

บทความวิจัยต้นฉบับ :
ปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน และไซลีน (บีเทค)
ทางอากาศที่ส่งผลต่อระบบทางเดินหายใจและระบบประสาท
ของผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้าง
Level of Exposure to Benzene, Toluene, Ethylbenzene and Xylene (BTEX)
in the air which affects Respiratory and Nervous Systems
of Motorcycle-taxi Drivers.

ชนพร พลดงนอก* และฉาน ปัทมะ พลยง**
Chanaphorn Poldongnok* and Chan Pattama Polyong**
สาขาวิชาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา***
Occupational Health and Safety Program, Bansomdejchaopraya Rajabhat University***
เบอร์โทรศัพท์ 0-2473-7000 ต่อ 3931* ; E-mail : pimporn.pol@gmail.com*
วันที่รับ 28 พ.ค. 2563, วันที่แก้ไข 28 ส.ค. 2563, วันที่ตอบรับ 18 ก.ย. 2563

บทคัดย่อ

การศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (analytical – cross sectional study) ครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสาร Benzene, Toluene, Ethylbenzene และ Xylene (BTEX) ในอากาศที่ระดับลมหายใจและผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจและพฤติกรรมระบบประสาทของผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้าง กลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างและกลุ่มพนักงานสำนักงานในอาคารปิด กลุ่มละ 25 คน ใช้เครื่องมือเป็นแบบสอบถาม เครื่องสไปโรมิเตอร์เพื่อทดสอบสมรรถภาพปอด และอุปกรณ์ชนิด organic vapor monitor (3M 3500) เพื่อประเมินสาร BTEX วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปอร์เซ็นไทล์ ค่ามัธยฐาน ค่าต่ำสุดและสูงสุด สำหรับสถิติอนุมานใช้ mann-whitney u-test

ผลการศึกษา พบว่า ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างมีระยะเวลาทำงาน 5.9 ± 1.2 วัน/สัปดาห์

ขับที่ 8.8 ± 2.2 ชั่วโมงต่อวัน มีระยะทางในการขับที่รับจ้าง 115.4 ± 58.6 กิโลเมตรต่อวัน สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจเป็นบางครั้ง ร้อยละ 24.0 ผลตรวจวัดปริมาณสาร BTEX ในอากาศพบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของหน่วยงาน ACGIH กำหนด สำหรับผลกระทบต่อสุขภาพพบว่า ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างเกิดผลกระทบต่อสุขภาพแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในอาการระบบทางเดินหายใจและค่าสมรรถภาพปอด ได้แก่ อาการไอมีเสมหะ หายใจถี่เมื่อเดินขึ้นบันไดหรือเอียงเล็กน้อย ค่าสมรรถภาพปอด %FVC และ FEV1/FVC ในพฤติกรรมทางระบบประสาทได้แก่ความรู้สึกอ่อนแอแรงของแขนและเท้า เกิดอารมณ์เปลี่ยนแปลงรวดเร็ว มีความเชื่อช้าในการทำกิจวัตรประจำวัน และมีคะแนนพฤติกรรมทางระบบประสาทมากกว่ากลุ่มทำงาน บทสรุป ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างรับสัมผัสสาร BTEX ในปริมาณต่ำ แต่มีระยะเวลาอยู่ใกล้แหล่งกำเนิดยาวนานและทั้งหมดไม่ได้สวมใส่อุปกรณ์

การป้องกันระบบทางเดินหายใจเป็นประจำ จึงเกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ ข้อเสนอแนะ ควรมีการสื่อสารหรือเพิ่มความรอบรู้ให้ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างตระหนักในสุขภาพจาก ความเสี่ยงการทำงานและสวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน ระบบทางเดินหายใจส่วนบุคคลเป็นประจำและ ถูกชนิด

คำสำคัญ: BTEX; ระบบทางเดินหายใจ; พฤติกรรม ระบบประสาท; ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้าง

Abstract

This analytical – cross sectional study aims to study the concentration of Benzene, Toluene, Ethylbenzene, and Xylene (BTEX) in the breathing zone of motorcycle–taxi drivers and its effects on respiratory and nervous systems. The 50 sample subjects include 25 motorcycle–taxi drivers and 25 office workers from indoor environment. The instruments were questionnaires, a spirometer for lung function test, and an organic vapor monitor (3M 3500) for BTEX collection. All data were analyzed through descriptive statistics, including frequency distribution, mean, standard deviation, percentile, median, minimum and maximum values, and inferential statistics using Mann–Whitney U–test.

The results showed that the motorcycle–taxi drivers had a working period of 5.9 ± 1.2 days/week, and driving 8.8 ± 2.2 hours

per day. They drove 115.4 ± 58.6 kilometers per day. Twenty–four percent of them wore personal protective equipment for the respiratory system. The BTEX concentrations have complied with the ACGIH standard. The respiratory symptoms and lung function parameters such as cough, sputum, shortness of breath when walking at or lean, and lung function parameters (%FEV, FEV1/FVC) in the motorcycle–taxi driver group were significantly different from the control group ($p < 0.05$). The nervous effects of the motorcycle–taxi driver group had higher scores than the control group in weakness in arms and feet, rapid change of mood, and slow in daily activities. The BTEX exposure was low level but the motorcycle–taxi drivers still have the risk of health because they expose near the source, and they did not regularly wear Respiratory Protective Equipment (PPE). Suggestions, they should receive communication to be aware of their health risks and wear personal respiratory equipment regularly and correctly.

Keywords: BTEX; Respiratory system; Neurobehavioral; Motorcycle–taxi drivers

บทนำ

สารอินทรีย์ระเหยง่ายเป็นปัญหาสำคัญของเมืองใหญ่และเมืองอุตสาหกรรมในประเทศไทย มีรายงานการตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ^[1] ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ พบสารเบนซีน

ปนเปื้อนในอากาศมากที่สุดในกรุงเทพมหานคร มีค่าเฉลี่ยรายปีสูงสุด เท่ากับ 4.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มากกว่าค่ามาตรฐาน 2.41 เท่า (ค่ามาตรฐาน 1.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการปลดปล่อยออกมาจากท่อไอเสียเครื่องยนต์มากกว่าแหล่งอื่น ๆ^[2] และจากการศึกษาบริเวณใกล้แหล่งถนน ได้ตรวจวัดสารเบนซีน (Benzene) โทลูอิน (Toluene) เอทิลเบนซีน (Ethylbenzene) เมตา พารา และออร์โทไซลีน (Xylene) (BTEX) บริเวณป้ายรถโดยสารประจำทางที่ศูนย์การค้าสยาม พบค่า BTEX เท่ากับ 7.84, 25.67, 1.68, 3.01 และ 2.12 ล้านในพันล้านส่วน ตามลำดับ^[3] หากมีการรับสัมผัสอย่างต่อเนื่องจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้

ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างเป็นกลุ่มอาชีพที่สำคัญในกรุงเทพมหานคร เนื่องจากปัญหาจราจรติดขัดและความไม่เพียงพอของระบบขนส่งมวลชนจึงเป็นเหตุให้มีผู้ให้บริการคนขับรถจักรยานยนต์รับจ้างจำนวนมากประมาณ 868,000 คนต่อเที่ยวต่อวัน^[4] ในอีกแง่หนึ่งของการประกอบอาชีพนั้นผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างมีเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากการจราจร ทั้งนี้เพราะอยู่ใกล้แหล่งจราจรตลอดระยะเวลาการทำงานหรือระยะพักเป็นจุดสังเกตได้ว่าจุดพักรถของผู้โดยสารหรือเรียกว่า “วิน” จะอยู่ตามแยกจราจรหรือแหล่งชุมชนหนาแน่นเพื่อให้บริการผู้โดยสาร อีกทั้งผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างถือเป็นแรงงานนอกระบบที่ไม่มีสิทธิการเข้ารับบริการตรวจสุขภาพเหมือนแรงงานในระบบ จึงเป็นไปได้ถึงความเสี่ยงต่อสุขภาพได้

ผลกระทบต่อสุขภาพเกิดขึ้นได้หลายระบบตามอวัยวะเป้าหมายของสารแต่ละชนิด อย่างไรก็ตามสารอินทรีย์ระเหยง่ายส่วนใหญ่รับสัมผัส

ทางลมหายใจเข้าสู่ปอด กระจายโดยระบบไหลเวียนเลือด ดังนั้นระบบทางเดินหายใจจึงเป็นเส้นทางผ่านระบบแรกที่จะได้รับผลกระทบมีการศึกษาของ Fandi และคณะ^[5] พบว่า กลุ่มที่รับสัมผัสสาร BTX มีอาการไอ หายใจถี่ขึ้น และมีสัดส่วนของสมรรถภาพปอด (%FVC) ผิดปกติร้อยละ 59.4 มากกว่ากลุ่มที่ไม่รับสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสมรรถภาพปอดเป็นอวัยวะที่มีความไวต่อการตอบสนองของสารเคมี นอกจากนี้สารอินทรีย์ระเหยง่ายมักมีผลกระทบต่อระบบประสาท เช่น ปวดศีรษะ ล้า มีการศึกษาพบกลุ่มคนงานที่สัมผัสตัวทำละลายอินทรีย์มีอาการล้าทางกายและอารมณ์แปรปรวนได้ง่าย^[6] นอกจากนี้สารเคมีบางชนิดในกลุ่ม BTEX เป็นสารก่อมะเร็ง เช่น สารเบนซีนเป็นสารก่อมะเร็งเม็ดเลือดขาว^[7]

การประเมินการรับสัมผัสสาร BTEX และประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ สามารถทำได้หลายรูปแบบทั้งในรูปสารเคมีหรือสารผสมแก๊สในร่างกาย ยกตัวอย่างมีการใช้อุปกรณ์ organic vapor monitor (3M 3500) ติดตั้งไว้บริเวณคอปกเสื้อของพนักงานเพื่อประเมินการรับสัมผัสสารเบนซีนจากการหายใจ^[8] หรือการประเมินการรับสัมผัสสารเบนซีนในรูปของ trans, trans-muconic acid ในปัสสาวะ^[9,10] สำหรับผลกระทบทางสุขภาพในทางอาชีวอนามัยมีทั้งการประเมินด้วยแบบสอบถามหรือเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เช่น แบบสอบถามมาตรฐาน euroquest questionnaire^[11] หรือเครื่อง spirometer ทดสอบสมรรถภาพปอด^[9] เป็นต้น อย่างไรก็ตามผลกระทบต่อสุขภาพนอกจากปริมาณการรับสัมผัสสาร BTEX จากแหล่งจราจรเป็นสำคัญแล้ว ยังขึ้นอยู่กับระยะเวลาการรับสัมผัสและการใช้น้ำกากป้องกันสารเคมีส่วนบุคคล^[12]

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา การศึกษาในกลุ่มผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างในประเทศไทยมีหลายประเด็น ได้แก่ พฤติกรรมเสี่ยงจากการทำงาน^[2] พฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพเพื่อการรับรู้เพื่อป้องกันโรคปอด^[13] และการประเมินการรับสัมผัส^[4] แต่ยังขาดผลกระทบต่อสุขภาพในระบบหลัก ดังนั้นในการศึกษารุ่นนี้เป็นส่วนต่อขยายที่ได้ศึกษาถึงผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจและระบบประสาทซึ่งเป็นอวัยวะเส้นทางการ (pathway) และอวัยวะเป้าหมาย (target organs) ของสาร BTEX เพื่อใช้ประโยชน์เป็นข้อมูลทางสุขภาพในกลุ่มผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างที่มีหลายมุมมอง และนำไปเป็นแนวทางการสร้างคู่มือดูแลสุขภาพหรือกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพในกลุ่มนี้ต่อไป

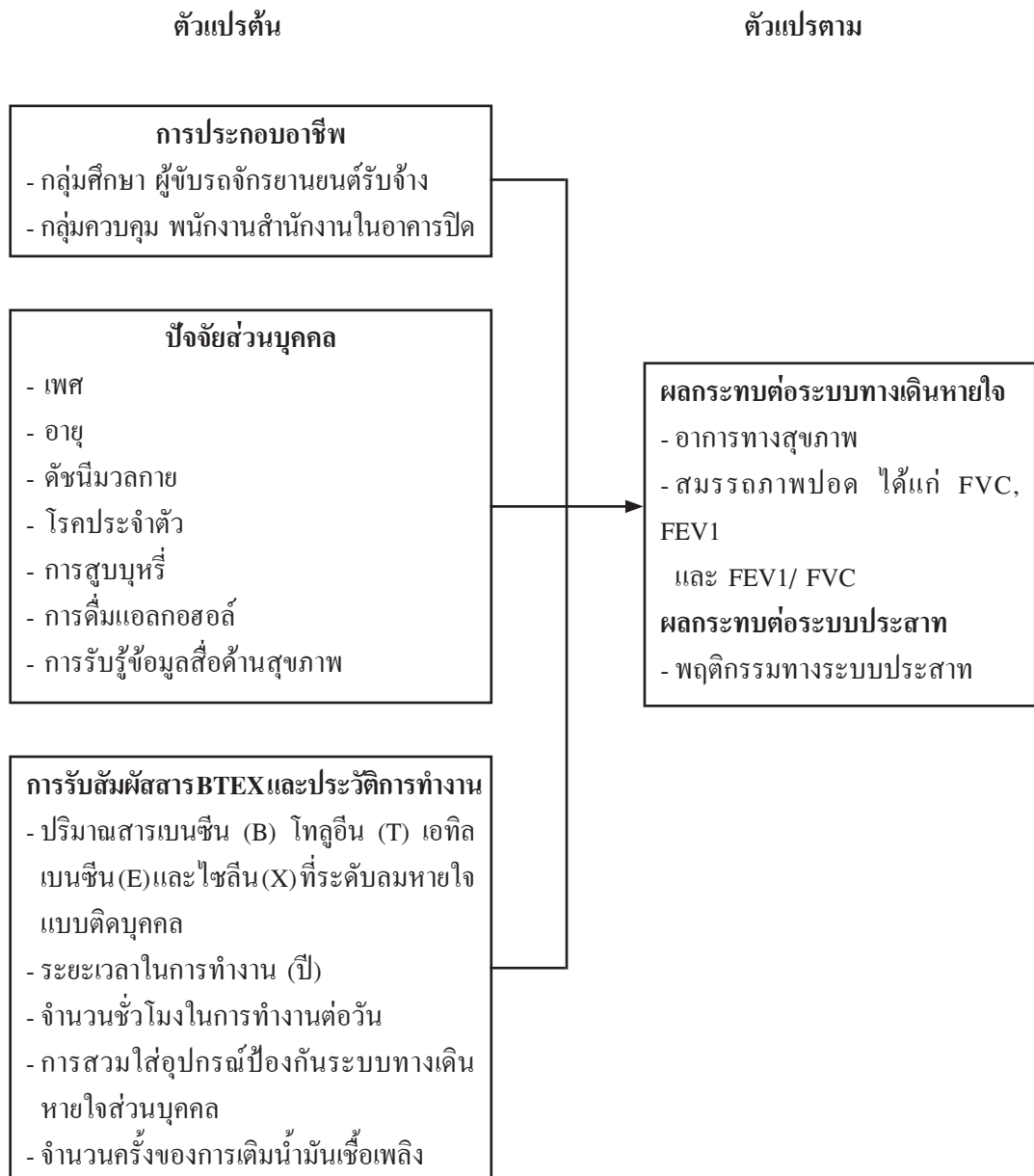
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลลักษณะประชากรการประกอบอาชีพของผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้าง
2. เพื่อประเมินการรับสัมผัสสารบีเทค (เบนซีน โทลูอิน เอทิลเบนซีน และไซลีน) ของผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้าง
3. เพื่อศึกษาอาการทางระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอด
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสสารบีเทค กับอาการระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอดของผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้าง

ขอบเขตการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตพื้นที่ที่ประชากรเนื้อหา และระยะเวลา กล่าวคือ ได้พิจารณาพื้นที่ที่มีจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษในกรุงเทพมหานคร มีสถานีทั้งหมด 5 สถานี โดยแต่ละสถานีเป็นพื้นที่ที่มีการจราจรหนาแน่น จากนั้นผู้วิจัยได้เลือกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ซึ่งเป็น 1 ในสถานีที่พบปริมาณสารเบนซีนเกินค่ามาตรฐานรายปีที่กำหนด 1.7 g/m^3 (ค่าเฉลี่ยที่ตรวจวัดได้เท่ากับ 2.3 g/m^3)^[14] สำหรับขอบเขตประชากรได้สุ่มผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างภายในรัศมี 1 กิโลเมตรจากสถานีตรวจวัด จำนวน 25 คน และกลุ่มควบคุมทำงานในสำนักงานปิด จำนวน 25 คน โดยมีเนื้อหาของวิจัยได้ประเมินการรับสัมผัสสาร BTEX ระดับลมหายใจแบบติดตัวบุคคล ด้วยอุปกรณ์ organic vapor monitor (3M 3500) ตลอดระยะเวลาการทำงาน สอบถามข้อมูลทั่วไปประวัติการทำงานสำหรับผลกระทบต่อสุขภาพ ได้สอบถามอาการทางระบบทางเดินหายใจ พฤติกรรมทางระบบประสาทด้วยแบบสอบถามมาตรฐาน และทดสอบสมรรถภาพปอดเพื่อประเมินค่า %FVC, %FEV1 และ FEV1/FVC มีระยะเวลารวบรวมข้อมูลตั้งแต่พฤษภาคม – กรกฎาคม พ.ศ. 2562 รวม 3 เดือน

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการศึกษา

การศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (analytical – cross sectional study) การศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (analytical – cross sectional study) กลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งสิ้น 50 คน ประกอบด้วย 2 กลุ่ม คือ กลุ่มใช้ศึกษาเป็นผู้ขับจักรยานยนต์รับจ้าง และกลุ่มควบคุมเป็นพนักงานในสำนักงานอาคารปิดจำนวนเท่ากันทั้งสองกลุ่ม กลุ่มละ 25 คน

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยกำหนดประชากรคือผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างห่างจากจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ สถานีตรวจวัดบ้านสมเด็จเจ้าพระยาภายในรัศมี 1 กิโลเมตร จากการสำรวจพบผู้ประกอบการอาชีพขับจักรยานยนต์รับจ้างจำนวน 105 คน จากนั้นนำมาคำนวณประมาณค่าเฉลี่ยแบบทราบจำนวนประชากรได้ขนาดตัวอย่างไม่น้อยกว่า 23 คนต่อกลุ่ม ในครั้งนี้ได้เก็บเพื่อทดแทนข้อมูลสูญหายเพิ่มเป็นกลุ่มละ 25 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบ cluster sampling ตามจุดพักรถรอผู้โดยสารจนครบตามจำนวน โดยมีเกณฑ์คัดเข้าคือ ประกอบอาชีพขับจักรยานยนต์รับจ้างเป็นอาชีพหลัก ทำงานมากกว่า 6 เดือน เป็นผู้เข้าร่วมวิจัยด้วยความสมัครใจ สำหรับเกณฑ์คัดออก ได้แก่ ขาดการทำงานในวันนั้น ได้รับการผ่าตัดภายในระยะเวลา 6 เดือน และมีอาการเจ็บป่วยในวันที่เก็บตัวอย่าง เช่น เป็นหวัด

3. เครื่องมือและคุณภาพของเครื่องมือ

การวิจัยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล 3 ชนิด ประกอบด้วย แบบสอบถาม เครื่องทดสอบสมรรถภาพปอด และอุปกรณ์ในการเก็บสาร BTEX ในอากาศ มีรายละเอียดดังนี้

3.1 แบบสอบถาม ผู้วิจัยพัฒนาและ

สร้างจากการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ (1) ข้อมูลส่วนบุคคล (10 ข้อ) (2) ประวัติการทำงาน (6 ข้อ) (3) อาการทางสุขภาพ (16 ข้อ) และ (4) พฤติกรรมทางระบบประสาท (59 ข้อ) ได้ใช้แบบประเมินมาตรฐาน euroquest questionnaire^[11] การแปลผลอาการทางสุขภาพและพฤติกรรมทางระบบประสาทให้ 1 คะแนน คือ เกิดอาการหรือมีพฤติกรรมนั้นภายใน 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา และ 0 คะแนน คือ ไม่เกิดอาการหรือไม่มีพฤติกรรมนั้นในช่วงเวลาดังกล่าว การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือผ่านการประเมินความตรง (validity) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ในทุกข้อ และทดสอบค่าความเชื่อมั่น (reliability) ได้ค่าของอาการทางสุขภาพและพฤติกรรมทางระบบประสาทเท่ากับ 0.70 และ 0.84 ผ่านตามเกณฑ์ของการวัดผล การรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามให้กลุ่มตัวอย่างในช่วงเวลาก่อนทำงาน หลังจากนั้นในเวลาพักให้ตัวอย่างทำด้วยตัวเอง และเก็บรวบรวมเมื่อสิ้นสุดการทำงาน

3.2 เครื่องทดสอบสมรรถภาพปอด

ใช้ spirometer แบบ ow sensing spirometer ได้มาตรฐานตามหน่วยงาน european respiratory society กำหนด ให้ทดสอบค่า forced vital capacity (FVC) forced expiratory volume in 1 second (FEV1) และ FEV1/FVC ผ่านการประเมินคุณภาพโดยการสอบเทียบจากบริษัทผู้จำหน่ายการรวบรวมข้อมูลทีมผู้วิจัยได้สอบถามถึงประวัติการผ่าตัดหรืออาการผิดปกติจากนั้นวัดความดันโลหิตทุกคนก่อนการทดสอบสมรรถภาพปอด ใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 5 นาทีต่อคน

3.3 อุปกรณ์ในการเก็บสาร BTEX

ในอากาศ ผู้วิจัยได้ติดตั้งอย่างอากาศแบบติดตัวบุคคล ชนิด organic vapor monitor (3M 3500) แบบ passive sample ที่ปกเสื้อใกล้กับระดับหายใจของผู้ประกอบอาชีพขับรถจักรยานยนต์รับจ้างมากที่สุดในช่วงก่อนเริ่มการทำงาน โดยเก็บเพียง 1 ครั้ง ตลอดระยะเวลาในการขับจักรยานยนต์ในวันนั้น หลังจากนั้นก่อนเลิกงาน ได้รวบรวมเก็บอุปกรณ์ นำตัวอย่างแช่ในกล่องเย็น อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส ส่งวิเคราะห์ปริมาณสาร BTEX ที่กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข วิเคราะห์ด้วยเครื่อง gas chromatography มีค่า limit of detection เท่ากับ 0.01 ไมโครกรัม

4. จริยธรรมวิจัยในมนุษย์

การวิจัยผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เลขที่ 029/62E25-V.02 ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างได้รับของที่ระลึกในการเข้าร่วมโครงการวิจัย และการพิทักษ์สิทธิ์สำหรับกลุ่มตัวอย่าง โดยไม่เปิดเผยข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม SPSS รุ่น 21.0 ได้รับอนุญาตลิขสิทธิ์โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ในงานวิจัยได้ทดสอบการกระจาย normal distribution ด้วยสถิติ kolmogorov-smirnov test ใช้สถิติการพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปอร์เซ็นไทล์ ค่ามัธยฐาน ค่าต่ำสุดและสูงสุด สำหรับสถิติอนุมานใช้ mann-whitney u-test กำหนดนัยสำคัญทางสถิติค่า $p < 0.05$

ผลการศึกษา

ข้อมูลส่วนบุคคล

ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างเกือบทั้งหมด (ร้อยละ 92.0) เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 44.6811.04 ปี มีรูปร่างอ้วน ร้อยละ 50 มีค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายเท่ากับ 26.817.28 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ร้อยละ 52 มีสถานภาพอยู่ด้วยกันเป็นคู่ ส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัว สำหรับพฤติกรรมสุขภาพพบว่า ปัจจุบันยังสูบบุหรี่และดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 28.0 และ 16.0 ตามลำดับ ส่วนใหญ่เคยรับรู้ข้อมูล/สื่อทางด้านสุขภาพ เช่น เอกสาร แผ่นพับ ร้อยละ 64.0 เคยเข้ารับการตรวจสุขภาพแต่ไม่ทุกปี ร้อยละ 44.0 และเคยได้รับบาดเจ็บจากการขับจักรยานยนต์รับจ้าง ร้อยละ 28.0

ประวัติการทำงานผู้รถจักรยานยนต์รับจ้าง

ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างประกอบอาชีพนี้มาแล้วประมาณ 5.23.5 ปี ทำงานเฉลี่ย 5.91.2 วัน/สัปดาห์ ใน 1 วัน ทำงาน 8.82.2 ชั่วโมง ในแต่ละวันมีระยะทางในการขับจักรยานยนต์รับจ้าง 115.458.6 กิโลเมตร ทั้งนี้จำนวนการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 3.13.4 ครั้งต่อวัน ทุกคนจะมีระยะเวลาการนั่งพักอยู่ที่วัน 1 ชั่วโมง ในจำนวนทั้งหมดของผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างจะสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจบางครั้ง ร้อยละ 24.0

การรับสัมผัสสารเคมี BTEX จากสิ่งแวดล้อมการทำงาน

จากการตรวจวัดสาร BTEX แบบติดตัวผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้าง พบว่า ส่วนใหญ่ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างมีการรับสัมผัสสาร BTEX ในปริมาณน้อย เช่น สารเบนซีนทุกคนตรวจวัดได้น้อยกว่า $< 0.01 \text{ mg/m}^3$ สำหรับสารที่พบมากที่สุดได้แก่ ไซลีน รองลงมาคือ โทลูอีน พบค่าเฉลี่ย 8.450.72 และ 2.080.34 ตามลำดับ ตามตาราง 1

ตาราง 1 พรรณนาค่าสถิติของสาร BTEX

พารามิเตอร์	Mean	SD	Percentiles			Median	Min	Max
			25	50	75			
เบนซีน (B)*	<0.01	—	—	—	—	—	<0.01	—
โทลูอิน (T)	2.08	0.34	1.83	2.09	2.31	2.09	1.53	2.68
เอทิลเบนซีน (E)	0.19	0.58	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	1.93
ไซลีน (X)	8.45	0.72	8.28	8.60	8.89	8.60	6.54	9.69

*ทุกตัวอย่างตรวจวัดได้ค่าน้อยกว่า limitation ของเครื่องวิเคราะห์

ผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ
จากการสัมภาษณ์ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างเกี่ยวกับอาการระบบทางเดินหายใจ พบว่า 3 อันดับแรกของผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างเกิดอาการได้แก่ ไอมีเสมหะ รongลงมาไอแห้ง และหายใจถี่เมื่อเดินพื้นราบหรือลาดเอียงเล็กน้อย ร้อยละ 36.0 28.0 และ 28.0 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบกับกลุ่มพนักงานในสำนักงานอาคารปิด พบว่า ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างเกิดอาการไอมีเสมหะและหายใจถี่แตกต่างจากกลุ่มพนักงานในสำนักงานอาคารปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อทดสอบเปรียบเทียบสมรรถภาพปอดระหว่างผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างกับกลุ่มสำนักงานด้วยสถิติ mann-whitney u-test พบว่า ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างมีค่าสมรรถภาพปอดได้แก่ %FVC และ FEV1/FVC ต่ำกว่ากลุ่มพนักงานในสำนักงานอาคารปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 เปรียบเทียบสมรรถภาพปอดระหว่างกลุ่มขับรถจักรยานยนต์รับจ้างและกลุ่มพนักงานในสำนักงานอาคารปิด

พารามิเตอร์	สมรรถภาพปอด		Z	p-value
	กลุ่มผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้าง	กลุ่มพนักงานในสำนักงานอาคารปิด		
– %FVC	79.9618.81	88.2812.98	–1.725	0.008*
– %FEV1	73.6410.97	77.8816.73	–1.367	0.172
– FEV1/FVC	108.115.07	114.964.22	–4.544	0.000*

แสดงค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน: ทดสอบ mann-whitney u-test: * $p < 0.05$

ผลกระทบต่อระบบทางประสาท

จากการสัมภาษณ์พฤติกรรมทางระบบประสาททั้งหมด 59 ข้อ พบว่า ส่วนใหญ่ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างเกิดอาการมากกว่า 10 ข้อขึ้นไป ร้อยละ 52.0 มากกว่ากลุ่มพนักงานในสำนักงานอาคารปิด พบร้อยละ 11.5 เมื่อพิจารณาจำแนกพฤติกรรมทางระบบประสาทรายข้อ พบว่า ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างมีพฤติกรรมวางสิ่งของต่างๆ ไว้โดยไม่ได้ตั้งใจแล้วล้มมากที่สุดรองลงมาคือ รู้สึกถึงความอ่อนแรงของแขนและเท้า และรู้สึกอ่อนเพลีย ร้อยละ 52.0 และ 48.0 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบพฤติกรรมทางระบบประสาทระหว่างผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างและกลุ่มพนักงานในสำนักงานอาคารปิด พบว่า ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างมีโอกาสเสี่ยงต่อ

การเกิดความรู้สึกความอ่อนแรงของแขนและเท้า เกิดอารมณ์เปลี่ยนแปลงรวดเร็ว และมีความเชื่องช้าในการทำกิจกรรมประจำวันมากกว่ากลุ่มพนักงานในสำนักงานอาคารปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการเปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมทางระบบประสาทระหว่างกลุ่มผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างกับกลุ่มพนักงานในสำนักงานอาคารปิด ด้วยสถิติ mann-whitney u-test พบว่าผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างมีคะแนนพฤติกรรมทางระบบประสาทมากกว่ากลุ่มพนักงานในสำนักงานอาคารปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยกลุ่มผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างมีคะแนน 14.7612.20 และกลุ่มพนักงานในสำนักงานอาคารปิด มีคะแนน 4.035.20 รายละเอียดตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมทางระบบประสาทระหว่างกลุ่มผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างกับกลุ่มสำนักงาน

กลุ่มประกอบอาชีพ	คะแนนพฤติกรรมทางระบบประสาท	Z	p-value
-กลุ่มผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้าง	14.7612.20	3.616	0.000*
-กลุ่มพนักงานในสำนักงานอาคารปิด	4.035.20		

แสดงค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน: ทดสอบ mann-whitney u-test: * $p < 0.05$

อภิปรายผล

จากการตรวจวัดสาร BTEX แบบติดตัวในระดับลมหายใจ ส่วนใหญ่ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างมีการรับสัมผัสสาร BTEX ในปริมาณน้อยไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของหน่วยงาน ACGIH^[15] ที่กำหนดไว้ อย่างไรก็ตาม เป็นข้อกังวลถึงผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างที่อาจเกิดพิษจากการรับสัมผัสสารเคมีในอากาศขณะทำงาน 8 – 10 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งมีหลายปัจจัย อาทิ

เช่น ระยะเวลา ความเข้มข้น ฯลฯ Kanjana siranont และคณะ^[12] ได้ประเมินความเสี่ยงจากการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากการจราจรพบความเสี่ยงที่เกิดจากระยะเวลาการรับสัมผัส และการสวมใส่หน้ากากป้องกันสารเคมีส่วนบุคคล จากการสอบถามร่วมกับการสังเกตได้ข้อมูลว่า กลุ่มตัวอย่างขับรถจักรยานยนต์รับจ้างมานานเฉลี่ย 5.2 ปี ทำงาน 5.19 วัน/สัปดาห์ เห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างมีระยะ

เวลาการทำงานนานและสัมผัสสาร BTEX มาอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งมีโอกาสสัมผัสจากการกระบวนกรเติมน้ำมันเชื้อเพลิง โดยเฉลี่ยเติมประมาณ 3.1 ครั้งต่อวัน ในช่วงที่มีการเติมจะมีไอระเหยออกมาได้มากที่สุด^[16] สำหรับข้อมูลการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันทางระบบทางเดินหายใจ พบว่า กลุ่มตัวอย่างสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจบางครั้งร้อยละ 24.0 โดยเป็นการสวมใส่หน้ากากอนามัยและหน้ากากผ้าใส่ซ้ำหลายครั้งต่อวัน ซึ่งถือเป็นการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันทางระบบทางเดินหายใจที่ยังไม่ถูกประเภทและความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยได้ ดังนั้นควรเลือกสวมหน้ากากชนิดที่เหมาะสมกับการทำงานบนท้องถนนและตรงตามมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกาเนื่องจากมีไส้กรองเป็นแบบ R-series ที่สามารถป้องกันอนุภาคและไอระเหยทั้งที่เป็นน้ำมันและไม่ใช่น้ำมันได้และมีประสิทธิภาพการกรองไม่ต่ำกว่า 95 %

ผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ ซึ่งผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างเกิดอาการไอ มีเสมหะ รongลงมาไอแห้ง และหายใจถี่เมื่อเดินพื้นราบหรือลาดเอียงเล็กน้อย ร้อยละ 36.0 28.0 และ 28.0 ตามลำดับ โดยอาการไอมีเสมหะและหายใจถี่แตกต่างจากกลุ่มพนักงานในสำนักงานอาคารปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับ Fandi และคณะ^[5] พบว่ากลุ่มที่รับสัมผัสสาร BTX มีอาการไอ และหายใจถี่ตื่นมากเป็น 3.8 และ 3.4 เท่าของกลุ่มที่ไม่ได้รับสัมผัสซึ่งอาการไอเป็นปฏิกิริยาอัตโนมัติในการขับสิ่งแปลกปลอมออกนอกร่างกายในรูปของเสมหะ และอาการหายใจถี่เมื่อเดินพื้นราบหรือลาดเอียงเล็กน้อยเป็นอาการบ่งบอกถึงผลกระทบในระยะเรื้อรัง ทั้งนี้ อาจจากเกิดกระบวนการอักเสบของระบบทางเดินหายใจ เนื้อเยื่อถูกทำลายแล้วเกิดการซ่อมแซม

เป็นพังผืดส่งผลให้ความจุอากาศภายในปอดทำได้น้อยลง^[17] ทั้งนี้ผลการศึกษาสมรรถภาพปอดพบว่ากลุ่มผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างมีค่าสมรรถภาพปอดได้แก่ %FVC และ FEV1/FVC ต่ำกว่ากลุ่มพนักงานในสำนักงานอาคารปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกันกับการศึกษาในประเทศมาเลเซีย พบกลุ่มรับสัมผัสมลสารจากการจราจรมีส่วน %FVC ผิดปกติ ร้อยละ 59.4 ในขณะที่กลุ่มไม่รับสัมผัสมีส่วนผิดปกติ ร้อยละ 33.3 ทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ^[5]

ผลกระทบต่อระบบประสาท พบว่าผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างเกิดความถี่ของพฤติกรรมอาการทางระบบประสาท 10 พฤติกรรมขึ้นไป ร้อยละ 52.0 ซึ่งมากกว่ากลุ่มพนักงานในสำนักงานอาคารปิดที่พบร้อยละ 11.5 เมื่อพิจารณาจำแนกพฤติกรรมรายชื่อ พบว่า ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างมีพฤติกรรมวางสิ่งของต่างๆไว้โดยไม่ได้ตั้งใจแล้วล้ม รู้สึกถึงความอ่อนแรงของแขนและเท้า และรู้สึกอ่อนเพลีย ร้อยละ 52.0 48.0 และ 48.0 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ chi-square test พบว่า ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างมีส่วนเกิดความรู้สึกถึงความอ่อนแรงของแขนและเท้าอารมณ์เปลี่ยนแปลงรวดเร็วและมีความเชื่อช้าในการทำกิจวัตรประจำวันมากกว่ากลุ่มสำนักงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับ Kaukiainen และคณะ^[11] พบว่ากลุ่มคนงานที่สัมผัสตัวทำละลายอินทรีย์มีอาการล้าทางกายและอารมณ์แปรปรวนได้ง่ายและมีความเสี่ยงต่อการอักเสบที่สมองแบบเรื้อรัง (chronic encephalopathy) ได้ในอนาคต และ Godderis และคณะ^[18] ได้ประเมินพฤติกรรมทางระบบประสาทโดยใช้แบบสอบถามมาตรฐาน swedish

Q16 questionnaire พบว่าผู้ที่ทำงานสัมผัสตัวทำละลายอินทรีย์เกิดผลต่ออาการพฤติกรรมทางระบบประสาทได้มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับสัมผัส

นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมทางระบบประสาท พบว่า ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างเกิดความถี่ของพฤติกรรมทางระบบประสาทมากกว่ากลุ่มพนักงานในสำนักงานอาคารปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศอิหร่านพบว่ากลุ่มคนทำงานที่รับสัมผัสสาร BTEX พบอาการพฤติกรรมทางระบบประสาทมากกว่ากลุ่มควบคุม โดยความถี่ของการเกิดอาการมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารเบนซีน ($r=0.402$) และโทลูอิน ($r=0.577$)^[19] โดยหลักทางพิษวิทยาของสารกลุ่ม BTEX เมื่อมีการรับสัมผัสเข้าสู่ร่างกายจะเกิดการกระจายตัวและบางส่วนถูกสะสมในเนื้อเยื่อที่มีไขมันมาก (lipid-rich tissues) เช่น ระบบประสาทและสมอง เนื่องจากเป็นตัวทำละลายในไขมันได้ดี ทำให้เกิดผลลดการทำงานของสมอง^[20] หากสัมผัสในระยะยาวสามารถก่อให้เกิดการอักเสบที่สมองแบบเรื้อรัง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมทางระบบประสาทได้^[21]

ข้อจำกัดของงานวิจัย เป็นการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างอยู่ในพื้นที่บางส่วนของกรุงเทพมหานคร อาจไม่ครอบคลุมกับปริมาณมลพิษที่เป็นแหล่งการจราจรที่หนาแน่น อีกทั้งการตรวจวัดไม่สามารถควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการตรวจวัดได้ เพราะกลุ่มตัวอย่างเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว ซึ่งความเร็วของลมกับอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ passive อาจมีผลต่อปริมาณของสารที่ดูดซับได้ ในครั้งต่อไปอาจพิจารณาประเมินร่วมกับการประเมินการปนเปื้อนสารเคมีในปัสสาวะจะเป็นการยืนยันถึงการรับสัมผัสได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ข้อดีของงานวิจัย

ใช้การประเมินผลกระทบต่อระบบที่สำคัญด้วยเครื่องมือมาตรฐาน ได้แก่ แบบสอบถาม euroquest questionnaire ที่ผ่านการประเมินและพัฒนาคุณภาพจำนวน 59 ข้อร่วมกับเครื่องมือทางด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ spirometer ที่ใช้ประเมินสมรรถภาพปอดในสถานพยาบาล ผ่านการประเมินการสอบเทียบมาตรฐาน ดังนั้นจึงมีความน่าเชื่อถือของการวัดผลกระทบด้านสุขภาพที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

บทสรุปของการศึกษา ถึงแม้ว่าผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างมีการรับสัมผัสสารกลุ่ม BTEX ในปริมาณน้อย ไม่เกินค่ามาตรฐานที่หน่วยงานต่างประเทศและในประเทศกำหนด แต่เมื่อเปรียบเทียบผลกระทบต่อสุขภาพในอวัยวะเป้าหมายหรือทางผ่านของสารที่สำคัญคือระบบทางเดินหายใจและระบบประสาท เห็นได้ว่า ผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างเกิดอาการไอมีเสมหะ หายใจถี่ ปริมาตรอากาศในปอดทั้งหมดกลั่นเนื้ออ่อนแรง อารมณ์เปลี่ยนแปลงและมีพฤติกรรมทางระบบประสาทมากกว่ากลุ่มพนักงานในสำนักงานอาคารปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างควรมีความรู้ในการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันทางระบบทางเดินหายใจให้ถูกประเภทเกี่ยวกับการทำงานบนท้องถนน และควรมีการตรวจสุขภาพ และตรวจคัดกรองความเสี่ยงต่อระบบสุขภาพประจำปีให้กับผู้ขับรถจักรยานยนต์รับจ้างของหน่วยบริการสุขภาพในพื้นที่

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา และขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่เข้าร่วมการวิจัยทำให้การศึกษาสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมควบคุมมลพิษ. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปี 2559. [ออนไลน์]. (2558). [เข้าถึงเมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2559]. เข้าถึงได้จาก <http://infofilepcd.go.th/mgt/DraftThailand Pollut2559.pdf.html>.
- [2] นันทพร พัทธพุท. ผู้ประกอบอาชีพขับรถจักรยานยนต์รับจ้างกับความเสี่ยงการรับสัมผัสสารเบนซีนในจังหวัดชลบุรี. วารสารสาธารณสุข มหาวิทยาลัยบูรพา 2548; 1(1): 75 – 8.
- [3] ภคณท์ พรหมสุวรรณ. การตรวจวัดและประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนจากสาร BTEX บริเวณป้ายรถโดยสารในกรุงเทพมหานคร. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2553.
- [4] รัตยาภรณ์ ศิริวัน ปรีชา ลอเสรีวานิช มธุรสทิพย์มงคลกุลสุพัตถพรพงษากุลหทัยรัตน์ การิเวทย์. การสัมผัสสารเบนซีน โทลูอิน เอธิลเบนซีน และไซลีน (BTEX) ในผู้ขับขี่มอเตอร์ไซด์รับจ้าง. การประชุมวิชาการแห่งชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 10; 2556.
- [5] Fandi NFM, Mansor WAW, Jalaludin J. Work exposure to traffic air pollutants (PM10, Benzene, Toluene, and Xylene) and respiratory health implications among urban traffic policemen in Klang Valley, Malaysia. *Mal J Med Health Sci* 2018; 14(2): 63 – 70.
- [6] Kaukiainen A, Akila R, Martikainen R, Sainio M. Symptom screening in detection of occupational solvent-related encephalopathy. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 2009; 82(1): 343 – 55.
- [7] International Agency for Research on Cancer (IARC). Benzene. Volume 120. World Health Organization; 2018
- [8] ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์. การประเมินการรับสัมผัสสารเบนซีนและรูปแบบการใช้ชีวิตของพนักงานขับรถโดยสารธรรมดาในเขตกรุงเทพมหานคร. วารสารธรรมศาสตร์เวชสาร 2556; 13(1): 52 – 8 .
- [9] ฉาน ปัทมะ พलय และมริสากองสมบัติสุข. โรคปอดจากการประกอบอาชีพและการทดสอบสไปโรเมทรีในงานอาชีพอนามัย. วารสารก้าวหน้าทันตวิทยาศาสตร์ 2559; 16(1): 16 – 36.
- [10] ฉาน ปัทมะ พलय อนามัย เทศกะทีก และ นันทพร พัทธพุท. เปรียบเทียบการรับสัมผัสสารเบนซีนและผลกระทบต่อสุขภาพของกลุ่มผู้ประกอบอาชีพริมถนนในเขตมาบตาพุด จังหวัดระยอง. วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ 2558; 8(28): 7 – 20.
- [11] Kaukiainen A, Hyvarinen HK, Akila R, Sainio M. Symptoms of chronic solvent encephalopathy: Euroquest questionnaire study. *NeuroToxicology* 2009; 30(6): 1187 – 194.

- [12] Kanjanasiranont N, Prueksasit T, Morknoy D. Inhalation exposure and health risk levels to BTEX and carbonyl compounds of traffic policeman working in the inner city of Bangkok, Thailand. *Atmospheric Environment* 2017; 152(3): 111 – 20 .
- [13] พรรณิภา สืบสุข อัจฉริยา พงษ์นุ่มกุล เพ็ญจันทร์ เสรีวิวัฒนา. ปัจจัยทำนายพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพเพื่อป้องกันโรคปอดจากสิ่งแวดล้อมของผู้ประกอบอาชีพขั้มมอเตอร์ไซค์รับจ้าง ในกรุงเทพมหานคร. *วารสารพยาบาลศาสตร์* 2557; 31(1): 48 – 58.
- [14] กรมควบคุมมลพิษ. สถานการณ์ปัญหา มลพิษในอากาศในปัจจุบัน. [ออนไลน์]. (2560). [เข้าถึงเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2561]. เข้าถึงได้จาก http://www.pcd.go.th/Info_serv/pol_maptapoot_airVocs_yBkk.cfm
- [15] American conference of governmental industrial hygienists (ACGIH). TLV and BEIs. United States of America; 2019.
- [16] Abubakar MB, Abdullah WZ, Sulaiman SA, Uboh FE, Ang BS. Effect of honey supplementation on toxicity of gasoline vapor exposure in rats. *International Journal of Applied Research in Natural Products* 2013; 6(4): 16 – 22.
- [17] อนุชา ภู่อกลาง นลธวัช ทองดี จงเจตน์ จงสมจิตร ฌาน ปัทมะ พลยง. ปัจจัยที่มีผลต่อระบบทางเดินหายใจจากการทำงานขุบทองแบบคริวเรือนของผู้ประกอบอาชีพในชุมชนเขตภาษีเจริญกรุงเทพมหานคร. *วารสารวิจัยและพัฒนาด้านสุขภาพ สำนักงานสาธารณสุข จังหวัดนครราชสีมา* 2562; 5(2): 108 – 20.
- [18] Godderis L, Dours G, Laire G, Viaene M. Sleep apneas and neurobehavioral effects in solvent exposed workers. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 2011; 214(1): 66 – 70.
- [19] Mousavie SM, Shabgard Z, Moradirad R, Khatooni E, Yazdanirad S. A survey of neurobehavioral symptoms among operational workers exposed to mixture of an organic solvent (BTEX): a case study in an oil refinery, PJMHS 2019; 13(2): 577 – 81.
- [20] มุลนิธิสัมมาอาชีพะ. พิชัยจากตัวทำลาย. [ออนไลน์]. (2560). [เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม 2562]. เข้าถึงได้จาก https://drive.google.com/file/d/12nOKHFbhwtvRw7_FmpoRy1zmkbxQSiH/view
- [21] ศศิธร เรืองตระกูล ทรรศนีย์ พฤษาสีทธิ และเดซี่ หมอกน้อย. การประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารปิเทคผ่านทาง การหายใจของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ ในเขต กรุงเทพมหานคร. *วารสาร การจัดการสิ่งแวดล้อม* 2556; 9(1): 1 – 20.