فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴
صفحه: ۶۶-۵۸

Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol.7, No 4, Winter, 2015
Pages: 58-66

ارزیابی مواجهه با دی متیل ایزوسیانات و بررسی ظرفیت‌های تنفسی در کارگران شاغل در یک صنعت فوم‌سازی

مهدی آقانسب[۱]، احمد نیک‌پی[۲]، امیر محمدی‌فرد[۳]، بهرام کوهنورد*[۴]، رضیه سلطانی گردفرامرزی[۵]

چکیده

مقدمه: متیل دی ایزوسیانات(MDI) رایج‌ترین ایزوسیانات مورد استفاده در شرکت‌های فوم‌سازی است. این تحقیق به منظور میزان مواجهه ایزوسیانات متیل دی ایزوسیانات و ارتباط آن با ظرفیت‌های ریوی کارگران از طریق بررسی نتایج اسپیرومتری در یک شرکت فوم‌سازی انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه بصورت مقطعی و نمونه‌گیری آن بصورت سرشماری انجام شد. به منظور بررسی تغییرات ظرفیت‌های تنفسی در کارگران شاغل در کارخانه از پرونده پزشکی و نتایج اسپیرومتری دو سال متفاوت و میزان آلودگی در واحدهای تولیدی نیز با استفاده از نمونه‌برداری تعیین گردید. اطلاعات با استفاده از آمار توصیفی، آزمون T زوجی و رگرسیون خطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج: میزان آلودگی در واحدهای تولیدی فوم سرد، سالن ویسکو و سالن L90 از حداکثر مجاز(۵۱ میکروگرم بر متر مکعب) بالاتر بود. نتایج ارزیابی ظرفیت‌های تنفسی درکارگران مواجهه با MDI با توجه به سابقه کاری بیش از ۳ سال در این واحد تولیدی نشان داد که ظرفیت‌های تنفسی حاصل از اسپیرومتری در سال ۹۱ نسبت به سال ۸۹ کاهش یافته است($p<۰/۰۵$). ظرفیت‌های تنفسی مورد مطالعه(FEV1/FVC) در طی سال ۸۹ تا ۹۱ کاهش این پارامترها را نشان می‌دهد که به طور میانگین FEV1(۱۵/۶۰٪) و FVC (۹/۷٪) کاهش یافته‌اند.

نتیجه‌گیری: با افزایش سابقه کار کارگران و بالارفتن مدت زمان تماس با ترکیبات MDI، ظرفیت‌های تنفسی کارگران سیر نزولی پیدا خواهد کرد که در دراز مدت می‌تواند آثار غیر قابل کنترلی داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: ظرفیت‌های تنفسی، فوم‌سازی، متیل دی ایزوسیانات، کارگران

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
۲- دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای، عضو کمیته تحقیقات دانشجویی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
۵- عضو مرکز تحقیقات بیماری های ناشی از صنعت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
(نویسنده مسئول)؛ تلفن: ۰۹۱۱۸۸۴۳۱۶۷، پست الکترونیکی: bahramk2011@gmail.com
تاریخ دریافت: ۹۳/۰۵/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۳

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-09-12]

مقدمه

ساختار مشترک تمام ترکیبات ایزوسیانات وجود دو پیوند N=C=O در ساختمان آن‌ها است(۱). این ترکیبات استفاده وسیعی درساخت فوم‌های پلی اورتان، پوشش‌های کف، چسب‌ها، رزین‌ها و رنگ‌ها، الاستومرها، واکس‌ها و موم‌ها دارند(۲). به طور کلی تماس افراد با بخارهای انواع اشکال مونومر، پلیمر، الیگومر و پلی ایزوسیانات‌ها به صورت جداگانه در محیط کار پلی اورتان گزارش شده است(۳). ایزوسیانات با وزن مولکولی پایین در دمای معمولی تمایل به بخار شدن داشته و به عنوان یک ماده خطرناک استنشاقی در محیط کار محسوب می‌گردد؛ همچنین اگر در معرض حرارت قرار گیرد به صورت آئروسل درمی‌آید(۴). متیل‌دی‌ایزوسیانات(MDI) رایج‌ترین ایزوسیانات مورد استفاده در کارخانه‌های پلی اورتان است(۵). MDI جزء مواد بسیار سمی با TLV(۵۱ میکروگرم برمتر مکعب) بوده و مصرف آن در صنایع روز به روز در حال افزایش است. کارگران شاغل در صنایع کشورمان نیز از لحاظ شرایط اقلیمی، آداب و رسوم و عادت‌های کاری با کارگران سایر کشورها تفاوت‌هایی دارند و شکایت‌های متعددی در زمینه آثار زیان‌آور کار با این ماده وجود دارد. MDI در حالت طبیعی به صورت مایع است و در حین فعالیت به صورت بخار یا ائروسل وارد محیط می‌شود. بخارهای وارد شده به محیط به آسانی متراکم شده و به شکل ائروسل در می‌آیند ولی به هر حال ممکن است مقداری از بخار حاصله قبل از متراکم شده توسط افراد استنشاق شود(۶). عمده‌ترین خطری که این ترکیب در انسان به دنبال دارد تحریک سیستم تنفسی، تحریک سیستم بینایی و تحریک پوست می‌باشد. کارگرانی که با این ترکیبات تماس قابل توجهی دارند شامل مبل‌سازان، نقاشانی که از افشانه‌ها استفاده می‌کنند، پلاستیک‌سازان، کارگران ریخته‌گری، فوم‌سازی و بسته‌بندی‌های فوری هستند(۷). در مطالعه‌ای که Robert و همکاران در خصوص تعیین تماس شغلی ایزوسیانات‌ها در آمریکا در صنایع مرتبط با ایزوسیانات‌ها به عمل آورده‌اند، دریافته‌اند که این آلاینده در تمامی شاغلین منجر به بروز تحریکات پوستی، غشاهای مخاطی، چشم‌ها و کاهش ظرفیت‌های سیستم تنفسی شده و همچنین ذات الریه و آسم را به دنبال داشته است(۹). در بررسی دیگری که توسط Sennbro و همکاران در خصوص تعیین تماس با ایزوسیانات‌ها در ۱۳ کارخانه تولید پلی اورتان کشور سوئد انجام شد کارگران به چهار گروه کاری تقسیم شده و در مدت ۸ ساعت کاری مورد پایش قرار گرفتند که نتایج نشان داد بین بروز کاهش ظرفیت‌های تنفسی و تماس با ایزوسیانات‌ها رابطه معنی‌داری وجود دارد(۱۰). مطالعات انجام شده نشان داده‌اند که شیوع ناراحتی‌های تنفسی در کارگران در معرض تماس با ایزوسیانات‌ها در کارگاه‌های کوچک بیشتر می‌باشد که الگوی عوارض بصورت انسدادی و محرک‌های شدید منطقه تنفسی فوقانی و تحتانی هستند. مواجهه استنشاقی ممکن است منجر به سرفه، گلودرد، درد سینه، و یا تنگی نفس گردد. مواجهه مکرر می‌تواند منجر به کاهش عملکرد ریه بدون ایجاد هرگونه علامتی گردد(۱۰). در برخی افراد این ماده می‌تواند منجر به حساسیت‌پذیری شده و منجر به حملات آسمی شود. ایزوسیانات‌ها محرک‌های پوست و چشم هستند. مواجهه مکرر با پوست ممکن است منجر به راش پوستی و حساسیت شود و مواجهه با میست آن می‌تواند منجر به تخریب قرنیه چشم، سوزش چشم و برخی ناراحتی‌های پوستی نیز می‌گردد(۱۱). لذا این تحقیق به منظور ارزیابی میزان مواجهه با دی متیل ایزوسیانات و بررسی ظرفیت‌های ریوی در کارگران شاغل در شرکت فوم‌سازی انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه در سال ۱۳۹۱، بصورت مقطعی در شرکت پلی‌اورتان و نمونه‌گیری برای اسپیرومتری افراد، بصورت سرشماری و برای ارزیابی مواجهه افراد نیز با نمونه‌برداری انجام شد. بدین صورت که جامعه هدف ما پرونده‌های پزشکی کارگران با سابقه بیش از سه سال کار در شرکت بود. نمونه‌برداری ایزوسیانات MDI توسط نتایج اندازه‌گیری شده یکی از شرکت‌های مجاز در زمینه خدمات بهداشت حرفه‌ای که در کارخانه پلی‌اورتان صورت گرفته است که در این اندازه‌گیری از ایمپینجر برای نمونه‌برداری استفاده شد و با دستگاه HPLC آنالیز صورت گرفت. در ضمن روش استاندارد

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-09-12]

نمونه‌برداری برای ایزوسیانات‌ها، روش NIOSH 5522 برای نمونه‌برداری و تجزیه نمونه‌ها می‌باشد(۱۲). به منظور تعیین و بررسی تغییرات ظرفیت‌های تنفسی در کارگران شاغل در کارخانه از پرونده پزشکی و نتایج اسپیرومتری سال‌های ۸۹ و۹۱ استفاده شد. این مطالعه با هماهنگی قسمت اداری شرکت و رضایت کامل مسئولین و تمامی افراد مورد مطالعه که بررسی قرار گرفتند انجام گردید. اطلاعات افراد شرکت‌کننده بدون ذکر نام افراد و به شکل اطلاعات کلی انجام شد. شرط ورود به مطالعه، کارگران با سابقه بیش از سه سال است و معیار خروج از مطالعه، موارد با اسپیرومتری نامناسب بود. اطلاعاتی که نیاز به جمع‌آوری بود از جمله سن، جنس، وزن، سابقه‌کاری، قد و ظرفیت‌های تنفسی اندازه‌گیری شده که در قسمتBEST VALUE برگه اسپیرومتری و خود شامل پارامترهای(FVC: Forced Vital Capacity)، (FEV1: Forced Expiratory Volume in First Second)، FVC/ FEV1و ... که واحد تمامی این پارامترها برحسب درصد می‌باشد. در نهایت این داده‌ها به نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ منتقل شده و با اســـتفاده از آمار توصیفی، آزمون T زوجی و رگرسیون خطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

با بررسی پرونده‌های پزشکی کارگران شاغل در این شرکت تولیدی از بین ۲۷۰ پرونده پزشکی کارگران مشغول به کار در شرکت ۳۹ پرونده با سابقه کاری بیش از سه سال را که اسپیرومتری سال ۹۱ آن‌ها انجام شده بود را مورد مطالعه قرار داده و در نهایت نتایج اسپیرومتری سال‌های ۸۹ و ۹۱ این گروه ۳۹ نفره را مورد مطالعه قرار گرفت. برخی ویژگی‌های دموگرافیکی افراد مورد مطالعه در ذیل آورده شده است (جدول ۱). با توجه به تاثیر سن، جنس، سابقه‌کار، وزن، قد و وضعیت سیگاری بودن بر ظرفیت‌های تنفسی، این گروه مواجهه‌یافته دارای وضعیت سنی(بامیانگین ۳۷/۸ سال)، سابقه کاری(با میانگین ۱۱/۶۴ سال)، قد(با میانگین۱۷۰/۲۰ سانتی‌متر) و وزن(با میانگین ۷۴/۴۵ کیلوگرم) بودند و از لحاظ جنسی ۳۶ نفر مرد(۹۲/۳۰٪)، ۳ نفر زن(۷/۶۹٪) و از لحاظ سیگاری بودن فقط ۲ نفر(مرد) سیگاری بوده‌اند

جدول ۱ : متغیرهای گروه مواجهه یافته مورد مطالعه(n=۳۹)

جنس	متغیرها	میانگین	مقادیر حداکثر	مقادیر حداقل
مرد(۳۶نفر)	سن	۳۷/۳۹	۵۰	۲۵
	مدت اشتغال	۱۱/۲۲	۲۲	۳
زن(۳نفر)	سن	۳۷/۳۹	۵۰	۲۵
	مدت اشتغال	۱۶/۶۶	۲۱	۱۴

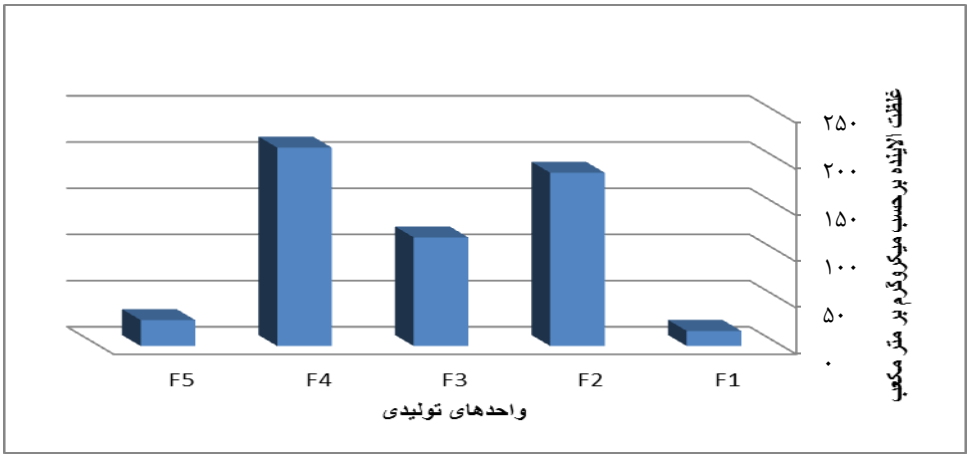
جدول ۲ : ظرفیت‌های ریوی استخراج شده از پرونده پزشکی سال ۸۹ و۹۱ کارگران مورد مطالعه(n=۳۹)

پارامترها(برحسب درصد-سال)	FVC -۹۱	FEV1 -۹۱	FEV1/FVC -۹۱	FVC -۸۹	FEV1-۸۹	FEV1/FVC -۸۹
میانگین	۹۰	۸۹	۹۹	۹۲	۸۸	۹۷/۱۹
انحراف‌معیار	۱۱/۵۷	۱۴/۷۶	۹/۰۵	۱۵/۲۸	۱۵/۳۳	۱۷/۱۲
کمترین مقدار	۶۴	۴۷	۶۱/۸۴	۴۷	۵۹	۴۳/۷۰
بیشترین مقدار	۱۱۷	۱۲۰	۱۰۹/۷۵	۱۳۵	۱۲۲	۱۴۶/۹۸

ایستگاه‌های تولیدی که در این شرکت مورد مطالعه قرار گرفتند شامل واحد فوم سرد طبقه اول(F1)، واحد فوم سرد طبقه دوم(F2)، سالن L90(F3)، سالن ویسکو(F4) و موادسازی(F5) بود که هر کدام از این واحدها عملیات تولیدی متفاوتی دارند. میانگین

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-09-12]

غلظت MDI اندازه‌گیری شده درکلیه واحدهای محیط کار در زمان‌هایی که فرآیندها در حال انجام کار تولیدی می‌باشد، طبق نمونه‌برداری‌هایی محیطی که شرکت‌های نمونه‌برداری در طی ۸ ساعت کار انجام داده‌اند نشان داد که میانگین غلظت آلاینده MDI اندازه‌گیری شده در واحدهای فوم سرد طبقه بالا، سالن ویسکو و سالن L90 از حد مجاز بالاتر(حد مجاز ۵۱ میکروگرم بر متر مکعب) گزارش شده است. به طور کلی میزان آلودگی اندازه‌گیری شده در واحدهای تولیدی که حداقل و حداکثر میزان این اندازه‌گیری به ترتیب برابر ۱۶/۳۴ و ۲۱۴/۷۸ میکروگرم بر متر مکعب(حد مجاز TLV-TWA-ACGIH:۵۱ µg/m3)بود(شکل ۱).



شکل۱: میانگین غلظت آلاینده MDI به تفکیک واحدهای تولیدی

واحد فوم سرد طبقه اول(F1)، واحد فوم سرد طبقه دوم (F2)، سالن L90 (F3)، سالن ویسکو(F4) و موادسازی(F5)* ظرفیت‌های تنفسی مورد مطالعه(٪ FVC و FEV1)در افراد با آلاینده متیل دی ایزوسیانات در در طی این سه سال(از سال ۸۹ تا ۹۱) کاهش این پارامترها را نشان می‌دهد که به طور میانگین FEV1(۱۵/۶۰٪) و FVC (۹/۷٪) کاهش یافته‌اند. بررسی نتایج اسپیرومتری سال‌های ۸۹ و۹۱ و یافتن الگوهای غیرطبیعی(تحدیدی، انسدادی و مختلط) نشان داد که از میان ۳۹ نفر مورد مطالعه، ۹ نفر(۲۳/۰۷٪) در سال ۹۱ و ۷ نفر(۱۷/۹۴٪) در سال ۸۹ از حالت نرمال خارج بوده‌اند که نیازمند توجه می‌باشند. بررسی درصد میانگین ظرفیت‌های تنفسی نسبت به مقدار پیش بینی شده در برگه اسپیرومتری کارگران(که متناسب با سن ،قد، وزن، جنس می‌باشد) از طریق ازمون t زوج نشان داد که بین ظرفیت‌های تنفسی حاصل از اسپیرومتری کارگران در معاینات دوره‌ای در سال‌های ۸۹ و ۹۱ بین FVC، FEV1، FEV1/FVC اختلاف معنی‌داری وجود دارد(P<۰/۰۵) (جدول۳).

جدول ۳: درصد میانگین ظرفیت‌های تنفسی نسبت به مقدار پیش‌بینی شده در برگه اسپیرومتری کارگران از طریق آزمون تی زوجی

آزمون T زوجی	پارامترهای تنفسی	P-Value
آزمون زوج اول	FVC89 - FVC91	۰/۰۳۸
آزمون زوج دوم	FEV1(89) - FEV1(91)	۰/۰۳۵
آزمون زوج سوم	%FEV1/FVC(89) - %FEV1/FVC(91)	۰/۰۴۲

با توجه به نتایج جدول ۴ برآورد اثرات سابقه کاری به پارامترهای تنفسی مشاهده می‌شود که رابطه معنی‌داری بین پارامترهای تنفسی و سابقه کاری وجود ندارد و فقط در پارامتر %FEV1/FVC-91 رابطه معنی‌داری مشاهده می‌شود. ولی با توجه به نتایج رگرسیون خطی، یک رابطه منفی در پارامتر FVC در هر دو سال مورد بررسی وجود دارد.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-09-12]

جدول ۴: نتایج آنالیز رگرسیون خطی ظرفیت‌های تنفسی با سابقه کار برای سال‌های ۸۹ و ۹۱

ظرفیتهای تنفسی	B	Sig	Standard Error
FVC91	-۰/۲۵۱	۰/۴۸۴	۰/۳۵۵
FEV1-91	۰/۰۱۴	۰/۹۷۵	۰/۴۵۶
%FEV1/FVC-91	۱/۱۲۰	۰/۰۳	۰/۲۷۶
FVC-89	-۰/۶۷۷	۰/۱۴۸	۰/۳۵۵
FEV1-89	۰/۱۲۴	۰/۷۹۵	۰/۴۷۳
%FEV1/FVC-89	۰/۲۸۴	۰/۳۱۰	۰/۴۹۵

در آزمون رگرسیون خطی، B به عنوان اثرات متغیر در نظر گرفته شده است و استاندارد شده نیست. از آنجایی که مرکزی‌کردن یا استانداردسازی داده‌ها تغییری در ضریب B ایجاد نمی‌کند لذا موارد فوق صورت نگرفته است. مرکزی کردن یا استاندارد کردن، زمانی در ضریب B تغییر ایجاد می‌کند که بین داده‌ها هم خطی وجود داشته باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

مقایسه میانگین غلظت MDI اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های مختلف(شکل۱) نشان داد که میانگین غلظت آلاینده در واحدهای فوم سرد طبقه بالا، سالن ویسکو و سالن L90 بالاتر از حد مجاز می باشد که می توان علت بالا رفتن غلظت آلودگی اندازه گیری شده در طول فرآیند را در اثر تجمع آلودگی هوا در محیط کار و همچنین افزایش آلودگی حاصل از نشت و پراکندگی MDI در کف محیط کار و اطراف سیستم‌های اختلاط MDI و همچنین نبودن سیستم تهویه مناسب دانست(۱۳). تحقیق liss و همکاران در بخش صندلی و مبلمان شرکت‌های خودروسازی آنتاریو، کانادا که از پلی اورتان استفاده می‌کردند، نشان داد که از ۱۳۷ نمونه گرفته شده در این تحقیق همه به جز یکی(با غلظت ۶۰ میکروگرم بر مترمکعب) پایین‌تر از حد مجاز بود(۱۵). Tarlo و همکاران نیز در بررسی‌های خود در زمینه غلظت MDI در ۲۰ شرکت بین سال های ۱۹۸۴ تا ۱۹۸۸ نشان دادند که ۴۰درصد اندازه گیری های به عمل آمده در این شرکت‌ها که کارگران آن ادعای آسم در اثر کار با ایزوسیانات‌ها را داشتند بیش از ۵۰ میکروگرم بر مترمکعب بود(۱۶).

با توجه به وضعیت کاری کارگران و تزریق MDI در داخل قالب‌های روباز، نتایج حاصله را می‌توان ناشی از تأثیرMDI روی سیستم تنفسی کارگران دانست و این که کاهش ظرفیت‌های تنفسی در اثر مواجهه با MDI توسط کارهایی که در این زمینه انجام گرفته است تأییدکننده این موارد نتایج می‌باشند(۱۶).

با مقایسه‌ای که بین ظرفیت‌های سال ۸۹ و ۹۱ شد مشاهده شد که کلیه ظرفیت‌های تنفسی سال ۹۱ نسبت به سال ۸۹ کاهش یافته‌اند و از آن‌جا که افراد مواجهه یافته با آلاینده در هر دو سال از لحاظ قد، سن، وزن، جنس، سابقه کار و سیگاری بودن تغییری نکرده‌اند و با توجه به وضعیت کاری و تزریق MDI در داخل قالب‌های روباز، نتایج حاصله را می توان ناشی از تاثیر MDI بر ظرفیت‌های تنفسی کارگران دانست. بنابراین کاهش ظرفیت‌های تنفسی در اثر مواجهه با آلاینده ایزوسیانات MDI تایید می‌شود.

با توجه به جدول۴، نتایج آنالیز رگرسیون خطی ظرفیت‌های تنفسی با سابقه کار درگروه مواجهه یافته برای سال‌های (۸۹،۹۱) نشان دهنده این موضوع می‌باشد که درصورتی که سابقه کار افراد در معرض مواجهه با ماده MDI افزایش یابد افت تنفسی در حجم کلی ریه می‌تواند اتفاق بیافتد که در دراز مدت می‌تواند آثار غیرقابل کنترلی بر روی نیروی کاری داشته باشد. وضعیت فوق نشانگر پیشرفت حالت انسدادی ریوی در اثر مواجهه با آلاینده MDI در طول زمان را نشان خواهد داد. از آن‌جا که برخی از تحقیقات انجام یافته قبلی ایجاد انسداد ریوی در اثر تماس و مواجهه با MDI را گزارش نموده اند(۱۷)، لذا تحقیق حاضر نیز می تواند دلیلی بر افزایش حالت انسدادی با افزایش کار و مواجهه با MDI باشد.

در بررسی دیگر با توجه به نتایج حاصل جدول ۳ در گروه مواجهه‌یافته در سال‌های ۸۹ و۹۱ نشان داد که افراد با وضعیت

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-09-12]

طبیعی و وضعیت غیرطبیعی(مجموع حالت‌های تحدیدی، انسدادی و مختلط) با یکدیگر اختلاف معنی‌دار آماری نداشتند، ولی این بررسی نشان می‌دهد که از سال ۸۹ تا سال ۹۱ تعداد دو نفر(۵/۱۳٪) به گروه افرادی که دارای الگوی تنفسی غیرطبیعی می‌باشند اضافه گردیده است. Musk و همکاران درمطالعه خود در دو کارخانه پلی اورتان بر روی کارگران مواجهه یافته با MDI هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در زمینه کاهش FEV1 مشاهده نکردند(۱۹). در حالی که Vandenplas و همکاران در بررسی ناراحتی های تنفسی کارگران مواجهه یافته با رزین محتوی MDI کاهش معنی‌داری را در FEV1(۳۱٪) FVC(۲۳٪) گزارش کردند(۲۰). در بررسی دیگری که توسط Irene و همکاران در خصوص پیشگیری از علائم تنفسی در کارگرانی که با ایزوسیانات‌ها در تماس هستند، صورت پذیرفت که در آن در تمامی شاغلینی که به نحوی با ایزوسیانات‌ها در تماس بوده‌اند، بین بروز تحریکات تنفسی، تحریکات چشمی و تحریکات پوستی با نوع شغل و کارشان رابطه معنی‌داری وجود داشت(۲۱).

با توجه به شرایط موجود در شرکت با افزایش بیشتر زمان ماند کارگران در محیط تولیدی و نیز اضافه شدن تدریجی این آلاینده در محیط کار بنابراین میزان جذب آلاینده ایزوسیانات MDI از طریق ریوی افزایش یافته و در دراز مدت باعث آسیب شدید گارگران خواهد شد که این امر خود باعث از بین رفتن نیروی کاری شده و همچنین خسارت‌های غیرقابل‌جبرانی برای شرکت را به بار خواهد آورد. به عبارتی می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش سابقه کارکارگران و بالارفتن مدت زمان تماس با ترکیبات MDI، ظرفیت‌های تنفسی کارگران سیر نزولی پیدا خواهد کرد که در دراز می‌تواند آثار غیرقابل‌کنترلی داشته باشد. در نتیجه انجام اقدام‌های کنترلی مهندسی و مدیریتی لازم و وسایل حفاظت فردی مناسب و کارآمد و نصب و روشن بودن دائمی تهویه مطبوع و تهویه موضعی هنگام کار ضروری است و بعد از اتمام شیفت‌های کاری لازم می‌باشد که سطوح محیط تولید تمیز شود تا از افزایش غلظت آلودگی در کارگاه جلوگیری نماید.

در پایان، می‌توان پیشنهاد داد که در مطالعات بعدی مبنای پارامترهای تنفسی را تست‌های تنفسی در بدو ورود افراد به محیط کار و مواجهه آن‌ها با آلاینده‌های محیط کار را قرار داد و در صورتی که مدت زمان اشتغال افراد در محیط کار بیشتر بود پارامتر سن و تاثیرآن بر ظرفیت‌های ریوی را در نتایج مطالعه دخالت داد.

Reference:

1- Allport DC, Gilbert DS, Outterside SM, editors. ***MDI & TDI safety, health and the environment***. West Sussex, UK: John Wiley & Sons Ltd 2003;7(11). 11-24.

2- Ban M, Morel G, Langonne´ I et al. ***(2006) TDI can induce respiratory allergy with Th2-dominated response in mice***. J Toxicology 2006; 2(18): 39–47.

3- Creely KS, Hughson GW, Cocker J et al. ***Assessing isocyanate exposures in polyurethane industry sectors using biological and air monitoring methods*** Ann Occup Hyg. 2006; 5(3): 609–614

4- G.Skarping, C. Sangö and B. E. F. Smith. ***Trace analysis of isocyanates in industrial atmospheres using gas chromatography and electron-capture detection***. Department of Technical Analytical Chemistry, Chemical Center, P.O. Box 740, S-220 07 Lund 7 Sweden. Received 10 November 1980.Available online 18 January 2002.

5- Bello D, Herrick CA, Smith TJ et al. (***2007) Skin exposure to isocyanates: reasons for concern***. Environ Health Perspect; 115: 328–335

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-09-12]

6- Sepai O, Henschler D, Sabbioni G. ***Albumin adducts, hemoglobin adducts and urinary metabolites in workers exposed to 4,4 -methylenediphenyl diisocyanate*** Carcinogenesis 1995; 16(10): 2583-2587.

7- Crespo J, Galan J**. *Exposure to MDI during the process of insulation buildings with sprayed polyurethane foam.*** Ann Occup Hyg 1999; 43(6): 415-419.

8- Harris A.T, Davidson J.F, Thorpe R.B. ***A novel method for measuring the residence time distribution in short time scale particulate systems.*** Chem Eng J 2002;89(1-3): 127-142.

9- Robert P.S, Christopher M.R, Schwartz RK, Schlecht PC, Cassinelli ME. ***Determination of Airborne Isocyanate Exposure. NIOSH Manual of Analytical Methods*** 1998: 116-142.

10- Sennbro Carl J, Lindh Christian H, Östin A, Welinder H, Jonsson BA, Tinnerberg H. ***A Survey of Airborne Isocyanate Exposure in 13 Swedish Polyurethane Industries***. Ann Occup Hyg 2004; 48(5): 405-414.

11- Donnelly R, Buick JB, Macmahon J. ***Occupational asthma after exposure to plaster casts containing methylene diphenyl diisocyanate***. Occup Med (Lond)2004; 5(4): 432–434.

12- Sari I, Charpin D, Signouret M, Poyen D, Vervloet D. ***Prevalence of self reported respiratory symptoms in worker exposure to isocyanate***. J Occup Environ Med 1999; 41(7):582-9.

13- Levine SP, Hillig KJD, Dharmarajan V, Spence MW, Baker MD. ***Critical review of methods of sampling, analysis, and monitoring for TDI and MDI***. American Industrial Hygiene Association J 1995; 56: 581-589.

14- Yoganclogu A, Aakar A. ***Respiratory symptom and occupational asthma in polyurethane foam production workers***. J Turk Resp 2002; 3(1): 19-23.

15- Liss GM, Tarlo SM,Banks DE. ***Evidence for occupational asthma among compensation claimants at a polyurethane utilizing facility.*** Canadian J public health 1996;87(6): 401-403.

16- Tarlo SM, Liss GM, Dias C, Banks DE. ***Assessment of the relationship between isocyanate exposure levels and occupational asthma***. Am J Indust Med 1998; 4(2): 17-19.

17- Petsonk EL, Wang ML, Lewis DM et al. ***Asthma-like symptoms in wood product plant workers exposed to methylene diphenyl diisocyanate***. American Industrial Hygiene Associat J 2000; 1(8): 1183–1193.

18- Cartier A, Desjardins A, Levesque J, Shaughnessy MA, Grammer LC. ***Hypersensitivity pneumonitis - like reactionamong workers exposed to diphenylmethane diisocyanate (MDI).*** Am J Indust Med 2001; 4(7): 17-21.

19- Musk AW, Peters JM, Diberardinis L, Murphy R. ***Absence of respiratory effectsin subjects exposed to low concentrations of TDI and MDI***. J Occup Med 1982; 24(10):746-750.

20- Vandenplas O, Malo JL, Dugas M, Cartier A, Desjardins A, Levesque J, Shaughnessy MA. ***Hypersensitivity pneumonitis - like reactionamong workers exposed to diphenylmethane diisocyanate (MDI).*** Am J Indust Med 1997; 3(2): 517-521.

21- Irene SM, Charpin D, Signouret M, Poyen D, Vervloet D. ***Prevalence of Self-Reported Respiratory Symptoms in Workers Exposed to Isocyanates***. J Occup Environ Med 1999; 41(7): 582-588.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-09-12]

Evaluation of Exposure Methyl diisocyanate and Review of the Respiratory Capacity of the Workers Employed in the Foam Manufacturing Industry

*Aghanasab M(Msc)[1], Nikpey A(PhD)[2], Mohammadi Fard A(Msc)[3], Kohnavard B(Msc)[*4], Soltani Gerdfaramarzi R(Msc)[5]*

[1] *School of Health, Isfahan University of Medical Sciences*

[2], *Department of Occupational Health, School of Public Health, Qazvin University of Medical Sciences*

[3] *School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences*

[4] *Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*

[5] *Industrial Diseases Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran*

Received: 24/07/2014 accepted: 13/01/2015

Abstract

Introduction: methyl diphenyl diisocyanate (MDI) is one of the most commonly iisocyanate used in the foam manufacturing companies. The aim of this study is to evaluat iisocyanate (MDI) effects on the pulmonary capacities of workers by examining the results of workers spirometers in foam.

Methods: This is a cross-sectional study. Sampling was conducted through census company method. In order to investigate the changes of respiratory capacity in the workers. The information of the medical workers records and the spirometry test results in different two years were determined as well as the level of air pollution in the production units using sampling method using descriptive statistics, paired T-test and linear regression analysis, the data were analyzed.

Result: The level of air pollution in the production line of cold foams, and the viscose hall, unit L90 was higher than the maximum allowable (51 microgram/m^3). The results of evaluation the respiratory capacity in some workers that expose to MDI, according to work experience more than 3 years, showed that the respiratory capacity of spirometry in 2012 was decreased compared to 2010 ($p<0/05$). The studied respiratory capacity (FEV1/ FVC) indicated the reduction in these during 2010 to 2012 parameters and on average, FEV1(15.60%) and FVC (9.7%) was reduced.

Conclusion: With increasing the work experience and increasing the duration of exposure to combinations of MDI, workers, respiratory capacity will have been declining and in the long term it might have uncontrollable conditions.

Keywords: Respiratory Capacity, Foam manufacturing, Methyl diisocyanate, Workers

This paper should be cited as. Aghanasab M, Nikpey A, Mohammadi Fard A, Kohnavard B, Soltani Gerdfaramarzi R. ***Evaluation of Exposure Methyl diisocyanate and Review of the Respiratory Capacity of the Workers Employed in the Foam Manufacturing Industry:*** Occupational Medicine Quarterly Journal 2015; 7(4):58-66

**** Corresponding author: Tel: 09118843167, E-mail: bahramk2011@gmail.com***

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-09-12]