Thai Journal of Ergonomics: Volume 6 Issue 1 January – June 2023: p. 13-24
วารสารการยศาสตร์ไทย: ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2566: หน้า 13-24

นิพนธ์ต้นฉบับ

(Original article)

การออกแบบสถานีงานเพื่อลดปัญหาด้านการยศาสตร์สำหรับพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์: กรณีศึกษา บ้านกอก อำเภอเขื่องใน จังหวัดอุบลราชธานี

Workstation design for reducing ergonomics risk among electronic waste dismantling workers: Case study of Ban KokK Khueang Nai District, Ubon Ratchathani

รัชนี จูมจี[1]*, พชร วารินสิทธิกุล[2], กุลวรรณ โสรัจจ์[3], ธีรวรรณ บุญโทแสง[3], อนุวัฒน์ ยินดีสุข[3], ศศิธร อดิศรเมธากุล[4], พัฒนศักดิ์ ปทุมวัน[5]

Ratchanee Joomjee[1]*, Pachara Warinsitdhikul[2], Kunlawan Sorach[3], Teerawan Boontosaeng[3], Anuwat Yindeesuk[3], Sasithorn Adisornmethakul[4], Pattanasak Patumwan[5]

[1]สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

[1]Occupational Health and Safety program, Faculty of Public Health, Ubon Ratchathani Rajabhat University

[2]สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

[2]Logistics Management Program, Faculty of Industrial Technology, Ubon Ratchathani Rajabhat University

[3]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

[3]Environmental ScienceProgram, Faculty of Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University

[4]สาขาวิชาการปกครองท้องถิ่น คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

[4]Local Government Program, Faculty of Humanities and Social Sciences, Ubon Ratchathani Rajabhat University

[5]สาขาการจัดการข้อมูลธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

[5]Business Data Management Faculty of Business Administration and Management, Ubon Ratchathani Rajabhat University

(ratchanee.j@ubru.ac.th)

***ผู้นิพนธ์หลัก**

Received: October 24, 2022/ Revised: January 12, 2023/ Accepted: January 24, 2023

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชุกของความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์และการออกแบบสถานีงานของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ บ้านกอก อำเภอเขื่องใน จังหวัดอุบลราชธานี จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 97 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม แบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกาย วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติพรรณนา และข้อมูลเชิงเปรียบเทียบผลด้วยสถิติทีเทส ผลการวิจัยพบว่า ความชุกของอาการปวดระบบกระดูกและกล้ามเนื้อมากที่สุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ แขนส่วนบน ร้อยละ 27.84 หลังส่วนล่าง ร้อยละ 26.80 และ ไหล่ ร้อยละ 16.49 การประเมินความเสี่ยงด้วย REBA พบว่า คะแนนเฉลี่ยท่าทางการทำงานก่อนปรับปรุง เท่ากับ 11.50 (ความเสี่ยงสูงมาก) และคะแนนเฉลี่ยหลังการออกแบบสถานีงานเท่ากับ 6.60 (ความเสี่ยงปานกลาง) ค่าคะแนนความเชื่อมั่นที่ 4.47 ถึง 5.33 ความเชื่อมั่นที่ 0.001 ผลการศึกษาแสดงว่าการออกแบบสถานีงานสามารถลดคะแนนความเสี่ยงของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05)

คำสำคัญ: ขยะอิเล็กทรอนิกส์; การยศาสตร์; การออกแบบสถานีงาน

ABSTRACT: This research is a quasi-experiment aimed to identify the prevalence of musculoskeletal disorders, ergonomics risk assessment, and workstation design for electronic waste dismantling in Ban KokK Khueang Nai District, Ubon Ratchathani. The population is 97 people. Data were collected by questionnaire, ergonomics risk assessment tool, and anthropometer. Analyzed by descriptive statistics and paired t-test statistics. The results indicated that most of the musculoskeletal disorders (MSDs) with the highest prevalence rates of symptoms were upper arms (27.84 %), lower back (26.80 %), and shoulders (16.49 %). The average Rapid Entire Body Assessment (REBA) score was 11.50 which placed it as high risk and dropped to 6. 60, a medium risk, after using the designed workstation. The mean difference was 4.90 (95% CI = 4.47 to 5.33) and the p-value was 0.001. This means the risks were reduced significantly after the workstation design. The results confirm that ergonomically designed workstations can reduce the ergonomic risks of electronic waste dismantling in Ban KokK Khueang Nai District, Ubon Ratchathani.

Keywords: Electronic waste; Ergonomics; Workstation design

1. บทนำ

ขยะอิเล็กทรอนิกส์มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีความเป็นอันตรายมากกว่าขยะทั่วไป เนื่องจากมีองค์ประกอบของสารพิษจำนวนมากที่ปนเปื้อน อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อมได้ [1] ปริมาณขยะอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยมีมากกว่า 400,000 ตันต่อปี มีการจัดการอย่างถูกต้อง ร้อยละ 0.125 ที่เหลือจะถูกเก็บไว้ตามบ้านเรือน ขายเป็นสินค้ามือสอง นอกจากนี้ยังพบขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่นำเข้าจากต่างประเทศในปี 2560 มากกว่า 50,000 ตัน ทำให้เกิดโรงงานและสถานประกอบการถอดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความเสี่ยง และอาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อมได้[2] ประเภทขยะอิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่มี 7 ชนิด ได้แก่ โทรทัศน์ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้า คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ โน้ตบุ๊ก โทรศัพท์มือถือ หรือแท็บเลต และพบขยะของเสียอันตราย 2 ชนิด ได้แก่ หลอดไฟและถ่านไฟฉายปี 2562 มีปริมาณ 607,575.75 ตันต่อปี สามารถรื้อแยกเป็นวัสดุที่ขายได้ ร้อยละ 78 (เหล็ก พลาสติก ทองแดง อะลูมิเนียม สายไฟ แผงวงจร โลหะผสม และสเตนเลส) และเป็นวัสดุเหลือทิ้ง ร้อยละ 22 (แก้ว พลาสติกทนความร้อน โฟมโพลียูรีเทน ยาง สารละลายน้ำเกลือ และสารทำความเย็น) ขยะอิเล็กทรอนิกส์แบ่งการจัดการออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ การจัดการโดยโรงงานอุตสาหกรรม ร้อยละ 28.00 และการจัดการโดยชุมชน ร้อยละ 50.00[3] ส่วนใหญ่จะมีการซื้อขายขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดใหญ่แบบยกชิ้น ได้แก่ คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ ตู้เย็น และเครื่องปรับอากาศให้กับผู้ประกอบการรายย่อย[4] และจะมีการคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ด้วยวิธีดั้งเดิมด้วยมือ เช่น การทุบจอโทรทัศน์ การทุบจอคอมพิวเตอร์ การทุบเครื่องปริ้นเตอร์ การตัดคอมเพลสเซอร์ตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ การเผาสายไฟ การบดย่อยพลาสติก กระบวนการเหล่านี้ล้วนทำให้เกิดมลพิษ สารปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม[5,6] รวมทั้งพฤติกรรมการรื้อแยกที่ไม่ถูกต้องตามหลักอาชีวอนามัยและความปลอดภัย โดยผู้ปฏิบัติงานไม่สวมใส่ผ้าปิดจมูก ไม่สวมแว่นตา การใช้เสื้อยืดโพกหัวปิดปาก และจมูกขณะทำงาน ไม่มีการสวมถุงมือเพราะทำให้หยิบจับสิ่งของไม่ถนัด ลักษณะการนั่งทำงานบนเก้าอี้เตี้ยๆ วางชิ้นงานบนพื้นต่างระดับ มีการก้มหน้าและงอแขนงอขาเป็นเวลานานขณะทำงาน เป็นต้น ทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีอาการปวดเมื่อย ปวด กล้ามเนื้อหลังจากทำงาน[7] นอกจากนี้พนักงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ยังมีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง เนื่องจากมีการสัมผัสสารปนเปื้อนจากงานรื้อถอนขยะอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉพาะผู้ที่มีอายุงานเกิน 30 ปี จะมีความเสี่ยงสูงในการสัมผัสแคดเมียม (Cd) และนิกเกิล (Ni) [8]

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าขยะอิเล็กทรอนิกส์มีอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานคัดแยก รื้อถอนหลายด้าน โดยเฉพาะด้านการยศาสตร์ที่เกิดจากท่าทางการทำงานไม่หมาะสม การออกแรงมากในการทำงาน และการทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานาน รวทั้งสถานีงานท่ไม่เหมาะสม ดังนั้นการประเมินความเสี่ยงจึงมีสำคัญในการแก้ไข และลดผลกระทบด้านการยศาสตร์ที่อาจเกิดขึ้นกับพนักงาน[9] คณะผู้วิจัยได้สนใจศึกษาความชุกของความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ และการออกแบบสถานีงาน เพื่อลดความเสี่ยงด้านการยศาตร์ของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ในลำดับต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความชุกอาการผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์
2. เพื่อประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์
3. เพื่อออกแบบสถานีงานของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์

2. วิธีการศึกษา

2.1 รูปแบบการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental designs) เพื่อศึกษาผลการดำเนินการก่อนและหลังการปรับปรุงสถานีงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ บ้านกอก อำเภอเขื่องใน จังหวัดอุบลราชธานี โดยมีการประเมินความเสี่ยงด้วยแบบประเมินส่วนของร่างกายทั้งหมดอย่างรวดเร็ว (Rapid Entire Body Assessment: REBA) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงสถานีงาน เก็บรวบรวมข้อมูล ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2563

2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ ตำบลบ้านกอก อำเภอเขื่องใน จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 97 คน และมีการเลือกอย่างเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 40 คน สำหรับการประเมินความเสี่ยง และการทดสอบสถานีงานด้านการยศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยงานการรื้อถอนชิ้นส่วนตู้เย็น การรื้อถอนชิ้นส่วนเครื่องซักผ้า การรื้อถอนโทรทัศน์ การรื้อถอนพัดลม

เกณฑ์คัดเข้า คือ พนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ บ้านกอก ตำบลบ้านกอก อำเภอเขื่องใน จังหวัดอุบลราชธานี อายุงานไม่น้อยกว่า 1 ปี ไม่มีอาการบาดเจ็บต่อระบบกระดูกและกล้ามเนื้อจากอุบัติเหตุ เป็นผู้ที่ยินยอมเข้าร่วมโครงการ

เกณฑ์คัดออก คือ ผู้ที่มีอาการป่วยด้วยโรคเกี่ยวกับกระดูกและไขข้อ หรือโรคประจำตัวที่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนไหว เช่น โรคหัวใจ โรคปอด ในระดับรุนแรงที่ไม่สามารถทำงาน และไม่สามารถเข้าร่วมโครงการได้ตลอด

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

2.3.1 แบบสอบถาม ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และการศึกษาสภาวะสุขภาพที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของกลุ่มตัวอย่าง (ในช่วง 7 วันที่ผ่านมา) โดยมีการปรับปรุงแบบสอบถามจากสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค [10] ซึ่งแบบสอบถามดังกล่าวได้ผ่านขบวนการตรวจสอบความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ด้วยวิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ค่าความเที่ยงตรงที่สามารถใช้ได้เท่ากับ 0.94

2.3.2 แบบประเมินความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานด้วยแบบฟอร์ม REBA [11] แบ่งการประเมินเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ กลุ่ม A ประกอบด้วยการประเมินคอ ลำตัว และขา และกลุ่ม B ประกอบด้วยการประเมินส่วนแขนและข้อมือ โดยการประเมินแบ่งเป็น 15 ขั้นตอน แบ่งเกณฑ์ความเสี่ยงออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่

คะแนน 1	หมายถึง ความเสี่ยงน้อยมาก
คะแนน 2-3	หมายถึง ความเสี่ยงน้อย ยังต้องมีการปรับปรุง
คะแนน 4-7	หมายถึง ความเสี่ยงปานกลาง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรได้รับการปรับปรุง
คะแนน 8-10	หมายถึงความเสี่ยงสูง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรรีบปรับปรุง
คะแนน ≥ 11	หมายถึงความเสี่ยงสูงมาก ควรปรับปรุงทันที

2.3.3 เครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย (anthropometer) ประกอบด้วย anthropometer ด้ามตรง(anthropometer) ด้ามโค้ง (sliding compass)

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ระยะที่ 1 การศึกษาเชิงสำรวจ เป็นการศึกษาปัญหาด้านการยศาสตร์ ด้วยแบบสอบถามกับพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีการทำหนังสือขออนุญาตศึกษาข้อมูลจากเทศบาลตำบลบ้านกอก มีการชี้แจงกลุ่มตัวอย่างในการตอบแบบสอบถาม และได้รับการยินยอมก่อนการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 97 ตัวอย่าง และการวิเคราะห์ความชุกของความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์

ระยะที่ 2 การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของพนักงานคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยเทคนิค REBA จำนวน 40 ตัวอย่าง จากร้านผู้ประกอบการรายย่อย 1 แห่ง ที่ยินยอมเข้าร่วมโครงการ ขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มจากการใช้กล้องบันทึกภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว เพื่อบันทึกภาพจากการทำงานทุกขั้นตอน เพื่อนำไปสู่กระบวนการประเมินความเสี่ยงจากการทำงาน ประกอบด้วยงานการรื้อถอนชิ้นส่วนตู้เย็น การรื้อถอนชิ้นส่วนเครื่องซักผ้า การรื้อถอนโทรทัศน์ การรื้อถอนพัดลม

ระยะที่ 3 การออกแบบสถานีงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1) การวัดสัดส่วนของร่างกายของพนักงานชาย ด้วยเครื่องวัดสัดส่วนร่างกาย (anthropometer) จำนวน 40 ตัวอย่าง จากร้านผู้ประกอบการรายย่อย 1 แห่ง โดยการวัดขนาดร่างกายขณะที่อยู่ในท่ายืนนิ่งตามมาตรฐานการวัดของเพียแซนต์[12] โดยมีรายการวัด ได้แก่ ระยะเอื้อมแนวดิ่งขณะยืน (vertical grip reach: standing) ความสูงสะโพก (hip height) และระยะไหล่ถึงกลางฝ่ามือ (shoulder-grip length) มีค่าดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดสัดส่วนร่างกายของพนักงาน

รายการวัด	เปอร์เซ็นไทล์ที่ 5	เปอร์เซ็นไทล์ที่ 50	เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95
Vertical grip reach (Standing)	189.85	194.00	206.3
Hip height	71.00	81.00	90.00
Shoulder grip length	52.00	58.30	64.85

2) การออกแบบสถานีงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ มีหลักการออกแบบ คือ การออกแบบความสูงของสถานีงาน พิจารณาค่าระยะเอื้อมแนวดิ่งขณะยืน (Vertical grip reach: Standing) เปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 การออกแบบระยะความสูงของโต๊ะพิจารณาใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 50 ของความสูงสะโพก (Hip height) และการออกแบบความกว้างของสถานี จะพิจารณาช่วงระยะในการหยิบจับชิ้นงานได้อย่างสะดวกใช้ระยะเอื้อมแนวนอน (Forward grip reach: Sitting) เปอร์เซ็นไทล์ที่ 50

ระยะที่ 3 การประเมินผลการออกแบบสถานีงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ หลังจากมีการทดลองใช้สถานีงานที่ออกแบบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 ตัวอย่าง เป็นระยะเวลา 3 เดือน โดยมีการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยเทคนิค REBA และการวิเคราะห์ความชุกของความผิดปกติระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังออกแบบสถานีงาน

ระยะที่ 4 วิเคราะห์ และสรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุบลราชธานี เอกสารรับรองโครงการวิจัย เลขที่ SSJ.UB 2562-035

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS Statistics V.19 จากแบบสอบถาม ด้วยสถิติเชิงพรรณนา โดยการแจกแจงความถี่ ร้อยละ การวิเคราะห์ข้อมูลแบบปกติโดยใช้สถิติ แบบ Pair t-test สำหรับการเปรียบเทียบความชุกของอาการผิดปกติระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ และคะแนนความเสี่ยง REBA ก่อน และหลังปรับปรุงสถานีงาน

3. ผลการศึกษา

การศึกษาการออกแบบสถานีงานเพื่อลดปัญหาด้านการยศาสตร์สำหรับพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์บ้านกอก อำเภอเขื่องใน จังหวัดอุบลราชธานี มีผลการศึกษาดังนี้

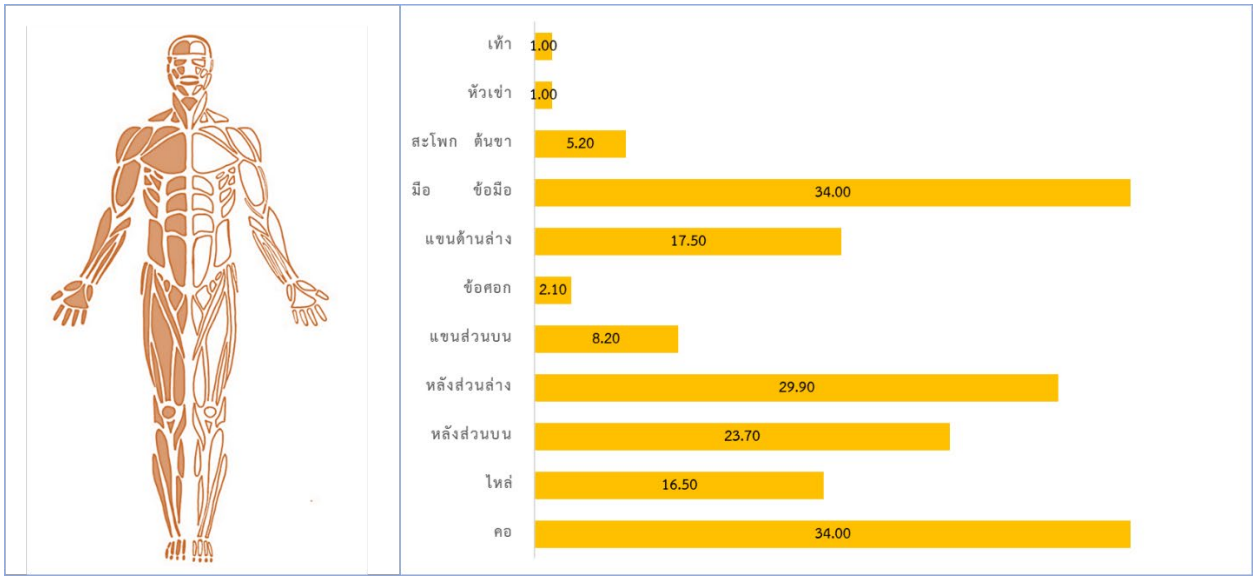
3.1 ความชุกของอาการผิดปกติระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์

การศึกษาความชุกของอาการผิดปกติระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์บ้านกอก ตำบลบ้านกอก อำเภอเขื่องใน พนักงานส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 66.00 อายุระหว่าง 31-40 ปี ร้อยละ 51.30 ระดับการศึกษาของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 46.40 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์

ข้อมูล	จำนวนผู้มีอาการปวดระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ	
	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	64	66.00
หญิง	33	34.00
2. อายุ		
20-30 ปี	34	35.05
31-40 ปี	31	31.96
41-50 ปี	20	20.62
50-60 ปี	11	11.34
> 60 ปี	1	1.03
3. สถานะ		
โสด	25.00	25.80
สมรส	66.00	68.00
หย่าร้าง	6.00	6.20
4. ระดับการศึกษา		
ประถมศึกษา	34.00	35.10
มัธยมศึกษาตอนต้น	45.00	46.40
มัธยมศึกษาตอนปลาย	17.00	17.50
ปริญญาตรี หรือสูงกว่า	1.00	1.00

การศึกษาความชุกของอาการผิดปกติระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 40 คน ในช่วง 7 วันที่ผ่านมา พบว่า พนักงานส่วนใหญ่มีอาการปวดบริเวณมือ ข้อมือ ร้อยละ 34.00 และปวดหลังส่วนล่าง ร้อยละ 29.90 ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ร้อยละความชุกของอาการผิดปกติระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงาน

3.2 การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์

การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยเทคนิค REBA ในกระบวนการรื้อถอนชิ้นส่วนของตู้เย็น เครื่องซักผ้า โทรทัศน์ และพัดลม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.48 12.10 11.85 และ 11.74 ตามลำดับ (ความเสี่ยงสูงมาก ควรปรับปรุงทันที) แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3 และรูปที่ 2

ตารางที่ 3 การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยเทคนิค REBA

ลำดับ	ลักษณะงาน	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความเสี่ยง	ผลการประเมิน
1	การรื้อถอนชิ้นส่วนตู้เย็น	11.48	4	ความเสี่ยงสูงมาก
2	การรื้อถอนชิ้นส่วนเครื่องซักผ้า	12.10	4	ความเสี่ยงสูงมาก
3	การรื้อถอนโทรทัศน์	11.85	4	ความเสี่ยงสูงมาก
4	การรื้อถอนพัดลม	11.74	4	ความเสี่ยงสูงมาก

การคัดแยกตู้เย็น การคัดแยกเครื่องซักผ้า การคัดแยกโทรทัศน์ การคัดแยกพัดลม

รูปที่ 2 การรื้อถอนขยะอิเล็กทรอนิกส์

3.3 การออกแบบสถานีงานของพนักงานรื้อถอนขยะอิเล็กทรอนิกส์

การออกแบบสถานีงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์นั้นได้ออกแบบตามลักษณะงานในการรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากลักษณะงานส่วนใหญ่เป็นงานยืน และมีการออกแรงในการงัด ดึง ตัด หรือเจาะชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ค้อน ชะแลง ไขควง สว่าน และเครื่องตัดเหล็กด้วยแก๊ส เพื่อลดความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ให้กับพนักงานจึงได้มีการออกแบบสถานีงาน ดังต่อไปนี้

3.3.1 การออกแบบสถานีงานด้วยการปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงาน เนื่องจากขยะอิเล็กทรอนิกส์แต่ละประเภทมีความแตกต่างกันในด้านลักษณะรูปร่าง น้ำหนัก ชนิดและรุ่นขยะอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นการออกแบบสถานีงาน สำหรับการรื้อขยะอิเล็กทรอนิกส์สำหรับประเภทที่มีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักมาก เช่น ตู้เย็น เครื่องซักผ้า จะเน้นการปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงาน โดยให้หลีกเลี่ยงท่าทางการก้ม การนั่งยองๆ ปรับเปลี่ยนเป็นการยืนทำงานรื้อถอนชิ้นส่วนอุปกรณ์แทน การทำงานในขั้นตอนนี้ส่วนใหญ่จะใช้ค้อน ชะแลง ไขควงงัดและทุบเพื่อแยกชิ้นส่วนให้เล็กลงและนำไปรื้อถอนต่อบนโต๊ะที่มีการออกแบบตามสรีระของผู้ปฏิบัติงาน (รายละเอียดในข้อ 3.3.2) ซึ่งเป็นลักษณะงานที่ละเอียดขึ้น เพื่อให้มีขนาดเล็กลง ตามชนิดที่ต้องการนำไปจำหน่ายในลำดับต่อไป

3.3.2 การออกแบบโต๊ะรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ มีขั้นตอนในการออกแบบ ดังนี้

1) การออกแบบความสูงของสถานีงาน เป็นความสูงของโต๊ะรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ ใช้ค่าระยะเอื้อมแนวดิ่งขณะยืน (Vertical grip reach: Standing) เปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 เพื่อให้คนตัวเล็กสามารถเอื้อมหยิบสิ่งของได้ บวกความสูงของพื้นรองเท้า และความสูงของชิ้นส่วนอุปกรณ์ (188.85 cm + 2.00 cm.+13 cm.) จะได้ความสูงของโต๊ะรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ เท่ากับ 203.00 cm.

2) ระดับความสูงของชั้นวางกล่องใส่อุปกรณ์ชิ้นส่วน ระยะความสูงเท่ากับ 60 cm. พิจารณาจากความสูงของกล่อง และอุปกรณ์ ชิ้นส่วน ที่ผ่านการถอดแยกแล้ว

3) การออกแบบระยะความสูงของโต๊ะ เป็นพื้นที่ที่ใช้ในการปฏิบัติงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ มีการพิจารณาใช้ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 50 ของความสูงสะโพก (hip height) บวกความสูงของพื้นรองเท้า (81 cm + 2 cm.) เท่ากับ 83 cm. เนื่องจากการทำงานกับบางชิ้นงานต้องออกแรงมาก เพื่อถอดรื้อ ชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องออกแบบระดับความสูงให้ต่ำกว่าระดับข้อศอก เพื่อให้สะดวกในการออกแรงดึง งัด ตัด หรือทุบ

4) การออกแบบความกว้างของสถานี จะพิจารณาช่วงระยะในการหยิบจับชิ้นงานได้อย่างสะดวก ลดการโน้มตัว ใช้ระยะไหล่ถึงกลางฝ่ามือ (shoulder-grip length) เปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 และ ระยะความยาวของชิ้นงาน (52 cm + 20 cm.) จะได้เท่ากับ 72 cm. ดังแสดงโต๊ะรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบ ในรูปที่ 3

รูปที่ 3 โต๊ะที่ใช้ในการรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์

จากการออกแบบสถานีงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ทำให้พนักงานทำงานได้สะดวกขึ้น และลดคะแนนความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ได้ และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบปกติโดยใช้สถิติแบบ Paired t-test ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 ตัวอย่าง พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการทำงานก่อนและหลังการออกแบบสถานีงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน คือ ค่าคะแนนจากระดับความเสี่ยงสูงมาก (ควรปรับปรุงทันที) ความเสี่ยงลดลงอยู่ในระดับปานกลาง (ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรได้รับการปรับปรุง) ค่า Mean difference งานรื้อถอนชิ้นส่วนตู้เย็น (95% CI = 4.406-5.294) งานรื้อถอนชิ้นส่วนเครื่องซักผ้า (95% CI = 5.036-5.374) งานรื้อถอนโทรทัศน์ (95% CI = 5.135-5.891) งานรื้อถอนพัดลม (95% CI = 5.512-5.975) ผลการประเมินความเสี่ยงด้วยเทคนิค REBA ก่อนและหลังการออกแบบสถานีงานค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001) ดังแสดงในตารางที่ 4 และรูปที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบคะแนน REBA ก่อนและหลังการออกแบบสถานีงาน โดยใช้สถิติแบบ Paired t-test

	ลักษณะงาน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ผลต่างค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95	p-value
ตู้เย็น	ก่อนปรับปรุงสถานีงาน	11.48	1.154	4.850	4.406-5.294	0.001*
	หลังปรับปรุงสถานีงาน	6.63	0.705			
เครื่องซักผ้า	ก่อนปรับปรุงสถานีงาน	12.10	0.754	5.205	5.036-5.374	0.001*
	หลังปรับปรุงสถานีงาน	6.90	0.680			
โทรทัศน์	ก่อนปรับปรุงสถานีงาน	11.85	0.904	5.513	5.135-5.891	0.001*
	หลังปรับปรุงสถานีงาน	6.33	0.701			
พัดลม	ก่อนปรับปรุงสถานีงาน	11.74	0.637	5.744	5.512-5.975	0.001*
	หลังปรับปรุงสถานีงาน	6.60	0.562			

หมายเหตุ : ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

รูปที่ 4 การประเมินความเสี่ยงด้วย เทคนิค REBA กับการรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์แต่ละชนิด

การศึกษาความชุกของอาการผิดปกติระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ ก่อนและหลังการออกแบบสถานีงาน พบความชุกของอาการผิดปกติระบบกระดูกและกล้ามเนื้อสามลำดับแรก ได้แก่ คอ มือ และหลังส่วนล่าง ซึ่งก่อนปรับปรุงมีอาการปวด ร้อยละ 34.00 และ 29.90 และอาการปวดหลังการออกแบบสถานีงาน เท่ากับ 28.90 33.00 และ 17.50 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความชุกของอาการผิดปกติระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ ก่อนและหลังการออกแบบสถานีงาน ในช่วง 7 วันที่ผ่านมา (n = 40)

ส่วนของร่างกาย	จำนวนผู้มีอาการปวดระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ			
	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
คอ	33	34.00	28	28.90
ไหล่	16	16.50	16	16.50
หลังส่วนบน	23	23.70	18	18.60
หลังส่วนล่าง	29	29.90	17	17.50
แขนส่วนบน	8	8.20	8	8.20
ข้อศอก	2	2.10	2	2.10
แขนด้านล่าง	17	17.50	7	7.20
มือ ข้อมือ	33	34.00	32	33.00
สะโพก/ต้นขา	5	5.20	7	7.20
หัวเข่า	1	1.00	1	1.00
เท้า	1	1.00	2	2.10

4. อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาความชุกอาการความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ ตำบลบ้านกอก อำเภอเขื่องใน จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า พนักงานส่วนใหญ่มีอาการปวดมากที่สุดบริเวณคอ มือ ข้อมือ และหลังส่วนล่าง แต่การศึกษากับปัจจัยคุกคามสุขภาพของพนักงานเก็บขยะทั่วไปจะมีอาการปวดสูงสุดบริเวณหลังส่วนล่าง ร้อยละ 61.15 และไหล่ ร้อยละ 58.85[13] และมีความต่างกับการศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มอาการผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างของพนักงานจัดการขยะในโรงงานอุตสาหกรรมรีไซเคิลพลาสติกแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี พบว่า พนักงานมีความชุกของอาการปวดบริเวณแกนกลางของร่างกาย ได้แก่ คอ หลังส่วนบน หลังส่วนกลาง หลังส่วนล่าง ร้อยละ 85.40 และรยางค์ส่วนบนของร่างกาย ได้แก่ ไหล่ซ้าย ไหล่ขวา แขนส่วนบนซ้าย แขนส่วนบนขวา แขนส่วนล่างซ้าย แขนส่วนล่างขวา ร้อยละ 60.20[14] ทั้งนี้เนื่องจากงานคัดแยกขยะจะมีท่าทางการทำงานและการออกแรงที่แตกต่างกันกับงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีการออกแรงในการงัด ดึง ตัด หรือเจาะชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ด้วยอุปกรณ์ชนิดต่างๆ

การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยเทคนิค REBA ในกระบวนการรื้อถอนชิ้นส่วนตู้เย็น เครื่องซักผ้า โทรทัศน์ และพัดลม อยู่ในระดับความเสี่ยงสูงมาก ควรปรับปรุงทันที แตกต่างจากการศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มอาการผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างของพนักงานจัดการขยะในโรงงานอุตสาหกรรมรีไซเคิลพลาสติกแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี[14] ที่พบคะแนน REBA ในระดับความเสี่ยงสูงร้อยละ 50.50 และระดับสูงมากเพียง ร้อยละ 47.60 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะงานคัดแยกขยะจะมีความแตกต่างจากงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนที่ต้องออกแรงในการงัด ดึง ตัด หรือเจาะชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ค้อน ชะแลง ไขควง และสว่าน และเครื่องตัดเหล็กด้วยแก๊สเพื่อแยกชิ้นส่วนของอุปกรณ์จึงส่งผลให้คะแนนความเสี่ยงสูงมากกับพนักงานทุกคน

การออกแบบสถานีงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ ในครั้งนี้สามารถลดความเสี่ยงได้ จากกรณีศึกษาจะพบว่า ผลการประเมินความเสี่ยงด้วยเทคนิค REBA คะแนนลดลงจากระดับความเสี่ยงสูงมากเหลือระดับความเสี่ยงปานกลาง ซึ่งจะสอดคล้องกับการศึกษาอื่นๆ ที่แสดงให้เห็นว่าการออกแบบสถานีงานด้าน การยศาสตร์สามารถลดระดับความเสี่ยงให้กับผู้ปฏิบัติงานได้ เช่นเดียวกับการปรับปรุงสถานีงานที่มีการจัดให้มีการใช้รถโฟล์คลิฟท์แทนการขนย้ายด้วยแรงงานคน สามารถลดคะแนนเฉลี่ยจาก 13.78 (ความเสี่ยงระดับสูงมาก) ลดลงเหลือ 5.06 (ความเสี่ยงปานกลาง)[15] และการจัดการความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของกลุ่มแรงงานผู้สูงอายุที่ทำงานจักสานไม้ไผ่ ที่มีการออกแบบสถานีงานด้วยการทำแท่นจับยึดไม้ไผ่ตามหลักการยศาสตร์ สามารถลดคะแนนจาก จาก 9 คะแนน (ความเสี่ยงระดับสูง) ลดลงเหลือ 7 คะแนน (ความเสี่ยงปานกลาง)[16]

ข้อเสนอแนะ

1. การออกแบบสถานีงานเพื่อลดปัญหาด้านการยศาสตร์สำหรับพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์นี้ ควรมีการพิจารณาชนิด และประเภทขยะอิเล็กทรอนิกส์ร่วมด้วย ทั้งนี้เนื่องจากขยะอิเล็กทรอนิกส์จะมีลักษณะรูปร่าง น้ำหนัก ขนาดที่ต่างกัน เช่น โทรทัศน์ ตู้เย็น เครื่องซักผ้า พัดลม ดังนั้น การออกแบบสถานีงานในครั้งนี้อาจไม่เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ดังนั้น ควรมีการวิเคราะห์เพิ่มเติมในสถานีงานสำหรับอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก เช่น ตู้เย็น เครื่องซักผ้า เป็นต้น

2. การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์นี้เป็นเพียงตัวแทนของกลุ่มพนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งถือเป็นการประเมินความเสี่ยงเบื้องต้น จากการสังเกตท่าทางการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง ในการศึกษาอื่นๆ สามารถนำข้อมูลไปปรับปรุง หรือประยุกต์ใช้กับลักษณะงานที่มีความคล้ายกันได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน ได้แก่ ผู้ประกอบการ พนักงานรื้อถอนชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน รวมทั้งทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ภายใต้กิจกรรมบริหารจัดการโครงการโดยศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสาร และของเสียอันตราย (ศสอ.) ประจำปีงบประมาณ 2562

เอกสารอ้างอิง

1. พีรนาฏ คิดดี, สุทธิพร บุญมาก. การขับเคลื่อนและอุปสรรคของการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 2559;8(8):145-58.
2. กรมควบคุมมลพิษ. 2664. ข่าวสารอันตรายและของเสีย. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพมหานคร: กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย 30(1) [เข้าถึงเมื่อ 20 ต.ค. 2565]. เข้าถึงได้จาก: https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2021/03/pcdnew-2021-03-22_06-06-20_117836.pdf
3. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2664. การจัดการปัญหา ขยะอิเล็กทรอนิกส์ภารกิจเพื่อสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตชุมชน. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพมหานคร: กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย 30(1) [เข้าถึงเมื่อ 20 ต.ค. 2565]. เข้าถึงได้จาก: https://shorturl.asia/maz3V
4. ชลิดา เหนี่ยวบุบผา,วิสาขา ภู่จินดา, ธวัชชัย ศุภดิษฐ์. การประเมินผลการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกของประเทศไทย.วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. 2565;16(2):43-60.
5. ณหทัย โชติกลาง, สุวิมล ศานติชาติศักดิ์. สถานการณ์และแนวทางการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย. วารสารวิจัยและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2022;3(3):78-93.
6. Abubakar A., Zangina A., Maigari A., Badamasi M., Ishak M., Abdullahi A., et al. Pollution of heavy metal threat posed by e-waste burning and its assessment of human health risk. Environ Sci Pollut Res. 2022;29(40):61065-79.
7. บัญชา นวนสาย, เทพพร โลมารักษ์, ทรรศนีย์ พฤกษาสิทธิ. กระบวนการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการประกอบการรื้อแยกซากเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ กรณีศึกษาพื้นที่ตำบลแดงใหญ่และตำบลบ้านเป้า จังหวัดบุรีรัมย์. วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. 2564;16(2):148-64.
8. Puangprasert S, Prueksasit T. Health risk assessment of airborne Cd, Cu, Ni and Pb for electronic waste dismantling workers in Buriram Province, Thailand. .J Environ Manage. 2019; 252:1-11.
9. Kazancoglu Y, Ozkan-Ozen Y, Mangla S, Ram M. Risk assessment for sustainability in e-waste recycling in circular economy. Clean Technol Environ Policy.2022;24(4):1145-57.
10. สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค. แบบประเมินความเสี่ยงอาการผิดปกติของระบบโครงร่างกระดูกและกล้ามเนื้อ. [อินเทอร์เน็ต].นนทบุรี: กระทรวงสาธารณสุข;[เข้าถึงเมื่อ 22 ก.ค. 2564]. เข้าถึงได้จาก: http://surl.li/cfhlv.
11. Hignett S, McAtamney L. Rapid entire body assessment (REBA). Appl Ergon. 2000;31(2):201-5.

12. กิตติ อินอานนท์. การยศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2559.

13. นริศรา เลิศพรสวรรค์, ชวพรพรรณ จันทร์ประสิทธิ์, ธานี แก้วธรรมานุกูล. ปัจจัยคุกคามสุขภาพจากการทำงานและภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงของพนักงานเก็บขยะ. พยาบาลสาร. 2560;44(2):138-50.

14. พรนภา สรสิทธิ์, ฤทธิรงค์ พันธ์ดี, กุณฑลีย์ บังคะดานรา, ดวงดาว สุดาทิพย์, กานต์นลินญา บุญที, ภัทราบูลย์ นาคสู่สุข. กลุ่มอาการผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างของพนักงานจัดการขยะในโรงงานอุตสาหกรรมรีไซเคิลพลาสติกแห่งหนึ่ง ในจังหวัดชลบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพแห่งประเทศไทย. 2565;4(1):10-20.

15. รัชนี จูมจี, เฉลิมสิริ เพพพิทักษ์, สุวัสสา ปั้นเหน่ง. การจัดการด้านการยศาสตร์สำหรับงานยกเคลื่อนย้ายกระสอบยางพารา ในสหกรณ์สวนยางพารา เมืองอุบลราชธานี. วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. 2563;10(2):25-36.

16. รัชนี จูมจี, เกวลิน มนตรี, ศิริรัตน์ ประทัยกุล, ศดานันท์ พรมวงค์, อริสา นิลมาลี. การจัดการความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของกลุ่มแรงงานผู้สูงอายุที่ทำงานจักสานไม้ไผ่ กรณีศึกษา ชุมชนทุ่งขุนน้อย จังหวัดอุบลราชธานี. วารสารการยศาสตร์ไทย. 2564;4(1):37-46.