การประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ในคนขับรถจักรยานยนต์สาธารณะ

Risk Assessment of Formaldehyde Exposure among Public Motorcycle Drivers

มงคล รัชชะ [1], นพนันท์ นานคงแนบ[1], พรพิมล กองทิพย์[1], ดุสิต สุจิรารัตน์[2]
[1]ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย [2]ภาควิชาระบาดวิทยา
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 420/1 ถนนราชวิถี แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร
โทรศัพท์ 0 2644 4069 ต่อ 102 โทรสาร 0 2354 8560 – 61 E-mail: mongkol_ratcha@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อประเมินการสัมผัสทางการหายใจและประเมินความเสี่ยงมะเร็งจากฟอร์มาลดีไฮด์ที่ปนเปื้อนในอากาศในกลุ่มคนขับรถจักรยานยนต์สาธารณะ ยี่สิบอาสาสมัครที่รับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ในถนนสุขุมวิท 107 (ซอยแบริ่ง) กรุงเทพมหานครที่ทำการศึกษา ฟอร์มาดีไฮด์ในระดับการหายใจและพื้นที่ถูกเก็บตลอดการทำงานตามวิธี NIOSH 2016 และวิเคราะห์ด้วย High-performance liquid chromatography (HPLC). ผลการศึกษาแสดงให้เห็นปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของฟอร์มาดีไฮด์ในระดับการหายใจของคนขับรถจักรยานยนต์สาธารณะระหว่างเวลา 7.00 – 9.00 น. และ 16.00 – 18.00 น. คือ 9.81 ± 4.00 μg/m^3 และ 8.27 ± 3.68 μg/m^3 ตามลำดับ รวมไปถึงค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของฟอร์มาดีไฮด์ระหว่างเวลา 9.00 น. – 16.00 น.ในพื้นที่สถานีรถจักรยานยนต์สาธารณะคือ 3.99 ± 0.50 μg/m^3 ความเข้มข้นของฟอร์มาดีไฮด์ในระดับหายใจไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเวลา 7.00 – 9.00 น. และ 16.00 – 18.00 น. (p-value> 0.05). ค่าเฉลี่ยการประเมินความเสี่ยงเป็นมะเร็งตลอดชีวิตของการรับสัมผัสฟอร์มาดีไฮด์เป็น 3.54 ± 2.55×10^{-6} ผลการศึกษาพบว่าความเสี่ยงเป็นมะเร็งของคนขับมอเตอร์ไซด์รับจ้างสาธารณะส่วนใหญ่ (85%) เกินกว่า 1.0×10^{-6} ที่แนะนำโดย U.S. EPA 2009

คำสำคัญ: ประเมินความเสี่ยง, ฟอร์มาลดีไฮด์, คนขับรถจักรยานยนต์สาธารณะ

Abstract

This research aims to assess of inhalation exposure and cancer risk from formaldehyde as contaminated air among public motorcycle drivers. Twenty volunteers exposed to formaldehyde in Sukhumvit 107 Road (Soi Bearing), Bangkok were studied. Formaldehyde in the breathing zone and area were collected for a full shift following the NIOSH method number 2016 and were analyzed by High-performance liquid chromatography (HPLC). The results showed that average concentration of formaldehyde in the breathing zone of public motorcycle drivers during 7.00 – 9.00 A.M. and 4.00 – 6.00 P.M. were 9.81 ± 4.00 μg/m^3 and 8.27 ± 3.68 μg/m^3, respectively. In addition to the average concentration of formaldehyde during 9.00 A.M. – 4.00 P.M. in area of motorcycle station was 3.99 ± 0.50 μg/m^3. The concentration of formaldehyde in the breathing zone was not significantly different between 7.00 – 9.00 A.M. and 4.00 – 6.00 P.M. (p-value> 0.05). The average of estimated lifetime cancer risk of formaldehyde exposure was 3.54 ± 2.55×10^{-6}. The results found that the cancer risk of most public motorcycle divers (85%) exceeded than 1.0×10^{-6} recommended by U.S. EPA 2009.

Keyword: risk assessment, formaldehyde, public motorcycle drivers

1. บทนำ

ฟอร์มาลดีไฮด์ (HCHO) คือสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ในกลุ่ม Carbonyl compounds ฟอร์มาลดีไฮด์ ส่วนมากจะอยู่ในรูปของสารละลายฟอร์มาลีน (37%w/w) ที่นำมาใช้อย่างกว้างขวางในทางอุตสาหกรรม ใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตเรซิ่นด้วยยูเรียฟีนอลเมลามีน และอนุพันธ์ต่าง ๆ ของ ฟอร์มาลดีไฮด์ ซึ่งจะใช้ในการผลิตกาว เป็นส่วนผสมของสี วัตถุดิบในการเคลือบผิวปูพื้น ใช้ในการรักษาเนื้อไม้ต่าง ๆ สำหรับทางการแพทย์ ใช้เป็นสารทำความสะอาดฆ่าเชื้อและใช้ในการเก็บรักษาเนื้อเยื่อหรือฉีดรักษาสภาพศพ [1],[2]

ผลกระทบต่อสุขภาพของฟอร์มาลดีไฮด์จะขึ้นกับ ความเข้มข้น บริเวณรับสัมผัส ระยะเวลาสัมผัสสาร ลักษณะของแต่ละบุคคล ซึ่งมีการศึกษาวิจัยมากมายพบว่าผลกระทบในลักษณะเฉียบพลันที่เกิดจากการรับสัมผัสในบริเวณที่มีฟอร์มาลดีไฮด์ปนเปื้อนในอากาศ ≥ 1 ppm ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อตา หากปริมาณ ≥ 2 ppm ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อจมูก นอกจากนั้นมีการศึกษาการได้รับสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ซึ่งมีปริมาณความเข้มข้น 0.472-0.848 ppm ในห้องปฏิบัติการมหกายวิภาคของนิสิตแพทย์ พบว่าทำให้เกิดอาการเหนื่อยล้า เกิดการระคายเคืองตาและทำให้เกิดอาการไอ หายใจไม่สะดวก ปวดหัว คลื่นไส้อาเจียน และ ระคายเคืองต่อผิวหนัง [3] การทดลองในสัตว์พบว่าความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ที่ปนเปื้อนในอากาศมากกว่า 50 ppm ขึ้นไปอาจก่อให้เกิดเลือดไหลทางจมูก ปอดบวมน้ำ หากกินฟอร์มาลดีไฮด์เข้าไป ก่อให้เกิด ผลกระทบต่อระบบ

ทางเดินอาหาร ตับ ไต ทำให้เสียชีวิตได้ [4] สำหรับผลกระทบในลักษณะเรื้อรังที่เกิดจากการรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ที่ปนเปื้อนในอากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับยีน [5] ทำความเสียหายกับสารพันธุกรรม [6],[7] การเพิ่มขึ้นของ N-methylenvaline ในเม็ดเลือดขาว [8] ทำให้เกิดเกิดความเสี่ยงเป็นมะเร็ง [9],[10] จากอันตรายดังกล่าว ทำให้องค์กรต่างๆกำหนดค่ามาตรฐานในการรับสัมผัสไอระเหยของฟอร์มาลดีไฮด์ ซึ่ง OSHA ได้กำหนด PEL-T0WA เป็น 0.75 ppm และ PEL-STEL เป็น 2 ppm [11] NIOSH ได้กำหนด REL-TWA เป็น 0.016 ppm และค่า REL-STEL เป็น 0.1 ppm [12] และ IARC ได้จัดให้ฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์กลุ่มที่ 1 [1]

ในบรรยากาศทั่วไปฟอร์มาลดีไฮด์อาจเกิดจากการปล่อยมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม การแพร่กระจายของท่อไอเสียในรถยนต์ ที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิง ทำให้ปล่อยสารไฮโดรคาร์บอนออกมาและปฏิกิริยาเคมี Photo-oxidation กับโอโซน เป็นสาร Carbonyl compounds ในชั้นบรรยากาศ โดยเฉพาะสารฟอร์มาลดีไฮด์ และ สารอินทรีย์ระเหยง่าย(VOCs) จากรายงานวิจัยพบว่าในรถบรรทุกหนัก เชื้อเพลิงดีเซล ไบโอดีเซล มีการเผาไหม้จากท่อไอเสียทำให้ปล่อยฟอร์มาลดีไฮด์ และ Carbonyl compounds อื่นๆ ออกมา และ พบว่ารถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซล ก่อให้เกิดความเข้มข้นของ Carbonyl compounds สูงกว่าเมื่อเทียบกับรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซล [13] เช่นเดียวกับการศึกษารถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง Ethanol(E85) เทียบกับ รถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊ซโซลีน(Gasoline) พบว่ามีการปล่อยสารฟอร์มาลดีไฮด์และสาร Carbonyl compounds อื่นๆ ออกมา และเมื่อเปรียบเทียบกันพบว่ารถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง Ethanol(E85) ก่อให้เกิดความเข้มข้นของ Carbonyl compounds สูงกว่าเมื่อเทียบกับรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงแก๊ซโซลีน(Gasoline) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ โอโซน ไนโตรเจนอ๊อกไซด์(NOx) แสงแดด ที่เหมาะสม [14] และมีการศึกษารถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นก๊าซCNG (Compressed Natural Gas) พบว่ารถยนต์ที่ใช้ก๊าซ CNG (Compressed Natural Gas) ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศ [15] นอกจากนี้ยังพบว่าการประกอบอาหารที่ใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) ยังเป็นแหล่งแพร่ ฟอร์มาลดีไฮด์และCarbonyl compounds อีกด้วย [16] ซึ่งปัจจุบันมีการใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) เป็นเชื้อเพลิงรถยนต์

กรุงเทพมหานคร เป็นเมืองหลวงที่มีการจราจรที่หนาแน่น อัตราความเร็วเฉลี่ยความเร็วรถในชั่วโมงเร่งด่วน 17.22 กิโลเมตรต่อชั่วโมงในแยกที่มีการจราจรหนาแน่น [17],[18] มีการปล่อยไอเสียจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศซึ่งได้แก่ การเกิดหมอกควันแบบโฟโต (Photochemical smog) ปริมาณการเพิ่มขึ้นของ คาร์บอนมอนอ๊อกไซด์ (CO) ไนโตรเจนอ๊อกไซด์(NOx) โอโซน O_3 [19] สารกลุ่มสารอินทรีย์ระเหยง่าย(VOCs) และ Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAHs) ที่พบในปริมาณสูงและเกิดผลกระทบสุขภาพต่อผู้ประกอบอาชีพอยู่ริมถนนและบริเวณใกล้เคียง [20],[21],[22] ปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่าย(VOCs) ในกลุ่ม Carbonyl compounds บริเวณริมถนนหลัก 5 สาย ในเขตกรุงเทพมหานคร พบสารกลุ่มนี้ 10 ชนิด โดยที่พบฟอร์มาลดีไฮด์และอะซีตัลดีไฮด์มากที่สุดตามลำดับ [23]

จากงานวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่าฟอร์มาลดีไฮด์เป็นหนึ่งในสารที่เกิดจากการเผาไหม้ไอเสียของรถยนต์บนถนน และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพแก่ผู้ใช้ถนน คนขับรถจักรยานยนต์สาธารณะเป็นอาชีพต้องทำงานอยู่บนท้องถนนตลอดระยะเวลาการทำงาน งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยงการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ในคนขับรถจักรยานยนต์สาธารณะ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศ

2.2 เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสทางหายใจของฟอร์มาลดีไฮด์ ในคนขับรถจักรยานยนต์สาธารณะ

3. แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิดการวิจัย

3.1 ตัวแปรอิสระ คือ การสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจในอากาศของคนขับรถจักรยานยนต์สารธาณะรับจ้างบริเวณถนนสุขุมวิท107 (ซอยแบริ่ง) กรุงเทพมหานคร

3.2 ตัวแปรตาม คือ ความเสี่ยงต่อสุขภาพในการเป็นมะเร็งตลอดชีวิตจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจ

3.3 ตัวแปรเงื่อนไข คือ สภาพแวดล้อมในการทำงาน ระยะเวลาในการทำงาน ประสบการณ์การทำงานและ การใช้อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล

4. วิธีดำเนินงาน

การวิจัยครั้งนี้เพื่อหาปริมาณการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศ และทำการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพในผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์สาธารณะถนนสุขุวิท 107 (ซอยแบริ่ง) กรุงเทพมหานคร โดยงานวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาโดยคณะกรรมการจริยธรรม มหาวิทยาลัยมหิดลหมายเลข MU PH 2012-218

4.1 กลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัยมี จำนวน 20 คน ซึ่งมีเกณฑ์คัดเลือกคือ เพศชาย อายุ 20- 55 ปี ประกอบอาชีพขับรถจักรยานต์สาธารณะรับจ้างเป็นอาชีพหลัก ไม่ต่ำกว่า 1 ปี ในบริเวณถนนสุขุม 107 (ซอยแบริ่ง) กรุงเทพมหานคร สุขภาพแข็งแรง ไม่สูบบุหรี่ และยินยอมเข้าร่วมการวิจัยโดยสมัครใจ

4.2 แบบสอบถาม

แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะบุคคล สภาพแวดล้อมในการทำงาน ลักษณะการทำงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล

4.3 การเก็บตัวอย่างอากาศ

ทำการเก็บตัวอย่างอากาศตามวิธี NIOSH 2016 [12] แบบบุคคล(Personal air sampling) ที่ระดับหายใจโดยใช้ ปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศ (Air sampling pump model Gilair 3 Gilian ,USA) ซึ่งทำการสอบเทียบโดย Electronic Calibrator (Defender 520-Medium Flow ,SKC Inc.) ที่อัตราการไหล 1.0 ลิตร/นาทีก่อนทำการเก็บตัวอย่างอากาศ ตัวอย่างอากาศจะผ่านเข้ามาในหลอดเก็บอากาศ (DNPH-coated silica gel tube, catalogue No. 226-119,SKC) ซึ่งการเก็บตัวอย่างอากาศจะเก็บ 2 ช่วงคือ เวลา 7.00 น- 9.00 น และ 16.00 น- 18.00 น และทำการเก็บตัวอย่างอากาศแบบพื้นที่ (Area air sampling) โดยติดตั้งสูงจากพื้นดิน 1.50 เมตร บริเวณจุดรับส่งผู้โดยสารรถจักรยานยนต์สาธารณะ ช่วงเวลา 9.00 น – 16.00 น หลังจากเก็บตัวอย่างอากาศ หลอดเก็บตัวอย่างจะถูกปิดหุ้มด้วยพาราฟิล์ม เก็บไว้ในที่เย็น และนำส่งห้องปฏิบัติการเพื่อทำการวิเคราะห์

4.4 การวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ

สารเคมีที่ใช้งานเป็นสารเคมีเกรดสำหรับที่ใช้วิเคราะห์ HPLC (grade for HPLC) และเกรดสำหรับวิเคราะห์(Analytical reagent grade) formaldehyde 37%(Merck), acetonitrile (Merck), sodium sulfite anhydrous (Fishe scientific), sodium hydroxide pellets (Merck), sulfuric acid (Merck)

ทำ Standardization ฟอร์มาดีไฮด์ ด้วยวิธี pH Titration ที่ความเข้มข้น 1 mg/ml โดย dilute formaldehyde 37% ปริมาณ 2.7 ml ละลายน้ำกลั่น(distilled deionized water) ปริมาณ 1 ลิตร ปิเปต 5.0 ml ของ1.13 M sodium sulfite ลงใน beaker วัด pH ด้วยเครื่อง pH meter(287 pH Lab Metrohm) แล้วจดบันทึกเริ่มต้น เพิ่ม 10 ml formaldehyde solution ที่เตรียมไว้ ทำการ titration pH กลับคืนด้วย 0.02 Sulfuric acid ทำstandard curve 5 จุด ที่ความเข้มข้น 0.1 – 25.0µg/ml โดย dilute formaldehyde solution ดังกล่าว ลงใน หลอด DNPH-coated silica gel tube จากนั้นทำการสกัด ด้วย acetonitrile 10 ml แต่ละความเข้มข้นทำการเตรียม 3 ซ้ำ ทำ Accuracy และ precision ภายในวันเดียวกันและระหว่างวันเป็นเวลา 3 วัน โดย standard solution ที่ความเข้มข้น 5.0 µg/mlและ 10.0µg/ml โดยทำ 3 ซ้ำของแต่ละความเข้มข้น และ ทำการควบคุมคุณภาพในขณะวิเคราะห์ผลตัวอย่างด้วยการเตรียม standard solution ที่ความเข้มข้น5.0 µg/mlและ 10.0µg/mlตามวิธีการข้างต้น

ทำการหาปริมาณความเข้มข้นฟอร์มาลดีไฮด์ที่อยู่ในรูป 2,4-dinitrophenylhydrazone of formaldehyde โดยหลอดเก็บตัวอย่างมาสกัดด้วย acetonitrile 10 ml แล้วทำการหาปริมาณความเข้มข้นด้วยเครื่อง HPLC (Agilent Techonologies 1260 infinity), injection volume 20 µl, column Luna 5µ C18 100A (150×4.0mm), detector UV @ 360 nm, Mobile phase acetonitrile : water (60:40,v/v) อัตราการไหล 1.30 ml/min

ทำการประเมินความการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศทางการหายใจและความเสี่ยงการเป็นมะเร็งตลอดชีพ ตามวิธีของ EPA 2009(Volume I, Part F) [24] ตามสูตรดังนี้

$$EC = \frac{CA \times ET \times EF \times ED}{AT}$$

เมื่อ

EC = ค่าปริมาณการได้รับสัมผัสสารเคมี(µg/m^3)
CA = ปริมาณสารเคมีในอากาศ (µg/m^3)
ET = เวลาการสัมผัส (ชั่วโมง/วัน)
EF = ความถี่ในการสัมผัส (วัน/ปี)
ED = ช่วงเวลาในการสัมผัส (ปี)
AT = อายุเฉลี่ยสำหรับการเกิดมะเร็งตลอดชีวิต (ED ในปี x 365 วัน/ปี x 24 ชั่วโมง/วัน)

$$Risk = IUR \times EC$$

เมื่อ

Risk = ค่าความเสี่ยงเป็นมะเร็ง
IUR = ค่าInhalation Unit Risk (µg/m^3)$^{-1}$
EC = ค่าปริมาณการได้รับสัมผัสสารเคมี (µg/m^3)

5. ผลการศึกษา/การทดลอง

5.1 ที่ตั้งและข้อมูลส่วนบุคคล

บริเวณที่ทำงานอยู่ติดถนนสุขุมวิท 107 (ซอยแบริ่ง)ตั้งอยู่ที่ละติจูด13° 39' 30.27" และลองติจูด 100° 36' 5.64” อุณหภูมิเฉลี่ยขณะเก็บตัวอย่างอากาศ อุณหภูมิขณะวัด ณ เวลา 10.00 น. วัดได้ 28.1 องศาเซลเซียส ความชื้นพัทธ์ 64 % ในรัศมีระยะ 500 เมตร มีอาคารสาธารณะประกอบด้วยโรงเรียน 2 แห่ง วัด 1 แห่ง โบทถ์ 1 แห่ง สถานีรถไฟฟ้า BTS 1 แห่ง ห้างสรรพสินค้า 1 แห่ง ตลาด 1 แห่ง โรงงานอุตหกรรมขนาดเล็ก 10 แห่ง อพาทเม้นท์ ชุมชน และร้านค้าขนาดเล็กดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 แผนที่ ถนนสุขุมวิท107(ซอยแบริ่ง) กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย มีอายุเฉลี่ย 36.65 ± 7.98 ปี ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 23.88±8.62 (kg/m^2) จำนวนระยะทางที่ขับรถเฉลี่ย 222.30±35.1 กิโลเมตร/วัน ทำงานโดยเฉลี่ย 11.55±1.54 ชั่วโมงต่อวัน ความถี่ในการทำงานเฉลี่ย 6.30±0.66 วัน/สัปดาห์ และประสบการณ์ทำงานเฉลี่ย 7.20±4.25ปี ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของคนขับรถจักรยานยนต์สาธารณะในบริเวณถนนสุขุมวิท 107 เพศชาย จำนวน 20 คน

ลักษณะทั่วไป	ช่วง	ค่าเฉลี่ย±S.D
อายุ	21-54	36.65 ± 7.98
ดัชนีมวลกาย(kg/m^2)	18.30-28.76	23.88±8.62
ระยะทางขับรถ(กม./วัน)	156-300	222.30±35.1
เวลาการทำงาน (ชม/วัน)	9-15	11.55±1.54
ความถี่ในการทำงาน(วัน/สัปดาห์)	5-7	6.30±0.66
ประสบการณ์ทำงาน(ปี)	2-17	7.20±4.25

การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลที่สวมใส่มี หมวกนิรภัยจำนวน 20 คนคิดเป็นร้อยละ 100 ผ้าปิดจมูก 7 คน คิดเป็นร้อยละ 35 ไม่มีคนใส่หน้ากากกันสารพิษ ถุงมือ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15 รองเท้า 14 คนคิดเป็นร้อยละ 70 ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 2 การสวมใส่ PPE ของคนขับรถจักรยานยนต์สาธารณะในบริเวณถนนสุขุมวิท 107 เพศชาย จำนวน 20 คน

ลักษณะทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
หมวกนิรภัย	20	100
ผ้าปิดจมูก	7	35
ถุงมือ	3	15
รองเท้า	14	70

5.2 ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ที่ปนเปื้อนในอากาศ

ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศที่เก็บแบบบุคคล(Personal air sampling) ในช่วงเวลา 7.00 น. – 9.00 น. มีค่าเฉลี่ย 9.81 ± 4.00 µg/m^{3}และในช่วงเวลา 16.00 น. – 18.00 น. มีค่าเฉลี่ย 8.27 ± 3.68 µg/m^{3}เมื่อทำการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 พบว่า ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศในช่วงเวลา 7.00 – 9.00 น และ 16.00 – 18.00 น ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value =0.213) ตามตารางที่ 3

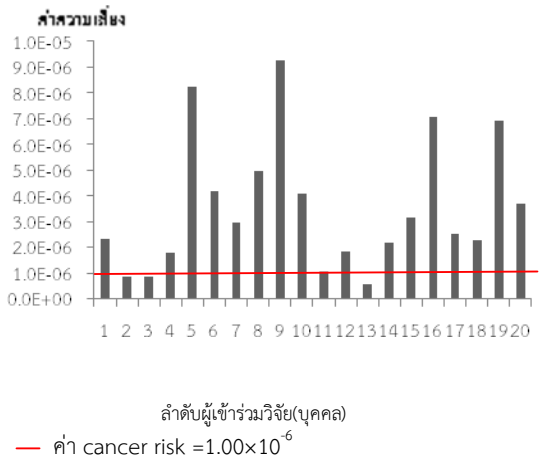
ตารางที่ 3 ปริมาณความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศบริเวณถนนสุขุมวิท 107(ซอยแบริ่ง) ที่เก็บแบบ personal air sampling

ช่วงเวลา	ปริมาณของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศ (µg/m^3)		
	จำนวน	ค่าเฉลี่ย±SD	p-value
7.00 - 9.00	20	9.81±4.00	0.213
16.00 - 18.00	20	8.27±3.68	

ปริมาณปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศบริเวณสถานีรถจักรยานยนต์สาธารณะที่เก็บแบบพื้นที่ (Area air sampling) ในช่วงเวลา9.00น – 16.00 น มีค่าเฉลี่ย 3.99 ± 0.50 µg/m^3

5.3 การประเมินความเสี่ยงมะเร็งทางการหายใจ

เมื่อทำการประเมินความเสี่ยงมะเร็งทางการหายใจจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ มีค่าเฉลี่ย 3.54×10^{-6} ± 2.55×10^{-6} และมีค่าสูงกว่า 1.00×10^{-6} อยู่ 17 คน คิดเป็นร้อยละ 85 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ค่าความเสี่ยงมะเร็งทางการหายใจจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์รายบุคคล

6. การอภิปรายผล

6.1 ข้อมูลส่วนบุคคลและลักษณะการทำงาน

กลุ่มอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัยมีอายุเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ขับรถจักรยานยนต์สาธารณรับจ้างทั่วไปเนื่องจากเกณฑ์การคัดเลือกที่ต้องการผู้ที่ประกอบอาชีพขับจักรยานยนต์สาธารณะเป็นอาชีพหลัก ทำงานไม่ต่ำกว่า 1 ปีและไม่สูบบุหรี่ ทำให้ส่วนมากเป็นผู้มีอายุค่อนข้างสูงที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก ระยะทางที่ขับรถจักรยานยนต์ มีความแปรปรวนสูงเนื่องจากขึ้นอยู่กับจำนวนผู้โดยสารและระยะทางที่ไปส่งผู้โดยสาร การทำงานไม่มีวันหยุด การเริ่มทำงานและสิ้นสุดการทำงานไม่แน่นอน เนื่องจากอาชีพขับ

รถจักรยานยนต์สาธารณะเป็นอาชีพอิสระ ทำให้เวลาการทำงานและความถี่ในการทำงาน มากกว่า กลุ่มอาชีพทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมหรือกลุ่มอาชีพอื่นที่มีเวลาพักและเวลาหยุดต่อสัปดาห์ที่คงที่อย่างไรก็ตามขึ้นอยู่กับความขยันในการทำงานของแต่ละบุคคล

การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล ของกลุ่มอาสาสมัครมีการสวมใส่หมวกนิรภัยทั้งหมดเนื่องจากเป็นกฎหมายที่บังคับให้ผู้รถจักรยานยนต์ต้องสวมใส่หมวกนิรภัยทุกครั้ง ส่วนอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลอื่นๆ ขึ้นอยู่กับความตระหนักทางด้านความปลอดภัยของแต่ละบุคคล

6.2 ปริมาณฟอร์มาดีไฮด์ที่ปนเปื้อนในอากาศ

เมื่อเทียบปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศช่วงเวลา 7.00น – 9.00 น และช่วงเวลา 16.00 น – 18.00 น พบว่าปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p-value > 0.05) เนื่องจากทั้ง 2 ช่วงเวลาซึ่งเป็นชั่วโมงเร่งด่วนที่มีรถยนต์จำนวนมากทำให้ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศทั้งสองช่วงเวลาไม่แตกต่างกัน และการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศขึ้นอยู่กับลักษณะงานของแต่ละบุคคลที่ต้องขับรถจักรยานยนต์ไปส่งผู้โดยสารบริเวณต่าง ๆทำให้ค่าเฉลี่ยการรับสัมผัสมีความแปรปรวนสูง

ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศบริเวณสถานีรถจักรยานยนต์สาธารณะ(ที่ทำงาน) มีปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์น้อยกว่าที่เก็บแบบบุคคล เนื่องจากคนขับรถจักรยานยนต์สาธารณะต้องสัมผัสกับสารฟอร์มาลดีไฮด์ในถนนที่เกิดจากการปล่อยไอเสียรถยนต์ [13],[14],[15] มากกว่า บริเวณริมถนนที่เป็นที่ตั้งของสถานีรถจักรยานยนต์สาธารณะและสอดคล้องกับงานวิจัยของ Daisy Morknoy และคณะ [23] ที่ทำการศึกษาปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศตามริมถนนในเขต กรุงเทพมหานคร

เมื่อประเมินการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศของแต่ละบุคคล โดยใช้ค่ามาตรฐาน OSHA และ NIOSH พบว่าอาสาสมัครทุกคนมีการรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์อยู่ในระดับต่ำกว่าค่ามาตรฐานทั้งสองที่กำหนด (OSHA กำหนด PEL-TWA เป็น 920 $\mu g/m^3$และ NIOSH กำหนด REL-TWA เป็น 10 $\mu g/m^3$) [11],[12] อย่างไรก็ตาม ปริมาณการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพในระยะเฉียบพลัน [3] แต่อาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพในระยะเรื้อรังในอนาคตได้ ดังนั้นจึงควรมีการเฝ้าระวังสุขภาพจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศในกลุ่มอาสาสมัคร

6.3 การประเมินความเสี่ยงมะเร็งทางการหายใจ

ความเสี่ยงมะเร็งทางการหายใจจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ส่วนใหญ่ (85%) เกินกว่า 1.0×10^{-6} ที่แนะนำโดย U.S. EPA 2009 ปัจจัยที่สำคัญของการรับสัมผัสที่ทำให้มีความเสี่ยงแตกต่างกันของแต่ละบุคคลคือ ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศ ระยะเวลาการทำงาน ความถี่ในการทำงาน และ ช่วงเวลาในการสัมผัส ทำให้ค่าความเสี่ยงของแต่ละบุคคลไม่เหมือนกัน

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศที่เก็บแบบบุคคล ในช่วงเวลา 7.00น – 9.00 น เวลา 16.00 น – 18.00 น มีค่าเฉลี่ย 9.81 ± 4.00 $\mu g/m^3$ และ 8.27 ± 3.68 $\mu g/m^3$ จากการศึกษาไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05(p-value > 0.05) ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศที่เก็บแบบพื้นที่ในช่วง เวลา 9.00 – 16.00 น. มีค่าเฉลี่ย 3.99 ± 0.50 $\mu g/m^3$

การประเมินความเสี่ยงเป็นมะเร็งจาการสัมผัสฟอร์มาลีไฮด์ในอากาศมีค่าเฉลี่ย $3.54 \pm 2.55\times10^{-6}$ และพบว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา มีค่าความเสี่ยงสูงกว่าค่ายอมรับได้ (1.0×10^{-6}) อยู่ร้อยละ 85 ดังนั้นคนขับรถจักรยานยนต์สาธารณะมีความเสี่ยงต่อการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจในขณะทำงาน

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมและพิษวิทยาและผู้วิจัยขอขอบคุณหัวหน้ากลุ่มผู้ขับขี่จักรยานยนต์สาธารณะแห่งหนึ่งบริเวณถนนสุขุมวิท 107(ซอยแบริ่ง) ที่อำนวยความสะดวกสำหรับการวิจัย

9. การอ้างอิง

[1] World health organization international agency for research on cancer. formaldehyde, 2-butoxyethanol and1-tert-butoxypropan-2-ol. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans ; 88, 1–478, 2006.

[2] Kajorn Lakchayapakorn, Pensri Watchalayarn. Formaldehyde Exposure of Medical Students and Instructors and Clinical Symptoms during Gross Anatomy Laboratory in Thammasat University. J Med Assoc Thai; 93 (Suppl. 7): S92-8, 2010.

[3] Josje H.E. Arts, Monique A.J. Rennen, Cees de Heer. Inhaled formaldehyde: Evaluation of sensory irritation in relation to carcinogenicity. Regulatory Toxicology and Pharmacology ; 44, 144–60, 2006.

[4] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Addendum to the toxicological Profile for Formaldehyde. Agency for Toxic Substances and Disease Registry Division of Toxicology and Environmental Medicine Atlanta,1-144, 2010.

[5] E. Rager, Lisa Smeester, Ilona Jaspers, Kenneth G. Sexton, Rebecca C. Fry. Epigenetic Changes Induced by Air Toxics: Formaldehyde Exposure Alters miRNA Expression Profiles in Human Lung Cells. Environmental Health Perspectives;119, 494-500, 2011.

[6] Jasmin Zeller, Alexandra Ulrich, Joerg U. Mueller, Clarissa Riegert, Simone Neuss, Thomas Bruckner, Gerhard Triebig, Gunter Speit. Is individual nasal sensitivity related to cellular metabolism of formaldehyde and susceptibility towards formaldehyde-induced genotoxicity? .Mutation Research;723, 11-7, 2011.

[7] Solange Costa, Patricia Coelho, Carla Costa, Susana Silva, Olga Mayan, Luis Silva Santos, Jorge Gaspar, Joao Paulo Teixeira. Genotoxic damage in pathology anatomy laboratory workers exposed to formaldehyde. Toxicology ; 252, 40–48, 2008.

[8] Roberto Bono, Valeria Romanazzi, Valentina Pirro, Raffaella Degan, Cristina Pignata, Elisa Suppo, Marco Pazzi, Marco Vincenti. Formaldehyde and tobacco smoke as alkylating agents: The formation of N-methylenvaline in pathologists and in plastic laminate workers. Science of the Total Environment ; 414, 701–7, 2012

[9] Mahmoud A. Hassanien, Nasser M. Abdel-Latif, Abdelhameed M. Othman, Alia A. Shakour, Yasser H. Ibrahim. Potential Carcinogenic Risk of formaldehyde Due To the Occupational Exposure in a Chemical Manufacturing Plant. American Science;7(12),133-40. 2011.

[10] Francisco W. Sousa, Isabelle B. Caracas, Ronaldo F. Nascimento, Rivelino M. Cavalcante. Exposure and cancer risk assessment for formaldehyde and acetaldehyde in the hospitals, Fortaleza-Brazil. Building and Environment ; 46: 2115-20, 2011.

[11] Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Formaldehyde: Method 52. OSHA Analytical Methods Manual [อินเทอร์เน็ต].1985 [เข้าถึงเมื่อ 12 มีนาคม 2555]เข้าถึงได้ จา:http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/organic/org052/org052.html.

[12] National Institute for Occupational Safety and Health. Formaldehyde: Method 2016. NIOSH Manual of analytical methods (NMAM) 4th ed ; 2 , 2-7, 2003.

[13] Marina C. Rodrigues, Lilian L.N. Guarieiro, Manuela P. Cardoso, Luiz Souza Carvalho, Gisele O. da Rocha, Jailson B. de Andrade. Acetaldehyde and formaldehyde concentrations from sites impacted by heavy-duty diesel vehicles and their correlation with the fuel composition : Diesel and diesel/biodiesel blends. Fuel; 92, 258–63, 2012.

[14] Diana L. Ginnebaugh, Jinyou Liang , Mark Z. Jacobson. Examining the temperature dependence of ethanol (E85) versus gasoline emissions on air pollution with a largely-explicit chemical mechanism; Atmospheric Environment ;44, 1192-99, 2010.

[15] Sergio Machado Corrêa, Graciela Arbilla, Eduardo Monteiro Martins, Simone Lorena Quitério, Claudinei de Souza Guimarães, Luciana Vanni Gatti. Five years of formaldehyde and acetaldehyde monitoring in the Rio de Janeiro downtown area - Brazil ; Atmospheric Environment ; 44, 2302-08, 2010.

[16] Yu Huang, Steven Sai Hang Ho, Kin Fai Ho, Shun Cheng Lee, Jian Zhen Yu, Peter K.K. Louie. Characteristics and health impacts of VOCs and carbonyls associated with residential cooking activities in Hong Kong. Hazardous Materials; 186, 344–51, 2011.

[17] กลุ่มงานสถิติและข้อมูล กองนโยบายและแผนงาน สำนักงานจราจร และ ขนส่ง กระทรวงคมนาคม. สถิติ จราจร ปี 2553. กรุงเทพมหานคร กระทรวงคมนาคม, หน้า 1-168, 2554.

[18] Maneerat Ongwandee, Orathai Chavalparit. Commuter exposure to BTEX in public transportation modes in Bangkok, Thailand. Environmental Sciences ; 22(3), 397–404, 2010.

[19] B.-N. Zhang, N.T. Kim Oanh. Photochemical smog pollution in the Bangkok Metropolitan Region of Thailand in relation to O_3 precursor concentrations and meteorological conditions. Atmospheric Environment; 36, 4211–22, 2002.

[20] Mathuros Ruchirawat, Panida Navasumrit, Daam Settachan, Jantamas Tuntaviroon, Nantaporn Buthbumrung, Suman Sharma. Measurement of genotoxic air pollutant exposures in street vendors and school children in and near Bangkok. Toxicology and Applied Pharmacology ; 206: 07– 214, 2005.

[21] Mathuros Ruchirawat, Daam Settachan, Panida Navasumrit, Jantamas Tuntawiroon, Herman Autrup. Assessment of potential cancer risk in children exposed to urban air pollution in Bangkok, Thailand. Toxicology Letters ; 168, 200–9, 2007.

[22] P. Kongtip, W. Thongsuk, W. Yoosook, S. Chantanakul. Health effects of metropolitan traffic-related air pollutants on street vendors; Atmospheric Environment; 40, 7138–45, 2006.

[23] Daisy Morknoy, Pojanie Khummongkol ,Tassanee Prueaksasit. Seasonal and Diurnal Concentrations of Ambient Formaldehyde and Acetaldehyde in Bangkok. Water Air Soil Pollut ;216, 693 – 702, 2011.

[24] US EPA Risk assessment guidance for superfund volume I:human health evaluation manual (part F, supplemental guidance for inhalation risk assessment). United States Environmental Protection Agency. Office of Superfund Remediation and Technology Innovation (EPA-540-R-070-002),1-36, 2009.