تجمع جیوه در مو و ناخن انسان: آمالگام دندانی به عنوان فاکتور اصلی مواجهه

قاسم ذوالفقاری[*1]
عباس اسماعیلی ساری[1]
سید محمود قاسمپوری[1]
سقراط فقیه زاده[2]

۱. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور
۲. گروه آمار زیستی، دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس

*نویسنده مسئول: دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس صندوق پستی: ۳۵۶ – ۴۶۴۱۴ تلفن: ۶۲۵۳۱۰۱-۶۲۵۳۱۰۹-۰۱۲۲
email: ghr_zolfaghari@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: آمالگام دندانی ترکیبی از ۵۰ درصد جیوه همراه با نقره، قلع، مس و روی می‌باشد. منبع اصلی جیوه در افرادی که به لحاظ شغلی در معرض جیوه نیستند، آمالگام است. سمیت جیوه به‌دلیل جذب سریع آن افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که ۹۰ تا ۱۰۰٪ جیوه از طریق حفره دهانی جذب می‌شود. هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر آمالگام بر مقادیر جیوه مو و ناخن دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس است. ***روش بررسی:*** ۴۰ دانشجو با مصرف غیر مداوم ماهی که فقط از طریق آمالگام در معرض جیوه بودند، مطالعه شدند. مقادیر جیوه با دستگاه LECO AMA 254 Advanced Mercury Analyzer طبق ASTM استاندارد D-6722 اندازه‌گیری شد. ***یافته‌ها:*** غلظت جیوه مو بین ۰/۰۹ تا ۳/۱۱mg/kg (مقدار تعیین شده توسط WHO برای ماکزیمم مقدار پذیرفتنی جیوه در موی انسان زیر mg/kg ۶ بود) و در ناخن بین صفر تا mg/kg ۱/۳۵ قرار داشت. غلظت جیوه در مو، به‌طور معنی‌داری نسبت به ناخن بالاتر بود. (P= ۰/۰۵) همچنین، افرادی که پنج دندان پر شده و یا بالاتر دارند، نسبت به افراد با کمتر از پنج دندان پر شده با آمالگام، به‌طور معنی‌داری جیوه بالاتری در مو دارند. (P= ۰/۰۰۳) بین غلظت جیوه ناخن این دو تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. (P= ۰/۱۶) همچنین مقادیر جیوه مردان و زنان تفاوت معنی‌داری نداشتند. (P=۰/۲۶ برای ناخن و P= ۰/۱۵ برای مو). ***نتیجه‌گیری:*** اختلاف جیوه مو و ناخن (۱/۵ برابر) می‌تواند به‌دلیل تفاوت ترکیب شیمیایی به‌ویژه سولفور در مو و ناخن، یا مربوط به جریان خون در زمان تشکیل آنها باشد. آمالگام منبع اصلی مواجهه با جیوه در افراد عادی است. استفاده از سایر مواد دندانی مثل کمپوزیت‌ها مواجهه با جیوه را کاهش می‌دهد.

کلمات کلیدی: جیوه، آمالگام دندانی، مو، ناخن.

مقدمه

آمالگام دندانی ماده‌ای مرکب از ۵۰ درصد جیوه همراه با چهار فلز نقره (۳۴/۵٪)، قلع (۹٪)، مس (۶٪) و روی (۰/۵٪) است که در چند دهه قبل در دندانپزشکی مورد استفاده قرار گرفته است.[1] آمالگام به شکل امروزی در سال ۱۸۱۲ توسط یک شیمیدان انگلیسی شناخته و در سال ۱۸۳۳ به دنیا معرفی شد.[2] در دو دهه اخیر مشخص گردید که این ماده به‌طور پیوسته جیوه را در حفره دهانی متصاعد می‌کند.[3] این رهاسازی در فعالیت‌هایی از قبیل جویدن، مسواک زدن، نوشیدن مایعات داغ و تنفس افزایش پیدا می‌کند.[4و5] همچنین آزاد شدن جیوه می‌تواند تحت تاثیر PH، پوسیدگی بیولوژیکی باکتریایی[6] و پوسیدگی الکتروشیمیایی افزایش پیدا کند.[7و8] مسیر اصلی جذب جیوه حاصل از آمالگام دندانی، استنشاق بخار حاصله است. حدود ۱۰٪ بخار جیوه آزاد شده از آمالگام در شش‌ها نقل و انتقال پیدا می‌کند، در حالیکه حدود ۸۰٪ آن جذب می‌شود.[9] در مواردی مقدار جذب توسط ریه‌ها ۹۰ تا ۱۰۰٪ گزارش شده است.[2] جیوه جذب شده توسط ریه وارد خون می‌شود و در اندام‌های مختلف مثل کلیه، مغز و کبد توزیع می‌شود.[10و11] طبق مطالعات عملکرد کلیه متاثر از میزان جیوه است. در یک آزمایش بر روی گوسفند در اثر بکار بردن آمالگام، کلیه‌ها آسیب دیدند. در این آزمایش ۳۰ روز پس از گذاشتن آمالگام نرخ تراوش اینولین (آزمایش مورد استفاده برای نرخ فیلتراسیون گلومرولار) به میزان ۵۰٪ کاهش یافت. در گروه کنترل که آمالگام استفاده نشد، نرخ تراوش اینولین کاهش نیافته بود.[12] بعضی از مطالعات نشان می‌دهند که جیوه اثراتی نیز بر قلب دارد. جیوه با افزایش پراکسید هیدروژن

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2026-06-15]

باعث از بین رفتن گلوتاتیون می‌شود[۱۳] و با اثر بر روی پراکسیداسیون لیپید باعث عوارض قلبی می‌شود.[۱۴] همچنین بخار جیوه فلزی ممکن است باعث افزایش میزان سقط خودبخودی جنین در زنان شود و حتی ممکن است که تولد ناقص نیز از عوارض جیوه باشد. سیستم حساس تناسلی ممکن است در اثر مواد سمی آنچنان آسیب ببیند که تولیدمثل غیرممکن شود یا نوزادان ناقص‌الخلقه متولد شوند. همچنین جیوه می‌تواند نوزادان را هنگامی که از شیر مادر تغذیه می‌کنند، تحت تاثیر قرار دهد.[۱۵و۱۶] افراد عادی که به‌لحاظ شغلی در تماس با جیوه نیستند، اغلب از دو منبع مهم آمالگام دندانی و مصرف ماهی در معرض این ماده سمی قرار دارند. به همین ترتیب افرادی که مصرف ماهی بالایی ندارند و به‌طور غیر مداوم (گاهی اوقات) ماهی مصرف می‌کنند، تنها منبع مواجهه آنها با جیوه آمالگام به کار رفته در دندان است.[۱۷] در سالهای اخیر چندین مطالعه جهت تخمین میزان جیوه افراد و تعیین ارتباط بین میزان جیوه مو و ناخن با تعداد دندان‌های پر شده در افراد عادی انجام شده است. مو و ناخن دو بافت بیولوژیکی هستند که محل تجمع و دفع جیوه هستند. بنابراین اندازه‌گیری جیوه موجود در آنها میزان مواجهه فرد با جیوه را مشخص خواهد کرد. مو و ناخن نشانگرهای مناسبی برای ارزیابی مواجهه طولانی‌مدت با جیوه هستند. این دو بافت به‌دلیل آنکه به‌آسانی جمع‌آوری می‌شوند و همچنین به خاطر آنکه نگهداری و جابجایی آنها تا حدودی راحت است بر سایر بافت‌ها ارجح هستند.[۱۸و۱۹] این مطالعه اهدافی را دنبال می‌کند: مقایسه جیوه مو و ناخن در افراد معمولی (دانشجویان با سن یکسان) با فاکتور اصلی مواجهه: آمالگام دندانی، مقایسه مقادیر جیوه مو با ماکزیمم مقدار قابل قبول WHO و تعیین اثر جنسیت بر مقادیر جیوه مو و ناخن.

روش بررسی

جمعیت مورد بررسی در این مطالعه ۴۰ نفر از دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس بودند. افراد به طور تصادفی از بین دانشجویان انتخاب شدند. افرادی در لیست نهایی جمعیت مورد بررسی قرار گرفتند که دارای دو شرط باشند. شرط اول: از آنجا که متصاعد شدن جیوه از آمالگام به‌کار رفته در دندان فردی که به تازگی دندانش را ترمیم نموده باشد بیشتر و ناپایدارتر است، لذا باید زمانی سپری شود تا تصاعد جیوه به حد ثابتی برسد. به علاوه طبق نظر برخی از محققین، مدت شش ماه طول می‌کشد تا نیمه عمر جیوه بافت‌های بیولوژیک به حد ثابتی برسد. بنابراین در این مطالعه، تنها افرادی می‌توانستند شرکت کنند که در شش ماه گذشته دندان پر نکرده باشند.[۲۰] شرط دوم: به دلیل بررسی آمالگام و حذف فاکتور مصرف ماهی (که یکی از منابع ورود جیوه به بدن است)، افرادی می‌توانستند در لیست نهایی جمعیت مورد بررسی قرار بگیرند که دارای مصرف ماهی مداوم (هر روز یا دو بار در هفته) نباشند. هر فرد از ۴۰ نفر اولیه که دارای شرایط ذکر شده نبود، به‌طور تصادفی جایگزین می‌شد. برای ۴۰ نفر نهایی پرسشنامه‌هایی تهیه شد و در این پرسشنامه‌ها از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا جنسیت و تعداد دندانهای پر کرده توسط آمالگام را مشخص کنند. بر اساس تعداد دندان‌های پر کرده با آمالگام، افراد در دو گروه قرار گرفتند. گروه اول افرادی که کمتر از پنج دندان پر شده داشتند و گروه دوم افرادی که پنج دندان پر شده و یا بیشتر داشتند.[۲۱]

جمع‌آوری نمونه‌ها و شیوه تجزیه و تحلیل: در این مرحله اقدام به تهیه نمونه‌های مو و ناخن گردید. از هر فرد یک گرم مو (۱ تا ۳ سانتیمتر)، از ناحیه پشت سر (نزدیکترین حد ممکن به پوست) و یک گرم ناخن گرفته شد. نمونه‌های مو و ناخن در آزمایشگاه محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس، توسط دترجنت با آب شیر شسته شدند و با آب مقطر آب کشی شدند. نمونه‌ها برای مدت ۱۲ ساعت در دمای ۶۰ درجه در آون الکتریکی قرار گرفتند و پس از خشک شدن به صورت پودر در آمدند. مقادیر جیوه مو و ناخن با دستگاه LECO AMA 254 Advanced Mercury Analyzer (USA) بر طبق ASTM استاندارد شماره D-6722 اندازه‌گیری شد. در این دستگاه نمونه توسط سیستم Combustion/catalyst tube در دمای ۷۵۰ درجه تجزیه می‌شود. آمالگاماتور طلایی جیوه را در روی مجرای سرامیکی به دام می‌اندازد. توسط سیستم Cuvette که بر اساس Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) طراحی شده میزان جیوه تعیین می‌شود. آنالیز آماری با استفاده از نرم افزار SPSS ویراست ۱۲ انجام شد. متغیرهای پرسشنامه شامل جنس و تعداد دندان‌های پر کرده با آمالگام به‌عنوان متغیر مستقل و میزان جیوه مو و ناخن به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شدند. با استفاده از آزمون Kolmogorov -Smirnov عدم نرمال بودن داده‌ها مشخص شد. جهت مقایسه میزان جیوه مو و ناخن از آزمون Wilcoxon و برای مقایسه سایر متغیرها از آزمون Mann-Whitney استفاده گردید. همچنین برای تعیین همبستگی بین

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2026-06-15]

میزان جیوه مو و ناخن، با توجه به عدم نرمال بودن داده‌ها آزمون Spearman به کار گرفته شد. همچنین برای تعیین ارتباط بین میزان جیوه مو و ناخن از رگرسیون خطی ساده استفاده گردید. مقدار P کمتر یا مساوی ۰/۰۵ به‌عنوان مقدار معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

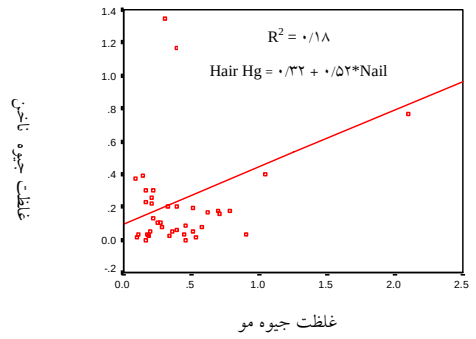
غلظت جیوه در موی سر افراد مورد مطالعه بین ۰/۰۹ تا ۲/۱۰ mg/kg با میانگین ۰/۰۸ ± ۰/۴۵ mg/kg قرار داشت. میزان جیوه ناخن دست افراد نیز بین صفر تا ۱/۳۵ mg/kg با میانگین ۰/۰۵ ± ۰/۲۵ mg/kg بود. نتایج آزمون Wilcoxon نشان داد که در سطح اطمینان ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری بین غلظت جیوه مو سر و ناخن دست وجود دارد (p =۰/۰۵)، به‌طوری‌که میزان جیوه موی سر بین ۱/۵ mg/kg تا ۲ برابر جیوه ناخن بود. به‌علاوه آزمون Spearman نشان داد که همبستگی ضعیفی بین میزان جیوه مو و ناخن وجود دارد (r = ۰/۱۲). از آنجا که برآورد پارامترهای رگرسیون خطی آزاد از نوع توزیع جامعه می‌باشند، جهت تعیین ارتباط بین میزان جیوه مو و ناخن از رگرسیون خطی ساده استفاده گردید. بین میزان جیوه مو و ناخن رابطه مثبتی وجود داشت که نمودار ۱ این مطلب را نشان می‌دهد. نتایج بررسی متغیر جنسیت نشان داد که میانگین غلظت جیوه در ناخن مردان و زنان به ترتیب ۰/۲۵ mg/kg و ۰/۲۶ mg/kg است و تفاوت معنی‌داری بین غلظت جیوه این دو گروه وجود ندارد (p=۰/۲۶). همچنین میانگین غلظت جیوه در موی مردان و زنان به ترتیب ۰/۴۵ mg/kg و ۰/۴۷ mg/kg بود و بین غلظت جیوه موی این دو گروه نیز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (p=۰/۱۵) (جدول ۱). افراد بر اساس تعداد دندان‌های پر کرده با آمالگام در دو گروه قرار گرفتند. گروه اول که کمتر از پنج دندان پر شده داشتند و گروه دوم که پنج دندان پر شده و یا بیشتر داشتند. آزمون Mann-Whitney نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین غلظت جیوه موی سر دو گروه وجود دارد (p=۰/۰۰۳)، درحالیکه در غلظت جیوه ناخن دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (p=۰/۱۶) (جدول ۲).

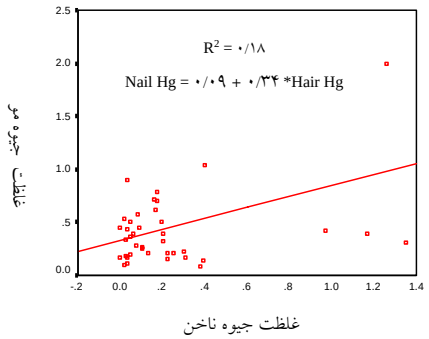
جدول-۱: غلظت جیوه (mg/kg) در ناخن و موی افراد مورد مطالعه بر اساس جنسیت

	جنس		غلظت جیوه ناخن		غلظت جیوه مو		P	
	تعداد	درصد	میانگین ± خطای معیار	محدوده	میانگین ± خطای معیار	محدوده		
مرد	۳۰	۷۵	۰/۲۵ ± ۰/۰۷	۰ – ۰/۷۶	۰/۴۵ ± ۰/۰۶	۰/۰۹ – ۲/۰۰	ناخن	مو
زن	۱۰	۲۵	۰/۲۶ ± ۰/۰۷	۰ – ۱/۳۵	۰/۴۷ ± ۰/۲۰	۰/۰۹ – ۲/۱۰	۰/۲۶	۰/۱۵

جدول-۲: غلظت جیوه در ناخن و موی افراد مورد مطالعه بر اساس تعداد دندان‌های آمالگامی

	دندان آمالگامی		غلظت جیوه ناخن		غلظت جیوه مو		P	
	تعداد	درصد	میانگین ± خطای معیار	محدوده	میانگین ± خطای معیار	محدوده		
۰ – ۵	۲۶	۶۵	۰/۱۶ ± ۰/۰۳	۰ – ۰/۹۷	۰/۳۰ ± ۰/۰۳	۰/۰۹ – ۰/۷۸	ناخن	مو
۵ ≤	۱۴	۳۵	۰/۴۲ ±۰/۱۳	۰/۱۵–۱/۳۵	۰/۷۴ ± ۰/۱۶	۰/۰۹ –۲/۱۰	۰/۱۶	۰/۰۰۳





نمودار-۱: ارتباط بین غلظت جیوه مو و ناخن در افراد مورد مطالعه

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2026-06-15]

بحث

در سال ۱۹۹۱ سازمان بهداشت جهانی (WHO) گزارش کرد که بیشترین مقدار ورود و ذخیره جیوه و ترکیبات آن در انسان‌های عادی که به لحاظ شغلی در معرض جیوه نیستند، آمالگام دندانی است. در این گزارش بیان شد که میزان مواجهه افراد عادی با جیوه حاصل از آمالگام دندانی ۳/۸ تا ۲۱ میکروگرم در روز است که بین ۳ تا ۱۷ میکروگرم در روز آن در بدن انسان باقی می‌ماند و ذخیره می‌شود. از داده‌های این سازمان چنین استنباط می‌شود که جیوه حاصل از آمالگام دندانی ۹ برابر جیوه حاصل از سایر منابع مثل ماهی و هوای آلوده است.[۲] در مطالعات مختلف مقادیر گوناگونی برای سطح آستانه جیوه در مو و ناخن وجود دارد. مقدار تنظیم شده توسط WHO برای جیوه مو به عنوان سطح آستانه یا حداکثر مقدار قابل قبول ۶mg/kg است.[۲۲] همچنین حد نرمال جیوه در مو ۲ mg/kg بوده[۲۳] که میزان جیوه در موی افراد مورد مطالعه کمتر از این مقدار است. در مطالعه حاضر میانگین غلظت جیوه در مو ۰/۴۵ mg/kg بود که بسیار پایین‌تر از حداکثر مقدار قابل قبول به‌میزان یک دوازدهم می‌باشد. بالاترین مقدار مشاهده شده ۲/۱۰ mg/kg بود که این مقدار نیز سه برابر کمتر از حد تعیین شده توسط WHO است. اگرچه داده‌های این مطالعه بسیار پایینتر از مقدار قابل قبول توسط سازمان بهداشت جهانی است اما این نکته را هم باید در نظر داشت که طبق گزارشات همین سازمان هر سطح و هر مقداری از جیوه می‌تواند مضر باشد و هیچ سطح اثر ویژه‌ای برای جیوه وجود ندارد. به‌علاوه تمام اثراتی که در بخش‌های قبلی ذکر گردید حاصل از مواجهه مزمن انسان با مقادیر پایین جیوه است. مطالعه‌ای توسط Mortada و همکاران[۲۴] در سال ۲۰۰۲ در مصر بر روی کارکنان یک بیمارستان که هیچ سابقه تاریخی در معرض قرارگیری با جیوه نداشتند، انجام شد، میزان جیوه ناخن مردان ۰/۹۱ mg/kg و میزان جیوه ناخن زنان ۰/۸۸ mg/kg بود و جنسیت تاثیری در میزان جیوه نداشت. این عدد در مطالعه حاضر به‌ترتیب ۰/۴۵ mg/kg و ۰/۴۷ mg/kg بود و مانند مطالعه Mortada جنسیت تاثیری در میزان جیوه نداشت. تقریباً تمامی مطالعات انجام شده این مطلب را تایید می‌کند.[۲۶و۲۷] در مطالعه Mortada از لحاظ پارامتر آمالگام دندانی افراد در دو گروه قرار گرفتند: افراد بدون آمالگام دندانی و افراد دارای آمالگام دندانی. میانگین غلظت جیوه در گروه اول ۰/۹۲ mg/kg و گروه دوم ۰/۸۷ mg/kg گزارش شد اما تفاوت معنی‌داری بین میزان جیوه مو و ناخن در این دو گروه وجود نداشت. در مطالعه حاضر میزان جیوه در موی افرادی که کمتر از پنج دندان پر شده داشتند با افرادی که تعداد دندان‌های آمالگامی آنها پنج عدد و یا بیشتر بود تفاوت معنی‌داری داشت، اما در ناخن با وجود آنکه غلظت جیوه در گروه دوم بیشتر بود، از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. به‌دلیل پایین‌تر بودن غلظت جیوه در ناخن نسبت به مو احتمالا میزان جیوه در دو گروه مورد بررسی از لحاظ آمالگام دندانی تحت‌الشعاع همدیگر قرار گرفته است. اما در مو چون غلظت‌ها بالاتر بوده، تفاوت بارزتر است. میانگین غلظت جیوه مو در مطالعه Pallotti و همکاران[۲۵] در سال ۱۹۸۸ در ایتالیا ۰/۵۱ mg/kg، در مطالعه Scarlett و همکاران[۲۶] در سال ۱۹۸۹ در ژاپن ۴ mg/kg، در مطالعه Pineau و همکاران[۲۷] در سال ۱۹۹۰ در فرانسه ۱/۰۶ mg/kg و در مطالعه Kurttio و همکاران[۲۸] درسال ۱۹۹۸ در فنلاند ۰/۰۲ mg/kg گزارش شد. مقایسه این نتایج نشان می‌دهد که در مناطق مختلف میزان جیوه، متفاوت است. با توجه به اینکه در تمام مطالعات فوق‌الذکر و همچنین در مطالعه حاضر پارامترهای در معرض قرارگیری شغلی و مصرف ماهی حذف گردیده‌اند، پیشنهاد می‌شود که دلیل تفاوت در میزان جیوه، اختلاف جغرافیایی باشد. به علاوه عواملی مثل سیگار یا مصرف الکل ممکن است میزان جیوه را مقداری تحت تاثیر قرار دهند. همچنین میزان جیوه ناخن در این مطالعه (۰/۲۵ mg/kg) نسبت به سایر مطالعات بسیار پایینتر است. به‌عنوان مثال میزان جیوه ناخن در مطالعه Pallotti و همکاران[۲۵] در سال ۱۹۹۷ در ایتالیا ۱/۰۸ mg/kg و در مطالعه Suzuki و همکاران[۲۹] در سال ۱۹۸۹ در ژاپن ۲/۱ mg/kg بود. ارتباط مثبت بین میزان جیوه مو و ناخن افراد مورد مطالعه نشان‌دهنده آن است که مو و ناخن پارامترهای مفیدی برای پایش بیولوژیک میزان جیوه هستند. میزان جیوه در موی دانشجویان بیش از ۱/۵ برابر میزان جیوه ناخن بود. این اختلاف ممکن است به‌دلیل تفاوت ترکیب شیمیایی به‌ویژه سولفور در مو و ناخن و یا احتمالا مربوط به جریان خون در طول تشکیل شدن مو و ناخن باشد. همانطور که نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد، آمالگام دندانی منبع اصلی مواجهه با جیوه در افراد عادی است. بنابراین استفاده از سایر مواد دندانی مثل کمپوزیت‌ها میزان مواجهه با جیوه را کاهش می‌دهد.[۲۵]

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2026-06-15]

References

1. Alt Inc. Dental amalgam composition. Dispersalloy: http://www. Altcorp.Com/DentalInformation/amalgamcomp.htm [accessed: 24 Feb 2005].
2. Mackay R. Is Dental Amalgam Safe? Scientifically there is more than. reasonable doubt. *J Nutr Environ Med* 1993; 1: 5-12.
3. Svare CW, Peterson LC, Reinhardt JW, Boyer DB, Frank CW, Gay DD, et al. The effect of dental amalgams on mercury levels in expired air. *J Dent Res* 1981; 60: 1668-71.
4. Brune D. Metal release from dental biomaterials. *Biomaterials* 1988; 7: 163-75.
5. Sällsten G, Thorén J, Barregård L, Schütz A, Skarping G. Long-term use of nicotine chewing gum and mercury exposure from dental amalgam fillings. *J Dent Res* 1996; 75: 594-8.
6. Furhoff AK, Tomson Y, Ilie M, Bagedahl-Strindlund M, Larsson KS, Sandborgh-Englund G, et al. A multidisciplinary clinical study of patients suffering from illness associated with release of mercury from dental restorations. Medical and odontological aspects. *Scand J Prim Health Care* 1998; 16: 247-52.
7. Olsson S, Berglund A, Bergman M. Release of elements due to electrochemical corrosion of dental amalgam. *J Dent Res* 1994; 73: 33-43.
8. Berglund A. An in vitro and in vivo study of the release of mercury vapor from different types of amalgam alloys. *J Dent Res* 1993; 72: 939-46.
9. Mackert JR, Berglund A. Mercury exposure from dental amalgam fillings: absorbed dose and the potential for adverse health effects. *Crit Rev Oral Biol Med* 1997; 8: 410-36.
10. Hursh JB, Cherian MG, Clarkson TW, Vostal JJ, Mallie RV. Clearance of mercury (HG-197, HG-203) vapor inhaled by human subjects. *Arch Environ Health* 1976; 31: 302-9.
11. Lauwerys RR, Hoet P. Industrial Chemical Exposure: Guidelines for Biological Monitoring. Biomedical Publications, Davis, CA. 1983; p. 40-44.
12. Boyd ND, Benediktsson H, Vimy MJ, Hooper DE, Lorscheider FL. Mercury from dental "silver" tooth fillings impairs sheep kidney function. *Am J Physiol* 1991; 261: 1010-4.
13. Lund BO, Miller DM, Woods JS. Studies on Hg(II)-induced H2O2 formation and oxidative stress in vivo and in vitro in rat kidney mitochondria. *Biochem Pharmacol* 1993; 45: 2017-24.
14. Salonen JT, Seppanen K, Nyyssonen K, Korpela H, Kauhanen J, Kantola M, et al. Intake of mercury from fish, lipid peroxidation, and the risk of myocardial infarction and coronary, cardiovascular, and any death in eastern Finnish men. *Circulation* 1995; 91: 645-55.
15. Cordier S, Deplan F, Mandereau L, Hemon D. Paternal exposure to mercury and spontaneous abortions. *Br J Ind Med* 1991; 48: 375-81.
16. Harakeh S, Sabra N, Kassak K, Doughan B, Sukhan C. Mercury and arsenic levels among Lebanese dentists: a call for action. *Bull Environ Contam Toxicol* 2003; 70: 629-35.
17. Levy M, Schwartz S, Dijak M, Weber JP, Tardif R, Rouah F. Childhood urine mercury excretion: dental amalgam and fish consumption as exposure factors. *Environ Res*. 2004; 94: 283-90.
18. Hunter DJ. Biochemical indicators of dietary intake. 2nd ed. New York: Oxford University Press: 1998.
19. Morton J, Mason HJ, Ritchie KA, White M. Comparison of hair, nails and urine for biological monitoring of low level inorganic mercury exposure in dental workers. *Biomarkers* 2004; 9: 47-55.
20. Nakaaki K, Fukabori S, Tada O. On the evaluation of mercury exposure: a proposal of the standard value for health care of workers. J Dental Sci Labour; 54: 1-8.
21. Harakeh S, Sabra N, Kassak K, Doughan B. Factors influencing total mercury levels among Lebanese dentists. *Sci Total Environ* 2002; 297: 153-60.
22. Dickman MD, Leung CK, Leong MK. Hong Kong male subfertility links to mercury in human hair and fish. *Sci Total Environ* 1998; 214: 165-74.
23. Al-Majed NB, Preston MR. Factors influencing the total mercury and methyl mercury in the hair of the fishermen of Kuwait. *Environ Pollut* 2000; 109: 239-50.
24. Mortada WI, Sobh MA, el-Defrawy MM, Farahat SE. Reference intervals of cadmium, lead, and mercury in blood, urine, hair, and nails among residents in Mansoura city, Nile delta, Egypt. *Environ Res* 2002; 90: 104-10.
25. Pallotti G, Bencivenga B, Simonetti T. Total mercury levels in whole blood, hair and fingernails for a population group from Rome and its surroundings. *Sci Total Environ* 1979; 11: 69-72.
26. Scarlett JM, Gutenmann WH, Lisk DJ. A study of mercury in the hair of dentists and dental-related professionals in 1985 and subcohort comparison of 1972 and 1985 mercury hair levels. J *Toxicol Environ Health* 1988; 25: 373-81.
27. Pineau A, Piron M, Boiteau HL, Etourneau MJ, Guillard O. Determination of total mercury in human hair samples by cold vapor atomic absorption spectrometry. *J Anal Toxicol* 1990; 14: 235-8.
28. Kurttio P, Pekkanen J, Alfthan G, Paunio M, Jaakkola JJ, Heinonen OP. Increased mercury exposure in inhabitants living in the vicinity of a hazardous waste incinerator: a 10-year follow-up. *Arch Environ Health* 1998; 53: 129-37.
29. Suzuki T, Watanabe S, Matsuo N. Comparison of hair with nail as index media for biological monitoring of mercury. *Sangyo Igaku* 1989; 31: 235-8.

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2026-06-15]

Tehran University Medical Journal; Vol. 65, No. 5, Aug 2007: 78-83

Mercury accumulation in human hair and nails: amalgam fillings as an exposure factor

Zolfaghari Gh. [*1]
Esmaeili sari A.[1]
Seyed M Ghasempouri.[1]
Faghihzadeh S.[2]

1- Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences
2- Department of Biostatistics, Faculty of Medical Sciences

Tarbiat Modares University

* Corresponding author: Tarbiat Modares University, Po. Box: 46414-356, Noor, Iran.
Tel: +98-122-6253101
email: ghr_zolfaghari@yahoo.com

Abstract

***Background*:** Dental amalgam, a mixture of approximately 50% mercury with silver, tin, zinc and copper in varying ratios, is a major source of mercury pollution in the general population not occupationally exposed. The toxicity of mercury is enhanced because it is so readily absorbed, with around 90-100% of mercury vapor being absorbed through the oral mucosa. The aim of the current study is to examine the mercury levels in hair and nails in subjects with amalgam fillings.

***Methods*:** For a sample of forty university students reporting infrequent fish consumption, with their only known exposure to mercury from amalgam fillings, mercury levels were measured in hair and nail samples using the LECO AMA 254 Advanced Mercury Analyzer (USA), according to the ASTM standard No. D-6722 test method.

***Results*:** Mercury concentration in hair ranged from 0.09 to 3.11 mg/kg, and in nail from zero to 1.35 mg/kg. We found that subjects with five or more amalgam fillings had significantly higher levels in their hair than subjects with zero to 5 amalgam fillings (CI 95% P=0.003). However, the number of amalgam fillings had no effect on the mercury concentration in nails in these two groups (P=0.26). There was no significant difference between the levels of mercury of males and that of females tested (P=0.26 for nail and P=0.15 for hair).

***Conclusion*:** The mercury amount in hair was 1.5 times as much as that of the nail samples, may be due to the differences in the chemical compounds, particularly those with sulfur, or the deposition of those compounds that would be affected by blood circulation during formation of hair and nails. Although the amounts of mercury found in this study were below the WHO maximum acceptable level of 6 mg/kg for mercury in human hair, the levels were sufficient to warrant the use of other dental materials such as composites in order to decrease the overall rate of exposure to mercury.

Keywords: Mercury, amalgam fillings, hair, nail.

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2026-06-15]