

เปรียบเทียบการรับสัมผัสสารเบนซีนและ ผลกระทบต่อสุขภาพของกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพริมถนน ในเขตมาบตาพุด จังหวัดระยอง

Comparison of Benzene Exposure and Health Effect Among Roadside Occupations in Maptaphut Area Rayong Province

ฉาน ปัทมะ พลง วท.ม. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)

สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศกะทีก Ph.D. (Tropical Medicine)

ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทพร ภัทรพุทธิ Ph.D. (Environmental Engineering and Management)

ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการรับสัมผัสสารเบนซีนและผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ประกอบการอาชีพริมถนนในเขตมาบตาพุด จังหวัดระยอง ประเทศไทย โดยใช้เครื่องมือ 3 ส่วนคือ 1) แบบสัมภาษณ์ ได้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย และด้านพิษวิทยา จำนวน 3 ท่าน มีผลของการทดสอบความเที่ยงแบบสอบถามอาการทางสุขภาพ ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.947 2) เครื่องมือเก็บความเข้มข้นสารเบนซีนในอากาศจากสถานีตรวจวัด และ 3) เครื่องมือวิเคราะห์โครมาโตกราฟีสมรรถนะสูง (HPLC) ใช้การวิเคราะห์ระดับกรดมิวโคนิค เป็นดัชนีชี้วัดทางชีวภาพของการรับสัมผัสสารเบนซีนระดับสูง

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาประกอบด้วย กลุ่มที่ได้รับสัมผัสสารเบนซีนจากการประกอบอาชีพริมถนน จำนวน

80 คน คือ พนักงานเติมน้ำมัน คนขับมอเตอร์ไซด์รับจ้าง ตำรวจจราจร แม่ค้าปิ้งย่าง และกลุ่มเจ้าหน้าที่สำนักงาน จำนวน 20 คน ที่ไม่ได้รับสัมผัสสารเบนซีนเป็นกลุ่มเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา Repeated Measures Analysis of Variance (ANOVA) และ One-way ANOVA

ผลการศึกษาพบว่า สองในสามของกลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 38.38 ± 10.39 ปี อาศัยอยู่ใกล้ถนนสุขุมวิทสายหลักของการจราจร (38%) ทำงานเฉลี่ย 7-8 ชั่วโมง/วัน (เฉลี่ย 46.02 ชั่วโมง/สัปดาห์) ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจส่วนบุคคลระหว่างทำงาน (73.7%) สูบบุหรี่ (17%) ในขณะที่มีผู้ได้รับสัมผัสควันบุหรี่จากบุคคลอื่น (57%) ความเข้มข้นเฉลี่ยต่อวันของสารเบนซีนในอากาศ เท่ากับ $10.93 \pm 10.50 \text{ g/m}^3$ ความเข้มข้นเฉลี่ยกรดมิวโคนิคในปัสสาวะหลังเลิกงานของกลุ่มที่รับ



สัมผัส (พนักงานเติมน้ำมัน คนขับมอเตอร์ไซด์รับจ้าง ตำรวจจราจร แม่ค้าปิ้งย่าง) เท่ากับ 115.26 ± 142.64 , 40.56 ± 52.15 , 46.12 ± 93.83 และ 32.42 ± 59.31 $\mu\text{g/g}$ Cr ตามลำดับ ความเข้มข้นเฉลี่ยของกลุ่มเจ้าหน้าที่สำนักงาน เท่ากับ 5.50 ± 22.54 $\mu\text{g/g}$ Cr เปรียบเทียบระดับกรดมิวโคนิคในปัสสาวะ 3 ครั้งพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ระดับที่พบในกลุ่มพนักงานเติมน้ำมันและคนขับมอเตอร์ไซด์รับจ้างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.002$ และ $p = 0.008$ ตามลำดับ) กลุ่มที่รับสัมผัสมีอาการปวดศีรษะ (67.5%) และเวียนศีรษะ (61.2%)

ข้อเสนอแนะบุคคลที่ประกอบอาชีพเหล่านี้ ควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจส่วนบุคคลให้ถูกชนิด เพื่อลดการรับสัมผัสสารอันตรายที่ระเหยง่ายจากการประกอบอาชีพ และควรได้รับการติดตามตรวจระดับกรดมิวโคนิคในปัสสาวะทุกปี

คำสำคัญ : สารเบนซีน/ผู้ประกอบอาชีพริมถนน/ผลกระทบต่อสุขภาพ/เขตมาปาทูต

Abstract

The comparison/research was aimed to study the relationship of benzene exposure and adverse health effects of people with roadside occupations in the Maptaphut area, Rayong Province, Thailand. The study used three instruments : 1) an interview-questionnaire verified for validity content by three occupational health and safety and toxicology professionals, and a coefficient reliability of Cronbach's coefficient alpha, which was 0.947, 2) data collected at the benzene-concentration monitoring stations, and 3) high performance liquid chromatography (HPLC), which was used to analyze trans,trans-muconic acid levels, which is a biomarker for high-level benzene exposure.

The study group comprised 80 subjects exposed to roadside benzene-gas-station employees, motorcycle-taxi drivers, traffic police and roadside food vendors; 20 office workers served

as the comparative non-exposed group. Descriptive statistics, Repeated Measures Analysis of Variance (ANOVA), and One-way ANOVA, were used for data analysis.

The results showed that two thirds of the study subjects were male. The average age was 38.38 ± 10.39 years. The subjects lived near Sukhumvit Road (38%), a major thorough fare. The average working day was 7-8 hours (an average of 46.02 hours per week). They are did not use respiratory personal protective equipment (PPE) at work (73.7%). The subjects had smoked tobacco (17%), while had been exposed to second-hand smoke (57%). The average daily concentration of benzene in the air was 10.93 ± 10.50 $\mu\text{g/m}^3$. The mean concentrations of urinary trans,trans-muconic acid, at end of a working day among the exposed group (gas-station employees, motorcycle-taxi drivers, traffic police and roadside food vendors), were 115.26 ± 142.64 , 40.56 ± 52.15 , 46.12 ± 93.83 , and 32.42 ± 59.31 $\mu\text{g/g}$ Cr, respectively. The mean concentration among the non-exposed office group was 5.50 ± 22.54 $\mu\text{g/g}$ Cr. Three comparisons of urinary trans,trans-muconic acid levels revealed significant differences ($p < 0.05$). The levels found among gas-station employees and motorcycle-taxi drivers were significantly different ($p = 0.002$ and $p = 0.008$, respectively). Members of the exposed group reported headache (67.5%) and dizziness (61.2%).

It is recommended that people in these occupations wear the correct type of respiratory PPE at work, to reduce occupational exposure to volatile organic compounds (VOCs), and that they should undergo urinary trans,trans-muconic acid level monitoring annually.

Keywords : Benzene/Roadside occupation/Health effect/Maptaphut area

1. บทนำ

ประเทศไทยมีการพัฒนาประเทศเข้าสู่อุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง ซึ่งพื้นที่แห่งหนึ่งที่ได้รับการพัฒนา คือ จังหวัดที่ตั้งอยู่ในเขตตะวันออก โดยเฉพาะเขตมาบตาพุด จังหวัดระยอง จากการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้น ส่งผลให้จำนวนประชาชนวัยแรงงานเข้ามาประกอบอาชีพเพิ่มขึ้น รวมถึงกลุ่มอาชีพพ่อค้า แม่ค้าขายอาหารปิ้งย่างริมถนน คนขับมอเตอร์ไซด์รับจ้าง พนักงานเติมน้ำมัน เป็นต้น ซึ่งการขยายตัวดังกล่าวส่งผลดีต่อเศรษฐกิจของจังหวัดระยองและประเทศชาติ แต่อีกด้านหนึ่งได้ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ภายในชุมชน เป็นต้นว่า สภาพการจราจรมีความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้นและมีปริมาณการใช้น้ำมันเพิ่มมากขึ้นตามมาด้วย ในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้สารตัวทำละลายในกระบวนการผลิต ได้มีการปล่อยของเสีย เช่น สารตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ รวมถึงสารเบนซิน ออกสู่สภาพแวดล้อม ส่งผลให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศขึ้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2555)

สารเบนซิน (Benzene) เป็นสารตัวทำละลายที่ดีมาก จึงมีการนำมาใช้อย่างกว้างขวาง ทั้งเป็นองค์ประกอบในปิโตรเลียม ส่วนในน้ำมันเชื้อเพลิง นิยมผสมสารเบนซินเป็นองค์ประกอบในน้ำมันเบนซิน (Gasoline) ทั้งนี้มีข้อมูลว่าในน้ำมันเบนซินมีสารเบนซินผสมอยู่ร้อยละ 1.5 ถึงร้อยละ 6 จึงเป็นไปได้อย่างมากที่จะพบสารเบนซิน จากไอเสียของเครื่องยนต์ และสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง (ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมา, 2550)

การปนเปื้อนสารเบนซินในอากาศจากแหล่งต่าง ๆ ยังเป็นปัญหาที่สำคัญ มีการศึกษาจากสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ พบระดับสารเบนซินในอากาศบริเวณริมถนนในกรุงเทพมหานครที่มีการจราจรหนาแน่นเท่ากับ $107.54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ บริเวณกลุ่มผู้ขายของริมถนนและชายเลื้อผ้าเท่ากับ $72.13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ กลุ่มที่ขายอาหารปิ้งย่างเท่ากับ $89.93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ การได้รับสารเบนซินจะสูงขึ้นในกลุ่มที่มีโอกาสได้รับสารนี้ขณะปฏิบัติงาน เช่น พนักงานเติมน้ำมันในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง (Navasumrit et al., 2005) เป็นต้น

มีรายงานวิจัยต่าง ๆ มากมาย เช่น นันทพร ภัทรพุทธ (2548) พบระดับสารเบนซินในอากาศสูง โดยรายงานว่าการตรวจวัดอากาศในเขตเมืองชลบุรี จำนวน 3 จุด มีค่าเท่ากับ 5.42, 8.10 และ $30.91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ โดยแหล่งกำเนิดของสารเบนซินจากท่อไอเสียรถยนต์ทำให้มีการ

ปนเปื้อนสิ่งแวดล้อมมากกว่าแหล่งอื่น ส่วนการศึกษาในพื้นที่เขตมาบตาพุด จังหวัดระยอง อาภา หวังเกียรติ (2550) พบสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศสูงเกินค่ามาตรฐานจำนวน 40 ชนิด โดยสารที่พบมากที่สุดหนึ่งนั้นคือ สารเบนซิน พบว่ามีค่าเกินระดับการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของสหรัฐอเมริกา (US EPA) 31 เท่า และสอดคล้องกับการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษตรวจในปี 2550-2552 พบสารเบนซินปริมาณสูงเกินมาตรฐานในพื้นที่มาบตาพุดทุกสถานีตรวจวัดและพบว่ามีแนวโน้มที่สูงขึ้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

อย่างไรก็ตามหากมีการใช้สารเบนซินในปริมาณสูงมากในพื้นที่มาบตาพุดย่อมส่งผลต่อการปนเปื้อนในอากาศบริเวณเขตมาบตาพุด และอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนได้ การตรวจวิเคราะห์หากรดิวโคนิค (t,t-muconic acid) ซึ่งเป็นเมแทบอไลต์ของสารเบนซินในปัสสาวะ เป็นวิธีหนึ่งในการประเมินความเสี่ยงภัยต่อสุขภาพว่าได้รับสัมผัสสารเบนซินเข้าสู่ร่างกายในระดับที่อาจก่ออันตรายต่อสุขภาพหรือไม่ ได้มีการศึกษาพบว่า ประชาชนเขตมาบตาพุดมีความเสี่ยงต่อการได้รับสารเบนซินเข้าสู่ร่างกาย โดยพบว่ามีกรดิวโคนิคซึ่งเป็นสารเมแทบอไลต์ของเบนซินในปัสสาวะ (ชลินี ศรีพวง และคณะ, 2553) และพบว่าค่าเฉลี่ยของกรดิวโคนิคในปัสสาวะของประชาชนในจังหวัดระยองมีค่าเฉลี่ย $191.00 \mu\text{g}/\text{g Cr}$ (จุฬารัตน์ ยาบัญ และคณะ, 2556) จากข้อมูลดังกล่าวแสดงว่าประชาชนทั่วไปและผู้ประกอบอาชีพริมถนนมีความเสี่ยงที่จะได้รับสัมผัสสารดังกล่าวตลอดระยะเวลาการทำงาน จนอาจก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพได้

ดังนั้นจึงควรมีการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง งานวิจัยที่ผ่านมาจะมุ่งเน้นผู้ประกอบอาชีพริมถนนในกลุ่ม ๆ เดียว กลุ่มตำรวจจราจร (Wiwanitkit V. et al., 2002) กลุ่มจักรยานยนต์รับจ้าง (นันทพร ภัทรพุทธ, 2548) กลุ่มพนักงานเติมน้ำมัน (ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมา, 2550) กลุ่มแม่ค้าขายของริมถนน (Ruchirawat M. et al., 2005) ทั้งนี้การประเมินการรับสัมผัสสารเบนซินของกลุ่มต่าง ๆ ดังกล่าว อาจมีผลของความเสี่ยงไม่แน่ชัดว่ากลุ่มใดมีความเสี่ยงมากที่สุด เนื่องด้วยลักษณะพื้นที่ทำงานแตกต่างกันและยังขาดข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพอื่น ๆ ของผู้ประกอบอาชีพริมถนน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญและสนใจที่จะศึกษากลุ่ม



อาชีพเหล่านี้ที่ทำงานในบริบทใกล้เคียงกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการรับสัมผัสสารเบนซินและผลกระทบต่อสุขภาพในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพริมถนนในเขตมาบตาพุด จังหวัดระยอง จะได้เป็นแนวทางในการเฝ้าระวัง จัดลำดับความสำคัญในการป้องกันและแก้ไขในอาชีพนั้นอย่างจริงจังต่อไป

2. วิธีการวิจัย

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรคือ ผู้ประกอบอาชีพที่มีโอกาสรับสัมผัสสารเบนซินในอากาศ (Exposure group) 4 กลุ่มอาชีพ ได้แก่ 1) ตำรวจจราจร 2) พนักงานเติมน้ำมัน 3) คนขับมอเตอร์ไซด์รับจ้าง และ 4) แม่ค้าปิ้งย่างริมถนน ปฏิบัติงานริมถนนสายหลักสุขุมวิทในเขตมาบตาพุด จำนวน 262 คน และกลุ่มเปรียบเทียบทำงานในสำนักงานอาคารปิดที่ไม่มีโอกาสรับสัมผัสสารเบนซิน (Non-exposure group) จำนวน 50 คน จากนั้นผู้วิจัยได้ทำทะเบียนรายชื่อในแต่ละอาชีพ คำนวณกลุ่มตัวอย่างได้จากสูตรความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยใช้ผลการศึกษาของ Waidyanatha S. (2001) ในการแทนค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ได้กลุ่มตัวอย่างละ 20 คนต่ออาชีพ จำนวน 4 กลุ่มอาชีพ รวมทั้งหมด 80 คน และกลุ่มเปรียบเทียบ จำนวน 20 คน ตามลำดับ โดยได้ทำการเลือกเก็บข้อมูลแบบ Systematic sampling ตามพื้นที่การปฏิบัติงาน

2.2 จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การศึกษาในครั้งนี้ได้รับการรับรองโดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา รับรองวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) **แบบสัมภาษณ์** ซึ่งเนื้อหาครอบคลุม 1.1) ข้อมูลทั่วไป เช่น เพศ อายุ อาชีพ ประวัติการทำงาน 1.2) พฤติกรรมสุขภาพ เช่น การบริโภคอาหาร การสูบบุหรี่ 1.3) อาการทางสุขภาพ เช่น อาการผิดปกติระบบต่าง ๆ และอื่น ๆ 2) **เครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศจากสถานีตรวจวัดของการนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด** จำนวน 6 สถานี และ 3) **อุปกรณ์ในการเก็บและวิเคราะห์ปัสสาวะ** ประกอบด้วย 3.1) อุปกรณ์เก็บปัสสาวะ เช่น หลอดโพลีเอทิลีนขนาด 10

มิลลิลิตร เก็บก่อนทำงาน หลังทำงาน และก่อนการทำงานในวันถัดไป 3.2) ตูยเย็น ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างปัสสาวะ เมื่อเก็บตัวอย่างปัสสาวะเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องเก็บตัวอย่างในอุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส ส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการศูนย์พัฒนาวิชาการอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อมกระทรวงสาธารณสุข จังหวัดระยอง 3.3) เครื่องสกัดสารแบบ Solid phase extraction

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล ประวัติการทำงาน พฤติกรรมสุขภาพ การบริโภคอาหาร การสูบบุหรี่ อาการทางสุขภาพและอื่น ๆ ส่วนการเก็บตัวอย่างอากาศได้จากสถานีตรวจวัดของการนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ทั้งหมด 6 สถานีตรวจวัดในเขตมาบตาพุด ได้แก่ สถานีถนนไธ 6 สถานีถนนยู 3 สถานีมาบตาพุด สถานีเมืองใหม่-มาบตาพุด สถานีตากวน และสถานีหนองแฟบ ตามลำดับ และการเก็บตัวอย่างปัสสาวะเพื่อหาระดับกรดมิวโคนิก เมแทบอลิต์ของสารเบนซิน โดยเก็บตัวอย่างปัสสาวะทั้งหมด 3 ครั้ง ประกอบด้วย ครั้งที่ 1 ช่วงเช้าก่อนการทำงาน 07.00 น. ครั้งที่ 2 หลังการทำงาน 17.00 น. และครั้งที่ 3 ในช่วงเช้าของวันถัดไป เวลา 07.00 น. ปริมาตร 10 ซีซี ใส่ภาชนะชนิดโพลีเอทิลีนเก็บใส่กล่องโฟมน้ำแข็งทันที จากนั้นส่งวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการโดยใช้วิธี High Pressure Liquid Chromatography วิเคราะห์กรดมิวโคนิก (t,t-muconic acid) ใช้วิธีตามรูปแบบวิเคราะห์ของ Boogard PJ and Sittert NJ (1996) ซึ่งการรวบรวมข้อมูลทั้งแบบสัมภาษณ์ อากาศ ปัสสาวะ จะมีความสอดคล้องกันเก็บในระยะเวลาเดียวกัน การรวบรวมข้อมูลช่วงวันจันทร์ที่ 1 ถึงวันพุธที่ 10 เมษายน พ.ศ. 2556 (เว้นวันเสาร์และอาทิตย์) โดยจะเริ่มจากวันจันทร์-วันศุกร์ (วันที่ 1-5 เมษายน พ.ศ. 2556) ลำดับการเก็บแต่ละวันประกอบด้วย กลุ่มคนขับมอเตอร์ไซด์รับจ้าง ตำรวจจราจร แม่ค้าริมถนน พนักงานเติมน้ำมัน และเจ้าหน้าที่สำนักงาน ตามลำดับ และในวันอังคาร-วันพุธ (วันที่ 9-10 เมษายน พ.ศ. 2556) ได้เก็บตัวอย่างเพิ่มจากการขาดการปฏิบัติงานในวันนั้น

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต และส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน ซึ่งการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับกรดมิวโคินิกในปัสสาวะของช่วงเวลา 3 ครั้ง โดยใช้สถิติอนุमान Repeated Measures Analysis of Variance (ANOVA) ส่วนวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นกรดมิวโคินิกในปัสสาวะของกลุ่มผู้ประกอบอาชีพริมถนนกับกลุ่มเจ้าหน้าที่สำนักงานโดยใช้สถิติอนุमान One-way ANOVA ตามลำดับ

3. ผลการวิจัย

การศึกษาข้อมูลทั่วไปพบว่า กลุ่มตัวอย่างประมาณ 2 ใน 3 เป็นเพศชาย อายุอยู่ในช่วง 40-49 ปี (ร้อยละ 47.5) อายุเฉลี่ย 38.38 ± 10.39 ปี มีรูปร่างอ้วน (ร้อยละ 42.5) แห้งผอมอยู่ใกล้เคียง (ร้อยละ 38.8) ลักษณะบ้านเป็นบ้านคอนกรีตมิดชิด (ร้อยละ 66.3) เปิดหน้าต่างไว้บางครั้ง (ร้อยละ 45.0) ข้อมูลประวัติการทำงานริมถนนพบว่า ส่วนใหญ่ทำงานริมถนน 7-8 ชั่วโมง/วัน (ร้อยละ 43.8) เฉลี่ย 7.6 ชั่วโมง/วัน ไม่ใช่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจส่วนบุคคล (ร้อยละ 73.7) ในกลุ่มที่ใช้จะใช้หน้ากากชนิดผ้า (ร้อยละ 22.3) ใช้ตลอดการทำงาน (ร้อยละ 11.3)

การศึกษาข้อมูลประวัติพฤติกรรมสุขภาพพบว่า ส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัว (ร้อยละ 82.5) ไม่สูบบุหรี่ (ร้อยละ

82.5) สูบบุหรี่ (ร้อยละ 17.5) จำนวนที่สูบบุหรี่เฉลี่ย 12.29 มวน/วัน สูบมานานเฉลี่ย 13.5 ปี มากกว่าครึ่งหนึ่งบุคคลรอบข้างสูบบุหรี่ (ร้อยละ 57.5) ส่วนใหญ่แล้วกลุ่มตัวอย่างไม่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 67.5) ดื่มหวาน้ำ (ร้อยละ 51.2) ดื่มน้ำ (ร้อยละ 13.8) ข้อมูลด้านการรับประทานยาในช่วง 2 วันที่ผ่านมาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการรับประทานยา (ร้อยละ 30.0) โดยจะเป็นยาแก้ปวด (ร้อยละ 18.8)

การรับประทานอาหารที่มีส่วนผสมของสารกันบูด (Sorbic acid) ที่อาจส่งผลต่อระดับกรดมิวโคินิกในปัสสาวะพบว่า สองวันก่อนการเก็บตัวอย่างปัสสาวะ ส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างดื่มน้ำอัดลม (ร้อยละ 60.0) รองลงมาคือ ก๋วยเตี๋ยว (ร้อยละ 50.0) และอาหารหมักดอง (ร้อยละ 28.8) ตามลำดับ

จากการศึกษาข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพพบว่า ใน 1 เดือนที่ผ่านมาส่วนใหญ่กลุ่มรับสัมผัสเกิดอาการผิดปกติ เช่น อาการทางระบบประสาทคือ ปวดศีรษะ (ร้อยละ 67.5) เวียนศีรษะ (ร้อยละ 61.2) และอาการทางผิวหนังคือ คันตามร่างกาย (ร้อยละ 56.2) ตามลำดับ ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอาการทางสุขภาพ

อาการทางสุขภาพ	กลุ่มรับสัมผัส				กลุ่มไม่รับสัมผัส			
	เกิดอาการ		ไม่เกิดอาการ		เกิดอาการ		ไม่เกิดอาการ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ปวดศีรษะ	54	67.5	26	32.5	10	50.0	10	50.0
เวียนศีรษะ	49	61.2	31	38.8	7	35.0	13	65.0
คันตามร่างกาย	45	56.2	35	43.8	7	35.0	13	65.0
แสบตา	43	53.7	37	46.3	5	25.0	15	75.0
ระคายเคือง	42	52.5	38	47.5	3	15.0	17	85.0
ง่วงนอนบ่อย	42	52.5	38	47.5	7	35.0	13	65.0
เหนื่อยง่าย	39	48.7	41	51.3	3	15.0	17	85.0
ไอแห้ง ๆ	38	47.5	42	52.5	9	45.0	11	55.0
ไอมีเสมหะ	36	45.0	44	55.0	7	35.0	13	65.0
ซีฟจร/ใจสั่น	35	43.7	45	56.3	6	30.0	14	70.0
แสบจมูก	34	42.5	46	57.5	6	30.0	14	70.0



ตารางที่ 1 (ต่อ)

อาการทางสุขภาพ	กลุ่มรับสัมผัส				กลุ่มไม่รับสัมผัส			
	เกิดอาการ		ไม่เกิดอาการ		เกิดอาการ		ไม่เกิดอาการ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
แสบคอ	33	41.2	47	58.8	6	30.0	14	70.0
น้ำตาไหล	26	32.5	54	67.5	0	0.0	20	100.0
มีผื่นแดง	25	31.2	55	68.8	5	25.0	15	75.0
ลึบสน	24	30.0	56	70.0	1	5.0	19	95.0
คลื่นไส้	24	30.0	56	70.0	6	30.0	14	70.0
หายใจลำบาก	24	30.0	56	70.0	3	15.0	17	85.0
อาเจียน	14	17.5	66	82.5	2	10.0	18	90.0
หายใจมีเสียงหวีด	13	16.2	67	83.8	0	0.0	20	100.0
มีอาการคัน	12	15.0	68	85.0	1	5.0	19	95.0

ข้อมูลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยช่วงการเก็บตัวอย่างทั้ง 10 วันเท่ากับ 36.23 องศาเซลเซียส ความเร็วลมเฉลี่ย 10.38 กิโลเมตร/ชั่วโมง ระดับความเข้มข้นสารเบนซินในอากาศพบมากที่สุดคือ สถานีตรวจวัดถนนไอ 6 (Fence line I6) มีค่าเฉลี่ยสารเบนซินทั้ง 10 วันเท่ากับ $7.46 \pm 3.99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งพบค่าเฉลี่ยต่อวันสูงสุดเท่ากับ $10.93 \pm 10.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ เฉลี่ยรายชั่วโมงสูงสุดในสถานีนี้นั้นเช่นกันเท่ากับ $49.56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในส่วนสถานที่พบน้อยที่สุดคือสถานีตรวจวัดถนนยู 3 (Fence line U3) มีค่าเท่ากับ $0.12 \pm 0.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และสถานีตรวจวัดที่ใกล้แหล่งถนนสุขุมวิทมากที่สุดคือสถานีตรวจวัดเมืองใหม่มาตาพูด มีค่าเฉลี่ยทั้ง 10 วัน เท่ากับ $1.56 \pm 1.90 \mu\text{g}/\text{m}^3$

ข้อมูลการศึกษาพบว่า กลุ่มรับสัมผัส คือ กลุ่มตำรวจจราจร พนักงานเติมน้ำมัน แม่ค้าปิ้งย่าง มอเตอร์ไซด์

รับจ้างมีค่าเฉลี่ยของกรดมิวโคไนกในปัสสาวะ Arithmetic Mean (AM) และ Geometric Mean (GM) มากกว่ากลุ่มที่ไม่รับสัมผัส ซึ่งกลุ่มพนักงานเติมน้ำมันมีค่าเฉลี่ย AM และ GM มากที่สุดในช่วงหลังการทำงาน เท่ากับ 115.26 ± 142.64 และ $2.63 \pm 81.11 \mu\text{g}/\text{g}$ Cr ตามลำดับ รองลงมาคือ ตำรวจจราจร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46.12 ± 93.83 และ $0.40 \pm 46.77 \mu\text{g}/\text{g}$ Cr ตามลำดับ

จากการศึกษาผลตรวจกรดมิวโคไนกในปัสสาวะ 3 ครั้ง พบว่า ปัสสาวะครั้งที่ 2 หลังจากทำงานมีกรดมิวโคไนกมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย AM และค่าเฉลี่ย GM เท่ากับ 49.29 ± 91.72 และ $0.64 \pm 50.11 \mu\text{g}/\text{g}$ Cr ส่วนผลปัสสาวะครั้งที่ 1 ก่อนการทำงาน และครั้งที่ 3 ก่อนการทำงานครั้งต่อไปมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย AM (S.D.) และ GM (GSD) ความเข้มข้นกรดมิวโคนิคในปัสสาวะของกลุ่มรับสัมผัสและกลุ่มไม่รับสัมผัส 3 ช่วงเวลา

อาชีพ	ความเข้มข้นกรดมิวโคนิคในปัสสาวะ (µg/g Cr)					
	ก่อนการทำงาน		หลังการทำงาน		ก่อนการทำงานวันถัดไป	
	AM (S.D.)	GM (GSD)	AM (S.D.)	GM (GSD)	AM (S.D.)	GM (GSD)
กลุ่มรับสัมผัส						
- ตำรวจจราจร	14.58 (33.00)	0.16 (21.88)	46.12 (93.83)	0.40 (46.77)	9.88 (25.06)	0.10 (15.49)
- พนักงานเติมน้ำมัน	66.91 (94.61)	1.38 (66.06)	115.26 (142.64)	2.63 (85.11)	33.86 (42.86)	1.44 (45.70)
- แม่ค้าปิ้งย่าง	< 0.035 (0.00)	0.03 (1.00)	32.42 (59.31)	0.37 (40.73)	21.67 (57.04)	0.12 (20.41)
- มอเตอร์ไซด์รับจ้าง	38.97 (67.54)	0.56 (47.86)	40.56 (52.15)	1.54 (50.11)	18.17 (37.85)	0.17 (24.54)
กลุ่มไม่รับสัมผัส						
- เจ้าหน้าที่สำนักงาน	< 0.035 (0.00)	0.03 (1.00)	5.50 (22.54)	0.06 (6.76)	32.73 (70.75)	0.23 (34.67)
เฉลี่ยโดยรวม	24.85 (59.66)	0.17 (24.54)	49.29 (91.72)	0.64 (50.11)	22.97 (48.29)	0.24 (29.51)

หมายเหตุ : < 0.035 คือ ค่า limitation ของการตรวจวัด

การวิเคราะห์เปรียบเทียบการรับสัมผัสสารเบนซีน
โดยการประเมินระดับกรดมิวโคนิคในปัสสาวะ

จากการศึกษาทดสอบความแปรปรวน (Repeated ANOVA) ทางเดียวเมื่อมีการตรวจวัดกรดมิวโคนิคในปัสสาวะ 3 ช่วงเวลา พบว่าค่าเฉลี่ยกรดมิวโคนิคในปัสสาวะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณารายคู่พบว่า การเก็บปัสสาวะครั้งที่ 2 (หลังทำงาน) มีกรดมิวโคนิคมากกว่าการเก็บปัสสาวะครั้งที่ 1 (ก่อนเข้า

ทำงาน) และครั้งที่ 3 (ก่อนเข้าทำงานวันถัดไป) โดยระดับกรดมิวโคนิคในปัสสาวะครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.002$) และกรดมิวโคนิคระหว่างครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.049$) ตามลำดับ ส่วนครั้งที่ 1 และ 3 พบว่าระดับกรดมิวโคนิคไม่แตกต่างกัน ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกรดมิวโคนิกรายคู่ Pairwise Comparisons

(I) ครั้งที่	(J) ครั้งที่	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig	95% Condence Interval for Difference	
					Lower	Upper
1	2	-0.570	0.182	0.002*	-0.935	-0.209
	3	-0.151	0.163	0.356	-0.476	0.173
2	1	0.570	0.182	0.002*	0.209	0.935
	3	0.421	0.211	0.049*	0.002	0.840
3	1	0.151	0.163	0.356	-0.173	0.476
	2	-0.419	0.210	0.049*	-0.840	-0.002

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



จากการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยกรดมิวโคเนกกับอาชีพกลุ่มรับสัมผัสและกลุ่มที่ไม่รับสัมผัส (One-way ANOVA) พบว่า การเก็บปัสสาวะครั้งที่ 1 (ก่อนเข้าทำงาน) เจ้าหน้าที่สำนักงานมีค่าเฉลี่ยกรดมิวโคเนกน้อยกว่ากลุ่มพนักงานเติมน้ำมัน และกลุ่มมอเตอร์ไซด์รับจ้างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$ และ $p = 0.006$) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในครั้งที่ 2 (หลังการทำงาน) พบว่า เจ้าหน้าที่สำนักงานมีค่าเฉลี่ย

กรดมิวโคเนกน้อยกว่ากลุ่มพนักงานเติมน้ำมัน และกลุ่มมอเตอร์ไซด์รับจ้างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.002$ และ $p = 0.008$ ตามลำดับ)

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในครั้งที่ 3 (ก่อนเข้าทำงานในวันถัดไป) พบว่า กลุ่มรับสัมผัสและกลุ่มที่ไม่ได้รับสัมผัส มีกรดมิวโคเนกไม่แตกต่างกัน รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยระหว่างกรดมิวโคเนกกับอาชีพ รายคู่

(I) กลุ่มไม่รับสัมผัส	(J) กลุ่มรับสัมผัส	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig	95% Condence Interval for Difference	
					Lower	Upper
ครั้งที่ 1 (ก่อนการทำงาน)						
เจ้าหน้าที่สำนักงาน	ตำรวจจราจร	-0.653	0.422	0.125	-1.492	0.185
	พนักงานเติมน้ำมัน	-1.509	0.422	0.000*	-2.433	-0.755
	แม่ค้าปิ้งย่าง	0.000	0.422	1.000	-0.839	0.839
	มอเตอร์ไซด์รับจ้าง	-1.199	0.422	0.006*	-2.038	-0.360
ครั้งที่ 2 (หลังการทำงาน)						
เจ้าหน้าที่สำนักงาน	ตำรวจจราจร	-0.856	0.530	0.110	-1.910	0.197
	พนักงานเติมน้ำมัน	-1.671	0.530	0.002*	-2.725	-0.617
	แม่ค้าปิ้งย่าง	-0.820	0.530	0.126	-1.874	0.233
	มอเตอร์ไซด์รับจ้าง	-1.443	0.530	0.008*	-2.497	-0.389
ครั้งที่ 3 (ก่อนการทำงานวันถัดไป)						
เจ้าหน้าที่สำนักงาน	ตำรวจจราจร	0.340	0.470	0.470	-0.593	1.274
	พนักงานเติมน้ำมัน	-0.783	0.470	0.099	-1.717	0.150
	แม่ค้าปิ้งย่าง	0.291	0.470	0.536	-0.641	1.225
	มอเตอร์ไซด์รับจ้าง	0.148	0.470	0.753	-0.785	1.082

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4. อภิปรายผล

จากการศึกษาข้อมูลลักษณะประชากรพบว่า ประมาณ 2 ใน 3 เป็นเพศชาย (ร้อยละ 65.0) สอดคล้องกับการศึกษาของ Tunsaringkarn T et al. (2012) ที่ศึกษาในเพศชายมากกว่า แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Inoue O et al. (1989) ที่ศึกษาในเพศหญิงต่อชาย เท่ากับ 1.4 ต่อ 1 ซึ่งอาจมาจากการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาในหลาย

กลุ่มอาชีพมากกว่า และด้วยความแตกต่างลักษณะของงานที่อาจจะเหมาะสมกับบุคลิกทางเพศที่ต่างกัน แต่หากพิจารณาเป็นรายอาชีพแล้ว อาชีพตำรวจจราจรจะสอดคล้องกับ Manuela C et al. (2012) ที่ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างเพศชายทั้งหมด ทั้งนี้ด้วยหน้าที่งานจราจรที่เหมือนกันทุกประเทศ การปฏิบัติงานบนถนนใช้ความอดทน ความแข็งแรง จึงเหมาะกับเพศชายมากกว่า อายุเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

เท่ากับ 38.38 ± 10.39 ปี ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Tunsaringkarn T et al. (2012) ที่ศึกษาในพนักงานอายุเฉลี่ย 28.1 ± 8.0 ปี แต่ใกล้เคียงกับ Avogbe H P et al. (2011) ที่ศึกษาในกลุ่มรับสัมผัส อาชีพขับรถมอเตอร์ไซด์รับจ้าง มีอายุเฉลี่ย 39.5 ± 7.82 ปี ด้านดัชนีมวลกายส่วนใหญ่ร้อยละ 42.5 รูปร่างอยู่ในเกณฑ์อ้วน ดัชนีมวลกายเท่ากับ 24.36 ± 3.85 ซึ่งมากกว่า Tunsaringkarn T et al. (2012) ที่เคยศึกษาไว้เท่ากับ 22.8 ± 2.7

จากการศึกษาข้อมูลประวัติการทำงานริมถนนพบว่า ส่วนใหญ่ทำงานริมถนน 7-8 ชั่วโมง/วัน (ร้อยละ 43.8) เฉลี่ย 7.5 ชั่วโมง/วัน ต่างจากการศึกษาของ Tunsaringkarn T et al. (2012) ที่ทำงานเฉลี่ย 6.4 ± 0.6 ชั่วโมง และไม่สอดคล้องกับฉัตรชัย ชุมกระโทก (2551) ศึกษาตำรวจจราจรพบว่า ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 85.7) ทำงานมากกว่า 8 ชั่วโมง/วัน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจส่วนบุคคล (ร้อยละ 73.7) ในกลุ่มที่ใช้จะใช้หน้ากากชนิดผ้า (ร้อยละ 22.3) ใช้ตลอดการทำงาน (ร้อยละ 11.3) จากการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณกรดมิวโคินิกกับการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจส่วนบุคคลพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มอาชีพ ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จะใช้หน้ากากผ้าไม่สามารถป้องกันสารเคมีที่เป็นไอระเหยได้ ซึ่งการสวมใส่หน้ากากป้องกันสารตัวทำละลายถูกชนิดและถูกวิธีมีความสำคัญมากในการป้องกันการรับสัมผัสสารตัวทำละลายในการทำงาน ซึ่งผู้ที่สวมหน้ากากขณะปฏิบัติงานจะมีโอกาสรับสัมผัสสารเคมีน้อยกว่าผู้ที่ไม่สวม (อนามัย เทศะทีก, 2554) การเปรียบเทียบความแตกต่างของกรดมิวโคินิกจึงไม่พบความแตกต่างกันระหว่างผู้สวมใส่หน้ากากและผู้ที่ไม่ได้สวมใส่หน้ากาก

ด้านพฤติกรรมสุขภาพส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัว (ร้อยละ 82.5) ไม่สูบบุหรี่ (ร้อยละ 82.5) สูบบุหรี่ (ร้อยละ 17.5) สอดคล้องกับการศึกษาของ Fustinoni S et al. (1995) ศึกษาในกลุ่มผู้ที่ไม่สูบบุหรี่มากกว่า (ร้อยละ 81.2) และการศึกษาครั้งนี้มากกว่าครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 57.5) บุคคลรอบข้างสูบบุหรี่ ด้านการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์พบว่า ส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างไม่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 67.5) ดื่มกาแฟ (ร้อยละ 51.2) ดื่มชา (ร้อยละ 13.8) จากการวิเคราะห์ทดสอบทางสถิติ (Independent t-test) เพื่อศึกษาตัวแปรกวน (Confounding factor) ระหว่างการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์กับกรดมิวโคินิก

พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่าการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่จะส่งผลต่อการทำงานของตับ ต้องใช้ระยะเวลาเวลานาน จึงจะเกิดผลแบบเรื้อรังส่งผลต่อการเมแทบอลิซึมของสารเบนซีนได้

แต่การศึกษาครั้งนี้ในกลุ่มที่ดื่มอาจจะยังอยู่ในช่วงระยะดำเนินการของพยาธิสภาพของตับ จึงไม่ได้แสดงผลแบบเฉียบพลัน ด้านการรับประทานอาหารที่มีส่วนผสมของสารกันบูด (Sorbic acid) ที่อาจส่งผลต่อระดับกรดมิวโคินิกในปัสสาวะพบว่า สองวันก่อนการเก็บตัวอย่างปัสสาวะส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างดื่มน้ำอัดลม (ร้อยละ 60.0) รองลงมาคือ ก๋วยเตี๋ยว (ร้อยละ 50.0) และอาหารหมักดอง (ร้อยละ 28.8) พฤติกรรมบริโภคสอดคล้องกับสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดระยอง (2553) ศึกษาพบว่า ประชาชนรับประทานก๋วยเตี๋ยวมาก (ร้อยละ 40.1) จากการทดสอบทางสถิติระหว่างการรับประทานอาหารที่มีสารกันบูดกับกรดมิวโคินิกพบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Viginia M et al. (2006) และทวีสิน นาวารัตน์ (2553) ที่พบว่าสารกันบูดส่งผลกับกรดมิวโคินิก ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับปริมาณของการรับประทานอาหารและการผสมสารกันบูดในแต่ละประเภทอาหารด้วย

การศึกษาในครั้งนี้ได้ประเมินการรับสัมผัสสารเบนซีนในรูปของสารเมแทบอลิซึมในปัสสาวะ ซึ่งมีตัวแปรกวน (Confound factors) ที่อาจส่งผลต่อปริมาณกรดมิวโคินิกได้ ทั้งนี้มีปัจจัยหลัก ๆ คือ การสูบบุหรี่ ในบุหรี่ 1 มวนมีสารเบนซีน $57 \mu\text{g}$ ซึ่งศศิธร สุกรีธา และคณะ (2551) พบว่าพนักงานเติมน้ำมันที่สูบบุหรี่มีค่าเฉลี่ยของสาร S-phenylmercapturic acid ซึ่งเป็นสารเมแทบอลิซึมในปัสสาวะรูปแบบหนึ่งของสารเบนซีน เท่ากับ $2.22 \mu\text{g/g}$ กลุ่มที่ไม่สูบบุหรี่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $0.40 \mu\text{g/g}$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้การรับประทานอาหารที่มีสารกันบูด (Sorbic acid) ยังเป็นตัวแปรกวนที่สำคัญ ซึ่ง Viginia M et al. (2006) ได้พยายามศึกษาถึงข้อบกพร่องของความเฉพาะเจาะจงของกรดมิวโคินิกพบว่า หลังจากที่ได้รับประทานอาหารที่มีสารกันบูดจะมีปริมาณกรดมิวโคินิกเพิ่มสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ควบคุมโดยการสอบถามและวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ก่อนนำมาเปรียบเทียบปริมาณกรดมิวโคินิก เพื่อที่จะอนุมานผลที่เกิดจากการรับสัมผัสสารเบนซีนจากการปฏิบัติงานเท่านั้น



จากการศึกษาข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพพบว่า ใน 1 เดือนที่ผ่านมาส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างมีอาการทางระบบประสาทส่วนกลางคือ ปวดศีรษะ (ร้อยละ 67.5) เวียนศีรษะ (ร้อยละ 61.2) และอาการทางผิวหนัง คันตามร่างกาย (ร้อยละ 56.2) สอดคล้องกับการศึกษาของ Tunsaringkarn T et al. (2012) ศึกษาการสัมผัสสารเบนซิน ในกลุ่มพนักงานบริการน้ำมันพบว่ามีอาการทางระบบประสาท ปวดศีรษะมากที่สุด (ร้อยละ 60) และสอดคล้องกับการศึกษาการรับสัมผัสสารเบนซินในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งศศิธร สุกรีชา (2551) พบว่ามีอาการทางระบบประสาทและผิวหนัง อาการเวียนศีรษะ ปวดศีรษะ (ร้อยละ 55.44) พบอาการอักเสบบริเวณมือและคันผิวหนัง (ร้อยละ 30.69) แต่ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ทดสอบทางสถิติ (Independent t-test) ระหว่างปริมาณกรดมิวโคินิกกับผลกระทบต่อสุขภาพ ทุกอาการพบไม่มีความแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากการทำงานริมถนนมีสิ่งคุกคามอื่น ๆ ที่ส่งผลต่ออาการทางสุขภาพได้เช่นกัน เช่น การสัมผัสทางกายภาพ แสงแดด รังสี อุณหภูมิ หรือทางเคมีที่นอกเหนือจากสารอินทรีย์ระเหย ยังมีปริมาณฝุ่นละออง สิ่งเหล่านี้อาจร่วมกับสารเบนซินส่งผลต่อสุขภาพแบบเฉียบพลันได้

จากการตรวจวัดความเข้มข้นของสารเบนซินในอากาศทั้งหมด 6 แห่งในเขตมาบตาพุดพบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย 36.23 องศาเซลเซียส ความเร็วลมเฉลี่ย 10.38 กิโลเมตร/ชั่วโมง ระดับความเข้มข้นสารเบนซินในอากาศพบมากที่สุดคือ สถานีตรวจวัดตามแนวขอบนิคมอุตสาหกรรม ถนนไเอ 6 (Fence line I6) $7.46 \pm 3.99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งพบค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง สูงสุดเท่ากับ $10.93 \pm 10.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งเกินค่ามาตรฐานตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่องกำหนดค่าเฝ้าระวังสำหรับสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโดยทั่วไป ในเวลา 24 ชั่วโมงปี 2552 (ค่ามาตรฐานเท่ากับ $7.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) และสถานีตรวจวัดที่ใกล้แหล่งถนนสุขุมวิทมากที่สุดคือสถานีตรวจวัดเมืองใหม่มาบตาพุด มีค่าเฉลี่ยทั้ง 10 วันเท่ากับ $1.56 \pm 1.90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งค่าที่ตรวจวัดได้มีค่าน้อยกว่าที่ Arayasiri M. (2010) ศึกษาในตำรวจจราจรพบค่าความเข้มข้นสารเบนซิน เท่ากับ $3.15 \pm 0.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และไม่สอดคล้องกับ Shing Tet Leong et al. (2002) ศึกษาเขตดินแดงในกรุงเทพมหานครพบค่า $42.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ เขตแจ้งวัฒนะ พบค่า $15.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะรูปแบบการตรวจวัด Arayasiri M. (2010) ใช้อุปกรณ์ติด

ที่ตัวบุคคลทำให้ใกล้กับแหล่งถนนมากกว่าสถานีตรวจวัดซึ่งอยู่ห่างและสูงกว่า ทั้งนี้การตรวจวัดคุณภาพอากาศตามสถานีจะมีผลต่อการตรวจวัดได้ ประเด็นที่น่าสนใจคือทิศทางของลม เนื่องจากเขตมาบตาพุดที่เก็บตัวอย่างอากาศพื้นที่บางส่วนติดทะเลอ่าวไทยทิศทางและความเร็วของลมบก-ลมทะเลมีผลต่อการพัดพาอนุภาคขนาดเล็กและไอระเหยของสารมลพิษอื่นได้จึงอาจเป็นข้อจำกัดของการศึกษาในครั้งนี้

ผลความเข้มข้นกรดมิวโคินิกในปัสสาวะพบว่า กลุ่มรับสัมผัส ประกอบด้วย ตำรวจจราจร พนักงานเติมน้ำมัน แม่ค้าปิ้งย่าง มอเตอร์ไซด์รับจ้าง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยกรดมิวโคินิกมากกว่ากลุ่มที่ไม่รับสัมผัส ซึ่งกลุ่มพนักงานเติมน้ำมันมีค่าเฉลี่ย AM และ GM มากที่สุดในช่วงหลังการทำงาน เท่ากับ 115.26 ± 142.64 และ $2.63 \pm 85.11 \mu\text{g}/\text{g}$ Cr ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ Tunsaringkarn T et al. (2012) พบว่าปริมาณสารเบนซินในอากาศบริเวณสถานีบริการน้ำมันมีค่าเท่ากับ $107.42 \pm 30.81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ มากกว่าบริเวณริมถนนที่มีความเข้มข้นเท่ากับ $295.88 \pm 53.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ จึงทำให้กลุ่มพนักงานบริการน้ำมันมีโอกาสรับสัมผัสทั้งจากงานที่ทำและรับสัมผัสจากการจราจร ในการศึกษานี้ได้ทดสอบการกระจายของกรดมิวโคินิกและปรับค่าทางสถิติจึงแสดงผลค่าเฉลี่ยเรขาคณิต GM ร่วมด้วย ถ้าพิจารณาถึงช่วงวันเก็บตัวอย่างปัสสาวะพบได้ว่า กรดมิวโคินิกหลังการทำงานในกลุ่มมอเตอร์ไซด์รับจ้างที่เก็บปัสสาวะวันจันทร์จะมีค่าเฉลี่ย GM มากกว่าตำรวจจราจรที่เก็บวันอังคารและแม่ค้าปิ้งย่างที่เก็บในวันพุธ (1.54 ± 50.11 , 0.40 ± 46.77 และ $0.37 \pm 40.73 \mu\text{g}/\text{g}$ Cr) อาจเนื่องมาจากเป็นวันแรกของการทำงานในสัปดาห์และวันแรกของเดือนปริมาณรถมากกว่าวันอื่น ๆ เพราะนอกจากการรับ-ส่งพนักงานปกติแล้ว ยังมีคนทำงานบางส่วนกลับมาจากภูมิลำเนาต่างจังหวัดใช้รถส่วนตัวเดินทางเข้านิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดมากขึ้น เพื่อเข้ามาทำงานในวันจันทร์ แต่ทั้งนี้พนักงานเติมน้ำมันที่เก็บในวันพฤหัสบดีจะมีความเสี่ยงการรับสัมผัสมากที่สุดเนื่องจากได้รับจากทั้ง 2 แหล่งใหญ่ของสารเบนซิน

เปรียบเทียบการรับสัมผัสสารเบนซิน ผลตรวจกรดมิวโคินิกในปัสสาวะ 3 ครั้งพบว่า ปัสสาวะหลังจาก

ทำงานมีกรดมิวโคินิกมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย AM และค่าเฉลี่ย GM เท่ากับ 49.29 ± 91.72 และ $0.64 \pm 50.11 \mu\text{g/g}$ Cr ส่วนผลการวิเคราะห์กรดมิวโคินิกในปัสสาวะครั้งที่ 1 ก่อนการทำงาน และครั้งที่ 3 ก่อนการทำงานวันถัดไปมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณารายคู่พบว่า การเก็บปัสสาวะครั้งที่ 2 หลังทำงาน มีกรดมิวโคินิกแตกต่างจากการเก็บปัสสาวะครั้งที่ 1 ก่อนเข้าทำงาน และครั้งที่ 3 ก่อนเข้าทำงานวันถัดไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.002$ และ $p = 0.049$ ตามลำดับ) สอดคล้องกับ Tharnpoophasiam P. (2004) ศึกษาในพนักงานที่รับสัมผัสสารเบนซิน พบว่าก่อนเริ่มงาน $127.37 \pm 115.87 \mu\text{g/g}$ Cr หลังเริ่มงาน $276.80 \pm 180.71 \mu\text{g/g}$ Cr

เปรียบเทียบการรับสัมผัสสารเบนซินจำแนกตามอาชีพกลุ่มรับสัมผัสและกลุ่มที่ไม่ได้รับสัมผัสพบว่า การเก็บปัสสาวะครั้งที่ 1 (ก่อนเข้าทำงาน) กลุ่มทำงานในสำนักงานมีค่าเฉลี่ยกรดมิวโคินิกในปัสสาวะน้อยกว่ากลุ่มพนักงานเติมน้ำมัน และกลุ่มมอเตอร์ไซด์รับจ้างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$ และ $p = 0.006$) จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในครั้งที่ 2 หลังการทำงานพบว่า เจ้าหน้าที่สำนักงานมีค่าเฉลี่ยกรดมิวโคินิกน้อยกว่ากลุ่มพนักงานเติมน้ำมัน และกลุ่มมอเตอร์ไซด์รับจ้างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.002$ และ $p = 0.008$) และในครั้งที่ 3 ก่อนเข้าทำงานในวันถัดไปพบว่า กลุ่มรับสัมผัสและกลุ่มที่ไม่ได้รับสัมผัสมีกรดมิวโคินิกไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษาพบว่า อาชีพที่รับสัมผัสมีความแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่มีการรับสัมผัส คือพนักงานเติมน้ำมันกับมอเตอร์ไซด์รับจ้าง ทั้งนี้อาจจะเกิดจากพนักงานเติมน้ำมันมีการรับสัมผัสได้ทั้งจากไอระเหยของน้ำมันจากการเติมและจากการอยู่ติดกับการจราจร ทั้งนี้สอดคล้องกับ Abdul R B et al. (2007) ที่ศึกษาความเข้มข้นของสารเบนซินพบบริเวณสถานีบริการน้ำมันเท่ากับ $4.47 \pm 2.55 \mu\text{g/m}^3$ มีค่ามากกว่าถนน $0.99 \pm 0.70 \mu\text{g/m}^3$ และ Yimrungruang D et al., (2008) ศึกษาในกลุ่มพนักงานเติมน้ำมันพบว่ากลุ่มที่รับสัมผัสมีค่ากรดมิวโคินิก เท่ากับ $215.15 \mu\text{g/g}$ Cr กลุ่มควบคุมเท่ากับ $73.22 \mu\text{g/g}$ Cr แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาอาชีพมอเตอร์ไซด์รับจ้างแล้วอาจเกิดจากการรับสัมผัสสารเบนซินริมถนนใน

เวลาที่นานมากกว่า โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.25 ชั่วโมง/วันมากกว่าอาชีพอื่น ๆ และมีผู้ที่รับสัมผัสระยะเวลานานที่สุดถึง 15 ชั่วโมง/วัน อาจเป็นไปได้ว่าทั้งสองอาชีพนี้มีการรับสัมผัสมากกว่าอาชีพอื่นอย่างเห็นได้ชัด การศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Wiwanitkit V et al. (2001) พบกรดมิวโคินิกเท่ากับ $4.00 \pm 12.49 \mu\text{g/g}$ Cr มากกว่ากลุ่มควบคุม $0.12 \pm 0.40 \mu\text{g/g}$ Cr อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Ruchirawat M et al. (2005) พบกรดมิวโคินิกกลุ่มรับสัมผัสเท่ากับ $0.12 \mu\text{g/g}$ Cr กลุ่มควบคุมเท่ากับ $0.08 \mu\text{g/g}$ Cr และ Arayasiri B et al. (2010) ศึกษาพบว่า กลุ่มรับสัมผัสหลังการทำงานมีค่ากรดมิวโคินิกเท่ากับ $99.86 \pm 1.69 \mu\text{g/g}$ Cr มากกว่ากลุ่มสำนักงาน $39.92 \pm 5.39 \mu\text{g/g}$ Cr

จากการเปรียบเทียบผลกระทบต่อสุขภาพระหว่างกลุ่มรับสัมผัสและไม่ได้รับสัมผัสสารเบนซินพบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน สอดคล้องกับ Tunsaringkam T et al. (2012) ที่ศึกษาในกลุ่มพนักงานเติมน้ำมัน พบส่วนใหญ่มีอาการทางระบบประสาทคือ ปวดศีรษะแต่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารเบนซิน ทั้งนี้ไม่สอดคล้องกับการศึกษามลพิษสิ่งแวดล้อมในเขตพื้นที่มาบตาพุด โดยนันทวรรณ วิจิตรวาทการ (2553) พบว่าประชาชนมีความเสี่ยงต่ออาการแสบตา 1.6 เท่า จากผลกระทบต่อสุขภาพดังกล่าวอาจเกิดได้จากสารเคมีหลายชนิดที่มีการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมมาบตาพุด ไม่เฉพาะสารเบนซิน อีกทั้งงานวิจัยนันทวรรณ วิจิตรวาทการ ได้ศึกษาระยะทางจากจุดศูนย์กลางนิคมอุตสาหกรรมพบอาการแสบตามีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นตามระยะทาง อาจเป็นไปได้ว่าอุตสาหกรรมในพื้นที่ส่งผลต่ออาการทางสุขภาพเช่นกันนอกจากแหล่งการจราจร และการศึกษาครั้งนี้ยังไม่สอดคล้องกับ Diez U et al. (2000) พบว่า การรับสัมผัสสารเบนซินในอากาศมากกว่า $5.6 \mu\text{g/m}^3$ จะมีอัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อและมีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ 2.4 เท่า การศึกษาครั้งนี้การเก็บตัวอย่างอากาศในบางวันพบปริมาณความเข้มข้นสารเบนซินมากกว่า Diez U et al. ศึกษาไว้ แต่อาการทางสุขภาพไม่แตกต่างกันอาจเป็นเพราะว่าจุดติดตั้งสถานีตรวจวัดอยู่ห่างจุดปฏิบัติงานของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ซึ่งพื้นที่การตรวจวัดคุณภาพอากาศกับการประเมินอาการทางสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างยังไม่สอดคล้องกันจึงเป็นข้อจำกัดในการวิจัยครั้งนี้ด้วย



5. ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้กล่าวได้ว่าในทุกกลุ่มอาชีพที่รับสัมผัสสารเบนซีนมีปริมาณกรดมิวโคโคนิกมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับสัมผัส โดยเฉพาะกลุ่มพนักงานเติมน้ำมันและกลุ่มช่างมอเตอร์ไซค์รับจ้างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นแนวทางในการเฝ้าระวังเบื้องต้นคือ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีอุปกรณ์ป้องกันสารเคมีส่วนบุคคลให้กลุ่มเสี่ยงต่อการรับสัมผัส และแนะนำการใช้อุปกรณ์ที่ถูกต้องถูกวิธี สามารถป้องกันไอรักเหยได้ และควรได้รับการตรวจสุขภาพกรดมิวโคโคนิกในปัสสาวะทุกปี อีกประเด็นหากจะพิจารณาอีกแหล่งที่สำคัญในพื้นที่มาบตาพุดที่มีการปลดปล่อยสารเบนซีนคือ กระบวนการในโรงงานอุตสาหกรรม ควรมีการศึกษาเชิงระบาดวิทยา (Cohort Study) และ ทบทวนงานวิจัยที่ศึกษาในพื้นที่เพิ่มเติม

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างระหว่างกรดมิวโคโคนิกในปัสสาวะกับอาการทางสุขภาพ ซึ่งยังมีความไม่สอดคล้องกับการศึกษาหลายเรื่อง ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อสรุปเชิงประจักษ์เกิดขึ้นในพื้นที่มากขึ้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะถึงผลกระทบต่อสุขภาพจากสารเคมีตัวอื่นด้วยที่มีการปนเปื้อนในอากาศ เช่น NO_2 , O_3 , VOCs ชนิดอื่นร่วมกับสารเบนซีน ซึ่งสารเคมีมีทั้งคุณสมบัติหักล้างฤทธิ์ และเสริมฤทธิ์กัน และเพื่อเป็นการตอบประเด็นคำถามที่ยังเป็นที่สงสัยอยู่ ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนวทางการศึกษาวิจัยต่อไปคือ 1) วิจัยเชิงทบทวน (Review Research) เนื่องจากมีจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่มาบตาพุดมาก มีการศึกษากรดมิวโคโคนิกทั้งในพนักงานที่เสี่ยงสัมผัส ประชาชนโดยรอบในพื้นที่มาบตาพุด 2) หากมีการศึกษาถึงแหล่งเบนซีนจากการจราจรควรติดเครื่องมือตรวจวัดแบบติดตัวบุคคล เพื่อให้เกิดความชัดเจนมากขึ้น เพราะเป็นการวัดที่ระดับหายใจของผู้ประกอบอาชีพ 3) ควรมีการศึกษาแบบติดตามต่อเนื่อง (Cohort Study) ศึกษาติดตามในกลุ่มเดียวเป็นระยะ ๆ และเปรียบเทียบผลในรายปีน่าจะแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุได้ดีกว่า

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่เสียสละให้คำแนะนำ ศูนย์พัฒนาอาชีพอนามัยและสิ่งแวดล้อมจังหวัดระยองที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจกรดมิวโคโคนิกในปัสสาวะ การนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

ที่ให้ความอนุเคราะห์ผลการตรวจวัดสารเบนซีนในอากาศ และผู้ประกอบอาชีพที่เข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. ค่าเฉลี่ย 12 เดือนของสาร Benzene บริเวณพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2555 แหล่งที่มา: <http://aqnis.pcd.go.th/VOCold/VOCsdata49-55.htm>
- . (2554). ฐานปัญหามลพิษทางอากาศ. ห้างหุ้นส่วน กชกร พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. ข้อมูลโรงงาน ตำบลมาบตาพุด และห้วยโป่ง จังหวัดระยอง. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อวันที่ 13 กันยายน 2555 แหล่งที่มา : <http://www.diw.go.th/hawk/content.php?mode=data1search>
- คณะกรรมการวิชาการศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ นครราชสีมา. (2550). สารเบนซีน ภัยอันตรายใกล้ตัว. *ข่าวศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมา*, กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.
- จุฬารัตน์ ยาปัญญา, นลินี ศรีพวง, และธนุ ทองคำสุก. (2556). การจัดทำค่าอ้างอิงทางสุขภาพเพื่อการเฝ้าระวังพิษเบนซีนในพื้นที่จังหวัดระยอง. ศูนย์พัฒนาวิชาการอาชีพอนามัยและสิ่งแวดล้อม จังหวัดระยอง. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.
- ฉัตรชัย ชุมกระโทก. (2552). การตรวจระดับสารเบนซีนในเลือดด้วยเทคนิคเฮตสเปซโซลิตเฟสไมโครเอกซ์แทรกชันของผู้ที่ประกอบอาชีพสัมผัสสารเบนซีนในเขตเทศบาลนครราชสีมา. *วารสารราชพฤกษ์*, 6(2), 117-125.
- ทวีสิน นาวรัตน์. (2553). เบนซีน : มหันตภัยร้ายที่คุณอาจคาดไม่ถึง. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 13(1), 59-67.
- นลินี ศรีพวง และคณะ. (2553). รายงานผลการดำเนินงานโครงการแก้ไขปัญหามลพิษและเสริมสร้างคุณภาพชีวิตจังหวัดระยอง. ศูนย์พัฒนาวิชาการอาชีพอนามัยและสิ่งแวดล้อม จังหวัดระยอง. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.
- นันทพร ภัทรพุทธ. (2548). ผู้ประกอบอาชีพช่างรถมอเตอร์ไซค์รับจ้างกับความเสี่ยงสัมผัสสารเบนซีนในจังหวัดชลบุรี. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.

- นันทวรรณ วิจิตรวาทการ. (2553). การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากอุตสาหกรรม. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. ปทุมธานี.
- พงศ์เทพ วิวรรณะเดช. (2553). คู่มือเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพจากสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศ. ภาควิทยาศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศศิธร สุกรีทา, วรศักดิ์ อินทร์ชัย, และพัฒนศักดิ์ เพิ่มพูน. (2551). การเฝ้าระวังโรคจากการประกอบอาชีพที่สัมผัสสารเบนซีน : กรณีศึกษาสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา. *วารสารพิษวิทยาไทย*, 23(1), 48-57.
- สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดระยอง. (2551). โครงการตรวจสุขภาพและเฝ้าระวังโรคของประชาชนในเขตควบคุมมลพิษ จังหวัดระยอง.
- อนามัย เทศกะทีก. (2554). แนวทางการคัดกรองทางอาชีวอนามัยของผู้รับสัมผัสสารตัวทำละลายในพนักงาน : ปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพ. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.
- อามา หวังเกียรติ. (2550). ปัญหามลพิษและผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน แนวทางการดำเนินงานของรัฐและข้อเสนอต่อการแก้ไขปัญหากรณีพื้นที่อุตสาหกรรมอำเภอเมืองและอำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยอง. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต. ปทุมธานี.
- Abdul R. B., Joneidi A., Jafari A. J., Ahmadi H., & Mahjub H. (2007). Comparison of Benzene Exposure in Drivers and Petrol Stations Workers by Urinary trans,trans-Muconic Acid in West of Iran. *Industrial Health*, 45, 396-401.
- Arayasiri M., Mahidol C., Nayasumrit P., Autrup H., & Ruchirawat M. (2010). Biomonitoring of Benzene and 1, 3 Butadiene Exposure and Early Biological Effects in Traffic Policeman. *Sci Total Environ*, 408-420.
- Avogbe H. P., Ayi-Fanou L., Cachon B., Chabi N., Debende A., Dewaele D., Aissi F., Cazier F., & Sanni A. (2011). Hematological Change among Beninese Motor-bike Taxi Driver Exposed to Benzene by Urban Air Pollution. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 5, 464-469.
- Boogaard P. J. & Sittert N. J. (1996). Suitability of S-phenyl Mercapturic acid and tran-tran-muconic acid as Biomarkers for Exposure to Concentrations of Benzene. *Environ Health Perspect*, 104, 1151-1157.
- Children in the First Year of Life Results of the LARS-Study. *International journal of Hygiene and Environmental Health*, 2003, 23-28.
- Diez U., Kroebner T., Rehwagen M., Richter M., Wetzig H., Schulz R., Borte M., Metzner G., Krumbiegel P., & Herbarth O. (2000). Effects of Indoor Painting and Smoking on Airway Symptoms in Atopy Risk.
- Fustinoni, S., Consonni D., Campo L., Buratti, Colombi A., Pesatori C. A., Bonzini M., & Bertazzi A. P. (2005). Monitoring Low Benzene Exposure : Comparative Evaluation of Urinary Biomarkers, Influence of Cigarette Smoking and Genetic Polymorphisms. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 14-19.
- Inoue, O., Seiji K., & Kasahara M. (1986). Quantitative Relation of Urinary Phenol Levels to Breathing Benzene Concentrations : a Factory Survey. *British Journal of Industrial Medicine*, 43, 692-697.
- Leong S. T., Muttamara S., & Laortanakul P. (2002). Air Pollution and Traffic Measurements in Bangkok Streets. *Asian J. Energy Environ*, 3, 185-213.



- Manuela C., Francesco T., Tiziana C., Assunta C., Lara S., Nadia N., Giorgia A., Barbara S., Maria F., Carlotta C., Valeria G. D., Pia M. S., Gianfranco T., & Angela S. (2012). Environment and Biological Monitoring of Benzene in Traffic Policemen Police Ddivers and Rural Outdoor Male Workers. *J. Environ. Monit*, 14, 1542-1450.
- Navasumrit P., Chanvaivit S., Intarasunanont P., Arayasiri M., Lauhareungpanya N., Parnlob V., Settachan D., & Ruchirawat M. (2005). Environmental and Occupational Exposure to Benzene in Thailand. *Chem Biol Interact*, 30, 153-154.
- Ruchirawat M., Chanvaivit S., Intarasunanont P., Arayasiri M., Lauhareungpanya N., Parnlob V., Settachan D., & Ruchirawat M. (2005). Environmental and Occupational Exposure to Benzene in Thailand. *Chemico-Biological Interactions*, 154, 75-83.
- Tunsaringkarn T., Siriwong W., Rungsiyothin., & Nopparatbundit S. (2012). Occupational Exposure of Gasoline Station Workers to BTEX Compounds in Bangkok, Thailand. *The International Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 3, 117-125.
- Virginia, W. Weaver, Timothy, B., & Groopman J. D. (2000). Lack of Specicity of trans, trans-muconic acid as a Benzene Biomarker after Ingestion of Sorbic Acid-preserved Foods. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 9, 749-757.
- Waidyanatha, S., Rothman N., Fustinoni S., Smith M. T., Hayes R. B., Bechtold W., Dosemeci M., Guilan L., Yin S., & Rappaport S. M. (2001). Urinary Benzene as a Biomarker of Exposure among Occupationally Exposure and Unexposure subjects. *Carcinogenesis*, 22(2), 279-286.
- Wiwanitkit, V., Suwansaksri, J., & Soogarun, S. (2003). A Note Urine Trans,Trans Muconic Acid Level Among a Sample of Thai Police : Implication for an Occupational Health Issue. *Yale J Biol Med*, 76(3), 103-108.
- Yimrungruang, D., Cheevaporn V., Boonphakdee T., Watchalayann P., & Helander F. H. (2008). Characterization and Health Risk Assessment of Volatile Organic Compounds in Gasservice Station Workers. *Environment Asia*, 2, 21-29.

