تأثیر امواج میکروویو تابشی از تلفن‌های همراه بر آزادشدن جیوه از ترمیم آمالگام‌های دندانی

دکتر سید محمدجواد مرتضوی[1]- الهام داعی[2]- محسن قاسمی[3]- دکترمهدی بلالی مود[4]

چکیده

زمینه و هدف: جیوه سمی‌ترین عنصر غیر رادیواکتیو می‌باشد که تاکنون شناخته شده است. در حدود ۵۰٪ آمالگام دندانی از جیوه تشکیل شده است. میدانهای الکترومغناطیسی می‌توانند موجب افزایش آزادشدن جیوه از دندانهای ترمیم شده با آمالگام گردند. مطالعه حاضر با هدف تعیین اثر امواج میکروویو تابشی از تلفن‌های همراه GSM بر روی میزان آزادشدن جیوه از ترمیم‌های آمالگام دندان انجام شد.

روش تحقیق: در این مطالعه کارآزمایی بالینی شاهددار، غلظت جیوه ادرار ۱۴ دانشجوی دختر ۱۹-۲۳ ساله قبل از ترمیم (سطح صفر) و روزهای ۱ تا ۴ پس از ترمیم سنجیده شد. تمام افراد مورد مطالعه از رژیم غذایی یکسانی برخوردار بودند. برای هر فرد، ترمیم دندانی روی ۲ دندان مولر در یک سمت (سمت قرارگیری تلفن همراه) صورت گرفت که شامل یک ترمیم کلاس ۱ و یک ترمیم کلاس ۲ در شرایط حجم و سطح یکسان پرکردگی بود. تمامی دانشجویان شرکت‌کننده در این مطالعه قبل از ورود به مطالعه، از تلفن همراه استفاده نکرده بودند و دندان پرشده با آمالگام هم نداشتند. گروه آزمون شامل ۷ دانشجوی دختر بود که طی روزهای ۱-۴ پس از ترمیم روزانه ۱۵ دقیقه از یک دستگاه تلفن همراه Nokia 3310 با SAR=0.96 W/kg در وضعیت Talk Mode استفاده کردند. هفت دانشجوی دختر هم که از هر لحاظ به جز قرارگرفتن در معرض امواج الکترومغناطیسی تلفن همراه، با گروه آزمون تفاوتی نداشتند، به عنوان شاهد انتخاب شدند. نمونه‌های ادرار یک ساعت پس از اتمام مرحله مواجهه واقعی (تابش امواج میکروویو از تلفن همراه در حال مکالمه) یا مواجهه کاذب (بدون تابش امواج میکروویو در حالتی مشابه قبل) جمع‌آوری شدند. میزان جیوه نمونه‌ها با روش جذب اتمی بخار سرد اندازه‌گیری شد. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و آزمونهای t مستقل و ANOVA در سطح معنی‌داری $\alpha=0/05$ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها: سطح جیوه آزادشده از ترمیم‌های آمالگام پس از قرارگیری در معرض امواج میکروویو تابشی از تلفن همراه افزایش پیدا کرد. سطح متوسط غلظت جیوه اندازه‌گیری شده در نمونه‌های ادرار در گروه آزمون از سطح صفر تا ۴ (روز قبل از ترمیم، روز اول، روز دوم، روز سوم و روز چهارم) به ترتیب ۲/۴۳±۰/۲۵، ۲/۷۱±۰/۲۷، ۳/۷۹±۰/۲۵، ۴/۸ ±۰/۲۷، و ۴/۵±۰/۳۲ میکروگرم در لیتر و در نمونه‌های ادرار گروه شاهد به ترتیب معادل ۲/۰۷±۰/۲۲، ۲/۳۴±۰/۳۰، ۲/۵۱±۰/۲۵، ۲/۶۶±۰/۲۴ و ۲/۷۶±۰/۳۲ میکروگرم در لیتر محاسبه گردید. تفاوت سطح جیوه در گروههای آزمون و شاهد در روزهای صفر و روز اول پس از ترمیم از نظر آماری معنی‌دار نبود؛ در حالی که این تفاوت در روزهای دوم ($P<0/01$)، سوم ($P<0/001$) و چهارم ($P<0/001$) پس از ترمیم معنی‌دار بود.

نتیجه‌گیری: ارتباط معنی‌داری بین استفاده از تلفن‌های همراه و آزادشدن جیوه آمالگام دندان در ادرار وجود دارد. این یافته‌ها گزارشهای اولیه‌ای را که نشان‌دهنده افزایش رهاشدن جیوه از آمالگام به واسطه جوشکاری در زیر آب بود، تائید می‌نمایند.

واژه‌های کلیدی: تلفن همراه؛ میدانهای الکترومغناطیسی؛ جیوه؛ آمالگام دندانی

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند (دوره ۱۵؛ شماره ۲؛ تابستان سال ۱۳۸۷)

دریافت: ۱۳۸۶/۵/۲۹ اصلاح نهایی: ۱۳۸۶/۱۱/۲ پذیرش: ۱۳۸۷/۲/۱۰

[1] دانشیار فیزیک پزشکی، گروه آموزشی رادیولوژی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

[2] دانشجوی دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان

[3] کارشناس آزمایشگاه سم‌شناسی، بیمارستان امام رضا (ع)، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

[4] نویسنده مسؤول؛ استاد گروه آموزشی داخلی و مرکز تحقیقات سم‌شناسی پزشکی، بیمارستان امام رضا (ع)، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

آدرس: مشهد- بیمارستان امام رضا (ع)- بخش مسمومین

تلفن: ۸۵۹۸۹۷۳-۰۵۱۱ نمابر: ۸۸۱۳۷۱۴-۰۵۱۱ پست الکترونیکی: mbalalimood@hotmail.com

مقدمه

تلفن‌های همراه، وسایل رادیویی با توان پایینی هستند که عمل ارسال و دریافت امواج رادیویی را در یک محدوده فرکانسی خاص از طریق آنتن که معمولاً در مجاورت سر استفاده‌کننده قرار می‌گیرد، بر عهده دارند (۱). مطابق برآوردهای انجام شده هم اکنون در حدود ۵۰۰ میلیون نفر در سراسر دنیا از تلفن‌های همراه استفاده می‌نمایند (۱). استفاده روزافزون از این وسیله به صورت بخشی از زندگی بشر موجب توجه گسترده پژوهشگران به آثار زیستی میدانهای الکترومغناطیسی (EMF)* ناشی از این تلفن‌ها شده است. با وجود آن که هنوز اثرات زیستی استفاده طولانی مدت از تلفن‌های همراه بخوبی مشخص نشده است, در حال حاضر صدها میلیون نفر در سراسر دنیا با در نظر گرفتن این که مزایای تلفن همراه از خطرات بیولوژیک احتمالی آن بیشتر است، از تلفن‌های همراه استفاده می‌نمایند. با وجود گزارشهایی در مورد افزایش فراوانی سمپتوم‌های اظهار شده توسط افراد† در استفاده‌کنندگان از تلفن همراه، مرتضوی و همکاران طی پژوهشی که گزارش آن در سال ۲۰۰۷ میلادی منتشر شده است، با انجام مطالعه بر روی ۵۱۸ دانشجو، هیچ‌گونه افزایشی در فراوانی سمپتوم‌های اظهار شده توسط دانشجویان استفاده‌کننده از تلفن همراه در مقایسه با سایر دانشجویان مشاهده نکردند (۲).

تلفن‌های همراه، میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس‌های زیاد تولید می‌کنند؛ این فرکانس‌ها از گستره وسیعی برخوردار است (۱۰۰–۲۰۰۰ MHz) اما تلفن‌های همراه با سیستم جهانی ارتباطات تلفن همراه (GSM)‡ معمولاً امواجی با فرکانس ۹۰۰ MHz تولید می‌کنند (۴،۳)؛ همچنین گزارش شده است که نزدیک‌بودن فاصله گوشی همراه با سر استفاده‌کنندگان، موجب جذب‌شدن بخشی از میدانهای الکترومغناطیسی در سر می‌شود (۵). تا چند سال پیش به نظر می‌رسید که بخش عمده‌ای از گزارشهایی که در مورد خطر سرطان‌زایی ناشی از تلفن‌های همراه وجود داشت، غیر قابل توجه باشند (۶). با این وجود تعداد کمی از پژوهشهایی که اخیراً انجام شده‌اند، توانسته‌اند ارتباطی بین استفاده از تلفن همراه و ملانومای Uveal پیدا کنند (۷). این نکته نیز نبایستی از توجه دور بماند که بسیاری از پژوهشگران بر این باورند که ثابت نشدن ارتباط بین استفاده از تلفن همراه و خطراتی همچون سرطان ممکن است به این دلیل باشد که هنوز مدت زمان زیادی از استفاده همگانی و فراگیر از آن نمی‌گذرد (۸).

میدانهای مغناطیسی متنوعی در محیط زندگی انسان وجود دارند. انسان همواره در یک میدان مغناطیسی ثابت (استاتیک§) با قدرت ۲۵ تا ۶۵ μT که از کره زمین منشأ می‌گیرد، قرار گرفته است. میدانهای الکترومغناطیسی استاتیک و متغیر با زمان دیگری** می‌تواند به میدانهای الکترومغناطیسی زمین اضافه گردند. امواج الکترومغناطیسی با فرکانس بسیار پایین (ELF)†† شامل فرکانس‌های ۳ تا ۳۰۰۰ هرتز است. امواج با فرکانس‌های بیش از ۳۰۰۰ هرتز، شامل امواج رادیویی، میکروویو، مادون قرمز، نور مرئی، امواج UV، اشعه ایکس و امواج گاما می‌شود. امواج میکروویو انرژی لازم برای گرم کردن بافتهای بدن را دارا هستند؛ در حالی که پرتوهای یونیزان (اشعه ایکس و گاما)، با شکستن باندهای شیمیایی و تشکیل یون‌ها قادر به آسیب به سیستم‌های بیولوژیک می‌باشند. امواج الکترومغناطیسی و ELF قادر به ایجاد جریانهای ضعیفی در بدن هستند که توانایی شکستن باندها و گرم کردن بافتها را ندارند (۹). میدانهای الکترومغناطیسی می‌توانند بر پرکردگیهای فلزی داخل دهان تأثیر گذاشته و باعث تسریع آزاد شدن جیوه از آمالگام گردند (۱۰)؛ همچنین اثرات سمّی جیوه آزاد شده از آمالگام دندانی نکته قابل توجهی برای پژوهشگران بوده است (۱۱). آمالگام

* Electromagnetic Field (EMF)
† Subjective Symptoms
‡ Global System for Mobile Communication

§ میدان مغناطیسی که در آن شدّت میدان مغناطیسی ثابت است (۹).
** میدانهای مغناطیسی که در آن شدّت میدان مغناطیسی با گذشت زمان تغییر می‌کند (۹).
†† Extremely Low Frequency

آلیاژی از نقره و قلع است که دربرگیرنده ۴۲-۴۵٪ جیوه است. جیوه یک عامل سیتوتوکسیک، نوروتوکسیک، ایمونوتوکسیک و نفروتوکسیک می‌باشد. بخار جیوه بسرعت در بدن منتقل می‌شود و به وسیلهٔ خون به سلول‌های تمام ارگان‌های بدن می‌رسد. بخار جیوه آمالگام، منبع مهم و قابل ملاحظه جذب جیوه در اشخاصی است که دارای پرکردگی آمالگام هستند. این میزان در برگیرنده ۵۰٪ تا ۹۰٪ کل اکسپوژرهای جیوه در انسان است. جیوه آزاد شده از آمالگام می‌تواند با پیوستن به گروههای سولفیدریل در فرایندهای آنزیمی بدن دخالت نماید؛ بر این اساس جیوه در تمامی فرآیندهای متابولیک اختلال ایجاد می‌نماید. جیوه در حضور سایر فلزات در محیط دهان دچار واکنش گالوانیک می‌گردد و این امر باعث خروج جیوه از آمالگام و ورود آن به داخل مخاط و بزاق می‌شود (۱۲). در سالهای اخیر پژوهشگران نشان داده‌اند که میزان جیوه موجود در ادرار با تعداد پرکردگیهای دندانی آمالگام متناسب می‌باشد و این غلظت با افزایش تعداد پرکردگیهای آمالگام افزایش می‌یابد (۱۳).

بر اساس مطالعات قبلی، میدانهای مغناطیسی ناشی از برخی سیستم‌های نمایش تصویر (VDU)* آزادشدن جیوه از آمالگام را افزایش داده‌اند (۱۴)؛ همچنین غواصانی که در زیر آب، جوشکاری و برش الکتریکی انجام می‌داده‌اند، نوعی مزه فلزی را در دهان خود احساس کرده‌اند. آزمایشهای بیشتری که در این ارتباط صورت گرفت، نشان داد که قرار گرفتن آمالگام در میدانهای مغناطیسی متناوب، موجب پیدایش تغییرات مورفولوژیک و شیمیایی در لایه‌های سطحی آمالگام می‌شود (۱۵).

در این ارتباط، مرتضوی و همکاران در سال ۲۰۰۶ میلادی نشان داده‌اند که تصویرنگاری به روش تشدید میدان مغناطیسی (MRI)† موجب تسریع آزاد شدن جیوه از آمالگام می‌گردد. در این روش تصویرنگاری، بدن در معرض میدانهای مغناطیسی استاتیک، Gradient و امواج رادیویی قرار می‌گیرد (۱۶).

برای توجیه این پدیده‌ها باید به این نکته توجه داشت که میدانهای الکترومغناطیسی به واسطهٔ توانایی جابه‌جایی اجسام فلزی، ایجاد گرما و تولید جریانهای الکتریکی و همچنین ایجاد اثر گالوانیسم به طور تئوریک می‌توانند بر پرکردگیهای فلزی داخل دهان همانند سایر اجسام فلزی تأثیر گذاشته و از روشهای ذکر شده یا راههای دیگری که شناخته شده نمی‌باشند، باعث آزاد شدن بیشتر جیوه از آمالگام گردند (۱۷،۱۰). با توجه به وجود شواهد کافی در مورد اثرات احتمالی میدانهای الکترومغناطیسی مختلف بر روی میزان آزادشدن جیوه از آمالگام در پرکردگیهای دندانی، لزوم انجام مطالعه‌ای بر روی اثر امواج میکروویو تابشی از تلفن‌های همراه بر میزان آزاد شدن جیوه از آمالگام‌های دندانی احساس می‌شد؛ هر چند بسیاری از مطالعات افزایش جیوه در ادرار و احساس طعم فلزی در افرادی که در معرض مداوم میدانهای مغناطیسی هستند را مورد تایید قرار داده است، اما تا آنجا که نگارندگان اطلاع دارند تاکنون هیچ تحقیقی چه در شرایط In-vivo و چه In-vitro برای ارزیابی نقش میدانهای الکترومغناطیسی ناشی از تلفن‌های همراه بر آزادسازی جیوه انجام نشده است. از این رو در این تحقیق، سطح جیوه در نمونه‌های ادرار دانشجویانی که دارای ترمیم آمالگام بودند و از تلفن همراه استفاده کرده‌اند، مورد بررسی قرار گرفت.

روش تحقیق

در این مطالعه کارآزمایی بالینی شاهددار، سطح جیوه ادرار ۱۴ دانشجوی دختر ۱۹-۲۳ ساله قبل از ترمیم (سطح صفر) و روزهای ۱ تا ۴ پس از ترمیم سنجیده شد. تمام افراد مورد مطالعه از رژیم غذایی یکسانی برخوردار بودند. معیارهای ورود به مطالعه شامل برخورداری از سلامت ظاهری، اقامت در خوابگاه، داشتن دو دندان مولر نیازمند ترمیم در سمت

* Video Display Units

† MRI باعث افزایش میزان اکسپوژر با میدانهای مغناطیسی قوی در انسان گردیده است. در طی دهه گذشته خطرات ناشی از تصویرنگاری با این روش در هاله‌ای از ابهام قرار داشته و گزارشهای منتشر شده در این مورد ضد و نقیض بوده‌اند (۱۰).

قرارگیری گوشی تلفن همراه و اعلام رضایت کتبی برای شرکت در مطالعه بود. معیارهای خروج از مطالعه نیز عدم رعایت پروتکل و رژیم غذایی تجویز شده در مطالعه بود. برای هر فرد، ترمیم دندانی روی ۲ دندان مولر در یک سمت (سمت قرارگیری گوشی) صورت گرفت که شامل یک ترمیم کلاس ۱ و یک ترمیم کلاس ۲ در شرایط حجم و سطح یکسان پرکردگی بود.

تمامی دانشجویان شرکت‌کننده در این مطالعه تا قبل از ورود به مطالعه، از تلفن همراه استفاده نکرده بودند و دندان پرشده با آمالگام هم نداشتند. از این افراد درخواست شد که از مصرف غذاهای دریایی، کنسرو، چای یا قهوه داغ از یک هفته قبل از ترمیم تا پایان دوره چهار روزه پس از ترمیم خودداری نمایند. تمام دانشجویان شرکت‌کننده در این تحقیق در خوابگاه اقامت داشتند و فقط از غذای سلف سرویس دانشگاه استفاده کردند. لازم به ذکر است حجم نمونه در ابتدا با توجه به مطالعه پیش‌آزمایی معادل ۱۴ نفر محاسبه شیده بود که برای رسیدن به قدرت آماری بالاتر حجم نمونه به ۲ برابر حجم نمونه محاسبه شده (۳۰ نفر) افزایش یافت اما با وجود این که کنترل رژیم غذایی در این شرایط آسان به نظر می‌رسید، از ۳۰ دانشجوی شرکت‌کننده در مراحل ابتدایی تحقیق، ۱۷ دانشجو به دلیل عدم رعایت رژیم غذایی (۵۴/۸٪)، حذف شدند و در نهایت مطالعه تنها بر روی ۱۴ نفر صورت گرفت.

برای هر فرد پرسشنامه‌ای با روش مصاحبه تکمیل گردید که شامل برخی اطلاعات پایه، شغل و سبک زندگی بود؛ همچنین با توجه به وجود برخی منابع EMF در زندگی روزمره، میزان استفاده افراد از تلفن بدون سیم* و محل قرارگیری آن، میزان استفاده از تلویزیون و فاصلهٔ قرارگیری از صفحه تلویزیون و نیز استفاده از نمایشگرهای CRT در طی روز با دقت ثبت گردید.

به منظور حذف عامل مداخله‌گر Condensation تمام ترمیم‌ها تنها توسط یک دندانپزشک انجام شد و در تمام موارد از آمالگام High Copper Sinna Dent استفاده شد.

گروه آزمون، شامل هفت دانشجوی دختر بود که طی روزهای اول تا چهارم پس از ترمیم، روزانه ۱۵ دقیقه از یک دستگاه تلفن همراه Nokia 3310 با SAR=0.96 W/ kg در وضعیت Talk Mode استفاده کردند. گوشی تلفن همراه در شرایط ژئومتریک یکسان، بر روی پوست صورت در سمت دندانهای ترمیم شده قرار گرفت. هفت دانشجوی دختر هم که از هر نظر به جز قرارگرفتن در معرض امواج الکترومغناطیسی تلفن همراه، با گروه آزمون تفاوتی نداشتند، به عنوان شاهد انتخاب شدند. نمونه‌های ادرار یک ساعت پس از اتمام مرحله مواجهه واقعی (تابش امواج میکروویو از تلفن همراه در حال مکالمه) یا مواجهه کاذب (بدون تابش امواج میکروویو در حالتی مشابه قبل) جمع‌آوری شدند.

نمونه‌ها پس از فریزشدن به آزمایشگاه سم‌شناسی بیمارستان امام رضا (ع) در مشهد ارسال شد و میزان جیوه آنها توسط دستگاه Elmer Perkin مدل 3030 با روش جذب اتمی بخار سرد† اندازه‌گیری گردید. غلظت جیوه ادرار با اندازه‌گیری کراتینین هر نمونه اصلاح شد.

با توجه به این که ترمیم‌های دندانی تنها بر روی آن دسته از دانشجویانی صورت گرفت که دارای پوسیدگیهای آشکار دندانی بودند، این مطالعه از نظر اخلاق پزشکی مسأله خاصی در بر نداشت؛ همچنین دانشجویان بررسی‌شده در این تحقیق رضایت آگاهانه کتبی خود را برای شرکت در مطالعه ارائه کرده بودند.

برای انجام این مطالعه ابتدا به بررسی نقش عوامل مداخله‌گر توجه گردید. در این مطالعه سه دسته از عواملی که می‌توانستند بر روی آزادسازی جیوه از آمالگام تاثیرگذار باشند، وجود داشتند. دسته اول مواردی مثل نوشیدن مایعات گرم و غذاخوردن (جویدن) و انجام حرکات سر و صورت و سایش دندانها بر روی هم در طی زمان بین دو نمونه‌گیری که تأثیر

* Cordless

† Mercuric Hydride System

آنها در مطالعات قبلی مورد تائید قرار گرفته است (۲۲). این عوامل توسط محققان قابل حذف بود از این رو از بروز آنها جلوگیری به عمل آمد.

دسته دوم تأثیر احتمالی سایر منابع EMF را شامل می‌شود که در مورد اثر پاره‌ای از آنها گزارشهای ضد و نقیضی وجود دارد و حذف کردن کامل آنها امکان‌پذیر نبود؛ از این رو به منظور افزایش دقت مطالعه، این عوامل از طریق بررسی و ارزیابی قبل از مطالعه، به نوعی تحت کنترل قرار گرفتند. از آنجا که تمامی دانشجویان گروه آزمون و شاهد در خوابگاه اقامت داشتند و فعالیتهای روزانه آنها به دقت بررسی می‌گردید، اثر این عوامل به حداقل ممکن کاهش یافت.

دسته سوم عواملی بودند که بر خلاف معمول در این تحقیق بخوبی تحت کنترل قرار گرفتند. این عوامل شامل نوع آمالگام استفاده شده در پرکردگیها و نحوهٔ آماده‌سازی آن و سایر موارد مربوط به خود پرکردگی بود که به دلیل مشابهت در تمام موارد، کنترل آن آسان بود.

داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و آزمونهای t مستقل و ANOVA در سطح معنی‌داری α=۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که سطح جیوه آزادشده از ترمیم‌های آمالگام پس از قرارگیری در معرض امواج میکروویو تابشی از تلفن همراه افزایش پیدا می‌کند. سطح متوسط غلظت جیوه اندازه‌گیری شده در نمونه‌های ادرار در گروه آزمون از سطح صفر تا ۴ (روز قبل از ترمیم، روزهای اول، دوم، سوم و چهارم بعد از ترمیم) به ترتیب شامل ۲/۴۳±۰/۲۵، ۲/۷۱±۰/۲۷، ۳/۷۹±۰/۲۵، ۴/۸±۰/۲۷ و ۴/۵±۰/۳۲ میکروگرم در لیتر بود؛ از طرف دیگر سطح متوسط غلظت جیوه در نمونه‌های ادرار گروه شاهد به ترتیب در روز قبل از ترمیم، روزهای اول، دوم، سوم و چهارم معادل ۲/۳۴±۰/۲،۳۰/۰۷±۰/۲۲، ۲/۵۱±۰/۲۵، ۲/۶۶±۰/۲۴ و ۲/۷۶±۰/۳۲ میکروگرم در لیتر محاسبه گردید. تفاوت سطح جیوه در گروههای آزمون و شاهد در روزهای صفر و روز اول پس از ترمیم از نظر آماری معنی‌دار نبود؛ در حالی که این تفاوت در روزهای دوم، سوم و چهارم پس از ترمیم معنی‌دار (به ترتیب P<۰/۰۱، P<۰/۰۰۱ و P<۰/۰۰۱) بود (جدول ۱).

بحث

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ارتباط معنی‌داری بین استفاده از تلفن‌های همراه و آزاد شدن جیوه در ادرار وجود دارد. این یافته‌ها گزارشهای اولیه‌ای را که نشان‌دهنده افزایش رها شدن جیوه از آمالگام به واسطه جوشکاری در زیر آب بود، تایید می‌نماید؛ همچنین این یافته‌ها، نتایج پیشین مرتضوی و همکاران را در مورد افزایش آزادشدن جیوه پس از تصویرنگاری با روش تشدید مغناطیسی مورد تائید قرار می‌دهد (۱۶)؛ بدین ترتیب با وجود این که در مطالعه دیگری مرتضوی و همکاران با انجام مطالعه بر روی ۵۱۸ دانشجو، هیچ‌گونه افزایشی در فراوانی سمپتوم‌های اظهار شده توسط دانشجویان (سردرد، سرگیجه، تپش قلب، خستگی و ....) استفاده‌کننده از تلفن همراه در مقایسه با سایر دانشجویان مشاهده نکردند (۲)، قرار گرفتن افراد در معرض امواج

جدول ۱- میانگین سطح جیوه (µg/L) ادرار گروههای آزمون و شاهد در روز صفر (روز قبل از ترمیم) و روزهای اول، دوم، سوم و چهارم پس از ترمیم

سطح جیوه	روز صفر	روز اول	روز دوم	روز سوم	روز چهارم	سطح معنی‌داری (ANOVA)
میانگین و انحراف معیار در گروه شاهد	۲/۰۷±۰/۲۲	۲/۳۴±۰/۳۰	۲/۵۱±۰/۲۵	۲/۶۶±۰/۲۴	۲/۷۶±۰/۳۲	NS*
میانگین و انحراف معیار گروه آزمون	۲/۴۳±۰/۲۵	۲/۷۱±۰/۲۷	۳/۷۹±۰/۲۵	۴/۸ ±۰/۲۷	۴/۵ ±۰/۳۲	(P<۰/۰۰۱)
سطح معنی‌داری (آزمون t)	NS	NS	P=۰/۰۱	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱	

*NS: اختلاف غیرمعنی‌دار

میکروویو تابشی از تلفن‌های همراه می‌تواند مخاطرات دیگری همچون آزاد شدن جیوه از آمالگام‌های دندانی را به دنبال داشته باشد.

با توجه به افزایش استفاده از منابع EMF در زندگی روزمره و ناشناخته بودن اثرات احتمالی این منابع بر روی سلامتی انسان، بررسی اثرات زیستی احتمالی آنها امری ضروری به نظر می‌رسد. از آنجا که مطالعات در این زمینه قدمت زیادی ندارد، طبیعی است که سؤالات زیادی در ذهن پژوهشگران ایجاد گردیده که پاسخگویی به آنان مستلزم بررسیهای بیشتر روی منابع EMF و اثرات احتمالی کوتاه مدت و بلند مدت آن روی سلامتی می‌باشد.

نتایج این تحقیق با نتایج قبلی Schellock و همکارش که از احساس طعم فلزی در افرادی که بطور دائم در معرض میدان مغناطیسی قرار داشتند، گزارش کرده و آن را با پرکردگیهای دندانی مرتبط دانسته بودند، همخوانی دارد (۱۸). میدانهای الکترومغناطیسی به واسطه جابه‌جایی اجسام فلزی، ایجاد گرما و تولید جریانهای الکتریکی و همچنین ایجاد اثر گالوانیسم به طور تئوریک می‌توانند بر پرکردگیهای فلزی داخل دهان تأثیر گذاشته و از طرق ذکرشده یا روشهای دیگر که شناخته شده نیستند، باعث آزاد شدن بیشتر جیوه از آمالگام گردند؛ همچنین این یافته‌ها با نتایج مطالعه Schmidt و همکارش نیز مطابقت دارد؛ در مطالعه ایشان که در سال ۱۹۹۷ بر روی کارگران در معرض میدانهای الکترومغناطیسی استاتیک با شدت mT ۱۰-۳ و میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس پایین انجام شد، مشخص گردید که مقدار جیوه داخل ادرار آنها به طور معنی‌داری بیشتر از مواقعی است که در دوره مرخصی می‌باشند (۱۹)؛ به علاوه نتایج این مطالعه تائیدی بر این یافته است که همواره جوشکاران زیرآب از احساس طعم فلزی در موقع جوشکاری و برشهای الکتریکی شکایت داشته‌اند. در این مورد شدت میدان الکترومغناطیسی معادل mT ۱/۱۵ بوده است. از سوی دیگر اخیراً فرضیه‌ای مبنی بر افزایش آزاد شدن ۴۰۰ درصدی جیوه از آمالگام دندانی در افرادی که در معرض میدانهای مغناطیسی ضعیف مثل نمایشگرهای رایانه قرار دارند، مطرح شده است.

در طرف مقابل، یافته‌های این مطالعه با برخی گزارشها نظیر گزارش Ortendhal و همکاران مطابقت ندارد. این پژوهشگران با مطالعه بر روی تعدادی کارگر جوشکار زیر آب که در معرض میدانی با شدت mT ۰/۳۵ قرار داشتند، عدم احساس طعم فلزی در این افراد را گزارش کرده‌اند (۲۰)؛ همچنین در مطالعه‌ای که به صورت In-vitro بر روی دندانهایی که دارای پرکردگی آمالگام بوده و به مدت ۲۴ ساعت در معرض میدان الکترومغناطیسی استاتیک با شدت T ۱/۵ و میدانهای Gradient به مدت ۶۰ دقیقه قرار گرفته بودند، مشخص گردید که هیچ‌گونه افزایشی در میزان آزادسازی جیوه از آمالگام وجود نداشت (۲۱)؛ بدین ترتیب نتایج این مطالعه با یافته‌های تحقیق حاضر همخوانی ندارد. بدیهی است که نوع مطالعه نگارندگان (مطالعه In-vivo) می‌تواند توجیه کننده تفاوتهای مشاهده شده در مطالعه اخیر نسبت به مطالعه In-vitro مورد اشاره باشد؛ همچنین عواملی نظیر تفاوت شدت میدان مغناطیسی و نحوه اندازه‌گیری (اندازه‌گیری در بزاق، خون و یا ادرار) نیز می‌توانند در ایجاد نتایجی متفاوت نقش داشته باشند.

در این مطالعه وجود بزاق در دهان به عنوان یک الکترولیت مهم می‌توانسته موجب خوردگی الکتروشیمیایی فلزات و بروز پدیده گالوانیسم گردد (۲۲). همان‌طور که قبلاً ذکر شد، جیوه در حضور سایر فلزات در محیط دهان دچار واکنش گالوانیک می‌شود و این باعث خروج جیوه از آمالگام و ورود آن به محیط دهان و بخصوص بزاق خواهد شد (۲۲). احتمال آزادشدن جیوه تحت تأثیر میدانهای الکترومغناطیسی، قبلاً توسط Shellock مطرح شده بود؛ از طرف دیگر در مطالعه Schmidt، افزایش مقدار جیوه ادرار در افرادی که تحت تأثیر طولانی مدت میدانهای قوی الکترومغناطیسی می‌باشند، مورد تائید قرار گرفته است.

از آنجا که افراد شرکت‌کننده در این تحقیق تنها با یک

نوع تلفن همراه SAR=0.96 W/kg و روزانه به مدت ۱۵ دقیقه تحت تابش امواج میکروویو قرار گرفتند، انجام مطالعات گسترده تکمیلی با چندین تلفن همراه با SAR های مختلف و همچنین بررسی مدت زمانهای تابش بیشتر از آنچه در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است، ضروری به نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ارتباط معنی‌داری بین استفاده از تلفن‌های همراه و آزادشدن جیوه در ادرار وجود دارد. این یافته‌ها گزارشهای اولیه‌ای را که نشان‌دهنده افزایش رها شدن جیوه از آمالگام به واسطه جوشکاری در زیر آب بود، تایید می‌نمایند.

تقدیر و تشکر

از داوطلبان شرکت‌کننده در این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع:

1- Maier M, Blakemore C, Koivisto M. The health hazards of mobile phones. BMJ. 2000; 320:1288-89.

2- Mortazavi SMJ, Ahmadi J, Shariati M. Prevalence of subjective poor health symptoms associated with exposure to electromagnetic fields among university students. Bioelectromagnetics. 2007; 28 (4): 326-30.

3- Krause CM, Sillanmaki L, Koivisto M, Haggqvist A, Saarela C, Revonsuo A, et al. Effects of electromagnetic fields emitted by cellular phones on the electroencephalogram during a visual working memory task. Int J Radiat Biol. 2000; 76 (12):1659-67.

4- Koivisto M, Revonsuo A, Krause C, Haarala C, Sillanmaki L, Laine M, et al. Effects of 902 MHz electromagnetic field emitted by cellular telephones on response times in humans. Neuroreport. 2000; 11 (2): 413-15.

5- Schonborn F, Burkhardt M, Kuster N. Differences in energy absorption between heads of adults and children in the near field of sources. Health Phys. 1998; 74 (2):160-68.

6- Chia SE. Increase prevalence of headache among mobile phone users in Singapore: a community study. Available From: http://bmj.com/cgi/content/full/320/7245/1288#responses accessed on Dec 3, 2004.

7- Stang A, Anastassiou G, Ahrens W, Bromen K, Bornfeld N, Jockel KH. The possible role of radiofrequency radiation in the development of uveal melanoma. Epidemiology. 2001; 12: 7-12.

8- IEGMP, 2000. Mobile Phones and Health. Report of an Independent Expert Group on Mobile Phones (Chairman: Sir William Stewart). Chilton, NRPB.

9- Maria F, Anders A, Leeka Kh. EMF and Health. Annu Public Health. 2005. 26:165-89.

10- The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection; Medical Magnetic Resonance (MR) procedures: Protection of patients, Health Physics. 2004; 87 (2).

11- Ekstrand J, Bjorkman L, Edlund C, Sandborgh- Englund G. Toxicological aspects on the release and systemic uptake of mercury from dental amalgam. Eur J Oral Sci. 1998; 106 (2 pt 2): 678-86.

12- Bernard W. Mercury Amalgam Dental Toxicity. Health Science. 2004; 12 (4): 99-101.

13- Maier KH, Roller E, Wei B, Cledon PH. Field study on the mercury content of saliva. Available From: http://www. Xs 4 all. nL/~ stgvisie / AMALGAM/ SCIENCE/ tubingen . htmL, accessed on 7 July 2005.

14- Bergund A, Bergdanhl J, Hansoon Mild K. Influence of low frequency magnetic fields on the intra- oral release of mercury vapor from amalgam restorations. Eur J Oral Sci. 1998; 106 (2 pt 2): 671-64.

15- Ortendahl TW, Holland RI, Rockert HO. Studies in oral galvanism: mercury and copper Levels in urine blood and in submerged electrically cutting divers. J Oral Reahabil. 1989; 16 (6): 559-73.

16- Mortazavi SMJ, Yazdi A, Khiabani K, Kavousi A, Vaziri-Nejad R, Behnejad B. Increased mercury release from

dental amalgam restorations after brain magnetic resonance imaging. HLR 2006 Proceedings, 2006.

17- Aronsson Am, Lind B, Nylander M, Norderg M. Dental Amalgam and mercury. BioL Met. 1989; 2: 25-30.

18- Shellock FG. John V. MR procedures: Biologic effects, safety, and patient care. Radiology. 2004; 232: 635-52.

19- Schmidt F, Mannsaker, Mercury and Creatinine in urine of employees exposed to magnetic fields. A study of a group electrolysis- operators in Norzink A/S. Odda Tidsskr Nor Laegeforen. 1997; 117 (2): 199-202.

20- Ortendahl TW, Hogstedt P. Magnetic field effects on dental amalgam in divers welding and cutting electrically underwater . Undersea Biomed Res. 1988; 15 (6): 429-41.

21- Muller Miny H, Erber D, Moller H, Muller Miny B, Bongartz G. Is there a hazard to heath by mercury exposure from amalgam due to MRI. J Magn Reson Imaging. 1996; 6 (1): 258-60.

22- FDA Amalgam Health Effects Review- DAMS, Inc. (Documentation Submitted). Available From: http://www.talkinternational.com/science/fda amalgam- health- effect –revie.htm, accessed on 25 Nov 2004.

Title: Mercury Release from Dental Amalgam Restorations after Exposure to Microwave Radiation Emitted from Mobile Phones

Authors: SMJ. Mortazavi[1], E. Daiee[2], M. Ghasemi[3], M. Balali Mood[4]

Abstract

Background and Aim: Mercury or Hydrargyrum (Hg) is the most non-radioactive toxic element known. Dental amalgam is made up of 50% mercury.. Electromagnetic fields may increase the emission of mercury from dental amalgam fillings. It was thus aimed to study the effects of electromagnetic fields of mobile use on the level of mercury released from dental amalgam restorations.

Materials and Methods: In this case control clinical trial, study urinary mercury concentrations of 14 healthy University students were measured both before amalgam restoration (zero level), and on days 1, 2, 3 and 4 after restoration. All the subjects had the same diet. Dental treatment was given for all 14 students; regarding 2 molars on one side (i.e the side of cellphone exposure), one class I and one class II restorations with identical volume and surface area of the amalgam fillings). All the students had not used mobile phones before the study and did not have any previous amalgam restorations. The test group consisting of seven female students were exposed to microwave radiation emitted from a Nokia 3310 mobile phone (SAR=0.96 W kg-1) that was in talk mode for 15 minutes on days 1-4 after restoration. Seven other female students who had the same condition matched the first group except exposure to microwave radiation were taken as the controls. Urine samples were collected 1 hour after each mobile use (real exposure) and one hour without mobile use (false exposure). After freezing, the samples were sent to the Toxicology Laboratory of Imam Reza Hospital (Mashhad, Iran) and mercury levels in samples were measured by cold vapor atomic absorption spectrometry. The obtained data was analysed by means of a statistical software (SPSS version 13.0) and statistical tests of ANOVA and Student-t at the significant level of $P \leq 0.05$.

Results: Our study demonstrated an elevation of mercury level released from dental amalgam fillings after exposure to microwave radiation emitted form mobile phones. Mean (±SE) concentration levels of mercury in urine samples in the case group were 2.43±0.25, 2.71±0.27, 3.79±0.25, 4.8± 0.27 and 4.5±0.32 μg/L one day before the amalgam restoration and on days 1, 2, 3 and 4, respectively. But mean Hg concentration levels in controls were 2.07±0.22, 2.34±0.30, 2.51±0.25, 2.66± 0.24 and 2.76±0.32 μg/L on the respective days.

Conclusion: Results obtained from this study show a significant increase of the mercury release in urine after mobile phone use. This finding confirms early reports that showed an increased release of mercury from dental amalgam restorations in undersea welding.

Key Words: Mobile phones; Electromagnetic fields; Mercury, Dental amalgam

[1] Associate Professor of Medical Physic, School of Paramedical Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
[2] Dentistry Student, School of Medicine, Rafsanjan University of Medical Sciences, Rafsanjan, Iran
[3] Chief Technician of Toxicology Laboratory, Imam Reza Hospital, Mashhad University of Medical Science, Mashhad, Iran
[4] Corresponding Author, Professor of Medical Toxicology, Medical Toxicology Research Center, Imam Reza Hospital, Mashhad University of Medical Science, Mashhad, Iran mbalalimood@hotmail.com