

วิศวกรรมปัจจัยมนุษย์เพื่อการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์
กรณีศึกษาวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเครื่องแกง
Human Factors Engineering for the Design of Tools and
Equipment for Community Enterprises of Curry Paste
Production

วีรชัย มัณฐารักษ์¹, พิเชษฐ จันทวี¹, พุฒิธร ตุกเตียน¹, ธนรัตน์ รัตนกุล^{1*}
Weerachai Madtharak¹, Pichet Jantawee¹, Phuthithon Tuktien¹,
Tanarat Rattanakool^{1*}

¹ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

¹ Faculty of Industrial Technology, Songkhla Rajabhat University"

*Corresponding author E-mail: tanarat.ra@skru.ac.th

Received 12 Oct. 2025 Revised 23 Mar. 2026 Accepted 20 May. 2026

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้หลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์เพื่อการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ สำหรับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเครื่องแกง บ้านคูขงปาแย ตำบลตอหลัง อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี จากการสำรวจปัญหาสุขภาพและการประเมินความเสี่ยงทางกายศาสตร์ด้วยวิธี RULA และ REBA พบว่าผู้ปฏิบัติงานมีความเสี่ยงอยู่ในระดับสูง (คะแนน RULA = 7 และ REBA = 9) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลักษณะการทำงานในปัจจุบันมีปัญหาและควรได้รับการปรับปรุงสถานีนงานอย่างเร่งด่วน ผู้วิจัยได้ ดำเนินการเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงจำนวน 15 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เพื่อนำมาประกอบการออกแบบเครื่องหันตะไคร้และแก้อื้อปฏิบัติงาน โดยใช้ข้อมูลเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 และ 95 ในการกำหนดสัดส่วน ได้แก่ ความสูงระดับข้อศอก (92.00 - 98.30 เซนติเมตร) ผู้วิจัยได้กำหนดความสูงของโต๊ะปฏิบัติงานไว้ที่ 90 เซนติเมตร เพื่อให้ต่ำกว่าระดับข้อศอก และสะดวกต่อการทำงาน สำหรับการออกแบบแก้อื้อ ได้กำหนดความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนล่าง

เป็นช่วง 35-45 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถปรับระดับได้ ความลึกของเก้าอี้ใช้ระยะ 38 เซนติเมตร ความกว้างของเก้าอี้ 40 เซนติเมตร และระยะเอี๊ยมแขนไปข้างหน้า 69 – 73 เซนติเมตร ซึ่งผู้ใช้งานสามารถขยับเครื่องหันหรือเก้าอี้ได้ตามความเหมาะสม ผลการทดลองนำเครื่องมือที่ออกแบบใหม่ไปใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่างเดิม พบว่าประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยสามารถลดเวลาการหันตะไคร้จำนวน 15 กิโลกรัมลงได้ 9.08 นาที และระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ลดลงมาอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย (คะแนน RULA ลดลงเหลือ 4 และ REBA ลดลงเหลือ 4) นอกจากนี้ ผู้ใช้งานยังมีความพึงพอใจต่ออุปกรณ์ที่ออกแบบใหม่อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.38) สรุปได้ว่า การประยุกต์ใช้หลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์ในการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ สามารถช่วยให้วิสาหกิจชุมชนกลุ่มเครื่องแกงเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในการทำงานลงได้อย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: วิศวกรรมปัจจัยมนุษย์, การออกแบบ, การวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย, วิสาหกิจชุมชนกลุ่มเครื่องแกง, การหันตะไคร้, RULA, REBA

Abstract

This study aimed to apply human factors engineering principles to the design of tools and equipment for the Dusongpayae Community Curry Paste Enterprise, located in To Lang Subdistrict, Yaring District, Pattani Province. Initial health surveys and ergonomic risk assessments using RULA and REBA revealed that workers were at a high risk level (RULA = 7, REBA = 9), indicating that current working conditions are problematic and require immediate workstation improvements. Anthropometric measurements were conducted on 15 female participants, selected through purposive sampling, to support the design. For the lemongrass cutting machine, the 5th and 95th percentile elbow height (92.00–98.30 cm) was considered, and the working height was set at 90 cm to be below elbow level for greater comfort. For the chair design, the seat height was based on the 5th and 95th percentile of popliteal height (36–42 cm), adjustable within 35–45 cm. Seat depth was determined using the 5th percentile of buttock-popliteal length (38 cm), while seat width was based on the 95th percentile of hip breadth while sitting (38.30 cm), set at 40 cm. The working reach distance was designed according to the 5th and 95th percentile forward arm reach (69–73 cm), ensuring suitability as users can freely adjust the positioning of the cutter and chair. Testing the redesigned tools with the original participants demonstrated a clear increase in productivity, as the time required to slice 15 kilograms of lemongrass was reduced by 9.08 minutes. Furthermore, ergonomic risks significantly decreased to safer levels (RULA = 4, REBA = 4), and overall user satisfaction was rated at a high level (mean = 4.38). These findings demonstrate that applying human factors engineering in tool and equipment design effectively enhances productivity and reduces ergonomic risks for the community curry paste enterprise.

Keywords: Human Factors Engineering, Design, Anthropometry, Community-Based Curry Paste Enterprise, slicing lemongrass, RULA, REBA

1. บทนำ

ปัจจุบันการส่งเสริมอาชีพในระดับวิสาหกิจชุมชนเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ชุมชน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสร้างงาน สร้างรายได้ และอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น การพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากผ่านการส่งเสริมผลิตภัณฑ์ชุมชน ถือเป็นกลไกสำคัญในการกระตุ้นเศรษฐกิจของประเทศ โดยเน้นให้ประชาชนในท้องถิ่นสามารถนำภูมิปัญญาท้องถิ่น วัตถุดิบในชุมชน รวมถึงทรัพยากรต่างๆ มาแปรรูปสร้างมูลค่าเพิ่มเพื่อจำหน่าย

อย่างไรก็ตาม ผู้ประกอบการระดับชุมชนจำนวนมากยังคงพึ่งพาแรงงานคนเป็นหลัก และขาดการนำเทคโนโลยีหรือเครื่องมือทุ่นแรงที่เหมาะสมมาใช้งาน สภาพการทำงานดังกล่าวส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานต้องทำงานในท่าทางที่ไม่เหมาะสมซ้ำๆ เป็นเวลานาน ซึ่งไม่เพียงแต่ทำให้เกิดปัญหาสุขภาพ เช่น อาการปวดเมื่อยและความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ แต่ยังส่งผลกระทบต่อความล่าช้าและข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพในการผลิตอีกด้วย กิตติอินทรานนท์ (2548) กล่าวว่าภาระทางกายภาพทำให้เกิดความเครียดในด้านชีวกลศาสตร์และสรีรวิทยาในขณะที่ทำงานอยู่ ดังนั้นการจัดการสภาพการทำงานจึงมีความสำคัญทั้งในด้านความปลอดภัย สุขภาพ และการเพิ่มผลิตภาพ (Productivity)

หลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์ (Human Factors Engineering) หรือการยศาสตร์ (Ergonomics) จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบปรับปรุงการทำงาน เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว การออกแบบงานที่แสดงถึงการใช้ค่าสัดส่วนต่างๆ ของร่างกายมักใช้คำว่าวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์แทนคำว่าการยศาสตร์ เช่น พรศิริ จงกล และคณะ (2567) ที่ได้ประยุกต์ใช้วิศวกรรมปัจจัยมนุษย์ในการปรับปรุงที่นั่งชิงช้า วิศวกรรมปัจจัยมนุษย์เป็นการออกแบบหรือปรับปรุงสภาพของงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานและทำให้งานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งผู้ปฏิบัติงานมีความเป็นอยู่และสุขภาพอนามัยที่ดี ซึ่งสภาพแวดล้อมในการทำงาน ได้แก่ สิ่งแวดล้อม วัสดุสิ่งของ เครื่องมือ วิธีการทำงานหรือท่าทางการทำงาน ขั้นตอนการทำงาน รวมถึงขนาดสัดส่วนร่างกาย ภายใต้อสภาพแวดล้อมของที่ทำงาน เป็นการเรียนรู้ความสามารถและข้อจำกัดในการทำงานของมนุษย์ เพื่อใช้ประโยชน์ในการจัดสภาพสิ่งแวดล้อมให้เกิดความสะดวกสบาย ทั้งนี้ในอุตสาหกรรมเกษตรและการแปรรูปอาหาร ได้มีงานวิจัยหลายแห่งนำหลักการยศาสตร์มาใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ตัดหญ้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดความเมื่อยล้า เช่น งานวิจัยของ ยศวรรธน์ จันทนา และนรินทร์ รัตนวัย

(2565) ที่ได้ศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อการปรับตั้งค่าเครื่องหันใบตะไคร้ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการใช้เครื่องจักรที่ออกแบบอย่างเหมาะสมสามารถลดเวลาและเพิ่มปริมาณผลผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับการออกแบบตามหลักการยศาสตร์ที่เน้นความเรียบง่าย คำนึงถึงความสัมพันธ์ของลักษณะงาน สัดส่วนร่างกายผู้ใช้งาน ความเหมาะสม การใช้งานได้จริง ค่าใช้จ่าย และการออกแบบบนพื้นฐานของการศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริง (Hyer & Wemmert, 2002) การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของพนักงานจึงเป็นข้อมูลการออกแบบพื้นฐานประกอบการออกแบบปรับปรุงวิธีการทำงานตามหลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์ จันทนิ นิลเลิศ (2560) กล่าวว่าเก้าอี้ที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์จะสามารถปรับเปลี่ยนความสูงของพนักพิงหลัง ที่พักแขนและที่พักเท้าได้ตามลักษณะงานของผู้ใช้งาน การออกแบบเครื่องมือและสถานงานที่สอดคล้องกับสัดส่วนร่างกายจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดปัญหาทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ และป้องกันไม่ให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานลดลง

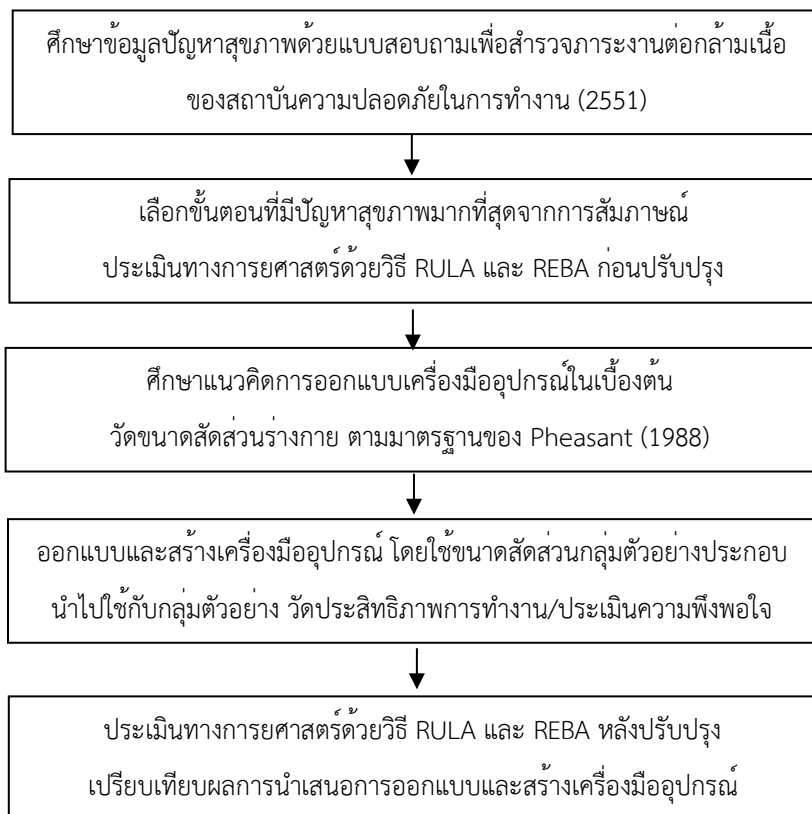
ผลิตภัณฑ์เครื่องแกงวิสาหกิจชุมชนเป็นผลิตภัณฑ์ที่สะท้อนอัตลักษณ์วัฒนธรรมอาหารปักษ์ใต้ที่ควรได้รับการส่งเสริมเพื่อยกระดับผลิตภัณฑ์ในการผลิต จตุพร คงทองและคณะ (2561) ได้ศึกษาแผนกลยุทธ์เพื่อยกระดับผลิตภัณฑ์เครื่องแกงชุมชนของวิสาหกิจชุมชน โดยพบว่าควรมีการเสริมศักยภาพของกลุ่มวิสาหกิจโดยเน้นให้เกิดการพึ่งพาตัวเองให้มากที่สุด จากการศึกษาการทำงานและกระบวนการผลิตเครื่องแกงของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน บ้านคูขงป่าแย ตำบลตอหลัง อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี ในการผลิตเครื่องแกงสำเร็จรูป ที่มีกำลังการผลิตเดือนละประมาณ 1,200 กิโลกรัม ซึ่งถ้าเป็นช่วงเทศกาลกำลังการผลิตก็จะเพิ่มขึ้น โดยมีขั้นตอนเริ่มจากการคัดเลือกวัตถุดิบ การล้างทำความสะอาด การหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ เช่น หั่นตะไคร้ ข่า และหอมแดง การบดผสมให้เนียนละเอียดและเข้ากัน การบรรจุและจัดจำหน่ายต่อไป โดยพบปัญหาในระหว่างการผลิตคือต้องใช้แรงงานคนในการหั่นตะไคร้ที่ต้องใช้เวลาานส่งผลต่อความเมื่อยล้าตามส่วนต่างๆ ของร่างกายในการทำงาน ความล่าช้าในกระบวนการผลิต และมีความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุจากการหั่น การประยุกต์ใช้หลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์เพื่อการออกแบบปรับปรุงวิธีการทำงานและเครื่องมืออุปกรณ์ ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตเครื่องแกง จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาปัญหาสุขภาพเบื้องต้นและความเสี่ยงทางการยศาสตร์ก่อนและหลังการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ (2) วัดขนาดสัดส่วนร่างกายกลุ่มตัวอย่างประกอบการออกแบบ และ (3) ออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ตามหลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์

2. วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงาน ประกอบด้วย ขั้นตอนการศึกษา กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือ/อุปกรณ์ และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.1 ขั้นตอนการศึกษา

ในการดำเนินการศึกษาเริ่มจากการศึกษาการทำงาน ศึกษากระบวนการผลิตเครื่องแกง ปัญหาสุขภาพในการทำงาน เลือกขั้นตอนที่มีปัญหาสุขภาพมากที่สุดจากการสัมภาษณ์ ทำการประเมินผลทางกายศาสตร์ ศึกษาแนวคิดการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ วัดขนาดสัดส่วนประกอบการออกแบบและสร้างเครื่องมือ/อุปกรณ์ วัดผลการเพิ่มประสิทธิภาพ การประเมินความพึงพอใจ การประเมินทางกายศาสตร์หลังการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ และเปรียบเทียบผลการศึกษา ดังแสดงขั้นตอนการศึกษา ในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการศึกษา

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเครื่องแกงบ้านคูขึ่งปาแย ตำบลตอหลัง อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ (1) การศึกษาปัญหาสุขภาพด้วยแบบสอบถามสำรวจภาระงานต่อกล้ามเนื้อ การวัดขนาดสัดส่วนของร่างกาย และสอบถามความพึงพอใจ เป็นสมาชิกทั้งหมด เพศหญิงจำนวน 15 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (2) การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ เลือกตัวอย่างที่มีค่ามัธยฐาน (Median) ของส่วนสูง และสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ จำนวน 1 ตัวอย่าง โดยใช้ตัวอย่างคนเดิมทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง

2.3 เครื่องมือ/อุปกรณ์

2.3.1 แบบสอบถามเพื่อสำรวจภาระงานต่อกล้ามเนื้อ ของสถาบันความปลอดภัยในการทำงาน (2551) เป็นแบบประเมินสุขภาพเกี่ยวกับความรู้สึกเหนื่อยหรือเจ็บปวดกล้ามเนื้อ

2.3.2 แบบฟอร์ม RULA (RULA Employee Assessment Worksheet) การประเมินด้วยวิธี RULA (McAtamney, L. and Corlett, E.N., 1993) เป็นการประเมินท่าทางการทำงานในท่านั่ง หรือมุ่งเน้นการประเมินท่าทางการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนบน

2.3.3 แบบฟอร์ม REBA (REBA Employee Assessment Worksheet) การประเมินด้วยวิธี REBA (Hignett, Sue. and McAtamney, Lynn., 2000) เป็นการประเมินการทำงานที่มีการใช้งานทั้งร่างกาย งานที่มีท่าทางการทำงานที่มีการเคลื่อนไหว และหยุดนิ่ง มีการเปลี่ยนแปลงท่าทางอย่างรวดเร็ว รวมถึงการทำงานที่มีการถือหรือไม่ถือของในมือ

2.3.4 เครื่องมือ/อุปกรณ์ วัดขนาดสัดส่วนร่างกาย (rosscraft anthropometer set) ได้แก่ campbeil calipers, segmometer, anthropometric tapes, stadiometer

2.3.5 ภาพถ่ายและวิดีโอบันทึกข้อมูลขั้นตอนการขนย้ายเก้าอี้เพื่อเป็นข้อมูลใช้ประกอบการวิเคราะห์ทางการยศาสตร์

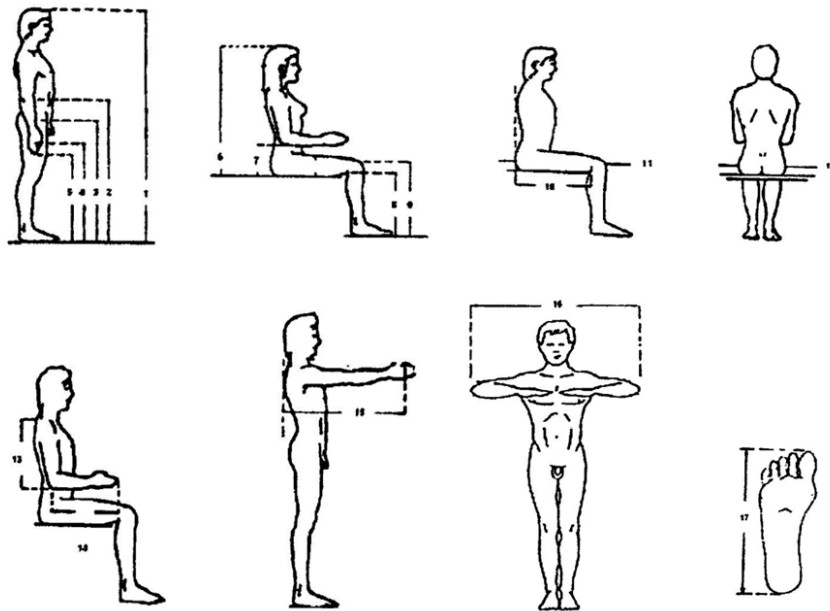
2.3.6 เครื่องมือ/อุปกรณ์ สำหรับการศึกษาการทำงานและการทดลอง ได้แก่ นาฬิกาจับเวลา รูปแบบจำลอง (model) ประกอบการกลั่นกรองการปรับปรุง วัสดุ/อุปกรณ์เพื่อการออกแบบสร้างชิ้นงานสำหรับการทดลอง

2.3.7 แบบประเมินความพึงพอใจ โดยมีรายการประเมินดังนี้ (1) ความสะดวกสบาย (2) ความเหมาะสมตามหลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์ (3) ประสิทธิภาพในการทำงาน (4) ความปลอดภัยในการทำงาน และ (5) ความพึงพอใจโดยรวม หลังนำเสนอการปรับปรุง

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.4.1 ผลการประเมินปัญหาสุขภาพในเบื้องต้นโดยการสอบถามรู้สึกเหนื่อยหรือเจ็บปวดกล้ามเนื้อระหว่างทำหรือหลังเลิกงาน โดยคำถามข้อที่ 1 มีระดับการบ่งชี้ความรุนแรงโดยคะแนน 0 = ไม่รู้สึก, 1 = รู้สึกนิดหน่อย, 2 = รู้สึกปานกลาง, 3 = รู้สึกมาก และ 4 = รู้สึกมากเกินทนไหว ส่วนคำถามข้อที่ 2-6 มีลักษณะของความพอใจ ความรู้สึก ความถี่ จากมากไปหาน้อย เป็นการสำรวจเพื่อบ่งชี้อันตรายที่เกี่ยวข้องกับการรับ/ออกแรงของกล้ามเนื้อ 5 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 จำนวนชั่วโมงการทำงาน ส่วนที่ 2 ชนิดงาน ส่วนที่ 3 อิริยาบถท่าทางการเคลื่อนไหว ส่วนที่ 4 ลักษณะของงานที่ทำ และส่วนที่ 5 อาคารสถานที่ ซึ่งในแต่ละส่วนหากปัจจัยใดที่ตอบว่า “ใช่” จะต้องได้รับการตรวจสอบต่อไป อาจเป็นไปได้ว่าปัจจัยที่เหมือนกันจะตอบว่า “ใช่” ในส่วนอื่นๆ มากกว่า 1 ส่วน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับงานนั้นๆ ในกรณีปัจจัยที่ตอบว่า “ใช่” ให้บ่งชี้ชนิดความรุนแรง และสถานที่ที่อาจทำให้กล้ามเนื้อต้องรับ/ออกแรง และจัดทำมาตรการต่างๆ เพื่อให้อันตรายจากการรับ/ออกแรงของกล้ามเนื้อลดน้อยลง โดยระบุในช่อง “หมายเหตุ”

2.4.2 ผลการวัดสัดส่วนร่างกาย ใช้ค่าสถิติคือ ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation-SD) และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (percentile) คือค่าที่แสดงให้ทราบว่า มีจำนวนร้อยละเท่าไรของจำนวนคะแนนที่มีค่าต่ำกว่าของคะแนนที่ตำแหน่งนั้น และใช้ค่ามัธยฐาน (Median) คือค่ากลางของชุดข้อมูลที่ได้รับการเรียงลำดับจากน้อยไปมากหรือมากไปน้อย และการวิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจจากแบบสอบถามใช้แบบ rating scale 5 ระดับ และค่าเฉลี่ย



ภาพที่ 2 การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมาตรฐาน (Pheasant, S.T. (1988)).

2.4.3 ผลการประเมินทางกายศาสตร์ ด้วยวิธี RULA และวิธี REBA มีเกณฑ์การประเมินค่าคะแนนตามการแปลความหมาย ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับคะแนนและความหมายของผลประเมินทางกายศาสตร์

วิธี RULA	วิธี REBA	การแปลความหมาย
1-2	1	ลักษณะการทำงานนั้นยอมรับได้ แต่อาจมีปัญหาด้านการกายศาสตร์ได้ถ้ามีการทำงานดังกล่าว ซ้ำๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าเดิม
3-4	2-3	ลักษณะการทำงานนั้นควรได้รับการพิจารณา ศึกษาละเอียดขึ้น ติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่อง ออกแบบงานใหม่อาจมีความจำเป็น
5-6	4-7	ลักษณะการทำงานนั้นเริ่มเป็นปัญหา ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมและรีบดำเนินการปรับปรุงลักษณะงานดังกล่าว
	8-11	ลักษณะการทำงานนั้นมีปัญหาด้านการกายศาสตร์ ที่ต้องปรับปรุงโดยเร็ว
≥ 7	≥ 11	ลักษณะการทำงานนั้นมีปัญหาด้านการกายศาสตร์ ที่ต้องการปรับปรุงทันที

ที่มา : McAtamney & Corlett (1993) และ Hignett & McAtamney (2000)

3. ผลการศึกษา

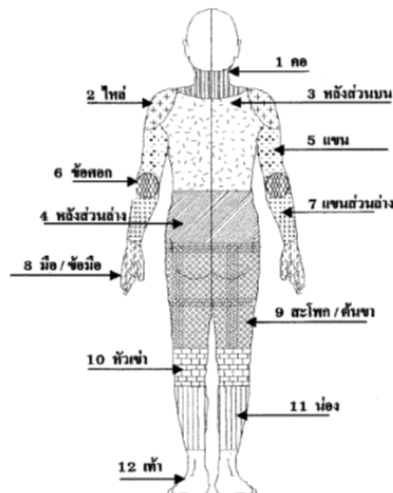
ผลการศึกษาแบ่งเป็น (1) ผลการศึกษาปัญหาสุขภาพเบื้องต้นและประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ก่อนการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ (2) ผลการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายกลุ่มตัวอย่าง (3) ผลการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ตามหลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์ และ (4) ผลการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ หลังการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์



ภาพที่ 3 การหั่นตะไคร้ด้วยแรงงานคนและการนั่งทำงานของกลุ่มตัวอย่าง

3.1 ผลการศึกษาปัญหาสุขภาพเบื้องต้นและประเมินทางการยศาสตร์ก่อนการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์

3.1.1 ผลการศึกษาปัญหาสุขภาพเบื้องต้น จากการสอบถามความรู้สึกเหนื่อยหรือเจ็บปวดกล้ามเนื้อระหว่างทำงาน หรือหลังเลิกงาน ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน มีคะแนนเฉลี่ยความรู้สึกมาก (ระดับ 3.00-3.99) ได้แก่ บริเวณคอ ไหล่ หลังส่วนบน หลังส่วนล่าง แขน ส่วนล่าง สะโพก/ต้นขา, รู้สึกปานกลาง (ระดับ 2.00-2.99) ได้แก่ บริเวณแขน และรู้สึกนิดหน่อย (ระดับ 1.00-1.99) ได้แก่ บริเวณข้อศอก หัวเข่า น่อง และเท้า



คะแนนเฉลี่ยส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

1. คอ = 3.60 คะแนน
2. ไหล่ = 3.13 คะแนน
3. หลังส่วนบน = 3.26 คะแนน
4. หลังส่วนล่าง = 3.46 คะแนน
5. แขน = 2.20 คะแนน
6. ข้อศอก = 1.86 คะแนน
7. แขนส่วนล่าง = 3.06 คะแนน
8. มือ / ข้อมือ = 3.66 คะแนน
9. สะโพก / ต้นขา = 3.26 คะแนน
10. หัวเข่า = 1.73 คะแนน
11. น่อง = 1.8 คะแนน
12. เท้า = 1.6 คะแนน

ภาพที่ 4 คะแนนส่วนที่รู้สึกเหนื่อยหรือเจ็บปวดกล้ามเนื้อ สถาบันความปลอดภัยฯ (2551)

โดยผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างยังรู้สึกไม่พอใจกับสภาพการทำงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยคิดว่าผลงานหรือประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานยังไม่ดี การปรับปรุงวิธีการทำงานสถานที่ปฏิบัติงานหรือการจัดผังที่ทำงานมีน้อยครั้ง มีการพูดคุยเกี่ยวกับปรับปรุงวิธีการทำงานน้อยครั้ง หลังการปรับปรุงสภาพการทำงานคิดว่าสามารถลดการรับ/ออกแรงของกล้ามเนื้อได้อย่างมาก โดยมีจำนวนชั่วโมงการทำงานที่ยาวนาน ไม่มีการทำงานล่วงเวลาที่บ่อยครั้งและยาวนาน มีชั่วโมงการทำงานที่ต่อเนื่องเป็นเวลายาวนาน มีจำนวนวันหยุดไม่เพียงพอ มีจำนวนงานหรือความมากน้อยของงานไม่สม่ำเสมอในแต่ละวัน และไม่เท่ากันระหว่างพนักงานแต่ละคน การเคลื่อนย้ายวัสดุหนักหรือที่ต้องออกแรงมากมีน้อยครั้ง มีงานซ้ำซาก มีลักษณะของงานที่ต้องใช้นิ้วมือ หรือมือบ่อยครั้ง หรือต้องเคลื่อนไหวมือบ่อยครั้ง มีการใช้เครื่องมือที่สิ้นเปลืองบางครั้ง รวมถึงมีงานละเอียดหรือต้องใช้สมาธิ

ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีอิริยาบถท่าทางและการเคลื่อนไหวที่ไม่ถนัด มีการเปลี่ยนแปลงของข้อต่อบ่อยครั้งและหรือเปลี่ยนมุมอย่างต่อเนื่อง อยู่ในอิริยาบถท่าทางเดิมเป็นเวลานาน ไม่มีการเดินเป็นระยะเวลานาน และหรือเดินเป็นระยะทางไกล ไม่มีการปีนบันไดบ่อยครั้ง มีเนื้อที่เพียงพอในการปฏิบัติงาน ไม่มีการวางผังสถานที่ทำงานหรือวัตถุที่จับหรือถืออยู่ไม่เหมาะสม ทำให้พนักงานต้องมีการเคลื่อนไหวมากเกินไปหรือมีอิริยาบถท่าทางการทำงานที่ไม่ถนัด ไม่มีพื้นที่ทำงานมีความสูงและขนาดไม่เหมาะสมกับรูปร่างและไม่สัมพันธ์กันกับตำแหน่งสถานที่ทำงานของพนักงาน มีวัตถุที่จับถืออยู่สูงเหนือไหล่หรือต่ำกว่าระดับหัวเข่า

เป็นบางครั้ง มีที่ต้องอยู่ในอิริยาบถท่าทางการเดินเนื่องจากลักษณะงานที่ต้องทำ มีวัตถุที่จับถือ มีน้ำหนักมากและหรือต้องรับ/ออกแรงมาก นานๆ ครั้ง โดยไม่มีวัตถุที่จับถือ มีลักษณะยากในการจับถือหรือลื่น ไม่มีสภาวะแวดล้อมในการทำงานที่มีอุณหภูมิที่เย็น และ/หรือวัตถุที่จับถือ มีความเย็น ไม่มีสภาพพื้นลื่น/หรือไม่เรียบ สิ่งแวดล้อมการทำงานไม่มีเสียงดัง หรือแหล่งกำเนิดเสียงดังอยู่ในสถานที่ทำงาน ไม่มีที่ต้องสัมผัสกับแรงสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย

จากผลการศึกษาขั้นตอนการคัดเลือกวัตถุจับ การล้างทำความสะอาด การหั่นตะไคร้ การปอกข่า กระเทียม ขมิ้น อื่นๆ การบดผสม การบรรจุ พบว่าขั้นตอนการหั่นตะไคร้ กลุ่มตัวอย่างรู้สึกเหนื่อยหรือเจ็บปวดกล้ามเนื้อระหว่างทำงานมากที่สุด ผู้วิจัยจึงเลือกขั้นตอนการหั่นตะไคร้ในการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ต่อไป

3.1.2 ผลการประเมินทางการยศาสตร์ก่อนการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์

1) ผลการประเมินด้วยวิธี RULA ก่อนการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์

ในการประเมินผลเริ่มจากกลุ่มที่ 1 วิเคราะห์ท่าทางของ แขนส่วนบน แขนส่วนล่าง มือและข้อมือ คือ Step 1 แขนส่วนบนมีการเคลื่อนไหวไปมา ด้านหน้า 45-50 องศา ไม่มีการยกหัวไหล่ จึงมีระดับคะแนนเป็น 3 , Step 2 แขนส่วนล่างมีการยกขึ้นด้านบนทำมุม 0-60 องศา จึงมีระดับคะแนนเป็น 2 มีแขนกางออกไปข้างลำตัว จึงเพิ่มอีก +1 สรุปคะแนนเป็น 3 , Step 3 มือและข้อมือมีการเคลื่อนไหวทำมุมมากกว่า 15 องศา เมื่อเทียบกับแนวแขนส่วนล่าง จึงมีระดับคะแนนเป็น 3 มีการเอียงข้อมือเบี่ยงไปด้านข้าง จึงเพิ่มอีก +1 สรุปคะแนนเป็น 4 , Step 4 ในขณะที่ทำการจับมัดและจับตะไคร้หั่น มีการหมุนของข้อมือตั้งแต่ครึ่งถึงเกือบสุด จึงมีระดับคะแนนเป็น 2 , Step 5 คะแนนใน step 1 เป็น 3 คะแนนใน step 2 เป็น 3 คะแนนใน step 3 เป็น 4 คะแนนใน step 4 เป็น 2 เปิดตาราง A จึงมีระดับคะแนนเป็น 5 , Step 6 ในการจับมัดและจับตะไคร้หั่น งานที่มีลักษณะการหั่นเป็นแบบซ้ำๆ โดยมีการเคลื่อนไหวไปมา หรือมีการทำงานซ้ำๆ หั่น มากกว่า 4 ครั้ง ต่อนาที จึงมีคะแนนเป็น 1 , Step 7 มีการยกน้ำหนักในการจับมัดและตะไคร้ มีน้ำหนักน้อยกว่า 2 กิโลกรัม แต่มีการออกแรงเข้าไปมาบ่อยๆ มีระดับคะแนนเป็น 0 , Step 8 จากคะแนนใน step 5 เป็น 5 คะแนน ใน step 6 เป็น 1 และคะแนนใน step 7 เป็น 0 สรุปรวมคะแนนเป็น 6 โดยเป็นคะแนนไว้สำหรับการเปิดค่าในตาราง C ต่อไป ในกลุ่มที่ 2 วิเคราะห์ท่าทางของศีรษะ คอ และลำตัว คือ Step 9 ศีรษะและคอ มีการก้มขณะหั่นตะไคร้ มีมุมมากกว่า 20 องศา จึงมีระดับคะแนนเป็น 3 มีการหมุนและเอียงศีรษะไปด้านข้างเพื่อหยิบ/ใส่ จึงเพิ่มอีก +1 สรุปคะแนนเป็น 4 , Step 10 ลำตัว

เคลื่อนไหวก่อนโยกหยิบ/ใส่ มีมุมระหว่าง 20 - 60 องศา จึงมีคะแนนเป็น 3 โดยมีการหมุนและเอนลำตัวไปด้านข้างเพื่อหยิบ/ใส่ จึงเพิ่มอีก +1 สรุปคะแนนเป็น 4 และกลุ่มที่ 3 วิเคราะห์ท่าทางของขาและเท้า คือ Step 11 ขาและเท้าสมดุลกับพื้นเนื่องจากการนั่งหันทะไคร้ได้นานกว่าการยืน จึงมีระดับคะแนนเป็น 1 , Step 12 คะแนนใน step 9 เป็น 4 คะแนนใน step 10 เป็น 4 และคะแนนใน step 11 เป็น 1 นำค่าคะแนนไปเปิด ตาราง B จึงได้ระดับคะแนนเป็น 7 , Step 13 ขาหรือเท้าอยู่ในท่านิ่งนานเกิน 1 นาที จึงมีระดับคะแนนเป็น 1 , Step 14 การยกน้ำหนักในการจับมัดและตะไคร้ มีน้ำหนักน้อยกว่า 2 กิโลกรัม แต่มีการออกแรงเข้าไปมาบ่อยๆ มีระดับคะแนนเป็น 0 , Step 15 คะแนนใน step 12 เป็น 7 คะแนนใน step 13 เป็น 1 และคะแนนใน step 14 เป็น 0 สรุปคะแนนรวมเป็น 8 , Step 16 นำข้อมูลจากตาราง A ได้คะแนนเท่ากับ 6 ตาราง B ได้คะแนนเท่ากับ 8 (7+) เปิดค่าในตาราง C จึงได้ค่าคะแนนสรุปเท่ากับ 7 แปลความหมาย คือมีปัญหาความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่ต้องได้รับการปรับปรุงทันที

2) ผลการประเมินด้วยวิธี REBA ก่อนการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์

ในการประเมินผลเริ่มจากกลุ่มที่ 1 ได้แก่ ลำตัว คอ และ ขา คือ Step 1 ท่าทางการก้มจับมัดหันทะไคร้ มีการก้มคอ มีมุมมากกว่า 20 องศา จึงมีคะแนนเป็น 2 ขณะหันทะไคร้คอเอียงคอไปด้านข้าง จึงเพิ่มอีก +1 สรุปคะแนนเป็น 3 , Step 2 ท่าทางของลำตัวตอนหันทะไคร้ โน้มไปด้านหน้าระหว่าง 20-60 องศา จึงมีคะแนนเป็น 3 โดยมีการหมุน/เอนลำตัวไปด้านข้าง จึงเพิ่มอีก +1 สรุปคะแนนเป็น 4 , Step 3 ท่าทางของส่วนขาและเท้าสมดุลกับพื้นเนื่องจากการนั่งหันทะไคร้ได้นานกว่าการยืน จึงมีระดับคะแนนเป็น 1 , Step 4 คะแนนใน step 1 เป็น 3 คะแนนใน step 2 เป็น 4 คะแนนใน step 3 เป็น 1 นำค่าไปเปิด ตาราง A จึงได้ระดับคะแนน 6 , Step 5 ภาระงานยก/หยิบ/จับตะไคร้และมัด มีน้ำหนักน้อยกว่า 11 ปอนด์ จึงมีระดับคะแนนเป็น 0 , Step 6 สรุปผลรวมคะแนน step 4 เป็น 6 คะแนน step 5 เป็น 0 สรุปคะแนนเป็น 6 โดยเป็นคะแนนไว้เปิดค่าในตาราง C ต่อไป และกลุ่มที่ 2 ได้แก่ แขนท่อนบน แขนท่อนล่าง และ ข้อมือ คือ Step 7 ท่าทางของแขนส่วนบน ทำมุมด้านหน้า 20-45 องศา จึงมีระดับคะแนนเป็น 2 มีการกางหัวไหล่ จึงเพิ่มอีก +1 สรุปคะแนนเป็น 3 Step 8 ท่าทางของแขนล่างยกขึ้นด้านบนทำมุม 60-100 องศา จึงมีระดับคะแนนเป็น 1 , Step 9 ท่าทางของข้อมือในการจับตะไคร้และมัด มีมุมมากกว่า 15 องศา มีคะแนนเป็น 2 โดยมีการหมุนข้อมือ จึงเพิ่มอีก +1 สรุปคะแนนเป็น 3 , Step 10 คะแนนใน step 7 เป็น 3 คะแนนใน step 8 เป็น 1 คะแนนใน step 9 เป็น 3 นำค่าไปเปิดตาราง B จึงมีระดับคะแนน

5 , Step 11 พิจารณาการจับยึดมิดและตะไคร้ สามารถวัดถูกจับยึดมิดมือจับได้นัดมือสามารถกำได้รอบมือ จึงมีระดับคะแนนเป็น 0 , Step 12 สรุปผลรวมคะแนนจาก step 10 เป็น 5 และคะแนนจาก step 11 เป็น 0 สรุปคะแนนรวมเป็น 5 ไว้สำหรับเปิดค่าในตาราง C ต่อไป , Step 13 มีการเคลื่อนไหวในการหันตะไคร้ ซ้ำมากกว่า 4 ครั้ง ต่อวันที่ มีระดับคะแนนเป็น 1 , Step 14 จากคะแนนที่ได้ใน step 6 เป็น 6 และใน step 12 เป็น 5 นำค่าไปเปิดตาราง C จึงได้ระดับคะแนนเป็น 9 , Step 15 นำข้อมูลจากตาราง C มีคะแนนเท่ากับ 8 และจาก step 13 เป็น 1 สรุปคะแนนเท่ากับ 9 แปลความหมาย คือมีลักษณะการทำงานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องปรับปรุงโดยเร็ว



ภาพที่ 5 ตัวอย่างการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมาตรฐานประกอบการออกแบบ

3.2 ผลการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายกลุ่มตัวอย่างประกอบการออกแบบ

ผลการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของตัวอย่าง เพศหญิง จำนวน 15 คน โดยมีแสดงรายการวัดสัดส่วน ทั้งหมด 17 ส่วน มีค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 เพื่อใช้เป็นข้อมูลการออกแบบ ดังแสดงในตารางที่ 2

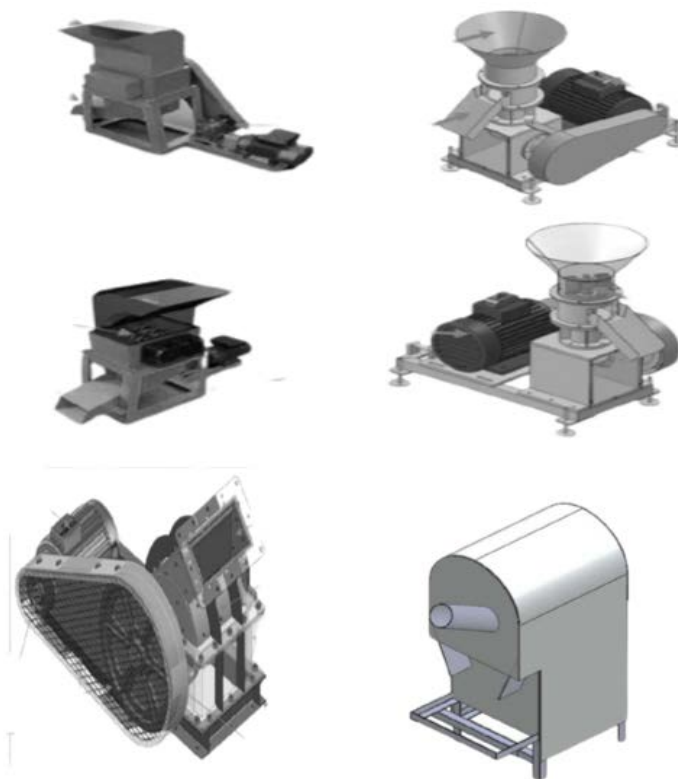
ตารางที่ 2 ขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน (หน่วยวัดเป็น เซนติเมตร)

รายการวัดสัดส่วน	$\bar{x}$	SD	Percentile 5	Percentile 95
1. ความสูง	164.40	3.43	157.7	168.30
2. ความสูงระดับข้อศอก	95.71	2.16	92.00	98.30
3. ความสูงระดับสะโพก	90.48	2.94	85.70	94.60
4. ความสูงระดับมือ	72.20	3.16	66.70	77.00
5. ความสูงระดับปลายนิ้วมือ	59.86	3.22	55.00	65.60
6. ความสูงระดับพื้นที่นั่ง-ศรีษะ	81.73	4.77	70.07	85.60
7. ความสูงระดับพื้นที่นั่ง-ข้อศอก	20.13	1.18	18.00	22.00
8. ความสูงจากพื้นถึงขาอ่นล่าง	40.53	1.80	36.70	42.00
9. ความสูงจากพื้นถึงขาอ่นบน	51.13	1.35	49.00	53.00
10. ระยะจากก้นจนถึงข้อพับเข่า	42.13	1.35	40.00	44.30
11. ระยะจากก้นจนถึงเข่า	50.46	2.06	47.70	54.30
12. ความกว้างสะโพก (ขณะนั่ง)	35.93	1.38	34.00	38.30
13. ระยะจากไหล่ถึงศอก	29.53	2.16	26.00	32.00
14. ระยะจากศอกถึงปลายนิ้ว	41.13	1.35	39.00	43.00
15. ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	71.86	1.40	69.00	73.00
16. ระยะกางศอก	84.-39	2.74	78.70	87.00
17. ความยาวเท้า	22.50	0.63	21.70	23.00

3.3 ผลการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ตามหลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์

ผลการออกแบบที่เริ่มจากการออกแบบร่างตามแนวคิดของ Tayyari, F and Smith, J.L. (1997) โดยเริ่มจาก (1) เก็บข้อมูล/วิเคราะห์ปัญหา ศึกษาข้อมูลวิเคราะห์หาทางแก้ไข เคลื่อนไหว ข้อมูลขนาดสัดส่วน (Anthropometric) และหลักการยศาสตร์ (2) กำหนดความต้องการและข้อกำหนดเบื้องต้น เช่น การรับน้ำหนัก ความสูง ขนาด การเข้าถึงของผู้ใช้งาน ความสะดวก ปลอดภัย ลดภาระงาน (3) ระดมความคิด/สร้างแนวคิดเบื้องต้น สเก็ชแบบเพื่อหาทางเลือก การลดการเคลื่อนไหวซ้ำซ้อน (4) การออกแบบร่างเบื้องต้นโดยการวาดโครงร่าง

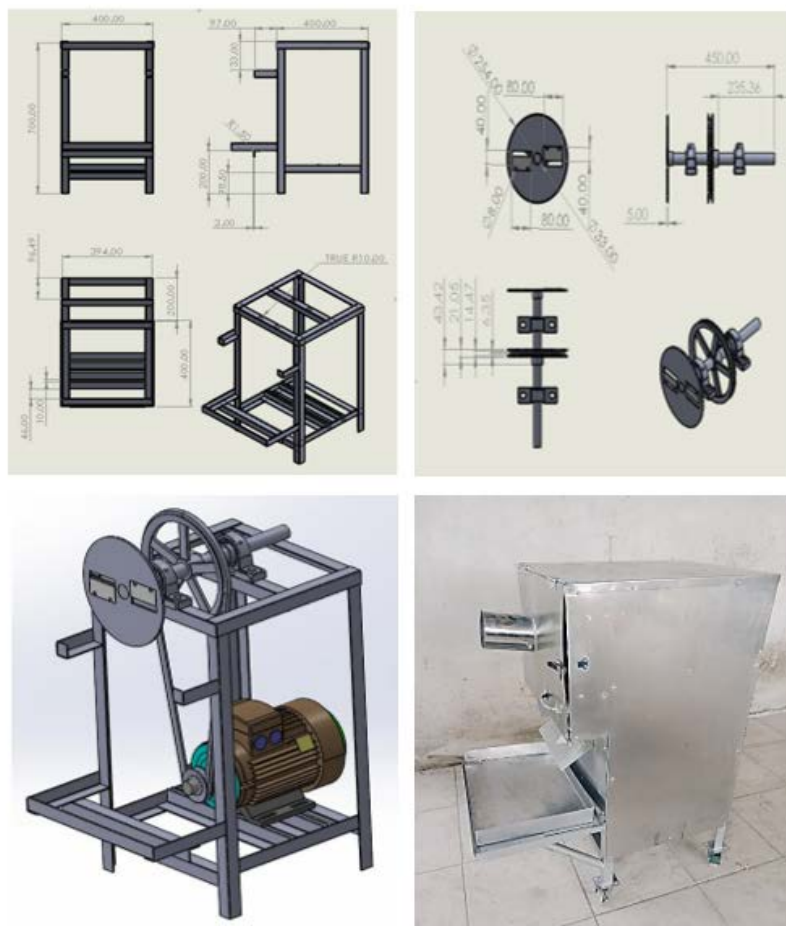
ของอุปกรณ์ กำหนดส่วนประกอบหลัก ระบุส่วนสำคัญคร่าว ๆ (5) พัฒนา/ปรับปรุงแก้ไขแบบตามหลักการยศาสตร์/ขนาดสัดส่วน ทดลองปรับตำแหน่งอุปกรณ์เพื่อลดการเคลื่อนไหว ทำร่างแบบเปรียบเทียบ (6) เลือกแบบที่เหมาะสม ความเป็นไปได้ในการผลิต ความเหมาะสมต่อผู้ใช้งานจริง ความประหยัดและสะดวกในการใช้งาน และการสร้างภาพร่างขั้นสุดท้ายที่ชัดเจนและละเอียด รวมถึงทิศทางการเคลื่อนไหวใช้หลายมุมมอง



ภาพที่ 6 การสเก็ตช์รูปแบบต่างๆ ของเครื่องหั่นตะไคร้เพื่อหาทางเลือก

จากภาพที่ 6 ผลการสเก็ตช์รูปแบบต่างๆ ของเครื่องหั่นตะไคร้เพื่อหาทางเลือก ในการสร้างรูปแบบเบื้องต้น ที่ประกอบด้วย โครงสร้างหลัก ชุดมอเตอร์และระบบส่งกำลัง ชุดใบมีดหั่น ช่องป้อนวัตถุดิบ ชุดรองรับและลำเลียง ถาดหรือภาชนะรองรับ และระบบความปลอดภัย หลังจากเลือกแบบที่เหมาะสมและภาพร่างขั้นสุดท้ายที่ได้จากการปรับแก้เพิ่มเติม

ให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้นก็ดำเนินการเขียนแบบการผลิตและสร้างชิ้นงาน โดยวัสดุในส่วนที่สัมผัสกับอาหารผลิตจากสแตนเลส 304 ซึ่งเป็นมาตรฐาน Food Grade เพื่อความปลอดภัย



ภาพที่ 7 การออกแบบและสร้างเครื่องหั่นตะไคร้

ผู้วิจัยใช้ข้อมูลขนาดสัดส่วนประกอบการออกแบบขนาดเครื่องโดยใช้ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ที่ 5 และ 95 มีความสูงระดับข้อศอก เท่ากับ 92.00 - 98.30 เซนติเมตร ความสูงระดับสะโพก เท่ากับ 85.70 - 94.60 เซนติเมตร โดยโครงสร้างใช้ความสูง 70 เซนติเมตร และบวกเพิ่มในการติดตั้งพูลเลย์ อีก 20 เซนติเมตร เป็น 90 เซนติเมตร เพื่อให้ต่ำกว่าระดับข้อศอกและความสะดวกในการทำงานหรือการเคลื่อนย้าย การปรับตั้งใบมีดจำนวน 2 ใบ ไข่มอเตอร์ 1 แรงม้า ซึ่งเพียงพอในการขับเคลื่อนโดยไม่ทำให้รอบตกลหรือมอเตอร์ทำงานหนักเกินไป ซึ่ง

หลังจากการออกแบบและสร้างเครื่องหั่นผู้วิจัยได้พิจารณาองค์ประกอบในการทำงานเพิ่มเติม โดยการออกแบบและสร้างเก้าอี้ ตามภาพที่ 8 จากการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย ผู้วิจัยใช้ข้อมูลมาประกอบการออกแบบเก้าอี้เพื่อเพิ่มความสะดวกในการทำงานตามหลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์ โดยมีข้อมูลสำหรับการออกแบบ คือ ความสูงของเก้าอี้ ออกแบบโดยใช้ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 ของความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนล่าง เท่ากับ 36-42 เซนติเมตร โดยกำหนดระดับความสูงของเก้าอี้ เป็นช่วงของข้อมูล 35-45 เพื่อให้สามารถปรับระดับได้ตามขนาดสัดส่วนของผู้ปฏิบัติงาน โดยในการออกแบบได้เพิ่มความสูงของเก้าอี้ที่ปรับค่าได้อีก 15 เซนติเมตร ความลึกของเก้าอี้ ออกแบบโดยใช้ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของระยะจากก้นจนถึงข้อพับเข่าโดยลบค่าเผื่อช่องว่าง คือ 5 เซนติเมตร เท่ากับ 35 เซนติเมตร โดยใช้ข้อมูล 38 เซนติเมตร เพื่อให้เหมาะสมตามขนาดสัดส่วนของผู้ปฏิบัติงาน ความกว้างของเก้าอี้ ออกแบบโดยใช้ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของความกว้างและสะโพกขณะนั่ง เท่ากับ 38.30 เซนติเมตร โดยใช้ข้อมูล 40 เซนติเมตร เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานหญิงสามารถนั่งทำงานได้อย่างเหมาะสม ความสูงของหน้างาน ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า ออกแบบโดยใช้ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 เท่ากับ 69 – 73 เซนติเมตร ออกแบบโดยระยะเอื้อมที่สามารถเอื้อมถึงได้ แต่ทั้งนี้สามารถขยับเครื่องหั่นตะไคร้หรือเก้าอี้ได้ระยะตามความเหมาะสมของผู้ใช้งานคนอื่น ๆ

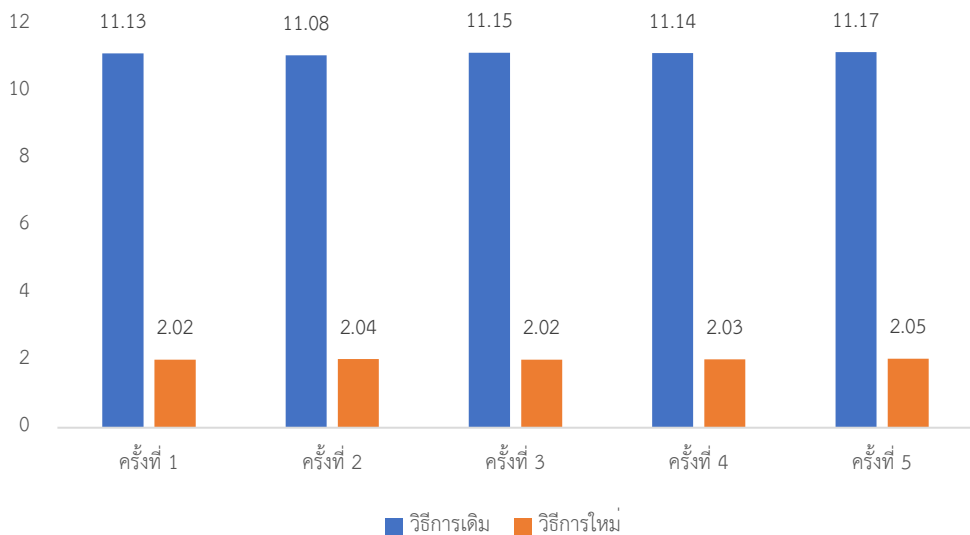


ภาพที่ 9 การหั่นตะไคร้ด้วยเครื่องหั่นและการนั่งทำงานของกลุ่มตัวอย่าง

หลังจากการออกแบบและสร้างเครื่องมืออุปกรณ์แล้วโดยผ่านการตรวจสอบปรับปรุงแก้ไข จนสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการทำงานเบื้องต้น ทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน ทดสอบความสะดวกในการใช้งาน ทดสอบด้านความปลอดภัย ทดสอบความทนทาน เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลจากวิธีการเดิมและวิธีการใหม่ รวมถึงการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ตารางที่ 3 เวลาที่ใช้ในการหั่นด้วยวิธีการเดิมและวิธีการใหม่ (น้ำหนัก : 15 กิโลกรัม)

การทดลอง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	เฉลี่ย
วิธีการเดิม	11.13	11.08	11.15	11.14	11.17	11.13
วิธีการใหม่	2.02	2.04	2.02	2.03	2.05	2.03



ภาพที่ 10 เวลาที่ใช้ในการหั่นด้วยวิธีการเดิมและวิธีการใหม่

จากตารางที่ 3 และภาพที่ 10 เวลาที่ใช้ในการหั่นตะไคร้ด้วยวิธีการเดิมใช้แรงงานคน และวิธีการใหม่ใช้เครื่องหั่น จำนวน 15 กิโลกรัม โดยทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง พบว่าวิธีการเดิม ใช้เวลาเฉลี่ย 11.13 นาที และวิธีการใหม่ ใช้เวลา 2.03 นาที โดยมีเวลาลดลง 9.08 นาที

ตารางที่ 4 ผลการความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน

รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	แปลความหมาย
1. ความสะดวกสบาย	4.53	0.51	พึงพอใจมากที่สุด
2. ความเหมาะสมตามหลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์	4.40	0.50	พึงพอใจมาก
3. ประสิทธิภาพในการทำงาน	4.26	0.70	พึงพอใจมาก
4. ความปลอดภัยในการทำงาน	4.33	0.48	พึงพอใจมาก
5. ความพึงพอใจโดยรวม	4.40	0.50	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	4.38	0.08	พึงพอใจมาก

จากตารางที่ 4 ผลการความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน พบว่าด้านความสะดวกสบาย (ค่าเฉลี่ย 4.53) มีความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนด้านอื่น ๆ มีความพึงพอใจในระดับมาก คือ ด้านความเหมาะสมตามหลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์ (ค่าเฉลี่ย 4.40) ด้านประสิทธิภาพในการทำงาน (ค่าเฉลี่ย 4.26) ด้านความปลอดภัยในการทำงาน (ค่าเฉลี่ย 4.33) และความพึงพอใจโดยรวม (ค่าเฉลี่ย 4.38) ซึ่งมีความพึงพอใจในระดับมาก

3.4 ผลการประเมินทางกายศาสตร์ หลังการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์**1) ผลการประเมินด้วยวิธี RULA หลังการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์**

ในการประเมินผลเริ่มจากกลุ่มที่ 1 วิเคราะห์ท่าทางของ แขนส่วนบน แขนส่วนล่าง มือและข้อมือ คือ Step 1 แขนส่วนบนมีการเคลื่อนไหวไปมา ด้านหน้า 45-50 องศา ไม่มีการยกหัวไหล่ จึงมีระดับคะแนนเป็น 3 , Step 2 แขนส่วนล่างมีการยกขึ้นด้านบนทำมุม 60-100 องศา จึงมีระดับคะแนนเป็น 2 ไม่มีแขนกางออกไปข้างลำตัว สรุปละคะแนนเป็น 2 , Step 3 มือและข้อมือมีการเคลื่อนไหวทำมุม 0-15 องศา เมื่อเทียบกับแนวแขนส่วนล่าง จึงมีระดับคะแนนเป็น 2 ไม่มีการเอียงข้อมือเบี่ยงไปด้านข้าง สรุปละคะแนนเป็น 2 , Step 4 ในขณะที่ทำการจับตะไคร้ป้อน มีการหมุนของข้อมือเพียงเล็กน้อย จึงมีระดับคะแนนเป็น 1 , Step 5 คะแนนใน step 1 เป็น 3 คะแนนใน step 2 เป็น 2 คะแนนใน step 3 เป็น 2 คะแนนใน step 4 เป็น 1 เปิดตาราง A จึงมีระดับคะแนนเป็น 4 , Step 6 ในการจับตะไคร้ป้อน งานที่ทำมีลักษณะแบบซ้ำๆ โดยมีการเคลื่อนไหวไปมา หรือมีการทำงานซ้ำๆ หนักรุนแรง มากกว่า 4 ครั้ง ต่อนาที จึงมีคะแนนเป็น 1 , Step 7 มีการยกน้ำหนักในการจับตะไคร้ มีน้ำหนักน้อยกว่า 2 กิโลกรัม แต่มีการออกแรงเข้าไปมาบ่อยๆ มีระดับคะแนนเป็น 0 , Step 8 จากคะแนนใน step 5 เป็น 4 คะแนน ใน step 6 เป็น 1 และคะแนนใน step 7 เป็น 0 สรุปรวมคะแนนเป็น 5

โดยเป็นคะแนนไว้สำหรับการเปิดค่าในตาราง C ต่อไป ในกลุ่มที่ 2 วิเคราะห์ท่าทางของศีรษะคอ และลำตัว คือ Step 9 ศีรษะและคอ มีการก้มขณะหันตะไคร้ มีมุม 10 - 20 องศา จึงมีระดับคะแนนเป็น 2 มีการหมุนมีการเอียงศีรษะไปด้านข้างเพียงเล็กน้อย สรุปคะแนนเป็น 2 , Step 10 ลำตัวเคลื่อนไหวขณะโยกหยิบ/ใส่ มีมุมระหว่าง 0 - 20 องศา จึงมีคะแนนเป็น 2 โดยมีการหมุนและเอนลำตัวไปด้านข้างเพียงเล็กน้อย สรุปคะแนนเป็น 2 และกลุ่มที่ 3 วิเคราะห์ท่าทางของขาและเท้า คือ Step 11 ขาและเท้าสมดุลกับพื้นเนื่องจากการนั่งหันตะไคร้ได้นานกว่าการยืน จึงมีระดับคะแนนเป็น 1 , Step 12 คะแนนใน step 9 เป็น 2 คะแนนใน step 10 เป็น 2 และคะแนนใน step 11 เป็น 1 นำค่าคะแนนไปเปิด ตาราง B จึงได้ระดับคะแนนเป็น 2 , Step 13 ขาหรือเท้าอยู่ในท่าทางที่เป็นธรรมชาติในท่านั่ง จึงมีระดับคะแนนเป็น 0 , Step 14 การยกน้ำหนักในการจับตะไคร้ มีน้ำหนักน้อยกว่า 2 กิโลกรัม แต่มีการออกแรงเข้าไปมาบ่อยๆ มีระดับคะแนนเป็น 0 , Step 15 คะแนนใน step 12 เป็น 2 คะแนนใน step 13 เป็น 0 และคะแนนใน step 14 เป็น 0 สรุปคะแนนรวมเป็น 2 , Step 16 นำข้อมูลจากตาราง A ได้คะแนนเท่ากับ 5 ตาราง B ได้คะแนนเท่ากับ 2 เปิดค่าในตาราง C จึงได้ค่าคะแนนสรุปเท่ากับ 4 แปลความหมาย คือลักษณะการทำงานนั้นควรได้รับการพิจารณาศึกษาละเอียดขึ้น ติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่อง ออกแบบงานใหม่อาจมีความจำเป็น

2) ผลการประเมินด้วยวิธี REBA หลังการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์

ในการประเมินผลเริ่มจากกลุ่มที่ 1 ได้แก่ ลำตัว คอ และ ขา คือ Step 1 ท่าทางการก้มจับตะไคร้ป้อน มีการก้มคอ มีมุม 0 - 20 องศา จึงมีคะแนนเป็น 1 ขณะหันมีการหมุนคอเอียงคอไปด้านข้างเพียงเล็กน้อย สรุปคะแนนเป็น 1 , Step 2 ท่าทางของลำตัวตอนหันตะไคร้ โน้มไปด้านหลังระหว่าง 0 - 20 องศา จึงมีคะแนนเป็น 2 โดยมีการหมุน/เอนลำตัวไปด้านข้างเพียงเล็กน้อย สรุปคะแนนเป็น 2 , Step 3 ท่าทางของส่วนขาและเท้าสมดุลกับพื้นเนื่องจากการนั่งเก้าอี้ป้อนตะไคร้ได้นานกว่าการยืน จึงมีระดับคะแนนเป็น 1 , Step 4 คะแนนใน step 1 เป็น 1 คะแนนใน step 2 เป็น 2 คะแนนใน step 3 เป็น 1 นำค่าไปเปิด ตาราง A จึงได้ระดับคะแนน 3 , Step 5 ภาระงานยก/หยิบ/จับตะไคร้ป้อน มีน้ำหนักน้อยกว่า 11 ปอนด์ จึงมีระดับคะแนนเป็น 0 , Step 6 สรุปผลรวมคะแนน step 4 เป็น 3 คะแนน step 5 เป็น 0 สรุปคะแนนเป็น 3 โดยเป็นคะแนนไว้เปิดค่าในตาราง C ต่อไป และกลุ่มที่ 2 ได้แก่ แขนท่อนบน แขนท่อนล่าง และ ข้อมือ คือ Step 7 ท่าทางของแขนส่วนบน ท่ามุมด้านหน้า 45 - 50 องศา จึงมีระดับคะแนนเป็น 3 มีการกางหัวไหล่เพียงเล็กน้อย สรุปคะแนนเป็น 3 , Step

8 ท่าทางของแขนล่างยกขึ้นด้านบนท่ามุม 60-100 องศา จึงมีระดับคะแนนเป็น 1 , Step 9 ท่าทางของข้อมือในการจับตะไคร้บ้อน มีมุมไม่เกิน 15 องศา มีคะแนนเป็น 1 โดยมีการหมุนข้อมือเพียงเล็กน้อย สรุปคะแนนเป็น 1 , Step 10 คะแนนใน step 7 เป็น 3 คะแนนใน step 8 เป็น 1 คะแนนใน step 9 เป็น 1 นำค่าไปเปิดตาราง B จึงมีระดับคะแนน 3 , Step 11 พิจารณาการจับตะไคร้บ้อน สามารถวัดอุ้งยัดมือจับได้ถนัดมือสามารถกำได้รอบมือ จึงมีระดับคะแนนเป็น 0 , Step 12 สรุปผลรวมคะแนนจาก step 10 เป็น 3 และคะแนนจาก step 11 เป็น 0 สรุปคะแนนรวมเป็น 3 ไว้สำหรับเปิดค่าในตาราง C ต่อไป , Step 13 มีการเคลื่อนไหวในการบ้อนตะไคร้ ซ้ำมากกว่า 4 ครั้ง ต่อวันที่ มีระดับคะแนนเป็น 1 , Step 14 จากคะแนนที่ได้ใน step 6 เป็น 3 และใน step 12 เป็น 3 นำค่าไปเปิดตาราง C จึงได้ระดับคะแนนเป็น 3 , Step 15 นำข้อมูลจากตาราง C มีคะแนนเท่ากับ 3 และจาก step 13 เป็น 1 สรุปคะแนนเท่ากับ 4 แปลความหมาย คือลักษณะการทำงานนั้นเริ่มเป็นปัญหา ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมและรีบดำเนินการปรับปรุงลักษณะงานดังกล่าว

จากผลการประยุกต์ใช้หลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์เพื่อการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ แสดงให้เห็นว่าสามารถลดเวลาและระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในการทำงานได้

REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, Northrup, Applied Ergonomics 30 (1999) 387-398

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

Step 2: Locate Trunk Position

Step 3: Leg

Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3. Neck, locate score in Table A.

Step 5: Add Force/Load Score

Force: 11 lbs. = 0
Time: 10-23 sec. = 0
Twist: 23 sec. = 0
Adjust: If back or most head up or torso. Add +1.

Step 6: Score A. Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

Scoring:
1 = negligible risk
2 or 3 = low risk, change may be needed
4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
8 to 10 = high risk, investigate and implement change
11+ = very high risk, implement change

SCORES

Table A: Neck

	1	2	3
Legs	1	2	3
Trunk	1	2	3
Force	1	2	3
Score	1	2	3

Table B: Lower Arm

	1	2
Wrist	1	2
Elbow	1	2
Score	1	2

Table C: Score B, add a risk-rating score

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Table D: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 1 & 2 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A at row from step 6 to obtain Table C Score.

Step 7: Locate Upper Arm Position

Step 8: Locate Lower Arm Position

Step 9: Locate Wrist Position

Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9. Locate score in Table B.

Step 11: Add Coupling Score

Val. from Table B and add coupling score. Add +1. Acceptable but not ideal hand held or coupling. Acceptable with wrist/very part. Poor. Not acceptable. Very poor. Use caution. Avoid. Avoid with any body part. Inappropriate.

Step 12: Score B. Find Column in Table C

Add values from steps 1 & 2 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A at row from step 6 to obtain Table C Score.

Step 13: Activity Score

1 = 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
2 = Repetitive small, single actions (less than 10 per minute)
3 = Active change: rapid/large change in posture or unstable base

Final REBA Score

Table C Score + Activity Score = Final REBA Score

Task name: _____ Reviewer: _____ Date: _____

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA. It does not constitute an endorsement.

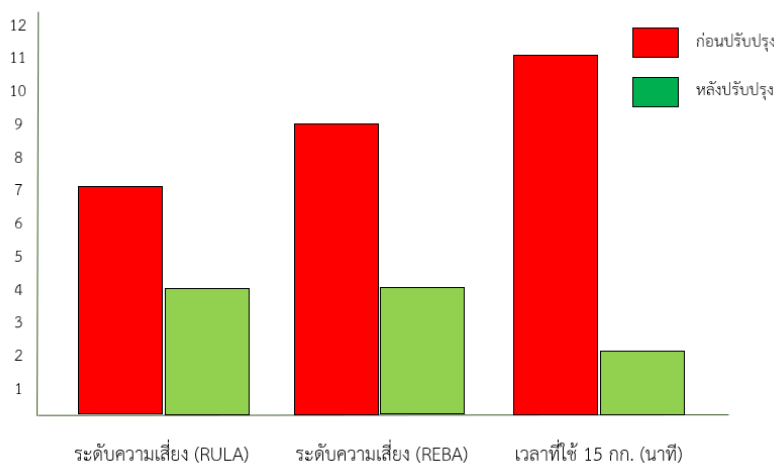
provided by: National Ergonomics
data@ergonomics.com 313 444 1887

ภาพที่ 11 ตัวอย่างการประเมินด้วยวิธี REBA (หลังการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์)

Hignett, Sue. and McAtamney, Lynn.(2000)

4. สรุปผลและอภิปรายผล

จากผลการประยุกต์ใช้หลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์เพื่อการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์สำหรับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเครื่องแกง บ้านคูขิงปาแย หมู่ที่ 3 ตำบลตอหลัง อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี ซึ่งเดิมผู้ปฏิบัติงานประสบปัญหาความเมื่อยล้าของร่างกาย โดยมีคะแนนเฉลี่ยความรู้สึกปวดเมื่อยในระดับมาก บริเวณคอ ไหล่ หลังส่วนบน หลังส่วนล่าง แขนส่วนล่าง และสะโพก/ต้นขา สอดคล้องกับผลการศึกษาความเสี่ยงทางการยศาสตร์ก่อนการปรับปรุงที่พบว่า คะแนน RULA มีค่าเท่ากับ 7 และ REBA มีค่าเท่ากับ 9 ซึ่งแปลความหมายได้ว่าลักษณะการทำงานมีปัญหาด้านการยศาสตร์และต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขทันที ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการวัดขนาดสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างเพศหญิง จำนวน 15 คน และนำข้อมูลเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 มา ประกอบการออกแบบเครื่องหันตะโคร์และแก้อื้อให้เหมาะสมกับผู้ใช้ ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานเพื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการเดิมและวิธีการใหม่ในการหันตะโคร์ 15 กิโลกรัม (ทดสอบจำนวน 5 ครั้ง) พบว่า วิธีการเดิมใช้เวลาเฉลี่ย 11.13 นาที ในขณะที่วิธีการใหม่ใช้เวลาเพียง 2.03 นาที ซึ่งสามารถลดเวลาลงได้ถึง 9.08 นาที นอกจากนี้ ผลการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์หลังการปรับปรุงพบว่า คะแนน RULA และ REBA ลดลงมาอยู่ที่ระดับ 4 ทั้งสองวิธี และผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อเครื่องมืออุปกรณ์ที่ออกแบบใหม่อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.38) ในทุกด้าน ทั้งด้านความสะดวกสบาย ความเหมาะสมตามหลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์ ประสิทธิภาพ และความปลอดภัย



ภาพที่ 12 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงงาน

การอภิปรายผล แนวทางการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ดังกล่าว สอดคล้องกับ ดวงหทัย ประทีปะเสน และคณะ (2563) ที่ได้ศึกษาการยกระดับผลิตภัณฑ์และเพิ่มมูลค่าทางการตลาดของวิสาหกิจกลุ่มเครื่องแกง โดยมีแนวทางคือการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาปรับใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต นอกจากนี้ ผลลัพธ์ด้านการลดเวลาและลดระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ยศวรรธน์ จันทนา และ นรรัตน์ รัตนวัย (2565) ที่พบว่า การออกแบบและปรับตั้งค่าเครื่องหันใบตะไคร้ที่เหมาะสมสามารถลดเวลา และเพิ่มปริมาณผลผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ และสอดคล้องกับหลักการวิจัยด้านการยศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นว่า การออกแบบสถานงานและเครื่องมือโดยอิงจากสัดส่วนร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน (Anthropometry) จะช่วยลดความเครียดทางชีวกลศาสตร์ ส่งผลให้คะแนนประเมินความเสี่ยงเช่น RULA และ REBA ลดลงได้อย่างชัดเจน การประเมินความเสี่ยงมีประโยชน์มากในการออกแบบปรับปรุงวิธีการทำงาน การเลือกใช้เครื่องมือประเมินทั้ง 2 วิธีในงานวิจัยนี้ ทำให้สามารถประเมินได้ครอบคลุมทั้งท่าทางการทำงานในท่านั่ง (RULA) และการทำงานที่มีการใช้ งานทั้งร่างกาย (REBA) ผลการประเมินหลังการปรับปรุงที่มีคะแนนเท่ากับ 4 แปลความหมาย ว่า ลักษณะการทำงานนั้นเริ่มเป็นปัญหา ควรได้รับการพิจารณาศึกษาละเอียดขึ้นและอาจมีความจำเป็นต้องออกแบบงานใหม่ในอนาคต ถึงแม้คะแนนระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ จะลดลงจากระดับอันตรายสูงสุดมาอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้มากขึ้น แต่ตามหลักการของ REBA ลักษณะงานที่ยังมีการเคลื่อนไหว เปลี่ยนแปลงท่าทางอย่างรวดเร็ว และมีการออกแรง ย่อมมีความเสี่ยงสะสมอยู่ จึงควรมีการติดตามประเมินผลสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง

ทั้งนี้ความสำเร็จจากการประยุกต์ใช้หลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์เพื่อการออกแบบ เครื่องมืออุปกรณ์ นอกจากจะช่วยส่งเสริมผลิตภัณฑ์ระดับชุมชนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นแล้ว ยังสอดคล้องกับ พัชรินทร์ เกลี้ยงเกลาและคณะ (2566) ที่ได้ศึกษาแนวทางส่งเสริมกลุ่ม แม่บ้านผลิตเครื่องแกงชุมชนและพบว่า เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ควรมีความทันสมัย ได้มาตรฐาน และควรใช้วัสดุประเภทสแตนเลส (เช่น สแตนเลส 304) แทนการใช้พลาสติก เพื่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภค (Food Grade) และทำให้มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้นำ ข้อเสนอแนะนี้มาประยุกต์ใช้เป็นเกณฑ์ในการเลือกวัสดุสร้างเครื่องหันตะไคร้ในงานวิจัยนี้ด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าผลิตภัณฑ์เครื่องแกงระดับชุมชนยังขาดการวางแผนในการจัดซื้อวัตถุดิบ รวมถึงสภาพปัญหาในด้านการบริหารงบประมาณและขาดหน่วยงานสนับสนุนเทคโนโลยี ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญที่ควรนำไปศึกษาเพื่อการพัฒนาและยกระดับวิสาหกิจชุมชนต่อไป

5. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาควรมีการประเมินผลในระยะยาว การวัดผลต่อสุขภาพในระยะสั้นอาจไม่เห็นผลกระทบสะสม เช่น อาการปวดเมื่อยเรื้อรัง หรือปัญหาสุขภาพอื่น ๆ และควรสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับหลักวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์ให้มากขึ้น ผู้ที่เกี่ยวข้องควรเข้าไปมีส่วนร่วมในการออกแบบปรับปรุงงานรวมถึงการจัดสภาพแวดล้อม

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนสาขาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ปี 2566 ขอขอบคุณอาจารย์เสรี หนูหลง ที่ช่วยให้คำปรึกษาแนะนำ และขอบคุณวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเครื่องแกง บ้านคูขงปาแย จังหวัดปัตตานี สำหรับการดำเนินงาน

7. เอกสารอ้างอิง

- กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน. (2551). แนวทางการปรับปรุงสภาพการทำงานที่ผู้ปฏิบัติงานมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อเนื่องจากการทำงาน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เรียงสามกราฟฟิคดีไซน์.
- กิตติ อินทรานนท์. (2548). เออร์โกโนมิกส์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จตุพร คงทอง, ฐิรรัตน์ แก้วจันทน์, และ สุรีย์พร วุฒิมานพ (2561). แผนกลยุทธ์เพื่อยกระดับผลิตภัณฑ์เครื่องแกงชุมชน : กรณีศึกษาวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเครื่องแกงบ้านนาขุนวารสารนาคบุตรปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ปีที่ 10ฉบับพิเศษ กรกฎาคม-กันยายน 2561, 36-47.
- จันทน์ นิลเลิศ. (2560). การนั่งตามหลักกายศาสตร์. วารสารเวชบันทึกศิริราช ปีที่ 10 ฉบับที่ 1, มกราคม-เมษายน 2560, 23-28.
- ดวงหทัย ประทีปะเสน, อัญญาจุฑา กี่อำไพ, ฐิตินันท์ ไสฉิม, พีรพล ประชุมรัตน์ และ ธิติรัตน์ ชนุนนิล. (2563). การยกระดับผลิตภัณฑ์และเพิ่มมูลค่าทางการตลาดของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเครื่องแกง บ้านทุ่งคาในพื้นที่ตำบลหาดส้มแป้น อำเภอมะนัง จังหวัดระนอง วารสารภูมิวิเทศพัฒนาอย่างยั่งยืน ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2563, 33-42.
- พรศิริ จงกล, ภาคิน อัดตวิริยะสุวรร, มณัญญา ถาวรสวัสดิ์, รชนีกร พลบั๊ดพี และ สุภารัตน์ ค้างสันเทียะ. (2567). การประยุกต์ใช้ TRIZ และวิศวกรรมปัจจัยมนุษย์ในการปรับปรุงที่นั่งชิงช้า. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย, ปีที่ 18 ฉบับที่ 3, กันยายน-ธันวาคม, ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 23-36
- พัชรินทร์ เกลี้ยงเกลา, จิตติมา ดำรงวัฒนะ , อุดมศักดิ์ เดโชชัย และ เดโช แขน้ำแก้ว (2566). แนวทางส่งเสริมการบริหารจัดการกลุ่มแม่บ้านผลิตเครื่องแกงชุมชนบ้านฝ้ายท่านาเขาสอง หมู่ที่ 11 ตำบลนาแว อำเภอดงขาง จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาสังคมที่ยั่งยืน ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2566, 36-48.
- ยศวรธรณ์ จันทนา และ นรัตน์ รัตนวัย. (2565). ปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อการปรับตั้งค่าเครื่องหันใบตะไคร้ด้วยเทคนิคการออกแบบการทดลอง. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, ปีที่ 14 ฉบับที่ 19, 83-95.

- Hyer, N., & Wemmerlov, U. (2001). Reorganizing the factory: Competing through cellular manufacturing. CRC Press.
- Pheasant, S.T. (1988). Antropometry, Ergonomics and Design. London : Taylor Francis.
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). Applied ergonomics, 31(2), 201-205..
- McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Applied ergonomics, 24(2), 91-99.
- Tayyari, F and Smith, J.L. (1997). Occupational Ergonomics : Principles and Application. 1st ed. London, UK : Chapman & Hall.