

**การปรับปรุงสถานงานเพื่อลดการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ
ในกระบวนการเตรียมเส้นไหมของกลุ่มอาชีพทอผ้าไหมจังหวัดสุรินทร์**
**Improvement of Workstation to Decrease the Muscle Pain in the Silk Weaving
Preparation Process at the Weaving Group in Surin Province**

มานะริทินโย^{1,*} จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร¹ อมรศักดิ์ มาใหญ่¹ และ ภรณี หลาวทอง²

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

จังหวัดนครราชสีมา 30000

²คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดสุรินทร์ 32000

E-mail: manote@rmuti.ac.th

Manote Rithinyo^{1,*}, Jittiwat Nithikarnjanatharn¹, Amornsak Mayai¹ and Poranee Loatong²

¹Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhonratchasima

²Faculty of Management Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Surin

E-mail: manote@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

การออกแบบสถานงานและท่าทางการทำงานไม่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ ทำให้เกิดปัญหากับระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของผู้ปฏิบัติงานซึ่งเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิต งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการปรับปรุงสถานงานเพื่อลดการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อในกระบวนการเตรียมเส้นไหมของกลุ่มอาชีพทอผ้าไหมจังหวัดสุรินทร์ โดยใช้เทคนิคการคิดหาวิธีการปรับปรุงงานแบบ ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) เป็นเครื่องมือสำหรับปรับปรุงสถานงาน ประเมินการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อด้วยการประเมินค่าดัชนีความผิดปกติ (Abnormality index; AI) และการประเมินค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography; EMG) ตามพารามิเตอร์ Mean Frequency ผลการปรับปรุงสถานงานในกระบวนการเตรียมเส้นไหม สามารถลดค่าดัชนีความผิดปกติ (Abnormal Index) ของกลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุ 25-39 ปี 40-49 ปี 50-59 ปี และ 60 ปีขึ้นไป คิดเป็น 41.77, 40.41, 41.39 และ 42.97 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าดัชนีความผิดปกติของการปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุง ผลการประเมินค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยค่าความถี่เฉลี่ยของกล้ามเนื้อ Erector Spinae และ Trapezius พบว่าค่าความถี่เฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อของการปฏิบัติงานหลังการปรับปรุงมีค่าน้อยกว่าการปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุง และการปรับปรุงสถานงานการเตรียมเส้นไหมสามารถลดเวลาในกระบวนการเตรียมเส้นไหมลงได้ 65.06 เปอร์เซนต์

คำสำคัญ: ค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ; สถานีงาน; ความเมื่อยล้า

Abstract

The inappropriate ergonomic designs of workstation and work posture lead to the problem about the musculoskeletal system and muscles of workers. This became the important problem affecting the production efficiency. This study aims to improve the workstation to decrease the muscle pain in the silk weaving preparation process at the weaving group in Surin province. The ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) technique was used as tool to improve the workstation with purpose to find out the Abnormality index (AI) and Electromyography (EMG) based on the Mean Frequency. The result of the study found that the improvement could reduce the Abnormal Index of the sample groups who were 25-39, 40-49, 50-59 and more than 60 years old at the percentage of 41.77, 40.41, 41.39 and 42.97 respectively. The comparison of the Abnormality index (AI) using the Electromyography (EMG) focusing on the average rate of Erector Spinae and Trapezius muscle at work prior and after the improvement found that the average rate of muscle after the improvement was less than prior the improvement. Moreover, the improvement could reduce the time for silk weaving preparation process at 65.06%.

Keywords: Electromyography; EMG; Workstation; Postural fatigue

1. บทนำ

การสำรวจแรงงานนอกระบบ ปี พ.ศ. 2562 จากจำนวนผู้มีงานทำทั้งหมด 37.50 ล้านคน พบว่า เป็นแรงงานนอกระบบจำนวน 20.40 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 54.30 ซึ่งแรงงานนอกระบบร้อยละ 56.40 ทำงานอยู่ในภาคเกษตรกรรม แรงงานนอกระบบ จำนวน 6.20 ล้านคน หรือร้อยละ 30.40 ของแรงงานนอกระบบทั้งหมดมีปัญหาเจ็บป่วยจากการทำงานซึ่งเกิดจากอิริยาบถในการทำงาน (ไม่มีการเปลี่ยนลักษณะท่าทางในการทำงาน) มากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2561 พบว่า แรงงานนอกระบบยังคงประสบปัญหาไม่แตกต่างกัน [1] ท่าทางการทำงานที่ไม่ถูกหลักการยศาสตร์เป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดอาการผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal Disorders; MSDs) [2] ซึ่งพบว่าประชากรโลก 60-80 เปอร์เซ็นต์ มีปัญหาความผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ [3] ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ ได้แก่ อายุ เพศ ขนาดของร่างกาย ภาวะสุขภาพ ปัจจัยด้านการทำงาน ได้แก่ สภาพแวดล้อมการทำงาน ระยะเวลาการทำงานมากเกินไป ปัจจัยด้านการยศาสตร์ (ท่าทางการทำงานไม่เหมาะสม การงอตัวและการบิดตัว เอี้ยวหลัง และการเคลื่อนไหวแบบซ้ำ ๆ ของแขนและมือ) [4] จึงจำเป็นต้องปรับปรุงสถานีการทำงานให้ถูกต้องตามหลักการ

ศาสตร์ และให้ความรู้แก่ผู้ปฏิบัติงาน เพื่อให้เข้าใจท่าทางการทำงานที่ถูกต้อง เข้าใจสาเหตุของอาการปวดเมื่อย โครงร่างและกล้ามเนื้อ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ [2]

เมื่อพิจารณากระบวนการผลิตของกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในประเทศสมาชิกประชาคม เศรษฐกิจอาเซียนมีปัญหาคล้ายกัน คือ มีข้อจำกัดในเรื่องเทคโนโลยี [5] ซึ่งส่งผลโดยตรงต่ออาการปวดเมื่อย ระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของผู้ปฏิบัติงาน ผ้าไหมเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ประเภทผ้าและเครื่อง แต่งกาย อาชีพการทอผ้าไหมกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย แต่ผ้าไหมที่มีชื่อเสียงส่วนใหญ่อยู่ที่ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ [6] กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง 1 มีเกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมและ ผู้ผลิตผ้าไหม จำนวน 51,531 คน มีมูลค่าจำหน่ายผลิตภัณฑ์ไหมของกลุ่มจังหวัด ฯ ในปี พ.ศ. 2559 มีมูลค่า 8,621.42 ล้านบาท [7]

การทอผ้าไหมเป็นการทำให้เส้นไหม 2 กลุ่ม คือเส้นไหมยืนและเส้นไหมพุ่ง ชัดกันในลักษณะตั้งฉากกัน เส้นไหมทั้ง 2 กลุ่มต้องผ่านกระบวนการเตรียมเส้นไหม ซึ่งประกอบด้วยการตีเกลียวเส้นไหมและการควบเกลียว เส้นไหม กระทำโดยการกรอเส้นไหมเข้าหลอดไหมพร้อมกับดึงเส้นไหมเข้า-ออกในจังหวะและความยาวที่ เหมาะสม อุปกรณ์เตรียมเส้นไหมแบบเดิมใช้ต้นกำลังจากผู้ปฏิบัติงานซึ่งอยู่ในท่านั่งพับเพียบกับพื้น ใช้มือขวา หมุนมือหมุนเพื่อให้ล้อขับเคลื่อน มือซ้ายดึงเส้นไหมเข้าออกในจังหวะเหมาะสม เพื่อให้เส้นไหมมีความเหนียวมาก ขึ้น จากลักษณะดังกล่าวเป็นการทำงานผิดหลักการยศาสตร์ มีสาเหตุจากการออกแบบสถานงานและท่าทางการ ทำงานไม่ถูกต้องทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความเมื่อยล้า การแก้ปัญหาด้วยหลักการยศาสตร์สามารถป้องกันและแก้ไข ปัญหาความเมื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงานได้ เนื่องจากการเพิ่มระดับประสิทธิภาพแรงงานให้สูงขึ้น [8] ดังนั้น งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการปรับปรุงสถานการเตรียมเส้นไหม เพื่อลดการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อโดยใช้เทคนิคการคิดหา วิธีการปรับปรุงงานแบบ ECRS (Eliminate: E คือ การตัดทอนงานที่ไม่จำเป็นออก Combine: C คือ การรวมการ ทำงานที่คล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน Rearrange: R คือ การจัดเรียงลำดับของขั้นตอนการทำงานใหม่ และ Simplify: S คือ การปรับปรุงวิธีการทำงานให้ง่ายขึ้น) [9-10] ประเมินการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อด้วยการประเมินความเสี่ยงต่อ ปัญหาการบาดเจ็บของร่างกายด้วยการประเมินค่าดัชนีความผิดปกติ (Abnormality index; AI) และการ เปรียบเทียบสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อตามพารามิเตอร์ Mean Frequency

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

1) การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (cross-section analytic study) ประชากรสำหรับการศึกษา ได้แก่ ผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการเตรียมเส้นไหม จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 5,029 คน คำนวณกลุ่มตัวอย่างจาก ตารางสำเร็จรูปของเครจซี่และมอร์แกน [11] จำนวน 378 คน ดำเนินการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยใช้วิธีจับสลาก เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างมีโอกาสได้รับการคัดเลือกอย่างเท่าเทียมกัน และชี้แจง วัตถุประสงค์การศึกษา

2) การวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometry) ดำเนินการวัดสัดส่วนร่างกายทั้งลักษณะนิ่งและเคลื่อนไหวของกลุ่มตัวอย่างที่ทำงานในกระบวนการเตรียมเส้นไหม เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงสถานงานเพื่อลดการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อไหมและการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ ตำแหน่ง และทิศทางการเคลื่อนที่ของร่างกายมนุษย์ [12]

3) การปรับปรุงสภาพการปฏิบัติงานในกระบวนการเตรียมเส้นไหม โดยใช้ข้อมูลขนาดร่างกายของผู้ปฏิบัติงานที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 เป็นหลักเกณฑ์การออกแบบ

4) การประเมินค่าดัชนีความผิดปกติ เพื่อประเมินความล้าทั้งทางด้านร่างกายและทางด้านจิตใจของผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการเตรียมเส้นไหม โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุ 25-39 ปี จำนวน 94 คน ช่วงอายุ 40-49 ปี จำนวน 94 คน ช่วงอายุ 50-59 ปี จำนวน 95 คน และ อายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 95 คน รายละเอียดแบบสัมภาษณ์ประกอบด้วย (1) ความเมื่อยล้าทั่วไป (2) ความเล็งต่อการเจ็บปวดและบาดเจ็บ (3) ระดับความสนใจต่องาน (4) ความซับซ้อนของลักษณะงาน (5) ความยากง่ายของการทำงาน (6) จังหวะการทำงาน (7) ความรับผิดชอบในการทำงาน และ (8) ความเป็นอิสระในการทำงาน แต่ละหัวข้อการสัมภาษณ์แบ่งระดับความรุนแรง 10 ระดับคะแนน ได้แก่ ระดับ 0-9 (0 หมายถึง ความรุนแรงน้อยที่สุด และ 9 หมายถึง ความรุนแรงมากที่สุด) ค่าดัชนีความผิดปกติ จำนวนดังสมการที่ 1 [12]

$$AI = \frac{\Sigma(1,2,4,5,6,7) - \Sigma(3,8)}{8} \quad (1)$$

เมื่อ $A_i < 0$ หมายถึง ไม่มีปัญหาอะไร $0 < A_i < 2$ หมายถึง มีปัญหาเล็กน้อยพอทนได้
 $2 < A_i < 3$ หมายถึง ต้องเอาใจใส่ ระมัดระวัง $3 < A_i < 4$ หมายถึง มีปัญหามากขึ้นจะรับไม่ได้
 $4 < A_i$ หมายถึง รับไม่ได้แก้ไขทันที

5) การวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้านซ้ายและขวาด้วย Electromyography: EMG ของกลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณ Erector Spinae และ Anterior Deltoid เวลาการบันทึกข้อมูล 2 ช่วงเวลา ได้แก่ 09.00 น. ถึง 11.00 น. และ 13.00 น. ถึง 15.00 น. และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

6) การเก็บข้อมูลประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการเตรียมเส้นไหมก่อนและหลังการปรับปรุงระยะเวลาการบันทึกข้อมูล 2 ช่วงเวลา ได้แก่ 09.00 ถึง 11.00 น. และ 13.00 ถึง 15.00 น.

3. ผลการศึกษา

3.1 การประเมินค่าดัชนีความผิดปกติของผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการเตรียมเส้นไหม

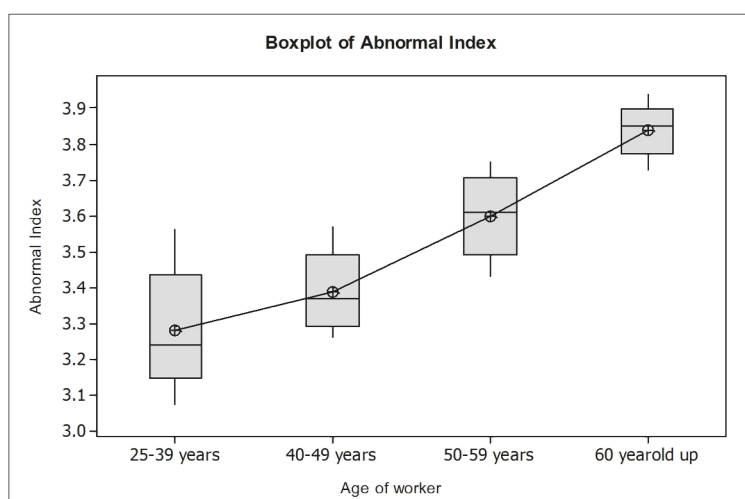
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการศึกษาเป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 51.61 ปี ดังรูปที่ 1 มีประสบการณ์เกี่ยวข้องกับการทอผ้าไหมเฉลี่ย 18.57 ปี ซึ่งสอดคล้องกับอายุของกลุ่มตัวอย่างซึ่งส่วนใหญ่อายุ 50 ปีขึ้นไป กลุ่มตัวอย่างมี

ดัชนีมวลกายเฉลี่ย (Body Mass Index: BMI) เท่ากับ 24.31 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หมายถึง น้ำหนักเกิน (โรคอ้วนระดับที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะงานที่ต้องนั่งทำงานเป็นเวลานาน



รูปที่ 1 ลักษณะการนั่งทำงานของกระบวนการเตรียมเส้นไหม

ผลการประเมินค่าดัชนีความไม่ปกติ พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุ 25-39 ปี มีค่าดัชนีความไม่ปกติน้อยที่สุด เท่ากับ 2.63 หมายถึง ต้องเอาใจใส่ ระมัดระวัง และ กลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุ 60 ปีขึ้นไป มีค่าดัชนีความไม่ปกติมากที่สุด เท่ากับ 3.73 หมายถึง มีปัญหามากขึ้นจะรับไม่ได้ ซึ่งมากกว่าค่าดัชนีความไม่ปกติของกลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุ 25-39 ปี คิดเป็น 25.87 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มตัวอย่างมีอายุมากขึ้นทำให้ค่าดัชนีความไม่ปกติเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งหมายถึงมีความเสี่ยงต่อการผิดปกติของระบบโครงร่างกระดูกและกล้ามเนื้อมากกว่า ซึ่งพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุ 25-39 ปี มีค่าการกระจายของค่าดัชนีความไม่ปกติมากที่สุด ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 Box plot การเปรียบเทียบค่าดัชนีความไม่ปกติแต่ละช่วงอายุ

3.2 การปรับปรุงสถานี่งานการเตรียมเส้นไหม

สาเหตุที่ส่งผลต่อความปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและกำลังการผลิต ได้แก่ กลไกการทำงานไม่เหมาะสม การทำงานต่อเนื่อง และสถานี่งานไม่เหมาะสม แนวทางการปรับปรุงสถานี่งานการเตรียมเส้นไหม ดังนี้

1) การปรับปรุงเก้าอี้และโต๊ะสำหรับการเตรียมเส้นไหม การทำงานในกระบวนการเตรียมเส้นไหมของผู้ปฏิบัติงาน พบว่า มีการยกไหล่และแขน บิดลำตัว ข้อมือ และโน้มลำตัวออกด้านข้างและด้านหน้า ซึ่งเป็นท่าทางผิดหลักการยศาสตร์อาจส่งผลต่อความผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ [13] การออกแบบเก้าอี้และโต๊ะทำงานให้เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ปฏิบัติงานช่วยลดการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อได้ การวัดสัดส่วนร่างกายของผู้ปฏิบัติงานเพื่อใช้ออกแบบเก้าอี้และโต๊ะทำงาน โดยประยุกต์จากการออกแบบเก้าอีนั่งตามหลักการยศาสตร์ [14] ดังตารางที่ 1

การออกแบบเก้าอี้และโต๊ะทำงานที่มีขนาดเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน ดังนี้

- การออกแบบความสูงของเก้าอี้ กำหนดจากค่าความสูงใต้เข่าอ่อนของผู้ปฏิบัติงานบวกค่าเพื่อความสูงของรองเท้า 2.5 เซนติเมตร [14] ดังนั้นความสูงของเก้าอี้ เท่ากับ 42.70 เซนติเมตร และออกแบบเก้าอี้ให้สามารถปรับความสูงถึง 647.90 เซนติเมตร เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถนั่งได้

ตารางที่ 1 ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของพนักงานขณะอยู่ในท่านั่ง

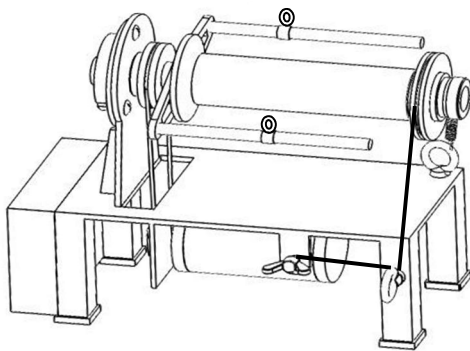
สัดส่วนร่างกาย	สัดส่วนร่างกาย (เซนติเมตร)			
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความสูงนั่ง	77.80	84.60	81.20	1.65
ความกว้างโคนขา	27.90	33.40	30.70	3.42
ความกว้างสะโพก	30.50	39.20	34.90	2.96
ระยะระหว่างข้อศอก	33.20	38.30	35.80	4.03
ความสูงใต้เข่าอ่อน	40.20	45.40	42.80	5.32
ระยะระหว่างกันถึงข้อพับด้านในหัวเข่า	33.40	37.20	35.30	6.78
ความสูงข้อศอก	13.80	19.40	16.60	7.91
ความสูงไหล่	56.20	63.60	59.90	2.77

- การออกแบบความลึกของเก้าอี้ กำหนดจากค่าต่ำสุดของระยะระหว่างกันถึงข้อพับด้านในหัวเข่า (33.40 เซนติเมตร) และลบค่าเผื่อของระยะห่างระหว่างข้อพับกับขอบเบาะเก้าอี้ 5 เซนติเมตร เพื่อลดแรงกดเส้นที่ต้นขา [13] ความลึกของเก้าอี้ เท่ากับ 28.40 เซนติเมตร

- การออกแบบความกว้างของเก้าอี้ กำหนดจากค่าสูงสุดของความกว้างสะโพก (39.20 เซนติเมตร) และบวกค่าเผื่อระยะห่างที่พนักและระยะการปรับเปลี่ยนกิริยาบท ข้างละ 5 เซนติเมตร [13] ความกว้างของเก้าอี้ เท่ากับ 49.20 เซนติเมตร

- การออกแบบความหนาเบาะนั่งเก้าอี้ เท่ากับ 5 เซนติเมตร ขอบปลายด้านหน้าของเบาะนั่งเก้าอี้มีความลาดเอียง 3 องศา และทำด้วยวัสดุที่มีความยืดหยุ่นเพื่อให้กล้ามเนื้อผ่อนคลาย [13]
- การออกแบบที่พักแขน กำหนดจากค่าเฉลี่ยของความสูงข้อศอก เท่ากับ 16.60 เซนติเมตร
- การออกแบบพนักพิงเก้าอี้ให้มีความเอียง 100 องศา กับแนวระนาบ และออกแบบความสูงของพนักพิงซึ่งกำหนดจากค่าสูงสุดของความสูงไหล่ เท่ากับ 63.60 เซนติเมตร ทั้งนี้เพื่อให้ครอบคลุมผู้ปฏิบัติงานทั้งหมดและลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อหลัง [13]
- การออกแบบความสูงของโต๊ะวางเครื่องควบเกลียวเส้นไหม ควรมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับความสูงของข้อศอกขณะนั่ง [15] ค่าเฉลี่ยของความสูงข้อศอก เท่ากับ 16.60 เซนติเมตรรวมกับการออกแบบความสูงของเก้าอี้ เท่ากับ 42.70 เซนติเมตร ดังนั้นความสูงของโต๊ะ เท่ากับ 59.30 เซนติเมตร

2) การปรับปรุงสถานงานเพื่อลดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อของผู้ปฏิบัติงานด้วยการพัฒนาเครื่องควบเกลียวเส้นไหม โดยใช้เทคนิคการคิดหาวิธีการปรับปรุงงานแบบ ECRS เป็นเครื่องมือสำหรับประยุกต์ใช้ ซึ่งใช้เฉพาะ E และ S ดังนี้ E-Eliminate การออกแบบขั้นตอนการควบเกลียวเส้นไหมจากเส้นไหมที่อยู่ในอঙ্กไหม ทำให้สามารถตัดทอนขั้นตอนการจัดเตรียมเส้นไหม การกรอเส้นไหมใส่หลอดและการตรวจสอบเส้นไหม และ S-Simplify การออกแบบเครื่องควบเกลียวเส้นไหมโดยให้มีมอเตอร์เป็นต้นกำลังที่สามารถควบคุมความเร็วตามต้องการ ดังรูปที่ 3 (ก) และปรับปรุงวิธีการทำงานโดยให้ผู้ปฏิบัติงานนั่งปฏิบัติงานบนเก้าอี้ที่มีพนักพิง และใช้มือขวาจับเส้นไหมให้ตึงและปล่อยเส้นไหมให้เคลื่อนที่ม้วนเก็บตามจังหวะการทำงานของเครื่อง ดังรูปที่ 3 (ข)



ก) แบบร่างเครื่องควบเกลียวเส้นไหม



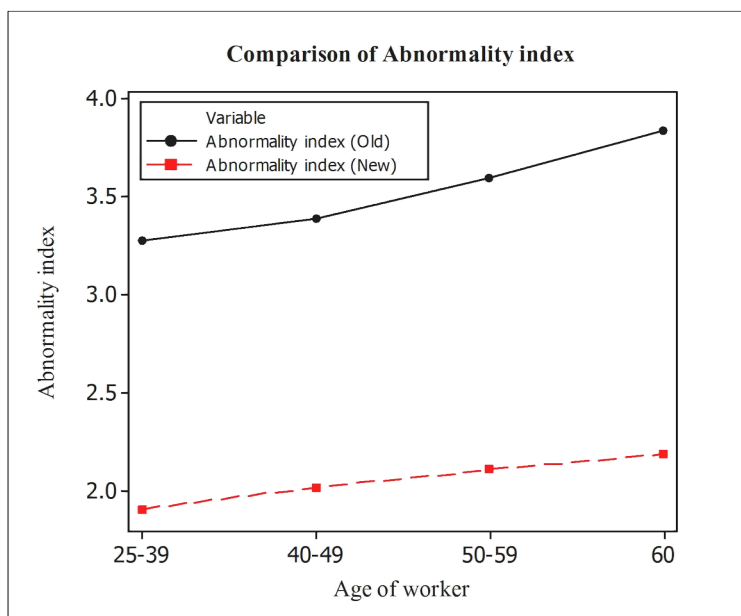
ข) วิธีการทำงาน

รูปที่ 3 เครื่องควบเกลียวเส้นไหม (อนุสิทธิบัตร เลขที่ 15546)

3.3 ผลการประเมินค่าดัชนีความไม่ปกติ

การประเมินค่าดัชนีความไม่ปกติของการปฏิบัติงานหลังการปรับปรุงสถานงาน พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุ 25-39 ปี 40-49 ปี 50-59 ปี และ 60 ปีขึ้นไป มีค่าดัชนีความไม่ปกติ เท่ากับ 1.91, 2.02, 2.11 และ 2.19 ตามลำดับ ซึ่งลดลงคิดเป็น 41.77, 40.41, 41.39 และ 42.97 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าดัชนีความไม่

ปกติของการปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุง จากรูปที่ 4 ค่าดัชนีความไม่ปกติของการปฏิบัติงานหลังการปรับปรุงมีค่าเพิ่มขึ้นตามช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่าง ช่วงอายุ 60 ปีขึ้นไป มีค่ามากที่สุด ซึ่งมากกว่าช่วงอายุ 25-39 ปี คิดเป็น 14.69 เปอร์เซ็นต์ แต่ความชันของกราฟค่าดัชนีความไม่ปกติมีแนวโน้มลดลง

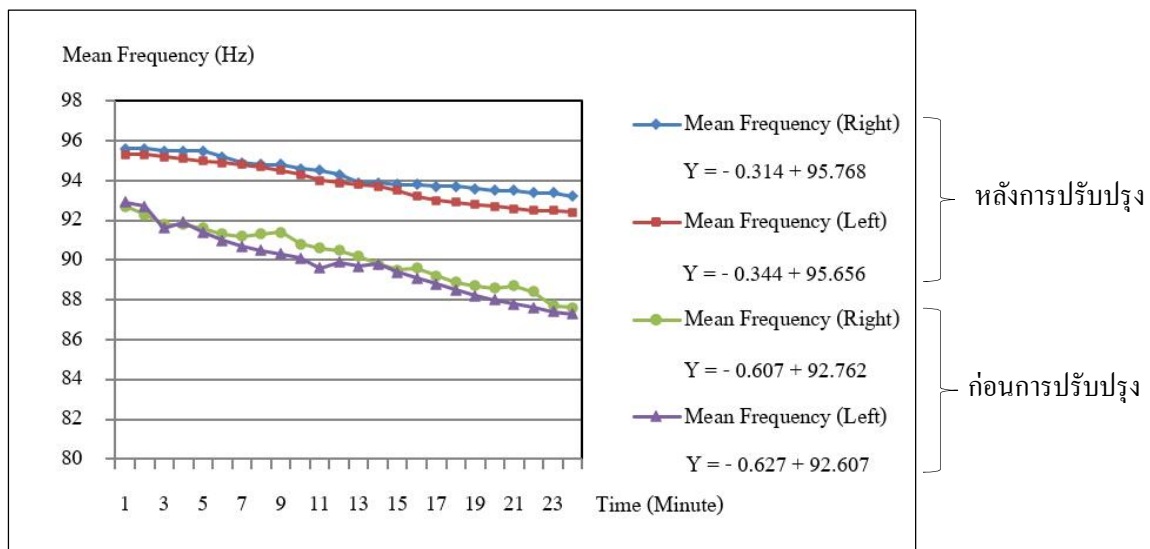


รูปที่ 4 เปรียบเทียบค่าดัชนีความไม่ปกติของกระบวนการเตรียมเส้นไหม

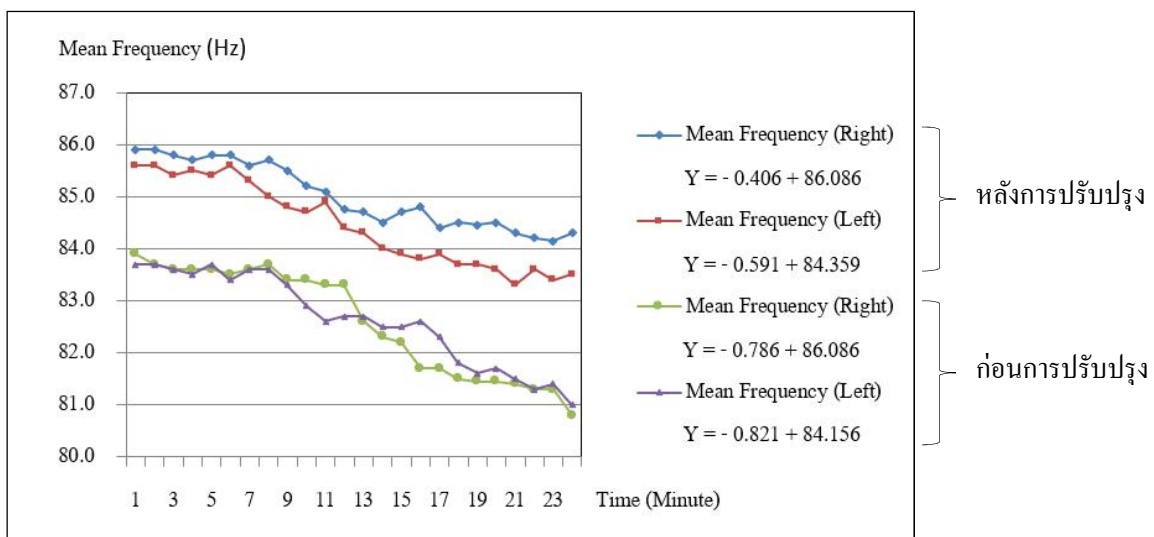
3.4 การเปรียบเทียบสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

การปรับปรุงสถานีงานในกระบวนการเตรียมเส้นไหมด้วยการพัฒนาเครื่องควบคุมเกลียวเส้นไหม เมื่อเปรียบเทียบสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกลุ่มกล้ามเนื้อ Erector Spinae ด้านขวาและซ้ายของผู้ปฏิบัติงาน พบว่าการปฏิบัติงานหลังการปรับปรุงสถานีงาน เมื่อพิจารณาค่า Mean Frequency เท่ากับ -0.314 และ -0.344 ตามลำดับ มีค่าความชันมากกว่ากลุ่มกล้ามเนื้อของการปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุงสถานีงาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ -0.607 และ -0.627 ตามลำดับ หมายถึงกลุ่มกล้ามเนื้อ Erector Spinae ของการปฏิบัติงานหลังการปรับปรุงสถานีงานเกิดความเมื่อยล้าน้อยกว่า ดังรูปที่ 5

การเปรียบเทียบสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกลุ่มกล้ามเนื้อ Anterior Deltoid ด้านขวาและซ้ายของผู้ปฏิบัติงาน พบว่าการปฏิบัติงานหลังการปรับปรุงสถานีงาน เมื่อพิจารณาค่า Mean Frequency เท่ากับ -0.406 และ -0.591 มีค่าความชันมากกว่ากลุ่มกล้ามเนื้อของการปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุงสถานีงาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ -0.786 และ -0.821 ตามลำดับ หมายถึง กลุ่มกล้ามเนื้อ Anterior Deltoid ของการปฏิบัติงานหลังการปรับปรุงสถานีงานเกิดความเมื่อยล้าน้อยกว่า ดังรูปที่ 6

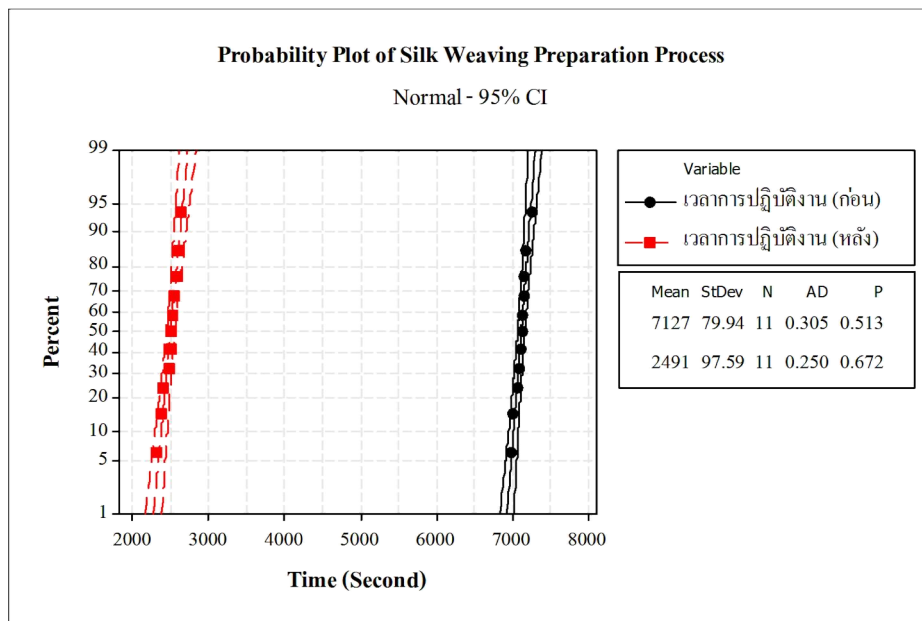


รูปที่ 5 การเปรียบเทียบค่า Mean Frequency ของกลุ่มกล้ามเนื้อ Erector Spinae



รูปที่ 6 การเปรียบเทียบค่า Mean Frequency ของกลุ่มกล้ามเนื้อ Anterior Deltoid

ผลการปรับปรุงสถานการณ์งานเพื่อลดการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อในกระบวนการเตรียมเส้นไหม สามารถลดเวลาการปฏิบัติงานในกระบวนการเตรียมเส้นไหม เท่ากับ 4,637 วินาที หรือ เท่ากับ 65.06 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 เวลาการเตรียมเส้นไหมก่อนและหลังการปรับปรุง

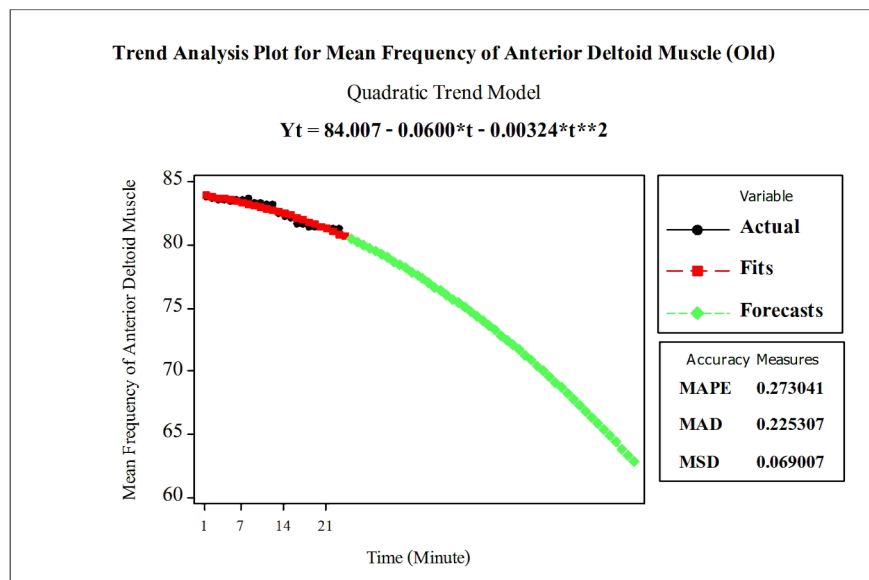
4. อภิปรายผลการศึกษา

การทำงานในกระบวนการเตรียมเส้นไหม มีการเคลื่อนไหวของแขนทั้งสองข้างอย่างต่อเนื่อง เป็นการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นเป็นความสูญเสียที่เกิดจากท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม ลักษณะการทำงานที่ต้องใช้ความเร็ว ภาระงานหนัก ท่าทางการทำงานซ้ำ ๆ บ้างจึงดังกล่าวก่อให้เกิดอาการเมื่อยล้า [16-17] ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อและกระดูก เรียกว่า โรคความผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ [18] กลุ่มตัวอย่างที่ทำงานในกระบวนการเตรียมเส้นไหมที่มีช่วงอายุ 25-39 ปี มีค่าดัชนีความไม่ปกติน้อยกว่าช่วงอายุอื่น ๆ กลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุ 60 ปีขึ้นไป มีค่าดัชนีความไม่ปกตินมากที่สุด เท่ากับ 3.73 ซึ่งหมายถึง มีปัญหา มากขึ้นจะรับไม่ได้ ซึ่งอายุของผู้ปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความเมื่อยล้า [19]

การวัดค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วย EMG ของการปฏิบัติงานหลังการปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ Mean Frequency กลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณ Erector Spinae และ Anterior Deltoid มีความชันมากกว่ากลุ่มกล้ามเนื้อของการปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุง หมายถึงกลุ่มการปฏิบัติงานหลังการปรับปรุงเกิดอาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อจากการทำงานน้อยกว่าเนื่องจากการปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุงผู้ปฏิบัติงานทำงานอยู่ในท่านั่งพับเพียบ การนั่งลักษณะดังกล่าวทำให้กระดูกเชิงกรานยกตัวไม่เท่ากัน ทำให้เกิดการโค้งงอของกระดูกสันหลังส่วนอกและเอว และกล้ามเนื้อ สะโพก กล้ามเนื้อหลังทำงานไม่สมดุลกัน [20] และทำให้การกระจายน้ำหนักลงพื้นไม่เท่ากัน [21] การนั่งพับเพียบทำให้จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายไม่อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของพื้นที่ฐานรองรับของร่างกาย ทำให้เสี่ยงต่อการ เหยียงล้ม [22] ซึ่งมีผลต่อภาวะกระดูกสันหลังคด ทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อทั้ง 2 ด้าน ไม่สมดุลกัน [23-24]

การปฏิบัติงานหลังการปรับปรุงผู้ปฏิบัติงานนั่งทำงานบนเก้าอี้มีพนักพิงสามารถเอนหลังเพื่อลดความเมื่อยล้าเครื่องควบคุมความเร็วเส้นไหมจตุรัสบนโต๊ะที่มีความสูงสอดคล้องกับการนั่งทำงานทำให้ความเมื่อยล้าของหัวไหล่และแขนของผู้ปฏิบัติงานลดลง ค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วย EMG ของการปฏิบัติงานหลังการปรับปรุงมีค่า Mean Frequency มากกว่าการปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุง หมายถึงกลุ่มกล้ามเนื้อเกิดการเมื่อยล้าน้อยกว่าการปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุงสถานการณ์งาน

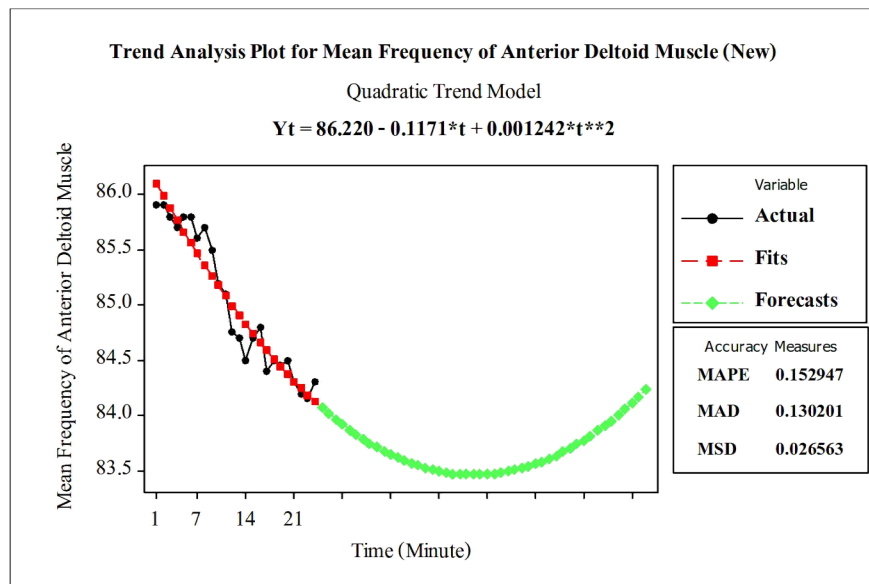
เมื่อพยากรณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่า Mean Frequency ของกลุ่มกล้ามเนื้อ Anterior Deltoid ของการทำงาน 8 ชั่วโมง พบว่าการปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุงมีค่า Mean Frequency ลดลงเรื่อย ๆ ซึ่งชั่วโมงสุดท้ายของการทำงานมีค่า Mean Frequency เท่ากับ 62.90 ดังรูปที่ 8 ซึ่งหมายถึงความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากการทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานานจะทำให้เกิดความล้าเรื้อรัง [25] การทำงานช่วงเช้าจะมีความรู้สึกเมื่อยล้าน้อยกว่าช่วงบ่าย โดยจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการทำงาน ซึ่งทำให้รู้สึกเมื่อยล้าเกิดขึ้นสูงสุดในช่วงเลิกงาน [26]



รูปที่ 8 การพยากรณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่า Mean Frequency ของกลุ่มกล้ามเนื้อ Anterior Deltoid ของการปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุงสถานการณ์งาน

สำหรับการปฏิบัติงานหลังการปรับปรุงค่า Mean Frequency มีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ ในช่วงแรกและเพิ่มขึ้นในช่วงครึ่งหลังของเวลาการทำงาน และชั่วโมงสุดท้ายของการทำงานมีค่า Mean Frequency เท่ากับ 84.23 ดังรูปที่ 9 ซึ่งหมายถึงความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อเนื่องจากการทำงานน้อยกว่าการปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุงและมีแนวโน้มลดลง ดังนั้นการปรับปรุงสภาพการปฏิบัติงานให้มีความเหมาะสมกับขนาดร่างกายของกลุ่มตัวอย่างช่วยลดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อเนื่องจากการทำงาน และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน [27] เมื่อสถานประกอบการมีการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยเป็นอย่างดี ผู้ปฏิบัติงานจะมีความเสี่ยงด้านสุขภาพ

อยู่ในระดับต่ำ [28] การปรับปรุงวิธีการทำงานเป็นการพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่สามารถปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงเพื่อให้การทำงานงานของคนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น [29] ดังนั้นการออกแบบสถานที่ทำงานตามหลักการยศาสตร์ช่วยให้ท่าทางการทำงานดีขึ้น ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสูงขึ้นได้ [30-31] รวมทั้งยังส่งผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานและช่วยรักษาความสามารถการใช้งานของแรงงาน [32]



รูปที่ 9 การพยากรณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่า Mean Frequency ของกลุ่มกล้ามเนื้อ Anterior Deltoid ของการปฏิบัติงานหลังการปรับปรุงสถานงาน

5. สรุปผลการศึกษา

การทำงานผิดหลักการยศาสตร์มีสาเหตุจากการออกแบบสถานงานและท่าทางการทำงานไม่ถูกต้อง ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความเมื่อยล้า การปรับปรุงสถานีให้ถูกตามหลักการยศาสตร์จึงสามารถเพิ่มระดับประสิทธิภาพของผู้ปฏิบัติงานให้สูงขึ้น การปรับปรุงสถานงานด้วยการออกแบบโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสรีระของผู้ปฏิบัติงาน รวมทั้งการพัฒนาเครื่องควบเกลียวเส้นไหมโดยใช้เทคนิคการคิดหาวิธีการปรับปรุงงานแบบ ECRS เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาเป็นแนวทางการปรับปรุงสถานงานที่สามารถลดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อของผู้ปฏิบัติงานและสามารถเพิ่มกำลังการผลิตให้สูงขึ้น ผลการปรับปรุงสถานงานในกระบวนการเตรียมเส้นไหมสามารถลดค่าดัชนีความไม่ปกติของกลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุ 25-39 ปี 40-49 ปี 50-59 ปี และ 60 ปีขึ้นไป คิดเป็น 41.77, 40.41, 41.39 และ 42.97 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าดัชนีความไม่ปกติของการปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุง ผลการประเมินค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยค่าความถี่เฉลี่ยของกล้ามเนื้อ Erector Spinae และ Trapezius พบว่าค่าความถี่เฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อของการปฏิบัติงานหลังการปรับปรุงมีค่าน้อยกว่าการปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุง และการปรับปรุงสถานงานการเตรียมเส้นไหมสามารถลดเวลาในกระบวนการเตรียมเส้นไหม

ลงได้ 65.06 เปอร์เซ็นต์ ผลของการศึกษานี้อาจใช้สำหรับการปรับปรุงสถานงานอื่น ๆ ของกระบวนการทอผ้าไหม เพื่อลดการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจากการทำงานของกลุ่มอาชีพทอผ้าไหม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยสำหรับการสนับสนุนการวิจัย ขอขอบคุณประธานและสมาชิกกลุ่มทอผ้าไหมจังหวัดสุรินทร์ทุกท่านที่ได้มีส่วนช่วยให้งานวิจัยดังกล่าวนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] The National Statistical Office, Conclusions of informal labor surveys, Forecasting Division, The National Statistical Office, Ministry of Digital Economy and Society (MDES), 2019.
- [2] W. Holmes, P.Y. Lam, P. Elkind and K. Pitts, "The effect of body mechanics education on the work performance of fruit warehouse workers," Work, Vol. 31, No. 4, 2008, pp. 461-471.
- [3] A. Youprasert, "Factors affecting decision of patients with myopathy to choose Thai traditional massage services at public health care unit Lamphun municipality," Master of Public Health, Chiang Mai University, ChiangMai, 2009, pp. 45-88.
- [4] J.H. Chang, J.D. Wu, C.Y. Liu and D.J. Hsu, "Prevalence of musculoskeletal disorders and ergonomic assessments of cleaners," American journal of industrial medicine, Vol. 55, No. 7, 2012, pp. 593-604.
- [5] M. Irjayanti and A.M. Azis, "Barrier factors and potential solutions for Indonesian SMEs," Procedia Economics and Finance, Vol. 4, 2012, pp. 3-12.
- [6] S. Bunchu and N. Rakphong, "Wisdom of Indigenous Thai Silk Yarn," Department of Sericulture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2012, pp. 2-16.
- [7] Integrated Provincial Group Management Committee Lower Northeast Provinces 1. Lower Northeastern Province Development Group Plan 1 (2018 - 2021) Revised Edition Year 2019 [Online], Available: http://www.osmnortheast-sl.moi.go.th/file/plan_develop/1517973791.pdf [March 1, 2020].
- [8] V.G. Duffy, "The impact of organizational ergonomics on work effectiveness: with special reference to concurrent engineering in manufacturing industries," Ergonomics, Vol. 42, No.4, 1999, pp.614-637.
- [9] G.J. Pawar, N.S. Sirdeshpande, A.B. Atram and P.R. Patil, "Reduction in setup change time of a machine in a bearing manufacturing plant using SMED and ECRS," International Journal of Engineering Research, Vol. 3, No. 5, 2014, pp. 321-323.

- [10] S. Waghambare, S. Londhe, R. Rakibe, Y. Nalawade, S. Bire and S. Dixit, "Review on design and automation of axle assembly by using jig and fixture on conveyor process line," 2016 16th International Conference on Emerging Trends in Engineering and Management Research (ICETEMR-16), Maharashtra, 2016, pp. 95-104.
- [11] I. Kuorinka, B. Jonsson, A. Kilbom, H. Vinterberg, F. Biering-Sørensen, G. Andersson and K. Jørgensen, "Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms," Applied ergonomics, Vol. 18, No. 3, 1987, pp. 233-237.
- [12] K. Inthanon, Ergonomics, 1st edition, Chulalongkorn University, Bangkok, 2005.
- [13] S. Sriburapha, Ergonomics on sitting and chairs, 1st edition, Physics Center, Bangkok, 2001.
- [14] O. Yomkerd, P. Trevittaya and N. Charoenchai, "The Improvement of Worker's Sitting Postures in Knife Forging Industry by Ergonomics Principles," Engineering Journal Chiang Mai University, Vol. 22, No. 3, 2015, pp. 10-20.
- [15] S. Pheasant, Ergonomics, 1st edition, Macmillan, Hong Kong, 1991.
- [16] L. Aasmoe, B. Bang, C. Egeness and M.L. Løchen, "Musculoskeletal symptoms among seafood production workers in North Norway," Occupational medicine, Vol. 58, No. 1, 2008, pp. 64-70.
- [17] R.K. Raanaas and D. Anderson, "A questionnaire survey of Norwegian taxi drivers' musculoskeletal health, and work-related risk factors," International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 38, No. 3, 2008, pp. 280-290.
- [18] S.A. Ferguson, W.S. Marras, W.G. Allread, G.G. Knapik, K.A. Vandlen, R.E. Splittstoesser and G. Yang, "Musculoskeletal disorder risk as a function of vehicle rotation angle during assembly tasks," Applied ergonomics, Vol. 42, No. 5, 2011, pp. 699-709.
- [19] A. Hinz, C.F. Barboza, S. Barradas, A. Körner, V. Beierlein and S. Singer, "Fatigue in the general population of Colombia-Normative values for the Multidimensional Fatigue Inventory MFI-20," Oncology Research and Treatment, Vol. 36, No. 7-8, 2013, pp. 403-407.
- [20] P. van Geffen, J. Reenalda, P.H. Veltink and B.F. Koopman, "Decoupled pelvis rotation in sitting: a passive motion technique that regulates buttock load associated with pressure ulcer development," Journal of biomechanics, Vol. 42, No. 9, 2009, pp. 1288-1294.
- [21] Y. Kurazumi, T. Tsuchikawa, N. Matsubara and T. Horikoshi, "Effect of posture on the heat transfer areas of the human body," Building and Environment, Vol. 43, No. 10, 2008, pp. 1555-1565.
- [22] J. Massion, "Postural control system," Current opinion in neurobiology, Vol.4, No.6, 1994, pp.877-887.
- [23] S.M. Anderson, "Spinal curves and scoliosis," Radiologic technology, Vol. 79, No. 1, 2007, pp.44-65.

- [24] P.B. O’Sullivan, K.M. Grahamslaw, M. Kendell, S.C. Lapenskie, N.E. Möller and K.V. Richards, “The effect of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain-free population,” *Spine*, Vol. 27, No. 11, 2002, pp. 1238-1244.
- [25] Sukhothai Thammathirat University, Ergonomics Unit 11-15, Sukhothai Thammathirat University, Nonthaburi, 2016, pp. 6-60.
- [26] K. Phankub, L. Ratanaarporn and N. Narumon Wongthanasoonthorn, “WorkStation Improvement for Muscular Fatigue Reduction among Female Operators in Handicraft Mulberry Paper,” *Kasetsart Engineering Journal*, Vol. 23, No. 73, 2010, pp. 85-94.
- [27] A. Sungkhapong, K. Pochana and W. Auesujaridwong, “Workstation Improvement for Risk Reduction of Muscular Fatigue Among Production Workers in Tuna Manufacturing Process: A Case Study of a Seafood Processing Factory,” *The Journal of KMUTNB*, Vol. 23, No. 3, 2013, pp.654-663.
- [28] P. Bunprom, S. Chaiyanan and S. Chaiyanan, “The Study on Factors Affecting Health Risk from Work of Employee of a Pump and Valve Service in Pluak Daeng District, Rayong Province,” *National and International Conference on Quality in Management and Innovation*, 3rd, Siam Technology College (STC), 2017, pp. 1935-1944.
- [29] A. Sungkhapong, K. Pochana and W. Auesujaridwong, “Workstation Improvement for Risk Reduction of Muscular Fatigue Among Production Workers in Tuna Manufacturing Process: A Case Study of a Seafood Processing Factory,” *The Journal of KMUTNB*, Vol. 23, No. 3, 2013, pp. 654-663.
- [30] P.G. Dempsey, R.W. McGorry and N.V. O’Brien, “The effects of work height, work piece orientation, gender, and screwdriver type on productivity and wrist deviation,” *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 33, No. 4, 2004, pp. 339-346.
- [31] J.T. Black, *Design and implementation of lean manufacturing systems and cells*, Handbook of Cellular Manufacturing Systems, Wiley & Sons, New York, 1999.
- [32] J.H. Thun, A. Größler and S. Miczka, “The impact of the demographic transition on manufacturing: Effects of an ageing workforce in German industrial firms,” *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 18, No. 8, 2007, pp. 985-999.