การปรับปรุงสถานีงานคัดแยกจดหมายโดยหลักการยศาสตร์

นางสาวกนกพร แสงตะวัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2554

ERGONOMIC IMPROVEMENT OF MAIL SORTING WORKSTATION

Kanokporn Sangtawan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Suranaree University of Technology

Academic Year 2011

การปรับปรุงสถานีงานคัดแยกจดหมายโดยหลักการยศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____

(ผศ. ดร.ยงยุทธ เสริมสุธีอนุวัฒน์)
ประธานกรรมการ

_____

(ผศ. ดร.พรศิริ จงกล)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

_____

(ผศ. ดร.พงษ์ชัย จิตตะมัย)
กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

_____ _____

(ศ. ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์) (รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

กนกพร แสงตะวัน : การปรับปรุงสถานีงานคัดแยกจดหมายโดยหลักการยศาสตร์ (ERGONOMIC IMPROVEMENT OF MAIL SORTING WORKSTATION) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ จงกล, 141 หน้า.

การปฏิบัติงานคัดแยกจดหมายแบบใช้แรงงานคนเป็นการทำงานที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายแบบซ้ำซากเป็นเวลานาน ไม่ว่าจะเป็นการบิดลำตัว การเอื้อมลำตัว จึงอาจทำให้เกิดการเจ็บปวดหรือบาดเจ็บได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินภาระงานของพนักงานคัดแยกจดหมาย และปรับปรุงสถานีงานของพนักงานคัดแยกจดหมายตามหลักการยศาสตร์ โดยทำศึกษาด้วยการประเมินภาระงานของพนักงานคัดแยกจดหมายด้วยวิธี Rapid Upper Limb Assessment (RULA) และการสอบถามโดยแบบสอบถามระดับคะแนนความเจ็บปวดต่าง ๆ ของร่างกาย แล้วทำการปรับปรุงสถานีงานตามหลักการยศาสตร์ หลังจากนั้นทำการทดลองเพื่อประเมินความแตกต่างระหว่างสถานีคัดแยกจดหมายที่ใช้ปัจจุบันและที่ออกแบบใหม่โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาและค่าภาระงานของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้าและชุดกลางที่ใช้ในการคัดแยกจดหมาย

ผลการวิจัยพบว่า การประเมินภาระงานคัดแยกจดหมายซึ่งประกอบด้วยการใช้การประเมินด้วยวิธี RULA ให้คะแนนความเสี่ยงต่อการเจ็บปวดของพนักงานในระดับ 5 หมายถึงควรมีการปรับปรุง และผลการตอบแบบสอบถามให้ผลลัพธ์คือเจ็บปวดบริเวณไหล่ร้อยละ 70 รองลงมาคือข้อมือร้อยละ 50 และถัดมาคือหลังล่างร้อยละ 50 และจากการประเมินความแตกต่างระหว่างสถานีงานคัดแยกจดหมายที่ใช้ปัจจุบันและที่ออกแบบใหม่ให้ผลลัพธ์คือ เวลาที่ใช้คัดแยกจดหมายในสถานีงานที่ปรับปรุงใหม่ใช้เวลาโดยเฉลี่ยน้อยกว่าสถานีงานปัจจุบันประมาณ 2 นาที ที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05 ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้าสถานีงานปรับปรุงใหม่ให้ค่าน้อยกว่าสถานีงานปัจจุบันประมาณ 2 %MVC ที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05 และค่าภาระงานของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลางสถานีงานปรับปรุงใหม่ให้ค่าน้อยกว่าสถานีงานปัจจุบันประมาณ 3%MVC ที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05

สาขาวิชาวิศวกรรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2554 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

KANOKPORN SANGTAWAN : ERGONOMIC IMPROVEMENT OF MAIL SORTING WORKSTATION. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. PORNSIRI JONGKOL, Ph.D., 141 PP.

MAIL SORTING OPERATORS/MUSCULOSKELETAL PAIN/ DISCOMFORT/REPETITIVE WORK/RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT/ ERGONOMIC IMPROVE

Manual mail sorting is prolonged repetitive work. This task requires body twisting and arm reaching and likely causes work injuries or disorders. The objectives of this research were to evaluate workload of mail sorting operators, and to improve mail sorting workstation. Rapid Upper Limb Assessment (RULA) was used to assess workload of operators and questionnaire was used to determine discomfort placed on body segments. Then, mail sorting workstation was designed using ergonomics approach. The experiment was conducted to evaluate the difference between the present workstation and the newly designed one in terms of working time and workload of anterior and middle deltoid during mail sorting.

The results found that the RULA score was 5 meaning that the task improvement was necessary. The result of questionnaire analysis showed that 70% of operators felt pain on shoulder and 50% of operators felt pain on wrist and lower back. Time required when working with the newly designed workstation was 2 minutes significantly less than that with the present workstation. Muscle activity in anterior deltoid required when sorting mails using the newly designed workstation was 2% MVC less than that using the present workstation, whereas the activity in

middle deltoid when sorting mails using the newly designed workstation was 3% MVC less than that using the present workstation.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Industrial Engineering Student's Signature_____

Academic Year 2011 Advisor's Signature_____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งทางด้านวิชาการด้านการดำเนินงานวิจัย และความอนุเคราะห์อุปกรณ์ดำเนินงานวิจัย จากบุคคลและกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ได้แก่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ จงกล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษาช่วยแก้ปัญหาและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งช่วยตรวจทาน และแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ เสริมสุธีอนุวัฒน์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาด้านวิชาการ แนวทางแก้ไขปัญหา ตรวจทานและแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

อาจารย์ ดร.พงษ์ชัย จิตตะมัย กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาด้านวิชาการและตรวจสอบวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเรียบร้อยสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คุณปราณี กฐินใหม่ เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ประจำสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่แนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนและกำหนดการต่าง ๆ แก่ผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณจริยาพร ศรีวิไลลักษณ์ เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป สำนักงานคณบดี สำนักวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำและตรวจเล่มวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเรียบร้อยสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ศูนย์ไปรษณีย์นครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้บิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา จนทำให้ประสบความสำเร็จในชีวิต

กนกพร แสงตะวัน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ง

สารบัญ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญรูป ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ที่มา 1

1.2 ลักษณะของปัญหา 4

1.3 วัตถุประสงค์ 7

1.4 ขอบเขตการวิจัยและสมมติฐานการวิจัย 7

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย 8

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

2.1 กล่าวนำ 9

2.2 งานซ้ำซาก 9

2.3 ระบบโครงกระดูกและกล้ามเนื้อ (Skeletal and Muscular Systems) 9

2.3.1 ระบบโครงร่างมนุษย์ (Skeletal System) 9

2.3.2 ข้อต่อ (Joint or Articulation) 11

2.3.3 คาทิเลจ (Cartilage) 11

2.3.4 ระบบกล้ามเนื้อ (Muscular System) 11

2.3.5 ความล้าของกล้ามเนื้อ 13

2.3.6 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography : EMG) 14

2.4 การวัดสัดส่วนร่างกาย 15

2.5 กล้ามเนื้อเดลทอยด์ (Deltoid Muscles) 16

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6 การประเมินภาระงานทางกายศาสตร์ 18

2.7 การออกแบบสถานีงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 19

2.7.1 หลักในการออกแบบสถานีงาน 19

2.7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21

3 การประเมินภาระงานของพนักงาน 23

3.1 สภาวการณ์การปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย 23

3.2 การวิเคราะห์ท่าทางการทำงาน 28

3.3 การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี Rapid Upper Limb Assessment (RULA) 32

3.3.1 ลำดับขั้นตอนการประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี RULA 33

3.3.2 ตัวอย่างการประเมินด้วย RULA 45

3.3.3 ผลการประเมินด้วย RULA 58

3.4 วิธีประเมินด้วยวิธีสอบถามระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายของผู้ทดสอบ 59

3.4.1 ระดับความเจ็บปวดบริเวณต่าง ๆ ของร่างกายของพนักงานคัดแยกจดหมาย 60

3.5 สรุปการประเมินภาระงานของพนักงานคัดแยกจดหมาย 61

4 การออกแบบสถานีงานใหม่ 62

4.1 กล่าวนำ 62

4.2 วัดสัดส่วนร่างกายของพนักงานคัดแยกจดหมาย 62

4.3 ออกแบบแผงคัดแยกจดหมาย 64

4.4 สถานีงานคัดแยกจดหมายใหม่ 68

5 การประเมินความแตกต่างระหว่างสถานีงานคัดแยกจดหมายที่ใช้ปัจจุบันและที่ออกแบบใหม่ 72

5.1 การประเมินภาระงานของการปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย 72

5.2 วิธีการทดลองทางสถิติใช้ขั้นตอนดังต่อไปนี้ 72

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2.1 กำหนดขนาดตัวอย่าง 73
5.2.2 แผนการทดลองและดำเนินการทดลอง 74
5.2.3 ผลการทดลอง 79
5.2.4 สรุปผลการทดลอง 83
6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 84
6.1 ผลการวิจัย 84
6.2 ข้อเสนอแนะ 85
รายการอ้างอิง 87
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงาน
ด้วยเทคนิค RULA 89
ภาคผนวก ข. แบบสอบถามระดับความเจ็บปวดบริเวณต่าง ๆ ของร่างกาย 101
ภาคผนวก ค. รายละเอียดการวัดสัดส่วนร่างกายของพนักงานคัดแยกจดหมาย 103
ภาคผนวก ง. การเรียนรู้ในการทำงานสถานีงานคัดแยกที่ออกแบบใหม่ 110
ภาคผนวก จ. แบบสอบถาม Standardised Nordic Questionnaires 113
ภาคผนวก ฉ. แผนและผลการทดลองแบบสุ่มในบล็อก 122
ภาคผนวก ช. บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างการศึกษา 127
ประวัติผู้เขียน 141

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 สถิติบริการไปรษณีย์ประจำปี พ.ศ. 2551-2552 2

1.2 จำนวนผู้ประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน จำแนกตามผล ความรุนแรงและผลของการประสบอันตราย พ.ศ.2552 4

3.1 ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี RULA 58

3.2 ผลการตอบแบบสอบถามระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย 60

4.1 ขนาดสัดส่วนร่างกายที่ทำการวัดทั้งหมด 27 รายการ 63

5.1 แทนค่า b โดยการเดาหาขนาดของตัวอย่างที่ต้องการทดลอง 73

5.2 แสดงลำดับการทดลอง 75

5.3 แสดงผลการทดลองเวลาในการคัดแยกจดหมาย 80

5.4 แสดงภาระงานของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้า 80

5.5 แสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง 81

5.6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติของเวลาในการคัดแยกจดหมาย 81

5.7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติภาระงานกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้า 82

5.8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติภาระงานกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง 82

ก.1 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงาน ด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 1 91

ก.2 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงาน ด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 2 92

ก.3 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงาน ด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 3 93

ก.4 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงาน ด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 4 94

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ก.5 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงาน ด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 5 95
ก.6 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงาน ด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 6 96
ก.7 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงาน ด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 7 97
ก.8 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงาน ด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 8 98
ก.9 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงาน ด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 9 99
ก.10 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงาน ด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 10 100
ข.1 แบบสอบถามระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย 102
ค.1 รายละเอียดการวัดสัดส่วนที่วัดในท่านั่ง 104
ค.2 รายละเอียดการวัดสัดส่วนที่วัดในท่ายืน 107
ง.1 แสดงการเรียนรู้ในการทำงานคัดแยกจดหมายในสถานีงานที่ออกแบบใหม่ 111
จ.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นในอวัยวะส่วนแขนและขา 115
จ.2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความเจ็บปวดหลังส่วนล่าง 117
จ.3 แบบสอบถามเกี่ยวกับความเจ็บปวดบริเวณคอ 119
จ.4 แบบสอบถามเกี่ยวกับความเจ็บปวดบริเวณไหล่ 117
ฉ.1 แสดงลำดับการทดลอง 123
ฉ.2 แสดงผลการทดลองเวลาในการคัดแยกจดหมาย (นาที) 124
ฉ.3 แสดงภาระงานของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้า (%MVC) 124
ฉ.4 แสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง (%MVC) 125
ฉ.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลา 125

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ฉ.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของภาระงานกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้า 126
ฉ.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของภาระงานกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง 126

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1.1 แสดงสถานีงานที่ใช้คัดแยกจดหมาย 5
1.2 แสดงการบิดลำตัวหยิบจดหมายที่ยังไม่ได้คัดแยกจากกระบะที่อยู่ด้านข้าง 6
2.1 โครงร่างกระดูกของมนุษย์ 10
2.2 โครงสร้างกระดูกประกอบด้วย (a) โครงกระดูกแกน และ
(b) โครงกระดูกส่วนยื่นหรือโครงกระดูกแขนขา 11
2.3 แบบจำลองการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เกิดจากการเคลื่อนที่
ของเส้นใยแอคตินและไมโอซิน 13
2.4 กล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้า 16
2.5 กล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง 17
2.6 กล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหลัง 17
3.1 แสดงผังการไหลขั้นตอนการทำงานของแผนกจดหมายธรรมดา 23
3.2 แสดงสถานีงานคัดแยกจดหมายที่ใช้ในปัจจุบัน 24
3.3 แสดงผังสถานีงานที่ใช้คัดแยกจดหมายที่ใช้ปัจจุบัน 25
3.4 ขนาดมิติต่าง ๆ ของแผงคัดแยกจดหมาย A 25
3.5 ขนาดมิติต่าง ๆ ของแผงคัดแยกจดหมาย B 26
3.6 แสดงรูปเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน 26
3.7 แสดงรถเข็นสำหรับใส่กระบะ 27
3.8 แสดงกระบะพลาสติก 27
3.9 แสดงการบิดลำตัวเพื่อวางจดหมายในช่องบริเวณด้านข้าง 28
3.10 การบิดลำตัวหยิบจดหมายจากกระบะเพื่อนำมาคัดแยก 29
3.11 แสดงการบิดลำตัวเพื่อเก็บจดหมายที่คัดแยกเสร็จ 30
3.12 การเอื้อมวางจดหมายใส่ช่องในระดับสูง 30
3.13 แสดงเก้าอี้ที่ไม่เหมาะสมที่ใช้ในการคัดแยกจดหมาย 31
3.14 แสดงการยืนทำงานคัดแยกจดหมาย 32
3.15 แสดงขั้นตอนการให้คะแนนด้วยวิธี RULA 33

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.16 การประเมินตำแหน่งแขนส่วนบน 34
3.17 การประเมินตำแหน่งแขนส่วนล่าง (Lower Arm) 34
3.18 การประเมินตำแหน่งมือและข้อมือ (Hand and Wrist) 35
3.19 การประเมินการบิดข้อมือ (Wrist Twist) 35
3.20 ตารางสรุปผลคะแนนขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 36
3.21 สรุปผลจากขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 37
3.22 ประเมินระดับการใช้แรงกล้ามเนื้อในการทำงานของกลุ่ม A 37
3.23 ประเมินภาระงานที่ทำภาระงานที่ทำของกลุ่ม A 38
3.24 สรุปผลคะแนนการวิเคราะห์ของแขนและมือ 38
3.25 การวิเคราะห์ท่าทางของศีรษะและคอ (Neck) 39
3.26 การวิเคราะห์ตำแหน่งของลำตัว (Trunk) 40
3.27 การประเมินท่าทางของขาและเท้า (Legs) 40
3.28 ตาราง B การสรุปผลท่าทางของศีรษะ ลำตัว ขา และเท้า 41
3.29 สรุปผลท่าทางของศีรษะลำตัว ขา และเท้า 41
3.30 ประเมินระดับการใช้แรงกล้ามเนื้อของศีรษะ ลำตัว ขา และเท้า 42
3.31 ประเมินระดับภาระงานของศีรษะ คอ ลำตัว ขา และเท้า 42
3.32 สรุปผลวิเคราะห์ศีรษะ คอ ลำตัว ขา และเท้า 43
3.33 สรุปผลระดับคะแนนของ RULA 44
3.34 แสดงระดับแขนส่วนบนของพนักงานขณะปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย 45
3.35 การประเมินตำแหน่งแขนส่วนบน 46
3.36 แสดงตำแหน่งแขนส่วนล่างของพนักงานขณะปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย 47
3.37 การประเมินตำแหน่งแขนส่วนล่าง 47
3.38 แสดงตำแหน่งมือและข้อมือของพนักงานขณะปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย 48
3.39 การประเมินตำแหน่งมือและข้อมือ 48
3.40 การประเมินการบิดข้อมือ 49
3.41 สรุปผลจากขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 50

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.42 ประเมินระดับการใช้แรงกล้ามเนื้อในการทำงานของกลุ่ม A 51
3.43 ประเมินภาระงานที่ทำภาระงานจากแรงที่ใช้หรือน้ำหนักที่ถือที่ทำของกลุ่ม A 51
3.44 สรุปผลคะแนนการวิเคราะห์ของแขนและมือ 52
3.45 แสดงท่าทางของศีรษะและคอของพนักงานขณะปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย 52
3.46 การวิเคราะห์ท่าทางของศีรษะและคอ 53
3.47 แสดงตำแหน่งของลำตัวของพนักงานขณะปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย 53
3.48 การวิเคราะห์ตำแหน่งของลำตัว 54
3.49 แสดงท่าทางของขาและเท้าของพนักงานขณะปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย 54
3.50 การประเมินท่าทางของขาและเท้า 55
3.51 สรุปผลท่าทางของศีรษะ ลำตัว ขา และเท้า 55
3.52 ประเมินระดับการใช้แรงกล้ามเนื้อของศีรษะ ลำตัว ขา และเท้า 56
3.53 ประเมินระดับภาระงานของศีรษะ คอ ลำตัว ขา และเท้า 56
3.54 สรุปผลวิเคราะห์ศีรษะ คอ ลำตัว ขา และเท้า 56
3.55 ตาราง C สรุปผลระดับคะแนนของ RULA 57
3.56 แสดงตำแหน่งบริเวณต่าง ๆ ของร่างกาย 59
3.57 แสดงกราฟแท่งเปรียบเทียบคะแนนระดับความเจ็บปวด
บริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย 61
4.1 แสดงแอนโทรโพมิเตอร์ (Anthropometer) 62
4.2 แสดงความสูงของโต๊ะงาน 64
4.3 แสดงขนาดของแผงคัดแยก 65
4.4 แสดงขนาดขนาดแผงคัดแยกจดหมายโดยคำนึงถึงระยะเอื้อมปกติ 65
4.5 แสดงกำหนดขนาดความกว้างของแต่ละช่องของแผงคัดแยกจดหมาย 66
4.6 แสดงขนาดความกว้างของแต่ละช่องของแผงคัดแยกจดหมาย 66
4.7 แสดงความสูงของแผงคัดแยกจดหมาย 67
4.8 แสดงขนาดความสูงแต่ละช่องของแผงคัดแยก 68

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.9 แสดงขนาดของแผงคัดแยกจดหมายที่ทำการออกแบบใหม่ 69

4.10 แสดงภาพไอโซเมตริกของแผงคัดแยกจดหมายที่ทำการออกแบบใหม่ 70

4.11 แสดงแผงคัดแยกที่ทำการออกแบบใหม่ 70

4.12 แสดงภาพของสถานีงานคัดแยกจดหมายที่ทำการปรับปรุงใหม่ 71

5.1 เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram, EMG) 76

5.2 แสดงตำแหน่งการติดอิเลคโทรดบริเวณกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้า 77

5.3 แสดงตำแหน่งการติดอิเลคโทรดบริเวณกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง 78

5.4 ท่าทางการวัดการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ 79

6.1 แสดงรูปโค้งครึ่งวงกลมขอบเขตการทำงานในแนวดิ่ง 86

ง.1 แสดงกราฟในการเรียนรู้การทำงานคัดแยกจดหมาย
ในสถานีงานที่ออกแบบใหม่ 112

จ.1 แสดงตำแหน่งต่าง ๆ ของร่างกายโดยประมาณ
ตามที่อ้างถึงในแบบสอบถาม 114

จ.2 แสดงหลังส่วนล่าง 116

จ.3 แสดงบริเวณคอที่อ้างอิงในแบบสอบถาม 118

จ.4 แสดงบริเวณไหล่ตามที่อ้างถึงในแบบสอบถาม 121

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ประวัติความเป็นมา

การสื่อสาร หมายถึงการส่งข่าวสารจากผู้ส่งข่าวสารไปยังผู้รับข่าวสาร โดยอาศัยสื่อซึ่งอาจเป็นภาพ เสียง หรือข้อความ ปัจจุบันสื่อที่ใช้ในการสื่อสารได้รับการพัฒนาจนมีประสิทธิภาพสูง ทำให้มนุษย์สามารถติดต่อสื่อสารกันด้วยความสะดวกและรวดเร็ว การสื่อสารถือเป็นสิ่งสำคัญในการดำเนินงานขององค์กรต่าง ๆ ทำให้ดำเนินการประสานงานระหว่างบุคคลต่าง ๆ ในองค์กรและระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขายเป็นไปได้อย่างสะดวกขึ้น โดยการติดต่อกันนั้นไม่จำเป็นต้องเดินทางไปพบกันโดยตรง เพียงแค่อาศัยสื่อในการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพเพียงเท่านี้จะสามารถทำให้การสื่อสารนั้นสัมฤทธิ์ผลตามที่ต้องการ

การบริการด้านไปรษณีย์เป็นช่องทางสื่อสารชนิดหนึ่งที่รองรับต่อความต้องการขององค์กรและประชาชนทั่วไปในเรื่องของราคาประหยัด การบริการของไปรษณีย์มีการบริการแบ่งออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

1) ไปรษณียภัณฑ์ ได้แก่ จดหมาย ไปรษณียบัตร สิ่งตีพิมพ์ พัสดุย่อย และเครื่องอ่านสำหรับคนเสียจักษุ

2) พัสดุไปรษณีย์ คือการส่งสิ่งของทางไปรษณีย์โดยการบรรจุหีบห่อ รวมถึงบริการไปรษณีย์ด่วนพิเศษ (Express Mail Service) หรือ EMS เป็นการให้บริการที่รับผิดชอบหากมีการเสียหายหรือสูญหายเกิดขึ้นในวงเงินตามระเบียบของไปรษณีย์

3) บริการด้านการเงิน (Monetary Service) เป็นบริการที่รับฝากเงินจากบุคคลหนึ่ง เพื่อนำจ่ายให้อีกบุคคลหนึ่งทางไปรษณีย์ เช่น ธนาณัติ บริการชำระเงิน บริการไปรษณีย์เก็บเงิน บริการโอนเงินด่วนระหว่างประเทศ เป็นต้น

4) บริการขนส่ง คือ การบริการที่รับฝากสิ่งของขนาดใหญ่หรือมีรูปร่างพิเศษเหมาะกับการขนส่งสินค้าซึ่งมีน้ำหนักมากหรือมีบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถฝากส่งและรอจ่าย ณ ที่ทำการไปรษณีย์ที่ผู้รับสะดวก

ประเทศไทยมีศูนย์ไปรษณีย์ทั้งหมด 14 ศูนย์ ทำหน้าที่ในการรวบรวมไปรษณียภัณฑ์ พัสดุไปรษณีย์ และสิ่งของฝากส่ง จากไปรษณีย์ต่าง ๆ ในส่วนพื้นที่ที่รับผิดชอบมาทำการ คัดแยกและส่งต่อให้กับศูนย์ไปรษณีย์ปลายทาง เพื่อให้ถึงผู้รับอย่างรวดเร็วและถูกต้อง

จากข้อมูลสถิติบริการไปรษณีย์ประจำปี พ.ศ. 2551 - 2552 (บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด, 2552) ในตาราง 1.1 แสดงให้เห็นว่างานบริการไปรษณีย์ส่วนใหญ่ (88%) อยู่ในส่วนงานของไปรษณียภัณฑ์ธรรมดาที่ประกอบด้วยงานบริการฝากส่ง จดหมาย ไปรษณียบัตร สิ่งตีพิมพ์ พัสดุย่อยและเครื่องอ่านสำหรับคนเสียจักษุ ซึ่งส่วนมากต้องอาศัยแรงคนคัดแยกในปัจจุบันมีศูนย์ไปรษณีย์ 2 ศูนย์ ที่ใช้เครื่องอัตโนมัติช่วยบ้างในงานเฉพาะอย่าง

ตารางที่ 1.1 สถิติบริการไปรษณีย์ประจำปี พ.ศ. 2551 - 2552

บริการไปรษณีย์	2551	2552
บริการไปรษณีย์ฝากในประเทศ (ล้านชิ้น)		
-ไปรษณียภัณฑ์ธรรมดา	1,740.33	1,740.10
- พัสดุไปรษณีย์	11.66	11.21
- บริการพิเศษ	139.11	150.85
บริการไปรษณีย์ระหว่างประเทศ (ล้านชิ้น)		
- ไปรษณียภัณฑ์ธรรมดา	58.73	56.44
- พัสดุไปรษณีย์	0.55	0.56
- บริการพิเศษ	5.05	4.74
บริการการเงิน (ล้านฉบับ)		
- ธนาณัติในประเทศ	18.92	15.82
- ธนาณัติระหว่างประเทศ	0.01	0.01
- ตั๋วแลกเงินไปรษณีย์	0.46	0.38

ศูนย์ไปรษณีย์นครราชสีมามีลักษณะการทำงานส่วนใหญ่เป็นแบบใช้แรงงานคน ถึงแม้ว่าศูนย์ไปรษณีย์นี้มีการใช้เครื่องมืออัตโนมัติ แต่ก็ใช้งานเพียงเล็กน้อยสำหรับคัดแยกพัสดุไปรษณีย์เพื่อส่งต่อ ไปรษณีย์นครราชสีมาทำหน้าที่หลักในการรวบรวมไปรษณียภัณฑ์ พัสดุไปรษณีย์และสิ่งของฝากส่งต่าง ๆ จากที่ทำการไปรษณีย์ต้นทางต่าง ๆ คัดแยก แล้วส่งต่อให้กับศูนย์ไปรษณีย์ปลายทาง ภายในเขตพื้นที่รับผิดชอบทั้งหมด 4 จังหวัดคือ สุรินทร์ ชัยภูมิ บุรีรัมย์ และนครราชสีมา โดยมีการแบ่งส่วนงานออกเป็น 3 แผนก ดังนี้

1) แผนกไปรษณีย์ธรรมดา มีหน้าที่ทำการคัดแยกและส่งต่อไปรษณียภัณฑ์และพัสดุไปรษณีย์ที่ลูกค้าใช้บริการฝากส่งแบบธรรมดา ซึ่งแบ่งย่อยของเป็น 2 ส่วน คือจดหมายธรรมดาและพัสดุไปรษณีย์ธรรมดา

2) แผนกไปรษณีย์ด่วนพิเศษ มีหน้าที่ทำการคัดแยกและส่งต่อ ไปรษณียภัณฑ์และพัสดุไปรษณีย์ที่ลูกค้าใช้บริการฝากส่งแบบด่วนพิเศษ

3) แผนกขนส่ง (Logispost) มีหน้าที่ทำการคัดแยกและส่งต่อ สิ่งของขนาดใหญ่หรือมีรูปร่างพิเศษเหมาะกับการขนส่งสินค้าซึ่งมีน้ำหนักมากหรือมีบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่ที่ลูกค้าใช้บริการฝากส่ง

งานในแผนกไปรษณีย์ธรรมดา (Ordinary Mail) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ งานคัดแยกเพื่อส่งต่อพัสดุไปรษณีย์ (Article Objects - AO) ซึ่งมีสายพานลำเลียงเป็นเครื่องมือช่วยในการทำงาน และส่วนที่สอง คือ งานคัดแยกจดหมายธรรมดา (Letter Card - LC) ที่ใช้คนทั้งหมด งานในส่วนนี้เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อซ้ำ ๆ กันเป็นระยะเวลานานทำให้มีความเสี่ยงสูงต่อการเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ (Escorpizo, 2007) กล้ามเนื้ออักเสบและความรู้สึกไม่สบายจากการทำงาน (Pabon - Gonzalez, 2001; Lecleve, 2004)

ถึงแม้ว่ายังไม่มีสถิติของการเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากการคัดแยกจดหมายในศูนย์ไปรษณีย์โดยเฉพาะ แต่จากสถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากการทำงาน จำแนกตามผลความรุนแรงและผลของการประสบอันตราย พ.ศ.2552 ในตารางที่ 1.2 (สำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม, 2552) แสดงให้เห็นว่าผู้ที่มีอาการเจ็บป่วยจากข้อต่อเคล็ดและการอักเสบตึงตัวของกล้ามเนื้อมีจำนวนมากถึง 26,772 คน หรือประมาณร้อยละ 18 ซึ่งไม่ใช่ตัวเลขที่น้อยจนเกินกว่าที่จะมองข้ามได้

จากลักษณะของการทำงานในส่วนงานคัดแยกจดหมายธรรมดาทำให้เห็นโอกาสที่จะปรับปรุงสถานีงานเพื่อลดภาระการใช้กล้ามเนื้อซึ่งไม่เพียงแต่จะเป็นผลดีต่อสมรรถนะในการทำงานเท่านั้นยังมีผลโดยตรงต่อสุขภาพของพนักงานด้วย

ตารางที่ 1.2 จำนวนผู้ประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน
จำแนกตามผลความรุนแรงและผลของการประสบอันตราย พ.ศ.2552
(สำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม, 2552)

โรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงาน	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
1. กระดูกหัก กระดูกแตก กระดูกร้าว	12,932	8.65
2. ข้อต่อเคลื่อน	681	0.46
3. ข้อต่อเคล็ด และการอักเสบตึงตัวของกล้ามเนื้อ	26,772	17.92
4. การถูกกระแทกและการบาดเจ็บภายในอื่น ๆ ที่ไม่ปรากฏ	625	0.42
5. การตัดขาด และเลาะคว้าน ทำลายอวัยวะ	2,159	1.44
6. บาดแผลอื่น ๆ (บาดแผลลึก)	61,587	41.21
7. บาดแผลตื้น	21,117	14.13
8. การฟกช้ำ การถูกชน และการถูกเบียด	7,454	4.99
9. บาดแผลไหม้	11,044	7.39
10. การได้รับสารพิษ สารเคมี	729	0.49
11. ผลจากสภาพอากาศ การสัมผัส	1,426	0.95
12. การหายใจไม่ออกเนื่องจากโลหิตขาดออกซิเจน	28	0.02
13. ผลจากกระแสไฟฟ้า	582	0.39
14. ผลกระทบจากรังสีหรือแสง	1,337	0.89
15. การบาดเจ็บหลายอย่างร่วมกัน	204	0.14
16. การบาดเจ็บอื่น ๆ	759	0.51
รวม	149,436	100

1.2 ลักษณะของปัญหา

การปฏิบัติงานคัดแยกจดหมายของศูนย์ไปรษณีย์นครราชสีมาเป็นการทำงานแบบใช้แรงงานคน มีการเคลื่อนไหวร่างกายแบบซ้ำซากเป็นเวลานาน โดยเฉลี่ยประมาณ 8 ชั่วโมงต่อวัน

จากการสำรวจการปฏิบัติงานของพนักงานคัดแยกจดหมายในแผนกจดหมายธรรมดา (LC) ของศูนย์ไปรษณีย์นครราชสีมา พบว่าสถานีงานที่ใช้ในปัจจุบันประกอบด้วยแผงคัดแยก 2 ลักษณะ ดังนี้ (1) แผงคัดแยกที่ทำด้วยไม้ และ (2) แผงคัดแยกที่ทำด้วยโลหะ โดยนำแผงคัดแยกทั้งสองลักษณะมาวางตัวในแนวตั้งฉากกัน ดังในรูปที่ 1.1 ซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนไหวร่างกายของพนักงานในการคัดแยกจดหมาย พอสรุปได้ดังนี้

รูปที่ 1.1 แสดงสถานีงานที่ใช้คัดแยกจดหมาย

1) การบิดลำตัวในขณะทำงานคัดแยกจดหมาย เนื่องจากแผงคัดแยกจดหมายมีการจัดวางเป็นรูปตัว L ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ทำให้พนักงานคัดแยกจดหมายมีการบิดลำตัวเพื่อวางจดหมายในช่องคัดแยกไปยังบริเวณช่องที่อยู่ด้านข้าง อีกทั้งยังมีการบิดลำตัวหยิบจดหมายที่ยังไม่ได้คัดแยกจากกระบะที่อยู่บริเวณด้านข้าง (ดังรูปที่ 1.2) เพื่อนำมาคัดแยก ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของอาการปวดหลัง

รูปที่ 1.2 แสดงการบิดลำตัวหยิบจดหมายที่ยังไม่ได้คัดแยกจากกระบะที่อยู่ด้านข้าง

2) การเอื้อมวางจดหมายใส่ช่องคัดแยกในระดับสูง เนื่องจากแผงคัดแยกมีการจัดช่องคัดแยกสูงถึง 6 แถว ทำให้พนักงานต้องยกไหล่เพื่อเอื้อมให้ถึงช่องวางจดหมายระดับสูง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการปวดไหล่

3) ความสูงของเก้าอี้ที่ใช้ในการคัดแยกจดหมายไม่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของพนักงาน ทำให้เกิดอาการเมื่อยล้า อีกทั้งสถานีงานไม่มีที่พักเท้าเพื่อรองรับน้ำหนักของขาและเท้า พนักงานบางคนจึงนำกระบะมาวางเป็นที่พักเท้า และในบางครั้งพนักงานใช้วิธียืนทำงานสลับกับการนั่งทำงาน เพื่อลดการเมื่อยล้าจากการทำงานในท่านั่ง

เพื่อลดภาวะเสี่ยงต่อการบาดเจ็บกล้ามเนื้อในขณะปฏิบัติงาน จึงเห็นควรที่จะศึกษาภาระงานตามหลักการยศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสถานที่ทำงานให้ดีขึ้นกว่าเดิม

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก 2 อย่างที่เกี่ยวข้องกันคือ

1) เพื่อประเมินภาระงานของพนักงานคัดแยกจดหมาย

2) เพื่อปรับปรุงสถานีงานของพนักงานคัดแยกจดหมายตามหลักการยศาสตร์

อาจกล่าวได้ว่าผลวัตถุประสงค์แรกทำให้ทราบความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้นส่วนวัตถุประสงค์หลังคือการออกแบบสถานีงานให้เหมาะสมกับพนักงานเพื่อสุขภาพและประสิทธิภาพในการทำงาน

1.4 ขอบเขตการวิจัยและสมมติฐานการวิจัย

1) สถานที่ (Location) การศึกษาเกี่ยวกับการประเมินภาระงานศึกษาเฉพาะในแผนกจดหมายธรรมดา (LC) ของศูนย์ไปรษณีย์นครราชสีมา

2) สถานที่ในการประเมินความแตกต่างระหว่างสถานีงานที่ใช้ปัจจุบันและสถานีงานที่ปรับปรุงใหม่คือห้องปฏิบัติการทางการยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และผู้ถูกทดสอบคือนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อลดอคติทางด้านความคุ้นเคยกับสถานีงานที่ใช้อยู่ปัจจุบันและความสะดวกต่อการทดลอง

3) แฟคเตอร์หรือปัจจัย (Load Factors for Workload Assessment) ที่ใช้ประเมินภาระงาน

(ก) จำนวนจดหมาย (Sorting Load) : ในแต่ละวันมีจดหมายให้แยกโดยเฉลี่ย 200,000 ฉบับ ซึ่งต้องใช้เวลาทำงานคือ 8 ชั่วโมง อัตราความเร็วของการคัดแยกจดหมายถือเป็นมาตรฐานของหน่วยงานนี้คือ 1424 ฉบับ/ชั่วโมง และจากการสำรวจการทำงานของพนักงาน พบว่าผู้ปฏิบัติงานทำการคัดแยกจดหมายอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาโดยเฉลี่ย 20 นาที ก่อนจะหยุดรวบรวมจดหมายที่เต็มช่องบรรจุในแผงคัดแยก เพราะฉะนั้นการประเมินภาระงานของพนักงาน จึงใช้ช่วงเวลาทำงาน 20 นาทีเป็นเกณฑ์ ซึ่งในช่วงเวลานี้ พนักงานจะทำการคัดแยกจดหมายได้เท่ากับ $\frac{1424}{60} \times 20 = 475$ ฉบับโดยเฉลี่ย และเพื่อให้ภาระงานมีค่าคงที่ ในงานวิจัยนี้จึงกำหนดให้ภาระงานของการคัดแยกจดหมายเท่ากับ 500 ฉบับ ซึ่งมากกว่าเวลามาตรฐานเล็กน้อย โดยมีการจับเวลาและวัดค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้าและเดลทอยด์ชุดกลางจากการปฏิบัติงานคัดแยกจดหมายทั้งหมด 500 ฉบับ

(ข) รูปแบบของการคัดแยกจดหมาย (Sorting Pattern) จดหมายที่เข้ามาที่ศูนย์ไปรษณีย์นครราชสีมาเพื่อคัดแยกและส่งต่อในแต่ละวันมีจำนวนและรหัสไปรษณีย์ปลายทางที่ไม่แน่นอน ดังนั้นรูปแบบของการแยกจดหมายในการวิจัยครั้งนี้จึงเลือกจากสุ่มนำมาใช้หนึ่งรูปแบบ

จำนวน 500 ฉบับ และรูปแบบของการคัดแยกจดหมายทั้งหมดที่ใช้ในการประเมินหรือทดลองใช้รูปแบบเดียวกันทั้งหมด

4) ตัวแปร (Response or Dependent variables) ที่ใช้ในการประเมินความแตกต่างสถานีงานที่ใช้ปัจจุบันและสถานีงานที่ทำการปรับปรุงใหม่คือ

(ก) เวลาในการคัดแยกจดหมาย 500 ฉบับ

(ข) ค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่กล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้าและเดลทอยด์ชุดกลางซึ่งกล้ามเนื้อทั้งสองชุดนี้คือกล้ามเนื้อหลักที่ใช้ในการคัดแยกจดหมายและเป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ใต้ผิวหนังทำให้สามารถวัดค่าสัญญาณไฟฟ้าได้ชัดเจน

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัย วิธีดำเนินการวิจัยจึงประกอบด้วย 8 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2) ประเมินสภาวการณ์ทั่วไปของปัญหา
3) ประเมินท่าทางการทำงานของพนักงานไปรษณีย์ด้วยวิธีการ RULA
4) ประเมินด้วยวิธีสอบถามระดับความเจ็บปวด
5) สรุปผลการประเมินภาระงาน
6) ออกแบบสถานีงานใหม่
7) วางแผนและดำเนินการทดลอง เพื่อประเมินความแตกต่างระหว่างสถานีงานใหม่และสถานีงานเก่า และสรุปผลการทดลอง
8) สรุปผลการวิจัย

การนำเสนอในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ จะดำเนินไปตามลำดับของขั้นตอนของการดำเนินการวิจัยข้างต้น โดยในบทต่อไปจะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่มีอยู่ บทที่ 3 อธิบายเกี่ยวกับการประเมินภาระงาน ในบทนี้ครอบคลุม ตั้งแต่การประเมินสภาวการณ์ของปัญหา ด้วยวิธีการ RULA และการสอบถามระดับความเจ็บปวด ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการประเมินภาระงาน บทที่ 4 กล่าวถึงวิธีการออกแบบสถานีทำงานใหม่ บทที่ 5 เป็นเรื่องของการใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อออกแบบแผนการทดลองและดำเนินการทดลอง เพื่อประเมินความแตกต่างระหว่างสถานีทำงาน 2 แบบ และบทที่ 6 เป็นบทสรุปงานวิจัยชิ้นนี้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีของการยศาสตร์โดยคำนึงตั้งแต่เรื่องสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสถานีงาน ซึ่งรวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงสถานีงานโดยใช้หลักการยศาสตร์ โดยมีรายละเอียดที่จะกล่าวถึงดังนี้

2.2 งานซ้ำซาก

ลักษณะงานที่ซ้ำซาก (Repetitive Work) หมายถึง กิจกรรมใด ๆ ที่มีรอบของการทำงานให้เสร็จ 1 หน่วยในเวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 นาที ซึ่งทำซ้ำ ๆ อยู่เช่นเดิมตลอดกะของการทำงาน ส่วนงานที่ซ้ำซากมาก (Highly Repetitive) นั้นรอบของการทำงานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 วินาที (นริศ เจริญพร, 2543; สสิธร เทพตระการพร, 2546) การทำงานซ้ำซากเป็นสาเหตุที่พบบ่อยที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก การบาดเจ็บและการเกร็งของกล้ามเนื้อที่เกิดจากการทำงานซ้ำซาก (Repetitive Strain Injuries, RSI) จะก่อให้เกิดการเจ็บปวดอย่างมากและสามารถทำให้เกิดการทุพพลภาพได้อย่างถาวร (รัตนาภรณ์ อมรรัตนไพจิตร และสุดธิดา กรุงไกรวงศ์, 2544) โดยในระยะเริ่มแรกของการเกิด RSI นั้นพนักงานอาจเพียงแค่รู้สึกเจ็บปวดและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อเท่านั้นในช่วงหลังเลิกงาน แต่ในระยะต่อมาอาจเกิดอาการเจ็บปวดอย่างรุนแรงและเกิดผลกระทบต่อกล้ามเนื้อ ซึ่งอาจนำไปสู่การเกิดอาการเจ็บปวดอย่างถาวร และส่งผลให้พนักงานไม่สามารถทำงานต่อไปได้

2.3 ระบบโครงกระดูกและกล้ามเนื้อ (Skeletal and Muscular Systems)

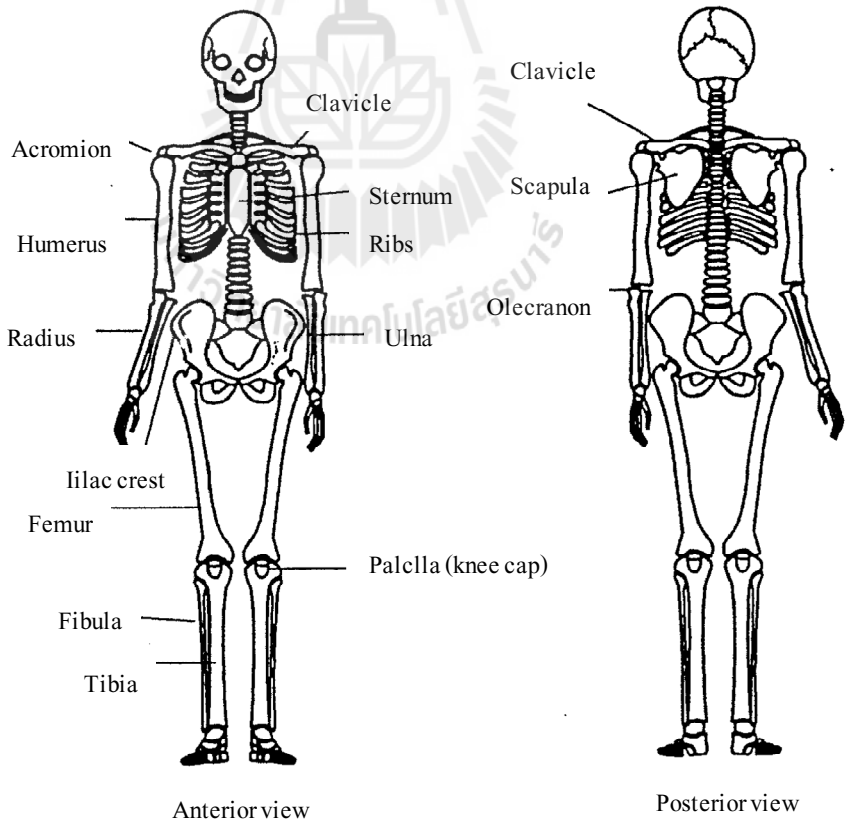
2.3.1 ระบบโครงร่างมนุษย์ (Skeletal System)

ระบบโครงร่างมนุษย์ประกอบด้วยกระดูก (Bone or Skeletal) ส่วนต่าง ๆ จำนวนทั้งหมด 206 ข้อ โดยมีข้อต่อ (Joint) เป็นตัวเชื่อมระหว่างกระดูกชิ้นที่อยู่ติดกัน ซึ่งการเคลื่อนไหวของร่างกายจะเกิดขึ้นได้ตรงจุดที่เป็นข้อต่อ (สุทธิ์ ศรีบูรพา, 2540; กิตติ อินทรานนท์, 2548) และกระดูกนั้นสามารถแบ่งตามรูปร่างลักษณะออกเป็น 4 ชนิดคือ (1) กระดูกยาว (Long Bone)

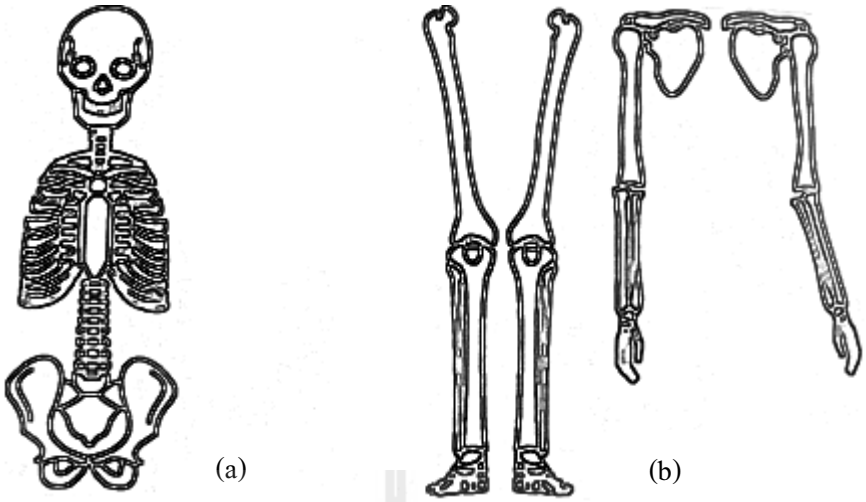
ได้แก่ กระดูกต้นแขน (Humerus) กระดูกแขนท่อนนอก (Radius) (2) กระดูกสั้น (Short Bone) ได้แก่ กระดูกข้อมือ (Carpals) และกระดูกข้อเท้า (Tarsals) (3) กระดูกแบน (Flat Bone) ได้แก่ กระดูกสะบัก (Scapulae) กระดูกซี่โครง (Ribs) และกระดูกกะโหลกศีรษะ (Skull) และ (4) กระดูกรูปอปกติ (Irregular Bone) ได้แก่ กระดูกสันหลัง (Vertebre) กระดูกเหนือกระเบนเหน็บ (Sacrum) กระดูกก้นกบ (Coccyx) กระดูกขากรรไกรล่าง (Mandible) และกระดูกลิ้น (Hyoid Bone) ดังแสดงภาพโครงร่างกระดูกของมนุษย์ในรูปที่ 2.1 โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับกระดูกทั้งหมดของร่างกายมนุษย์สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1) โครงกระดูกส่วนแกน (Axial Skeleton) ประกอบด้วย กะโหลกรวมถึงศีรษะหน้า และกระดูกหู (Skull, Head, Face and Ear Bones) กระดูกโคนลิ้น (Hyoid) กระดูกสันหลัง (Vertebre) กระดูกซี่โครง (Ribs) และกระดูกเชิงกราน (Pelvis) ดังรูปที่ 2.2 (a)

2) โครงกระดูกส่วนยื่นหรือโครงกระดูกแขนขา (Appendicular Skeleton) เป็นส่วนของกระดูกที่ยื่นออกไปจากลำตัว ประกอบด้วยกระดูกที่ติดกับโครงกระดูกส่วนแกน รวมทั้งรยางค์ส่วนบนและส่วนล่าง (Upper and Lower Extremities) ดังรูป 2.2 (b)



รูปที่ 2.1 โครงร่างกระดูกของมนุษย์ (นริศ เจริญพร, 2543)



(a) (b)

รูปที่ 2.2 โครงสร้างกระดูกประกอบด้วย (a) โครงกระดูกแกน และ (b) โครงกระดูกส่วนยื่น หรือโครงกระดูกแขนขา (กิตติ อินทรานนท์, 2548)

2.3.2 ข้อต่อ (Joint or Articulation)

ข้อต่อเกิดจากกระดูก 2 ข้อหรือมากกว่ามาต่อกัน การเคลื่อนไหวของข้อต่อถูกกำหนดโดยรูปร่างของกระดูกและโครงสร้างของข้อต่อ ข้อต่อสามารถแบ่งตามการทำงานโดยดูจากระดับของการเคลื่อนไหวแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่ (1) ข้อต่อชนิดที่เคลื่อนไหวไม่ได้ (Synarthroses Joint) (2) ข้อต่อชนิดที่เคลื่อนไหวได้เล็กน้อย (Amphiarthroses Joint) และ (3) ข้อต่อชนิดที่เคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ (Diarthroses Joint) (กิตติ อินทรานนท์, 2548)

2.3.3 คาทิเลจ (Cartilage)

คาทิเลจเป็นเนื้อเยื่อที่ถูกสร้างที่บริเวณข้อต่อของกระดูกมีลักษณะใส เซลล์ของคาทิเลจจะถูกฝังติดกับส่วนของกระดูก มีคุณสมบัติยืดหยุ่นและทนทานเปลี่ยนรูปและสร้างขึ้นมาใหม่ได้ มีหน้าที่ในการรองรับแรงที่กระทำส่งผ่านจากโครงสร้างกระดูกได้ในระดับหนึ่ง คาทิเลจที่มีอยู่ในร่างกายสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดได้แก่ (1) Hyaline Cartilage Tissue เป็นเนื้อเยื่อที่ล้อมรอบผิวที่เป็นข้อต่อ (2) Fibrous Cartilage Tissue เป็นเนื้อเยื่อส่วนที่มีความแข็งแรงมากและมีความทนต่อแรงดึง และ (3) Elastic Cartilage Tissue เป็นเนื้อเยื่อที่มีความยืดหยุ่นสูงและการจับยึดแน่น (นริศ เจริญพร, 2543)

2.3.4 ระบบกล้ามเนื้อ (Muscular System)

ร่างกายมีกล้ามเนื้อมากกว่า 600 มัด มีน้ำหนักคิดเป็นร้อยละ 40 - 50 ของน้ำหนักตัวโดยรวม เป็นกล้ามเนื้อลายนอกนั้นเป็นกล้ามเนื้อเรียบ และกล้ามเนื้อหัวใจ กล้ามเนื้อแต่ละมัด

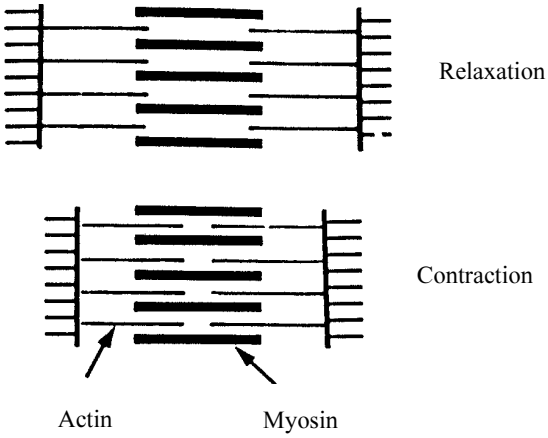
มีหน้าที่เฉพาะที่แตกต่างกัน ซึ่งส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของร่างกาย การทำงานของกล้ามเนื้อก่อให้เกิดแรงและโมเมนต์กระทำกับข้อต่อส่วนต่าง ๆ มากน้อยตามแต่ภาระงาน (Physical Work Load) ที่ร่างกายต้องกระทำโดยการควบคุมผ่านระบบประสาท กล้ามเนื้อมีคุณสมบัติหลักอยู่ 3 ประการคือ (1) สามารถหดตัวได้ (Contractibility) (2) สามารถยืดหยุ่นและอ่อนตัวได้ (Elasticity) และ (3) สามารถดำรงคงรูปอยู่ได้ (Tonus) (สุทธิ์ ศรีบูรพา, 2540) โดยทั่วไปกล้ามเนื้อแบ่งออกเป็น 3 ชนิดตามลักษณะโครงสร้างและหน้าที่ (กัลยพงษ์ จตุรพาณิชย์, 2539) คือ

1) กล้ามเนื้อลายหรือกล้ามเนื้อโครงร่าง (Striped or Skeletal Muscle) คือกล้ามเนื้อที่มีลายยึดติดกับกระดูกประกอบขึ้นเป็นกล้ามเนื้อ และเป็นกล้ามเนื้อส่วนใหญ่ของร่างกายและโครงสร้างส่วนนอกของร่างกายทั้งหมด การหดตัวของกล้ามเนื้อลายจะทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ร่วมกับระบบกระดูก และข้อต่อตามความต้องการ และการควบคุมของสมองและจิตใจ กล้ามเนื้อลายจะหดตัวเมื่อได้รับการกระตุ้นหรือสัญญาณไฟฟ้าจากเซลล์ประสาทสั่งการ (Motor Neurons) ดังนั้นการทำงานจึงอยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ และสามารถหดตัวได้อย่างรวดเร็ว

2) กล้ามเนื้อเรียบ (Smooth Muscles) คือกล้ามเนื้อที่ไม่มีลาย ทำงานควบคุมการเคลื่อนไหวอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายและเส้นเลือดต่าง ๆ โดยการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติ การหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นไปอย่างช้า ๆ อยู่นอกเหนือการสั่งการควบคุมของสมองหรือจิตใจ

3) กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac or Heart Muscle) คือกล้ามเนื้อที่มีลาย พบที่หัวใจเพียงแห่งเดียว เมื่อกล้ามเนื้อหัวใจหดตัวจะสูบฉีดโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย กล้ามเนื้อหัวใจหดตัวได้เองโดยอัตโนมัติ (Autonomicicity) ถูกควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติและฮอร์โมนต่าง ๆ แต่มีการหดตัวที่ช้ากว่ากล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อส่วนนี้มีคุณสมบัติที่สำคัญในการกระตุ้นการทำงานด้วยตัวเอง

การศึกษาตามหลักการยศาสตร์เกี่ยวกับกล้ามเนื้อเป็นการเน้นศึกษาเฉพาะเรื่องของกล้ามเนื้อลายหรือกล้ามเนื้อโครงร่างเท่านั้น เนื่องจากเป็นกล้ามเนื้อเดียวที่ทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย การทำงานของกล้ามเนื้อลายทำงานเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Muscular Contraction) ซึ่งพบว่ากล้ามเนื้อบางส่วนสามารถหดตัวได้มากถึงครึ่งหนึ่งของความยาวเดิม การหดตัวของกล้ามเนื้อเกิดจากการเคลื่อนที่เข้าหากันของเส้นใยเอคติตและไมโอซิน การเคลื่อนที่ดังกล่าวสามารถอธิบายได้ชัดเจน ดังแบบจำลองในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แบบจำลองการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เกิดจากการเคลื่อนที่
ของเส้นใยแอคตินและไมโอซิน (นริศ เจริญพร, 2543)

กล้ามเนื้อมีหน้าที่เป็นตัวกลางในการนำพลังงานจากสารอาหารมาใช้เป็นพลังงานกลภายใต้อิทธิพลการทำงานของระบบประสาท (Neural Control) และฮอร์โมน (Hormonal Control) โดยกล้ามเนื้อจะทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างระบบประสาทและสิ่งแวดล้อมภายนอก (External Environment) เพื่อให้ร่างกายสามารถเคลื่อนที่และทำงานได้ การหดตัวของกล้ามเนื้อต้องอาศัยพลังงานโดยกระบวนการทางเคมีในร่างกาย โดยการเปลี่ยนสารประกอบฟอสเฟตที่มีพลังงานสูงไปเป็นสารประกอบฟอสเฟสที่มีพลังงานต่ำ กระบวนการดังกล่าวจะปล่อยพลังงานออกมากระทำกับองค์ประกอบทางโปรตีนของเซลล์กล้ามเนื้อที่อยู่บนเส้นใยแอคตินและไมโอซิน ทำให้เส้นใยเหล่านั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง และนำไปสู่กระบวนการหดตัวของกล้ามเนื้อ (กัลยาพงษ์ จตุรพาณิชย์, 2539; นริศ เจริญพร, 2543)

2.3.5 ความล้าของกล้ามเนื้อ

การหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นเวลานานทำให้เกิดความล้า และความเจ็บปวดแก่กล้ามเนื้อส่วนนั้น ๆ เพราะกล้ามเนื้อไม่สามารถหดตัวได้ตลอดเวลา เนื่องจากการหดตัวของกล้ามเนื้อจะทำให้ระบบการส่งเลือดเข้าสู่ภายในกล้ามเนื้อส่วนนั้นทำได้ยาก หรือบางครั้งไม่สามารถทำได้ในขณะที่ความต้องการของเลือดเข้าสู่กล้ามเนื้อมีค่าสูงขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อเกิดการใช้งาน (นริศ เจริญพร, 2543) ดังนั้นการใช้งานของกล้ามเนื้อเป็นเวลานานโดยไม่ผ่อนคลาย หรือที่เรียกว่าการใช้แรงแบบสถิต (Static Load) จะส่งผลให้ปริมาณเลือดที่ไหลเข้าสู่กล้ามเนื้อทำได้น้อยและเกิดผลเสียมากกว่าการทำงานในแบบเคลื่อนที่ (Dynamic Load) แสดงให้เห็นถึงความต้องการและความสามารถในการไหลของเลือดเข้าสู่กล้ามเนื้อเมื่อทำงานในภาวะต่าง ๆ แสดงให้ถึงแบบจำลองการไหลของเลือดผ่านและออกจากกล้ามเนื้อ คือในช่วงการหดตัวของกล้ามเนื้อจะทำ

การบีบให้เลือดไหลออกและเมื่อมีการคลายตัวเลือดใหม่ก็จะนำเอาออกซิเจนสารอาหารไปยังเซลล์ภายในกล้ามเนื้อ การไหลเข้าออกจะเกิดขึ้นเป็นจังหวะตามหารหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อ แต่ถ้ากล้ามเนื้อส่วนใดมีการหดตัวเพียงอย่างเดียวจะทำให้เลือดใหม่ไม่สามารถนำออกซิเจนและสารอาหารไปยังเซลล์ภายในกล้ามเนื้อได้ลักษณะดังกล่าวจะส่งผลเสียต่อกล้ามเนื้อคือทำให้เกิดความล้าเนื่องจากการสะสมของกรดชนิดหนึ่งชื่อว่า กรดแลคติค (Lactic Acid) ที่เป็นผลมาจากการใช้พลังงานในภาวะที่กล้ามเนื้อหรือร่างกายขาดออกซิเจน

ความล้าของกล้ามเนื้อถูกพิจารณาเป็นพื้นฐานสำคัญของการออกแบบทางการยศาสตร์ซึ่งพอที่จะสรุปได้ว่า การทำงานใด ๆ ที่มีการใช้งานของกล้ามเนื้อแบบหด และคลายตัวตลอดเวลาหรืองานที่กล้ามเนื้อไม่หดตัวอยู่กับที่ จะเป็นผลดีกว่าการทำงานในลักษณะที่ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัวเป็นเวลานาน

2.3.6 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography : EMG)

กล้ามเนื้อมีส่วนประกอบสำคัญคือโซเดียม (Na) และโปรแตสเซียม (K) โดยในขณะพัก (Resting Potential) จะมีกลไกลคอยสูบ (Ion Pump) โปรแตสเซียมเข้าไปในเซลล์และผลักโซเดียมออกนอกเซลล์ตลอดเวลา และเมื่อกล้ามเนื้อมีการทำงานจะมีการกระจายของไฟฟ้าออกไปตามเซลล์กล้ามเนื้อเพื่อนำคำสั่งส่งผ่านรอยต่อประสานระหว่างเส้นประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular Junction) ให้กระจายไปตามกล้ามเนื้อทำให้กล้ามเนื้อหดตัวได้พร้อมเพรียงกัน เมื่อเยื่อหุ้มเซลล์ของประสาทและกล้ามเนื้อถูกกระตุ้นจะมีการยอมให้โซเดียมผ่านเพิ่มขึ้นจึงเป็นผลให้โซเดียมไหลเข้าไปในเซลล์ ทำให้ศักย์ไฟฟ้าภายในเซลล์เป็นลบน้อยจนเกิดเป็นบวกที่เรียกว่าดีโพลาไรเซชั่น (Depolarization) เมื่อโซเดียมหยุดเข้าไปในเซลล์หลังจากนั้นโปรแตสเซียมอิออนก็จะวิ่งจากภายในเซลล์ออกสู่นอกเซลล์ทำให้เป็นลบเหมือนเดิมซึ่งเรียกระยะนี้ว่า รีโพลาไรเซชั่น (Repolarization) (Konrad, 2005)

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อคือสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์กล้ามเนื้อผ่านเข้าออกเซลล์ทำให้เกิดโพลาไรเซชั่นตามเซลล์กล้ามเนื้อ เมื่อมีการกระตุ้นกล้ามเนื้อจะมีการแลกเปลี่ยนประจุเข้าออกจากเซลล์ทำให้เกิดการทำงาน ถ้ากล้ามเนื้อทำงานหนักติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้เกิดความเมื่อยล้า (Muscle Fatique) เมื่อระบบประสาทที่มาเลี้ยงกล้ามเนื้อถูกทำลายจะทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อนั้นผิดปกติ ซึ่งสามารถวัดได้โดยใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography) ซึ่งมีหลักการในการทำงานคือขณะที่กล้ามเนื้อทำงานจะเกิดคลื่นสัญญาณไฟฟ้า การหดตัวของกล้ามเนื้อจะก่อให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าและจะมากขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อมีการเกร็งหรือหดตัวมาก (สุริสา โกชา, 2550) เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ดังนี้

1) ขั้วรับสัญญาณคลื่นไฟฟ้า (Electrode) สามารถแบ่งได้ 2 ชนิด ได้แก่ (1) ขั้วรับสัญญาณชนิดเข็ม (Needle Electrode) ทำหน้าที่ทำบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อโดยใช้เข็มแทงลงไปและขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าแบบชนิดติดผิว (Surface Electrode) ประกอบด้วยแผ่นโลหะซิลเวอร์ (Ag) และ (2) สารละลายซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCl) โดยทำการบันทึกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อได้เป็นผลรวมของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจากหลายมอเตอร์ยูนิต ซึ่งในการศึกษาทางการยศาสตร์มักใช้ขั้วสัญญาณไฟฟ้าชนิดนี้ทำการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

2) ตัวขยายสัญญาณ (Ampifier) มีหน้าที่ในการขยายศักย์ไฟฟ้าและกำจัดสัญญาณรบกวน เนื่องจากสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมีขนาดน้อยมาก จึงต้องมีแอมพลิไฟล์เพื่อเป็นกำลังขยายสัญญาณและแยกระหว่างสัญญาณรบกวนและสัญญาณที่ต้องการวัดจริง

3) ระบบแสดงและบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เนื่องจากคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมีความถี่ที่ค่อนข้างสูง จึงต้องมีจอภาพและคอมพิวเตอร์แสดงค่าวัดออกมาเป็นกราฟและตัวเลข

2.4 การวัดสัดส่วนร่างกาย

สัดส่วนร่างกาย (Anthropometric) หมายถึง ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายอันประกอบด้วย ส่วนสูง น้ำหนักของร่างกาย ความหนาไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfold Thickness) เส้นรอบวงของร่างกาย (Circumference) ความกว้าง (Diameter) และความยาว (Length) ของกระดูก (กิตติ อินทรานนท์, 2538; สุทธิ์ ศรีบูรพา, 2540)

การวัดสัดส่วนร่างกาย เป็นการประยุกต์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ ในการวัดและเก็บข้อมูลทางสถิติของขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการพัฒนา หรือแก้ไข ปรับปรุงการออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้และการจัดสภาพงานให้สอดคล้องกับสรีระของมนุษย์ รวมถึงใช้ในการกำหนดมาตรฐานและกฎหมายเกี่ยวกับการทำงาน การวัดสัดส่วนร่างกายอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) การวัดสัดส่วนร่างกายในสภาวะร่างกายหยุดนิ่งอยู่กับที่ (Static Dimensions) เป็นวิธีการวัดมิติขนาดร่างกายมนุษย์ที่อยู่ในท่านิ่ง ไม่มีการเคลื่อนไหว โดยการวัดขนาดลำตัว ศีรษะ แขน ขา ในท่ามาตรฐานทั้งท่ายืนและท่านั่งที่มีการกำหนดจุดหรือตำแหน่งที่แน่นอนในจุดวัดแต่ละจุด การวัดสัดส่วนร่างกายสามารถกระทำได้อย่างละเอียดมากน้อยตามต้องการเท่าใดขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการนำไปใช้งาน

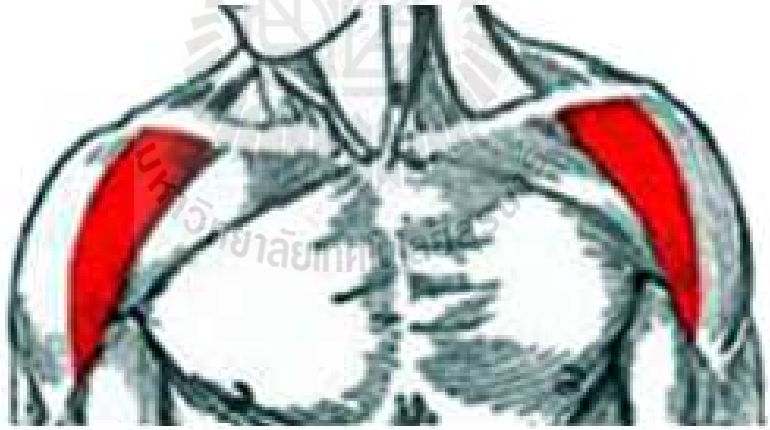
2) การวัดสัดส่วนร่างกายขณะอยู่ในท่าเคลื่อนไหว (Dynamic Dimensions) การวัดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ขณะที่ร่างกายมีการเคลื่อนไหวตามธรรมชาติหรือตามลักษณะงานที่ทำอยู่ ซึ่งมีวิธีการ

วัดโดยกำหนดตำแหน่งของสัดส่วนร่างกายที่ต้องการจะวัด ให้กำหนดจุดของข้อต่อตามหลักด้านกายวิภาคศาสตร์วัดค่าในขณะที่ข้อต่ออยู่ในเกณฑ์ปกติไม่มีการหลุด หรืออาการบาดเจ็บ

2.5 กล้ามเนื้อเดลทอยด์ (Deltoid Muscles)

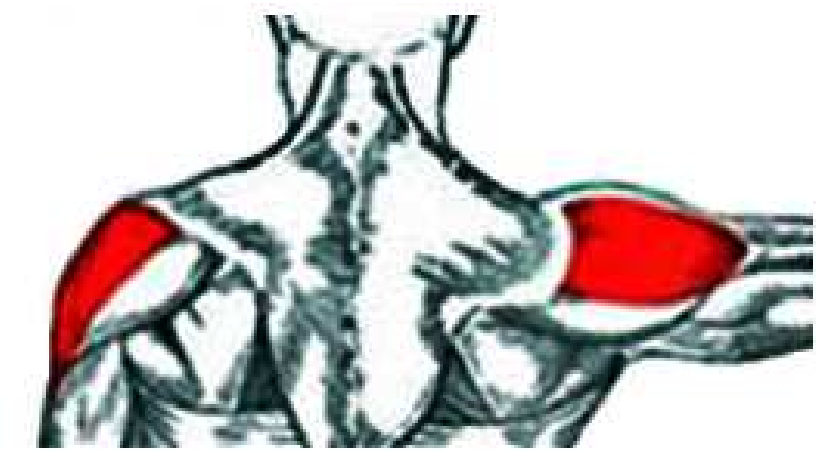
กล้ามเนื้อเดลทอยด์คือกล้ามเนื้อครอบคลุมตั้งแต่ด้านหน้าจนถึงด้านหลังของไหล่ มีรูปร่างคล้ายอักษรเดลต้า (Delta) ในภาษากรีก ซึ่งเป็นอักษรรูปสามเหลี่ยม จุดเกาะต้น (Origin) ของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ มาจากแนวของกระดูกส่วนไหล่ (Palastanga, Field, and Soames, 2005; Moore and Dalley, 1999) และสามารถแบ่งกล้ามเนื้อเดลทอยด์ที่มาจากจุดเกาะต้นที่ต่างกันได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1) กล้ามเนื้อชุดหน้า (Anterior Deltoid) มีจุดเกาะต้นที่ขอบด้านหน้าและพื้นผิวด้านบนของปลายด้านข้างประมาณหนึ่งในสามของกระดูกไหปลาร้า จะเกี่ยวข้องกับการงอต้นแขนเข้าหาลำตัวในแนวระดับ (Transverse Arm Flexion) และการกางแขนขณะที่หมุนไหล่ออกไปทางด้านนอก โดยทั้งสองหน้าที่จะทำงานร่วมกับกล้ามเนื้อเพคทอราลิสเมเจอร์ (Pectoralis Major) ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อส่วนนอก แสดงรูปกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้าดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 กล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้า (NCPD, 2009)

2) กล้ามเนื้อชุดกลาง (Middle Deltoid) มีจุดเกาะต้นที่ขอบด้านข้างของอะโครเมียน (Acromion) ซึ่งเป็นปลายด้านข้างของกระดูกสะบักทำหน้าที่หลักในการกางต้นแขน (Arm Abduction) ในระดับที่สูงกว่า 15 องศาจากแนวระดับ แสดงรูปกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลางดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 กล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง (NCPD, 2006)

3) กล้ามเนื้อชุดหลัง (Posterior Deltoid) มีจุดเกาะต้นที่ขอบด้านล่างตลอดแนวของแนวสันกระดูกสะบัก (Spine of Scapula) จะทำงานตรงข้ามกับเส้นใยกล้ามเนื้อด้านหน้า เช่นการทำหน้าที่ยืดต้นแขนออกไปทางด้านหลังในแนวระดับ (Transverse Arm Extension) แสดงรูปกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหลังดังรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 กล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหลัง (NCPD, 2009)

กล้ามเนื้อทั้ง 3 ชุดจะเชื่อมรวมกันใกล้กับบริเวณจุดเกาะปลายของกล้ามเนื้อมัดนี้ที่บริเวณต้นแขนจุดเกาะปลาย (Insertion) ของกล้ามเนื้อเดลทอยด์คือแนวบนกระดูกต้นแขน (Humerus) ซึ่งเรียกว่าแนวเดลทอยด์ (Deltoid Tuberosity) ซึ่งเป็นแนวขรุขระรูปตัว V ที่อยู่ทางด้านข้างของส่วนกลางของกระดูกต้นแขนจุดนี้จะเป็นจุดที่เอ็น (Tendon) ของกล้ามเนื้อเดลทอยด์มายึดเกาะกับกระดูกต้นแขน และแผ่ออกเป็นพังผืดชั้นลึก (Deep Fascia) ของต้นแขน ซึ่งช่วยในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ

2.6 การประเมินภาระงานทางการยศาสตร์

โดยทั่วไปการประเมินภาระงานโดยใช้หลักทางการยศาสตร์สามารถทำได้ 3 วิธี คือ การใช้แบบสอบถาม การสังเกต และการวัดโดยตรง

1) การใช้แบบสอบถาม เป็นการประเมินภาระงานทางกายภาพ ทำให้ทราบถึงสภาวะความไม่สบายของร่างกายหรือความเครียดที่เกิดจากการปฏิบัติงาน วิธีการนี้เป็นการสอบถามหรือสัมภาษณ์โดยตรงกับผู้ปฏิบัติงานจากคำถามที่จัดเรียงไว้อย่างเป็นระเบียบแล้วทำการบันทึกผลการสอบถาม การใช้เครื่องมือนี้จำเป็นต้องรบกวนเวลาของพนักงานในการตอบแบบสอบถามต่าง ๆ เพื่อรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์หาปัจจัยเสี่ยง (นริศ เจริญพร, 2543)

การตอบแบบสอบถามจะได้ผลดีหรือไม่ดีขึ้นอยู่กับคุณภาพหรือความสามารถของผู้ถูกให้สัมภาษณ์ซึ่งบางครั้งอาจเกิดความลำเอียงในการให้ข้อมูลของพนักงานหรือการให้ข้อมูลที่อาจไม่ตรงกับความเป็นจริง แต่วิธีการนี้ถือเป็นวิธีการที่ง่ายและถูกนำไปใช้ควบคู่กับวิธีอื่น ๆ บางครั้งสามารถสะท้อนความรู้สึกของผู้ปฏิบัติงาน หรือปัญหาแอบแฝงที่ได้รับในระหว่างการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงาน

2) วิธีการสังเกต วิธีการสังเกตที่นิยมใช้ได้แก่ วิธีการประเมินท่าทางการทำงานของรยางค์ส่วนบนอย่างรวดเร็ว (Rapid Upper Limb Assessment, RULA) วิธีนี้เป็นการประเมินความเสี่ยงของแต่ละบุคคลโดยพิจารณาตำแหน่งและลักษณะของการเคลื่อนไหว ทำการประเมินท่าทางการทำงานในส่วนของไหล่ แขน ข้อมือ คอ หลัง การวางเท้า มุมหรือการหมุนของข้อต่อ การทำซ้ำและน้ำหนักที่ยกหรือการออกแรง โดยการพิจารณาแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้ *กลุ่มแรก*ประกอบด้วยข้อมือ แขนส่วนล่าง แขนส่วนบนและหัวไหล่ และ*กลุ่มที่สอง*ประกอบด้วยการพิจารณาในส่วนของคอ ลำตัวและขา แล้วนำคะแนนที่ได้ไปเปิดตารางโดยคะแนนสูงสุดของการประเมินเท่ากับ 7 ซึ่งหมายถึงลักษณะงานที่ทำมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ ผลการประเมินจะทำให้ทราบระดับของความเร่งด่วนในการแก้ไขปัญหา วิธีนี้สามารถประยุกต์กับงานได้หลายแบบ โดยเฉพาะงานที่ต้องใช้ไหล่ แขน มือ การนั่งทำงานหรือการยืนควบคุมเครื่องจักร (McAtammey and Corlett, 1993)

3) การวัดโดยตรง หรือการประเมินทางสรีรวิทยา เช่น การวัดความล้าของกล้ามเนื้อโดยใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyeograme, EMG) เป็นการวัดศักย์ไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อที่ออกแรงทำงาน การวัดศักย์ไฟฟ้าที่แพร่หลายในขณะนี้เป็นการวัดโดยใช้อิเลคโทรดแบบแผ่นในการนำศักย์ไฟฟ้า จากนั้นมีการแปลงค่าสัญญาณดิบของศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปวิเคราะห์ได้สะดวกขึ้น รูปแบบหนึ่งของค่าศักย์ไฟฟ้าที่นิยมใช้กันคือ การทำให้เป็นค่าปกติ (Normalization) โดยเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Isometric Maximum Voluntary Contraction, MVC) ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการทดสอบภายใต้เงื่อนไขในการออกแรงของกล้ามเนื้อใดกล้ามเนื้อหนึ่งในท่าทางเฉพาะที่ให้กล้ามเนื้อหดตัวมากที่สุด หลังจากนั้นค่าของ MVC ก็จะถูกใช้ในการเปรียบเทียบกับการทำงานในภาวะต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์หาเกณฑ์ที่เหมาะสมของการทำงานเพื่อไม่ให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้คือ การออกแรงในภาวะสถิต จะทำให้การไหลเวียนของเลือดเข้าออกระหว่างกล้ามเนื้อทำได้จำกัดทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของแรงที่กล้ามเนื้อใช้ ถ้าใช้แรงร้อยละ 60 ของค่า MVC ทำให้เลือดไม่สามารถไหลเวียนได้ การทำงานในลักษณะดังกล่าวต่อเนื่องกันจะส่งผลให้กล้ามเนื้อส่วนนั้นเกิดความล้า แต่ถ้าใช้แรงน้อยกว่าร้อยละ 15 - 20 ของค่า MVC การไหลเวียนของเลือดยังสามารถทำงานเป็นปกติ (ชัยยุทธ วงศ์อัจฉริยา, 2550)

เมื่อทำการประเมินภาระงานทางการยศาสตร์แล้วหากพบว่าภาระงานที่เกิดจากการทำงานนั้นมากกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับและอยู่ในระดับที่ต้องทำการปรับปรุงสถานีงาน งานดังกล่าวจะต้องมีการปรับปรุงสถานีงานโดยใช้หลักการยศาสตร์

การวิจัยครั้งนี้เลือกใช้วิธีประเมินภาระงานคือ แบบสอบถามและการประเมินด้วยเทคนิค RULA เนื่องจากเป็นวิธีที่เหมาะกับงานนั่งที่ใช้ไหล่ แขน มือเป็นหลัก สำหรับส่วนการประเมินความแตกต่างระหว่างสถานีงานที่ใช้ปัจจุบันและสถานีงานใหม่นั้นใช้ค่า EMG และค่าเวลา สาเหตุที่ต้องนำเวลามาประเมินความแตกต่างด้วยก็เพื่อให้แน่ใจได้ว่าสถานีงานที่ปรับปรุงขึ้นใหม่จะทำให้เกิดความรวดเร็วในการปฏิบัติงาน

2.7 การออกแบบสถานีงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 หลักในการออกแบบสถานีงาน

ในการออกแบบสถานีงาน อุปกรณ์และเครื่องมือ นั้นมีหลักการที่สำคัญคือ สถานีงาน อุปกรณ์และเครื่องมือจะต้องมีความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (สราวุธ สุธรรมาสา และคณะ, 2534) โดยทั่วไปแล้วการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบสถานีงาน เริ่มต้นจากการศึกษาขนาดรูปร่างและลักษณะของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อใช้ในการออกแบบสถานีงานและทำให้ผู้ปฏิบัติงานอยู่ในท่าการทำงานที่เหมาะสม สบาย และมีประสิทธิภาพ ถ้าสถานีงานมีการออกแบบ

ที่ไม่เหมาะสมกับขนาดรูปร่าง และคุณลักษณะต่าง ๆ ของผู้ปฏิบัติงาน จะส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิผลสูงสุด

Sanders and McCormick (1993) ได้กล่าวถึงปรัชญาพื้นฐาน 3 ประการในการออกแบบทางการยศาสตร์ ดังนี้

1) การออกแบบโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Design for Average) เป็นการออกแบบโดยใช้ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนร่างกายของประชากร ใช้ในการออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ผู้ใช้เป็นคนกลุ่มใหญ่ที่มีขนาดร่างกายแตกต่างกัน เป็นวิธีที่ไม่นิยม มักใช้ออกแบบสิ่งของที่คนไม่ต้องเกี่ยวข้องเป็นปกติวิสัย เช่น ถ้าใช้ค่าเฉลี่ยของความสูงใต้ขาผับในการออกแบบเก้าอี้จะทำให้คน 50 คนเท้าถึงพื้น อีก 50 คนเท้าไม่ถึงพื้น

2) การออกแบบโดยใช้ค่าสูงสุดหรือต่ำสุด (Design for Extremes) เป็นการออกแบบโดยใช้ค่าต่ำสุดหรือสูงสุดของสัดส่วนร่างกายของประชากรขนาดใหญ่สุดและเล็กสุด โดยการกำหนดประชากรที่ต้องการใช้อุปกรณ์ได้อย่างสะดวก เช่น ออกแบบที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของประชากร และที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของประชากร โดยคำนึงทฤษฎี 2 ทฤษฎีดังนี้

(ก) Reach คือ การใช้ขนาดเล็กกว่าปกติ หรือขนาดเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของประชากรในการออกแบบ โดยคนที่มีสัดส่วนร่างกายโตกว่าก็สามารถใช้งานได้สะดวกด้วย เช่น การออกแบบความสูงของชั้นวางของ ความสูงของพื้นโต๊ะ มีความสำคัญอย่างมากต่อผู้ทำงานไม่ว่าจะเป็นการทำงานในลักษณะนั่งทำงานหรือยืนทำงาน ลักษณะความสูงของโต๊ะที่เหมาะสมจะแตกต่างกันไปตามลักษณะงานที่ทำ Grandjean (1988) ได้แนะนำว่าระดับความสูงของโต๊ะที่เหมาะสมในการนั่งทำงานควรสูงกว่าความสูงของข้อศอกขณะนั่งประมาณ 3 เซนติเมตร นอกจากนี้ กิตติ อินทรานนท์ และคณะ (2533) ได้ทำการศึกษาลักษณะท่าทางการนั่งทำงานและสรุปว่าสถานีงานที่เหมาะสมควรมีระดับความสูงของโต๊ะสูงกว่าความสูงของข้อศอกจากพื้นขณะนั่ง 4 เซนติเมตร ความสูงของพื้นโต๊ะนั้นถ้าหากต่ำเกินไปจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานก้มตัวหรืองอหลังมากเกินไป แต่ถ้าหากอยู่ความสูงของพื้นโต๊ะสูงเกินไปจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานยกไหล่อยู่ตลอดเวลา ซึ่งปัญหาของความสูงของพื้นโต๊ะนี้จะก่อให้เกิดปัญหาในเรื่องของการปวดหลัง ต้นคอ และหัวไหล่

(ข) Clearance คือ การใช้ขนาดโตกว่าปกติหรือที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของประชากรในการออกแบบ โดยที่มีขนาดเล็กกว่าก็สามารถใช้งานได้สะดวกด้วย เช่น การออกแบบความสูงของประตู

3) การออกแบบโดยใช้ช่วงใดช่วงหนึ่งของข้อมูล (Design for Range) เป็นการออกแบบที่ใช้ช่วงของสัดส่วนร่างกายของประชากร ความกว้างของช่วงของข้อมูลที่ใช้ขึ้นอยู่กับลักษณะของงานและค่าใช้จ่าย เช่น ระดับความสูงของเก้าอี้ที่พอเหมาะกับการนั่ง จะขึ้นกับลักษณะ

ของแต่ละบุคคล แต่เมื่อนั่งแล้วแนวแกนของต้นขาควรจะอยู่ในแนวระนาบ ในขณะที่ขาส่วนล่าง (Lower Legs) อยู่ในแนวดิ่งและเท้าทั้งสองข้างนั้นวางราบกับพื้น Ayoub (1973) ได้แนะนำว่าความสูงของเก้าอี้ควรมีการปรับขึ้นลงได้ ความสูงของเบาะควรจะน้อยกว่าระยะจากพื้นถึงบริเวณขาพับใต้เข่า ด้วยความสูงที่เหมาะสมผู้นั่งจะสามารถนั่งได้เต็มที่นั่ง Pheasant (1991) ได้รายงานว่าความสูงของเก้าอี้นั่งจะต้องสัมพันธ์กับความยาวของขาส่วนล่าง โดยจะต้องไม่สูงกว่าระยะจากพื้นถึงต้นขาในท่านั่ง (Popliteal Height) เพราะหากว่าเก้าอี้มีความสูงมากเกินไปนั้นจะทำให้ผู้นั่งไม่สามารถพักเท้าลงบนพื้นได้ทำให้เกิดแรงกดบริเวณใต้ต้นขาที่ขอบเก้าอี้

2.7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Das (1996) ได้กล่าวถึงหลักการออกแบบสถานีงานในงานอุตสาหกรรมให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานตามหลักการยศาสตร์ โดยมีปัจจัยสำคัญ 4 ประการคือ

1) ความสูงของงาน (Work Height) ควรใช้ความสูงระดับข้อศอกของผู้ปฏิบัติงานเป็นหลัก และควรปรับระดับความสูงของที่นั่งและโต๊ะปฏิบัติงานให้เหมาะกับขนาดร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน

2) ระยะเอื้อมปกติ (Normal Reach) และระยะเอื้อมมากสุด (Maximum Reach) ระยะเอื้อมปกติเป็นขอบเขตของพื้นที่ปฏิบัติงานที่เกิดจากการกวาดแขนท่อนล่างไปด้านข้างลำตัว โดยที่แขนท่อนบนของผู้ปฏิบัติงานตั้งฉากกับแขนท่อนล่าง ส่วนระยะเอื้อมมากสุดเป็นขอบเขตของพื้นที่ปฏิบัติงานที่เกิดจากการกวาดแขนไปด้านข้างลำตัว โดยให้แขนของผู้ปฏิบัติงานเหยียดตรง ทั้งนี้การจัดวางอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ไม่ควรอยู่เกินระยะเอื้อมมากสุด

3) ระยะห่างระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับสถานีงาน ควรมีที่ว่างพอสำหรับการเคลื่อนไหวขณะปฏิบัติงาน หากระยะห่างระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับสถานีงานนั้นมากเกินไป จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องโน้มตัวไปด้านหน้า เพื่อให้มองเห็นงานหรือปฏิบัติงานได้ ซึ่งอาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานเจ็บหลังได้ถ้าหากอยู่ในท่าดังกล่าวเป็นเวลานาน

4) มุมของการมองและความสูงของการใช้สายตา บริเวณจุดทำงานที่ใช้สายตาต้องอยู่ในตำแหน่งที่ทำให้ศีรษะเคลื่อนไหวได้อย่างสะดวกสบาย การก้มคอลงหรือเงยหน้ามากเกินไปจะก่อให้เกิดการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อต้นคอ การวิจัยของ Kroemer and Hill (1986) พบว่ามุมระหว่างเส้นสายตา (Line of Sight) กับเส้นในแนวระดับ (Horizontal Line) ที่ทำให้คนทำงานได้สะดวกอยู่ในช่วงที่ 17 - 41 องศา ในท่านั่งทำงานปกติ

Taboun and Dutta (1994) ได้ทำการศึกษาการทำงานคัดแยกจดหมายของศูนย์ไปรษณีย์เมืองวินด์เซอร์ ประเทศแคนาดา ผลจากการใช้แบบสอบถามพบว่าผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่เกิดความไม่สบายบริเวณคอและไหล่ จากการศึกษาวิธีการทำงานแบบเดิม พบว่าผู้ปฏิบัติงานต้องเหยียดแขนไปด้านข้างและบิดลำตัว เพื่อนำเอาจดหมายที่ยังไม่ได้คัดแยกออกจากรถเข็นที่จอดไว้

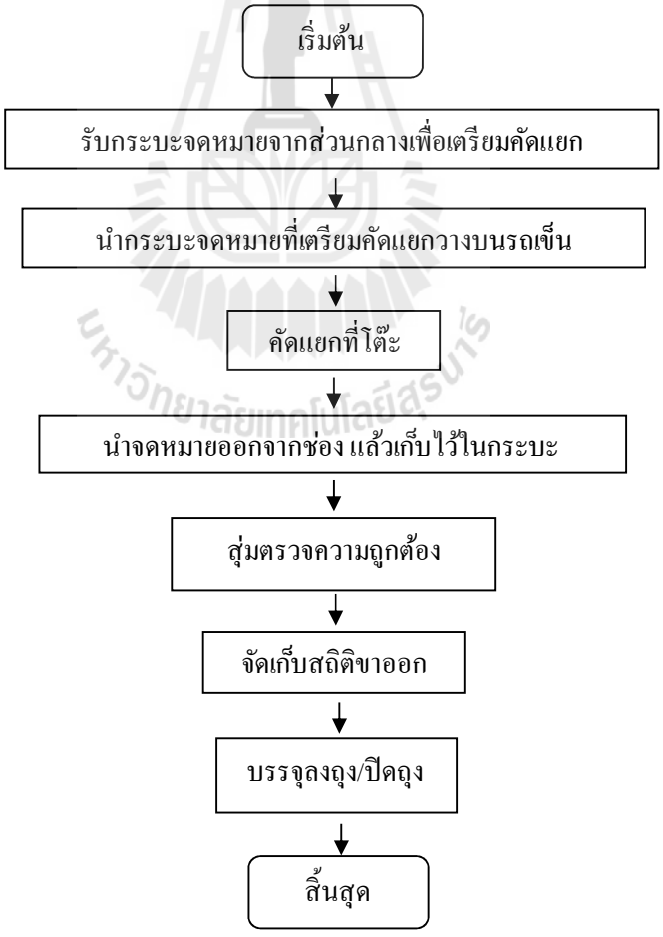
ด้านข้าง แล้วทำการใส่จดหมายไปในช่องคัดแยกตามรหัสไปรษณีย์ จากนั้นได้มีการปรับปรุงวิธีการทำงานขึ้นใหม่ โดยให้พนักงานนำจดหมายจากรถเข็นมาวางไว้บนโต๊ะที่อยู่ด้านหน้าลำตัวของผู้ปฏิบัติงาน จากนั้นจึงทำการคัดแยกจดหมายใส่ช่องคัดแยก นอกจากนี้ยังได้มีการปรับลักษณะของโต๊ะทำงานให้สามารถปรับความสูงได้ให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน ผลจากการปรับปรุงดังกล่าวสามารถช่วยลดความไม่สบายของผู้ปฏิบัติงานได้ โดยการวิจัยของ Taboun and Dutta นั้นทำการวิจัยในส่วนประเมินภาระงานด้วยเทคนิค Motion and Time และทำการออกแบบใหม่เท่านั้น แต่ในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีประเมินภาระงานด้วยวิธี RULA ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และประเมินความแตกต่างระหว่างสถานีงานเพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างสถานีงานที่ใช้อยู่ปัจจุบันและสถานีงานที่ทำการออกแบบใหม่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
การประเมินภาระงานของพนักงาน

3.1 สภาวการณ์การปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย

ความเข้าใจในสภาวการณ์ทำงานคัดแยกจดหมายในแผนกจดหมายธรรมดา (LC) เป็นสิ่งจำเป็นต่อการแก้ไขปัญหา ในที่นี้ใช้ผังการไหลแสดงลำดับของการทำงานในแผนกนี้ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ขั้นตอนแรกเริ่มจากรับกระบะจดหมายที่ต้องคัดแยกมาจากส่วนกลาง นำกระบะจดหมายที่เตรียมคัดแยกวางบนรถเข็น แล้วมาคัดแยกที่โต๊ะคัดแยกจดหมาย เมื่อคัดแยกเสร็จให้สุ่มตรวจสอบความถูกต้อง แล้วจัดเก็บสถิติขาออก และขั้นตอนสุดท้ายคือบรรจุลงถุงและปิดถุง



รูปที่ 3.1 แสดงผังการไหลขั้นตอนการทำงานของแผนกจดหมายธรรมดา

จะเห็นได้ว่าการคัดแยกจดหมายเกิดขึ้นที่เดียวคือที่โต๊ะคัดแยก หรือเรียกว่าสถานีคัดแยก ซึ่งประกอบด้วยแผงคัดแยก 2 แผงวางตั้งฉากซึ่งกันและกัน เก้าอี้นั่งของพนักงาน รถเข็นสำหรับขนซองจดหมายมาที่สถานี กระบะสำหรับคัดแยกจดหมาย และกระบะสำหรับจดหมายที่ถูกคัดแยกแล้ว (รูปที่ 3.2) ส่วนขนาดและตำแหน่งของอุปกรณ์แต่ละชิ้น แสดงในรูปที่ 3.3 ซึ่งเป็นภาพมองจากด้านบนของสถานีงานคัดแยกจดหมาย

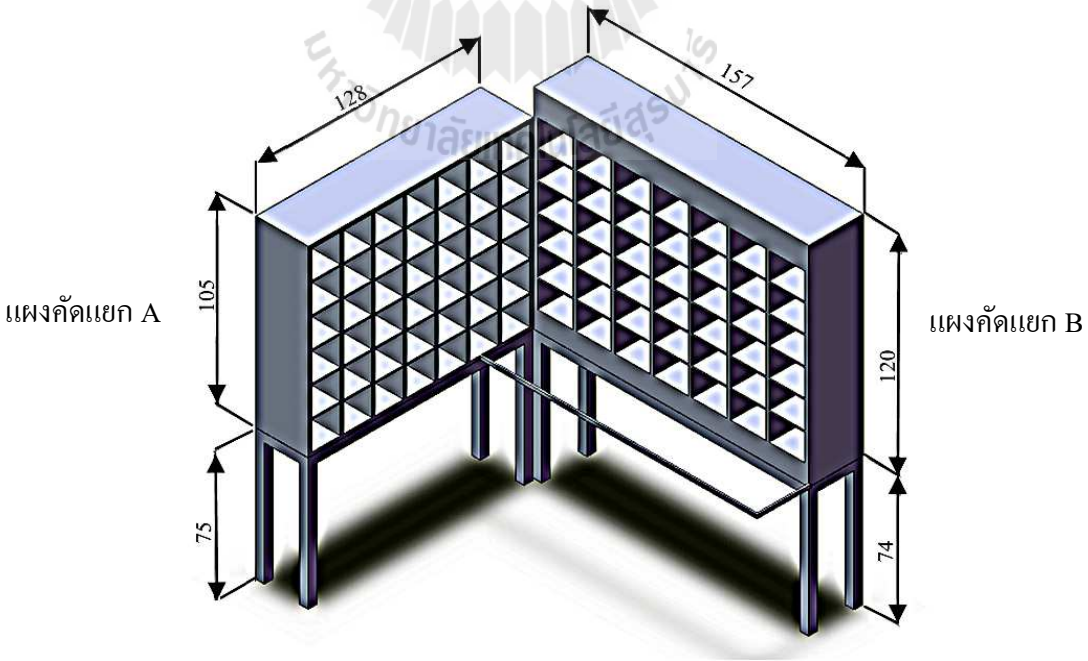
รูป 3.4 และรูป 3.5 แสดงขนาดของมิติต่าง ๆ ของแผงคัดแยกจดหมาย ทั้งสองแผง (A และ B) ซึ่งมีจำนวนช่องบรรจุเท่ากัน แต่แผง B มีขนาดของช่องบรรจุเล็กกว่าของแผง A เล็กน้อย แต่สูงกว่าประมาณ 5 เซนติเมตร

แผง B มีแผ่นกระดานยื่นออกมาด้านหน้าสำหรับเป็นพื้นที่ทำงานของพนักงาน ในขณะปฏิบัติงาน พนักงานจะหันหน้าเข้าหาแผง B เป็นส่วนใหญ่

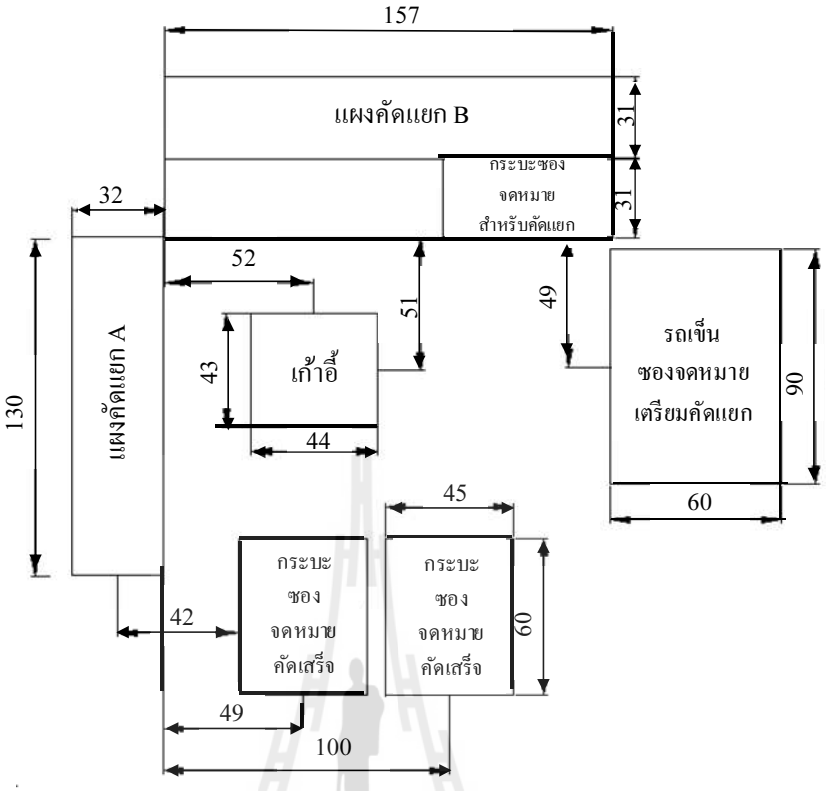
เก้าอี้นั่งเป็นแบบมีพนักพิง ไม่มีที่เท้าแขนด้านข้าง สามารถยืดหยุ่นโยก หน้า - หลัง ได้บุด้วยฟองน้ำและหุ้มด้วยหนังเทียม ดังในรูปที่ 3.6

รถเข็นสำหรับซองจดหมายเตรียมคัดแยกจดหมาย ด้านล่างมีล้อ มีช่องให้วางกระบะ 2 ชั้น และเมื่อวางกระบะแล้วกระบะจะเอียงทำมุมประมาณ 45 องศาดังรูปที่ 3.7

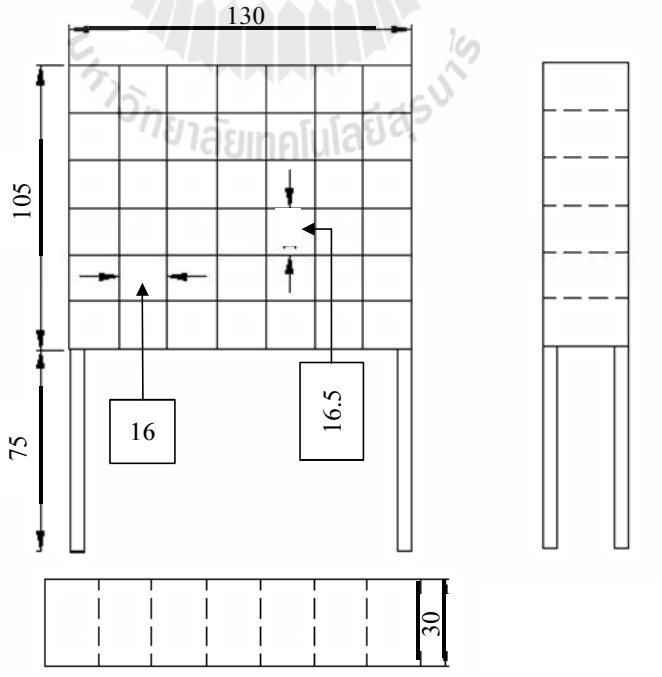
ส่วนจดหมายที่ถูกคัดแยกแล้วจะถูกรวบรวมในกระบะพลาสติกขนาด 46 × 53 × 28 เซนติเมตร ดังในรูปที่ 3.8



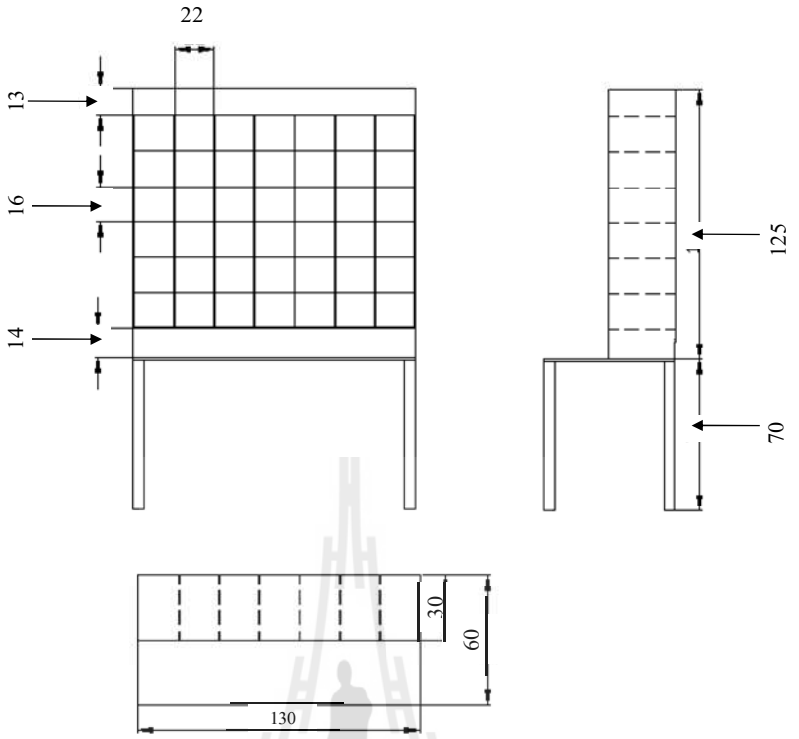
รูปที่ 3.2 แสดงสถานีงานคัดแยกจดหมายที่ใช้ในปัจจุบัน (หน่วย : เซนติเมตร)



รูปที่ 3.3 แสดงผังสถานีงานที่ใช้คัดแยกจดหมายที่ใช้ปัจจุบัน (หน่วย : เซนติเมตร)



รูปที่ 3.4 ขนาดมิติต่าง ๆ ของแผงคัดแยกจดหมาย A (หน่วย : เซนติเมตร)



รูปที่ 3.5 ขนาดมิติต่าง ๆ ของแผงคัดแยกจดหมาย B (หน่วย : เซนติเมตร)

รูปที่ 3.6 แสดงรูปเก้าอี้ที่ใช้ในปัจจุบัน

รูปที่ 3.7 แสดงรถเข็นสำหรับใส่กระบะ

รูปที่ 3.8 แสดงกระบะพลาสติก

3.2 การวิเคราะห์ท่าทางการทำงาน

ลักษณะท่าทางการทำงานที่ซึ่งอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือเจ็บปวดในขณะปฏิบัติงานคัดแยกจดหมายของพนักงานคัดแยกจดหมายธรรมดา (LC) มีดังนี้

1) การบิดลำตัวเพื่อวางจดหมายในช่องคัดแยกไปยังบริเวณช่องที่อยู่ด้านข้าง ดังในรูปที่ 3.9 ซึ่งพนักงานต้องบิดลำตัวและไหล่ไปด้านข้างมากถึง 90 องศา และอาจเป็นสาเหตุทำให้ปวดเมื่อยหรือบาดเจ็บบริเวณไหล่ เอว และหลังได้

รูปที่ 3.9 แสดงการบิดลำตัวเพื่อวางจดหมายในช่องบริเวณด้านข้าง

2) ในรูป 3.10 แสดงให้เห็นถึงการบิดลำตัวหยิบจดหมายที่ยังไม่ได้คัดแยกจากกระบะบนรถเข็นที่อยู่ด้านข้างเพื่อนำมาคัดแยก ท่าทางนี้ทำให้เกิดการหมุนไหล่มาด้านข้างมากเกินไปจนอาจส่งผลทำให้เกิดอาการปวดเมื่อยหรือบาดเจ็บบริเวณไหล่ได้

รูปที่ 3.10 การบิดลำตัวหยิบจดหมายจากกระบะเพื่อนำมาคัดแยก

3) รูปที่ 3.11 แสดงให้เห็นว่าพนักงานต้องบิดลำตัวเพื่อเก็บจดหมายที่คัดแยกเสร็จเรียบร้อยลงในกระบะที่อยู่ด้านหลัง ทำให้ต้องหมุนลำตัวและหมุนไหล่มากกว่า 90 องศา ก่อนที่จะเหวี่ยงแขนเพื่อออกแรงโยนจดหมายลงในกระบะด้านหลัง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการปวดบาดเจ็บหรือเจ็บปวดหลัง และเอว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.11 แสดงการบิดลำตัวเพื่อเก็บจดหมายที่คัดแยกเสร็จ

4) การยกไหล่เพื่อเอื้อมวางจดหมายใส่ช่องในระดับสูง (ดังรูปที่ 3.12) ทำให้ต้องเกร็งกล้ามเนื้อและยกไหล่ให้สูง อาจทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือปวดเมื่อยไหล่ได้

รูปที่ 3.12 การเอื้อมวางจดหมายใส่ช่องในระดับสูง

5) เนื่องจากเก้าอี้ที่ใช้ไม่สามารถปรับระดับความสูงได้ให้เหมาะสมตามขนาดสัดส่วนของร่างกายของพนักงาน และไม่มีที่พักเท้าเพื่อรองรับน้ำหนักของขาและเท้า ดังรูปที่ 3.13 อาจทำให้พนักงานคัดแยกปวดเมื่อยขาได้

รูปที่ 3.13 แสดงเก้าอี้ที่ไม่เหมาะสมที่ใช้ในการคัดแยกจดหมาย

6) ในบางครั้งพนักงานยังใช้วิธียืนทำงานสลับกับการนั่งทำงาน เพื่อลดการเมื่อยล้าจากการทำงานในท่านั่ง ดังรูปที่ 3.14 อันเกิดจากเก้าอี้ที่ไม่เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายและมีพื้นที่ในการทำงานไกลจากตัวมากเกินไป ทำให้เวลาทำงานต้องเอื้อม บิด เอี้ยวลำตัว เมื่อเมื่อยมากพนักงานจึงต้องเปลี่ยนท่าการทำงานด้วยการยืนทำงานแทนการนั่ง

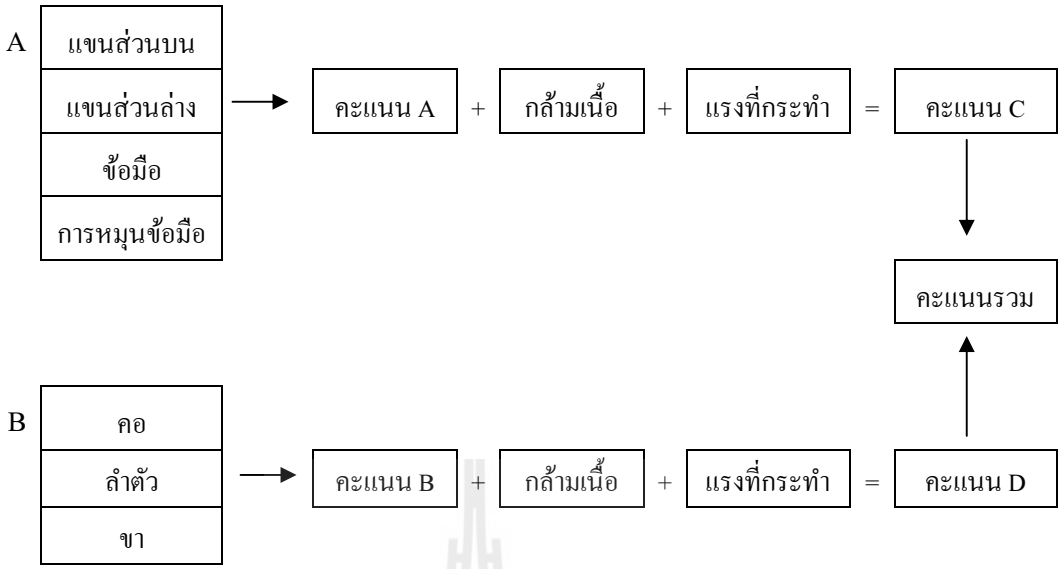
รูปที่ 3.14 แสดงการยืนทำงานคัดแยกจดหมาย

3.3 การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี RULA คือการประเมินความเสี่ยงหรือปัจจัยที่เสี่ยงต่อปัญหาการบาดเจ็บของร่างกายที่อาจเกิดจากการทำงาน ซึ่งถูกพัฒนาเพื่อประเมินระดับปัญหาทางการยศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะกับงานที่มีการใช้แรงของไหล่ แขน มือ และการนั่งทำงาน โดยแยกพิจารณาตำแหน่งและการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เป็นกลุ่ม 2 กลุ่ม

- กลุ่ม A ประกอบด้วย แขนท่อนบน แขนท่อนล่าง ข้อมือ และการบิดข้อมือ
- กลุ่ม B ประกอบด้วย คอ ลำตัว และขา

ท่าทางการเคลื่อนไหวในแต่ละกลุ่มจะถูกประเมิน และให้คะแนนสำหรับแต่ละช่วงของการเคลื่อนที่ แล้วปรับค่าคะแนนท่าทางด้วยภาระของการใช้กล้ามเนื้อและโหลดที่ต้องรองรับในการเคลื่อนที่เป็นคะแนนรวม ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอนย่อ ๆ ได้ดังรูป 3.15



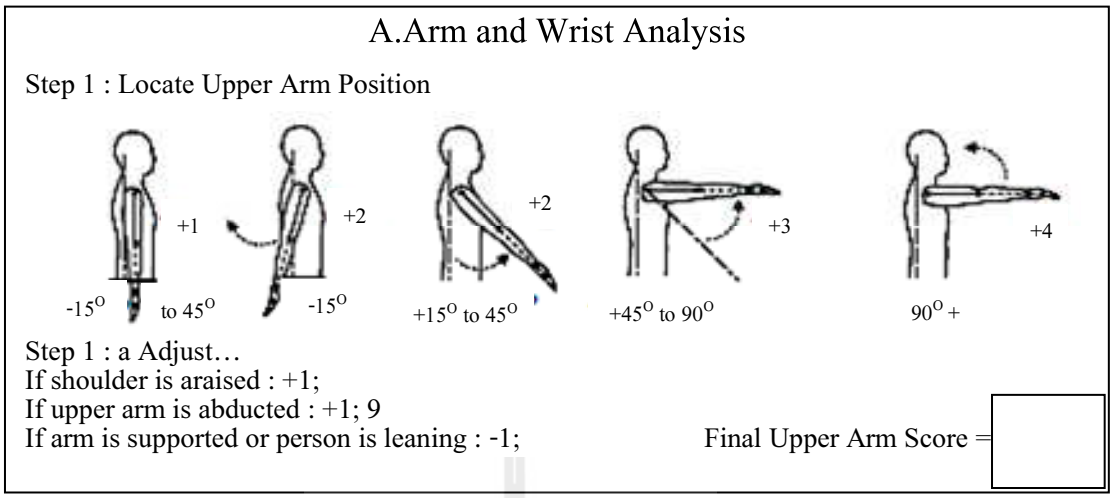
รูปที่ 3.15 แสดงขั้นตอนการให้คะแนนด้วยวิธี RULA

3.3.1 ลำดับขั้นตอนการประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี RULA

การวิจัยครั้งนี้ทำการประเมินพนักงานคัดแยกจดหมายของแผนกจดหมายธรรมดา ศูนย์ไปรษณีย์นครราชสีมา ทั้งหมด 10 คน โดยทำการประเมินทุกคนและใน 1 คน ทำการประเมินทุกชั้นของแผงคัดแยกจดหมาย และแผงคัดแยกจดหมายมีทั้งหมด 6 ชั้น เพื่อให้ได้ผลลัพธ์จากการประเมินที่มีค่าถูกต้องแม่นยำมากที่สุด โดยดำเนินตามขั้นตอนและใช้เกณฑ์ให้คะแนนตาม RULA Employee Assessment Worksheet (ภาคผนวก ก.) ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินตำแหน่งแขนส่วนบน (Upper Arm) พิจารณาในตำแหน่งแขนส่วนบน ดังรูป 3.16 บันทึกคะแนนในแบบบันทึกรูปที่ 3.16

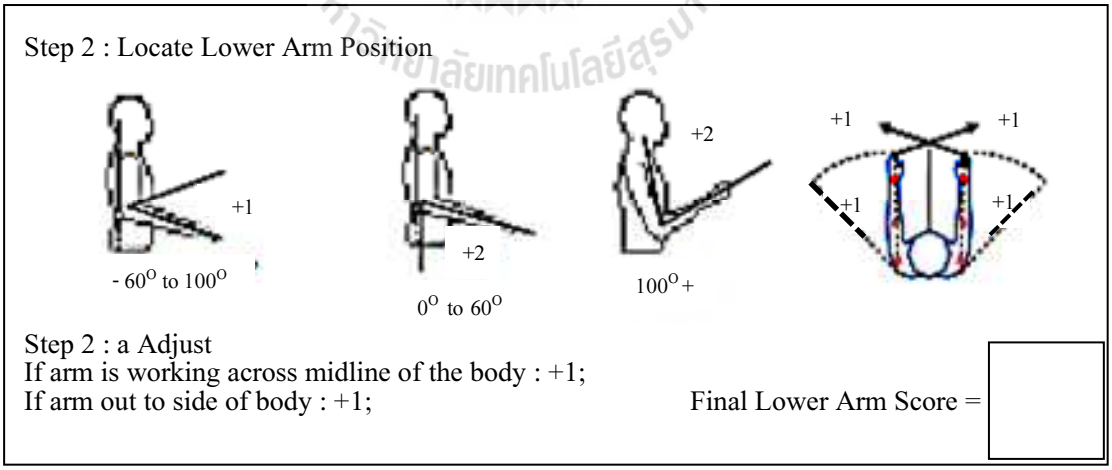
- ถ้ามีการยกของไหล่ ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1
- ถ้ามีการกางแขน ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1
- ถ้าแขนมีที่รองรับหรือวางพาดอยู่ ให้ลบคะแนน -1



รูปที่ 3.16 การประเมินตำแหน่งแขนส่วนบน (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินตำแหน่งแขนส่วนล่าง (Lower Arm) ให้คะแนนตามรูปที่ 3.17 คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 3 คะแนน และบันทึกในแบบบันทึกรูปที่ 3.17

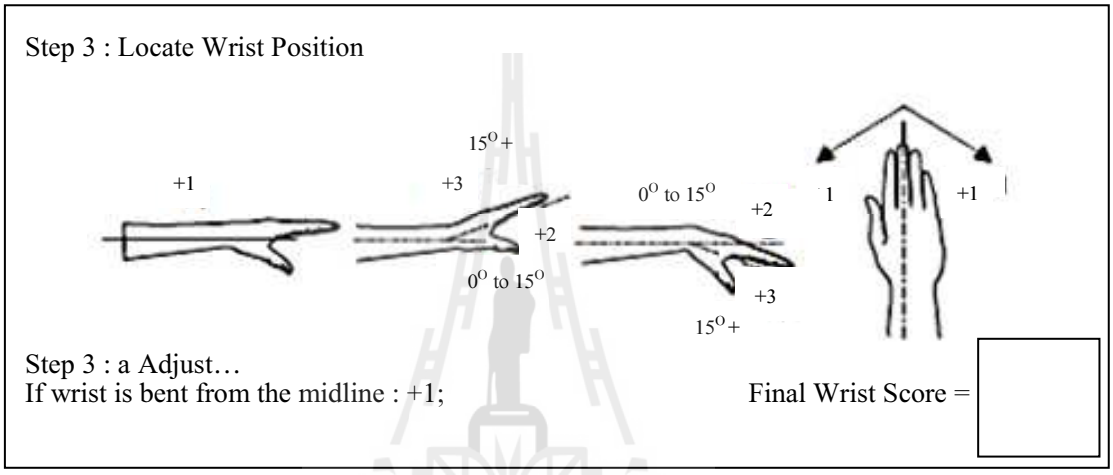
- ถ้ามีการทำงานไขว้แขนเลยแกนกลางลำตัว ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1
- ถ้ามีการทำงานเบี่ยงไหล่ไปด้านข้างลำตัว ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1



รูปที่ 3.17 การประเมินตำแหน่งแขนส่วนล่าง (Lower Arm) (McAtamney and Corlett, 1993)

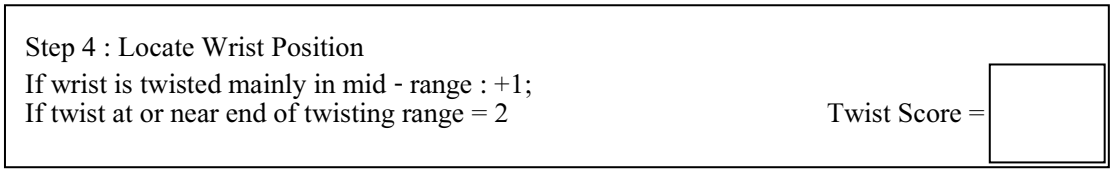
ขั้นตอนที่ 3 การประเมินตำแหน่งมือและข้อมือ (Hand and Wrist) โดยที่ขณะทำงานข้อมือไม่ควรอยู่ในลักษณะตรง ไม่บิดงอ แสดงในรูปที่ 3.18 โดยรูปที่ 1 จากซ้ายถ้าข้อมือมีการบิดงอจะให้คะแนนตามรูปที่ 2 (Flexion) และ 3 (Extension) จากซ้าย

- ถ้ามีการทำงานที่เกิดการเบี่ยงข้อมือออก (Deviation) ดังแสดงในรูป 3.18 ในรูปที่ 4 จากซ้ายให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1
- แล้วทำการบันทึกคะแนนในแบบบันทึกคะแนน ในรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 การประเมินตำแหน่งมือและข้อมือ (Hand and Wrist) (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินการบิดข้อมือ (Wrist Twist) ขณะทำงานข้อมือไม่ควรหมุน ถ้ามีการหมุนข้อมือให้คะแนนเป็น +1 คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 2 คะแนน และถ้ามีการทำงานที่หมุนข้อมือมากเกือบสุด ให้คะแนนเป็น +2 แล้วบันทึกคะแนนในรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 การประเมินการบิดข้อมือ (Wrist Twist) (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลจากขั้นตอนที่ 1 - 4 โดยใช้ตาราง (ดังรูปที่.3.20) นำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 - 4 ซึ่งเป็นผลจากการวิเคราะห์ท่าทางของแขนและมือในขณะทำงานมาเปิดค่าคะแนนรวมในตาราง(ดังรูปที่ 3.20) แล้วกรอกคะแนนลงแบบบันทึกในรูปที่ 3.21

UPPER ARM	LOWER ARM	WRIST POSTURE SCORE							
		1		2		3		4	
		TWIST		TWIST		TWIST		TWIST	
		1	2	1	2	1	2	1	2
	1	1	2	2	2	2	3	3	3
1	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
	1	2	3	3	3	3	4	4	5
2	2	3	3	3	3	3	4	4	5
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
	1	3	3	4	4	4	4	5	5
3	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
	1	4	4	4	4	4	5	5	5
4	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
	1	5	5	5	5	5	6	6	7
5	2	5	6	6	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
	1	7	7	7	7	7	8	8	9
6	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

รูปที่ 3.20 ตารางสรุปผลคะแนนขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 (McAtamney and Corlett, 1993)

Step 5 : Look - up Posture Score in Table Use values from steps 1 2 3 and 4 to locate Posture Score in table	Posture Score =

รูปที่ 3.21 สรุปผลจากขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 6 ประเมินระดับการใช้แรงกล้ามเนื้อในการทำงาน คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้ มีค่าไม่เกิน 2 คะแนน

- ถ้าการทำงานดังกล่าวมีลักษณะการใช้แรงจากกล้ามเนื้อแบบสถิต เช่น มีการใช้แรงโดยเกร็งกล้ามเนื้อต่อเนื่องนานกว่า 1 นาที ให้ใส่คะแนนเป็น +1
- ถ้าการทำงานเป็นแบบซ้ำ ๆ โดยมีการเคลื่อนไหวกลับไปกลับมาเกินกว่า 4 ครั้งต่อนาทีหรือมากกว่า ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก
- และบันทึกในแบบบันทึกรูปที่ 3.22

Step 6 : Add Muscle Use Score If posture mainly static (i.e. held for longer than 1 minute) or; If action repeatedly occurs 4 times per minute or more : +1	Muscle Use Score =

รูปที่ 3.22 ประเมินระดับการใช้แรงกล้ามเนื้อในการทำงานของกลุ่ม A

(McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 7 ประเมินภาระงานที่ทำภาระงานที่ทำ ได้แก่ แรงที่ใช้ หรือ น้ำหนักที่ถือ ถ้าน้อยกว่า 2 กิโลกรัม ให้คะแนนเป็น 0

- ถ้าภาระงานอยู่ระหว่าง 2 - 10 กิโลกรัม ถือหรือใช้แรงนาน ๆ ครั้ง ให้คะแนนเป็น 1
  ถ้าภาระงานอยู่ระหว่าง 2 - 10 กิโลกรัม ถือหรือใช้แรงตลอดเวลา หรือทำซ้ำไปมาบ่อย ๆ ให้คะแนนเป็น 2
- ถ้าภาระงานมากกว่า 10 กิโลกรัม ถือหรือใช้แรงแบบสถิต หรือ เคลื่อนที่ซ้ำไปมาบ่อย ๆ หรือมีการใช้แรงทำงานดังกล่าวอย่างรวดเร็ว ให้คะแนนเป็น 3
- แล้วบันทึกคะแนนในรูปที่ 3.23

Step 7 : Add Force/load Score If load less than 2 kg (intermittent) : +0; If 2 kg to 10 kg (intermittent) : +1; If 2 kg to 10 kg (static or repeated) : +2; If more than 10 kg load or repeated or shock : +3 Posture Score =

รูปที่ 3.23 ประเมินภาระงานที่ทำภาระงานที่ทำของกลุ่ม A (McAtamney and Corlett, 1993)

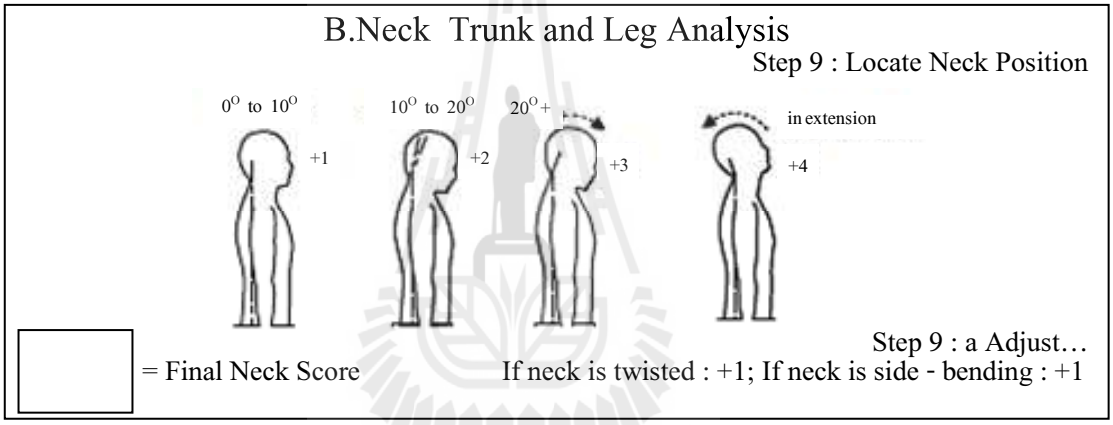
ขั้นตอนที่ 8 สรุปผลคะแนนการวิเคราะห์ของแขนและมือ รวมผลคะแนนจากขั้นตอนที่ 5 ถึง 7 ไว้ในขั้นตอนนี้ โดยบันทึกคะแนนไว้ในแบบบันทึกรูปที่ 3.24 เพื่อใช้เปิดตาราง C ในการประเมินผลร่วมกับร่างกายส่วนที่เหลือ ในขั้นตอนที่ 16 ต่อไป

Step 8 : Find Row in Table C The completed score from the Arm/wrist Analysis in used to find the row on Table C Final Wrist and Arm Score =

รูปที่ 3.24 สรุปผลคะแนนการวิเคราะห์ของแขนและมือ (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 9 การวิเคราะห์ท่าทางของศีรษะและคอ (Neck) ดังนี้

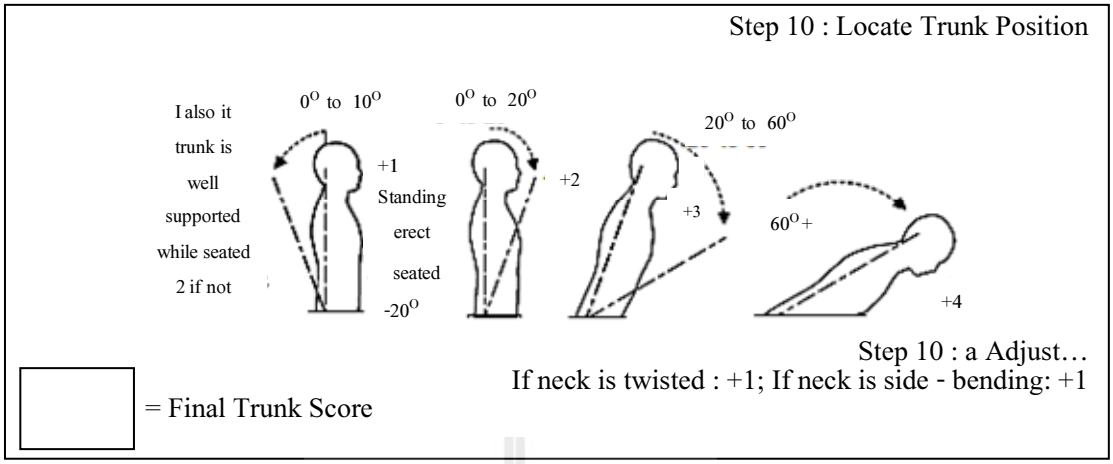
- ถ้ามุมก้มอยู่ระหว่าง 0 - 10 องศา ให้คะแนนเป็น 1
- ถ้ามุมก้มอยู่ระหว่าง 10 - 20 องศา ให้คะแนนเป็น 2
- ถ้ามุมก้มมากกว่า 20 องศา ขึ้นไป ให้คะแนนเป็น 3
- ถ้ามีการเงยศีรษะ ให้คะแนนเป็น 4
- ถ้ามีการหมุน (Twist) ศีรษะด้วย ให้คะแนนเพิ่มอีก +1
- ถ้ามีการเอียงศีรษะไปด้านข้าง ให้คะแนนเพิ่มอีก +1
- คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้ จะมีค่าไม่เกิน 6 คะแนน
- แล้วบันทึกผลในแบบบันทึกในรูป 3.25



รูปที่ 3.25 การวิเคราะห์ท่าทางของศีรษะและคอ (Neck) (McAtamney and Corlett, 1993)

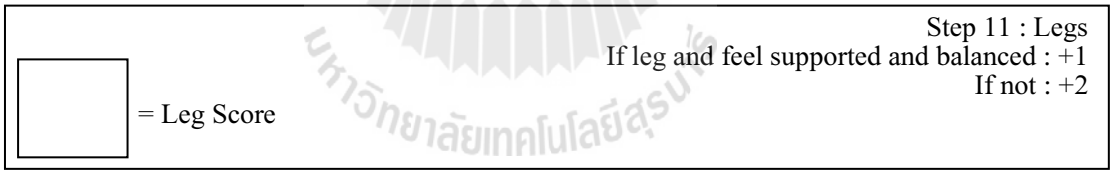
ขั้นตอนที่ 10 การวิเคราะห์ตำแหน่งของลำตัว (Trunk) ดังนี้

- ลำตัวควรอยู่ในลักษณะที่ตั้งตรงเมื่อยืน หรือ ในกรณีการนั่ง มีพนักพิงรองรับอย่างดีที่มุมเอียงไม่เกิน -20 องศา ให้คะแนนเป็น 1
- ลำตัวโน้มไปด้านหน้าระหว่าง 1 - 20 องศา ให้คะแนนเป็น 2
- ลำตัวโน้มไปด้านหน้าระหว่าง 21 - 60 องศา ให้คะแนนเป็น 3
- ลำตัวโน้มไปด้านหน้ามากกว่า 60 องศา ให้คะแนนเป็น 4
- ลำตัวมีการหมุน ให้คะแนนเพิ่มอีก +1
- ลำตัวมีการเอียงไปด้านข้าง ให้คะแนนเพิ่มอีก +1
- คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 6 คะแนน
- แล้วบันทึกคะแนนในแบบบันทึกรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 การวิเคราะห์ตำแหน่งของลำตัว (Trunk) (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 11 การประเมินท่าทางของขาและเท้า (Legs) โดยคะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้ไม่เกิน 2 คะแนน ขาอยู่ในลักษณะสมดุลซ้ายขวาโดยเท้าสามารถวางบนพื้นที่มีการรองรับดี ให้คะแนนเป็น 1 แต่ถ้าไม่สมดุลหรือพื้นรองรับเท้าไม่ดี ให้คะแนนเป็น 2 แล้วบันทึกคะแนนในแบบบันทึกรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 การประเมินท่าทางของขาและเท้า (Legs) (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 12 สรุปผลท่าทางการทำงานจากขั้นตอนที่ 9 - 11 โดยใช้ตาราง(ดังรูปที่ 3.28) เป็นการสรุปผลท่าทางของศีรษะลำตัว ขาและเท้า โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 9 10 และ 11 มาเปิดตาราง B (ดังรูป 3.28) และนำคะแนนที่ได้จากตาราง B บันทึกในแบบบันทึกในรูปที่ 3.29

	Trunk Posture Score											
	1		2		3		4		5		6	
	Legs		Legs		Legs		Legs		Legs		Legs	
Neck	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

รูปที่ 3.28 ตารางแสดงการสรุปผลท่าทางของศีรษะลำตัว ขาและเท้า

(McAtamney and Corlett, 1993)

= Posture B Score	Step 12 : Look - up Posture Score in Table B Use values from step 8 9 and 10 to locate Posture Score in Table B

รูปที่ 3.29 สรุปผลท่าทางของศีรษะลำตัว ขาและเท้า (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 13 ประเมินระดับการใช้แรงกล้ามเนื้อ เป็นการประเมินลักษณะการใช้แรงจากกล้ามเนื้อว่าเป็นไปในลักษณะใด แบบสถิต หรือแบบพลวัติด้วยความถี่มากน้อยขนาดไหน

- ถ้ามีการใช้แรงจากกล้ามเนื้อในแบบสถิตเป็นเวลานาน หรือการทำงานแบบใช้แรงซ้ำ ๆ ไปมา ด้วยความถี่ 4 ครั้งต่อนาที หรือสูงกว่า ให้คะแนนเพิ่มอีก +1
- แล้วบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกรูปที่ 3.30

= Muscle Use Score	Step 13 : Add Muscle Use Score If posture mainly static or; If action 4/minute or more : +1

รูปที่ 3.30 ประเมินระดับการใช้แรงกล้ามเนื้อของศีรษะลำตัว ขาและเท้า

(McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 14 ประเมินระดับภาระงานจากน้ำหนักของหรือแรงที่ใช้ ให้พิจารณาน้ำหนักของที่ยกหรือแรงที่ใช้ในการทำงาน เช่น แรงผลัก แรงกด แรงดึง เป็นต้น ว่ามีค่ามากน้อยเพียงใด

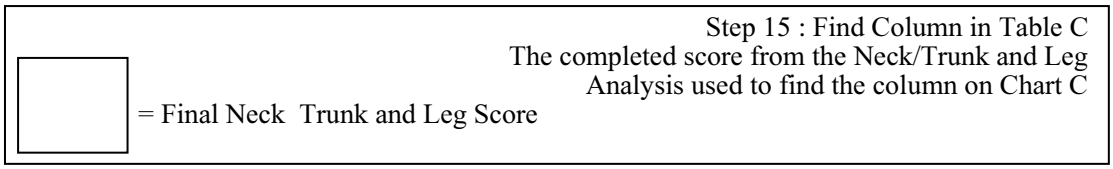
- ถ้าภาระงานที่ใช้มีค่าน้อยกว่า 2 กิโลกรัม ทำนาน ๆ ครั้ง ให้คะแนนเป็น 0
- ถ้าภาระงานที่ใช้มีค่าระหว่าง 2 - 10 กิโลกรัม ทำเป็นครั้งคราว ให้คะแนนเป็น 1
- ถ้าภาระงานที่ใช้มีค่าระหว่าง 2 - 10 กิโลกรัม ออกแรงแบบสถิต หรือเกิดขึ้นซ้ำไปมาให้คะแนนเป็น 2
- ถ้าภาระงานที่ใช้มีค่ามากกว่า 10 กิโลกรัม ออกแรงแบบสถิต หรือเกิดซ้ำไปมาบ่อย ๆ หรือมีการออกแรงอย่างรวดเร็ว ให้คะแนนเป็น 3
- แล้วบันทึกคะแนนในแบบบันทึกรูปที่ 3.31

= Force/load Score	Step 14 : Add Force/load Score If load less than 2 kg (intermittent) : +0; If 2 kg to 10 kg (intermittent) : +1; If 2 kg to 10 kg (static or repeated) : +2; If more than 10 kg load or repeated or shock : +3

รูปที่ 3.31 ประเมินระดับภาระงานของศีรษะ คอ ลำตัว ขา และเท้า

(McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 15 สรุปผลการวิเคราะห์ศีรษะ คอ ลำตัว ขา และเท้า โดยรวมผลคะแนนจากขั้นตอนที่ 12 ถึง 14 ไว้ในขั้นตอนนี้ โดยบันทึกคะแนนไว้ในแบบบันทึกรูปที่ 3.32 เพื่อนำไปใช้เปิดตารางสรุปผลของ RULA ในตาราง C ในขั้นตอนที่ 16 ต่อไป



รูปที่ 3.32 สรุปผลวิเคราะห์ศีรษะ คอ ลำตัว ขา และเท้า (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 16 สรุปผลระดับคะแนนของ RULA ในตาราง C

- นำค่าที่ได้ในขั้นตอนที่ 8 และ คะแนนที่ได้ในขั้นตอนที่ 15 ไปใช้ในการเปิดตาราง C (รูปที่ 3.33)
- โดยคะแนนในขั้นตอนที่ 8 ใช้เลือกตำแหน่งของแถว ส่วนคะแนนในขั้นตอนที่ 15 ใช้เลือกตำแหน่งของคอลัมน์ ช่องที่ตัดกันระหว่างคะแนนทั้งสอง ในตาราง C เป็นระดับคะแนนสุดท้ายของ RULA
- คะแนน RULA จะมีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 7 คะแนนที่สูงกว่าหมายถึงความเสี่ยงต่อปัญหาทางด้านการยศาสตร์มีสูงด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คะแนนสรุปผลจากขั้นตอนที่ 15 (คอ ลำตัว ขา)

คะแนนสรุปจากขั้นตอนที่ 8 (มือ ข้อมือ)

	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

รูปที่ 3.33 สรุปผลระดับคะแนนของ RULA (McAtamney and Corlett, 1993)

เมื่อได้คะแนนรวมจากขั้นตอนที่ 16 แล้วนำมาเทียบระดับและสรุปผลการประเมินภาระงานดังนี้

ระดับ 1 : คะแนนอยู่ 1 - 2 งานนั้นยอมรับได้ แต่อาจเป็นปัญหาทางการยศาสตร์ได้ถ้ามีการทำงานดังกล่าวซ้ำ ๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าเดิม

ระดับ 2 : คะแนนอยู่ที่ 3 - 4 งานนั้นควรได้รับการพิจารณา การศึกษาละเอียดขึ้นและติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่อง การออกแบบงานใหม่อาจมีความจำเป็น

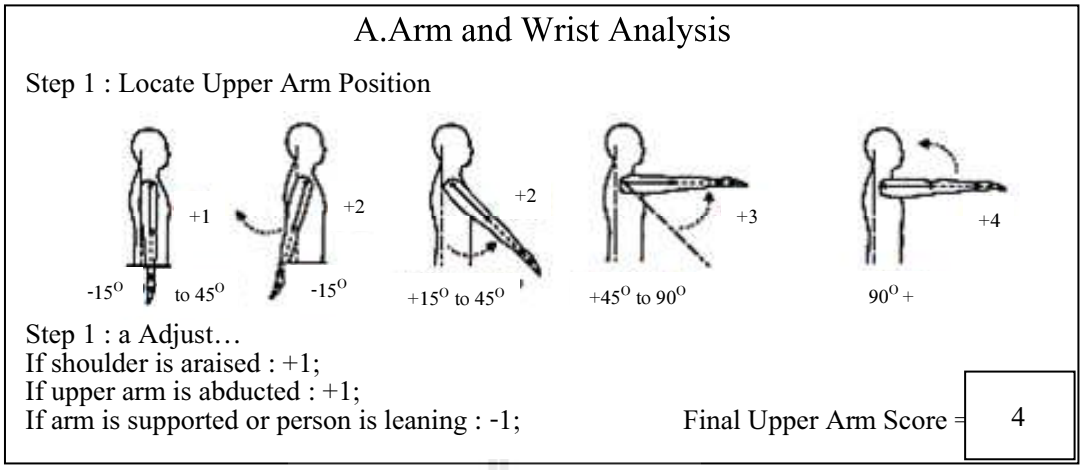
ระดับ 3 : คะแนนอยู่ที่ 5 - 6 งานนั้นเริ่มเป็นปัญหา ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมและรีบดำเนินการปรับปรุงลักษณะงานดังกล่าว

ระดับ 4 : คะแนนตั้งแต่ 7 ขึ้นไป งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยทันที

3.3.2 ตัวอย่างการประเมินด้วย RULA

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินตำแหน่งแขนส่วนบน พิจารณาในตำแน่งแขนส่วนบน โดยจากรูปที่ 3.34 พบว่ามีระดับของแขนส่วนบนมีการยกสูงมากกว่า 90 องศา ตรงตามรูปที่ 5 จากซ้ายมือของรูปที่ 3.35 ดังนั้นคะแนนในขั้นตอนนี้จึงเท่ากับ 4 แล้วนำคะแนนไปกรอกในแบบฟอร์ม ดังรูปที่ 3.35

รูปที่ 3.34 แสดงระดับแขนส่วนบนของพนักงานขณะปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย (McAtamney and Corlett, 1993)

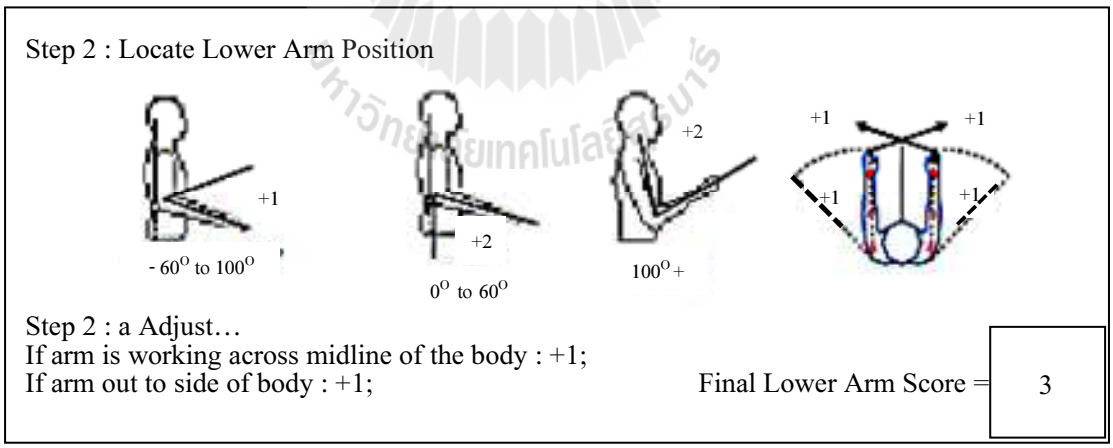


รูปที่ 3.35 การประเมินตำแหน่งแขนส่วนบน (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินตำแหน่งแขนส่วนล่าง จากรูปที่ 3.36 พบว่าระดับของแขนส่วนล่างควรอยู่ในแนวระดับขณะ 100 องศาวัดจากแนวดิ่ง ตรงตามรูปที่สามจากซ้ายมือในรูปที่ 3.37 คะแนนเท่ากับ 2 และพบว่าขณะทำงานมีการไขว้แขนเลยแกนกลางลำตัว ดังรูป 3.36 รูปด้านขวามือ และมีการเบี่ยงแขนไปด้านข้างลำตัว ดังรูป 3.36 ด้านซ้ายมือ จึงให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1 ดังนั้นคะแนนในขั้นตอนนี้จึงเท่ากับ 3 แล้วนำคะแนนไปกรอกในแบบฟอร์มดังรูปที่ 3.37

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

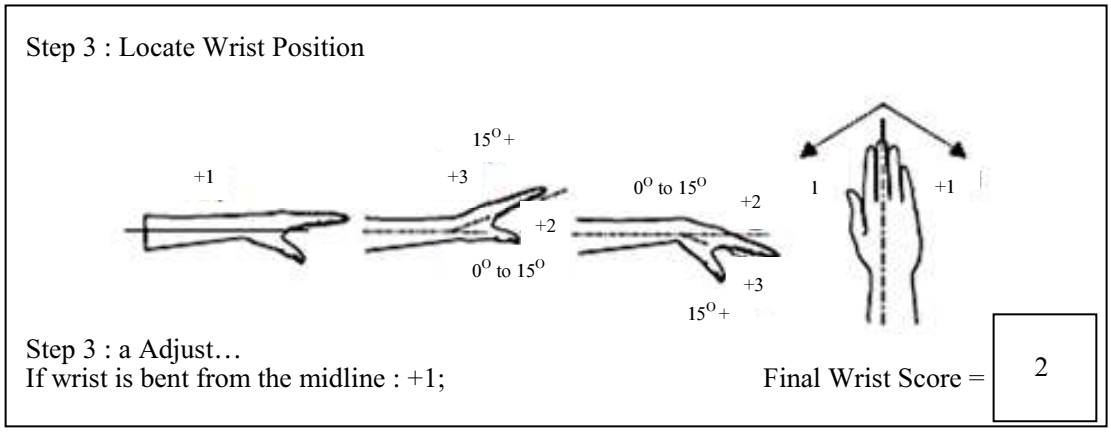
รูปที่ 3.36 แสดงตำแหน่งแขนส่วนล่างของพนักงานขณะปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย (McAtamney and Corlett, 1993)



รูปที่ 3.37 การประเมินตำแหน่งแขนส่วนล่าง (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินตำแหน่งมือและข้อมือ จากรูปที่ 3.38 พบว่าขณะทำงานข้อมือมีการบิดงอจึงให้คะแนนตามรูปที่ 2 (Flexion) ในที่รูปที่ 3.39 คะแนนในขั้นตอนนี้จึงเท่ากับ 2 คะแนน แล้วนำคะแนนไปกรอกในแบบฟอร์ม ในรูปที่ 3.39

รูปที่ 3.38 แสดงตำแหน่งมือและข้อมือของพนักงานขณะปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย (McAtamney and Corlett, 1993)



รูปที่ 3.39 การประเมินตำแหน่งมือและข้อมือ (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินการบิดข้อมือ ขณะทำงาน ในการปฏิบัติงานพนักงานมีการหมุนข้อมือดังนี้ คะแนนในขั้นตอนนี้จึงเท่ากับ 1 คะแนน นำคะแนนไปกรอกในแบบฟอร์มในรูปที่ 3.40

Step 4 : Locate Wrist Position If wrist is twisted mainly in mid-range : +1; If twist at or near end of twisting range = 2	Twist Score = 1

รูปที่ 3.40 การประเมินการบิดข้อมือ (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลจากขั้นตอนที่ 1 - 4 โดยใช้ตาราง (ดังรูปที่ 3.41) นำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 - 4ซึ่งเป็นผลจากการวิเคราะห์ท่าทางของแขนและมือในขณะทำงาน ดังนี้ Upper Arm เท่ากับ 4 คะแนน Lower Arm เท่ากับ 3 คะแนน Wrist Posture เท่ากับ 2 คะแนน และ Twist เท่ากับ 1 คะแนน แล้วเปิดค่าคะแนนรวมตาราง A ได้เท่ากับ 4 คะแนน แล้วกรอกคะแนนลงแบบบันทึกในรูปที่ 3.41

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

UPPER ARM	LOWER ARM	WRIST POSTURE SCORE							
		1		2		3		4	
		TWIST		TWIST		TWIST		TWIST	
		1	2	1	2	1	2	1	2
	1	1	2	2	2	2	3	3	3
1	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
	1	2	3	3	3	3	4	4	5
2	2	3	3	3	3	3	4	4	5
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
	1	3	3	4	4	4	4	5	5
3	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
	1	4	4	4	4	4	5	5	5
4	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
	1	5	5	5	5	5	6	6	7
5	2	5	6	6	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
	1	7	7	7	7	7	8	8	9
6	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Step 5 : Look - up Posture Score in Table
Use values from steps 1 2 3 and 4 to locate Posture Score in table

Posture Score = 4

รูปที่ 3.41 สรุปผลจากขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 6 ประเมินระดับการใช้แรงกล้ามเนื้อในการทำงาน พบว่าการทำงานดังกล่าวมีลักษณะการใช้แรงจากกล้ามเนื้อแบบโดยเกร็งกล้ามเนื้อต่อเนื่องนานกว่า 1 นาที และการทำงานเป็นแบบซ้ำ ๆ โดยมีการเคลื่อนไหวกลับไปกลับมาเกินกว่า 4 ครั้งต่อนาทีหรือมากกว่า ให้คะแนนในขั้นตอนนี้จึงเท่ากับ 1 คะแนน และบันทึกในแบบบันทึกรูปที่ 3.42

Step 6 : Add Muscle Use Score If posture mainly static (i.e. held for longer than 1 minute) or; If action repeatedly occurs 4 times per minute or more : +1 Muscle Use Score = 1

รูปที่ 3.42 ประเมินระดับการใช้แรงกล้ามเนื้อในการทำงานของกลุ่ม A

(McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 7 ประเมินภาระงานที่ทำภาระงานที่ทำได้แก่ แรงที่ใช้ หรือ น้ำหนักที่ถือ พบว่าการทำงานมีน้ำหนักน้อยกว่า 2 กิโลกรัม ให้คะแนนเป็น 0 แล้วบันทึกคะแนนในรูปที่ 3.43

Step 7 : Add Force/load Score If load less than 2 kg (intermittent) : +0; If 2 kg to 10 kg (intermittent) : +1; If 2 kg to 10 kg (static or repeated) : +2; If more than 10 kg load or repeated or shock : +3 Posture Score = 0

รูปที่ 3.43 ประเมินภาระงานที่ทำภาระงานจากแรงที่ใช้หรือน้ำหนักที่ถือที่ทำของกลุ่ม A

(McAtamney and Corlett, 1993)

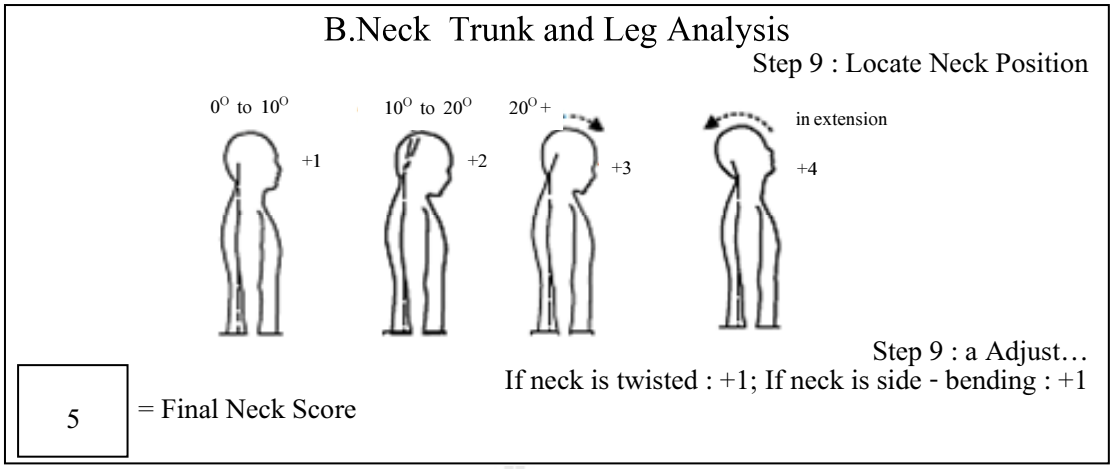
ขั้นตอนที่ 8 สรุปผลคะแนนการวิเคราะห์ของแขนและมือ รวมผลคะแนนจากขั้นตอนที่ 5 ถึง 7 ไว้ในขั้นตอนนี้ คือ 4 + 2 + 0 = 6 คะแนน โดยบันทึกคะแนนไว้ในแบบบันทึกรูปที่ 3.44 เพื่อใช้เปิดตาราง C ในการประเมินผลร่วมกับร่างกายส่วนที่เหลือ ในขั้นตอนที่ 16 ต่อไป

Step 8 : Find Row in Table C The completed score from the Arm/wrist Analysis in used to find the row on Table C	Final Wrist and Arm Score =	7

รูปที่ 3.44 สรุปผลคะแนนการวิเคราะห์ของแขนและมือ (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 9 การวิเคราะห์ท่าทางของศีรษะและคอ จากรูปที่ 3.45 มีการเงยศีรษะดังรูปที่ 4 จากซ้ายมือของรูปที่ 3.46 ให้คะแนนเป็น 4 และมีการเอียงศีรษะไปด้านข้างให้คะแนนเพิ่มอีก +1 คะแนนรวมในขั้นตอนนี้เท่ากับ 5 แล้วคำคะแนนไปกรอกในแบบฟอร์มในรูปที่ 3.46

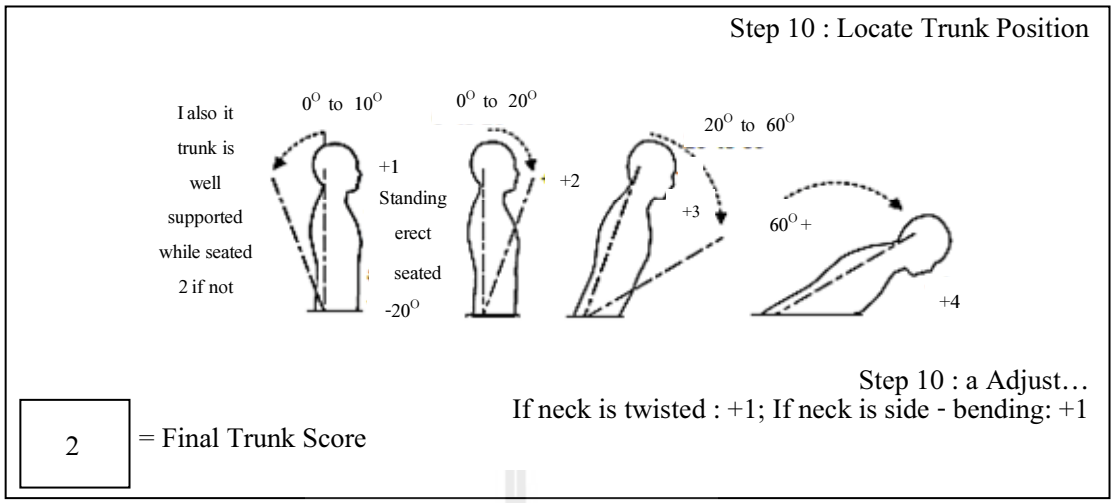
รูปที่ 3.45 แสดงท่าทางของศีรษะและคอของพนักงานขณะปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย (McAtamney and Corlett, 1993)



รูปที่ 3.46 การวิเคราะห์ท่าทางของศีรษะและคอ (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 10 การวิเคราะห์ตำแหน่งของลำตัว จากรูปที่ 3.47 ลำตัวโน้มไปด้านหน้าระหว่าง 1 - 20 องศา ตามรูปที่สองจากซ้ายมือของรูปที่ 3.48 ให้คะแนนเป็น 2 นำคะแนนไปกรอกในแบบฟอร์มในรูปที่ 3.48

รูปที่ 3.47 แสดงตำแหน่งของลำตัวของพนักงานขณะปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย (McAtamney and Corlett, 1993)



รูปที่ 3.48 การวิเคราะห์ตำแหน่งของลำตัว (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 11 การประเมินท่าทางของขาและเท้า โดยขณะปฏิบัติงานดังรูป 3.49 ขาอยู่ในลักษณะสมดุลซ้ายขวาโดยเท้าสามารถวางบนพื้นที่มีการรองรับดี ให้คะแนนเป็น 1 แล้วบันทึกคะแนนในแบบบันทึกรูปที่ 3.50

รูปที่ 3.49 แสดงท่าทางของขาและเท้าของพนักงานขณะปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย (McAtamney and Corlett, 1993)

1 = Leg Score	Step 11 : Legs If leg and feel supported and balanced : +1 If not : +2

รูปที่ 3.50 การประเมินท่าทางของขาและเท้า (McAtamney and Corlett, 1993)

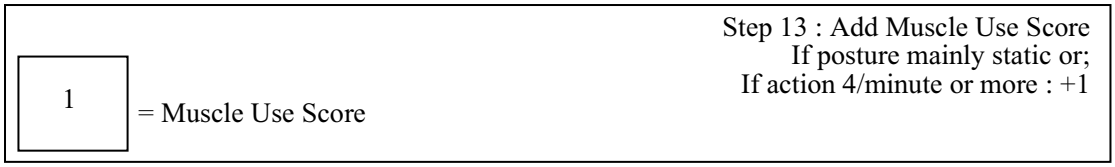
ขั้นตอนที่ 12 สรุปผลท่าทางการทำงานจากขั้นตอนที่ 9 - 11 โดยใช้ตาราง (ดังรูปที่ 3.51) อ่านค่าสรุปผลท่าทางของศีรษะลำตัว ขา และเท้า โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 9 10 และ 11 คือ Neck = 5 Trunk = 2 และ Leg = 1 คะแนน มาเปิดตาราง และนำคะแนนที่ได้จากตาราง คือ 7 คะแนน บันทึกในแบบบันทึกในรูปที่ 3.51

Neck	Trunk Posture Score											
	1		2		3		4		5		6	
	Legs		Legs		Legs		Legs		Legs		Legs	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	(7)	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

7 = Posture B Score	Step 12 : Look - up Posture Score in Table B Use values from step 8 9 and 10 to locate Posture Score in Table B

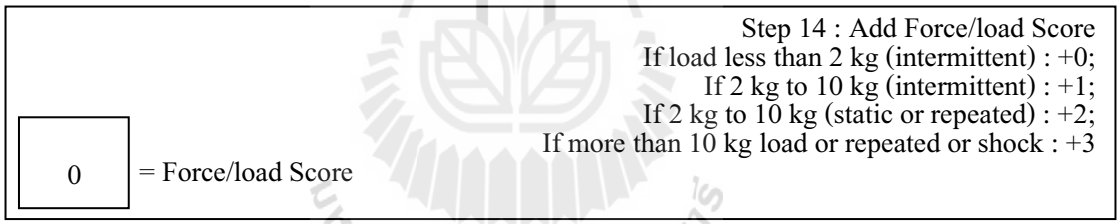
รูปที่ 3.51 สรุปผลท่าทางของศีรษะลำตัว ขา และเท้า (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 13 ประเมินระดับการใช้แรงกล้ามเนื้อ พบว่าขณะปฏิบัติงานมีการใช้แรงจากกล้ามเนื้อในแบบสถิตเป็นเวลานาน หรือ การทำงานแบบใช้แรงซ้ำ ๆ ไปมา ด้วยความถี่ 4 ครั้งต่อนาทีหรือสูงกว่า ให้คะแนนเท่ากับ 1 แล้วบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกรูปที่ 3.52



รูปที่ 3.52 ประเมินระดับการใช้แรงกล้ามเนื้อของศีรษะลำตัว ขา และเท้า (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 14 ประเมินระดับภาระงานจากน้ำหนักของหรือแรงที่ใช้ ภาระงานที่ใช้มีค่าน้อยกว่า 2 กิโลกรัม ทำนาน ๆ ครั้ง ให้คะแนนเป็น แล้วบันทึกคะแนนลงในแบบฟอร์มรูปที่ 3.53



รูปที่ 3.53 ประเมินระดับภาระงานของศีรษะ คอ ลำตัว ขา และเท้า (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 15 สรุปผลการวิเคราะห์ ศีรษะ คอ ลำตัว ขา และเท้า โดยรวมผลคะแนนจากขั้นตอนที่ 12 ถึง 14 ไว้ในขั้นตอนนี้ คือ 7 + 1 + 0 = 8 คะแนน แล้วบันทึกคะแนนไว้ในแบบบันทึกรูปที่ 3.54 เพื่อนำไปใช้เปิดตารางสรุปผลของ RULA ในตาราง C ในขั้นตอนที่ 16 ต่อไป

8	Step 15 : Find Column in Table C The completed score from the Neck/Trunk and Leg Analysis used to find the column on Chart C = Final Neck Trunk and Leg Score

รูปที่ 3.54 สรุปผลวิเคราะห์ศีรษะ คอ ลำตัว ขา และเท้า (McAtamney and Corlett, 1993)

ขั้นตอนที่ 16 สรุปผลระดับคะแนนของ RULA ในตาราง C

- นำค่าที่ได้ในขั้นตอนที่ 8 คือคะแนนเท่ากับ 7 คะแนน และคะแนนที่ได้ในขั้นตอนที่ 15 เท่ากับ 8 คะแนน ไปใช้ในการเปิดตาราง C (รูปที่ 3.55)
- โดยคะแนนในขั้นตอนที่ 8 ใช้เลือกตำแหน่งของแถว ส่วนคะแนนในขั้นตอนที่ 15 ใช้เลือกตำแหน่งของคอลัมน์ ช่องที่ตัดกันระหว่างคะแนนทั้งสอง ในตาราง C เป็นระดับคะแนนสุดท้ายของ RULA

คะแนนสรุปจากขั้นตอนที่ 15 (คอ ลำตัว ขา)

คะแนนสรุปจากขั้นตอนที่ 8 (มือ ข้อมือ)	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	(7)
8+	5	5	6	7	7	7	7

รูปที่ 3.55 ตาราง C สรุปผลระดับคะแนนของ RULA (McAtamney and Corlett, 1993)

เมื่อได้คะแนนรวมจากขั้นตอนที่ 16 แล้ว คือ 7 คะแนน นำมาเทียบระดับและสรุปผลการประเมินภาระงาน ซึ่งคะแนนตั้งแต่ 7 ขึ้นไป คือภาระงานอยู่ในระดับ 4 หมายถึง งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยทันที

3.3.3 ผลการประเมินด้วย RULA

ในตาราง 3.1 แสดงผลการใช้วิธี RULA ทำการประเมินท่าทางการทำงานของพนักงานคัดแยกจดหมายทั้ง 10 คน ในแผนก LC เรียงตามลำดับความสูง (จากสูงไปต่ำ) จะเห็นได้ว่าพนักงานทุกคนมีค่าคะแนนความเสี่ยงสูงขึ้นตามความสูงของระดับชั้นคัดแยกจดหมาย นอกจากนั้นพนักงานทุกคนยังมีความเสี่ยงต่อการเจ็บปวดกล้ามเนื้อสูงสุดถึงค่าคะแนน 7 ทุกคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ระดับชั้นคัดแยกจดหมายสูงสุดและเมื่อคำนวณค่าคะแนนเฉลี่ย พบว่ามีค่าเท่ากับ 5 ซึ่งหมายถึงว่าภาระงานที่พนักงานดำเนินอยู่ เริ่มจะเป็นปัญหา และควรแก้ไข

ตารางที่ 3.1 ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี RULA

พนักงานคนที่	ระดับชั้นคัดแยกจดหมาย					
	1	2	3	4	5	6
1	4	4	4	4	4	7
2	4	4	4	4	4	7
3	4	4	4	4	7	7
4	3	3	4	4	5	7
5	4	4	4	7	7	7
6	4	4	4	5	7	7
7	4	5	5	5	7	7
8	5	5	5	4	7	7
9	3	4	4	5	7	7
10	6	5	6	7	7	7
เฉลี่ย	5					

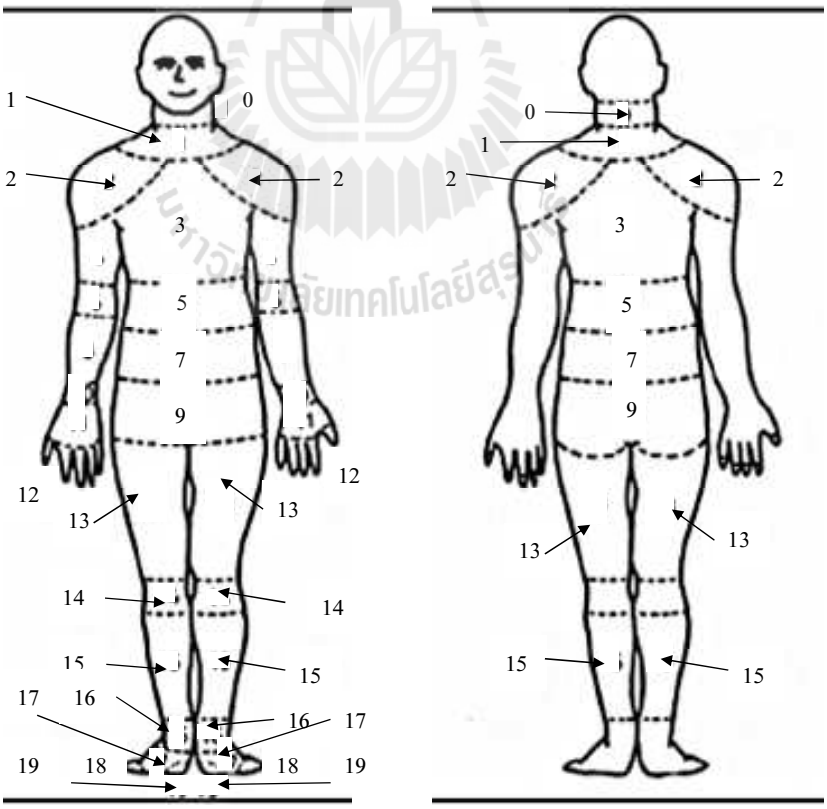
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.4 วิธีประเมินด้วยวิธีสอบถามระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายของผู้ทดสอบ

วิธีการนี้เป็นการให้ผู้ปฏิบัติงานคัดแยกจดหมายตอบแบบสอบถาม จากแบบสอบถามระดับความเจ็บปวดต่าง ๆ ของร่างกาย ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสอบถามจากผู้ปฏิบัติงานคัดแยกจดหมายของแผนกจดหมายธรรมดา ศูนย์ไปรษณีย์นครราชสีมาจำนวน 10 คน มีขั้นตอนดังนี้

1) สำรวจข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม (แสดงในภาคผนวก ข.) ให้พนักงานระบุตำแหน่งและระดับความเจ็บปวดของร่างกายทั้งหมด 20 ตำแหน่ง (รูปที่ 3.56) คือ คอ ต้นคอหรือหลังส่วนบน ไหล่ อกหรือกลางหลัง แขนส่วนบน เอว ข้อศอก หลังส่วนล่าง แขนส่วนล่าง สะโพก ข้อมือ ฝ่ามือ นิ้วมือ ขา เข่า น่อง ข้อเท้า ฝ่าเท้า นิ้วเท้า และส้นเท้า ที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย จำนวน 10 คน โดยพนักงานจะต้องชี้ตำแหน่งหรือจุดที่มีการเจ็บปวดในรูป 3.56 และให้วงกลมระดับคะแนนความเจ็บปวดในแบบฟอร์มเดียวกัน ซึ่งมีระดับของคะแนนความเจ็บปวดตั้งแต่ 0 ถึง 10 และ 0 คือไม่เจ็บปวดเลย ส่วน 10 คือเจ็บปวดมากจนทนไม่ไหว

2) คำนวณหาค่าร้อยละระดับคะแนนความเจ็บปวดของแต่ละบริเวณของร่างกาย



รูปที่ 3.56 แสดงตำแหน่งบริเวณต่าง ๆ ของร่างกาย

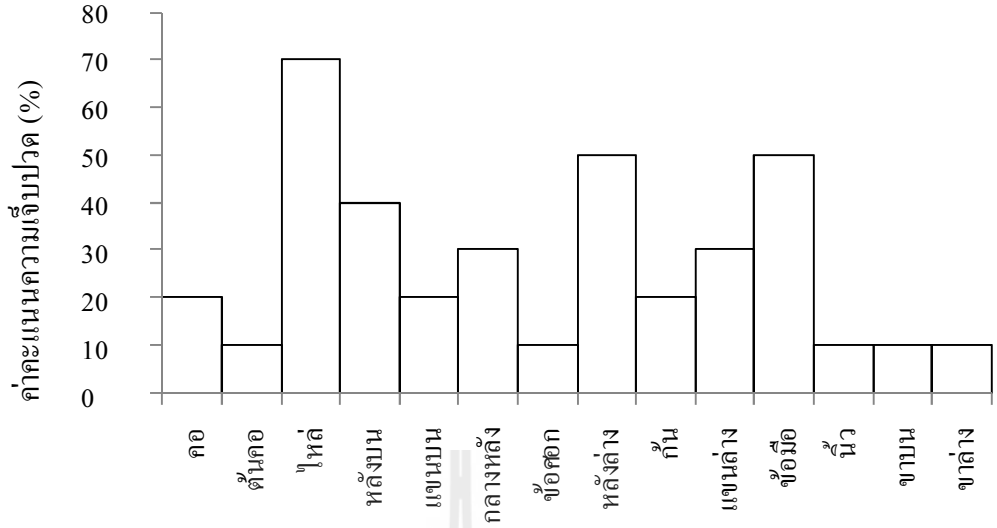
3.4.1 ระดับความเจ็บปวดบริเวณต่าง ๆ ของร่างกายของพนักงานคัดแยกจดหมาย

ผลสรุปจากแบบสอบถามระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายของพนักงานคัดแยกจดหมาย แผนกจดหมายธรรมดา ศูนย์ไปรษณีย์นครราชสีมาจำนวน 10 คน แสดงอยู่ในตารางที่ 3.2 ซึ่งประกอบด้วยบริเวณที่เจ็บปวด 14 ตำแหน่ง และร้อยละของระดับความเจ็บปวดที่ตำแหน่งต่าง ๆ

ตารางที่ 3.2 ผลการตอบแบบสอบถามระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ลำดับ	ตำแหน่ง	คะแนนระดับความเจ็บปวดตามระดับคะแนน (ร้อยละ)										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	คอ	80							10	10		
2	ต้นคอ	90						10				
3	ไหล่	30			10	10			20	30		
4	หลังบน	60					10	10	10	10		
5	แขนบน	80			10		10					
6	กลางหลัง	70					20		10			
7	ข้อศอก	90						10				
8	หลังล่าง	50		10	10	10			10	10		
9	แขนล่าง	70					10	10	10			
10	ก้น	80			10		10					
11	ข้อมือ	50					10	10	10	10		10
12	นิ้ว	90							10			
13	ขาบน	90					10					
14	ขาล่าง	90					10					

จะเห็นได้ว่า บริเวณไหล่มีคะแนนสูงสุดคือร้อยละ70 รองลงมาคือข้อมือร้อยละ 50 และถัดมาคือบริเวณหลังล่างร้อยละ 50 ตามลำดับ ดังแสดงเป็นกราฟแท่งในรูปที่ 3.57 ทั้งนี้เพราะในขณะปฏิบัติงานคัดแยกจดหมายพนักงานคัดแยกจดหมายมีการใช้ไหล่ในการทำงานมากที่สุด ซึ่งตรงกับแบบสอบถามที่พนักงานตอบว่ามีการเจ็บปวดไหล่มากที่สุด



รูปที่ 3.57 แสดงกราฟแท่งเปรียบเทียบคะแนนระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

3.5 สรุปการประเมินภาระงานของพนักงานคัดแยกจดหมาย

การประเมินภาระงานการทำงานของพนักงานคัดแยกจดหมาย ทั้งด้วยวิธีการ RULA และการใช้แบบสอบถามต่างก็ให้ผลตรงกันว่าในสภาวการณ์ทำงานปัจจุบันพนักงานมีความเสี่ยงต่อการเจ็บปวดของกล้ามเนื้อในการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ท่าทางการทำงานที่ระดับสูงซึ่งมีผลต่อระดับความเจ็บปวดที่บริเวณไหล่ ข้อมือ และหลังล่างมากที่สุด ทำให้มีเหตุผลเพียงพอที่จะออกแบบสถานีงานเพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานตามหลักการยศาสตร์ ดังจะกล่าวต่อไปในบทที่ 4

บทที่ 4
การออกแบบสถานีงานใหม่

4.1 กล่าวนำ

เป็นที่ทราบดีว่าสถานที่ทำงาน อุปกรณ์ และการจัดสถานที่มีความสัมพันธ์โดยตรงต่อประสิทธิภาพในการทำงานตลอดจนสุขภาพ ทางกายและความพึงพอใจในงานที่ทำ แม้ว่าปัจจุบันสถานที่ทำงานที่ใช้อยู่ ยังไม่แสดงสภาวการณ์ทำงานที่จำเป็นเร่งด่วนจนต้องแก้ไข แต่จากการใช้เทคนิคของ RULA ศึกษา ได้พบว่าท่าทางการทำงานของพนักงานส่วนใหญ่ เริ่มแสดงให้เห็นถึงปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น และเพื่อป้องกันปัญหานี้จึงมีการออกแบบสถานีงานใหม่ให้เหมาะสมกับการทำงานของพนักงาน

บทนี้กล่าวถึงการออกแบบสถานีงานคัดแยกจดหมายด้วยหลักการยศาสตร์ โดยเริ่มทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และทำการวัดสัดส่วนร่างกายของพนักงานคัดแยกจดหมาย แล้วนำขนาดสัดส่วนมาออกแบบสถานีงานคัดแยกจดหมายดังกล่าวรายละเอียดต่อไปนี้

4.2 วัดสัดส่วนร่างกายของพนักงานคัดแยกจดหมาย

ทำการวัดสัดส่วนร่างกายของพนักงานคัดแยกจดหมายของศูนย์ไปรษณีย์นครราชสีมา โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แอนโทรโพมิเตอร์ (Anthropometer) (รูปที่ 4.1) วัดสัดส่วนร่างกายทั้งหมด 27 รายการแบ่งเป็นการวัดในท่ายืน 8 รายการ และวัดในท่านั่ง 19 รายการ ซึ่งรายละเอียดของการวัดสัดส่วนร่างกายของพนักงานทุกคนได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค. และสามารถสรุปผลได้ ดังตารางที่ 4.1

รูปที่ 4.1 แสดงแอนโทรโพมิเตอร์ (Anthropometer)

ตารางที่ 4.1 ขนาดสัดส่วนร่างกายที่ทำการวัดทั้งหมด 27 รายการ (หน่วย : เซนติเมตร)

สัดส่วนร่างกาย	Mean	SD	Percentiles	
			5	95
ท่ายืน				
1. น้ำหนัก (กก.)	63.33	10.41	45	85
2. ความสูง	162.94	7.09	151.3	178.1
3. ความสูงระดับสายตา	151.64	6.89	139.3	167.35
4. ความสูงระดับไหล่	134.91	5.73	125.45	147.7
5. ความสูงระดับศอก	105.53	5.28	97.4	113.5
6. ความหนาลำตัว	25.23	16.57	14.9	89.2
7. ระยะเหยียดแขนขณะที่ลำตัวตั้งตรง	79.88	3.79	70.25	86.85
8. ระยะเหยียดแขนขณะที่เอียงไหล่ขวาไป	88.23	5.88	74.65	98.9
ท่านั่ง				
1. ความสูงจากพื้น - หัว	122.64	7.27	97.75	136.4
2. ความสูงระดับสายตา	111.67	7.92	86.95	122.8
3. ความสูงระดับไหล่	92.4	11.22	63.15	103.8
4. ความสูงระดับศอก	67.58	4.91	56.35	76.65
5. ระยะข้อศอกถึงปลายนิ้ว	42.4	4.45	30.45	50.7
6. ระยะเหยียดแขน	81.34	4.14	70.55	86.5
7. ความยาวของมือ	17.72	0.96	15.55	19.05
8. ความกว้างของมือ	8.1	0.66	6.91	8.73
9. ระยะระหว่างกล้ามเนื้อโคนแขนส่วนบนทั้งสองข้าง	45.26	9.89	36.4	71.4
10. ระยะห่างระหว่างข้อศอกทั้งสองข้าง	41.21	10.87	15.05	52.5
11. ความหนาช่วงอก	21.69	3.91	14.05	27.9
12. ความหนาช่วงท้อง	25.79	9.17	12.4	45.2
13. ความสูงระดับเข่า	48.86	9.35	25.15	66.35
14. ความสูงข้อพับด้านในของหัวเข่า	38.81	6.55	29.3	54.7
15. ระยะหัวเข่าถึงก้น	55.33	2.6	51.9	60.5
16. ระยะระหว่างก้นถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า	43.76	2.44	40.7	49.4
17. ระยะต้นขา	12.94	2.02	10.4	17.75
18. ความยาวของเท้า	23.91	1.23	21.3	26.6
19. ความกว้างของเท้า	9.33	0.65	8.07	10.4

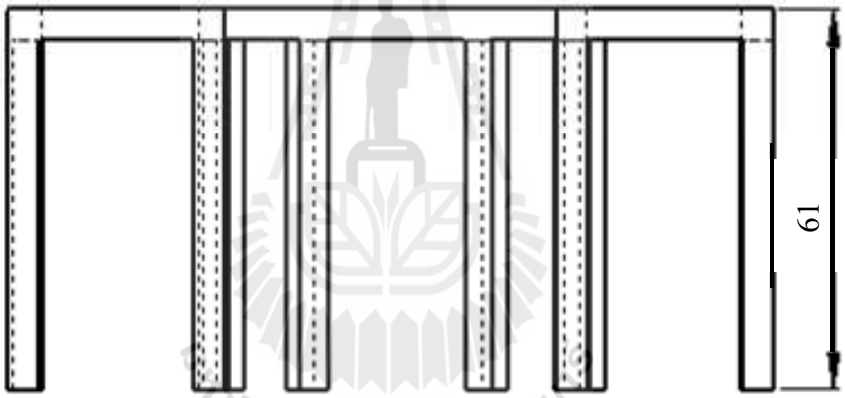
หลังจากทำการวัดสัดส่วนแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการออกแบบสถานีงานใหม่ โดยนำขนาดสัดส่วนมาใช้ในการออกแบบสถานีงานใหม่ ซึ่งแสดงรายละเอียดในการออกแบบสถานีงานใหม่ในส่วนต่อจากนี้

4.3 ออกแบบแผงคัดแยกจดหมาย

1) ความสูงของโต๊ะงาน

งานวิจัยนี้จึงเลือกความสูงระดับศอกขณะนั่งที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 บวกกับ 4 เซนติเมตร เป็นความสูงของโต๊ะงาน ซึ่งตรงกับงานวิจัยของ กิตติ อินทรานนท์ และคณะ (2533) ได้ทำการศึกษาระดับสูงของโต๊ะที่ว่าโต๊ะงานควรสูงกว่าระดับข้อศอกจากพื้นขณะนั่ง 4 เซนติเมตร จากนั้นทำการคำนวณความสูงของโต๊ะงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.2

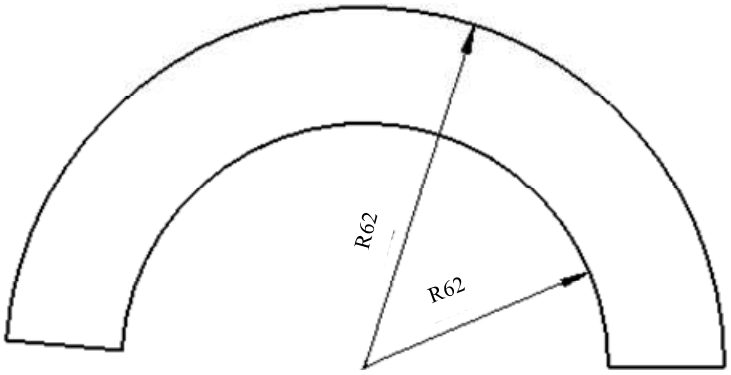
ความสูงของโต๊ะงาน = 57+4 =61 เซนติเมตร



รูปที่ 4.2 แสดงความสูงของโต๊ะงาน (หน่วย : เซนติเมตร)

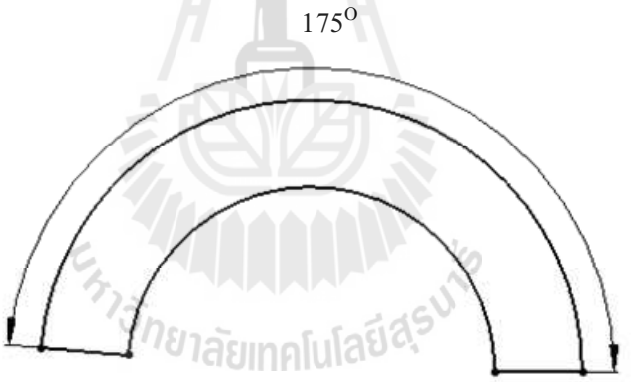
2) ขนาดของแผงคัดแยก

ออกแบบขนาดของแผงคัดแยกโดยใช้ระยะเอื้อมปกติของค่าเฉลี่ยคือ ระยะข้อศอกถึงปลายนิ้วเท่ากับ 42 เซนติเมตร เป็นรัศมีด้านในของแผงคัดแยก และกำหนดให้รัศมีด้านนอกเท่ากับ 62 เซนติเมตร เนื่องจากให้ความยาวขนาดของซองจดหมายไม่เกิน 20 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงขนาดของแผงคัดแยก (หน่วย : องศา)

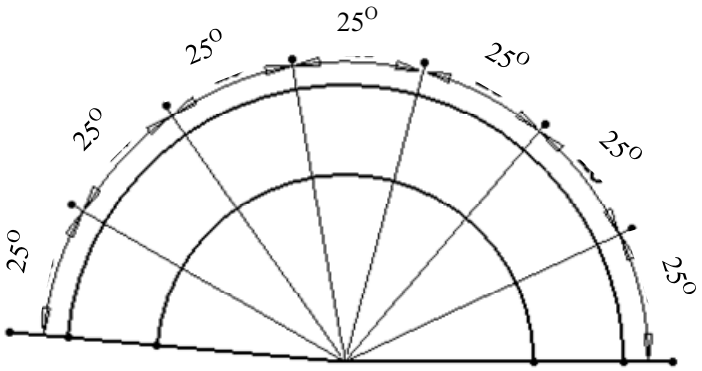
และจากการศึกษาของ Sengupta (1995) เรื่อง Body Modeling line ขอบเขตระยะเอื้อมปกติทำงานโดยไม่เสี่ยงต่อการเจ็บปวดของแขนขวาคือระยะกวาดแขนเข้าหาลำตัวเพียง 175 องศาเท่านั้น แสดงดังรูปที่ 4.4



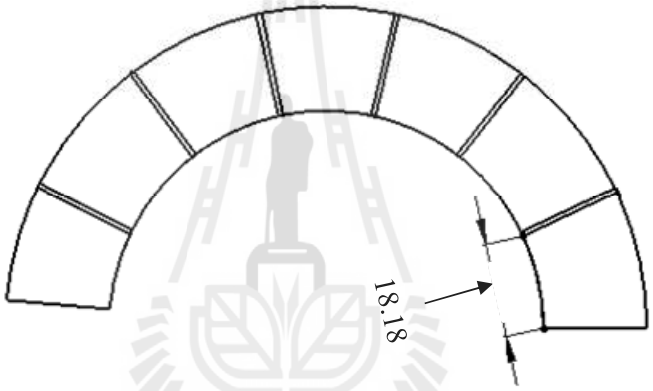
รูปที่ 4.4 แสดงขนาดขนาดแผงคัดแยกจดหมายโดยคำนึงถึงระยะเอื้อมปกติ (หน่วย : องศา)

3) ความกว้างของช่องคัดแยกแต่ละช่อง

ทำการแบ่งออกเป็น 7 ช่อง เพื่อให้มีขนาดกว้างเกิน 15 เซนติเมตร เนื่องจากแผนกจดหมายธรรมดา (LC) รับผิดชอบในส่วนการคัดแยกประเภทที่มีลักษณะซองเล็ก อันประกอบไปด้วย จดหมาย จดหมายอากาศ ไปรษณียบัตร และของตีพิมพ์ จากการสำรวจการปฏิบัติงานทำให้ทราบขนาดของจดหมายมีความกว้างไม่เกิน 15 เซนติเมตร ดังนั้นจึงทำการแบ่งความกว้างของช่องคัดแยกออกเป็นช่องเท่า ๆ กันคือช่องละ 25 องศา (รูปที่ 4.5) โดยที่มีความกว้างที่รัศมีในเท่ากับ 18.18 เซนติเมตร (รูปที่ 4.6)



รูปที่ 4.5 แสดงกำหนดขนาดความกว้างของแต่ละช่องของแผงคัดแยกจดหมาย (หน่วย : องศา)



รูปที่ 4.6 แสดงขนาดความกว้างของแต่ละช่องของแผงคัดแยกจดหมาย (หน่วย : เซนติเมตร)

4) ความสูงของแผงคัดแยกจดหมาย

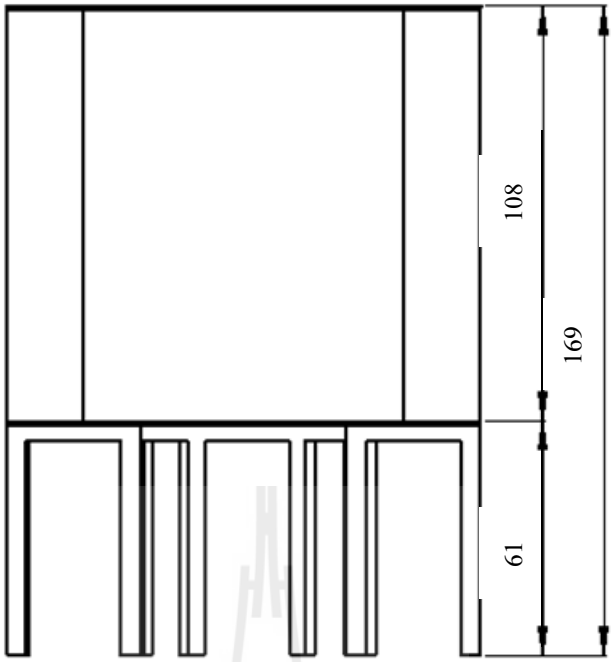
ความสูงของแผงคัดแยกจดหมายคำนวณจากขนาดระยะเอื้อมสูงสุดของพนักงานขณะนั่งที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ 95 ดังนี้

ระยะเอื้อมสูงสุดในแนวดิ่ง (Maximum Vertical Reach)

= 1.24 × ความสูงร่างกายขณะนั่งที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (3.1)

= 1.24 × 136 = 168.64 ~ 169

ส่วนพนักงานที่มีความสูงน้อยกว่าก็ยังสามารถทำงานได้ด้วยการยืน แสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงความสูงของแผงคัดแยกจดหมาย (หน่วย : เซนติเมตร)

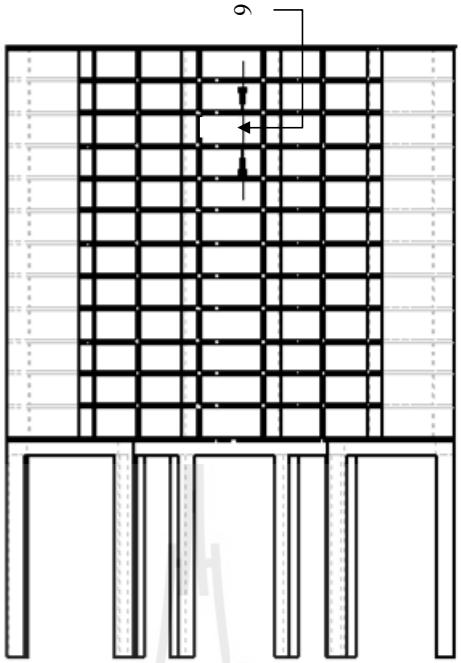
5) จำนวนแถวและความสูงแต่ละช่องของแผงคัดแยกจดหมาย

ทำการกำหนดความสูงของแต่ละช่องโดยที่แต่ละแถวมีทั้งหมด 7 ช่อง และแผงคัดแยกจดหมายทั้งหมดต้องมี 84 ช่อง เพื่อให้เท่ากับรหัสไปรษณีย์ปลายทางที่ต้องคัดแยกแล้วส่งต่อ

จำนวนแถวของช่องคัดแยกจดหมายเท่ากับ $\frac{84}{7} = 12$ แถว

ความสูงของแต่ละช่องหาได้จากระยะจากพื้นโต๊ะคัดแยกถึงระยะเอื้อมสูงสุดในแนวดิ่งคือ 108 เซนติเมตร และจำนวนแถวดังนี้

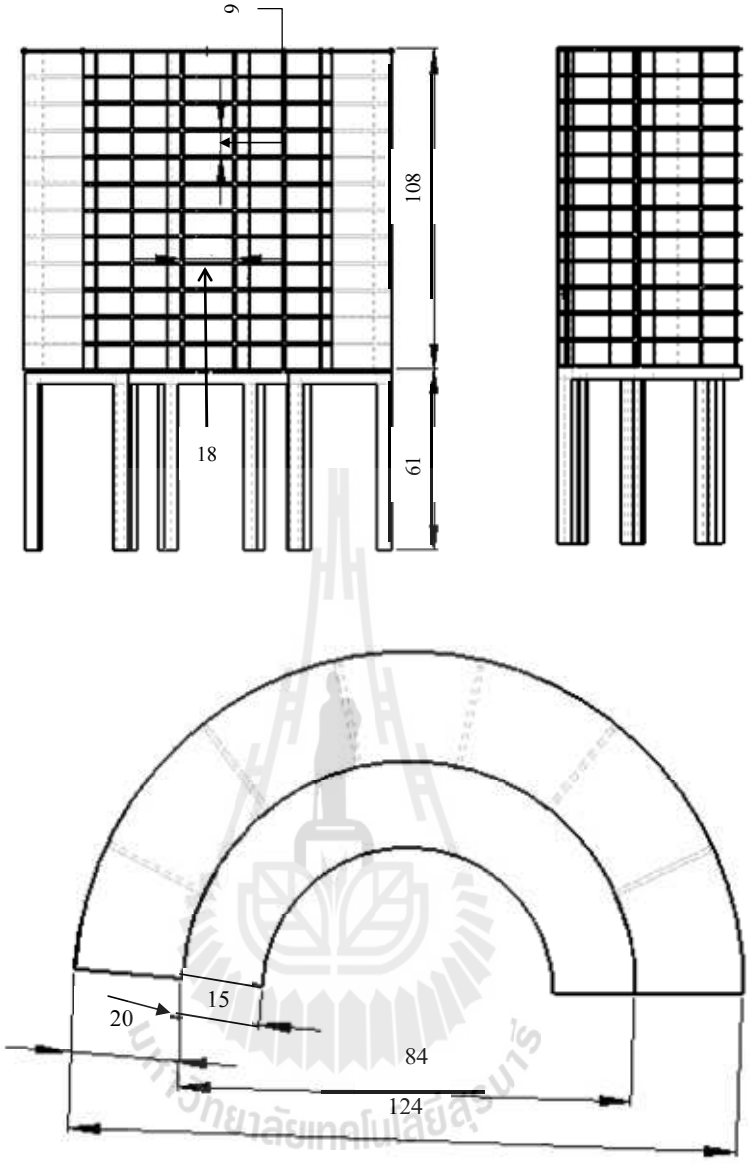
ความสูงของช่องคัดแยก = $\frac{108}{12} = 9$ เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.8



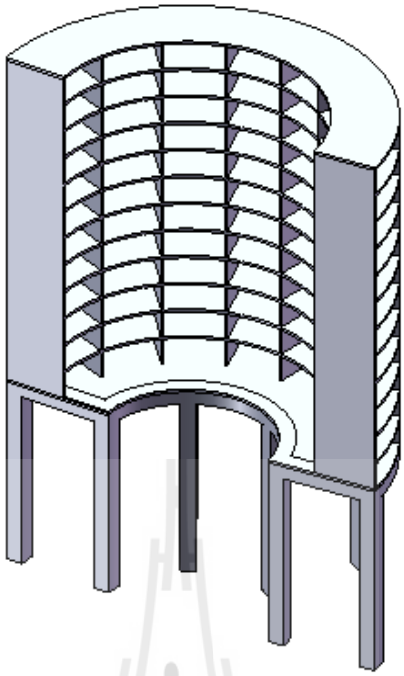
รูปที่ 4.8 แสดงขนาดความสูงแต่ละช่องของแผงคัดแยก (หน่วย : เซนติเมตร)

4.4 สถานีงานคัดแยกจดหมายใหม่

ในรูปที่ 4.9 แสดงสัดส่วนต่าง ๆ ของสถานีคัดแยกจดหมายให้ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใหม่ เพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานของพนักงาน และรูปที่ 4.10 รูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.142 แสดงภาพไอโซเมตริกของแผงคัดแยกที่ออกแบบใหม่ แผงคัดแยกที่ทำการออกแบบใหม่ และภาพของสถานีงานที่ปรับปรุงใหม่ ตามลำดับ



รูปที่ 4.9 แสดงขนาดของแผงคัดแยกจดหมายที่ทำการออกแบบใหม่ (หน่วย : เซนติเมตร)



รูปที่ 4.10 แสดงภาพไอโซเมตริกของแผงคัดแยกจดหมายที่ทำการออกแบบใหม่

รูปที่ 4.11 แสดงแผงคัดแยกที่ทำการออกแบบใหม่

รูปที่ 4.12 แสดงภาพของสถานีงานคัดแยกจดหมายที่ทำการปรับปรุงใหม่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
การประเมินความแตกต่างระหว่างสถานีงานคัดแยกจดหมาย ที่ใช้ปัจจุบันและที่ออกแบบใหม่

5.1 การประเมินภาระงานของการปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย

การประเมินความแตกต่างระหว่างสถานีงานคัดแยกจดหมายที่ใช้อยู่กับที่ออกแบบใหม่ใช้วิธีวัดความแตกต่างของความล้าของกล้ามเนื้อที่รองรับภาระงานเดียวกัน และใช้วิธีวัดความแตกต่างของเวลาในการทำงาน โดยดำเนินการทดลองตามแผนการทดลองทางสถิติ ซึ่งในกรณีนี้เป็นการทดลองเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับ 2 ระดับ (Treatment) ของปัจจัยทดลอง 1 ปัจจัย (One - Factor Experiment) โดยมีค่าวัดจากการทดลอง (Response Variables) ได้แก่ ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้าและชุดกลาง และค่าเวลาที่ใช้ในการแยกจดหมาย 500 ฉบับ ที่ถูกกำหนดให้มีรูปแบบของการคัดแยก (Sorting Pattern) คงที่

ในการทดลองนี้ใช้ผู้ถูกทดสอบเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อลดอคติ (Bias) ทางด้านความคุ้นเคยกับสถานีงานแบบที่ใช้อยู่ หากใช้พนักงานคัดแยกจดหมายของศูนย์ไปรษณีย์เป็นผู้ถูกทดสอบจะทำให้ใช้เวลานานในการปรับตัวในการทำงาน เนื่องจากพนักงานมีความเคยชินในการใช้สถานีงานเดิม (ผลการทดลองแสดงในภาคผนวก ง.) และการเรียนรู้การทำงานในสถานีงานที่ออกแบบใหม่ต้องใช้เวลามากเพื่อให้พนักงานคุ้นเคยและทำงานให้คล่องแคล่วไม่ต่างกับการทำงานสถานีงานที่ใช้ปัจจุบัน ซึ่งจะส่งผลในเรื่องของเวลาที่เป็นผลลัพธ์ที่ใช้ในการประเมินความแตกต่างระหว่างสถานีงาน และเพื่อความสะดวกต่อการทดลองในส่วนของการเตรียมและใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เป็นไปด้วยความสะดวก งานวิจัยนี้จึงใช้ห้องปฏิบัติการทางการยศาสตร์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยผู้ถูกทดสอบทุกคนได้รับการทดสอบและคัดกรองตามแบบสอบถาม Standardised Nordic Questionnaires ดังแสดงในภาคผนวก จ.

5.2 วิธีการทดลองทางสถิติใช้ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) กำหนดขนาดตัวอย่าง
2) เลือกแบบแผนการทดลอง
3) ดำเนินการทดสอบ
4) ประเมินผล

5.2.1 กำหนดขนาดตัวอย่าง

จำนวนผู้ถูกทดสอบ คำนวณได้จากสูตรที่ 5.1 โดยแสดงวิธีคำนวณการกำหนดขนาดตัวอย่าง ดังนี้

$$\varphi^2 = \frac{bD^2}{2a\sigma^2} \qquad (5.1)$$

โดยที่ φ^2 = ค่าพารามิเตอร์

b = จำนวนบล็อก

D = ค่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ EMG ในแต่ละระดับที่น้อยที่สุดที่ต้องการหาพบได้ด้วยตัวอย่าง

a = จำนวนระดับ

σ^2 = ค่าความแปรปรวน

คำนวณหาขนาดของตัวอย่าง ตามวิธีการคำนวณทางสถิติดังนี้

ให้ D = 1 σ

$$\phi^2 = \frac{b\sigma^2}{2x2x\sigma^2}$$

$$\phi^2 = \frac{b}{4}$$

ตารางที่ 5.1 แทนค่า b โดยการเดาหาขนาดของตัวอย่างที่ต้องการทดลอง

b	ϕ^2	ϕ	(a – 1)(b - 1)	β	Power (1 - β)
20	5	2.236	19	0.14	0.86
25	6.25	2.5	24	0.067	0.933
28	7	2.645	27	0.05	0.95
29	7.25	2.692	28	0.038	0.962
30	7.5	2.738	29	0.03	0.97

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากข้อมูลตาราง 5.1 พบว่าค่าระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ต้องมีผู้ถูกทดสอบตัวอย่างจำนวน 28 คน แต่เพื่อให้ค่าระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 95% จึงเลือกใช้ผู้ถูกทดสอบจำนวน 30 คน คือที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 97% ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงให้อาสาสมัครของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีจำนวน 30 คนเป็นผู้ถูกทดสอบในการวิจัยครั้งนี้

5.2.2 แผนการทดลองและดำเนินการทดลอง

รูปแบบการทดลองสามารถทำได้หลายแบบ เช่น การทดลองแบบสุ่มตลอด (Randomized Design) การทดลองแบบสุ่มในบล็อก (Randomized block design) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสองกลุ่มประชากร (Pair t - test) โดยในงานวิจัยครั้งนี้เลือกรูปแบบการทดลองแบบการทดลองแบบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสองกลุ่มประชากร เพราะใช้จำนวนผู้ถูกทดสอบน้อยกว่าแบบแรก และสามารถให้ผลลัพธ์ได้เช่นเดียวกันกับแบบที่สอง (ผลการทดลองแบบสุ่มในบล็อกแสดงในภาคผนวก ฉ.) เนื่องจากผู้ถูกทดสอบแต่ละคนต่างไม่มีประสบการณ์ในการคัดแยกจดหมายเหมือนกัน และนอกจากนี้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Pair t - test ยังเป็นกรณีเฉพาะของ Randomized block design ด้วย โดยมีข้อสมมุติฐานในการทดสอบดังนี้

$H_o: \mu_1 = \mu_2$

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

ซึ่ง μ_1 และ μ_2 คือค่าเฉลี่ยของประชากรของค่าวัดของระดับ 1 และ 2 ตามลำดับ

ในการดำเนินการทดลอง มีการสุ่มลำดับการทดลอง (Randomization) เพื่อให้ผู้ถูกทดสอบมีโอกาสเท่าเทียมกันที่จะถูกทดสอบในแต่ละลำดับการทดลอง (Experimental Unit) ซึ่งตัวเลขในตารางที่ 5.2 ข้างล่าง แสดงหมายเลขสุ่มของผู้ถูกทดสอบจำนวน 30 คน สำหรับการทดสอบ 30 ครั้งของแต่ละเงื่อนไข (Treatment) ของปัจจัยการทดลอง

ตารางที่ 5.2 แสดงลำดับการทดลอง

ลำดับทดลอง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
สถานี	เก่า	18*	23	4	10	5	6	21	25	7	9
	ใหม่	23	20	30	3	5	6	9	29	10	4
ลำดับทดลอง		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
สถานี	เก่า	17	27	16	24	28	14	29	20	15	2
	ใหม่	27	25	22	16	19	13	11	1	21	18
ลำดับทดลอง		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
สถานี	เก่า	19	13	1	30	12	26	11	22	8	3
	ใหม่	7	28	2	14	8	26	12	15	17	24

หมายเหตุ : ตัวเลขในตารางคือหมายเลขผู้ถูกทดสอบ เช่น หมายเลข 18 คือผู้ถูกทดสอบหมายเลขที่ 18 ซึ่งถูกทดลองอันดับ 1 เป็นต้น

5.2.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

1) นาฬิกาจับเวลา
2) เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram, EMG)
3) เครื่องคอมพิวเตอร์
4) แผ่นอิเลคโทรด
5) เทปวัด

รูปที่ 5.1 เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram, EMG)

5.2.2.2 การเก็บข้อมูลเวลาในการคัดแยกจดหมาย

การเก็บข้อมูลเวลาในการคัดแยกจดหมาย ทำการจับเวลาเริ่มตั้งแต่อาสาสมัครคัดแยกจดหมายฉบับแรกจนถึงฉบับที่ 500 แล้วบันทึกข้อมูล

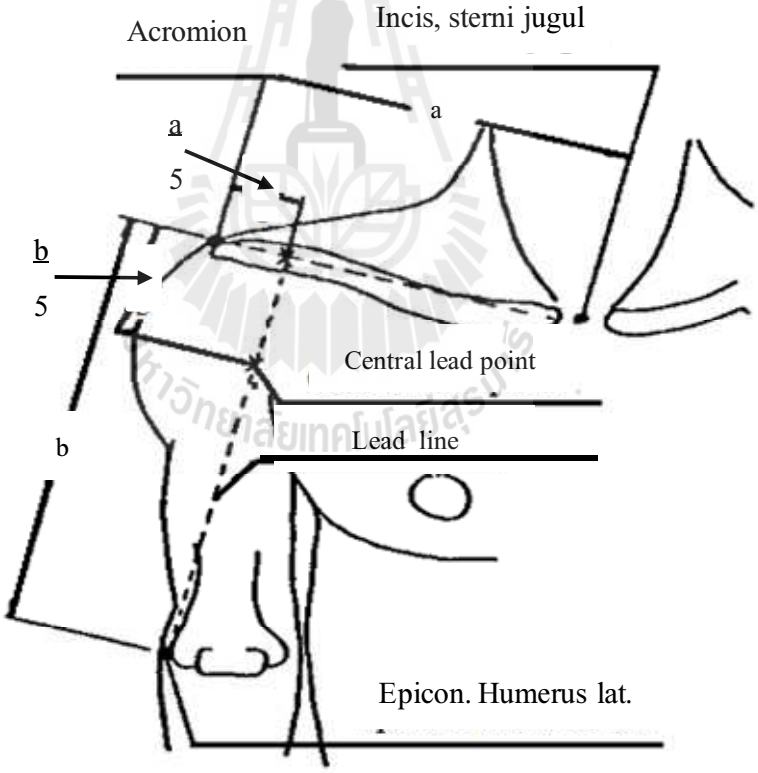
5.2.2.3 การเก็บข้อมูลภาระงานของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้าและเดลทอยด์ชุดกลาง

การวัดภาระงานของกล้ามเนื้อเป็นการวัดคลื่นไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ โดยใช้เครื่อง Electromyograme (EMG) โดยกำหนดพารามิเตอร์การทำงานของเครื่อง EMG ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้เครื่อง EMG ยี่ห้อ MEGA รุ่น ME3000P ใช้พารามิเตอร์ดังนี้

1) การจัดรูปข้อมูลเป็นแบบ Average online (SAVING FORM > AVER. ONLINE)
2) ความถี่ 1000 Hz (SAMPLING RATE > 1000 Hz)
3) จำนวนช่องสัญญาณเท่ากับ 2 ช่อง (NUMBER OF CHANNEL> 2)
4) ความจุของหน่วยความจำเท่ากับ 1 MB (RAM CARD SIZE > 1MB)
5) การถ่ายโอนข้อมูลใช้ FIBER OPTIC TRANSFER (UNLOAD > FIBER OPTIC TRANSFER)
6) อัตราความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลเท่ากับ 14400 BAUD (TRANSFER RATE > 14400 BAUD)

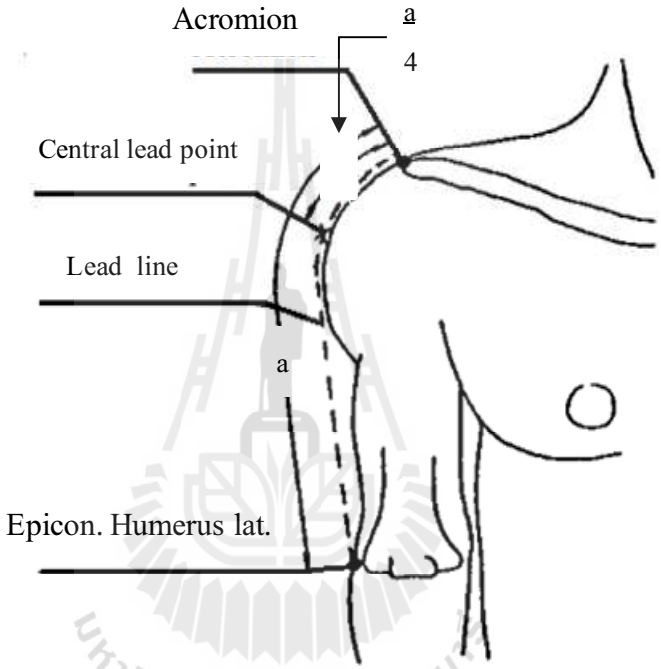
การวัดภาระงานของกล้ามเนื้อ ในงานวิจัยนี้ทำการวัดภาระงานของกล้ามเนื้อทั้งหมด 2 ชุด คือกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้าและชุดกลาง โดยการติดอิเลคโทรดของอาสาสมัครตามตำแหน่งดังนี้

- การติดอิเลคโทรดบริเวณกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้า ระยะการติดแผ่นอิเลคโทรดแผ่นแรกคำนวณได้จากเป็นระยะ 1/5 ของความยาวแขนท่อนบนโดยตั้งฉากกับแนวกระดูกไหปลาร้าห่างเป็นระยะ 1/5 ของความยาวของกระดูกไหปลาร้าจากปุ่มหัวไหล่ แสดงดังรูปที่ 2 และติดแผ่นที่สองห่างจากแผ่นแรกประมาณ 1 นิ้ว จากนั้นติดแผ่นอิเลคโทรดอีกแผ่นหนึ่ง (แผ่นกราวด์) ห่างจากสองแผ่นแรกเป็นระยะห่างเท่า ๆ กัน รูปที่ 5.2



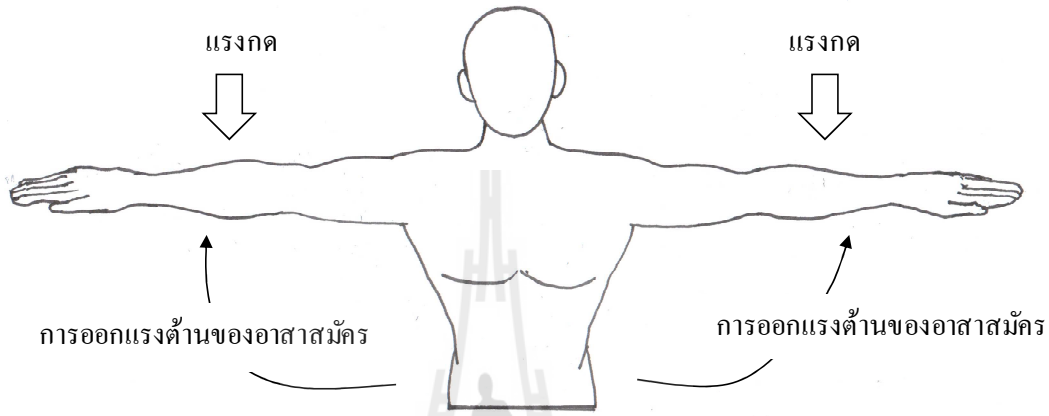
รูปที่ 5.2 แสดงตำแหน่งการติดอิเลคโทรดบริเวณกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้า (Niosh, 1992)

- การติดอิเลคโทรดบริเวณกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง ติดอิเรคโทรดแผ่นแรกบนไหล่ขวาโดยแผ่นบนอยู่ห่างประมาณ ¼ ของความยาวแขนท่อนบน (ความยาวจากปุ่มหัวไหล่จนถึงข้อศอก) จากปุ่มหัวไหล่แสดงดังรูปที่ 3 และแผ่นที่สองอยู่ห่างจากแผ่นแรกประมาณ 1 นิ้ว จากนั้นติดอิเลคโทรดอีกแผ่นหนึ่ง (แผ่นกราวด์) ห่างจาก 2 แผ่นแรกเป็นระยะห่างเท่า ๆ กัน



รูปที่ 5.3 แสดงตำแหน่งการติดอิเลคโทรดบริเวณกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง (Niosh, 1992)

และมีการวัดการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum Voluntary Contraction; %MVC) โดยใช้เครื่อง EMG วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะที่กล้ามเนื้อเดลทอยด์ออกแรงสูงสุด โดยให้อาสาสมัครนั่งตัวตรง กางแขน 90 องศา แล้วออกแรงต้านผู้วิจัยเป็นเวลา 5 วินาที ดังรูปที่ 5.4 แล้วบันทึกข้อมูล



รูปที่ 5.4 ท่าทางการวัดการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ (Konrad, 2005)

5.2.3 ผลการทดลอง

ผลการทดลองเพื่อการทดสอบความแตกต่างระหว่างสถานีงานคัดแยกจดหมายที่ใช้ปัจจุบันและสถานีงานที่ทำการปรับปรุงใหม่ด้วยการให้ผู้ถูกทดสอบทั้งหมด 30 คน ทำการคัดแยกจดหมายจำนวน 500 ฉบับ โดยมีผลการทดลองคือเวลา และภาระงานกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อทั้งสองชุดอันประกอบด้วยกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้าและชุดกลาง แสดงดังตารางที่ 5.3 5.4 และ 5.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.3 แสดงผลการทดลองเวลาในการคัดแยกจดหมาย (นาที)

ลำดับทดลอง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
สถานี	เก่า	15.5	21.2	22.49	20.13	24.5	21.49	29.15	21.47	22.16	25.06
	ใหม่	14.16	21.04	20.23	19.31	21.15	19.01	26.17	21.13	19.8	24.02
ลำดับทดลอง		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
สถานี	เก่า	25.06	21.21	24.22	20.08	20.45	21.49	20.58	23.34	20.41	22.34
	ใหม่	24.02	18.48	21.5	19.56	19.35	19.46	18.45	22.16	15.45	21.56
ลำดับทดลอง		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
สถานี	เก่า	21.08	24.39	30.12	16.58	17.13	19.09	17.12	19.54	18.59	20.47
	ใหม่	18.5	24.06	23.12	13.39	16.1	18.57	15.36	16.34	17.03	19.01

ตารางที่ 5.4 แสดงภาระงานของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้า (%MVC)

ลำดับทดลอง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
สถานี	เก่า	13.95	12.82	17.13	19.38	15.27	17.87	17.92	15.88	16.17	15.63
	ใหม่	12.92	8.97	15.12	17.33	13.3	5.87	13.2	14.59	10.49	14.42
ลำดับทดลอง		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
สถานี	เก่า	13.78	15.87	15.68	15.47	17.81	14.63	18.34	16.45	16.75	15.04
	ใหม่	12.76	9.23	9.73	15.25	10.77	13.06	14.33	14.65	12.69	9.76
ลำดับทดลอง		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
สถานี	เก่า	19.52	25.41	28.87	20.87	16.19	14.49	13.77	19.87	16.36	16.54
	ใหม่	15.32	19.46	7.74	18.43	9.05	8.7	12.79	16.2	11.76	12.03

ตารางที่ 5.5 แสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง (%MVC)

ลำดับทดลอง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
สถานี	เก่า	13.27	11.96	15.95	12.5	12.39	15.85	8.05	9.95	14.48	9.22
	ใหม่	11.56	9.19	12.68	10.75	11.06	8.6	5.82	8.87	9.35	8.07
ลำดับทดลอง		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
สถานี	เก่า	11.64	8.82	10.14	10.35	12.52	13.82	10.51	12.92	12.65	12.77
	ใหม่	7.69	5.59	7.89	9.18	6.6	10.46	7.88	10.39	10.84	7.39
ลำดับทดลอง		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
สถานี	เก่า	17.67	18.92	14.59	11.94	9.66	14.84	11.17	15.51	15.77	11.32
	ใหม่	11.65	11.35	6.9	8.23	6.97	13.14	8.74	13.06	9.58	10.04

ตารางที่ 5.6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติของเวลาในการคัดแยกจดหมาย

	N	Mean	StDev	SE Mean
เก่า	30	21.38	3.23	0.59
ใหม่	30	19.35	2.99	0.55
Difference = mu (เก่า) - mu (ใหม่)				
Estimate for difference : 2.034				
95%CI for difference : (0.425, 3.642)				
T - Test of difference = 0 (vs not =) : T - Value = 2.53 P - Value = 0.014 DF = 58				
Both use Pooled StDev = 3.1125				

จากตารางที่ 5.6 การทดสอบความแตกต่างของเวลา พบว่าสถานีงานเก่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.38 นาที สถานีงานที่ออกแบบใหม่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.35 นาที เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความแตกต่าง 2.034 นาที จากการทดสอบสถิติ t พบว่ามีค่า P - value = 0.014 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_o คือสถานีงานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญที่ <0.025

ตารางที่ 5.7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติภาระงานกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้า

	N	Mean	StDev	SE Mean
เก่า	30	17.12	3.36	0.61
ใหม่	30	12.66	3.21	0.59
Difference = mu (เก่า) - mu (ใหม่)				
Estimate for difference : 4.461				
95%CI for difference : (2.762, 6.160)				
T - Test of difference = 0 (vs not =) : T - Value = 5.26 P - Value = 0.000 DF = 58				
Both use Pooled StDev = 3.2869				

จากตารางที่ 5.7 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยภาระงานกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้า พบว่าสถานีงานเก่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.12%MVC สถานีงานที่ออกแบบใหม่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.66%MVC เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความแตกต่าง 4.461%MVC จากการทดสอบสถิติ t พบว่ามีค่า P - value ≈ 0 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 คือสถานีงานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญที่ <0.025

ตารางที่ 5.8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติภาระงานกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง

	N	Mean	StDev	SE Mean
เก่า	30	12.1	2.65	0.48
ใหม่	30	9.32	2.07	0.38
Difference = mu (เก่า) - mu (ใหม่)				
Estimate for difference : 3.387				
95%CI for difference : (2.159, 4.615)				
T - Test of difference = 0 (vs not =) : T - Value = 5.52 P - Value = 0.000 DF = 58				
Both use Pooled StDev = 2.3759				

จากตารางที่ 5.8 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของภาระงานกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง พบว่าสถานีงานเก่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.70%MVC สถานีงานที่ออกแบบใหม่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.32% MVC เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความแตกต่าง 3.387%MVC จากการทดสอบสถิติ t พบว่ามีค่า P - value ≈ 0 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 คือสถานีงานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญที่ <0.025

5.2.4 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างสถานีงานที่ใช้ปัจจุบันและสถานีงานที่ปรับปรุงใหม่ด้วยสถิติ t พบว่าได้ผลลัพธ์คือสถานีงานแตกต่างกันกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกด้วย เพื่อแยกอิทธิพลของความแตกต่างระหว่างผู้ถูกทดสอบออกจากค่าวัดที่สนใจ และได้ผลลัพธ์ที่ไม่แตกต่างจากการใช้ t - test ซึ่งผลของการทดลองด้วยวิธีนี้แสดงไว้ในภาคผนวก จ.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 ผลการวิจัย

การวิจัยในเรื่องการปรับปรุงสถานีงานคัดแยกจดหมายโดยหลักการยศาสตร์ที่ศูนย์ไปรษณีย์นครราชสีมา สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) การประเมินภาระงานของพนักงานคัดแยกจดหมาย

Rapid Upper Limb Assessment (RULA) เป็นเทคนิคที่ง่าย สะดวก และรวดเร็ว สำหรับประเมินท่าทางการทำงาน และสามารถให้ผลลัพธ์ที่มีความเที่ยงตรงสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความเจ็บปวดของพนักงาน กล่าวคือ RULA ให้คะแนนความเสี่ยงต่อความเจ็บปวดของพนักงานในระดับคะแนน 5 (จากระดับสูงสุด 7) ซึ่งเป็นช่วงที่ควรจะมีการปรับปรุงการทำงานใหม่ เพื่อลดระดับความเสี่ยงนี้ และจากข้อมูลในแบบสอบถามพบว่าความเจ็บปวดบริเวณไหล่ของพนักงานมีคะแนนสูงสุดคือร้อยละ 70 รองลงมาคือข้อมือร้อยละ 50 และถัดมาคือบริเวณหลังล่างร้อยละ 50 ตามลำดับ ผลการประเมินภาระงานของพนักงานคัดแยกจดหมาย 2 ชนิดนี้นำไปสู่การออกแบบและสร้างสถานีงานใหม่โดยหลักการยศาสตร์

2) การออกแบบสถานีคัดแยกจดหมายใหม่

สถานีคัดแยกจดหมายได้รับการออกแบบขึ้นใหม่ เพื่อให้เหมาะกับสรีระและการทำงานของพนักงาน โดยมีขนาดของระดับความสูงและพื้นที่ในการทำงาน (Working space) ที่สามารถลดระยะการเคลื่อนที่และภาระงานของการใช้กล้ามเนื้อของพนักงาน สถานีงานใหม่จะมีลักษณะเป็นรูปตัว C โดยมีจำนวนช่องคัดแยกจดหมายเท่าเดิม แต่ความสูงของแต่ละช่องลดลงเพื่อสะดวกในการทำงานมากขึ้น

เนื่องจากความสูงของช่องคัดแยกจดหมายได้ถูกลดลงเพื่อลดระยะการเคลื่อนที่อันเป็นสาเหตุของการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ ซึ่งอาจทำให้สูญเสียเวลาในการเก็บจดหมายในช่องที่เต็มเร็วขึ้น แต่สถานีงานที่ออกแบบใหม่สามารถลดภาระงานของการใช้กล้ามเนื้อของพนักงาน ซึ่งนำไปสู่การทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและส่งผลดีสุขภาพของพนักงาน นอกจากนี้ในการปฏิบัติงานจริงของพนักงานคัดแยกจดหมายนั้น ทำการเก็บจดหมายจากช่องคัดแยก เมื่อปริมาณจดหมายมีมากพอ

ที่จะรวบหยิบได้ โดยไม่รอให้จดหมายเต็มช่องคัดแยก ซึ่งทำให้ความถี่ในการเก็บจดหมายจากช่องคัดแยกเมื่อใช้สถานีงานคัดแยกจดหมายแบบเดิมและแบบใหม่ไม่แตกต่างกันมากนัก

และเนื่องจากจำนวนช่องคัดแยกจดหมายมีจำนวนมาก ทำให้ระดับความสูงของช่องสูงสุด อาจเกิดปัญหาแก่พนักงานที่มีความสูงน้อยได้ แต่ปัญหาที่สามารถแก้ไขได้ด้วยการปรับระดับเก้าอี้

3) การเปรียบเทียบสถานีงานคัดแยกจดหมายด้วยการใช้วิธีประเมินผลทางสถิติ

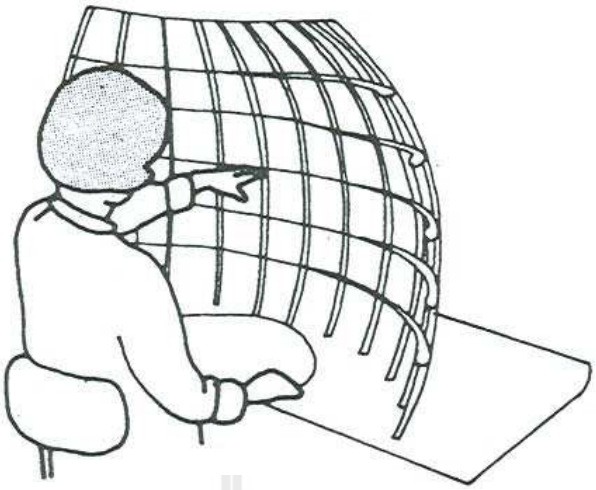
จากการทดสอบ T - test พบว่าสถานีงานคัดแยกจดหมายที่ออกแบบขึ้นใหม่ แตกต่างจากสถานีงานที่ใช้ปัจจุบัน ดังนี้

- เวลาที่ใช้คัดแยกจดหมายจำนวน 500 ฉบับ สถานีงานที่ปรับปรุงใหม่ใช้เวลาโดยเฉลี่ยน้อยกว่าสถานีงานที่ใช้ปัจจุบันประมาณ 2 นาที ที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05
- ค่าเฉลี่ยภาระงานของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้าของสถานีงานที่ปรับปรุงใหม่ให้ค่าเฉลี่ยน้อยกว่าสถานีงานที่ใช้ปัจจุบันประมาณ 4%MVC ที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05 และ
- ค่าเฉลี่ยภาระงานของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง สถานีงานที่ปรับปรุงใหม่ให้ค่าเฉลี่ยน้อยกว่าสถานีงานที่ใช้ปัจจุบัน 3.387%MVC ที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05

และพบว่าสถานีงานที่ออกแบบใหม่สามารถลดภาระงานให้อยู่ในระดับที่น้อยกว่า 15%MVC ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยที่ทำให้การไหลเวียนของเลือดยังสามารถทำงานเป็นปกติ อันส่งผลดีต่อสุขภาพของพนักงาน

6.2 ข้อเสนอแนะ

1) ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของวงโค้งของระยะการหยิบจับในแนวดิ่ง คือบริเวณขอบเขตพื้นที่เหนือโต๊ะงานแสดงดังรูปที่ 6.1 เพื่อลดการเอื้อมในขณะทำงานที่อาจส่งผลทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือไม่สบายต่อตัวพนักงานขึ้นได้



รูปที่ 6.1 แสดงรูปโค้งครึ่งวงกลมขอบเขตการทำงานในแนวดิ่ง (สุทธิ์ ศรีบูรพา, 2540)

2) เนื่องจากในงานวิจัยนี้ ไม่ได้คิดคำนึงถึงการออกแบบที่นั่งของพนักงานสำหรับทำงานคัดแยกจดหมายโดยเฉพาะ เพราะมีเก้าอี้สำหรับทำงาน (Office Chair) ให้เลือกใช้ในท้องตลาดหลายชนิด แต่เก้านี้เหล่านี้มีขีดจำกัดตรงที่เหมาะสมกับการนั่งทำงานอย่างเดียว เพราะฉะนั้นจึงไม่เหมาะกับการทำงานกึ่งนั่ง - กึ่งยืนของพนักงานคัดแยกจดหมาย ดังนั้นในงานวิจัยต่อไปจึงควรพิจารณาถึงเรื่องนี้ด้วย

3) งานวิจัยนี้ไม่ได้คำนึงถึงการจัดเรียงช่องคัดแยกจดหมายตามปริมาณจดหมาย หากใช้เกณฑ์นี้ต้องจัดช่องคัดแยกจดหมายที่มีจำนวนจดหมายมากที่สุดไว้ตำแหน่งใกล้มากที่สุด เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้คำนึงถึงความง่ายในการจดจำรหัสไปรษณีย์ที่เรียงตามอำเภอและจังหวัด ผลจากการจัดเรียงในลักษณะนี้พบว่ารหัสไปรษณีย์ปลายทางที่ช่องคัดแยกที่เป็นอำเภอที่มีจำนวนประชากรมากนั้นถูกเรียงตัวอยู่ด้านส่วนล่างของแผงคัดแยกอยู่แล้ว

รายการอ้างอิง

กิตติ อินทรานนท์. (2548). **การยศาสตร์**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กิตติ อินทรานนท์ และคณะ. (2531). **สัดส่วนร่างกายและความสามารถสูงสุดในการทำงานของกลุ่มประชากรอาชีพกสิกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย**. รายงานการวิจัยเสนอต่อยูเสดและสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กิตติ อินทรานนท์ และคณะ. (2533). **รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาลักษณะท่าทางการนั่งทำงาน**. กรุงเทพมหานคร : คณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533

ชัยยุทธ วงศ์อัจฉริยา. (2550). "**การเปรียบเทียบวิธีการประเมินภาระงานทางการยศาสตร์ในภาวะแวดล้อมการทำงานในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม**". วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

นริศ เจริญพร. (2543). **การยศาสตร์**. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด. (2552). **รายงานประจำปี 2552**. [ออนไลน์] จาก http://www.thailandpost.co.th/

รัตนาภรณ์ อมรรัตนไพจิตร และสุดธิดา กรุงไกรวงศ์. (2544). **การยศาสตร์ในสถานที่ทำงาน.** กรุงเทพฯ: บริษัท เรียงสาม กราฟฟิค ดีไซน์ จำกัด.

สสิธร เทพตระการพร. (2546). **เอกสารการอบรมการยศาสตร์**. กรุงเทพฯ : บริษัท ริชเทค บิสซิเนส จำกัด.

สุทธิ์ ศรีบูรพา. (2540). **เออร์กอนอมิส์: วิศวกรรมมนุษยปัจจัย**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สำนักงานกองทุนเงินทดแทน. (2552). **จำนวนผู้ประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน จำแนกตามผลความรุนแรงและผลของการประสบอันตราย พ.ศ.2552**. สำนักงานประกันสังคม. [ออนไลน์] จาก http://www.sso.go.th/

Escorpizo, R., and Moore, A. (2007). **The effects of cycle time on the physical demands of a repetitivepick-and-place task.** Applied Ergonomics (38), pp, 609-615

Konrad, P. (2005). **The ABC of EMG A Practical Introduction to Kinesionlogical Electromyography**. Noraxon INC. USA.

Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G., and Jørgensen, K. (1987). **Standardised Nordic Questionnaires for the analysis of musculoskeletal Symptoms**, Applied Ergonomics, pp, 233-237.

Lecleve, A., Chastang, J. F., Niedhammer, I., Landre, M. F., and Roquelaure, Y. (2004). **Incidence of shoulder pain in repetitive work**. Occupational and Environmental Medicine (61), pp, 39-44.

Sanders, M. S., and McCormick, E. J. (1993). **Human facters in engineering and design**. 7th edition. Singrapore:McGraw-Hill.

McAtamney, L., and Corlett, E. N. (1993). RULA: survey method for the investigation of work related upper limb disorder. **Applied ergonomics**, 24, pp, 91-99.

Montgomery, D. C. (2005). **Design and analysis of experiments 6th edition**.

Moore, K. L. (1999). **Clinically oriented anatomy**. 4th edition. Baltimore: Willams&Wilins.

National Institute of Occupational Safety and Health (NIOH). (1992). **Selected Topics in Surface Electromyography for Use in the Occupational Setting : Expert Perspective**. U.S. Department of Health and Human Services, USA.

Pabon-Gonzalez, M. (2001). **Effects of worker anthropometry and workplace design upon shoulder discomfort and task productivity**. Doctoral dissertation. University of Massachusetts Amherst.

Taboun, S. M., and Dutta, S. P. (1994). **Ergonomic analysis of mail sorting workstations**. In advances in Industrial Ergonomics and Safety VI, Edited by Aghazadeh, F., Taylor and Francis, pp, 759-764.

The National Center on Physical Activity and Disability. (2009). **Upright Row with Free Weights** [Online]. Available : http://www.ncpad.org/exercise/fact_sheet.php

Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., and Ye, K. (2002). **Probability and statistics for engineers and scientists. 7th edition.**

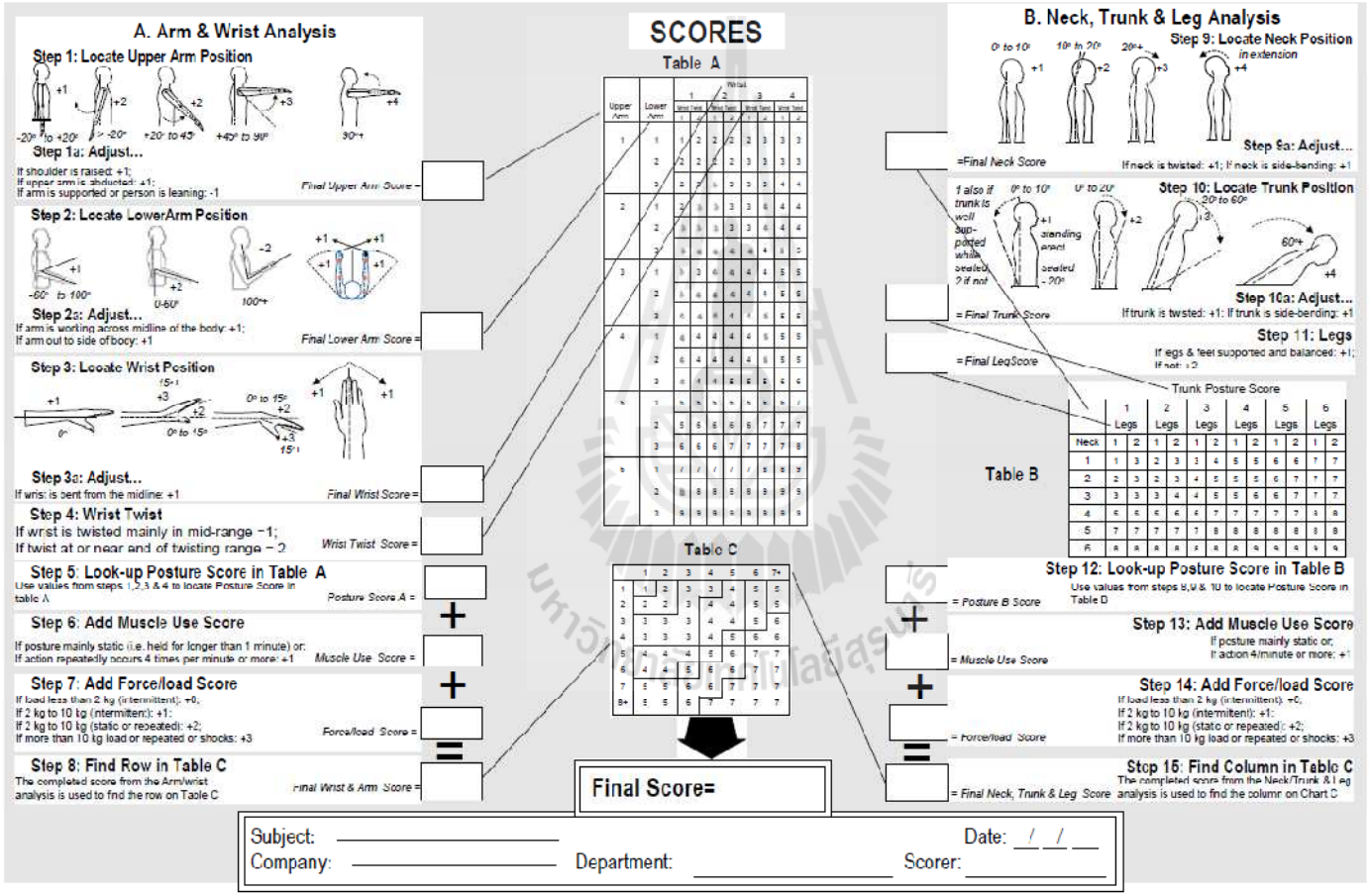
ภาคผนวก ก

แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

RULA Employee Assessment Worksheet

Complete this worksheet following the step-by-step procedure below. Keep a copy in the employee's personnel folder for future reference.



FINAL SCORE: 1 or 2 = Acceptable; 3 or 4 investigate further; 5 or 6 investigate further and change soon; 7 investigate and change immediately

Source: 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.

© Professor Alan Hedge, Cornell University. Feb. 2001

ตารางที่ ก.1 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 1

	ระดับชั้นคัดแยกจดหมาย					
	1	2	3	4	5	6
Upper Arm	3	3	3	3	4	5
Lower Arm	2	2	2	3	3	3
wrist	2	2	2	2	2	2
Twist	1	1	1	1	1	1
Score A	4	3	4	4	4	4
Muscle use	1	1	1	1	1	1
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Wrist and Arm	5	4	5	5	5	5
Neck	3	3	3	3	3	5
Trunk	2	2	2	2	2	2
Leg	1	1	1	1	1	1
B Score	3	3	3	3	3	7
Muscle use	0	0	0	0	0	0
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Neck	3	3	3	3	3	7
Grand Score	4	4	4	4	4	7

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก.2 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 2

	ระดับชั้นคัดแยกจดหมาย					
	1	2	3	4	5	6
Upper Arm	3	3	4	4	4	5
Lower Arm	2	2	3	3	3	3
wrist	2	2	2	2	2	2
Twist	1	1	1	1	1	1
Score A	4	4	4	4	4	6
Muscle use	1	1	1	1	1	1
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Wrist and Arm	5	5	5	5	5	7
Neck	3	3	3	3	2	5
Trunk	2	2	2	2	2	2
Leg	1	1	1	1	1	1
B Score	3	3	3	3	2	7
Muscle use	0	0	0	0	0	0
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Neck	3	3	3	3	2	7
Grand Score	4	4	4	4	4	7

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก.3 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 3

	ระดับชั้นคัดแยกจดหมาย					
	1	2	3	4	5	6
Upper Arm	3	3	4	4	5	5
Lower Arm	2	2	3	3	3	3
wrist	2	2	2	2	2	2
Twist	1	1	1	1	1	1
Score A	4	4	4	4	6	6
Muscle use	1	1	1	1	1	1
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Wrist and Arm	5	5	5	5	7	7
Neck	3	3	2	2	5	5
Trunk	2	2	2	2	2	2
Leg	1	1	1	1	1	1
B Score	3	3	3	3	7	7
Muscle use	0	0	0	0	0	0
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Neck	3	3	3	3	7	7
Grand Score	4	4	4	4	7	7

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก.4 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 4

	ระดับชั้นคัดแยกจดหมาย					
	1	2	3	4	5	6
Upper Arm	2	2	3	4	5	5
Lower Arm	2	3	3	3	3	3
wrist	1	1	1	1	1	1
Twist	1	1	1	1	1	1
Score A	3	3	4	4	6	6
Muscle use	1	1	1	1	1	1
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Wrist and Arm	4	4	5	5	7	7
Neck	2	2	2	2	5	5
Trunk	2	2	2	2	2	2
Leg	1	1	1	1	1	1
B Score	2	2	2	2	7	7
Muscle use	0	0	0	0	0	0
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Neck	2	2	2	2	7	7
Grand Score	3	3	4	4	7	7

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก.5 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 5

	ระดับชั้นคัดแยกจดหมาย					
	1	2	3	4	5	6
Upper Arm	3	3	3	3	4	5
Lower Arm	2	2	3	3	3	3
wrist	2	2	2	2	2	2
Twist	1	1	1	1	1	1
Score A	4	4	4	4	4	6
Muscle use	1	1	1	1	1	1
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Wrist and Arm	5	5	5	5	5	7
Neck	3	3	3	5	5	5
Trunk	2	2	2	2	2	2
Leg	1	1	1	1	1	1
B Score	3	3	3	7	7	7
Muscle use	0	0	0	0	0	0
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Neck	3	3	3	7	7	7
Grand Score	4	4	4	7	7	7

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก.6 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 6

	ระดับชั้นคัดแยกจดหมาย					
	1	2	3	4	5	6
Upper Arm	3	3	4	4	5	5
Lower Arm	2	2	3	3	3	3
wrist	2	2	2	2	2	2
Twist	1	1	1	1	1	1
Score A	4	4	4	4	6	6
Muscle use	1	1	1	1	1	1
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Wrist and Arm	5	5	5	5	7	7
Neck	2	2	2	3	5	5
Trunk	2	2	2	2	2	2
Leg	1	1	1	1	1	1
B Score	2	2	2	2	7	7
Muscle use	0	0	0	0	0	0
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Neck	2	2	2	2	7	7
Grand Score	4	4	4	5	7	7

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก.7 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 7

	ระดับชั้นคัดแยกจดหมาย					
	1	2	3	4	5	6
Upper Arm	2	3	3	3	4	5
Lower Arm	2	2	3	3	3	3
wrist	2	2	2	2	2	2
Twist	1	1	1	1	1	1
Score A	3	4	4	4	4	6
Muscle use	1	1	1	1	1	1
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Wrist and Arm	4	5	5	5	5	7
Neck	3	3	3	3	5	5
Trunk	3	3	3	3	2	2
Leg	1	1	1	1	1	1
B Score	4	4	4	4	7	7
Muscle use	0	0	0	0	0	0
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Neck	4	4	4	4	7	7
Grand Score	4	5	5	5	7	7

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก.8 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 8

	ระดับชั้นคัดแยกจดหมาย					
	1	2	3	4	5	6
Upper Arm	3	4	4	4	5	5
Lower Arm	2	2	3	3	3	3
wrist	2	2	2	2	2	2
Twist	1	1	1	1	1	1
Score A	4	4	4	4	6	6
Muscle use	1	1	1	1	1	1
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Wrist and Arm	5	5	5	5	7	7
Neck	3	3	3	2	5	5
Trunk	3	3	3	2	2	2
Leg	1	1	1	1	1	1
B Score	4	4	4	2	7	7
Muscle use	0	0	0	0	0	0
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Neck	4	4	4	2	7	7
Grand Score	5	5	5	4	7	7

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก.9 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 9

	ระดับชั้นคัดแยกจดหมาย					
	1	2	3	4	5	6
Upper Arm	2	4	4	5	5	5
Lower Arm	2	2	3	3	3	3
wrist	2	2	2	2	2	2
Twist	1	1	1	1	1	1
Score A	3	4	4	6	6	6
Muscle use	1	1	1	1	1	1
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Wrist and Arm	4	5	5	7	7	7
Neck	3	3	2	2	5	5
Trunk	3	3	2	2	2	2
Leg	1	1	1	1	1	1
B Score	4	4	2	2	7	7
Muscle use	0	0	0	0	0	0
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Neck	4	4	2	2	7	7
Grand Score	4	4	4	5	7	7

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ก.10 แบบฟอร์มสำหรับบันทึกคะแนนท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA ของพนักงานคนที่ 10

	ระดับชั้นคัดแยกจดหมาย					
	1	2	3	4	5	6
Upper Arm	3	2	4	4	5	5
Lower Arm	3	2	3	3	3	3
wrist	2	2	2	2	2	2
Twist	1	1	1	1	1	1
Score A	4	3	4	4	6	6
Muscle use	1	1	1	1	1	1
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Wrist and Arm	5	4	5	5	7	7
Neck	4	3	3	5	5	5
Trunk	2	2	2	2	2	2
Leg	1	1	1	1	1	1
B Score	5	5	5	7	7	7
Muscle use	0	0	0	0	0	0
Force/load	0	0	0	0	0	0
Final Neck	5	5	5	7	7	7
Grand Score	6	5	6	7	7	7

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข

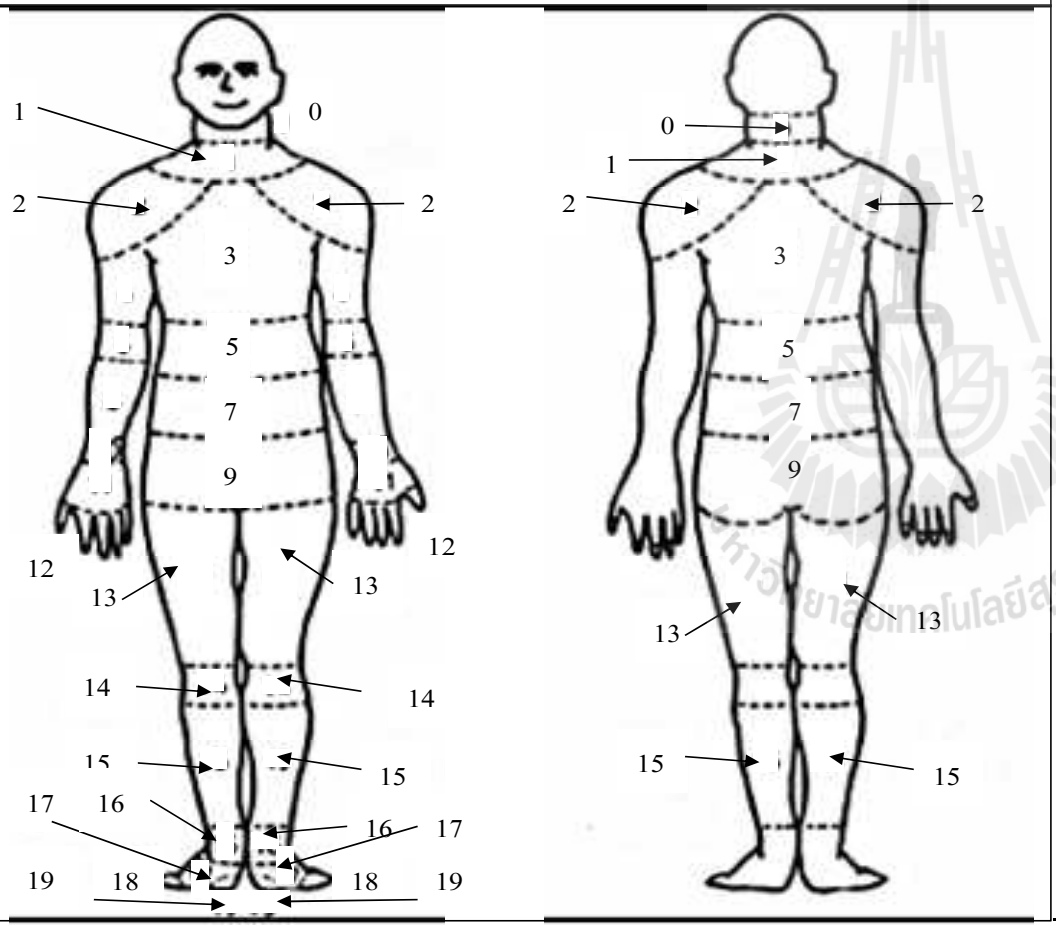
แบบสอบถามระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข.1 แบบสอบถามระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย

ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพ

ระบายส่วนที่รู้สึกปวดเมื่อยล้า ลงในรูปและให้คะแนนทางด้านขวา



หมายเลข	ระดับคะแนนความปวดเมื่อย										
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ศีรษะ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ตา	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
หู	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ฝ่าเท้า	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ระบุ.....	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ระบุ.....	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ระบุ.....	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ระบุ.....	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ระบุ.....	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ค

รายละเอียดการวัดสัดส่วนร่างกายของพนักงานคัดแยกจดหมาย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การวัดสัดส่วนร่างกายของพนักงาน

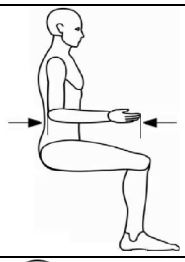
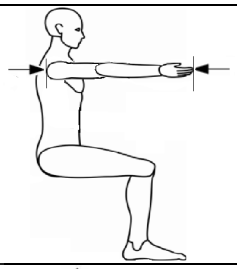
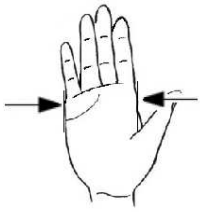
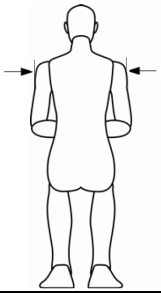
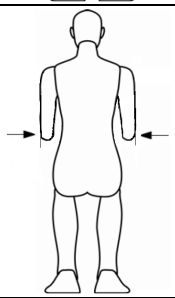
การวัดสัดส่วนของร่างกายใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แอนโทรโพมิเตอร์ (Anthropometer) วัดสัดส่วนร่างกายทั้งหมด 27 รายการแบ่งเป็นการวัดในท่านั่ง 19 รายการ (ตาราง ค.1) และวัดในท่ายืน 8 รายการ (ตาราง ค.2) ซึ่งรายละเอียดของการวัดสัดส่วนร่างกายของพนักงานได้แสดงไว้ดังตารางที่ ค.1 และ ตารางที่ ค.2

ตารางที่ ค.1 รายละเอียดการวัดสัดส่วนที่วัดในท่านั่ง

รายการสัดส่วนร่างกายที่วัดในท่านั่ง	ตำแหน่งที่ในการวัด
1. ความสูงจากพื้น - ศีรษะ คือวัดระยะแนวดิ่งจากจุดสูงสุดของศีรษะ จนถึงพื้นขณะนั่งตัวตรง	
2. ความสูงระดับสายตา คือวัดระยะแนวดิ่งจากหัวตา จนถึงระดับพื้นที่นั่ง	
3. ความสูงระดับปุ่มไหล่ คือวัดระยะแนวดิ่งจากปุ่มไหล่ จนถึงพื้นขณะนั่ง	
4. ความสูงระดับศอก คือวัดระยะแนวดิ่งจากข้อศอกถึงพื้น	

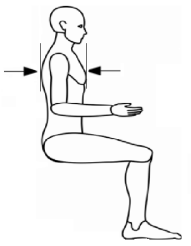
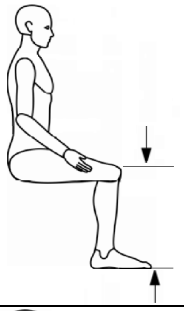
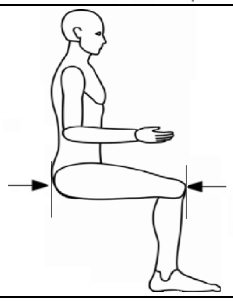
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ค.1 รายละเอียดการวัดสัดส่วนที่วัดในท่านั่ง (ต่อ)

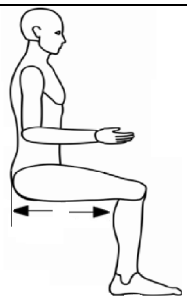
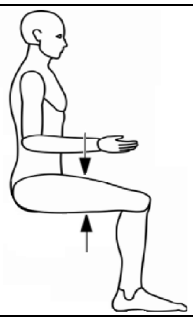
รายการสัดส่วนร่างกายที่วัดในท่านั่ง	ตำแหน่งที่ในการวัด
5. ระยะข้อศอกถึงปลายนิ้ว คือวัดระยะระหว่างปลายข้อศอก ถึงปลายนิ้วมือที่ยาวที่สุด	
6. ระยะเหยียดแขน คือวัดระยะจากไหล่ถึงปลายนิ้วมือ ที่ยาวที่สุด	
7. ความยาวของมือ คือวัดระยะระหว่างข้อมือถึงปลายนิ้ว ที่ยาวที่สุด	
8. ความกว้างของมือ คือวัดระยะระหว่างข้อต่อกระดูกฝ่ามือ กับกระดูกนิ้วมือที่ 2 และ 5	
9. ระยะระหว่างกล้ามเนื้อโคนแขนส่วนบน คือวัดระยะระหว่างกล้ามเนื้อโคลนแขน ทั้งสองข้าง	
10. ระยะห่างระหว่างข้อศอกทั้งสองข้าง คือวัดระยะระหว่างข้อศอกทั้งสองข้าง จากขวาไปซ้าย ขณะงอแขนชิ้นลำตัว	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ค.1 รายละเอียดการวัดสัดส่วนที่วัดในท่านั่ง (ต่อ)

รายการสัดส่วนร่างกายที่วัดในท่านั่ง	ตำแหน่งที่ในการวัด
11. ความหนาช่วงอก คือวัดช่วงอกจากจุดที่ยื่นออกมามากสุดด้านหน้าไปจรดจุดที่ยื่นมากสุดด้านหลัง	
12. ความหนาช่วงท้อง คือวัดในแนวระราบช่วงด้านหน้าบริเวณสะดือถึงด้านหลัง	
13. ความสูงระดับเข่า คือวัดความสูงตามแนวดิ่งจากหัวเข่าถึงพื้นขณะนั่งตัวตรง	
14. ความสูงข้อพับด้านในของหัวเข่า คือวัดความสูงตามแนวดิ่งจากด้านล่างของข้อพับด้านหลังหัวเข่าถึงพื้นขณะนั่งตัวตรง	
15. ระยะหัวเข่าถึงก้น คือวัดระยะตามแนวราบจากหัวเข่าถึงก้น	

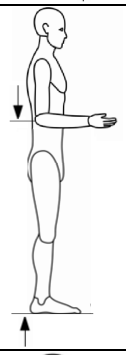
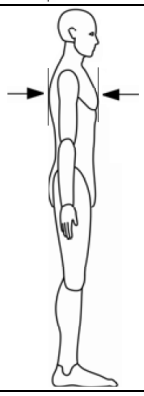
ตารางที่ ค.1 รายละเอียดการวัดสัดส่วนที่วัดในท่านั่ง (ต่อ)

16. ระยะระหว่างก้นถึงข้อพับด้านใน ของหัวเข่าคือวัดระยะตามแนวราบ จากข้อพับด้านในหัวเข่าถึงก้น	
17. ระยะต้นขา คือวัดระยะจากต้นขาด้านบน ถึงต้นขาด้านล่าง	
18. ความยาวของเท้า คือวัดส่วนที่ยาวที่สุดของเท้าจาก ปลายนิ้วเท้าถึงส้นเท้า	
19. ความกว้างของเท้า คือวัดส่วนที่กว้างที่สุดของเท้า จากขวาไปซ้าย	

ตารางที่ ค.2 รายละเอียดการวัดสัดส่วนที่วัดในท่ายืน

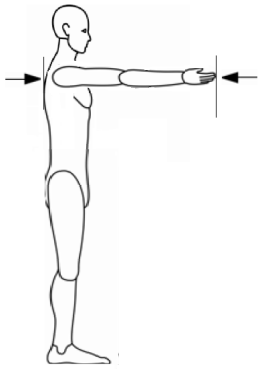
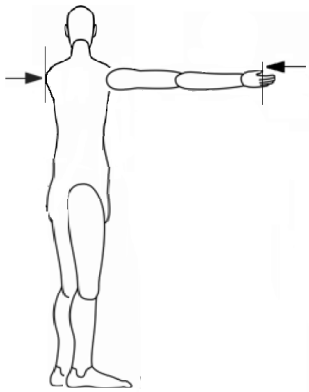
รายการสัดส่วนร่างกายที่วัดในท่ายืน	ตำแหน่งที่ในการวัด
1. น้ำหนัก (กก.) ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง	
2. ความสูง คือวัดในแนวดิ่งจากระยะบนศีรษะ ถึงพื้นที่ยืน	

ตารางที่ ค.2 รายละเอียดการวัดสัดส่วนที่วัดในท่ายืน (ต่อ)

รายการสัดส่วนร่างกายที่วัดในท่ายืน	ตำแหน่งที่ในการวัด
3. ความสูงระดับสายตา คือวัดระยะในแนวดิ่งจากหางตาถึงพื้นที่ยืน	
4. ความสูงระดับไหล่ คือวัดระยะในแนวดิ่งจากปุ่มหัวไหล่ ถึงพื้นที่ยืน	
5. ความสูงระดับศอก คือวัดระยะตามแนวดิ่งจากข้อพับข้อศอก ถึงพื้นที่ยืน	
6. ความหนาลำตัว คือวัดในแนวระนาบในช่วงอกจาก ด้านหน้าถึงด้านหลัง	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ค.2 รายละเอียดการวัดสัดส่วนที่วัดในท่ายืน (ต่อ)

รายการสัดส่วนร่างกายที่วัดในท่ายืน	ตำแหน่งที่ในการวัด
7. ระยะเหยียดแขนขณะที่ลำตัวตั้งตรง คือวัดระยะตามแนวนอนในระดับเดียวกับแขนที่เหยียดตรงจากผนังที่พิงไปยังปลายนิ้วหัวแม่มือ	
8. ระยะเหยียดแขนขณะที่เอียงไหล่ขวา คือวัดระยะตามแนวนอนในระดับเดียวกับแขนที่เหยียดตรงจากผนังที่ไหล่ซ้ายพิงไปยังปลายนิ้วหัวมือ	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ง

การเรียนรู้ในการทำงานสถานีงานคัดแยกที่ออกแบบใหม่

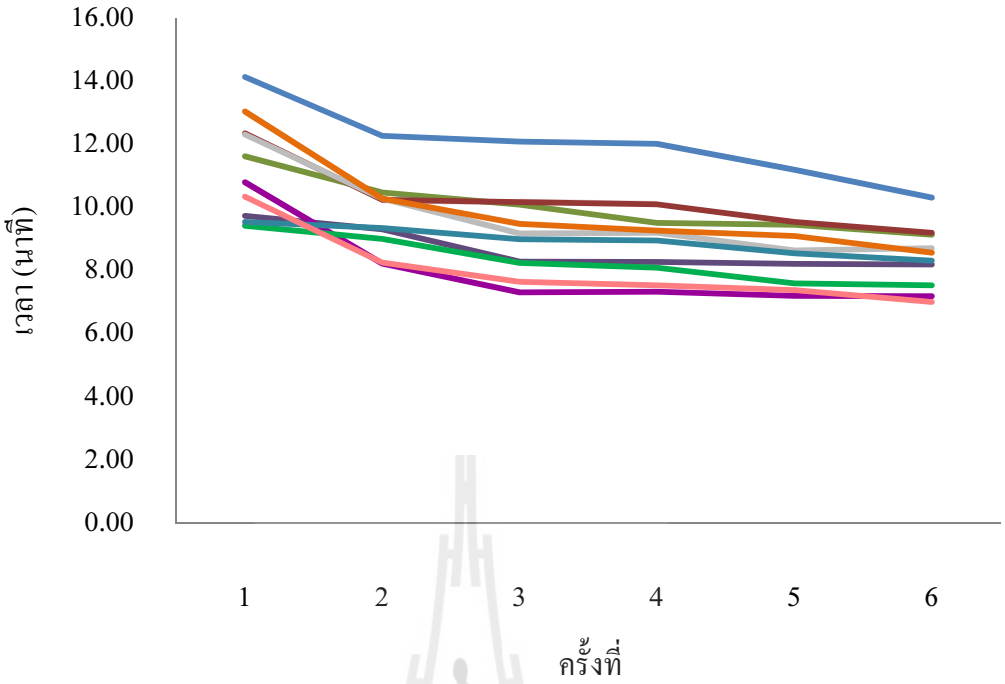
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ทำการทดลองโดยวัตถุประสงค์คือต้องการทราบระยะเวลาในการเรียนรู้การปฏิบัติงานในสถานีงานที่ปรับปรุงใหม่ของพนักงานคัดแยกจดหมาย (แสดงผลดังตาราง ง.1 และแสดงกราฟในรูปที่ ง.1) ซึ่งจากกราฟพบว่าพนักงานต้องมีการเรียนรู้โดยการใช้สถานีงานที่ออกแบบใหม่ถึง 6 ครั้ง จึงเข้าสู่สภาวะที่พนักงานเริ่มคุ้นเคยกับสถานีงาน

ตารางที่ ง.1 แสดงการเรียนรู้ในการทำงานคัดแยกจดหมายในสถานีงานที่ออกแบบใหม่

ผู้ถูกทดสอบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6
1	9.74	9.32	8.29	8.28	8.22	8.2
2	14.14	12.28	12.09	12.02	11.2	10.32
3	10.81	8.23	7.32	7.34	7.21	7.2
4	11.63	10.48	10.1	9.52	9.46	9.14
5	12.36	10.25	10.18	10.11	9.55	9.2
6	12.32	10.29	9.18	9.2	8.65	8.72
7	9.43	9.01	8.25	8.1	7.6	7.54
8	9.55	9.36	9	8.96	8.56	8.32
9	13.05	10.29	9.49	9.28	9.1	8.58
10	10.35	8.26	7.65	7.54	7.39	7.01

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ ง.1 แสดงกราฟในการเรียนรู้การทำงานคัดแยกจดหมายในสถานีงานที่ออกแบบใหม่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

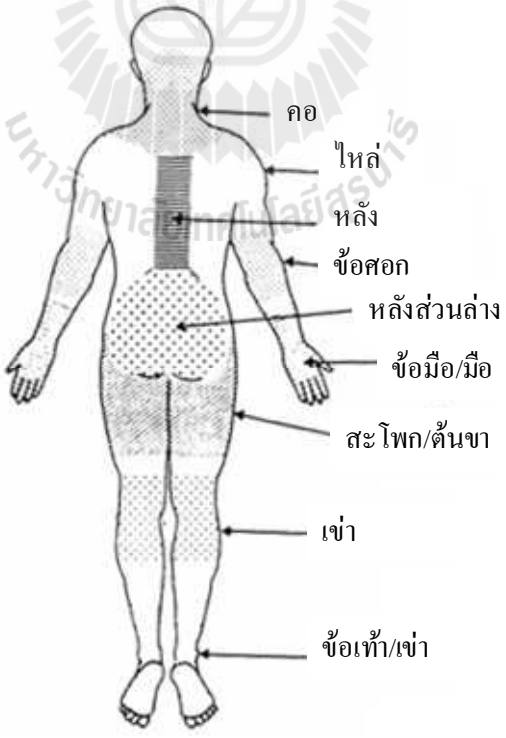
ภาคผนวก จ

แบบสอบถาม Standardised Nordic Questionnaires

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิธีการตอบแบบสอบถาม : กรุณาตอบแบบสอบถามโดยการ X ลงในช่อง ☐ ในแต่ละข้อ ให้ X เพียงอันเดียวเท่านั้น กรุณาตอบทุกข้อ ถึงแม้ว่าคุณไม่มีปัญหาการบาดเจ็บในส่วนใด ๆ ของร่างกาย (Kuorinka, 1987)

วัน/เดือน/ปี ที่ตอบแบบสอบถาม	_____ /_____ / _____
เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม	1. ☐ หญิง 2. ☐ ชาย
ปีเกิด	_____
จำนวนปีและเดือนที่ปฏิบัติงานนี้	_____ ปี _____เดือน
จำนวนชั่วโมงที่ปฏิบัติงานนี้ต่อสัปดาห์	_____ชั่วโมงต่อสัปดาห์
น้ำหนัก	_____ กิโลกรัม
ส่วนสูง	_____ เซนติเมตร
ถนัดมือขวาหรือมือซ้าย	1. ☐ ขวา 2. ☐ ซ้าย



รูปที่ จ.1 แสดงตำแหน่งต่าง ๆ ของร่างกายโดยประมาณตามที่อ้างถึงในแบบสอบถาม

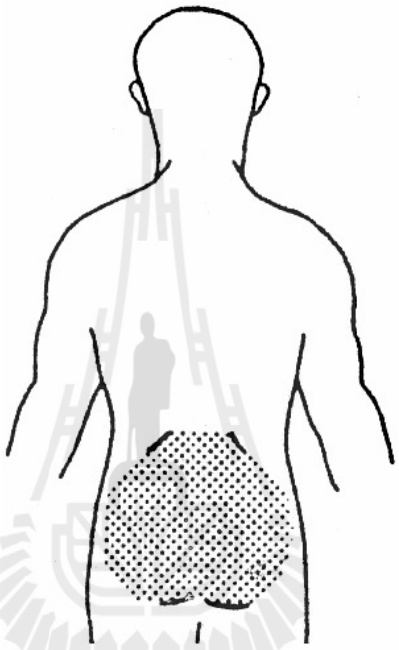
ตารางที่ จ.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นในอวัยวะส่วนแขนและขา

ปัญหาที่เกิดขึ้นในอวัยวะส่วนแขนและขา		
ใน 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยรู้สึกเจ็บปวดหรือไม่สบายในส่วนต่าง ๆ ดังนี้	ตอบโดยผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับอวัยวะ	
	ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยถูกห้ามไม่ให้ทำงานตามปกติ (ทั้งที่บ้านและที่ทำงาน) อันเนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นกับอวัยวะต่าง ๆ หรือไม่	คุณเคยมีปัญหาในช่วง 7 วัน ที่ผ่านมา หรือไม่
คอ 1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ใช่	1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ใช่	1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ ใช่
ไหล่ 1. ☐ ไม่ใช่ 2.☐ ใช่ ที่ไหล่ข้างขวา 3. ☐ ใช่ ที่ไหล่ข้างซ้าย 4. ☐ ใช่ ที่ไหล่ทั้งสองข้าง	1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ใช่	1. ☐ ไม่ใช่ 2.☐ ใช่
ข้อศอก 1. ☐ ไม่ใช่ 2.☐ ใช่ ที่ข้อศอกข้างขวา 3. ☐ ใช่ ที่ข้อศอกข้างซ้าย 4. ☐ ใช่ ที่ข้อศอกทั้งสองข้าง	1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ใช่	1. ☐ ไม่ใช่ 2.☐ ใช่
ข้อมือ/มือ 1. ☐ ไม่ใช่ 2.☐ ใช่ ที่ข้อมือ/มือข้างขวา 3. ☐ ใช่ ที่ข้อมือ/มือข้างซ้าย 4. ☐ ใช่ ที่ข้อมือ/มือทั้งสองข้าง	1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ใช่	1. ☐ ไม่ใช่ 2.☐ ใช่
หลังส่วนบน 1. ☐ ไม่ใช่ 2.☐ ใช่	1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ใช่	1. ☐ ไม่ใช่ 2.☐ ใช่
หลังส่วนล่าง 1. ☐ ไม่ใช่ 2.☐ ใช่	1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ใช่	1. ☐ ไม่ใช่ 2.☐ ใช่
สะโพกหรือต้นขา (ข้างเดียวหรือทั้งสองข้าง) 1. ☐ ไม่ใช่ 2.☐ ใช่	1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ใช่	1. ☐ ไม่ใช่ 2.☐ ใช่
เข่า (ข้างเดียวหรือทั้งสองข้าง) 1. ☐ ไม่ใช่ 2.☐ ใช่	1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ใช่	1. ☐ ไม่ใช่ 2.☐ ใช่
ข้อเท้าหรือเท้า (ข้างเดียวหรือทั้งสองข้าง) 1. ☐ ไม่ใช่ 2.☐ ใช่	1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ใช่	1. ☐ ไม่ใช่ 2.☐ ใช่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบสอบถามเกี่ยวกับความเจ็บปวดหลังส่วนล่าง

วิธีตอบแบบสอบถาม : กรุณาตอบแบบสอบถามโดยการ X ลงในช่อง ☐ ในแต่ละข้อ ให้ X เพียงอันเดียวในแต่ละข้อในแบบสอบถาม ปัญหาของหลังส่วนล่าง หมายถึงอาการเจ็บปวด หรือไม่สบาย ในบริเวณที่แรเงาไว้ในรูป ซึ่งอาจรวมไปถึงขาข้างเดียวหรือสองข้างก็ได้



รูปที่ จ.2 แสดงหลังส่วนล่าง

ตารางที่ จ.2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความเจ็บปวดหลังส่วนล่าง

ข้อ 1. คุณเคยมีปัญหาบริเวณหลังส่วนล่างหรือไม่
(เจ็บปวดหรือไม่สบาย)
1. ☐ ไม่เคย 2. ☐ เคย

ถ้าตอบข้อ 1 ว่าไม่เคย ไม่ต้องตอบข้อ 1 - 8

ข้อ 2. คุณเคยพักรักษาตัวอยู่ที่โรงพยาบาลเพราะปัญหาหลังส่วนล่างหรือไม่
1. ☐ ไม่เคย 2. ☐ เคย

ข้อ 3. คุณเคยเปลี่ยนงานหรือหน้าที่ เพราะปัญหาหลังส่วนล่างหรือไม่
1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ ใช่

ข้อ 4. ระยะเวลาที่ปัญหาบริเวณหลังส่วนล่าง ที่เกิดขึ้นในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา
1. ☐ 0 วัน
2. ☐ 1 - 7 วัน
3. ☐ 8 - 30 วัน
4. ☐ มากกว่า 30 วัน (แต่อาจจะไม่ทุกวัน)
5. ☐ ทุกวัน

ถ้าตอบข้อ 4 0 วัน ไม่ต้องตอบข้อ 5 - 9

ข้อ 5. ปัญหาหลังส่วนล่าง ทำให้คุณต้องลดกิจกรรมต่าง ๆ ในช่วงเวลา 12 เดือนที่ผ่านมาหรือไม่
ก.) กิจกรรมการทำงาน
(ทั้งที่บ้านหรือที่ทำงาน)
1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ ใช่
ข.) กิจกรรมสันทนาการ
1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ ใช่

ข้อ 6. ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา
คุณเคยถูกห้ามไม่ให้ทำงานตามปกติ
(ทั้งที่บ้านและที่ทำงาน)
เพราะมีปัญหาหลังส่วนล่าง เป็นเวลากี่วัน
1. ☐ 0 วัน
2. ☐ 1 - 7 วัน
3. ☐ 8 - 30 วัน
4. ☐ มากกว่า 30 วัน

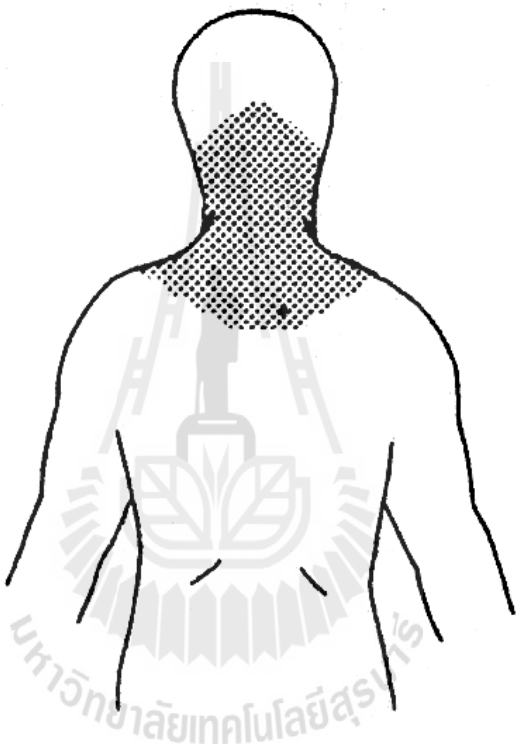
ข้อ 7. ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยไปพบแพทย์หรือนักกายภาพบำบัด เพราะปัญหาเกี่ยวกับหลังส่วนล่างหรือไม่
1. ☐ ไม่เคย 2. ☐ เคย

ข้อ 8. คุณมีปัญหาบริเวณหลังส่วนล่าง ระยะเวลา 7 วันที่ผ่านมาหรือไม่
1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ ใช่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบสอบถามเกี่ยวกับความเจ็บปวดบริเวณคอ

วิธีตอบแบบสอบถาม : ปัญหาเกี่ยวกับคอ ในที่นี้หมายถึงการเจ็บปวดหรือไม่สบายในบริเวณที่แรเงาดังรูป กรุณาพิจารณาเฉพาะบริเวณที่แรเงาเท่านั้น และไม่ต้องพิจารณาส่วนอื่น ๆ ที่อยู่บริเวณใกล้เคียง เนื่องจากมีแบบสอบถามอีกชุดไว้สำหรับบริเวณไหล่ กรุณาตอบแบบสอบถามโดยการ X ลงในช่อง ☐ ในแต่ละข้อ ให้ X เพียงอันเดียวในแต่ละข้อ



รูปที่ จ.3 แสดงบริเวณคอที่อ้างอิงในแบบสอบถาม

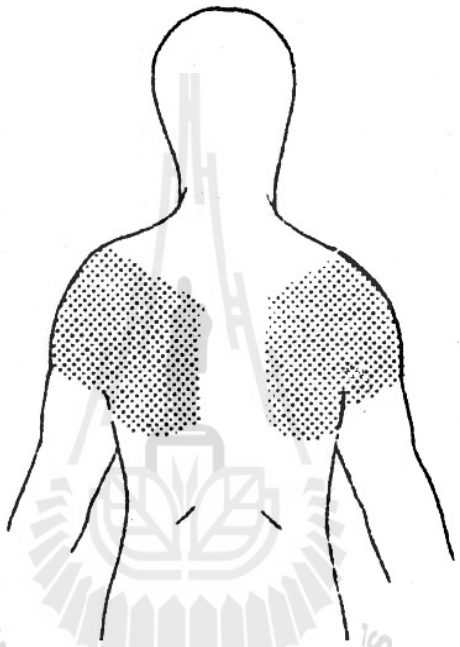
ตารางที่ จ.3 แบบสอบถามเกี่ยวกับความเจ็บปวดบริเวณคอ

ข้อ 1. คุณเคยมีปัญหาบริเวณคอหรือไม่ (เจ็บปวดหรือไม่สบาย) 1. ☐ ไม่เคย 2. ☐ เคย	ข้อ 5. ปัญหาบริเวณคอ ทำให้คุณต้องลดกิจกรรมต่าง ๆ ในช่วงเวลา 12 เดือนที่ผ่านมาหรือไม่ ก.) กิจกรรมการทำงาน (ทั้งที่บ้านหรือที่ทำงาน) 1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ ใช่ ข.) กิจกรรมสันทนาการ 1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ ใช่
ถ้าตอบข้อ 1 ไม่เคย ให้ข้ามไปทำข้อ 9	
ข้อ 2. คุณเคยเจ็บปวดบริเวณคอ เนื่องจากเกิดอุบัติเหตุบริเวณคอหรือไม่ 1. ☐ ไม่เคย 2. ☐ เคย	ข้อ 6. ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยถูกห้ามไม่ให้ทำงานตามปกติ (ทั้งที่บ้านและที่ทำงาน) เพราะมีปัญหาบริเวณคอ เป็นเวลากี่วัน 1. ☐ 0 วัน 2. ☐ 1 - 7 วัน 3. ☐ 8 - 30 วัน 4. ☐ มากกว่า 30 วัน
ข้อ 3. คุณเคยเปลี่ยนงานหรือหน้าที่ เนื่องจากปัญหาเจ็บปวดบริเวณคอหรือไม่ 1. ☐ไม่เคย 2. ☐ เคย	
ข้อ 4. ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา คุณมีปัญหาบริเวณคอ เป็นระยะเวลาเท่าใด 1. ☐ 0 วัน 2. ☐ 1 - 7 วัน 3. ☐ 8 - 30 วัน 4. ☐ มากกว่า 30 วัน (แต่อาจจะไม่ทุกวัน) 5. ☐ ทุกวัน	ข้อ 7. ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยไปพบแพทย์หรือนักกายภาพบำบัด เพราะปัญหาเกี่ยวกับบริเวณคอ หรือไม่ 1. ☐ ไม่เคย 2. ☐ เคย
ถ้าข้อ 4 ตอบ 0 วัน ข้ามไปทำข้อ 9	
	ข้อ 8. คุณมีปัญหาบริเวณคอ ระยะเวลา 7 วันที่ผ่านมา หรือไม่ 1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ ใช่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบสอบถามเกี่ยวกับความเจ็บปวดบริเวณไหล่

วิธีตอบแบบสอบถาม : ปัญหาเกี่ยวกับไหล่ ในที่นี้หมายถึงการเจ็บปวดหรือไม่สบายในบริเวณที่แรเงาดังรูป กรุณาพิจารณาเฉพาะบริเวณที่แรเงาเท่านั้น และไม่ต้องพิจารณาส่วนอื่น ๆ ที่อยู่บริเวณใกล้เคียง กรุณาตอบแบบสอบถามโดยการ X ลงในช่อง ☐ ในแต่ละข้อ ให้ X เพียงอันเดียวในแต่ละข้อ



รูปที่ จ.4 แสดงบริเวณไหล่ตามที่อ้างถึงในแบบสอบถาม

ตารางที่ จ.4 แบบสอบถามเกี่ยวกับความเจ็บปวดบริเวณไหล่

ข้อ 9. คุณเคยมีปัญหาบริเวณไหล่หรือไม่ (เจ็บปวดหรือไม่สบาย) 1. ☐ ไม่เคย 2. ☐ เคย	ข้อ 14. ปัญหาบริเวณไล่ ทำให้คุณต้องลดกิจกรรมต่าง ๆ ในช่วงเวลา 12 เดือนที่ผ่านมาหรือไม่ ก) กิจกรรมการทำงาน (ทั้งที่บ้านหรือที่ทำงาน) 1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ ใช่ ข) กิจกรรมสันทนาการ 1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ ใช่
ถ้าข้อ 9 ตอบไม่เคยไม่ต้องตอบข้อ 10 - 17	
ข้อ 10. คุณเคยมีปัญหาบริเวณไหล่ เพราะเกิดอุบัติเหตุบริเวณไหล่หรือไม่ 1. ☐ ไม่เคย 2. ☐ เคย บริเวณไหล่ข้างขวา 3. ☐ เคย บริเวณไหล่ข้างซ้าย 4. ☐ เคย บริเวณไหล่ทั้งสองข้าง	ข้อ 15. ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยถูกห้ามไม่ให้ทำงานตามปกติ (ทั้งที่บ้านและที่ทำงาน) เพราะมีปัญหาบริเวณไหล่ เป็นเวลากี่วัน 1. ☐ 0 วัน 2. ☐ 1 - 7 วัน 3. ☐ 8 - 30 วัน 4. ☐ มากกว่า 30 วัน
ข้อ 11. คุณเคยเปลี่ยนงานหรือหน้าที่ที่ทำให้มีปัญหาบริเวณไหล่หรือไม่ 1. ☐ ไม่เคย 2. ☐ เคย	
ข้อ 12. คุณเคยมีปัญหาบริเวณไหล่หรือไม่ 1. ☐ ไม่เคย 2☐ เคย บริเวณไหล่ข้างขวา 3. ☐ เคย บริเวณไหล่ข้างซ้าย 4. ☐ เคย บริเวณไหล่ทั้งสองข้าง	ข้อ 16. ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยไปพบแพทย์หรือนักกายภาพบำบัด เพราะปัญหาเกี่ยวกับบริเวณไหล่หรือไม่ 1. ☐ ไม่เคย 2. ☐ เคย
ถ้าข้อ 12 ตอบไม่เคย ไม่ต้องทำข้อ 13 - 17	
ข้อ 13. ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา คุณมีปัญหาบริเวณไหล่ เป็นระยะเวลาเท่าใด 1. ☐ 1 - 7 วัน 2. ☐ 8 - 30 วัน 3. ☐ มากกว่า 30 วัน (แต่อาจจะไม่ทุกวัน) 4. ☐ ทุกวัน	ข้อ 17. คุณมีปัญหาบริเวณไหล่ ระยะเวลา 7 วันที่ผ่านมาหรือไม่ 1. ☐ ไม่ใช่ 2. ☐ ใช่

ภาคผนวก ฉ

แผนและผลการทดลองแบบสุ่มในบล็อก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การทดสอบสมมุติฐาน

$H_o : \mu_1 = \mu_2$ (เท่ากัน หรือ ไม่แตกต่าง)

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ (ไม่เท่ากัน หรือ แตกต่าง)

ทำการดำเนินการทดลอง โดยทำการสุ่มลำดับการทดลอง (Randomization) เพื่อให้ผู้ถูกทดสอบมีโอกาสเท่าเทียมกันที่จะถูกทดสอบในแต่ละลำดับการทดลอง (Experimental Unit) ซึ่งตัวเลขในตาราง ฉ.1 ข้างล่าง แสดงหมายเลขสุ่มของผู้ถูกทดสอบจำนวน 30 คน สำหรับการทดสอบ 30 ครั้งของแต่ละเงื่อนไข (Treatment) ของปัจจัยการทดลอง แสดงผลการทดลองเวลาในการคัดแยกจดหมาย ภาระงานกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้าและชุดกลางในตารางที่ ฉ.2 ฉ.3 และฉ.4 และแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเวลาในการคัดแยกจดหมาย ภาระงานกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้าและชุดกลางดังตารางที่ ฉ.5 ฉ.6 และฉ.7 ตามลำดับ

ตารางที่ ฉ.1 แสดงลำดับการทดลอง

ลำดับทดลอง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
สถานี	เก่า	27(1)*	17(2)	3(1)	9(2)	10(1)	11(1)	22(2)	2(1)	4(2)	15(2)
	ใหม่	27(2)	17(1)	3(2)	9(1)	10(2)	11(2)	22(1)	2(2)	4(1)	15(1)
ลำดับทดลอง		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
สถานี	เก่า	13(2)	19(1)	6(1)	28(2)	26(2)	23(2)	20(1)	29(2)	25(1)	16(2)
	ใหม่	13(1)	19(2)	6(2)	28(1)	26(1)	23(1)	20(2)	29(1)	25(2)	16(1)
ลำดับทดลอง		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
สถานี	เก่า	12(2)	5(2)	21(1)	7(2)	30(2)	14(1)	1(2)	18(1)	8(2)	24(2)
	ใหม่	12(1)	5(1)	21(2)	7(1)	30(1)	14(2)	1(1)	18(2)	8(1)	24(1)

หมายเหตุ : ตัวเลขในตารางคือหมายเลขผู้ถูกทดสอบ เช่น หมายเลข 27 คือผู้ถูกทดสอบหมายเลขที่ 18
ซึ่งถูกทดลองอันดับ 1 และ (1) คือ ลำดับผู้ถูกทดสอบทำการทดลองแต่ละเงื่อนไข

ตารางที่ ฉ.2 แสดงผลการทดลองเวลาในการคัดแยกจดหมาย (นาที)

ลำดับทดลอง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
สถานี	เก่า	20.37	17.14	16.32	19.18	21.1	20.23	17.01	24.09	19.48	25.29
	ใหม่	17.4	15.47	17.53	18.5	18.5	20.04	14.56	15.52	18.08	24.38
ลำดับทดลอง		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
สถานี	เก่า	17.32	22.18	17	18.32	18.1	20.48	22.34	17.33	17.48	17.54
	ใหม่	15.04	19.59	16.56	16.7	17.07	19.13	21.49	16.31	16.28	17.14
ลำดับทดลอง		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
สถานี	เก่า	17.4	24.56	17.38	21.05	22.54	21.27	18.22	22.5	20.01	18.47
	ใหม่	16.38	21.27	15.43	18.34	21.4	18.12	16.21	19.06	17.38	17.18

ตารางที่ ฉ.3 แสดงภาระงานของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้า (%MVC)

ลำดับทดลอง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
สถานี	เก่า	19.6	15.18	19.83	19.58	13.84	15.68	14.88	19.24	18.22	17.05
	ใหม่	12.19	11.28	17.78	19.05	13.39	14.59	11.9	9.49	17.81	14.32
ลำดับทดลอง		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
สถานี	เก่า	15.74	14.02	12.17	15.74	17.35	11.75	15.26	12.9	26.92	17.07
	ใหม่	12.4	10.95	7.25	11.15	10.46	10.28	6.8	11.88	26.07	15.63
ลำดับทดลอง		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
สถานี	เก่า	33.13	12.81	18.45	13.24	18.08	15.08	23.51	16.49	18.91	14.29
	ใหม่	27.74	12.32	17.17	11.35	16.97	10.05	12.87	8.84	18.05	11.65

ตารางที่ ฉ.4 แสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง (%MVC)

ลำดับทดลอง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
สถานี	เก่า	13.64	11.94	12.58	21.59	10.48	18.38	14.59	6.29	14.68	13.12
	ใหม่	10.76	9.86	8.84	11.45	5.49	11.89	10.34	5.97	8.19	7.84
ลำดับทดลอง		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
สถานี	เก่า	14.62	17.7	10.71	13.59	9.07	7.89	13.91	8.6	12.13	7.64
	ใหม่	10.67	11.49	8.03	7.77	7.89	6.14	12.36	6.69	11.79	5.91
ลำดับทดลอง		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
สถานี	เก่า	11.83	11.95	11.29	7.32	10.59	9.13	18.03	8.43	9.33	14.32
	ใหม่	8.67	8.41	9.68	5.35	6.76	5.79	9.95	6.27	6.18	10.26

ตารางที่ ฉ.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลา

Source	DF	SS	MS	F	P
Subject	29	175.836	6.0633	1.17	0.338
Work Station	1	51.597	51.5968	9.96	0.004
Error	29	150.280	5.1821		
Total	59	377.713			

จากการตารางที่ ฉ.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเวลาในการทำงานคัดแยกจดหมาย พบว่าสถานีงานมีค่า P - value < 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_o คือสถานีงานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 และผู้ถูกทดสอบมีค่า P - value > 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_o คือผู้ถูกทดสอบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ ฉ.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของภาระงานกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้า

Source	DF	SS	MS	F	P
Subject	29	775.77	26.751	1.64	0.094
Work Station	1	181.44	181.444	11.15	0.002
Error	29	472.09	16.279		
Total	59	1429.31			

จากการตารางที่ ฉ.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของภาระงานกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้า พบว่าสถานีงานมีค่า P - value < 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_o คือสถานีงานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 และผู้ถูกทดสอบมีค่า P - value > 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_o คือผู้ถูกทดสอบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตาราง ฉ.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของภาระงานกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง

Source	DF	SS	MS	F	P
Subject	29	273.308	9.424	1.10	0.401
Work Station	1	196.868	196.868	22.95	0.000
Error	29	248.800	8.579		
Total	59	718.977			

จากการตารางที่ ฉ.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของภาระงานกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง พบว่าสถานีงานมีค่า P - value < 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_o คือสถานีงานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 และผู้ถูกทดสอบมีค่า P - value > 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_o คือผู้ถูกทดสอบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ภาคผนวก ช

บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างการศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายชื่อบทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

Jongkol, P., and Sangtawan, K. (2008). **An Investigation of Shoulder and Back Pain in Mail Sorting Operators**. 9th Southeast Asian Ergonomics Society Conference. 22 - 24 October, Grand Mercure Fortune Bangkok, Thailand.

กนกพร แสงตะวัน และพรศิริ จงกล. (2552). **การออกแบบสถานีงานคัดแยกจดหมายโดยหลักการยศาสตร์**. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ 2552. 21 - 22 ตุลาคม. โรงแรมพูลแมน ขอนแก่น ราชา ออร์คิด จังหวัดขอนแก่น.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Southeast Asian SEAES 2008 Ergonomics Conference

An Investigation of Shoulder and Back Pain in Mail Sorting Operators

Pornsiri Jongkol[a,*], Kanokporn Sangtawan[b]

[a,b]School of Industrial Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000 [a](pornsiri@sut.ac.th), [b](toom_narak@hotmail.com)
*Corresponding author Tel: +66 44 224264; Fax: +66 44 22 4604

ABSTRACT: The musculoskeletal disorders have increased in the last decades in Thailand (Social Security Office, 2008). Repetitive work and ergonomic deficiencies in design of tools and equipment have been recognized as risk factors for these disorders (Putz-Andersson, 1988). The objective of this study was to assess the shoulder and back pain in mail sorting operators. Thirty mail sorting operators participated in this study. The mail sorting operators' task was evaluated by direct observation, questionnaires application and Rapid Upper Limb Assessment Method (RULA). It was found that 73.1% of the operators reported shoulder discomfort whereas 36.5% of the operators reported back discomfort. The results obtained from RULA indicated that postural investigation and changes were needed soon. The improvement of workstation is on progress.

Keywords: *Mail Sorting Operators, Musculoskeletal pain, Repetitive work*

1. INTRODUCTION

Manual mail sorting operations in many postal service centers accounted for approximately 50% of all manual operations [1]. Although automatic machines have been used in a few postal service centers in Thailand, manual mail sorting still plays an important role in mail delivery service.

Mail sorting requires repetitive movements including shoulder flexion and extension, and elbow extension. It was reported that overuse of muscles led to muscle tissue damage [2]. Furthermore, frequent arm elevations involving shoulder flexion or abduction of greater than 60 degrees were significant factors in shoulder and neck disorders [3]. Also, there are several studies that show the connection between the discomfort felt by the operators and the repetition rate of shoulder's movements in its different positions [4,5].

Typical mail sorting task has been investigated by researchers. It has been shown that the mail sorting task resulted in an unacceptable level of static workload on deltoid, trapezius, and infraspinatus muscles [6]. Furthermore, sorting workstations were found to be oversized. The improper design of workstation led to discomfort and work stress complaints [1,7].

2. OBJECTIVES

1. To investigate perceived discomfort levels of mail sorting operators.
2. To evaluate the musculoskeletal loading in mail sorting task.

3. THE WORK PROCESS OF PRESENT WORKSTATION

The present research studied the operations of regular mail sorting at a postal center in Thailand. The work process in the department of regular mail is shown in Figure 1.

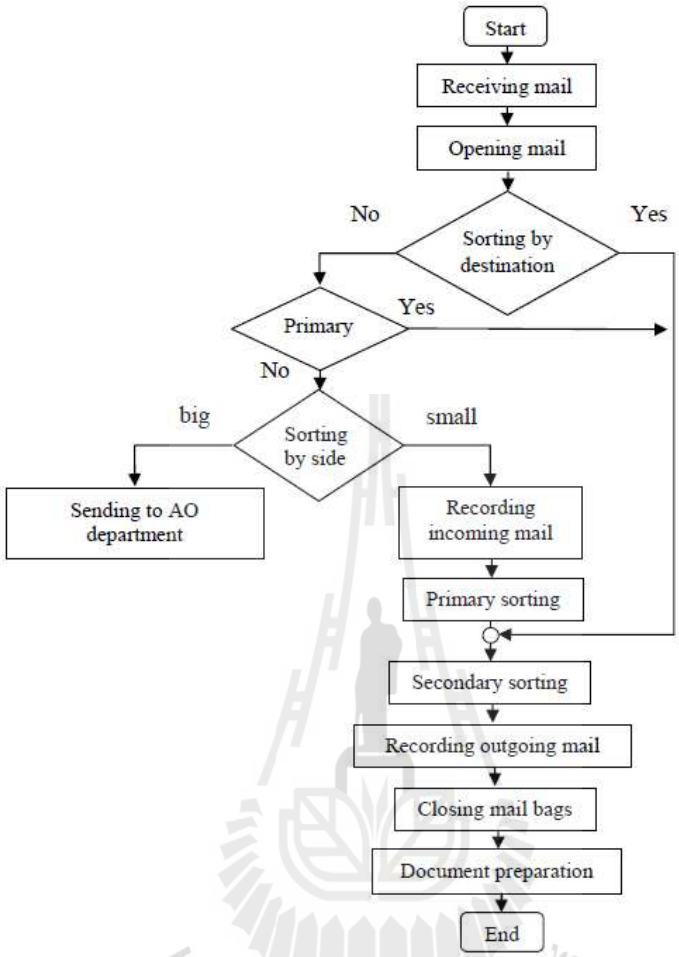


***Figure 1*: Work process in the department of regular mail.**

In the department of regular mail, the operators work for 6 hours in a day, starting from 6 p.m. to 1 a.m. with a rest break from 8 p.m. to 9 p.m. The average sorting rate for each operator was approximately 1,300 mails per hour. A workstation of mail sorting operator consisted of a table and a wall unit. There were 2 types of workstation used in this department. The wooden workstation is shown in Figure 2 and its dimensions are depicted in Figure 3. The metal workstation and its dimensions are shown in Figures 4 and 5, respectively.

***Figure 2*: The wooden workstation.**

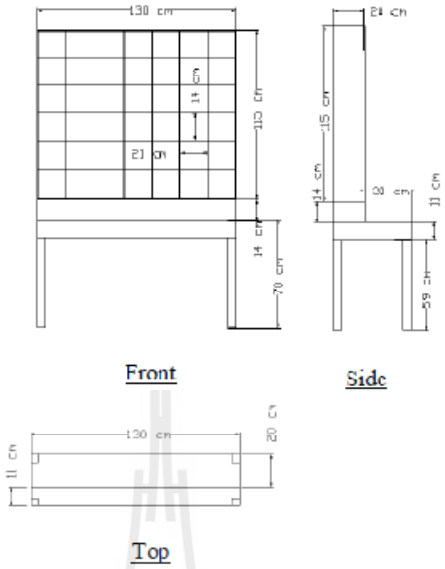


***Figure 3*: The dimensions of the wooden workstation.**

***Figure 4*: The metal workstation.**

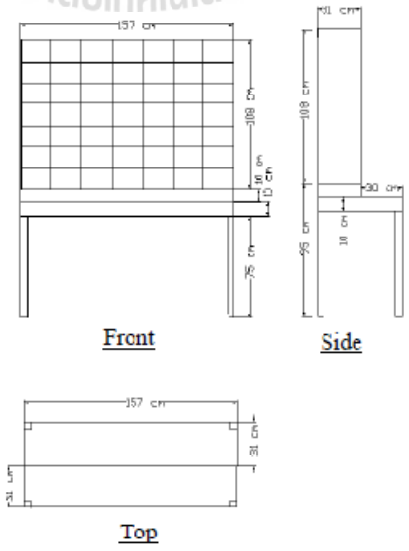


***Figure 5*: The dimensions of metal workstation.**

The chairs used are illustrated in Figure 6. The operators sorted the mails from a bin at the center of table and threw them to the appropriate table slot in the wall unit. Accessing the top slots placed strain on the shoulders since it recognized a reach over shoulder height across the work surface. When sorting was complete, the mails were removed from each slot, wrapped and placed in bags for delivery.

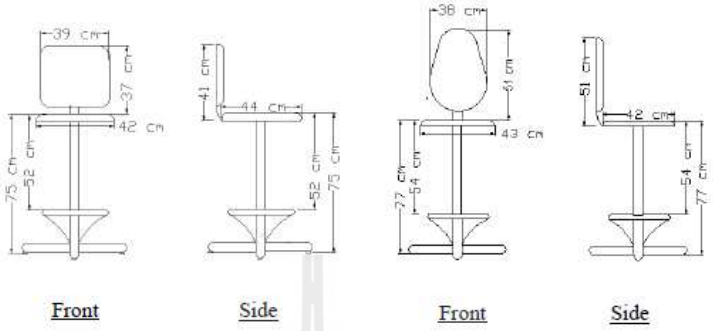


Figure 6: **The dimensions of chairs used.**

4. METHOD

4.1 Subjects

Thirty mail sorting operators participated in this study. They were 22 males and 8 females. The characteristics of the operators are shown in Table 1.

Table 1: **The characteristics of mail sorting operators**

	Average	*Standard deviation*
Age (years)	30.67	10.87
Body weight (kg)	63.03	13.59
Body height (cm)	160.8	28.87
Experience (years)	8.1	8.83

4.2 The assessment of perceived discomfort

A questionnaire contained a diagram of human body. The diagram of human body showed 23 body parts including neck, upper shoulder, lower shoulder, upper arms, lower arms, elbows, upper back, middle back, lower back, buttock, wrists, fingers, thighs, knees, legs, ankles, feet, toes, heels, head, eyes, ears, and soles. The mail sorting operators were asked to identify the area of the diagram where they felt any pain and rated it on a scale of 11 (0 = no discomfort or pain, 5 = moderate pain, and 10 = extreme pain).

4.3 The evaluation of musculoskeletal loading using RULA

The working posture adopted by each subject was evaluated using RULA [4]. According to this method, a score was computed for the posture of each body part. A score of 1 indicated the most neutral posture, e.g. wrists in neutral position, arms by the sides, trunk and legs sitting and well supported. A score of 4 indicated the worst position, e.g. shoulder flexion above 90° or flexion between 45° and 90° and abduction. The individual scores for shoulder, elbow, and wrist were combined as score A and those for neck, trunk, and legs were included in score B. The score of muscle use and force exerted in working position were then added to scores A and B to obtain score C and D, respectively.

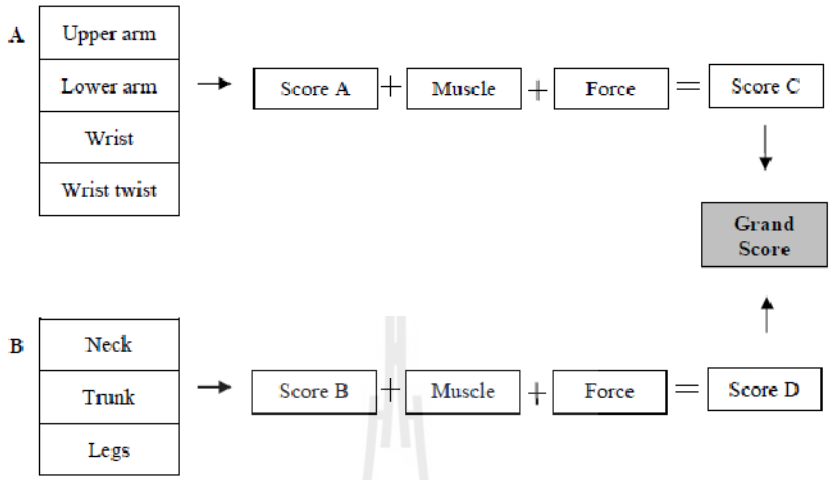
Each combination of scores C and D (a number of 1-7), called grand score, implied the musculoskeletal loading associated with the subject's posture (Table 2). In contrary, low grand scores of 1 or 2 was considered as an acceptable posture. For the higher scores, action is suggested as follows:

Further investigation and changes if required, for a grand score of 3 or 4,

Prompt investigation and changes for a grand score of 5 or 6,

Immediate investigation and changes for a grand score of 7.

***Table 2*: The computation of RULA score**



5. RESULTS

5.1 The perceived discomfort level

The percentages of mail sorting operators who experienced discomfort in different body areas are shown in Table 3 and Figure 7. Of all operators, 26.9% showed no discomfort in lower shoulder area, whereas 23% showed great pain and 61.1% showed different levels of pain in the same area. This result was expected since mail sorting tasks requires excessive flexion and abduction of shoulders. It was observed that the workstations were oversized for some operators, thus causing arm movements more uncomfortable. For the lower back area, 63.5% of the operators had no discomfort. However, 26.6% rated the discomfort levels in a range of 7 to 10. This can be explained that some operators did not lean their backs against the backrests during work. All subjects had no complaints of discomfort in the ankles, feet, toes, heels, head, eyes, ears, and soles, since they worked in seated position.

***Table 3*: Percentages of different perceived discomfort levels.**

Body part	*Discomfort Level*										
	0	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
Neck	83.4			3.3			6.7	3.3	3.3		
Upper shoulders	96.7						3.3				
Lower shoulders	26.9	6.7	3.3	6.7	16.7		6.7	10	23		
Upper back	73.4					6.7	13.3	3.3	3.3		
Upper arm	90			3.3		6.7					
Middle back	70.1					13.3		3.3	10		3.3
Elbow	90					6.7	3.3				
Lower back	63.5		3.3	3.3	3.3			3.3	16.7	3.3	3.3
Lower arm	86.8		3.3			3.3	3.3	3.3			
Buttock	93.4			3.3		3.3					
Wrists	76.7					6.7	3.3	3.3	6.7		3.3
Finger	96.7							3.3			
Thighs	90.1					3.3		3.3	3.3		
Knees	96.7							3.3			
Legs	93.4					3.3		3.3			

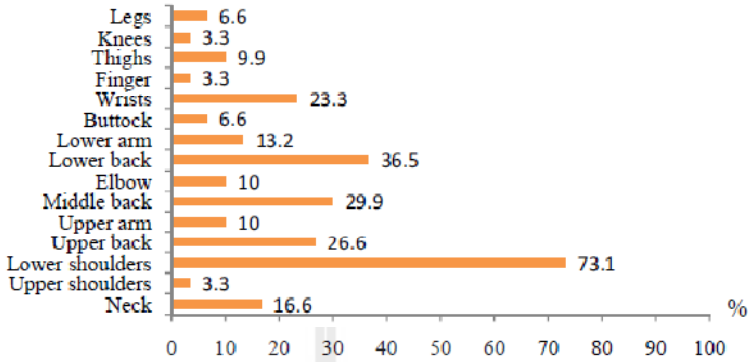


***Figure 7*: Percentages of subjects who had discomfort levels (1 -10).**

5.2 Grand score

Based on the RULA method, score A was 6 whereas score B was 4. Muscle use and force exerted in mail sorting task were attributed a score of 0 and 0, and then added to scores A and B. The scores C and D were 6 and 4, respectively. The grand score obtained was 6. This indicated that prompt investigation and changes were needed. The redesign of workstation and improvement of work method would be used to reduce the static load placed on the shoulders [1].

6. CONCLUSIONS

In conclusion, mail sorting tasks required great movement of shoulder and cause discomfort to most operators. RULA evidenced that the posture adopted in the task was associated with a major risk of shoulder pain. Ergonomic interventions aiming at modifying the operator's workstation are recommended with a view to assist helping musculoskeletal disorders.

REFERENCES

[1] Taboun, S.M., and Dutta, S.P. (1994). *Ergonomic analysis of mail sorting workstations*. In advances in Industrial Ergonomics and Safety VI, Edited by Aghazadeh, F., Taylor and Francis pp 759-764.

[2] Escorpizo, R., and Moore, A. (2007). *The effects of cycle time on the physical demands of a repetitive pick-and-place task*. Applied Ergonomics (38), 609-615.

[3] Bjelle, A., Hagberg, M., and Michaelson, G. (1981). *Occupational and individual factors in acute shoulder-neck disorders among industrial workers*. Industrial Medicine (38), 356-363.

[4] Pabon-Gonzalez, M. (2001). *Effects of worker anthropometry and workplace design upon shoulder discomfort and task productivity*. Doctoral dissertation. University of Massachusetts Amherst.

[5] Lecleve, A., Chastang, J.F., Niedhammer, I., Landre, M.F., and Roquelaure,Y. (2004). *Incidence of shoulder pain in repetitive work*. Occupational and Environmental Medicine (61), 39-44.

[6] McAtamney, L., and Corlett, E.N. (1993). *A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders*. Applied Ergonomics (24), 91-99.

[7] Das, B., Shikdar, A.A., and Winters, T. (2007). *Workstation redesign for a repetitive drill press operation: A combined work design and ergonomics approach*. Human Factors and Ergonomic in Manufacturign (17), 395-410.

การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
21-22 ตุลาคม 2552

การออกแบบสถานีงานคัดแยกจดหมายโดยหลักการยศาสตร์

กนกพร แสงตะวัน พรศิริ จงกล*
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
E-mail: pornsiri@sut.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงสถานีงานคัดแยกจดหมาย การคัดแยกจดหมายโดยใช้คนเป็นการเคลื่อนไหวแบบซ้ำซากโดยใช้การเหยียดหรืองอของไหล่และการเหยียดข้อศอก ทำให้เกิดการบาดเจ็บบริเวณเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อ นอกจากนี้การยกแขนสูงบ่อยครั้ง รวมทั้งการกางไหล่ที่มากกว่า 60 องศาเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของไหล่และคอ จากการศึกษาเบื้องต้นโดยทำการสอบถามพนักงานคัดแยกจดหมายเกี่ยวกับความเจ็บปวดหรือไม่สบายบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย พบว่ามีการเจ็บปวดหรือไม่สบายบริเวณไหล่ 73.1 เปอร์เซ็นต์ และหลังส่วนล่าง 36.5 เปอร์เซ็นต์ จากการประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี Rapid Upper Limb Assessment (RULA) พบค่า RULA เฉลี่ยเท่ากับ 5(±1.28) จากนั้นนำผลการศึกษาที่ได้มาปรับปรุงสถานีงานใหม่โดยวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของพนักงานและออกแบบสถานีงานใหม่โดยใช้หลักการยศาสตร์

คำสำคัญ งานคัดแยกจดหมาย, งานซ้ำซาก, การออกแบบสถานีงาน, การยศาสตร์

1. บทนำ

ในปัจจุบันสถานประกอบการหลายประเภทได้นำเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาใช้ในการทำงาน เพื่อเพิ่มความสะดวก รวดเร็วและแม่นยำ แต่อย่างไรก็ตามการทำงานแบบใช้แรงงานคนก็ยังเป็นสิ่งจำเป็นในการทำงานในบางองค์กร การทำงานคัดแยกจดหมายของศูนย์ไปรษณีย์ตัวอย่างมีการทำงานโดยใช้แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ ถึงแม้ว่าศูนย์ไปรษณีย์มีการใช้เครื่องมืออัตโนมัติ แต่มีใช้งานเพียงเล็กน้อยในส่วนของงานคัดแยกเพื่อส่งต่อพัสดุไปรษณีย์ ทำให้การทำงานส่วนใหญ่เป็นแบบใช้แรงงานคน ซึ่งพบในงานคัดแยกเพื่อส่งต่อไปรษณียภัณฑ์

การคัดแยกจดหมายโดยใช้คนเป็นการเคลื่อนไหวแบบซ้ำซากโดยใช้การเหยียดหรืองอของไหล่ และการเหยียดข้อศอก มีรายงานพบว่าการใช้กล้ามเนื้อมากเกินไปทำให้เกิดการบาดเจ็บบริเวณเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อ [1] นอกจากนี้การยกแขนสูงบ่อยครั้ง รวมทั้งการกางไหล่ที่มากกว่า 60 องศาเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของไหล่และคอ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกไม่สบายของพนักงานและอัตราการเคลื่อนไหวของไหล่แบบซ้ำซากในท่าทางซึ่งแตกต่างออกไป [2,3]

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) ประเมินภาระงานในการทำงานของพนักงานคัดแยกจดหมายและ 2) ทำการออกแบบสถานีงานใหม่ตามหลักการยศาสตร์

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการพิจารณาออกแบบสถานีงานในงานอุตสาหกรรม ให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานตามหลักการยศาสตร์ มี 4 ประการ [4,5] คือ

1) ความสูงของงาน (Work Height) ควรใช้ความสูงระดับข้อศอกของผู้ปฏิบัติงานเป็นหลัก และควรปรับระดับความสูงของที่นั่งและโต๊ะปฏิบัติงานให้เหมาะกับขนาดร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน

2) ระยะเอื้อมปกติ (Normal Reach) และระยะ เอื้อมมากสุด (Maximum Reach) ระยะเอื้อมปกติเป็นขอบเขตของพื้นที่ปฏิบัติงานที่เกิดจากการกวาดแขนท่อนล่างไปด้านข้างลำตัว โดยที่แขนท่อนบนของผู้ปฏิบัติงานตั้งฉากกับแขนท่อนล่าง ส่วนระยะเอื้อมมากสุดเป็นขอบเขตของพื้นที่ปฏิบัติงานที่เกิดจากการกวาดแขนไปด้านข้างลำตัว โดยให้แขนของผู้ปฏิบัติงานเหยียดตรง ทั้งนี้การจัดวางอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ไม่ควรอยู่เกินระยะเอื้อมมากสุด

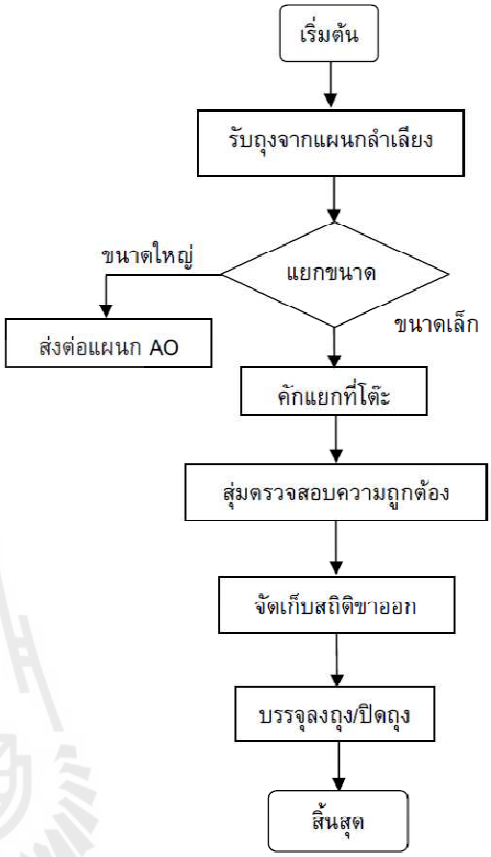
3) ระยะห่างระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับสถานีงาน ควรมีที่ว่างพอสำหรับการเคลื่อนไหวขณะปฏิบัติงาน หากระยะห่างระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับสถานีงานนั้นมากเกินไปจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องโน้มตัวไปด้านหน้า เพื่อให้มองเห็นงานหรือปฏิบัติงานได้ ซึ่งอาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานเจ็บหลังได้ถ้าหากอยู่ในท่าดังกล่าวเป็นเวลานาน

4) มุมของการมองและความสูงของการใช้สายตาบริเวณจุดทำงานที่ใช้สายตาต้องอยู่ในตำแหน่งที่ทำให้ศีรษะเคลื่อนไหวได้อย่างสะดวกสบาย การก้มคอลงหรือเงยหน้ามากเกินไปจะก่อให้เกิดการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อต้นคอ

การศึกษาความไม่สบายจากการทำงานคัดแยกจดหมายของศูนย์ไปรษณีย์เมืองวินด์เซอร์ ประเทศแคนาดา [6] โดยการใช้แบบสอบถาม พบว่าผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่เกิดความไม่สบายบริเวณคอและไหล่ จากนั้นได้มีการปรับปรุงลักษณะของโต๊ะทำงานให้สามารถปรับความสูงได้ให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน ผลจากการปรับปรุงดังกล่าวสามารถช่วยลดความไม่สบายของผู้ปฏิบัติงานได้

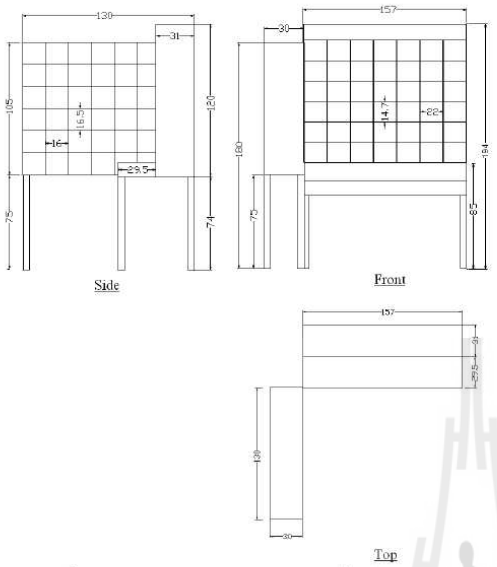
3. วิธีการคัดแยกจดหมายของศูนย์ไปรษณีย์ตัวอย่าง

การทำงานของแผนกธรรมดา (LC) ศูนย์ไปรษณีย์ตัวอย่างแสดงขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 1 และทำการคัดแยกโดยโต๊ะคัดแยกจดหมาย ดังแสดงในรูปที่ 2 และ 3



รูปที่ 1. แสดง Flow Chart ขั้นตอนการทำงาน

รูปที่ 2. แสดงโต๊ะคัดแยกจดหมาย



รูปที่ 3. แสดงขนาดของแผงคัดแยกที่ใช้ในปัจจุบัน (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

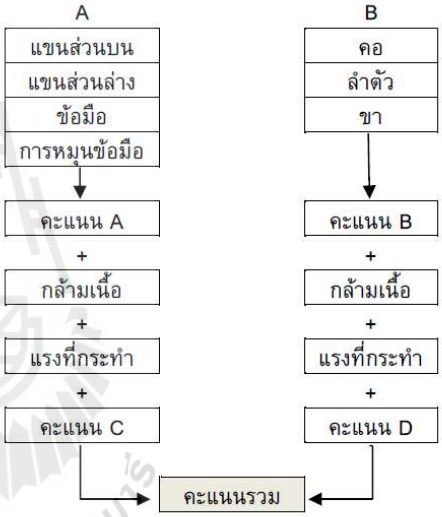
1. สำรวจข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการคัดแยกจดหมายของพนักงานคัดแยกจดหมาย 30 คน โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับระดับความเจ็บปวดตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งได้สำรวจเพศชาย 22 คน เพศหญิง 8 คน แสดงข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพตามตารางดังนี้

ตารางที่ 1. ข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพ

	เฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
อายุ (ปี)	30.67	10.87
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	63.03	13.59
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	160.8	28.87
ประสบการณ์ (ปี)	8.1	2.8

2. สอบถามเกี่ยวกับระดับความเจ็บปวดตามส่วนต่างๆ ของร่างกายโดยใช้แบบสอบถาม Standardised Nordic Questionnaires for the analysis of musculoskeletal Symptoms [7] ในการสอบถามเกี่ยวกับระดับความเจ็บปวดตามส่วนต่างๆของร่างกายที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานนั้นใช้แบบสอบถาม โดยมีระดับความเจ็บปวดจาก 0 ถึง 10 (0 คือ ไม่เจ็บปวดเลย ในขณะที่ 10 คือ เจ็บปวดมากจนทนไม่ไหว)

3. ประเมินท่าทางการทำงานโดยวิธี Rapid Upper Limb Assessment (RULA) เป็นวิธีที่ใช้ในการประเมินความรุนแรงของท่าทางการทำงานโดยเฉพาะงานที่เป็นแบบนั่งทำงาน วิธีนี้ใช้ประเมินความเสี่ยงจากลักษณะท่าทางการทำงานโดยพิจารณาตำแหน่งและลักษณะการเคลื่อนไหว โดยมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4. แสดงขั้นตอนการประเมินโดยวิธี RULA

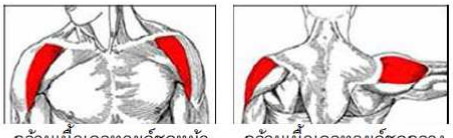
4. วัดขนาดสัดส่วนร่างกายของพนักงานคัดแยกจดหมาย [8] โดยใช้เครื่องมือคาร์ลิปเปอร์ทำการวัดสัดส่วนร่างกายในแต่ละส่วนจำนวน 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95

5. วัดคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อของพนักงานคัดแยกจดหมาย 5 คน ด้วยครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography: EMG) โดยทำการวัดกล้ามเนื้อ 2 ชุดที่เกี่ยวข้องกับการทำงานคัดแยกจดหมาย คือ กล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้า (Anterior Deltoid) และกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง (Middle Deltoid) แสดงดังรูปที่ 5

การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อนั้นมี 2 ขั้นตอน คือ

1) การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะที่กล้ามเนื้อออกแรงสูงสุด (Maximum Voluntary Contraction, MVC)

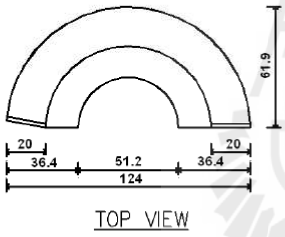
2) การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะที่ปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย



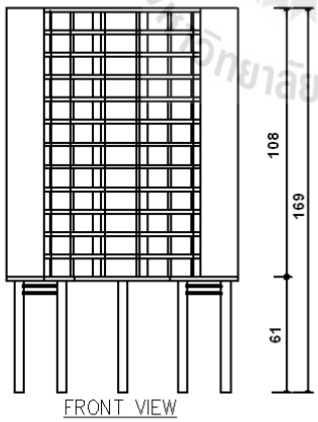
กล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้า กล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลาง

รูปที่ 5. กล้ามเนื้อที่ทำการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (The National Center on Physical Activity and Disability, 2009)

5. ทำการออกแบบสถานีงานใหม่

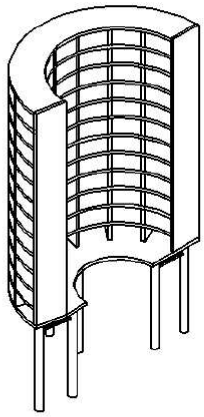


TOP VIEW



FRONT VIEW

รูปที่ 6. แสดงขนาดของแผงคัดแยกจดหมายที่ทำการออกแบบใหม่ (หน่วยเป็นเซนติเมตร)



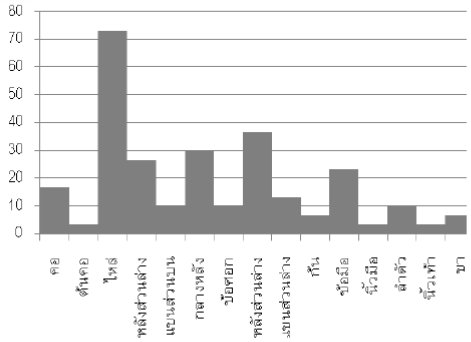
ISOMETRIC VIEW

รูปที่ 7. แสดงแผงคัดแยกจดหมายที่ทำการออกแบบใหม่

5. ผลการดำเนินการวิจัย

5.1 ผลการสอบถามความเจ็บปวดหรือไม่สบายของพนักงานคัดแยกจดหมาย

ผลการสอบถามพนักงานคัดแยกจดหมาย จำนวน 30 คน ซึ่งทำการคัดแยกจดหมายที่ศูนย์ไปรษณีย์ตัวอย่าง พบว่าพนักงานทำงานวันละ 7 ชั่วโมง โดยทำงานในเวลา 18.00-01.00 น. และพักช่วงเวลา 20.00-21.00 น. แสดงผลการสอบถามความเจ็บปวดหรือความไม่สบายจากแบบสอบถามของพนักงานคัดแยกจดหมายดังรูปที่ 8



รูปที่ 8. กราฟแท่งแสดงเปอร์เซ็นต์ความเจ็บปวดหรือไม่สบายจากการตอบแบบสอบถามของพนักงานคัดแยกจดหมาย

5.2 ผลการประเมินท่าทางการทำงานโดยใช้วิธี RULA

ผลการประเมินท่าทางการทำงานโดยใช้วิธี RULA ได้จากการนำภาพบันทึกวิดีทัศน์การทำงานของพนักงานไปวิเคราะห์แบบ frame by frame แสดงผลการวิเคราะห์คะแนนรวมดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ผลการวิเคราะห์คะแนนรวมตามระดับชั้นคัดแยกจดหมายโดยใช้ RULA

พนักงานคนที่	ระดับชั้นคัดแยกจดหมาย					
	1	2	3	4	5	6
1	3	3	4	4	4	5
2	3	4	4	4	4	6
3	4	4	5	5	5	5
4	4	4	5	5	5	5
5	4	4	5	5	7	7
6	6	6	6	7	7	7
7	6	6	7	7	7	7
เฉลี่ย	4	4	5	5	6	6

ผลการวิเคราะห์คะแนนรวมตามระดับชั้นคัดแยกจดหมายโดยใช้ RULA เป็นดังนี้

ระดับชั้นที่ 1 และ 2 ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 ซึ่งเทียบได้กับระดับการประเมินเป็น 2 หมายถึงงานนั้นควรได้รับการพิจารณาการศึกษาละเอียดขึ้นและติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่อง การออกแบบงานใหม่อาจมีความจำเป็น

ระดับชั้นที่ 3 ,4 และ 5 ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5-6 ซึ่งเทียบได้กับระดับการประเมินเป็น 3 หมายถึงงานนั้นเริ่มเป็นปัญหา ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมและรีบดำเนินการปรับปรุงลักษณะงานดังกล่าว

จากการสังเกตคะแนนคนงานคนที่ 6 และ 7 พบว่ามีคะแนนเท่ากับ 6-7 ซึ่งเทียบได้กับระดับการประเมิน 4 ซึ่งบ่งบอกว่างานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยทันที

5.3 ผลการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของพนักงานคัดแยกจดหมาย

ผลการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของพนักงานคัดแยกจดหมาย พบว่าพนักงานคัดแยกจดหมายมีความสูงเฉลี่ย 162.94 เซนติเมตร ระยะเอื้อมแขนขณะลำตัวตั้งตรงโดยเฉลี่ย 79.88 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัดส่วนร่างกายทั้งหมดแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3. ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 ของสัดส่วนร่างกายของพนักงานคัดแยกจดหมาย (หน่วย: เซนติเมตร)

สัดส่วนร่างกาย	Mean	SD	เปอร์เซ็นต์ไทล์ 5	เปอร์เซ็นต์ไทล์ 95
ท่ายืน				
น้ำหนัก (กก.)	63.33	10.41	45	85
ความสูง	162.94	7.09	151.3	178.1
ความสูงระดับสายตา	151.64	6.89	139.3	167.35
ความสูงระดับไหล่	134.91	5.73	125.45	147.7
ความสูงระดับศอก	105.53	5.28	97.4	113.5
ความหนาลำตัว	25.23	16.57	14.9	89.2
ระยะเหยียดแขนขณะลำตัวตั้งตรง	79.88	3.79	70.25	86.85
ระยะเหยียดแขนขณะที่เอียงไหล่	88.23	5.88	74.65	98.9
ท่านั่ง				
ความสูงจากพื้น-หัว	122.64	7.27	97.75	132.4
ความสูงระดับสายตา	111.67	7.92	86.95	122.8
ความสูงระดับไหล่	92.4	11.22	63.15	103.8
ความสูงระดับศอก	67.58	4.91	52.35	76.65
ระยะข้อศอกถึงปลายนิ้ว	44.4	4.45	30.45	50.7
ระยะเหยียดแขน	81.34	4.14	70.55	86.5
ความยาวของมือ	17.72	0.96	15.55	19.05
ความกว้างของมือ	12.31	12.33	6.75	46.15
ระยะระหว่างกล้ามเนื้อโคนแขนส่วนบนทั้งสองข้าง	45.26	9.89	36.4	71.4
ระยะระหว่างข้อศอกทั้งสองข้าง	41.21	10.87	15.05	52.5
ความหนาช่วงอก	21.69	3.91	14.05	27.9
ความหนาช่วงท้อง	25.79	9.17	12.4	45.2
ความสูงระดับเข่า	48.86	9.35	25.15	66.35
ความสูงข้อพับด้านในของหัวเข่า	38.81	6.55	29.3	54.7
ระยะหัวเข่าถึงก้น	55.33	2.6	51.9	60.5
ระยะระหว่างก้นถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า	43.76	2.44	40.7	49.4
ความหนาขาอ่อน	12.94	2.02	10.4	17.75
ความยาวของเท้า	23.91	1.23	21.3	26.6
ความกว้างของเท้า	9.33	0.65	8.07	10.4

5.4 ผลการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG)

เมื่อวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทั้ง 2 ชุดในขณะจำลองการปฏิบัติงานคัดแยกจดหมายของสถานีงานเดิมและสถานีงานใหม่แล้วนำค่าสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทั้งสองชุดในขณะปฏิบัติงานที่ได้หารด้วยค่าสัญญาณไฟฟ้าจากการออกแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อทั้งสองชุดแล้วคูณด้วย 100 ค่าที่ได้จึงเป็นภาระงานของกล้ามเนื้อเมื่อเทียบกับค่าสูงสุด (%Maximum Voluntary Contraction, %MVC) ซึ่งแสดงผลดังตารางที่ 4 พบว่าภาระงานของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้าและชุดกลางจากการทำงานสถานีงานใหม่ลดลง 5.19 %MVC และ 7.75 %MVC ตามลำดับ

ตารางที่ 4. ภาระงานเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้าและชุดกลางของพนักงานคัดแยกจดหมาย 5 คน (%MVC)

	เดลทอยด์ชุดหน้า (%MVC)	เดลทอยด์ชุดกลาง (%MVC)
สถานีงานเดิม	29.01	24.33
สถานีงานใหม่	23.81	16.57
ผลต่างระหว่างสถานีงานเดิมและใหม่	5.19	7.75

6. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสำรวจสภาพปัญหาในการปฏิบัติงานคัดแยกจดหมาย จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพบว่ามีอาการปวดไหล่มากที่สุดถึง 73.1 เปอร์เซ็นต์ และทำการประเมินภาระงานจากท่าทางการทำงานของพนักงานคัดแยกจดหมายโดยวิธี RULA พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5(±1.28) ซึ่งหมายถึงงานนั้นเริ่มเป็นปัญหาควรทำการศึกษาเพิ่มเติมและรีบดำเนินการปรับปรุงลักษณะงานดังกล่าว จึงทำการปรับปรุงสถานีงานคัดแยกจดหมายโดยเริ่มจากทำการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของพนักงานและทำการออกแบบสถานีใหม่ตามหลักการยศาสตร์ หลังจากนั้นทำการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อโดยวัดกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้าและชุดกลาง พบว่าภาระงานเฉลี่ยของกล้ามเนื้อจากการทำงานสถานีงานที่ทำการปรับปรุงใหม่มีค่าน้อยกว่าก่อนการปรับปรุงโดยภาระงานเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดหน้าลดลง 5.19 %MVC และกล้ามเนื้อเดลทอยด์ชุดกลางลดลง 7.75 %MVC

เอกสารอ้างอิง

[1] Escorpizo, R., and Moore, A. 2007. The effects of cycle time on the physical demands of a repetitive pick-and-place task. Applied Ergonomics ,38: 609-615.

[2] Pabon-Gonzalez, M. 2001. Effects of worker anthropometry and workplace design upon shoulder discomfort and task productivity. Doctoral dissertation. University of Massachusetts Amherst.

[3] Lecleve, A., Chastang, J.F., Niedhammer, I., Landre, M.F., and Roquelaure,Y. 2004. Incidence of shoulder pain in repetitive work. Occupational and Environmental Medicine, 61: 39-44.

[4] Das, B. and Sengupta, A.K. 1996. Industrial workstation design: A systematic ergonomics approach. Applied Ergonomic, 27(3): 157-163.

[5] Das, B., Shikdar, A.A., and Winters, T. 2007. Workstation redesign for a repetitive drill press operation: A combined work design and ergonomics approach. Human Factors and Ergonomic in Manufacturign, 17: 395-410.

[6] Taboun, S.M. and Dutta, S.P. 1994. Ergonomic analysis of mail sorting workstations. Advances in Industrial Ergonomics and Safety VI, Edited by Aghazadeh, F., Taylor and Francis, 759-764.

[7] Kuorinka, R.S. and et al. 1987. Standardised Nordic Questionnaires for the analysis of musculoskeletal Symptoms. Applied Ergonomics, 18 (3): 233-237.

[8] กิตติ อินทรานนท์ และคณะ. 2531. สัดส่วนร่างกายและความสามารถสูงสุดในการทำงานของกลุ่มประชากรอาชีพกสิกรรมและอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย.รายงานการวิจัยเสนอต่อยูเสดและสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประวัติผู้เขียน

นางสาวกนกพร แสงตะวัน เกิดเมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2526 ที่จังหวัดสุโขทัย สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนทุ่งเสลี่ยมชนูปถัมภ์ อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย ปี 2545 และสำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษาในสาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมไม้ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ.2550 จากนั้นมีความสนใจและเล็งเห็นความสำคัญความรู้ในด้านวิศวกรรมอุตสาหการ จึงเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

ระหว่างศึกษาระดับปริญญาโท ได้เผยแพร่บทความทางวิชาการเรื่อง “**การออกแบบสถานีงานคัดแยกจดหมายโดยหลักการยศาสตร์**” ในการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ 2552.ระหว่าง วันที่ 21 - 22 ตุลาคม. 2552 ณ โรงแรมพูลแมน ขอนแก่น ราชาออร์คิด จังหวัดขอนแก่น. ดังแสดงในภาคผนวก ช.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี