

การศึกษาค่าความเสี่ยงในมนุษย์และการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีน และสารเอเอ็มอีเคของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้ายางแห่งหนึ่ง ของเขตกรุงเทพมหานคร

The Study of Hazard Quotient and Evaluation of Toluene and Methyl Ethyl Ketone Exposure among the Production Workers in a Rubber Shoes Manufacturing Factory in Bangkok

ศรียรัตน์ ล้อมพงค์

ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Srirat Lormphongs

Department of Industrial Hygiene and Safety, Faculty of Public Health, Burapha University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง โดยมีการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนและสารเอเอ็มอีเค และการประเมินค่าความเสี่ยงของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้ายางแห่งหนึ่งในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยกลุ่มตัวอย่างพนักงานมี 170 คน อายุเฉลี่ย 33.32 ปี และมีสภาพการทำงานในแต่ละวันในหน้าที่หลักในการผลิตรองเท้ายาง 12 ชั่วโมงต่อวัน (รวมการทำงานล่วงเวลา) ร้อยละ 30.0 และทำงาน 6 วันต่อสัปดาห์ทุกคน มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจทุกครั้ง ร้อยละ 63.5 โดยส่วนใหญ่มีการใช้หน้ากากที่ทำมาจากกระดาษกรอง ร้อยละ 96.9 ในการเก็บตัวอย่างอากาศใช้ Organic Vapor Monitor (3M 3500) ติดตัวบุคคลในระดับการหายใจของกลุ่มตัวอย่าง พบว่ากลุ่มตัวอย่าง (n=100) มีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสารโทลูอีน 19.78 ± 46.53 ppm และสารเอเอ็มอีเค 22.17 ± 29.36 ppm และมีการเก็บตัวอย่างปัสสาวะหลังสิ้นสุดการทำงาน พบว่ากลุ่มตัวอย่าง (n=170) มีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสารโทลูอีนในปัสสาวะ 0.146 ± 0.200 mg/l และสารเอเอ็มอีเคในปัสสาวะ 0.282 ± 0.397 mg/l และเมื่อประเมินค่าความเสี่ยง พบว่าสารโทลูอีนและสารเอเอ็มอีเค อยู่ในระดับเสี่ยงต่อสุขภาพมากจากการรับสัมผัส คือ $HQ_{\text{toluene}} = 37.625$ และ $HQ_{\text{MEK}} = 14.155$ และเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับความเข้มข้นของสารเอเอ็มอีเคในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคล มีความสัมพันธ์กับปริมาณระดับความเข้มข้นของสารเอเอ็มอีเคในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p = 0.01$ จากผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้ตระหนักได้ว่า กลุ่มตัวอย่างมีการสัมผัสสารโทลูอีนและสารเอเอ็มอีเค ในขณะที่ปฏิบัติงานและควรให้ความสำคัญการส่งเสริมสุขภาพรวมถึงการให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจที่ถูกต้องและเหมาะสมตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงาน

คำสำคัญ : โทลูอีน, เอเอ็มอีเค, รองเท้ายาง

Abstract

This research was a cross sectional study. The objectives were to evaluate toluene and methyl ethyl ketone (MEK) exposure, hazard quotient among production workers in a rubber shoes manufacturing factory in Bangkok. There were 170 persons participated in the study. Mean age of the cases was 33.32 years old. Thirty percent of the cases worked 12 hours per day (including over time), 6 days per week (100.0%). About sixty three percent always used respiratory protection; however, most of them used only paper filter masks (96.9%). Collection of personal organic solvent exposure was conducted using “Organic Vapor Monitor (3M 3500)”, attached to the lapel of each worker (n=100). Results of the study group showed an average toluene concentration 19.78 ± 46.53 ppm and MEK 22.17 ± 29.36 ppm. Urine samples were collected at the end of work shift and results of urine samples (n=170) showed an average of toluene in urine of 0.146 ± 0.200 mg/l and MEK in urine of 0.282 ± 0.397 mg/l. Hazard quotient (HQ) showed that exposure to toluene and MEK exhibited high health risk levels ($HQ_{\text{toluene}} = 37.625$ and $HQ_{\text{MEK}} = 14.155$). However, the relationship between personal air MEK concentration and MEK in urine of the study group was significant at 0.01 ($p < 0.001$). Based on the results of this study, toluene and MEK exposures among workers were detected. Health promotion should be emphasized and respiration protective equipment should also be provided.

Keywords : Toluene, MEK, Rubber shoes

Received 9/8/2019 Revised 19/9/2019 Accepted 23/9/2019

บทนำ

โดยทั่วไปสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเค (Methyl Ethyl Ketone: MEK) มีอยู่ในผลิตภัณฑ์หลายอย่าง เช่น พลาสติก สีทาบ้าน สารตัวทำละลายในพิมพ์ จากอุปกรณ์รถยนต์ เป็นต้น สารที่เกิดจากเผาไหม้และสาร Organic solvent เหล่านี้สามารถปะปนในอากาศ น้ำดื่ม เครื่องดื่ม อาหาร สารโทลูอีนและสารเอ็มอีเคที่สะสมไว้มากนานๆ จะมีผลกระทบต่อสุขภาพและเป็นอันตรายต่อสุขภาพซึ่งผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ที่มีอาชีพหรือลักษณะงาน

ที่เกี่ยวข้องกับงานดังกล่าวจึงเสี่ยงต่อการเป็นโรคจากการทำงาน โดยเฉพาะระบบทางเดินหายใจได้ เนื่องจากพิษสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเค มีคุณสมบัติที่สำคัญคือ เป็นของเหลวไวไฟ ดังนั้นผลต่อสุขภาพของสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเค เพราะเมื่อมีการสูดดมหรือสัมผัสกับสารอาจทำให้ผิวหนังและดวงตาระคายเคืองหรือเป็นแผลไหม้และไอระเหยอาจทำให้มึนงง หรือหายใจลำบาก แต่หากสารเกิดการลุกไหม้อาจเกิดก๊าซที่มีฤทธิ์ระคายเคืองกัดกร่อนและ/หรือเป็นพิษ สารโทลูอีนและสาร

เอ็มอีเค สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ การดูดซึมผ่านทางผิวหนัง ทางการหายใจ และทางกรกิน (ปนเปื้อนกับอาหารที่รับประทานเข้าไป)¹⁻³ สำหรับการเกิดพิษของสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเค มีทั้งแบบเฉียบพลัน ได้แก่ ระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อบุตา จมูก ลำคอ ผิวหนัง บวมแดง ปวดศีรษะ มึนงง คลื่นไส้ อาเจียน และพิษแบบเรื้อรัง เมื่อร่างกายได้รับสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเคทีละน้อยเป็นระยะเวลานาน จะทำให้เกิดพยาธิสภาพกับอวัยวะเป้าหมาย เช่น ทำให้หลอดเลือดตีบ ทำให้ไตล้มเหลว เกิดพยาธิสภาพที่กรวยไต หรือ Proximal tubule ทำให้เกิด Fibrosis ที่ตับเป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของสารที่ได้รับ การป้องกันควบคุมและถ้ามีการเฝ้าระวังก่อนการเกิดอาการ จะเป็นการลดพยาธิสภาพและความพิการลงได้⁴⁻⁶

จากที่ทราบกันแล้วว่า โรงงานผลิตรองเท้ายางจะมีกระบวนการผลิตที่ใช้สารโทลูอีนและสารเอ็มอีเคเป็นหลักในกระบวนการผลิตอันก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเค และจากสภาพการทำงาน พบว่าพนักงานมีการใช้สารโทลูอีนและสารเอ็มอีเคเป็นองค์ประกอบหลักในการทำและประกอบการทำรองเท้ายาง ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นกลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ายางและโรงงานแห่งนี้ มีพนักงานฝ่ายผลิต 700 คน มีหน้าที่ใช้สารสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเค ทาบนรองเท้ายาง ต้องทำงานวันละ 8 ชั่วโมงหรือกว่านั้นในหนึ่งวัน เพราะต้องทำงานล่วงเวลาและพนักงานส่วนมากมีการทำงาน 6 วันต่อสัปดาห์และเมื่อสอบถามเบื้องต้นพบว่าพนักงานบางคนขาดความรู้ ความเข้าใจและขาดการตระหนักถึงวิธีการป้องกันอันตรายจากสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเค ที่ถูกต้องจนเป็นที่น่าวิตกเป็นอย่างยิ่งพนักงานเหล่านี้จึงมีความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเค ได้ง่าย และมีโอกาสเกิดการเจ็บป่วยเป็นโรคจากการทำงาน และเกิดอันตรายต่อสุขภาพได้โดยง่ายเช่นเดียวกัน

และส่งผลทำให้เกิดปัญหาสุขภาพอนามัยและคุณภาพชีวิตในการทำงานอันเนื่องมาจากการสัมผัสสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเค จากเหตุผลข้างต้นนี้ ผู้วิจัยจึงได้จัดทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการประเมินค่าความเสี่ยงและการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเคในพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้ายางแห่งหนึ่งของเขตกรุงเทพมหานคร เพื่อทำให้ทราบถึงค่าความเสี่ยงด้านสุขภาพและอันตรายรวมถึงประโยชน์ในการหาแนวทางดำเนินการแก้ไขปรับปรุง รวมทั้งพัฒนางานด้านอาชีวอนามัยต่อไปในอนาคตอันใกล้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเคในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคลและในปัสสาวะของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้ายางแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร
2. เพื่อประเมินค่าความเสี่ยงของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้ายางแห่งหนึ่งเมื่อสัมผัสกับสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเค
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเคในปัสสาวะกับปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเคในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคลของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้ายางแห่งหนึ่ง

วิธีการศึกษา

การวิจัยนี้อาศัยรูปแบบการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional study) โดยที่กลุ่มตัวอย่างคือ พนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ายางในโรงงานผลิตรองเท้ายางแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร ที่กลุ่มตัวอย่างนี้ต้องมีการสัมผัสสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเคและเป็นผู้ปฏิบัติงานที่ปฏิบัติงานในกะเช้าแบบเจาะจง จำนวนทั้งสิ้น 170 คน

โดยมีเกณฑ์คัดเข้า ดังนี้

1. เป็นพนักงานฝ่ายผลิตรองเท้าในบริษัท ผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร และปฏิบัติงานในกะเช้า ในช่วงเวลา 07:00 – 15:00 น.

2. ยินยอมเป็นอาสาสมัครในการวิจัย

เกณฑ์คัดออก มีดังนี้

กลุ่มตัวอย่างไม่สมัครใจเข้าร่วมวิจัยต่อ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ในการเก็บรวมข้อมูลมีการใช้แบบสัมภาษณ์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากการศึกษาค้นคว้ารวบรวม ข้อมูลจากเอกสารแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ ส่วนที่ 1 แบบสัมภาษณ์ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ส่วน ได้แก่ 1) ลักษณะทางประชากรทางสังคม 2) สภาพการทำงาน 3) พฤติกรรมเสี่ยงต่างๆ 4) ประวัติการเจ็บป่วย 5) การปฏิบัติและการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และ 6) สุขวิทยาส่วนบุคคลในชีวิตประจำวัน ส่วนที่ 2 การเก็บตัวอย่างอากาศ โดยมีการใช้อุปกรณ์สำหรับการเก็บตัวอย่างอากาศ 3M Organic Vapor Monitors 3500 โดยการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นสารโทลูอินและสาร เอ็มอีเคในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคล ตลอดระยะเวลาการทำงานและเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด คือ Head-space Gas chromatography (GC) ต่อเข้ากันกับ Flame Ionization Detection (FID) โดยการใช้ Capillary column เป็น Column aquawax หน่วยวัดเป็น ppb และมีค่า LOQ คือ 0.08 μg และส่วนที่ 3 การเก็บตัวอย่าง ปัสสาวะเมื่อหลังสิ้นสุดการทำงาน โดยใช้ขวด พลาสติก ขนาด 20 ซีซี และมีการรักษาสภาพของ ตัวอย่างใน Ice box ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ ปริมาณสารโทลูอินและสารเอ็มอีเคในปัสสาวะและ เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอินและสารเอ็มอีเคในปัสสาวะคือ Gas chromatography-Headspace หน่วยวัดเป็น mg/l และมีค่า LOQ คือ 0.01 mg/l สำหรับการ

คำนวณค่าความเสี่ยง โดยการใช้ค่า Hazard quotient (HQ)⁷⁻⁸ = ปริมาณสารเคมีแต่ละชนิด ที่ร่างกายได้รับผ่านทางหายใจ (Ii) ทหารด้วย Reference concentration (RfCi) ของสารเคมี แต่ละชนิดในกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ มีการนำเสนอ สถิติมี 2 แบบ ได้แก่ 1) สถิติเชิงพรรณนาใช้สถิติ ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด เพื่ออธิบายลักษณะทาง ประชากรทางสังคม สภาพการทำงาน ประวัติการ เจ็บป่วย พฤติกรรมเสี่ยงต่างๆ การปฏิบัติและการใช้ อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล สุขวิทยา ส่วนบุคคลในชีวิตประจำวันและปริมาณความเข้มข้น ของสารโทลูอินและสารเอ็มอีเคในบรรยากาศ การทำงานแบบติดตัวบุคคลและในปัสสาวะและหา ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของสาร โทลูอินและสารเอ็มอีเคในบรรยากาศการทำงานกับ ปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอินและสารเอ็มอีเค ในปัสสาวะโดยการใช้ Pearson correlation⁹

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองผล การพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัย บูรพา จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย ในมนุษย์แล้ว เมื่อวันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2562

ผลการศึกษา

ลักษณะทางประชากรทางสังคม

จำนวนกลุ่มตัวอย่างในการศึกษามี 170 คน โดยที่เป็นพนักงานหญิง ร้อยละ 80.6 และพนักงาน ชาย ร้อยละ 19.4 ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 21 – 25 ปี ร้อยละ 20.0 รองลงมาคืออายุระหว่าง 26 – 30 ปี ร้อยละ 18.8 มีค่าพิสัยระหว่าง 19 – 54 ปี มีอายุเฉลี่ย 33.32 ± 9.35 ปี มีสถานภาพโสด ร้อยละ 68.2 รองลงมาคือ สมรส ร้อยละ 36.5 มีระดับการศึกษาสูงสุดได้แก่ มัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 48.2 รองลงมาได้แก่ มัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 36.5 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามลักษณะทางประชากรทางสังคม

ลักษณะทางประชากรทางสังคม (n=170)	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	33	19.4
หญิง	137	80.6
อายุ (ปี)		
≤ 20	10	5.9
21 - 25	34	20.0
26 - 30	32	18.8
31 - 35	31	18.2
36 - 40	20	11.8
41 - 45	22	12.9
≥ 46	21	12.4
พิสัยมีค่าระหว่าง 19 - 54 ปี ค่าเฉลี่ย 33.32 ปี ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9.350 สำหรับกลุ่มศึกษา		
สถานภาพสมรส		
โสด	99	68.2
สมรส	62	36.5
หม้าย/หย่าร้าง	9	5.3
การศึกษาระดับสูงสุด		
ประถมศึกษา	20	11.8
มัธยมศึกษาตอนต้น	82	48.2
มัธยมศึกษาตอนปลาย	62	36.5
ปวช	3	1.8
ปวส/อนุปริญญา	1	0.6
ปริญญาตรี	2	1.2

สภาพการทำงาน

ปัจจุบันกลุ่มตัวอย่างมีการทำงานที่ฝ่ายผลิต รองเท้ายางในโรงงานแห่งนี้ ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 1.0 - 5.0 ปี ร้อยละ 78.8 รองลงมาน้อยกว่า 1 ปี ร้อยละ 11.8 มีค่าเฉลี่ย 3.58 ± 3.43 ปี ในแต่ละวัน ส่วนใหญ่ต้องทำหน้าที่หลักในการผลิตรองเท้ายาง 12 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 30.0 รองลงมา 14 ชั่วโมง

ต่อวัน ร้อยละ 25.9 ในแต่ละสัปดาห์ทำงานในหน้าที่หลักสัปดาห์ละ 6 วัน ร้อยละ 100.0

ประวัติการเจ็บป่วย

ส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างไม่มีโรคประจำตัว หรือการเจ็บป่วยในปัจจุบัน ร้อยละ 91.2 มีเพียง ร้อยละ 8.8 ที่มีโรคประจำตัวหรือการเจ็บป่วย

ในปัจจุบันและส่วนใหญ่ไม่มีการเจ็บป่วยเกี่ยวข้องกับการทำงานที่สถานที่ทำงานร้อยละ 97.6 ไม่มีประวัติการเจ็บป่วยที่เนื่องมาจากสารตัวทำลายฝุ่น คิวินจากท่อไอเสียรถยนต์ถนนร้อยละ 95.9 และไม่มีการกินยาเป็นประจำร้อยละ 92.4

พฤติกรรมเสี่ยงอื่น ๆ

ในปัจจุบันกลุ่มตัวอย่างมีการสูบบุหรี่ร้อยละ 0.6 ตัวอย่างอีกร้อยละ 1.2 ที่เคยสูบบุหรี่แต่ปัจจุบันเลิกแล้วและส่วนใหญ่ตัวอย่างร้อยละ 98.2 ไม่เคยสูบบุหรี่เลย สำหรับการดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พบว่ามีการดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ร้อยละ 1.8 รองลงมาเคยดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แต่ปัจจุบันเลิกแล้ว ร้อยละ 4.7 และตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 93.5 ไม่เคยดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

การปฏิบัติและการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 170 คน มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจทุกครั้ง ร้อยละ 63.5 ใช้บ่อยครั้งร้อยละ 28.8 ใช้เป็นบางครั้งร้อยละ 4.1 และไม่ใช้ร้อยละ 4.1 ในกรณีที่มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่าง ($n=163$) พบว่าส่วนใหญ่มีการใช้หน้ากากที่ทำมาจากกระดาษกรองร้อยละ 96.9 รองลงมาได้แก่ ผ้าปิดจมูกร้อยละ 65.6 เหตุผลที่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจคือ ใช้ตามนิยม คนอื่นใช้ก็ใช้บ้างร้อยละ 98.8 เพื่อใช้ป้องกันหวัดร้อยละ 90.2 ใช้ตามคำสั่งผู้บังคับบัญชา ร้อยละ 77.9 เพื่อป้องกันโรคหาลอดลมอักเสบ ร้อยละ 80.4 เพื่อป้องกันละอองหรือควันร้อยละ 47.2 เพื่อป้องกันกลิ่นเหม็นร้อยละ 43.6 เพื่อป้องกันไอน้ำมันร้อยละ 82.9 และเพื่อป้องกันการเกิดโรคปอดร้อยละ 50.3 อย่างไรก็ตาม ตัวอย่างบางคนยังให้เหตุผลว่า คิดว่าอย่างน้อยก็คงเป็นประโยชน์มากกว่าไม่ใช้อะไรเลยร้อยละ 86.5 วิธีการดูแลรักษาความสะอาดของอุปกรณ์ พบว่า

ส่วนใหญ่ล้างน้ำร้อยละ 46.0 และรองลงมาคือ เปลี่ยนใหม่ทุกวันร้อยละ 44.8 และไม่ได้ทำอะไรเลยแต่เปลี่ยนใหม่หลังจากใช้หลายวันแล้ว ร้อยละ 3.1 และเช็ดด้วยผ้าชุบน้ำหมาด ๆ ร้อยละ 3.7 กรณีที่กลุ่มตัวอย่างไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ ($n = 7$) ให้เหตุผลว่า คิดว่าใช้แล้วไม่ได้ช่วยอะไรมากร้อยละ 100.0 รองลงมาคือใช้แล้วเกิดอาการแพ้ ร้อยละ 85.7 ใช้แล้วอึดอัดหายใจไม่สะดวก ร้อยละ 14.3 และไม่มีใช้ร้อยละ 28.6

สุขวิทยาส่วนบุคคลในชีวิตประจำวัน

พบว่าสุขวิทยาส่วนบุคคลในชีวิตประจำวันของกลุ่มตัวอย่างมีดังต่อไปนี้ คือ มีการล้างมือก่อนดื่มน้ำหรือช่วงพักรับประทานอาหารกลางวัน ทุกครั้งร้อยละ 81.2 รองลงมา คือ มีการล้างมือเป็นบางครั้งร้อยละ 18.2 โดยส่วนมากใช้น้ำเปล่าอย่างเดียวยุทธร้อยละ 74.6 และยังพบว่าส่วนใหญ่มีการล้างหน้า 2 ครั้งต่อวันร้อยละ 35.9 และ 1 ครั้งต่อวันร้อยละ 27.6 และหลังจากเลิกงานทุกวัน ก่อนที่จะกลับบ้านกลุ่มตัวอย่างจะมีการล้างมืออย่างเดียวยุทธร้อยละ 70.0 รองลงมาคือ มีการล้างมือและล้างหน้าร้อยละ 11.2 และสิ่งแรกที่ได้ทำหลังจากกลับถึงบ้านพัก ส่วนใหญ่คือการอาบน้ำและเปลี่ยนเสื้อผ้าทันทีร้อยละ 69.4 รองลงมาคือ ไม่ได้ทำอะไรเลยร้อยละ 10.0 สำหรับการซักทำความสะอาดเสื้อผ้าที่ใส่ทำงาน ส่วนใหญ่มีการซักทำความสะอาดทุกวันร้อยละ 75.3 และซักทุก 2 วันร้อยละ 13.5 และมีการสระผมทุก 2 วันร้อยละ 61.2 รองลงมา มีการสระผมทุกวันร้อยละ 18.8

ปริมาณความเข้มข้นของสารโกลูอินและสารเอ็มอีเคในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคล จากการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารโกลูอินและสารเอ็มอีเคในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคล ($n = 100$) พบว่าส่วนใหญ่มีปริมาณความเข้มข้นของสารโกลูอินและสารเอ็มอีเค มีค่าอยู่ระหว่าง 100.1 – 1,000 ppb ร้อยละ 32.0 รองลงมามีค่าอยู่ระหว่าง 1,000.1 –

5,000 ppb ร้อยละ 30.0 และมีค่าเกินมาตรฐานจำนวน 24 ตัวอย่าง (ร้อยละ 24.0) (ซึ่งมาตรฐานที่ยอมให้มีได้ของ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)¹⁰ กำหนดไว้ว่า ค่ามาตรฐานของสารโทลูอิน ต้องไม่เกิน 20 ppm) และมีค่าเฉลี่ย $19,780.94 \pm 46,529.281$ ppb และส่วนใหญ่มีปริมาณความเข้มข้นของสารเอ็มอีเค มีค่าอยู่ระหว่าง 5,000.1 – 10,000 ppb ร้อยละ 30.0 รองลงมา มีค่าอยู่ระหว่าง 1,000.1 – 5,000.0 ppb ร้อยละ 19.0 และมีค่าเฉลี่ย $22,173.79 \pm 29,356.401$ ppb (ซึ่งมาตรฐานที่ยอมให้มีได้ของ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)¹⁰ กำหนดไว้ว่า ค่ามาตรฐานของสารเอ็มอีเค ต้องไม่เกิน 200 ppm)

ปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอินและสารเอ็มอีเคในปัสสาวะ

จากการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอินและสารเอ็มอีเคในปัสสาวะ พบว่าหลังจากสิ้นสุดการทำงานส่วนใหญ่ปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอินในปัสสาวะ (n = 170) มีค่า ND (Non detectable) mg/l ร้อยละ 44.1 รองลงมา มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.131 mg/l ร้อยละ 36.5 และมีค่าเฉลี่ย 0.146 ± 0.200 mg/l และมีค่ามัธยฐาน 0.026 mg/l ซึ่งในจำนวนตัวอย่างทั้งหมดของปริมาณระดับความเข้มข้นของสาร Toluene ในปัสสาวะของกลุ่มตัวอย่าง (n=170) มีค่าเกินค่ามาตรฐานที่ยอมให้มีได้ของ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)¹⁰ จำนวน 62 ตัวอย่าง (ร้อยละ 36.5) (มาตรฐานของค่า Biological Exposure Index: BEI กำหนดว่าสาร Toluene ในปัสสาวะต้องไม่เกิน 0.03 mg/l)

จากการตรวจวัดและปริมาณความเข้มข้นของสารเอ็มอีเคในปัสสาวะ พบว่าหลังจากสิ้นสุด

การทำงานส่วนใหญ่ปริมาณความเข้มข้นของสารเอ็มอีเคในปัสสาวะ (n = 170) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.11 – 0.30 mg/l ร้อยละ 27.6 รองลงมาไม่ตรวจพบ (ND) ร้อยละ 27.1 และมีค่าเฉลี่ย 0.282 ± 0.397 mg/l และมีค่ามัธยฐาน 0.137 mg/l ซึ่งในจำนวนตัวอย่างทั้งหมดของปริมาณความเข้มข้นของสารเอ็มอีเคในปัสสาวะของกลุ่มตัวอย่าง (n=170) มีค่าเกินค่ามาตรฐานที่ยอมให้มีได้ของ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)¹⁰ จำนวน 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 0.59) (มาตรฐานของค่า Biological Exposure Index: BEI กำหนดว่าสาร MEK ในปัสสาวะต้องไม่เกิน 2 mg/l)

การประเมินค่าความเสี่ยงของการได้รับสัมผัสสารเคมีในแต่ละชนิด

เมื่อประเมินค่าความเสี่ยงของการได้รับสัมผัสสารเคมีในแต่ละชนิด พบว่าสารโทลูอินมีค่า HQ = 37.625 และสารเอ็มอีเค มีค่า HQ = 14.155 และเมื่อทำการประเมินค่าความเสี่ยงเทียบกับเกณฑ์ในการประเมินผล⁷⁻⁸ พบว่าสารโทลูอิน มีระดับอันตรายมากและสารเอ็มอีเค มีระดับอันตรายมาก ดังตารางที่ 2

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอินและสารเอ็มอีเคในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคลกับปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอินและสารเอ็มอีเคในปัสสาวะ

ในการศึกษานี้เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอินในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคลกับปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอินในปัสสาวะของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่กลับพบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารเอ็มอีเคในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคลมีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของสารเอ็มอีเคในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (p<0.001) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 การประเมินค่าความเสี่ยงของการได้รับสัมผัสสารเคมีในแต่ละชนิด

	I_i (mg/m^3)	RfC_i (mg/m^3)	HQ	การประเมินค่าความเสี่ยง เทียบกับค่ามาตรฐาน*
สารโทลูอีน	188.123	5	37.625	อันตรายมาก
สารเอ็มอีเค	70.775	5	14.155	อันตรายมาก

หมายเหตุ

HQ หมายถึง Hazard Quotient

I_i หมายถึง ปริมาณสารเคมีเข้าร่างกายผ่านการหายใจ มีหน่วยเป็น mg/m^3

RfC_i หมายถึง Reference Concentration ของสารเคมีแต่ละชนิดที่ศึกษา มีหน่วยเป็น mg/m^3

* หมายถึง เกณฑ์ในการประเมินผล (Lemly, 1996, p 157) มีดังนี้

- (1) HQ มีค่า < 0.1 หมายถึง ไม่มีอันตราย (No hazard exist)
- (2) HQ มีค่า $0.1 - 1.0$ หมายถึง อันตรายน้อย (Low)
- (3) HQ มีค่า $1.1 - 10$ หมายถึง อันตรายปานกลาง (Moderate)
- (4) HQ มีค่า > 10 หมายถึง อันตรายมาก (High)

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเคในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคลกับปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอีนและสารเอ็มอีเคในปัสสาวะ

	r	r
สารโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน - ในปัสสาวะ	-0.113	0.264
MEK ในบรรยากาศการทำงาน - ในปัสสาวะ	0.381	$< 0.001^{**}$

หมายเหตุ ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

อภิปรายผล

จากการศึกษาที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาวิจัยในพนักงานฝ่ายผลิตรองเท้าที่มีการปฏิบัติงานในฝ่ายผลิตของโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานครตามสภาพความเป็นจริง ตั้งแต่เวลา 07:00 - 15:00 น. แต่พนักงานส่วนใหญ่

มีการทำงานล่วงเวลาจากเวลาปกติ (8 ชั่วโมงต่อวัน) ซึ่งพบว่ามีการทำงานวันละ 12 ชั่วโมงต่อวันร้อยละ 30.0 (รวมการทำงานล่วงเวลา) และรองลงมาทำงานวันละ 14 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 25.9 ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ยาวนานและมีการทำงาน 6 วันต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 100.0) กลุ่มตัวอย่างนี้ต้องทำงานในหน้าที่

ผลิตรองเท้ายางจึงมีโอกาสสัมผัสสารโพลูอินและสารเอ็มอีเคได้ง่ายในแต่ละวันและจึงมีโอกาสเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารโพลูอินและสารเอ็มอีเคที่ต้องใช้ในการนำมาล้างบนรองเท้าและจากการสังเกตสภาพแวดล้อมในขณะปฏิบัติงาน พบว่าระบบระบายอากาศไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ จึงอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สารโพลูอินและสารเอ็มอีเคเกิดการปนเปื้อนในบรรยากาศและอาจจะทำให้มีการเข้าสู่ร่างกายของกลุ่มตัวอย่างได้โดยง่ายไม่ว่าทางการหายใจ ผิวหนังหรือแม้แต่ทางการกินได้นอกจากนี้จากการสังเกตพบว่าพนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ายางมีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจทุกครั้งที่ใช้ปฏิบัติงาน ร้อยละ 63.5 และส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างมีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจที่เป็นหน้ากากกระดาศกรอง (ร้อยละ 96.9) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่เป็นกระดาศกรองแบบคาร์บอนที่สามารถป้องกันสารโพลูอินและสารเอ็มอีเคได้ในระดับหนึ่ง แต่กลับพบว่าร้อยละ 65.6 ที่ยังมีการใช้อุปกรณ์ฯ แบบผ้าปิดจมูกซึ่งจากอุปกรณ์ป้องกันดังกล่าวนี้ จัดได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่ป้องกันระบบทางเดินหายใจที่ไม่เหมาะสมและถูกต้องในการป้องกันการสัมผัสสารโพลูอินและสารเอ็มอีเค ที่จะเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจได้นั้นหากหน่วยงานต้นสังกัดสามารถที่จะเลือกประเภทของอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับการสัมผัสสารโพลูอินและสารเอ็มอีเค ตามหลักวิชาการแล้วจะทำให้พนักงานฝ่ายผลิตรองเท้าจะสัมผัสสารโพลูอินและสารเอ็มอีเคได้ลดลงด้วย

จากการที่กลุ่มตัวอย่าง บางคนมีความคิดเห็นและให้เหตุผลว่า อุปกรณ์คุ้มครองอันตรายส่วนบุคคลเป็นการป้องกันระบบทางเดินหายใจที่ใช้ในขณะปฏิบัติงานนั้นเป็นประเภทผ้าปิดจมูกจะสามารถใช้เพื่อป้องกันกลิ่นเหม็น เพื่อป้องกันฝุ่นละอองหรือควัน เพื่อป้องกันการเกิดโรคปอดและใช้ตามนิยามคนอื่นใช้ก็ใช้บ้างและกลุ่มศึกษาขังคิดว่าอย่างน้อยก็คง

เป็นประโยชน์มากกว่าไม่ใช้อะไรเลย จากความคิดเห็นเห็นว่าผ้าปิดจมูกสามารถป้องกันระบบทางเดินหายใจใช้ได้ ด้วยเหตุนี้หน่วยงานต้นสังกัดหรือผู้ที่เกี่ยวข้องควรมีการจัดอบรมความรู้ ความเข้าใจในเรื่องอุปกรณ์คุ้มครองอันตรายส่วนบุคคลโดยเฉพาะอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจที่ถูกต้องเหมาะสมตามหลักวิชาการเพื่อให้พนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ายางมีทัศนคติที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ฯ รวมถึงการดูแลอุปกรณ์ฯ และควรมีการรณรงค์ให้มีการสวมใส่ตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงาน

จากการสัมภาษณ์พบว่าร้อยละ 4.1 ที่ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจเลยทั้งที่โรงงานจัดให้ โดยให้เหตุผลของการไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจว่า ถ้าใช้แล้วเกิดการแพ้ (ร้อยละ 85.7) ถ้ามีการใช้แล้วจะอึดอัด หายใจไม่สะดวก (ร้อยละ 64.3) และคิดว่าใช้แล้วไม่ได้ช่วยอะไรมาก (ร้อยละ 100.0) ทำให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นหรือทัศนคติหรือด้านกรรับรู้เกี่ยวกับการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ อย่างไม่ถูกต้องเท่าที่ควรและยังไม่เห็นความสำคัญและความจำเป็นของการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ สอดคล้องกับการศึกษาของ Todd et al.¹¹⁻¹² ได้ทำการประเมินการสัมผัสสารเคมีทางผิวหนังในโรงงานรองเท้าและอุปกรณ์ของประเทศไทย พบว่า 8-21% ของคนงานมีการสัมผัสสารเคมีเกินค่ามาตรฐานและกล่าวว่าการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลและการควบคุมทางวิศวกรรมยังไม่เพียงพอและไม่ครอบคลุมในโรงงานที่ศึกษาแห่งนี้ ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องหรือหน่วยงานต้นสังกัด ควรมีการรณรงค์หรือหาแนวทางที่จะทัศนคติหรือการรับรู้หรือความคิดเห็นให้เห็นถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ฯ และควรจัดหาและดูแลอุปกรณ์ฯ ที่ถูกตามหลักวิชาการและควรมีประชาสัมพันธ์ให้ทั่วถึงเช่นกันพร้อมกับการจัดอุปกรณ์ฯ ให้เพียงพอและเหมาะสมกับพนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ายางทุกคน

เมื่อสัมภาษณ์เกี่ยวกับสุขวิทยาส่วนบุคคลในชีวิตประจำวัน พบว่าพนักงานฝ่ายผลิตรองเท้า มีการล้างมือก่อนดื่มดื่มน้ำหรือช่วงพักรับประทานอาหารกลางวันทุกครั้งร้อยละ 81.2 โดยที่ส่วนมากเป็นการใช้น้ำเปล่าอย่างเดียว (ร้อยละ 74.6) หลังจากเลิกงานทุกวันก่อนที่จะกลับบ้านกลุ่มศึกษามีการล้างมืออย่างเดียวร้อยละ 70.0 และรองลงมาคือ มีการล้างมือและล้างหน้าร้อยละ 11.2 แต่อย่างไรก็ตามโดยปกติสิ่งแรกกลุ่มศึกษาเมื่อถึงที่บ้านจะมีการอาบน้ำและเปลี่ยนเสื้อผ้าทันทีร้อยละ 69.4 รองลงมาคือ ไม่ได้ทำอะไรเลย (ร้อยละ 10.0) และมีการซักทำความสะอาดเสื้อผ้าที่ใส่ทำงานทุกวันร้อยละ 75.3 ซึ่งจากข้อมูลการสัมภาษณ์เบื้องต้นนี้ทำให้เห็นว่ากลุ่มศึกษาส่วนใหญ่มีสุขวิทยาส่วนบุคคลในชีวิตประจำวันที่ดีในบางเรื่อง แต่กลุ่มศึกษายังคงมีการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้องในบางเรื่องเช่นกัน ซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรให้คำแนะนำเกี่ยวกับสุขวิทยาส่วนบุคคลในชีวิตประจำวันเมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติงานในแต่ละวันที่ถูกต้องต่อไปและเป็นแนวทางอย่างหนึ่งในการป้องกันอันตรายจากสารโพลูอินและสารเอ็มอีเค เข้าสู่ร่างกายได้ด้วย

เมื่อประเมินค่าความเสี่ยงของการได้รับสัมผัสสารเคมีในแต่ละชนิด (Hazard Quotient: HQ) พบว่า HQ ของสารโพลูอิน มีค่า 37.625 และ HQ ของสารเอ็มอีเค มีค่า 14.155 ซึ่งหมายความว่ามีความเสี่ยงของการได้รับสัมผัสสารที่อยู่ในระดับอันตรายมาก เนื่องจากทางโรงงานที่ทำการศึกษามีการใช้สารโพลูอินและสารเอ็มอีเค เป็นสารเคมีหลักในกระบวนการผลิตรองเท้า ดังนั้นทางหน่วยงานความปลอดภัยของโรงงานหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง ควรต้องมีมาตรการในการควบคุมสารเคมีดังกล่าว เช่น จัดให้มีระบบระบายอากาศเฉพาะที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น มีการเฝ้าระวังสุขภาพอย่างต่อเนื่อง หรืออาจจะต้องเปลี่ยนสารเคมีที่มีอันตรายน้อยกว่าแทนสารเคมีที่มีอันตรายมากกว่าแทนเพื่อลดระดับอันตรายลงจากเดิม

สำหรับการประเมินการรับสัมผัสสารโพลูอินและสารเอ็มอีเคในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคล พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารเอ็มอีเคไม่เกินค่ามาตรฐานของ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)¹⁰ ยกเว้นสารโพลูอินของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเกินจำนวน 24 ตัวอย่าง (ร้อยละ 24.0) สอดคล้องกับการศึกษาของ Lee et al. และ Lee et al.¹³⁻¹⁴ ที่กล่าวว่า BTEX เป็นตัวหลัก (มากกว่า 60%) ของ VOCs ที่ถูกตรวจสอบได้ แหล่งกำเนิดหลัก ๆ มาจากยานพาหนะและในโรงงานอุตสาหกรรม นั้นแสดงให้เห็นว่าพนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ามีโอกาสที่จะสัมผัสสารโพลูอินและสารเอ็มอีเคได้ง่ายเช่นกัน

เมื่อหาปริมาณความเข้มข้นของสารโพลูอินและสารเอ็มอีเคในปัสสาวะของกลุ่มตัวอย่างหลังสิ้นสุดการทำงาน พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีค่าเกินค่ามาตรฐานที่ยอมให้มีได้ของ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)¹⁰ มีจำนวน 62 ตัวอย่าง (ร้อยละ 36.5) (มาตรฐานของค่า Biological Exposure Index: BEI กำหนดว่าสารโพลูอินในปัสสาวะต้องไม่เกิน 0.03 mg/l) และพบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารเอ็มอีเคในปัสสาวะของกลุ่มศึกษา (n=170) มีค่าเกินค่ามาตรฐานที่ยอมให้มีได้ของ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)¹⁰ จำนวน 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 0.59) (มาตรฐานของค่า Biological Exposure Index: BEI กำหนดว่าสารเอ็มอีเคในปัสสาวะต้องไม่เกิน 2 mg/l) แต่จากการศึกษาของ Mandiracioglu et al.¹⁵ ศึกษาในกลุ่มพนักงานทำเฟอร์นิเจอร์ที่สัมผัส Toluene พบว่าพนักงานที่ปฏิบัติงานมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวันมีระดับการสัมผัสกับ Toluene ในเลือดสูงกว่ากลุ่มที่ปฏิบัติงานน้อยกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน และเพื่อเป็นการยืนยันการรับสัมผัสสาร Toluene ในบรรยากาศการทำงาน

ด้วยเหตุนี้ควรจะต้องมีการศึกษาในตัวอย่างเลือดเพิ่มขึ้นด้วย

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอินและสารเอ็มอีเคในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคลกับปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอินและสารเอ็มอีเค ในปัสสาวะของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารเอ็มอีเค ในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคล มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของสารเอ็มอีเค ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($p < 0.001$) แต่กลับพบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอินในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคล ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอินในปัสสาวะ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะสารโทลูอินและสารเอ็มอีเค ที่ปนเปื้อนในอากาศสามารถเข้าสู่ร่างกายได้จากการหายใจ การสัมผัสทางผิวหนังและทางเดินอาหาร และจะแพร่กระจายไปตามกระแสเลือดจะถูกกระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่เซลล์ตับ ตัวอย่างเช่น สารโทลูอินจะถูกขับออกทางไตพร้อมปัสสาวะ จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่สามารถตรวจพบสารโทลูอินของกลุ่มตัวอย่างที่มีการสัมผัสสารโทลูอินได้ แต่เนื่องจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์สารโทลูอินในปัสสาวะโดยตรง จึงไม่สอดคล้องกับจากการศึกษาของ Jimenez-Garza and Marquez-Gamino et al.⁵ ที่พบว่าระดับของ Hippuric acid ในปัสสาวะจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณสารโทลูอินที่ร่างกายได้รับเข้าไป พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Chen et al.¹⁶ ได้ศึกษาความสัมพันธ์กับการสัมผัสสิ่งแวดล้อมต่อ Toluene, Xylene และ Ethyl benzene และความเข้มข้นของการหายใจออกสำหรับพนักงานและมีข้อเสนอแนะว่าระดับการหายใจออกที่ประกอบด้วย Toluene และ Xylene มีความเหมาะสมสำหรับการใช้ในการสัมผัสถึงแม้ว่าอยู่ในระดับ ppb

จากข้อมูลและเหตุผลข้างต้นทั้งหมด อาจกล่าวได้ว่า ถึงแม้ว่ากลุ่มตัวอย่างที่ศึกษานี้เป็นพนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ายางที่ปฏิบัติงานหน้าทีในการใช้สารโทลูอินและสารเอ็มอีเคในกระบวนการผลิตรองเท้ายางมีโอกาสสัมผัสสารโทลูอินและสารเอ็มอีเค ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างนี้ควรจะได้รับความรู้ความเข้าใจถึงอันตรายของสารโทลูอินและสารเอ็มอีเค และการส่งเสริมสุขภาพและการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจที่ถูกต้องเหมาะสม รวมถึงจะเป็นการช่วยให้พนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ายางเกิดความรู้และความเข้าใจในการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอินและสารเอ็มอีเค และยังเป็นการส่งเสริมให้พนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ายางมีประสิทธิภาพในการทำงานได้เป็นอย่างดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและด้านอื่นๆ ของกลุ่มศึกษาหรือบุคคลในกลุ่มตัวอย่างอื่นๆ ที่มีโอกาสสัมผัสกับสารโทลูอินและสารเอ็มอีเค ในอนาคตต่อไปด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการประเมินค่าความเสี่ยงต่อสุขภาพ และทำการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอินและสารเอ็มอีเค ที่ส่งผลต่อสุขภาพในกลุ่มอาชีพที่มีความเสี่ยงสูงและมีโอกาสสัมผัสกับสารโทลูอินและสารเอ็มอีเค เช่น พนักงานขนถ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงหรือกลุ่มอาชีพอื่นๆ ที่มีการสัมผัสสารโทลูอินและสารเอ็มอีเค เป็นต้น และควรมีการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอินและสารเอ็มอีเค ในช่วงเวลาต่างๆ หรือในงานกะต่างๆ และนำมาเปรียบเทียบเพื่อหาวิธีการป้องกันต่อไป

2. ควรมีการจัดอบรมให้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับอันตรายของสารโทลูอินและสารเอ็มอีเค และวิธีการป้องกันในพนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ายางที่มีการรับสัมผัสสารโทลูอินและสารเอ็มอีเคทุกคนอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะพนักงานใหม่ อย่างน้อยปีละ 1 ครั้งและควรให้มีการทบทวนความรู้ดังกล่าว

อย่างน้อยปีละ 1 ครั้งเช่นกัน ทั้งนี้เพื่อให้พนักงานเกิดความตระหนักถึงอันตรายจากการสัมผัสวัสดุสารโพลูอินและสารเอ็มอีเค

3. ควรมีการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยกับการทำงานกับสารโพลูอินและสารเอ็มอีเคให้กับพนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ายางของโรงงานผลิตรองเท้ายางด้วย เช่น การสลับเปลี่ยนหรือหมุนเวียนหน้าที่การปฏิบัติงานของพนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ายางไปยังพื้นที่การทำงานหรือแผนกอื่นที่ไม่มีการใช้สารเคมี เพื่อเป็นการลดระยะเวลาในการสัมผัสสารโพลูอินและสารเอ็มอีเค ในพนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ายาง

4. ควรให้มีการเฝ้าระวังสุขภาพของพนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ายางในระยะยาวอย่างต่อเนื่อง โดยอาจจะจัดทำเป็นโปรแกรมการเฝ้าระวังสุขภาพ เช่น การเพิ่มความถี่ของการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงานทุก 6 เดือนและความถี่ในการตรวจสุขภาพตามปัจจัยเสี่ยงโดยเฉพาะสารเคมีอันตรายกับแพทย์อาชีวเวชศาสตร์

5. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการจัดการอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจในพนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ายางอย่างถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะการทำงานตามหลักวิชาการและมีการจัดสรรอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจให้เพียงพอในขณะที่พนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ายางกำลังปฏิบัติงาน รวมถึงการจัดอบรมวิธีการใช้และการดูแลรักษาอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจด้วย

6. ควรจัดกิจกรรมส่งเสริมความปลอดภัยให้กับพนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ายาง เช่น การจัดกิจกรรมสื่อสารความเสี่ยงเมื่อต้องทำงานกับสารโพลูอินและสารเอ็มอีเค มีการจัดบอร์ดประชาสัมพันธ์ มีจุลสารความปลอดภัย ฯลฯ ทั้งนี้เพื่อให้พนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ายางเกิดความตระหนักถึงอันตรายรวมถึงวิธีการป้องกันเมื่อต้องปฏิบัติงานกับสารโพลูอินและสารเอ็มอีเค

7. ควรมีการศึกษาระดับการหายใจออก

ของปริมาณระดับความเข้มข้นของสารโพลูอินและสารเอ็มอีเค ที่สามารถออกมากับลมหายใจออก ซึ่งเป็นสามารถเป็นดัชนีชี้วัดทางชีวภาพและวิธีการอย่างหนึ่งที่จะประเมินการสัมผัสสารโพลูอินและสารเอ็มอีเคในระดับ ppb ได้ นอกเหนือจากการตรวจวัดทางปัสสาวะหรือทางเลือดอย่างเดียว

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 43/2562

เอกสารอ้างอิง

1. วชร โอนพรัตน์วิบูล และอดุลย์ บัณฑกุล. สารตัวทำละลายอินทรีย์. ตำราอาชีวเวชศาสตร์ Textbook of Occupational Medicine First edition. กรุงเทพฯ: โรงพยาบาลนพรัตน์ราชธานี กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2554.
2. Dennison JE, Bigelow PL, Mumtaz MM, Anderson ME, Dobrev ID, Yang RS. Evaluation of potential toxicity from co-exposure to three CNS depressants (toluene, ethylbenzene and xylene) under resting and working conditions using PBPK. J Occup Environ Hyg 2005; 2(3): 127-35.
3. Chang FK, Chen ML, Cheng SF, Shih TS, Mao IF. Dermal Absorption of Solvents as a Major Source of Exposure Among Shipyard Spray Painters. J Occup Environ Med 2007; 49: 430-6.
4. ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์. การประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสาร Organic

- solvent ในกลุ่มปฏิบัติงานกับรถโดยสารธรรมดา ในเขตกรุงเทพมหานคร. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 2554.
5. Jimenez-Garza, Marquez-Gamino, et.al. CYP2E1 phenotype in Mexican workers occupationally exposed to low levels of toluene. *Toxicol Lett* 2012; 210 (2): 254-63.
 6. Ongwandee M, Chavalparit O. Commuter exposure to BTEX in public Transportation modes in Bangkok, Thailand. *J Environ Sci (China)* 2010; 22 (3): 397-404.
 7. Lemly AD. Evaluation of hazard quotient method for risk assessment of selenium. *Ecotoxicol Environ Saf* 1996; 35(2): 156-162.
 8. US EPA, IRIS. <https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/search/index.cfm>. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 สิงหาคม 2562.
 9. บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคม. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร: จามจุรีโปรดักส์. 2551.
 10. ACGIH. Threshold limit values for the Chemical substances and physical agents and biological exposure indices. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, Ohio, USA. 2012.
 11. Todd L, Puangthongthub ST, Mottus K, Mihlan G, Wing S. Health survey of workers exposed to mixed solvent and ergonomic hazards in footwear and equipment factory workers in Thailand. *Ann Occup Hyg.* 2008; 52 (3): 195-205.
 12. Todd LA, Mottus K, Mihlan GJ. A survey of airborne and skin exposure to chemicals in footwear and equipment factories in Thailand. *J Occup Environ Hyg* 2008; 5 (3): 169-181.
 13. Lee SC, Chiu MY, Ho KF, Zou SC, Wang X. Volatile organic compounds (VOCs) in urban atmosphere of Hong Kong. *Chemosphere.* 2002; 48(3): 375-82.
 14. Lee JW, Jo WK. Actual commuter exposure to methyl-tertiary butyl ether, benzene and toluene while travelling in Korean urban. *Sci Total Environ.* 2002; 291 (1-3): 219-28.
 15. Mandiracioglu A, Akgur S, Kocabiyik N, Sener U. Evaluation of neuropsychological symptoms and exposure to benzene, toluene and xylene among two different furniture worker groups in Izmir. *Toxico Ind Health.* 2011; 27 (9): 802-9.
 16. Chen ML, Chen SH, Guo BR, Mao IF. Relationship between environmental exposure to toluene, xylene and ethylbenzene and the expired breath concentrations for gasoline service workers. *J Environ Monit.* 2002; 4(4): 562-6.