

Evaluation of Occupational Exposure and Biological Monitoring of Sand Washing Workers Exposed to Silica Dusts

Parsaseresht GR¹, Rezazadeh-Azari M^{2*}, Zendehtdel R¹, Hashemi-Nazari SS¹, Tavakol E¹

1. Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.

2. Safety Promotion and Injury Prevention Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran and College of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.

Abstract

Background and Objectives: The health of sand washing workers could be threatened by the crystalline silica dust exposure. The aim of this study was the evaluation of occupational and biological monitoring with crystalline silica dusts in the sand washing workers.

Materials and Methods: This was an analytical and cross-sectional study of 44 sand washing workers exposed to crystalline silica and also 63 municipality gardeners as a control group in the city of Dorood. Occupational exposure monitoring to respirable total dust and silica dust was performed according to the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) methods 0600 and 7602-respectively. Biological monitoring of workers' was carried out according to the Karatas method for the analysis of Malondialdehyde in the blood serum of exposed and control subjects. The informed consents were taken for obtaining blood samples of workers, according to the Helsinki Declaration. Statistical analysis of data was done using SPSS version 16. The statistical test of Pearson, t-tests and linear regression was applied.

Results: The occupational exposure of 54.55% was exceeded the occupational exposure limit of Iran at the level of 3 mg/m³. The mean exposure of sand miners and control group to respirable silica dust was evaluated at 0.219 ± 0.177 and 0.010 ± 0.002 as mg/m³ respectively. Occupational exposure of all sand washing workers was higher than the occupational exposure limit of Iran at the level of 0.025 mg/m³. The concentration of serum Malondialdehyde (MDA) exposed group and the control group were 36.64 ± 10.75 and 19.40 ± 4.68 as μM respectively.

Conclusion: Due to the positive correlation between exposure of sand washing workers to silica dust sand serum MDA among exposed group (P-value < 0.0001, r = 0.881), periodical biological monitoring along with effective control measures of workers are recommended for the health promotion of these workers.

Keywords: Occupational Exposure, Biological monitoring, Respirable Silica, Sand Washing Workers, Malondialdehyde

How to cite this article:

Parsaseresht GR, Rezazadeh-Azari M, Zendehtdel R, Hashemi-Nazari SS, Tavakol E. Evaluation of Occupational Exposure and Biological Monitoring of Sand Washing Workers Exposed to Silica Dusts. J Saf Promot Inj Prev. 2016;4(3):135-42.

ارزشیابی مواجهه شغلی و پایش بیولوژیکی کارگران ماسه شویی با گردوغبار سیلیس کریستالی

غلامرضا پارسا سرشت^۱، منصور رضازاده آذری^{۲*}، رضوان زنده دل^۱، سید سعید هاشمی نظری^۱، الهه توکل^۱

۱. دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، تهران، ایران
 ۲. مرکز تحقیقات ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

سابقه و هدف: سلامت کارگران صنعت ماسه شویی می‌تواند به دلیل مواجهه شغلی با گردوغبار سیلیس در معرض خطر قرار گیرد. هدف این مطالعه، ارزشیابی مواجهه شغلی و پایش بیولوژیکی کارگران ماسه شویی با گردوغبار سیلیس کریستالی بود.

روش بررسی: این مطالعه از نوع مقطعی تحلیلی بود. افراد مورد مطالعه دو گروه دارای مواجهه با سیلیس شامل کل کارگران ماسه شویی دو رود به تعداد ۴۴ نفر و بدون مواجهه (شاهد) شامل کل کارگران فضای سبز شهرداری به تعداد ۶۳ نفر بودند. مواجهه شغلی کارگران به گردوغبار سیلیس تنفسی و گردوغبار کلی تنفسی به ترتیب طبق روش‌های ۰۶۰۰ و ۷۶۰۲ سازمان ملی بهداشت و ایمنی شغلی، کشور آمریکا انجام شد. پایش بیولوژیکی برای تجزیه و تحلیل غلظت مالون دی آلدئید سرم خون کارگران گروه مواجهه و شاهد نیز بر اساس روش کاراتاس انجام شد. نمونه برداری خون کارگران بر اساس موافقت کتبی کارگران مورد مطالعه، طبق بیانیه هلسینکی انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ و آزمون‌های آماری پیرسون، تی تست و رگرسیون خطی انجام شد.

یافته‌ها: مواجهه شغلی ۵۴/۵۵٪ از کارگران ماسه شویی با گردوغبار کلی تنفسی از حد استاندارد تعیین شده در ایران 3 mg/m^3 بیشتر بود. میانگین مواجهه کارگران گروه مواجهه و شاهد با گردوغبار سیلیس تنفسی برای ۸ ساعت کار روزانه به ترتیب 0.219 ± 0.177 و $0.02 \pm 0.010 \text{ mg/m}^3$ برآورد شد. مواجهه شغلی همه کارگران ماسه شویی از حد استاندارد تعیین شده در ایران 0.25 mg/m^3 بیشتر دیده شد. همچنین غلظت مالون دی آلدئید سرم خون افراد گروه مواجهه و شاهد به ترتیب 36.64 ± 10.75 و 19.40 ± 4.68 بر حسب میکرومولار محاسبه شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به همبستگی مثبت معنی‌دار آماری بین تراکم گردوغبار سیلیس تنفسی با مالون دی آلدئید سرم خون کارگران ماسه شویی ($r=0.881$ و $P\text{-value} < 0.001$)، پایش بیولوژیکی دوره‌ای همراه با اقدامات کنترلی در ارتقای سلامت کارگران توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: ماسه شویی، پایش شغلی، پایش بیولوژیک، گردوغبار سیلیس تنفسی، مالون دی آلدئید سرم خون

مقدمه

مورد مواجهه کارگران ماسه شویی با سیلیس در ایران نسبت به سایر صنایع کمتر بوده است. از جمله این بررسی‌ها می‌توان به مطالعه آذری (۷) و محمدیان (۸) اشاره کرد. در مطالعات آذری و محمدیان، مواجهه کارگران ماسه شویی به سیلیس به ترتیب 0.261 mg/m^3 و mg/m^3 بیشتر از حد استاندارد های شغلی ایران (۹) سازمان متخصصین دولتی بهداشت حرفه‌ای آمریکا^۲ گزارش شده است (۱۰). سیلیس کریستالی موجب بیماری‌های مختلفی در انسان می‌شود که یکی از مهم‌ترین آن‌ها سیلیکوزیس و سرطان ریه است (۱۱، ۱۲). شیوع این بیماری در کارگران صنعت شن و ماسه به وسیله پژوهشگران مختلفی

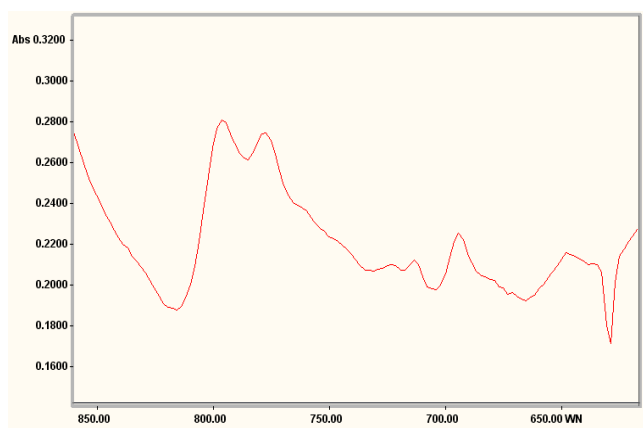
سیلیس کریستالی جزو ترکیبات زیان‌آوری است که در پوسته زمین از جمله برخی سنگ‌ها و شن و ماسه وجود دارد (۱-۴). این ماده توسط آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان^۱ به عنوان گروه ۱ عوامل سرطان‌زا برای انسان طبقه‌بندی شده است (۵، ۶). در ایران از جمله استان لرستان صنایع ماسه شویی فراوانی وجود دارد که می‌تواند باعث مواجهه شغلی کارگران با گردوغبار سیلیس گردد. مطالعه در

۱. (IARC)

*آدرس نویسنده مسئول مکاتبات: mrazari@sbmu.ac.ir

۲. American Conference of Governmental Industrial Hygienists

صابون دیجیتال مدل BIOS ساخت امریکا با دبی نمونه برداری ۱/۷ لیتر بر دقیقه انجام شد. دماهای خشک و تر، فشار هوا و رطوبت نسبی با استفاده از دماسنج خشک و تر، رطوبت سنج آسمن ساخت انگلستان^۵، فشارسنج دیجیتال مدل HD ۳۵۰ ساخت^۶ امریکا و چارت سایکرومتریک به فواصل زمانی نیم ساعت در طول نمونه برداری اندازه گیری شد. بعد از خاتمه نمونه برداری، فیلتر با ترازوی ۰/۱ میلی گرمی مدل Sartorius ساخت آلمان سه بار وزن شده و میانگین آن‌ها برای محاسبه تراکم گردوغبار کلی با توجه به حجم هوای نمونه برداری و بر اساس روش ۰۶۰۰ سازمان ملی بهداشت و ایمنی شغلی آمریکا محاسبه گردید. برای آنالیز سیلیس کریستالی طبق روش ۷۶۰۲ سازمان ملی بهداشت و ایمنی شغلی آمریکا، تمام مراتب نمونه برداری طبق روش ۰۶۰۰ سازمان ملی بهداشت و ایمنی شغلی آمریکا انجام گردید و سپس فیلتر (از نمونه کارگران مورد و شاهد) در بوته چینی قرار داده شد و بعد از اضافه کردن ۲۰۰ میلی گرم پتاسیم بروماید، در کوره به مدت ۲ ساعت تحت دمای ۶۰۰ درجه سانتی گراد سوزانده و در هاون همگن شد. سپس پودر همگن شده در دستگاه پرس تحت فشار ۲۰ مگا پاسکال به مدت ۱ دقیقه مبدل به قرص‌هایی با قطر ۱۳ میلی متر گردید. نمونه‌های آماده شده به صورت قرص بر اساس روش بهینه شده ۷۶۰۲ توسط توکل و همکاران (۲۵) با استفاده از دستگاه FT-IR مدل WQF-A510 ساخت چین قرار داده شد و جذب سیلیس کریستالی موجود در نمونه‌ها در دامنه ۸۲۵-۷۲۱ عدد موجی اندازه گیری گردید شکل (۱).

عدد موجی (cm⁻¹)

شکل (۱) نمایش جذب سیلیس کریستالی در نمونه هوای محیط توسط دستگاه طیف‌سنج FTIR

در این مطالعه نمونه خون توسط پرستار و پرسنل متخصص آزمایشگاه در پایان شیفت کاری در روز پنجشنبه به مقدار ۵ میلی لیتر گرفته شد. سرم نمونه‌های خون طبق روش کاراتاس و توسط دستگاه کروماتوگرافی مایع

۵. Negretti

۶. EXTECH

گزارش شده است (۱۳، ۱۴). به منظور کنترل بیماری‌های شغلی، ارزشیابی مواجهه شغلی کارکنان به صورت پایش فردی (اندازه‌گیری میزان آلاینده در هوای تنفسی) و پایش بیولوژیکی (تعیین اصل ترکیبات، متابولیت و یا پدیده‌های بیوشیمیایی حاصل از جذب سیستمیک ترکیب در بدن) در ارزشیابی خطر و مدیریت آن بسیار حائز اهمیت است (۱۸-۱۵). در سال‌های اخیر اندازه‌گیری تراکم مالون دی آلدئید در سرم خون به عنوان یکی از شاخص‌های زیستی برای پایش بیولوژیکی کارگران با مواجهه شغلی به گردوغبار سیلیس گزارش شده است (۲۲-۱۹). لذا هدف از این مطالعه بررسی مواجهه شغلی کارگران صنعت ماسه شویی به گردوغبار سیلیس کریستالی با اندازه‌گیری ترکیب مالون دی آلدئید سرم خون آنان در نظر گرفته شد.

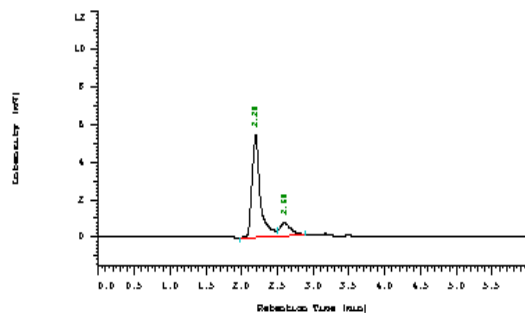
مواد و روش‌ها

این مطالعه مقطعی-تحلیلی بر روی کارگران ۱۲ کارگاه ماسه شویی شهرستان دو رود انجام شد. شرط ورود کارگران در این مطالعه، داشتن حداقل یک سال سابقه کار و عدم سابقه بیماری‌های تنفسی بود. کارگران ماسه شویی به لحاظ محدودیت تعداد آن‌ها به صورت تمام شماری ۴۴ نفر برای این مطالعه انتخاب شدند. کارگران یادشده در ۶ گروه شغلی کارگریف و سرند، اپراتور برق، راننده لودر، راننده کمپرسی، حسابدار و باسکولچی و مسئول دپو اشتغال داشتند. گروه شاهد نیز به صورت تمام شماری از کارگران فضای سبز شهرداری شهر دو رود بدون مواجهه فعال با گردوغبار سیلیس کریستالی با شرایط مشابه سن، سطح سواد و درآمد با کارگران ماسه شویی برای این مطالعه بر اساس اطلاعات ارائه شده در پرسشنامه‌ها، به تعداد ۶۳ نفر در نظر گرفته شدند. لازم به ذکر است کارگران گروه مورد و شاهد از افراد سیگاری و غیر سیگاری تشکیل شده بودند. نمونه برداری از هوای تنفسی کارگران هردو گروه بر اساس دو روش به شماره‌های ۷۶۰۲ و ۰۶۰۰ از سازمان ملی بهداشت و ایمنی شغلی آمریکا^۲ به ترتیب جهت نمونه برداری از سیلیس کریستالی و گردوغبار کلی انجام گردید (۲۳). نمونه برداری خون کارگران بر اساس موافقت کتبی کارگران مورد مطالعه، طبق بیانیه هلسینکی انجام شد (۲۴).

مدت زمان نمونه برداری برای گردوغبار سیلیس کریستالی تنفسی و گردوغبار کلی ۸ ساعت هنگام کار روزانه در نظر گرفته شد. در نمونه برداری از سیکلون نایلونی ساخت شرکت SKC^۴، فیلتر Mixed Cellulose Ester^{۲۵} میلی متری با پور سایز ۰/۸ میکرون ساخت شرکت SKC و پمپ نمونه برداری فردی مدل XR۴۴-۲۲۴ از شرکت SKC استفاده شد. کالیبراسیون پمپ با استفاده از کالیبراتور حباب

۳. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)

۴. SKC



شکل ۲) کروماتوگرام HPLC برای آنالیز مالون دی آلدئید: پیک اول مربوط به اسید پرکلریک و پیک دوم مربوط به مالون دی آلدئید است

یافته‌ها

مشخصات دموگرافیک کارگران دو گروه مواجهه و شاهد در مورد سن، سابقه کار و استعمال سیگار، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت با توجه به نتایج به دست آمده پارامترهای دموگرافی از آزمون تی تست، تفاوت معنی‌دار آماری در مورد پارامترهای یادشده بین دو گروه دیده نشد ($P\text{-value}=0/124$) جدول (۱).

با عملکرد مطلوب^۷ مدل IF7000HITACHI:D- آنالیز شد (۲۶). فاز متحرک در این روش از ۶۵٪ متانول (ویژه کروماتوگرافی از شرکت مرک آلمان) و بافر ۳۵٪ فسفات دی هیدروژن (شرکت مرک آلمان) به صورت ۳۰ میلی مولار تهیه گردید. سرم نمونه‌های خون بعد از مراحل آماده‌سازی برای ۱۰ دقیقه در دور ۵۰۰۰ سانتریفیوژ شدند. سپس با میکروسمپلر مقدار ۵۰ میکرولیتر سرم درون لوله فالکون ۱۵ میلی‌لیتر ریخته شد. آنگاه ۲۵۰ میکرولیتر اسید پرکلریک و ۷۵۰ میکرولیتر آب مقطر دی یونیزه به محتویات لوله فالکونی اضافه شد. مجدداً هرکدام از لوله‌های فالکون برای ۱۰ دقیقه در دور ۵۰۰۰ سانتریفیوژ شدند. سپس از هر محلول سانتریفیوژ شده به میزان ۲۰ میکرو لیتر به دستگاه کروماتوگرافی مایع مجهز به ستون ۱۸ C) مدل Macherey-Nagel ساخت آلمان) با تنظیمات دبی فاز متحرک در میزان ۱ میلی لیتر بر دقیقه و توسط دکتور ماوراء بنفش^۸ در طول موج ۲۵۴ نانومتر، تزریق گردید. پیک اول در کروماتوگرام دستگاه کروماتوگرافی مایع مربوط به اسید پرکلریک^۹ با زمان خروج ۲/۲۰ دقیقه و پیک دوم مربوط به مالون دی آلدئید با زمان خروج ۲/۶۰ دقیقه دیده شد شکل (۲). برای آنالیز آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و آزمون‌های آماری پیروسون، تی تست و رگرسیون خطی استفاده شد و سطح معنی‌داری آماری در میزان کمتر از ۵ درصد در نظر گرفته شد.

جدول (۱) داده‌های مربوط به مقایسه مشخصات دموگرافی دو گروه مواجهه و کنترل

استعمال دخانیات				سابقه کار (سال)				سن (سال)					گروه هدف	
F%		F		Mn	SD	Mx	Md	M	Mn	SD	Mx	M		Md
NO	YES	No	YES											
۵۴/۵	۴۵/۵	۲۴	۲۰	۱	۳۳	۷/۳۹	۸	۸/۹۵	۲۱	۵۶	۷/۵۷	۳۵	۳۶/۲۷	گروه مواجهه تعداد = ۴۴
۶۱/۹	۳۸/۱	۳۹	۲۴	۱	۳۴	۱۰/۳۲	۵	۱۰/۵۳	۲۴	۵۸	۹/۳۰	۳۸	۳۸/۹۰	گروه شاهد تعداد = ۶۳

میانگین مواجهه کارگران گروه مواجهه و شاهد با گردوغبار کلی تنفسی به ترتیب به ترتیب $۳/۲۲ \pm ۱/۰$ ، $۵۸/۲۸۰ \pm ۰/۰۹۶$ بر حسب میلی‌گرم بر مترمکعب (mg/m^3) اندازه‌گیری شد. میانگین مواجهه کارگران دو گروه مواجهه و شاهدین مطالعه با گردوغبار سیلیس کریستالی به ترتیب برابر $۰/۲۱۹ \pm ۰/۰$ ، $۱۷۷/۰۱۰ \pm ۰/۰۰۲$ بر حسب میلی‌گرم بر مترمکعب (mg/m^3) اندازه‌گیری شد جدول (۲).

M = میانگین

Md = میانه

SD = انحراف استاندارد

Mx = ماکزیمم

Mn = مینیمم

F = فراوانی

F% = درصد فراوانی

^۷. High-Performance Liquid Chromatography (HPLC)

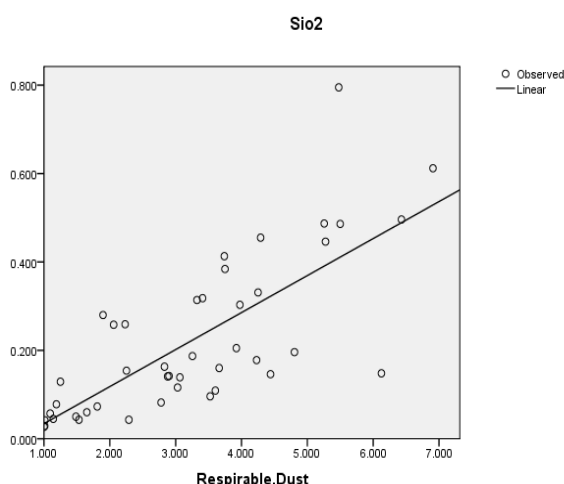
^۸. Ultraviolet

^۹. HClO₄

جدول ۲) داده‌های مربوط به تراکم گردوغبار تنفسی کل و سیلیس تنفسی دو گروه مواجهه و کنترل

تراکم گردوغبار سیلیس تنفسی (میلی گرم بر مترمکعب)				تراکم گردوغبار تنفسی کل (میلی گرم بر مترمکعب)				گروه هدف
Mn	Mx	M	SD	Mn	Mx	M	SD	
۰/۰۲۷	۰/۷۹۵	۰/۱۷۷	۰/۲۱۹	۱/۱۰۰۱	۶/۹۱	۱/۵۸	۳/۲۲	گروه مواجهه تعداد = ۴۴
۰/۰۰۸	۰/۰۱۳	۰/۰۰۲	۰/۰۱۰	۰/۱۵۶	۰/۴۷۳	۰/۰۹۶	۰/۲۸۰	گروه شاهد تعداد = ۶۳

بر اساس آزمون آماری همبستگی پیرسون بین تراکم گردوغبار کلی و سیلیس تنفسی در گروه مواجهه همبستگی مثبت معنی‌دار آماری وجود دارد ($r = ۰/۷۵۱$ و $P\text{-value} < ۰/۰۰۰۱$). همچنین آزمون رگرسیون نیز رابطه قبلی را تأیید نمود که این دومتغیره یک رابطه مثبت قوی باهم دارند و به ازای هریک واحد افزایش در گردوغبار تنفسی کل، ۰/۰۸۴ واحد سیلیس تنفسی افزایش می‌یابد. شکل (۳)



کل (۳) رابطه خطی بین گردوغبار کلی تنفسی و سیلیس تنفسی

طبق آزمون آماری همبستگی پیرسون ارتباط بین تراکم گردوغبار کلی تنفسی در گروه مواجهه با غلظت مالون دی آلدئید سرم خون دارای همبستگی مثبت آماری معنی‌دار بود ($r = ۰/۷۴۰$ و $P\text{-value} < ۰/۰۰۰۱$). بر اساس آزمون همبستگی پیرسون ارتباط بین تراکم گردوغبار تنفسی و غلظت مالون دی آلدئید سرم خون گروه مواجهه نیز دارای همبستگی مثبت آماری معنی‌دار بود ($r = ۰/۸۸۱$ و $P\text{-value} < ۰/۰۰۰۱$). برای تعیین اختلاف بین غلظت مالون دی آلدئید سرم خون گروه مواجهه با گروه کنترل از آزمون تی‌تست استفاده شد که نتیجه نشان داد این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار است ($P\text{-value} < ۰/۰۰۰۱$). بر اساس آزمون تی‌تست بین

M = میانگین

SD = انحراف استاندارد

Mx = ماکزیمم

Mn = مینیمم

همچنین میانگین غلظت مالون دی آلدئید سرم خون گروه مواجهه و شاهد به ترتیب $۳۶/۶۴ \pm ۱۰/۱۹$ ، $۷۵/۴۰ \pm ۴/۶۸$ میکرومولار اندازه‌گیری شد. به این اساس میانگین غلظت مالون دی آلدئید سرم خون افراد سیگاری در دو گروه مواجهه (۲۰ نفر) و شاهد (۲۴ نفر) به ترتیب $۴۱/۸۹ \pm ۱۰/۲۲$ ، $۱۸/۰۱ \pm ۴/۹۲$ میکرومولار و به همین ترتیب میانگین مالون دی آلدئید سرم خون افراد غیر سیگاری گروه مواجهه (۲۴ نفر) و شاهد (۳۹ نفر) نیز به ترتیب $۳۲/۲۶ \pm ۹/۱۷$ ، $۳۰/۸۰ \pm ۳/۷۵$ میکرومولار اندازه‌گیری شد جدول (۳).

جدول ۳) داده‌های مربوط به غلظت مالون دی آلدئید دو گروه مواجهه و

کنترل

غلظت مالون دی آلدئید سرم خون
(میکرومولار)

گروه هدف

Mn	Mx	SD	M	
۲۵/۵۴	۵۶/۸۶	۱۰/۱۸	۴۱/۸۹	افراد سیگاری گروه مواجهه (۲۰ نفر)
۱۹/۸۷	۴۸/۵۱	۹/۳۰	۳۲/۲۶	افراد غیر سیگاری گروه مواجهه (۲۴ نفر)
۱۹/۸۷	۵۶/۸۶	۱۰/۷۵	۳۶/۶۴	کل گروه مواجهه (۴۴ نفر)
۱۵/۱۳	۳۰/۲۷	۴/۹۲	۲۲/۱	افراد سیگاری گروه شاهد (۲۴ نفر)
۱۲/۳۴	۲۷/۹۸	۳/۷۵	۱۷/۸۰	افراد غیر سیگاری گروه شاهد (۳۹ نفر)
۱۲/۳۴	۳۰/۲۷	۴/۶۸	۱۹/۴۰	کل گروه شاهد (۶۳ نفر)

M = میانگین

SD = انحراف استاندارد

Mx = ماکزیمم

Mn = مینیمم

کارگران از وسایل حفاظت فردی می‌تواند میزان مواجهه کارگران با سیلیس را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد (۳۰).

پایش بیولوژیکی کارگران ماسه شویی این مطالعه بصورت مالون دی آلدئید سرم خون به مراتب بیشتر از مطالعه لی یو در مورد کارگران صنعت ریخته گری (۲۲) و مطالعه اورماندر کارگران کارخانه سیمان (۳۱) با پتانسیل مواجهه زیاد با سیلیس دیده شد. از طرف دیگر مطالعات محققین ارتباط بین مصرف سیگار و افزایش سطح مالون دی آلدئید سرم خون در قیاس با افراد غیر سیگاری را نشان می‌دهد (۳۲-۳۴). لذا با توجه به اهمیت پایش بیولوژیکی مواجهه شغلی با گردوغبار سیلیس کریستالی و همچنین حذف سیگار بعنوان عامل مخدوش کننده در آزمون رگراسیون خطی در مورد ارتباط بین تراکم سیلیس تنفسی و غلظت مالون دی آلدئید سرم خون کارگران ماسه شویی در این مطالعه، ارزشیابی خطر کارگران یاد شده با در نظر گرفتن امکان پایش بیولوژیکی، می‌تواند باعث ارتقای پایش شغلی و توجیه بهتر کنترل مواجهه شغلی آنان شود.

این تحقیق اولین مطالعه در مورد پایش بیولوژیکی کارگران ماسه شویی با مواجهه محدود با گردوغبار سیلیس کریستالی است. بطور کلی این مطالعه نشان دهنده پتانسیل اندازه‌گیری ترکیب مالون دی آلدئید سرم خون به عنوان بیومارکر برای مواجهه‌های شغلی با سیلیس کریستالی می‌باشد. علی‌رغم محدودیت تعداد شاغلین در این مطالعه، کسب نتایج حائز اهمیتی در زمینه پایش بیولوژیکی کارگران و همچنین اثرات استعمال دخانیات، مولفان این تحقیق بررسی جامع‌تری از کارگران ماسه شوری را در مطالعات بعدی توصیه می‌نمایند.

تشکر و قدردانی

این مطالعه بر گرفته از یک پایان نامه تحصیلی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای است و بدینوسیله از شورای آموزشی و پژوهشی دانشکده بهداشت جهت تامین اعتبار مالی این پروژه به شماره قرار داد ۰۳۰۷/۳۳۰۳ سپاسگزاری می‌شود.

استعمال سیگار و عدم مصرف آن در گروه مواجهه با غلظت مالون دی آلدئید سرم خون تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشت ($P\text{-value}=0/002$). ارتباط بین مصرف سیگار و افراد غیر سیگاری در گروه کنترل با غلظت مالون دی آلدئید سرم خون طبق آزمون آماری تی‌تست معنی‌دار دیده شد ($P\text{-value}=0/001$). بر اساس همین آزمون ارتباط بین غلظت مالون دی آلدئید سرم خون افراد سیگاری گروه مواجهه با گروه شاهد و همچنین افراد غیر سیگاری هر دو گروه مقایسه شد که در هر دو مورد، ارتباط از نظر آماری معنی‌دار بود و برای هر دو مورد ($P\text{-value}<0/0001$) به دست آمد. به منظور ارزیابی تأثیر هر یک از فاکتورهای تراکم گردوغبار سیلیس تنفسی و سیگار بر روی غلظت مالون دی آلدئید سرم خون گروه مواجهه آزمون رگراسیون خطی انجام شد. بدون کنترل و حذف اثر متغیر مخدوش کننده سیگار در گروه مواجهه، به ازای هر یک واحد افزایش در تراکم سیلیس مقدار غلظت مالون دی آلدئید برابر $53/36$ واحد افزایش می‌یابد. با کنترل و حذف اثر سیگار در گروه مواجهه بازهم به ازای هر یک واحد افزایش در تراکم سیلیس مقدار غلظت مالون دی آلدئید برابر $49/53$ واحد افزایش می‌یابد؛ بنابراین سیلیس به تنهایی می‌تواند موجب افزایش غلظت مالون دی آلدئید سرم خون گروه مواجهه شود.

بحث

با توجه به حد آستانه مجاز سازمان مهندسیین دولتی بهداشت حرفه‌ای آمریکا همچنین حدود مجاز تماس شغلی ایران برای گردوغبار کلی تنفسی در میزان $3\text{mg}/\text{m}^3$ ، میانگین مواجهه کارگران ماسه شویی با گردوغبار کلی تنفسی بیشتر از حد مجاز است. به این اساس مواجهه فردی 24 نفر ($54/55\%$) از کارگران ماسه شویی از حد استاندارد تعیین شده بیشتر است. مواجهه کارگران این مطالعه با گردوغبار کلی تنفسی به مراتب بیش از مواجهه کارگران مورد مطالعه پارکو همکاران است (۲۷). طبق تعریف گردوغبار کلی تنفسی به عنوان گردوغبار بدون الیاف آبست و کوارتز کمتر از یک درصد و بر اساس میانگین 15 درصدی سیلیس کریستالی به دست آمده در گردوغبار کلی این مطالعه، مشکلات کارگران ماسه شویی می‌تواند پیچیده‌تر باشد. با توجه به حد آستانه مجاز سازمان مهندسیین دولتی بهداشت حرفه‌ای آمریکا و همچنین حدود مجاز تماس شغلی ایران در میزان mg/m^3 $0/25$ همه کارگران ماسه شویی دارای مواجهه بیش از حد استاندارد با گردوغبار سیلیس کریستالی می‌باشند. بطور کلی مواجهه کارگران ماسه شویی دو رود با سیلیس کریستالی بمراتب بیشتر از همکاران خود در مطالعه تراندو (۲۸) و ساندرسون (۲۹) است. نتایج مطالعات مکدونالد نشان داد که بهبود روش‌های کنترل مهندسی و استفاده

References

1. Estellita L, Santos A, Anjos RMD, Yoshimura EM, Velasco H, Da Silva A, et al. Analysis and Risk Estimates to Workers of Brazilian Granitic Industries and Sandblasters Exposed to Respirable Crystalline Silica and Natural Radionuclides. *Radiation Measurements*. 2010;45(2):196-203.[Scopus]
2. Gómez-Puerta JA, Gedmintas L, Costenbader KH. The Association between Silica Exposure and Development of ANCA-Associated Vasculitis: Systematic Review and Meta-Analysis. *Autoimmunity Reviews*. 2013;12(12):1129-35. [PubMed]
3. NaghadehiMZ, Sereshki F, Mohammadi F. Pathological Study of the Prevalence of Silicosis among Coal Miners in Iran: A Case History. *Atmospheric Environment*. 2014;83:1-5. [Scopus]
4. Greenberg MI, Waksman J, Curtis J. Silicosis: A Review. *Dis Mon*. 2007;53(8):394-416. [PubMed]
5. Vida S, Pintos J, Parent M-É, Lavoué J, Siemiatycki J. Occupational Exposure to Silica and Lung Cancer: Pooled Analysis of Two Case-Control Studies in Montreal, Canada. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2010;19(6):1602-11. [PubMed]
6. Bruch J, RehnS, Rehn B, Borm PJ, Fubini B. Variation of Biological Responses to Different Respirable Quartz Flours Determined by a Vector Model. *Int J Hyg Environ Health*. 2004;207(3):203-16. [PubMed]
7. Azari MR, Rokni M, Salehpour S, MehrabiY, Jafari MJ, Moaddeli AN, et al. Risk Assessment of Workers Exposed to Crystalline Silica Aerosols in the East Zone of Tehran. *Tanaffos*. 2009;8(3):43-50. [Scopus]
8. Mohammadyan M, Rokni M, Yosefinejad R. Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica Inthe Iranian Mazandaran Province Industry Workers. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*. 2013;64(1):139-43.
9. Iran Occupational Exposure Limit. Ministry of Health and Medical Education, Health Center and Workplace Iran. 2012 (<http://markazsalamat.behdasht.gov.ir>).
10. ACGIH. Threshold Limit Values for Chemical Substances in the Work Environment. 2016 (www.ACGIH.org).
11. Bang KM, Mazurek JM, Wood JM, White GE, Hendricks SA, Weston A. Silicosis Mortality Trends and New Exposures to Respirable Crystalline Silica—United States, 2001–2010. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2015;64(5):117-20. [PubMed]
12. Pérez-Alonso A, Córdoba-Doña JA, Millares-Lorenzo JL, Figueroa-Murillo E, García-Vadillo C, Romero-Morillo J. Outbreak of Silicosis in Spanish Quartz Conglomerate Workers. *Int J Occup Environ Health*. 2014;20(1):26-32. [PubMed]
13. Steenland K, Sanderson W. Lung Cancer Among Industrial Sand Workers Exposed To Crystalline Silica. *Am J Epidemiol*. 2001;153(7):695-703. [PubMed]
14. Brown T, Rushton L. Mortality in the UK Industrial Silica Sand Industry: 2. A Retrospective Cohort Study. *Occup Environ Med*. 2005;62(7):446-52. [PubMed]
15. Lee JS, Shin JH, Hwang JH, Baek JE, Choi BS. Malondialdehyde and 3-Nitrotyrosine in Exhaled Breath Condensate in Retired Elderly Coal Miners with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Saf Health Work*. 2014;5(2):91-6. [PubMed]
16. Corradi M, Gergelova P, Mutti A. Use of Exhaled Breath Condensate to Investigate Occupational Lung Diseases. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*. 2010;10(2):93-8. [PubMed]
17. Pandey JK, Agarwal D. Biomarkers: A Potential Prognostic Tool for Silicosis. *Indian J Occup Environ Med*. 2012;16(3):101-7. [PubMed]
18. Ghosh RK, Ray DP, Reddy DD. Biomarkers: A Tool for Monitoring Pesticide Pollution. *International Journal of Bioresource Science*. 2015;2(2):111-28.
19. Azari MR, Ramazani B, Mosavian MA, Movahadi M,

- Salehpour S. Serum Malondialdehyde and Urinary Neopterin Levels in Glass Sandblasters Exposed to Crystalline Silica Aerosols. *International Journal of Occupational Hygiene*. 2011;3(1):29-32.
20. Rongming M, Zhonghua F, Yingyi Z. Clinical Significance of Nitric Oxide and Methane Dicarboxylic Aldehyde (MDA) Levels in Induced Sputum of Silicosis Sufferers. *Chinese Journal of Convalescent Medicine*. 2014;10:005.
21. He J-L, Zhang J-W, Lv G-C, Zhao Y, Hong X-P. Study on the Serum Oxidative Stress Status in Silicosis Patients. *African Journal of Biotechnology*. 2011;10(51):10504-8. [Scopus]
22. Liu H-H, Lin M-H, Liu P-C, Chan C-I, Chen H-L. Health Risk Assessment by Measuring Plasma Malondialdehyde (MDA), Urinary 8-Hydroxydeoxyguanosine (8-OH-Dg) and DNA Strand Breakage Following Metal Exposure in Foundry Workers. *J Hazard Mater*. 2009;170(2):699-704. [PubMed]
23. National Institute of Occupational Safety and Health. Index of Chemical Names, Synonyms and Trade Names. 2016 (<https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgsyn-a.html>).
24. Association WM. Declaration of Helsinki. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. <http://www.wma.net/e/policy/b3.htm>. October 2013.
25. Tavakol E, Azari MR, Salehpour S, Khodakarim S. Determination of Construction Workers' Exposure to Respirable Crystalline Silica and Respirable Dust. *J Saf Promot Inj Prev*. 2016;3(4):263-70.
26. Karatas F, Karatepe M, Baysar A. Determination of Free Malondialdehyde in Human Serum by High-Performance Liquid Chromatography. *Anal Biochem*. 2002;311(1):76-9. [PubMed]
27. Park R, Rice F, Stayner L, Smith R, Gilbert S, Checkoway H. Exposure to Crystalline Silica, Silicosis, and Lung Disease other than Cancer in Diatomaceous Earth Industry Workers: A Quantitative Risk Assessment. *Occup Environ Med*. 2002;59(1):36-43. [PubMed]
28. Hughes J, Weill H, Rando R, Shi R, McDonald A, McDonald J. Cohort Mortality Study of North American Industrial Sand Workers. II. Case-Referent Analysis of Lung Cancer And Silicosis Deaths. *Ann Occup Hyg*. 2001;45(3):201-7. [PubMed]
29. Sanderson WT, Steenland K, Deddens JA. Historical Respirable Quartz Exposures of Industrial Sand Workers: 1946-1996. *Am J Ind Med*. 2000;38(4):389-98. [PubMed]
30. McDonald JC, McDonald AD, Hughes JM, Rando RJ, Weill H. Mortality from Lung and Kidney Disease in a Cohort of North American Industrial Sand Workers: An Update. *Ann Occup Hyg*. 2005;49(5):367-73. [PubMed]
31. Orman A, Kahraman A, Çakar H, Ellidokuz H, Serteser M. Plasma Malondialdehyde and Erythrocyte Glutathione Levels in Workers with Cement Dust-Exposure Silicosis. *Toxicology*. 2005;207(1):15-20. [PubMed]
32. Lykkesfeldt J. Malondialdehyde as Biomarker of oxidative Damage to Lipids Caused by Smoking. *Clin Chim Acta*. 2007;380(1):50-8. [PubMed]
33. Zhang J, Lv G, Yao J, Hong X. Assessment of Serum Antioxidant Status in Patients with Silicosis. *J Int Med Res*. 2010;38(3):884-9. [PubMed]
34. Nielsen F, Mikkelsen BB, Nielsen JB, Andersen HR, Grandjean P. Plasma Malondialdehyde as Biomarker for Oxidative Stress: Reference Interval and Effects of Life-Style Factors. *Clin Chem*. 1997;43(7):1209-14. [PubMed]