrest in rats induced by mobile phone radiation. *J Coll Physicians Surg Pak* 2011 May; 21 (5): 262-5
12. Shafik A. Effect of electromagnetic field exposure on spermatogenesis and sexual activity. *Asian J Androl* 2005 Mar; 7 (1): 106
13. Kesari KK. Effects of microwave at 2.45 GHz radiations on reproductive system of male rats. *Toxicol Environ Chem* 2010; 92:

بیضه رت می‌شود.^(۵)

با توجه به نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر، تغییرات مورفومتریک در ساختار پروستات را می‌توان به اثر مخرب امواج مایکروویو ناشی از خاصیت تشعشعی امواج الکترو مغناطیس و افزایش درجه حرارت بدن در بافت تحت تابش و ایجاد رادیکال‌های آزاد نسبت داد^(۲۳-۲۴) که همه این موارد را می‌توان به عنوان عوامل آسیب‌رسان برای بافت‌های بدن به خصوص سیستم باروری در نظر گرفت.^(۲۵) این مطالعه نشان داد امواج مایکروویو با بسامد ۹۵۰ مگاهرتز (تلفن همراه) می‌تواند باعث تغییرات مورفومتریک و آسیب سلول‌های بافت پروستات شود. با توجه به نتایج این مطالعه و به منظور کاهش اثرات سوء امواج الکترو مغناطیس بر روی سیستم باروری، توصیه می‌شود تا حد امکان از استفاده غیرضروری دستگاه‌های مولد این امواج اجتناب شود.

* سپاس‌گزاری:

از شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی قزوین برای تأمین هزینه‌های انجام این پایان‌نامه و همکاری آقای دکتر علیپور در تحلیل داده‌ها تقدیر می‌شود.

* مراجع:

1. Marjanović AM, Pavičić I, Trošić I. Biological indicators in response to radiofrequency/microwave exposure. *Arh Hig Rada Toksikol* 2012 Sep; 63 (3): 407-16
2. Bayazit V, Bayram B, Pala Z, Atan O. Evaluation of carcinogenic effects of electromagnetic fields (EMF). *Bosn J Basic Med Sci* 2010 Aug; 10 (3): 245-50
3. Woldanska-Okonska M, Karasek M, Czernicki J. The influence of chronic exposure to low frequency pulsating magnetic fields on concentrations of FSH, LH, prolactin, testosterone and estradiol in men with back pain. *Neuro Endocrinol Lett* 2004 Jun; 25 (3): 201-6

1135-47

14. Ding XP, Yan SW, Zhang N, et al. A cross-sectional study on nonionizing radiation to male fertility. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi* 2004 Jan; 25 (1): 40-3

15. Kumar S, Behari J, Sisodia R. Influence of electromagnetic fields on reproductive system of male rats. *Int J Radiat Biol* 2013 Mar; 89 (3): 147-54

16. Kumar S, Kesari KK, Behari J. Influence of microwave exposure on fertility of male rats. *Fertil Steril* 2011 Mar 15; 95 (4): 1500-2

17. Agarwal A, Singh A, Hamada A, Kesari K. Cell phones and male infertility: a review of recent innovations in technology and consequences. *Int Braz J Urol* 2011 Jul-Aug; 37 (4): 432-54

18. Acar GO, Yener HM, Savrun FK, et al. Thermal effects of mobile phones on facial nerves and surrounding soft tissue. *Laryngoscope* 2009 Mar; 119 (3): 559-62

19. Davoudi M, Brossner C, Kuber W. The influence of electromagnetic waves on sperm motility. *Urol Urogynacol*. 2002; 19: 18-32

20. Fejes I, Závaczki Z, Szöllosi J, et al. Is there a relationship between cell phone use and semen quality? *Arch Androl* 2005 Sep-Oct; 51 (5): 385-93

21. Lai H: Genetic effect of nonionizing electromagnetic fields, international workshop on biological effect of ionizing radiation, Electromagnetic fields and chemical toxic agent, insinaia, Romania 2001 (Oct): 2-6

22. Thalau HP, Raczek J, Marx B, et al. Temperature changes in chicken embryos exposed to a continuous-wave 1.25 GHz radiofrequency electromagnetic field. *Radiat Res* 2003 May; 159 (5): 685-92

23. Rollwitz J, Lupke M, Simkó M. Fifty-hertz magnetic fields induce free radical formation in mouse bone marrow-derived promonocytes and macrophages. *Biochim Biophys Acta* 2004 Nov 1; 1674 (3): 231-8

24. Till U, Timmel CR, Brocklehurst B, Hore PJ. The influence of very small magnetic fields on radical recombination reactions in the limit of slow recombination. *Chem Phys Lett* 1998; 298 (1-3): 7-14

25. Hall JE. Radiobiology for radiologist. Tranlated by: Mazdarani H. 1st ed. Tarbiat Modarres University 1990: 9-19