การประเมินสิ่งแวดล้อมการทำงาน และภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงจากการทำงานของพนักงานในอู่ซ่อมรถยนต์ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

Assessment of Working Environment and Health Status Related to Risk at Work among Workers in Automotive Repair Shops, Muang District, Nakhon Ratchasima Province

วิทชย เพชรเลียบ*, พานิช แก่นกาญจน์, ณัฐวรรณ เลิศภิญโญชัยถาวร
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล,
*ผู้รับผิดชอบบทความ
Witchaya Phetliap*, Panich Keankarn, Nuttawan Lertpinyochaithaworn
Faculty of Public Health, Vongchavalitkul University
*Corresponding author

บทคัดย่อ

การศึกษาเชิงพรรณนาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสิ่งแวดล้อมการทำงาน ได้แก่ เสียง ความร้อน ฝุ่นรวมทุกขนาด สารเคมีกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (เบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน และไซลีน) และศึกษาภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงจากการทำงานของพนักงานในอู่ซ่อมรถยนต์ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา โดยประเมินสิ่งแวดล้อมการทำงานจากอู่ซ่อมรถยนต์ 8 แห่ง ด้วยเครื่องมือตรวจวัดทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม และใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลพนักงาน 114 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และการทดสอบไคสแควร์ ผลการศึกษา พบว่า การประกอบกิจการส่วนใหญ่เป็นธุรกิจแบบห้างหุ้นส่วน ร้อยละ 62.5 ให้บริการลูกค้าเฉลี่ยวันละ 3 คัน ผลสิ่งแวดล้อมการทำงานพบว่า ระดับเสียงอยู่ในช่วง 60.5-77.0 dB(A) ระดับความร้อน มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 27.7-30.6 °C ปริมาณฝุ่นรวมทุกขนาด มีปริมาณอยู่ในช่วง 1.2-2.9 mg/m^3 ส่วนปริมาณเบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน และไซลีน มีปริมาณอยู่ในช่วง 0.003-0.017 ppm, 0.003-0.990 ppm, 0.003-0.266 ppm และ 0.004-0.166 ppm ตามลำดับ สิ่งแวดล้อมการทำงานที่ศึกษานี้มีค่าไม่เกินมาตรฐานในการทำงาน ผลภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงจากการทำงาน พบว่า กลุ่มช่างพ่นสีมีอาการระคายเคืองตา แสบตา และอาการแสบจมูก น้ำมูกไหลสูงกว่ากลุ่มช่างทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และพบอาการปวดหลังในกลุ่มช่างทั่วไปสูงกว่ากลุ่มช่างพ่นสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังนั้นสถานประกอบการควรตระหนักถึงความสำคัญของการเฝ้าระวังสุขภาพ และการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อม ที่ส่งผลต่อความปลอดภัยในการทำงานของพนักงาน

คำสำคัญ : สิ่งแวดล้อมการทำงาน, ภาวะสุขภาพตามความเสี่ยง, อู่ซ่อมรถยนต์

Abstract

The objective of this study was to assess of working environment include noise, heat, total dust, volatile organic compounds (benzene, toluene, ethyl benzene, xylene), and determine health status related to risk at work among workers in automotive repair shops at Muang District, Nakhon Ratchasima Province. Assessment of working environment was conducted from 8 automotive repair shops using industrial hygiene instruments. A questionnaire was used to collect data from 114 workers. The data were analyzed using descriptive statistics and chi-square test. The results showed that 62.5% of business operations were partnerships. An average of 3 cars were repaired per day. The results of working environment revealed that level of noise was 60.5-77.0 dB(A), temperature 27.7-30.6 °C and the concentration of total dust was 1.2-2.9 mg/m^3. The concentration of benzene was 0.003-0.017 ppm, toluene 0.003-0.990 ppm, ethyl benzene 0.003-0.266 ppm and xylene 0.004-0.166 ppm, respectively. Working environment in this study were lower than the standard values. The prevalence of eye irritation and of burning nose sensation, and runny nose of spray painting workers were statistically significantly higher than those of maintenance technicians ($p < 0.05$). The prevalence of back pain of maintenance technicians was statistically significantly higher than spray painting workers ($p < 0.05$). Therefore, automotive repair shops should recognize the importance of health and environmental surveillance, contributing to safety at work among workers.

Keywords : Working Environment, Health Status Related to Risk, Automotive Repair Shops
Received 25/12/2019 *Revised* 31/1/2020 *Accepted* 22/4/2020

บทนำ

อู่ซ่อมรถยนต์ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นกิจการที่มีการต่อ การประกอบ การเคาะ การปะผุ การพ่นสี การพ่นสารกันสนิมยานยนต์ทั้งหมด หรือที่มีการดำเนินการเพียงบางส่วน ซึ่งเป็นกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ตามพระราชบัญญัติกาสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ซึ่งจะต้องขออนุญาตดำเนินการและกำกับดูแลการดำเนินกิจการให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย โดยเจ้าพนักงานท้องถิ่น เพื่อมิให้เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษ ก่อเหตุรำคาญ และมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน[1] โดยจังหวัดนครราชสีมาเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีสถานประกอบการประเภทนี้จำนวนมาก จากข้อมูลกรมโรงงานอุตสาหกรรม ปี 2559 พบว่า มีจำนวนทั้งสิ้น 246 แห่ง[2] ซึ่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน มักเกี่ยวข้องกับ

ปัญหาด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย จากกระบวนการทำงานที่มีการซ่อมตัวถัง การเคาะ การเชื่อม การประกอบ และการพ่นสี เป็นต้น[1]

จากหลักฐานเชิงประจักษ์ปัจจัยอันตรายจากสภาพแวดล้อมการทำงานที่พบในอู่ซ่อมรถยนต์ ได้แก่ ปัจจัยอันตรายด้านกายภาพ ด้านเคมี ด้านการยศาสตร์ และด้านชีวภาพ[3-9] ปัจจัยอันตรายด้านกายภาพที่สำคัญ และพบบ่อยในอู่ซ่อมรถยนต์ ได้แก่ เสียงดัง ความร้อน เช่น การสัมผัสความร้อนสูงในขณะปฏิบัติงานใกล้ห้องอบสีเป็นเวลานาน อาจทำให้เกิดการอ่อนเพลีย เป็นตะคริว เป็นลม (Heat Stroke) เสียงดังจากเครื่องจักร เครื่องยนต์ สามารถก่อให้เกิดความเครียดในการปฏิบัติงาน ปัญหาการได้ยินของหู อาจทำให้ประสาทหูเสื่อม ปวดหู[3,4,8] ทั้งนี้ความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการรับสัมผัส ระดับความเข้มข้น/ความถี่ของสิ่งคุกคามสุขภาพ และความแข็งแรงของสุขภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน[10] ปัจจัยอันตรายด้านเคมีที่พบบ่อยในอู่ซ่อมรถยนต์ ได้แก่ ฝุ่น และไอระเหยของสารเคมี โดยฝุ่นละอองส่วนใหญ่เป็นฝุ่นละอองสี และเศษละอองฝุ่นจากการขัดผิวโลหะ ซึ่งก่อให้เกิดการระคายเคืองตา จมูก นำไปสู่การเกิดโรคภูมิแพ้ ส่วนไอระเหยของสารเคมี ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย ซึ่งเป็นกลุ่มสารเคมีที่เป็นตัวทำละลายที่ผสมกับสี ได้แก่ เบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน และไซลีน ก่อให้เกิดปัญหากลิ่นเหม็นรบกวน มีความเป็นพิษต่อสุขภาพอนามัยของพนักงาน จากรายงานระบุว่า ก่อให้เกิดอาการเจ็บป่วย เช่น ระคายเคืองตา ผิวหนังอักเสบ มีอาการมึนงง ง่วงนอน ปวดศีรษะ คลื่นไส้ ไอ มีน้ำมูกไหล อาเจียน ทำลายโพรงจมูก ปอด รวมทั้งมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง ระบบสืบพันธุ์ บางชนิดเป็นสารก่อมะเร็ง[7,11] เป็นต้น ปัจจัยอันตรายด้านการยศาสตร์ เช่น การยกเคลื่อนย้ายของที่มีน้ำหนักมากไม่ถูกวิธี ทำงานในท่าทางที่ไม่เหมาะสมหรือฝืนธรรมชาติ นั่งหรือยืนติดต่อกันเป็นเวลานาน ซึ่งลักษณะการทำงานดังกล่าว อาจก่อให้เกิดการอ่อนล้า และอักเสบของกล้ามเนื้อ อาการปวดหรือชาในระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ[5,6,9] ปัจจัยด้านชีวภาพ ได้แก่ เชื้อโรคจากแมลงและสัตว์พาหะนำโรค โดยเกิดจากการจัดการของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตและกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้เป็นแหล่งอาศัยของสัตว์หรือแมลงนำโรค เช่น หนู แมลงสาบ เป็นต้น ก่อให้เกิดการเจ็บป่วยจากเชื้อโรคที่สัตว์เป็นพาหะ[5] จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า พนักงานในอู่ซ่อมรถยนต์มีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการทำงาน ดังนั้นการประเมินสิ่งแวดล้อมการทำงาน และภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงจากการทำงานจึงมีความจำเป็นและสำคัญ

โดยภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงจากการทำงาน เป็นการเบี่ยงเบนจากภาวะปกติของสุขภาพทั้งทางกายและอารมณ์ เป็นการเจ็บป่วยและบาดเจ็บที่เกี่ยวเนื่องจากการสัมผัสปัจจัยอันตรายจากการทำงานทั้งจากสภาพแวดล้อมการทำงานและสภาพการทำงาน ซึ่งแตกต่างกันตามบริบทของแต่ละงาน[12] โดยการประเมินภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงจากการทำงานในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการประเมินแบบอัตนัย (Subjective Measures) ซึ่งเป็นการประเมินการรับรู้ของผู้ถูกประเมิน โดยสามารถประเมินสุขภาพได้หลายมิติ ได้รับการยอมรับและนำมาใช้ในการวิจัยทางสุขภาพอย่างแพร่หลาย[13]

ซึ่งจากการทบทวนการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการศึกษาประเด็นสิ่งแวดล้อมการทำงานและภาวะสุขภาพของพนักงานในอู่ซ่อมรถยนต์ยังมีจำกัด โดยเฉพาะการศึกษาอาการเจ็บป่วยจากปัจจัยสภาพแวดล้อมการทำงานทั้ง 4 ด้าน ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการประเมินสิ่งแวดล้อมการทำงาน ได้แก่ เสียง ความร้อน ฝุ่นรวมทุกขนาด สารเคมีในกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย และศึกษาภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงจากการทำงานของพนักงานในอู่ซ่อมรถยนต์ ซึ่งผลการศึกษาที่ได้สามารถนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเฝ้าระวัง

สิ่งแวดล้อมการทำงานให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน นำไปสู่การวางแผนการดูแลสุขภาพ และลดปัจจัยเสี่ยงจากการทำงานของพนักงานในอู่ซ่อมรถยนต์ต่อไป

วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross – sectional study) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสิ่งแวดล้อมการทำงาน ได้แก่ เสียง ความร้อน ฝุ่นรวมทุกขนาด และสารเคมีกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (เบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน และไซลีน) และศึกษาภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงจากการทำงานของพนักงานช่างในอู่ซ่อมรถยนต์ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ พนักงานช่างที่ปฏิบัติงานในอู่ซ่อมรถยนต์ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ตามข้อมูลสถานประกอบกิจการที่ขึ้นทะเบียนกับเทศบาลนครนครราชสีมา จำนวน 58 แห่ง โดยไม่ทราบจำนวนประชากรของพนักงานที่แน่นอนในแต่ละแห่ง คำนวณกลุ่มตัวอย่างจากสูตรของ W.G.cochran[14] ได้เท่ากับ 114 คน จากสถานประกอบการ 8 แห่ง โดยทำการสุ่มอู่ซ่อมรถยนต์ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลาก จากนั้นทำการเก็บข้อมูลพนักงานช่างทุกคนจากสถานประกอบการนั้น ๆ จนครบตามจำนวนกลุ่มตัวอย่าง มีเกณฑ์คัดเข้า คือ เป็นพนักงานสายช่างที่ทำงานอย่างน้อย 1 ปีขึ้นไป และสามารถอ่านออกเขียนได้

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 เครื่องมือตรวจวัดทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม มีการเก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่การทำงาน จากอู่ซ่อมรถยนต์ 8 แห่ง ซึ่งจำแนกตามสิ่งแวดล้อมการทำงาน ดังนี้

ส่วนที่ 1.1 การตรวจวัดเสียงใช้เครื่อง Sound level meter ยี่ห้อ Quest รุ่น SP-DL ตรวจวัดเสียงแบบพื้นที่ (Area measurement) ติดตั้งจุดตรวจวัดบริเวณงานเคาะ ต่อประกอบ จำนวน 1 ตัวอย่าง/สถานประกอบการ รวมทั้งหมด 8 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ระดับเสียงสามารถอ่านค่าได้โดยตรงจากเครื่องมือ และนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ที่ 85 dB(A)[15]

ส่วนที่ 1.2 การตรวจวัดความร้อน Wet Bulb Globe Thermometer (WBGT) ใช้เครื่อง Heat Stress Monitor ยี่ห้อ Quest รุ่น QT34 ตรวจวัดความร้อน แบบพื้นที่ (Area measurement) ติดตั้งจุดตรวจวัด ณ ด้านหน้าจุดปฏิบัติงานของคนงานเคาะ ต่อประกอบ จำนวน 1 ตัวอย่าง/สถานประกอบการ รวมทั้งหมด 8 ตัวอย่าง ทำการตรวจวัดโดยค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาสองชั่วโมงที่มีอุณหภูมิเวตบัลบ์โกลบสูงสุดของการทำงานปกติ แล้วนำค่าที่ได้จากการตรวจวัดไปเปรียบเทียบกับกฎกระทรวงที่กำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน พ.ศ. 2559 ซึ่งลักษณะงานในอู่ซ่อมรถยนต์จัดเป็นงานปานกลางที่มีค่ามาตรฐานต้องไม่เกิน 32 องศาเซลเซียส[16]

ส่วนที่ 1.3 การตรวจวัดฝุ่นรวมทุกขนาด ตรวจตามวิธีของ NIOSH Method 0501[17] อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างใช้ปั๊มดูดอากาศยี่ห้อ Gilian รุ่น GilAir 3 RP Pump ที่มีอัตราการไหลของอากาศ 2 ลิตร/นาที และกระดาษกรองที่ทำด้วย Polyvinyl chloride (PVC) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร ยี่ห้อ SKC เก็บตัวอย่างแบบพื้นที่ (Area measurement) ติดตั้งจุดตรวจวัดบริเวณจุดกึ่งกลางของงานขัดผิวโลหะและงานพ่นสี จำนวน 1 ตัวอย่าง/สถานประกอบการ รวมทั้งหมด 8 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างตลอดระยะ

เวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ทำการวิเคราะห์โดยการชั่งน้ำหนักอนุภาคฝุ่นที่ติดอยู่ในกระดาษกรอง[18] และนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานขององค์การบริหารความปลอดภัย และสุขภาพในการทำงาน (Occupational Safety and Health Administration: OSHA)[19] ที่กำหนดมาตรฐานที่ระดับ 15 mg/m^3

ส่วนที่ 1.4 การตรวจวัดสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (เบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน และไซลีน) ตรวจตามวิธี NIOSH Method 1501[20] อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างใช้ปั๊มดูดอากาศยี่ห้อ Gilian รุ่น GilAir 3 RP Pump ที่มีอัตราการไหลของอากาศ 0.2 ลิตร/นาที และ Activated Charcoal Tube ยี่ห้อ SKC เก็บตัวอย่างแบบพื้นที่ (Area measurement) ติดตั้งจุดตรวจวัดบริเวณงานพ่นสี จำนวน 1 ตัวอย่าง/สถานประกอบการ รวมทั้งหมด 8 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง โดยส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ที่ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา กระทรวงสาธารณสุข และนำผลไปเปรียบเทียบกับประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง ขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตรายเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน ที่ระดับเบนซีนไม่เกิน 1 ppm, โทลูอีนไม่เกิน 200 ppm, เอทิลเบนซีนไม่เกิน 100 ppm และไซลีนไม่เกิน 100 ppm ตามลำดับ[21]

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล จำนวน 10 ข้อ

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปอู่ซ่อมรถยนต์ จำนวน 10 ข้อ

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงจากการทำงาน ประกอบด้วย อาการเจ็บป่วยในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา จากปัจจัยสภาพแวดล้อมการทำงานด้านกายภาพ เคมี การยศาสตร์ และชีวภาพ จำนวน 20 ข้อ แบบสอบถามส่วนนี้พัฒนาขึ้นจากการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้รับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ได้ค่าความตรงเชิงเนื้อหารายข้อ ระหว่าง 0.67 – 1.00 และหาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (Reliability) ได้เท่ากับ 0.75

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ได้ขอความยินยอมจากผู้ประกอบการอู่ซ่อมรถยนต์ และพนักงานช่างในการตอบแบบสอบถาม และเก็บตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อม ดำเนินการเก็บข้อมูล ระหว่างเดือนมกราคม – เมษายน พ.ศ. 2562 โดยกลุ่มตัวอย่างได้ลงนามในใบยินยอมด้วยความสมัครใจ และเมื่อกลุ่มตัวอย่างนำแบบสอบถามมาส่ง ผู้วิจัยมีการตรวจสอบข้อมูลความครบถ้วนสมบูรณ์ของแบบสอบถาม งานวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา เลขที่ใบรับรอง 082/2018

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาในการบรรยายข้อมูลทั่วไป ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติเชิงอนุมานในการวิเคราะห์ความแตกต่างของภาวะสุขภาพระหว่างกลุ่มพนักงานด้วยการใช้สถิติ Chi-square test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มพนักงานช่างในอู่ซ่อมรถยนต์ จำนวน 114 คน พบว่า เป็นเพศชายทั้งหมด ประกอบด้วยกลุ่มช่างพ่นสี จำนวน 50 คน และกลุ่มช่างทั่วไป จำนวน 64 คน โดยกลุ่มช่างพ่นสีมีอายุเฉลี่ย 32.22 ± 8.96 ปี และกลุ่มช่างทั่วไปมีอายุเฉลี่ย 35.33 ± 9.71 ปี ตามลำดับ ระดับการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. ร้อยละ 44.0 และ 35.9 รายได้ต่อเดือนของ

ทั้งสองกลุ่มส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 10,001–15,000 บาท ร้อยละ 60.0 และ 65.6 อายุการทำงานเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกันที่ 3.56 ± 1.93 ปี และ 3.77 ± 2.52 ปี และจากการสำรวจข้อมูลทั่วไปของอู่ซ่อมรถยนต์ พบว่า การประกอบกิจการส่วนใหญ่เป็นธุรกิจแบบห้างหุ้นส่วน ร้อยละ 62.5 ระยะเวลาที่เปิดกิจการเฉลี่ย 8.5 ปี ระยะเวลาที่เปิดให้บริการต่อวัน คือ ช่วง 8.00–17.00 น. การให้บริการลูกค้าเฉลี่ยวันละประมาณ 3 คัน และส่วนใหญ่ลักษณะการให้บริการ คือ การซ่อมตัวถังพ่นสี ซ่อมเครื่องยนต์และช่วงล่าง ร้อยละ 62.5

ผลการตรวจวัดระดับเสียง ความร้อน และปริมาณฝุ่นรวมทุกขนาด

ผลการตรวจวัดระดับเสียงในอู่ซ่อมรถยนต์ทั้ง 8 แห่ง อยู่ในช่วง 60.5 – 77.0 dB(A) ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานในการทำงานที่ 85 dB(A) ผลการตรวจวัดระดับความร้อน WBGT อยู่ในช่วง 27.7 – 30.6 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานในการทำงานที่ 32 องศาเซลเซียส ส่วนผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นรวมทุกขนาด พบว่า อยู่ในช่วง 1.2 – 2.9 mg/m^3 ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานในการทำงานเช่นกันที่ 15 mg/m^3 (ตาราง 1)

ผลการตรวจวัดสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (BTEX)

ผลการตรวจวัดสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (BTEX) พบปริมาณสารเบนซีน อยู่ในช่วง 0.003 – 0.017 ppm สารโทลูอีนมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.003 – 0.990 ppm สารเอทิลเบนซีนมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.003 – 0.266 ppm และปริมาณสารไซลีนอยู่ในช่วง 0.004 – 0.166 ppm ซึ่งสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดนี้ มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่ระดับ 1 ppm, 200 ppm, 100 ppm และ 100 ppm ตามลำดับ (ตาราง 2)

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวัดระดับเสียง ความร้อน และปริมาณฝุ่นรวมทุกขนาด

พารามิเตอร์	ปริมาณ								ค่ามาตรฐาน
	อู่ 1	อู่ 2	อู่ 3	อู่ 4	อู่ 5	อู่ 6	อู่ 7	อู่ 8	
เสียง (dB(A))	77.0	75.2	75.3	67.3	75.7	72.0	70.0	60.5	85 dB(A)[15]
ความร้อน WBGT(°C)	29.2	27.7	30.1	28.3	29.7	28.8	28.9	30.6	32 °C[16]
ฝุ่นรวมทุกขนาด (mg/m^3)	2.9	1.4	1.4	1.2	1.2	1.2	1.9	1.4	15 mg/m^3 [19]

[15] ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน

[16] กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน

[19] มาตรฐานฝุ่นรวมทุกขนาด องค์การบริหารความปลอดภัยและสุขภาพในการทำงาน (OSHA)

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวัดสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (BTEX)

พารามิเตอร์	ปริมาณ (ppm)								ค่า[21]มาตรฐาน (ppm)
	อู่ 1	อู่ 2	อู่ 3	อู่ 4	อู่ 5	อู่ 6	อู่ 7	อู่ 8	
เบนซีน	0.003	0.004	0.003	0.017	0.005	0.003	0.003	0.003	1
โทลูอีน	0.172	0.036	0.227	0.065	0.990	0.120	0.229	0.003	200
เอทิล เบนซีน	0.015	0.015	0.034	0.025	0.128	0.121	0.266	0.003	100
ไซลีน	0.056	0.025	0.033	0.026	0.115	0.094	0.166	0.004	100

[21] ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง ขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตรายเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน

ผลภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงจากการทำงาน

อาการเจ็บป่วยในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา พบว่า กลุ่มช่างพ่นสีมีอาการเจ็บป่วยที่สูงกว่ากลุ่มช่างทั่วไป ได้แก่ อาการระคายเคืองตา แสบตา (ร้อยละ 28.0 และร้อยละ 7.8) และอาการแสบจมูก น้ำมูกไหล (ร้อยละ 34.0 และร้อยละ 15.6) ตามลำดับ ซึ่งเมื่อทดสอบทางสถิติระหว่างกลุ่ม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาอาการเจ็บป่วยในกลุ่มช่างทั่วไปพบว่ามีอาการที่สูงกว่ากลุ่มช่างพ่นสี ได้แก่ อาการปวดหลัง (ร้อยละ 48.4 และร้อยละ 28.0) ตามลำดับ ซึ่งเมื่อทดสอบทางสถิติระหว่างกลุ่ม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนอาการเจ็บป่วยอื่น ๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มช่างพ่นสี และกลุ่มช่างทั่วไป ($p > 0.05$) เป็นต้น (ตาราง 3)

ตารางที่ 3 อาการเจ็บป่วยในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา จำแนกตามกลุ่มพนักงาน (n=114)

อาการเจ็บป่วย	ช่างพ่นสี (n=50) จำนวน (ร้อยละ)	ช่างทั่วไป[#] (n=64) จำนวน (ร้อยละ)	p-value
ปัจจัยด้านกายภาพ			
หูอื้อ	12 (24.0)	21 (32.8)	0.303
ได้ยินเสียงพูดคุยไม่ชัด	13 (26.0)	11 (17.2)	0.252
ปวดชาบริเวณมือ/นิ้วมือ	9 (18.0)	14 (21.9)	0.609
เหนื่อย อ่อนเพลีย เสียเหงื่อจากอากาศร้อน	4 (8.0)	8 (12.5)	0.437
มองเห็นไม่ชัด ตาพร่ามัว	10 (20.0)	8 (12.5)	0.276

ตารางที่ 3 (ต่อ)

อาการเจ็บป่วย	ช่างพ่นสี (n=50) จำนวน (ร้อยละ)	ช่างทั่วไป[#] (n=64) จำนวน (ร้อยละ)	p-value
ปัจจัยด้านเคมี			
ระคายเคืองตา แสบตา	14 (28.0)	5 (7.8)	0.004*
แสบจมูก น้ำมูกไหล	17 (34.0)	10 (15.6)	0.022*
ระคายเคืองผิวหนัง	8 (16.0)	11 (17.2)	0.866
หอบ หืด หายใจลำบาก	6 (12.0)	6 (9.4)	0.650
ปวดศีรษะ	5 (10.0)	12 (18.8)	0.193
มึนงง คลื่นไส้อาเจียน	5 (10.0)	10 (15.6)	0.378
ปัจจัยด้านการยศาสตร์			
ปวดต้นคอ	9 (18.0)	22 (34.4)	0.055
ปวดไหล่	19 (38.0)	31 (48.4)	0.265
ปวดหลัง	14 (28.0)	31 (48.4)	0.027*
ปวดแขน	21 (42.0)	37 (57.8)	0.094
ปวดเอว	11 (22.0)	23 (35.9)	0.107
ปวดขา/ปวดเข่า	11 (22.0)	20 (31.3)	0.271
ปัจจัยด้านชีวภาพ			
ถูกสัตว์มีพิษ กัดต่อย	4 (8.0)	7 (10.9)	0.598
ภูมิแพ้ในทางเดินหายใจ	5 (10.0)	7 (10.9)	0.871

[#] ช่างทั่วไป (ช่างเคาะ ช่างปะผุ ช่างประกอบ ช่างเชื่อม)

[*] มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการตรวจวัดสิ่งแวดล้อมการทำงาน พบว่า ระดับเสียงอยู่ในช่วง 60.5 – 77.0 dB(A) ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาระดับเสียงในอู่ซ่อมรถยนต์เขตเทศบาลนครขอนแก่น ที่มีระดับเสียงอยู่ในช่วง 50.0–83.3 dB(A)[4] ซึ่งอาจเกิดจากการติดตั้งจุดตรวจวัดที่แตกต่างกัน โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ติดตั้งจุดตรวจวัดเสียงบริเวณงานเคาะ ต่อประกอบ โดยลักษณะการทำงานในอู่ซ่อมรถยนต์สามารถก่อให้เกิดเสียงดังได้[3,4,8] เช่น ขั้นตอนการเคาะขึ้นรูปตัวถังรถยนต์ทำให้เกิดเสียงลักษณะกระแทก หรือขั้นตอนการพ่นสีที่มีการใช้เครื่องปั๊มลม และปืนพ่นสี ทำให้เกิดเสียงดังลักษณะคงที่ อย่างไรก็ตามผลระดับเสียงที่ตรวจวัดได้ไม่เกินค่ามาตรฐานในการทำงานที่ 85 dB(A)[15] ผลการตรวจวัดระดับความร้อน WBGT อยู่ในช่วง 27.7 – 30.6 องศาเซลเซียส ซึ่งระดับความร้อนในการศึกษานี้เป็นอุณหภูมิเวตบัลบ์โกลบในบริเวณที่ลูกจ้างทำงานตรวจวัดโดยค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาสองชั่วโมงที่มี

อุณหภูมิเวตบัลบ์โกลบสูงสุดของการทำงานปกติ โดยตรวจวัดบริเวณด้านหน้าจุดปฏิบัติงานของคนงานเคาะ ต่อประกอบ ซึ่งจากกระบวนการทำงานในอู่ซ่อมรถยนต์จัดเป็นลักษณะงานที่ใช้แรงปานกลางหรือใช้กำลังงานที่ทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกายเกิน 200 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง ถึง 350 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง เช่น งานยก ลาก ดัน หรือเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงปานกลาง เป็นต้น ซึ่งระดับความร้อนในการศึกษานี้ไม่เกินค่ามาตรฐานในการทำงานที่ 32 องศาเซลเซียส[16]

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นรวมทุกขนาด พบว่า อยู่ในช่วง 1.2 – 2.9 mg/m3 ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดบริเวณจุดกึ่งกลางของงานขัดผิวโลหะและงานพ่นสี โดยฝุ่นละอองส่วนใหญ่ในอู่ซ่อมรถยนต์ครั้งนี้เป็นฝุ่นละอองสี และเศษละอองฝุ่นจากการขัดผิวโลหะ ซึ่งฝุ่นรวมทุกขนาด มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า 10 ไมครอนขึ้นไป โดยส่วนใหญ่จะติดค้างอยู่ที่ทางเดินหายใจส่วนต้นด้วยการกรองจากขนจมูก[18] ซึ่งปริมาณฝุ่นรวมที่ตรวจวัดได้ไม่เกินค่ามาตรฐานในการทำงานที่ 15 mg/m^3 [(19)] การตรวจวัดสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายในการศึกษาครั้งนี้ ทำการตรวจวัดสารเบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน และไซลีน ทำการตรวจวัดบริเวณงานพ่นสี ซึ่งสารเหล่านี้เป็นกลุ่มสารเคมีที่เป็นตัวทำละลายที่ผสมกับสี[11] ซึ่งเกิดจากลักษณะงานในขั้นตอนงานเตรียมสีและพ่นสี จากผลการตรวจวัดพบปริมาณสารเบนซีน อยู่ในช่วง 0.003 – 0.017 ppm สารโทลูอีนมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.003 – 0.990 ppm สารเอทิลเบนซีนมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.003 – 0.266 ppm และปริมาณสารไซลีน อยู่ในช่วง 0.004 – 0.166 ppm ซึ่งสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายเหล่านี้ มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่ระดับ 1 ppm, 200 ppm, 100 ppm และ 100 ppm ตามลำดับ[21] และค่าที่ตรวจวัดได้ไม่เกินค่าที่กำหนดโดยองค์กรด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของต่างประเทศที่ได้รับการยอมรับ คือ องค์การบริหารความปลอดภัย และสุขภาพในการทำงานของสหรัฐอเมริกา (OSHA)[19] สมาคมนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมภาครัฐบาลแห่งสหรัฐอเมริกา (ACGIH)[22] และสถาบันความปลอดภัย และสุขภาพในการทำงานแห่งชาติ (NIOSH)[23] เป็นต้น ซึ่งจากผลการตรวจวัดสิ่งแวดล้อมการทำงานทั้งหมดมีค่าไม่เกินมาตรฐานทั้งในและต่างประเทศ อย่างไรก็ตามการรับสัมผัสสิ่งแวดล้อมการทำงานดังกล่าวแบบเรื้อรัง อาจส่งผลต่อสุขภาพในระยะยาวได้ ดังนั้นสถานประกอบการควรมีการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อมโดยมีการตรวจติดตาม และประเมินความเสี่ยงสิ่งแวดล้อมการทำงานเป็นระยะ ประเมินปัจจัยในการจัดรูปแบบงานที่มีความเหมาะสมตลอดจนจัดให้มีและส่งเสริมการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลให้แก่พนักงาน เป็นต้น

ผลภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงจากการทำงาน พบ อาการเจ็บป่วยที่สำคัญในกลุ่มช่างพ่นสีที่สูงกว่าช่างทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ อาการระคายเคืองตา แสบตา และอาการแสบจมูก น้ำมูกไหล ซึ่งจากผลการศึกษาดังกล่าว อาจอธิบายได้ว่าในกระบวนการทำงานของช่างพ่นสีต้องทำงานอยู่ในบรรยากาศที่มีการฟุ้งกระจายของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายที่เป็นตัวทำละลายที่ผสมอยู่ในสีที่ใช้ในการพ่น เช่น เบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน และไซลีน เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้เมื่อสัมผัสกับดวงตาสามารถทำให้เกิดอาการระคายเคืองตา ตาแดง แสบตา ทำลายเยื่อบุตา และการสูดดมไอระเหยเหล่านี้ ทำให้มีอาการระคายเคือง แสบจมูก มีน้ำมูกไหลได้[11] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าพนักงานในสถานประกอบการเคาะพ่นสีรถยนต์มีอาการระคายเคืองตา[3,6] และพบอาการปวดหลังในกลุ่มช่างทั่วไปสูงกว่ากลุ่มช่างพ่นสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจากผลการศึกษาดังกล่าว อาจอธิบายได้ว่า พนักงานช่างทั่วไป ได้แก่ ช่างเคาะ ช่างปะผุ ช่างประกอบ ช่างเชื่อม มีการสัมผัสปัจจัยอันตรายทางการยศาสตร์จากกระบวนการทำงาน เช่น การยก

และเคลื่อนย้ายของที่มีน้ำหนักมาก งานที่มีการก้มหลัง บิดเอี้ยวตัว หรือการทำงานในท่าทางซ้ำซากและไม่เหมาะสม ส่งผลให้กล้ามเนื้ออ่อนล้า อีกทั้งอาจทำให้หมอนรองกระดูกถูกกดทับและเกิดการเสื่อมสภาพ ซึ่งเป็นสาเหตุของอาการปวดหลังได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา ที่พบปัญหาอาการปวดหลังในกลุ่มพนักงานช่างเชื่อม และช่างซ่อมบำรุง[24,25] เป็นต้น

ข้อจำกัดของการศึกษาครั้งนี้ คือ เนื่องจากการศึกษาภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงจากการทำงานเป็นการประเมินแบบอัตนัย (Subjective Measures) ที่เป็นการประเมินการรับรู้ของพนักงาน ซึ่งอาจมีความเข้าใจเกี่ยวกับภาวะสุขภาพที่ต่างกันหรือคลาดเคลื่อนตามบริบททางสังคมและวัฒนธรรม ดังนั้นการศึกษาครั้งต่อไปอาจมีการใช้การประเมินแบบปรนัย (Objective Measures) ร่วมด้วย ได้แก่ การตรวจสุขภาพพนักงานตามความเสี่ยง เช่น การตรวจสมรรถภาพการได้ยิน การตรวจสมรรถภาพปอด การตรวจทางห้องปฏิบัติการ เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความครบถ้วนสมบูรณ์มากขึ้น ทั้งนี้ผลการประเมินทำให้ทราบสาเหตุ และปัญหาภาวะสุขภาพของพนักงานนำไปสู่การวางแผนการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ผู้วิจัยขอขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือประเมินความเสี่ยงด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมเพื่อควบคุมกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535. นนทบุรี : กรมอนามัย; 2558.
2. กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. สถิติสะสมจำนวนโรงงานที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการ ตามพ.ร.บ.โรงงาน พ.ศ. 2535 จำแนกตามประเภท รายจำพวก ณ สิ้นปี 2559. [ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2560]. แหล่งข้อมูล: http://www.diw.go.th/hawk/content.php?mode=spss59
3. Vyas H, Das S, Mehta S. Occupational Injuries in Automobile Repair Workers. Industrial Health 2011; 49: 642–51.
4. วิภารัตน์ โพธิ์ขี, สุภาพร บัวเลิง, สุนิสา ชายเกลี้ยง. ผลการสำรวจด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงานของสถานประกอบกิจการร้านซ่อมรถยนต์ในเขตเทศบาลนครขอนแก่น. วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2555; 5: 77–86.
5. ณัฐชฎา พิมพาภรณ์. การศึกษาความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการทำงานของพนักงานในอู่ซ่อมรถยนต์. วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.) 2557; 20: 70–80.
6. ณัชชารี อนงค์รักษ์, ทัศน์พงษ์ ตันติปัญจพร. ปัจจัยคุกคามสุขภาพจากการทำงานและภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงของคนงานในสถานประกอบการเคาะพ่นสีรถยนต์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก. วารสารควบคุมโรค 2559; 42: 255–68.
7. อาวีระ ภัคมาตร์. ระดับของกรดฮิพพิวริคของผู้ปฏิบัติงานที่สัมผัสโทลูอีน ในสถานประกอบกิจการเคาะพ่นสีรถยนต์ ในจังหวัดพิษณุโลก [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2545. 126 หน้า.
8. อุไรวรรณ อินทร์ม่วง, เฟื่องฟ้า กาญจโนภาส, ภาณี ฤทธิ์มาก, ชัชนี คำภิบาล. การสูญเสีย

การได้ยินของช่างในสถานประกอบการซ่อมและเคาะพ่นสีรถยนต์. วารสารมหาวิทยาลัยมหาสารคาม 2544; 20: 121-36.

9. Selvi T and Nimra S. Occupational health hazards among automobile mechanics working in an urban area of Bangalore – a cross sectional study. International Journal of Medical Science and Public Health 2017; 6: 18-23.
10. พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช. การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ. นนทบุรี: ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2547.
11. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือโรคจากสารตัวทำละลายอินทรีย์ [ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อ 30 พ.ค. 2560]. แหล่งข้อมูล: irem.ddc.moph.go.th/researches/download/files/1648
12. Rogers B. Occupational and environmental health nursing concept and practice. USA: Philadephia; 2003.
13. Blayney MB and Eijnde J. Human behavior in a matrix of hazards risk, rules, and ratio in biomedical laboratory safety. Applied Biosafety 2005; 10: 151-9.
14. Cochran WG. Sampling Techniques. 3th ed. New York : John Wiley & Sons Inc; 1977.
15. กระทรวงแรงงาน. ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานระดับเสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 135 ตอนพิเศษที่ 19ง. (ลงวันที่ 26 มกราคม 2561).
16. กระทรวงแรงงาน. กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างและเสียง พ.ศ. 2559. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 133 ตอนที่ 91ก. (ลงวันที่ 17 ตุลาคม 2559).
17. NIOSH. NIOSH Methods 0501: Particulates not Otherwise Regulated, Total. [Online]. [Cited 2017 August 20]. Available from: http://www.cdc.gov/niosh/nmam/pdfs/0501.pdf
18. พรพิมล กองทิพย์. สุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Industrial hygiene). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: หจก.เบสท์ กราฟฟิค เพรส; 2555.
19. OSHA. TABLE Z-1 Limits for Air Contaminants. [Online]. [Cited 2018 December 4]. Available from: https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.1000TABLEZ1
20. NIOSH. NIOSH method 1501 Hydrocarbons, Aromatic. [Online]. [Cited 2017 November 13]. Available from: http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/1501.pdf
21. กระทรวงแรงงาน. ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง ขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 134 ตอนพิเศษที่ 198ง. (ลงวันที่ 3 สิงหาคม 2560).
22. ACGIH. Threshold limit values for chemical substances and Biological exposure indices. Cincinnati, OH; 2005.
23. NIOSH. NIOSH pocket guide to chemical hazards. [Online]. [Cited 2018 December 10]. Available from: https://www.cdc.gov/niosh/npg/

24. พรรณี นันทะแสง, กาญจนา นาถะพินธุ. ปัญหาสุขภาพและสภาพแวดล้อมในการทำงานของช่างเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า อำเภอเมือง จังหวัดหนองบัวลำภู. วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2555; 5: 21-30.
25. อรัญ ขวัญปาน, ชนะกานต์ พงศาสนองกุล. ความปลอดภัยจากการปฏิบัติงานของช่างซ่อมบำรุง มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา; 2555. 84 หน้า.