นิพนธ์ต้นฉบับ
(Original article)

ปริมาณการรับสัมผัสสารตัวทำละลายอินทรีย์ที่ส่งผลต่อระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกของตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร

มาริสสา กองสมบัติสุข[1], ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์[2], อรวรรณ แก้วบุญชู[3]

[1] กลุ่มงานอาชีวอนามัย โรงพยาบาลมาบตาพุด จังหวัดระยอง

[2] คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

[3] คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการรับสัมผัสสารโทลูอีนและไซลีนในบรรยากาศการทำงานที่ส่งผลต่อระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกของตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างคือ ตำรวจจราจรสถานีตำรวจแห่งหนึ่งที่อยู่ในเขตการจราจรหนาแน่นใจกลางกรุงเทพมหานคร จำนวน 42 คน โดยใช้เครื่องมือ 3 ส่วน ได้แก่ 1) เครื่องมือเก็บความเข้มข้นตัวทำละลายอินทรีย์แบบติดตัวบุคคล (Passive sample) ยี่ห้อ 3M organic vapor monitor 3500 2) แบบสอบถาม และ 3) เครื่องวัดระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก (NIOX MINO) การวิเคราะห์ใช้สถิติ Spearman Correlation และ Chi-square ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 48.62 ± 7.40 ปี อายุงานเฉลี่ย 16.40 ± 9.58 ปี ระดับความเข้มข้นของสารโทลูอีนและไซลีนในบรรยากาศการทำงานมีค่าเฉลี่ย 213.631 ± 111.28 ppb และ 309.81 ± 73.975 ppb ตามลำดับ ระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกมีค่าเฉลี่ย 26.29 ± 11.55 ppb จากการศึกษาพบว่าปริมาณการรับสัมผัสสารโทลูอีนและไซลีนไม่มีความสัมพันธ์กับระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกในตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานคร แต่อย่างไรก็ตาม ตำรวจจราจรดังกล่าวมีโอกาสที่จะได้รับสัมผัสสารตัวทำละลายอินทรีย์จากการทำงานซึ่งจะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพอื่นๆ ได้ ดังนั้นควรมีการจัดหาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบทางเดินหายใจที่เหมาะสม

คำสำคัญ: ไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก, โทลูอีน, ไซลีน

ผู้นิพนธ์ประสานงาน:
มาริสสา กองสมบัติสุข
กลุ่มงานอาชีวอนามัย โรงพยาบาลมาบตาพุด
อำเภอเมือง จังหวัดระยอง 21150
อีเมลล์: aim_ink@yahoo.com

Organic solvent exposure affecting exhaled nitric oxide among traffic policemen in Bangkok

Marissa Kongsombatsuk[1], Srirat Lormphongs[2], Orawan Keawboonchoo[3]

[1]Occupational health Unit, Maptapud Hosptital, Rayong Province

[2]Faculty of Public Health, Burapha University

[3]Faculty of Public Health, Mahidol University

Abstract

The objective of this study was to find the exposure level of toluene and xylene that affect the level of exhaled nitric oxide among traffic policemen in Bangkok. The study group were 42 subjects from one police station working near a crowded traffic area in Bangkok. The data were collected by 3 instruments: 1) a passive personal air sampling by 3M organic vapor monitor 3500, 2) a questionnaire and 3) measuring the level of exhaled nitric oxide (NIOX MINO). Using statistical analyses of a Spearman Correlation and Chi-square to analyze the data, the results showed that the average age of the study group was 48.62 ± 7.40 years. The average working time was 16.40 ± 9.58 years. The average concentration levels for the toluene and xylene exposure were 213.63 ± 111.28 ppb and 309.81 ± 73.97 ppb, respectively. The average level of the exhaled nitric oxide was 26.29 ± 11.55 ppb. The results also showed that the toluene and the xylene exposures did not correlate with the levels of exhaled nitric oxide. However, the traffic policemen were exposed to organic solvent during their working hours, which may affect other diseases. So it is recommended that a supply of suitable of respiratory personal protective equipment be provided.

Keywords: Exhaled nitric oxide, Toluene, Xylene

Corresponding author:

Marissa Kongsombatsuk

Occupational Health Unit, Mab Ta Phut Hospital,

Muang District, Rayong Province, 21150

E-mail: aim_ink@yahoo.com

บทนำ

ปัจจุบันการจราจรในกรุงเทพมหานครมีสภาพแออัดมากขึ้นเนื่องจากจำนวนรถยนต์ที่เพิ่มขึ้นทุกปี จากสถิติการจดทะเบียนใหม่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเฉพาะเขตกรุงเทพมหานครใน พ.ศ. 2554-2555 ของกรมการขนส่งทางบก พบว่ามีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วถึงร้อยละ 57.59[1] และสถิติจากสำนักการจราจรและขนส่ง พบว่าความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ในชั่วโมงเร่งด่วนในพื้นที่ชั้นในเขตกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2552-2554 ลดลงร้อยละ 5.9[2] เนื่องจากปริมาณรถที่เพิ่มขึ้นไม่สัมพันธ์กับเส้นทาง ทำให้รถยนต์ไม่เคลื่อนตัว ในขณะเดียวกันนั้นยังมีการเผาไหม้ของน้ำมันที่มีส่วนผสมของสารตัวทำละลายอินทรีย์ที่มาจากรถยนต์และยานพาหนะต่างๆ ตลอดเวลา ผลการตรวจวัดความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยง่าย 9 ชนิดเฉลี่ยรายปี พ.ศ. 2555 ของกรมควบคุมมลพิษ พบว่าสารเบนซีนมีค่าเกินมาตรฐาน[3] บริเวณที่มีปัญหามลพิษทางอากาศนั้น ส่วนมากจะเป็นบริเวณริมถนนที่มีการจราจรหนาแน่น หรือบริเวณใกล้โรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในใจกลางกรุงเทพมหานครซึ่งเป็นย่านธุรกิจหนาแน่นจะมีปริมาณรถมาก จากการศึกษาของ Leong ST และคณะ[4] พบว่าความเข้มข้นของสารเบนซีนในบรรยากาศจะลดลงตามระยะทางที่ห่างออกไปจากถนนสายหลัก และนอกจากนี้ Laowagul W และคณะ[5] พบว่าความเข้มข้นของสารเบนซีน โทลูอีน เอทธิลเบนซีน ไซลีน ในพื้นที่การจราจรในกรุงเทพมหานครมีความเข้มข้นมากกว่าประเทศอื่น อาชีพที่อยู่ท่ามกลางมลพิษบนท้องถนน คือ ตำรวจจราจรที่มีหน้าที่ในการบริหารจัดการให้การจราจรเป็นไปอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย ซึ่งต้องปฏิบัติงานบนท้องถนนวันละ 8 ชั่วโมง ทำให้มีโอกาสรับสัมผัสสารต่างๆ เหล่านี้อยู่เป็นประจำและในปริมาณมาก Pilidis GA และคณะ[6] ได้ศึกษาการรับสัมผัสสารเบนซีนในตำรวจที่ปฏิบัติหน้าที่กลางแจ้งพบว่าได้รับสัมผัสสารเบนซีนมากกว่าประชาชนทั่วไป นอกจากนี้การศึกษาของ Crebelli R และคณะ[7] พบว่าตำรวจที่ปฏิบัติงานนอกอาคารมีการรับสัมผัสสารเบนซีนตลอดระยะเวลาการทำงานสูงกว่าตำรวจที่ปฏิบัติงานในอาคาร สำหรับสารตัวทำละลายอินทรีย์นั้นเมื่อเข้าผ่านสู่ระบบทางเดินหายใจจะทำให้เกิดการระคายเคืองของทางเดินหายใจ มีอาการไอ แสบจมูกและคอ ในรายที่สัมผัสปริมาณมากอาจเกิดการหดเกร็งของหลอดลมแล้วทำให้เกิดอาการหอบหืด จากการศึกษาของ Wongsurakiat P และคณะ[8] นอกจากพบว่าตำรวจจราจรในเขตธนบุรี กรุงเทพมหานครมีอาการไอ เยื่อจมูกอักเสบมากกว่าประชาชนไทยทั่วไปแล้วยังพบว่าผลการตรวจสมรรถภาพปอดค่า FVC และ FEV1 ของตำรวจจราจรน้อยกว่าประชาชนไทยทั่วไปด้วย

ในปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับสารไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก (Exhaled nitric oxide) ซึ่งไนตริคออกไซด์นั้นเป็นสารกระตุ้นทางชีวภาพที่สังเคราะห์ขึ้นจาก Guanidine nitrogen of L-arginine โดยการทำงานของเอนไซม์ Nitric oxide synthase เป็นหนึ่งในโมเลกุลตัวกลางในการสื่อสารของเซลล์ ในด้านการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันในระหว่างการติดเชื้อและการเกิดภาวะภูมิแพ้ การกระตุ้นให้เกิดอนุมูลอิสระนั้นเกิดได้ทั้งจากปัจจัยภายในร่างกาย ได้แก่ กระบวนการเผาผลาญของเซลล์ โดยการใช้ออกซิเจน และจากปัจจัยภายนอกร่างกาย การติดเชื้อจากแบคทีเรียและไวรัส สิ่งแวดล้อมที่เป็นมลพิษทางอากาศ เช่น ควันเสียและเขม่าจากยานพาหนะ การได้รับสิ่งกระตุ้นที่ทำให้เกิดโรคภูมิแพ้ สารเคมีต่างๆ ซึ่ง Maniscalco M และคณะ[9] ได้ศึกษาระดับของไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกในพนักงานทำรองเท้าหนังที่ปฏิบัติงานสัมผัสกับสารตัวทำละลายอินทรีย์ พบว่าหลังเลิกงานระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกเพิ่มขึ้น ร้อยละ 40 และ Bohadana AB และคณะ[10] ศึกษาความสามารถในการวินิจฉัยโรคระบบทางเดินหายใจโดยวัดระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกกับการตรวจสมรรถภาพปอดในพนักงานฝึกงานทำเบเกอรี่และช่างทำผม พบว่าวัดระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกเป็นเครื่องมือที่แนะนำให้ใช้ตรวจเพื่อติดตามอาการอักเสบของระบบทางเดินหายใจ ที่ผ่านมาในการศึกษาผลของสารเคมีที่มีต่อระบบทางเดินหายใจนั้นส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาอาการระบบทางเดินหายใจที่เกิดขึ้นโดยใช้แบบสอบถาม การตรวจสมรรถภาพปอดเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการทำงานของปอด เมื่อผลผิดปกตินั้นแสดงว่ามีพยาธิสภาพเกิดขึ้นแล้ว ซึ่งเป็นการยากที่จะทำให้อวัยวะนั้นสามารถกลับมาเหมือนเดิม การป้องกันก่อนที่จะให้เกิดอาการผิดปกตินั้นเป็นวิธีการดีที่สุด ดังนั้นการศึกษาระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกเป็นวิธีการหนึ่งที่เป็นการตรวจเพื่อประเมินว่ามีการอักเสบของระบบทางเดินหายใจจากการรับสัมผัสสารตัวทำละลายอินทรีย์ในระยะแรก การศึกษานี้จึงสนใจศึกษาปริมาณการรับสัมผัสสารตัวทำละลายอินทรีย์ในบรรยากาศการทำงาน (แบบติดตัวบุคคล) ที่ส่งผลต่อระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกของตำรวจจราจร เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการเฝ้าระวังสุขภาพของตำรวจจราจรต่อไป

■ วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาปริมาณการรับสัมผัสสารโทลูอีนและไซลีนในบรรยากาศการทำงานที่ส่งผลต่อระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกของตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร

■ วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการเก็บข้อมูลแบบภาคตัดขวาง (Cross sectional study) โดยได้การรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา คือ ตำรวจจราจรที่สถานีตำรวจแห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของการจราจรสูงและอยู่ใจกลางกรุงเทพมหานคร จำนวน 42 คน ปฏิบัติงานกะเช้าและกะบ่าย โดยกะเช้าปฏิบัติงานตั้งแต่เวลา 06.00-14.00 น. กะบ่ายปฏิบัติงานตั้งแต่เวลา 14.00-22.00 น. ลักษณะการทำงานแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ (1) ควบคุมไฟจราจร จะปฏิบัติงานในตู้ควบคุมไฟจราจร เป็นห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ปิดประตูตลอด และจะออกไปปฏิบัติงานบนท้องถนนในช่วงเวลาเร่งด่วนเพื่ออำนวยความสะดวกบนท้องถนนในตอนเช้าและตอนเย็นประมาณ 2 ชั่วโมง (2) สายตรวจ จะออกปฏิบัติงานตามท้องถนนเพื่อดูความเรียบร้อยในการจราจรโดยรถจักรยานยนต์ (3) ตรวจการจราจร ดูแลความเรียบร้อยในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ที่ควบคุมไฟจราจรและสายตรวจ โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องไม่มีประวัติหรืออยู่ระหว่างการรักษาโรคหอบหืด โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคความดันโลหิตสูง และภูมิแพ้ รวมทั้งไม่มีอาการไอ เจ็บคอ คัดจมูก มีน้ำมูกในวันที่เก็บข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้มีเครื่องมือในการเก็บข้อมูล 3 ส่วน คือ (1) อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างอากาศแบบติดตัวบุคคล แบบ Passive sample คือ 3M organic vapor monitor 3500 เพื่อเก็บตัวอย่างอากาศของกลุ่มตัวอย่างแบบติดตัวบุคคลตลอดระยะเวลาการทำงาน และหลังจากนั้นจะรักษาสภาพของตัวอย่างในกล่องน้ำแข็งก่อนที่จะนำส่งวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของสารตัวทำละลายอินทรีย์ที่ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยาสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข วิเคราะห์โดยวิธี Gas chromatography ที่มีค่า Limit of detection (LOD) = 0.1 ppb (2) เครื่องวัดระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก คือ เครื่อง NIOX MINO สำหรับวัดระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก โดยก่อนตรวจวัดต้องตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวันละ 1 ครั้ง ติดต่อกันล่วงหน้า 3 วัน และในวันเก็บตัวอย่างจะทำการวัดระดับไนตริคออกไซด์ในบรรยากาศก่อนจึงจะทำการตรวจวัดระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกของกลุ่มตัวอย่าง โดยเครื่องจะอ่านค่าออกมาเป็นตัวเลขระหว่าง 5-300 ppb และมีค่า limit of detection = 5 ppb (3) แบบสอบถาม สำหรับรวบรวมข้อมูลประกอบไปด้วย ข้อมูลทั่วไป การปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบทางเดินหายใจ การรับประทานอาหาร ผัก เครื่องดื่ม การสูบบุหรี่ และอาการแสดงทางระบบทางเดินหายใจ ซึ่งผ่านการหาความตรงของเนื้อหา (Content validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิประกอบด้วย นายแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านอาชีวเวชศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย จำนวน 1 ท่าน

โดยผู้วิจัยได้ตรวจสอบการกระจายของข้อมูลก่อนนำมาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ทั้งค่าเฉลี่ยมัชฌิมเลขคณิต (Arithmetric Mean; AM) และค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean; GM) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าพิสัยตามลักษณะของข้อมูล และใช้สถิติเชิงวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของสารตัวทำละลายอินทรีย์กับระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก (Exhaled Nitric Oxide) วิเคราะห์โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์ (Correlation) และหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก แบบแบ่งกลุ่มค่าระดับของไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกตามเกณฑ์ของ American Thoracic Society (ATS)[11] เป็น 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ (< 25 ppb) ระดับปานกลาง (25- 50 ppb) ระดับสูง (> 50 ppb) และใช้ข้อมูลดิบกับปัจจัยพื้นฐานอื่นๆ กลุ่มอายุงาน การปฏิบัติงานนอกเวลาราชการ การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบทางเดินหายใจ กะการทำงาน ลักษณะงาน การรับประทานอาหาร ผัก เครื่องดื่ม ก่อนตรวจ 2 ชั่วโมง การสูบบุหรี่ โดยใช้สถิติ Chi-square, t-test, ANOVA ตามลักษณะของข้อมูล โดยการศึกษานี้กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

■ ผลการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้มีกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 42 คน ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 40-49 ปี ร้อยละ 52.4 อายุเฉลี่ย 48.62 ± 7.40 ปี ด้านประวัติการทำงานพบว่าอายุงานเฉลี่ย 16.40 ± 9.58 ปี ปฏิบัติงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 71.4 ปฏิบัติงานนอกเวลาราชการ ซึ่งมีชั่วโมงทำงานนอกเวลาเฉลี่ย 4.55 ± 4.05 ชั่วโมง ปฏิบัติงานกะเช้า ร้อยละ 52.4 กะบ่าย ร้อยละ 47.6 ลักษณะงานที่ปฏิบัติพบว่าควบคุมสัญญาณ

ไฟจราจร ร้อยละ 54.8 สายตรวจ ร้อยละ 38.1 และตรวจการจราจร ร้อยละ 7.1

ข้อมูลพฤติกรรมการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบทางเดินหายใจ พบว่า ร้อยละ 78.6 มีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบทางเดินหายใจ โดยในจำนวนนี้สวมใส่เป็นบางครั้ง ร้อยละ 78.7 ประเภทอุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบทางเดินหายใจ คือ หน้ากากชนิดผ้า ร้อยละ 85.7 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างให้เหตุผลว่าสวมใส่เพื่อป้องกันฝุ่นละอองหรือควัน ร้อยละ 90.5 และที่ไม่สวมใส่เพราะรู้สึกอึดอัด หายใจไม่สะดวกในระหว่างปฏิบัติงาน ร้อยละ 64.3

ในส่วนข้อมูลการรับประทานอาหาร ผัก และเครื่องดื่ม ที่อาจส่งผลต่อระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกก่อนเก็บตัวอย่าง 2 ชั่วโมง พบว่าไม่ได้รับประทานอาหารที่อาจส่งผลต่อระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก ร้อยละ 59.5 รับประทาน ร้อยละ 40.5 สำหรับการรับประทานผัก พบว่าไม่ได้รับประทานอาหารผักที่อาจส่งผลต่อระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก ร้อยละ 42.9 รับประทาน ร้อยละ 57.1 ส่วนการดื่มเครื่องดื่มที่อาจส่งผลต่อระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกพบว่า ดื่ม ร้อยละ 69 ไม่ดื่ม ร้อยละ 31

ข้อมูลการสูบบุหรี่พบว่าส่วนใหญ่ไม่สูบบุหรี่ ร้อยละ 59.5 สูบบุหรี่ ร้อยละ 21.4 และเคยสูบบุหรี่แต่ปัจจุบันเลิกสูบแล้ว ร้อยละ 19 ตามลำดับ โดยในกลุ่มตัวอย่างที่สูบบุหรี่นั้นส่วนใหญ่สูบบุหรี่มานานมากกว่า 10 ปี ร้อยละ 66.7 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.67 ± 11.07 ปี ปริมาณการสูบบุหรี่ต่อวันจำนวน 6-10 มวน ร้อยละ 44.4 มีค่าเฉลี่ย 9.22 ± 6.63 มวนต่อวัน ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่เคยสูบบุหรี่แต่ปัจจุบันเลิกสูบแล้ว พบว่าส่วนใหญ่เลิกสูบมาเป็นช่วงระยะเวลา 1-5 ปี ร้อยละ 50.0 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.08 ± 9.71 ปี

ในส่วนข้อมูลอาการแสดงทางระบบทางเดินหายใจหลังจากสิ้นสุดการปฏิบัติงานในวันที่เก็บตัวอย่างพบว่าส่วนใหญ่มีอาการระคายคอ ระคายจมูก ร้อยละ 83.3 ในกลุ่มที่มีอาการ ร้อยละ 48.57 มีอาการระคายคอและระคายจมูกในระดับเล็กน้อย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลอาการแสดงทางระบบทางเดินหายใจของตำรวจจราจรหลังสิ้นสุดการปฏิบัติงานและระดับความรุนแรง

อาการ	จำนวน (ร้อยละ)
อาการแสดงทางระบบทางเดินหายใจ	
- ไม่มีอาการ	7 (16.7)
- มีอาการ	35 (83.3)
ระดับอาการแสดงของระบบทางเดินหายใจ	
- เล็กน้อย	17 (48.57)
- ปานกลาง	15 (42.86)
- สูง	3 (8.57)

จากการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอีน ไซลีนในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคลและไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกในกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามช่วงเวลาการทำงาน พบว่าปริมาณความเข้มข้นสารโทลูอีนและระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกของกลุ่มตัวอย่างที่ปฏิบัติงานกะเช้ามากกว่ากะบ่ายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 235.14 ± 146.34 และ 27.27 ± 11.52 ppb ตามลำดับ ในส่วนปริมาณความเข้มข้นของไซลีนในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคล พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ปฏิบัติงานกะบ่ายมากกว่ากะเช้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 318.13 ± 111.28 ppb รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณระดับความเข้มข้นของสารโทลูอีน ไซลีนในบรรยากาศการทำงานและระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก

ช่วงเวลาการทำงาน	ระดับความเข้มข้นของสารตัวทำละลายอินทรีย์และไนตริคออกไซด์ (ppb)								
	โทลูอีน			ไซลีน			ไนตริคออกไซด์		
	AM (SD)	GM (SD)	MIN-MAX	AM (SD)	GM (SD)	MIN-MAX	AM (SD)	GM (SD)	MIN-MAX
กะเช้า (n=22)	235.14 (146.34)	2.33 (0.17)	39.8-850.91	302.25 (92.98)	2.46 (0.16)	117.1-532.6	27.27 (11.52)	1.40 (0.19)	11.0-51.0
กะบ่าย (n=20)	189.96 (43.89)	2.27 (0.09)	40.5-304.91	318.13 (111.28)	2.50 (0.07)	228.0-371.6	25.20 (11.79)	1.36 (0.19)	12.0-51.0
รวม (n=42)	213.63 (111.28)	2.30 (0.14)	39.8-850.91	309.84 (73.97)	2.48 (0.12)	117.1-532.6	26.29 (11.55)	1.38 (0.18)	11.0-51.0

หมายเหตุ: AM ; Arithmetric Mean, GM ; Geometric Mean

นอกจากนี้ ยังพบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคลและระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกในกลุ่มที่ปฏิบัติงานควบคุมไฟจราจรสูงกว่ากลุ่มสายตรวจและตรวจการจราจร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 226.82 ± 144.59 และ 26.3 ± 11.59 ppb ตามลำดับในส่วนปริมาณความเข้มข้นของไซลีนในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคล พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ปฏิบัติงานสายตรวจสูงกว่ากลุ่มควบคุมไฟจราจรและตรวจการจราจร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 331.55 ± 43.66 ppb รายละเอียดดังตารางที่ 3

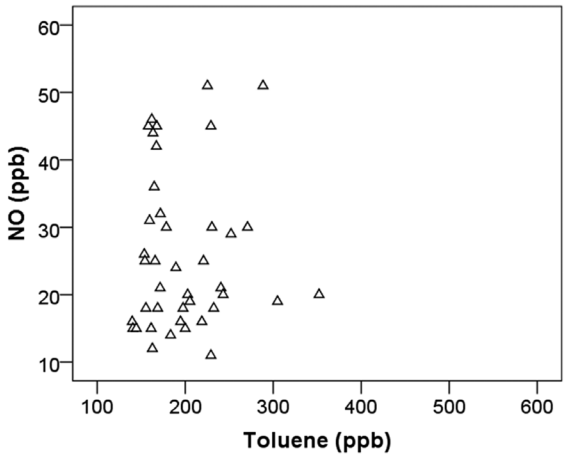
เมื่อทำการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลก่อนนำมาวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ พบว่าข้อมูลในการศึกษานี้ที่มีการแจกแจงแบบปกติ ได้แก่ ค่าไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก อายุ และอายุงาน และข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ ได้แก่ ค่าความเข้มข้นของโทลูอีน และไซลีน

เมื่อศึกษาความสัมพันธ์โดยใช้สถิติ Spearman correlation หาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของสารตัวทำละลายอินทรีย์กับค่าไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก พบว่าสารโทลูอีนและไซลีนกับระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกไม่มีความสัมพันธ์กัน (โทลูอีน r = 0.12, p = 0.46 และไซลีน r = 0.13, p = 0.40 ตามลำดับ) โดยมีการกระจายตัวของข้อมูล ดังรูปที่ 1 และ 2

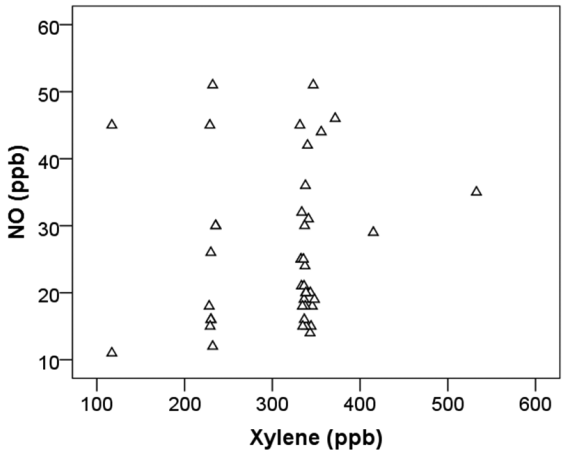
ตารางที่ 3 ปริมาณระดับความเข้มข้นของสารโทลูอีน ไซลีนในบรรยากาศการทำงานและระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกแบ่งตามลักษณะงาน

ลักษณะงาน	ระดับความเข้มข้นของสารตัวทำละลายอินทรีย์และระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก (ppb)								
	โทลูอีน			ไซลีน			ไนตริคออกไซด์		
	AM (SD)	GM (SD)	MIN-MAX	AM (SD)	GM (SD)	MIN-MAX	AM (SD)	GM (SD)	MIN-MAX
ควบคุมไฟจราจร (n=23)	226.82 (144.59)	206.11 (1.46)	139.8-850.9	310.14 (79.16)	299.16 (1.34)	117.1-532.6	26.30 (11.59)	23.97 (1.56)	11.0-51.0
สายตรวจ (n=16)	201.91 (46.62)	197.38 (1.24)	144.4-304.9	331.55 (43.66)	328.55 (1.56)	232.0-415.1	26.31 (11.47)	24.33 (1.49)	15.0-51.0
ตรวจการจราจร (n=3)	175.0 (47.52)	171.0 (1.29)	140.5-229.2	191.4 (64.35)	182.89 (1.47)	117.1-229.1	26.0 (16.52)	22.99 (1.80)	15.0-45.0
รวม (n=42)	213.63 (111.28)	200.03 (1.37)	139.8-850.9	309.84 (73.97)	299.29 (1.33)	117.1-532.6	26.29 (11.55)	24.03 (1.53)	11.0-51.0

หมายเหตุ: AM ; Arithmetric Mean, GM ; Geometric Mean



รูปที่ 1 Scatter Plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน (แบบติดตัวบุคคล) กับระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก



รูปที่ 2 Scatter Plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของสารไซลีนในบรรยากาศการทำงาน (แบบติดตัวบุคคล) กับระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก

แต่พบว่าอายุมีความสัมพันธ์กับระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก (r = 0.38, p = 0.01) และเมื่อนำมาศึกษาหาความสัมพันธ์โดย Partial correlation ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอีนกับระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจและไซลีนกับระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก โดยควบคุมตัวแปรอายุพบว่าไม่มีความสัมพันธ์เช่นกัน (โทลูอีน r = 0.17, p = 0.30 และไซลีน r = 0.10, p = 0.54 ตามลำดับ)

โดยการศึกษานี้ตัวแปรกวนอื่นๆ ได้แก่ อายุงาน การปฏิบัติงานนอกเวลาราชการ การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบทางเดินหายใจ กะการทำงาน ลักษณะงาน การรับประทานอาหาร ผัก เครื่องดื่มก่อนตรวจ 2 ชั่วโมง การสูบบุหรี่ ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กับระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกทั้งแบบการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลดิบและแบบแบ่งกลุ่มตามเกณฑ์ของ American Thoracic Society (ATS)

■ อภิปรายผล

การศึกษานี้พบว่า ปริมาณระดับความเข้มข้นของสารโทลูอีนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 213.63 ± 111.28 ppb และไซลีนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 309.84 ± 73.97 ppb ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานของสมาคมนักสุขศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา(ACGIH, TLV-TWA, 2008) ซึ่งค่ามาตรฐานของโทลูอีนและไซลีนตลอดระยะเวลาการทำงานเท่ากับ 20 ppm และ 100 ppm ตามลำดับ ทั้งนี้ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Laowagul W และคณะ[5] ที่พบว่าความเข้มข้นของสารเบนซีน โทลูอีน เอทธิลเบนซีน ไซลีน ในพื้นที่การจราจรในกรุงเทพมหานครมีความเข้มข้นมากกว่าประเทศอื่น ทั้งนี้เนื่องจากการตรวจวัดในครั้งนี้เป็นแบบ Passive แบบติดตัวบุคคล ซึ่งไม่ได้ปฏิบัติงานอยู่บนท้องถนนตลอด 8 ชั่วโมง ผลการตรวจวัดจึงไม่เกินค่ามาตรฐานถึงแม้ว่าจะอยู่ในพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของสารเบนซีน โทลูอีน เอทธิลเบนซีน ไซลีน สูงมากก็ตาม นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่า ถึงแม้ว่ากลุ่มตัวอย่างไม่ได้ปฏิบัติงานอยู่บนท้องถนนตลอดระยะเวลาการทำงาน แต่อย่างไรก็ตาม การออกไปปฏิบัติงานบนท้องถนนในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนซึ่งมีการจราจรที่หนาแน่นนั้นทำให้มีโอกาสรับสัมผัสสารโทลูอีนและไซลีนจากบรรยากาศการทำงานได้มากกว่ากลุ่มอาชีพอื่นที่ไม่มีการรับสัมผัสเลย สอดคล้องกับการศึกษาของ ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์[12] ได้ทำการศึกษาการประเมินการรับสัมผัสสารเบนซีนและรูปแบบการใช้ชีวิตของพนักงานขับรถโดยสารธรรมดาในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณระดับความเข้มข้นของสารเบนซีนในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคลระหว่างกลุ่มศึกษา คือ พนักงานขับรถโดยสารในเขตกรุงเทพมหานคร และกลุ่มควบคุม คือ พนักงานที่ทำงานในสำนักงาน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.001) และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Crebelli R และคณะ[7] พบว่าตำรวจที่ปฏิบัติงานนอกอาคารมีการรับสัมผัสสารเบนซีนตลอดระยะเวลาการทำงานสูงกว่าตำรวจที่ปฏิบัติงานในอาคาร

ด้านระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกทำการวัดหลังสิ้นสุดการปฏิบัติงานของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.29 ± 11.55 ppb ซึ่งในปัจจุบันนี้ยังไม่มีเกณฑ์ปกติสำหรับบุคคลที่สุขภาพดี แต่อย่างไรก็ตาม Olivieri M และคณะ[13] ได้ศึกษาเพื่อหาระดับค่าไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกในผู้ที่มีสุขภาพดีจำนวน 204 คน และพบว่ามีความแตกต่างในเพศหญิงและเพศชาย โดยเพศชายจะมีค่าอยู่ระหว่าง 2.6 - 28.8 ppb เพศหญิงอยู่ระหว่าง 1.6 - 21.5 ppb ตามลำดับ

การศึกษาในครั้งนี้พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอีนและไซลีนไม่มีความสัมพันธ์กับระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระดับความเข้มข้นของสารโทลูอีนและไซลีน อยู่ในระดับต่ำที่ไม่เพียงพอต่อการทำให้เกิดการอักเสบในระบบทางเดินหายใจซึ่งจะกระตุ้นให้เกิดกระบวนการต้านการอักเสบขึ้นและผลิตสารไนตริคออกไซด์ออกมาในที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Tungu AM และคณะ[14] ที่ทำการศึกษาในพนักงานโรงงานซีเมนต์ พบว่าระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่รับสัมผัสซีเมนต์กับกลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มตัวอย่างนั้นรับสัมผัสกับความเข้มข้นของมลพิษในระดับต่ำ

ทั้งนี้จากการศึกษาข้อมูลลักษณะการทำงานของตำรวจจราจร ประกอบด้วยควบคุมไฟจราจร สายตรวจตรวจการ กับระดับไซลีนพบว่ามีความแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจกล่าวได้ว่า ด้วยลักษณะงานที่แตกต่างกันโอกาสการรับสัมผัสสารไซลีนในท้องถนนก็แตกต่างกันไปด้วย ซึ่งหน้าที่ตรวจการจราจรมีการรับสัมผัสน้อยที่สุดเนื่องจากมีหน้าที่ดูแลความเรียบร้อยในการปฏิบัติงานเท่านั้น จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าตำรวจจราจรที่มีระยะเวลาในการปฏิบัติงานในท้องถนนมากมีโอกาสรับสัมผัสสารไซลีนมากตามไปด้วย ดังนั้น จึงควรมีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบทางเดินหายใจที่เหมาะสมในระหว่างปฏิบัติงาน เพราะจากการศึกษาครั้งนี้ถึงแม้ว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบทางเดินหายใจ ร้อยละ 78.6 แต่สวมใส่

เป็นบางครั้งเท่านั้นถึง ร้อยละ 78.7 และใช้ยังไม่ถูกประเภท โดยสวมใส่หน้ากากชนิดผ้า ร้อยละ 85.7 ซึ่งไม่สามารถที่จะป้องกันสารตัวทำละลายอินทรีย์ได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Chang FK และคณะ[15] ได้ศึกษาการรับสัมผัสสารไซลีนภายในหน้ากากและภายนอกหน้ากาก พบว่าภายนอกหน้ากากเท่ากับ 52.6 ± 63.7 ppb และภายในหน้ากากเท่ากับ 2.09 ± 2.74 ppb โดยเฉลี่ยพนักงานที่สวมใส่หน้ากากสามารถลดการสัมผัสสารไซลีนได้ถึงร้อยละ 96 และจากการศึกษาของ Sundblad BM และคณะ[16] ได้ศึกษาในกลุ่มการรับสัมผัสฝุ่นอินทรีย์จากโรงเลี้ยงหมูในกลุ่มที่สวมใส่หน้ากากแบบครึ่งหน้ากับไม่สวมใส่หน้ากาก พบว่าหลังการสัมผัส 5 ชั่วโมง กลุ่มที่ไม่สวมใส่หน้ากากมีระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกเพิ่มขึ้นจาก 7.5 ppb เป็น 13.4 ppb

จากการศึกษายังพบว่าอายุมีความสัมพันธ์กับระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออก เนื่องจากเมื่ออายุมากขึ้นย่อมมีความเสื่อมถอยของร่างกายมากขึ้น หากอยู่ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่กระตุ้นให้เกิดการอักเสบของระบบทางเดินหายใจก็จะทำให้เกิดการอักเสบได้มากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Anna-Carin O และคณะ[17] ที่ศึกษาในกลุ่มประชาชนทั่วไป พบว่าอายุมีความสัมพันธ์กับระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$)

ระดับอาการระคายคอและระคายจมูกที่เกิดขึ้นหลังสิ้นสุดการปฏิบัติงานในวันที่เก็บตัวอย่างนั้น พบว่าส่วนใหญ่มีอาการระคายเคืองคอและระคายเคืองจมูก ร้อยละ 83.3 โดยในกลุ่มที่มีอาการนั้น ร้อยละ 48.57 มีอาการอยู่ในระดับเล็กน้อย ซึ่งในวันที่เก็บตัวอย่างนั้นจะคัดเลือกผู้ที่ไม่มีประวัติหรืออยู่ระหว่างการรักษาโรคหอบหืด โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ภูมิแพ้ รวมทั้งไม่มีอาการไอ เจ็บคอ คัดจมูก มีน้ำมูกในวันที่ทำการเก็บตัวอย่าง ดังนั้น อาการทางระบบทางเดินหายใจที่เกิดขึ้นจึงมีความเป็นไปได้ว่า เกิดจากการสัมผัสสารโทลูอีนและไซลีนในบรรยากาศการทำงาน สอดคล้องกับการศึกษาของ Karita K และคณะ[18] ที่ทำการศึกษาอาการระบบทางเดินหายใจโดยใช้แบบสอบถามเปรียบเทียบกัน 3 กลุ่ม คือ กลุ่มตำรวจจราจร ตำรวจที่ปฏิบัติงานในสำนักงาน และตำรวจในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่า ความชุกของการเกิดความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจของตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานครสูงกว่าตำรวจในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาเล็กน้อย นอกจากนี้จากการศึกษาของ Tamura K และคณะ[19] ศึกษาความชุกของการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจที่ไม่เฉพาะเจาะจงในตำรวจจราจรในพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง มลพิษทางอากาศปานกลาง และพื้นที่นอกเมือง มีค่าร้อยละ 13 ร้อยละ10.3 และร้อยละ 9.4 ตามลำดับ และยังพบว่าความชุกของการเกิดอาการทางระบบทางเดินหายใจของตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานครเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับภาวะมลพิษสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

ในการศึกษาครั้งนี้มีจุดเด่นในด้านการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของสารโทลูอีนและไซลีนแบบติดตัวบุคคลซึ่งจะประเมินการรับสัมผัสในระดับหายใจมากที่สุด แต่ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในการศึกษา คือ การศึกษาในกลุ่มตำรวจจราจรเพียงกลุ่มเดียวที่รับสัมผัสสารตัวทำละลายอินทรีย์ และวัดระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกหลังสิ้นสุดการปฏิบัติงานเท่านั้น จึงมีข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบ Case control study โดยเลือกกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการรับสัมผัสสารตัวทำละลายอินทรีย์จากการจราจร หรือศึกษาเปรียบเทียบระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกก่อนและหลังการปฏิบัติงานกับกลุ่มควบคุมเพื่อให้เห็นความแตกต่างที่ชัดเจน

สรุปผล

ตำรวจจราจรที่ปฏิบัติงานในเขตการจราจรหนาแน่นใจกลางกรุงเทพมหานครรับสัมผัสสารโทลูอีนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 213.63 ± 111.28 ppb และไซลีนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 309.4 ± 73.97 ppb ระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.29 ± 11.55 ppb โดยความเข้มข้นของสารโทลูอีนและไซลีนในบรรยากาศการทำงานแบบติดตัวบุคคลไม่มีความสัมพันธ์กับระดับไนตริคออกไซด์ของลมหายใจออกของตำรวจจราจร แต่อย่างไรก็ตาม ตำรวจจราจรดังกล่าวมีโอกาสที่จะได้รับสัมผัสสารตัวทำละลายอินทรีย์จากการทำงานซึ่งจะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพอื่นๆ ได้ ดังนั้น ควรมีการจัดหาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบทางเดินหายใจที่เหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองบรรณาธิการวารสารการแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ในการศึกษาวิจัย และขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพาที่ได้สนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. กรมการขนส่งทางบก กองแผนงาน กลุ่มสถิติการขนส่ง. รายงานสถิติการขนส่งประจำปี 2555 [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มีนาคม 2556. แหล่งข้อมูล: http://www.dlt.go.th/th/index.php
2. สำนักการจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร. สถิติจราจร ปี 2554. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มีนาคม 2556. แหล่งข้อมูล: http://www.bangkok.go.th/traffic/
3. กรมควบคุมมลพิษ. ผลการตรวจวัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มีนาคม 2556. แหล่งข้อมูล: http://aqnis.pcd.go.th/ VOCold/ VOCs_Bangkok_annual.htm
4. Leong ST, Laortanakul P. Indicators of benzene emissions exposure in Bangkok street. Environ Res 2003;92(3):173-81.
5. Laowagul W, Yoshizumi K, Mutchimwong A, et al. Characterisation of ambient benzene, toluene, ethylbenzene and m-, p- and o-xylene in an urban traffic area in Bangkok, Thailand. Int.J. Environment and Pollution 2009;36:241-54.
6. Pilidis GA, Karakitsios SP, Kassomenos PA, et al. Measurements of benzene and formaldehyde in a medium sized urban environment. Indoor/ outdoor risk implications on special groups. Environ Monit Assess 2009;150:285-94.
7. Crebelli R, Tomei F, Zijno A, et al. Exposure to benzene in urban workers : environmental and biological monitoring of traffic police in Rome. Occup Environ Med 2001;58:165-71.
8. Wongsurakiat P, Maranetra KN, Nana A, et al. Respiratory symptoms and pulmonary function of traffic policemen in Thonburi. J Med Assoc Thai 1999;82(5):435-43.
9. Maniscalco M, Grieco L, Galdi A, et al. Lundberg and Matteo Sofia. Increase in exhaled Nitric oxide in shoe and leather workers at the end of the work- shift. Occup Med 2004;54:404-07.
10. Bohadana AB, Hannhart B, Ghezzo H, et al. Exhaled nitric oxide and spirometry in respiratory health surveillance. Occup Med 2011;61:108-14.
11. Dweik RA, Boggs PB, Erzrum SC, et al. An official ATS clinical practice guideline:Interpretation of exhaled nitric oxide level (FENO) for clinical applications. Am J Respir Crit Care Med 2011;184:602-15.
12. ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์. การประเมินการรับสัมผัสสารเบนซีนและรูปแบบการใช้ชีวิตของพนักงานขับรถโดยสารธรรมดาในเขตกรุงเทพมหานคร. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 2554.
13. Olivieri M, Talamini G, Corradi M, et al. Reference value for exhaled nitric oxide (reveno) study. Respir Res 2006:7(1): 94.
14. Tungu AM, Bratveit M, Mamuya SD, et al. Fractionnal exhaled nitric oxide among cement factory workers : a cross sectional study. Occup Environ Med 2013;70(5):289-95.
15. Chang FK, Chen ML, Chen SF, et al. Evaluation of dermal absorption and protective effectiveness of respirators for xylene in spray painters. J Occup Environ Med 2007;49:430-6.
16. Sundblad BM, Larsson BM, Palmberg L, et al. Exhaled nitric oxide and bronchial responsiveness in healthy subjects exposed to organic dust Eur Respir J 2002;20:426-31.
17. Anna-Carin O, Annika R, Lauren L, et al. 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.
18. Karita K, Yano E, Jinsart W, et al. Respiratory symptoms and pulmonary function among traffic police in Bangkok, Thailand. Arch Environ Health 2001; 56(5):467-70.
19. Tamura K, Jinsart W, Yano E, et al. Particulate air pollution and chronic respiratory symptoms among traffics policemen in Bangkok. Arch Environ Health 2003;58(4):201-7.