การปฏิบัติงาน สารเคมีในอากาศ และอาการทางสุขภาพของพนักงานบนรถโดยสารประจำทางแบบไม่ปรับอากาศ

Work characteristics, air chemicals levels, and health symptoms of workers on non-air-conditioned buses

ฌาน ปัทมะ พลยง ปร.ด. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)
ชนพร พลดงนอก วท.ม. (สุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย)
บุตรี เทพทอง วท.ม. (สุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย)
เชิดศิริ นิลผาย วศ.ม. (วิศวกรรมความปลอดภัย)
ขวัญฤทัย ทีนาคะ วท.บ. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

Chan Pattama Polyong Ph.D. (Occupational health and safety)
Chanaphorn Poldongnok M.Sc. (Industrial hygiene and safety)
Budtree Thepthong M.Sc. (Industrial hygiene and safety)
Chirdsiri Ninpai M.Eng. (Safety engineering)
Kwanruetai Teenaka B.Sc. (Occupational health and safety)
Bansomdejchaopraya Rajabhat University

Received : August 28, 2022
Revised : November 21, 2022
Accepted : January 17, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงพรรณาแบบภาคตัดขวางครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปฏิบัติงาน ปริมาณสารเคมี ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ และสารประกอบอินทรีย์ระเหย และอาการทางสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพบนรถโดยสารประจำทางไม่ปรับอากาศ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ใช้เครื่องมือวิจัย 2 ส่วน ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ และเครื่องมือเก็บตัวอย่างปริมาณก๊าซในบรรยากาศชนิด Multi RAE Plus Gas การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การพรรณนา Pearson's correlation และ Chi-square test ผลการศึกษาพบว่า พนักงานมีอายุเฉลี่ย 42.38±9.61 ปี มีพฤติกรรมสูบบุหรี่ร้อยละ 35.00 ดื่มแอลกอฮอล์ร้อยละ 32.50 ทำงานบนรถโดยสารสาธารณะมาแล้วเฉลี่ย 8.41±6.80 ปี ผลการตรวจวัดปริมาณสารเคมีในอากาศ พบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เท่ากับ 1.00-3.00 ppm สำหรับก๊าซไนโตรเจนและสารประกอบอินทรีย์ระเหยมีปริมาณต่ำกว่าค่าขีดจำกัดของการตรวจวัด พนักงานมีอาการเมื่อยล้าทั้งตัวมากที่สุดร้อยละ 52.50 รองลงมาเป็นระคายเคืองทางเดินหายใจและหายใจอึดอัด ร้อยละ 45.00 และ 37.50 ตามลำดับ ผลการศึกษาความสัมพันธ์พบว่า ระยะเวลาในการปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อย่างไรก็ตามปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ไม่มีความสัมพันธ์กับอาการทางสุขภาพ ข้อแนะนำพนักงานควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจในขณะปฏิบัติงาน และเพิ่มการระบายอากาศภายในรถโดยสารเพื่อให้ลดอาการทางสุขภาพ

คำสำคัญ: ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ สารประกอบอินทรีย์ระเหย อาการทางสุขภาพ พนักงานรถโดยสารประจำทางแบบไม่ปรับอากาศ

Abstract

The purpose of this cross-sectional study was to work characteristics, air chemicals levels namely carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NOx), and volatile organic compounds (VOCs), and health symptoms of workers on non-air-conditioned buses. The sample was 40 people. The study using 2 research tools: interview-questionnaire and Multi RAE Plus Gas Sampler. The data were analyzed using descriptive, Pearson's correlation and Chi-square test. The result found that the average of age was 42.38±9.61 years, 35.00 % of smokers, 32.50% of drinkers, and has worked on non-air-conditioned buses for 8.41±6.80 years. The results of the measurement of the amount of air chemicals were 1.00-3.00 ppm for CO, and were below the limit of detection (LOD) for NOx and VOCs. Workers had the highest symptoms of total body fatigue at 52.50 %, followed by respiratory irritation and dyspnea at 45.00 and 37.50 %, respectively. The results of the correlation study found that the duration of operation was statistically related to the CO ($p<0.05$). However, CO was not associated with health symptoms. Recommendations, workers should wear respiratory protection equipment on working time and increase the ventilation inside the bus to health symptoms reducing.

Keywords: Carbon monoxide (CO), Nitrogen oxides (NOx), Volatile organic compounds (VOCs), Health symptoms, Workers on non-air-conditioned buses

บทนำ

ระบบขนส่งสาธารณะหรือระบบขนส่งมวลชน (Public transportation or mass transit) เป็นการให้บริการทางคมนาคมที่กำหนดเส้นทางและตารางของการให้บริการไว้เป็นที่แน่นอนล่วงหน้า[1] ทั้งนี้ในเขตกรุงเทพและปริมณฑลมีองค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) สังกัดกระทรวงคมนาคม เป็นหน่วยงานรับผิดชอบจัดบริการรถรับส่งประชาชนในเขตกรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียง ซึ่งมีรายงานพบรถโดยสารประจำทางทั้งหมด 15,492 คัน โดยเป็นรถ ขสมก. 3,008 คัน จำแนกเป็นรถโดยสารธรรมดา (ไม่ปรับอากาศ) มากที่สุด ร้อยละ 51.92 รองลงมาเป็นรถปรับอากาศและรถเช่า ร้อยละ 44.18 และ 3.90 ตามลำดับ มีผู้ใช้บริการเฉลี่ย 614,696 คนต่อวัน ดังนั้นพนักงานบนรถโดยสารจึงเป็นกลุ่มอาชีพที่มีความสำคัญต่อระบบขนส่งสาธารณะอย่างมาก ในปัจจุบันมีพนักงานขับรถโดยสารประจำทางประมาณ 6,413 คน[2]

พนักงานปฏิบัติงานบนรถโดยสารมีโอกาสสัมผัสกับสิ่งคุกคามจากการทำงานได้ ทั้งสิ่งคุกคามด้านกายภาพ เคมี[3] ชีวภาพ[4] จิตสังคมและการยศาสตร์[5] ตัวอย่างสิ่งคุกคามด้านกายภาพได้แก่ ลักษณะของรถโดยสารจะมีเครื่องยนต์อยู่ด้านหน้ารถทำให้เกิดความร้อนได้ นอกจากนี้รถโดยสารไม่ปรับอากาศยังเกิดความร้อนได้จากสภาพอากาศตามธรรมชาติ ประเทศไทยมีการตรวจวัดความร้อนพบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิปี พ.ศ. 2563 เท่ากับ 28.00 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าค่าปกติ[6] รวมถึงความสั่นสะเทือนของรถ ส่งผลให้เกิดโรคทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อได้[7]

การสัมผัสสิ่งคุกคามด้านเคมีเป็นปัญหาหลักจากการทำงานของพนักงานบนรถโดยสารแบบไม่ปรับอากาศ เนื่องจากตลอดระยะเวลาการทำงานต้องปฏิบัติงานอยู่บนรถที่เคลื่อนที่บนถนนตลอดเวลา การเปิดหน้าต่างรถโดยสารทำให้มีโอกาสสัมผัสมลพิษจากการจราจร โดยสารเคมีที่สำคัญ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย ในอดีตมีการศึกษาของศรีรัตน์ ล้อมพงศ์[8] พบว่าพนักงานขับรถโดยสารธรรมดามีปริมาณสารโทลูอีนในอากาศแบบติดตัวบุคคลมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นเดียวกับการศึกษาใน

ประเทศเม็กซิโก[9] และฮ่องกง[10] พบพนักงานมีโอกาสเสี่ยงต่อการสัมผัสสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย ดังนั้น พนักงานจึงมีโอกาสเกิดผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานบนรถโดยสารแบบไม่ปรับอากาศได้

ผลกระทบต่อสุขภาพเกิดขึ้นได้ทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง โดยผลกระทบแบบเฉียบพลันสามารถเกิดขึ้นได้ภายใน 24 ชั่วโมงหลังการสัมผัสสิ่งคุกคาม[11] เช่น อาการทางสุขภาพ[3] และการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณชีพ[12] เป็นต้น มีการศึกษาในพนักงานบนรถโดยสาร พบว่า พนักงานมีอาการทางกาย เช่น มีเสมหะ ไอ หายใจเสียงวี๊ด[3] เหนื่อยง่าย ปวดศีรษะ และหัวใจเต้นเร็ว เป็นต้น นอกจากนี้ยังเกิดอาการทางจิตใจ เช่น รบกวนการนอนหลับ กังวลใจ และหงุดหงิดง่าย[12] สำหรับผลกระทบแบบเรื้อรัง พนักงานมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดเป็นมะเร็งจากการสัมผัสมลพิษได้ มีการศึกษาในพนักงานประจำรถโดยสารในประเทศเกาหลีใต้ พบว่า พนักงานขับรถมีโอกาสเสียชีวิตจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (Particle Matter: PM_{10}) ได้มากกว่าเกณฑ์ของความปลอดภัย และมีความเสี่ยงสูงในการเกิดมะเร็งจากสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย[13]

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการทางสุขภาพมีทั้งปัจจัยจากการทำงาน เช่น สารเคมีในพื้นที่ปฏิบัติงาน และระยะเวลาในการทำงาน เป็นต้น มีการศึกษาในสหราชอาณาจักร พบว่า การอยู่ในรถบัสหรือรถรางโดยสารสาธารณะภายใน 5 วัน มีโอกาสเกิดอาการทางระบบทางเดินหายใจเป็น 5.94 เท่า[4] นอกจากนี้ยังมีปัจจัยส่วนบุคคล เช่น อายุ โรคประจำตัว พฤติกรรมสุขภาพ ยกตัวอย่างการศึกษาของ Chung and Wu[14] พบว่า อายุของพนักงานเป็นตัวแปรที่สามารถทำนายการเกิดอาการทางสุขภาพได้ โดยพนักงานที่อายุน้อยกว่ามีการรับรู้อาการทางสุขภาพตนเองต่ำกว่าในพนักงานที่อายุมากขึ้น และพฤติกรรมการสูบบุหรี่อาจมีผลต่ออาการได้ ยกตัวอย่างการศึกษาของ Flexeder[15] ได้ติดตามกลุ่มตัวอย่างเป็นระยะเวลา 20 ปี พบว่า การรับสัมผัสควันบุหรี่มีผลต่อการเกิดหลอดลมอักเสบและเกิดอาการหายใจลำบากเป็น 4.80 และ 2.70 เท่า ตามลำดับ ซึ่งอาการทางระบบทางเดินหายใจเป็นผลกระทบหลักที่เกิดขึ้นได้ชัดเจน แต่สำหรับการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพปอดยังไม่ชัดเจนมากนัก ดังนั้นปัจจัยเหล่านี้จึงควรพิจารณาร่วมกับการเกิดอาการทางสุขภาพด้วย

การเฝ้าระวังด้านอาชีวอนามัยเป็นกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การป้องกันก่อนการเกิดความรุนแรงต่อสุขภาพ ดังนั้นการประเมินด้วยอาการทางสุขภาพจึงเป็นวิธีที่มีความไวต่อความรู้สึกในระยะเฉียบพลันได้[15] ทั้งนี้เพราะพนักงานสามารถประเมินอาการได้ด้วยตนเอง[14] ไม่ต้องใช้เครื่องมือที่ซับซ้อน สามารถนำไปสู่การป้องกันสุขภาพตนเองได้ การวิจัยครั้งนี้จึงได้ใช้อาการเป็นผลลัพธ์ของการศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการปฏิบัติงาน ปริมาณสารเคมีในอากาศ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ และสารประกอบอินทรีย์ระเหย และอาการทางสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพบนรถโดยสารประจำทางไม่ปรับอากาศ เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินสุขภาพตัวเองได้ด้วยอาการ และป้องกันผลกระทบต่อความรุนแรงทางสุขภาพต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการศึกษา

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive study)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานจำนวน 40 คน ที่ปฏิบัติงานบนรถโดยสารประจำทางแบบไม่ปรับอากาศ จำนวน 20 คัน มีขอบเขตของการเดินรถตั้งแต่พุทธมณฑลสาย 2 ถึงปากคลองตลาด กรุงเทพมหานคร ใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ในบริษัทการเดินรถแห่งหนึ่ง โดยมีเกณฑ์ในการคัดเข้า (Inclusion criteria) ได้แก่ เป็นผู้ปฏิบัติงานเป็นพนักงานขับรถและเก็บค่าโดยสาร สาย 7ก มีอายุการทำงานมากกว่า 1 ปีขึ้นไป สามารถสื่อสารภาษาไทยได้อย่างชัดเจน และยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยความสมัครใจ สำหรับเกณฑ์คัดออก (Exclusion criteria) ได้แก่ มีอาการทางสุขภาพจากโรคประจำตัว เกิดอาการเจ็บป่วยหรือขาดงานในวันที่เก็บตัวอย่าง

เครื่องมือการวิจัยและการรวบรวม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ เครื่องมือเก็บตัวอย่างปริมาณก๊าซในบรรยากาศชนิด Multi RAE Plus Gas รายละเอียดดังนี้

1) แบบสัมภาษณ์ มีทั้งหมด 4 ส่วน ประกอบด้วย 22 ข้อคำถาม ได้แก่ (1) ข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ และโรคประจำตัว (2) ข้อมูลด้านพฤติกรรมสุขภาพ ได้แก่ ประวัติการสูบบุหรี่ ความถี่ในการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มแอลกอฮอล์ และความถี่ในการดื่มแอลกอฮอล์ (3) ข้อมูลประวัติการทำงาน ได้แก่ ระยะเวลาในการขับรถ (ปี) อาชีพเสริม ระยะเวลาในการขับรถ (วัน) และการสวมใส่หน้ากากป้องกันส่วนบุคคล และ (4) ข้อมูลอาการทางสุขภาพ ได้แก่ ระบบทางเดินหายใจ (ระคายเคืองทางเดินหายใจ หายใจอึดอัด) ระบบประสาท (อ่อนเพลีย มึนงง) ระบบสายตา (ระคายเคืองตา สายตาพร่ามัว) ระบบผิวหนัง (ระคายเคืองผิวหนัง ผิวหนังอักเสบ) และระบบอื่น ๆ (เมื่อยล้า อารมณ์แปรปรวนง่าย หัวใจเต้นเร็วขึ้น) ทั้งนี้แบบสัมภาษณ์ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย จำนวน 3 ท่าน ประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ (Index of item objective congruence) ได้ค่ารายข้ออยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ผ่านเกณฑ์ตามการวัดและประเมินผล

การรวบรวมแบบสัมภาษณ์โดยผู้วิจัยได้อธิบายและสื่อสารข้อคำถามให้ตรงกันกับผู้ช่วยนักวิจัย หลังจากนั้นได้ประสานงานกับบริษัทขนส่งแห่งหนึ่งเพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูล โดยผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์โครงการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างบริเวณสถานีจุดรวมรถ ในกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือทีมผู้วิจัยจะนัดหมายวันเวลาในการสัมภาษณ์ซึ่งเป็นช่วงหลังเลิกงานของแต่ละกะการทำงาน ใช้เวลาในการสัมภาษณ์ประมาณ 10 นาทีต่อราย การแปลผลอาการทางสุขภาพกำหนดให้ค่า 0 คะแนน เท่ากับไม่เกิดอาการทางสุขภาพในข้อนั้น และให้ 1 คะแนนเท่ากับเกิดอาการทางสุขภาพนั้น

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างปริมาณก๊าซในบรรยากาศชนิด Multi RAE Plus Gas หมายเลขเครื่อง 080-901380 โดยเครื่องมือเป็นชนิดพกพาง่าย มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ และสารประกอบอินทรีย์ระเหย สำหรับคุณภาพเครื่องมือได้ผ่านการทดสอบคุณภาพตามบริษัทกำหนด และผ่านการสอบเทียบประจำปีจากบริษัทที่จำหน่าย เลขที่ 015-6012

การรวบรวมข้อมูลปริมาณสารเคมี คณะผู้วิจัยได้ตั้งจุดตรวจวัดบริเวณจุดกึ่งกลางรถโดยสารประจำทางแบบไม่ปรับอากาศโดยมีข้อพิจารณาจุดตรวจวัดต่ำกว่าเพดาน 30 เซนติเมตร สูงกว่าพื้นรถ 1 เมตร และห่างจากจุดประตู 1 เมตร ตามแนวทางงานวิจัยของ Kim[13] ทั้งนี้ใช้ระยะเวลาตรวจวัดใน 1 รอบการเดินรถ (ไป-กลับ) ประมาณ 1 ชั่วโมง 45 นาที หลังจากนั้นผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์สารเคมี 3 ชนิดดังกล่าว การแปลผลการตรวจวัดสารเคมี ได้พิจารณาการจัดกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม โดยคำนวณจากสูตรของ Best[16] เท่ากับ (ค่าสูงสุด – ค่าต่ำสุด) / 2

จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การศึกษาครั้งนี้ได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เลขที่ 004/62E04-V.02 เรียบร้อยแล้วก่อนดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิขสิทธิ์ SPSS รุ่น 21.00 แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย 1) สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ วิเคราะห์จำนวน ร้อยละ ในตัวแปรไม่ต่อเนื่อง (เพศ โรคประจำตัว การสูบบุหรี่ การดื่มแอลกอฮอล์ อาชีพเสริม และการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจส่วนบุคคล) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับตัวแปรต่อเนื่อง (อายุ ระยะเวลาปีการปฏิบัติงาน และระยะเวลาชั่วโมงการทำงานต่อวัน) และ 2) สถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ วิเคราะห์ Pearson's correlation หาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารเคมี และวิเคราะห์ Chi-square test หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนการสัมผัสสารเคมีกับอาการทางสุขภาพ กำหนดนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไปและการปฏิบัติงาน

พนักงานที่ปฏิบัติงานบนรถโดยสารประจำทางไม่ปรับอากาศ ส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 57.50 อายุเฉลี่ย 42.38±9.61 ปี ไม่มีโรคประจำตัวร้อยละ 90.00 มีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ร้อยละ 35.00 โดยสูบบุหรี่เฉลี่ย 7.90±11.63 มวน/วัน ดื่มแอลกอฮอล์ร้อยละ 32.50 โดยชนิดของแอลกอฮอล์ที่ดื่มเป็นสุราและเบียร์มากที่สุด ร้อยละ 84.60 ซึ่งความถี่ของการดื่มแอลกอฮอล์เป็นแบบนาน ๆ ครั้ง สำหรับข้อมูลการปฏิบัติงาน พบว่า พนักงานปฏิบัติงานมาแล้วเฉลี่ย 8.41±6.80 ปี มีระยะเวลาปฏิบัติงานเฉลี่ย 7.72±1.22 ชั่วโมงต่อวัน ในขณะปฏิบัติงานพนักงานได้ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจส่วนบุคคล ร้อยละ 80.00

ปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีในอากาศในรถโดยสารประจำทางแบบไม่ปรับอากาศ

จากการเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย จำนวน 20 ตัวอย่าง ตลอดระยะเวลาการทำงาน 1 รอบ (ไป-กลับ) ของพนักงานบนรถโดยสารประจำทางไม่ปรับอากาศ พบว่า ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายมีค่าต่ำกว่าขีดจำกัดของการตรวจวัดได้ (น้อยกว่า 0.033 ppm) ส่วนก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 1.00-3.00 ppm (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในรถโดยสารประจำทางแบบไม่ปรับอากาศ (n=20)

ความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ (ppm)	จำนวน (คัน)	ร้อยละ
1.00-2.00	14	70.00
2.01-3.00	6	30.00

อาการทางสุขภาพของพนักงานบนรถโดยสารประจำทางไม่ปรับอากาศ

ผลการศึกษาพบว่า พนักงานมีอาการเมื่อยล้ามากที่สุด ร้อยละ 52.20 รองลงมาประมาณ 1 ใน 3 พบอาการระคายเคืองทางเดินหายใจ หายใจอึดอัด อ่อนเพลีย และมึนงง ร้อยละ 45.00, 37.50, 35.00 และ 32.50 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 จำนวนพนักงานบนรถโดยสารประจำทางไม่ปรับอากาศที่มีอาการทางสุขภาพ (n=40)

อาการทางสุขภาพ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เมื่อยล้าทั่วทั้งร่างกาย	21	52.50
ระคายเคืองทางเดินหายใจ	18	45.00
หายใจอึดอัด	15	37.50
อ่อนเพลีย	14	35.00
มึนงง	13	32.50
ระคายเคืองตา	5	12.50
ระคายเคืองผิวหนัง	5	12.50
อารมณ์แปรปรวนง่าย	4	10.00
ผิวหนังอักเสบ	3	7.50
หัวใจเต้นเร็วขึ้น	2	5.00
สายตาพร่ามัว	2	5.00

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

ผลการทดสอบความสัมพันธ์ พบว่า ชั่วโมงต่อวันในการปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อย่างไรก็ตามปัจจัยด้านอายุ การสูบบุหรี่ และจำนวนปีที่ปฏิบัติงานไม่พบความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของพนักงาน (n=40)

ลักษณะข้อมูลส่วนบุคคล และการปฏิบัติงาน	ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์	
	r	p-value
อายุ (ปี)	0.078	0.743
จำนวนการสูบบุหรี่ (มวน/วัน)	0.259	0.270
จำนวนปีที่ปฏิบัติงาน	-0.058	0.808
ชั่วโมงต่อวันในการปฏิบัติงาน	0.478	0.033*

*ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์กับอาการทางสุขภาพของพนักงาน

ผลการตรวจวัดปริมาณสารเคมีด้วยเครื่องมือเก็บตัวอย่างปริมาณก๊าซในบรรยากาศชนิด Multi RAE Plus Gas พบว่า ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์และสารประกอบอินทรีย์ระเหยมีค่าต่ำกว่าขีดจำกัดของการตรวจวัดได้ โดยในการศึกษาจึงได้แบ่งกลุ่มของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ตามค่าเฉลี่ยออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2.00 และมากกว่า 2.00 ppm วิเคราะห์ร่วมกับอาการทางสุขภาพ พบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ไม่มีความสัมพันธ์กับอาการทางสุขภาพ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์กับอาการทางสุขภาพของพนักงาน (n=40)

อาการทางสุขภาพ	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์		χ^2	p-Value
	≤ 2.00 ppm	> 2.00 ppm		
เมื่อยล้า				
มีอาการ	15(37.50)	6(15.00)	0.000	1.000
ไม่มีอาการ	13(32.50)	6(15.00)		
ระคายเคืองทางเดินหายใจ				
มีอาการ	11(27.50)	7(17.50)	0.109	0.642
ไม่มีอาการ	17(42.50)	5(12.50)		
หายใจอึดอัด				
มีอาการ	10(25.00)	5(12.50)	1.065	0.174
ไม่มีอาการ	18(45.00)	7(17.50)		

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์กับอาการทางสุขภาพของพนักงาน (n=40) (ต่อ)

อาการทางสุขภาพ	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์		χ^2	p-Value
	≤ 2.00 ppm	> 2.00 ppm		
อ่อนเพลีย				
มีอาการ	7(17.50)	7(17.50)	2.051	0.122
ไม่มีอาการ	21 (52.50)	5(12.50)		
มึนงง				
มีอาการ	10(25.00)	3(7.50)	0.377	0.354
ไม่มีอาการ	19(47.50)	8(20.00)		
ระคายเคืองตา				
มีอาการ	2(5.00)	3(7.50)	0.098	0.521
ไม่มีอาการ	26(65.00)	9(22.50)		
ระคายเคืองผิวหนัง				
มีอาการ	3(7.50)	2(5.00)	0.098	0.521
ไม่มีอาการ	25(62.50)	10(25.00)		
อารมณ์แปรปรวนง่าย				
มีอาการ	1(2.50)	3(7.50)	0.349	0.270
ไม่มีอาการ	27(67.50)	9(22.50)		
ผิวหนังอักเสบ				
มีอาการ	1(2.50)	2(5.00)	0.000	1.000
ไม่มีอาการ	27(67.50)	10(25.00)		
หัวใจเต้นเร็วขึ้น				
มีอาการ	1(2.50)	1(2.50)	0.104	0.350
ไม่มีอาการ	28(70.00)	11(27.50)		
สายตาพร่ามัว				
มีอาการ	2(5.00)	0(0.00)	0.000	1.000
ไม่มีอาการ	26(65.00)	12(30.00)		

อภิปรายผลและสรุปผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาในกลุ่มพนักงานที่ปฏิบัติงานบนรถโดยสารประจำทางแบบไม่ปรับอากาศ ทั้งนี้พนักงานมีความเสี่ยงต่อการสัมผัสสิ่งคุกคามทั้งสิ่งแวดล้อมภายในรถและนอกรถ ที่ผ่านมาการศึกษาในประเทศไทยในประเด็นสุขภาพของพนักงานได้มีการศึกษาอาการทางสุขภาพกับความสามารถในการทำงาน[8] ในครั้งนี้เป็นการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับมลพิษที่มีแหล่งกำเนิดจากการจราจรกับผลกระทบต่ออาการทางสุขภาพ

มีผลการศึกษาและอภิปรายที่สำคัญ ดังนี้

การตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และสารประกอบอินทรีย์ระเหย ได้เก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่กลางรถเป็นตัวแทนจุดปฏิบัติงานของพนักงาน พบว่า ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์และสารประกอบอินทรีย์ระเหยมีค่าต่ำกว่าขีดจำกัดของการตรวจวัดได้ แสดงให้เห็นว่า ในขณะตรวจวัดนั้น ความเข้มข้นของสารเคมีดังกล่าวมีค่าน้อยมาก สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ ในปี พ.ศ. 2563 ได้ประเมินการสัมผัสสารโทลูอีนซึ่งเป็นหนึ่งในกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย โดยตรวจวัดแบบติดตัวบุคคลในพนักงานบนรถโดยสารธรรมดาพบค่าสารโทลูอีน เฉลี่ย 33.68 ส่วนในพันล้านส่วน (Part per billion: ppb)[8] น้อยกว่าค่ามาตรฐานที่หน่วยงาน American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) [17] กำหนดอย่างมาก (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 20 ส่วนในล้านส่วน (Part per million: ppm) หรือ 20,000 ppb) ทั้งนี้อาจเกิดจากรถโดยสารมีการเปิดหน้าต่างตลอดเวลา โดยเฉพาะเวลาที่รถเคลื่อนที่อาจส่งผลต่อการไหลเวียนอากาศ ทำให้ปริมาณสารเคมีถูกเจือจางได้ นอกจากนี้อุณหภูมิที่ร้อนของประเทศไทยอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารประกอบอินทรีย์ที่มีสมบัติระเหยได้ง่ายและกระจายได้รวดเร็ว ทั้งนี้ผลการศึกษาพบก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 1.00-3.00 ppm ซึ่งพบค่าน้อยกว่าการศึกษาการตรวจวัดบนรถโดยสารสาธารณะที่เมือง Guangzhou ประเทศจีน ที่พบค่าคาร์บอนมอนอกไซด์ 28.70 ppm[18]

ผลการศึกษาพบระยะเวลาการปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในทิศทางบวก นั่นคือ หากพนักงานมีระยะเวลาทำงานเพิ่มมากขึ้นจะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน จึงเป็นไปได้ว่าสัมผัสก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในระหว่างการทำงานจากการจราจร มีการศึกษาของ Wong[10] ได้รายงานประเด็นนี้ไว้ โดยได้ตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บนรถโดยสารสาธารณะที่ฮ่องกง พบระดับของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในรถมีความสัมพันธ์กับการตรวจในสิ่งแวดล้อมพื้นที่นอกรถ (Ambient) และริมถนน (Roadside) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นพนักงานที่มีชั่วโมงการทำงานเพิ่มขึ้นและมีระยะเวลาสัมผัสนานขึ้น ถึงแม้พบสารในปริมาณที่น้อยแต่มีความเป็นไปได้ถึงความเชื่อมโยงกับผลลัพธ์ทางสุขภาพได้

ผลการศึกษาอาการสุขภาพของพนักงาน พบว่า พนักงานรู้สึกเมื่อยล้าร้อยละ 52.50 รองลงมาประมาณ 1 ใน 3 พบอาการระคายเคืองทางเดินหายใจ หายใจอึดอัด อ่อนเพลีย และมึนงง ตามลำดับ เห็นได้ว่าผลกระทบหลักของพนักงานเป็นอาการของระบบทางเดินหายใจและระบบประสาท เมื่อพิจารณาสัดส่วนในกลุ่มผู้ที่เกิดอาการมีความสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาได้รายงานไว้ว่า พนักงานมีอาการเมื่อยล้าทั้งตัว ปวดศีรษะ และระคายเคือง ร้อยละ 64.50, 48.70 และ 40.80 ตามลำดับ[8] ทั้งนี้พนักงานที่เกิดอาการอาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น ระยะเวลาปฏิบัติงานที่ยาวนาน ประมาณ 8-10 ชั่วโมงบนรถโดยสาร การสัมผัสความสั่นสะเทือนจากเครื่องยนต์และสารเคมีจากการจราจร เป็นต้น มีการศึกษาการทำงานบนรถโดยสารพบการสั่นสะเทือนทั่วทั้งร่างกาย (Whole-body vibration) ส่งผลให้เกิดความล้าของพนักงานและการขาดงานได้[19] นอกจากนี้สารเคมีจากการจราจรส่งผลให้เกิดอาการทางระบบประสาทได้ เพราะสารกลุ่มตัวทำละลายอินทรีย์ในน้ำมันเชื้อเพลิงสามารถผ่านแผงกั้นหลอดเลือดสมอง (Blood brain barrier) เข้าสู่เซลล์ประสาทได้ ส่งผลให้เกิดอาการปวดศีรษะ เวียนศีรษะเป็นอาการหลัก ร้อยละ 49.00 และ 42.50 ตามลำดับ[20]

ผลการศึกษาความสัมพันธ์พบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ไม่มีความสัมพันธ์กับอาการทางสุขภาพ ซึ่งไม่สอดคล้องกับทฤษฎีที่รายงานไว้ว่า ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงจะจับกับฮีโมโกลบินได้มากกว่าออกซิเจนประมาณ 200-250 เท่า กลายเป็นสารประกอบคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน อาการที่เกิดขึ้นกับร่างกายที่พบบ่อย เช่น ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ คลื่นไส้ และอ่อนเพลีย เป็นต้น[21] ซึ่งผลที่ขัดแย้งอาจเกิดได้จากปริมาณ (Dose) ของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่สัมผัสครั้งนี้ โดยตรวจวัดพบปริมาณน้อย (1.00-3.00 ppm) อาจจะยังไม่เกิดผลกระทบในระยะเฉียบพลัน อย่างไรก็ตาม พนักงานมีความชุก

ของการเกิดอาการที่เกี่ยวข้องกับมลพิษจากการจราจร เช่น เมื่อยล้า อาการทางระบบประสาท และทางเดินหายใจ ทั้งนี้อาจเกิดได้จากปัจจัยเสี่ยงร่วมกัน (Combined) ของปัจจัยเสี่ยงหลายชนิด เช่น ฝุ่น PM_{10}, CO, CO_2[10] และ VOCs[9] เป็นต้น ก่อนหน้านี้มีการศึกษาระบุถึงสารตัวทำละลายอินทรีย์จำนวน 14 ชนิดที่เป็นสารก่อมลพิษในการจราจร และมีความเสี่ยงก่อผลกระทบต่อสุขภาพได้สูง[9] ถึงแม้ว่าในการศึกษาครั้งนี้ไม่ชี้ชัดว่าสารเคมีทั้ง 3 ชนิด เป็นปัจจัยเสี่ยงต่ออาการทางสุขภาพ แต่เป็นการยืนยันถึงอาการทางสุขภาพที่เกิดความชุกได้มาก สอดคล้องกับการศึกษาของศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ ได้ศึกษาในพนักงานขับรถโดยสารธรรมดาในพื้นที่กรุงเทพมหานคร[8] ดังนั้น พนักงานควรมีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจที่เหมาะสม เพื่อลดผลกระทบจากสารเคมีในท้องถนนได้

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษานำร่อง (Pilot study) ตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย กับอาการสุขภาพของกลุ่มอาชีพผู้ปฏิบัติงานบนรถโดยสารประจำทางแบบไม่ปรับอากาศ ซึ่งที่ผ่านมามีการกล่าวถึงสารบางชนิด เช่น โทลูอีน[8] ดังนั้นจึงเป็นส่วนขยายองค์ความรู้ของกลุ่มอาชีพนี้ อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของการศึกษา คือ การสัมผัสสารซึ่งอาจขึ้นกับปัจจัยที่หลากหลาย เช่น ถนนสายที่รถโดยสารผ่านเขตกลางเมือง นอกเมือง ปริมาณรถในท้องถนนที่แตกต่างกันอาจส่งผลต่อปริมาณสารที่แตกต่างกัน สภาพภูมิอากาศตามธรรมชาติ และปัจจัยคุกคามด้านต่าง ๆ เป็นต้น ดังนั้นการพิจารณาการสัมผัสสารของแต่ละบุคคลจึงมีข้อจำกัดของเครื่องมือการตรวจวัด ในครั้งนี้ได้ใช้การตรวจวัดแทนการสัมผัสของพนักงานตามงานวิจัยของ Kim[13] ทั้งนี้ในอนาคตอาจใช้รูปแบบการติดอุปกรณ์ที่ตัวบุคคลหรือตำแหน่งของพนักงานขับรถอาจจะสามารถแทนค่าการสัมผัสได้เหมาะสมกว่าครั้งนี้ และตรวจวัดในหลายพารามิเตอร์เพื่อวิเคราะห์ผลร่วมของสหปัจจัย

สรุปผล การตรวจวัดสิ่งคุกคามด้านเคมีพบปริมาณน้อย พนักงานมีโอกาสสัมผัสก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มากกว่าไนโตรเจนออกไซด์และสารประกอบอินทรีย์ระเหย โดยอาการทางสุขภาพของพนักงานที่พบมากได้แก่ เมื่อยล้า ระคายเคืองทางเดินหายใจ หายใจอึดอัด อ่อนเพลีย และมึนงง ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์กับอาการทางสุขภาพของพนักงาน พบว่าชั่วโมงต่อวันในการปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในช่วง 1.00–3.00 ppm ไม่มีความสัมพันธ์กับอาการทางสุขภาพ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ชั่วโมงในการทำงานมีความสัมพันธ์กับปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ถึงแม้ว่าชั่วโมงการทำงานต่อวันไม่สามารถปรับลดลงได้ แต่สามารถลดระยะเวลาของการสัมผัสสารได้ เช่น เพิ่มระบบไหลเวียนอากาศภายในรถด้วยพัดลมหรือบำรุงรักษาให้ใช้ได้อยู่เสมอ พนักงานควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจส่วนบุคคลที่เหมาะสมระหว่างการทำงาน

2. พนักงานมีความชุกของอาการทางสุขภาพมาก โดยเฉพาะอาการเมื่อยล้า ดังนั้นควรมีโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพที่เหมาะสมกับลักษณะของงาน เช่น การปรับทางการยศาสตร์ในการขับรถ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อระหว่างพักหรือในช่วง 1 รอบของการวิ่งรถ เป็นต้น

3. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ไม่มีความสัมพันธ์กับอาการทางสุขภาพ ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาปัจจัยร่วมของสิ่งคุกคามหลายด้านมากขึ้น เช่น สารเคมีที่มีอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิงหรือการเผาไหม้ อุณหภูมิ และด้านการยศาสตร์ เป็นต้น เพื่อค้นหาปัจจัยสาเหตุเพื่อการป้องกันได้มากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนางสาวศศิวรรณ มาหนองโดน และนางสาวสุนารี สีม่วง ผู้ช่วยนักวิจัย ที่ช่วยสัมภาษณ์พนักงานและตรวจวัดสารเคมีในอากาศในพื้นที่การทำงาน ขอบคุณบริษัทขนส่งแห่งหนึ่งที่อนุญาตให้ดำเนินการวิจัยและกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมด้วยความสมัครใจ

เอกสารอ้างอิง

1. ศิพิระ เชิดสงวน. สิ่งคุกคามสุขภาพในอาชีพพนักงานขับรถโดยสารประจำทางขนส่งมวลชนกรุงเทพ. วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา 2560; 12: 120-32.
2. องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ. รายงานการดำเนินงานองค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพประจำปี พ.ศ. 2558. กรุงเทพฯ; 2558.
3. Firdaus M, Juliana J. Exposure to indoor air pollutants (PM10, CO2 and CO) and respiratory health effects among long distance express bus drivers. Health and the Environment Journal 2014; 5(3): 66-85.
4. Troko J, Myles P, Gibson J, Hashim A, Enstone J, Kingdon S, et al. Is public transport a risk factor for acute respiratory infection?. BMC Infect Dis [Internet]. 2011 [cited 2021 July 3]. Available from: https://doi.org/10.1186/1471-2334-11-16
5. Brunoro C, Sznelwar LI, Bolis I, Abrahão J. Contributions of ergonomics to the construction of bus drivers health and excellence in public transport and at work. Work 2012; 41: 30-5.
6. กรมอุตุนิยมวิทยา. สภาวะอากาศของประเทศไทย พ.ศ. 2563. [อินเทอร์เน็ต]. 2563 [เข้าถึงเมื่อ 1 สิงหาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: http://climate.tmd.go.th/ content/file/2031.
7. อโณทัย กล้าการขาย, เอกชัย แผ่นทอง, เอราวิล ถาวร, คมกฤต เมฆสกุล. การเปรียบเทียบการประเมินท่าทางการทำงานและอัตราความชุกของอาการผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกจากการทำงานในพนักงานขับรถโดยสารสาธารณะ. วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการไทย 2559; 2(3): 61-7.
8. ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์. การศึกษาการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนและอาการแสดงที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงานของพนักงานขับรถโดยสารธรรมดาในเขตกรุงเทพมหานคร. วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา 2563; 15(2): 50-61.
9. Arellanez A, Días J, Padilla R, Rodríguez VH, Mónica P, Beltrán F, et al. Assessment of persistent indoor VOCs inside public transport during winter season. Chemosphere [Internet]. 2021 [cited 2021 August 15]. Available from: https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128127
10. Wong LT, Mui KW, Cheung CT, Chan WY, Lee YH, Cheung CL. In-cabin exposure levels of carbon monoxide, dioxide and airborne particulate matter in air-conditioned buses of Hong Kong. Indoor Built Environ 2011; 20(4): 464-70.
11. ฌาน ปัทมะ พลยง. สุขภาพมูลฐานในผู้ประกอบอาชีพ. กรุงเทพ ฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา; 2563.
12. KloimuKller I, Karazman R, Geissler H, Karazman-Morawetz I, Haupt H. The relation of age, work ability index and stress-inducing factors among bus drivers. Int J Ind Ergon 2000; 25: 497-502.
13. Kim HH. Characteristics of exposure and health risk air pollutants in public buses in Korea. Environ Sci Pollut Res 2020; 27: 37087-98.
14. Chung YS, Wu HL. Stress, strain, and health outcomes of occupational drivers: An application of the effort reward imbalance model on Taiwanese public transport drivers. Transp Res F traffic Psychol Behav 2013; 19: 97-107.

15. Flexeder C, Zock JP, Jarvis D. Second-hand smoke exposure in adulthood and lower respiratory health during 20 year follow up in the European community respiratory health survey. Respir Res [Internet]. 2019 [cited 2022 February 2]. Available from: https://doi.org/10.1186/s12931-019-0996-z
16. Best-John W. Research in education. 3rd ed. New Jersey:Prentice Hall Press; 1997.
17. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Threshold limit values and biological exposure indices. USA; 2022.
18. Chan LY, Lau WL, Cao ZX, Lai SC. Exposure level of carbon monoxide and respirable suspended particulate in public transportation modes while commuting in urban area of Guangzhou, China. Atmos Environ 2002; 36: 5831-40.
19. Kresal F, Roblek V, Jerman A, Meško M. Lower back pain and absenteeism among professional public transport drivers. Int J Occup Saf Ergon 2015; 21(2): 166-72.
20. Polyong PC, Thetkatuek A. Factors affecting prevalence of neurological symptoms among workers at gasoline stations in Rayong Province, Thailand. Environ Anal Health Toxicol [Internet]. 2022 [cited 2022 May 5]. Available from: https://doi.org/10.5620/eaht.2022009
21. วุฒิเชษฐ รุ่งเรือง, ฐิติพล เยาวลักษณ์. ภาวะพิษจากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์. วารสารเภสัชกรรมโรงพยาบาล 2564; 31(3): 229-36.