مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان/ دوره چهاردهم/ تابستان ۱۳۸۸/ ۳۶-۳۱

بررسی تأثیر امواج نشتی از اجاق میکروویو بر میزان تستوسترون سرم رات

دکتر حبیب اله ناظم۱، دکترغلامعلی جلودار۲، یدالله زارع۳

۱- دانشیار گروه بیوشیمی و بیولوژی، دانشگاه پیام نور شهرضا، اصفهان، ایران (مؤلف مسؤول) تلفن تماس: ۰۳۲۱-۲۲۴۲۹۳۴ habibnazem@yahoo.com

۲- دانشیار بخش فیزیولوژی دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۲- مربی درس فیزیولوژی گروهٔ مامایی- پرستاری دانشگاه آزاد اسلامی واحد استهبان، شیراز، ایران

چکیده

زمینه و هدف: از زمان کشف امواج پرفرکانس و به کارگیری آنها در صنایع مختلف همواره اثرات سوء آنها در سلول‌های زنده مورد توجه محققین بوده است. گسترش اختلالات تولید مثلی امکان مرتبط بودن استفاده از امواج میکروویو را با این اختلالات مطرح نموده است. بیضه‌ها یکی از بافتهای فعال بدن می‌باشند که می‌توانند تحت اثر این امواج قرار گیرند و از طرفی سن فرد در زمان مواجه شدن با این امواج می‌تواند بر میزان اثرات، نقش مهمی داشته باشد. لذا هدف این تحقیق بررسی تأثیر امواج نشتی از اجاق میکروویو بر میزان هورمون تستوسترون مترشحه از بیضه‌ها در موش صحرایی در دو مقطع سنی بالغ و نابالغ می‌باشد.

روش بررسی: در این تحقیق ۱۸ موش بالغ (سن حدود ۲ماه) و ۱۸ موش نابالغ (سن حدود یک ماه) مورد استفاده قرار گرفت. هر گروه سنی به دو گروه کنترل و آزمایش تقسیم شدند. گروه‌های آزمایش روزانه سه نوبت و هر بار سی دقیقه در مدت دو ماه در مجاورت دستگاه مایکروفر با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز قرار گرفتند. گروه‌های کنترل نیز در شرایط مساوی از نظر نور و دما در محیط آزمایشگاه نگهداشته شدند. در پایان دوره با خون‌گیری از قلب، سرم تهیه و با استفاده از روش RIA میزان تستوسترون سرم‌ها اندازه گرفته شد و داده‌های حاصل با استفاده از تست T از نظر آماری مقایسه گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد میزان تستوسترون سرم‌ها در گروه‌های نابالغ کمتر از گروه کنترل می‌باشد ولی این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. در حالی که گروه‌های بالغ میانگین تستوسترون درگروه آزمایش به طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل می‌باشد ($p< ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: امواج میکروویو نشتی از اجاق میکروفر سبب کاهش تولید تستوسترون در موشهای بالغ گردید، که این کاهش می‌تواند به دلیل اثر مستقیم بر سلول‌های لیدیگ بیضه یا اثر غیرمستقیم بر هیپوفیز و هیپوتالاموس باشد.

کلید واژه‌ها: میکروویو، تستوسترون، موش صحرایی، بیضه

وصول مقاله: ۸۸/۱/۳۰ اصلاحیه نهایی: ۸۸/۶/۲۵ پذیرش مقاله: ۸۸/۶/۳۰

مقدمه

امواج میکروویو بخشی از طیف وسیع امواج الکترومغناطیس می‌باشند که طول موج آنها بین ۱ میلی‌متر تا ۱ متر می‌باشد. این امواج الکترومغناطیس غیر یونیزه‌کننده به وسیله مولکول‌ها جذب شده و سبب ایجاد تغییراتی در انرژی مولکول می‌گردند (۱). شواهد موجود نشان می‌دهد که امواج مکروویو بسته به شدت فرکانس، نوع موج و مدت مواجه شدن، اثرات مختلف بیولوژیکی ایجاد می‌کنند (۲,۳). بسیاری از این اثرات عمدتاً به اثرات گرمایی میکروویو نسبت داده می‌شد (۴) ولی گزارشات جدید نشان دهنده اثرات غیرگرمایشی این امواج و ارتباط آن با تغییرات مختلف مولکولی می‌باشد. در مورد اثرات بیولوژیک میکروویو گزارشات

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-12]

متفاوت و متناقضی وجود دارد، این تناقضات عمدتاً به دلیل مکانیسم تعامل بین امواج میکروویو و سیستم بیولوژیک است. وقتی فرکانس امواج الکترومغناطیس از ۱۵ مگاهرتز بیشتر شود بدن انسان به طور معنی‌داری این امواج را جذب می‌کند و میزان جذب این امواج در نقاط مختلف بدن متفاوت است. برای امواج بین ۱۰۰-۷۰ مگاهرتز که با امواج تلویزیون و موج FM تداخل دارد بدن انسان مثل یک آنتن عمل می‌کند و قویاً امواج این طول موج را جذب می‌کند (۵). اثرات ترمیمی امواج میکروویو بر بدن انسان و حیوانات نیز گزارش شده است (۵). گزارش اوگلا و همکاران حاکی از اثرات منفی امواج الکترومغناطیس موبایل بر تحرک اسپرم‌ها در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد (۶). همچنین امواج میکروویو با فرکانس ۱۸۰۰ مگاهرتز در موش سوری موجب افزایش معنی‌دار تستوسترون سرم گردیده است، در حالی که ترشح سلول‌های لایدیگ بیضه این موشها در محیط کشت تغییر معنی‌داری نداشت (۷). میزان تستوستون تولیدی سلول‌های لایدیگ بیضه موشهای صحرایی که به مدت ۱۴ روز و هر روز به مدت ۲۳/۵ ساعت در معرض امواج الکترومغناطیس با فرکانس ۵۰ هرتز قرار گرفته بودند در محیط کشت در پاسخ به تحریک HCG به طور معنی‌داری افزایش یافت (۸). قراردادن نیمه خلفی موش سوری در برابر امواج میکروویو با فرکانس ۲/۴۵ گیگا هرتز سبب کاهش تعداد اسپرم، افزایش اشکال غیر طبیعی اسپرم‌ها و کاهش قدرت باروری در گروه تست نسبت به گروه کنترل گردید (۹). برخی از گزارشات بیانگر عدم نشت امواج میکروویو از درب بسته دستگاه میکروفر می‌باشد در این گزارشات محققین معتقدند امواج نشت یافته به بیرون در حدود یک mW/cm^2 می‌باشد و در حدی نیست که برای مصرف‌کننده خطرساز باشد (۱۰،۱۱). درحالی که برخی دیگر از گزارشات برخلاف این موارد می‌باشد به عنوان مثال ویلیام و همکاران میزان نشت امواج میکروویو از میکروفر با درب بسته را در فاصله ۵ سانتی‌متری بین ۱ تا ۳۰ (mW/cm^2) گزارش نمودند (۱۲). همچنین اینازول و همکاران میزان نشت این امواج را از میکروفر با درب بسته بر روی موش صحرایی باردار مضر و خطرناک دانسته‌اند (۱۳). با وجود این، تأثیر امواج نشتی از میکروویو با فرکانس ۲۴۵۰ (که از میکروفرهای خانگی تولید می‌شود) بر میزان تستوسترون سرم و یا تأثیر سن مواجه شدن با این امواج بر میزان تستوسترون مشخص نیست و بررسی این موضوع هدف این تحقیق می‌باشد.

روش بررسی

جهت انجام این تحقیق تعداد ۱۸ موش صحرایی نر بالغ (حدود ۲ ماه سن و وزن ۱۸۰-۱۶۰ گرم) از نژاد Sprague Dawley و ۱۸ موش صحرایی نابالغ حدود (یک ماه سن و ۱۸ گرم وزن) از مرکز حیوانات دانشکده پزشکی خریداری و هر دسته به دو گروه کنترل و آزمایش تقسیم شدند. کلیه موشها ابتدا به منظور عادت کردن به محیط به مدت یک هفته در شرایط نگهداری جدید قرار گرفته، آب و غذا به صورت آزاد در اختیار آنها بوده و میزان نور اتاق به صورت ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی تنظیم گردید. گروه‌های آزمایش به مدت ۲ ماه در قفس در فاصله ۳۰ سانتی‌متری (که تا فاصله ۵۰ سانتی متری اجازه حرکت داشتند) از دستگاه میکروفر ساخت شرکت LG مدل MS-543XD قرار گرفتند. این دستگاه امواج الکترومغناطیس با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز تولید می‌کند. میزان نشت امواج

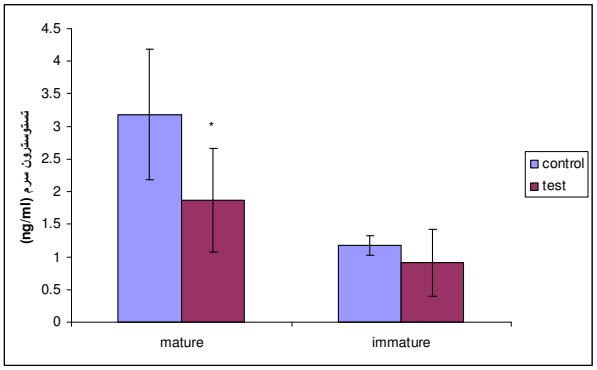
[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-12]

میکروویو از دستگاه در فواصل ۳۰ تا ۵۰ سانتیمتری که موش‌ها اجازه حرکت داشتند با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری نشت امواج RF اندازه گرفته شد. دستگاه سه نوبت هر نوبت به مدت نیم ساعت روشن گردیده به این ترتیب موش‌های آزمایشی کلاً یک ساعت و نیم در شبانه روز با امواج میکروویو مواجه بودند. به منظور ایجاد شرایط یکسان، موشهای گروه کنترل نیز همزمان از اتاق نگهداری خارج و در محیط آزمایشگاه با شرایط مساوی با گروه آزمایش قرار می‌گرفتند، در پایان ۶۰ روز موشها با اتر بیهوش و با خونگیری مستقیم از قلب، خون مورد نیاز تهیه و پس از سانتریفیوژ جداسازی سرم، سرم‌ها در لوله‌های مستقل در دمای -20^{c} تا زمان اندازه‌گیری هورمون تستوسترون از روش RIA و کیت Spectria با قابلیت اندازه‌گیری ۵۰-۰/۵ nmol/l استفاده گردید. میانگین میزان هورمون‌ها در گروه‌های آزمایش و کنترل با استفاده از تست T از نظر آماری با هم مقایسه گردید و مقادیر P کمتر از ۰/۰۵ از نظر آماری معنی‌دار در نظر گرفته شدند.

یافته‌ها

نتایج اندازه‌گیری میزان نشت امواج میکروویو در فواصل ۳۰ و ۴۰ سانتیمتری دستگاه، در ارتفاع صفر و ۵ سانتیمتری از سطح میز در سه نقطه مختلف در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. میانگین این مقادیر ۳۵/۵ و ۴۰/۵ در فاصله ۳۰ سانتیمتری و ۱۷/۵ و ۲۹/۱۶ (mW/cm^2) در فاصله ۴۰ سانتیمتری می‌باشد.

میانگین میزان تستوسترون در گروه‌های بالغ و نابالغ در نمودار ۱ نشان داده شده است. میانگین این هورمون در گروه کنترل بالغ ۰/۸۰±۳/۱۸ نانوگرم در میلی لیتر و در گروه آزمایش بالغ ۱±۱/۸۹ نانوگرم است و از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین این دو گروه مشاهده می‌شود (P<۰/۰۵). هر چند میزان این هورمون در گروه آزمایش نابالغ نسبت به گروه کنترل مربوطه کاهش نسبی را نشان می‌دهد (۰/۱۶±۰/۹۱ در مقابل ۰/۵۳±۱/۱۸) ولی این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نیست. میانگین میزان تستوسترون در گروه کنترل نابالغ در مقایسه با گروه کنترل بالغ پایین‌تر است و مقایسه آماری آنها نشان دهنده تفاوت معنی‌داری بین آنها می‌باشد (p<۰/۰۰۱). همچنین میانگین میزان تستوسترون در گروه آزمایش نابالغ نیز در مقایسه با گروه آزمایش بالغ کمتر است که تفاوت آنها معنی‌دار می‌باشد (p<۰/۰۵).



***تفاوت معنی‌دار با گروه کنترل (p<0.05) .**

نمودار ۱: مقایسه میانگین و انحراف معیار هورمون تستوسترون در گروه‌های بالغ و نابالغ

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-12]

جدول ۱: میزان نشت امواج میکروویو (mW/cm^2) در فاصله ۳۰ سانتیمتری دستگاه میکروفر در سه نقطه مختلف

ارتفاع	کنار سمت چپ دستگاه			وسط			کنار سمت راست دستگاه			میانگین
	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	کل
صفر	۱۹	۱۴	۱۶/۵	۶۰	۵۰	۵۵	۴۰	۳۰	۳۵	۳۵/۵
۵ سانتیمتر	۲۸	۲۰	۲۴	۷۰	۴۵	۵۷/۵	۵۰	۳۰	۴۰	۴۰/۵

جدول ۲: میزان نشت امواج میکروویو (mW/cm^2) در فاصله ۴۰ سانتیمتری دستگاه میکروفر در سه نقطه مختلف

ارتفاع	کنار سمت چپ دستگاه			وسط			کنار سمت راست دستگاه			میانگین
	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	کل
صفر	۱۰	۳	۶/۵	۴۵	۲۵	۳۵	۲۰	۱۲	۱۱	۱۷/۵
۵ سانتیمتر	۲۵	۱۵	۲۰	۳۵	۲۵	۳۰	۴۵	۳۰	۳۷/۵	۲۹/۱۶

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که میزان تستوسترون سرم تحت اثر امواج میکروویو نشت یافته از میکروفرهای خانگی در گروه نابالغ کاهش می‌یابد. نتایج این تحقیق گزارش سایر محققین (۱۲،۱۳) را در مورد مضر بودن امواج نشتی از میکروفرهای خانگی تایید می‌نماید کاهش این هورمون می‌تواند به دلیل اثر سوء این امواج بر هیپوفیز و هیپوتالاموس و تغییر ترشحات گنادوترپین‌ها و یا GnRH باشد. در دهه گذشته بیشتر اثرات منفی امواج میکروویو بر باروری افراد مذکر را به دلیل اثرات گرمایشی این امواج بر بیضه و افزایش درجه حرارت این ناحیه و بروز اختلال در اسپرماتوژنز می‌دانستند (۹،۱۴). گزارش بیچی و همکاران حاکی است که تأثیر تابش مزمن یا حاد امواج میکروویو بر تولید مثل موش سوری و صحرایی جزئی بوده و فعالیت بیضه‌ها را مختل نمی‌کند (۱۵). بر خلاف نتایج تحقیق حاضر فورگاکس و همکاران گزارش نمودند که امواج میکروویو با فرکانس ۱۸۰۰ مگا هرتز سبب افزایش میزان تستوسترون سرم موش سوری شده است. در حالی که تولید تستوسترون از سلول‌های لایدیگ همان موشها در محیط کشت آزمایشگاهی تغییر را نشان نمی‌دهد. این محققین نتیجه گرفتند که احتمالاً افزایش تستوسترون در اثر مواجه شده با امواج میکروویو به دلیل تحریک سیستم هیپوفیزی هیپوتالاموس می‌باشد (۷).

وجود گزارشات ضد و نقیض در این زمینه را می‌توان به روش‌های مورد آزمایش، فرکانس امواج و یا مدت زمان مواجه شدن با این امواج ارتباط داد (۵).

در گروه نابالغ آزمایش نیز میزان تستوسترون سرم در مقایسه با گروه کنترل کاهش یافت ولی این کاهش از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان نداد. علی‌رغم تلاش زیاد اطلاعات منتشر شده‌ای در زمینه اثر امواج در سنین قبل از بلوغ یافت نشد. لذا مقایسه نتایج امکان‌پذیر نمی‌باشد. با توجه به نتایج میانگین میزان تستوتسرون در گروه کنترل نابالغ در مقایسه با گروه کنترل بالغ به طور معنی‌داری پایین‌تر است ($p<۰/۰۰۱$). موش صحرایی دارای دو نوع سلول لایدیگ می‌باشد. سلولهای دوران جنینی و بلوغ، تعداد سلولهای لایدیگ مربوط به دوران بلوغ در موش صحرایی که مولد هورمون تستوسترون

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-12]

می‌باشد از زمان تولد تا ۹۰ روزگی به طور خطی افزایش می‌یابد (۱۶). همچنین اسپرماتوژنز و تغییرات هورمونی مربط با سن بلوغ نیز در موش صحرایی تقریباً از ۴۵ روزگی شروع می‌شود ولی این تغییرات تا سن ۷۵ روزگی به حد اپتیموم نمی‌رسد و عوامل مختلفی از جمله تغذیه و شریط نگهداری در زمان رسیدن به بلوغ مؤثر است (۱۷). بنابراین هر چند موشهایی که در گروه نابالغ دسته‌بندی شده بودند در پایان آزمایش (پس از دو ماه) بالغ شدند، ولی به نظر می‌رسد که علت اصلی کم بودن میزان تستوسترون در این گروه پایین بودن سن موشها باشد. علاوه بر آن در صورتی که علت اصلی کاهش میزان هورمون تستوسترون تأثیر مستقیم این امواج بر سلول‌های لایدیگ باشد احتمالاً به دلیل بهتر بودن قابلیت ترمیم بافتهای جوان صدمات وارده به بافت بیضه موش‌های نابالغ ترمیم یافته، در نتیجه میزان کاهش سطح سرمی هورمون تستوسترون نسبت به گروه بالغ کمتر بوده است.

نتیجه‌گیری

امواج میکروویو نشت یافته از اجاق میکروفر سبب کاهش تولید تستوسترون در موشهای بالغ گردید. این اثر می‌تواند به دلیل تأثیر مستقیم امواج بر سلول‌های لایدیگ بیضه‌ها و یا به دلیل اثر امواج بر هیپوفیز یا هیپوتالاموس می‌باشد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از زحمات سرکار خانم احمدی کارشناس محترم بخش فیزیولوژی و همکاری صنایع الکترونیک شیراز تقدیر و تشکر می‌گردد.

References

1. Verschaeve L, Maes A. Gentics, Carcinogenic and tetratogenic effects of radiofriquncyfeilds. Mutat Res 1998; 410: 141-165.
2. Rai S, Singh UP, Mishra GD, Singh SP, Samarketu SP. Efffect water s microwaves Power ensity memory on fungal spore germination. Electro Magnetobiol 1994; 13: 247-252.
3. Rai S, Singh UP, Mishra GD, Singh SP, Samarketu SP. Aditional evidence of stable EMF Induced changes in water revealed by fungal spore germination. Electro Magnetobiol 1994; 13: 253-259.
4. Gandhi OP (Ed). IEEE Engineeeing in Medicine and Biology. 1987: 6(1).
5. Banik S, Bandyopadhyay S, Ganguly S. Bioeffect of microwave-a brief review. Bioresource Technology 2003; 87: 155-59.
6. Erogula O, Oztas E, Yildirim I. Effect of Electromagnetic Radiation from a cellular phone on Human sperm Motility: An in vitro Study. Archives of Medical Research 2006; 37: 840-843.
7. forgacs Z, Kubinyi G, Sinay G , Bakos J, Hudak A, Surjan A, et al. Effect of 1800MHZ Like exposure on testicular steroidogenesis and histology hn mice. Repord Toxicol 2006; 22: 111-117.
8. forgacs Z, Somosy Z, Kubinyi G, Sinay H, Bakos J, Thuroczy G, et al. Effect of Whole-body 50Hz magnetic field exposure on mouse Leydig cells. Scientific World J 2004; 2: 83-90.
9. Kowalzcuk CI, Saunders RD, Stapletion HR. Sperm count and Sperm abnormality in mice after exposure to 2.45 GHZ microwave radiation, Mutation Res 1983; 122: 155-161.
10. Alhekail ZO. Electromagnetic radiation from microwave ovens. J Radio Port 2001; 21: 251-8.
11. Delaney A. Relibility of modern microwave ovens to safely heat intravenous fluids for resuscitation. Emerg Med (frementle) 2001: 13: 181-5.
12. William H, Oates J R, David D. Snellings J R, Wilson E F. Microwave oven survey result in Arkansas during, 1970. AJPH 1973; 63: 193-198.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-12]

13. Inaloz SS, Dasdag S, Veciz A, Bilic A. Acceptable radiation leakage of microwave ovens on preganent and newborn rat brains. Clin Exp Obsetel Gynecol 1997; 24: 215-219.
14. Saunders RD, Kowalczuk CI. Effect of 2.45 GHZ microwave radiation and heart on mouse spermatogenic epithelium Int Radiat Biol 1981; 40: 623-632.
15. Beechey CV, Brooker D, Kowalczuk D, Saunder C I, Searle A G. Cytogenetic effects of microwave irradiation on male germ cells of the mouse Int J Radiat Biol 1986; 50: 909-918.
16. Ariyaratne HB, Chamindrani Mendis-Handaqama S. Changes in the testis interstitum of Sprague dawley rats from birth to sexual matutity. Biol reprod 2000; 62: 680-690.
17. Suckow MA, Weisbroth SH, Franklin CL. Reproduction and breeding, the laboratory rat, Philadelphia, Elsevier Academic Press, 2006, 2 th ed: 148-150.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-12]