การรับสัมผัสตะกั่วในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์
Lead Exposure among Electronic Waste Recycling Workers

ปฐมีน ตันติเสาวภาพ[1] , นพนันท์ นานคงแนบ[2] , คนึงนิตย์ นาคไธสง[3] , พรพิมล กองทิพย์[4], สุคนธา ศิริ[5]
[1] นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
[2,4] ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
[3] โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเป้าพัฒนา ตำบลแดงใหญ่ อำเภอบ้านใหม่ไชยพจน์ จังหวัดบุรีรัมย์
[5] ภาควิชารังสีวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail: patameen@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาภาคตัดขวางครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการรับสัมผัสตะกั่วในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ แบบสอบถามใช้เก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ 30 คน กับกลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะ 30 คน โดยแบบสอบถามประกอบด้วย 3 ส่วน ข้อมูลทั่วไป โรคประจำตัวและปัญหาสุขภาพ กิจกรรมการทำงานและลักษณะการทำงาน รวมถึงเก็บตัวอย่างปัสสาวะของสองกลุ่มเพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นตะกั่วในปัสสาวะโดยเครื่อง Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometer ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์มีค่ามัธยฐานความเข้มข้นตะกั่วในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) ดังนั้นผลการศึกษาควรนำไปสู่มาตรการการปรับปรุงเพื่อลดความเสี่ยงทางสุขภาพจากการรับสัมผัสตะกั่ว

คำสำคัญ: ขยะอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ ตะกั่ว

Abstract

This cross-sectional study aimed to investigate lead exposure among electronic waste recycling workers. The questionnaires were used to collect data to compare 30 electronic waste recycling workers and 30 non-recyclers. The questionnaires consisted of three parts, general characteristics, underlying disease and health problems, work activities and work characteristics. In addition, urine sampling of two groups was analyzed the lead concentration in urine by Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometer. The results showed that electronic waste recycling workers had higher lead concentration medians in urine than non-recyclers at a statistically significant different level ($p < 0.001$). Consequently, the results could lead to implementation measures to reduce health risks from lead exposure.

Keywords: Electronic waste, Electronic waste recycling workers, Lead

บทนำ

ปัจจุบันการเจริญเติบโตของภาคการผลิตและภาคอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ในปัจจุบันที่ราคาผลิตภัณฑ์ถูกลง ก่อให้เกิดเป็นซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือขยะอิเล็กทรอนิกส์ (E - waste) ซึ่งจัดเป็นวัตถุอันตราย ตะกั่วเป็นโลหะหนักประเภทหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำนวนมาก โดยเป็นส่วนประกอบสำคัญในโลหะบัดกรีของแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จอมอนิเตอร์หลอดภาพรังสีแคโทด (CRT) แบตเตอรี่ เป็นต้น (Robinson, 2009) ตะกั่วเป็นโลหะหนักที่มีความเป็นพิษสูงและสะสมในสิ่งแวดล้อมได้ยาวนาน ถูกจัดให้เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งกลุ่ม 2A พิษของตะกั่วจะทำลายระบบประสาท ต่อมไร้ท่อ ระบบไต ระบบเลือด และมีผลต่อพัฒนาการสมองของเด็ก การรับพิษตะกั่วในระยะเรื้อรังจะส่งผลต่อระบบประสาทส่วนกลางและสมอง ระบบประสาทส่วนปลายและกล้ามเนื้อ ระบบทางเดินอาหาร ระบบโลหิต ระบบทางเดินปัสสาวะ ระบบสืบพันธุ์ และระบบโครงสร้าง ซึ่งตะกั่วสามารถสะสมอยู่ในกระดูกได้ยาวนาน (กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ, 2558)

ในประเทศไทยการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่มีปัญหาและอุปสรรค เนื่องจากขาดกฎระเบียบและงบประมาณ ตั้งแต่การเก็บรวบรวม คัดแยก และกำจัด ทำให้ขยะอิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่ถูกรับซื้อโดยร้านรับซื้อของเก่า และนำไปถอดคัดแยกหรือรีไซเคิลโดยกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ (กรมควบคุมมลพิษ, 2563) กลุ่มผู้ประกอบอาชีพคัดแยกและรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ เป็นกลุ่มอาชีพที่มีความเสี่ยงสูงจากการรับสัมผัสตะกั่วที่ถูกปล่อยออกมาจากกิจกรรมการถอดคัดแยกชิ้นส่วนและการรีไซเคิลซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ (สำนักโรคจากการประกอบอาชีพ, 2559) จากการศึกษา ของ Caravanos และคณะ (2013) พบว่า กลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ มีโอกาสได้รับความเสี่ยงสูงจากการรับสัมผัสตะกั่วจากกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคัดแยกและรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงการศึกษาของ Ohajinwa และคณะ. (2017) ผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่ยังมีพฤติกรรมการทำงานที่ขาดความปลอดภัย ความรู้ความเข้าใจ และความตระหนักจากอันตรายของขยะอิเล็กทรอนิกส์ และมีสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ไม่เหมาะสม

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาการรับสัมผัสตะกั่วในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำข้อมูลมากำหนดแนวทางและมาตรการเฝ้าระวังและป้องกันความเสี่ยงจากการทำงานในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการรับสัมผัสตะกั่วของกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional study) ทำการศึกษาในกลุ่มคนงานรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใช่คนงานรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย การเก็บตัวอย่างปัสสาวะ เพื่อศึกษาการรับสัมผัสตะกั่ว และใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูล

ในกลุ่มคนงานรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์และกลุ่มที่ไม่ใช่คนงานรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ในพื้นที่ตำบลแดงใหญ่ อำเภอบ้านใหม่ไชยพจน์ จังหวัดบุรีรัมย์

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ กลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์และกลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ จำนวนทั้งหมด 60 คน คำนวณกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร (Rosner B., 2016) โดยกลุ่มตัวอย่างต้องเป็นผู้มีอายุไม่ต่ำกว่า 18 ปีบริบูรณ์ และไม่รับประทานอาหารทะเลก่อนทำการเก็บตัวอย่าง สำหรับกลุ่มประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ต้องประกอบอาชีพดังกล่าวไม่น้อยกว่า 1 ปี

2. ขั้นตอนการวิจัย

ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 30 คน และกลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 30 คน ทำการเก็บข้อมูลประกอบด้วย การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะ และเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม และนำข้อมูลมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม

แบบสอบถามประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ส่วนที่ 2 ข้อมูลโรคประจำตัวและปัญหาสุขภาพ และส่วนที่ 3 กิจกรรมการทำงานและลักษณะการทำงาน

3.2 การเก็บตัวอย่างปัสสาวะ

การศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างปัสสาวะภายหลังเลิกการทำงานในวันสุดท้ายของสัปดาห์การทำงาน (End of shift at end of workweek) ในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยทำการเก็บปัสสาวะช่วงกลางใส่ในขวดพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน ขนาด 100 มิลลิลิตร ซึ่งล้างด้วยกรดไนตริกเจือจาง (10% HNO_3) ทำการเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ก่อนนำส่งห้องปฏิบัติการ

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างปัสสาวะ

นำตัวอย่างปัสสาวะ 20 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดย่อย (Vessel) เติมกรดไนตริกเข้มข้น (Conc. HNO_3) และไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (30% H_2O_2) จากนั้นไปย่อยด้วยเครื่อง Microwave Digestion (MARS^{TM} 6 CEM Corporation, Matthews, NC) เป็นเวลา 30 นาที เมื่อทำการย่อยตัวอย่างเสร็จแล้ว นำไปกรองด้วยกระดาษกรองใยแก้ว (GF/A) และปรับปริมาตรด้วยน้ำชนิด Type I Water จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometer (ICP-OES Optima 8300, PerkinElmer Inc, Waltham, MA) ส่วนค่าครีอะตีนินทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Enzymatic method (Cobas® 6000 analyzer, F. Hoffmann-La Roche Ltd, Basel)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS version 18 โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะส่วนบุคคลและข้อมูลทั่วไป ข้อมูลประเภทขยะอิเล็กทรอนิกส์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลโรคประจำตัวและอาการในระบบทางเดินหายใจ และข้อมูลพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน วิเคราะห์ความแตกต่างข้อมูลด้วย T-test, Mann-Whitney U test, Chi-square test และ Fisher Exact test ที่ระดับนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และหาความแตกต่างของระดับความเข้มข้นตะกั่วในตัวอย่างปัสสาวะระหว่างกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์กับกลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ Mann - Whitney U test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยงานวิจัยนี้ได้รับความเห็นชอบให้ดำเนินการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เลขที่ MUPH2019-069

ผลการวิจัย

1. ลักษณะส่วนบุคคล ข้อมูลทั่วไป โรคประจำตัวและปัญหาสุขภาพ

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะส่วนบุคคลและข้อมูลทั่วไประหว่างกลุ่มผู้ประกอบอาชีพไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์และกลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 53.3) ซึ่งมากกว่าเพศชายในกลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ (ร้อยละ 10) โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) อายุเฉลี่ยของกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ 48.07 ± 13.19 ปี มีอายุระหว่าง 23 -70 ปี ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ 52.40 ± 9.83 ปี มีอายุระหว่าง 24 - 69 ปี ระยะเวลาการทำงานในการประกอบอาชีพของกลุ่มอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ 5.13 ± 4.00 ปี มีระยะเวลาการทำงานอยู่ระหว่าง 1 - 16 ปี (ค่ามัธยฐานเท่ากับ 4.50 ปี) ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มผู้ที่ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์โดยความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ซึ่งกลุ่มผู้ที่ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์มีระยะเวลาทำงานมากกว่า 25.03 ± 13.29 ปี (ค่ามัธยฐานเท่ากับ 25.00 ปี) มีระยะเวลาการทำงานอยู่ระหว่าง 4 - 46 ปี (ผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกร ร้อยละ 87) สำหรับจำนวนวันที่ทำงานต่อสัปดาห์และรายได้ของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวันของกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์เป็น 8.00 ± 0.00 ชั่วโมงต่อวัน (ค่ามัธยฐานเท่ากับ 8.00 ชั่วโมงต่อวัน) ซึ่งมากกว่ากลุ่มผู้ที่ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งทำงาน 5.53 ± 2.97 ชั่วโมงต่อวัน (ค่ามัธยฐานเท่ากับ 5.00 ชั่วโมงต่อวัน) โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) สำหรับการสูบบุหรี่กลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์มีการสูบบุหรี่ (ร้อยละ 33.3) มากกว่ากลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีการสูบบุหรี่ (ร้อยละ 6.7) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.010$) ในขณะที่การดื่มแอลกอฮอล์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทั้งสองกลุ่ม

ตารางที่ 1 ลักษณะส่วนบุคคลและข้อมูลทั่วไประหว่างกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์และกลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์

ข้อมูล	กลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน (ร้อยละ) (n = 30)	กลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน (ร้อยละ) (n = 30)	*p* - value
เพศ			< 0.001†
ชาย	16 (53.3)	3 (10.0)	
หญิง	14 (46.7)	27 (90.0)	
อายุ (ปี)			0.155*
ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	48.07 ± 13.19	52.40 ± 9.83	
ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	23 - 70	24 - 69	
ค่ามัธยฐาน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์)	50.0 (21)	52.50 (15)	
ควอไทล์ 1 - ควอไทล์ 3	36.50 - 57.50	46.00 - 61.00	
ระยะเวลาการทำงาน (ปี)			< 0.001§
ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	5.13 ± 4.00	25.03 ± 13.29	
ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	1 - 16	4 - 46	
ค่ามัธยฐาน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์)	4.50 (6.50)	25.00 (25.00)	
ควอไทล์ 1 - ควอไทล์ 3	2.00 - 8.50	13.50 - 38.50	
จำนวนวันที่ทำงานต่อสัปดาห์			0.605†
< 5 วันต่อสัปดาห์	13 (43.3)	15 (50.0)	
> 5 วันต่อสัปดาห์	17 (56.7)	15 (50.0)	
จำนวนชั่วโมงที่ทำงานต่อวัน			< 0.001§
ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	8.00 ± 0.00	5.53 ± 2.97	
ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	8	2 - 14	
ค่ามัธยฐาน (ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์)	8.00 (0)	5.00 (5)	
ควอไทล์ 1 - ควอไทล์ 3	0	3.00 - 8.00	
รายได้ (บาท/เดือน)			0.100†
< 5,000 บาท	23 (76.7)	17 (56.7)	
> 5,000 บาท	7 (23.3)	13 (43.3)	
การสูบบุหรี่			0.010†
สูบบุหรี่	10 (33.3)	2 (6.7)	

ข้อมูล	กลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน (ร้อยละ) (n = 30)	กลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน (ร้อยละ) (n = 30)	*p* - value
ไม่สูบบุหรี่	20 (66.7)	28 (93.3)	
การดื่มแอลกอฮอล์			0.432†
ดื่มแอลกอฮอล์	19 (63.3)	16 (53.3)	
ไม่ดื่มแอลกอฮอล์	11 (36.7)	14 (46.7)	

หมายเหตุ: วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ T-test (*), Mann-Whitney U test (§), Chi-square test (†) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

กลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์มีโรคประจำตัว (ร้อยละ 26.7) ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มผู้ไม่ประกอบรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ (ร้อยละ 33.3) ในขณะที่อาการในระบบทางเดินหายใจ พบว่ากลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์มีอาการแน่นจมูกคัดจมูก (ร้อยละ 13.3) และมีอาการไอ (ร้อยละ 36.7) ซึ่งมากกว่ากลุ่มผู้ไม่ประกอบรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีอาการแน่นจมูกคัดจมูก (ร้อยละ 10.0) และอาการไอ (ร้อยละ 20.0) แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 โรคประจำตัวและปัญหาสุขภาพ

ข้อมูล	กลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน (ร้อยละ) (n = 30)	กลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน (ร้อยละ) (n = 30)	*p* - value
โรคประจำตัว			0.573†
มี	8 (26.7)	10 (33.3)	
ไม่มี	22 (73.3)	20 (66.7)	
อาการในระบบทางเดินหายใจ			
อาการแน่นจมูกคัดจมูก			1.000‡
มีอาการ	4 (13.3)	3 (10.0)	
ไม่มีอาการ	26 (86.7)	27 (90.0)	
อาการไอ			0.152†
มีอาการ	11 (36.7)	6 (20.0)	
ไม่มีอาการ	19 (63.3)	24 (80.0)	

หมายเหตุ: วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ Chi-square test (†), Fisher Exact test (‡) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

2. กิจกรรมการทำงาน และลักษณะการทำงาน

ตารางที่ 3 แสดงกิจกรรมการทำงานของกลุ่มคนงานรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ พบว่ากิจกรรมหลักเป็นกิจกรรมการคัดแยกซากขยะอิเล็กทรอนิกส์ (ร้อยละ 100) และถอดรื้อซากขยะอิเล็กทรอนิกส์ แผงวงจร และสายไฟ (ร้อยละ 100) ส่วนกิจกรรมรองลงมาคือ กิจกรรมขนย้ายขยะอิเล็กทรอนิกส์ (ร้อยละ 40) และมีกิจกรรมอื่นๆ ประกอบด้วย เผาซากขยะ และบรรจุขยะ (ร้อยละ 10) โดยประเภทซากขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกนำมาคัดแยกและรีไซเคิลมากที่สุด ได้แก่ พัดลม (ร้อยละ 80) เครื่องซักผ้า (ร้อยละ 70) แผงวงจร (ร้อยละ 63.3) ไดนาโมและมอเตอร์ (ร้อยละ 60) เครื่องปรับอากาศ (ร้อยละ 56.7) คอมพิวเตอร์ (ร้อยละ 53.3) และอื่นๆ ประกอบด้วย โทรทัศน์ ตู้เย็น เครื่องพิมพ์ เครื่องเล่นเพลง วิดีโอ (ร้อยละ 90.0)

ตารางที่ 3 กิจกรรมการทำงานของกลุ่มคนงานรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ (n = 30 คน)

ข้อมูล	จำนวน (n)	ร้อยละ
กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคัดแยกและรีไซเคิล		
ขนย้ายขยะอิเล็กทรอนิกส์	12	40.0
คัดแยกซากขยะอิเล็กทรอนิกส์	30	100.0
ถอดรื้อซากขยะอิเล็กทรอนิกส์ แผงวงจร และสายไฟ	30	100.0
อื่นๆ (เผาซากขยะ, บรรจุขยะ)	10	33.3
ประเภทซากขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่คัดแยกและรีไซเคิล		
เครื่องซักผ้า	21	70.0
พัดลม	24	80.0
เครื่องปรับอากาศ	17	56.7
คอมพิวเตอร์	16	53.3
แผงวงจร	19	63.3
ไดนาโม/มอเตอร์	18	60.0
อื่นๆ (โทรทัศน์ ตู้เย็น เครื่องพิมพ์ เครื่องเล่นเพลง วิดีโอ)	27	90.0

ลักษณะการทำงานของกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ ผลการศึกษาพบว่ามีการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลขณะทำงาน ได้แก่ สวมกางเกงขายาว (ร้อยละ 86.7) ใส่เสื้อแขนยาว (ร้อยละ 93.3) ใส่ถุงมือผ้า (ร้อยละ 80) ใส่ผ้าปิดจมูก (ร้อยละ 40) แต่ไม่มีการสวมแว่นตานิรภัยในขณะทำงาน (ร้อยละ 100) ในขณะที่การใส่รองเท้าบู๊ต (ร้อยละ 40) ของกลุ่มผู้ประกอบรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์น้อยกว่ากลุ่มผู้ไม่ประกอบรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ (ร้อยละ 73.3) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.009$) สำหรับพฤติกรรมการปฏิบัติตัวขณะทำงานกลุ่มผู้ประกอบรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์มีการสูบบุหรี่ขณะทำงาน (ร้อยละ 20) และรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำขณะทำงาน (ร้อยละ 90) ซึ่งมากกว่ากลุ่มผู้ไม่

ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p=0.024 และ p=0.001 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ลักษณะการทำงานระหว่างกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์และกลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์

ข้อมูล	กลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน (ร้อยละ) (n = 30 คน)	กลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน (ร้อยละ) (n = 30 คน)	*p* - value
การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลขณะทำงาน			
กางเกงขายาว			0.112‡
ใช้	26 (86.7)	30 (100.0)	
ไม่ใช้	4 (13.3)	-	
เสื้อแขนยาว			0.492‡
ใช้	28 (93.3)	30 (100.0)	
ไม่ใช้	2 (6.7)	-	
รองเท้าบู๊ต			0.009†
ใช้	12 (40.0)	22 (73.3)	
ไม่ใช้	18 (60.0)	8 (26.7)	
ถุงมือผ้า			0.254‡
ใช้	24 (80.0)	28 (93.3)	
ไม่ใช้	6 (20.0)	2 (6.7)	
ผ้าปิดจมูก			0.417†
ใช้	12 (40.0)	9 (30.0)	
ไม่ใช้	18 (60.0)	21 (70.0)	
แว่นตานิรภัย			0.492†
ใช้	-	10 (33.3)	
ไม่ใช้	30 (100)	20 (66.7)	
พฤติกรรมการปฏิบัติตัวขณะทำงาน			
สูบบุหรี่ขณะทำงาน			0.024‡
ทำ	6 (20.0)	-	
ไม่ทำ	24 (80.0)	30 (100.0)	

ข้อมูล	กลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน (ร้อยละ) (n = 30 คน)	กลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน (ร้อยละ) (n = 30 คน)	*p* - value
รับประทานอาหารหรือดื่มน้ำขณะทำงาน			0.001‡
ทำ	27 (90.0)	2 (6.7)	
ไม่ทำ	3 (10.0)	28 (93.3)	

หมายเหตุ: วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ Chi-square test (†), Fisher Exact test (‡) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ p < 0.05

3. ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นตะกั่วในตัวอย่างปัสสาวะ

ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นตะกั่วในปัสสาวะ พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นตะกั่วในปัสสาวะของกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์เท่ากับ 3.14 ± 2.36 µg/g creatinine (ค่ามัธยฐานเท่ากับ 2.61 µg/g creatinine) ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นตะกั่วในปัสสาวะในกลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ 1.30 ± 1.35 µg/g creatinine (ค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.79 µg/g creatinine) โดยมีระดับความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001) ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างปัสสาวะ

กลุ่มตัวอย่าง	Mean ± SD (µg/g creatinine)	Min - Max (µg/g creatinine)	Median (IQR) (µg/g creatinine)	Q_1 - Q_3 (µg/g creatinine)	*p* - value
กลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ (n = 30)	3.14 ± 2.36	0.38 - 11.41	2.61 (2.79)	1.50 - 4.28	<0.001§
กลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ (n = 30)	1.30 ± 1.35	0.23 - 6.84	0.79 (1.20)	0.48 - 1.68	

หมายเหตุ: วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Mann-Whitney U test (§) มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการศึกษาพบว่า ในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 53.3 สอดคล้องกับผลการศึกษาของ โสมศิริ เดชารัตน์ (2560) ที่พบว่า คนงานในร้านรับซื้อ

ของเก่าในจังหวัดนครศรีธรรมราช ส่วนมากเป็นเพศชาย ร้อยละ 59.5 โดยกิจกรรมหลักของกลุ่มคนงานรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์เป็นกิจกรรมการคัดแยกซากขยะอิเล็กทรอนิกส์ (ร้อยละ 100) และถอดรื้อซากขยะอิเล็กทรอนิกส์ แผงวงจรและสายไฟ (ร้อยละ 100) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chalermkhwan Kuntawee และคณะ (2020) ที่กลุ่มคนงานรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ในจังหวัดอุบลราชธานีส่วนใหญ่จะมีกิจกรรมงานคัดแยกและรื้อขยะอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับพฤติกรรมการปฏิบัติตัวขณะทำงาน กลุ่มผู้ประกอบรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์มีการสูบบุหรี่ขณะทำงาน (ร้อยละ 20) และรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำขณะทำงาน (ร้อยละ 90) ซึ่งมากกว่ากลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ p = 0.024 และ p = 0.001 ตามลำดับ แสดงให้เห็นพฤติกรรมการทำงานที่ไม่เหมาะสม สอดคล้องกับการศึกษาของ นีรนุช ศาสตระวาทิต (2557) ที่พบว่า กลุ่มคนงานรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ในจังหวัดบุรีรัมย์ ร้อยละ 56.73 มีการสูบบุหรี่ขณะปฏิบัติงาน นอกจากนั้นการศึกษาของ Ohajinwa และคณะ (2017) พบว่า แรงงานที่ประกอบอาชีพเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่ยังมีพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานระดับต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ประกอบอาชีพดังกล่าว สำหรับปริมาณการรับสัมผัสตะกั่วในปัสสาวะในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ พบว่าค่าเฉลี่ยระดับความเข้มข้นตะกั่วในปัสสาวะของกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์มีค่า 3.14 ± 2.36 µg/g creatinine (ค่ามัธยฐานเท่ากับ 2.61 µg/g creatinine) ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยระดับความเข้มข้นตะกั่วในกลุ่มผู้ไม่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ 1.30 ± 1.35 µg/g creatinine (ค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.79 µg/g creatinine) โดยมีระดับความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Asante และคณะ (2012) และ Julander และคณะ (2013) พบว่า ในกลุ่มคนงานรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์จะมีค่าระดับความเข้มข้นตะกั่วในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการศึกษานี้ค่ามัธยฐานของระดับความเข้มข้นตะกั่วในปัสสาวะกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์มีค่า 2.61 µg/g creatinine น้อยกว่าผลการศึกษาของ Schecter และคณะ (2018) ผู้หญิงที่ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ในเวียดนาม โดยมีค่ามัธยฐานของระดับความเข้มข้นตะกั่วในปัสสาวะ 3.22 µg/g creatinine โดยผลวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลการรับสัมผัสตะกั่วจากการทำงานของผู้ประกอบอาชีพไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นการวางแผน แก้ไข และป้องกัน เพื่อให้เกิดการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยต่อสุขภาพกับกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาในการรับสัมผัสตะกั่วในระยะยาวของกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเฝ้าระวังและส่งเสริมสุขภาพสุขภาพ รวมถึงพัฒนารูปแบบการทำงานที่เหมาะสมและปลอดภัยในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเป้าพัฒนาและองค์การบริหารส่วนตำบลแดงใหญ่ ตำบลแดงใหญ่ อำเภอบ้านใหม่ไชยพจน์ จังหวัดบุรีรัมย์ ที่อนุเคราะห์ข้อมูลและสถานที่สำหรับ

รวบรวมข้อมูลการวิจัย และกลุ่มอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน ตำบลแดงใหญ่ ที่ช่วยเหลือประสานงานกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย และขอขอบคุณกลุ่มผู้ประกอบอาชีพทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับการวิจัย และทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2563). คู่มือปฏิบัติอย่างง่ายในการถอดแยกซากเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2558). แนวทางการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยงกรณีขยะอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

นีรนุช ศาสตระวาทิต. (2557). การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพในการทางานของผู้คัดแยกชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ กรณีศึกษา ตำบลแดงใหญ่ อำภอบ้านใหม่ไชยพจน์ จังหวัดบุรีรัมย์. ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค. (2559). การคัดกรองความเสี่ยงจากการทำงานของผู้ประกอบอาชีพเก็บ คัดแยก และรีไซเคิลขยะ. นนทบุรี: สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค: ผู้แต่ง.

โสมศิริ เดชารัตน์. (2560). สุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในการทำงานของคนงานในร้านรับซื้อของเก่า จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ. 10(35), 10 - 20.

Asante KA, Agusa T, Biney CA, Agyekum WA, Bello M, Otsuka M, et al. (2012). Multi-trace element levels and arsenic speciation in urine of e-waste recycling workers from Agbogbloshie, Accra in Ghana. Sci Total Environ. 424, 63-73.

Rosner B. (2016). Fundamentals of biostatistics (8th ed.). Boston, MA : Cengage Learning.

Caravanos J, Fuller R, Clark E, Lambertson C. (2013). Exploratory Health Assessment of Chemical Exposures at E-Waste Recycling and Scrapyard Facility in Ghana. J Health Pollut. 3(4), 11-22.

Julander A, Lundgren L, Skare L, Grandér M, Palm B, Vahter M, et al. (2014). Formal recycling of e-waste leads to increased exposure to toxic metals: An occupational exposure study from Sweden. Environment International. 73, 243-51.

Kuntawee C, Tantrakarnapa K, Limpanont Y, Lawpoolsri S, Phetrak A, Mingkhwan R, et al. Exposure to Heavy Metals in Electronic Waste Recycling in Thailand. Int J Environ Res Public Health 2020. 17(9).

Ohajinwa CM, Van Bodegom PM, Vijver MG, Peijnenburg W. (2017). Health Risks Awareness of Electronic Waste Workers in the Informal Sector in Nigeria. Int J Environ Res Public Health. 14(8).

Robinson, B. H. (2009). E - waste: An assessment of global production and environmental impacts. Science of the Total Environment. 408, 183-191.

Schecter A, Kincaid J, Quynh HT, Lanceta J, Tran HTT, Crandall R, et al. (2018). Biomonitoring of Metals, Polybrominated Diphenyl Ethers, Polychlorinated Biphenyls, and Persistent Pesticides in Vietnamese Female Electronic Waste Recyclers. J Occup Environ Med. 60(2), 191-197.