

# เปรียบเทียบระดับกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิกระหว่างกลุ่มสัมผัสและไม่สัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทางผิวหนังของพนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จังหวัดระยอง

## Comparison of trans, trans-muconic acid between groups of gas station attendants, with and without skin contact with fuel oil in Rayong province

ฉาน ปัทมา พลอย<sup>1</sup>Chan Pattama Polyong<sup>1</sup>ทงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข<sup>1</sup>Tanongsak Yingratanasuk<sup>1</sup>จินตนา ศิริวาราศัย<sup>2</sup>Jintana Sirivarasai<sup>2</sup>อนามัย เทศกะทิก<sup>1</sup>Anamai Thetkathuek<sup>1</sup><sup>1</sup>คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา<sup>1</sup>Faculty of Public Health Burapha University<sup>2</sup>คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามธิบดี<sup>2</sup>Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital

มหาวิทยาลัยมหิดล

Mahidol University

DOI: 10.14456/dcj.2021.61

Received: August 22, 2020 | Revised: January 21, 2021 | Accepted: February 5, 2021

### บทคัดย่อ

การศึกษาพรรณนาแบบภาคตัดขวางนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิก (trans,trans-muconic acid, t,t-MA) ในปัสสาวะซึ่งเป็นเมแทบอไลต์ (Metabolite) ของสารเบนซินระหว่างกลุ่มพนักงานให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิงที่สัมผัสและไม่สัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทางผิวหนัง กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จังหวัดระยอง จำนวน 5 แห่ง จำนวน 64 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วยแบบสัมภาษณ์ และการเก็บปัสสาวะก่อนและหลังการปฏิบัติงาน สำหรับความเข้มข้นของ t,t-MA ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ วิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติเชิงอนุมาน Independent sample t-test และ Paired t-test ผลการศึกษาพบว่า พนักงานส่วนใหญ่ (ร้อยละ 73.4) ไม่ได้สวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองระบบทางเดินหายใจส่วนบุคคล สำหรับผู้ที่สวมใส่ได้ใช้หน้ากากผ้า ร้อยละ 26.6 พนักงานให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิงได้สวมใส่ตลอดระยะเวลาทำงาน ร้อยละ 14.1 ในรอบ 1 สัปดาห์ที่ผ่านมาเคยสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทางผิวหนัง ร้อยละ 64.1 โดยเหตุการณ์กรดเกิดขึ้น 5-6 วันต่อสัปดาห์ ร้อยละ 29.3 ในส่วนการดูแลสุขอนามัยส่วนบุคคล พบว่าพนักงานจัดการด้วยการล้างด้วยน้ำเปล่ามากที่สุด ร้อยละ 39.1 รองลงมา คือ เช็ดทำความสะอาดผิวหนัง ให้แห้ง ร้อยละ 23.4 ผลการเปรียบเทียบปริมาณ t,t-MA ในปัสสาวะระหว่างกลุ่มสัมผัสและไม่สัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิง พบว่า หลังการทำงานพนักงานที่เคยสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของ t,t-MA 93.43 (1.93)  $\mu\text{g/g Cr}$  ซึ่งสูงกว่าพนักงานที่ไม่เคยสัมผัส (t,t-MA 60.05 (2.14)  $\mu\text{g/g Cr}$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p=0.017$ ) สรุป สารเบนซินสามารถดูดซึมผ่านทางผิวหนังได้ในพนักงานที่สัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงกรด ดังนั้นควรส่งเสริมการใช้อุปกรณ์คุ้มครองระบบทางเดินหายใจส่วนบุคคลร่วมกับอุปกรณ์คุ้มครองแขนในการป้องกันสุขภาพในพนักงานให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิง

ติดต่อผู้พิมพ์ : อนามัย เทศกะทีก

อีเมล : anamai@buu.ac.th

## Abstract

This cross-sectional deceptive study aimed to compare urinary trans, trans-muconic acid (t,t-MA), a metabolite of benzene, between groups of gas station attendants, with and without skin contact with fuel oil. A total of 64 workers in 5 gas stations in Rayong province were randomly selected by cluster sampling. The research tools consisted of interview form and pre- and post- shifts urine collection. The urinary t,t-MA concentration of the biological samples were analyzed by High Performance Liquid Chromatography (HPLC). The data were analyzed by the descriptive statistics, and inferential statistics including number, percentage, geometrical mean, standard deviation, median, quartile range, Independent sample t-test and paired t-test. The results showed that most of the gas station attendants (73.4 percent) did not wear personal respiratory protection equipment whereas 26.6 percent of gas station attendants wore the cotton masks. Of those wearing the cotton masks, 14.1 percent wore the cotton masks all the time. In the past 1 week, the percentage of the gas station attendants who had contacted fuel oil with skin, hands, and arms accidentally were 64.1 percent, 60.9 percent and 17.2 percent, respectively. The incidents of direct contact with fuel oil occurred every day for 18.7 percent. In terms of personal hygiene, it was found that the 39.1 percent washed their skin with water and the 23.4 percent wiped their skin without water. The comparison results of urinary t,t-MA between 2 groups, with and without skin contact with fuel oil, showed that the group of those having skin contact with fuel oil had a GM (GSD) of t,t-MA at 93.43 (1.93)  $\mu\text{g/g Cr}$  which was significantly higher than the group who had no skin oil contact (t,t- MA of 60.05 (2.14)  $\mu\text{g/g Cr}$ ) ( $p=0.017$ ). In conclusion, benzene could penetrate through the skin of the employees who had skin contact with fuel oil. Therefore, the personal respiratory protection equipment accompanied with the arm protection equipment should be promoted to be used for the gas station attendants' health protection.

Correspondence: Anamai Thetkathuek

E-mail: anamai@buu.ac.th

### คำสำคัญ

กรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิก, น้ำมันเชื้อเพลิงหกรดผิวหนัง, พนักงานให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิง

### Keywords

trans,trans-muconic acid, Contacts of fuel oil on skin, Gas station attendants

## บทนำ

สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นสถานที่ที่มีความสำคัญต่อผู้ใช้รถ ใช้ถนนเป็นอย่างมาก ปัจจุบันจำนวนรถยนต์ รถบรรทุกบนท้องถนนกำลังเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว<sup>(1)</sup> โดยน้ำมันเชื้อเพลิงมีหลายสูตรด้วยกัน เช่น น้ำมันเบนซิน (Gasoline) มีส่วนผสมของไฮโดร

คาร์บอนแบบอิมัตว์และไม่อิมัตว์ โดยน้ำมันเบนซินมีส่วนประกอบด้วยสารกลุ่มอัลเคนประมาณ 62.0% อัลคีน 7.0% และอะโรมาติกและสารเติมแต่ง 31.0%<sup>(2)</sup> ทั้งนี้ สารเบนซิน (Benzene) จัดเป็นสารประกอบอินทรีย์ (Volatile Organic Compounds: VOCs) หรืออาจเรียกว่า “สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย” สารประกอบอินทรีย์ระเหยนี้เป็นสารทำลายอินทรีย์ (Organic Solvents)

ในกลุ่มอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่เป็นสารก่อมะเร็ง (Carcinogen) ส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อร่างกายที่รุนแรงได้<sup>(3)</sup>

พนักงานเติมน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นอาชีพกลุ่มหนึ่งที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับสัมผัสสารเบนซินจนเกิดพิษต่อสุขภาพตามมา<sup>(4-5)</sup> เนื่องจากมีระยะเวลาปฏิบัติงานอยู่ในสถานีให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิงนาน 8-9 ชั่วโมงต่อกะการทำงาน<sup>(6)</sup> จำนวน 6 วันต่อสัปดาห์ อีกทั้งพนักงานจะต้องให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิงแก่ยานพาหนะจำนวนมากต่อวัน<sup>(5)</sup> ดังนั้นระหว่างการทำงานบริการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงที่เร่งรีบ อาจทำให้พนักงานมีโอกาสได้รับสัมผัสสารเคมีจากน้ำมันกระเด็นหกรดผิวหนังที่สำคัญ คือพนักงานส่วนใหญ่ไม่มีการสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองผิวหนัง เช่น บริเวณมือและแขน<sup>(7)</sup> จึงมีโอกาสได้รับสัมผัสสารเบนซินเข้าสู่ร่างกายได้

เส้นทางการรับสัมผัส (Pathway) ของสารเบนซินสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งทางการหายใจ การกลืนกิน และทางผิวหนัง<sup>(8)</sup> โดยเฉพาะการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนัง มักเกิดจากการกระเด็นหกรดของสารเคมีขณะปฏิบัติงาน<sup>(9-10)</sup> ที่สำคัญสารเบนซินยังมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (Low molecular weight) มีคุณสมบัติละลายไขมันได้ดี จึงดูดซึมทางผิวหนังได้ง่าย<sup>(11)</sup> สามารถกระจายไปสะสมยังอวัยวะต่างๆ ที่มีไขมันได้ เช่น สมอง ตับ และไขมันหน้าท้อง<sup>(12)</sup> โดยการดูดซึมทางผิวหนังในอดีตมีการศึกษาทั้งในหลอดทดลอง (in Vitro) ในปี ค.ศ. 1985 พบว่าสารเบนซินสามารถแพร่ผ่านเนื้อเยื่อมนุษย์ได้ในอัตราระหว่าง 99-1,855 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร/ชั่วโมง<sup>(13)</sup> และมีการศึกษาในเนื้อเยื่อของมนุษย์ (in Vivo) ในปี ค.ศ. 2018 พบว่า ความเข้มข้นของสารในช่วง 0.8-100 vol% มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับการซึมผ่านเนื้อเยื่อผิวหนังมนุษย์อย่างมาก ( $R^2=0.92$ ) โดยความเข้มข้นของสารเบนซินปริมาตร 0.8-10 vol% สามารถผ่านผิวหนังชั้นหนังกำพร้า (Epidermis) และชั้นลึกลงไปถึงชั้นไขมัน (Full-thickness) ได้ถึง  $9.37\pm 1.41$  และ  $1.82\pm 0.44$  ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร/ชั่วโมง<sup>(9)</sup> อย่างไรก็ตามความสามารถในการ

แพร่กระจาย ขึ้นอยู่กับบริเวณพื้นที่ของผิวหนัง โดยบริเวณแขนมีการดูดซึมสารเคมีได้ดีกว่าลำตัวเป็น 3 เท่า<sup>(14)</sup> จึงเป็นไปได้อย่างยิ่งหากร่างกายสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิง จะมีการซึมผ่านชั้นผิวหนังและกระจายในระบบเลือดของพนักงานได้

การดูแลสุขภาพพนักงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถทำได้โดยการเฝ้าระวังทางอาชีวอนามัยทางสิ่งแวดล้อมในการทำงานและสุขภาพ การเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อมในการทำงานส่วนใหญ่เป็นการเฝ้าระวังสารเบนซินทางการหายใจเป็นหลัก<sup>(15-17)</sup> ซึ่งทางเลือกหนึ่งคือการประเมินการรับสัมผัสทางผิวหนัง<sup>(18)</sup> กำลังอยู่ในความสนใจของผู้เชี่ยวชาญที่จะประเมินการรับสัมผัสสารเคมีทางผิวหนัง<sup>(19)</sup> รวมทั้งพยายามพัฒนาค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสทางผิวหนัง (Dermal Occupational Exposure Limits, DOELs)<sup>(20)</sup> อย่างไรก็ตามยังไม่สามารถยืนยันวิธีการตรวจวัดและค่าที่เป็นมาตรฐานที่ใช้ในเชิงปฏิบัติได้ ที่ผ่านมามีการศึกษาถึงวิธีการตรวจวัดทางผิวหนังโดยใช้แผ่นผงถ่าน (Activated charcoal cloth pads) ปิดบริเวณผิวหนังของมือและข้อมือ แต่ค่าสารเคมีที่ตรวจวัดได้มีปริมาณน้อยมาก<sup>(21)</sup> ดังนั้นทางเลือกหนึ่ง คือ การประเมินการรับสัมผัสทางผิวหนัง โดยใช้แบบสอบถาม<sup>(18)</sup> ส่วนการเฝ้าระวังสุขภาพพนักงาน โดยการประเมินระดับ S-phenylmercapturic acid (S-PMA) และ trans, trans-muconic acid (t,t-MA) ในปัสสาวะ<sup>(22)</sup> เพื่อเป็นตัวชี้วัดทางชีวภาพของสารเบนซินที่นำเชื้อถือนี้นั้น ในรูปหนึ่งของการย่อยสลายสารเบนซิน นอกจากนี้ในประเทศไทยยังมีห้องปฏิบัติการที่มีคุณภาพในการทดสอบ t,t-MA มากกว่าและราคาตรวจถูกกว่า S-PMA ดังนั้นการประเมินการได้รับสัมผัสสารเบนซินในร่างกายจึงนิยมตรวจในรูปแบบของ t,t-MA ในปัสสาวะ

ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการได้รับสัมผัสทางผิวหนังในกลุ่มพนักงานเติมน้ำมันเชื้อเพลิง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระดับกรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิคในปัสสาวะระหว่างกลุ่มสัมผัสและไม่สัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทางผิวหนังของพนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

จังหวัดระยอง ทั้งนี้ประโยชน์เพื่อเป็นข้อมูลทางวิชาการ ให้เห็นความสำคัญของการได้รับสัมผัสสารเบนซีนทางผิวหนังกับระดับการรับสัมผัสสารเบนซีนในปัสสาวะ เพื่อใช้เป็นข้อเสนอแนะในการดูแลสุขภาพและป้องกันการสัมผัสน้ำมันที่กระเด็นหกตอหน้ของพนักงานกลุ่มเสี่ยง รวมถึงชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์คุ้มครองผิวหนัง เช่น มือและแขนในกลุ่มที่ได้รับสัมผัสสารเบนซีนต่อไป

## วัสดุและวิธีการศึกษา

### รูปแบบการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ใช้รูปแบบการพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive study) ศึกษาในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในจังหวัดระยอง โดยการเก็บตัวอย่างจากแบบสัมภาษณ์หลังเลิกการปฏิบัติงาน และเก็บตัวอย่างปัสสาวะ เพื่อประเมินระดับ t,t-MA ในปัสสาวะ ซึ่งเป็นเมแทบอไลต์ของสารเบนซีน ทั้งนี้ได้เลือกศึกษาสารเบนซีนเพราะเป็นสารที่ระเหยในอากาศได้ง่ายและมีความรุนแรงต่อสุขภาพเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งของระบบเลือดได้ อีกทั้งในการศึกษานี้เลือกการประเมินด้วยรูปแบบ t,t-MA ตามคำแนะนำของหน่วยงาน ACGIH<sup>(22)</sup> หนึ่งในประเทศไทยมีการพัฒนาทางห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ที่ได้รับมาตรฐานของสากล (ISO 15189: 2012) และมาตรฐานของประเทศ (MOPH standard) โดยได้เก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ ก่อนและหลังการปฏิบัติงาน เก็บข้อมูลในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป็นพนักงานให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิงจังหวัดระยอง โดยไม่ทราบขนาดประชากร ดังนั้นจึงหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้โดยใช้สูตรของ Wayne (1987)<sup>(23)</sup> กำหนดค่าความแปรปรวนจากการศึกษาที่ผ่านมาในตัวแปร t,t-MA ในปัสสาวะ<sup>(6)</sup> เท่ากับ 98.08  $\mu\text{g/g Cr}$  ที่นัยสำคัญ ( $\alpha$ ) และอำนาจการทดสอบ ( $1-\beta$ ) 5.0% และ 80.0% ตามลำดับ ได้กลุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 54 คน อย่างไรก็ตามได้เก็บตัวอย่างเพิ่มเพื่อป้องกัน

การสูญหายของข้อมูลอีก 10 คน เป็นจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 64 คน โดยผู้วิจัยได้สำรวจเบื้องต้นในสถานีเติมน้ำมันเชื้อเพลิงที่ติดกับถนนเส้นทางหลัก หนึ่งพนักงานมีลักษณะการทำงานของพนักงานเติมน้ำมันที่คล้ายกัน ในลำดับถัดไปผู้วิจัยได้ประสานไปยังสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อเก็บตัวอย่างกับพนักงานที่ทำหน้าที่เติมน้ำมันทั้งหมดในสถานีด้วยความสมัครใจ ในการศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมพนักงานให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมด 5 สถานี เก็บพนักงานประมาณ 13 คนต่อสถานี ในกะการทำงานเช้าและบ่าย ได้ตัวอย่างทั้งหมด 64 คน เครื่องมือในการศึกษาและการรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้เครื่องมือวิจัย 2 ชนิด คือ 1) แบบสัมภาษณ์ แบ่งออกเป็น 6 ส่วน ได้แก่ (1) ข้อมูลทั่วไป จำนวน 5 ข้อ เช่น เพศ อายุ โรคประจำตัว และพฤติกรรมสุขภาพ เป็นต้น โดยการเลือกเติมคำ และเลือกตอบ (2) ประวัติการทำงาน เช่น อายุการทำงาน ชั่วโมงการทำงาน โดยให้ระบุเป็นตัวเลข (3) การสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองภัยส่วนบุคคล จำนวน 4 ข้อ เช่น ชนิดและประเภทอุปกรณ์คุ้มครองระบบทางเดินหายใจ อุปกรณ์คุ้มครองมือและแขน ตัวเลือกแบ่งความถี่ออกเป็น 5 ตัวเลือก ได้แก่ ปฏิบัติทุกครั้ง เกือบทุกครั้ง บ่อยครั้ง นานๆ ครั้ง และไม่ปฏิบัติ การให้คะแนน คือ 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ (4) การได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงหกตอหน้ทางผิวหนังใน 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา จำนวน 1 ข้อ ตัวเลือกแบ่งออกเป็นได้สัมผัสและไม่สัมผัส ให้คะแนนเป็น 1 และ 0 (5) การทำความสะอาดน้ำมันเชื้อเพลิงหกตอหน้ที่ผิวหนังและสุขวิทยาส่วนบุคคล จำนวน 5 ข้อ เช่น เช็ดทำความสะอาดคราบน้ำมันที่หกตอหน้ ขำระล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ เป็นต้น ให้คะแนนคือ 1 ทำความสะอาดหรือมีพฤติกรรมเหมาะสม และ 0 ไม่ได้ทำความสะอาดหรือมีพฤติกรรมไม่เหมาะสม โดยการสัมภาษณ์ตำแหน่งผิวหนังที่สัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงจากการหกตอหน้ที่ผิวหนัง ผู้วิจัยได้ประยุกต์แผนภาพร่างกายของ Behroozy<sup>(18)</sup> จำนวน 13 ส่วน ประกอบด้วย ไหล่และคอ มือ แขนส่วนต้น และแขนส่วนปลาย ขา และลำตัว ทั้งข้างซ้ายและขวา และศีรษะ

หรือใบหน้า ตัวเลือกแบ่งออกเป็นสัมผัสและไม่สัมผัส  
ในส่วนนั้นของร่างกาย ให้คะแนนเป็น 1 และ 0 ตาม  
ลำดับ และ (6) อาการทางสุขภาพที่เกิดขึ้นภายใน 1 วัน  
เช่น ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ และระคายเคืองผิวหนัง  
เป็นต้น ให้คะแนน 1 เมื่อเกิดอาการ และ 0 เมื่อไม่เกิด  
อาการนั้น

การรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้  
สัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างตามแบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง  
ในช่วงหลังจากเลิกกะการทำงาน พื้นที่พักภายในพื้นที่  
สถานีบริการน้ำมัน ใช้เวลาประมาณ 15 นาทีต่อราย และ  
2) อุปกรณ์เก็บปัสสาวะ ได้แก่ แก้วน้ำพลาสติก หลอด  
โพลีเอทิลีนขนาด 10 มิลลิลิตร และกล่องน้ำแข็งรักษา  
อุณหภูมิ การเก็บตัวอย่างปัสสาวะ ดำเนินการโดยการ  
เก็บรวบรวมปัสสาวะก่อนที่พนักงานเข้าทำงาน หลังจาก  
นั้นนำไปไว้ในกล่องรักษาอุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส  
ไปยังตู้แช่เย็นตัวอย่าง ในธนาคารเลือด (Blood bank) ของ  
โรงพยาบาลในพื้นที่ ภายหลังจากการทำงานได้เก็บรวบรวม  
ปัสสาวะพนักงานอีกครั้ง และรวบรวมนำตัวอย่างปัสสาวะ  
ทั้งหมดใส่กล่องรักษาอุณหภูมิ ส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์  
ทางห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองจากหน่วยงานสากล  
เลขที่มาตรฐาน ISO 15189: 2012 และมาตรฐาน  
จากกระทรวงสาธารณสุข (MOPH standard) เลขที่  
อนุญาต 2001/2562 เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณ t,t-MA  
ตามวิธีของ Onchoi<sup>(24)</sup> ด้วยเครื่อง High Performance  
Liquid Chromatography (HPLC)

#### การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้ทำหนังสือขออนุญาตเจ้าของสถานี  
บริการน้ำมันเชื้อเพลิง และได้ชี้แจงโครงการวิจัยกับ  
กลุ่มตัวอย่างด้วยตัวเอง โดยกลุ่มตัวอย่างสามารถ  
พิจารณาเข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยความสมัครใจเท่านั้น  
การศึกษาครั้งนี้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการ  
จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์  
มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่ IRB 016/2562 เรียบร้อยแล้ว

#### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

การศึกษาครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม  
SPSS รุ่น 21.0 ได้รับอนุญาตลิขสิทธิ์โดยมหาวิทยาลัย

ราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา วิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา  
และอนุมาน สำหรับ 1) สถิติเชิงพรรณนา คำนวณจำนวน  
และร้อยละ ในตัวแปร เพศ โรคประจำตัว การสวมใส่  
อุปกรณ์คุ้มครองภัยส่วนบุคคล การได้รับสัมผัสน้ำมัน  
เชื้อเพลิงทางผิวหนัง การทำความสะอาดกับเหตุการณ์  
นั้นและสุขวิทยาส่วนบุคคล 2) สถิติเชิงพรรณนา วิเคราะห์  
ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric mean: GM) และส่วน  
เบี่ยงเบนมาตรฐาน (Geometric standard deviation: GSD)  
ในตัวแปร t,t-MA 3) สถิติอนุมานใช้ Independent  
sample t-test ในการเปรียบเทียบปริมาณ t,t-MA ใน  
ปัสสาวะก่อนการทำงานระหว่างการได้รับสัมผัสกับไม่ได้  
รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทางผิวหนัง และเปรียบเทียบ  
ปริมาณ t,t-MA ในปัสสาวะหลังการทำงานระหว่าง  
การได้รับสัมผัสกับไม่ได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิง  
ทางผิวหนัง และ 4) สถิติอนุมานใช้ Paired t-test  
เปรียบเทียบปริมาณ t,t-MA ในปัสสาวะระหว่างก่อน  
และหลังการทำงาน กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05  
ทั้งนี้จำกัดทางห้องปฏิบัติการในการวิเคราะห์ (Limit  
of detection) ของ t,t-MA เท่ากับ 0.036 µg/g Cr ใน  
การคำนวณจึงได้ใช้ค่า 0.036 ในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

## ผลการศึกษา

### ข้อมูลทั่วไป

พนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ  
ครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 53.1) เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย  
29.28±10.26 ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 162.28±7.63 เซนติเมตร  
น้ำหนักเฉลี่ย 64.53±15.74 กิโลกรัม เมื่อคำนวณดัชนี  
มวลกาย พบว่า พนักงานส่วนมากอยู่ในเกณฑ์อ้วน  
ร้อยละ 40.6 และไม่มีโรคประจำตัวร้อยละ 89.10 สำหรับ  
ผู้ที่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 10.9 ได้แก่ โรคเบาหวาน โรค  
ความดันโลหิตสูง ภาวะไขมันในเลือดสูง และหอบหืด  
เป็นต้น

พนักงานมีอายุการทำงานเฉลี่ย 2.46 ปี เกือบ  
ทั้งหมดทำงาน 6 วันต่อสัปดาห์ ในหนึ่งวันทำงาน  
แบ่งออกเป็น 2 กะๆ ละ 8 ชั่วโมง โดยกะเช้าทำงาน  
อยู่ในช่วง 05.00-14.00 น. และกะบ่ายเวลา 14.00-

22.00 น. ในกลุ่มตัวอย่างครั้งนี้ไม่มีพนักงานทำงานควบกะ สำหรับพฤติกรรมสุขภาพ พบว่า พนักงานส่วนใหญ่ (ร้อยละ 64.1) ยังมีพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์ และประมาณ 1 ใน 3 (ร้อยละ 34.4) มีพฤติกรรมสูบบุหรี่ นอกจากนี้เมื่อสอบถามข้อมูลอาการทางสุขภาพที่มีความเกี่ยวข้องกับ การได้รับสัมผัสสารเบนซีน พบว่า พนักงานเกิดอาการมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ และคันตามร่างกาย ร้อยละ 23.4, 20.3 และ 18.7 ตามลำดับ

#### การสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองภัยส่วนบุคคล

ผลการศึกษาเกี่ยวกับการสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองภัยส่วนบุคคล พบว่า พนักงานทั้งหมดไม่มีการสวมใส่ถุงมือขณะปฏิบัติงาน ส่วนใหญ่ไม่ได้สวมใส่ อุปกรณ์คุ้มครองระบบทางเดินหายใจร้อยละ 73.4 สำหรับผู้ที่สวมใส่ได้ใช้หน้ากากผ้า ร้อยละ 26.6 โดย

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของการได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทรหดทางผิวหนังของพนักงาน (n=64)

การได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทรหดทางผิวหนัง	จำนวน (คน)	ร้อยละ
<b>เหตุการณ์การได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทรหดทางผิวหนังใน 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา</b>		
ไม่เคยได้รับสัมผัส	23	35.9
เคยได้รับสัมผัส	41	64.1
<b>ระบุอวัยวะที่สัมผัส (ตอบได้มากกว่า 1) (n=41)</b>		
มือ	39	95.1
แขนส่วนปลาย	11	26.8
อื่น ๆ (ลำตัว ตา ขา เท้า)	4	9.8
<b>ความถี่ของการได้รับสัมผัส (วันต่อสัปดาห์) (n=41)</b>		
5-6 วันต่อสัปดาห์	12	29.3
3-4 วันต่อสัปดาห์	14	34.1
1-2 วันต่อสัปดาห์	7	17.1
นาน ๆ ครั้ง (ไม่ได้รับสัมผัสทุกสัปดาห์)	8	19.5

#### การทำความสะอาดน้ำมันเชื้อเพลิงทรหดที่ผิวหนังและดูแลสุขวิทยาส่วนบุคคล

การทำความสะอาดน้ำมันเชื้อเพลิงทรหดที่ผิวหนังและดูแลสุขวิทยาส่วนบุคคลเมื่อพนักงานได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทรหดที่ผิวหนัง พบว่า พนักงานทั้งหมดจะมีวิธีการจัดการกับตนเอง ได้แก่ ชำระล้างผิวหนังด้วยน้ำเปล่า ร้อยละ 39.1 รองลงมา คือ เช็ดทำความสะอาดผิวหนังให้แห้ง ร้อยละ 23.4 และ

จำแนกเป็นสวมใส่ตลอดระยะเวลาทำงาน ร้อยละ 14.1 และสวมใส่บางครั้ง ร้อยละ 12.5 อย่างไรก็ตามพนักงานไม่ได้สวมใส่ตลอดระยะเวลาทำงาน ทั้งนี้พนักงานสวมใส่เสื้อแขนยาวหรือใช้ปกอกแขนหุ้ม ร้อยละ 23.4 ใช้เป็นประจำ ร้อยละ 17.2 และใช้บ้างเป็นบางครั้ง ร้อยละ 6.2 การได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทรหดที่ผิวหนัง

ผลการศึกษาเกี่ยวกับการได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทรหดทางผิวหนัง พนักงานให้ข้อมูลว่า ใน 1 สัปดาห์ที่ผ่านมาเคยได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทรหดที่ผิวหนัง ร้อยละ 64.1 ในจำนวนผู้ที่ได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทรหดนี้ น้ำมันมีการกระเด็นโดนมือมากที่สุด ร้อยละ 95.1 เมื่อสอบถามความถี่ที่เกิดขึ้นพบว่า ประมาณ 1 ใน 5 เคยสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทรหดที่ผิวหนังความถี่ 3-4 วันต่อสัปดาห์ อย่างไรก็ตามมีพนักงานที่สัมผัส 5-6 วันต่อสัปดาห์ ของการทำงาน ร้อยละ 29.3 (ตารางที่ 1)

เมื่อสัมภาษณ์ถึงสุขวิทยาส่วนบุคคล พบว่า พนักงานมีพฤติกรรมเชิงบวกในการล้างมือก่อนรับประทานอาหาร อาบน้ำและเปลี่ยนเสื้อผ้าทันทีหลังเลิกงาน และล้างมือก่อนดื่มน้ำ ร้อยละ 89.1, 81.3 และ 48.4 ตามลำดับ สำหรับพฤติกรรมเชิงลบ พบว่า พนักงานดื่มน้ำรับประทานอาหารว่างหรือขนม และรับประทานอาหารหลักในพื้นที่การทำงาน ร้อยละ 89.1, 81.3 และ 48.4 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของการทำความสะอาดน้ำมันเชื้อเพลิงทรครดที่ผิวหนังและสุขวิทยาส่วนบุคคลใน 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา  
(n=64)

การทำความสะอาดน้ำมันเชื้อเพลิงทรครดที่ผิวหนัง และสุขวิทยาส่วนบุคคล	ความถี่ของการปฏิบัติ (คน)	
	จำนวน	ร้อยละ
<b>การทำความสะอาดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ทรครดผิวหนัง</b>		
<b>(ตอบได้มากกว่า 1)</b>		
เช็ดทำความสะอาดผิวหนัง	15	23.4
ชำระล้างผิวหนังด้วยน้ำเปล่า	25	39.1
ชำระล้างผิวหนังด้วยสบู่และน้ำเปล่า	10	15.6
เปลี่ยนเสื้อผ้าที่โดนทรครดผิวหนัง	3	4.7
<b>สุขวิทยาส่วนบุคคลในการทำงาน</b>		
<b>พฤติกรรมเชิงบวก</b>		
ล้างมือก่อนรับประทานอาหาร	57	89.1
ล้างมือก่อนดื่มน้ำ	31	48.4
อาบน้ำและเปลี่ยนเสื้อผ้าทันทีภายหลังเลิกงาน	52	81.3
<b>พฤติกรรมเชิงลบ</b>		
ดื่มน้ำในพื้นที่การทำงาน	57	89.1
รับประทานอาหารว่างหรือขนมในพื้นที่การทำงาน	52	81.3
รับประทานอาหารหลักในพื้นที่การทำงาน	31	48.4
เคยสวมใส่เสื้อผ้าหรือชุดพนักงานซ้ำกันในการปฏิบัติงาน	20	31.2

### เปรียบเทียบปริมาณ t,t-MA ในปัสสาวะ ระหว่างการได้รับสัมผัสและไม่ได้รับสัมผัสน้ำมัน เชื้อเพลิงทรครดทางผิวหนัง

ผลการศึกษาวิเคราะห์ปริมาณ t,t-MA ในปัสสาวะระหว่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มได้รับสัมผัสและกลุ่มไม่ได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทรครดผิวหนัง พบว่าในช่วงก่อนการทำงาน พนักงานทั้งสองกลุ่มมีปริมาณ t,t-MA ในปัสสาวะไม่แตกต่างกัน สำหรับหลังการทำงาน พนักงานที่เคยได้รับสัมผัสน้ำมันทรครดผิวหนังมีค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของ t,t-MA 93.43 (1.93)  $\mu\text{g/g Cr}$  ซึ่งสูงกว่าพนักงานที่ไม่เคยได้รับสัมผัสน้ำมันทรครดที่ผิวหนังมีปริมาณ t,t-MA 60.05 (2.14)  $\mu\text{g/g Cr}$  อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p=0.017$ ) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณ t,t-MA ในปัสสาวะระหว่างก่อนและ

หลังการทำงาน พบว่า พนักงานที่เคยได้รับสัมผัสและไม่เคยได้รับสัมผัสน้ำมันทรครดที่ผิวหนังมีปริมาณ t,t-MA ในปัสสาวะหลังการทำงานสูงกว่าก่อนการทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.001$ ) นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณ t,t-MA ระหว่างข้อมูล 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) ก่อนพนักงานเข้าทำงาน 2) หลังพนักงานสิ้นสุดการทำงานและไม่เคยได้รับสัมผัสน้ำมันทรครดผิวหนัง และ 3) หลังพนักงานสิ้นสุดการทำงานและได้รับสัมผัสน้ำมันทรครดผิวหนัง พบว่า ในกลุ่มสิ้นสุดการทำงานและได้รับสัมผัสน้ำมันมีปริมาณ t,t-MA มากที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มสิ้นสุดการทำงานและไม่ได้รับสัมผัส และกลุ่มก่อนการทำงาน มีค่าเฉลี่ยเรขาคณิต 93.43, 60.05 และ 33.57  $\mu\text{g/g Cr}$  ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบปริมาณ t,t-MA ในปัสสาวะระหว่างกลุ่มสัมผัสและไม่สัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทากรดผิวหนัง (n=64)

สัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิง	จำนวน ตัวอย่าง	ก่อนการทำงาน		หลังการทำงาน		p-value <sup>1</sup>
		GM	GSD	GM	GSD	
ไม่สัมผัส	23	30.52	2.30	60.05	2.14	<0.001
สัมผัส	41	35.64	2.31	93.43	1.93	<0.001
p-value <sup>2</sup>		0.477		0.017		

หมายเหตุ : <sup>1</sup>paired t-test, <sup>2</sup>independent sample t-test

## วิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้พบว่า พนักงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงส่วนใหญ่เคยได้รับสัมผัสน้ำมันกระเด็นทากรดที่ผิวหนัง ร้อยละ 64.1 ถือว่าเป็นการประเมินการได้รับสัมผัสสารเบนซินผ่านผิวหนังในสภาวะการปฏิบัติงานจริงโดยใช้แบบสัมภาษณ์ ประยุกต์จากของ Behroozy<sup>(18)</sup> ที่ผ่านมาก็เคยมีการศึกษาการได้รับสัมผัสสารเบนซินผ่านทางผิวหนังด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ใช้แผ่นผงถ่านปิดที่มือและแขน<sup>(21)</sup> การคำนวณโมเดลสมการทางคณิตศาสตร์<sup>(19)</sup> การศึกษาในหลอดทดลอง<sup>(13)</sup> และในเนื้อเยื่อของมนุษย์<sup>(9)</sup> แต่ยังไม่สามารถนำมาใช้เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับประเมินในการปฏิบัติงานจริงได้ ทั้งนี้เพราะการทำงานที่มีการได้รับสัมผัสทางผิวหนังสามารถได้รับทั้งไอระเหยหรือการกระเด็นในรูปของเหลว และในแต่ละพื้นที่ของผิวหนังมีโอกาสได้รับสัมผัสที่ไม่เท่ากันจึงเป็นข้อจำกัดของเครื่องมือประเมินหลายชนิด ทั้งนี้ WHO<sup>(19)</sup> ได้ให้แนวคิดไว้ว่าจะต้องประเมินการได้รับสัมผัสเทียบเท่าค่าจริงมากที่สุด

อนึ่งบริบทของการให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิงส่วนใหญ่มีโอกาสสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงจากการกระเด็นทากรดผิวหนัง ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้เครื่องมือเป็นแบบสัมภาษณ์ที่พนักงานสามารถระบุถึงการได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทากรดทางผิวหนังที่เกิดจากการได้รับสัมผัสจากการทำงานในสภาพความเป็นจริง และประเมินการได้รับสัมผัสด้วยตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในรูป t,t-MA ซึ่งเป็นดัชนีที่เป็นมาตรฐานยอมรับในระดับนานาชาติ<sup>(22)</sup> อีกทั้งพื้นที่ของการศึกษาอยู่ในภูมิภาคเขตร้อน ซึ่งความร้อนจะส่งผลต่อการได้รับสัมผัสสารได้มากขึ้น<sup>(14)</sup>

ผลจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า พนักงานทั้งหมดไม่สวมถุงมือ นอกจากนั้นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 73.4) ไม่ได้สวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองทางเดินหายใจส่วนบุคคล และอุปกรณ์คุ้มครองการได้รับสัมผัสทางผิวหนัง สอดคล้องกับการศึกษาเชิงสำรวจในพนักงานให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศบราซิล<sup>(25)</sup> ศึกษาในพนักงานจำนวน 53 คน ที่ปฏิบัติงานอยู่ลานจ่ายน้ำมัน โดยใช้วิธีการประเมินด้วยแบบสอบถาม เห็นได้ว่ามีการดำเนินการวิจัยคล้ายกับการศึกษาครั้งนี้ โดยการศึกษาดังกล่าวพบว่า พนักงานร้อยละ 98.1 ไม่สวมใส่ อุปกรณ์คุ้มครองภัยส่วนบุคคลครบทุกอุปกรณ์ตามความเสี่ยง เมื่อแยกพิจารณาอุปกรณ์แต่ละชนิดให้ข้อมูลว่า พนักงานทุกคนไม่สวมใส่หน้ากาก และชุดคลุมกันน้ำมันกระเด็น (Apron) อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้มีประมาณ 1 ใน 4 (ร้อยละ 26.6) สวมใส่หน้ากากชนิดผ้า ซึ่งชนิดของหน้ากากยังไม่สามารถป้องกันไอระเหยของสารเคมีได้ สำหรับอุปกรณ์ที่แขน พบว่าพนักงานสวมใส่เสื้อแขนยาวหรือใช้ปลอกแขนหุ้ม ร้อยละ 23.4 ใช้เป็นประจำ ร้อยละ 17.2 และใช้เป็นบางครั้ง ร้อยละ 6.2 เนื่องจากชุดทำงานของสถานีบริการเป็นแบบแขนสั้นอาจจะปรับให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศเขตร้อน อีกทั้งการสวมใส่เสื้อแขนยาวหรือปลอกแขนที่เป็นผ้าไม่สามารถป้องกันการทากรดของน้ำมันเชื้อเพลิงได้ ดังนั้นหากเกิดเหตุการณ์น้ำมันเชื้อเพลิงทากรดขึ้นที่ผิวหนังยังเป็นเส้นทางการได้รับสัมผัสของสารเบนซินได้อีกช่องทางหนึ่ง เนื่องจากสมบัติของสารสามารถละลายไขมันได้ดี จึงสามารถแพร่และซึมผ่านเข้าสู่ร่างกายได้<sup>(12)</sup>

พนักงานส่วนใหญ่ (ร้อยละ 64.1) เคยได้รับ

สัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทรหดทางผิวหนังในรอบ 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา โดยกระเด็นโดนมือ ร้อยละ 60.9 รองลงมาคือแขนส่วนปลาย ร้อยละ 17.2 ซึ่งมีการศึกษารายงานว่าการได้รับสัมผัสสารเคมีที่ผิวหนังตามส่วนต่างๆ ของร่างกายมีอัตราการดูดซึมที่แตกต่างกันไปด้วยการได้รับสัมผัสที่แขนส่วนปลายจะดูดซึมได้เร็วกว่าที่ศีรษะและลำตัวเป็น 4 และ 3 เท่า ตามลำดับ<sup>(14)</sup> ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิด้วยหากอุณหภูมิสูงจะเพิ่มการไหลเวียนของเลือดมาที่บริเวณผิวหนังมีโอกาสได้รับสัมผัสสารได้มากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ใช้เพียงแบบสัมภาษณ์ในการประเมินการได้รับสัมผัส ทางผิวหนัง

ประวัติการรับสัมผัสสารเคมีจากน้ำมันเบนซินทรหดผิวหนัง พบว่าพนักงานร้อยละ 64.1 เคยได้รับสัมผัสน้ำมันที่ทรหดที่ผิวหนัง และ ร้อยละ 21.9 ให้ข้อมูลว่า เคยได้รับสัมผัสขึ้นบ่อยครั้งประมาณ 3-4 วันต่อสัปดาห์ นอกจากนี้มีพนักงานที่ได้รับสัมผัสน้ำมันทรหดที่ผิวหนังขึ้นในทุกวัน ร้อยละ 18.7 มีการศึกษาลักษณะเช่นนี้ของ Pimpasaeng<sup>(7)</sup> ได้สำรวจพบว่า เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 97.1) พนักงานมีการได้รับสัมผัสสารเบนซินทางผิวหนังขณะปฏิบัติงาน โดยมีความถี่ของการสัมผัสบ่อยถึงประจำ ร้อยละ 36.4 ทั้งนี้ในพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ใกล้แหล่งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด มีพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก ในช่วงเข้าก่อนเข้าการทำงานและช่วงเย็นหลังเลิกงานจะมีผู้เข้ารับบริการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงปริมาณมาก พนักงานให้บริการน้ำมันจึงมีความเร่งรีบของการเติมน้ำมันลงเครื่องยนต์

การจัดการทำความสะอาดผิวหนัง เมื่อประสบกับเหตุการณ์น้ำมันเชื้อเพลิงทรหดที่ผิวหนัง พบว่าพนักงานจะชำระล้างด้วยน้ำเปล่ามากที่สุด ร้อยละ 39.1 รองลงมาคือ เช็ดทำความสะอาดผิวหนังให้แห้ง ร้อยละ 23.4 อย่างไรก็ตามการทำความสะอาดดังกล่าวเกิดขึ้นหลังจากสัมผัสไปสักระยะหนึ่ง ซึ่งเป็นช่วงที่จำนวนการให้บริการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงลดลงแล้ว พนักงานจึงมีโอกาสสอออกนอกพื้นที่สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมาที่จุดล้างมือได้ จึงเป็นความเสี่ยงต่อการดูดซึมทางผิวหนังได้มาก ดังที่เคยมีการศึกษาทดลองในเนื้อเยื่อของ

มนุษย์ พบว่า การดูดซึมผ่านชั้นผิวหนังประมาณ 0.17  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  หลังได้รับสารเบนซินผ่านไปครึ่งชั่วโมง และจะดูดซึมเพิ่มมากขึ้นเป็น 1.92  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  หลังเวลาผ่านไป 13.5 ชั่วโมง<sup>(26)</sup> ดังนั้นหากได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทรหดที่ผิวหนังพนักงานควรล้างออกทันที สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงควรจัดให้มีจุดล้างอยู่ภายในสถานีหรือใกล้กับลานเติมน้ำมันที่สะดวกในการเข้าถึงเมื่อเกิดเหตุการณ์

การศึกษาถึงสุขวิทยาส่วนบุคคล พบว่า พนักงานยังมีพฤติกรรมเชิงลบที่เสี่ยงต่อการได้รับสัมผัสจากการปนเปื้อนสารเบนซินในอาหาร เช่น พนักงานดื่มน้ำรับประทานอาหารว่างหรือขนม และรับประทานอาหารหลักในพื้นที่การทำงาน ร้อยละ 89.1, 81.3 และ 48.4 ตามลำดับ ถึงแม้ว่าในสถานีจะมีข้อบังคับไม่ให้รับประทานอาหารในสถานีแต่ในเชิงปฏิบัติพนักงานยังมีพฤติกรรมเสี่ยงนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้วิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในประเด็นพฤติกรรมด้านสุขวิทยากับการได้รับสัมผัส t,t-MA เข้าสู่ร่างกาย พบว่า ในพนักงานที่มีพฤติกรรมไม่เหมาะสม ได้แก่ ดื่มน้ำ รับประทานอาหารว่างหรือขนม และรับประทานอาหารหลักในพื้นที่การทำงานมีค่าเฉลี่ยของ t,t-MA เท่ากับ 104.25, 108.21 และ 108.14  $\mu\text{g}/\text{g}$  Cr ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าพนักงานที่ไม่มีพฤติกรรมนั้น มีค่าเฉลี่ยของ t,t-MA เท่ากับ 103.79, 88.95 และ 86.06  $\mu\text{g}/\text{g}$  Cr ตามลำดับ ถึงแม้ว่าการทดสอบทางสถิติจะไม่มีนัยสำคัญตามที่กำหนดไว้ ( $p < 0.05$ ) แต่สามารถคาดการณ์ได้ว่า ผู้ที่มีพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมในหลายๆ พฤติกรรมอาจนำไปสู่การมีปริมาณ t,t-MA ในร่างกายที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงควรมีกิจกรรมเพิ่มความตระหนักให้พนักงานรับรู้ถึงความเสี่ยงจากการทำงาน รวมถึงมีการสนับสนุนส่งเสริมแรงกระตุ้นให้แสดงเป็นพฤติกรรมทางบวกแก่พนักงาน เพื่อเป็นการป้องกันการได้รับสัมผัสสารเบนซินจากหลายเส้นทาง

ผลการวิเคราะห์ปริมาณ t,t-MA ในปัสสาวะ พบว่า หลังสิ้นสุดการทำงานพนักงานที่เคยได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงทรหดทางผิวหนัง มีค่ามัธยฐาน t,t-MA

สูงกว่าพนักงานที่ไม่เคยได้รับสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Gajjar<sup>(27)</sup> ได้ทดลองการดูดซึมสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายหลายชนิดรวมถึงสารเบนซีน โดยทดลองการดูดซึมผ่านเนื้อเยื่อของมนุษย์ที่ความเข้มข้นต่างกันที่ 5, 10, 20 และ 40  $\mu\text{L}/\text{cm}^2$  ผลการศึกษาได้ข้อสรุปว่า แม้อัตราปริมาณ (Dose) ของสารเบนซีนจะอยู่ในระดับต่ำ แต่สามารถดูดซึมผ่านเนื้อเยื่อผิวหนังได้ และจะดูดซึมเพิ่มมากขึ้นตามขนาดความเข้มข้นของสาร อีกทั้งเป็นไปในทิศทางเดียวกับผลการศึกษาของ Frasci<sup>(9)</sup> พบว่า ความเข้มข้นของสารเบนซีนในน้ำมันเชื้อเพลิงมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมากกับการซึมผ่านเนื้อเยื่อผิวหนังจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ เห็นได้ว่าที่ผ่านมาข้อมูลสนับสนุนการดูดซึมผ่านเนื้อเยื่อของมนุษย์ในห้องทดลองที่ควบคุมปริมาณของสารเบนซีนและจำนวนครั้งการทดลองได้

ในการศึกษาค้นคว้านี้ได้เพิ่มเติมองค์ความรู้ถึงการได้รับสัมผัสในสถานการณ์ปฏิบัติงานจริงของพนักงานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีปริมาณและจำนวนครั้งการได้รับสัมผัสน้ำมันหกรดที่ผิวหนังแตกต่างกัน แต่ผลการศึกษาเป็นไปในแนวทางเดียวกันคือ พบ  $t,t\text{-MA}$  ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ของสารเบนซีนในปริมาณสูงในกลุ่มพนักงานที่เคยได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงหกรดที่ผิวหนัง เมื่อเปรียบเทียบกับ  $t,t\text{-MA}$  กับเกณฑ์ของสมาคมพิษศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งอเมริกา (ACGIH) ได้กำหนดไว้ไม่เกิน 500  $\mu\text{g}/\text{g Cr}$  ซึ่งในครั้งนี้พบว่า หลังการทำงานที่พนักงานสัมผัสเหตุการณ์น้ำมันหกรดผิวหนังมีค่าเฉลี่ยเรขาคณิต ของ  $t,t\text{-MA}$  ในปัสสาวะ เท่ากับ 93.43  $\mu\text{g}/\text{g Cr}$  อย่างไรก็ตามเป็นที่สังเกตได้ว่าค่าที่ ACGIH<sup>(22)</sup> กำหนดเป็นค่าที่เหมาะสมในภาคอุตสาหกรรมที่ปฏิบัติงานในอาคารปิด แต่การปฏิบัติงานในสถานบริการน้ำมันเป็นสถานที่เปิดซึ่งยังไม่มีเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดระดับการได้รับสัมผัสที่เหมาะสม

การศึกษาได้เปรียบเทียบเพิ่มเติมระหว่างปริมาณ  $t,t\text{-MA}$  ในปัสสาวะกับกลุ่มข้อมูล 3 กลุ่มเพื่อยืนยันถึงเส้นทางการได้รับสัมผัส โดยพบว่า พนักงานหลังสิ้นสุดการทำงานและได้รับสัมผัสมีปริมาณ  $t,t\text{-MA}$

มากที่สุด รองลงมาคือ พนักงานหลังสิ้นสุดการทำงานที่ไม่ได้รับสัมผัส และที่พบน้อยที่สุดคือ ก่อนที่พนักงานจะเข้าทำงาน (ยังไม่ได้สัมผัสสารเบนซีนจากการทำงานในวันนั้น) สอดคล้องกับ Chantree<sup>(28)</sup> ได้รายงานกรณีศึกษาพนักงานอายุ 42 ปีรายหนึ่ง ถึงแม้ว่าจะมีการป้องกันด้วยหน้ากากแบบมีตัวกรอง แต่ไม่ได้สวมใส่ถุงมือขณะล้างภาชนะเก็บสารเบนซีนส่งผลให้ปริมาณ  $t,t\text{-MA}$  เกินค่ามาตรฐานที่ TLVs-TWA กำหนด อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Chantree<sup>(28)</sup> เป็นรูปแบบการศึกษากรณี (Case study) ที่ปฏิบัติงานล้างภาชนะบรรจุสารเบนซีน การปฏิบัติงานในห้องปิดไม่มีหน้าต่างและไม่มีระบบระบายอากาศเฉพาะที่ ซึ่งเป็นความแตกต่างจากรูปแบบการศึกษาค้นคว้านี้

อนึ่งผลการศึกษาเป็นไปในทิศทางเดียวกันเป็นบทสรุปได้ว่า สารเบนซีนสามารถดูดซึมผ่านผิวหนังของพนักงานให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิงได้ จึงเป็นข้อแนะนำได้ว่า ในพนักงานที่เคยได้รับสัมผัสน้ำมันหกรดที่ผิวหนังควรได้รับการสอบสวนถึงสาเหตุ เช่น อาจเกิดจากความเร่งรีบของการให้บริการในช่วงโมงเร่งด่วน หรือเป็นทักษะความเคยชินในการปฏิบัติงานของแต่ละบุคคล เป็นต้น เพื่อนำมาเป็นแนวปฏิบัติที่ปลอดภัยหรือกิจกรรมส่งเสริมการป้องกันและลดการได้รับสัมผัสสารเบนซีน อีกทั้งควรมีการเฝ้าระวังทางสุขภาพในพนักงาน โดยการประเมิน  $t,t\text{-MA}$  ในปัสสาวะในพนักงานที่เคยได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงหกรดผิวหนัง และจากข้อมูลพบว่า พนักงานสวมใส่หน้ากากผ้าในการป้องกันระบบทางเดินหายใจ ซึ่งหน้ากากผ้าไม่สามารถป้องกันไอระเหยของสารเบนซีนได้ จึงควรมีการให้ความรู้แก่พนักงานถึงชนิดของการใช้หน้ากากที่ถูกประเภทและถูกวิธีแก่พนักงาน เพื่อลดการได้รับสัมผัสสารเบนซีนในระบบทางเดินหายใจร่วมด้วย

ข้อจำกัดของการศึกษา การศึกษาค้นคว้านี้เป็นการศึกษาประเมินการได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงหกรดที่ผิวหนัง การวัดใช้การสัมภาษณ์เหตุการณ์ “เคยได้รับสัมผัส/ไม่เคยได้รับสัมผัสที่ผิวหนัง” ไม่ได้ทำการ

ประเมินการได้รับสัมผัสทางผิวหนังในเชิงปริมาณ  
ร่วมด้วย เช่น การทดสอบตรวจวัดปริมาณสารเบนซีนด้วย  
แผ่นดูดซับสาร อย่างไรก็ตามวิธีนี้เคยมีการศึกษาได้  
ผลมาก่อน<sup>(7)</sup> สำหรับการศึกษาครั้งต่อไปเพื่อเป็นการ  
ยืนยันผลที่ชัดเจน ควรมีการศึกษาในรูปแบบวิเคราะห์  
โดยมีกลุ่มควบคุมที่ไม่มีโอกาสการได้รับสัมผัสสาร  
เบนซีนเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ถึงปริมาณ t,t-MA กับ  
การตอบสนอง (Dose response) และควรพิจารณาข้อ  
จำกัดการประเมินการได้รับสัมผัสด้วย t,t-MA อาจมี  
ตัวแปรที่รบกวนด้านการรับประทานอาหารที่มีส่วนผสม  
ของสารกันเสีย (Sorbic acid) บทสรุปของการศึกษา  
พนักงานมีการได้รับสัมผัสสารเบนซีนทางผิวหนัง โดย  
พนักงานที่เคยได้รับสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผิวหนัง  
พบว่าปริมาณ t,t-MA สูงกว่าพนักงานที่ไม่เคยได้รับ  
สัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับข้อดีของ  
การศึกษาเป็นการประเมินการสัมผัสทางผิวหนังจาก  
การปฏิบัติงาน ซึ่งตรงกับสถานการณ์ที่เป็นจริงที่ศึกษา  
ในมนุษย์มากกว่าการศึกษาที่ผ่านมาที่ศึกษาในหลอด  
ทดลองหรือเนื้อเยื่อมนุษย์ ผลที่ได้จากการศึกษา  
จึงสามารถนำไปสู่การใช้ประโยชน์ในการแนะนำการ  
ป้องกันการได้รับสัมผัสในพนักงานได้

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณการสนับสนุนด้าน  
ผู้บริหารโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพ  
รัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ระยอง ที่สนับสนุน  
บุคลากรทั้งพยาบาลวิชาชีพและนักวิชาการสาธารณสุข  
เข้าร่วมเป็นผู้ช่วยนักวิจัยในการรวบรวมข้อมูล และ  
ขอขอบพระคุณเจ้าของกิจการสถานีบริการน้ำมัน  
เชื้อเพลิงและพนักงานให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิงทุกท่าน  
ที่เข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยความสมัครใจ ทำให้การศึกษา  
วิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

1. Department of Land Transport. Registered of number of new cars 2018 [Internet]. [cited 2019 Mar 18]. Available from: <http://web.dlt.go.th/statistics/>
2. Pranji N, Mujagi H, Nurki M, Karamehi J, Pavlovi S. Assessment of health effects in workers at gasoline station. *Bosn J Bacis Med Sci.* 2002; 2(1):35-45.
3. International Agency for Research on Cancer (IARC). Benzene: IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. World Health Organization. 2020.
4. Khalade A, Jaakkola MS, Pukkala E, Jaakkola JJ. Exposure to benzene at work and the risk of leukemia: a systematic review and meta-analysis. *Environ Health.* 2010;9(31):doi: 10.1186/1476-069X-9-31.
5. Chaiklieng S, Suggaravetsiri P, Autrup H. Risk assessment on benzene exposure among gasoline station workers. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(1):doi:10.3390/ijerph16142545.
6. Polyong PC, Thetkathuek A, Phatarabuddha N. Comparison of benzene exposure and health effects among roadside occupations in Maptaphut area Rayong province. *Journal of Safety and Health.* 2015;8(28):7-20. (in Thai)
7. Pimpasaeng C, Chaiklieng S. Exposure to benzene among workers in gasoline stations: a case study in Khon Kaen municipality. *KKU Res J.* 2014;19(2):354-61 (in Thai)
8. McHale CM, Zhang L, Smith MT. Current

- understanding of the mechanism of benzene-induced leukemia in humans: implications for risk assessment. *Carcinogenesis*. 2012;33(2): 240-52.
9. Frasch HF, Barbero AM. In vitro human skin permeation of benzene in gasoline: Effects of concentration, multiple dosing and skin preparation. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2018;28(2): 193-201.
10. Creta M, Poels K, Thoelen L, Vranckx K, Collaerts P, Jansen F, et al. A method to quantitatively assess dermal exposure to volatile organic compounds. *Ann Work Expo Health*. 2017;61(8):975-85.
11. Anderson SE, Meade BJ. Potential health associated with dermal exposure to occupational chemicals. *Environ Health Insights*. 2014;8(1):51-62.
12. Agency for Toxic Substances & Disease Registry (ATSDR). Benzene [Internet]. [cited 2019 Mar 22]. Available from: <https://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=14>
13. Blank IH, McAuliffe DJ. Penetration of benzene through human skin. *J Invest Dermatol*. 1985;85(6):522-6.
14. MacFarlane E, Carey R, Keegel T, El-Zaemay S, Fritschi L. Dermal exposure associated with occupational end use of pesticides and the role of protective measures. *Saf Health Work*. 2013;4(3):136-41.
15. Salem E, El-Garawani I, Allam H, El-All BA, Hegazy M. Genotoxic effects of occupational exposure to benzene in gasoline station workers. *Ind Health*. 2018;56(2):132-40.
16. Hazrati S, Rostami R, Fazlzadeh M, Pourfarzi F. Benzene, toluene, ethylbenzene and xylene concentrations in atmospheric ambient air of gasoline and CNG refueling station. *Air Qual Atmos Health*. 2016;9(1):403-9.
17. Moro AM, Brucker N, Charao MF, Baierle M, Sauer E, Goethel G, et al. Biomonitoring of gasoline station attendants exposed to benzene: Effect of gender. *Mutation Research*. 2017;813(1):1-9.
18. Behroozy A. On dermal exposure assessment. *IJOEM*. 2013;4(3):113-27.
19. World Health Organization (WHO). Dermal exposure. International programme on chemical safety. *Environmental Health Criteria* 242. World Health Organization. 2014.
20. Semple S. Dermal exposure to chemicals in the workplace: Just how important is skin absorption? *Occup Environ Med*. 2004;61(4):376-82.
21. Joode WD, Tielemans E, Vermeulen R, Wegh H, Kromhout H. Dermal exposure assessment to benzene and toluene using charcoal cloth pads. *J Expo Anal Environ Epidemiol*. 2005;15(1):47-50.
22. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). TLVs and BEIs. United States of America. 2021.
23. Waybe WD. Biostatistics: A foundation for analysis in the health sciences. New York: Wiley & Sons. United States of America. 1987.
24. Onchoi C, Kongtip P, Yoosook W, Chantanakul S. High performance liquid chromatography for determination of urinary metabolites of toluene, xylene and styrene and its application, Southeast Asian J Trop Med Public Health. 2008;39(6):1164-71.
25. Alves LP, Vieira DSP, Nunes LSS, Cruz LPS,

- Reis ACC, Gomes IVS. Relationship between symptoms, use of PPE and habits related to occupational exposure to BTEX compounds in workers of gas stations in Bahia, Brazil. *J Environ Protect.* 2017;8(5):650-61.
26. Loden M. The in vitro permeability of human skin to benzene, ethylene glycol, formaldehyde, and n-hexane. *Acta Pharmacol Toxicol.* 1986;58(5):382-9.
27. Gajjar RM, Kasting GB. Absorption of ethanol, acetone, benzene and 1,2-dichloroethane through human skin in vitro: a test of diffusion model predictions. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2014;281(1):109-17.
28. Chantree U, Srikam S, Ekburanawat W, Brohm-witak C. Evidence of benzene and toluene absorption via route of skin exposure: a case study of 2 Thai male workers. *The Public Health Journal of Burapha University.* 2014;9(1):152-60. (in Thai)