مقاله پژوهشی

مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره هشتم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۴، صفحات ۱۶۳ تا ۱۷۰

بررسی میزان مواجهه با بنزن در کارگران پمپ بنزین از طریق ارزیابی محیطی و پایش شاخص زیستی

نوشین راستکاری[۱*]، فائزه ایزدپناه[۲]، مسعود یونسیان[۳و۴]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۳/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۵/۳۱

چکیده:

زمینه و هدف: *بنزن یکی از آلاینده‌های اصلی در آلودگی هوا بوده که گسترده‌ترین ترکیب شیمیایی است که هم در فرایندهای طبیعی و هم در فرایندهای انسانی کاربرد دارد. مواجهه بنزن موجب خطرناک‌ترین عوارض نامطلوب بهداشتی زیادی بخصوص سرطان خون می‌گردد. هدف از انجام این مطالعه تعیین میزان مواجهه کارگران پمپ بنزین با بنزن از طریق اندازه‌گیری بنزن هوای تنفسی و شاخص زیستی ترانس، ترانس- موکونیک اسید در ادرار است.*

مواد و روش‌ها: *این مطالعه از نوع مطالعات مقطعی بوده که در تابستان سال ۹۳ انجام شد. ۴۰ پرسنل شاغل در پمپ بنزین‌ها (گروه مواجهه یافته با بنزن) و ۴۰ نفر از افراد عادی جامعه به عنوان گروه کنترل (گروه مواجهه نیافته با بنزن) در این مطالعه شرکت نمودند. نمونه‌های ادرار قبل و بعد از شیفت کاری جمع‌آوری گردید. به منظور تعیین غلظت ترانس، ترانس- موکونیک اسید در نمونه‌های ادرار از تکنیک کروماتوگرافی مایع (HPLC) مجهز به ردیاب diode array استفاده گردید. در انتهای شیفت کاری بنزن جذب شده بر روی کارتریج توسط کربن دی سولفید استخراج و توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی مجهز به دتکتور جرمی تعیین مقدار گردید.*

یافته‌ها: *میانگین غلظت بنزن هوای تنفسی در گروه کارگران پمپ بنزین برابر با ۵/۹۰±۱/۹۳ ppm بود که به صورت معناداری از میانگین غلظت بنزن هوای تنفسی در گروه مواجهه نیافته (۱/۱۵±۰/۷۴۴ ppm) بالاتر است. میانگین غلظت ترانس، ترانس- موکونیک اسید در ادرار کارگران پمپ بنزین ۶۴/۷۵±۱۹/۴۷ µg/L بدست آمد که به صورت معناداری با غلظت ادراری این ترکیب در افراد مواجهه نیافته (۴۷/۱۰±۱۳/۶۷ µg/L) متفاوت بود.*

نتیجه‌گیری: *نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که همبستگی مناسبی (r=۰/۵۸۱) میان غلظت ادراری ترانس، ترانس- موکونیک اسید و غلظت بنزن هوای تنفسی وجود دارد. افراد شاغل در پمپ های بنزین در معرض مواجهه با غلظت‌های بالای بنزن بوده و در این گروه از افراد، تماس از طریق استنشاق اصلی ترین مسیر مواجهه است.*

واژگان کلیدی: *بنزن، ترانس، ترانس- موکونیک اسید، پایش بیولوژیکی، مواجهه شغلی*

۱- (نویسنده مسئول): دکترای شیمی دارویی، دانشیار مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
n_rastkari@yahoo.com

۲- کارشناس ارشد فیزیک، کارشناس مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۳- دکترای اپیدمیولوژی، استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۴- مرکز تحقیقات آلودگی هوا، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-24]

مقدمه

آلاینده‌های شـیمیایی محیط کار شامل گازها، بخارات و ذرات معلق جامد و مایع هستند؛ آلودگی هوای ناشی از این مواد یکی از مهمترین معضلات زیسـت محیطی در زندگی شهرنشـینی امروز به خصوص در کشـورهای در حال توسعه هست به نحوی که این مشکل همواره یکی از کانون‌های توجه مسئولین شهری و زیست‌محیطی بوده است. انسان در محیط زیست خود (محل زندگـی و کار) در معرض انواع آلوده‌کننده‌های محیط زیسـت شامل انواع هیدروکربن‌های هالوژنه (کلروفرم، تتراکلرید کربن، دی کلرومتان) و هیدروکربن‌های آروماتیک (بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن) قرار دارد. هر یک از این مواد دارای خطرات خاص بوده و زیان حاصل از آنها بسته به نوع ماده شیمیایی، راه ورود، طـول مدت تماس و تراکم آنها متفاوت اسـت. مواجهه بیش از حد مجاز با این مواد در محیط کار می‌تواند سبب مسمومیت‌ها و بیماری‌های مختلفی گردد. بنزن یکی از آلاینده‌های اصلی در آلودگی هوا بوده که گسـترده‌ترین ترکیب شـیمیایی است که هـم در فرایندهای طبیعی و هم در فرایندهای انسـانی کاربرد دارد. بنزن مایعی بی‌رنگ تا زرد کم رنگ و با بوی معطر اسـت (۱). این ترکیب شیمیایی از راه‌های تنفسی، گوارشی و پوستی وارد بدن انسان می‌گردد و پس از ورود به خون، به دلیل چربی دوسـت بودن این مـاده، توزیع آن در بدن بسـتگی به مقادیر چربی اندام‌ها دارد (۲). این ترکیب اثرات بهداشـتی مختلفی را شامل می‌شود. در تماس حاد با بنزن اثرات مخدر و خواب‌آور بر روی سیستم اعصاب مرکزی ایجاد می‌گردد (۳). مطالعات نشان می‌دهد که علت افزایش شروع لوسمی (سرطان خون)، مواجهه مزمـن با بنزن اسـت و سـازمان EPA (Environmental Protection Agency) بنزن را به عنوان یک عامل سرطان‌زا طبقه‌بندی کرده است. در تلاش جهانی برای تولید سوخت‌های پاک، بنزن به عنوان یکـی از اجزای بنزین که باید کاهش یابد شناسایی شد. در نتیجه EPA در سال ۱۹۹۵ مقدار مجاز بنزن در بنزیـن را به مقدار ۱٪ حجمی کاهش داد. اکنون بسـیاری از کشـورها در حال کاهش میزان بنـزن موجود در بنزین خود هسـتند. عـلاوه بر ایـن بنـزن در صنایع تولید چـرم، کفش، لاستیک، دترجنت‌ها، چسب، حشره‌کش‌ها، حلال‌ها، رنگ بر و برخی صنایع دیگر اسـتفاده می‌گردد (۴). بیشترین راه مواجهه افراد با بنزن و سایر ترکیبات آلی فرار از طریق استنشاقی است. تخمین زده می‌شـود که ۰/۰۲μg جذب روزانه انسان از طریق غـذا، ۰/۰۱۵ μg از طریق آب و ۷۰μg از طریق هوای محیط اتفاق می‌افتد (۵). حضور بنزن در بنزین و اسـتفاده وسیع به عنوان حلال در صنایع، منجر به ورود بخش قابل توجهی از این ماده به محیط شـده است. محدوده غلظت بنزن در محیط آزاد از ۰/۲ $\mu g/m^3$ در مناطق روسـتایی تا ۳۴۹ $\mu g/m^3$ در مرکز مناطق صنعتی با ترافیک بالا است. در جایگاه‌های سوخت‌گیری تا ۱۰ mg/m^3 اندازه‌گیری شـده است. سوخت خودروها و گاز خروجی از اگزوز وسـایل نقلیه و تبخیر بنزن در پمپ بنزین‌ها و سـوختن نفت و گاز، غلظت بنـزن را در هوا افزایش می‌دهند (۱). پایـش بیولوژیک سـنجش غلظـت یک ماده شـیمیایی یا متابولیت‌هـای آن در ماتریس‌های بیولوژیـک بوده و امکان ارزیابـی مواجهـه کارگران با مواد شـیمیایی موجود در محیط کار را در زمان‌های مشـخص، از طریق اندازه‌گیری نشانگرهای مناسـب در نمونه‌هـای بیولوژیک (شـامل ادرار، خون و هوای بازدم) فراهم می‌نماید. پایـش بیولوژیک مکملی جهت ارزیابی مواجهـه از طریق نمونه‌برداری هوا بوده و با شـناخت به موقع اثرات برگشـت‌پذیر، نقش مهمی در کاهش ریسک‌های مؤثر بر سلامت کارگران دارد. یکی از مزایای پایش بیولوژیکی این است که به دلیل خاصیت تجمعی و یکپارچگی خود باعث می‌شـوند کـه در مورد تماس‌های ناخواسـته اطلاع پیـدا کنیم. بنابراین در حالی‌که نمونه‌گیری بعد از شـیفت یا انتهای شیفت توصیه می‌شـود، نمونه‌گیری قبل از شیفت نیز ما را از تماس‌های قبلی فرد و یا تماس‌هایی که ممکن است خارج از محیط کار رخ داده باشد آگاه می‌کند. نمونه‌برداری فردی و سنجش نشانگرها برای تعیین صحت و دقت مواجهه فردی به مواد سمی می‌تواند مورد اسـتفاده قرار گیرد. مطالعه بـر روی مواجهه فردی با ترکیبات آروماتیک با نمونه‌برداری فردی بطور گسترده در دهه‌های اخیر گزارش شده است (۹-۶).

در بین نمونه‌های بیولوژیک، جهت ارزیابی مواجهه تعیین بنزن،

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-24]

نمونه خون و ادرار پیشنهاد می‌شود که برای راحتی کار ادرار در نظر گرفته می‌شـود، چرا که جمع‌آوری آن ساده و غیرتهاجمی اسـت و تقریبا تمامی متابولیت‌های حاصل از مواد آلوده‌کننده از طریـق ادرار دفع می‌شـوند. به علاوه در حـال حاضر تقریبا تمامـی اندیکس‌های بیولوژیـک تماس با عوامـل آلوده‌کننده (Biological exposure indices) مورد توافق براسـاس مقادیر نشانگرهای موجود در ادرار تدوین شده اند (۱۰، ۱۱).

در سـال‌های اخیـر جهت پایـش بیولوژیکی تماس بـا بنزن، اندازه‌گیری نشانگر ترانس، ترانس- موکونیک اسید در ادرار پایان شیفت کاری توسط ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist) ارائـه شده است (۱۲). سـطح مجاز مواجهه شغلی با بنزن در محیط کار ۰/۵ ppm (TWA= Time Weighted Average) اسـت که عبارت است از متوسـط غلظت مجاز ماده شیمیایی در ۸ سـاعت کار روزانه و ۴۰ ساعت کار در هفته به طوری که مواجهه مستمر و روز به روز با این مقدار تقریبا در کلیه کارگران باعث ایجاد عارضه نامطلوبی نگردد مشروط بر آنکه فاصله زمانی بین پایان ۸ سـاعت کار و شـروع مجدد آن کمتر از ۱۶ ساعت نباشـد و در این مدت با همان ماده شـیمیایی یا عوامل تشدید کننده اثرات آنها مواجهه نداشـته باشـند. ولی در سال ۲۰۱۱ برای سـازمان ACGIH با توجه به عوارض حاصل از این ماده سـرطان‌زا حد مجاز مواجهه شغلی با بنزن را ۰/۱ ppm تعریف کرده اسـت. مطالعات متعددی در خصوص اندازه‌گیری ترانس، ترانس موکونیک اسـید ادراری افراد مواجه با بنزن در مشـاغل گوناگـون جهان انجام پذیرفتـه (۱۵-۱۳) و هدف از انجام این مطالعه، ارزیابی میزان مواجهه کارگران پمپ بنزین از طریق دو روش پایش هوای تنفسی و پایش زیستی است.

مواد و روش‌ها

ایـن مطالعه به صـورت توصیفی- مقطعی در تابسـتان ۹۳ در یکی از مناطق شـهرداری شـهر تهران انجام گردید. افراد مورد مطالعـه (۸۰ نفـر) از لحاظ جمعیتی، دو گـروه از افراد جامعه یکی به عنوان گروه در معرض مواجهه (کارگران پمپ بنزین) و یک گروه به عنوان گروه کنترل (بدون مواجهه شغلی) برگزیده شـدند. افراد عادی جامعه یعنی افرادی که شیفت کاری خود را به دور از ترافیک شهر در دفاتر اداری می‌گذرانند به عنوان گروه کنترل (معیار) هستند. در انتخاب این افراد از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده شـد. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این مطالعـه با درجه خلوص مناسـب (HPLC Grade) برای تجزیه بوسیله دستگاه کروماتوگرافی از شرکت مرک آلمان تهیه شد. با توجه به اهمیت و تأثیر سن و جنسیت بر متابولیسم مواد، افراد هر دو گروه در یک محدوده سـنی ۴۰-۲۰ سـال و همگی مذکر و غیر سیگاری به صورت تصادفی انتخاب گردیدند و نمونه‌گیری از افراد هر دو گروه در یک روز کاری یکسان و از یک منطقه شهرداری یکسان انجام گرفت تا تأثیر عوامل وابسته به زمان نظیر دمـای عمومی منطقه، میزان آلودگی هوا و.... در مورد تمامی افراد یکسان گردد.

با استفاده از نمونه‌بردار مخصوص، نمونه هوای تنفسی هر گروه در طول شـیفت کاری جمع‌آوری شـد و میزان بنزن استنشاق شـده بعد از اسـتخراج جاذب‌ها توسـط کربن دی سـولفید و دستگاه GC/MS تعیین گردید. جهت تعیین میزان متابولیت ادراری tt-MA افراد هر گروه پیش از شـروع شـیفت کاری و پـس از اتمام آن یک نمونه ادرار به حجم ۵۰mL تهیه شـد و تا زمـان آنالیز در دمای ۲۰°C- نگهداری گردید. تعیین مقدار بوسیله دستگاه HPLC مجهز به ردیاب diode array انجام پذیرفت (۱۸-۱۶).

به منظور آنالیز آماری اطلاعات جمع‌آوری شـده، بررسی میزان همبسـتگی متغیرهای کمـی با یکدیگر و وضعیـت هر یک از متغیرهای مورد بررسـی براسـاس متغیرهای کیفی از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ و آزمون پیرسون استفاده شد.

یافته‌ها

جدول شـماره ۱ میانگین بنزن هوای استنشاقی در یک شیفت کاری در دو گـروه را نشـان می‌دهد. به طـوری که در جدول مشاهده می‌گردد غلظت بنزن هوای استنشاقی در گروه کارگران پمپ بنزین به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-24]

جدول ۱: میانگین بنزن هوای استنشاقی در یک شیفت کاری (غلظت براساس ppm)

	گروه	تعداد	انحراف معیار ± میانگین	محدوده غلظت
بنزن هوای استنشاقی	افراد عادی (کنترل)	۴۰	۱/۱۵±۰/۷۴۴	۰/۳۴۰-۳/۳۱
	پرسنل پمپ بنزین	۴۰	۵/۹۰±۱/۹۳	۱/۱۳۰-۱۰/۱۱

همانطـور که در جدول شـماره ۲ میانگین غلظت tt-MA در ادرار کارگـران پمپ بنزین به طور معنی‌داری بیشـتر از گروه کنترل بوده و با غلظت هوای تنفسـی در ارتباط اسـت، که این ارتباط در جداول ۳ و ۴ چه در قبل از شـیفت کاری و چه بعد از شیفت کاری قابل مشاهده است.

جدول ۲: میانگین غلظت نشانگر tt-MA بنزن قبل و بعد از شیفت کاری (غلظت براساس µg/L)

	گروه	تعداد	انحراف معیار ± میانگین	محدوده غلظت
tt-MA ادراری قبل از شیفت کاری	افراد عادی (کنترل)	۴۰	۴۲/۸۶±۱۲/۱۰	۲۰/۱۴-۷۰/۲۸
	پرسنل پمپ بنزین	۴۰	۵۴/۰۳±۱۸/۰۵	۳۰/۲۵-۹۸/۷۴
tt-MA ادراری بعد از شیفت کاری	افراد عادی (کنترل)	۴۰	۴۷/۱۰±۱۳/۶۷	۲۳/۵۶-۷۵/۴۱
	پرسنل پمپ بنزین	۴۰	۶۴/۷۵±۱۹/۴۰	۳۶/۵۸-۱۱۰/۳۹

جدول ۳: همبستگی Pearson (P value) در نشانگر tt-MA بنزن در قبل از شیفت کاری

	tt-MA ادراری قبل از شیفت کاری	بنزن هوای استنشاقی
بنزن هوای استنشاقی	۰/۴۱۳ (۰/۰۰۰۱)	۱
tt-MA ادراری قبل از شیفت کاری	۱	-

جدول ۴: همبستگی Pearson (P value) در نشانگر tt-MA بنزن در بعد از شیفت کاری

	tt-MA ادراری بعد از شیفت کاری	بنزن هوای استنشاقی
بنزن هوای استنشاقی	۰/۵۸۱ (۰/۰۰۰۱)	۱
tt-MA ادراری بعد از شیفت کاری	۱	-

بحث

هزاران ماده سـمی تولید شده توسط انسـان به طور مداوم به محیط زیسـت ساطع می‌شـوند، در نتیجه جمعیت عمومی در معرض مواجهه با تعداد زیادی از آلاینده‌ها از طریق استنشـاق هوا، بلع توسط غذا و جذب از طریق پوست هستند (۱۹).

بنزن یک ترکیب مهم از آلاینده‌ها اسـت که به صورت معمول در هـوای فضاهای باز و بسـته حضور دارد و توجه بسـیاری از پژوهشـگران را به خود جلب کرده اسـت. چرا که در سال‌های اخیر منابع آلوده‌کننده بسیاری در جوامع بشری به دست خود انسان ایجاد شده است. بنزن از منابع کنترل شده و غیر کنترل شـده وارد هوا شده و به دلیل کاربرد گسترده این ترکیبات در صنعت و مشاغل مختلف افراد در معرض مواجهه با این ترکیبات قرار دارند. زیرا بنزن به هنگام سوختن نفت، بنزین و زغال سنگ در موتور وسـایل نقلیه و بخارات متصاعد شـده از ایستگاه‌های

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-24]

پمپ بنزین و حلال‌های صنعتی منتشـر می‌شود بنابراین یکی از مشـاغلی که به طور مـداوم در معرض مواجهـه با این ماده شیمیایی خطرناک است، پرسنل پمپ های بنزین هستند.
هدف اصلی بهداشت شغلی، پیشگیری یا کنترل مناسب تماس افـراد با عوامل زیان‌آور محیط کار بوده و ارزیابی صحیح تماس در طراحی استراتژی‌های کنترلی با ارزش و مفید است. ارزیابی خطـرات شـغلی از طریق ارزیابـی تماس و مقایسـه با مقادیر اسـتاندارد غلظت‌های مجاز آلودگی هوا است. روش‌های پایش بیولوژیکی در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه بوده است. امروزه مشـخص شده اسـت که ارزیابی دوز بیولوژیکی جذب شده در بـدن همانند پایش شـغلی برای فراهم کـردن اطلاعات جهت کنترل اثرات مواد شیمیایی خطرناک مهم و ضروری است.
از آنجایی‌کـه بنـزن به عنـوان یکـی از خطرناک‌ترین عوامل شـیمیایی زیان‌آور در محیط کار شناخته شـده است بنابراین بررسـی میـزان مواجهه کارگـران پمپ بنزین با ایـن آلاینده ضروری اسـت و اندازه‌گیری ترانس، ترانس موکونیک اسید در ادرار کارگران می‌تواند به عنوان یک شاخص مناسب در ارزیابی مواجهه شغلی با این آلاینده محسوب گردد. تحقیق حاضر نشان می‌دهد که میانگین غلظت ترانس، ترانس موکونیک اسـید بعد از شیفت کاری به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد که می‌تواند نشـانگر مواجهه بالا با بنزن از طریق استنشاق باشد. هر چقدر میزان آلاینده‌های بنزن در محیط کار بیشتر باشد انتظار بر این است که غلظت tt-MA افزایش یابد که تحقیقات انجام گرفته ارتبـاط tt-MA دفع شـده از ادرار کارگران و بنزن موجود در هوا را تائید می‌نماید (۲۰، ۲۱).
البته تعداد نمونه محدود می‌تواند در نتایج بدست آمده اثرگذار باشـد. نتایج حاصل از مطالعه‌ای کـه Melikian و همکاران (۲۰۰۲) در چیـن، در مورد مواجهه‌های فـردی با غلظت‌های مختلفـی از بنزن و ارتبـاط آن با متابولیت‌هـای ادراری انجام داده‌اند، تایید کننده یافته‌های مطالعه حاضر است (۲۲).
همچنیـن در مطالعـه‌ای کـه در آمریکا توسـط Weaver و همکاران (۲۰۰۰) صورت گرفته نشان‌دهنده این مسئله است که tt-MA می‌تواند بیومارکر منحصر به فردی قلمداد شود (۲۳).

نتایج حاصل از مطالعه حاضر قابل مقایسه و مشابه نتایج حاصل از مطالعات موجود در منابع معتبر و بین المللی است (۱۵-۱۳).

نتیجه‌گیری

بـه طـور کلی می‌توان گفـت که غلظت بنزن هوای تنفسـی کارگـران پمپ بنزین بیش از حد مجاز تعیین شـده توسـط سازمان‌های مربوطه بوده (۰/۵ ppm)، لذا با توجه به خطرات بالقـوه ناشـی از تماس با بنزن ضروری اسـت با اسـتفاده از روش‌هـای مختلف از جمله کنترل‌های مهندسـی و مدیریتی میـزان مواجهه این کارگران با بنـزن را به کمتر از حد مجاز کاهش داد.

تشکر و قدردانی

ایـن مقاله حاصل از طرح تحقیقاتی بـا عنوان"ارزیابی ارتباط میان متابولیت های ادراری بنزن و میزان بنزن در هوای تنفسی به منظور یافتن بیومارکر مناسـب جهت بررسی میزان مواجهه با بنـزن" مصوب مرکز تحقیقـات آلودگی هوای پژوهشـکده محیط زیسـت دانشـگاه علوم پزشـکی تهران در سال ۹۱ با کد ۹۱-۰۴-۴۶-۱۹۸۱۹ اسـت که بـا حمایت این مرکز اجرا شده است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-24]

منابع

1- Raymond D. Hamilton & Hardy's Industrial Toxicology. St. Louis: Mosby; 1998.

2- Sieg H, Schafer G. Toxiocology. California: Academic Press; 1999.

3- Harri R. Patty's Industrial Hygiene & Toxicology. New York: Inter Science; 2000.

4- Klaassen CD. Casarett & Doulls Toxicology: The Basic Science of Poisons. New York: McGraw-Hill; 2001.

5- Buratti M, Fustinoni S, Colombi A. Fast liquid chromatographic determination of urinary trans, trans-muconic acid. Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications. 1996;677(2):257-63.

6- Adgate JL, Church TR, Ryan AD, Ramachandran G, Fredrickson AL, Stock TH, et al. Outdoor, indoor, and personal exposure to VOCs in children. Environmental Health Perspectives. 2004;112(14):1386-92.

7- Cakmak S, Dales RE, Liu L, Kauri LM, Lemieux CL, Hebbern C, et al. Residential exposure to volatile organic compounds and lung function: results from a population-based cross-sectional survey. Environmental Pollution. 2014;194:145-51.

8- Yun YW, Feng LF, Hee SL, Tae OK. Risk assessments of exposure to airborne volatile organic compounds in Gumi industrial complex area, Korea. Advanced Materials Research. 2012;518-523:932-36.

9- Corazzini R, Gonçalves G, Bonetti T, Garcia DM, Fonseca FLA, Carvalho C. Effect of exposure to volatile organic compounds (VOCs) on inflammatory response in gas station attendant. The FASEB Journal. 2013;27:lb190.

10- Polkowska Z, Kozłowska K, Mazerska Z, Górecki T, Namieśnik J. Volatile organohalogen compounds in human urine: The effect of environmental exposure. Chemosphere. 2006;62(4):626–40.

11- Ducos P, Berode M, Francin JM, Arnoux C, Lefèvre C. Biological monitoring of exposure to solvents using the chemical itself in urine: application to toluene. International Archives of Occupational and Environmental Health. 2008; 81:273-84.

12- ACGIH. Threshold limit values for substances in workroom air. Cincinata: American Conference of Governmental Industrial Hygienist; 2000.

13- Qu Q, Shore R, Li G, Li S, Jin X, Melikian AA, et al. Biomarkers of benzene: Urinary metabolites in relation to individual genotype and personal exposure. Chemico-Biological Interactions. 2005;153–154:85–95.

14- Qu Q, Melikian AA, Li G, Shore R, Chen L, Cohen B, et al. Validation of biomarkers in humans exposed to benzene: urine metabolites. American Journal of Industrial Medicine. 2000;37(5):522-31.

15- Fustinoni S, Buratti M, Campo L, Colombi A, Consonni D, Pesatori AC, et al. Urinary t,t-muconic acid, S-phenylmercapturic acid and benzene as biomarkers of low benzene exposure. Chemico-Biological Interactions. 2005;153–154:253–56.

16- Mariusz M, Zabiegała B, Namieśnik J. Testing and sampling devices for monitoring volatile and semivolatile organic compounds in indoor air. TrAC Trends in Analytical Chemistry. 2012;32:76-86.

17- Alwis KU, Blount BC, Britt AS, Patel D, Ashley DL. Simultaneous analysis of 28 urinary VOC metabolites using ultra high performance liquid chromatography coupled with electrospray ionization tandem mass spectrometry (UPLC-ESI/MSMS). Analytica Chimica Acta. 2012;750:152-60.

18- Huang S, Xiong J, Zhang Y. A rapid and accurate method, ventilated chamber C-history method, of measuring the emission characteristic parameters of formaldehyde/VOCs in building materials. Journal of Hazardous Materials. 2013;261:542-49.

19- Assadi Y, Ahmadi F, Milani Hossieni MR. Determination of BTEX Compounds by Dispersive Liquid–Liquid Microextraction with GC–FID. Chromatographia. 2010;71(11-12):1137-41.

20- Ong CN, Kok PW, Ong HY, Shi CY, Lee BL, Phoon WH, et al. Biomarkers of exposure to low concentrations of benzene: a field assessment. Occupational and Environmental Medicine. 1996;53(5):328-33.

21- Boogaad PJ, Van-Sitter NJ. Biological monitoring of exposure to benzene: a comparison between s-phenyimercapturic acid, trans, trans-myconic acid and phenol. Occupational and Environmental Medicine. 1995;52(9):611–20.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-24]

22- Melikian AA, Qu Q, Shore R, Li G, Li H, Jin X, et al. Personal exposure to different levels of benzene and its relationships to the urinary metabolites S-phenylmercapturic acid and trans,trans-muconic acid. Journal of Chromatography B. 2002;778:211-21.

23- Weaver VM, Buckley T, Groopman JD. Lack of Specificity of trans,trans-Muconic Acid as a Benzene Biomarker after Ingestion of Sorbic Acid-preserved Foods. Cancer Epidemiology, Biomarker and Prevention. 2000;9:749-55.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-24]

Exposure to Benzene in Gas Station Workers: Environmental and Biological Monitoring

N. Rastkari[1], F. Izadpanah[1], M. Yunesian[1,2]

[1]Center for Air Pollution Research (CAPR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[2]Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 22 May 2015; Accepted: 23 August 2015

ABSTRACT

Background and objective: Benzene is one of the main pollutants in air and one of the most extensive chemical compound used in both natural and industrial processes. Benzene exposure leads to the most dangerous adverse health effects, particularly blood cancer. The aim of this study was to evaluate the gas station workers' exposure to benzene by measuring benzene in breathing air and urinary trans, trans-muconic acid.

Materials and Methods: This cross-sectional study conducted in summer 2014 investigated 40 gas station workers and 40 occupationally non-exposed persons. Spot urine samples were obtained prior to and at the end of the work shift from each subject. The urinary levels of trans, trans-muconic acid was determined by liquid chromatography (HPLC) with diode array detector. At the end of the work shift, the benzene collected on sorbing cartridges was desorbed using carbon disulfide and was analyzed using gas chromatography and mass spectrometry detection.

Results: The mean value for exposure to benzene in breathing zone of gas station workers was 5.90 ±1.93 ppm, which was significantly greater than the occupationally non exposed group (1.15±0.744 ppm). The mean urinary concentrations of trans, trans-muconic acid differed significantly between samples of gas station workers (64.75±19.47 µg/L) and occupationally non-exposed persons (47.10±13.67 µg/L).

Conclusion: A good correlation (r = 0.581) between the mean values of benzene in breathing zone and the urinary concentration trans, trans-muconic acid was observed. Gas station workers were found to be probably the most exposed groups in this study. Inhalation is presumably the main route of exposure in gas station workers.

Keywords: benzene, trans, trans-muconic acid, biological monitoring, occupational exposure

***Corresponding Author:** *n_rastkari@yahoo.com*
***Tel:** +98 21 8897 8395 **Fax:** +98 21 8897 8397*

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-24]