ปีที่ 14 ฉบับที่ 2 ประจำเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2564

ความสัมพันธ์ระหว่างกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะกับผลกระทบต่อสารชีวเคมีในเลือดของพนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จังหวัดระยอง

ฌาน ปัทมะ พลยง*, ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข**, จินตนา ศิริวราศัย***, และอนามัย เทศกะทึก****

Received: August 22, 2020
Revised: November 11, 2020
Accepted: November 30, 2020

บทคัดย่อ

การศึกษาแบบภาคตัดขวางนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะกับผลกระทบต่อสารชีวเคมีในเลือดของพนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง คำนวณขนาดตัวอย่างจากสูตรของเวนย์ได้จำนวน 64 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการประเมินคุณภาพ เก็บปัสสาวะประเมินปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิก และเจาะเลือดประเมินความสมบูรณ์ของเลือด การทำงานของตับและไต วิเคราะห์ด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปอร์เซ็นไทล์ มัธยฐาน พิสัยควอไทล์ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด การทดสอบวิลคอกซันแมน-วิทนีย์ และสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

ผลการศึกษาพบว่า พนักงานเป็นเพศชาย ร้อยละ 53.1 อายุเฉลี่ย 29.3±10.3 ปี มีดัชนีมวลกายเฉลี่ย 24.5±5.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ระยะเวลาปฏิบัติงาน 9.1±1.6 ชั่วโมงต่อวัน ระยะเวลาพักรับประทานอาหารหลักเฉลี่ย 19.2±12.0 นาทีต่อคน ปฏิบัติงานเติมน้ำมันเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์เฉลี่ย 139.7±78.0 คันต่อคนต่อกะ สำหรับค่าเฉลี่ยกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะก่อนการทำงานเท่ากับ 33.1±2.3 ไมโครกรัมต่อกรัม คริอะตินีน และหลังการทำงานเท่ากับ 77.6±2.0 ไมโครกรัมต่อกรัม คริอะตินีน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ปริมาณความสมบูรณ์ของเลือดมีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ปกติ ได้แก่ เม็ดเลือดขาว เม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบิน ฮีมาโตคริต และเกล็ดเลือด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.8±2.1×103 ต่อไมโครลิตร, 4.8±0.6×106 ต่อไมโครลิตร, 13.6±1.9 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร, 38.7±4.9 เปอร์เซ็นต์ และ 304.7±104.2 ×103ต่อไมโครลิตร ตามลำดับ ค่าการทำงานของตับ ได้แก่ เอนไซม์แอสพาเตตอะมิโนทรานเฟอร์เรส และอะลานีน อะมิโนทรานเฟอร์เรส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.8±11.2 และ 24.3±9.8 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ และค่าการทำงานของไต ได้แก่ ยูเรียไนโตรเจนในเลือดและคริอะตินีน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.0±2.6 และ 0.7±0.1 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิก มีความสัมพันธ์กับเม็ดเลือดขาว เม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบิน ฮีมาโตคริต และคริอะตินีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สรุปกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสารเบนซีนในระดับต่ำได้ เม็ดเลือดและการทำงานของไตมี

ความสัมพันธ์กับการรับสัมผัสสารเบนซีนและสามารถใช้คัดกรองภาวะสุขภาพจากการรับสัมผัสสารเบนซีนได้

คำสำคัญ: กรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิก / สารชีวเคมีในเลือด / พนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

*******ผู้รับผิดชอบบทความ:** รองศาสตราจารย์ ดร. อนามัย เทศกะทึก คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่ 169 ถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี 20131 โทรศัพท์ 038-390041, E-mail : anamai@buu.ac.th*

** นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย) คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*

*** Ph.D. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*

**** Ph.D. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำคณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล*

***** Ph.D. รองศาสตราจารย์ ประจำคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*

The Relation between Urinary Trans,Trans-Muconic Acid and Effect on Blood Biochemistry amomg Gasoline Station Attendants, Rayong Province

Chan Pattama Polyong*, Tanongsak Yingratanasuk**, Jintana Sirivarasai***, and Anamai Thetkathuek****

Abstract

This discriptive study aimed to examine the relation between trans,trans-muconic acid and effect on blood biochemistry amomg gasoline station attendants. The sample size of the study was 64 subjects calculated from Wayne's formula. A cluster sampling technique was employed to recruit the study subjects. The validity approved interview-questionnaire was used for data collection, and trans, trans-muconic acid (t,t-MA) in urine, complete blood counts and liver and kidney functions were examined. The data were then analyzed by percentage, mean, standard deviation, percentile, median, quartile range, minimum and maximum values, Wilcoxon Signed Ranks test, Mann-Whitney test and Pearson's correlation.

The results were found that gas station attendants were mostly male (53.1%), with an average age of 29.3±10.3 years old. The average body mass index (BMI) was 24.5±5.5 kg/m2. They worked for 9.1±1.6 hours per day, with a rest break of 19.2±12.0 minutes. They normally filled 139.7±78.0 vehicles per shift. The average concentration of pre-shift t,t-MA in urine was 33.1±2.3 mg/g Cr, and 77.6±2.0 mg/g Cr post-shift with statistical significance ($p<0.05$). The average blood chemistry parameters were at the normal level, including WBC, RBC, Hb, Hct and Plt of 7.8±2.1×103/µL, 4.8±0.6×106/µL, 13.6±1.9 mg/dl, 38.7±4.9 % and 304.7±104.2 ×103/µL, respectively. Liver function values including aspartate amino transaminase and alanine amino transaminase were 19.8±11.2 and 24.3±9.8 mg/dl, respectively, while kidney function values in terms of BUN and Cr were of 11.0±2.6 and 0.7±0.1 mg/dl, respectively. There was a significant relation between t,t-MA and WBC, RBC, Hb, Hct and Cr ($p<0.05$). In conclusion, t,t-MA could be used as a biomarker for low level benzene exposures. Blood chemistry and kidney function were related to benzene exposure and could be used as health screening parameters for benzene exposure.

ปีที่ 14 ฉบับที่ 2 ประจำเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2564

Keywords: *Trans / trans-muconic acid / Blood biochemistry / Gasoline station attendants*

*******Corresponding Author:*** *Associate Professor Dr. Anamai Thetkathuek, Faculty of Public Health, Burapha University, 169 Longhardbangsaen Rd. Saensuk District, Muang Chonburi. 20131, Tel. 038-390041, E-mail: anamai@buu.ac.th*

** Student in Ph.D. (Occupational Health and Safety), Faculty of Public Health, Burapha University*

*** Ph.D. Assistant Professor, Faculty of Public Health, Burapha University*

**** Ph.D. Assistant Professor, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University*

***** Ph.D. Associate Professor, Faculty of Public Health, Burapha University*

1. บทนำ

พนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นกลุ่มอาชีพเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารเบนซีนอย่างมาก (Moro, Freitas, & Durgnte, 2015) เคยมีการประเมินความเสี่ยงของสารเบนซีนต่อสุขภาพของพนักงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงพบว่า พนักงานมีความเสี่ยงต่อสุขภาพระดับสูง (ร้อยละ 51.3) (Chailieng, Kaminski, & Autrup, 2019) ทั้งนี้เพราะต้องปฏิบัติงานอยู่ในสถานีเติมน้ำมันเชื้อเพลิงตลอดระยะเวลาการทำงานประมาณ 7-8 ชั่วโมงต่อกะ เป็นจำนวน 6 วันต่อสัปดาห์ บริการเติมน้ำมันยานพาหนะจำนวนหลายคันต่อวัน (ฌาน ปัทมะ, พลยง อนามัย เทศกะทึก, & นันทพร ภัทรพุทธ, 2558) นอกจากนั้น ระบบการบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทยไม่มีระบบการดูดกลับไอระเหยที่หัวจ่าย (recovering system) ทำให้ขณะเติมน้ำมันเชื้อเพลิงทุก 30 ลิตร จะมีปริมาณสารเบนซีนระเหยออกมาได้ร้อยละ 5 (Runion, 2010) และมีความเป็นไปได้ที่พนักงานมีโอกาสรับสัมผัสสารเบนซีนได้มากถึง 700 มิลลิกรัมต่อวัน (Abubakar, Uboh, & Ang, 2013) นอกจากนี้ ไอระเหยที่เพิ่มมากขึ้นจะสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่สูงขึ้นด้วย (Romero-Trigueros, Duperón, & Ferradás, 2017)

พนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมีโอกาสการรับสัมผัสสารเบนซีนได้หลายทาง โดยรับสัมผัสทางลมหายใจมากที่สุด (Okonkwo, Nwobode, & Dike, 2016) รองลงมาทางผิวหนัง และทางการกลืนกิน (ATSDR, 2007) จากนั้นสารเบนซีนจะกระจายในระบบเลือดอย่างรวดเร็ว เกิดกลไกการย่อยสลายที่ตับด้วยเอนไซม์ ไซโทโครมพี 450 2อี1 (cytochrome P-450 2E1; CYP-450 2E1) เกิดการเปลี่ยนโครงสร้างของสารเพื่อขับออกจากร่างกายในรูปสารเมแทบอไลต์ในปัสสาวะได้ (IARC, 2020) โดยสารเมแทบอไลต์ในปัสสาวะที่ตรวจวัดได้มีหลายชนิด เช่น ไฮโดรควิโนน (hydroquinone) กรดเอส-เฟนนิวเมอร์แคบพูริก (S-phenylmercapturic acid; S-PMA) และกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิก (trans, trans-muconic acid; t,t-MA) (ATSDR, 2014) ทั้งนี้ สมาคมนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งประเทศอเมริกา (American Conference of Governmental Industrial Hygienists; ACGIH) ได้แนะนำให้ประเมินด้วยกรดเอส-เฟนนิวเมอร์แคบพูริกและกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะ เนื่องจากมีความแม่นยำค่อนข้างสูง (ACGIH, 2019) อย่างไรก็ตามการตรวจวัดในรูปของสารเมแทบอไลต์ยังต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีผลได้ เช่น เพศ อายุ (Moro, Brucker, & Durgnte, 2015) การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และการสูบบุหรี่ (Jalai, Ramezani, & Ebrahim, 2017) หากพนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมีการรับสัมผัสอย่างต่อเนื่องอาจทำให้สารเกิดการสะสมและเกิดพิษต่อร่างกายได้

พิษของสารเบนซีนสามารถเกิดขึ้นได้ในหลายส่วนของร่างกาย เช่น ระบบประสาท (Abdel-Rasoul, Abu-Salem, & El-Sayed Zagloul, 2017) ระบบทางเดินหายใจ (Al-Jadaan, & Alkinany, 2017) การทำงานของตับและไต (Negheb, Hosseinzadeh, & Hassanzadeh, 2015) และระบบเลือด (Moro, Freitas, & Durgnte, 2015) โดยระบบเลือดเป็นระบบที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากพิษของสารเบนซีน จนส่งผลต่อการผลิตเม็ดเลือดในไขกระดูก (IARC, 2020) ทำให้ปริมาณเม็ดเลือดแดง และฮีโมโกลบินลดต่ำลง (Moro, Freitas, & Durgnte, 2015) การรับสัมผัสระยะยาวก่อให้เกิดเป็นมะเร็งเม็ดเลือด

ขาวได้ (Stenehjem, *et al*., 2015) อย่างไรก็ตาม พิษของสารเบนซีนต่อระบบเลือดในผู้ที่รับสัมผัสระดับต่ำยังไม่ชัดเจนนัก (Tunsaringkarn, Soogarun, & Palasuwan, 2013) ส่วนผลกระทบของสารเบนซีนต่อการทำงานของตับพบว่าปริมาณสารเบนซีนในอากาศในพื้นที่การทำงานมีความสัมพันธ์กับเอนไซม์ตับชนิดอะลานีนอะมิโนทรานเฟอร์เรส (alanine transaminase) และแอสพาเตตอะมิโนทรานเฟอร์เรส (aspartate transaminase) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Negheb, Hosseinzadeh, & Hassanzadeh, 2015) อย่างไรก็ตาม พิษของสารเบนซีนต่อไตยังเป็นที่ขัดแย้งกัน ล่าสุดมีหลักฐานการศึกษาแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของสารเบนซีนต่อการบาดเจ็บของไต จนทำให้การทำงานของไตผิดปกติได้ (Ekpenyong, & Asuquo, 2017) ทั้งนี้ในการประเมินผลกระทบของสารเบนซีนต่อสารชีวเคมีในเลือดควรต้องพิจารณาอายุและโรคประจำตัวที่เกี่ยวข้องร่วมด้วย (Abdel-Maksoud, Abdullah, & Eltabey, 2019)

การดูแลสุขภาพของพนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงควรได้รับการบริการทางอาชีวอนามัย โดยการเฝ้าระวังที่สิ่งแวดล้อมในการทำงาน เช่น การประเมินสารเบนซีนในอากาศที่ระดับการหายใจ (Abdel-Maksoud, Abdullah, & Eltabey, 2019) และการเฝ้าระวังสุขภาพผู้ปฏิบัติงาน โดยการประเมินตัวบ่งชี้ทางชีวภาพการรับสัมผัส (biomarker of exposure) ด้วยตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในรูปกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะ (ACGIH, 2019) และการประเมินตัวบ่งชี้ผลกระทบต่อร่างกาย (biomarker of body effect) โดยการประเมินตรวจนับความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Abou-Elwafa, El-Glany, & Bazeed, 2015) และการประเมินการทำงานของตับ และไต (Ekpenyong, & Asuquo, 2017)

การดูแลสุขภาพแรงงานกลุ่มนี้ยังมีข้อจำกัดไม่เหมือนกันการดูแลแรงงานในระบบภาคอุตสาหกรรม (ฉัตรสุดา พิมพาแสง, & สุนิสา ชายเกลี้ยง, 2557) ซึ่งควรได้รับการดูแลสุขภาพโดยประเมินการรับสัมผัสสารเบนซีนและความผิดปกติของร่างกายอย่างเนิ่น ๆ เพื่อได้รับการคุ้มครองสุขภาพตามกฎหมายเช่นเดียวกับแรงงานในระบบ (กฎกระทรวง, 2547) อีกทั้งจากการศึกษาที่ผ่านมามีการศึกษาทางโลหิตวิทยาในพนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงระบุว่า สารเบนซีนมีผลต่อเม็ดเลือดแดงแต่ไม่มีผลต่อเม็ดเลือดขาวและเกล็ดเลือด ซึ่งมีข้อแนะนำว่า จำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตอีก Tunsaringkarn, Soogarun, & Palasuwan (2013) และ Liang (2018) ได้ระบุว่า สารเบนซีนระดับต่ำกับผลต่อเม็ดเลือดยังหาข้อสรุปไม่ได้ เหล่านี้แสดงถึงหลักฐานข้อมูลที่ยังไม่เพียงพอถึงตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในการรับสัมผัสสารเบนซีนในระดับต่ำกับการเกิดพิษต่อระบบเลือด ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเพิ่มเติมถึงความสัมพันธ์ระหว่างกรด ทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะกับผลกระทบต่อสารชีวเคมีในเลือดของพนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อเป็นข้อมูลนำไปสู่การคัดกรองสุขภาพและหรือการเฝ้าระวังสุขภาพพนักงานกลุ่มนี้ต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะกับผลกระทบต่อสารชีวเคมีในเลือดของพนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จังหวัดระยอง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบพรรณนาภาคตัดขวาง (cross-sectional deceptive study) โดยศึกษาในกลุ่มพนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จังหวัดระยอง เก็บข้อมูลภายในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 มีวิธีดำเนินการวิจัยโดยกำหนดกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือการวิจัยและการรวบรวม จริยธรรมการวิจัย และสถิติที่ใช้ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างการวิจัย

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างดำเนินการ 2 ขั้นตอน ได้แก่ การหาขนาดกลุ่มตัวอย่างและการสุ่มตัวอย่าง สำหรับการหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้ใช้สูตรของ Wayne (1987) กำหนดค่าความแปรปรวนจากการศึกษาของฌาน ปัทมะ พลยง (2558) เท่ากับ 98.08 ไมโครกรัมต่อกรัมครีอะตินีน กำหนดความเชื่อมั่นที่ 95% เท่ากับ 1.96 ค่าอำนาจการทดสอบที่ 80% เท่ากับ 0.84 เมื่อแทนค่าในสูตรได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 54 คน และได้เก็บเพิ่มทดแทนการสูญหายของข้อมูลอีก 10 คน รวมตัวอย่างทั้งสิ้น 64 คน หลังจากนั้นได้สุ่มตัวอย่างด้วยวิธีแบบกลุ่ม (cluster sampling) เนื่องจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละแห่งมีการปฏิบัติงานที่คล้ายกัน มีระยะเวลากะการทำงานเท่ากัน จึงใช้วิธีการสุ่มแบบยกกลุ่มทั้งสถานีจนกว่าจะครบตามจำนวน มีเกณฑ์คัดเข้าคือ ต้องเป็นพนักงานที่ทำหน้าที่เติมน้ำมันเชื้อเพลิงที่แท่นจ่ายเป็นหลัก ไม่มีโรคประจำตัวเกี่ยวกับระบบเลือด เช่น ธาลัสซีเมีย และโลหิตจาง เป็นต้น และต้องเข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยความสมัครใจเท่านั้น สำหรับเกณฑ์คัดออก คือ เจ็บป่วยหรือขาดงานในวันที่มีการเก็บตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ อุปกรณ์เจาะเลือด และอุปกรณ์เก็บปัสสาวะ รายละเอียดพร้อมวิธีการรวบรวมในแต่ละเครื่องมือมีดังนี้

1) การสัมภาษณ์ การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการใช้แบบสัมภาษณ์ จำแนกเป็น 3 ส่วน จำนวน 9 ข้อ ประกอบด้วย ข้อมูลส่วนบุคคล ลักษณะการทำงาน และการสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล โดยผ่านการทดสอบความตรง (validity) ได้ดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ผ่านเกณฑ์ตามการวัดผล สำหรับการรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ประสานกับผู้จัดการสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง หลังจากนั้นผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยที่ผ่านการอบรมทำการสัมภาษณ์พนักงาน ณ จุดพักในบริเวณสถานีในช่วงเวลาพัก โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 15 นาทีต่อคน

2) การเก็บตัวอย่างปัสสาวะเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิก ผู้วิจัยเก็บปัสสาวะโดยการใช้อุปกรณ์เก็บปัสสาวะ ได้แก่ แก้วน้ำพลาสติก หลอดโพลีเอทธิลีนขนาด 10 มิลลิลิตร และกล่องน้ำแข็งรักษาอุณหภูมิ โดยเก็บรวบรวมปัสสาวะก่อนที่พนักงานเข้าทำงาน จากนั้นนำใส่ไว้ในกล่องรักษาอุณหภูมิ เมื่อรวบรวมได้ครบตามจำนวนตัวอย่างในสถานีนั้น ๆ ได้นำไปเก็บที่ตู้รักษาอุณหภูมิ (blood bank) ของโรงพยาบาลในพื้นที่ สำหรับการเก็บรวบรวมหลังเลิกการทำงานได้รวบรวมเช่นเดิมอีกครั้ง เมื่อได้ครบตามจำนวนผู้วิจัยได้รวบรวมทั้งหมดส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทันที โดยวิเคราะห์หาปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกใช้เครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี-แมสสเปกโทรมิเตอร์ในการวิเคราะห์

3) การเก็บตัวอย่างเลือดโดยใช้อุปกรณ์เจาะเลือด ได้แก่ แอลกอฮอล์ 70% สำลี ผ้าก๊อซ สายรัดแขน ชุดเจาะเลือดพร้อมเข็ม กล่องน้ำแข็งรักษาอุณหภูมิ หลอดเก็บตัวอย่างเลือดแบบใช้ EDTA และเลือดที่ปล่อยให้แข็งตัว (clot blood) เจาะเลือดโดยพยาบาลวิชาชีพ หลังจากนั้นได้นำส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการที่เดียวกับวิเคราะห์ปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิก ในการวิเคราะห์เลือดได้ทดสอบความสมบูรณ์ของเลือด การทำงานของตับ และการทำงานของไต ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ทั้งนี้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะและเลือดผ่านการรับรองมาตรฐานทางห้องปฏิบัติทางการแพทย์กระทรวงสาธารณสุข (MOPH standard) และองค์การมาตรฐานสากล (International Organization for Standardization: ISO) 15189 : 2012 เลขที่ 4247/63

3.3 จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การวิจัยผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562 เลขที่ IRB 016/2562

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ประมวลข้อมูลโดยใช้สถิติวิเคราะห์ตามลักษณะของตัวแปรคือ ตัวแปรไม่ต่อเนื่อง ได้แก่ เพศ โรคประจำตัว การสูบบุหรี่ การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ และการสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล คำนวณด้วยค่าร้อยละ สำหรับตัวแปรต่อเนื่อง ได้แก่ อายุ จำนวนปีที่ทำงาน ปริมาณสารกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิก ปริมาณของเม็ดเลือดจำแนกตามชนิด เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของตับและไต ข้อมูลที่มีโค้งการกระจายเป็นแบบปกติ (normal distribution) ได้แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับข้อมูลที่มีการกระจายไม่ปกติได้แสดงค่าเฉลี่ยเรขาคณิต ค่ามัธยฐาน พิสัยควอไทล์ เปอร์เซ็นไทล์ ค่าต่ำสุดและสูงสุด ในส่วนสถิติอนุมานเปรียบเทียบปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกระหว่างก่อนและหลังการรับสัมผัสซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ไม่อิสระต่อกันใช้สถิติทดสอบวิลคอกซัน (Wilcoxon signed rank test) และเปรียบเทียบปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในกะเช้าและกะบ่ายเป็นกลุ่มตัวอย่างที่อิสระต่อกันใช้สถิติทดสอบแมน-วิทนีย์ (Mann-Whitney U test) สำหรับการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกกับความสมบูรณ์ของเลือดทดสอบด้วยสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson’s correlation)

4. ผลการวิจัย

4.1 ลักษณะทางประชากร

ลักษณะทางประชากรของพนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จำนวน 64 คน พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 53.1) อายุเฉลี่ย 29.3±10.3 ปี มีรูปร่างอ้วน โดยมีดัชนีมวลกายเฉลี่ย 24.5±5.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ไม่มีโรคประจำตัว (ร้อยละ 89.1) สำหรับพฤติกรรมสุขภาพพบว่า ปัจจุบันพนักงานยังดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 64.1) เพศชายดื่มมากกว่าเพศหญิง (เพศชายและเพศหญิงที่ดื่ม ร้อยละ 79.4 และ 46.7 ตามลำดับ) สำหรับพฤติกรรมการสูบบุหรี่พบว่า ส่วนใหญ่พนักงานไม่สูบบุหรี่ (ร้อยละ 65.6) ในจำนวนผู้ที่สูบเป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิง (เพศชายและเพศหญิงที่สูบบุหรี่ ร้อยละ 61.8 และ 3.3 ตามลำดับ)

4.2 ปริมาณการให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิงจำแนกตามประเภทของรถ

การเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ได้เก็บในพนักงานที่ทำงาน 2 กะชัดเจน ไม่มีการควบกะการทำงาน จำแนกออกเป็นกะเช้าและกะบ่าย โดยใน 1 กะการทำงาน พนักงานได้ให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 139.7±78.0 คัน/วัน/พนักงาน โดยปริมาณรถที่เข้ารับบริการในช่วงกะบ่ายพบมากกว่ากะเช้า เมื่อพิจารณาจำแนกตามประเภทของรถพบว่า พนักงานบริการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับรถที่นั่งส่วนบุคคล 4 ล้อมากที่สุด เฉลี่ย 35.3±26.3 คัน/วัน/พนักงาน รองลงมาคือ รถกระบะ 4 ล้อ และรถจักรยานยนต์ เฉลี่ย 34.3±24.3 และ 29.9±23.3 คัน/วัน/พนักงาน ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณการให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิงจำแนกตามประเภทของรถในแต่ละกะการทำงาน (คัน/วัน/พนักงาน)

ประเภทของรถ	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		กลุ่มตัวอย่าง (n=64)
	กะเช้า (n=30 คน)	กะบ่าย (n=34 คน)	
รถทัวร์/รถบัส	5.2±7.5	3.5±2.7	4.1±5.6
รถบรรทุก/รถมากกว่า 4 ล้อ	8.1±8.8	9.0±6.0	8.3±7.3
รถตู้	7.7±5.6	9.1±5.4	8.1±5.4
รถกระบะ 4 ล้อ	29.6±20.8	40.9±27.9	34.3±24.3
รถที่นั่งส่วนบุคคล 4 ล้อ	32.6±19.4	38.8±33.6	35.3±26.3
รถจักรยานยนต์	25.2±13.9	36.0±3.2	29.9±23.3
รวมทั้งหมด	117.8±70.2	171.8±84.9	139.7±78.0

4.3 ระดับของกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะ

ก่อนการทำงานพนักงานมีปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกเฉลี่ย 33.1 ± 2.3 ไมโครกรัมต่อกรัมครีอะตินีน หลังสิ้นสุดการทำงานมีปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกเพิ่มขึ้นมีค่าเฉลี่ย 77.6±2.0 ไมโครกรัมต่อกรัมครีอะตินีนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพนักงานมีค่าการรับสัมผัสสูงสุดเท่ากับ 532.7 ไมโครกรัมต่อกรัมครีอะตินีน เมื่อพิจารณาในแต่ละกะการทำงานพบปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกไม่มีความแตกต่างกัน นั่นคือ ก่อนเริ่มทำงานกะเช้าและบ่ายมีค่าเฉลี่ย 37.2±2.2 และ 33.0±2.4 ไมโครกรัมต่อกรัมครีอะตินีนตามลำดับ และหลังการทำงานแต่ละกะมีค่าเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นใกล้เคียงกันเท่ากับ 85.6±2.2 และ 77.9±2.0 ไมโครกรัมต่อกรัมครีอะตินีน ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกระหว่างก่อนและหลังการปฏิบัติงาน

กรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิก	เปอร์เซ็นต์ไทล์			มัธยฐาน	พิสัยควอไทล์	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	GM ±GSD	Z	*p*
	25	50	75						
กะเช้า									
ก่อนทำงาน	21.1	37.2	55.7	37.2	34.6	7.9-172.7	37.2±2.2[d]	-4.623	0.000[*a]
หลังทำงาน	49.5	77.7	160.4	77.7	110.9	22.9-532.7	85.6±2.2[e]		
กะบ่าย									
ก่อนทำงาน	22.7	30.8	64.7	30.8	42.0	3.0-206.7	33.0±2.4	-4.541	0.000[*b]
หลังทำงาน	44.1	84.9	111.9	84.9	67.8	20.8-383.1	77.9±2.0		
รวม									
ก่อนทำงาน	20.7	35.5	59.5	35.5	38.8	3.0-206.7	33.1±2.3	-6.791	0.000[*c]
หลังทำงาน	46.8	81.8	116.0	81.8	69.2	20.8-532.7	78.4±2.0		

GM=Geometric Mean, GSD= Geometric Standard Deviation

[a] ทดสอบด้วยวิลคอกซัน เปรียบเทียบกรดทรานส์ ทรานส์มิวโคนิกกะเช้าระหว่างก่อนการทำงานและหลังการทำงาน: *แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

[b] ทดสอบด้วยวิลคอกซัน เปรียบเทียบกรดทรานส์ ทรานส์มิวโคนิกกะบ่ายระหว่างก่อนการทำงานและหลังการทำงาน: *แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

[c] ทดสอบด้วยวิลคอกซัน เปรียบเทียบกรดทรานส์ ทรานส์มิวโคนิกทั้ง 2 กะการทำงานระหว่างก่อนการทำงานและหลังการทำงาน: *แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

[d] ทดสอบด้วยแมน-วิทนีย์ เปรียบเทียบกรดทรานส์ ทรานส์มิวโคนิกก่อนการทำงานระหว่างกะเช้าและกะบ่าย: ไม่แตกต่างกัน

[e] ทดสอบด้วยแมน-วิทนีย์ เปรียบเทียบกรดทรานส์ ทรานส์มิวโคนิกหลังการทำงานระหว่างกะเช้าและกะบ่าย: ไม่แตกต่างกัน

4.4 การประเมินสารชีวเคมีในเลือด

ผลการทดสอบทางห้องปฏิบัติการประเมินสารชีวเคมีในเลือดพบว่า พนักงานมีค่าเฉลี่ยความสมบูรณ์ของเลือด ได้แก่ เม็ดเลือดขาว เม็ดเลือดแดง และเกล็ดเลือด การทำงานของตับ ได้แก่ เอนไซม์อะลานีนอะมิโนทรานเฟอร์เรสและเอนไซม์แอสพาเตตอะมิโนทรานเฟอร์เรสและการทำงานของไต ได้แก่ ยูเรียไนโตรเจนในเลือดและคริอะตินีนอยู่ในเกณฑ์ปกติ โดยทั้งกะเช้าและกะบ่ายมีปริมาณสารชีวเคมีในเลือดไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบสารชีวเคมีในเลือดของพนักงาน

สารชีวเคมี	หน่วย	กะการทำงาน ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		กะเช้า	กะบ่าย	รวม
เม็ดเลือดขาว	$\times 10^3$ เซลล์ต่อไมโครลิตร	7.2±1.5	8.5±2.5	7.8±2.1
เม็ดเลือดแดง				
- เซลล์เม็ดเลือดแดง	$\times 10^6$ เซลล์ต่อไมโครลิตร	4.7±0.6	4.9±0.5	4.8±0.6
- ฮีโมโกลบิน	กรัมต่อเดซิลิตร	13.2±1.9	14.1±2.1	13.6±1.9
- ฮีมาโตคริต	เปอร์เซนต์	37.9±4.8	39.7±5.3	38.7±4.9
เกล็ดเลือด	$\times 10^3$ เซลล์ต่อไมโครลิตร	290.2±80.2	315.4±131.7	304.7±104.2
การทำงานของตับ				
- อะลานีนอะมิโนทรานเฟอร์เรส	ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร	26.3±11.8	22.8±8.2	24.3±9.8
- แอสพาเตตอะมิโนทรานเฟอร์เรส	ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร	19.5±9.2	20.8±14.0	19.8±11.2
การทำงานของไต				
- ยูเรียไนโตรเจนในเลือด	ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร	11.5±2.8	10.8±2.5	11.0±2.6
- คริอะตินีน	ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร	0.7±0.1	0.7±0.2	0.7±0.1

4.5 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะกับสารชีวเคมี

ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะกับสารชีวเคมีในเลือด เมื่อพิจารณาตามกะการทำงานพบว่า ในกะเช้าปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณเม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบิน และฮีมาโตคริตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สำหรับพนักงานกะบ่ายพบว่า ปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณเม็ดเลือดแดง และปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณเม็ดเลือดขาวและคริอะตินีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4) และเมื่อวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ เพิ่มเติม พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสารชีวเคมีในเลือดอย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($p<0.05$) ได้แก่ อายุมีความสัมพันธ์เชิงลบกับฮีโมโกลบินและฮีมาโตคริต การสูบบุหรี่มีความสัมพันธ์กับยูเรียไนโตรเจนในเลือด และปริมาณการให้บริการเติมน้ำมันเชื้อเพลิง (จำนวนคัน) มีความสัมพันธ์กับคริอะตินีน

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะกับสารชีวเคมีในเลือดจำแนกตามกะการทำงาน

สารชีวเคมีในเลือด	กะเช้า		กะบ่าย	
	r	*p*	r	*p*
เม็ดเลือดขาว	0.149	0.440	0.403	0.033*
เม็ดเลือดแดง				
- เซลล์เม็ดเลือดแดง	-0.480	0.008*	-0.407	0.032*
- ฮีโมโกลบิน	-0.383	0.040*	-0.279	0.150
- ฮีมาโตคริต	-0.390	0.037*	-0.344	0.073

สารชีวเคมีในเลือด	กะเช้า		กะบ่าย	
	r	*p*	r	*p*
เกล็ดเลือด	-0.192	0.318	-0.300	0.121
การทำงานของตับ				
- อะลานีนอะมิโนทรานเฟอร์เรส	-0.034	0.862	0.000	0.999
- แอสพาเตตอะมิโนทรานเฟอร์เรส	-0.220	0.252	0.167	0.395
การทำงานของไต				
- ยูเรียไนโตรเจนในเลือด	0.076	0.695	0.115	0.561
- ครีอะตินีน	0.218	0.255	0.435	0.021*

ทดสอบด้วยสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน : *แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

5. อภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษากรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะกับผลกระทบต่อสารชีวเคมีในเลือดในกลุ่มพนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในจังหวัดระยอง ภาคตะวันออกของประเทศไทย ในการอภิปรายผลได้นำเสนอตามประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

ลักษณะการทำงาน พนักงานทำงานบริการน้ำมันโดยแบ่งออกเป็น 2 กะการทำงาน กะละ 8 ชั่วโมงทำงาน 6 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลาทำงานสอดคล้องกับหลายการศึกษาในประเทศไทย (Chailieng, Pimpasaeng, & Thapphasaraphong 2015; Tunsaringkarn, Rungsiyothin, & Nopparatbundit, 2012) ในการศึกษาครั้งนี้พนักงานไม่ได้ทำงานควบกะซึ่งแบ่งกะการทำงานอย่างชัดเจน อนึ่ง การทำงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมีการบริหารจัดการหมุนเวียนกะเข้าทำงานที่คล้ายกันในทุกภูมิภาค และเป็นไปตามข้อกำหนดทางกฎหมายแรงงานที่ระบุถึงระยะเวลาในการทำงานที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพและความปลอดภัยของลูกจ้างต้องทำงานไม่เกิน 8 ชั่วโมงต่อวัน หรือ 48 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ (กฎกระทรวง, 2543) อย่างไรก็ตาม แม้พนักงานปฏิบัติงานในช่วงเวลาการทำงานตามกฎหมายกำหนด แต่พนักงานมีโอกาสรับสัมผัสสารเบนซีนขณะปฏิบัติงานได้ โดยการรายงานของ Alyami (2017) ได้ตรวจวัดปริมาณสารเคมีที่ระเหยออกมาจากการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงระยะเวลาสั้น ๆ 15 นาที (short term) พบค่า สารเบนซีนเฉลี่ย 0.37 ส่วนในล้านส่วน

การประเมินการรับสัมผัสด้วยตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในรูปของกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะสำหรับกลุ่มที่รับสัมผัสสารเบนซีนระดับต่ำ (< 1 ส่วนในล้านส่วน) ในสิ่งแวดล้อมการทำงาน ยังเป็นข้อโต้แย้งกันในทางวิชาการ ในบางฉบับกล่าวว่าไม่สามารถเป็นดัชนีชี้วัดที่เหมาะสมกับสารเบนซีน ทั้งนี้เพราะมีปัจจัยกวนได้ เช่น การสูบบุหรี่ และการรับประทานอาหารที่มีกรดซอร์บิก (sorbic acid) (Jalai, Ramezani, & Ebrahim, 2017) ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาศึกษาเป็นตัวแปรควบคุม อย่างไรก็ตาม มีรายงานที่ได้กล่าวถึงความเพียงพอต่อการนำไปใช้ประเมิน (ACGIH, 2019; Qu, Chen, & Cohen, 2000) การศึกษาครั้งนี้ได้นำตัวบ่งชี้ทางชีวภาพกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะมาประเมินในพนักงานตามคำแนะนำของ ACGIH (2019) ที่เป็นหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือและการอ้างอิงในวงกว้างทางอาชีวอนามัย พบว่า หลังการปฏิบัติงานพนักงานมีปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะมากกว่าก่อนการทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกันทั้งสองกะการทำงาน ถือว่าเป็นการยืนยันถึงการรับสัมผัสของสารเบนซีนในระดับต่ำ อนึ่งที่ ผ่านมามีการศึกษา

จำนวนน้อยที่ได้เปรียบเทียบปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะก่อนและหลังการทำงาน (Hopf, Talaska, & Moen, 2012) และยังไม่มีการศึกษาก่อนและหลังการทำงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ส่วนใหญ่ได้รวบรวมข้อมูลตัวบ่งชี้ทางชีวภาพเฉพาะหลังการรับสัมผัสจากการทำงานเท่านั้น (Tunsaringkarn, Soogarun, & Palasuwan, 2013; Koh, Jeon, & Ryu, 2015) จึงเป็นข้อสรุปได้ว่า พนักงานมีการรับสัมผัสสารเบนซีนจากการทำงาน และกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในการรับสัมผัสสารเบนซีนในระดับความเข้มข้นต่ำได้

จากข้อมูลการศึกษาเป็นข้อสังเกตได้ว่า กะเช้ามีปริมาณกรดกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะมากกว่ากะการทำงานช่วงบ่าย และผลต่างที่เกิดขึ้นระหว่างก่อนและหลังการทำงานในกะเช้ามีปริมาณเพิ่มมากกว่ากะบ่าย ในขณะที่ปริมาณรถที่เข้ารับบริการในกะบ่ายมีมากกว่ากะเช้า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารเบนซีนเป็นสารที่ระเหยในอากาศได้ง่ายโดยมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอย่างมาก (Kim, Ri, & Kim, 2019; Romero-Trigueros, Duperón, & Ferradás, 2017) มีการศึกษาในประเทศญี่ปุ่นได้ตรวจวัดปริมาณสารเบนซีนโดยแบ่งเป็นช่วง ช่วงละ 1 ชั่วโมง พบว่า จุดสูงสุดของการปนเปื้อนสารเบนซีนมากที่สุดเกิดขึ้นในช่วงเวลา 12.00 – 13.00 น. รองลงมาเป็นช่วงเวลา 11.00 – 12.00 น.(Tiwari, Hanai & Masunaga, 2010) เห็นได้ว่าเวลาดังกล่าวเป็นเวลาการทำงานของช่วงกะเช้า อีกทั้งในชั่วโมงการทำงานของกะเช้าอยู่ในช่วงเวลา 06.00 – 14.00 น. กะการทำงานช่วงบ่ายเวลา 14.00 – 22.00 น. ในช่วงเวลากะเช้าจะเป็นช่วงเวลากลางวันที่มีดวงอาทิตย์ขึ้นตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง สำหรับช่วงบ่ายมีเวลาช่วงกลางวันประมาณ 4 ชั่วโมง และนอกจากนี้เห็นได้ว่ากะเช้ามีปริมาณการเติมรถทัวร์/บัสซึ่งเป็นรถขนาดใหญ่มีปริมาณจำนวนลิตรการเติมมากกว่ารถเล็ก ซึ่งกะบ่ายจะเติมรถจักยานยนต์ที่มากกว่า อย่างไรก็ตามเพื่อยืนยันการอนุมานนี้ในอนาคตจึงควรศึกษาให้แน่ชัดมากยิ่งขึ้นในปัจจัยของอุณหภูมิและจำนวนลิตรของการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงกับการประเมินการรับสัมผัส

จากการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกกับสารชีวเคมีในเลือด พบว่าปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณเม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบิน และฮีมาโตคริตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) ซึ่งเห็นได้ชัดเจนในกะเช้า ทั้งนี้ในกะบ่ายพบปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกมีความสัมพันธ์กับเม็ดเลือดแดง สำหรับฮีโมโกลบินและฮีมาโตคริตยังไม่พบความสัมพันธ์ตามนัยสำคัญทางสถิติที่ได้ตั้งไว้ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม ค่าทางสถิติที่ได้แสดงถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงแบบผกผันไปในทิศทางเดียวกันและใกล้เคียงกับนัยสำคัญที่กำหนด (ค่า r = -0.279, -0.344 และค่า p =0.150, 0.073 ตามลำดับ) ซึ่งอาจเกิดจากในกะเช้ามีการรับสัมผัสสารเบนซีนมาก กว่ากะบ่ายเมื่อประเมินด้วยปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิก จึงอาจส่งผลกระทบได้ชัดเจนมากกว่าได้ สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้หลายฉบับ (Negheb, Hosseinzadeh, &Hassanzadeh, 2015; Tunsaringkarn, Soogarun, & palasuwan, 2013; Abou-Elwafa, El-Gilany, & Bazeed, 2015) ทั้งนี้เม็ดเลือดแดงเป็นพารามิเตอร์ผลกระทบที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงจากพิษของสารเบนซีนมากที่สุด (Moro, Freitas, & Durgnte, 2015) มีรายงานกล่าวว่า สารเบนซีนเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วมีกระบวนการเมแทบอลึซึมที่ตับและที่ปอดเป็นสำคัญด้วยเอนไซม์ไซโตโครมพี 450 2อี1 จากนั้นเมแทบอไลต์ของสารเบนซีนจะถูกกระจายไปที่ไขกระดูกทำให้เกิดพิษต่อการกดการทำงานของไขกระดูกส่งผลให้ปริมาณเม็ดเลือดแดงลดลงได้ (IARC, 2020) มีการศึกษาสนับสนุนของ Abou-Elwafa (2015) พบว่า

กลุ่มพนักงานบริการน้ำมันมีปริมาณเม็ดเลือดแดง (×106 เซลล์ต่อไมโครลิตร) ฮีโมโกลบิน (กรัมต่อเดซิลิตร) และฮีมาโตคริต (ร้อยละ) ค่าเฉลี่ย 4.8±0.4, 13.9±1.3 และ 39.7±3.4 ตามลำดับ ลดลงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย 5.3±3.6, 15.2±1.2 และ 43.7±3.6 ตามลำดับ และการศึกษาในประเทศเกาหลีใต้ พบว่า การรับสัมผัสสารเบนซีนในสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์กับเม็ดเลือดแดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Koh, Jeon, & Ryu, 2015) อย่างไรก็ตาม การศึกษาในประเทศเกาหลีใต้ได้ใช้รูปแบบติดตามเป็นระยะเวลา 5 ปี ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ที่ได้เก็บรวบรวมแบบภาคตัดขวาง อนึ่งผลการศึกษาที่ได้มีความสอดคล้องกัน

นอกจากนี้ปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณเม็ดเลือดขาว ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับ Tin (2017) ที่พบว่ากลุ่มพนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมีปริมาณเม็ดเลือดขาวเฉลี่ยเท่ากับ 8.2±1.3 ×103 เซลล์ต่อไมโครลิตร มากกว่ากับกลุ่มควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.0±1.4 ×103 เซลล์ต่อไมโครลิตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาที่พบในทิศทางตรงกันข้าม เช่น Eze (2018) พบปริมาณเม็ดเลือดขาวลดลงในผู้รับสัมผัส ทั้งนี้มีข้อมูลระบุถึงการเกิดพิษจากสารเบนซีนกับปริมาณเม็ดเลือดขาว พบว่า ค่านี้จะมีความแปรปรวนมากที่สุด นั่นคือ การรับสัมผัสสารเบนซีนในระยะแรกอาจส่งผลให้ปริมาณเม็ดเลือดขาวสูงขึ้นได้ ก่อนที่จะมีการลดลงในภายหลัง (Olson, Clark, & Kearney, 2004) เป็นไปได้อย่างมากในเริ่มแรกของการถูกทำลายจากสารเบนซีน ร่างกายจะเกิดการอักเสบ จากนั้นเกิดการตอบสนองโดยการหลั่งเม็ดเลือดขาว (Zhang, Wang, & Zhang, 2018) ส่งผลให้พบปริมาณเม็ดเลือดขาวเพิ่มสูงขึ้นได้ หากยังมีการรับสัมผัสอย่างต่อเนื่องจึงนำไปสู่การเกิดพิษแบบเรื้อรัง โดยสารเบนซีนจะกดการทำงานของไขกระดูกซึ่งเป็นแหล่งการผลิตเม็ดเลือดที่สำคัญทำให้เกิดการลดลงของเม็ดเลือดทุกชนิดในภายหลังได้ (Olson, Clark, & Kearney, 2004) ผลการศึกษาที่น่าสนใจอีกประการคือ พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกกับสารคริอะตินีน และเมื่อวิเคราะห์จำนวนรถที่เข้ารับบริการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงพบว่า มีความสัมพันธ์กับสารคริอะตินีนเช่นกัน อนึ่งพนักงานบริการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 139 คันต่อวันต่อคน ซึ่งในทุกการเติมน้ำมัน 30 ลิตรจะมีสารเบนซีนออกมาได้ร้อยละ 5 (Runion, 2010) ครั้งนี้ถือเป็นหลักฐานทางวิชาการเพิ่มเติมจากก่อนหน้านี้ที่พบความขัดแย้งของข้อมูลหาข้อสรุปไม่ได้ เพราะน้ำมันเชื้อเพลิงในปัจจุบันไม่มีส่วนประกอบของโลหะหนัก ((Pérez-Herrera, *et al*., 2019; El-Mahdy, Kharoub, & El-Halawany, 2015; Awodele, Sulayman, & Akintonwe, 2014) ทั้งนี้มีรายงานกล่าวว่า ในน้ำมันเชื้อเพลิงมีผลต่อเนื้อเยื่อเมมเบรนและรบกวนกิจกรรมของสารโซเดียมและโพแทสเซียม (Na+/K+/ATPase) เพื่อการขนส่งความเข้มข้นระหว่างภายในเซลล์และนอกเซลล์ ซึ่งเมื่อรับสัมผัสอาจทำให้การทำงานของไตเพิ่มมากขึ้นได้ (Ekpenyong, & Asuquo, 2017; Ravnskov, 2000) ที่ผ่านมามีรายงานกล่าวว่า น้ำมันเชื้อเพลิงมีผลกระทบต่อการบาดเจ็บของหลอดเลือดที่ไต (Awodele, Sulayman, & Akintonwe, 2014) และทำลายระบบภูมิคุ้มกันของไตได้ (Renal immune system) (Pérez-Herrera, *et al*., 2019)

งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดคือ ได้ประเมินการรับสัมผัสสารเบนซีนด้วยรูปของกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะ ซึ่งเป็นสารย่อยสลาย (metabolite) ของสารเบนซีน โดยไม่ได้ประเมินสารเบนซีนในอากาศในระดับลมหายใจของพนักงานร่วมด้วย อนึ่งจะเป็นข้อมูลที่ยืนยันการรับสัมผัสสารเบนซีนที่ชัดเจนขึ้น อย่างไรก็ตาม ใน

งานวิจัยนี้ได้ประเมินการรับสัมผัสในรูปของสารย่อยสลายบนพื้นฐานการทบทวนวรรณกรรมพบปริมาณสารเบนซีนในอากาศมีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Carrieri, *et al*., 2010) จึงได้นำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในการรับสัมผัสสารเบนซีน สำหรับข้อดี คือ ได้ประเมินปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกในปัสสาวะทั้งก่อนและหลังการทำงานซึ่งยังพบได้น้อยในงานวิจัยที่ผ่านมา เพื่อเป็นการยืนยันการรับสัมผัสสารเบนซีนจริงจากการทำงานก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับผลกระทบทางชีวเคมี

6. ข้อเสนอแนะ

บทสรุปการศึกษาครั้งนี้พบปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกที่เพิ่มมากขึ้นมีความสัมพันธ์กับเม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบิน และฮีมาโตคริตลดลง และปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับเม็ดเลือดขาวและคริอะตินีนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษาพนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงควรได้รับการคัดกรองภาวะสุขภาพด้วยตัวบ่งชี้ผลกระทบต่อร่างกายโดยการตรวจความสมบูรณ์ของเลือดและการทำงานของไต และในอนาคตหากต้องการยืนยันผลที่แน่ชัดควรตรวจวัดสารเบนซีนที่ระดับลมหายใจร่วมด้วย อีกทั้งควรออกแบบการศึกษาในรูปแบบเชิงวิเคราะห์เพื่อพิสูจน์ความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณพยาบาลวิชาชีพและนักวิชาการสาธารณสุข โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา สยามบรมราชกุมารี ระยอง ที่ช่วยเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงทุกท่านที่เข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยความสมัครใจจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

กฎกระทรวง. (2547). กำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการตรวจสุขภาพของลูกจ้างและส่งผลการตรวจแก่พนักงานตรวจแรงงาน พ.ศ. 2547. ลงวันที่ 13 มกราคม 2548.

กฎกระทรวง. (2543). ฉบับที่ 7 ออกตามความในพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541. ลงวันที่ 27 มกราคม 2543.

ฉัตรสุดา พิมพาแสง, และสุนิสา ชายเกลี้ยง. (2557). การรับสัมผัสสารเบนซีนในพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง: กรณีศึกษาเทศบาลนครขอนแก่น เมืองขอนแก่น. วารสารวิจัย มข, 19(2), 354-361.

ฌาน ปัทมะ พลยง, อนามัย เทศกะทึก, และนันทพร ภัทรพุทธ. (2558). เปรียบเทียบการรับสัมผัสสารเบนซีนและผลกระทบต่อสุขภาพในผู้ประกอบอาชีพริมถนนเขตพื้นที่มาบตาพุด จังหวัดระยอง. วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ, 8(28), 7-20.

Abdel-Maksoud, H.A., Elharrif, M.G., Mahfouz, M.K., Omnia, M.A., Abdullah, M.H., & Eltabey, M.E. (2019). Biochemical study on occupational inhalation of benzne vapoure in petrol staton. Reapiratory Medicine Case Reports, 27, 1-4.

Abdel-Rasoul, M.A., Salem, E.A., Allam, H.K., Shehata, Y.A., Abu-Salem, M.E., & El-Sayed Zagloul, A.F. (2017). Neurobehavioral and hematological health disoders among fuel supply station workers. Menoufia Med J, 30,1103-1119.

Abou-Elwafa, H.S., Albadry, A.A., El-Gilany, A.H., & Bazeed, F.B. (2015). Some biochemical and hematological parameters among petrol satation attendants: A comparative study. BioMed Research International. Retrieved October 7, 2018, from from http://dx.doi.org/ 10.1155/2015/418724

Abubakar, M.B., Abdullah, W.Z., Sulaiman, S.A., Uboh, F.E., & Ang, B.S. (2013). Effect of honey supplementation on toxicity of gasoline vapor exposure in rats. International Journal of Applied Research in Natural Products, 6(4), 16-22.

Agency for Toxic Substances & Disease Registry (ATSDR). (2014). Benzne. Retrieved October 5, 2018, from https://www.atsdr.cdc.gov/substances/ toxsubstance.asp? toxid=14

Agency for Toxic Substances & Disease Registry (ATSDR). (2007). Toxicological profile for benzene. Department of health and human services public health service. United States.

Al-Jadaan, S.A.N., & Alkinany, A.S.J. (2017). Impact of benzene exposure on lung function of fuel stations workers in Basra city, Southren of Iraq. International Journal of Pharmaceutical Science and Health Care, 7(2), 31-36.

Alyami, A.R. (2017). Occupational exposure assessment to gasoline vapours under various conditions at public gasoline station. Athens Journal of Sciences, 4(4), 323-342.

American conference of governmental industrial hygienists (ACGIH). (2019). TLV and BEIs. United States.

Awodele, O., Sulayman, A.A., & Akintonwe, A. (2014). Evaluation of hematological hepatic and renal function of petroleum tanker drivers in Lagos, Nigeria. Afr Health Sci, 14, 178-184.

Carrieri, M., *et al*. (2010). Correlation between environmental and biological monitoring of exposure to benzene in petrochemical industry operators. Toxicology Letters, 192, 17-21.

Chailieng, S., Pimpasaeng, C., & Thapphasaraphong, S. (2015). Benzene exposure at gasoline stations: Health risk assessment. Human and Ecological Risk Assessment, 21, 2213-2222.

Chailieng, S., Suggaravesiri, P., Kaminski, N., & Autrup, H. (2019). Factors affecting urinary tt-muconic acid detection among benzene exposed workers at gasoline stations. International Journal of Environment Research and Public Health, Retrieved May 12, 2020, from doi:10.3390/ijerph16214209

Ekpenyong, C.E., & Asuquo, AE. (2017). Recent advances in occupational and environmental health hazards of workers exposed to gasoline compounds. IJOMEH, 30, 1-26.

El-Mahdy, N.M., Radwan, N.M., Kharoub, H.S., & El-Halawany, F. (2015). Chromosomal abnormalities among petrol station workers occupationally exposed to benzene. British Journal of Applied Science & Technology, 7(5), 501-513.

Eze, A.N., Eluke, B.C., Eluke, C.C., Ezigbo, E., & Uzoma, I. (2018). The effect of chronic occupational exposure to petroleum products on hematological and biochemical parameters of petrol attendants. JAMMR, 28(6), 1-8.

Hopf, N.B., Kirkeleit, J., Bratveit, M., Succop, P., Talaska, G., & Moen, BE. (2012). Evaluation of exposure biomarkers in offshore workers exposure to low benzene and toluene concentrations. Int Arch Occup Environ Health, 85, 261-271.

International Agency for Research on Cancer (IARC). (2020). Benzene volume 120 : IARC monograhs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. United States.

Jalai, A., Ramezani, Z., & Ebrahim, K. (2017). Urinary trans, trans-muconic acid is not a reliable biomarker for low-level environmental and occupational benzene exposures. Safety and Health at Work, 8, 220-225.

Kim, K.I., Han, C.H., Choe, Y.A., Ju, K.S., Ri, D.H., & Kim, S.N. (2019). Influence of temperature and humidity on the detection of benzene vapor by a piezoelectric crystal sensor. Instrumentation Science & Tecnology.Retrieved November 3, 2020, from https://doi.org/10.1080/10739149.2019.1594248

Koh, D.H., Jeon, H.K., & Ryu, H.W. (2015). The relationship between low-level benzene exposure and blood cell counts in Korean workers. Occupational & Environment Medicine, 72(6), 421-427.

Liang, B., Zhong, Y., Chen, K., Zeng, L., Li, G., & Zheng, J. (2018). Serum plasminogen as a potential biomarker for the effects of low-dose benzene exposure. Toxicology, 410, 59-64.

Moro, A.M., Brucker, N., Charao, M.F., Sauer, E., Freitas, F., & Durgante, J. (2015). Early hematological and immunological alterations in gasoline station attendants exposed to benzene. Environmental Research, 137, 349-356.

Negheb, M., Hosseinzadeh, K., & Hassanzadeh, J. (2015). Early liver and kidney dysfunction associated with occupational exposure to sub-threshold limit value levels of benzene, toluene, and xylenes in unleaded petrol. Safety and Health at Work, 6(4), 312-316.

Okonkwo, C.O.J., Ehileboh, A.D., Nwobodo, E., & Dike, C.C. (2016). The effects of acute gasoline vapour inhalation on some haematological indices of albino wistar rats. Journal of Acute Disease, 5, 123-125.

Olson, K.R., Anderson, I.B., Benowitz, N.L., Blanc, P.D., Clark, R.F., & Kearney, T.E. (2004). Poisoning & drug overdose. The California Poison Control System. 5th ed. New York: McGraw-Hill, United States.

Pérez-Herrera, N., *et al*. (2019). Evaluation of benzene exposure and early biomarkers of kidney damage in children exposed to solvents due to precarious work in Ticul, Yucatan, Mexico. Annals of Global Health, 85, 1-8.

Qu, Q., Melikian, A.A., Li, G., Shore, R., Chen, L., & Cohen, B. (2000). Validation of biomarkers in humans exposed to benzene: Urine metabolites. Am J Ind Med, 37, 522-531.

Ravnskov, U. (2000). Hydrocarbon exposure may cause glomerulonephritis and worsen renal failure: Evidence based on Hill's criteria of causality. QJM, 93, 551-556.

Romero-Trigueros, C., Miñarro, M.D., Duperón, E.G., & Ferradás, E.G. (2017). Influence of sample temperature and environmental humidity on measurements of benzene in ambient air by transportable GC-PID. Atmos Meas Tech, 10, 4013-4022.

Runion, H.E. (2010). Benzene in gasoline. Amer Indust Assoc J. Retrieved November 3, 2020, from http://doi.org/10.1080/ 0002889758507257

Stenehjem, J.S., *et al*. (2015). Benzene exposure and risk of lyphohaematopoietic cancers in 25000 offshore oil industry workers. British Journal of Cancer, 112, 1603-1612.

Tiu, D.N., & Dubey, P. (2017). Study of WBC count and its association with blood pressure in petrol pump filling workers of Barabanki city, Uttarpradesh. Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research, 5, 87-90.

Tiwari, V., Hanai Y., & Masunaga, S. (2010). Ambient levels of volatile organic cimpouns in the vicinity of petrochemical industrial area of Yokohama, Japan. Air Qual Atmos Health, 3, 65-75.

Tunsaringkarn, T., Soogarun, S., & Palasuwan, A. (2013). Occupational exposure to benzene and changes in hematological parameters and urinary trans, trans-muconic acid. Int J Occup Environ Med, 4, 45-49.

Tunsaringkarn, T., Siriwong, W., Rungsiyothin, A., & Nopparatbundit, S. (2012). Occupational exposure of gasoline station workers to BTEX compounds in Bangkok, Thailand. Int J Occup Environ Med, 3, 117-125.

Wayne, W.D. (1987). Biostatistics: A foundation for analysis in the health science. 4th ed. Singgapore: John Wiley and Sons. United States.

Zhang, Z., Li, P., Lin, D., Wang, D., & Zhang, Y. (2018). Proteome analysis of the potential serum biomarkers for chronic benzene poisoning. Environmental Toxicology and Pharmacology, 60, 157-164.