

آثار متقابل امواج تلفن همراه (۹۴۰ مگاهرتز) و صوت (۱۰۰ دسی‌بل، ۷۰۰ تا ۵۷۰۰ هرتز) بر سطح پلاسمایی هورمون‌های تیروئیدی در موش‌های صحرایی

دانشور
پزشکی

نویسندگان: سارا محمدی^۱، رحیم احمدی^{۲*}، بهروز خاکپور^۳

۱. کارشناس ارشد رشته فیزیولوژی گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، ایران
۲. استادیار و دکترای فیزیولوژی گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، ایران
۳. استادیار و دکترای فیزیولوژی گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران

E-mail: Rahahmadi2001@yahoo.com

* نویسنده مسئول: رحیم احمدی

چکیده

مقدمه و هدف: گسترش استفاده از تلفن همراه و افزایش آلودگی صوتی محیط اطراف ما، از مهم‌ترین عوامل خطر آفرین سلامتی انسان در عصر فناوری است. هدف این مطالعه، بررسی اثرهای مواجهه با استرس صوتی و امواج تلفن همراه بر سطح سرمی هورمون‌های T_3 و T_4 در موش‌های صحرایی نر بوده است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تجربی-آزمایشگاهی، موش‌های صحرایی نر نژاد ویستار، به گروه‌های «کنترل، مواجهه با امواج تلفن همراه (۹۴۰ مگاهرتز) روزانه ۳، ۱ و ۶ ساعت، مواجهه با استرس صوتی (۱۰۰ دسی‌بل، ۷۰۰ تا ۵۷۰۰ هرتز) روزانه ۳، ۱ و ۶ ساعت و مواجهه توأم با امواج تلفن همراه (۹۴۰ مگاهرتز) و استرس صوتی (۱۰۰ دسی‌بل، ۷۰۰ تا ۵۷۰۰ هرتز) روزانه ۳، ۱ و ۶ ساعت» تقسیم‌بندی شدند. پس از هشت هفته، نمونه خون از روش خون‌گیری از قلب، تهیه و پس از تهیه سرم، میزان هورمون‌های T_3 و T_4 با روش ELFA اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS۱۹ تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج: نتایج نشان‌دادند که سطح سرمی T_3 در همه گروه‌های تجربی، نسبت به گروه کنترل، کاهش معنادار داشته است ($P < 0/001$). سطح سرمی T_4 در موش‌های در مواجهه با امواج تلفن همراه روزانه به مدت ۳ و ۶ ساعت و در موش‌های در مواجهه با استرس صوتی روزانه به مدت ۳، ۱ و ۶ ساعت و موش‌های در مواجهه توأم روزانه به مدت ۱ و ۶ ساعت، کاهش معنادار یافت ($P < 0/05$); در حالی که این تغییرها برای سطح سرمی T_4 در گروه‌های مواجهه با امواج تلفن همراه روزانه به مدت ۱ ساعت و مواجهه توأم روزانه به مدت ۳ ساعت، نسبت به گروه کنترل مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان می‌دهند، این دو عامل فیزیکی می‌توانند آثار یکدیگر را بر میزان مهار ترشح هورمون‌های تیروئیدی تقویت‌کنند و از طرفی، این امر به مدت زمان مواجهه، وابسته است.

واژگان کلیدی: تلفن همراه، استرس صوتی، T_3 ، T_4 ، موش صحرایی.

دوماهنامه علمی-پژوهشی
دانشگاه شاهد
سال بیست و دوم-شماره ۱۱۸
شهریور ۱۳۹۴

دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۳۱
آخرین اصلاح‌ها: ۱۳۹۴/۰۵/۲۵
پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۰۲

مقدمه

استفاده روزافزون از دستگاه‌های مولد ماکروویو، نظیر تلفن‌های همراه در زندگی روزمره و همچنین، افزایش آلودگی صوتی در محیط اطراف ما، سبب بروز نگرانی‌هایی بسیار در خصوص آثار امواج و صوت بر سلامت انسان شده‌است. سیستم تلفن همراه، دارای فرکانس ۹۰۰ تا ۱۸۰۰ مگاهرتز با پالس ۲۱۷ هرتز است؛ این باند فرکانس در بیشتر کشورهای آسیایی و اروپایی استفاده می‌شود (۱)؛ در ایران نیز، همین فرکانس به‌کار می‌رود (۲). از طرفی، آلودگی صوتی یا سروصدا، امواجی ناخواسته است که تحت شرایط زمانی و مکانی خاص بر فعالیت‌های ارگانیسم‌های زنده اثر گذاشته، ممکن است با ایجاد عوارض متعدد جسمی و روحی، آرامش موجودات زنده را سلب کند (۳).

غده تیروئید که بلافاصله در زیر حنجره، در دو طرف و جلوی نای، واقع شده، یکی از بزرگ‌ترین غدد درون‌ریز بوده، به‌طور طبیعی در افراد بالغ ۱۵ تا ۲۰ گرم، وزن دارد. تیروئید دو هورمون بسیار مهم، یعنی «تیروکسین و تری‌یدوتیروئین» را که به‌ترتیب، T_4 و T_3 نامیده می‌شوند، ترشح می‌کند؛ هردوی این هورمون‌ها، آثاری عمیق، بر میزان متابولیسم بدن دارند.

مطالعات نشان داده‌اند که امواج الکترومغناطیس می‌توانند بر فیزیولوژی بسیاری از اندام‌های داخلی بدن از جمله کبد (۴) و غدد درون‌ریز از جمله هیپوفیز و هیپوتالاموس، اثرگذار باشند (۵). گزارش شده‌است که مواجهه با امواج شبیه‌سازی‌شده تلفن همراه می‌تواند باعث تغییر در سیستم اندوکراین موش‌های دریافت‌کننده این امواج شود (۶)؛ گرچه و درمقابل، برخی تحقیق‌ها، بیانگر این نتیجه هستند که مواجهه با میادین الکترومغناطیس، سبب ایجاد تغییری معنادار در متوسط غلظت هورمون‌های استروژن، پروژسترون، LH و FSH نمی‌شود؛ همچنین، سایر مطالعات از عدم وجود آثار قابل‌ملاحظه امواج تلفن همراه بر فیزیولوژی بدن حکایت دارند؛ در این زمینه، برخی پژوهش‌ها نشانگر

آن‌اند که امواج تلفن همراه بر «غده پینه‌آل، هیپوفیز و ترشح هورمون پرولاکتین» تأثیری ندارند (۷).

از سویی، پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که صدا (استرس صدا یا آلودگی صوتی)، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین استرس‌های محیطی، می‌تواند آثاری مشابه با سایر استرس‌ها از خود نشان دهد (۸)؛ این آثار می‌توانند شامل «اختلال در سیستم اعصاب مرکزی (۹)، سیستم قلبی-عروقی، شنوایی و اندوکراین (۱۰)» باشند. در مطالعاتی متعدد دیده شده‌است که آلودگی صوتی می‌تواند سطوح سرمی هورمون‌ها را از جمله انسولین (۱۱، ۱۲)، اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین، دوپامین، سروتونین (۱۳)، تستوسترون، LH و FSH (۳) تغییر دهد؛ درمقابل، نتایج مطالعات دیگر از آن حکایت دارند که استرس صوتی، روی فشار خون، تأثیری معنادار ندارد (۱۴)؛ مطالعه‌ای دیگر، نشانگر افزایش سطح اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین، دوپامین و سروتونین مغز در پاسخ به استرس صوتی است (۱۳)؛ از سویی، محققان در پژوهش‌های دیگر به این نتیجه رسیدند که استرس صوتی می‌تواند سطح سرمی هورمون‌های کورتیکوسترون و پرولاکتین را افزایش داده، FSH و GH را کاهش دهد (۱۵).

از آنجاکه امروزه، کاربرد وسیع تلفن‌های همراه و افزایش آلودگی‌های صوتی به‌عنوان یک عامل استرس‌زای محیطی در جوامع مختلف، نگرانی‌هایی را در خصوص آثار آنها روی سلامت انسان ایجاد کرده و نیز به دلیل محدودیت مطالعات انجام‌یافته در حیطه تحقیق حاضر و با توجه به آنکه تاکنون درباره آثار امواج تلفن همراه و استرس صوتی بر میزان هورمون‌های تیروئیدی، مطالعاتی اندک صورت گرفته و نتایج به‌دست‌آمده از بررسی اثر این عوامل بر سیستم‌های فیزیولوژیک، از جمله سیستم هورمونی، ضدونقیض بوده‌اند (۶، ۷، ۱۰، ۱۴)، نتایج حاصل از این مطالعه می‌توانند از دیدگاه تبیین آثار پاتوفیزیولوژیک ناشی از

القای امواج تلفن همراه و استرس صوتی: گروه کنترل در شرایط طبیعی محیطی قرار گرفت؛ حیوان‌های این گروه، هیچ‌گونه امواجی دریافت نکردند و درون قفس، همراه با آب و غذای کافی نگهداری شدند. برای ایجاد امواج الکترومغناطیس از تلفن همراه نوکیا ساخت کشور فنلاند استفاده شد. در گروه‌های تحت آزمایش، گوشی‌ها در حالت روشن و فعال، روی توری فلزی بالای قفس موش‌ها قرار داده شدند. قفس نگهداری موش‌ها درون جعبه‌ای آلومینیومی قرار می‌گرفت که تمام وجوه آن به‌جز یک وجه، بسته بودند، تا امواج ساطع شده خارج نشوند. طبق مطالعات پیشین، بیشترین تأثیر امواج الکترومغناطیس در دامنه فرکانسی ۸۵۰ تا ۱۹۰۰ مگاهرتز به‌ثبت رسیده است؛ به همین دلیل، از امواج با فرکانس ۹۴۰ مگاهرتز که به گوشی‌های تلفن همراه در ایران، مربوط است، استفاده شد (۱۶). برای ایجاد استرس صوتی، دستگاهی به‌کار رفت که فایل صوتی پخش شده با آن، سروصدا و هیاهوی ناشی از ترافیک در کلان شهرها بود؛ این فایل، طبق زمان‌های تعیین شده پخش می‌شد و گروه‌های تجربی مواجهه با استرس صوتی در معرض این صدا قرار می‌گرفتند. فایل صوتی مورد استفاده در این تحقیق، مجموعه‌ای با دامنه فرکانسی ۷۰۰ تا ۵۷۰۰ هرتز با شدت نسبی ۱۰۰ دسی‌بل بود که به‌طور تصادفی تکرار می‌شدند تا شرایط مواجهه، به شرایط واقعی سروصدای ترافیک، نزدیک باشد. صدا با ترکیب فرکانسی مورد نظر توسط نرم‌افزار سیگنال ساخته شد. فایل صوتی ساخته شده توسط رایانه در نرم‌افزار Coll edit اجرا شد؛ صدای اجرا شده در این نرم‌افزار با یک آمپلی‌فایر، تقویت و به بلندگوهای تعبیه شده در اتاق القای استرس صوتی ارسال می‌شد؛ مجموعه صوتی مورد استفاده، شامل «الگوهای ۵ دقیقه‌ای، همراه با سکوت‌های ۱ دقیقه‌ای میان آنها بود؛ این امر از هرگونه سازش حیوان با شرایط استرس‌زا جلوگیری می‌کرد (۱۷). در طول انجام آزمایش‌ها، گروه‌های مواجهه با صوتی جداگانه، در اتاقی نگهداری می‌شدند و گروه‌های دیگر، به‌هیچ‌وجه در

امواج تلفن همراه و استرس صوتی بر سیستم‌های هورمونی بدن، حائز اهمیت باشند؛ بر همین مبنا، هدف از این تحقیق، بررسی آثار امواج تلفن همراه و استرس صوتی (به‌صورت مستقل و توأم) بر سطح سرمی هورمون‌های T_3 و T_4 در موش‌های صحرایی نر است.

مواد و روش‌ها

حیوان‌ها: این مطالعه از نوع تجربی- آزمایشگاهی است. در آغاز مطالعه، ۷۰ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار با میانگین وزنی ۱۹۰ تا ۲۰۰ گرم از مؤسسه انستیتو پاستور ایران خریداری شدند؛ این موش‌ها در قفس‌هایی ویژه، به‌مدت یک هفته نگهداری شده، دمای محل اتاق آنها حدود $22 \pm 2^\circ\text{C}$ بود. برنامه نوری مورد استفاده ۱۲ ساعته با آغاز روشنایی صبحگاهی در ساعت ۸ بود. آب و غذا (خوراک آماده موش تهیه شرکت پارس)، به‌صورت نامحدود در دسترس حیوان‌ها قرار می‌گرفت. این مطالعه، مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق پزشکی درخصوص استفاده و مراقبت از حیوان‌های آزمایشگاهی انجام شده است. پس از یک هفته، حیوان‌ها به‌صورت تصادفی به گروه‌های ۷ تایی زیر تقسیم شدند و هر گروه، تحت آزمایش‌های خاص به این شرح قرار گرفتند:

گروه کنترل (گروهی که هیچ‌گونه بیماری دریافت نمی‌کند)؛ گروه‌های مواجهه با امواج تلفن همراه: سه گروه شامل «روزانه ۱، ۳ و ۶ ساعت مواجهه با امواج تلفن همراه»؛ گروه‌های مواجهه با سروصدای ترافیک: سه گروه شامل «روزانه ۱، ۳ و ۶ ساعت مواجهه با سروصدای ترافیک» و گروه‌های مواجهه توأم با امواج تلفن همراه و سروصدای ترافیک: سه گروه شامل «روزانه ۱، ۳ و ۶ ساعت مواجهه توأم با امواج تلفن همراه و سروصدای ترافیک».

مواد و ابزارها: رایانه، گوشی تلفن همراه نوکیا ساخت کشور فنلاند، ابزار تولید صوت، ورقه آلومینیومی و کیت تشخیصی هورمون‌های T_3 ، T_4 .

معرض صدای پخش شده قرار نمی گرفتند.

(Immuno Diagnostic System) استفاده شد (۱۸).

تهیه سرم: پس از گذشت هشت هفته از القای امواج تلفن همراه و سروصدای ترافیک، به منظور سنجش عوامل (فاکتورهای) مورد نظر، به خونگیری از طریق روش خونگیری از قلب باز اقدام شد. نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه، درون دستگاه سانتریفوژ با دور ۳۰۰۰ قرار داده شدند و سپس، سرم جدا شده برای سنجش عوامل مورد نظر استفاده شد.

بررسی آماری: نتایج حاصل، با استفاده از نرم افزار SPSS19 تجزیه و تحلیل شدند. به منظور بررسی آثار امواج تلفن همراه و استرس صوتی بر سطح سرمی هورمون‌های T_4 ، T_3 از تحلیل واریانس یک طرفه بین آزمودنی (One-Way ANOVA) استفاده شد. در صورت معنادار بودن تفاوت در میان گروه‌ها، بررسی میزان تفاوت میان گروه‌های مختلف، از طریق انجام آزمون تعقیبی توکی صورت گرفت.

سنجش‌های بیوشیمیایی: سطوح سرمی T_4 و T_3 بر اساس روش ELFA، مورد سنجش قرار گرفتند؛ این روش، شامل نوعی واکنش دومرحله‌ای آنزیمی با روش ساندویچ است که در پایان آزمایش، به جای یک محصول رنگی، یک فراورده با خاصیت فلورسانس ایجاد می‌شود؛ در این روش، دستگاه VIDAS (Vitek)

نتایج

جدول ۱، نشان‌دهنده نتایج حاصل از سنجش بیوشیمیایی هورمون‌های T_4 و T_3 در گروه‌های تجربی مورد مطالعه است.

جدول ۱. تجزیه و تحلیل داده‌های سطوح سرمی T_4 ، T_3 در گروه‌های تحت آزمایش

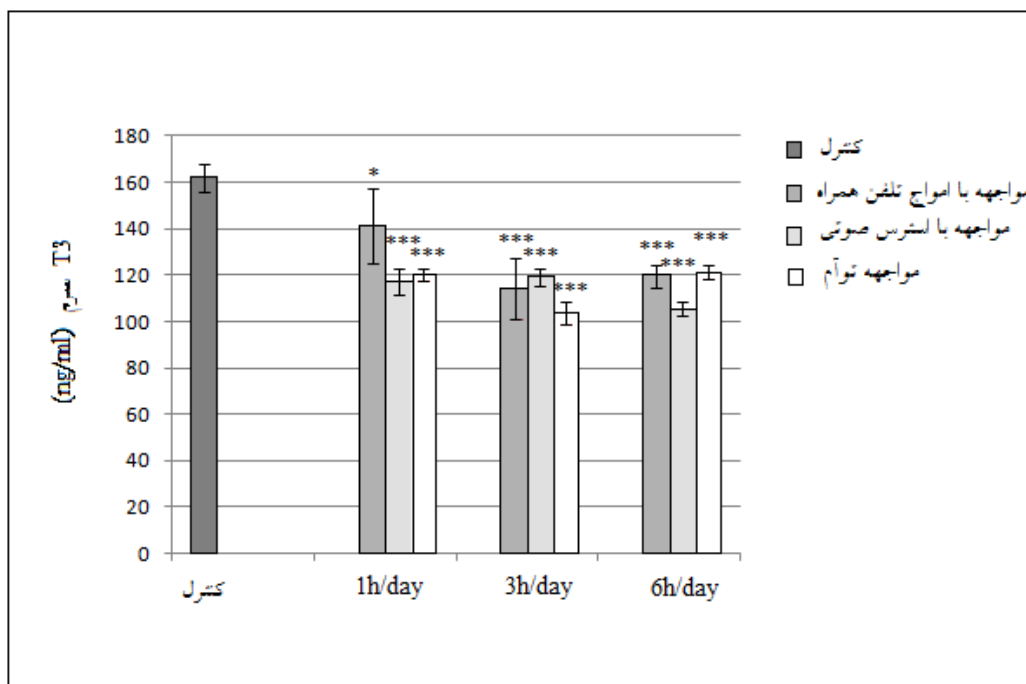
P	T_4 (ng/ml)	P	T_3 (ng/ml)	گروه‌ها
-	$11/17 \pm 1/71$	-	$16/14 \pm 5/95$	کنترل
N.S	$12/21 \pm 1/82$	$P < 0/05$	$141 \pm 16/26$	امواج (۱ ساعت)
$P < 0/05$	$8/03 \pm 0/86$	$P < 0/001$	$1/14 \pm 12/85$	امواج (۳ ساعت)
$P < 0/05$	$7/47 \pm 0/7$	$P < 0/001$	$11/43 \pm 5/21$	امواج (۶ ساعت)
$P < 0/05$	$7/80 \pm 1/22$	$P < 0/001$	$117 \pm 5/47$	استرس (۱ ساعت)
$P < 0/01$	$6/99 \pm 0/49$	$P < 0/001$	$119 \pm 3/61$	استرس (۳ ساعت)
$P < 0/01$	$7/13 \pm 0/61$	$P < 0/001$	$10/43 \pm 3/24$	استرس (۶ ساعت)
$P < 0/01$	$7/20 \pm 0/34$	$P < 0/001$	$12/29 \pm 2/72$	توأم (۱ ساعت)
N.S	$8/99 \pm 0/35$	$P < 0/001$	$10/71 \pm 4/76$	توأم (۳ ساعت)
$P < 0/001$	$3/93 \pm 0/28$	$P < 0/001$	$12/43 \pm 3/19$	توأم (۶ ساعت)

داده‌ها به صورت SEM \pm میانگین، حاصل از هفت نمونه در هر گروه هستند. NS: عدم وجود اختلاف معنادار؛ مقادیر P، نسبت به گروه کنترل، مقایسه و بیان شده‌اند.

کاهش یافته است؛ همچنین، امواج تلفن همراه نیز، موجب کاهش معنادار میزان سرمی T_3 در تمامی گروه‌های در مواجهه با این امواج، در مقایسه با گروه کنترل شده‌اند ($P < 0/001$)؛ آزمون توکی، تفاوتی معنادار را نیز در میان گروه‌های مواجهه توأم با امواج تلفن همراه و استرس صوتی (۱، ۳ و ۶ ساعت در روز) با گروه کنترل نشان داد ($P < 0/001$)؛ در تمامی این گروه‌ها، سطح

نتایج به دست آمده از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه بین آزمودنی، نشانگر وجود اختلاف معنادار میان گروه‌های آزمایشی هستند. آزمون آماری تعقیبی نشان داد که تفاوتی معنادار، میان گروه‌های مواجهه با استرس صوتی (۱، ۳ و ۶ ساعت در روز) با گروه کنترل وجود دارد (به ترتیب: $P < 0/05$ ، $P < 0/001$ و $P < 0/001$) و سطح سرمی T_3 در تمامی گروه‌ها به نسبت گروه کنترل

سرمی T_3 به نسبت گروه کنترل کاهش یافته است (نمودار ۱).

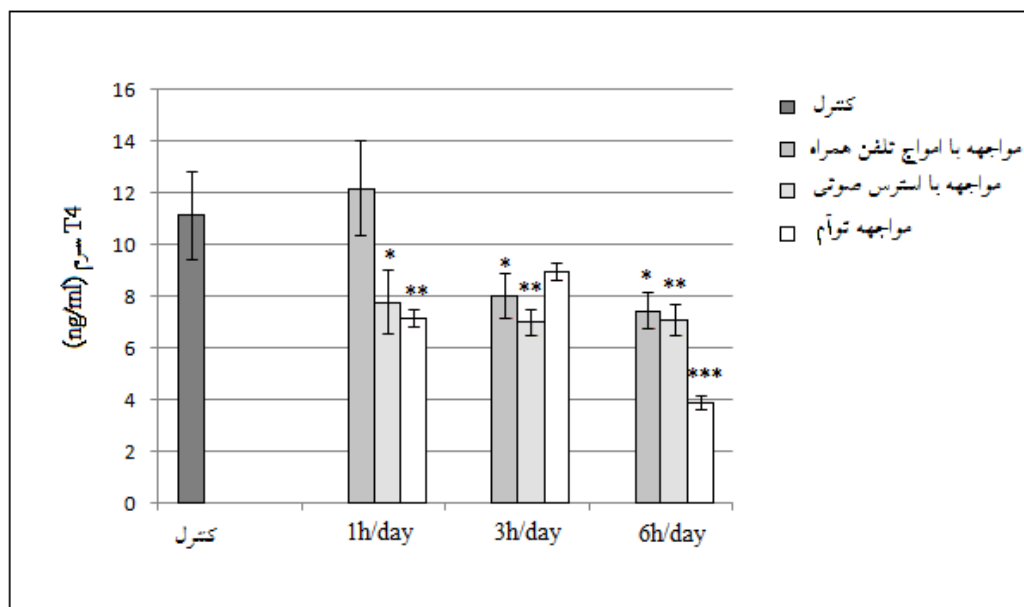


نمودار ۱. مقایسه سطح سرمی T_3 در تمامی گروه‌های تحت آزمایش (کنترل؛ مواجهه با امواج تلفن همراه ۱، ۳ و ۶ ساعت در روز؛ مواجهه با استرس صوتی ۱، ۳ و ۶ ساعت در روز و مواجهه توأم ۱، ۳ و ۶ ساعت در روز)

NS: عدم وجود اختلاف معنادار؛ * ($P < 0/05$) و *** ($P < 0/001$) نسبت به گروه کنترل

درمقابل، سطح سرمی T_4 در گروه توأم ۳ ساعت، نسبت به گروه کنترل، تفاوتی معنادار را نشان نمی‌دهد (نمودار ۲).

آنالیز آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه بین آزمودنی، تفاوتی معنادار را نیز در میان گروه‌های آزمونی از نظر مقادیر سرمی T_4 نشان داد. طبق نتایج به دست آمده از آزمون تعقیبی توکی، تمامی گروه‌های در مواجهه با استرس صوتی (۱، ۳ و ۶ ساعت)، به کاهشی معنادار در سطح سرمی T_4 در مقایسه با گروه کنترل، دچار شده‌اند (به ترتیب: $P < 0/05$ ، $P < 0/01$ و $P < 0/01$)؛ از طرفی، سطح سرمی T_4 در گروه امواج ۱ ساعت، نسبت به کنترل، اختلافی معنادار نداشته‌است؛ درمقابل، برای گروه‌های امواج ۳ و ۶ ساعت، در مقایسه با گروه کنترل، اختلافی معنادار مشاهده شد ($P < 0/05$) و میزان T_4 سرم در این دو گروه کاهش یافته‌است؛ در بررسی‌های دیگر، نتایج حاصل بیانگر آن‌اند که متوسط میزان هورمون T_4 در گروه‌های مواجهه توأم با استرس صوتی و امواج تلفن همراه ۱ و ۶ ساعت، نسبت به گروه کنترل، کاهشی معنادار داشته‌است (به ترتیب: $P < 0/01$ و $P < 0/01$)، اما،



نمودار ۲. مقایسه سطح سرمی T_4 در تمامی گروه‌های تحت آزمایش (کنترل؛ مواجهه با امواج تلفن همراه ۱، ۳ و ۶ ساعت در روز؛ مواجهه با استرس صوتی ۱، ۳ و ۶ ساعت در روز) و مواجهه توأم ۱، ۳ و ۶ ساعت در روز) NS: عدم وجود اختلاف معنادار. * ($P < 0.05$), ** ($P < 0.01$) و *** ($P < 0.001$) نسبت به گروه کنترل.

بحث

امواج با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز هم، با کاهشی چشمگیر در متوسط غلظت T_3 و T_4 همراه بوده است (۲۱)؛ به علاوه، کاهش در میزان هورمون‌های T_3 و T_4 پس از قراردادن موش‌های صحرایی در معرض امواج با فرکانس ۹۰۰ مگاهرتز هم گزارش شده (۲۰) که این نتایج، جملگی، بیانگر آثار منفی امواج الکترومغناطیس با فرکانس‌های مختلف بر غده تیروئید هستند.

اما در مقابل، مطالعه‌ای دیگر از آن، حاکی است که مواجهه با امواج ناشی از اجاق ماکروویو پس از دو ماه، می‌تواند باعث افزایش غلظت هورمون‌های T_3 و T_4 شود (۲۲) و در تحقیقی دیگر، قراردادن سگ‌ها در معرض امواج الکترومغناطیس با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز، به افزایش سطوح T_3 و T_4 در حیوان‌های تحت آزمایش منجر شده است (۲۳)؛ این گزارش‌ها با نتایج حاصل از تحقیق حاضر، متناقض بوده‌اند؛ از طرف دیگر، دیده شده که مواجهه با میادین الکترومغناطیس ضعیف (۱۲۹)

الف) اثر مواجهه با امواج تلفن همراه بر سطوح سرمی T_3 و T_4 : نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان دادند که متوسط میزان T_3 در تمامی گروه‌های امواج ۱، ۳ و ۶ ساعت، نسبت به گروه کنترل، کاهشی معنادار داشته است؛ همچنین، میانگین غلظت T_4 در تمامی گروه‌های تحت تأثیر با امواج، به جز گروه مواجهه ۱ ساعت در روز، به کاهشی معنادار در مقایسه با گروه کنترل، دچار شده. در راستای یافته‌های این پژوهش، مطالعات پیشین نیز نشان داده‌اند که مواجهه روزانه ۴ دقیقه با میدان‌های الکترومغناطیس ۱۸۰۰ مگاهرتز، پس از دوره جوجه‌کشی، باعث کاهش سطح هورمون‌های تیروئیدی می‌شود (۱۹)؛ مطالعه‌ای دیگر تأییدکننده این مورد است که امواج الکترومغناطیس ۹۰۰ مگاهرتز، عملکرد غده تیروئید را تغییر داده، به کاهش سطح سرمی T_3 و T_4 نسبت به گروه کنترل منجر می‌شود (۲۰)؛ در پژوهشی دیگر، قراردادن موش‌های صحرایی در معرض

گفته می‌شود، هر صدای بالاتر از ۸۰ دسی‌بل، ظرفیت استرس‌زایی و آسیب‌رسانی دارد (۲۵). آرماریو در سال ۱۹۸۴ گزارش داد که سروصدای مزمن با ایجاد اختلال در سیستم اندوکراین، روی هورمون‌های هیپوفیز قدامی، از جمله TSH اثر گذاشته، باعث کاهش ترشح T_3 و T_4 از غده تیروئید موش‌های صحرایی نر می‌شود (۲۶)؛ یافته‌هایی مشابه در مطالعه‌ای که اکبرنژاد و همکارانش در سال ۱۳۸۹ انجام دادند، به دست آمدند؛ در این مطالعه، استرس صوتی پیش از تولد، باعث اختلال در سیستم اندوکراین در بدو تولد نوزادان موش صحرایی شد (۲۷)؛ در تأیید نتایج بالا، مطالعه‌ای دیگر، آلودگی صوتی را موجب آسیب‌رسانی به سیستم اندوکراین و غده تیروئید دانسته است (۲۸).

به طور کلی، القای انواع استرس به هر شکل از جمله سروصدا، باعث به هم خوردن توازن مواد معدنی در بدن و عدم تعادل در عملکرد غده تیروئید می‌شود. استمرار استرس، موجب مصرف بیشتر و در نهایت، تخلیه ذخایر روی، منیزیم و برخی دیگر از ویتامین‌ها و مواد معدنی در بدن می‌شود؛ بسیاری از این مواد برای فعالیت صحیح غده تیروئید، مورد نیازند؛ در نتیجه، غده تیروئید، عملکرد طبیعی خود را از دست داده، ترشح هورمون‌های T_3 و T_4 مختل می‌شود؛ با توجه به مطالب بیان شده، دور از انتظار نیست که سایر انواع استرس هم، موجب آسیب‌رسانی به سیستم اندوکراین، به خصوص محور هیپوفیز- تیروئید شوند (۱۵).

پژوهش‌های صورت گرفته در خصوص آثار انواع استرس، بیان‌کننده نتایجی متناقض در این زمینه هستند. در گزارش‌های شیرپور و همکاران او آمده است که هیپوترمی، باعث کاهش فعالیت تیروئید می‌شود (۲۹)؛ در بررسی دیگر انواع استرس، استرس شنا در آب سرد، بر متوسط غلظت هورمون‌های تیروئیدی، تغییری معنادار ایجاد نکرده است (۳۰).

کاهش T_4 پس از مواجهه با انواع استرس، می‌تواند به دلیل نقص در محور هیپوتالاموس- هیپوفیز- تیروئید یا تضعیف ترشح TSH باشد. از احتمال‌هایی که

مگه‌رتز)، در سطوح هورمون‌های تیروئیدی، تغییری ایجاد نکرده است (۲۴).

بر اساس بررسی‌های انجام شده می‌توان گفت که مواجهه با میادین الکترومغناطیس، می‌تواند باعث ایجاد تغییرهای ساختاری و بافتی در غده تیروئید شود؛ از جمله این تغییرها می‌توان به کاهش حجم سلول‌های فولیکولی و چگالی مایع کلونیدی، افزایش مویرگ‌های خونی و همچنین، تغییر در لیزوزوم‌ها و بافت همبند در این غده اشاره کرد (۲۵). با توجه به نتایج به دست آمده از پژوهش‌های انجام شده و مطالعه حاضر، به احتمال، مواجهه با امواج تلفن همراه می‌تواند با اثر مهاری بر محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-تیروئید، به کاهش ترشح از TRH از هیپوتالاموس منجر شود و از این طریق، موجب کاهش ترشح TSH هیپوفیزی و متعاقب آن، کاهش ترشح T_3 و T_4 از غده تیروئید شود (۱۹)؛ از طرفی احتمال دارد که امواج تلفن همراه با تأثیر مستقیم بر غده تیروئید، باعث تغییر عملکرد طبیعی این غده و کاهش هورمون‌های مترشحه از آن شود (۲۳).

اما دلیل عدم وجود اختلاف معنادار گروه امواج ۱ ساعت با کنترل، می‌تواند مدت کم مواجهه با امواج، نسبت به دو گروه ۳ و ۶ ساعت باشد؛ با توجه به ذخایر بافتی هورمون‌های تیروئیدی، «نبود این اختلاف» به دلیل جبران توسط ذخایر کبدی در گروهی که مواجهه‌ای کمتر با امواج داشته، قابل توجیه است.

وجود گزارش‌های متفاوت در خصوص آثار امواج الکترومغناطیس بر غلظت هورمون‌های تیروئیدی نیز، می‌تواند به دلیل شرایط متفاوت آزمایش از نظر فرکانس مورد استفاده، فاصله از منبع تولید امواج الکترومغناطیس و مدت زمان قرارگرفتن در معرض این امواج باشد (۲۴).

ب) اثر مواجهه با استرس صوتی بر سطوح سرمی T_3 و T_4 : نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان می‌دهند که سطح سرمی T_3 و T_4 در تمامی گروه‌های مورد آزمایش، کاهش معنادار، نسبت به گروه کنترل داشته است؛ نتایج به دست آمده با برخی مطالعات پیشین، همسویی دارند.

آزمایش‌ها ناشی باشد.

محدودیت‌های بررسی: این مطالعه در حیطه آندوکرینولوژی از بررسی تغییرهای هورمونی در سطح سرمی انجام گرفته و نتایج، در این حیطه قابل بررسی‌اند و بنابراین، تفسیر سلولی- مولکولی نتایج برگرفته از این مطالعه، امکان‌پذیر نیست؛ همچنین به سبب محدودیت در دسترسی به کیت اندازه‌گیری TSH سرمی موش، تنها اندازه‌گیری سطح سرمی هورمون‌های T_3 ، T_4 در موش‌های صحرایی، مورد نظر قرار گرفت..

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان‌دادند که مواجهه با امواج الکترومغناطیس تلفن همراه و استرس صوتی، به احتمال، به دلیل اثر مهاری بر محور هیپوتالاموس-هیپوفیز- تیروئید، باعث کاهش در میزان TRH و TSH شده، به دنبال آن، سطوح سرمی T_3 و T_4 کاهش می‌یابند؛ از طرفی، این دو عامل فیزیکی می‌توانند آثار یکدیگر را بر میزان مهار ترشح هورمون‌های تیروئیدی تقویت کنند.

سپاس و قدردانی

این پژوهش، حاصل پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد رشته علوم جانوری، گرایش فیزیولوژی جانوری، دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان است؛ بدین‌وسیله از زحمات تمامی عزیزانی که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند، تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آید.

منابع

1. Sicard E, Delmas-Bendhia S. Introduction to GSM. 5th ed. Bedford MA, Techonline Publication 2001; 1-3.
2. Croft RJ, Chandler JS, Burgess AP, Barry RJ, Williams JD, Clarke AR. Acute mobile phone operation affects neural functions in human. *Clinical Neurophysiology Journal* 2002; 113(10): 1623-32.
3. Saki GH, Jalali MS, Sarkaki AR, Karami KH. Effect of supplementation of zinc on exposed to noise stress fertilization capacity of male rats exposed to noise stress. *Quarterly Journal of Ilam University of Medical Sciences* 2013; 21(1): 25-35.
4. Rajaei F, Mohammadian A. Effects of extremely low frequency electromagnetic field on mouse liver histology. *Qom*

درخصوص کاهش T_3 وجود دارد، می‌توان به کاهش فعالیت آنزیم دیدیناز نوع ۱ اشاره کرد؛ این آنزیم که به‌وسیله هورمون TSH، فعال می‌شود، باعث تبدیل بافتی T_4 به T_3 می‌شود؛ احتمال دیگر می‌تواند عدم ترشح T_3 از منابع ذخیره بافتی خود باشد. اثر مهاری استرس بر هیپوفیز قدامی را می‌توان به‌عنوان دلیلی دیگر برای کاهش T_3 بیان کرد. با مهار هیپوفیز قدامی، ترشح TSH کاهش یافته، متعاقب آن، فعال‌سازی آنزیم دیدیناز نوع ۱، به اختلال، دچار می‌شود؛ به همین دلیل انتظار می‌رود، تبدیل بافتی T_4 به T_3 کاهش یابد (۲۹).

ج) اثر مواجهه توأم امواج تلفن همراه و استرس صوتی بر سطوح سرمی T_3 و T_4 : نتایج آزمایش‌ها در مطالعه حاضر نشان‌دادند که در تمامی گروه‌های مواجهه توأم با امواج تلفن همراه و استرس صوتی، متوسط میزان هورمون T_3 ، نسبت به گروه کنترل، کاهش معنی‌دار داشته‌است؛ زیرا از یک سو، امواج الکترومغناطیس با ایجاد اثر مهاری بر محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-تیروئید، سبب کاهش ترشح هورمون‌های تیروئیدی می‌شوند (۱۹) و از سوی دیگر، القای استرس صوتی هم می‌تواند با برهم‌زدن توازن مواد معدنی در بدن، موجب آسیب‌رسانی به سیستم آندوکراین، به‌خصوص محور هیپوفیز-تیروئید شود (۱۵).

سطوح سرمی T_4 در گروه‌های توأم ۱ و ۶ ساعت، در مقایسه با کنترل، به‌طور معنی‌داری کاهش داشته‌است؛ اما در گروه توأم ۳ ساعت، متوسط T_4 ، نسبت به کنترل، اختلافی معنی‌دار پیدا نکرده‌است؛ این نتیجه غیرمنتظره، می‌تواند از خطاهای غیرقابل اجتناب در جریان انجام

- University of Medical Sciences Journal 2013; 6(4): 8-13.
5. Jelodar GHA, Zarea Y. Effect of radiation leakage of microwave oven on rats serum testosterone. *Journal of Shaeed Sdoughi University of Medical Sciences Yazd* 2009; 15(4): 64-68.
 6. Baharara J, Parivar K, Oryan SH, Ashraf AR. Effects of long-term exposure to mobile phone waves on gonads of female race simulation Balb/C. *Journal of Reproduction and Infertility* 2004; 217-226.
 7. David R, Louis N. Radiofrequency effect on blood cells, cardiac endocrine and immunological functions. *Bioelectromagnetics Journal* 2003; Suppl 6: 187-95.
 8. Seidman MD, Standring RT. Noise and quality of life. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2010; 7: 3730-3738.
 9. Manikandan S, Padma MK, Srikumar R, Jeya Parthasarathy N, Muthuvel A, Sheela Devi R. Effects of chronic noise stress on spatial memory of rats in relation to neuronal dendritic alteration and free radical-imbalance in hippocampus and medial prefrontal cortex. *Neuroscience Letters Journal* 2006; 399(1-2): 17-22.
 10. Babisch W. Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise. *Noise Health* 2003; 5(18): 1-11.
 11. Chandralekha GS, Jeganathan R, Charan JC. Noiseexposure effect on testicular histology morphology and on male steroidogenic hormone. *Malaysian Journal of Medical Sciences* 2007; 14(2): 28-35.
 12. Armario A, Castellanos JM, Balasch J. Chronic noise stress and insulin secretion in male rats. *Physiology and Behavior Journal* 1985; 34(3): 359-61.
 13. Ravindran R, Rathinasamy SD, Samson J, Senthilvelan M. Noise-stress-induced brain neurotransmitter changes and the effect of ocimum sanctum (Linn) treatment in albino rats. *Journal of Pharmacological Sciences* 2005; 98(4): 354-60.
 14. Zare M, Abedi, K, Rahiminejad, M, Halvani, Barkhordari, A, Valipour E. Influence of aircraft noise on hypertension in airport staff. *Journal of Babol University of Medical Sciences* 2009; 10 (6): 54-61.
 15. Armario A, Castellanos JM, Balasch J. Adaptation of anterior pituitary hormones to chronic noise stress in male rats. *Behavioral and Neural Biology* 1984; 41(1): 71-6.
 16. Peter A, Emilie V, Michael H. Work group report:base stations and wireless networks radiofrequency (RF) exposures and health consequences. *Environmental Health Perspectives* 2007; 115(3): 416-24.
 17. Sarkaki, AR, Heydari A, Shahraki M. Effects of noise stress during fetal life on pain threshold in rats. *Journal of Kerman University of Medical Sciences* 2000; (7): 53-9.
 18. Qaravi MJ, Ourmazdi H, Gharegoozlo B, Roezin Tan ES. A Comparative study of the sensitivity and specificity of IgM and IgG assay techniques in the diagnosis of toxoplasmosis. *Iranian Journal of Medical Sciences* 2007; 14(57): 143-149.
 19. Krzysztof P, Andrzej S, Zenon N. Plasma thyroid hormones and corticosterone levels in blood of chicken embryos and post hatch chickens exposed during incubation to 1800 MHz electromagnetic field. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 2014; 27(1): 114-22.
 20. Koyu A, Cesur G, Ozguner F, Akdogan M, Mollaoglu H, Ozen S. Effects of 900 MHz electromagnetic field on TSH and thyroid hormones in rats. *Toxicology Letters Journal* 2005; 157(3): 257-62.
 21. Lu ST, Lebda N, Pettit S, Michaelson SM. Delineating acute neuroendocrine responses in microwave-exposed rats. *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology* 1980; 48(6): 927-32.
 22. Jelodar GH, Beyzaee M. The effects of radiation leakage of microwave oven on body weight cortisol, thyroid hormones and lipid profile in immature mice. *Tehran University Medical Journal* 2010; 68(3): 141-146.
 23. Magin RL, Lu S, Michaelson SM. Stimulation of dog thyroid by local application of high intensity microwaves. *American Journal of Physiology* 1977; 233(5): 363-8.
 24. Lotz WG, Michaelson SM. Temperature and corticosterone relationships in microwave-exposed rats. *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology* 1980; 48(6): 927-32.
 25. Botkin, D. *Environmental Science, Earth as living planet*, translated by vahabzadeh A, Mashhad, Jahad University of Mashhad; 2003.
 26. Rajkovic V, Matavuli M, Gledic D, Lazetic B. Evaluation of rat thyroid gland morphophysiological status after three months exposure to 50 Hz elecromagnetic field. *Tissue and Cell journal* 2003; 35(3): 223-31.
 27. Akbarnejad Z, Haghiri H, Moghimi A, Sazegarnia A, Motejedded F, Fazel AR. Synchronous effects of light and noise

- prenatal stress on birth weight among rat neonates. *Iranina Journal of Obstetrics Gynecology and Infertility* 2010; 13(3): 31-35.
28. Alario P, Gamallo A, Beato MJ, Trancho G. Body weight gain, food intake and adrenal development in chronic noise stressed rats. *Physiology and Behavior Journal* 1987; 40(1): 29-32.
29. Shirpour A, Khameneh S, Zarghami N, Eskandari M. The effect of hypothermia on thyroid function in rats. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2002; 4(1): 35-40.
30. Kioukia-Fougia N, Antoniou K, Bekris S, Liapi C, Christofidis I, Papadopoulou-Daifoti Z. The effects of stress exposure on the hypothalamic-pituitary-adrenal axis, thymus, thyroid hormones and glucose levels. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry* 2002; 26(5): 823-30.

Combined effects of mobile phone radiation (940 MHz) and noise (100 db, 5700- 700 Hz) on plasma level of the thyroid hormones in rats

Sara Mohamadi¹, Rahim Ahmadi^{1*}, Behrooz Khakpour²

1. Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.
2. Department of Physiology, Faculty of Medicine, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.

*E-mail: Rahahmadi2001@yahoo.com

Abstract

Background and Objective: Widespread use of cell phones and increased noise pollution in surrounding environment are the most important risk factors of human health in the age of technology. The aim of this study was to investigate the effects of mobile phone radiation and noise stress on serum levels of T₃ and T₄ in male rats.

Materials and Methods: In this experimental study, the male Wistar rats were divided into control, exposed to cell phone radiation (940 MHz) for 1, 3 and 6 h/day, exposed to noise stress (100 db, 700-5700 Hz) for 1 h, 3 h and 6 h/day, exposed to cell phone radiation (940 MHz) and noise stress (100 db, 700-5700 Hz) for 1, 3 and 6 h/day groups. After 8 weeks, blood samples were obtained using cardiac puncture method and after serum preparation, levels of T₃ and T₄ were measured using ELFA method. The data were statistically analyzed using SPSS software version 19.

Results: The results indicated that serum level of T₃ significantly decreased in all experimental groups compared with control animals (p<0.001). Serum level of T₄ significantly decreased in rats exposed to cell phone radiation for 3 and 6 h/day and in rats exposed to noise stress for 1, 3 and 6 h/day and in rats exposed to cell phone radiation and noise stress simultaneously for 1 and 6 h/day (p<0.05). These changes were not observed for serum level of T₄ in groups exposed to cell phone radiation for 1 h/day and in group exposed to cell phone radiation and noise stress simultaneously for 3 h/day.

Conclusion: Results of this research showed that these two physical factors can synergistically potentiate their inhibitory effects on thyroid hormones secretion and their effect is proportionally related to exposure period.

Keywords: Cell phone, Noise stress, T₃, T₄, Rat