

เปรียบเทียบภาวะสุขภาพระบบประสาทจากการสัมผัสสัมผัสสารตะกั่ว แคดเมียมและนิกเกิล บนพื้นผิวปฏิบัติงานของกลุ่มแรงงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ ในจังหวัดอุบลราชธานี Comparison of Neurological Health Conditions for Lead, Cadmium, and Nickel Exposures on the Work Surfaces among E-Waste Sorting Workers in Ubon Ratchathani Province

กรวิกา ทหารสาร (Kornwika Harasarn)* ปรัชญา แก้วแก่น (Pratchaya Kaewkaen)***

นันทพร ภัทรพุทธ (Nantaporn Phatrabuddha)** อนามัย เทศกะทีก (Anamai Thetkathuek)^{1**}

(Received: March 4, 2022; Revised: May 20, 2022; Accepted: May 11, 2022)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบภาวะสุขภาพระบบประสาทจากการสัมผัสสัมผัสสารตะกั่ว (Pb) แคดเมียม (Cd) และนิกเกิล (Ni) ในพื้นที่ปฏิบัติงานของกลุ่มแรงงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ ในจังหวัดอุบลราชธานี กลุ่มสัมผัส คือ แรงงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 151 คน กลุ่มไม่สัมผัส คือ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน จำนวน 72 คน โดยใช้แบบสัมภาษณ์และการประเมินปริมาณสาร Pb, Cd, Ni ในพื้นผิวปฏิบัติงาน ผลการศึกษาพบว่า แรงงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 78 คน (51.70%) อายุเฉลี่ย (SD) เท่ากับ 45.50 (11.99) ปี พบปริมาณสาร Pb, Cd, Ni มีค่าเฉลี่ย (SD) เท่ากับ 46.6 (150.18), 0.19 (0.51) และ 23.211 (58.34) $\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$ กลุ่มไม่สัมผัส พบปริมาณสาร Pb, Cd, Ni มีค่าเฉลี่ย (SD) 0.22 (0.557), 0.11 (0.966) และ 0.17(0.301) $\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$ ผลการเปรียบเทียบภาวะสุขภาพระบบประสาทในกลุ่มสัมผัสมีระดับมากกว่ากลุ่มไม่สัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ได้แก่ เพศกับอาการความจำไม่ค่อยดี อายุกับอาการนอนไม่หลับ การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และสูบบุหรี่กับอาการเหงื่อออกง่าย จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวันกับอาการมีความต้องการทางเพศลดลง ปริมาณฝุ่น Pb และ Ni พื้นผิวปฏิบัติงานกับอาการเหงื่อออกง่าย และปริมาณ Cd กับอาการเกี่ยวกับการทรงตัว ทั้งนี้ควรให้ความสำคัญในการดูแลสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างตามปัจจัยเสี่ยง เช่น ควรงดการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ งดสูบบุหรี่ ไม่รับประทานอาหารในพื้นที่ปฏิบัติงาน ให้สวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลในขณะคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ และทำความสะอาดบริเวณที่ทำงานเพื่อควบคุมและลดปริมาณสาร Pb Cd และ Ni ในพื้นผิวปฏิบัติงาน

ABSTRACT

This study was aimed at comparing neurological health conditions and risk factors for lead, cadmium, and nickel exposures on the work surfaces of e-waste sorting workers in Ubon Ratchathani Province. The exposed group included 151 e-waste sorting workers and in the non-exposed group included 72 village health volunteers. An interview form was used and the Pb, Cd, and Ni contents on the work surfaces were evaluated. The results of the study found that most e-waste sorting workers were males, 78 persons (51.70%), and the mean age (SD) was 45.50 (11.99) years. In the work areas of the exposed group, the Pb, Cd, and Ni mean contents (SD) were 46.6 (150.18), 0.19 (0.51), and 23.211 (58.34) $\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$, respectively, while of the non-exposed group, the Pb, Cd, and Ni mean contents

¹Corresponding author: anamai@buu.ac.th

*นิสิต หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

**รองศาสตราจารย์ ภาควิชาจุลชีวศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

*** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

(SD) were 0.22 (0.557), 0.11 (0.966), and 0.17 (0.301) $\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$, respectively. According to the comparison, neurological health conditions in the exposed group were statistically significantly higher than those in the non-exposed group (p -value < 0.05) including gender with poor memory, age with insomnia; drinking alcohol and smoking with sweats easily; number of working hours per day with decreased sexual desire; Pb and Ni with sweating easily and Cd with balance problems. It is recommended that the samples focus on their health care based on their risk factors; for example, they should refrain from drinking alcoholic beverages, smoking, and eating in their work areas, wear personal protective equipment when sorting e-waste, and clean their work areas to control and reduce the Pb, Cd, and Ni content on the work surfaces.

คำสำคัญ: ตะกั่ว แคดเมียม นิกเกิล แรงงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ ภาวะสุขภาพ

Keywords: Lead, Cadmium, Nickel, Electronic waste worker, Health condition

บทนำ

ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีอัตราการกำลังการผลิตที่สูงขึ้นเพื่อให้ทันต่อความต้องการ จนกลายเป็นขยะอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic waste; E-waste) ที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นทั่วโลก [1] และในภูมิภาคเอเชีย [2] ประเทศไทยพบขยะอิเล็กทรอนิกส์ในแหล่งชุมชนต่าง ๆ ทั่วประเทศ [3] โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อาทิ จังหวัดกาฬสินธุ์ จังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดอุบลราชธานี ทำให้มีแรงงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์และสะสมขยะอิเล็กทรอนิกส์ไว้ในบริเวณบ้านเพื่อรอการคัดแยกและส่งออกไปยังโรงงานอุตสาหกรรมกำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์ปริมาณมาก [4] กลุ่มแรงงานคัดแยกขยะฯ มีโอกาสรับสัมผัสสารเคมีในขั้นตอนการเก็บรวบรวม คัดแยกและเผาขยะฯ [5] เช่น ตะกั่ว แคดเมียม นิกเกิล โปรท สารหนู แมงกานีส [5-6]

การปฏิบัติงานของแรงงานคัดแยกขยะฯ มีโอกาสรับสัมผัสสารตะกั่ว แคดเมียมและนิกเกิลรูปของฝุ่นและฟุ้งโลหะเข้าสู่ร่างกายช่องทางหายใจ กลืนกินทางปาก และเกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักผ่านผิวหนัง [5,7] ทำให้มีผลกระทบต่ออวัยวะเป้าหมาย [8] ถึงแม้ระดับการสัมผัสอยู่ในเกณฑ์น้อยกว่าค่ามาตรฐานความปลอดภัยของแรงงานที่สัมผัสสาร Pb, Cd [9] หากได้รับปริมาณสูงในเวลาสั้นและไม่มีการดูแลสุขภาพที่เหมาะสม ทำให้เกิดอาการผิดปกติทางสุขภาพแบบเฉียบพลันได้ 1) สาร Pb พบอาการ ปวดศีรษะ อาเจียน นอนไม่หลับ ความจำลดลง [10] 2) สาร Cd พบอาการไอ แน่นหน้าอก ไข้ [11] และ 3) สาร Ni พบอาการหายใจไม่อึดและเวียนศีรษะ [12] หากสัมผัสสารทั้ง 3 ชนิดนี้อย่างต่อเนื่องในปริมาณต่ำทำให้เกิดอาการเรื้อรังต่อระบบประสาทส่วนกลาง [13] ทำให้การส่งสัญญาณเคมีในเซลล์ผ่านสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) เสียสมดุลส่งผลต่อสติปัญญาเสื่อม ความรู้ความเข้าใจ [14] เกิดการเปลี่ยนแปลงในการรับรู้ [15] ซึ่งจะกระทบต่อกระบวนการรู้คิด (Cognitive process) และการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองในการใช้ชีวิตประจำวัน

ปัจจัยการรับสัมผัสสาร Pb, Cd, Ni อาจส่งผลกระทบต่อภาวะสุขภาพระบบประสาทของแรงงานคัดแยกขยะฯ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา [5,16] และปัจจัยต่อการรับสัมผัสสาร Pb, Cd, Ni [6] ได้แก่ ปัจจัยลักษณะงาน จำนวนปีที่ทำงาน [17] ชั่วโมงทำงาน [18] ขนาดพื้นที่ในการทำงาน [19] ปัจจัยด้านพฤติกรรม การดูแลตนเอง ได้แก่ ไม่ล้างมือ ไม่เปลี่ยนเสื้อผ้าทันทีเมื่อกลับถึงบ้าน [17] การไม่สวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล [20] และปริมาณการรับสัมผัสความเข้มข้นของฝุ่น Pb, Cd, Ni บนพื้นผิวปฏิบัติงาน (Surface wipe) [19]

การดูแลสุขภาพของแรงงานคัดแยกขยะฯ ทำได้โดยการเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อมทำได้ด้วยการเก็บตัวอย่างฝุ่น เพื่อประเมินสารปนเปื้อนในอากาศ [21] และในพื้นที่ผิวบริเวณปฏิบัติงาน [22] การเฝ้าระวังสุขภาพ โดยการคัดกรองสุขภาพ

เบื้องต้น เช่น การตรวจหาปริมาณสาร Pb, Cd, Ni ในเลือด [16] อย่างไรก็ตาม การเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อมโลหะหนักในพื้นที่ปฏิบัติงานที่สะดวกและรวดเร็วอย่างหนึ่ง คือ การเก็บปริมาณสาร Pb, Cd, Ni ในพื้นผิวนิ่วบริเวณปฏิบัติงาน ส่วนการเฝ้าระวังทางสุขภาพ คือการใช้แบบสัมภาษณ์ ภาวะสุขภาพ เพื่อเป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังสุขภาพผู้ประกอบอาชีพกลุ่มเสี่ยงต่อไปได้

การศึกษาที่ผ่านมาได้มีการศึกษาตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดในกลุ่มแรงงานคัดแยกขยะฯ ในเขตตำบลบ้านกอก อำเภोजังหวัดอุบลราชธานี พบระดับตะกั่วค่าสูงสุด เท่ากับ 10.74 $\mu\text{g/dL}$ [23] และมีผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารโครเมียม โปรท นิกเกิล ตะกั่วในบรรยากาศกับอาการหอบหืด [16] นอกจากนี้มีผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสสาร Pb, Cd, Ni ในกลุ่มเด็กกับอาการทางสุขภาพได้แก่ ไอ จาม การได้ยิน หายใจติดขัด [9,24] ยังพบช่องว่างของความรู้ทางการวิจัย ในประเด็นการรับสัมผัสสาร Pb, Cd, Ni โดยยังไม่มียผลการศึกษาปริมาณ Pb, Cd, Ni ในพื้นที่ทำงานและภาวะสุขภาพระบบประสาท ในกลุ่มแรงงานคัดแยกขยะฯ ดังนั้น จึงเห็นความสำคัญในการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบภาวะสุขภาพระบบประสาทและปัจจัยเสี่ยงจากการรับสัมผัสสารตะกั่ว แคดเมียม และนิกเกิลในพื้นที่ปฏิบัติงานของกลุ่มแรงงานคัดแยกขยะฯ ในจังหวัดอุบลราชธานี เพื่อให้เป็นแนวทางในการคัดกรองสุขภาพแรงงานคัดแยกขยะฯ และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการป้องกันความเป็นพิษของสาร Pb, Cd, Ni ต่อระบบประสาท ในกลุ่มแรงงานคัดแยกขยะฯ ในจังหวัดอุบลราชธานี เพื่อให้แรงงานคัดแยกขยะฯ มีสุขภาพที่ดีต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบภาวะสุขภาพระบบประสาทจากการสัมผัสสารตะกั่ว (Pb) แคดเมียม (Cd) และนิกเกิล (Ni) ในพื้นผิวนิ่วปฏิบัติงานของกลุ่มแรงงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ ในจังหวัดอุบลราชธานี

เครื่องมือและวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Analytical cross-sectional study) เก็บข้อมูลในช่วง พฤศจิกายน 2563 – เมษายน 2564

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย กลุ่มรับสัมผัส (Exposed group) คือกลุ่มแรงงานที่คัดแยก ถอดและเผาชิ้นส่วนและเก็บรวบรวมขยะอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อรอการจำหน่ายภายในบริเวณบ้านของตนเอง และกลุ่มไม่รับสัมผัส (Non exposed group) คือ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) ที่ปฏิบัติงานในจังหวัดอุบลราชธานี คำนวณตัวอย่างได้จากสูตร กรณีไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอนของ Dupont and Plummer [25] โดย $n = (Z^2 \alpha_{/2} \sigma^2) / e^2$ โดยกำหนดค่าระดับความเชื่อมั่น ($Z\alpha$) = 1.96 ค่า $e = 0.05$ และใช้ผลการศึกษาของ Kuntawee และคณะ [16] ในการแทนค่าความแปรปรวน (σ) = 0.307 ใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง อย่างน้อย 144 คน จึงจะประมาณค่าร้อยละโดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 5 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล โดยเลือกเก็บการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ในพื้นที่การปฏิบัติงาน ผู้วิจัยจึงใช้กลุ่มรับสัมผัส ทั้งหมด 151 คน กลุ่มไม่รับสัมผัส จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ใน 3 ของกลุ่มสัมผัส รวมทั้งหมด 72 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria) ประกอบด้วย 1) กลุ่มรับสัมผัส คือ 1.1) เป็นแรงงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ คนไทยที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลตำบลบ้านกอก อำเภोजังหวัดอุบลราชธานี 1.2) อายุไม่ต่ำกว่า 18 ปี 1.3) เป็นผู้ที่ทำงานเกี่ยวกับคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ เผาสายไฟและรอจำหน่าย ตลอดเวลาการทำงานที่บ้านพักอาศัยของตนเอง และ 1.4) ปฏิบัติงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ มานานกว่า 6 เดือน และ 2) กลุ่มไม่รับสัมผัส คือ 2.1) ไม่ได้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการรับสัมผัส Pb, Cd, Ni จากทำงานและที่บ้าน และ เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) ทั้งสองกลุ่ม

คือ 1) ไม่มีประวัติการเจ็บป่วยด้วยโรคและการบาดเจ็บที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท หรือการรักษาเกี่ยวกับจิตเวช 2) ไม่สามารถเป็นอาสาสมัครวิจัยตลอดระยะเวลาที่ศึกษา

จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ การศึกษาในครั้งนี้ได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา เอกสารรับรองเลขที่ G-HS051/2563 วันที่ 14 กันยายน 2563 และคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุบลราชธานี เอกสารรับรองเลขที่ SSJ.UB.2563-104 วันที่ 30 ตุลาคม 2563 เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหา 1.1) ปัจจัยส่วนบุคคล จำนวน 4 ข้อ ได้แก่ ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล คือ เพศ อายุ (ปี) ระดับการศึกษา ดัชนีมวลกาย (กก./ตร.ม.) 1.2) ปัจจัยพฤติกรรมสุขภาพ จำนวน 2 ข้อ ได้แก่ การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ การสูบบุหรี่ 1.3) ปัจจัยลักษณะงาน ได้แก่ จำนวนชั่วโมงการทำงาน ส่วนที่ 2 แบบสัมภาษณ์ ภาวะสุขภาพของระบบประสาทจำนวน 6 กลุ่มอาการ เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ดัดแปลงมาจาก แบบสอบถามมาตรฐาน Euro quest questionnaire (EQ), Finnish Institute of Occupational Health [26] จำแนกได้ทั้งหมด 6 กลุ่ม คือ กลุ่มอาการทางประสาทวิทยา กลุ่มอาการทางจิตสรีระ กลุ่มอาการทางอารมณ์ กลุ่มความจำและสมาธิ อาการอ่อนเพลียและ กลุ่มอาการนอนไม่หลับ จำนวน 40 ข้อย่อย คะแนนแบ่งเป็น อาการผิดปกติ คะแนน = 1 และไม่มีอาการ คะแนน = 0 ส่วนที่ 3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างปริมาณสาร Pb, Cd, Ni ได้แก่ กระดาษเก็บตัวอย่างฝุ่น (Wipe paper) หลอดพลาสติกเก็บตัวอย่าง กรอบกระดาษ (Template) แบบใช้แล้วทิ้ง ขนาด 10 × 10 เซนติเมตร ถังมือยาง (ชนิดไม่มีแปรง) เทปกาว สติกเกอร์ติดป้ายชื่อปากกาสีแบบคงทน (Permanent pen) ถังใส่อุปกรณ์แบบมีฝาปิดมิดชิด แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการเก็บตัวอย่างฝุ่น เพื่อบันทึกรายละเอียดจุดเก็บตัวอย่างและลักษณะทั่วไปของพื้นที่ใกล้เคียง

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ตรวจสอบความตรงและความถูกต้องของโครงสร้างและเชิงเนื้อหา ผ่านผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน หาค่าสัมประสิทธิ์ของความสอดคล้อง (Index of concordance: IOC) ด้วยสูตร $IOC = \Sigma R/N$ ซึ่งแบบสัมภาษณ์ของการศึกษานี้มีค่าสัมประสิทธิ์ของความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.726

การเก็บรวบรวมข้อมูล ภายหลังผู้วิจัยได้ขออนุญาตสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุบลราชธานี สำนักงานเทศบาลตำบลบ้านกอก อำเภอเขื่องใน จังหวัดอุบลราชธานี และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านกอกเพื่อเป็นแหล่งเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ผู้วิจัยได้อบรมให้ผู้ช่วยวิจัยเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการเก็บข้อมูลของตัวอย่าง ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ชี้แจงและอธิบายวัตถุประสงค์ในการเข้าร่วมโครงการวิจัย ประโยชน์ รายละเอียด ขั้นตอนการท่วิจัยอย่างเข้าใจเป็นรายบุคคลก่อนเริ่มสัมภาษณ์ ใช้เวลาประมาณ 15 นาทีต่อรายและในการเก็บตัวอย่างหาปริมาณของสาร Pb, Cd, Ni บริเวณที่แรงงานฯ ได้ทำการคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บปริมาณสาร Pb, Cd, Ni จำนวน 151 ตัวอย่าง และกลุ่มไม่รับสัมผัส คือ อสม.ซึ่งไม่ได้มีการรับสัมผัส สาร Pb, Cd, Ni จำนวน 72 ตัวอย่าง โดยนำกระดาษเก็บตัวอย่างเช็ดบนพื้นที่เป้าหมายเป็นลักษณะรูปตัว S จากซ้ายไปขวาและบริเวณขอบของกรอบกระดาษ แล้วพับกระดาษลงครึ่งหนึ่ง โดยพับด้านที่ใช้เก็บตัวอย่างไว้ด้านใน นำกระดาษเก็บตัวอย่างม้วนใส่ในหลอดเก็บตัวอย่าง ติดฉลากกำกับและนำส่งตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของฝุ่นละออง โดยเครื่อง Inductively Coupled Plasma Spectrometer (ICP) Model: Optima 8000 ประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อหาปริมาณของสาร Pb, Cd, Ni มีหน่วยเป็น $\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ ตามแนวทาง Method ID-125G Metal and metalloid particulates in workplace atmospheres (ICP Analysis) [27] โดยวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการในกรุงเทพมหานครฯ ตามลำดับ

การควบคุมคุณภาพ 1) การเก็บตัวอย่าง Wipe ในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานของแรงงานฯ ผู้วิจัยมีส่วนในการเก็บตัวอย่างต่อ Field Blank คือ 10 ต่อ 1 โดยเปิดช่อง Wipe paper แล้วนำมาคลี่ออกบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างและบรรจุกลับในหลอดพลาสติกปิดฝาให้สนิท จำนวน 1 ตัวอย่าง ต่อการเก็บตัวอย่างบริเวณที่มีการคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ เก็บ Field Blank รวมทั้งสิ้น 15 ตัวอย่าง ต่อการเก็บตัวอย่าง 151 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างใน

กลุ่มเปรียบเทียบ จำนวน 72 ตัวอย่าง เก็บ Field Blank รวมทั้งสิ้น 7 ตัวอย่าง 2) การวิเคราะห์โลหะหนักมีการควบคุมคุณภาพโดยการวิเคราะห์ตัวอย่างซ้ำ 3 ครั้ง พร้อมสุ่มตัวอย่างร้อยละ 10 ของตัวอย่างทั้งหมดมาวิเคราะห์ซ้ำ อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ปริมาณสารโลหะหนัก Field Blank ทุกตัวอย่าง มีค่าต่ำกว่าค่า LOD (Limit of detection)

การวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลด้วย 1) สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยพฤติกรรมสุขภาพ ปัจจัยลักษณะงาน และ ปริมาณสาร Pb, Cd, Ni จำแนกกลุ่มใช้ค่ามัธยฐาน (Median) ของกลุ่มสัมผัสและกลุ่มไม่สัมผัส และ 2) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณของสาร Pb, Cd, Ni ในพื้นผิวปฏิบัติงานและภาวะสุขภาพของระบบประสาทของกลุ่มแรงงานคัดแยกขยะฯ ระหว่างกลุ่มสัมผัสและกลุ่มไม่สัมผัส โดยใช้ Independent t-test

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไป 1) ปัจจัยส่วนบุคคล พบว่า กลุ่มสัมผัสส่วนใหญ่เป็น เพศชาย จำนวน 78 คน (51.70%) อายุเฉลี่ย (SD) 45.44 (11.971) ปี ส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา จำนวน 100 คน (66.20%) รายได้ต่อเดือน (บาท) 5,500 (2,858.192) บาท ส่วนของกลุ่มไม่สัมผัสพบว่า ส่วนใหญ่ เป็นเพศหญิง จำนวน 65 คน (90.3%) อายุเฉลี่ย (SD) 49.03 (8.462) ปี สำเร็จการศึกษาประถมศึกษา จำนวน 36 คน (50.00%) รายได้ต่อเดือน เฉลี่ย 4,432.94 (2,555.23) บาทต่อเดือน 2) ปัจจัยพฤติกรรมสุขภาพ พบว่า กลุ่มสัมผัส มีการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ จำนวน 84 คน (55.60%) สูบบุหรี่ จำนวน 33 คน (21.19%) ค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย (SD) 23.855 (4.010) กิโลกรัมต่อตารางเมตร ในส่วนของกลุ่มไม่สัมผัส พบว่า ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ จำนวน 55 คน (76.4%) มีการสูบบุหรี่ จำนวน 2 คน (2.8%) ค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย (SD) 24.085 (3.598) กิโลกรัมต่อตารางเมตร 3) ปัจจัยลักษณะงาน พบว่า กลุ่มสัมผัสที่ทำงานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 8 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 138 คน (91.40%) ค่าเฉลี่ย (SD) 7.75 (1.11) ชั่วโมงต่อวันและกลุ่มไม่สัมผัส พบว่า ทำงานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 8 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 72 คน (100.00%) ค่าเฉลี่ย (SD) 8 (0) ชั่วโมงต่อวัน

ข้อมูลผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นของสาร Pb, Cd, Ni ในพื้นผิวปฏิบัติงาน (Surface wipe) ของกลุ่มสัมผัส จำนวน 151 จุด ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ผู้วิจัยจึงจำแนกกลุ่มปริมาณฝุ่นของสาร Pb, Cd, Ni ตามค่า Median พบว่า 1) ปริมาณสาร Pb ในบริเวณพื้นผิวปฏิบัติงานที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ $6.700 \mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ จำนวน 42 คน (27.80%) มากกว่า $6.701 \mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ จำนวน 109 คน (72.20%) ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด) 44 (0.17-3,412) $\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ ส่วนกลุ่มไม่สัมผัส พบปริมาณสาร Pb ในบริเวณพื้นผิวปฏิบัติงานที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ $6.700 \mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ จำนวน 72 คน (100.0%) ค่าเฉลี่ย(SD) $0.6143 (0.89) \mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ มัธยฐาน(ต่ำสุด-สูงสุด) ตรวจไม่พบ (ตรวจไม่พบ-3.800) $\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ 2) ปริมาณสาร Cd ในบริเวณพื้นผิวปฏิบัติงาน ที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ $0.000 \mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ จำนวน 77 คน (51.0%) มากกว่า $0.001 \mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ จำนวน 74 คน (49.0%) ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด) ตรวจไม่พบ (ตรวจไม่พบ - 3.2) $\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ ส่วนกลุ่มไม่สัมผัส พบปริมาณสาร Cd ในบริเวณพื้นผิวปฏิบัติงานที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ $0.000 \mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ จำนวน 70 คน (97.20%) มากกว่า $0.001 \mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ จำนวน 2 คน (2.80%) ค่าเฉลี่ย(SD) $0.227 (1.357)$ มัธยฐาน(ต่ำสุด-สูงสุด) ตรวจไม่พบ (ตรวจไม่พบ-8.200) $\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ 3) ปริมาณสาร Ni ในบริเวณพื้นผิวปฏิบัติงาน เนื่องจากยังไม่มีค่ามาตรฐานในการสัมผัส Ni บนพื้นผิว พบว่า กลุ่มที่มีปริมาณ Ni มากกว่า $3.21 \mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ จำนวน 110 คน (72.8%) ค่าเฉลี่ย(SD) $23.21 (58.34)$ ค่าต่ำสุด-สูงสุด (ND-368.0) $\mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ ส่วนกลุ่มไม่สัมผัส พบปริมาณสาร Ni น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3.20 จำนวน 72 คน (100.0%) ค่าเฉลี่ย(SD) $0.429 (0.333) \mu\text{g}/100 \text{ cm}^2$ ค่าต่ำสุด-สูงสุด 0 (ตรวจไม่พบ -1.10) ดังแสดงในตารางที่ 1

ข้อมูลภาวะสุขภาพของระบบประสาทในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา พบว่า ส่วนใหญ่กลุ่มสัมผัสมีอาการผิดปกติ ดังนี้ 1) อาการทางประสาทวิทยา คือ ปวดศีรษะ จำนวน 48 คน (31.80%) รู้สึกชาตามแขนขาหรือเป็นตะคริว จำนวน 35 คน (23.20%) กลุ่มไม่สัมผัสพบว่า ปวดศีรษะ จำนวน 10 คน (13.90%) รู้สึกชาตามแขนขาหรือเป็นตะคริว จำนวน 10 คน

(13.90%) 2) อาการทางจิตสรีระ คือ มีเหงื่อออกง่าย จำนวน 47 คน (31.10%) มีอาการเหนื่อยง่าย จำนวน 31 คน (20.50%) กลุ่มไม่รับสัมผัสพบว่า มีเหงื่อออกง่าย จำนวน 5 คน (6.80%) มีอาการเหนื่อยง่าย จำนวน 5 คน (6.80%) 3) อาการทางอารมณ์ คือ รู้สึกกระสับกระส่าย จำนวน 29 คน (19.20%) กลุ่มไม่รับสัมผัสพบว่า รู้สึกกระสับกระส่าย จำนวน 1 คน (1.40%) 4) กลุ่มความจำและสมาธิ คือ สิ่งของที่ลืมหรือทำ จำนวน 21 คน (13.90%) กลุ่มไม่รับสัมผัสพบว่า สิ่งของที่ลืมหรือจะทำ จำนวน 6 คน (8.30%) 5) อาการอ่อนเพลีย คือ เหนื่อยหลังจากเพิ่งตื่นนอน จำนวน 11 คน (7.30%) กลุ่มไม่รับสัมผัสพบว่า เหนื่อยหลังจากเพิ่งตื่นนอน จำนวน 2 คน (2.80%) 6) อาการนอนไม่หลับ คือ มีอาการง่วงนอนระหว่างวัน จำนวน 43 คน (28.50%) และอาการนอนไม่หลับ จำนวน 25 คน (16.60%) กลุ่มไม่รับสัมผัสพบว่า มีอาการง่วงนอนระหว่างวัน จำนวน 13 คน (18.10%) และอาการนอนไม่หลับ จำนวน 0 คน (0.00%) ดังแสดงในตารางที่ 2

ผลการศึกษาเปรียบเทียบภาวะสุขภาพระบบประสาทและปัจจัยเสี่ยงจากการสัมผัสสาร Pb, Cd, Ni พบว่า 1) ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศของกลุ่มรับสัมผัส พบว่ามีอาการความจำไม่ค่อยดี ($p\text{-value}=0.028$) เหงื่อออกง่าย ($p\text{-value}=0.026$) นอนไม่หลับ ($p\text{-value}=0.030$) มากกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.05$) อายุพบว่า กลุ่มรับสัมผัสมีอาการนอนไม่หลับ ($p\text{-value}=0.0380$) มากกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.05$) ระดับการศึกษา พบว่ากลุ่มรับสัมผัส มีอาการเหนื่อยหลังตื่นนอน ($p\text{-value}=0.003$) และง่วงนอนระหว่างวัน ($p\text{-value}=0.029$) มากกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.05$) 2) ปัจจัยพฤติกรรมสุขภาพ ได้แก่ การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พบว่า กลุ่มรับสัมผัส มีอาการเหงื่อออกง่าย ($p\text{-value}=0.045$) สิ่งของที่ลืมหรือทำ ($p\text{-value}=0.009$) มากกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.05$) การสูบบุหรี่ พบว่ากลุ่มรับสัมผัสมีอาการเหงื่อออกง่าย ($p\text{-value}=0.005$) มากกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.05$) ดัชนีมวลกาย พบว่ากลุ่มรับสัมผัสมีอาการ เหนื่อยง่าย ($p\text{-value}=0.034$) ควบคุมการเคลื่อนไหวของมือไม่ค่อยได้ ($p\text{-value}=0.045$) มากกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.05$) 3) ปัจจัยลักษณะงาน ได้แก่ จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน พบว่ากลุ่มรับสัมผัส มีอาการนอนไม่หลับ ($p\text{-value}<0.001$) ความต้องการทางเพศลดลง ($p\text{-value}<0.001$) เหนื่อยหลังตื่นนอน ($p\text{-value}<0.001$) สิ่งของที่ลืมหรือทำ ($p\text{-value}<0.001$) ง่วงนอนระหว่างวัน ($p\text{-value}<0.001$) มีอาการเกี่ยวกับการทรงตัว ($p\text{-value}<0.001$) ควบคุมมือไม่ได้ ($p\text{-value}=0.045$) มากกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3-5 4) ปริมาณฝุ่นโลหะหนักในพื้นที่ปฏิบัติงาน ($\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$) ได้แก่ สาร Pb มีอาการเหงื่อออกง่าย ($p\text{-value}=0.017$) Cd มีอาการเกี่ยวกับการทรงตัว ($p\text{-value}=0.000$) สาร Ni มีอาการ เหงื่อออกง่าย ($p\text{-value}=0.003$) มากกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 6-8

อภิปรายผลการวิจัย

1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณของสาร Pb, Cd, Ni ในพื้นผิวปฏิบัติงาน ($\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$) ของกลุ่มรับสัมผัส และกลุ่มไม่รับสัมผัส ส่วนใหญ่พบสาร Pb น้อยกว่า $500.00\text{ }\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$ สาร Cd น้อยกว่าหรือเท่ากับ $50\text{ }\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$ และสาร Ni มากกว่า $3.21\text{ }\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของสหรัฐอเมริกา คือ OSHA Tech Manual Methods [28] ซึ่งได้กำหนดค่าขีดจำกัดของปริมาณสาร Pb, Cd, Ni ในพื้นผิวปฏิบัติงาน เฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำงานปกติ (Time weight average; TWA) พบว่า สาร Pb ไม่เกินค่ามาตรฐาน ($\text{Pb}\leq 500.00\text{ }\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$) และสาร Cd ไม่เกินค่ามาตรฐาน ($\leq 50\text{ }\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$), Ni $\leq 3.21\text{ }\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$ (ยังไม่มีค่ามาตรฐานกำหนดค่าสาร Ni บนพื้นผิวปฏิบัติงาน) โดยกลุ่มแรงงานคัดแยกขยะฯ ควรทำความเข้าใจความเสี่ยงที่ทำงานก่อนและหลังปฏิบัติงานเป็นประจำเพื่อควบคุมและลดปริมาณสาร Pb Cd และ Ni ในพื้นผิวปฏิบัติงาน

2) เปรียบเทียบภาวะสุขภาพพระบพประสาตามรายการของกรุ่มรับสัมผัส คือกรุ่มแรงงานค้ดแยกขะ อิเล็กทรอนิกส์กับ กรุ่มไม่รับสัมผัสคือ อาสาสมัครประจำหมู่บ้าน พบว่า 2.1) ปัจจัยส่วนบุคคล พบว่า เพศหญิง มีความจำไม่ค่อยดี เหนือออกง่าย นอนไม่หลับ มากกว่าเพศชาย สอดคล้องกับการศึกษาของ Ohayon and Roth [29] และ Pallesen และคณะ [29] เพศหญิงนอนไม่หลับมากกว่าเพศชาย อาจมีปัจจัยจากความไม่สบายตัว ก่อนและระหว่างการมีรอบเดือนการเปลี่ยนแปลงฮอร์โมนเพศ ทำให้รบกวนการนอนหลับตอนกลางคืนได้ [30] ในส่วนของอายุ (ปี) ส่วนใหญ่มีอายุมากกว่า 45 ปีขึ้นไป พบว่ามีการล้มสิ่งที่จะพูดหรือทำ นอนไม่หลับ สอดคล้องกับการศึกษาของ Floyd. [32] พบว่าการงีบหลับในเวลากลางวันเป็นปัจจัยหนึ่งที่รบกวนการนอนหลับ โดยพบว่าผู้สูงอายุที่งีบหลับตอนกลางวันจะตื่นบ่อยครั้งมากกว่าและนอนหลับยากกว่าผู้ที่ไม่งีบหลับตอนกลางวัน [33] ดังนั้นควรให้แรงงานค้ดแยกขะฯ นอนหลับพักผ่อนให้เพียงพอไม่น้อยกว่า 6 – 8 ชั่วโมงต่อวัน

3) ปัจจัยพฤติกรรมสุขภาพ พบว่า การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ มีการเหนื่อออกง่าย ล้มสิ่งที่จะพูดหรือทำ ของกรุ่มรับสัมผัสและกรุ่มไม่รับสัมผัส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับการศึกษาของ Hoffman และคณะ [34] พบว่าการดื่มแอลกอฮอล์อย่างยาวนาน ส่งผลเสียต่อการเรียนรู้และความจำระยะสั้น ระบบประสาทด้านการรู้คิด (Neurocognitive) บกพร่องและเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดความจำเสื่อม และยังพบว่า คนที่สูบบุหรี่ ส่วนใหญ่พบอาการ เหนื่อออกง่าย ของกรุ่มรับสัมผัสและกรุ่มไม่รับสัมผัส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากในบุหรี่มีสารนิโคตินซึ่งไปกระตุ้นการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิต ทำให้เพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตมากกว่าไม่สูบบุหรี่ เนื่องจากอาจมีการปนเปื้อนของปริมาณสารโลหะหนัก อาจทำให้เสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารเข้าสู่ร่างกายได้ ปัจจัยดัชนีมวลกาย (Body mass index, BMI) ในกรุ่มที่มากกว่าหรือเท่ากับ 23 กิโลกรัมต่อตารางเมตร พบอาการควบคุมการเคลื่อนไหวของมือไม่ค่อยได้และเหนื่อง่าย ของกรุ่มรับสัมผัสและกรุ่มไม่รับสัมผัส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับหลายงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการสะสมของไขมันในร่างกายมาก จะส่งผลให้มีความสามารถในการควบคุมการทรงตัวลดลง [35] เกิดความเสี่ยงในการล้มไปทางด้านหน้าได้มากขึ้น [36]

4) ปัจจัยลักษณะงาน พบว่า กรุ่มรับสัมผัสที่ทำงานที่ทำงานน้อยกว่าหรือเท่า 8 ชั่วโมงต่อวัน พบว่ามีความต้องการทางเพศลดลง นอนไม่หลับในเวลากลางคืน เหนื่อหลังตื่นนอน ง่วงนอนระหว่างวัน ล้มสิ่งที่จะพูดหรือทำ มีปัญหาในการทรงตัวและควบคุมการเคลื่อนไหวของมือไม่ค่อยได้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อย่างไรก็ตามผลการศึกษารุ่นนี้เป็นแบบ Reserves causality มีความเป็นไปได้ที่เหตุการณ์เกิดขึ้นก่อนการเก็บข้อมูล ถือเป็นการจำกัดของการศึกษารูปแบบภาคตัดขวาง ซึ่งโดยปกติการทำงานตามกฎหมายคุ้มครองแรงงาน กำหนดให้ลูกจ้างทำงานวันละไม่เกิน 8 หรือ 48 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เนื่องจากต้องการให้ลูกจ้างได้พักผ่อนอย่างเพียงพอ [36] แต่การปฏิบัติงานของแรงงานนอกระบบมักปฏิบัติงานตามความสะดวกเป็นหลัก และอาจเนื่องจากแรงงานค้ดแยกขะอิเล็กทรอนิกส์อาจทำงานเสริมเพิ่มเติมหลังเลิกงานและทำให้พักผ่อนไม่เพียงพอในช่วงกลางคืนจนทำให้เกิด อาการดังกล่าวข้างต้น

5) กรุ่มรับสัมผัสปริมาณฝุ่นโลหะหนักในพื้นที่ปฏิบัติงาน ($\mu\text{g}/100\text{ cm}^2$) ได้แก่ สาร Pb และ Ni พบว่ามีเหนื่อออกง่ายมากกว่ากรุ่มไม่รับสัมผัส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับการศึกษาของ Jaishankar และคณะ [38] พบว่าหากรับสัมผัสสาร Pb อาจทำให้เกิดอาการนอนไม่หลับและปวดศีรษะ สอดคล้องกับการศึกษาของ Fenga และคณะ [39] ที่ศึกษาในแรงงานที่รับสัมผัสกับสารโลหะหนัก ในแบตเตอรี่ พบว่ามีความบกพร่องทางสติปัญญา ความจำระยะสั้นและอารมณ์ ตะกั่วสามารถทดแทนแคลเซียมได้แม้ในความเข้มข้นแบบพิโคโมลาร์ที่ส่งผลต่อโปรตีนไคเนส (Protein kinase) ซึ่งควบคุมการกระตุ้นระบบประสาทและการจัดเก็บหน่วยความจำ [40] กรุ่มรับสัมผัสที่รับสัมผัสกับสาร Cd ที่ปนเปื้อนอยู่บนพื้นผิวปฏิบัติงาน พบอาการผิดปกติ คือ มีปัญหาในการทรงตัวมากกว่ากรุ่มไม่รับสัมผัส แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับการศึกษาของ Karri และคณะ [12] ที่ศึกษาปัจจัยเสี่ยงจากการรับสัมผัสโลหะหนัก ได้แก่ สาร Cd มีผลต่อการทำงานของสมองและสติปัญญา นอกจากนี้ผลกระทบของ

โลหะหนักที่ทำให้เกิดพิษต่อระบบประสาท อาจเกิดจากกลไกความผิดปกติของไมโทคอนเดรีย การเสียสมดุลแคลเซียมไอออนในเซลล์ประสาทและการสะสมของโมเลกุลที่เสียหายจึงทำให้เกิดผลกระทบทางชีวภาพดังกล่าว และแสดงออกมาเป็นความผิดปกติทางคลินิกและพฤติกรรมตามมาได้ [41-42]

สรุปผลการวิจัย

แรงงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่ได้รับสัมผัสปริมาณสารโลหะหนัก ได้แก่ Pb, Cd, Ni บนพื้นผิวปฏิบัติงานเกินค่ามาตรฐาน โดยจากผลการเปรียบเทียบภาวะสุขภาพตามปัจจัยเสี่ยง พบว่ามีอาการความจำไม่ค่อยดี เหนื่อยออกง่ายขึ้นนอนไม่หลับ สิ่งที่จะพูดหรือทำ เหนื่อยออกง่าย ควบคุมการเคลื่อนไหวของมือไม่ค่อยได้ รู้สึกเหนื่อยหลังจากเพิ่งตื่นนอน ไม่มีกำลังใจ ความต้องการทางเพศลดลง ง่วงนอนระหว่างวัน ไม่มีกำลังใจ และมีอาการเกี่ยวกับการทรงตัว มากกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าแรงงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ได้รับสัมผัสปริมาณสาร Pb, Cd, Ni มีโอกาสได้รับภาวะสุขภาพมากกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัส ข้อจำกัดในการศึกษาค้างนี้ 1) เนื่องจากเป็นการศึกษารูปแบบภาคตัดขวาง ทำให้การเก็บแบบสัมภาษณ์ภาวะทางสุขภาพที่พบในการศึกษาค้างนี้เพียงระยะเวลาสั้นๆ 2) เนื่องจากการตรวจวัดปริมาณสาร Pb, Cd, Ni บนพื้นผิวปฏิบัติงานเป็นการตรวจวัดเพื่อทราบปริมาณการสัมผัสที่มีต่อภาวะทางสุขภาพในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น ในการศึกษาค้างต่อไปควรมีการศึกษาแบบตามไปข้างหน้าและควรมีการศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารโลหะหนักในเลือด เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์กับภาวะทางสุขภาพระบบประสาทต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข(สว.รส.) ที่ให้ทุนสนับสนุนบางส่วนในการศึกษาการวิจัยมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Hoornweg D, Bhada-Tata P. What a waste a global review of solid waste management. Washington DC. 2012; 15: 4-32.
2. Forti V, Balde CP, Kuehr R, Bel G. The global e-waste monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR). Bonn, Geneva and Rotterdam. 2020; 20-27.
3. Pollution Control Department. Waste from Electronic and Electronic, WEEE [Internet]. 2016. [Update 2018 Aug 16; cited 2020 Apr 10]. Available from: <https://www.pcd.go.th/publication/5061/>. Thai
4. Withaya-anumas S. Electronic waste management in Thailand. TDR report. 2017; 133: 1-24. Thai.
5. Amankwaa EF, Tsikudo KA, Bowman J. Away is a place the impact of electronic waste recycling on blood lead levels in Ghana. The Science of the Total Environment. 2017; 601-602: 1566-74.
6. Isimekhai KA, Garelick H, Watt J, Purchase D. Heavy metal distribution and risk assessment in soil from an informal e-waste recycling site in Lagos State Nigeria. Environmental Science and Pollution Research. 2017; 24(2): 17206-17219
7. Virji MA, Woskie SR, Pepper LD. Skin and surface lead contamination, hygiene programs, and work practices of bridge surface preparation and painting contractors. J Occup Environ Hyg. 2009; 6(2):131-142
8. Neal AP, Guilarte TR. Mechanisms of heavy metal neurotoxicity: Lead and Manganese. Journal of Drug Metabolism and Toxicology. 2012; S5: 1-13.

9. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). TLVs and BEIs. Cincinnati: ACGIH [Internet]. 2020. [update 2020 Jan 10; Cited 2020 June 19]. Available form: <https://www.acgih.org/science/tlv-bei-Guidelines>
10. Liu J, Cao L, Dou S. Bioaccumulation of heavy metals and health risk assessment in three benthic bivalves along the coast of Laizhou Bay, China. *Marine Pollution Bulletin*. 2017; 117(1-2): 98-110.
11. Xu YJ, Mu W, Li JQ, Ba Q, Wang H. Chronic cadmium exposure at environmental relevant level accelerates the development of hepatotoxicity to hepatocarcinogenesis. *Science of the Total Environment*. 2021; 783: 146958.
12. Karri V, Schuhmacher M, Kumar V. Heavy metals (Pb, Cd, As and MeHg) as risk factors for cognitive dysfunction: A general review of metal mixture mechanism in brain. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2016; 48: 203-213.
13. Wang ZX, Chen JQ, Chai LY, Yang ZH, Huang SH, Zheng Y. Environmental impact, and site-specific human health risks of chromium in the vicinity of a ferro-alloy manufacturer, China. *Journal of Hazardous Materials*. 2011; 190(1-3): 980-985.
14. Bijoor AR, Sudha S, Venkatesh T. Neurochemical and neurobehavioral Effects of low lead exposure on the developing brain. *Ind J Clin Biochem*. 2012; 27(2): 147-151
15. Onalaja AO, Claudio L. Genetic susceptibility to lead poisoning. *Environ Health Perspect*. 2000; 108 (Supply 1): 23-28.
16. Kuntawee C, Tantrakarnapa K, Limpanont Y, Lawpoolsri S, Lawpoolsri S, Mingkhwan R, Mingkhwan R. Exposure to heavy metal in electronic waste recycling in Thailand. *Int. J. Environ. Res. Public health*. 2020; 17(9): 1-14.
17. Srigboh RK, Basu N, Stephens J, Asampong E, Perkins M, Neitzel RL, et al. Multiple elemental exposures amongst workers at the Agbogbloshie electronic waste (e-waste) site in Ghana. *Chemosphere*. 2016; 164: 68-74.
18. Akormedi M, Asampong E, Fobil JN. Working Conditions and environmental exposures among electronic waste workers in Ghana. *International Journal of Occupational and Environmental Health*. 2013; 19(4): 278-286.
19. Thanapop C, Geater A.F, Robson MG, Phakthongsuk P. Elevated lead contamination in boat-caulkers homes in southern Thailand. *Int J Occup Environ Health*. 2009; 15(3): 282-290.
20. Decharat S. Urinary mercury levels among workers in e-waste shops in Nakhon Si Thammarat Province, Thailand. *J Prev Med Public Health*. 2018; 51(4): 196-204.
21. Bickel N. Improving working conditions for e-waste recyclers. [Internet]. 2018; [update 2018 Jul; Cited 2020 Oct 22]. Available form: <https://global.umich.edu/newsroom/improving-working-conditions-for-e-waste-recyclers/>
22. Adaramo du AA, Osuntogun AO, Ehi-Eromosele CO. Heavy metal concentration of surface dust present in e-waste components: The Westminister Electronic Market, Lagos Case Study. *Resources and Environment*. 2012; 2(2): 9-13.
23. Roopngam D. Development of environmental health surveillance system in electronic waste risk area. The 10th National Health Promotion and Environmental Conference of Thailand 2nd-4th; 2017 August 19, Prince Palace Hotel, Bangkok. Thai.



24. Zhang H, Huang B, Dong L, Hu W, Saleem MS, Qu M. Accumulation, sources and health risks of trace metals in elevated geochemical background soils used for greenhouse vegetable production in southwestern China. *Ecotoxicology Environ. Saf.* 2017; 137: 233-239.
25. Dupont WD, Plummer WD. Power and sample size calculations for studies involving linear regression. *Controlled Clinical Trials.* 1998; 19(6): 589-601.
26. Kaukiainen A, Hyvarinen HK, Akila R, Sainio M. Symptoms of chronic solvent encephalopathy: Euroquest questionnaire study. 2009. *NeuroToxicology*, 30(6), 1187-1194.
27. Method ID 125G: Metal and metalloid Particulates in Workplace Atmospheres (ICP Analysis). Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Division of Physical Measurement and Inorganic Analyses, OSHA Technical Center, Sandy City, Utah. [Internet]. 2002; [update 2002 Sep; Cited 2022 Feb 8]. Available from <https://www.osha.gov/dts/sltc/method/inorganic/id125g/125g.html>
28. OSHA: OSHA Technical Manual Method, Section II, Chapter 2, "Surface Contaminants, Skin Exposure, Biological Monitoring and Other Analyses". [Internet]. 2014; [update 2014 February; Cited 2022 April 25].
29. Ohayon MH, Roth T. What are the contributing factors for insomnia in the general population? *Journal of Psychosomatic Research.* 2001; 51(6): 745-755.
30. Pallesen S, Nordhus I, Nielsen G, Havik O, Kvale G, Johnsen HB, et al. Prevalence of insomnia in the adult Norwegian population. *Sleep.* 2001; 24(7): 771-779.
31. Anderson WM, Falestiny M. Women and sleep. *Primary Care Update in Obstetrical and Gynecology.* 2000; 7(4): 131-137.
32. Floyd JA. Another look at napping in older adults. *Geriatrics Nursing.* 1995; 16(3): 136-138.
33. Chaiarj S, Panya P. Insomnia and related factors. *The Thai Journal of Nursing Council.* 2005; 20(2): 1-12. Thai.
34. Hoffman LA, Sklar AL, Nixon SJ. The effects of acute alcohol on psychomotor, set shifting, and working memory performance in older men and women. *Alcohol.* 2015; 49(3): 185-191.
35. McGraw B, McClenaghan BA, Williams HG, Dickerson J, Ward DS. Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000; 81(4): 484-489.
36. Chaiut W, Lapprasitsuk P, Jantarawanich W, Boonsrimar S. The correlation between body mass index and postural control in individuals with obesity class I and normal BMI in 20-35-year-old. *Journal of Associated Medical Sciences.* 2017; 50(3): 544-552. Thai.
37. The Labor Protection Act B.E. 2541 (A.D. 1998). Department of Labor Protection and Welfare. [Internet]. Cited 2020 Oct 22]. 1998; 7. Available from: <http://tls.labour.go.th/attachments/article/1105/hrdg-25-11-2562-05.pdf>.
38. Jaishankar M, Tseten T, Anbalagan N, Mathew BB, Beeregowda KN. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdiscip Toxicol.* 2014; 7(2): 60-72.
39. Fenga C, Gangemi S, Alibrandi A, Costa C, Micali E. Relationship between lead exposure and mild Cognitive impairment. *J Prev Med Hyg.* 2016; 57(4): E205-E210.
40. Flora SJS, Mittal M, Mehta A. Heavy metal induced oxidative stress & its possible reversal by chelation therapy. *Indian J Med Res* 128: 2008; 501-523.
41. Ijomone OM, Ifenatuoha CW, Aluko OM, Ijomone OK, Aschner M. The aging brain: impact of heavy metal neurotoxicity. *Critical reviews in toxicology.* 2020; 50(9): 801-814.
42. Susihono W, Adiatmika IPG. The effects of ergonomic intervention on the musculoskeletal complaints and fatigue experienced by workers in the traditional metal casting industry. *Heliyon.* 2021; 7(2): E06171.

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณสารตะกั่ว แคดเมียมและนิกเกิลในฝุ่นที่พื้นผิวบริเวณปฏิบัติงาน ($\mu\text{g}/100\text{cm}^2$)

ปริมาณสารโลหะหนัก ($\mu\text{g}/100\text{cm}^2$)	กลุ่มรับสัมผัส(n=151)		กลุ่มไม่รับสัมผัส(n=72)		รวม (n =223)		Standard ($\mu\text{g}/100\text{cm}^2$)*
	n	%	n	%	n	%	
ตะกั่ว ≤ 6.700	42	27.8	72	0.0	114	51.1	500.00
ตะกั่ว > 6.701	109	72.2	0	0.0	109	48.9	
ค่าเฉลี่ย (SD)	46.65 $\pm$ 150.175		0.6143 $\pm$ 0.8948		213.791 $\pm$ 608.7433		
มัธยฐาน(ต่ำสุด-สูงสุด)	44(0.17-3412)		ND(ND-3.800)		ND(ND-3412)		
GM $\pm$ G SD.	18.1426 $\pm$ 9.6511		0.6911 $\pm$ 2.1901		9.6516 $\pm$ 11.3702		
แคดเมียม ≤ 0.000	77	51.0	70	97.2	147	65.9	50.00
แคดเมียม > 0.001	74	49.0	2	2.8	76	34.1	
ค่าเฉลี่ย (SD)	0.19 $\pm$ 0.505		0.2277 $\pm$ 1.3570		0.3426 $\pm$ 0.9484		
มัธยฐาน(ต่ำสุด-สูงสุด)	0(ND -3.2)		0(ND -8.2)		0(ND -8.2)		
GM $\pm$ G SD.	0.5651 $\pm$ 2.3754		8.1997 $\pm$ 1		0.6088 $\pm$ 2.6175		
นิกเกิล ≤ 3.200	41	27.2	72	0.0	113	50.7	ยังไม่มีค่ามาตรฐาน ในการรับสัมผัส นิกเกิลบนพื้นผิว
นิกเกิล > 3.201	110	72.8	0	0.0	110	49.7	
ค่าเฉลี่ย (SD)	23.211 $\pm$ 58.339		0.4291 $\pm$ 0.3339		35.944 $\pm$ 72.1110		
มัธยฐาน(ต่ำสุด-สูงสุด)	21(ND-368)		0(ND -1.1)		0(ND-368)		
GM $\pm$ G SD.	11.0407 $\pm$ 7.555		0.499 $\pm$ 1.710		5.5106 $\pm$ 9.1704		

หมายเหตุ *ค่ามาตรฐานกำหนด โดย OSHA Tech Manual Method [28] เนื่องด้วยปริมาณสาร Cd บนพื้นผิวที่ตรวจพบ ต่ำกว่าค่ามาตรฐานทั้งหมด และยังไม่มีค่ามาตรฐานในการรับสัมผัสนิกเกิลบนพื้นผิว ดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดกลุ่มโดยแบ่งตามค่า Median ทั้ง 3 สาร ดังนี้ Pb = 6.70 $\mu\text{g}/100\text{cm}^2$ Cd = 0.00 $\mu\text{g}/100\text{cm}^2$, Ni= 3.200 $\mu\text{g}/100\text{cm}^2$

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาวะสุขภาพ

ภาวะสุขภาพ	กลุ่มรับสัมผัส (n=151)				กลุ่มไม่รับสัมผัส(n=72)				รวม (n =223)			
	มีอาการ		ไม่มีอาการ		มีอาการ		ไม่มีอาการ		มีอาการ		ไม่มีอาการ	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
กลุ่มอาการทางประสาทวิทยา												
ปวดศีรษะ	48	31.8	103	68.2	10	13.9	62	86.1	58	26.0	165	74.0
รู้สึกชาตามแขนขา/ตะคริว	35	23.2	116	76.8	10	13.9	62	86.1	45	20.2	178	79.8
มีปัญหาการทรงตัว	11	7.3	140	92.7	3	4.2	69	95.8	14	6.3	209	93.7
มือสั่น	10	6.6	141	93.4	0	0.00	72	100.0	10	4.5	213	95.5
ควบคุมมือไม่ค่อยได้	2	2.0	148	98.0	1	1.4	71	98.6	4	1.8	219	98.2
กลุ่มอาการทางจิตสรีระ												
เหนื่อยง่าย	47	31.1	104	68.9	5	6.8	68	93.2	52	23.3	171	76.7
เหนื่อยง่าย	31	20.5	120	79.5	5	6.8	68	93.2	36	16.1	187	83.9
เวียนศีรษะ	27	17.9	124	82.1	6	8.2	67	91.8	33	14.80	190	85.20
ความต้องการทางเพศลดลง	15	9.9	136	90.1	10	13.7	63	86.3	25	11.2	198	88.8
ไม่อยากเริ่มทำงาน	7	4.6	144	95.4	2	2.7	71	97.3	6	2.7	217	97.3
กลุ่มอาการทางอารมณ์												
รู้สึกกระสับกระส่าย	29	19.2	122	80.8	1	1.4	71	98.6	37	16.6	208	93.3

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภาวะสุขภาพ (ต่อ)

ภาวะสุขภาพ	กลุ่มรับสัมผัส (n=151)				กลุ่มไม่รับสัมผัส(n=72)				รวม (n =223)			
	มีอาการ		ไม่มีอาการ		มีอาการ		ไม่มีอาการ		มีอาการ		ไม่มีอาการ	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
ไม่มีกังวลใจ	7	4.6	144	95.4	3	4.2	69	93.1	10	4.5	215	96.4
รู้สึกโดดเดี่ยว	6	4.0	145	96.0	2	2.8	70	97.2	8	3.6	212	95.1
กลุ่มความจำและสมาธิ												
สิ่งของที่ลืมหรือทำ	21	13.9	130	86.1	6	8.3	66	91.7	27	12.1	196	87.9
มีคนบอกคุณว่าความจำไม่ดี	8	5.3	143	94.7	2	2.8	70	97.2	10	4.5	213	95.5
กลุ่มอาการอ่อนเพลีย												
เหนื่อยหลังจากเพิ่งตื่นนอน	11	7.3	140	92.7	2	2.8	70	97.2	13	5.8	210	94.2
กลุ่มอาการนอนไม่หลับ												
ง่วงนอนระหว่างวัน	43	28.5	108	71.5	13	18.1	59	81.9	56	25.1	167	74.9
นอนไม่หลับ	25	16.6	126	83.4	0	0.0	72	100.0	35	15.7	188	84.3



ตารางที่ 3 เปรียบเทียบร้อยละภาวะสุขภาพตามกลุ่มอาการทางจิตสรีระ กลุ่มอาการอ่อนเพลียของกลุ่มรับสัมผัสและกลุ่ม ไม่รับสัมผัสจำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล ลักษณะงาน พฤติกรรมสุขภาพ

ตัวแปรต้น	กลุ่มอาการทางจิตสรีระ																กลุ่มอาการอ่อนเพลีย								
	เหงื่อออกง่าย					เวียนศีรษะ				เหนื่อยง่าย				ความต้องการทางเพศลดลง				ไม่อยากเริ่มงาน				นอนไม่หลับ			
	N	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig
เพศหญิง	138	0.18	0.378	2.225	0.026	0.17		0.042	0.303	0.17	0.374	0.589	0.788	0.14	0.237	0.002	0.100	0.03	0.168	0.029	0.274	0.20	0.398	<0.001	0.030
อายุ<45(ปี)	133	0.23	0.424	-0.004	-0.997	0.14	0.343	0.202	0.520	0.16	0.366	0.729	0.862	0.06	0.239	<0.001	0.006	0.04	0.207	0.612	0.800	0.11	0.308	<0.001	0.015
ระดับประถมศึกษา	136	0.24	0.426	-0.093	0.926	0.15	0.355	0.048	0.961	0.15	0.363	0.481	0.723	0.13	0.340	-1.197	0.233	0.04	0.189	0.340	0.735	0.19	0.395	-1.860	0.064
รายได้≤6,000 บ.	125	0.26	0.438	0.908	0.365	0.18	0.382	1.360	0.175	0.18	0.382	0.665	0.507	0.12	0.326	0.420	0.675	0.05	0.215	0.653	0.515	0.16	0.368	0.141	0.888
ดื่มแอลกอฮอล์	139	0.19	0.391	2.020	0.045*	0.12	0.329	1.328	0.186	0.14	0.352	0.914	0.362	0.11	0.311	0.254	0.800	0.02	0.146	1.615	0.109	0.16	0.366	-0.070	0.945
ยังสูบบุหรี่	35	0.46	0.505	-2.947	0.005*	0.20	0.406	-0.942	0.347	0.23	0.426	-1.040	0.304	0.09	0.284	0.537	0.592	0.09	0.367	-1.082	0.286	0.14	0.355	0.249	0.804
BMI>23 kg/m ²	106	0.25	0.438	-0.721	0.471	0.18	0.385	-1.240	0.216	0.22	0.414	-2.130	0.034*	0.10	0.306	0.374	0.709	0.03	0.167	0.868	0.386	0.15	0.360	0.234	0.815
ทำงาน≤8 ชม./วัน	210	0.22	0.418	-1.330	0.185	0.15	0.360	0.741	0.459	0.15	0.360	-1.146	0.273	0.12	0.325	5.314	<0.0001*	0.04	0.203	0.760	0.448	0.17	0.374	6.465	<0.001*

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบร้อยละภาวะสุขภาพตามกลุ่มอาการทางอารมณ์ กลุ่มอาการอ่อนเพลีย กลุ่มความจำและสมาธิของกลุ่มรับสัมผัสและกลุ่มไม่รับสัมผัสจำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล ลักษณะงาน พฤติกรรมสุขภาพ

ตัวแปรต้น	N	กลุ่มอาการทางอารมณ์												กลุ่มอาการอ่อนเพลีย								กลุ่มอาการความจำและสมาธิ			
		รู้สึกกระสับกระส่าย				รู้สึกโดดเดี่ยว				ไม่มีกำลังใจ				เหนื่อยหลังตื่นนอน				ง่วงนอนระหว่างวัน				ลืมสิ่งที่จะพูดหรือทำ			
		x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig
เพศ หญิง	138	0.17	0.380	0.412	0.684	0.04	0.205	0.118	0.439	0.04	0.205	0.803	0.901	0.06	0.235	0.958	0.979	0.27	0.445	0.130	0.458	0.12	0.330	0.806	0.902
อายุ≤45(ปี)	133	0.16	0.366	0.438	0.697	0.03	0.171	0.261	0.573	0.03	0.171	0.010	0.230	0.08	0.265	0.008	0.162	0.26	0.442	0.311	0.616	0.14	0.351	0.014	0.209
ระดับประถมศึกษา	136	0.14	0.348	-1.761	0.080	0.04	0.189	-0.089	0.929	0.04	0.189	0.726	0.468	0.01	0.121	2.995	0.003*	0.20	0.400	2.198	0.029*	0.10	0.295	1.390	0.167
รายได้≤6,000บ.	125	0.16	0.368	-0.267	0.790	0.03	0.177	-0.350	0.727	0.05	0.215	0.256	0.798	0.04	0.197	-1.265	0.207	0.20	0.402	-1.961	0.051	0.10	0.306	-0.880	0.380
ดื่มแอลกอฮอล์	139	0.14	0.345	1.445	0.151	0.04	0.187	-0.010	0.992	0.04	0.234	0.821	0.413	0.06	0.234	0.061	0.952	0.24	0.427	0.605	0.546	0.07	0.259	2.647	0.009*
ยังสูบบุหรี่	35	0.26	0.443	-1.364	0.180	0.06	0.236	-0.734	0.463	0.09	0.284	-0.970	0.338	0.09	0.284	-0.752	0.453	0.29	0.458	-0.512	0.609	0.23	0.426	-1.693	0.098
BMI>23 kg/m ²	106	0.19	0.393	-0.867	0.387	0.03	0.167	0.577	0.565	0.04	0.238	0.486	0.627	0.06	0.232	0.102	0.919	0.27	0.448	-0.732	0.464	0.13	0.340	-0.447	0.634
ทำงาน≤8ชม./วัน	210	0.17	0.378	1.164	0.263	0.03	0.180	-0.818	0.414	0.05	0.213	0.803	0.423	0.06	0.242	3.714	<0.001*	0.27	0.442	8.718	<0.001*	0.13	0.336	5.553	<0.001*



ตารางที่ 5 เปรียบเทียบร้อยละภาวะสุขภาพตามกลุ่มอาการทางประสาทวิทยา กลุ่มความจำและสมาธิของกลุ่มสัมผัสและกลุ่ม ไม่สัมผัสจำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล ลักษณะงาน พฤติกรรมสุขภาพ

ตัวแปรต้น	N	กลุ่มอาการทางประสาทวิทยา																			
		ชาแนน ชา/ตะคริว				มีปัญหาการทรงตัว				ควบคุมมือไม่ได้				มือสั่น				ปวดศีรษะ			
		x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig
เพศหญิง	138	0.20	0.398	0.565	0.772	0.08	0.272	0.007	0.149	0.01	0.120	0.326	0.623	0.03	0.168	0.004	0.188	0.27	0.445	0.484	0.729
อายุ ≤ 45(ปี)	133	0.18	0.386	0.059	0.337	0.18	0.171	<0.001	0.028	0.01	0.087	0.004	0.210	0.05	0.208	0.962	0.981	0.32	0.470	<0.001	0.006*
ระดับประถมศึกษา	136	0.21	0.406	-0.189	0.850	0.07	0.250	0.602	0.795	0.02	0.147	-0.578	0.564	0.04	0.189	0.726	0.468	0.22	0.416	1.640	0.103
รายได้ ≤6,000 บ.	125	0.21	0.408	0.260	0.795	0.10	0.296	2.511	0.013	0.02	0.126	-0.245	0.807	0.05	0.215	0.256	0.798	0.29	0.455	1.082	0.281
ดื่มแอลกอฮอล์	139	0.19	0.397	0.360	0.719	0.06	0.247	-0.155	0.877	0.03	0.168	-1.571	0.118	0.03	0.168	1.348	0.180	0.22	0.418	1.579	0.116
ยังสูบบุหรี่	35	0.31	0.471	-1.580	0.121	0.03	0.169	0.906	0.366	0.03	0.169	-0.514	0.608	0.09	0.284	-0.970	0.338	0.29	0.458	-0.375	0.708
BMI>23 kg/m ²	106	0.25	0.432	-1.530	0.128	0.08	0.265	-0.741	0.459	0.04	0.191	-2.029	0.045*	0.05	0.213	-0.159	0.874	0.32	0.469	-1.960	0.051
ทำงาน≤8 ชม./วัน	210	0.20	0.401	-0.267	0.790	0.07	0.250	3.864	<0.001*	0.02	0.137	2.0159	0.045*	0.04	0.203	-0.574	0.567	0.25	0.435	-1.053	0.294

คำอ้างอิงตารางที่ 3-5: เพศชาย=85 คน อายุ>45 ปี=90 คน การศึกษามัธยมศึกษา=87 คน รายได้ >6,000บาท/เดือน=98 คน ไม่ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์=84 คน ไม่สูบบุหรี่=188 คน BMI≤23 กก.ตร.ม.= 117 คน ทำงาน>8 ชม./วัน =13 คน *ยอมรับที่ p-value <0.05

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบร้อยละภาวะสุขภาพตามกลุ่มอาการทางจิตสรีระ กลุ่มอาการอ่อนเพลียของกลุ่มสัมผัสและกลุ่ม ไม่สัมผัสจำแนกตามปริมาณฝุ่นโลหะหนักในพื้นที่ปฏิบัติงาน

ตัวแปรต้น	N	อาการทางจิตสรีระ												อาการอ่อนเพลีย											
		เหงื่อออกง่าย				เวียนศีรษะ				เหนื่อยง่าย				ความต้องการทางเพศลดลง				ไม่อยากเริ่มงาน				นอนไม่หลับ			
		x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig
Pb ≤ 6.700	114	0.17	0.374	-2.412	0.017*	0.13	0.340	-0.703	0.483	0.13	0.340	-1.234	0.219	0.12	0.330	0.516	0.606	0.04	0.185	-0.407	0.684	0.18	0.382	0.774	0.440
Cd ≤ 0.000	147	0.21	0.409	-1.061	0.275	0.17	0.377	1.375	0.171	0.14	0.351	-1.003	0.317	0.12	0.329	0.678	0.498	0.03	0.182	-0.661	0.505	0.18	0.389	1.641	0.102
Ni ≤ 3.200	113	0.15	0.359	-2.998	0.003*	0.12	0.331	-1.023	0.308	0.12	0.331	-1.542	0.125	0.12	0.331	0.563	0.574	0.04	0.186	-0.380	0.704	0.15	0.376	0.464	0.643

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบร้อยละภาวะสุขภาพตามกลุ่มอาการทางอารมณ์ กลุ่มอาการอ่อนเพลีย และกลุ่มความจำและสมาธิของกลุ่มสัมผัสและกลุ่ม ไม่สัมผัสจำแนกตามปริมาณฝุ่นโลหะหนักในพื้นที่ปฏิบัติงาน

ตัวแปรต้น	N	ทางอารมณ์								กลุ่มอาการอ่อนเพลีย												ความจำและสมาธิ			
		รู้สึกกระสับกระส่าย				รู้สึกโดดเดี่ยว				ไม่มีกำลังใจ				เหนื่อยหลังตื่นนอน				ง่วงนอนระหว่างวัน				สิ่งสิ่งที่จะพูดหรือทำ			
		x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig	x ⁻	SD	t	sig
Pb≤6.700	114	0.15	0.358	-0.687	0.493	0.04	0.185	-0.064	0.949	0.05	0.224	0.573	0.568	0.05	0.224	-0.368	0.713	0.24	0.427	-0.501	0.617	0.10	0.297	-1.145	0.254
Cd≤0.000	147	0.18	0.383	0.609	0.543	0.03	0.183	-0.207	0.836	0.05	0.214	0.277	0.782	0.07	0.253	0.860	0.391	0.27	0.443	0.677	0.499	0.10	0.304	-1.140	0.256
Ni≤3.200	113	0.14	0.350	-0.986	0.325	0.04	0.186	-0.039	0.969	0.05	0.225	0.601	0.548	0.04	0.207	-0.905	0.366	0.21	0.411	-1.349	0.179	0.10	0.298	-1.097	0.274



ตารางที่ 8 เปรียบเทียบร้อยละภาวะสุขภาพตามกลุ่มอาการทางประสาทวิทยา กลุ่มความจำและสมาธิของกลุ่มสัมผัสและกลุ่ม ไม่สัมผัสจำแนกตามปริมาณฝุ่นโลหะหนักในพื้นที่ปฏิบัติงาน

ตัวแปรต้น	N	ทางประสาทวิทยา																			
		ชาแนล ขา/ตะคริว				มีปัญหาการทรงตัว				ควบคุมมือไม่ได้				มือสั่น				ปวดศีรษะ			
		$\bar{x}$	SD	t	sig	$\bar{x}$	SD	t	sig	$\bar{x}$	SD	t	sig	$\bar{x}$	SD	t	sig	$\bar{x}$	SD	t	sig
Pb $\leq$ 6.700	114	0.19	0.356	-0.334	0.739	0.06	0.241	-0.086	0.931	0.03	0.161	0.962	0.337	0.03	0.161	-1.354	0.177	0.23	0.421	-1.111	0.268
Cd $\leq$ 0.000	147	0.22	0.414	0.820	0.413	0.10	0.295	3.920	0.000*	0.02	0.142	0.385	0.701	0.05	0.228	0.959	0.339	0.27	0.443	-0.246	0.806
Ni $\leq$ 3.200	113	0.18	0.383	-0.939	0.352	0.05	0.225	-0.602	0.548	0.03	0.161	-0.986	0.325	0.03	0.161	-1.330	0.185	0.22	0.417	-1.338	0.182

คำอ้างอิงตารางที่ 6-8 ; ปริมาณฝุ่นโลหะหนักในพื้นที่ปฏิบัติงาน ($\mu\text{g}/100\text{cm}^2$) ได้แก่ Pb (ตะกั่ว) $> 6.700 = 109$ คน Cd (แคดเมียม) $> 0.001 = 76$ คน Ni (นิกเกิล) $> 3.201 = 110$ คน *ยอมรับที่ p-value < 0.05