

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสสารโทลูอีน
ในบรรยากาศการทำงานกับระดับไนตริกออกไซด์
ของลมหายใจออกของพนักงานในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่ง
**Correlation between Occupational Toluene Exposure
and Exhaled Nitric Oxide among the Workers
in a Shoe Manufacturing Factory**

ศรียรัตน์ ล้อมพงศ์

ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Srirat Lormpongs

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

บทคัดย่อ

การศึกษาแบบภาคตัดขวาง โดยศึกษาการรับสัมผัสสารโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน และระดับไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกของพนักงานในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่ง กลุ่มตัวอย่าง เป็น พนักงานที่รับสัมผัสสารโทลูอีนขณะปฏิบัติงานจำนวน 150 คน โดยพนักงานส่วนใหญ่เป็นเพศ หญิง (ร้อยละ 87.3) มีอายุเฉลี่ย 29.59 ปี ทำงานวันละ 12 ชั่วโมง (ร้อยละ 28.0) รองลงมาวันละ 10 ชั่วโมง (ร้อยละ 20.7) และทำงาน 6 วันต่อสัปดาห์ ร้อยละ 100.0 เก็บตัวอย่างการรับสัมผัสสารโทลูอีน ในบรรยากาศการทำงานโดยใช้ Organic Vapor Monitor (3M 3500) แบบติดตัวบุคคลในระดับ การหายใจตลอดระยะเวลาการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่าง (n=40) มีค่าเฉลี่ย \pm ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานการรับสัมผัสสารโทลูอีน 615.31 ± 275.849 ppb และปริมาณระดับไนตริกออกไซด์ ของลมหายใจออก มีค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 17.65 ± 9.569 ppb และเมื่อหาความสัมพันธ์ ระหว่างการรับสัมผัสสารโทลูอีนกับระดับไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออก พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ กัน ($r = 0.352$ p-value 0.128) แต่อย่างไรก็ตามควรมีการอบรมให้ความรู้ ความเข้าใจถึงอันตราย ของสารโทลูอีนและการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยที่ถูกต้องและเหมาะสมต่อไป แม้ว่าการรับ สัมผัสจะไม่เกินค่าเสนอแนะของ ACGIH

คำสำคัญ : การรับสัมผัสสารโทลูอีน, ไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออก, โรงงานผลิตรองเท้า

Abstract

The objective of this cross sectional study was to determine the relationship between toluene exposure and exhaled nitric oxide among shoe workers in a shoe manufacturing factory. A hundred and fifty workers exposed to toluene at work were selected to participate in the study. Most of the subjects were female (87.3%) with the mean ages of 29.59 years old. There were 28.8% worked 12 hours per day, and 20.7% worked 10 hours per day. All workers worked 6 days per week. Airborne toluene exposure was measured by the personal "Organic Vapor Monitor (3M 3500)" attached to the lapel of the uniform. Results of the study (n=40) showed that the average \pm SD concentration of toluene was 615.31 ± 275.849 ppb and exhaled nitric oxide was 17.65 ± 9.569 ppb. The relationship between airborne toluene exposure and exhaled nitric oxide was not significant, however, health education and proper respiration protective equipment should be emphasized despite the exposure level was not exceed the ACGIH-TLV.

Keywords : Toluene Exposure, Exhaled Nitric Oxide, Shoe Manufacturing Factory

บทนำ

สารโทลูอีน เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยง่ายที่ผสมอยู่ในตัวทำละลาย เมื่อสารโทลูอีนที่สะสมไว้มากเป็นเวลานาน ๆ จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพและเป็นอันตรายต่อสุขภาพจึงเสี่ยงต่อการเป็นโรคจากการทำงานได้โดยเฉพาะระบบทางเดินหายใจ โดยที่สารโทลูอีนสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ (1) โดยการดูดซึมผ่านทางผิวหนัง เมื่อสัมผัสผิวหนังจะทำให้ผิวหนังแห้งระคายเคือง (2) ทาง การหายใจ ทำให้ระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ ไอน้ำหนักอากและการสูดดมไอระเหยของสารโทลูอีนมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางและ (3) โดยการกิน (ปนเปื้อนกับอาหารที่รับประทานเข้าไป) ทำให้ระคายเคืองระบบทางเดินอาหารมีพิษต่อตับและไตได้¹⁻³ สำหรับการเกิดพิษของสารโทลูอีนมีทั้งแบบเฉียบพลัน ได้แก่ ระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อตา จมูก ผิวหนัง ปวดศีรษะ มึนงง คลื่นไส้

อาเจียน และพิษแบบเรื้อรัง จะทำให้เกิดพยาธิสภาพกับอวัยวะเป้าหมาย เช่น สมอ ตับ ไต ตั้งแต่การทำงานของอวัยวะผิดปกติไปจนถึงล้มเหลว จาก การที่การประกอบอาชีพเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งของ คนที่อยู่ในวัยทำงาน ซึ่งอาจจะทำให้ผู้ประกอบการอาชีพ ต้องสัมผัสกับปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ โดยเฉพาะสารเคมี อันตราย จึงเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ร่างกายและจิตใจได้⁴⁻⁶

ในปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับสารไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออก (Exhale nitric oxide) ซึ่งไนตริกออกไซด์นั้นเป็นสารกระตุ้นทางชีวภาพที่สังเคราะห์ขึ้นจาก Guanidine nitrogen of L-arginine โดยการทำงานของเอนไซม์ Nitric oxide synthase เป็นหนึ่งในโมเลกุลตัวกลางในการสื่อสารของเซลล์ในด้านการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันในระหว่างการติดเชื้อและการเกิดภาวะภูมิแพ้ นอกจากนี้ยังพบว่าระดับของไนตริกออกไซด์

ของลมหายใจออกในพนักงานทำรองเท้าหนังที่ปฏิบัติงานสัมผัสกับสารตัวทำละลายอินทรีย์พบว่าหลังเลิกงานระดับไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกเพิ่มขึ้น 40%⁷ ดังนั้นการวัดระดับไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกเป็นเครื่องมือที่แนะนำให้ใช้ตรวจเพื่อติดตามอาการอักเสบของระบบทางเดินหายใจ⁸ ส่วนใหญ่ที่ผ่านมาในการศึกษาผลของสารเคมีที่มีต่อระบบทางเดินหายใจจะเป็นการศึกษาโดยใช้แบบสอบถาม การตรวจสมรรถภาพปอดแต่ยังไม่เคยมีการศึกษาการอักเสบของระบบทางเดินหายใจโดยการวัดระดับไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกซึ่งเป็นวิธีการตรวจที่ง่าย ไม่เจ็บตัว⁹ และประกอบกับโรงงานผลิตรองเท้ามีกระบวนการผลิตที่ใช้สารโพลูอินเป็นหลักในกระบวนการผลิตและจากสภาพการทำงานพบว่าพนักงานฝ่ายผลิตรองเท้ามีหน้าที่ใช้สารโพลูอินทาบนรองเท้า ต้องทำงานวันละ 8 ชั่วโมงและในบางวันต้องมีการทำงานล่วงเวลาด้วย จากการสังเกตพบว่าพนักงานบางคนมีอาการคันน้ำ รับประทานขนมในบริเวณที่ปฏิบัติงานซึ่งเป็นสุขวิทย์ส่วนบุคคลที่ไม่ถูกต้องที่อาจจะเกิดการปนเปื้อนสารเคมีเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายจึงมีโอกาสความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารโพลูอินได้ง่ายและมีโอกาสเกิดการเจ็บป่วยเป็นโรคจากการทำงานและเกิดอันตรายต่อสุขภาพได้โดยง่ายเช่นเดียวกันและส่งผลทำให้เกิดปัญหาสุขภาพอนามัย จากเหตุผลข้างต้นนี้ผู้วิจัยจึงได้จัดทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสารโพลูอินในบรรยากาศกับระดับไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกของพนักงานในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่ง ซึ่งจะเป็นการทำให้ทราบถึงความเสี่ยงที่เป็นอันตรายและยังเป็นประโยชน์ในการหาแนวทางดำเนินการแก้ไขปรับปรุงรวมทั้งพัฒนาทางด้านอาชีวอนามัยต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณการรับสัมผัสสารโพลูอินในบรรยากาศการทำงานของพนักงานในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่ง
2. เพื่อศึกษาระดับไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกของพนักงานในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่ง
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการรับสัมผัสสารโพลูอินในบรรยากาศการทำงานกับระดับไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกของพนักงานรองเท้าในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่ง

วิธีการศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional study) โดยการประเมินการรับสัมผัสสารโพลูอินในบรรยากาศการทำงาน และปริมาณไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกของพนักงานในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่ง ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 240 คน คำนวณตัวอย่างโดยใช้สูตรประมาณค่าเฉลี่ยประชากร¹⁰ โดยกำหนดค่า σ เท่ากับ 1.5¹¹ คำนวณขนาดตัวอย่างได้ 139 คน และเผื่อกรณีมีการคัดออกไว้อีก 15% รวมเป็นตัวอย่างทั้งสิ้น 150 คน

เกณฑ์การคัดเลือก

1. ไม่มีประวัติการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ หอบหืด และหลอดลมโป่งพอง หรืออยู่ระหว่างการรักษาโรคหอบหืด หลอดลมโป่งพอง และภูมิแพ้

2. ยินยอมเป็นอาสาสมัครในการวิจัย

เกณฑ์การคัดออก

1. กลุ่มตัวอย่างไม่สมัครใจเข้าร่วมวิจัยต่อ
2. มีอาการไอ คัดจมูก เจ็บคอ มีน้ำมูกในวัน que เก็บข้อมูลงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในศึกษา

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีการใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาจากการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลมาจากแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ ส่วนที่ 1 แบบสอบถาม มีทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่ ลักษณะทางประชากรทางสังคม จำนวน 4 ข้อสภาพการทำงาน จำนวน 3 ข้อและการปฏิบัติและการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล จำนวน 8 ข้อ ส่วนที่ 2 การประเมินการรับสัมผัสสารโพลีอินในบรรยากาศการทำงาน โดยใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศ 3M Organic vapor monitor (3M 3500) แบบติดตัวบุคคล โดยเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาการทำงาน วิเคราะห์ตัวอย่างด้วย Headspace gas chromatography (GC) ต่อเข้ากับ Flame Ionization Detection (FID) โดยการใช้ Capillary column เป็น Column aquawax และมีค่า limit of detection เท่ากับ 0.01 ไมโครกรัม มีหน่วยวัดเป็น ppb และ ส่วนที่ 3 การตรวจวัดปริมาณไนตริก ออกไซด์ของลมหายใจออก โดยใช้เครื่อง NIOX MINO โดยให้เป่าลมหายใจออกผ่านตัว Sensor ของเครื่อง NIOX MINO หลังเลิกงาน เมื่อเป่าลมหายใจออกผ่านเครื่อง NIOX MINO เครื่องจะประมวลผลออกมาหน้าจอภายใน 1.40 นาที มีค่าระหว่าง 5 - 300 ppb โดยหน่วยวัดเป็น ppb ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดระดับไนตริกออกไซด์เพื่อใช้ในการติดตามการอักเสบในระดับทางเดินหายใจ ตาม American Thoracic Society แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือระดับต่ำ (น้อยกว่า 25 ppb) ระดับปานกลาง (25-50 ppb) และระดับสูง (มากกว่า 50 ppb)

ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติมีการนำเสนอข้อมูล สถิติ 2 แบบ ได้แก่ สถิติเชิงพรรณนาใช้สถิติ

จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดเพื่ออธิบายลักษณะทางประชากรทางสังคม สภาพการทำงานและการปฏิบัติและการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและสถิติเชิงวิเคราะห์ ได้แก่ การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของสารโพลีอินในบรรยากาศการทำงานกับระดับไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกโดยการใช้ Pearson correlation และในการศึกษาวิจัยนี้ ได้ผ่านการพิจารณาและใบรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการพิจารณาการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยบูรพา เมื่อวันที่ 6 มิถุนายน พ.ศ. 2560 เป็นที่เรียบร้อยแล้ว รหัส 1/2560

ผลการศึกษา

ลักษณะทางประชากรทางสังคม

จากจำนวนตัวอย่าง 150 คน เป็นพนักงานหญิง ร้อยละ 87.3 พนักงานชาย ร้อยละ 12.7 ส่วนใหญ่ของกลุ่มตัวอย่างมีอายุน้อยกว่าหรือเท่ากับ 25 ปี ร้อยละ 37.3 รองลงมามีอายุอยู่ระหว่าง 26 - 30 ปี ร้อยละ 22.7 และอายุระหว่าง 31 - 35 ปี ร้อยละ 20.0 มีค่าพิสัยระหว่าง 18 - 55 ปี มีอายุเฉลี่ย 29.59 ± 7.987 ปี ส่วนใหญ่มีสถานภาพโสด ร้อยละ 49.3 รองลงมา ได้แก่ สมรส ร้อยละ 46.7 และหม้าย/หย่าร้าง ร้อยละ 4.0 ส่วนใหญ่ระดับการศึกษาสูงสุดของกลุ่มตัวอย่างได้แก่ จบมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 34.0 รองลงมา ได้แก่ มัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 33.3 และประถมศึกษา ร้อยละ 26.7 ดังตารางที่ 1

สภาพการทำงาน

จากการสอบถามสภาพการทำงาน พบว่าปัจจุบันกลุ่มตัวอย่างมีการทำงานที่โรงงานแห่งนี้ ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 1.0 - 5.0 ปี ร้อยละ 74.9

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของพนักงาน จำแนกตามลักษณะทางประชากรทางสังคม

ลักษณะทางประชากรทางสังคม	จำนวน	ร้อยละ
กลุ่มตัวอย่าง	150	100.0
เพศ		
ชาย	19	12.7
หญิง	131	87.3
อายุ (ปี)		
≤ 25	56	37.3
26 - 30	34	22.7
31 - 35	30	20.0
36 - 40	15	10.0
41 - 45	4	2.7
46 ปีขึ้นไป	11	7.3
พิสัยมีค่าระหว่าง 18 - 55 ปี ค่าเฉลี่ย 29.59 ปี		
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.987		
สถานภาพสมรส		
โสด	74	49.3
สมรส	70	46.7
หม้าย/หย่าร้าง	6	4.0
การศึกษาระดับสูงสุด		
ประถมศึกษา	40	26.7
มัธยมศึกษาตอนต้น	51	34.0
มัธยมศึกษาตอนปลาย	50	33.3
ปวช	3	2.0
ปวส/ อนุปริญญา	6	4.0

รองลงมา ได้แก่ น้อยกว่า 1 ปี ร้อยละ 11.3 มีค่าพิสัยระหว่าง 1 เดือน - 22 ปี มีค่าเฉลี่ย 3.70 ปี ส่วนใหญ่ในแต่ละวันต้องทำหน้าที่หลัก วันละ 12 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 28.0 รองลงมา 10 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 20.7 ในแต่ละสัปดาห์ทำงานในหน้าที่หลัก สัปดาห์ละ 6 วัน ร้อยละ 100.0

การปฏิบัติและการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 150 คน มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจทุกครั้ง ร้อยละ 65.3 ใช้บ่อยครั้ง ร้อยละ 26.0 ใช้เป็นบางครั้ง ร้อยละ 4.7

และไม่ใช้ร้อยละ 4.0 ในกรณีที่มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่าง (n=144) พบว่าส่วนใหญ่มีการใช้หน้ากากที่มีแผ่นกรองอนุภาค ร้อยละ 66.7 รองลงมาได้แก่ ผ้าปิดจมูก ร้อยละ 41.0 เหตุผลที่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจเพื่อป้องกันกลิ่นเหม็น ร้อยละ 47.9 เพื่อป้องกันฝุ่นละอองหรือควัน ร้อยละ 54.9 เพื่อป้องกันการเกิดโรคปอด ร้อยละ 54.9 ใช้เพื่อป้องกันโรคหลอดลมอักเสบ ร้อยละ 26.4% ใช้ตามคำสั่งผู้บังคับบัญชา ร้อยละ 24.3 สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (n=6) ให้

เหตุผลว่า ใช้แล้วอึดอัดหายใจไม่สะดวก ร้อยละ 83.3 รองลงมาได้แก่ ไม่ชอบใช้ ร้อยละ 83.3 และใช้แล้วเกิดอาการแพ้ ร้อยละ 16.7

ระดับความเข้มข้นของไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกของกลุ่มตัวอย่าง

จากการตรวจวัดความเข้มข้นของระดับไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกของกลุ่มตัวอย่าง

(n=150) พบว่าส่วนใหญ่มีระดับความเข้มข้นของไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกอยู่ในระดับต่ำ ร้อยละ 82.0 รองลงมาระดับปานกลาง ร้อยละ 16.7 และระดับมาก ร้อยละ 1.3 โดยมีค่าเฉลี่ย 17.65 ± 9.569 ค่าต่ำสุด 5 ppb และค่าสูงสุด 61 ppb ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของพนักงาน จำแนกตามระดับการรับสัมผัสสารโกลูอินในบรรยากาศการทำงาน และระดับไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออก

ระดับการรับสัมผัสสารโกลูอิน ในบรรยากาศการทำงาน (ppb)	จำนวน (ร้อยละ) n = 40	ระดับไนตริกออกไซด์ของ ลมหายใจออก (ppb)	จำนวน (ร้อยละ) n = 150
ระดับต่ำ (< 400 ppb)	48 (32.5)	ระดับต่ำ (< 25 ppb)	123 (82.0)
ระดับปานกลาง (400 – 600 ppb)	30 (20.0)	ระดับปานกลาง (25 – 50 ppb)	25 (16.7)
ระดับมาก (> 600 ppb)	26 (17.5)	ระดับมาก (> 50 ppb)	2 (1.3)
ค่าเฉลี่ย \pm SD	615.31 ± 275.85	ค่าเฉลี่ย \pm SD	17.65 ± 9.57
ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	126.0 - 1,126.6	ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	5 - 61

ปริมาณความเข้มข้นของการรับสัมผัสสารโกลูอิน ในบรรยากาศการทำงาน

เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 150 คนมีลักษณะการรับสัมผัสเหมือนกัน (Similar or homogeneous exposure group)¹² ผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อประเมินการรับสัมผัสจำนวน 40 คน และพบว่าปริมาณความเข้มข้นของการรับสัมผัสสารโกลูอินของกลุ่มตัวอย่างมีค่าระหว่าง น้อยกว่า 400.0 ppb ร้อยละ 32.5 รองลงมา ได้แก่ 400.1 – 600.0 ppb ร้อยละ 20.0 และมากกว่า 600 ppb ร้อยละ 17.5 มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 126.0 – 1,126.6 ppb มีค่าเฉลี่ย 615.31 ± 275.849 ppb และตัวอย่างทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำงาน 8 ชั่วโมงไม่เกินค่า

แนะนำของ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)¹³ (ACGIH TLV-TWA ของสารโกลูอิน ต้องไม่เกิน 20 ppm)

ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณการรับสัมผัสสารโกลูอินในบรรยากาศการทำงานกับระดับไนตริก ออกไซด์ของลมหายใจออกของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการรับสัมผัสสารโกลูอินในบรรยากาศการทำงาน (n=40) กับระดับไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออก (n=40) ของกลุ่มตัวอย่างพบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน ($r = 0.352$, $p = 0.128$) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ของปริมาณการรับสัมผัสสารโพลูอินในบรรยากาศการทำงานกับระดับไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกของกลุ่มตัวอย่าง

	r	p
สารโพลูอินในบรรยากาศ – ไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออก	0.352	0.128

อภิปรายผล

จากการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาวิจัยในพนักงานที่ทำงานในฝ่ายผลิตรองเท้าโดยทำหน้าที่ประกอบรองเท้าในกะเช้า ตั้งแต่เวลา 07.00 – 16.00 น. เท่านั้น และจากการสอบถามพบว่าส่วนใหญ่พนักงานมีสภาพการทำงานในแต่ละวันในหน้าที่ประกอบรองเท้าทำงานวันละ 12 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 28.8 รองลงมาคือ 10 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 20.7 (จากการทำงานปกติ วันละ 8 ชั่วโมงรวมกับการทำงานล่วงเวลา) และทำงาน 6 วันต่อสัปดาห์ ร้อยละ 100.0 ซึ่งในแต่ละวันที่มีการปฏิบัติงานในหน้าที่ประกอบรองเท้าในโรงงานแห่งนี้จึงมีโอกาสรับสัมผัสสารโพลูอินที่ใช้เป็นองค์ประกอบหลักในฝ่ายประกอบรองเท้าได้โดยง่าย และอาจจะเป็นช่องทางที่ทำให้สารโพลูอินมีโอกาสเข้าสู่ร่างกายของกลุ่มตัวอย่างได้โดยง่ายไม่ว่าจะเป็นทางการหายใจทางผิวหนังหรือแม้แต่ทางการกิน สอดคล้องกับการศึกษาของ Todd et al.^{14, 15} ที่ได้ทำการประเมินการรับสัมผัสสารเคมีทางผิวหนังในโรงงานรองเท้าและอุปกรณ์ของประเทศไทย พบว่า 8-21% ของคนงานมีการรับสัมผัสสารเคมีเกินค่ามาตรฐานในโรงงานที่ศึกษาแห่งนี้ ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องของโรงงานควรมีการให้ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องกับพนักงานที่ต้องทำงานและรับสัมผัสสารโพลูอิน ทั้งนี้เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างเห็นความสำคัญในวิธีการป้องกันอันตรายจากสารโพลูอินของกลุ่มตัวอย่างในอนาคตได้

เมื่อทำการตรวจวัดระดับไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกของกลุ่มตัวอย่างพบว่าส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ คือน้อยกว่า 25 ppb (ร้อยละ 82.0) และระดับปานกลาง ร้อยละ 16.7 และการศึกษาของ Tamura et al.¹⁶ ศึกษาความชุกของการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจที่ไม่เฉพาะเจาะจงในตำรวจจราจรในพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง ปานกลางและพื้นที่นอกเมือง มีค่า 13 %, 10.3% และ 9.4% ตามลำดับ และยังพบว่าความชุกของการเกิดอาการทางระบบทางเดินหายใจของตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานครเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับภาวะมลพิษสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ในปัจจุบันนี้ยังไม่มีเกณฑ์ปกติสำหรับบุคคลที่มีสุขภาพดี แต่การวัดไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออก เป็นวิธีการประเมินการอักเสบของระบบทางเดินหายใจที่ง่าย ไม่เจ็บตัวซึ่งใช้ประเมินในผู้ป่วยโรคหอบหืด โรคถุงลมโป่งพองหรือจากการกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสิ่งแวดล้อมและการประกอบอาชีพ แต่ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยไม่มีการประเมินทางด้านพยาธิสรีรวิทยาร่วมด้วย จึงเป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งของการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งจากการทบทวนเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องของ Hoffmeyer et al.¹⁷ พบว่าในการประเมินไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกหากมีการประเมินทางด้านพยาธิสรีรวิทยาร่วมด้วยจะดีกว่าประเมินด้วยวิธีการเดียว

สำหรับการประเมินการรับสัมผัสสารโพลูอินในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคล มีการใช้อุปกรณ์ 3M 3500 เป็นอุปกรณ์ขนาดเล็กติด

ปกเสื้อของพนักงานตลอดระยะเวลาการทำงานทั้งนี้ เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานของพนักงานและอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ใช้หลักการ Passive จากการศึกษาพบว่า ปริมาณระดับความเข้มข้นของสารโพลูอินในบรรยากาศการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง (n=40) มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 126.0 – 1,126.6 ppb มีค่าเฉลี่ย 615.31 ± 275.849 ppb ซึ่งตัวอย่างทั้งหมดไม่เกินค่ามาตรฐานของ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)¹³ และเนื่องจากในการศึกษาได้ศึกษาเฉพาะสารโพลูอินในบรรยากาศเท่านั้น และเพื่อเป็นการยืนยันการรับสัมผัสสารโพลูอินในบรรยากาศการทำงาน ดังนั้นควรจะต้องมีการศึกษาปริมาณสารโพลูอินในตัวอย่างเลือดและในปัสสาวะเพิ่มเติม

นอกจากนี้เมื่อหาความสัมพันธ์พบว่า การรับสัมผัสสารโพลูอินในบรรยากาศการทำงาน กับระดับไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกไม่มีความสัมพันธ์กันอาจจะเนื่องจากปริมาณความเข้มข้นของสารโพลูอินในบรรยากาศอยู่ในระดับต่ำที่ไม่เพียงพอต่อการทำให้เกิดการอักเสบในระบบทางเดินหายใจ ซึ่งจะถูกระตุ้นให้เกิดกระบวนการอักเสบขึ้นและผลิตสารไนตริกออกไซด์ออกมาในที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Tungu et al¹⁸ ที่ทำการศึกษาในพนักงานโรงงานซีเมนต์พบว่าปริมาณระดับไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่รับสัมผัสซีเมนต์กับกลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มตัวอย่างนั้นรับสัมผัสกับความเข้มข้นของมลพิษในระดับต่ำ

ผลจากการศึกษานี้อาจกล่าวได้ว่ากลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาวิจัยนี้มีการรับสัมผัสสารโพลูอินจากการทำงาน จึงควรส่งเสริมและจัดอบรมให้พนักงานมีความรู้ความเข้าใจถึงอันตรายของสารโพลูอิน วิธีการป้องกัน และจัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วน

บุคคล นอกจากนี้ควรมีการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดโรคจากการทำงานของกลุ่มตัวอย่างนี้ในอนาคตด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการประเมินการรับสัมผัสสารโพลูอินในการทำงานแต่ละกะเพื่อเปรียบเทียบระดับการรับสัมผัสสารโพลูอินในแต่ละช่วงเวลา และศึกษาในกลุ่มกลุ่มเปรียบเทียบเพื่อให้ทราบระดับความเสี่ยง

2. ควรมีการศึกษาปริมาณการรับสัมผัสสารโพลูอินในปัสสาวะหรือในเลือดหรือปริมาณระดับสาร o - cresol ในปัสสาวะซึ่งเป็นดัชนีทางชีวภาพในการประเมินการรับสัมผัสสารโพลูอินเพิ่มเติม

3. ควรมีการศึกษาระดับไนตริกออกไซด์ของลมหายใจออกก่อนการทำงานและสัมผัสภาวะอากาศที่อาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพเมื่อต้องสัมผัสสารโพลูอินด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 เลขที่สัญญา 1/2560 ผลงานวิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาอย่างดียิ่งจากเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพที่ให้ความช่วยเหลือในการประสานงาน เก็บรวบรวมข้อมูลและอำนวยความสะดวกต่าง ๆ และพนักงานทุกคนที่ให้ความกรุณาและความร่วมมือในการเป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการให้ข้อมูลที่มีคุณค่ายิ่งต่อการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณคุณอคัมย์สิริ ล้อมพงศ์ ที่ช่วยเหลือในการเตรียมอุปกรณ์ การเก็บตัวอย่างและอื่น ๆ งานวิจัยนี้สำเร็จไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. 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.
2. 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- 36.
3. Jimenez-Garza O, Marquez-Gamino S, Albores A, Caudillo-Cisneros C, Carrieri M, Bartolucci GB, Manno M. CYP2E1 phenotype in Mexican workers occupationally exposed to low levels of toluene. *Toxicol Lett* 2012; 210 (2): 254 - 63.
4. Ongwandee M, Chavalparit O. Commuter exposure to BTEX in public transportation modes in Bangkok, Thailand. *J Environ Sci (China)* 2010; 22 (3): 397 - 404.
5. Olin AC, Rosengren A, Lissner L, Bake B, Toren K. FCCP, height, age, and atopy are associated with fraction of exhaled nitric oxide in a large adult general population sample. *Chest*. 2006; 130(5): 1319-25.
6. Bohadana AB, Hannhart B, Ghezzi H, Teculescu D. and Zmirou-Navier D. Exhaled nitric oxide and spirometry in respiratory health surveillance. *Occupational Medicine* 2011; 61:108-14.
7. Mauro Maniscalco, Luigi Grieco, Aniello Galdi, Jon O.N. Lundberg and Matteo Sofia. Increase in exhaled nitric oxide in shoe and leather workers at the end of the work- shift. *Occupational Medicine*. 2004; 54: 404-7.
8. Baur X. and Barbinova L. Latex allergen exposure increases exhaled nitric oxide in symptomatic healthcare. *Eur Respir J* 2005; 25:309-16.
9. 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.
10. Cochran WG. *Sampling Techniques* (3th Edition). 1977. John Wiley & Sons.
11. Maniscalco M, Luigi Grieco L, Aniello Galdi A, Jon O. N. Lundberg JON, Matteo Sofia M. Increase in exhaled nitric oxide in shoe and leather workers at the end of the work-shift, *Occupational Medicine*. 2004; 54 (6): 404-407.
12. Hawkins NC, Norwood SK, Rock JC. *A Strategy for occupational exposure assessment*. 1991. Akron, OH: American Industrial Hygiene Association.
13. ACGIH. *Threshold limit values for the chemical substances and physical agents and biological exposure indices*.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, Ohio, USA. 2011.

14. 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): 169-81.
15. 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.
16. Tamura K, Jinsart W, Yano E, Karita K, Boudoung D. Particulate air pollution and chronic respiratory symptoms among traffics policemen in Bangkok. *Arch Environ Health.* 2003; 58(4): 201-7.
17. Hoffmeyer F, Raulf-Heimsoth M, Bruning T. Exhaled breathe condensate and airway inflammation. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*; 2009; 9(1): 16-22.
18. Tingu AM, Bratveit M, Mamuya SD, Moen BE. Fractionnal exhaled nitric oxide among cement factory workers: a cross sectional study. *Occup Environ Med*; 2013; 70(5): 289-95