



การปรับปรุงท่าทางการนั่งทำงานของพนักงาน ในอุตสาหกรรมตีมีดด้วยหลักการยศาสตร์

The Improvement of Worker's Sitting Postures in Knife Forging Industry by Ergonomics Principles

อรณิชา ยมเกิด¹ ปิยะวัฒน์ ตริวิทย์² และ นิวิธ เจริญใจ³

Onnicha Yomkerd¹ Piyawat Trevittaya² and Nivit Charoenchai³

^{1,3}ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

²ภาควิชากิจกรรมบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

^{1,3}Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University
239 Huay Kaew Road, Muang District, Chiang Mai, 50200, Thailand
E-mail: g_onnicha@hotmail.com, Telephone Number: 0933695541

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เน้นการศึกษาปัญหาทางการยศาสตร์ด้านท่าทางการทำงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินท่าทางการทำงาน และเพื่อปรับปรุงท่าทางการทำงานตามหลักการยศาสตร์ให้มีความเสี่ยงลดลง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 10 คน เป็นชาย 9 คน และหญิง 1 คน มาจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ในอุตสาหกรรมตีมีด กลุ่มผู้ผลิตชุมชนสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ จังหวัดเชียงใหม่ ท่าทางการทำงานถูกประเมินด้วยแบบประเมิน RULA เพื่อวิเคราะห์หาความเสี่ยงและความจำเป็นในการปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงาน ร่วมกับการประเมินด้วยวิธีจิตพิสัยโดยใช้แบบสอบถามภาวะความไม่สบายในการทำงาน โดยให้พนักงานประเมินตามระดับความรู้สึกไม่สบายในร่างกายแต่ละส่วน ผลจากการประเมิน RULA พบว่าท่าทางการทำงานที่มีความเสี่ยงในท่ายกไหล่ ยกแขน บิดเอวตัว เบี่ยงตัวออกด้านข้าง ก้มหลัง และวางขาไม่สมดุล ซึ่งมีความเสี่ยงสูง ในระดับ 4 ส่วนผลจากแบบสอบถามภาวะความไม่สบายในการทำงาน พบว่าพนักงานรู้สึกไม่สบายในร่างกายส่วนไหล่ แขนส่วนบน และหลังส่วนกลาง/ล่างมากที่สุด โดยมีระดับความไม่สบายเป็น 6, 5.4 และ 5 ตามลำดับ จากนั้นได้ปรับปรุงท่าทางการทำงานโดยการออกแบบเก้าอี้สำหรับงานยึดจับมีด งานเจียรนัย และงานตะไบ โดยเก้าอี้จะบังคับให้พนักงานมีท่าทางการทำงานที่เหมาะสมตามหลัก การยศาสตร์ และทำงานด้วยท่าทางที่มีความปลอดภัย สะดวกสบายมากขึ้น การออกแบบใช้ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของพนักงานเป็นเกณฑ์ในการออกแบบร่วมกับหลักการออกแบบเก้าอี้ตามหลักการยศาสตร์ ใช้ระยะเวลาทดลองทำงานที่ปรับปรุงเป็นระยะเวลา 1 เดือน หลังจากนั้นทำการประเมิน พบว่าท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงลดลงเป็นระดับ 2 และ 3 ส่วนแบบสอบถามพบว่าพนักงานมีความรู้สึกไม่สบายในร่างกายแต่ละส่วนลดลง (ไหล่ แขนส่วนบน และหลังส่วนกลาง/ล่าง ระดับความไม่สบายลดลงเป็น 5, 4 และ 3 ตามลำดับ) และจากแบบสอบถามพนักงานส่วนใหญ่รู้สึกพอใจมากต่อเก้าอี้ที่ปรับปรุง

คำสำคัญ: เก้าอี้การยศาสตร์, การออกแบบเก้าอี้, การประเมินความเสี่ยง, ท่าทางการทำงาน และ RULA

ABSTRACT

This research focused on ergonomics problems of working postures and aimed to evaluate the working postures in order to improve working conditions and reduce the ergonomics risks. Ten workers; nine males and one female, in OTOP knife forging industry in Chiangmai were selected as the samples by purposive sampling method. The working postures were evaluated using RULA technique and subjective evaluation was assessed using discomfort level-questionnaire. The assessment indicated that for RULA technique, the working postures in most of tasks were in high risk (level 4) in raising shoulder and arm, body twist, stooping and leg position. Whereas results from the discomfort level-questionnaire found that discomfort happened at shoulder, upper arm and mid-to-lower back (discomfort levels was 6, 5.4 and 5 respectively). Then, the working conditions were improved by the design of new chairs that forced the worker's body to be more appropriate working postures, more safety and more efficiency in knife holding-task, grinding task and filing task. The new chairs were designed by using the worker's body and principles of ergonomics seat design. After improvement, the risk levels of working postures were decreased to level 2 and 3. The discomfort levels from questionnaire were decreased to 5 for shoulder, 4 for upper arm and 3 for mid-to-lower back. Moreover, most of the workers were very satisfied with the new chairs that were improved.

Keyword: Ergonomics Chair, Risk Assessment, Working Posture and RULA

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการแข่งขันทางด้านอุตสาหกรรมอย่างสูง หลายผู้ประกอบการมีการนำเครื่องมือเครื่องจักร และเทคโนโลยีมาใช้ในการทำงานมากขึ้น เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคให้ได้มากที่สุด ทำให้แรงงานต้องทำงานในสภาพของการแข่งขัน แรงรีบ และต้องพยายามปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามแรงงานคนยังคงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการผลิต โดยเฉพาะลักษณะงานที่ต้องอาศัยแรงจากคนหรืองานที่ต้องใช้ฝีมือจากคนหลายผู้ประกอบการสนใจแต่ด้านผลผลิต จนมองข้ามเรื่องความปลอดภัยในการทำงานของคนงาน ส่งผลให้เกิดอันตรายจากการประสบอุบัติเหตุจากการทำงาน เกิดการบาดเจ็บหรือโรคที่เกิดจากการทำงาน ส่งผลเสียทั้งต่อร่างกายและจิตใจ ตลอดจนทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง

ปัญหาการเจ็บป่วยหรือบาดเจ็บทางกายศาสตร์สำหรับโรคกล้ามเนื้อและกระดูก (WMSDs) ที่เกิดจากการทำงาน ส่วนใหญ่เป็นอาการปวดหลัง ปวดกล้ามเนื้อ โรคกระดูก อันเนื่องมาจากท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลถึงสุขภาพ และความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน เนื่องจากท่าทางการทำงานนั้นส่งผลต่อการ

ใช้พลังงานของร่างกาย ประสิทธิภาพของการออกแรง การแลกเปลี่ยนความร้อนของร่างกายและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น [1] นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยทางกายศาสตร์ด้านท่าทางการทำงาน เป็นสาเหตุของการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงานด้วย [2]

งานวิจัยนี้มุ่งที่จะประเมินและวิเคราะห์ความเสี่ยงทางกายศาสตร์ ในด้านท่าทางการทำงานของพนักงาน ในอุตสาหกรรมตีมีด จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีเอกลักษณ์ของความเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น ที่ใช้ฝีมือ และแรงงานจากคนในการตีมีด โดยกระบวนการตีมีดนั้นเริ่มต้นจากการเตรียมเตาเผาและอุปกรณ์ในการตีมีด กำหนดหุ่นมีดตามที่ต้องการ แล้วทำการตีหยาบโดยออกแรงเหวี่ยงค้อนขนาด 10 ปอนด์ตีเหล็กร้อนเพื่อให้บาง โดยมีพนักงานอีกคนนั่งยึดจับมีดโดยใช้ลิ้มยึดจับเหล็กร้อนขณะถูกตี และหมุนตัวนำเหล็กใส่ในเตาเผา จากนั้นเป็นขั้นตอนตีละเอียดโดยใช้ค้อนขนาด 5 ปอนด์ตีเหล็กร้อนให้มีรูปทรงตามต้องการ และทำให้สวยงามมากขึ้น แล้วสู่ขั้นตอนเจียรนัยเพื่อแต่งผิวใบมีดให้เรียบและคม แล้วนำใบมีดมาตะไบเพื่อแต่งละเอียดให้เรียบขึ้นอีกครั้ง จากนั้นนำใบมีดไปชุบเพื่อให้แข็ง และใส่ด้ามมีด ซึ่งงานวิจัยนี้จะนำไปสู่การปรับปรุงท่าทางการทำงานที่เหมาะสมตามหลักกายศาสตร์ เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยหรือบาดเจ็บจากการทำงาน เพิ่ม

ความปลอดภัย ความสะดวกสบาย และความพึงพอใจต่อการทำงานมากขึ้น ตลอดจนประสิทธิภาพการทำงานดีขึ้น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

RULA เป็นเทคนิคทางกายศาสตร์ พัฒนาโดย McAtamney and Corlett [3] เพื่อใช้ประเมินความเสี่ยงของแต่ละบุคคลจากลักษณะท่าทางการทำงาน โดยพิจารณาตำแหน่ง และลักษณะการเคลื่อนไหวของร่างกายในส่วนต่างๆ แสดงแบบประเมิน RULA ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 แบบประเมินท่าทางการทำงาน เทคนิค RULA

ผลลัพธ์คะแนนสุดท้ายที่ได้คือ ระดับความเสี่ยงของโรคที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างกระดูก และกล้ามเนื้อ ผลของการประเมินแบ่งออกเป็น 4 ระดับ แสดงถึงความจำเป็นในการปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงาน โดยระดับ 1 (คะแนน 1-2) หมายถึง ท่าทางยอมรับได้ ถ้าไม่มีการคงค้างหรือปฏิบัติซ้ำเป็นระยะเวลานาน ระดับ 2 (คะแนน 3-4) หมายถึง ควรมีการตรวจสอบ และอาจต้องปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงาน ระดับ 3 (คะแนน 5-6) หมายถึง ต้องตรวจสอบ และปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานในไม่ช้า และระดับ 4

(คะแนน 7) หมายถึง ต้องตรวจสอบ และปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานในทันที [4]

2.2 แบบสอบถามภาวะความไม่สบายในการทำงาน

แบบสอบถามภาวะความไม่สบายในการทำงาน ถูกพัฒนาโดย Marley and Kumar [5] เพื่อใช้ประเมินความเมื่อยล้าที่เกิดจากการทำงานในกลุ่มเนื้อทางสรีระร่างกาย 25 ส่วน แสดงดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 แบบสอบถามภาวะความไม่สบายในการทำงาน

การวิเคราะห์ความไม่สบายจากการทำงานของพนักงาน ทำได้โดยแบ่งการประเมินความรู้สึกไม่สบายตั้งแต่ 0 ไม่รู้สึกเจ็บปวดเลย 1-3 มีอาการเจ็บปวดเล็กน้อย แต่ยอมรับได้ 4-6 มีอาการเจ็บปวดปานกลาง 7-9 เจ็บปวดมาก จนถึง 10 เจ็บปวดมากจนทนไม่ไหว [6]

2.3 การวัดสัดส่วนร่างกาย

สัดส่วนร่างกาย (Anthropometry) ในด้านความหมายทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมคือ สัดส่วนร่างกายคนที่วัดได้โดยการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อการออกแบบมาตรฐานต่าง ๆ โดยสัดส่วนร่างกายจะวัดทั้งลักษณะหนึ่ง และลักษณะเคลื่อนที่มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มความสะดวก ความปลอดภัย และความพอใจในการทำงาน เพื่อช่วยป้องกันข้อผิดพลาด ความปวดเมื่อย และการ

บาดเจ็บจากการทำงาน และเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษา คุณลักษณะทางกายภาพตำแหน่ง และทิศทางต่าง ๆ ของ ร่างกายมนุษย์ [7]

2.4 การออกแบบเก้าอี้นั่งตามหลักการยศาสตร์

เก้าอี้ที่นั่งถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ ถือเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญที่สุด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้นั่งนั่งได้อย่างสบาย นั่งทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถตอบสนองตรงต่อหน้าที่และลักษณะของงานที่ทำ โดยการออกแบบเก้าอี้ที่นั่งที่ดีควรจะปรับตัวตามผู้นั่งในขณะที่เปลี่ยนท่าอิริยาบถ เก้าอี้ควรถูกปรับแต่งค่าพิสัยได้ง่าย ใช้ได้กว้างขวาง และทนทานในการใช้งาน เพื่อรองรับขนาดร่างกายของคนแต่ละคนในองค์กรให้ได้นั่งในท่าที่ดี ถูกสุขลักษณะ อันจะส่งผลถึงความสบาย ความปลอดภัย และสุขภาพของผู้นั่ง [8]

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 1 วิธีการดำเนินงานวิจัย

ลำดับ	การดำเนินงาน
1	ศึกษาข้อมูลทั่วไปของสถานประกอบการ และเก็บข้อมูลลักษณะการทำงานที่ทำการศึกษา
2	ศึกษาขั้นตอนกระบวนการผลิตมีดทุกขั้นตอน และใช้กล้องบันทึกวิดีโอของลักษณะการทำงานในทุกกระบวนการ
3	ประเมินท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA พร้อมกับให้พนักงานประเมินแบบสอบถามภาวะความไม่สบายในการทำงาน (ก่อนปรับปรุง)
4	วิเคราะห์ผลการประเมิน วัดสัดส่วนร่างกายของพนักงาน และหาแนวทางปรับปรุงท่าทางการทำงาน
5	ทดลองใช้วิธีการปรับปรุงเป็นระยะเวลา 1 เดือน
6	ประเมินท่าทางการทำงาน และภาวะความไม่สบายในการทำงานอีกครั้ง (หลังปรับปรุง) พร้อมกับให้พนักงานประเมินความพึงพอใจต่องานที่ปรับปรุง
7	สรุปผลการวิจัย

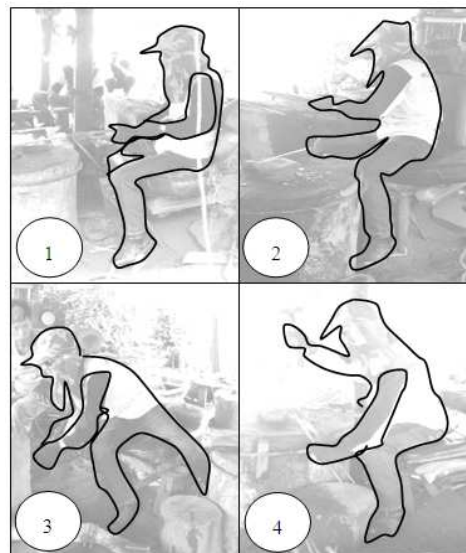
4. ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ผลการศึกษาท่าทางการทำงาน (ก่อนปรับปรุง)

4.1.1 ท่าทางการทำงาน ในงานยึดจับมีด

สำหรับงานยึดจับมีด (ยึดจับมีดให้แน่น เพื่อให้พนักงานคนอื่นตีมีด) พนักงานนั่งทำงานบนเก้าอี้ที่ถูกประยุกต์มาจากเบาะรถยนต์เก่า มีลักษณะยึดอยู่กับที่ ไม่สามารถหมุนได้ ไม่มีที่พักแขน และวางตำแหน่งไกลจากจุดทำงานเกินระยะเอื้อม ประกอบกับพนักงานต้องทำงานระหว่างทั้งตีมีดกับเตาเผา ซึ่งวางแนวต่อกัน 90 องศา ทำให้พนักงานต้องยกไหล่และแขน บิดเอวลำตัว ก้มลำตัว และโน้มลำตัวออกด้านข้าง สามารถแบ่งท่าทางการทำงานได้เป็น 4 ท่าทาง ดังรูปที่ 3

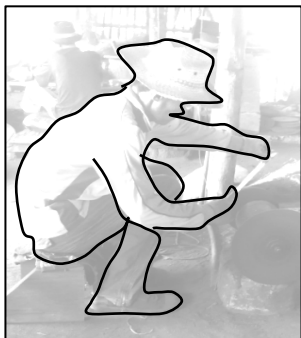
- ท่าทางที่ 1 ใช้คีมยึดจับเหล็กที่วางอยู่บนแท่งให้แน่น ขณะถูกตี แล้วพลิกกลับด้านไปมา (ยกไหล่และแขน)
- ท่าทางที่ 2 ใช้คีมหนีบเหล็ก ขกออกจากทั้งตีมีด แล้วหมุนหรือบิดเอวลำตัว 90 องศา (ยกแขน บิดเอวลำตัว)
- ท่าทางที่ 3 ก้มหรือโน้มลำตัว เพื่อนำเหล็กวางใส่ในเตาเผา (ก้มลำตัว โน้มลำตัวออกด้านข้าง)
- ท่าทางที่ 4 ใช้ค้อนปอนด์เล็ก ตีสลัดเหล็กให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ (ยกไหล่และแขน ก้มหลัง)



รูปที่ 3 ท่าทางการทำงาน ในงานยึดจับมีด (ก่อนปรับปรุง)

4.1.2 ท่าทางการทำงาน ในงานเจียร์นัย

สำหรับงานเจียร์นัย เพื่อแต่งละเอียดพิวมีด พนักงานนั่งทำงานบนเก้าอี้ซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำมาก ทำให้ต้องนั่งชันเข่าสูง หรือมีการวางขาออกด้านข้างลำตัว ประกอบกับฐานวางเครื่องเจียร์นัย วางอยู่บนท่อนไม้ใน ระดับต่ำกว่าระยะข้อศอกของพนักงาน ทำให้ขณะทำงาน พนักงานต้องก้มหลัง และโน้มลำตัวไปด้านหน้า ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ท่าทางการทำงาน ในงานเจียร์นัย (ก่อนปรับปรุง)

4.1.3 ท่าทางการทำงาน ในงานตะไบ

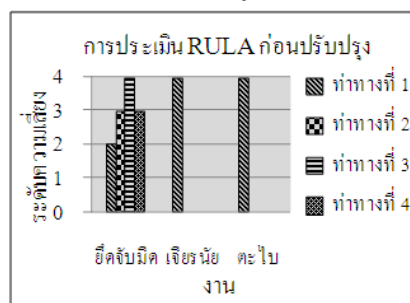
สำหรับงานตะไบ พนักงานนั่งทำงานบนเก้าอี้ซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำมากเช่นเดียวกับงานเจียร์นัย ระดับที่นั่งกับระดับทำงานวางอยู่ในระดับเดียวกัน ทำให้พนักงานต้องนั่งก้มหลังและโน้มตัวไปด้านหน้า นอกจากนั้นด้านข้างเก้าอี้เป็นช่องไม้ไว้รองรับใบมีดขณะถูกตะไบ ซึ่งไม่มีตัวยึดให้มีดยึดอยู่กับที่ พนักงานต้องนั่งพับขาแล้ววางกดทับมีดเพื่อให้มีดอยู่กับที่ขณะทำการตะไบ ส่วนขาอีกข้างวางออกด้านข้างลำตัว ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ท่าทางการทำงาน ในงานตะไบ (ก่อนปรับปรุง)

4.2 การประเมินท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA (ก่อนปรับปรุง)

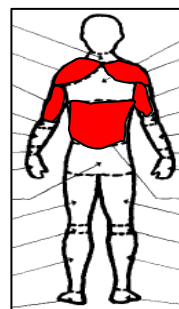
จากผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA นั้น จะเห็นว่าท่าทางส่วนใหญ่ มีความเสี่ยงอยู่ในระดับ 3 และ 4 หมายถึง ต้องตรวจสอบและปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานในไม่ช้า และต้องตรวจสอบและปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานในทันที ตามลำดับ โดยผลการประเมินสามารถสรุปได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ผลการประเมินท่าทางด้วยเทคนิค RULA (ก่อนปรับปรุง)

4.3 การประเมินจากแบบสอบถามภาวะความไม่สบายในการทำงาน (ก่อนปรับปรุง)

จากแบบสอบถามภาวะความไม่สบายในการทำงาน พบว่าพนักงานรู้สึกไม่สบาย หรือเจ็บปวดบริเวณไหล่ แขนส่วนบน และหลังส่วนกลาง/ล่างมากที่สุด แสดงดังรูปที่ 7 คิดเป็นคะแนนความไม่สบายเฉลี่ย 6.0, 5.4 และ 5.0 ตามลำดับ (คะแนนเต็ม 10) หมายถึง พนักงานรู้สึกไม่สบาย หรือเจ็บปวดในร่างกายส่วนดังกล่าวระดับปานกลาง



รูปที่ 7 ส่วนของร่างกายที่พนักงานรู้สึกไม่สบาย/เจ็บปวดมากที่สุด (ส่วนที่แรงงา)

4.4 ข้อมูลการวัดสัดส่วนร่างกายของพนักงาน

การวัดสัดส่วนร่างกายของพนักงานนั้น ทำเพื่อวัดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเก้าอี้ เพื่อปรับปรุงท่าทางการนั่งทำงานให้เป็นธรรมชาติมากที่สุด โดยประยุกต์จากการออกแบบเก้าอี้ที่นั่งตามหลักกายศาสตร์ [8] ออกแบบโดยใช้กลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง และมีขนาดเล็ก จึงวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของพนักงานที่ใช้ในการออกแบบ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของพนักงาน

สัดส่วนร่างกาย	สัดส่วนร่างกาย (cm.)		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ความสูงนั่ง	86.0	78.0	94.0
ความกว้างโคนขาทำนั่ง	33.9	31.0	40.0
ความกว้างสะโพก	30.8	29.0	36.0
ระยะระหว่างข้อศอก	39.1	37.0	43.0
ความสูงใต้เข่าอ่อนทำนั่ง	47.6	44.0	53.0
ระยะระหว่างกันถึงข้อพับด้านในหัวเข่า	38.0	35.0	43.0
ความสูงข้อศอกทำนั่ง	20.2	18.0	24.0
ความสูงไหล่ทำนั่ง	63.5	60.0	71.0

4.5 การวิเคราะห์และออกแบบเก้าอี้ที่นั่งทำงาน

งานวิจัยนี้ได้ปรับปรุงท่าทางการทำงาน ด้วยการออกแบบเก้าอี้ที่นั่งสำหรับงานยึดจับมิด เจียรนัย และตะไบ โดยใช้ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของพนักงานประยุกต์เข้ากับลักษณะการทำงานจริงของแต่ละงาน โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ และออกแบบเก้าอี้ที่นั่งทำงาน ดังนี้

4.5.1 เก้าอี้สำหรับงานยึดจับมิด

จากผลการประเมินเบื้องต้นพบว่า งานยึดจับมิดมีปัญหาเรื่องการทำงานด้วยท่าทางยกไหล่และแขน บิดเอี้ยว ลำตัว ก้มลำตัว และโน้มลำตัวออกด้านข้าง (รูปที่ 3) จึงได้ออกแบบเก้าอี้ที่นั่งทำงานใหม่ (รูปที่ 8) ให้มีขนาดเหมาะสมต่อสัดส่วนร่างกายพนักงาน สามารถหมุนและ

ปรับระดับได้ เพื่อช่วยการหมุนตัวของพนักงาน ลดการบิดเอี้ยวและลดการเอื่อมของลำตัวระหว่างทั้งที่มีคกับเตาเผา ซึ่งวางแนวต่อกัน 90 องศา เพิ่มที่พักแขนเป็นการลดการยกไหล่และแขนขณะทำงาน และออกแบบพนักพิงให้รองรับกับการทำงานและสัดส่วนร่างกายของพนักงาน มีรายละเอียดการออกแบบดังนี้

- ความสูงของเก้าอี้เท่ากับ 46.5 เซนติเมตร สามารถปรับให้สูงขึ้นได้ถึง 55.5 เซนติเมตร โดยค่าที่กำหนดนั้นมาจากค่าความสูงใต้เข่าอ่อนทำนั่ง (popliteal height) ของพนักงาน และได้บวกค่าเพื่อความสูงของรองเท้า 2.5 เซนติเมตร [8] เข้าไปด้วย ทั้งนี้ระดับความสูง-ต่ำของเก้าอี้สามารถปรับได้เพื่อให้ผู้ที่มีความสูงได้เข่าอ่อนต่างกันสามารถนั่งได้สะดวกสบาย

- ความลึกของเก้าอี้เท่ากับ 30 เซนติเมตร ค่าที่กำหนดพิจารณาจากค่าที่ต่ำที่สุดของระยะระหว่างกันถึงข้อพับด้านในหัวเข่า (buttock-popliteal length) ของพนักงาน และได้ลบค่าเพื่อระยะช่องว่าง (clearance) ระหว่างข้อพับเข่ากับขอบเบาะนั่งเก้าอี้ 5 เซนติเมตร เพื่อลดแรงกดเส้นที่ต้นขา

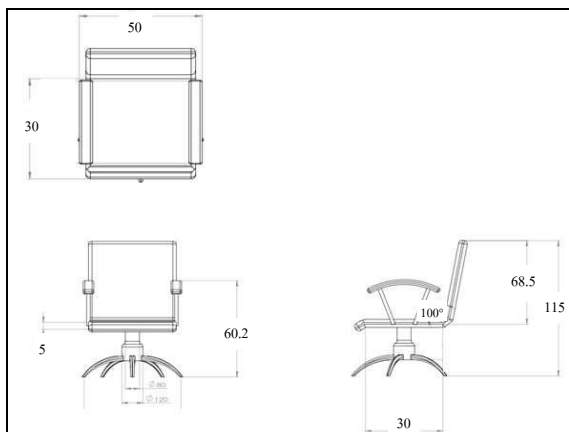
- ความกว้างของเก้าอี้เท่ากับ 50 เซนติเมตร ค่าที่กำหนดพิจารณาจากความกว้างสะโพก (buttock breadth) และความกว้างโคนขาขณะนั่งของพนักงานที่สูงที่สุดเพื่อให้ครอบคลุมถึงพนักงานทั้งหมด โดยได้บวกค่าเพื่อของระยะที่พนักแขน และค่าเพื่อสำหรับเปลี่ยนอิริยาบถข้างละ 5 เซนติเมตร เข้าไปด้วย

- เบาะนั่งของเก้าอี้มีความหนา 5 เซนติเมตร และขอบปลายเบาะด้านหน้ามีความลาดเอียงขึ้น 3 องศา ทำจากวัสดุที่มีความยืดหยุ่น เพื่อให้กล้ามเนื้อผ่อนคลาย ช่วยลดแรงหรือกระจายแรงที่ตกกระทบบลงต้นขาให้น้อยที่สุด

- พนักพิงมีมุมเอนทำมุม 100 องศา กับแนวระนาบ และมีความสูงเท่ากับ 68.5 เซนติเมตร ความสูงที่กำหนดพิจารณาจากความสูงไหล่ทำนั่ง (shoulder height-sitting) ของพนักงานที่สูงที่สุด เพื่อให้ครอบคลุมถึงพนักงานทั้งหมดให้สามารถนั่งพิงได้ เพื่อผ่อนคลายและช่วยลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อหลัง

- ที่พักแขนทั้งสองข้างมีความสูงเท่ากับ 20.2 เซนติเมตร วัดจากเบาะนั่ง พิจารณาจากความสูงข้อศอกทำนั่ง (elbow height-sitting) ของพนักงาน โดยใช้ค่าเฉลี่ย เพื่อให้ครอบคลุมพนักงานให้ได้มากที่สุด

- ฐานขาเก้าอี้ มีลักษณะวางตัวเรียงกันเป็นวงกลม จำนวน 5 ขา (five-star base) มีความยาวแต่ละขา 21 เซนติเมตร แต่ละขาชิดแน่นอยู่กับพื้น เพื่อการทรงตัวที่ดี และมีความสมดุล ป้องกันการหงายหลังหรือล้มคว่ำเมื่อมีการเปลี่ยนอิริยาบถในการนั่ง เนื่องจากเป็นเก้าอี้แบบหมุนได้ ต้องรองรับการทำงานที่ต้องหมุนตัว เอี้ยวหรือเอียงตัวเป็นประจำ



รูปที่ 8 แบบเก้าอี้สำหรับงานยึดจับมิด

4.5.2 เก้าอี้สำหรับงานเจียรนัย

จากผลการประเมินเบื้องต้นพบว่า งานเจียรนัยมีปัญหาเรื่องการทำงานด้วยท่าทางก้มหลัง โน้มตัวไปด้านหลัง และการนั่งวางขาไม่สมดุล (รูปที่ 4) จึงได้ออกแบบเก้าอี้ที่นั่งทำงานใหม่ (รูปที่ 9) โดยให้มีระดับสูงขึ้น ให้การวางตัวของขาส่วนบนและล่างตั้งฉากกันขณะนั่ง มีพนักพิง และที่วางแขนรองรับ ออกแบบโต๊ะวางเครื่องเจียรนัย (รูปที่ 10) ให้มีระดับสูงขึ้นเพื่อให้เครื่องเจียรนัยอยู่ในระดับเดียวกับข้อศอกของพนักงานขณะนั่งทำงาน ช่วยให้พนักงานนั่งทำงานโดยไม่ก้มหลังและโน้มตัวไปด้านหลังมากเกินไป มีรายละเอียดการออกแบบดังนี้

- ความสูงของเก้าอี้เท่ากับ 50.1 เซนติเมตร โดยค่าที่กำหนดนั้นมาจากค่าความสูงได้ขาอ่อนท่อนั่งของ

พนักงาน และได้บวกค่าเผื่อความสูงของรองเท้า 2.5 เซนติเมตร [8] เข้าไปด้วย ทางที่ระดับความสูง-ต่ำของเก้าอี้ควรสามารถปรับได้ แต่เนื่องจากงบประมาณที่สูงผู้วิจัยจึงเลือกใช้ค่าเฉลี่ย เพื่อให้ครอบคลุมพนักงานได้มากที่สุด โดยได้ออกแบบที่พักเท้ารองรับ สำหรับผู้ที่มีความสูงได้ขาอ่อนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยได้วางพักเท้า เพื่อลดแรงกดเส้นได้ขาอ่อนบริเวณต้นขา

- ความลึกของเก้าอี้เท่ากับ 30 เซนติเมตร ค่าที่กำหนดพิจารณาจากค่าที่ต่ำที่สุดของระยะระหว่างกันถึงข้อพับด้านในหัวเข่าของพนักงาน เพื่อให้ครอบคลุมถึงพนักงานทั้งหมดที่มีค่ามากกว่ายังสามารถนั่งได้ และได้ลบค่าเผื่อระยะช่องว่างระหว่างข้อพับเข่ากับขอบเบาะนั่งเก้าอี้ 5 เซนติเมตร เพื่อลดแรงกดเส้นได้ขาอ่อนบริเวณต้นขา

- ความกว้างของเก้าอี้เท่ากับ 50 เซนติเมตร ค่าที่กำหนดพิจารณาจากความกว้างสะโพก และความกว้างโคนขาขณะนั่งของพนักงาน ที่สูงที่สุดเพื่อให้ครอบคลุมถึงพนักงานทั้งหมด โดยได้บวกค่าเผื่อของระยะที่ที่พักแขนและค่าเผื่อสำหรับเปลี่ยนอิริยาบถข้างละ 5 เซนติเมตร เข้าไปด้วย

- เบาะนั่งของเก้าอี้มีความหนา 5 เซนติเมตร และขอบปลายเบาะด้านหน้ามีความลาดเอียงขึ้น 3 องศา ทำจากวัสดุที่มีความยืดหยุ่น เพื่อให้กล้ามเนื้อผ่อนคลาย

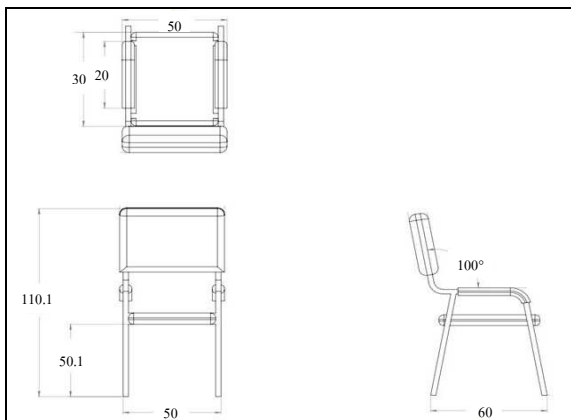
- พนักพิงมีมุมเอนทำมุม 100 องศา กับแนวระนาบ และมีความสูงเท่ากับ 60 เซนติเมตร ความสูงที่กำหนดพิจารณาจากความสูงไหล่ท่อนั่งของพนักงาน โดยเลือกค่าที่ครอบคลุมหลังส่วนกลาง/ล่าง (thoracic) ของพนักงานทุกคน แตกต่างจากเก้าอี้ในงานยึดจับมิดที่พนักพิงสูงรองรับถึงไหล่ เนื่องจากงานเจียรนัยเป็นงานที่รอบเวลาทำงานสั้น พนักงานมักไม่ค่อยได้นั่งพิงพนักพิงขณะทำงาน จึงได้ออกแบบพนักพิงไว้เพื่อรองรับพนักงานนั่งพัก เพื่อผ่อนคลาย และช่วยลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อหลัง

- ที่พักแขนทั้งสองข้างมีความสูงเท่ากับ 20.2 เซนติเมตร วัดจากเบาะนั่ง พิจารณาจากความสูงข้อศอกทำนั่งของพนักงาน โดยใช้ค่าเฉลี่ย เพื่อให้ครอบคลุมพนักงาน

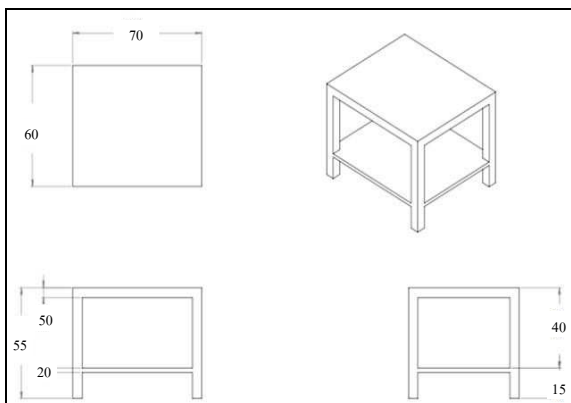
ให้ได้มากที่สุด เพื่อให้พนักงานนั่งพัก ช่วยลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อแขน

- ฐานขาเก้าอี้มี 4 ขา แต่ละขาคิดติดอยู่กับพื้น แตกต่างจากเก้าอี้ในงานยึดจับมิด ที่มีการวางตัวเรียงกันเป็นวงกลม 5 ขา เนื่องจากลักษณะการทำงานในงานเจียรนัยไม่มีการหมุน หรือบิดเอี้ยวตัว ดังนั้นเก้าอี้ 4 ขา จึงเพียงพอต่อการรองรับน้ำหนัก

- โตะสำหรับวางเครื่องเจียรนัยมีความสูง 55 เซนติเมตร กว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 70 เซนติเมตร มีชั้นสำหรับวางใบมีดได้โตะสูง 15 เซนติเมตร ขาโตะ 4 ขา ยึดติดแน่นกับพื้น ความสูงของโตะที่กำหนดพิจารณาจากความสูงข้อศอกทำนั่งจากพื้น หักด้วยค่าเพื่อความสูงของเครื่องเจียรนัย เพื่อให้ความสูงของหน้างานอยู่ในระดับเดียวกับข้อศอก เป็นการเลี่ยงการยกแขน และลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อแขน



รูปที่ 9 แบบเก้าอี้สำหรับงานเจียรนัย



รูปที่ 10 แบบโตะ สำหรับงานเจียรนัย

4.5.3 เก้าอี้สำหรับงานตะไบ

จากผลการประเมินเบื้องต้นพบว่า งานเจียรนัยมีปัญหาเรื่องการทำงานด้วยท่าทางก้มหลัง โน้มตัวไปด้านหลัง และการนั่งวางขาไม่สมดุล (รูปที่ 5) จึงได้ออกแบบเก้าอี้นั่งทำงานใหม่ (รูปที่ 11) โดยเป็นชุดเก้าอี้ที่ถูกรออกแบบ โดยเฉพาะสำหรับงานตะไบเท่านั้น ประกอบด้วยส่วนของเก้าอี้นั่ง และส่วนจับยึดใบมีดที่มีน็อตสำหรับยึดใบมีดให้อยู่กับที่ขณะตะไบ โดยไม่ต้องใช้ขาออกแรงเพื่อกดทับใบมีดดังเช่นการทำงานก่อนปรับปรุง ออกแบบชุดจับยึดใบมีดให้มีระดับสูงเท่าระดับข้อศอกของพนักงาน เพื่อลดการก้มหลัง และ โน้มตัวไปด้านหลัง มีรายละเอียดการออกแบบดังนี้

- ความสูงของเก้าอี้เท่ากับ 50.1 เซนติเมตร โดยค่าที่กำหนดนั้นมาจากค่าเฉลี่ยความสูงได้ขาอ่อนทำนั่งของพนักงาน และได้บวกค่าเพื่อความสูงของรองเท้า 2.5 เซนติเมตร [8] เข้าไปด้วย และได้ออกแบบที่พนักเท้ารองรับสำหรับผู้ที่มีความสูงได้ขาอ่อนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยสามารถวางพนักเท้า เพื่อลดแรงกดเค้นได้ขาอ่อนบริเวณต้นขา

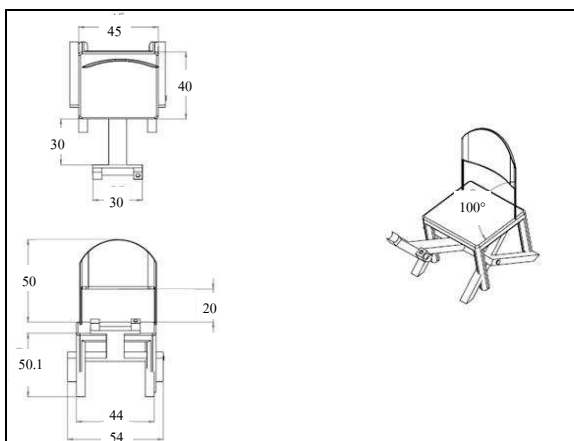
- ความลึกของเก้าอี้เท่ากับ 40 เซนติเมตร ค่าที่กำหนดพิจารณาจากค่าต่ำสุดของระยะระหว่างกันถึงข้อพับด้านในหัวเข่าของพนักงาน และได้ลบค่าเพื่อระยะช่องว่างระหว่างข้อพับเข่ากับขอบเบาะนั่งเก้าอี้ 5 เซนติเมตร เพื่อลดแรงกดเค้นที่ต้นขา และบวกค่าเพื่อสำหรับเปลี่ยนอิริยาบถในขณะตะไบ 10 เซนติเมตร เข้าไปด้วย เนื่องจากขณะนั่งทำงานพนักงานต้องใช้แขนออกแรงตะไบกลับไป-มา หากความลึกของเก้าอี้ไม่มากพอจะเป็นการขัดขวางการทำงาน ส่งผลให้พนักงานไม่สะดวกสบายในการทำงาน

- ความกว้างของเก้าอี้เท่ากับ 45 เซนติเมตร ค่าที่กำหนดพิจารณาจากความกว้างสะโพก และความกว้างโคนขาขณะนั่งของพนักงาน ที่สูงที่สุดเพื่อให้ครอบคลุมถึงพนักงานทั้งหมด และบวกค่าเพื่อระยะสำหรับเปลี่ยนอิริยาบถ 5 เซนติเมตร เข้าไปด้วย

- เบาะนั่งของเก้าอี้มีความหนา 5 เซนติเมตร ส่วนของเบาะนั่งของเก้าอี้ถูกประยุกต์ด้วยการนำเบาะรองนั่งที่ทำจากวัสดุที่มีความยืดหยุ่นยืดติดเข้ากับส่วนที่นั่งของเก้าอี้

- พนักพิงมีมุมเอนทำมุม 100 องศา กับแนวระนาบ และมีความสูงเท่ากับ 50 เซนติเมตร ความสูงที่กำหนดพิจารณาจากความสูงไหล่ทำนั่งของพนักงาน โดยเลือกค่าที่ครอบคลุมหลังส่วนล่าง (lumbar) ของพนักงานทุกคน เนื่องจากพนักงานไม่ได้นั่งพิงพนักพิงเลย จึงออกแบบเป็นพนักพิงขนาดเล็กที่มีระยะห่างออกจากลำตัวมากกว่าเก้าอี้ทั่วไป 10 เซนติเมตร เพื่อเป็นการไม่ขัดขวางขณะทำงาน และติดตั้งไว้เพื่อพนักงานได้อิงพิงชั่วคราวเพื่อผ่อนคลาย และลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อหลัง

- ฐานขาเก้าอี้ มีจำนวน 4 ขา โดยที่ขาแต่ละข้างซ้าย-ขวาไขว้กัน เพื่อเสริมความมั่นคงแข็งแรง เนื่องจากต้องรองรับแรงจากการตะไกวมีด รองรับเมื่อมีการเปลี่ยนอิริยาบถในการนั่ง



รูปที่ 11 แบบเก้าอี้ สำหรับงานตะไกว

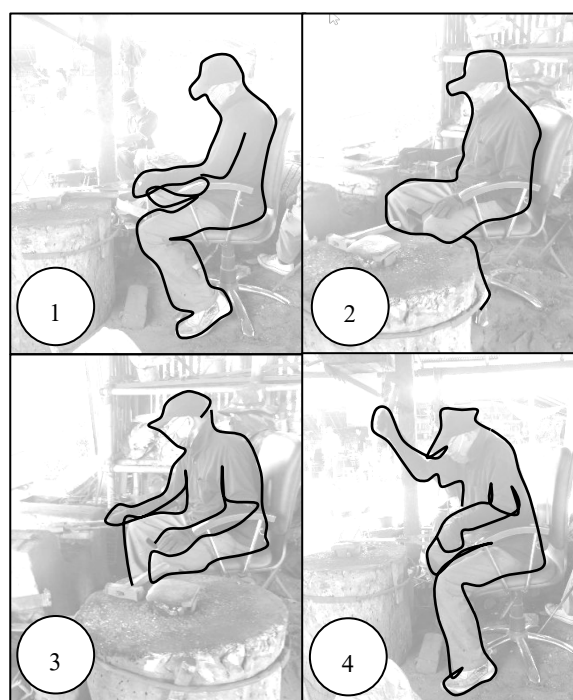
4.6 ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA (หลังปรับปรุง)

ภายหลังจากการปรับปรุงท่าทางการทำงาน ด้วยการออกแบบเก้าอี้สำหรับงานยึดจับมีด เจียรนัย และตะไกว พบว่าระดับความเสี่ยงลดลงจากระดับ 4 ซึ่งหมายถึง ต้องตรวจสอบและปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานในทันที เป็นระดับ 2 และ 3 ซึ่งหมายถึง ควรมีการตรวจสอบ อาจต้องปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงาน และต้องตรวจสอบ

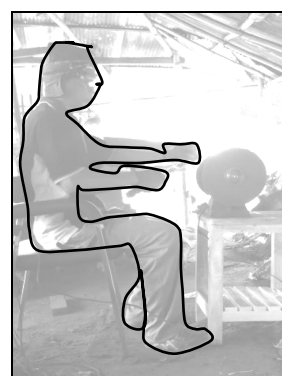
ปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานในไม่ช้า ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 3 และท่าทางการทำงานที่ถูกต้องตามหลัก การยศาสตร์มากขึ้นหลังการปรับปรุง แสดงดังรูปที่ 12-14

ตารางที่ 3 ผลการประเมิน RULA ก่อน-หลังปรับปรุง

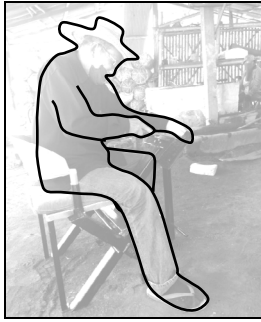
งาน	ระดับความเสี่ยง	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
ยึดจับมีด	4	2
เจียรนัย	4	2
ตะไกว	4	3



รูปที่ 12 ท่าทางการทำงาน ในงานยึดจับมีด (หลังปรับปรุง)



รูปที่ 13 ท่าทางการทำงาน ในงานเจียรนัย (หลังปรับปรุง)



รูปที่ 14 ท่าทางการทำงาน ในงานตะไบ (หลังปรับปรุง)

4.7 ผลการประเมินจากแบบสอบถามภาวะความไม่สบายในการทำงาน (หลังปรับปรุง)

ผลจากแบบสอบถามภาวะความไม่สบายในการทำงาน หลังจากการปรับปรุง เป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่า พนักงานรู้สึกไม่สบาย หรือเจ็บปวดบริเวณไหล่ แขน ส่วนบน และหลังส่วนกลาง/ล่างลดลงเป็น 5.0, 4.0 และ 3.0 ตามลำดับ หมายถึง พนักงานรู้สึกไม่สบายหรือเจ็บปวดในร่างกายส่วนดังกล่าวในระดับน้อยและปานกลาง ซึ่งอยู่ในระดับที่รับได้ หยุดพักสักครู่ก็หาย

4.8 ผลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของการปรับปรุง

หลังจากการปรับปรุงท่าทางการทำงาน ด้วยการ ออกแบบเก้าอี้ที่นั่งทำงานตามหลักการยศาสตร์ และได้ ทดลองใช้การปรับปรุงดังกล่าวเป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่าการปรับปรุงงานในงานขัดจับมีดพนักงานทุกคน รู้สึกพอใจมากคิดเป็นร้อยละ 100 ส่วนในงานเจียรนัย พนักงานรู้สึกพอใจมากคิดเป็นร้อยละ 90 และรู้สึกพอใจ ร้อยละ 10 และในงานตะไบพนักงานรู้สึกพอใจมากคิดเป็น ร้อยละ 80 และรู้สึกพอใจร้อยละ 20

5. สรุป

จากการประเมินท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA พบว่าท่าทางส่วนใหญ่มีความเสี่ยงสูงระดับ 4 แสดงให้เห็นว่าควรปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานโดยทันที พบใน ท่าทางยกแขนและไหล่ ก้มหลัง โน้มลำตัวออกด้านข้าง และด้านหน้า บิดเอวลำตัว การวางตัวของขาไม่สมดุล เป็นต้น ซึ่งเป็นท่าทางที่ไม่เป็นธรรมชาติ ผิดหลัก

การยศาสตร์อาจส่งผลถึงความผิดปกติของโครงกระดูก และกล้ามเนื้อได้ หลังจากที่ได้ปรับปรุงงาน โดยใช้ ข้อมูลสัดส่วนร่างกายพนักงานเป็นเกณฑ์ออกแบบร่วมกับ หลักการออกแบบเก้าอี้ที่นั่งตามหลักการยศาสตร์ ประยุกต์ เข้ากับลักษณะการทำงานจริงของแต่ละงาน พบว่าระดับ ความเสี่ยงของท่าทางการทำงานลดลงเป็นระดับ 2 และ 3 สำหรับงานขัดจับมีดนั้น เห็นได้จากท่าทางการทำงานที่บิด เอี้ยวลำตัวน้อยลงเนื่องมาจากการออกแบบเก้าอี้ที่สามารถ หมุนได้ การยกแขนและไหล่ลดลงเนื่องมาจากการ ออกแบบเก้าอี้ที่มีที่พักแขนรองรับ ส่วนในงานเจียรนัยและ งานตะไบนั้นเห็นได้จากการวางตัวของขาขณะนั่งเป็น ธรรมชาติมากขึ้น ไม่มีการนั่งชันเข่า ท่าทางการนั่งที่มีการ ก้มหลังหรือโน้มลำตัวไปด้านหน้าลดลง เนื่องมาจากการ ออกแบบเก้าอี้ให้มีความสูงพอดีกับความสูงของขาทำนั่ง และออกแบบให้ระดับความสูงข้อศอกขณะนั่งอยู่ในระดับ เดียวกับงานที่ทำ ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลจาก แบบสอบถามภาวะความไม่สบายในการทำงาน หลังจาก ได้ปรับปรุงงานแล้วพบว่า พนักงานมีความรู้สึกไม่สบาย ในส่วนไหล่ แขนส่วนบน และหลังส่วนกลาง/ล่างลดลง จาก 6, 5.4 และ 5 ลดลงเป็น 5, 4 และ 3 ตามลำดับ ซึ่ง ถือว่าอยู่ในระดับความเจ็บปวดหรือไม่สบายที่เล็กน้อยถึง ปานกลาง สามารถหยุดงานนั่งพักสักครู่ก็หาย และ พนักงานรู้สึกพึงพอใจต่องานที่ปรับปรุงอีกด้วย แสดงให้ เห็นว่าการออกแบบเก้าอี้ตามหลักการยศาสตร์ที่เหมาะสม สัดส่วนร่างกายผู้นั่ง และลักษณะงานที่ทำ สามารถลด ความเสี่ยงของท่าทางการทำงานได้

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก สำนักงานกองทุน สนับสนุนการวิจัย (สกว.) ภายใต้โครงการพัฒนานักวิจัย และงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม ระดับปริญญาโท ครั้งที่ 1 และได้รับการเอื้อเฟื้อสถานที่ และข้อมูลสำหรับการวิจัย จากกลุ่มอ้อมทรัพย์บ้านร่องตี่มิด จังหวัดเชียงใหม่ ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ประเทือง หงสราณกร และคณะ. แนวทางการจัดการโปรแกรมด้านการยศาสตร์สำหรับโรคกล้ามเนื้อและกระดูกที่เกิดจากการทำงานในอุตสาหกรรมหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี กรณีศึกษา เรื่อง การยศาสตร์แบบชุมชนมีส่วนร่วม. วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.
- [2] สำนักงานความปลอดภัยแรงงาน. สถานการณ์การดำเนินงานด้านความปลอดภัย และอาชีวอนามัยของประเทศไทย ปี 2555. กลุ่มงานยุทธศาสตร์ความปลอดภัยแรงงาน, 2555.
- [3] McAtamney, L. and Corlett, E.N. RULA: survey method for the investigation of work-related upper limb disorder. *Applied ergonomics*, 1993; 24(2): 91-99.
- [4] ชัยยุทธ วงศ์อัจฉริยา. การเปรียบเทียบวิธีการประเมินภาระทางการยศาสตร์ในสภาวะแวดล้อมการทำงานในวิสาหกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อม. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2550.
- [5] Marley, Robert J. and Kumar, N. (1996). An improved musculoskeletal discomfort assessment tool. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 17: 21-27.
- [6] กนกพร บุญจูบุตร และ กิตติศักดิ์ มีพา. การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของพนักงานทำดอกไม้กระดาษ. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2556, 16-18 ตุลาคม 2556, พัทยา ชลบุรี.
- [7] กิตติ อินทรานนท์. การยศาสตร์ (Ergonomics). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.
- [8] สุทธิ ศรีบุรพา. เออร์گونอมิกส์ (การยศาสตร์) ว่าด้วยการนั่งและเก้าอี้. กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2544.