การปรับปรุงวิธีการชำแหละไก่ถอดกระดูกโดยวิธีทางการยศาสตร์

นายบรรพต เทพฤทธิ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-3444-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ERGONOMICS WORK IMPROVEMENT FOR DEBONED POULTRY MEAT PROCESSING

Mr. Bunphot Tepparit

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2003

ISBN 974-17-3444-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงวิธีการชำแหละไก่ถอดกระดูกโดยวิธีการทางการยศาสตร์
โดย	นายบรรพต เทพฤทธิ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร.กิตติ อินทรานนท์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค)

.... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศาสตราจารย์ ดร.กิตติ อินทรานนท์)

.... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเทิงจิตร)

.... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บรรพต เทพฤทธิ์ : การปรับปรุงวิธีการชำแหละไก่ถอดกระดูกโดยวิธีการทางการยศาสตร์ (Ergonomics Work Improvement for Deboned Poultry Meat Processing) อ.ที่ปรึกษา: ศ.ดร.กิตติ อินทรานนท์, 112 หน้า. ISBN 974-17-3444-1

เนื่องจากอุตสาหกรรมไก่ถอดกระดูกเป็นอุตสาหกรรมที่เป็นสินค้ามูลค่าเพิ่มแก่ผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่แข็งในแต่ละปีเป็นมูลค่าอย่างมาก แต่พบว่าการปฏิบัติงานของพนักงานในอุตสาหกรรมไก่ถอดกระดูกนั้นเป็นลักษณะงานซ้ำซาก พนักงานต้องใช้มือและข้อมือในการปฏิบัติงานตลอดเวลาและมีความถี่สูง ซึ่งจากการสำรวจปัญหาด้านสุขภาพของพนักงานที่ทำงานในอุตสาหกรรมประเภทนี้โดยส่วนมากจะประสบกับปัญหากล้ามเนื้อข้อมืออักเสบ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงวิธีการทำงานชำแหละไก่ถอดกระดูกโดยนำเอาความรู้ด้านการยศาสตร์มาเป็นแนวทางในการศึกษาและวิจัยเพื่อลดต้นทุนในการผลิตและเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตรวมทั้งสามารถลดการบาดเจ็บจากการทำงาน

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์เพื่อประเมินความรุนแรงของปัญหาและคัดเลือกพนักงานเพื่อทำการทดลองและเก็บข้อมูลทั้งหมด 90 คน จากผู้ถูกทดสอบเหล่านี้โดยการวัดค่ามุมของการเคลื่อนไหว (Goniometer) , คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) และค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือ (Grip Strength) โดยกำหนดตัวแปรในการทดลอง ได้แก่ ท่าทางในการทำงาน จำนวนผลผลิต เวลาต่อรอบการทำงาน อายุ อายุงานรวม ส่วนสูง น้ำหนัก ขนาดข้อมือ อาการป่วยที่มีอยู่เดิม จำนวนชั่วโมงนอนพักผ่อนและความเร็วจากการทำงาน

จากผลการวิจัยโดยใช้ทฤษฎีฟัซซีเซตพบว่า วิธีการทำงานแบบปัจจุบันส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของมุมการเคลื่อนไหวและค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมากกว่าปัจจัยอื่นๆในการทำงาน

ดังนั้นจึงออกแบบปรับปรุงขั้นตอนการทำงานใหม่ โดยลดขั้นตอนการหักข้อกระดูกขาออกแล้วใช้การแล่ชำแหละกระดูกออกแทน แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างในด้านต่างๆทั้งในเชิงการยศาสตร์และเชิงปริมาณการผลิตรวมถึงคุณภาพการผลิต พบว่าวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วให้ปริมาณผลผลิตและคุณภาพเพิ่มขึ้น ในส่วนของมุมในการเคลื่อนไหวและค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ แรงบีบของกล้ามเนื้อมือรวมถึงอัตราการเกินเกณฑ์อ้างอิงนั้นให้ผลที่ลดลงอย่างเด่นชัด ดังนั้นวิธีการทำงานชำแหละไก่ถอดกระดูกที่ทำการปรับปรุงแล้วจึงเป็นวิธีการทำงานที่เหมาะสมกว่าวิธีการทำงานแบบปัจจุบัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา....วิศวกรรมอุตสาหการ... ลายมือชื่อนิสิต..........................

สาขาวิชา....วิศวกรรมอุตสาหการ... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา....................

ปีการศึกษา...2546........ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม...............

#447142521 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEY WORD: REPETITIVE WORK / GONIOMETOR / ELECTROMYOGRAPHY / FUZZY SET
BUNPHOT TEPPARIT : ERGONOMICS WORK IMPROVEMENT FOR DEBONED POULTRY MEAT PROCESSING. THESIS ADVISER : PROF.KITTI INTARANONT, Ph.D. 112 pp. ISBN 974-17-3444-1

The deboned chicken meat was a value-added product in frozen poultry industry. However, the process of conventional manual deboning was defined as a repetitive work, as excessively using hands and wrists with high frequency during working hours. The research of muscle pain problems started by conducting the questionnaire technique to survey the health problems of workers at a frozen chicken meat manufacturing. The questionnaire results showed that most workers reported similar problems with wrist muscle pain, and confirmed the necessity of improvement in the method for deboned poultry meat processing. The objective of the study was to increase productivity, reduce cost, and decrease muscle pain problems by using an ergonomic approach.

The interview technique was applied to study the severity of muscle pain problems by selecting 90 workers for data record and experiment. Ranges of motion, electromyography values and strengths of hand muscles (grip strength) using in the process were measured. The significant variables which influence fatigue, were defined, i.e., working posture, output, cycle time, age, total experience, height, weight, wrist size, illness, sleep hours and working pace.

By the implementation of the Fuzzy set method to assess the effects of the increasing ranges of motion and electromyography values, the results indicated that the current method was significant than other factors.

The improved method was designed to eliminate the process of the chicken leg bone breaking and apply the deboning process instead. By comparing the improved method with current method, the result showed that the improved method produced both increasing output and higher product quality. Moreover, it obviously reduced ranges of motion, electromyography values, strength of hand muscles required in the process, and the beyond limit of reference standard rate. Therefore, the improved method was considered to be more appropriate to employ than the current method.

Department ....Industrial Engineering...
Field of study..Industrial Engineering ..
Academic year...2003...

Student's signature..................................
Advisor's signature..................................
Co-advisor's signature..................................

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากศาสตราจารย์ ดร.กิตติ อินทรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดเวลาของการวิจัย รวมถึงคำแนะนำเพื่อให้มีความสมบูรณ์และถูกต้องจากคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อันประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเทิงจิตร ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านไว้ ณ ที่นี้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ พนักงานในโรงงานผลิตเนื้อไก่แช่แข็งเพื่อการส่งออกทุกท่านที่ได้สละแรงกาย แรงใจให้ความช่วยเหลือจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมทั้งพี่ๆ เพื่อนๆและน้องๆ ในห้องปฏิบัติการการยศาสตร์ที่ได้คอยช่วยเหลือตลอดมา และเนื่องจากการศึกษาในสถาบันแห่งนี้ เป็นการศึกษาต่อในขณะผู้ทำการวิจัยทำงานอยู่ในสังกัดของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาในการวิจัยนี้ด้วย ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณทางต้นสังกัดที่ได้ให้โอกาสการเพิ่มพูนความรู้ในระดับที่สูงขึ้นมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา–มารดา ที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือในทุกด้านการวิจัยจนสำเร็จการศึกษา

บรรพต เทพฤทธิ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .... จ

กิตติกรรมประกาศ .... ฉ

สารบัญตาราง .... ฌ

สารบัญรูปภาพ .... ญ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ .... ฎ

บทที่

1.บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 9

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 9

1.4 ขั้นตอนการวิจัยและการดำเนินการ 9

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 10

2.ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 11

3.วิธีดำเนินการวิจัย 21

3.1 รายละเอียดของโรงงานที่ทำการศึกษา 21

3.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง 21

3.3 การกำหนดตัวแปรในงานวิจัย 22

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 27

3.5 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล 27

3.6 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล 28

4.ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 30

4.1 ผลการวิเคราะห์ออกแบบขั้นตอนการทำงาน........ 30

4.2 ผลการจัดกลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย........ 32

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการทำงานกับค่ามุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวและค่าเฉลี่ยจำนวนเท่าของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเทียบกับเวลาพัก........ 34

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4 การเปรียบเทียบระหว่างวิธีการทำงานแบบปัจจุบันและปัจจัยต่างๆโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟัซซีเซต.. 35

4.5 การเปรียบผลเชิงปริมาณการผลิตโดยวัดเวลาต่อรอบการผลิตเฉลี่ยแต่ละวิธีทำงาน 38

4.6 การเปรียบเทียบเชิงคุณภาพโดยวัดปริมาณของเสียเฉลี่ยแต่ละประเภทการตรวจ 39

4.7 การเปรียบเทียบความล้าสะสมโดยใช้เครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือ(Grip Strength) 39

4.8 การเปรียบเทียบความล้าสะสมโดยเปรียบเทียบจำนวนเท่าของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเทียบกับขณะพักโดยใช้เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ.... 40

4.9 การเปรียบเทียบมุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวของวิธีการทำงานแบบปัจจุบันและแบบที่ปรับปรุง 43

4.10 การเปรียบเทียบมุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวของวิธีการทำงานกับเกณฑ์อ้างอิงมุมของการเคลื่อนไหว... 44

4.11 การเปรียบเทียบวิธีการชำแหละไก่ถอดกระดูกในเชิงน้ำหนักผลผลิต (Yield of Product) 44

5.สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 47

5.2 ข้อเสนอแนะ 49

รายการอ้างอิง 50

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แสดง Production Flow Chart 54

ภาคผนวก ข แสดงแบบฟอร์มที่ใช้ในการวิจัย 59

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสำรวจสุขภาพพนักงาน 69

ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 73

ภาคผนวก จ วิธีวิเคราะห์ท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA 77

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ฉ ข้อมูลจากงานวิจัย 83

ภาคผนวก ช ผลการจัดกลุ่มตัวแปร 98

ภาคผนวก ซ ผลการวิเคราะห์เชิงสถิติสำหรับการทดลอง 103

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 112

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1.1 ตารางอัตราการลาออกของพนักงานแต่ละเดือนเฉลี่ยต่อปีและอัตราร้อยละของพนักงานลาออกแต่ละเดือนเฉลี่ยต่อปีของพนักงานลาออกทั้งหมด........................... 2

1.2 ตารางแสดงอัตราร้อยละของจำนวนพนักงานที่มีอัตราการเจ็บปวดแต่ละประเภทงาน 5

1.3 ตารางแสดงสัดส่วนงานและร้อยละอาการปวดมากในประเภทงานชำแหละไก่ถอดกระดูก(BL) 6

1.4 ตารางแสดงจำนวนพนักงานที่มีอาการเจ็บปวด แยกตามส่วนต่างๆของร่างกายและพิจารณาประเมินค่าความรุนแรงของบริเวณที่เจ็บปวด 7

1.5 ตารางแสดงจำนวนพนักงานที่มีอาการเจ็บปวดมือที่ตำแหน่งต่างๆของมือ 8

2.1 ตารางแสดงพิสัยการเคลื่อนไหวในลักษณะต่างๆของข้อมือ................................ 14

4.1 ตารางแสดงข้อมูลวิธีการทำงานแบบปัจจุบัน 30

4.2 ตารางแสดงผลการจัดกลุ่มตัวแปรในงานซ้ำซาก 33

4.3 ตารางแสดงลำดับความเป็นสมาชิก.... 37

4.4 ตารางแสดงเปรียบเทียบวิธีการชำแหละไก่ถอดกระดูกในเชิงน้ำหนักผลผลิต (Yield of Product) 45

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

1.1 รูปแสดงจำนวนผู้ประสบอาการเจ็บปวดตามร่างกายในแต่ละปีของแผนกชิ้นส่วน 4

1.2 รูปแสดงจำนวนผู้ประสบอาการเจ็บปวดแยกตามส่วนต่างๆของร่างกายในแต่ละปีของแผนกชิ้นส่วน 4

2.1 รูปแสดงกล้ามเนื้อต่างๆ ที่ใช้ในการเคลื่อนไหวข้อมือ........ 13

2.2 รูปแสดงการเคลื่อนไหวข้อต่อของข้อมือรอบแกนเพียง 2 แกน คือ แกนนอนกับแกนตั้ง........ 13

2.3 รูปแสดงแบบจำลองตัวรอกเลื่อนที่แสดงลักษณะของเส้นเอ็นที่ทำหน้าที่งอนิ้วมือเมื่อข้อมืออยู่ในลักษณะงอและเหยียดข้อมือ 15

3.1 รูปแสดงขั้นตอนการตัดแต่งเนื้อ 23

3.2 รูปแสดงขั้นตอนการเลาะกระดูกสะโพก 23

3.3 รูปแสดงขั้นตอนการหักข้อ........ 24

3.4 รูปแสดงขั้นตอนการเอากระดูกแข้งออก 24

3.5 รูปแสดงระดับความเป็นสมาชิกของเซตธรรมดาและฟัซซี่เซต 29

4.1 รูปแสดงขั้นตอนการตัดแต่งเนื้อ 31

4.2 รูปแสดงขั้นตอนการเลาะกระดูกสะโพก 31

4.3 รูปแสดงขั้นตอนการเลาะกระดูกแข้งออก........ 32

4.4 รูปแสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนวิธีการทำงานปัจจุบันและปัจจัยการทำงาน 38

4.5 รูปแสดงเปรียบเทียบเวลาการทำงานต่อชิ้นของวิธีทำงาน 38

4.6 รูปแสดงเปรียบเทียบคุณภาพของชิ้นงานในแต่ละวิธีการทำงาน........ 39

4.7 รูปแสดงเปรียบเทียบความล้าสะสมของงานโดยใช้เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือ (Grip strength) 40

4.8 รูปแสดงคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ Extensor carpi ulnaris ของพนักงานที่ทำงานโดยวิธีการทำงานแบบปัจจุบัน........ 41

4.9 รูปแสดงคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ Extensor carpi ulnaris ของพนักงานที่ทำงานโดยวิธีการทำงานแบบปรับปรุง........ 41

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.10 รูปแสดงคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ Extensor carpi ulnaris ของ
พนักงานขณะพักการทำงาน…..…………………………………………………… 42

4.11 รูปแสดงการเปรียบเทียบจำนวนเท่าของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Extensor
carpi ulnaris กับวิธีการทำงาน ……………………..……………………………… 42

4.12 รูปแสดงเปรียบเทียบมุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวของวิธีการทำงาน
แบบปัจจุบันและวิธีการทำงานแบบปรับปรุง……………………………………… 43

4.13 รูปแสดงเปรียบเทียบมุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวเทียบกับเกณฑ์อ้างอิง
ของการเคลื่อนไหว…………………………………..…………………………….. 44

4.14 รูปแสดงจำนวนผู้ประสบอาการเจ็บปวดข้อมือและอุบัติเหตุจากมีดบาดมือ
พนักงานในแผนกชิ้นส่วนหลังการปรับปรุงงาน …………………………………….. 46

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

AI = Abnormal Index

EMG = Electromyography

A1 = มุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวของข้อมือแบบ Flexion /รอบงาน

A2 = มุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวของข้อมือแบบ Ulnar /รอบงาน

A3 = ค่าเฉลี่ยจำนวนเท่าของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเทียบขณะพัก

M_1 = ค่าคะแนน Rula วิธีการทำงานแบบเดิม

P = ปัจจัยด้านทางด้านผลผลิต

B = ปัจจัยในด้านขนาดสัดส่วนร่างกาย

Age = ปัจจัยในด้านอายุ - ประสบการณ์

H = ปัจจัยในด้านสุขภาพ-อุณหภูมิ

BL = Boneless Leg

RULA = Rapid Upper Limb Assessment

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุบัติเหตุและความเจ็บป่วยจากการทำงาน เป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดความสูญเสียทางด้านชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมากในแต่ละปี และเป็นสาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น ปัญหาต่าง ๆที่กล่าวมานี้จะเกิดขึ้นเมื่อสภาพการทำงานที่เกิดขึ้นในระบบการผลิตไม่สามารถทำให้บุคคลร่วมปฏิบัติงานกับปัจจัยอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดความเครียด ความล้าทางร่างกายและจิตใจ ตลอดจนก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือการเจ็บป่วยต่อบุคคล ผลร้ายต่างๆเหล่านั้นโดยปกติจะไม่เกิดโดยทันที แต่จะสะสมพอกพูนเป็นเวลานานๆ และส่งผลร้ายหลังจากการผลิตได้เริ่มขึ้นเป็นระยะเวลาหนึ่ง

กิตติ อินทรานนท์ (2530) รายงานถึงผลการวิจัยของ Tichauer (1978) ว่าถึงแม้ผลงานวิจัยจะไม่สรุปชี้เฉพาะถึง สาเหตุที่แท้จริงของการเกิดเหตุการณ์ร้ายเหล่านั้นได้ แต่ก็เชื่อว่าเหตุร้ายต่างๆมีสาเหตุมาจากการที่บุคคลได้กระทบหรือสัมผัสกับสิ่งต่างๆและได้เรียกว่าสาเหตุแห่งความเครียด ซึ่งได้แก่ การที่ร่างกายได้สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมของอากาศ – สัมผัสสิ่งมีชีวิต เช่นเพื่อนร่วมงานหรือจุลชีพอื่นๆ – สัมผัสกับเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ – สัมผัสสารเคมี – สัมผัสกับฝุ่นผงต่างๆ เป็นต้น

เนื่องจากอุตสาหกรรมไก่ถอดกระดูกเป็นอุตสาหกรรมที่เป็นสินค้ามูลค่าเพิ่มแก่ผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่แข็งในแต่ละปีเป็นมูลค่าอย่างมาก แต่พบว่าการปฏิบัติงานของพนักงานในอุตสาหกรรมไก่ถอดกระดูกนั้นเป็นลักษณะซ้ำซาก พนักงานต้องใช้มือและข้อมือในการปฏิบัติงานตลอดเวลาและมีความถี่สูง ซึ่งจากการสำรวจโดยข้อมูลส่วนใหญ่แล้วพบว่าพนักงานที่ทำงานในอุตสาหกรรมประเภทนี้ จะประสบกับปัญหากล้ามเนื้อข้อมืออักเสบซึ่งเป็นค่าสถิติที่สูง ดังนั้นจากลักษณะปัญหาดังกล่าว การศึกษาปรับปรุงวิธีการทำงานชำแหละไก่ถอดกระดูก โดยวิธีการทางการยศาสตร์จึงเป็นประโยชน์ที่ต้องนำมาใช้ในการพัฒนาปรับปรุงงาน เพื่อลดต้นทุนในการผลิตและเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิต รวมทั้งสามารถลดการบาดเจ็บจากการทำงานได้อีกด้วย

งานซ้ำซากในภาคอุตสาหกรรมนั้นคืองานที่มีรอบเวลาการทำงานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 นาที และทำงานในลักษณะซ้ำๆ (Repetitive work) นั้นตลอดการทำงานทั้งกะ (Eastman Kodak Company, 1986) ซึ่งจะทำให้พนักงานเกิดความเครียดได้ทั้งร่างกาย และจิตใจเพราะพนักงานต้องเผชิญกับสภาพการทำงานที่มีปัจจัยจำนวนมาก ได้แก่ ปัจจัยทางด้านกายภาพ ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ถ้าหากพนักงานไม่สามารถปฏิบัติงานร่วมกับปัจจัยเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพอาจจะก่อให้เกิดความเครียดแก่พนักงานได้ทั้งร่างกายและจิตใจ

Katharyn และ Daniel (1997) กล่าวว่า การตัดเนื้อเป็นระยะเวลานานจะมีความสัมพันธ์ถึงอัตราของโรคกล้ามเนื้อมือสูง จากการศึกษาทดสอบกล้ามเนื้อมือส่วนบนและความสามารถในการออกแรง สามารถอธิบายได้ว่า ท่าทางที่มีขีดความสามารถนั้นเป็นเหตุทำให้เกิดการบาดเจ็บจากการออกแรงมาก และจากผลของ EMG ยังแสดงได้ว่า ตำแหน่งท่าทางของมือมีนัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการออกแรงและอัตราส่วนของแรงในกล้ามเนื้อทั้งหมด

Thomas และคณะ (1982) พบว่าอาชีพในงานผลิตไก่แช่แข็ง เป็นงานที่มีความเสี่ยงของความเจ็บปวดสะสมของกล้ามเนื้อมือ จากรายงานพิสูจน์พบว่า การทำงานออกแรงมากจะทำให้เกิดความล้า และได้ออกแบบด้ามมีดใหม่จากการพิสูจน์พบว่าสามารถลดความเสี่ยงลงได้

จากผลการศึกษางานของโรงงานผลิตไก่แช่แข็งแห่งหนึ่ง โดยอ้างอิงข้อมูลของฝ่ายบุคคลพบว่า อัตราการออกของพนักงานของบริษัทกรณีศึกษาปี 2544 โดยรวมคิดเป็นอัตราเข้าออกพนักงาน (Turnover) ที่ 10.17 % โดยมีอัตราอัตราการลาออกงาน แต่ละเดือนเฉลี่ย/ปีในแต่ละแผนกงานของบริษัทแสดงได้ คือ แผนกชิ้นส่วน คิดเป็น 15.83 % เป็นอันดับที่หนึ่ง รองลงมาเป็นแผนก ยากิโตริ คิดเป็น 13.08 % เป็นอันดับที่ 2 ประกอบกับแผนกชิ้นส่วนมีอัตราร้อยละของพนักงานลาออกจากงานแต่ละเดือนเฉลี่ย/ปีสูงถึง 45.94 % ของจำนวนพนักงานที่ลาออกทั้งหมดเป็นอันดับหนึ่งอีกเช่นกัน (ตารางที่1.1) ดังนั้นจากข้อมูลดังกล่าวจึงทำให้สามารถเลือกแผนกชิ้นส่วน เป็นแผนกกรณีศึกษา

ตารางที่1.1แสดงอัตราการลาออกของพนักงานแต่ละเดือนเฉลี่ยต่อปีและอัตราร้อยละของพนักงานลาออกแต่ละเดือนเฉลี่ยต่อปีของพนักงานลาออกทั้งหมด (ปี2544)

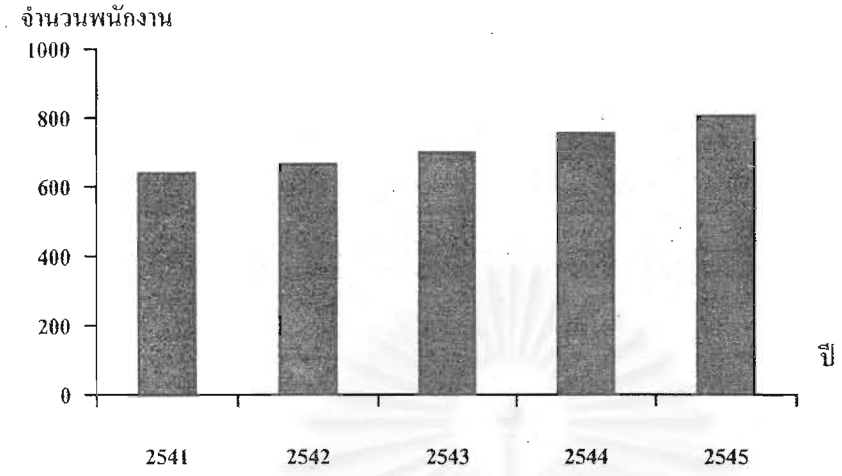
แผนก	จำนวนพนักงานออกเฉลี่ยต่อเดือน(คน)	อัตราการลาออกแต่ละเดือนเฉลี่ยต่อปี	ร้อยละอัตราการลาออกแต่ละเดือนเฉลี่ยต่อปีของพนักงานลาออกทั้งหมด
ชิ้นส่วนไก่	179	15.83	45.94
ยากิโตริ	90	13.08	22.64
โรงขนไก่	1	11.61	0.56
คลังภายในประเทศ	5	9.33	1.40
ล้วงเครื่องใน	21	9.10	7.07
สินค้าพิเศษ	56	7.85	15.62
ผลิตภัณฑ์อาหาร	8	6.97	2.76
บรรจุภัณฑ์	5	5.69	1.40
ผลได้-อนามัย	5	5.65	2.45

ตารางที่1.1 (ต่อ) แสดงอัตราการลาออกของพนักงานแต่ละเดือนเฉลี่ยต่อปีและอัตราร้อยละของพนักงานลาออกแต่ละเดือนเฉลี่ยต่อปีของพนักงานลาออกทั้งหมด (ปี 2544)

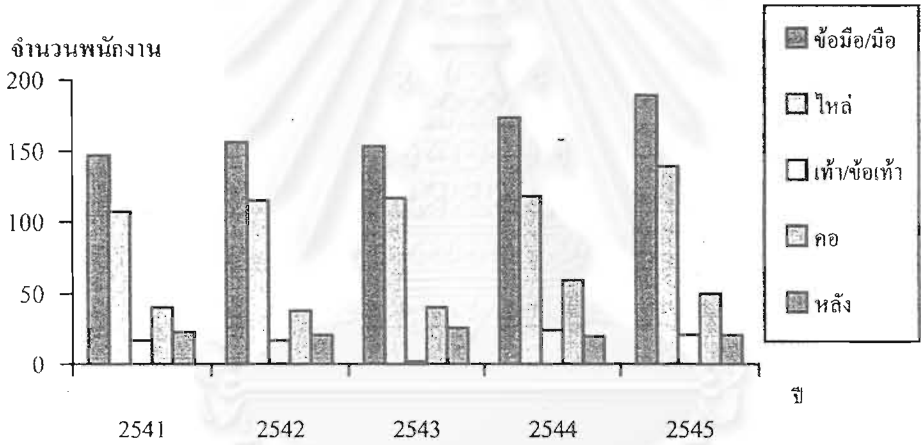
แผนก	จำนวนพนักงานออกเฉลี่ยต่อเดือน(คน)	อัตราการลาออกแต่ละเดือนเฉลี่ยต่อปี	ร้อยละอัตราการลาออกแต่ละเดือนเฉลี่ยต่อปีของพนักงานลาออกทั้งหมด
ไฟฟ้า	1	4.41	0.60
ซ่อมสร้าง	1	3.00	0.33
ไก่เป็น	3	2.72	1.10
วิเคราะห์คุณภาพ	-	2.45	0.38
บุคคล	-	2.08	0.24
ธุรการ	1	2.08	0.37
เครื่องกล	1	1.83	0.58
เครื่องเย็น	-	1.47	0.33
จัดส่ง	-	1.19	0.51
คลังสินค้าต่างประเทศ	1	1.17	0.35
พัสดุ	-	0.83	0.35
ขายในประเทศ	-	0.53	0.47

หมายเหตุ - อัตราการการลาออก เท่ากับ (จำนวนพนักงานออก / จำนวนพนักงานทั้งหมด)*100
- ข้อมูลจะแสดงเฉพาะแผนกที่มีการเคลื่อนไหวเข้าออกของพนักงานเท่านั้น

จากการเก็บข้อมูลที่รวบรวมโดย ห้องพยาบาล-เบิกจ่ายยาแผนกชิ้นส่วน พบว่าผู้ประสบอาการเจ็บป่วย-อุบัติเหตุเนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในแต่ละปีตั้งแต่ปี 2541 ถึง ปี 2545 นั้นนอกจากอาการไข้/ปวดศรีษะและอุบัติเหตุจากมีดบาดมือแล้ว อาการเจ็บปวดตามร่างกายของพนักงานนั้นยังคงมีสูงมาก ซึ่งพบว่าในปี 2544 และ 2545 มีจำนวนสูงถึง 754 ราย และ 804 รายตามลำดับ สามารถแสดงกราฟข้อมูลได้ดังรูป 1.1



รูปที่ 1.1 แสดงจำนวนผู้ประสบอาการเจ็บปวดตามร่างกายในแต่ละปีของแผนกชิ้นส่วน



รูปที่ 1.2 แสดงจำนวนผู้ประสบอาการเจ็บปวดแยกตามส่วนต่างๆของร่างกายในแต่ละปี ของแผนกชิ้นส่วน

นอกจากนั้นยังพบว่าการเจ็บปวดที่ข้อมือและมือมีปริมาณจำนวนผู้ประสบอาการเจ็บปวดสูงเป็นอันดับ 1 โดย ปี 2544 และปี 2545 มีปริมาณสูงถึง 173 ราย และ 189 ราย ตามลำดับ ประกอบกับอาการเจ็บปวดดังกล่าวยังมีแนวโน้มที่จะยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องด้วยดังรูป 1.2

หลังจากนั้นได้ออกแบบสัมภาษณ์พนักงานเบื้องต้นเกี่ยวกับอาการเจ็บปวดของพนักงานแผนกชิ้นส่วนจำนวน 870 ชุด โดยได้แบบสำรวจกลับคืน 847 ชุด คิดเป็น 97.36% และแบบสำรวจสูญหาย 23 ชุด คิดเป็น 2.64% ซึ่งผลการสำรวจได้แยกตามประเภทงาน (ตารางที่ 1.2) พบว่ากลุ่มงานชำแหละไก่ถอดกระดูก (BL) มีอาการเจ็บปวดสูง คิดเป็น 54.66% จากจำนวนผู้ที่มีอาการปวดทั้งหมดเป็นอันดับที่ 1 รองลงมาเป็นกลุ่มงานชำแหละเนื้อหน้าอก(BB) ที่ 27.62 % เป็น

อันดับที่2 และกลุ่มงานราวชำแหละที่ 11.45 % ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อพิจารณาร่วมกับระดับความรุนแรงของอาการความเจ็บปวดที่ได้รับ (ตามแบบสำรวจสุขภาพพนักงานในภาคผนวก ข.) พบว่าประเภทงานชำแหละไก่ถอดกระดูก (BL) มีพนักงานระบุความรุนแรงในอาการเจ็บปวดมากจำนวน 44 คน คิดเป็น 61.11% เป็นอันดับที่ 1 ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกกลุ่มงานชำแหละไก่ถอดกระดูก (BL) มาดำเนินการแก้ไขปัญหา

ตารางที่ 1.2 แสดงร้อยละของจำนวนพนักงานที่มีอาการเจ็บปวดแต่ละประเภทงาน
(กรกฎาคม 2545)

ประเภทงาน	จำนวน (คน)	ร้อยละแบ่งตามประเภทงาน	จำนวนพนักงานที่ระบุอาการเจ็บปวดมาก (คน)	ร้อยละอาการปวดมาก
งานชำแหละไก่ถอดกระดูก (BL)	463	54.66	44	61.11
งานชำแหละเนื้อหน้าอก (BB)	234	27.62	17	23.61
งานราวชำแหละ	97	11.45	8	11.11
งานผลได้-อนามัย	43	5.07	3	4.16
อื่นๆ	10	1.18	-	-
รวม	847	100	72	100

หมายเหตุ จำนวนพนักงานที่ระบุอาการปวดมากคือจำนวนพนักงานที่ระบุในแบบสำรวจสุขภาพว่ามีอาการเจ็บปวดเกินทนทาน

จากแบบสำรวจสุขภาพพนักงานพบว่า ในประเภทงานชำแหละไก่ถอดกระดูก (BL) จำนวน 463 ชุด ขั้นตอนงานชำแหละไก่ถอดกระดูก (BL) มีสัดส่วนงาน ที่ 56.99% เป็นอันดับที่ 1 และมีงานการตรวจเนื้อที่ 12.47% เป็นอันดับ 2 ตามลำดับ จากการพิจารณาคัดแยกตามระดับอาการความเจ็บปวดพบว่า งานชำแหละไก่ถอดกระดูก (BL) มีพนักงานระบุอาการเจ็บปวดมากที่ 28 คน คิดเป็นร้อยละ 63.64 เป็นอันดับที่ 1 (ตารางที่ 1.3) ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกงานชำแหละไก่ถอดกระดูก (BL) มาดำเนินการแก้ไขปัญหา

ตารางที่ 1.3 แสดงสัดส่วนงานและร้อยละอาการปวดมากในประเภทงานชำแหละไก่ถอดกระดูก (BL) (กรกฎาคม 2545)

ประเภทงาน	จำนวน (คน)	% สัดส่วนงาน ในกลุ่มงาน	จำนวนพนักงานที่ระบุ อาการเจ็บปวดมาก (คน)	ร้อยละอาการ เจ็บปวดมาก
ชำแหละไก่ถอดกระดูก	264	56.99	28	63.64
ตรวจเนื้อ	58	12.47	5	11.36
ท้ายสายพาน	44	9.46	3	6.81
อื่นๆ ทั่วไป	32	6.88	-	-
กรีดขา	22	4.73	3	6.81
แล่น่อง	17	3.66	2	4.54
ชั่ง - บรรจุ	16	3.44	2	4.54
เก็บกระดูก	10	2.37	1	2.27
รวม	463	100.00	44	100.00

หมายเหตุ จำนวนพนักงานที่ระบุอาการเจ็บปวดมากคือจำนวนพนักงานที่ระบุในแบบสำรวจสุขภาพว่ามีอาการเจ็บปวดเกินทนทาน

จากผลของแบบสัมภาษณ์พนักงานพบว่า ขั้นตอนการชำแหละไก่ถอดกระดูกจำนวน 62 คน ถ้าพิจารณาตามตำแหน่งต่างๆ ที่เจ็บปวดของพนักงานแล้วพบว่า อัตราการปวดมือและข้อมือ คิดเป็นที่ 49.62% สูงเป็นอันดับที่ 1 และอาการการปวดที่ตำแหน่งหัวไหล่ที่ 40.90 % เป็นอันดับที่ 2 ตามลำดับ (ตารางที่ 1.4) ดังนั้นจึงพิจารณาเลือกศึกษาแก้ปัญหาการเจ็บปวดที่ตำแหน่งมือและข้อมือเนื่องจากมีอัตราการเจ็บปวดที่สูง โดยการดำเนินการออกแบบปรับปรุงวิธีการชำแหละไก่ถอดกระดูกเพื่อลดการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานต่อไป

การสุ่มสัมภาษณ์พนักงานที่ชำแหละไก่ถอดกระดูกที่ขนาดตัวอย่าง 62 คนจากพนักงาน 173 คน (ที่คงเหลือจากการลาออกงาน) ที่ทำงานชำแหละไก่ถอดกระดูก (BL) เป็นงานหลัก โดยทำการสัมภาษณ์ตามแบบสัมภาษณ์พนักงานของ กิตติ อินทรานนท์ (2538) ซึ่งเป็นการสัมภาษณ์พนักงานเป็นรายบุคคลเพื่อคำนวณค่าดัชนีไม่ปกติ (Abnormal Index: AI) ตามรายละเอียดในภาคผนวก ข.

แบบสัมภาษณ์พนักงานดังกล่าว แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งเป็นการสัมภาษณ์ถึงระดับความล้าที่เกิดขึ้นกับร่างกายของพนักงานในแต่ละขั้นตอนการทำงาน ซึ่งค่าความล้าที่ได้จะส่งผลถึงสุขภาพของพนักงานจากการปฏิบัติงานคือ หากความล้ามีค่าสูงย่อมหมายถึงมีโอกาสที่สุขภาพของพนักงานทรุดโทรมลง ในด้านความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากการทำงาน ถ้าระดับคะแนน

ความเสี่ยงมากจะแสดงถึงพนักงานรู้สึกว่าตนเองมีโอกาสที่จะเกิดการบาดเจ็บจากการทำงานนั้นสูง

ส่วนที่สอง เป็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความสนใจในการทำงาน ซึ่งเป็นการแสดงถึงความรู้สึกของพนักงานที่มีต่อการทำงาน เช่น ความเบื่อ หรือความไม่สนใจในการทำงาน และมีกิจกรรมขั้นตอนใดบ้างที่น่าสนใจในหนึ่งรอบงาน สำหรับลักษณะความซ้ำซ้อนของงานจะสัมภาษณ์พนักงานถึงการใช้ความจำในการทำงานหรือจำนวนขั้นตอนในการทำงานมีมากน้อยเพียงใดต่อหนึ่งรอบการทำงาน หากความสนใจในงานมีน้อยและความซ้ำซ้อนในงานมีมากย่อมส่งผลถึงโอกาสของการเกิดอุบัติเหตุจากการผิดพลาดในการทำงานมีสูงด้วยเช่นกัน

ส่วนที่สาม กล่าวถึงความยากง่ายของการทำงาน โดยให้พนักงานบอกถึงความรู้สึกต่องานว่ามีความยากง่ายมากน้อยเพียงใด ส่วนจังหวะของการทำงานจะแสดงถึงความสามารถที่จะพยายามทำงานให้ทันกับการป้อนงานอย่างต่อเนื่องหรือไม่ จัดว่ามีปัญหามากน้อยเท่าใด นอกจากนั้นมีการสัมภาษณ์ถึงจิตสำนึกความรับผิดชอบในการทำงานของพนักงานต่อเนื้องานนั้นด้วย ส่วนการตัดสินใจในเรื่องงานจะแสดงให้เห็นว่าพนักงานมีความเป็นอิสระในการทำงานหรือต้องทำตามคำสั่งเท่านั้น ซึ่งจะส่งผลต่อสภาพจิตใจ ความกดดัน รวมถึงความเครียดของพนักงานในการทำงาน

การประมวลผลการสัมภาษณ์ดังกล่าว ใช้ความสัมพันธ์จากสมการคำนวณค่าดัชนีความไม่ปกติดังแสดงในตารางที่ 1.4 จะเห็นว่าบริเวณมือและข้อมือมีค่าดัชนีความไม่ปกติเฉลี่ยเป็น 3.2 ซึ่งจัดว่ามีค่าสูง แสดงว่าพนักงานมีความรู้สึกว่าจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุงการทำงาน โดยพนักงานเชื่อว่ามีปัญหาอยู่จริงในภาพรวม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของมือและข้อมือ เพื่อลดการบาดเจ็บจากการปฏิบัติงาน โดยการปรับปรุงวิธีการชำแหละไก่ถอดกระดูกต่อไป

ตารางที่ 1.4 แสดงจำนวนพนักงานที่มีอาการเจ็บปวด แยกตามส่วนต่างๆของร่างกายและพิจารณาประเมินค่าความรุนแรงของบริเวณที่เจ็บปวด(กรกฎาคม 2545)

บริเวณที่ปวด	จำนวน (คน)	ค่า % จำนวนพนักงานต่อจำนวนพนักงานทั้งหมด	ค่าเฉลี่ย AI	% ความรุนแรง
มือและข้อมือ	131	49.62	3.2	33.37
ไหล่	108	40.90	2.5	21.50
เท้าและข้อเท้า	53	20.07	2.0	8.64
คอ	51	19.31	1.8	7.33
หลังส่วนบน	51	19.31	1.5	6.10
ต้นขา	47	17.80	1.5	5.61

ตารางที่ 1.4 (ต่อ) แสดงจำนวนพนักงานที่มีอาการเจ็บปวด แยกตามส่วนต่างๆของร่างกายและพิจารณาประเมินค่าความรุนแรงของบริเวณที่เจ็บปวด(กรกฎาคม 2545)

บริเวณที่ปวด	จำนวน (คน)	ค่า % จำนวนพนักงานต่อจำนวนพนักงานทั้งหมด	ค่าเฉลี่ย AI	% ความรุนแรง
แขนท่อนบน	45	17.00	1.2	4.30
น่อง	43	16.28	1.6	5.48
เอว	37	14.01	1.0	2.94
แขนท่อนล่าง	32	12.12	0.9	2.29
เข่า	29	10.98	0.8	1.85
ข้อศอก	13	4.9	0.5	0.52
ก้นและสะโพก	7	2.65	0.5	0.28

หมายเหตุ - พนักงานหนึ่งท่านสามารถระบุตำแหน่งที่เจ็บปวดได้มากกว่า 1 ตำแหน่ง
- %ความรุนแรง หมายถึง (จำนวนพนักงาน*ค่าเฉลี่ย AI /ผลรวมของจำนวนพนักงาน*ค่าเฉลี่ย AI) * 100

หลังจากนั้นดำเนินการออกแบบสอบถามตำแหน่งที่เกิดอาการปวดมือและข้อมือโดยใช้แบบสำรวจตำแหน่งที่เจ็บปวดมือกับกลุ่มตัวอย่างเดิมจำนวน 62 คน พบว่าพนักงานที่เจ็บข้อมือจำนวน 50 คน คิดเป็น 80.6% และมีอาการปวดที่นิ้วมือคิดเป็น 24.1% ตามลำดับ (ตารางที่ 1.5) จึงพิจารณาเลือกแก้ปัญหาที่ข้อมือเป็นอันดับแรก

ตารางที่ 1.5 แสดงจำนวนพนักงานที่มีอาการเจ็บปวดมือที่ตำแหน่งต่างๆของมือ (กรกฎาคม 2545)

ตำแหน่งที่เกิดอาการ	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
1.ข้อมือ	50	80.6
2.นิ้วมือ	15	24.1
3.อุ้งมือ	11	17.7
4.อื่นๆ	4	6.4

หมายเหตุ พนักงานหนึ่งท่านสามารถระบุตำแหน่งที่เจ็บปวดได้มากกว่า 1 ตำแหน่ง

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นทั้งหมดที่เป็นสาเหตุที่พนักงานและหัวหน้างาน รวมถึงผู้บริหารคาดว่ามีผลทำให้เกิดความเจ็บปวดกับ ข้อมือ ได้แก่ วิธีการปฏิบัติงานด้วยท่าทางต่างๆ ในแต่ละขั้นตอนการทำงาน เป็นระยะเวลานานและซ้ำซาก จึงเห็นควรให้มีการปรับปรุงแก้ไขวิธีการทำงานต่อไป

1.2.วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

เพื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบวิธีการ ขั้นตอนการชำแหละไก่ถอดกระดูก เพื่อลดการบาดเจ็บในเชิงการยศาสตร์ของข้อมือพนักงานปฏิบัติงาน ที่เป็นผลมาจากการทำงานประเภทงานซ้ำซาก (Repetitive Work) ในแผนกชิ้นส่วน ของโรงงานชำแหละเนื้อไก่เพื่อการส่งออกแห่งหนึ่ง

1.3. ขอบเขตงานวิจัย

การศึกษาเพื่อการวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานชำแหละไก่ถอดกระดูก (Deboned Poultry Meat Processing) ในโรงงานไก่สดแช่แข็งเพื่อการส่งออกแห่งหนึ่งและทำการศึกษาผลกระทบจากการปฏิบัติงานที่ข้อมือในการปฏิบัติงานตามวิธีการทำงานทั้งก่อนปรับปรุงงานและหลังปรับปรุงวิธีการทำงาน โดย

1.3.1 วัดมุมในการงอและบิดข้อมือในการทำงานชำแหละไก่ถอดกระดูกโดยใช้เครื่องวัดพิสัยการเคลื่อนไหวในการทำงาน (Goniometer)

1.3.2. วัดคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อในขณะทำงานโดยใช้เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ(Electromyography: EMG)

1.3.3 วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือโดยใช้เครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือ (Grip Strength)

1.3.4 การวัดผลผลิตเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่เกี่ยวกับวิธีทำงานแบบต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบเลือกวิธีการทำงาน

1.3.5 นำผลที่ได้จากการวัดก่อนการปฏิบัติงาน ขณะปฏิบัติงาน และหลังปฏิบัติงานมาดำเนินการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ในแต่ละวิธีการทำงาน

1.4.ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและดำเนินการ

1.4.1 ค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ศึกษารายละเอียดงานผลิตไก่ถอดกระดูก ในแผนกงานชิ้นส่วนของโรงงาน

1.4.3 ออกแบบสอบถามเบื้องต้นเกี่ยวกับอาการเจ็บปวด แยกประเภทตามส่วนต่างๆของร่างกาย และสาเหตุที่คาดว่ามีผลต่ออาการเจ็บปวดเมื่อยล้า

1.4.4 ทำการสัมภาษณ์ตามแบบสัมภาษณ์พนักงานของ กิตติ อินทรานนท์ (2538) เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความไม่ปกติ (Abnormal Index: AI)

1.4.5 ออกแบบการทดลอง

1.4.6 ศึกษาวิธีการใช้ เครื่องวัดพิสัยการเคลื่อนไหวในการทำงาน (Goniometer) เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ(Electromyography) และอุปกรณ์ทดสอบแรงบีบมือ (Grip strength)

1.4.7 จัดเตรียมสำรวจพนักงานที่ต้องทำการทดลอง อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง

1.4.8 ทำการฝึกหัดการใช้อุปกรณ์กับพนักงานที่ทำการทดลอง

1.4.9 เก็บข้อมูลการทดลองจากเครื่องมืออุปกรณ์วัดโดยวิธีการทำงานแบบปัจจุบัน

1.4.10 ทำการวิเคราะห์ออกแบบวิธีการทำงานเพื่อการปรับปรุงทดแทนวิธีการเดิม

1.4.11ดำเนินการวัดผลกระทบจากการปฏิบัติงานของวิธีการทำงานแบบปัจจุบันโดยใช้เครื่องมืออุปกรณ์ดังนี้

- การใช้เครื่องวัดพิสัยการเคลื่อนไหวในการทำงาน (Goniometer)
- การใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (Electromyography, EMG)
- การใช้อุปกรณ์ทดสอบแรงบีบมือ (Grip strength) ให้พนักงานทดลองบีบก่อนและหลังการ ปฏิบัติงาน

1.4.12 ทำการทดลองและเก็บข้อมูล วิธีการแบบเดิมและวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว

1.4.13 วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบวิธีการทำงานทั้ง 2 วิธี

1.4.14 สรุปผลและเสนอแนะ

1.4.15 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.ช่วยปรับปรุงสภาพการปฏิบัติงานการทำงานของผู้ปฏิบัติงานให้เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน และช่วยลดปัญหาของสภาพร่างกายได้แก่ ความล้า ความเจ็บปวด อันเนื่องมาจากขั้นตอนการทำงานที่ไม่เหมาะสมเป็นระยะเวลานานๆและมีความถี่ในการทำงานสูง

2.เป็นข้อมูลและแนวทางเบื้องต้นในการออกแบบขั้นตอนการปฏิบัติงาน ของการชำแหละไก่ในอุตสาหกรรมเนื้อไก่แช่แข็ง โดยพิจารณาถึงผลกระทบทางด้านการยศาสตร์เป็นสำคัญ

3.เป็นการประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟัซซี่เซตกับงานวิจัยและเป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจศึกษาหรือวิจัยเพื่อหาความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานในกรณีที่มีหลายตัวแปร

4.เป็นการสร้างฐานข้อมูลที่ทราบถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความเจ็บปวดของพนักงานในการทำงานชำแหละไก่ถอดกระดูกซึ่งเป็นงานซ้ำซาก ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อวิศวกรผู้ออกแบบขั้นตอนการปฏิบัติงานและสร้างเครื่องมือเครื่องจักรในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการชำแหละต่างๆ ได้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎี

ในการทดลองนี้จะพิจารณาถึงการทำงานซ้ำซากใช้พลังงานค่อนข้างต่ำ แต่การใช้กลุ่มกล้ามเนื้อเล็กๆรวมทั้งการหมุนข้อมือ ข้อศอก และหัวไหล่บ่อยๆ อาจเป็นสาเหตุการเกิดอาการอักเสบและระบม ซึ่งอาการเหล่านี้จัดอยู่ในกลุ่มของ Repetitive Strain Injury (RSI) ซึ่ง RSI มีตั้งแต่อาการอักเสบของข้อต่อจนถึงการระบมบวมของกล้ามเนื้อตลอดจนอาการชาของเส้นประสาท (Chatterjee, 1978)

Mathews และ Calabrese (1982) ได้จำกัดความของค่า RSI ไว้ว่าเป็นชื่อที่ใช้เรียกกลุ่มของอาการผิดปกติของกล้ามเนื้อและเส้นเอ็นต่างๆ โดยปกติมักจะเกิดจากสาเหตุของการเคลื่อนไหวของมือและร่างกายอย่างหนึ่งอย่างใดอย่างต่อเนื่อง ซึ่งพบได้ในงานที่มีลักษณะเป็นงานซ้ำซาก RSI จะประกอบไปด้วย Tenosynovitis, Carpal Tunnel Syndrome, Tendinitis, Epicondylitis และอาการผิดปกติหรือความล้าอื่นๆที่อยู่ในบริเวณกล้ามเนื้อคอและไหล่ ซึ่งมีผลทำให้บั่นทอนประสิทธิภาพการทำงาน คุณภาพและสุขภาพของพนักงานลดลง สามารถอธิบายลักษณะแต่ละโรคได้ดังนี้

1.Tendinitis และ Peritendinitis ซึ่ง Tendinitis หลายรูปแบบที่มีส่วนคล้ายคลึงกับ Repetitive Strain Injury RSI ของกล้ามเนื้อและเอ็นในมือและข้อมือ(Tenosymovitis) ขณะที่ Tenosymovitis คือการอักเสบของปลอกเอ็นแต่ Tendinitis คือการอักเสบของเนื้อเยื่อเอ็น เนื่องมาจากเส้นเอ็นหนาขึ้นจนนำไปสู่ความไม่สบายในการเคลื่อนไหวที่พบในบริเวณมือ ข้อมือและไหล่ และจะเลวร้ายยิ่งขึ้นจากกิจกรรมการทำงาน รวมทั้งการยกแขนให้ห่างจากอกซ้ำๆกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งหากมีการหมุนเกิดขึ้นด้วย ส่วน Pritenditis คือการอักเสบของเนื้อเยื่อที่ต่อเชื่อมกับกล้ามเนื้อ – เอ็น

2.Carpal Tunnel Syndrome เป็นอาการซึ่งไม่มีอาการอักเสบที่เนื้อเยื่อภายในช่องกลวงเพียงแต่มีความดันเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากของเหลวและเนื้อเยื่อภายในหนาขึ้น ทำให้เส้นประสาทมีเดียนถูกกดทับจนเกิดอาการปวดขึ้น อาการเหล่านี้มักจะเกิดขึ้นที่มือทั้งสองข้างและมักมีอาการมากขึ้นในตอนกลางคืน โดยทั่วไปสามารถทำการบรรเทาอาการของโรคได้ โดยการหยุดเคลื่อนไหวในบริเวณที่เกี่ยวข้องกับ Carpal Tunnel ซึ่งกระทำได้โดยการหยุดพักการทำงาน

3.Epicondylitis เป็นอาการจะเกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้องอและเหยียดของนิ้วมือและข้อมือ โดยบริเวณปลายสุดของกล้ามเนื้อที่ยึดอยู่กับกระดูกและเอ็น (Ligament) ที่อยู่เหนือข้อต่อของข้อศอก (กล้ามเนื้อเหยียดวางอยู่ด้านนอกและกล้ามเนื้องอวางอยู่ด้านใน) งานที่ต้องใช้การบิดของ

แขนส่วนล่างรวมทั้งการเหวี่ยงของมือและข้อมือที่จัดได้ว่าเป็นภาระที่มากเกินไปของกล้ามเนื้อเหยียด การใช้แรงมากและการ เคลื่อนไหวที่ซ้ำซาก อาจเป็นสาเหตุของการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อที่ถูกใช้งาน การกำด้วยนิ้วโป้งและนิ้วมือจัดเป็นสาเหตุของ Epicondylitis ความรู้สึกเจ็บปวดมักอยู่บริเวณข้อต่อของข้อศอกทางด้านนอกของแขน ส่วนการเคลื่อนไหวที่ก่อให้เกิดความเครียดบริเวณกล้ามเนื้องอ จัดเป็นสาเหตุการเกิดอาการเจ็บบริเวณแขนด้านใน ทั้งสองกรณีทำให้เกิดความไม่สบายและบวมเล็กน้อยในบริเวณที่เกิดอาการเจ็บ ซึ่งความเจ็บปวดบริเวณข้อต่อจะสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวของมือด้วย

จากลักษณะของประเภทงานดังกล่าวทำให้ต้องพิจารณาถึงกายภาพของกล้ามเนื้อมือและข้อมือ รวมถึงการเคลื่อนไหวของมือ ตามหัวข้อต่อไปนี้

- ระบบกล้ามเนื้อที่ควบคุมการเคลื่อนไหวข้อมือ (Wrist Movement Muscles)
- ข้อต่อมือและการเคลื่อนไหวของข้อมือ (Wrist joint and Wrist movement)
- แนวทางวิเคราะห์ทางด้านชีวกลศาสตร์มือ (Biomechanical Models of a Hand)

<u>กล้ามเนื้อที่ควบคุมการเคลื่อนไหวมือและข้อมือ</u> (Hand Movement Muscales) โดยเป็นกล้ามเนื้อที่มาจาก Forearm ผ่าน Tendon มาที่มือ แบ่งออกตามประเภทของการทำงานเป็นดังนี้

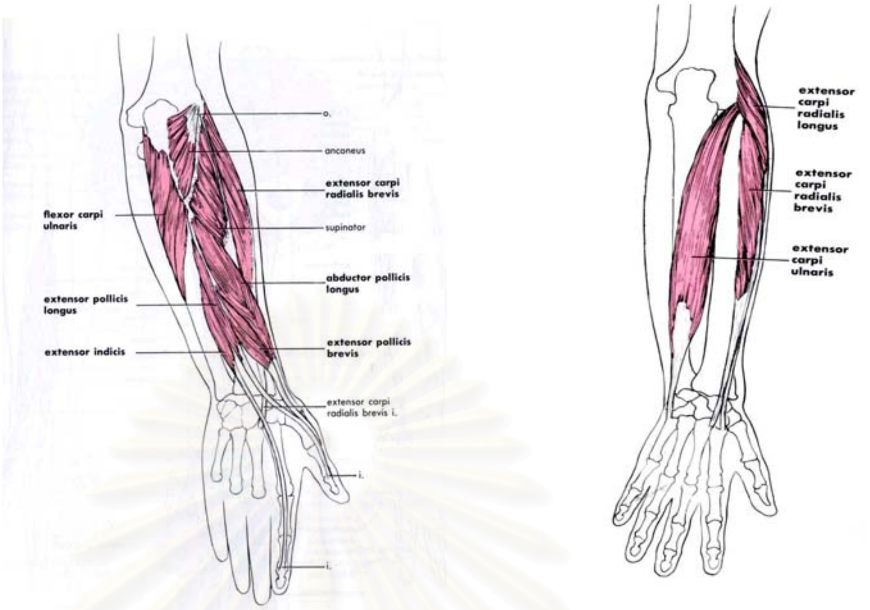
1.กล้ามเนื้อเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของข้อมือ มีอยู่ทั้งหมด 3 มัดคือ

1.1 กล้ามเนื้อ Flexor carpi ulnais จุดเกาะต้น (origin) อยู่ที่กลางเอพิคอนไดล์ของกระดูกต้นแขนและขอบด้านหลังตอนบนของกระดูกอัลนา มีจุดเกาะปลาย (insertion) อยู่ที่กระดูกพิซิฟอร์ม (pisiform) กระดูกแฮเมต (hamate) และกระดูกฝ่ามือชิ้นที่ 5 โดยกล้ามเนื้อนี้จะทำหน้าที่งอมือและช่วยหุบมือ

1.2 กล้ามเนื้อ Extensor carpi radialis มีจุดเกาะต้นอยู่ที่ปลายล่างด้านข้างของกระดูกต้นแขน จุดเกาะปลายอยู่ที่ด้านหลังของกระดูกฝ่ามือชิ้นที่ 2 สำหรับกล้ามเนื้อนี้จะทำหน้าที่เหยียดมือและช่วยกางมือออก

1.3 กล้ามเนื้อ Extensor carpi ulnaris มีจุดเกาะต้นอยู่ที่ข้างเอพิคอนไดล์ของกระดูกต้นแขนและขอบด้านหลังตอนบนของกระดูกอัลนา จุดเกาะปลายอยู่ที่กระดูกฝ่ามือชิ้นที่ 5 โดยกล้ามเนื้อมัดนี้จะทำหน้าที่เหยียดมือและหุบมือ

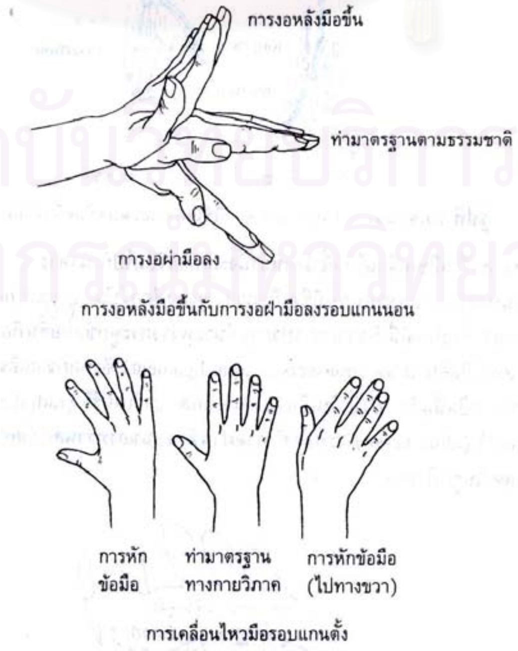
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.1 แสดงกล้ามเนื้อต่างๆที่ใช้ในการเคลื่อนไหวข้อมือ

<u>ข้อต่อข้อมือ (Wrist Joint)</u> (อ้างอิงจาก สุทธิ์ ศรีบูรพา , 2540)

ข้อต่อข้อมือมีชื่อเรียกว่า ข้อต่อ เรดิโอ-คาร์ปัล (radio – carpal joint)นั้นเคลื่อนไหวได้รอบแกนเพียง 2 แกนนี้จะทำมุมตั้งฉากซึ่งกันและกัน ก็คือการงอหลังมือขึ้น (dorsi flexion) หรือการงอฝ่ามือลง(palmar flexion)และการหักข้อมือ(กำหนดให้เป็นมือขวา) ไปทางซ้าย (radial deviation) หรือหักข้อมือ (กำหนดให้เป็นมือขวา) ไปทางขวา (ulnar deviation) ดังแสดงดังรูปที่ 2.2



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.2 แสดงการเคลื่อนไหวข้อต่อของข้อมือรอบแกนเพียง 2 แกนคือแกนนอนกับแกนตั้ง

การเคลื่อนไหวของข้อมือ (Wrist Movement)

ตามหลักสรีระวิทยาการเคลื่อนไหวนั้น มือและแขนมนุษย์สามารถเคลื่อนที่ไปได้ในตำแหน่งต่างๆ ได้อย่างแม่นยำและแน่นอนกว่าการเคลื่อนไหวของขาและเท้า ฉะนั้นการออกแบบขั้นตอนการปฏิบัติงานจึงควรคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ ทางสรีระวิทยาและความสามารถในการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อมือเป็นหลัก (Fallentin et al., 2001) ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงพิสัยการเคลื่อนไหวลักษณะต่างๆของข้อมือ (ROM of wrist joint)

Position of hand	Neutral	Non- neutral	Extreme
Flexion	0° to 15°	-15° to -45°	$> -45^{\circ}$
Extension	0° to -15°	15° to 45°	$> 45^{\circ}$
Ulnar deviation	0° to 10°	10° to 20°	$> 20^{\circ}$
Radial deviation	0° to -5°	5° to -15°	$> -15^{\circ}$

ลักษณะทางชีวกลศาสตร์มือ (Biomechanical Models of a Hand) ซึ่งจะแบ่งหัวข้อดังนี้

1.แรงดึงที่เกิดขึ้นในเอ็นข้อมือ (Tendon Force)

ในแง่กลศาสตร์ชีวภาพนั้นเมื่อมีแรงมากระทำที่ข้อต่อนิ้วมือทางด้านฝ่ามือ (Palm of a hand) ในขณะที่ใช้มือและนิ้วมือจับยึดหรือเกาะกุมเครื่องมือหรือวัตถุที่มีน้ำหนักนั้น จะเกิดโหลดโมเมนต์ขึ้นที่นิ้วแต่ละนิ้ว (finger load moment) และที่ข้อต่างๆรวมทั้งข้อต่อที่ข้อมือด้วยซึ่งก็สามารถใช้หลักการทางชีวกลศาสตร์มาทำการอธิบายถึงสาเหตุของการเกิดอาการเอ็นอักเสบได้ดังนี้คือ ถ้าหากว่าข้อมืออยู่ในท่าธรรมชาติ (Anatomical Position) แล้วเนื้อเยื่อต่างๆ ที่อยู่บนฝ่ามือซึ่งได้แก่ เฟลกเซอร์ เรตินา คูลัม ลิกาเมนต์ และซิโนเวีย (synovia) ตลอดจนเส้นประสาทมีเดียนนั้นจะได้รับแรงกด (compressive stress) ไม่มากนักซึ่งถือเป็นแรงกดปกติธรรมดา แต่เมื่อไรก็ตามที่มีการใช้มือประกอบกิจกรรมการทำงานที่ต้องใช้แรงจากข้อมือและนิ้วมือมาก และงานนั้นได้ทำให้ข้อมือเปลี่ยนท่าไปจากท่าธรรมชาติแล้วก็จะเป็นสภาพการณ์ที่เราต้องระมัดระวังและให้ความสนใจเป็นพิเศษ ทั้งนี้เพราะว่าเมื่อมุมของข้อต่อเปลี่ยนไปจากเดิมโดยเฉพาะอย่างยิ่งการงอ (flexion) หรือการเหยียด (extension) ของมือนั้น เอ็นนิ้วที่มีลักษณะเป็นเส้นยาวนั้นจะถูกปรับบังคับให้โค้งงอไปตามการจัดตัวของกระดูกต่างๆของข้อมือจากท่างอมือและท่าเหยียดข้อมือ

2.ความยาวตามเส้นโค้งของเส้นเอ็นข้อมือ (Tendon displacement)

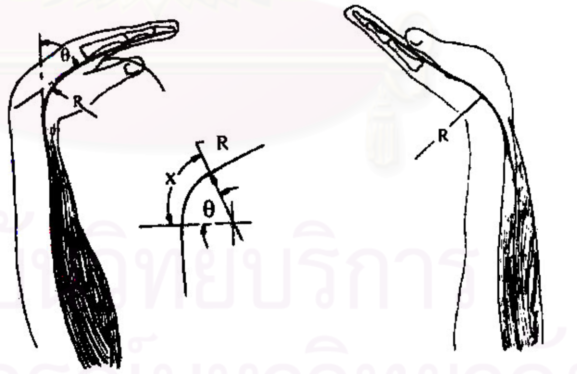
Chaffin และ Armstrong (1978) ได้กล่าวว่ารัศมีความโค้ง (R) ของเส้นเอ็นและความยาวตามความโค้ง (arc length) ของเส้นเอ็นเส้นหนึ่งหรือ tendon displacement (X) (รูปที่ 2.3) นั้นจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ประการคือ

ก.รัศมีความโค้ง (R) (หน่วยเป็นมิลลิเมตร)

ข.มุมของความโค้งข้อมือ (θ) ที่เปลี่ยนแปลงไปจากท่าธรรมชาติ (หน่วยเป็นเรเดียน)

ดังนั้นจะพบว่าคนที่มีข้อมือใหญ่ (หรือหนากว่า)นั้น จะมีค่า R มากกว่าคนที่มีข้อมือเล็ก (หรือบางกว่า) ดังนั้นคนที่มีขนาดข้อมือเล็กกว่าก็จะถูกจัดเป็นกลุ่มที่มีโอกาสเสี่ยงการเกิดอันตรายและบาดเจ็บขึ้นที่ข้อมือได้มากกว่าคนที่มีขนาดข้อมือใหญ่กว่า การใช้มือทำงานในกรณีที่ต้องเหยียดข้อมือออกนั้นจะเสี่ยงต่อการผิดปกติหรือเกิดอันตรายได้ง่ายกว่าการทำงานในลักษณะที่ต้องงอมือเข้าหาตัว

จะเห็นได้ว่า งานที่จะต้องใช้มือออกแรงกระทำ ซึ่งส่งผลให้เกิดแรงดึงในเส้นเอ็น หากให้ผู้ที่มีขนาดข้อมือเล็ก (R น้อยกว่า) เป็นผู้กระทำ แรงดึงต่อความยาวในเส้นเอ็นจะมีมากกว่าผู้ที่มีขนาดข้อมือขนาดใหญ่ (R มากกว่า) ดังนั้นถ้าการทำงานนั้นเป็นงานซ้ำซากแล้ว คนที่มีขนาดข้อมือเล็กจะมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติขึ้นกับเส้นเอ็นของมือสูงกว่าคนที่มีขนาดข้อมือใหญ่



$$X = R \times \theta$$

รูปที่ 2.3 แบบจำลองตัวรอกเลื่อนที่แสดงลักษณะของเส้นเอ็นที่ทำหน้าที่งอนิ้วมือ เมื่อข้อมืออยู่ในลักษณะงอและเหยียดข้อมือ

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Walker (1979) ได้สันนิษฐานสาเหตุของการอักเสบไว้ดังนี้

ก) มีจำนวนครั้งของการเคลื่อนไหวของเอ็นต่างๆหลายครั้ง จนนำไปสู่ความไม่สบายในการ เคลื่อนไหวของมือและข้อมือ

ข)การเคลื่อนไหวซ้ำซากก่อให้เกิดความร้อนจากการเสียดสี (Frictional Heat) มีผลต่อน้ำเลี้ยงในไขข้อทำให้ผลิตสารที่ทำให้เกิดการอักเสบขึ้นมา

นอกจากนี้ Tenosynovitis ยังรวมไปถึงการเจ็บปวดในบริเวณหลังมือและแขนส่วนล่าง ซึ่งเป็นผลมาจากการเคลื่อนไหวนิ้วหัวแม่มือด้วย

Labour Research Department (1987) นิยาม (Repetitive Strain Injury, RSI) ไว้ว่าเป็นการปวดเมื่อยหรือความผิดปกติของร่างกายที่เกิดจากการทำงานซ้ำๆในรอบการทำงานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 นาที ตลอดการทำงาน เมื่อพนักงานเป็นโรค RSI จะก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ คือจำนวนพนักงานที่ลางานมากขึ้นและปัญหาทางด้านความปลอดภัยของพนักงานจึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการแก้ไขปรับปรุงนอกจากนี้ความล้าเป็นสาเหตุที่สำคัญต่อการเกิดอุบัติเหตุเพราะความล้ามีผลเสียต่อสุขภาพการทำงานลดลงผลผลิตต่ำลง เกิดอาการเจ็บป่วยขึ้นได้

Armstrong (1986) สรุปว่ามีปัจจัยที่สำคัญที่จะก่อให้เกิดความเครียดจากการทำงานซ้ำซากและความล้าไว้ดังนี้

- ลักษณะของการซ้ำซากซึ่งเป็นปัจจัยที่เสี่ยงต่อการเกิด Repetitive Strain Injury (RSI) มากที่สุดเพราะการทำงานในลักษณะเดียวกันที่ต้องใช้กลุ่มกล้ามเนื้อชุดเดียวกัน เมื่อทำงานไปนาน ๆ จะทำให้กลุ่มกล้ามเนื้อชุดนั้นเกิดความล้าได้
- ท่าทางการทำงาน เกิดจากท่าทางที่ไม่ดีพอ แต่สามารถควบคุมโดยการจัดวางตำแหน่งทำงานให้เหมาะ การจัดเรียงงาน ทำท่าทางเป็นธรรมชาติ ไม่ฝืนไม่เกร็งหรือยืดและหดตัวมากเกินไป
- ความหนักเบาของการออกแรงในการทำงาน ความน่าจะเป็นในการที่จะป้องกัน Repetitive Strain Injury (RSI) คือ การพยายามใช้แรงงานน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นได้
- ความเครียดทางกล มักจะเกิดจากการที่ใช้มือไปจับวัตถุที่มีขอบคมและแข็ง ดังนั้นเพื่อการหลีกเลี่ยงความเครียดทางกลพนักงานไม่ควรสัมผัสกับวัตถุที่มีขอบคมและแข็งหรือใส่ปลอกให้กับเครื่องมือในบริเวณที่สัมผัสกับมือของพนักงาน
- อุณหภูมิ วัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำทำให้อวัยวะที่รับความรู้สึกและการสั่งการของมือทำงานเสื่อมลง ดังนั้น อุณหภูมิของวัตถุที่มือสัมผัสจึงไม่ควรต่ำกว่า 25 ^{0}C

- ถุงมือ จะช่วยลดแรงต้านได้ 30%
- ความสั่นสะเทือน ทำให้คนงานสูญเสีย ความคล่องแคล่ว และหมดความรู้สึกหรือมึนงงมากขึ้น

Silverstein (1958) รายงานว่า ความผิดปกติของร่างกายจากการทำงานซ้ำซาก มีความสัมพันธ์อย่างมากกับ แรงที่ทำ ความซ้ำซาก และ วัฏจักรของการทำงานที่สั้นกว่า30วินาที พนักงานที่ทำงานซ้ำซากนอกจากประสบกับ Repetitive Strain Injury (RSI) แล้วยังพบได้อีกว่าเมื่อพนักงานทำงานไป สักระยะเวลาหนึ่ง พนักงานจะมีความรู้สึกเบื่อหน่าย อ่อนเพลีย ไม่มีความประสงค์ที่จะทำงานทั้งทางร่างกายและจิตใจ, เชื่องช้าและเซื่องซึม ทั้ง ๆ ที่งานซ้ำซากเป็นงานเบา ทั้งนี้เป็นเพราะพนักงานเกิดความล้าทางจิตใจ (Mental Fatigue)

Kroemer (1989) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับการบาดเจ็บสะสมกล้ามเนื้อ, เอ็น, ข้อต่อ และกระดูกอ่อน ซึ่งเรียกโดยรวมว่าโรค Cumulative trauma disorders (CTD) ซึ่งมีอาการเจ็บปวดอย่างต่อเนื่องอาจมีการลุกลามไปยังระบบประสาทและเส้นเลือดได้และได้สรุปปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ, เอ็น, ข้อต่อ และกระดูกอ่อน ได้เป็น 2 ปัจจัย คือ

1.เกิดจากปัจจัยของลักษณะทำงาน (Occupational factors)

- การทำงานซ้ำซากเป็นเวลานาน
- การออกแรงที่มากเกินไป
- การเคลื่อนที่เร็วเกินไป
- การเกร็งกล้ามเนื้อรับน้ำหนักมากเกินไป
- การจับอุปกรณ์นานเกินไป
- ท่าทางการทำงานที่ผิดปกติ
- ความสั่นสะเทือน
- ความหนาวเย็น

2.เกิดจากปัจจัยอันเนื่องจากตัวคนงานเอง (Non-occupational factors)

- เพศ
- อายุ
- โรคประจำตัว
- ระดับฮอร์โมน
- การตั้งครรภ์

Rahman (1986) กล่าวถึงการทำงานซ้ำซากซึ่งผู้ปฏิบัติงานสามารถกำหนดความเร็วของการทำงานได้เอง (Self-Pace Repetitive Work) ว่าจากการศึกษาพนักงานในโรงงานบรรจุไม้ขีดไฟเปรียบเทียบระหว่างพนักงานที่ทำงานได้น้อยและได้มาก พบว่าปัญหาด้านสุขภาพของพนักงานทั้ง

2 กลุ่มมีความต่างกันถึง 47 เปอร์เซ็นต์ โดยพนักงานที่ทำงานได้มากต้องอาศัยความพยายามในการทำงานมากกว่า ดังนั้นผลผลิตที่มากจึงหมายถึงภาวะความเค้นและความเครียดของพนักงานที่เพิ่มขึ้นด้วย

Yager (1986) การนำทฤษฎีฟัซซีเซต (Fuzzy Sets Theory) มาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยเพื่อเพิ่มความแม่นยำของงานวิจัย โดยที่แนวความคิดเรื่องฟัซซีเซทเป็นส่วนหนึ่งของแนวความคิดเรื่องเซต ซึ่งแต่เดิมเซตทั่วไปแสดงค่าเป็นสมาชิกอยู่ระหว่าง $\{0,1\}$ แต่แนวความคิดของฟัซซีเซตจะแสดงค่ามีอยู่ของสมาชิกในเซตอยู่ในช่วงของ $[0,1]$ ค่าที่ได้จึงคงมีความแม่นยำเพิ่มสูงขึ้น

รูปแบบการเขียนจะอยู่ในรูปของ a_i / x_i เรียก a_i ว่า Grade of Membership ซึ่งใช้เป็นเครื่องแสดงระดับความเป็นสมาชิกของปัจจัย x_i ในเซต X

สมมุติ $X= (x_1,x_2,x_3,x_4)$ และ A เป็นฟัซซีสับเซตของ X

$A= (0.1/x_1,0.8/x_2,0/x_3,0.2/x_4)$

William (1980) ได้กล่าวว่าข้อเป็นอวัยวะที่มีปัญหาเรื่องความเจ็บปวดได้บ่อยมากเนื่องจากข้อแต่ละข้อได้รับเส้นประสาทมาเลี้ยงจากเส้นประสาทที่ผ่านข้อทุกเส้น แต่ละข้อโดยเฉพาะข้อใหญ่ๆ จะมีเส้นประสาทมาเลี้ยงหลายเส้น จึงเกิดความเจ็บปวดชนิด referred pain ได้บ่อย

พลศักดิ์ จีระวิพูลวรรณ (2538) ได้อธิบายถึง ข้อมือเสื่อม เป็นการเสื่อมสภาพของข้อ Distal radio-ulnar และ radio-carpal ซึ่งสาเหตุเกิดจากการบาดเจ็บหรือข้ออักเสบชนิดต่างๆ การเน่าตายของกระดูก scaphoid หรือ lunate เนื่องจากขาดเลือดไปเลี้ยง

ข้อทุกข้อควรจะได้รับการพักการใช้งานทุก 4 – 6 ชั่วโมง เพื่อให้กระดูกอ่อนผิวข้อที่เสียน้ำออกไป ดูดน้ำกลับคืนมาให้คืนรูปเดิมได้ (Refromed and rehydration) โดยปกติการนอนพัก 6 – 8 ชั่วโมง ในแต่ละวันจะสามารถทำให้ทุกข้อของร่างกายได้พัก อย่างพอเพียง แต่ถ้าต้องการให้ได้ผลเร็วยิ่งขึ้น โดยเฉพาะข้อที่เป็นโรค ให้หยุดใช้งานหรือรับน้ำหนักเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง วันละ 2 – 4 ครั้ง จะทำให้กระดูกอ่อนผิวข้อฟื้นตัวเร็วยิ่งขึ้น

Apley et al (1984) กล่าวว่าผู้ป่วยที่เป็นหญิงและมีประวัติการใช้มือทำงานมาก จะมีอาการปวดบริเวณข้อมือใกล้ๆปลายกระดูก Radial Styloid บางครั้งอาจจะปวดร้าวไปถึงข้อศอก การตรวจจะใช้การ กำนิ้วหัวแม่มือไว้ในอุ้งมือแล้วกดข้อมือไปทางกระดูก Ulna ผู้ป่วยจะเจ็บมากและการตรวจวิธีนี้จะเรียกว่า Finkelstein’s test.

Perry (1985) กล่าวว่านอกจากกายบริหารและกายภาพบำบัดแล้ว การสอนเกี่ยวกับท่าทาง(posture) ที่เหมาะสม การบริหารให้มีการประสานการทำงานของกล้ามเนื้อ เอ็น เส้น ประสาทที่ดี และการใช้อุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็น จะช่วยป้องกันการบาดเจ็บซ้ำ และทำให้การรักษาโรคได้ผลดียิ่งขึ้น

Kourinka (1995) กล่าวถึงงานซ้ำซากว่า ถึงแม้ในปัจจุบันจะมีเครื่องจักรอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการทำงาน แต่ระบบอัตโนมัติเหล่านั้นก็ซับซ้อน มีการลงทุนมากเกินกว่าที่บริษัทเล็กๆจะลงทุนได้และถึงแม้ว่าจำนวนเครื่องจักรที่ใช้ระบบอัตโนมัติจะเพิ่มมากขึ้นแต่เมื่อพิจารณาแล้วพบว่าจำนวนพนักงานที่ต้องทำงานซ้ำซากก็กลับเพิ่มมากขึ้นทุกปีด้วยเช่นกัน ในงานวิจัยส่วนใหญ่มักพบว่าพนักงานที่ทำงานมักเกิดความรู้สึกไม่พอใจในงานและความรู้สึกนี้ก็มีผลอย่างมากกับปริมาณผลผลิต ความเครียด และสุขภาพของพนักงาน หากบริษัทและสังคมมองงานซ้ำซากว่าไม่มีคุณค่าแล้ว ตัวพนักงานก็มีแนวโน้มที่จะมองงานในลักษณะที่ว่าไม่มีคุณค่าด้วยเช่นกัน นอกจากนี้การจ่ายผลตอบแทนหรือค่าแรงจูงใจที่เหมาะสมจะเป็นการช่วยลดความกดดันจากงานลงได้ด้วย

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ (2519) ได้กล่าวถึงวิธีการวัดคลื่นไฟฟ้า (Electromyography)หรือที่เรียกกันอย่างย่อว่า EMG ว่าเป็นเทคนิคที่ใช้ตรวจวัดไฟฟ้าของกล้ามเนื้อและประสาท โดยที่หากกล้ามเนื้อมีการทำงานหรือการหดตัวมากขึ้น ค่าไฟฟ้าที่วัดได้ก็จะมีค่าสูงขึ้นด้วยเช่นกัน วิธีการวัดหาค่าคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อในทางการแพทย์จะใช้อิเล็คโตรดที่มีปลายเข็มแทงเข้าไปใต้ผิวหนังบริเวณกล้ามเนื้อนั้นๆ เพื่อดูรูปร่างของคลื่นไฟฟ้า ช่วยในการวินิจฉัยโรคกล้ามเนื้อและประสาท

วนิดา จิตต์มั่น (2520) อธิบายถึงหน้าที่ของกล้ามเนื้อ ซึ่งช่วยเปลี่ยนพลังงานเคมีจากสารอาหารให้เป็นพลังงานฟิสิกส์ ไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนไหว หรือการบีบตัวของอวัยวะ เหล่านี้ล้วนเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อทั้งสิ้น คุณสมบัติที่สำคัญของเซลล์กล้ามเนื้อแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ ความสามารถในการหดตัว (Contractility) ความสามารถในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง (Excitability) และความสามารถในการยืดตัว (Extensibility) การเปลี่ยนแปลงการยืดตัว การตอบสนอง รวมถึงการคลายตัวของกล้ามเนื้อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าภายในเซลล์

อุทุมพร ทองอุทัย (2524) อธิบายถึงเทคนิควิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) เพื่อลดจำนวนตัวแปรกลุ่มของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันนี้จะเรียกว่า เป็นกลุ่มของตัวแปรขนาดเล็ก ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันในกลุ่มปัจจัย (Factor) หนึ่งๆ การเลือกตัวแปรใดขึ้นมาเป็นตัวแทนของปัจจัยขึ้นกับค่า น้ำหนักตัวถ่วงประกอบ(Factor Loading) ของตัวแปรนั้นๆ ซึ่งในทฤษฎีการวิเคราะห์ตัวประกอบจะถือว่าตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักตัวถ่วงตัวประกอบสูงจะเป็นตัวแทนที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยนั้น

ชาติชาย อัศดรศักดิ์ (2536) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของงานและกะการทำงาน ซึ่งมีผลต่อระดับความล้าทางจิตใจของพนักงานในโรงงานผลิตเครื่องสุขภัณฑ์ในแผนกพ่นน้ำยาเคลือบ แผนกเตา และแผนกตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีของฟัซซีเซตพบว่า ลักษณะของงาน(แผนกงาน) กะการทำงาน และจำนวนผลผลิต เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความล้าของพนักงานในอัตราสูง ส่วนอายุ น้ำหนักตัว อุณหภูมิสภาพแวดล้อมในการ

ทำงาน ระยะเวลาพักผ่อนก่อนมาทำงานเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อพนักงานในระดับต่ำรองลงมาตามลำดับ ในการเปรียบเทียบความล้าทางด้านวัตถุวิสัยเทียบกับความล้าทางด้านจิตวิสัยแล้วพบว่าระดับความล้าทั้งสองมีความสัมพันธ์กันน้อยมากอาจเกิดจากผู้ทดสอบประเมินความล้าของตนเองในระดับที่สูงกว่าความเป็นจริงเพราะต้องการให้มีการปรับปรุงระยะเวลาการพักงาน

วิฑูรย์ สิมะโชคดี และ กฤษฎา ชัยกุล (2537) กล่าวถึงความเมื่อยล้าที่เกิดจากการทำงานอุตสาหกรรมว่าเป็นความเมื่อยล้าแบบเรื้อรัง เนื่องจากพนักงานต้องประสบกับสภาวะแวดล้อมที่มีความกดดันหรือความเค้นทุกวัน ความล้าชนิดนี้ไม่เพียงเกิดขึ้นในช่วงเวลางานเท่านั้น แต่ยังคงค้างอยู่นอกเหนือเวลางานได้อีกด้วย

สราวุธ สงวนเผ่า (2539) ได้ทำการสำรวจปัจจัยในการทำงานกับภาระกล้ามเนื้อหลังของพนักงานที่ทำหน้าที่ดูแลรถนอนของการรถไฟแห่งประเทศไทย โดยการวัดคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อหลังและใช้เทคนิค RULA เพื่อช่วยประเมินท่าทางของงานวิจัยพบว่า ท่าทางที่เหมาะสมระหว่างการทำงานไม่ควรมีค่า Grand Score เกินกว่า 4 นอกจากนั้นท่าทางการทำงานและสัดส่วนร่างกายของพนักงานยังมีส่วนสำคัญอย่างมากต่อการทำงาน

กัลยา วานิชย์บัญชา (2544) กล่าวถึงการลดจำนวนตัวแปร โดยการรวมตัวแปรหลายๆตัวให้อยู่ในปัจจัยเดียวกัน ปัจจัยที่ได้ถือว่าเป็นตัวแปรใหม่ที่สามารถหาข้อมูลของปัจจัยที่สร้างขึ้นได้เรียกว่า Factor score ซึ่งสามารถนำปัจจัยดังกล่าวไปเป็นตัวแปรในการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป เช่น การวิเคราะห์ความถดถอยและความสัมพันธ์ (Regression and Correlation Analysis) การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Anova) การทดสอบสมมุติฐาน เป็นต้น

สลักษณ์ กลั่นสุวรรณ (2542) ได้ทำการประเมินปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อความล้าของกรณีศึกษาโรงงานผลิตรีเลย์ พบว่าสามารถแบ่งปัจจัยออกได้เป็น 4 ปัจจัย คือลักษณะงาน ขนาดสัดส่วนร่างกาย อายุประสบการณ์ในการทำงาน และปริมาณผลผลิต จากการประเมินปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อความล้าด้วยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของฟัซซี่เซต พบว่าปัจจัยของลักษณะงานมีผลต่อความล้ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ปัจจัยของผลิต, ขนาดสัดส่วนร่างกาย และอายุ-ประสบการณ์ในการทำงานตามลำดับ.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รายละเอียดของโรงงานที่ทำการศึกษา

โรงงานที่ทำการศึกษาตั้งอยู่กิ่งอำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ โดยเริ่มเปิดดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 จนถึงปัจจุบัน และมีผลิตภัณฑ์ซึ่งผลิตออกจากโรงงานหลายชนิด ได้แก่ เนื้อไก่สดแช่แข็ง, ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อไก่ เป็นต้น

การออกแบบปรับปรุงวิธีการชำแหละไก่ถอดกระดูกโดยวิธีการทางการยศาสตร์ในครั้งนี้ จะมุ่งศึกษาในส่วนของงานผลิตเนื้อไก่ถอดกระดูก อันเป็นประเภทงานที่อยู่ในแผนกชิ้นส่วนไก่ ซึ่งเป็นแผนกที่มีพนักงานในแผนกประมาณ 1200 คน เป็นเพศหญิง ทำหน้าที่อยู่ในสายการผลิต (ภาคผนวก ก.)

สถานที่ทำงานของพนักงาน ได้ถูกจัดแยกไว้ตามผลิตภัณฑ์ โดยเป็นการทำงานบนสายพานลำเลียง (Belt conveyor) และราวชำแหละ (Overhead conveyor) ซึ่งจะเป็นการทำงานในห้องปรับอากาศซึ่งควบคุมอุณหภูมิไว้ ในส่วนของการกำหนดการทำงานทางโรงงาน ได้กำหนดให้มีวันทำงาน 6 วัน ใน 1 สัปดาห์ โดยมีพนักงานทำงานเพียงกะกลางวันเท่านั้น

กะกลางวัน :	เวลาทำงาน	: เริ่ม 7.30 - 16.30 น.
	เวลาทำงานล่วงเวลา	: ระหว่าง 16.30 – 19.30 น.
	เวลาพักเที่ยง	: ระหว่าง 12.45 – 13.45 น.

3.2 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างงานวิจัยนี้ กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานซึ่งทำงานในหน้าที่ชำแหละไก่ถอดกระดูก (BL) โดยมีขั้นตอนการคัดเลือกพนักงานแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอนในขั้นตอนแรกพนักงานจะได้รับแจกแบบสำรวจสุขภาพ (ภาคผนวก ข.) เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสุขภาพโดยๆทั่วไปของพนักงาน ว่ายังคงมีสุขภาพดีหรือมีอาการปวดเมื่อยบริเวณส่วนใดของร่างกายหรือไม่ หลังจากนั้นจึงสัมภาษณ์พนักงานเป็นรายบุคคลโดยใช้แบบสัมภาษณ์พนักงาน (ภาคผนวก ข.2) เพื่อหาค่าดัชนีความผิดปกติ (AI)

จากผลการสำรวจสุขภาพและสัมภาษณ์พนักงานพบว่ามีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ จึงได้คัดเลือกพนักงานซึ่งเป็นพนักงานเพศหญิง จำนวน 90 คน โดยแบ่งกลุ่มผู้ถูกทดสอบเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ กลุ่มของพนักงานซึ่งตอบแบบสำรวจสุขภาพและให้ข้อมูลว่าตัวเองยังคงสภาพดีไม่มีอาการผิดปกติหรือเจ็บปวดกับกล้ามเนื้อ หรือพนักงานที่มีสุขภาพแข็ง

แรงไม่เคยมีอาการบาดเจ็บหรือมีประวัติการบาดเจ็บในส่วนข้อมือมาก่อนเป็นระยะเวลา 6 เดือนย้อนหลังและได้รับการฝึกฝนการชำแหละไก่ถอดกระดูกมาเป็นอย่างดี จำนวน 10 คน โดยให้เป็นกลุ่มควบคุม

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ กลุ่มพนักงานที่มีอาการบาดเจ็บข้อมือ และมีค่าดัชนีความผิดปกติ (AI) แตกต่างกันออกไป จำนวน 80 คน โดยในกลุ่มจะประกอบไปด้วย 3 กลุ่มย่อยคือ

กลุ่มที่มีค่า AI น้อย	AI	$<$	2.00		
กลุ่มที่มีค่า AI ปานกลาง	2.00	$\leq$	AI	$<$	3.00
กลุ่มที่มีค่า AI มาก	3.00	$\leq$	AI	$\leq$	4.00

3.3 การกำหนดตัวแปรในงานวิจัย

โดยทั่วไปนั้นสาเหตุที่ทำให้เกิดความล้าของพนักงานมักจะมีความซับซ้อนและเกิดขึ้นได้จากหลายตัวแปร บางครั้งพบว่าความล้าที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากหลายตัวแปรหรือปัจจัยเสี่ยงรวมกัน ตัวแปรซึ่งได้มีการศึกษาไว้แล้วว่ามีผลกระทบต่อความล้า โดยเป็นการศึกษาในงานซึ่งมีสภาวะการทำงานคล้ายคลึงกันกับงานวิจัยนี้ได้แก่

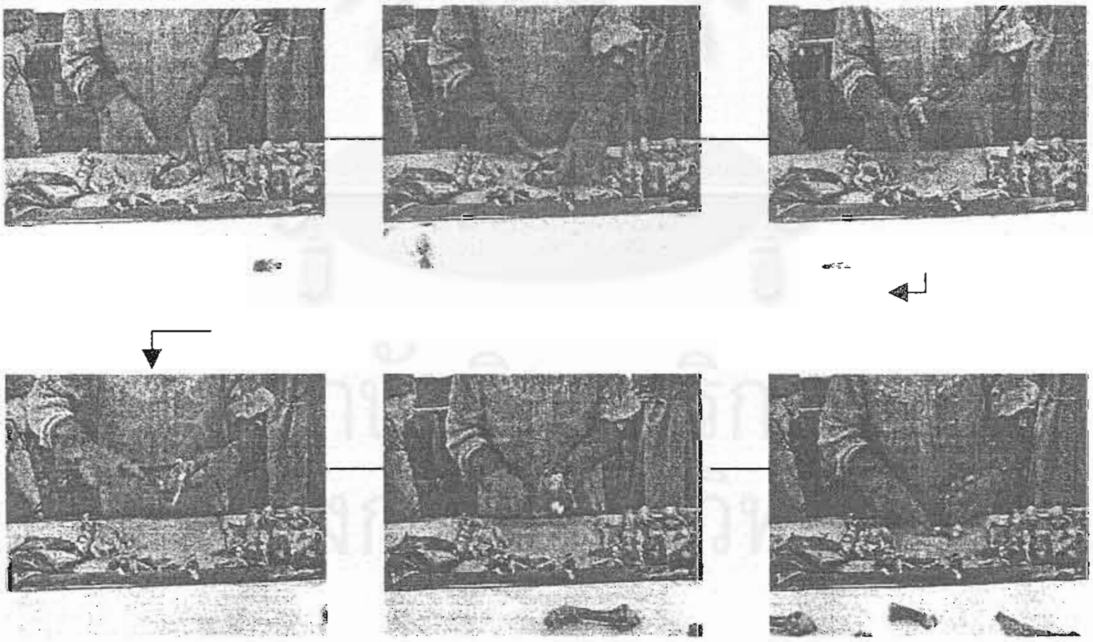
3.3.1 ท่าทางในการทำงาน

จากรายงานการวิจัยของ Mcatamney และNigel Corlett (1993) ซึ่งได้รวบรวมเกณฑ์การให้คะแนนท่าทางในการทำงานไว้ โดยคะแนนท่าทางในการทำงานที่มากหมายถึงพนักงานในตำแหน่งงานนั้น ๆ มีโอกาสที่จะปวดเมื่อย เกิดความล้าขึ้นจากการทำงานได้มาก จำเป็นต้องมีการตรวจสอบและแก้ไขงานในตำแหน่งนั้นๆ อย่างเร่งด่วนในการวิเคราะห์ของ Mcatamney และNigel Corlett พบว่าถึงแม้จะเป็นการทำงานในท่านั่งและเป็นงานเบา ๆ แต่หากต้องทำงานในท่านั่งนั้นซ้ำๆกันตลอดเวลาและมีถ้านั่งที่ผิด เช่น มีการก้มตัวของหลังมาก หลังก้มทำมุมกับแนวดิ่งมากกว่า 0 องศาและการทำงานที่ไม่มีอุปกรณ์ช่วยรองรับน้ำหนักของลำตัวในขณะนั่ง หรือการทำงานที่ไม่เปิดโอกาสให้มีการเปลี่ยนอริยาบท ท่าทางในการทำงานนั้นก็จะส่งผลกระทบต่อความล้าได้เช่นกัน

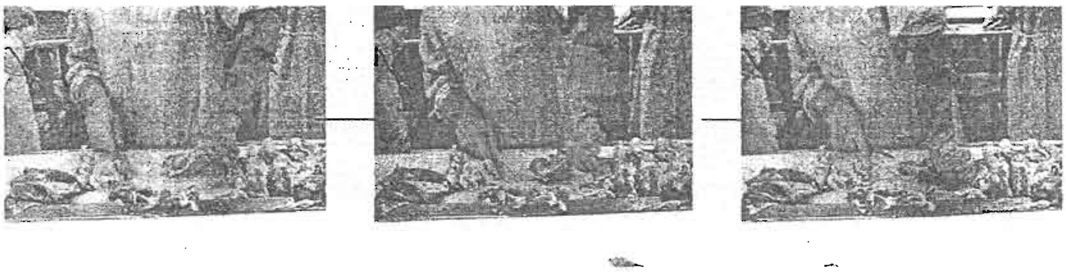
Armstrong (1986) จากรายงานการศึกษาในอุตสาหกรรมชำแหละเนื้อไก่ ในการวิเคราะห์การบันทึกสุขภาพของพนักงาน พบว่าโรคกล้ามเนื้อข้อมืออักเสบเป็นผลมาจากวิธีการทำงาน , ท่าทางการทำงานและแรงที่กระทำต่อการทำงานนั้น ๆ

วิธีการปฏิบัติงานสำหรับงานวิจัยนี้ จะดำเนินการระดมความคิด (Brain Storming) จากการประชุมประจำเดือนของแผนกชิ้นส่วนเพื่อเปรียบเทียบแก้ไขจากวิธีการแบบปัจจุบันซึ่งมีรูปแบบการทำงานดังนี้ คือ

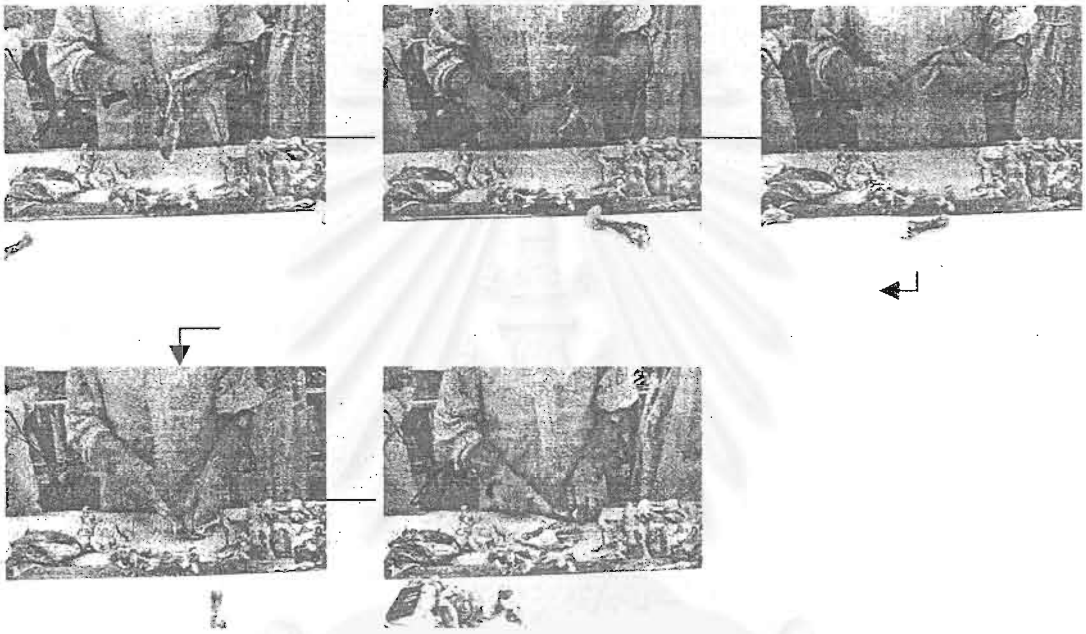
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการตัดแต่งเนื้อ



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเลาะกระดูกสะโพก



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการหักข้อ



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการเอากระดูกแข้งออกและตัดข้อ

3.3.2 ชนิดของงาน

Grandjean และ Baschera(1979) ได้ทำการศึกษาผลของความล้าที่เกิดจากทำงานซ้ำซาก ซึ่งมีความยากง่ายต่างกันใน 3 ระดับ พบว่าในงานที่มีความง่ายมากและงานที่มีความยากมากล้วนทำให้พนักงานเกิดความล้าขึ้นอย่างมากภายหลังเลิกงานได้เหมือนกัน ในขณะที่งานยากปานกลางเป็นงานที่ทำให้พนักงานเกิดความล้าได้น้อยที่สุด

3.3.3 จำนวนชั่วโมงพักผ่อน

มีงานวิจัยซึ่งได้ศึกษาถึงผลของระยะเวลาการพักผ่อนในระหว่างช่วงการทำงานว่า รูปแบบการพักผ่อนใดเป็นรูปแบบการพักผ่อนที่เหมาะสมที่สุดในการทำงานนั้นๆ นอกจากช่วงเวลาพักในระหว่างเวลางานซึ่งช่วยลดความล้าลงได้แล้ว การนอนพักผ่อน ถือว่าเป็นช่วงเวลาที่สำคัญที่สุดที่ช่วยลดความล้าที่เกิดขึ้นในระหว่างวันลง ดังเช่นในงานวิจัยของชาติชาย อัศดรศักดิ์ (2536) ซึ่งได้

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความล้าและระยะเวลาการนอนหลับ พบว่าจำนวนชั่วโมงพักผ่อนเป็นตัวแปรที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งที่ส่งผลอย่างมากต่อระดับความล้า ส่วนการศึกษาของ Walter Rohmert (1973) ได้กล่าวถึงความเครียด (strain) ซึ่งเป็นผลมาจากงานซ้ำซากว่าจะเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใดขึ้นกับตัวบุคคล ปริมาณงาน และระยะเวลาในการทำงานและความล้าจะลดลงได้ก็ด้วยอาศัยการหยุดพักผ่อน ซึ่งงานวิจัยทั้ง 2 ชนิดนี้ล้วนได้ผลสรุปไปในทิศทางเดียวกัน

3.3.4 จำนวนผลผลิตและระยะเวลาในการทำงานต่อรอบ

ในงานอุตสาหกรรมปัจจุบัน หลักการทำงานของพนักงานแต่ละตำแหน่งงานคือ การทำงานในระดับที่แบ่งงานออกเป็นส่วนย่อยๆมีระยะเวลาในการทำงานสั้น ส่วนหนึ่งเพื่อลดระยะเวลาในการเรียนรู้งานของพนักงาน และทำให้ง่ายต่อการควบคุมข้อผิดพลาด ดังนั้นในงานซ้ำซากซึ่งอาศัยแรงงานคนเป็นหลัก ระยะเวลาในการทำงานต่อรอบจึงมีค่าลดน้อยลง ในขณะที่จำนวนผลผลิตที่ได้ของพนักงานมีปริมาณที่คอนข้างสูง

Labour Research Department (1987) กล่าวว่า การทำงานซ้ำ ๆ ในรอบการทำงานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 นาทีตลอดการทำงานจะก่อให้เกิดการปวดเมื่อยและก่อให้เกิดผลผลิตที่ต่ำลงรวมไปถึงเกิดการเจ็บป่วยขึ้นได้

3.3.5 อายุงาน อายุในตำแหน่งงาน

อาการปวดเมื่อยและความล้าจากการทำงานบางครั้งมีสาเหตุมาจากการที่พนักงานขาดทักษะ ความชำนาญในการทำงาน เนื่องจากอายุงานที่ยังน้อย แต่ในบางครั้ง ถึงแม้ว่าอายุงานของพนักงานจะเพิ่มมากขึ้น แต่หากพนักงานมีการโยกย้ายเปลี่ยนตำแหน่งงานใหม่ แตกต่างไปจากงานที่ทำมาแต่เดิม ทำให้พนักงานต้องเรียนรู้งานเพิ่มขึ้น

3.3.6 อายุ ส่วนสูง น้ำหนักพนักงานและขนาดข้อมือ

นอกจากปัจจัยเสี่ยงภายนอกที่เกิดจากตัวงานแล้ว ยังมีปัจจัยเสี่ยงเกิดจากพนักงานอีกส่วนหนึ่ง เช่น อายุ เพศ ขนาดสัดส่วนร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Gunnar B.J. Anderson, 1981 อ้างจาก Kitti Intaranont, 1991) นอกจากนี้ Eastman Kodak Co., (1986) ยังได้อธิบายถึงรายละเอียดของปัจจัยเสี่ยงที่เกิดจากตัวพนักงาน เช่น ขนาดข้อมือ อายุของพนักงาน ซึ่งล้วนมีผลต่อการทำงานซ้ำซากในโรงงานอุตสาหกรรมทั้งสิ้น

3.3.7 สภาพแวดล้อมจากการทำงาน อุณหภูมิ การสั่นสะเทือน

Armstrong (1986) รายงานถึงปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บสะสมของ upper extremity จากการทำงานนั้น นอกจากความซ้ำซากของรอบการทำงาน แรงที่กระทำและท่าทาง

ในการทำงานแล้ว อุณหภูมิที่ต่ำและสภาวะการสั่นสะเทือนของบริเวณทำงานยังเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญด้วยเช่นกัน

3.3.8 วิธีกำหนดความเร็วในการทำงาน

โดยทั่วไปวิธีกำหนดความเร็วในการทำงานแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ในแบบแรกพนักงานเป็นผู้กำหนดความเร็วในการทำงานด้วยตนเอง (Self Pace) ส่วนอีกแบบหนึ่งความเร็วในการทำงานของพนักงานจะถูกกำหนดโดยเครื่องจักรหรือตำแหน่งงานที่อยู่ก่อนหน้า (Force Pace) ทำให้ต้องปรับความเร็วในการทำงานให้ทันกับงานของเครื่องจักรที่ปล่อยเข้ามา

Rahman (1986) กล่าวถึงการทำงานซ้ำซากซึ่งผู้ปฏิบัติงานสามารถกำหนดความเร็วของการทำงานได้เอง (Self - Pace Repetitive Work) จะทำให้ปัญหาด้านสุขภาพของพนักงานทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันถึง 47% โดยพนักงานที่ทำงานได้มากต้องอาศัยความพยายามในการทำงานมากกว่า ดังนั้นผลผลิตที่ได้มากจึงหมายถึงภาระความเค้นและความเครียดของพนักงานที่เพิ่มขึ้นด้วย

เมื่อความเร็วในการทำงานต่อรอบมีค่าสั้นมาก และเป็นงานชนิด Force Pace พนักงานไม่มีโอกาสได้หยุดพักคลายกล้ามเนื้อในระหว่างรอบการทำงาน ดังนั้นความล้าที่เกิดขึ้นระหว่างวิธีกำหนดการทำงานทั้ง 2 แบบนี้จึงเป็นสิ่งที่ควรให้ความสนใจศึกษาเพื่อปรับปรุงรูปแบบวิธีการทำงานด้วยเช่นกัน

จากเหตุผลและความสำคัญของตัวแปรซึ่งมีผลต่อความล้าดังที่อธิบายไว้ข้างต้น ดังนั้นจึงได้กำหนดตัวแปรที่สนใจศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ

ปัจจัยเสี่ยงที่เกิดจากงานและสถานที่ทำงาน (Job and Workplace Factors)

- ท่าทางในการทำงาน มุมการเคลื่อนไหว
- จำนวนผลผลิต
- วิธีกำหนดความเร็วในการทำงาน
- ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละรอบงาน
- ชนิดของงาน
- อุณหภูมิ
- แรงกระทำ ขนาดวัตถุดิบ

ปัจจัยเสี่ยงที่เกิดจากพนักงาน (Individual Factors)

- อายุพนักงาน
- ขนาดข้อมือ
- ส่วนสูง

- จำนวนชั่วโมงที่นอนหลับก่อนมาทำงาน

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.4.1 เครื่องวัดพิสัยการเคลื่อนไหวในการทำงาน (Goniometer)

3.4.2 เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ(Electromyography: EMG)

3.4.3 เครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือ (Grip Strength)

3.4.4 ใบรายงานผลผลิตและใบบันทึกคุณภาพของการทำงาน

3.4.5 กล้องบันทึกภาพ

3.4.6 นาฬิกาจับเวลา

3.5 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

ระยะฝึกหัดการใช้เครื่องมือ

1.กำหนดจำนวนรอบของการฝึกหัดใช้เครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือ วันละ 2 รอบคือช่วงก่อนเริ่มงานและหลังปฏิบัติงาน โดยวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือข้างซ้าย โดยกำหนดให้ 3 ครั้งต่อรอบ

ระยะดำเนินการวิจัย

1.ทำการติดตั้งเครื่องมือ เพื่อวัดค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Extensor carpi ulnaris และวัดพิสัยการเคลื่อนไหว เพื่อวัดการเคลื่อนไหวในพิสัยของการงอเข้า (Flexion) การเหยียดออก (Extension) การกางออก (Radial deviation) การหุบเข้า (Ulnar deviation) โดยกำหนดให้บันทึกการปฏิบัติงานวิธีการทำงานแบบเดิมเป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นทำการพักเป็นเวลา 15 นาที และทำการบันทึกวิธีการทำงานแบบที่ปรับปรุงแล้วเป็นเวลาอีก 15 นาทีเช่นกัน โดยติดอิเล็คโทรดอุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG.) ตลอดเวลาทำงานและพักของพนักงาน

2.สังเกตและรวบรวมข้อมูลตัวแปรต่างๆซึ่งมีผลต่อความล้าของพนักงาน อันได้แก่ จำนวนผลผลิต อุณหภูมิห้อง ระยะเวลาที่ใช้ต่อรอบงาน ความเร็ว (pace) ในการทำงาน

3.บันทึกท่าทางในการทำงานของพนักงานผู้ถูกทดสอบโดยใช้กล้องบันทึกภาพวิดีโอและใช้เทคนิค RULA เพื่อประเมินท่าทางการทำงานจากสภาพการทำงานจริง(หลักเกณฑ์และขั้นตอนในการบันทึกท่าทางแสดงไว้ในภาคผนวก จ.)

4.สอบถามพนักงานเพื่อเก็บข้อมูลในส่วนของจำนวนชั่วโมงของการนอนพักผ่อน , อายุ , อายุงานในตำแหน่ง , อาการการเจ็บป่วยที่มีอยู่เดิมของพนักงาน

5.ทำการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือ โดยวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือ ก่อนปฏิบัติงานวิธีปัจจุบัน และหลังจากเสร็จวิธีการทำงานแบบปัจจุบันทันที โดยทำการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือเป็นจำนวน 3 ครั้ง ในส่วนของวิธีการทำงานในแบบที่ปรับ

ปรุงแล้ว ก็จะทำการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือเช่นเดียวกับวิธีการทำงานแบบปัจจุบันเช่นกัน

3.6 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสามารถทำได้โดยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลตัวแปรต่างๆ ที่บันทึกไว้ โดยในส่วนของข้อมูลท่าทางการทำงานของพนักงานจะใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบ RULA (Mcatamney และ Nigel Corlett ,1993) โดยเลือกคะแนนที่มีค่าความถี่สูงสุดในแต่ละส่วนของร่างกายเพื่อเป็นตัวแทนคะแนนร่างกายในส่วนนั้นๆ เนื่องจากคะแนนที่มีความถี่สูงสุดจะแสดงถึงท่าทางของพนักงานที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุดในการทำงาน

หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวแปรต่างๆ แล้ว จะนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ในการจัดกลุ่มตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกันเข้าไว้ด้วยกันด้วยวิธีวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) เพื่อลดจำนวนของตัวแปรลงและเรียกกลุ่มตัวแปรแต่ละกลุ่มที่ได้จากการวิเคราะห์นี้ว่าเป็นปัจจัยหนึ่งๆ

เมื่อได้กลุ่มตัวแปรที่เป็นปัจจัยใหม่จากการวิเคราะห์ปัจจัยแล้ว จะนำปัจจัยนั้นมาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ กับผลค่าเฉลี่ยจำนวนเท่าของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเทียบกับเวลาพักและค่าเฉลี่ยขนาดมุมสูงสุดของการเคลื่อนไหว แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกันเพื่อสร้างเป็นเมตริกซ์ขนาด n x n โดยขนาดของเมตริกซ์จะเท่ากับผลรวมของจำนวนปัจจัยทั้งหมดที่นำมาวิเคราะห์ จากนั้นจึงประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟัซซี่เซต (Fuzzy Set Theory) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยเพื่อจัดลำดับความสำคัญของตัวแปรอิสระ(สมาชิกในเซต)ที่ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม

ฟัซซี่เซต คือ เซตที่มีขอบเขตของเซตกว้างขวาง คลุมเครือ สมาชิกของฟัซซี่เซตไม่จำเป็นต้องมีค่าความเป็นสมาชิก (Membership) เพียงแค่ "เป็นสมาชิก" หรือ" ไม่เป็นสมาชิก" หรือคือ "1 หรือ 0" เท่านั้น ซึ่งต่างกับเซตธรรมดาที่เป็นเซตดั้งเดิม (Classical Set หรือ Crisp set) โดยเป็นการขยายความคิดของเซตแบบธรรมดา เพื่อให้สามารถจัดการกับความไม่แน่นอนของระดับความเป็นสมาชิกในสิ่งที่เราสนใจได้ ดังนั้นค่าความเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซตสามารถมีค่าระหว่างกลางของ "เป็นสมาชิก" และ" ไม่เป็นสมาชิก" นั่นคือสามารถมีความเป็นสมาชิกมากหรือน้อยได้ โดยฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกของเซตธรรมดาและฟัซซี่เซตแสดงได้ดังสมการ 3.1 และ 3.2

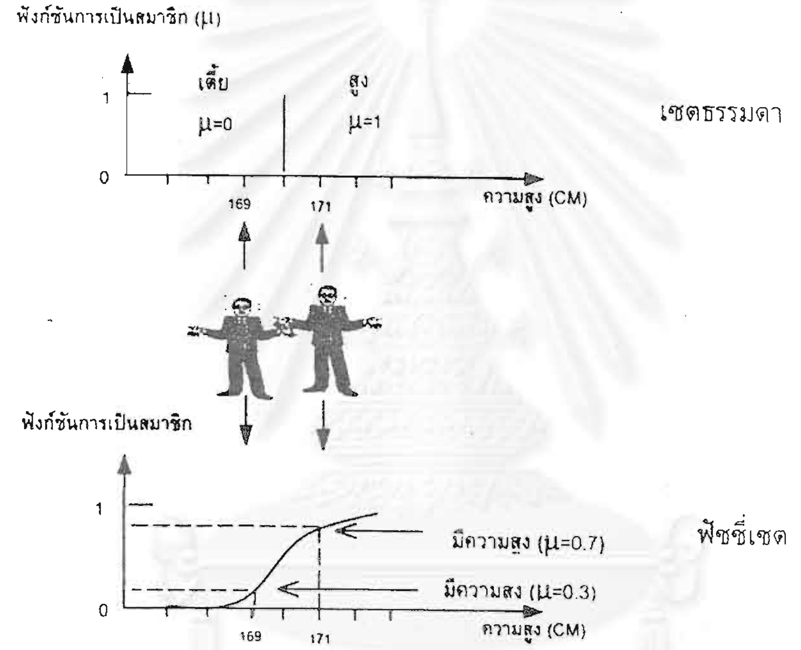
เซตธรรมดา

$$X_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases} \qquad \text{.......... 3.1}$$

เซตฟัซซี่

$$\mu_A(x) \in [\,0,1\,] \qquad \text{.......... 3.2}$$

ลักษณะตัวอย่างของเซตธรรมดาที่ไม่เป็นธรรมชาติ เช่น การจัดกลุ่มคนสูง ถ้ากำหนดความสูงที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งคือ 170 Cm.เป็นเกณฑ์ โดยคนที่มีความสูง 169 Cm.ไม่จัดว่าเป็นคน" สูง" ในขณะที่คนที่มีความสูง 170.5 Cm. จัดว่า "สูง" ทั้งที่มีความสูงมากกว่าคนแรกเพียง 1.5 Cm. และในขณะเดียวกันถ้าคนที่มีความสูง 198 Cm. กลับจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับคนที่สูง 170.5 Cm.ทั้งที่มีความสูงแตกต่างกันมาก ความไม่เป็นธรรมชาติที่กล่าวมานี้แล้วเกิดขึ้นเพราะคุณสมบัติที่พยายามสร้างเซตขึ้นมาและอาจเกิดขึ้นกับอีกหลายคุณสมบัติได้ เช่นความเร็ว - ช้า ความร้อน - เย็น เป็นต้น ดังนั้นจึงมีการนำฟัซซีเซตมาแทนค่าของตัวแปรทางภาษา ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีค่าเป็นภาษาที่มนุษย์ใช้โดยแนวความคิดเรื่องของตัวแปรทางภาษานี้ถูกนำมาใช้ในปัญหาที่ยากต่อการจำกัดค่าของตัวแปรหนึ่งๆด้วยค่าที่แน่นอนเพียงค่าเดียว



รูปที่ 3.5 แสดงระดับความเป็นสมาชิกของเซตธรรมดาและฟัซซี่เซต

จากรูป 3.5 สามารถอธิบายในการแบ่งกลุ่มของคนตามความสูงโดยใช้ฟัซซี่เซต แสดงค่าฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกความสูงที่มากหรือน้อยกว่าจะมีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.3 ในขณะที่คนที่สูงกว่าจะมีค่าความเป็นสมาชิกที่มากกว่าคือ 0.7 แทนรูปแบบเซตแบบเดิมที่มีการแบ่งกลุ่มตามความสูงเพียงมีแค่เตี้ยหรือสูงนั่นคือ มีค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิก (μ) แค่ 0 หรือ 1 เท่านั้น

เมื่อทำการวิเคราะห์โดยฟัซซี่เซตทำให้ทราบถึงลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานแล้ว จะดำเนินการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการปรับปรุงงานการชำแหละไก่ถอดกระดูกในเชิงอื่นๆ เช่น เชิงปริมาณการผลิต เชิงคุณภาพของสินค้า ความล้าสะสมของกล้ามเนื้อมือ ขนาดมุมของการเคลื่อนไหวของข้อมือ และการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่อ้างอิงจากงานวิจัย เป็นต้น

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการวิเคราะห์ออกแบบขั้นตอนการทำงาน

งานวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการศึกษา เพื่อปรับปรุงวิธีการชำแหละไก่ถอดกระดูก โดยได้พิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อระดับความล้าของพนักงานทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน ซึ่งวิธีการทำงานก็เป็นตัวแปรหนึ่งที่มีความแตกต่างกันออกไปเนื่องจากความแตกต่างกันของขั้นตอนการทำงานของวิธีการนั้นๆ

จากการปฏิบัติงานชำแหละไก่ถอดกระดูก นั้นพบว่าในแบบสัมภาษณ์พนักงานที่ปฏิบัติงานชำแหละไก่ถอดกระดูกนั้นพนักงาน ระบุขั้นตอนที่ 3 คือขั้นตอนการหักข้อขาเป็นขั้นตอนที่มีความล้าและเสี่ยงต่อการเจ็บปวดของข้อมือมากที่สุด โดยพิจารณาคะแนนเฉลี่ยที่ 7 ถึง 9 คะแนน (ตามภาคผนวก ค.) ถึง 80%ของพนักงานทั้งหมด ดังนั้นจึงควรต้องพิจารณาปรับปรุงวิธีการทำงานใหม่ ประกอบกับจากการดำเนินงานการเก็บข้อมูลวิธีการทำงานก่อนการปรับปรุงในจำนวนเบื้องต้น 10 คน โดยให้ผลของข้อมูลในเชิงขนาดมุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวและค่าจำนวนเท่าของคลื่นไฟฟ้าเทียบกับเวลาพักในแต่ละขั้นตอนการทำงานชำแหละไก่ถอดกระดูกดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลของวิธีทำงานแบบปัจจุบัน

ขั้นตอน	ค่าจำนวนเท่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ	ขนาดมุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหว	
		Flexion/Extension	Radial/Ulnar deviation
1.การตัดแต่งเนื้อ	1.40	Extension 10 องศา Flexion 15 องศา	Radial 5 องศา Ulnar 10 องศา
2.การตัดกระดูกแข้งกับกระดูกสะโพก	4.16	Extension 17 องศา Flexion 45 องศา	Radial 6 องศา Ulnar 15 องศา
3.การหักข้อกระดูกแข้ง	9.08	Flexion 15 องศา Extension 25 องศา	Radial 4 องศา Ulnar 34 องศา
4.การตัดข้อและแต่งเนื้อ	2.44	Extension 48 องศา Flexion 10 องศา	Radial 7 องศา Ulnar 18 องศา

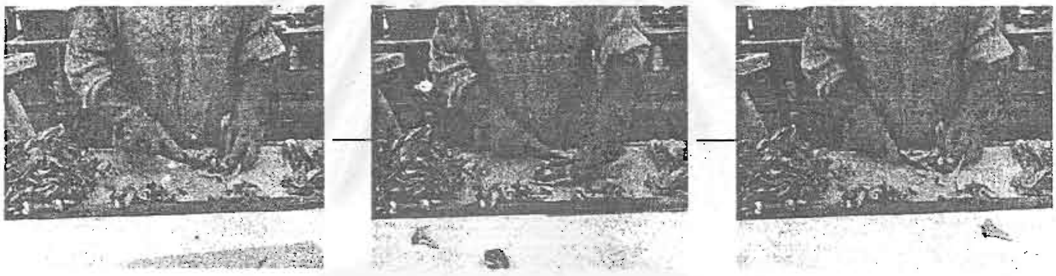
พบว่าขั้นตอนหักข้อกระดูกแข้งมีมุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวแบบ Ulnar deviation ที่ 34 องศา และมีค่าจำนวนเท่าของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเทียบกับเวลาพัก มีสูงถึง 9.08 เท่า ซึ่งมากกว่าขั้นตอนอื่นๆ และเนื่องจากแรงที่เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงานในขั้นตอนหักข้อกระดูกแข้งนั้นมีค่า

สูง ในขณะที่มุมของข้อมือในการเคลื่อนไหวมีค่ามากด้วยเช่นกัน ซึ่งสามารถเป็นเหตุทำให้เกิดการบาดเจ็บจากการปฏิบัติงานได้ (Katharyn และ Daniel, 1997) ดังนั้นจึงพิจารณาออกแบบขั้นตอนการชำแหละไก่ถอดกระดูกใหม่ โดยลดขั้นตอนการหักข้อกระดูกแข้งออก แล้วดำเนินการประชุมเพื่อระดมความคิด (Brain Storming) เพื่อพิจารณาหาวิธีการทำงานทดแทนต่อไป

จากผลการวิเคราะห์งาน พบว่างานทั้งก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงยังเป็นงานซ้ำซาก (Repetitive work)ที่มีความเร็วต่อรอบการทำงานสูง ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการทำงานหลังการปรับปรุงงานอธิบายได้ดังนี้

วิธีชำแหละไก่ถอดกระดูกวิธีที่ปรับปรุง

1. พนักงานใช้มีดตัดแต่งเนื้อ ตามขอบเนื้อขา
2. ตัดเอ็นข้อต่อระหว่างกระดูกแข้งกับกระดูกสะโพกให้แยกออกจากกันและหักแยกระหว่างกระดูกแข้งกับกระดูกสะโพกออกแล้วใช้มีดกรีดเลาะกระดูกสะโพกออก
3. ใช้มีดเลาะกระดูกแข้งออกและตัดเอ็นขาวออกจากเนื้อ BL แล้วใช้มือดึงออกจากกัน



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการตัดแต่งเนื้อ

รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการเลาะกระดูกสะโพก

สูง ในขณะที่มุมของข้อมือในการเคลื่อนไหวมีค่ามากด้วยเช่นกัน ซึ่งสามารถเป็นเหตุทำให้เกิดการบาดเจ็บจากการปฏิบัติงานได้ (Katharyn และ Daniel, 1997) ดังนั้นจึงพิจารณาออกแบบขั้นตอนการชำแหละไก่ถอดกระดูกใหม่ โดยลดขั้นตอนการหักข้อกระดูกแข้งออก แล้วดำเนินการประชุมเพื่อระดมความคิด (Brain Storming) เพื่อพิจารณาหาวิธีการทำงานทดแทนต่อไป

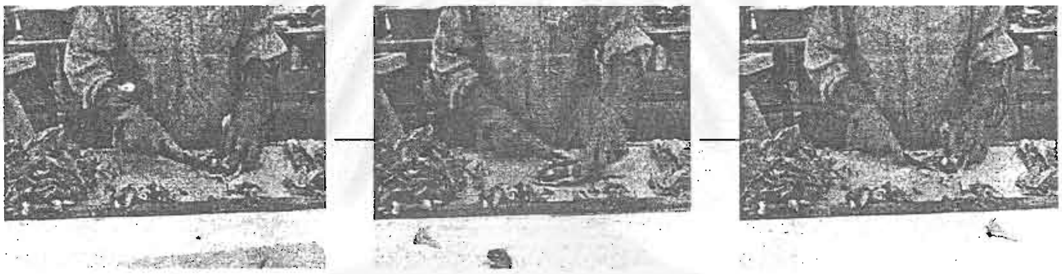
จากผลการวิเคราะห์งาน พบว่างานทั้งก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงยังเป็นงานซ้ำซาก (Repetitive work)ที่มีความเร็วต่อรอบการทำงานสูง ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการทำงานหลังการปรับปรุงงานอธิบายได้ดังนี้

วิธีชำแหละไก่ถอดกระดูกวิธีที่ปรับปรุง

1. พนักงานใช้มีดตัดแต่งเนื้อ ตามขอบเนื้อขา

2.ตัดเอ็นข้อต่อระหว่างกระดูกแข้งกับกระดูกสะโพกให้แยกออกจากกันและหักแยกระหว่างกระดูกแข้งกับกระดูกสะโพกออกแล้วใช้มีดกรีดเลาะกระดูกสะโพกออก

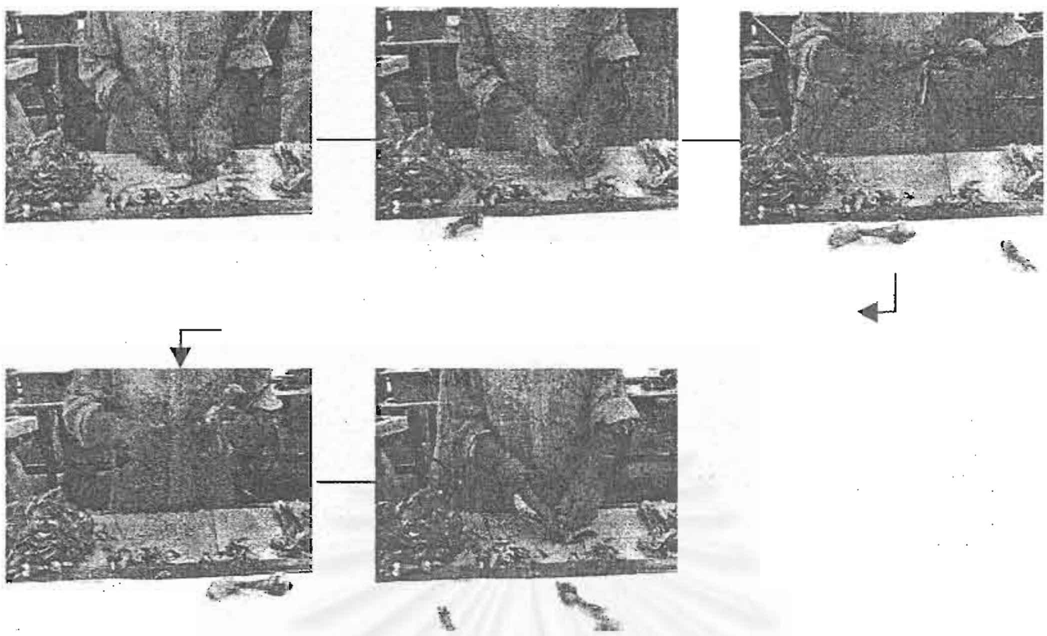
3.ใช้มีดเลาะกระดูกแข้งออกและตัดเอ็นขาวออกจากเนื้อ BL แล้วใช้มือดึงออกจากกัน



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการตัดแต่งเนื้อ

รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการเลาะกระดูกสะโพก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการเลาะกระดูกแข้งออก

4.2 ผลการจัดกลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

เนื่องจากเมื่อพิจารณาข้อมูลตัวแปรต่างๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานซ้ำซากแล้ว พบว่ามีจำนวนตัวแปรอยู่เป็นจำนวนมาก บางตัวแปรยังมีความสัมพันธ์กัน จึงควรที่จะได้มีการจัดกลุ่มตัวแปรเหล่านั้นเข้าไว้ด้วยกันและเพื่อเป็นการลดจำนวนตัวแปรในการวิเคราะห์ข้อมูลลงอีกทางหนึ่ง ดังนั้นจึงได้นำเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัยมาใช้ในการจัดกลุ่มตัวแปร โดยยึดหลักที่ว่าตัวแปรหรือข้อมูลเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กัน เพราะตัวแปรเหล่านั้นมีปัจจัยร่วมกัน (อุทุมพร ทองอุทัย ,2524)

ตัวแปรที่นำมาจัดกลุ่มครั้งนี้มีทั้งหมดทั้งสิ้น 13 ตัวแปร แบ่งออกตามลักษณะของตัวแปรเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง 1 ตัวแปรคือ

1.อาการป่วยของผู้ถูกทดสอบ

ในส่วนของตัวแปรแบบต่อเนื่อง มีจำนวนทั้งสิ้น 12 ตัวแปร ได้แก่

1.คะแนนท่าทางในการทำงาน

2.จำนวนผลผลิต

3.ระยะเวลาในการทำงานต่อรอบ

4.จำนวนชั่วโมงนอนพักผ่อน

5.อายุของผู้ถูกทดสอบ

6.อายุงานในตำแหน่ง

7.น้ำหนัก

8.ส่วนสูง

9.ขนาดข้อมือ

10.ขนาดวัตถุดิบ

11.ความเร็วในการทำงาน

12.อุณหภูมิห้อง

จากผลการจัดกลุ่มตัวแปรโดยวิธีวิเคราะห์ปัจจัยพบว่าเมื่อเพิ่มจำนวนปัจจัยมากขึ้นเท่าใด ความแปรปรวนของข้อมูลที่อธิบายได้ด้วยปัจจัยจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น จนถึงระดับที่ปัจจัยเท่ากับจำนวนตัวแปร แต่ในที่นี้จำนวนปัจจัยที่เหมาะสมคือ 4 ปัจจัย ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ที่ 63.51% (ภาคผนวก ช.) และรายละเอียดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับปัจจัยใดๆแสดงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการจัดกลุ่มตัวแปรในงานซ้ำซาก

ปัจจัยที่1	ปัจจัยที่ 2	ปัจจัยที่ 3	ปัจจัยที่ 4
ผลผลิต	อายุ	ความสูง	สุขภาพ
ขนาดวัตถุดิบ	อายุงาน	คะแนน Rula	อุณหภูมิ
รอบการผลิต		น้ำหนัก	
ความเร็ว(pace)		ขนาดข้อมือ	
ชม.การพักผ่อน			

เมื่อพิจารณาตัวแปรในงานวิจัย สามารถจัดกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเหล่านี้ได้เป็น 4 ปัจจัย ดังต่อไปนี้

1.ปัจจัยในด้านผลผลิต ประกอบไปด้วย ผลผลิต ขนาดวัตถุดิบ รอบการผลิต ความเร็ว ชม.การนอนพักผ่อน

2.ปัจจัยในด้านอายุ – ประสบการณ์การทำงาน ประกอบไปด้วย อายุ อายุงาน

3.ปัจจัยในด้านขนาดสัดส่วนร่างกาย ประกอบไปด้วย คะแนน Rula ความสูง น้ำหนัก และขนาดข้อมือ

4.ปัจจัยทางด้านสุขภาพ-อุณหภูมิ ประกอบไปด้วย อุณหภูมิห้อง สุขภาพพนักงาน

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการทำงานกับค่ามุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวและค่าเฉลี่ยจำนวนเท่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเทียบกับเวลาพัก

ปัจจัยการทำงานในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความสนใจถึงวิธีการทำงานโดยพิจารณาท่าทางการทำงานโดยใช้คะแนนของข้อมือ(Wrist Score) จากเทคนิค Rula (McAtamney and Corlett, 1993) , กลุ่มปัจจัยปริมาณผลผลิต , กลุ่มปัจจัยขนาดสัดส่วนร่างกาย , กลุ่มปัจจัยอายุประสบการณ์ , กลุ่มปัจจัยสุขภาพ-อุณหภูมิห้อง พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญ โดยสมการมีค่า R-Square เท่ากับ 0.624 0.681 และ 0.502 ตามลำดับ(ภาคผนวก ซ.) และสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$Y_{Flexion} = 29.43 + 5.83X_1 + 0.053X_2 - 0.0389X_3 - 0.0115X_4 - 0.427X_5 \quad (4.1)$$

$$Y_{Radial} = 27.27 + 3.019X_1 + 0.114X_2 + 0.041X_3 - 0.068X_4 - 0.131X_5 \quad (4.2)$$

$$Y_{EMG} = -16.912 + 3.311X_1 + 0.125X_2 + 0.107X_3 + 0.058X_4 - 1.37X_5 \quad (4.3)$$

เมื่อ $Y_{Flexion}$ = ขนาดมุมเฉลี่ยสูงสุดการเคลื่อนไหวแบบ Flexion/รอบการทำงาน

Y_{Radial} = ขนาดมุมเฉลี่ยสูงสุดการเคลื่อนไหวแบบ Radial /รอบการทำงาน

Y_{EMG} = ค่าเฉลี่ยจำนวนเท่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเทียบกับขณะเวลาพัก

X_1 = ค่าคะแนน Rula (Wrist Score) วิธีการทำงานแบบปัจจุบัน

X_2 = ปัจจัยทางด้านผลผลิต

X_3 = ปัจจัยในด้านขนาดสัดส่วนร่างกาย

X_4 = ปัจจัยในด้านอายุ-ประสบการณ์

X_5 = ปัจจัยด้านสุขภาพ-อุณหภูมิ

ผลการวิจัยพบว่าค่า R-Square ที่ได้มีค่าไม่สูงนักเพียง 50 - 68 % ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปัจจัยการทำงานอื่นที่ไม่สามารถอธิบายในเชิงรูปธรรมได้ หรืออาจเกิดจากความแปรปรวนของตัวผู้ถูกทดลองเองและมีผลกระทบต่อค่าเฉลี่ยมุมสูงสุดของการเคลื่อนไหว รวมถึงค่าเฉลี่ยจำนวนเท่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเทียบขณะเวลาพัก ซึ่งทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการประเมินผลแต่อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้เข้าไปศึกษาสภาพการทำงานที่จำนวนตัวอย่างถึง 90 คน และพบว่าปัจจัยสำคัญที่เป็นผลโดยตรงต่อค่าเฉลี่ยมุมสูงสุดของการเคลื่อนไหวและค่าเฉลี่ยจำนวนเท่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อคือปัจจัยทั้ง 4 กลุ่มดังกล่าวซึ่งสามารถใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) (ภาคผนวก ซ.)

4.4 การเปรียบเทียบระหว่างวิธีการทำงานแบบปัจจุบันและปัจจัยต่างๆ โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟัซซีเซต

เพื่อเป็นการเปรียบเทียบความสำคัญของลักษณะงานโดยการเปรียบเทียบวิธีการทำงานแบบปัจจุบันกับปัจจัยอื่นที่มีผลกระทบต่อความล้าของพนักงานได้แก่ ปัจจัยด้านของผลผลิต ปัจจัยทางด้านอายุ-ประสบการณ์ทำงาน และปัจจัยทางด้านขนาดสัดส่วนทางร่างกาย รวมถึงปัจจัยทางด้านสุขภาพ - อุณหภูมิ (Wang และคณะ, 1986) มีวิธีการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้คือ

1. คำนวณความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัย เพื่อดูผลกระทบปัจจัยต่อตัวแปรตาม(Dependent variable) แต่ละตัว ซึ่งความสัมพันธ์แสดงในสมการที่ 4.1 4.2 และ 4.3 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติคำนวณ
2. นำค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละปัจจัยซึ่งคำนวณค่าทางสถิติจากการวิเคราะห์ Linear regression มาสร้างเมตริกซ์ ความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัย ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากข้อ 1 ซึ่งจะได้จำนวนแถว(row) และคอลัมน์(column) เท่ากับจำนวนปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาปัจจัยจำนวน 5 ปัจจัย ดังนั้นจะได้เมตริกซ์ความสัมพันธ์แบบ 5 แถว 5 คอลัมน์
3. คำนวณค่าระดับความเป็นสมาชิก(Grades of membership) ของปัจจัยที่ต้องการ
4. นำค่าระดับความเป็นสมาชิกที่ได้มาจากตัวแปรตามทั้งหมดมารวมกันโดยวิธีการฟัซซีเซต ก็จะได้ว่า แต่ละปัจจัยมีผลต่อระดับการเพิ่มขนาดมุมการเคลื่อนไหวและจำนวนเท่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ปฏิบัติงานด้วยอัตราส่วนเท่าใดบ้าง จากวิธีการดังกล่าวจะได้ดังนี้

โดยที่ A1 = มุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวของข้อมือแบบ Flexion/รอบงาน

A2 = มุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวข้อมือแบบ Radial /รอบงาน

A3 = ค่าเฉลี่ยจำนวนเท่าของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเทียบขณะพัก

M_1 = ค่าคะแนน Rula (Wrist Score) วิธีการทำงานแบบปัจจุบัน

P = ปัจจัยด้านทางด้านผลผลิต

B = ปัจจัยในด้านขนาดสัดส่วนร่างกาย

Age = ปัจจัยในด้านอายุ - ประสบการณ์

H = ปัจจัยในด้านสุขภาพ-อุณหภูมิ

$$A1 := \begin{bmatrix} \frac{5.831}{5.831} & \frac{5.831}{0.053} & \frac{5.831}{0.038} & \frac{5.831}{0.011} & \frac{5.831}{0.427} \\ \frac{0.053}{5.83} & \frac{0.053}{0.053} & \frac{0.053}{0.038} & \frac{0.053}{0.011} & \frac{0.053}{0.427} \\ \frac{0.038}{5.83} & \frac{0.038}{0.053} & \frac{0.038}{0.038} & \frac{0.038}{0.011} & \frac{0.038}{0.427} \\ \frac{0.011}{5.83} & \frac{0.011}{0.053} & \frac{0.011}{0.038} & \frac{0.011}{0.011} & \frac{0.011}{0.427} \\ \frac{0.427}{5.83} & \frac{0.427}{0.053} & \frac{0.427}{0.038} & \frac{0.427}{0.011} & \frac{0.427}{0.427} \end{bmatrix}$$

$$\text{eigenvals}(A1) = \begin{bmatrix} 0 \\ 5 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \qquad \text{eigenvec}(A1, 5) = \begin{bmatrix} 0.997 \\ 9.066 \cdot 10^{-3} \\ 6.5 \cdot 10^{-3} \\ 1.882 \cdot 10^{-3} \\ 0.073 \end{bmatrix}$$

$$A2 := \begin{bmatrix} \frac{3.019}{3.019} & \frac{3.019}{0.114} & \frac{3.019}{0.041} & \frac{3.019}{0.068} & \frac{3.019}{0.131} \\ \frac{0.114}{3.019} & \frac{0.114}{0.114} & \frac{0.114}{0.041} & \frac{0.114}{0.068} & \frac{0.114}{0.131} \\ \frac{0.041}{3.019} & \frac{0.041}{0.114} & \frac{0.041}{0.041} & \frac{0.041}{0.068} & \frac{0.041}{0.131} \\ \frac{0.068}{3.019} & \frac{0.068}{0.114} & \frac{0.068}{0.041} & \frac{0.068}{0.068} & \frac{0.068}{0.131} \\ \frac{0.131}{3.019} & \frac{0.131}{0.114} & \frac{0.131}{0.041} & \frac{0.131}{0.068} & \frac{0.131}{0.131} \end{bmatrix}$$

$$\text{eigenvals}(A2) = \begin{bmatrix} 0 \\ 5 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \qquad \text{eigenvec}(A2, 5) = \begin{bmatrix} 0.998 \\ 0.038 \\ 0.014 \\ 0.022 \\ 0.043 \end{bmatrix}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$A3 := \begin{bmatrix} \frac{3.311}{3.311} & \frac{3.311}{0.125} & \frac{3.311}{0.107} & \frac{3.311}{0.058} & \frac{3.311}{1.37} \\ \frac{0.125}{3.311} & \frac{0.125}{0.125} & \frac{0.125}{0.107} & \frac{0.125}{0.058} & \frac{0.125}{1.37} \\ \frac{0.107}{3.311} & \frac{0.107}{0.125} & \frac{0.107}{0.107} & \frac{0.107}{0.058} & \frac{0.107}{1.37} \\ \frac{0.058}{3.311} & \frac{0.058}{0.125} & \frac{0.058}{0.107} & \frac{0.058}{0.058} & \frac{0.058}{1.37} \\ \frac{1.37}{3.311} & \frac{1.37}{0.125} & \frac{1.37}{0.107} & \frac{1.37}{0.058} & \frac{1.37}{1.37} \end{bmatrix}$$

$$\text{eigenvals}(A3) = \begin{bmatrix} 0 \\ 5 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \qquad \text{eigenvec}(A3, 5) = \begin{bmatrix} 0.923 \\ 0.035 \\ 0.03 \\ 0.016 \\ 0.382 \end{bmatrix}$$

จากเมตริกซ์ข้างต้น จะได้ค่าระดับความเป็นสมาชิกของงานและปัจจัยต่างๆดังนี้

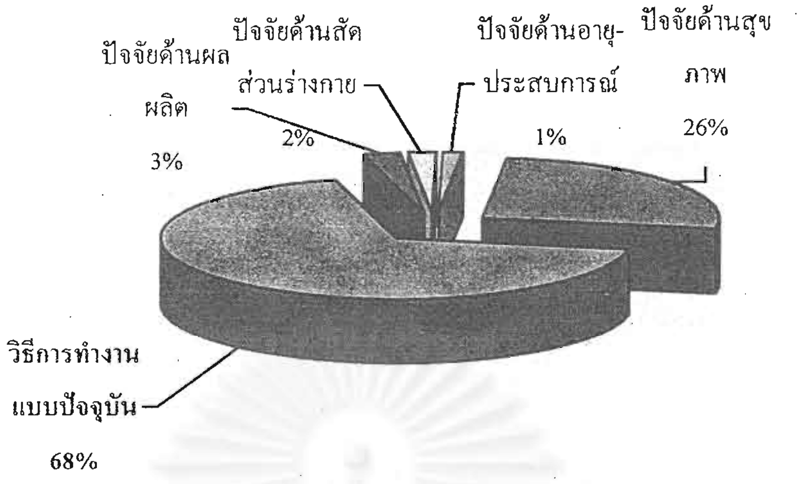
ตารางที่ 4.3 แสดงตารางระดับความเป็นสมาชิก

วิธีทดสอบ	M_1	P	B	Age	H
A_1	0.997	0.009	0.0065	0.00182	0.073
A_2	0.998	0.038	0.014	0.022	0.043
A_3	0.923	0.035	0.03	0.016	0.382

โดยวิธีการของฟัซซีเซต จะได้ผลกระทบของงานและปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยมุมสูงสุดของการเคลื่อนไหวและค่าเฉลี่ยจำนวนเท่าของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อโดยเรียงตามลำดับความสำคัญได้ดังนี้

ค่าระดับผลกระทบ = $\left|\ 0.678/M_1,\ 0.259/H\ ,\ 0.025/P\ ,\ 0.02/B\ ,\ 0.014/Age\ \right|$

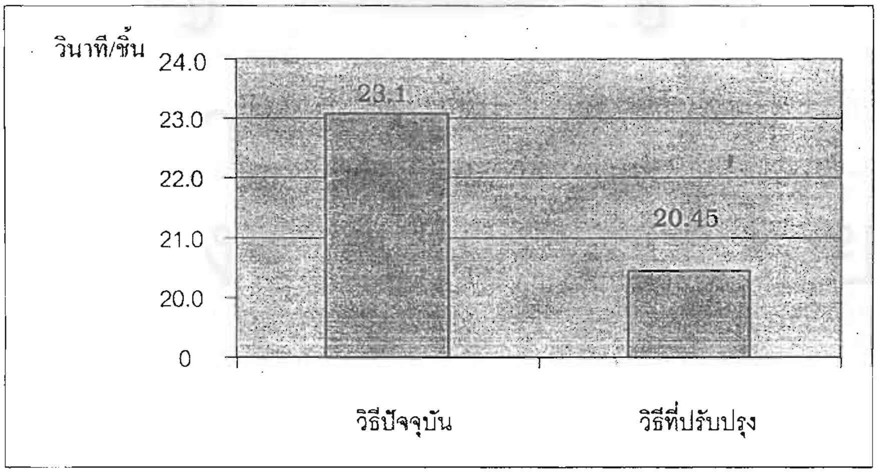
จากผลการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อค่าเฉลี่ยมุมสูงสุดของการเคลื่อนไหวและค่าเฉลี่ยจำนวนเท่าของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ จะได้ค่าอัตราส่วนของวิธีการทำงานและปัจจัยการทำงานแสดงให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้นดังรูป 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนวิธีการทำงานปัจจุบันและปัจจัยการทำงาน

ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าความสำคัญของปัจจัยการทำงานสูงสุดที่ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยมุมสูงสุดของการเคลื่อนไหวและค่าเฉลี่ยจำนวนเท่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเทียบเวลาพักคือวิธีการทำงานแบบปัจจุบัน ส่วนผลกระทบของปัจจัยด้านสุขภาพ-อุณหภูมิ , ปัจจัยด้านจำนวนผลผลิต ,ปัจจัยด้านขนาดสัดส่วนร่างกาย , ปัจจัยด้านอายุ-ประสบการณ์ จะมีสัดส่วนน้อยลงตามรูปที่ 4.4 ตามลำดับ

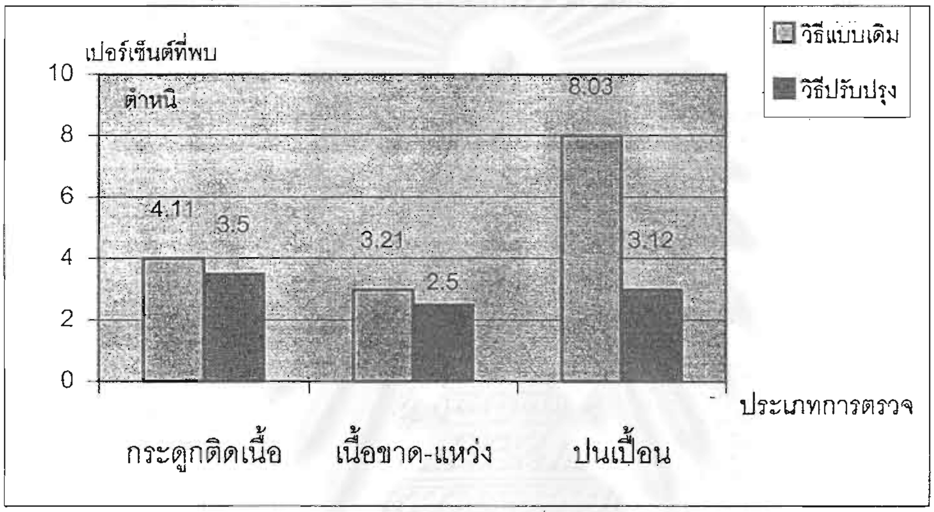
4.5 การเปรียบเทียบเชิงปริมาณการผลิตโดยวัดเวลาต่อรอบการผลิตเฉลี่ยแต่ละวิธีทำงาน



รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบเวลาการทำงาน/ชิ้น ของวิธีการทำงาน

จากผลการเก็บข้อมูลในเชิงปริมาณการผลิตของการชำแหละไก่ถอดกระดูก พบว่าพนักงานที่ปฏิบัติงานด้วยวิธีทำงานที่ปรับปรุงแล้วสามารถใช้เวลาเฉลี่ย/ชิ้น เท่ากับ 20.45 วินาที ส่งผลให้จำนวนชิ้นที่ได้เพิ่มขึ้น ซึ่งจะให้ผลเชิงปริมาณอัตราการผลิตที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับวิธีการทำงานแบบปัจจุบันที่ใช้เวลาผลิต/ชิ้นที่ 23.1 วินาที ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าวิธีการทำงานแบบที่ปรับปรุงแล้วจะสามารถเพิ่มผลผลิตได้โดยเวลาต่อรอบการผลิตลดลงอย่างชัดเจน

4.6 การเปรียบเทียบเชิงคุณภาพโดยวัดปริมาณของเสียเฉลี่ยแต่ละประเภทการตรวจ



รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบคุณภาพของชิ้นงาน ในแต่ละวิธีการทำงาน

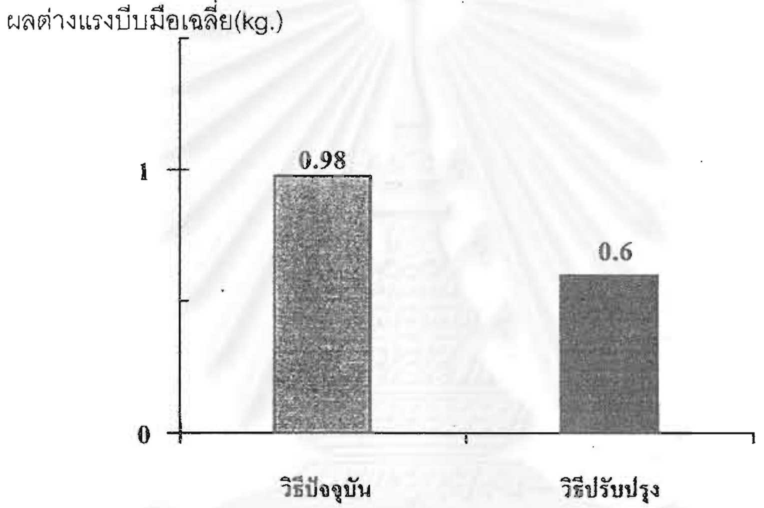
จากผลการเก็บข้อมูลในเชิงคุณภาพของการชำแหละไก่ถอดกระดูก เพื่อตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ตำหนิโดยการตรวจสอบจากพนักงานควบคุมคุณภาพของโรงงาน พบว่าวิธีการทำงานแบบปัจจุบันนั้นพบกระดูกติดเนื้อเท่ากับ 4.11% เนื้อขาดแหว่งเท่ากับ 3.21% และการปนเปื้อนเท่ากับ8.03% สำหรับผลการตรวจเนื้อผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยวิธีการทำงานแบบใหม่ทำให้ได้ปริมาณของเสียที่ได้ลดลงทุกประเภทของการตรวจตำหนิ คือกระดูกติดเนื้อเท่ากับ 3.5% เนื้อขาดเนื้อขาด - แหว่ง เท่ากับ 2.5% และการปนเปื้อนเหลือเพียง 3.12% ตามลำดับ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วนั้นให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่าวิธีการทำงานแบบปัจจุบัน

4.7 การเปรียบเทียบความล้าสะสมโดยใช้เครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือ(Grip Strength)

ในการวิเคราะห์งานพบว่าสายการผลิตไก่ถอดกระดูก สามารถที่จะพิจารณาผลจากการวัดความล้าสะสมที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อมือได้ด้วยการพิจารณาผลจากเครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือ(Grip Strength)

จากรูป 4.7 ค่าข้อมูลที่วัดได้สามารถสรุปได้ชัดเจนคือ วิธีการทำงานแบบปัจจุบันให้ผลความล้าสะสมของกล้ามเนื้อมือมากกว่าวิธีการทำงานแบบที่ปรับปรุงแล้ว โดยวิธีการทำงานแบบที่ปรับปรุงแล้ว ให้ผลต่างของแรงบีบที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทำงานแบบปัจจุบันโดยมีผลต่างแรงบีบก่อนและหลังการทำงานเฉลี่ยเพียง 0.60 kg. ส่วนวิธีการทำงานแบบปัจจุบันให้ผลต่างของแรงบีบที่ก่อนและหลังการทำงานเฉลี่ยสูงที่ 0.98 kg.

นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือก่อนการปฏิบัติงานของวิธีการทำงานแบบปัจจุบันและวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว พบว่าให้ผลในเชิงสถิติที่ไม่แตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.05 (ภาคผนวก ซ.) ซึ่งแสดงได้ว่าไม่เกิดความล้าสะสมก่อนเริ่มทดสอบการปฏิบัติงานในวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วหลังการพัก 15 นาที

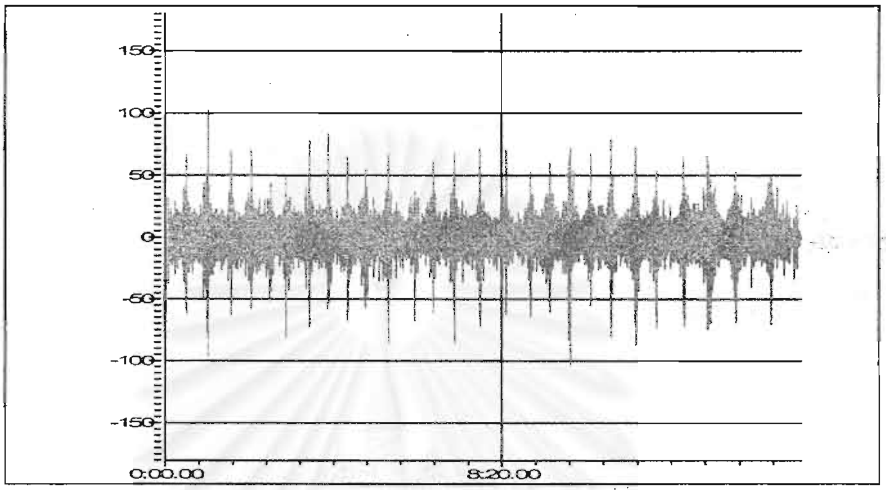


รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบความล้าสะสมของงานโดยใช้เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือ(Grip Strength)

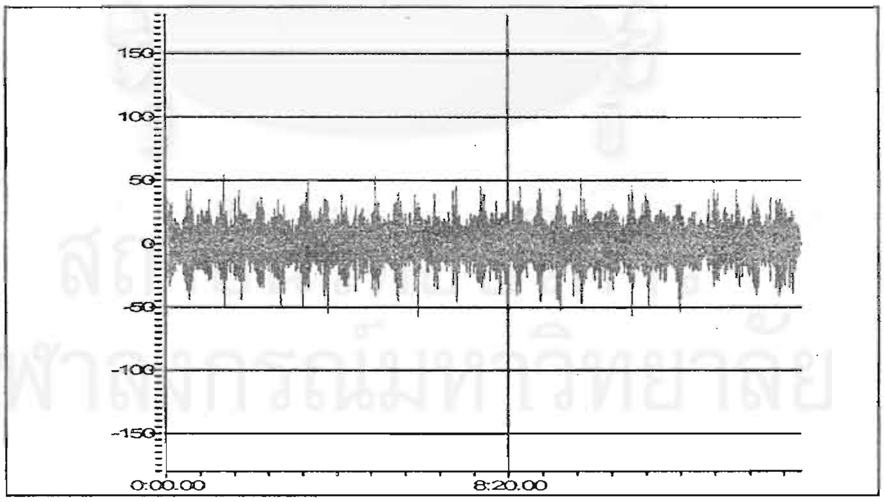
4.8 การเปรียบเทียบความล้าสะสมโดยเปรียบเทียบจำนวนเท่าของคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อเทียบกับขณะพักโดยใช้เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ(Electromyography: EMG)

ในการวิจัยครั้งนี้ นอกจากเครื่องมือวัดค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือ (Grip Strength) แล้ว ผู้ทดสอบยังได้ติดเครื่องมือวัดค่าคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อไว้บนตัวของผู้ทดสอบด้วย เพื่อเป็นการเปรียบเทียบความหนัก – เบาของแรงที่ผู้ถูกทดสอบใช้ในระหว่างการทำงาน ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์จะเป็นข้อมูลในช่วงที่ผู้ถูกทดสอบทำงานทางตรง คือเป็นงานที่ปรากฏในใบกำกับงาน (Work Instruction) และเป็นงานที่ผู้ถูกทดสอบได้ใช้เวลาในการทำงานนี้มากที่สุด คือมากกว่าร้อยละ 90 ของเวลางานทั้งหมด ซึ่งการวิเคราะห์ได้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าของกล้าม

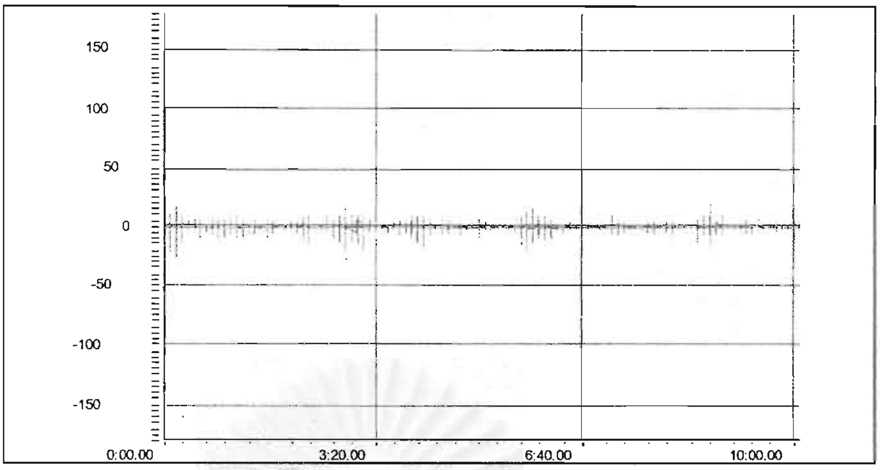
เนื้อขณะปฏิบัติงานกับค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อผู้ถูกทดสอบขณะพักที่ไม่มีกิจกรรมใดๆซึ่งแสดงดังรูป 4.8 - 4.11



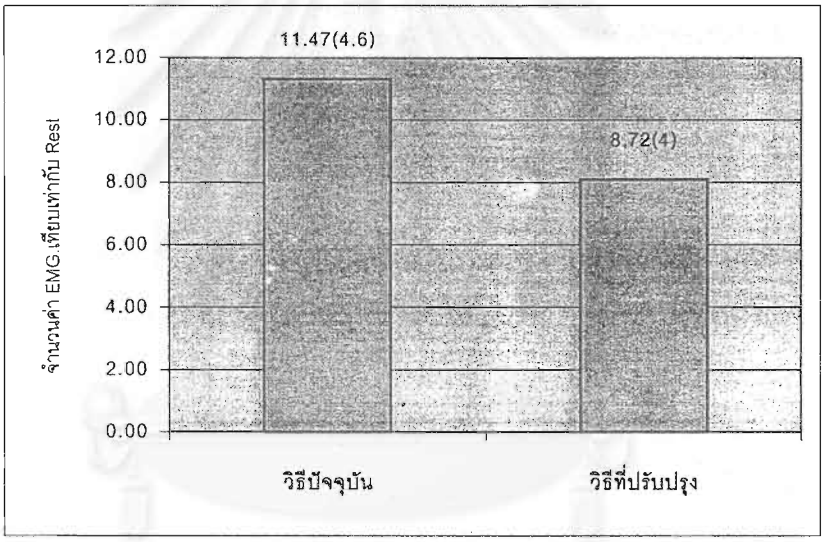
รูปที่ 4.8 แสดงคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ Extensor carpi ulnaris ของพนักงานที่ทำงานโดยวิธีการทำงานแบบปัจจุบัน



รูปที่ 4.9 แสดงคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ Extensor carpi ulnaris ของพนักงานที่ทำงานโดยวิธีการทำงานที่ปรับปรุง



รูปที่ 4.10 แสดงคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ Extensor carpi ulnaris ของพนักงานขณะพักการทำงาน

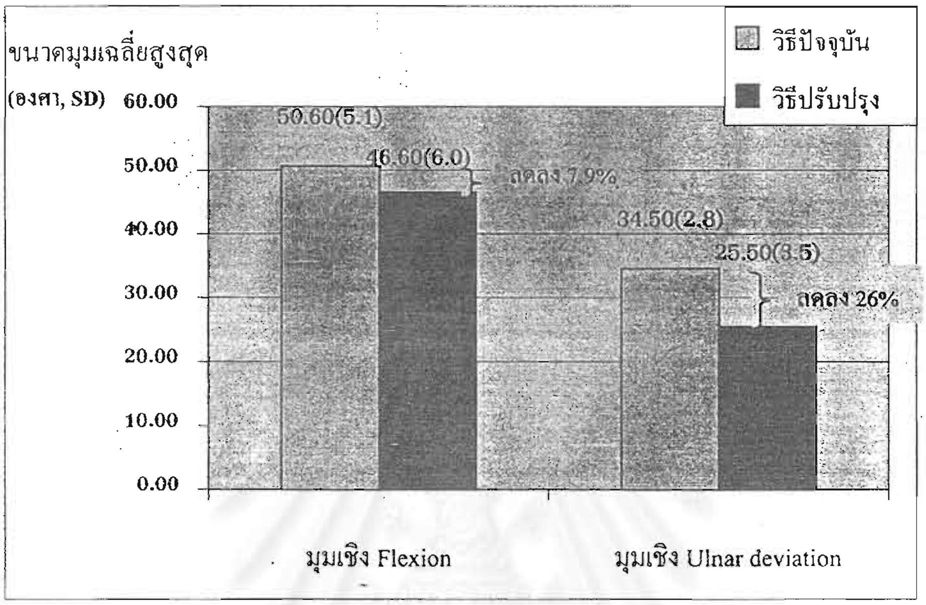


รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนเท่าของคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ Extensor carpi ulnaris กับวิธีการทำงาน

ในการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบโดยติดอิเล็คโทรดที่กล้ามเนื้อ Extensor carpi ulnaris พบว่าคลื่นไฟฟ้าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเปรียบเทียบกับขณะพักของพนักงานทั้ง 2 วิธีการทำงานมีค่าต่างกันมาก ซึ่งวิธีการทำงานที่พนักงานต้องออกแรงในการทำงานมากที่สุด คือ วิธีการทำงานแบบปัจจุบัน ถึงแม้ว่าระยะเวลาที่ออกแรงมากจะมีระยะเวลาที่สั้นแต่มีความซ้ำซาก โดยมีค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อเพิ่มสูงขึ้นจากช่วงพักถึง 11.47 เท่า ส่วนวิธีการทำงานที่ปรับปรุงนั้นมีค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้าที่ลดลงเหลือ 8.72 เท่า รวมทั้งเมื่อทดสอบผลจำนวนเท่าของคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อที่ได้ในทางสถิติ แล้วมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 (ภาคผนวก ซ.) ด้วยเช่นกัน

4.9 การเปรียบเทียบมุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวของวิธีการทำงานแบบปัจจุบันและวิธีการทำงานที่ปรับปรุง

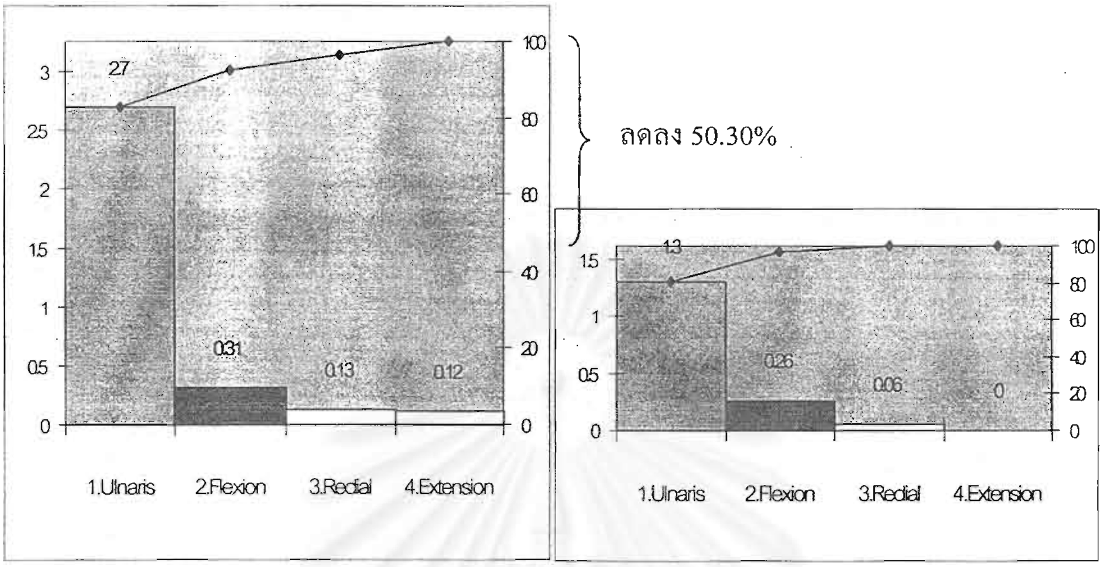
เพื่อเป็นการเปรียบเทียบขนาดมุมที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานโดยสามารถแสดงได้ดังรูป4.12



รูปที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบมุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวของวิธีการทำงานแบบปัจจุบันและวิธีการทำงานแบบปรับปรุง

จากกราฟในรูป 4.12 พบว่าการทำงานโดยวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วสามารถจะลดมุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวได้ คือขนาดเฉลี่ยของมุมสูงสุดของการเคลื่อนไหวแบบ Flexion ลดลงจากวิธีการทำงานแบบปัจจุบัน 7.9% และขนาดมุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวแบบ Ulnar deviation ลดลงถึง 26% จากวิธีการทำงานแบบปัจจุบันด้วยเช่นกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่า การปรับปรุงวิธีการชำแหละไก่ถอดกระดูกวิธีที่ปรับปรุงแล้วนั้นสามารถลดการเสี่ยงของการเกิดโอกาสกล้ามเนื้อข้อมืออักเสบลงได้เนื่องจากขนาดพิสัยมุมของการเคลื่อนไหวที่มีสูงนั้นลดลง

4.10 การเปรียบเทียบมุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวของวิธีการทำงานกับเกณฑ์อ้างอิงมุมของการเคลื่อนไหว (Fallentin et al, 2001)



รูปที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบมุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหวเทียบกับเกณฑ์อ้างอิงมุมของการเคลื่อนไหว

เพื่อพิจารณากราฟซึ่งได้อ้างอิงข้อมูลเกณฑ์มุมอ้างอิงของการเคลื่อนไหวข้อมือ (Fallentin et al, 2001) พบว่าในการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยแสดงได้เป็นกราฟพาเรโตนั้นให้ผลอัตราการเกินเกณฑ์อ้างอิงลดลงที่ 50.30 % โดยมีการลดลงของการเคลื่อนไหวข้อมือในลักษณะของ Ulnar Flexion Radial และ Extension ตามลำดับดังรูป 4.13

4.11 การเปรียบเทียบวิธีการชำแหละไก่ถอดกระดูกในเชิงน้ำหนักผลผลิต (Yield of Product)

เนื่องจากในการพิจารณาเลือกเปลี่ยนแปลงขั้นตอนในการชำแหละไก่ถอดกระดูกนั้น ควรต้องพิจารณาผลกระทบในส่วนของน้ำหนักที่ได้ของผลิตภัณฑ์ในแต่ละส่วนด้วย เนื่องจากน้ำหนักที่ได้จากการผลิตนั้นจะส่งผลต่อต้นทุนการผลิตและราคาของผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้แสดงผลของการเปรียบเทียบดังตารางที่ 4.4

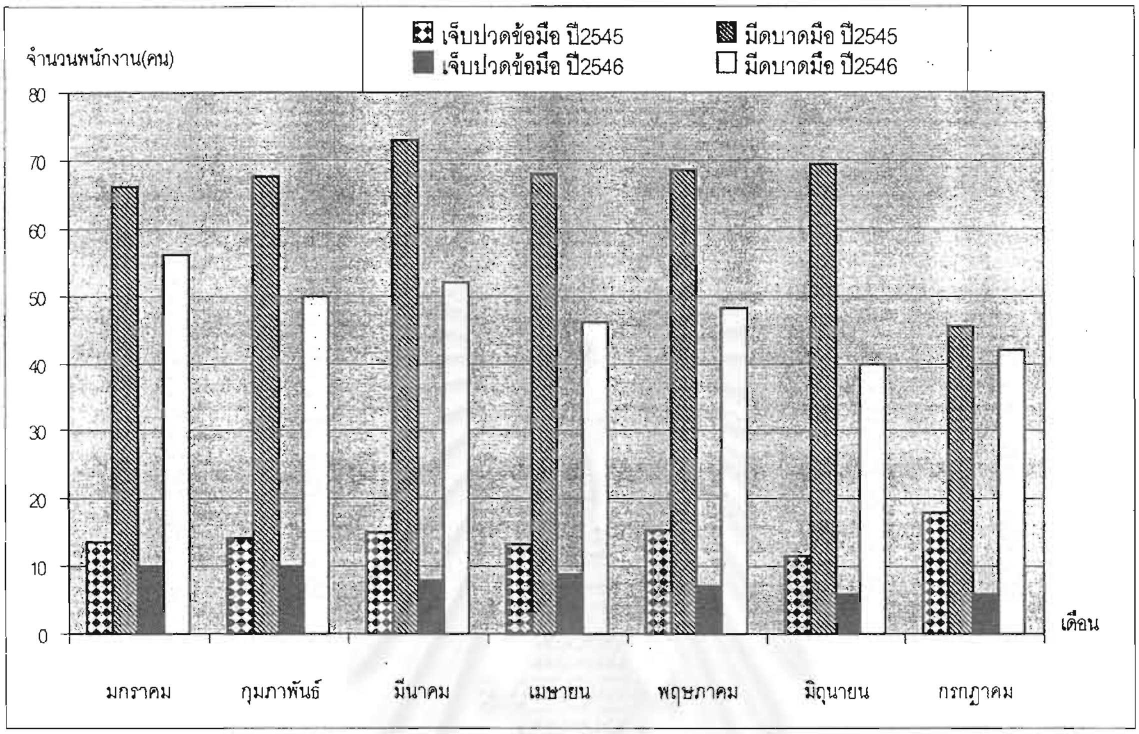
ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบวิธีการชำแหละไก่ถอดกระดูกในเชิงน้ำหนักผลผลิต (Yield of Product)

ชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์	วิธีปัจจุบัน	วิธีที่ปรับปรุง
เนื้อถอดกระดูก	70.47	69.45
กระดูกสะโพก	5.59	5.63
กระดูกแข้ง	8.50	-
ข้อ	8.28	-
กระดูกแข้งติดข้อ	-	17.24
หนัง	2.68	2.32
เศษเนื้อ	4.03	4.23
เศษเนื้อติดกระดูก	0.32	0.97
เอ็น	-	-
น้ำหนักสูญเสีย	0.22	0.24
รวม	100.09	100.08

จากตาราง 4.4 พบได้ว่าวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วนั้นให้ผลในเชิงน้ำหนักผลผลิตที่ไม่แตกต่าง จากวิธีการปัจจุบันมากนัก พบได้ว่าเนื้อที่ถอดกระดูกแล้วในวิธีการปัจจุบันที่ 70.47 % ส่วนวิธีที่ปรับปรุงใหม่ 69.45 % ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ดังกล่าวจะส่งผลให้ในส่วนของเศษเนื้อติดกระดูกจากวิธีปัจจุบันที่ 0.32 % และเพิ่มเป็น 0.97 % สำหรับวิธีที่ปรับปรุงแล้ว เนื่องจากวิธีการทำงานแบบที่ปรับปรุงแล้วนั้นเพิ่งจะเริ่มนำลงไปปฏิบัติจริงในระยะเวลาไม่นาน ดังนั้นคาดว่าในอนาคตพนักงานจะสามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานชำแหละเนื้อไก่ถอดกระดูกมากขึ้นและจะส่งผลให้สามารถลดค่าเปอร์เซ็นต์ของเศษเนื้อที่ติดกระดูกดังกล่าวลงได้ นอกจากนั้นค่าน้ำหนักผลผลิตที่ได้จากวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วเป็นที่ยอมรับได้ของผู้ประกอบการด้วยเช่นกัน

นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลจากห้องพยาบาล - เบิกจ่ายยาของแผนกชิ้นส่วนภายหลังจากนำวิธีการชำแหละไก่ถอดกระดูกที่ปรับปรุงแล้วนั้นไปปฏิบัติจริงในสายงานการผลิตตั้งแต่เดือนมกราคม 2546 เป็นต้นมา เพื่อเก็บข้อมูลอาการบาดเจ็บประเภทอื่นที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานพบได้ว่าจำนวนพนักงานที่มีอาการเจ็บปวดของข้อมือเนื่องจากการทำงานนั้นมีแนวโน้มที่ลดลงอย่างชัดเจน และมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุจากมีดบาดมือนั้นมีแนวโน้มที่ลดลงด้วยเช่นกัน แสดงได้ดังรูปที่ 4.14 ในขณะที่อัตราการเจ็บป่วย-อุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานประเภทอื่นอันสืบ

เนื่องมาจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการชำแหละไก่ถอดกระดูกนั้นยังไม่มีปรากฏชัดเจนเพิ่มเติม



รูปที่ 4.14 แสดงจำนวนผู้ประสบอาการเจ็บปวดข้อมือและอุบัติเหตุจากมีดบาดมือพนักงานในแผนกชิ้นส่วนช่วงหลังปรับปรุงวิธีการทำงาน(เดือนมกราคม - กรกฎาคม 2545 และ 2546)

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากปัญหาการเกิดความเจ็บปวด เมื่อยล้าจากการปฏิบัติงานของพนักงานชำแหละไก่ถอดกระดูกในสภาพปัจจุบันนั้นทำให้ประสบกับปัญหากล้ามเนื้อข้อมืออักเสบซึ่งเป็นค่าสถิติที่สูงเพราะเป็นการปฏิบัติงานที่พนักงานจะต้องใช้มือและข้อมือในการปฏิบัติงานตลอดเวลาและมีความถี่สูง ซึ่งจากเหตุดังกล่าวทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อศึกษาปรับปรุงวิธีการชำแหละไก่ถอดกระดูกโดยวิธีทางการยศาสตร์ เพื่อลดการบาดเจ็บในเชิงการยศาสตร์ของข้อมือพนักงานที่ปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นผลมาจากการทำงานประเภทงานซ้ำซาก (Repetitive work) ในแผนกชิ้นส่วน โดยใช้เครื่องมือวัดพิสัยการเคลื่อนไหว (Goniometer), ใช้เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG), เครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือ (Grip Strength), แบบสอบถาม (Questionnaire) และการประเมินผลโดยเทคนิค (Rula) โดยศึกษาการเคลื่อนไหวของการทำงานของข้อมือ (Wrist) กับผู้ถูกทดสอบเพศหญิงจำนวน 90 คน ซึ่งเป็นพนักงานในแผนกชิ้นส่วนของโรงงานและปฏิบัติงานชำแหละไก่ถอดกระดูก ซึ่งผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้

1.โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของฟัซซีเซต สามารถสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับการเปรียบเทียบอัตราส่วนวิธีการทำงานและปัจจัยการทำงานของพนักงานในแผนกชิ้นส่วน ซึ่งสามารถแยกผลวิเคราะห์ได้ดังนี้

1.1 วิธีการทำงานแบบปัจจุบัน	คิดเป็น	67.8 %
1.2 ปัจจัยด้านสุขภาพ – อุณหภูมิ	คิดเป็น	25.9 %
1.3 ปัจจัยด้านผลผลิต	คิดเป็น	2.5 %
1.4 ปัจจัยด้านขนาดสัดส่วนร่างกาย	คิดเป็น	2.0 %
1.5 ปัจจัยด้านอายุ – ประสบการณ์	คิดเป็น	1.4 %

จากผลสรุปดังกล่าวทำให้สามารถทราบถึงปัจจัยสูงที่สุดที่ส่งผลต่อขนาดเฉลี่ยมุมสูงสุดของการเคลื่อนไหวและค่าเฉลี่ยจำนวนเท่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเทียบกับเวลาพักคือวิธีการทำงานแบบปัจจุบัน ส่วนผลของปัจจัยด้านสุขภาพ - อุณหภูมิ ปัจจัยด้านผลผลิต ปัจจัยด้านขนาดสัดส่วนร่างกาย ปัจจัยด้านอายุ-ประสบการณ์ จะให้ผลความสำคัญที่ลดลงตามลำดับ

2.การเปรียบเทียบผลของการทำงานในเชิงผลผลิตนั้นพบว่า วิธีการทำงานแบบที่ปรับปรุงแล้วในเชิงเวลาการผลิตต่อชิ้นที่ 20.45 วินาทีต่อชิ้น ซึ่งวิธีการทำงานแบบปัจจุบันใช้เวลาถึง 23.10 วินาทีต่อชิ้น ส่วนในการเปรียบเทียบผลเชิงคุณภาพของสินค้า พบว่าวิธีการทำงานแบบปัจจุบันพบเปอร์เซ็นต์กระดูกติด 4.11% เปอร์เซ็นต์เนื้อขาด – แหว่ง 3.21% เปอร์เซ็นต์ปนเปื้อน 8.03% และ

หลังจากการตรวจเนื้อที่ผลิตโดยวิธีการที่ปรับปรุงแล้วพบว่า เปอร์เซ็นต์กระดูกติดลดลงเหลือ 3.50% เปอร์เซ็นต์เนื้อขาด-แหว่งลดลงเหลือ 2.50% และเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนลดลงเหลือที่ 3.12% ตามลำดับ

3.การเปรียบเทียบผลของการเคลื่อนไหวข้อมือ เมื่อเทียบกับเกณฑ์อ้างอิงพบว่า วิธีการทำงานแบบที่ปรับปรุงแล้ว นั้นสามารถที่จะลดการเกินเกณฑ์มุมอ้างอิงได้ที่ 50.30 % นั่นหมายความว่าสามารถที่จะลดโอกาสที่จะเกิดการบาดเจ็บของข้อมือจากการทำงานได้เพิ่มมากขึ้น

4.การเปรียบเทียบผลของขนาดมุมเฉลี่ยสูงสุดของการเคลื่อนไหว พบว่ามุมเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวข้อมือแบบ Flexion ลดลงที่ 7.9 % ส่วนการเคลื่อนไหวข้อมือแบบ Radial deviation จะสามารลดมุมเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวข้อมือได้ถึง 26.0% ซึ่งหมายความว่าโอกาสที่จะเกิดการบาดเจ็บของข้อมือจากการทำงานนั้นลดลงด้วยเช่นกัน

5.การเปรียบเทียบความล้าสะสมของกล้ามเนื้อมือโดยใช้อุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือ (Grip Strength) พบว่าวิธีการทำงานแบบปัจจุบันได้ผลต่างของแรงบีบก่อนและหลังการทำงานสูงถึง 0.98 Kg. และวิธีการทำงานแบบที่ปรับปรุงแล้วให้ผลต่างของแรงบีบก่อนและหลังการทำงานลดลงเหลือ 0.60 Kg. ซึ่งจากการเปรียบเทียบข้อมูลดังกล่าวทำให้สามารถอธิบายได้ว่าวิธีการทำงานแบบปัจจุบันนั้นให้ความล้าสะสมของกล้ามเนื้อมือในการทำงานมากกว่าวิธีการทำงานแบบปรับปรุงแล้ว

6.ในการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Extensor carpi ulnaris พบว่าพนักงานจะต้องออกแรงในการทำงานมากสำหรับวิธีการทำงานแบบปัจจุบัน ถึงแม้ว่าระยะการออกแรงจะมีสั้นแต่ก็มีความถี่ต่อรอบงานสูง โดยมีค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นจากช่วงพักถึง 11.47 เท่า ส่วนวิธีการทำงานแบบที่ปรับปรุงแล้วสามารถลดค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเหลือที่ 8.72 เท่า ซึ่งหมายความว่าวิธีการทำงานแบบปัจจุบันนั้นให้ความล้าสะสมในการทำงานสูงกว่าวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว

7.การเปรียบเทียบวิธีการชำแหละไก่ถอดกระดูกในเชิงน้ำหนักผลผลิต (Yield of Product) นั้นพบว่าวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วนั้นให้ผลค่าน้ำหนักผลผลิต (Yield) ที่ไม่แตกต่างจากวิธีการทำงานแบบปัจจุบัน และเปอร์เซ็นต์ของเศษเนื้อที่ติดกระดูกที่เพิ่มขึ้นจาก 0.32% เป็น 0.97% นั้นส่งผลให้เนื้อที่ถอดกระดูกแล้วเปอร์เซ็นต์ค่าน้ำหนักผลผลิต (Yield) ลดลงเพียงเล็กน้อย แต่คาดว่าในอนาคตพนักงานที่ทำงานชำแหละไก่ถอดกระดูกจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้โดยสามารถลดค่าเปอร์เซ็นต์ค่าน้ำหนักผลผลิต (Yield) ที่เศษเนื้อติดกระดูกลงได้ รวมถึงค่าน้ำหนักของผลผลิต (Yield) ของวิธีการทำงานที่ปรับปรุงได้ยังเป็นที่ยอมรับของผู้ประกอบการด้วยเช่นกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1.จากแบบสำรวจและแบบสัมภาษณ์พนักงานพบว่า นอกจากข้อมือแล้วยังมีปัญหากล้ามเนื้อไหล่และคอที่มีปัญหาด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

2.เนื่องจากงานวิจัยนี้ยังมีโอกาสที่จะเกิดอันตรายจากการทำงานอยู่ ดังนั้นควรที่จะต้องออกแบบวิธีการทำงานชำแหละไก่ถอดกระดูกเพิ่มเติมขึ้นเพื่อลดโอกาสที่เกิดอันตรายจากการทำงานให้ได้มากที่สุด

3.ควรต้องประเมินค่าระดับความรุนแรงของงาน โดยใช้แบบสัมภาษณ์พนักงานเพื่อหาค่าดัชนีความไม่ปกติ (Abnormal Index: AI) หลังการปรับปรุงวิธีการทำงานชำแหละเนื้อไก่ถอดกระดูกแล้วด้วยเช่นกัน

4.ควรที่จะมีการศึกษาหาความล้า(Fatigue)ของกล้ามเนื้อเพื่อกำหนดความถี่ในการทำงานและระยะเวลาในการพักของพนักงานที่ชำแหละเนื้อไก่ถอดกระดูกเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการจัดการงานให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานมากขึ้น

5.การนำทฤษฎีของฟัซซีเซตไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับงานนั้น ๆ จะมีประโยชน์มากสำหรับงานวิจัย

6.โรงงานแห่งนี้สามารถลดความล้าและการบาดเจ็บจากการทำงานลงได้ จึงขอเสนอแนะการจัดการกับปัญหาอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการทำงานซ้ำซาก ได้แก่

- การให้ความรู้แก่พนักงานเพื่อให้ตระหนักถึงอาการป่วยในระดับเริ่มต้นและแจ้งให้แก่หัวหน้างานเพื่อทำการเปลี่ยนย้ายตำแหน่งงาน หรือสับเปลี่ยนงานให้แก่พนักงานเป็นระยะ ๆ ไปยังตำแหน่งที่มีงานหนักเบาในระดับต่าง ๆ
- การฝึกหัดพนักงานที่เข้างานใหม่ควรเริ่มจากงานที่มีความง่ายมากที่สุด มีรอบการทำงานที่ยาวและใช้กำลังข้อมือเพียงเล็กน้อย ก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นงานที่ยากขึ้นเมื่อพนักงานมีความชำนาญและมีการฝึกหัดใช้นิ้วและข้อมืออย่างเพียงพอแล้ว
- สำหรับพนักงานใหม่ ช่วงเวลาที่ทำงานต่อเนื่องที่นานที่สุดไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง และเวลาทำงานแบบซ้ำซากที่มีความเร็วต่อรอบสูงไม่ควรเกิน 4 ชั่วโมง ตลอดกะการทำงานในช่วงวันแรก ๆ (Eastman Kodak Co, 1986)
- ให้คำแนะนำเกี่ยวกับท่าทางในการทำงานที่ถูกวิธีโดยอาศัยเกณฑ์การให้คะแนนของ RULA เพื่อลดคะแนนท่าทางการทำงานให้ต่ำสุด โดยอาจจะมีเก้าอี้รองยืนสำหรับพนักงานที่มีระดับความสูงน้อย เพื่อลดมุมที่ส่งผลต่อท่าทางลงได้จากการทำงาน

รายการอ้างอิง

<u>ภาษาไทย</u>

กิตติ อินทรานนท์ . <u>การศึกษาปัญหาการเคลื่อนย้ายวัสดุและวิเคราะห์สาเหตุของการบาดเจ็บกรณีในโรงงานบริษัท จอห์นสัน แอนด์ จอนสัน (ประเทศไทย)จำกัด.</u> โครงการวิจัยเงินทุนอุดหนุนการวิจัยภายนอก ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์วิทยาลัย , 2538.

กิตติ อินทรานนท์. <u>1การพัฒนาฐานข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของบุคคลสำหรับการสนับสนุนเพื่อพัฒนาชนบท</u>. บทความการประชุมวิชาการเทคโนโลยีสำหรับการพัฒนาชนบท, ครั้งที่4. มหาวิทยาลัยขอนแก่น , 2530.

กัลยา วานิชย์บัญชา. <u>การวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวด้วย SPSS for Windows</u>. ครั้งที่4. คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

นริศ เจริญพร. <u>การศึกษาการออกแบบเชิงการยศาสตร์ของสถานีทำงานจักรเย็บอุตสาหกรรม</u> . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

พลศักดิ์ จิระวิพูลวรรณ. <u>โรคข้อและเอ็นเสื่อม</u> . ภาควิชาออร์โทพีดิกส์และเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2538.

ภัทรินทร์ เฉลิมแสน. <u>การประเมินระดับความล้าในงานแบกกระสอบข้าวสารโดยการใช้วิธีการวัดคลื่นกระแสไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ.</u> วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์. <u>อิเลคโทรมัยโอกราฟีย์.</u> พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร ภาควิชาสรีระวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, 2519.

ชาติชาย อัศดรศักดิ์. <u>ผลกระทบของงานและกะการทำงานต่อระดับความล้า:กรณีศึกษาโรงงานเครื่องสุขภัณฑ์</u> วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

วนิดา จิตต์หมั่น. <u>มนุษย์: ภาวะทางร่างกายและจิตใจ.</u> พิมพ์ครั้งที่2 กรุงเทพมหานคร ภาควิชาศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2520.

วิฑูรย์ สิมะโชคดีและกฤษฎา ชัยกุล. <u>เออร์กอนอมิกส์:วิทยาการจัดสภาพงานเพื่อการเพิ่มผลผลิตและความปลอดภัย.</u> พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), 2537.

วิวัฒน์ วิสุทธิโกศล. <u>ศัลยศาสตร์อุบัติเหตุทางมือ.</u> ชมรมศัลยแพทย์ทางมือแห่งประเทศไทย พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพเวชสารการพิมพ์, 2523.

ศิริชัย พงษ์วิชัย. <u>การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์</u>. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

สลักษณ์ กลั่นสุวรรณ.<u>การประเมินปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อความล้า</u>. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

สราวุธ สงวนเผ่า. <u>ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการทำงานกับภาระกล้ามเนื้อหลังโดยใช้การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ. กรณีศึกษาพนักงานรถนอน การรถไฟแห่งประเทศไทย</u>. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , 2539

สุทธิ์ ศรีบูรพา, นต.เออร์กอนอมิกส์. <u>วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย</u>, พิมพ์ครั้งที่ 1, ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2540.

อุทุมพร ทองอุทัย. <u>วิธีวิเคราะห์ตัวประกอบ</u>. กรุงเทพมหานคร คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

ภาษาอังกฤษ

Armstrong, T.J. Ergonomics and cumulative trauma disorders. Hand Clinics 2 (1986): 553-565.

Apley AG,Solomon L. Apley's System of Orthopedics and Fractures. 6th edition London etc,Butterworths. (1984):117.

Chatterjee, DS. Repetitive Strain Injury A recent review. Journal of Social Occupational Mrdicine. 37 (1978): 100-105.

Eastman Kodak Company Ergonomic Group and Human Factors Section. Ergonomic Design for People at Work. Volume2 New York: Van Nostrand Reinhold Company (1986).

Grandjean, E. Fatigue in Industry. British Journal of Industrial Medicine 36 (August 1979) :175 – 186.

James E. Crouch. Functional Human Anatomy Third Edition America (1978): 233 – 242.

Juul B. , Kristensen. , Fallentin N. Applied Ergonomics. Volume32 Issue 5 October (2001): 517-524..

Katharyn A., Grant and Daniel J. Habeas. Applied Ergonomics Volume 28 Issue 2 April (1997): 123-137..

Kitti Intaranont. Repetitive Works: An Objective Review. 1st ed. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House, 1991.

Knowl ton, G.L.,Bennett, R.L. and Mc.Clure, R. Electromyography of fatigue. Archives of Physical Medicive 32 (1951): 648-652.

Kourinka,I. Repetitive Work in Perspective. Ergonomics. 38(8) (1995): 1686 –1690.

Kroemer,K.H.E. Cumulative truma disorders ther recognition and ergonomics measures to avoid them Applied Ergonomic 20.4 (1989): 274 –280.

Labour Reseach Department,Repetitive Strain Injury at work: A preventable disease. LRD Publication Bulletin for Union Workers1 (1987): 1-40.

Mathews and Calabrese , N. Guidelines for the prevention of Repetitive Strain Injury (RSI). Health and Safty Bulletin 8 (1982): 1-33.

McAtamney,L. and Nigel Corlett , E. RULA. A Survey Method For The Investigation of Work – Related Upper Limb Disorders. Applied Ergonomics 24(2) (1993): 91-99.

Perry J, Scientific basis of rehabilitation in Instructional course lectures, AAOS Vol.34 (1985): 385.

Rahman, M. Performance Stress and Strains in Self-Paced Repetitive Work. Ergonomics. 15(2) (1986): 123 -130.

Rohmert, M. Problems of Determination of Rest Allowances:Part2-Determining Rest Allowances in Different Human Tasks. Applied Eegonomics 4(3) (1973):158-162.

Silverstein B.A. The prevalence of upper extermity cumulative trauma disorders in industry. Dissertation submitted for the degree of Doctor of Philosophy. Epidemiologic science University of Michigan (1958)

Thomas J. , Armstrong, James A.Foulke, Bradley S. Joseph and Steven A. Goldstein. American Industrial Hygiene Association Journal V.43 No.2 (1982): 103-116.

Tichauer, E.R. The Biomechanical Basic of Ergonomics. New York. Wiley-Interscience (1978): 97..

Wang M,J., Sharit, J. and Drury, C.G. An application of fuzzy set theory for evaluation of human performance on inspection task. Application of Fuzzy Set Theory in Human Factor. New York: Elsevier Science Publishers B.V. (1986).

W. Wallinga, H.B.K. Boom and J. De Vrics, eds. Elsevicr Publishers B.V.(Biomedical Division) Electrophysiological Kinnesiology (1988).

Walker,J. Tenosynovitus a crippling new epidimic in industry. New Doctor. (1979): 23-32.

Williams PL, Warwick R. Arthrology,in Gray's anatomy 36th edition Edinbergh etc. Churchill Livingstone.(1980): 420.

Yager, R.R.An Introduction to Fuzzy Set Theory Application of Fuzzy Set Theory in Humen Factors New York Elsevier Science Publishers B.V.,(1986): 29 –39.

ภาคผนวก

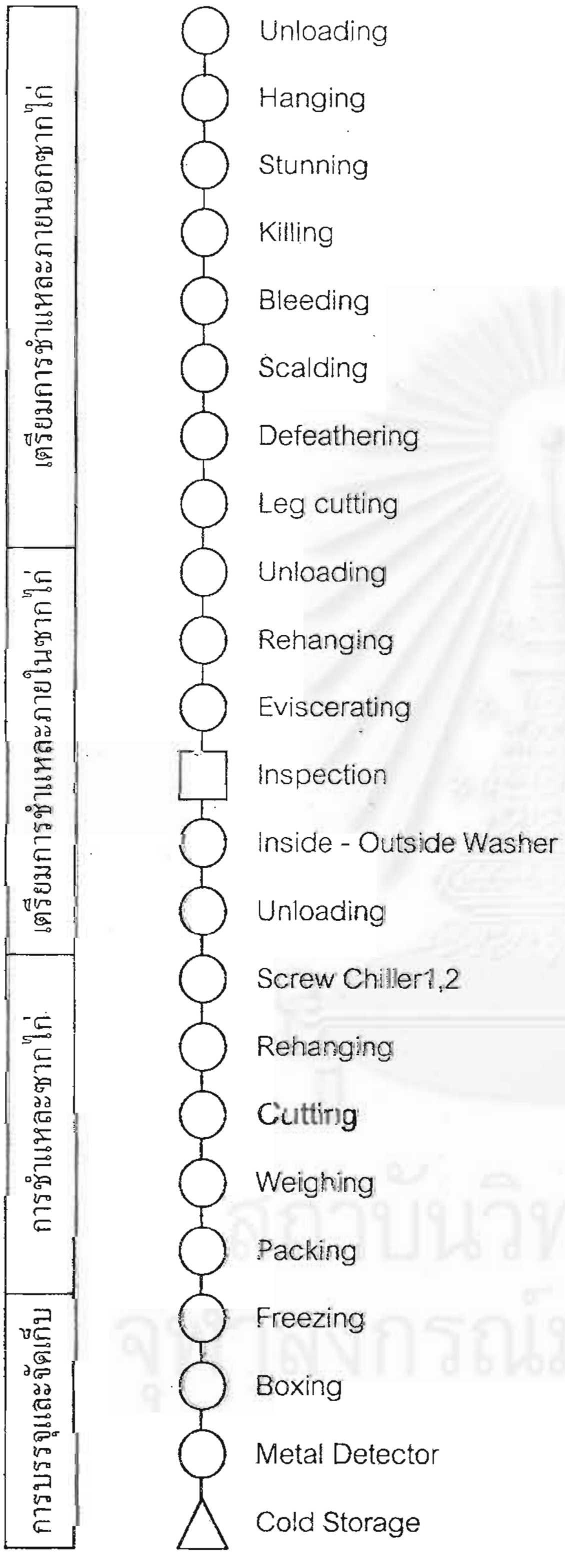
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

Production Flow Chart

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

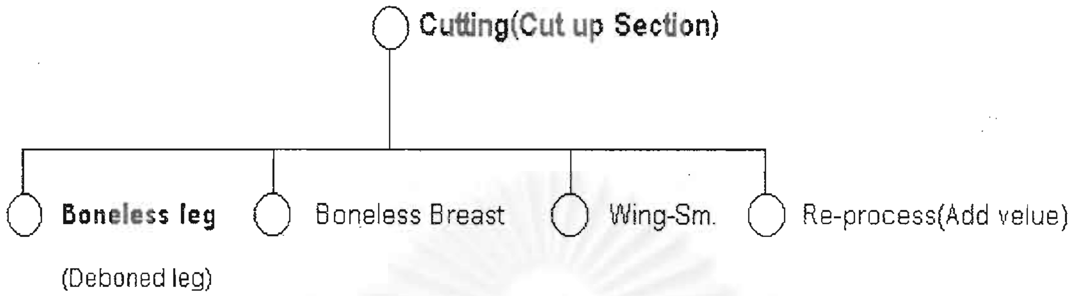
ภาคผนวก ก.1 Production Flow Chart



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1 แสดง Production Flow Chart ของกระบวนการผลิตเนื้อไก่สดแช่แข็ง
(ข้อมูลจากแผนกควบคุมการผลิตปี, 2545)

ภาคผนวก ก.2 Cutting Flow Chart



รูปที่ แสดง Cutting Flow Chart ของกระบวนการ Cutting ในแผนกชิ้นส่วน

ภาคผนวก ก.3 รายละเอียดของ Production Flow Chart และ Cutting Flow Chart

<u>ขั้นตอนเตรียมการชำแหละภายนอกซากไก่</u>

1.Unloading เป็นการลำเลียงไก่เข้าสู่กระบวนการผลิตซึ่งโดยนำกล่องไก่ที่รถบรรทุกมาลง โดยใช้ตะขอลากกล่องไก่ทีละแถวในแนวตั้งก่อนการยกลงสายพานสู่กระบวนการต่อไป

2.Hanging เป็นการแขวนไก่ไปกับ Overhead Conveyor เพื่อเข้าสู่กระบวนการต่างๆต่อไป

3.Stunning เป็นการสลบไก่ เพื่อลดการทรมานไก่และเพื่อความสะดวกในการทำงานในขั้นตอนการเชือดไก่ต่อไป โดยไก่ทุกตัวจะต้องผ่านการสลบไก่

4.Killing เป็นการเชือดไก่ โดยพนักงานเชือดไก่ที่ถูกแขวนอยู่กับ Overhead Conveyor หลังจากผ่านขั้นตอนการสลบไก่มาแล้ว

5.Bleeding เป็นการสะเด็ดเลือดไก่ออกจากตัวไก่ จะกระทำภายในห้องสะเด็ดเลือดไก่โดยที่ไก่ยังแขวนอยู่บน Overhead Conveyor จนกว่าเลือดจะไหลออกจนหมดจากตัวซากไก่

6.Scalding เป็นการลวกขนไก่เพื่อถอนขนให้ง่ายขึ้น โดยซากไก่จะถูกลวกน้ำร้อนในบ่อลวกซึ่งอุณหภูมิของบ่อลวกจะปรับตามน้ำหนักของตัวไก่อยู่ในช่วงประมาณ 58-60 องศาเซลเซียส

7.Defeathering เป็นการถอนขนไก่ โดยการใช้เครื่องจักรในการถอนขนไก่ออกจากซากไก่

8.Leg cutting เป็นการตัดข้อขาไก่ เพื่อปลดซากไก่ออกจาก Overhead Conveyor โดยตัวไก่จะตกลงมาสู่สายพานลำเลียงเพื่อลำเลียงส่งไปเตรียมการชำแหละภายในซากต่อไป

<u>ขั้นตอนเตรียมการชำแหละภายในซากไก่</u>

1.Unloading การปลดตัวไก่ลงจากราว Overhead Conveyor เพื่อเข้าสู่เตรียมการชำแหละภายในซากต่อไปโดยผ่านขั้นตอน Leg Cutting จากที่ผ่านมา

2.Rehanging เป็นการแขวนซากไก่เพื่อเข้าสู่การแยกเครื่องในออก โดยใช้พนักงานจับแขวนกับ Overhead Conveyor อีกตัวในส่วนของล้วงเครื่องใน

3.Evisceration เป็นขั้นตอนการล้วงแยกเครื่องในจากซากไก่โดยเริ่มจากการเจาะบั้นท้ายไก่ เปิดช่องท้องไก่ สอยคอไก่ เกี่ยวกระเพาะ งัดเครื่องในจากส่วนที่เปิดช่องท้อง และแยกเครื่องในออกจากตัวซากไก่

4. Inspection เป็นการตรวจสภาพซากไก่ ตรวจโดยพนักงานควบคุมคุณภาพ

5.Inside-Outside washer เป็นการฉีดน้ำล้างตัวไก่ทั้งภายในและภายนอกโดยเครื่องจักร

6.Unloading เป็นการปลดไก่จาก Overhead Conveyor ของห้องล้วงเครื่องในสู่ Screw Chiller1,2 ในขั้นตอนต่อไป

<u>ขั้นตอนการชำแหละซากไก่</u>

1.Screw Chiller1,2 เป็นการปรับอุณหภูมิซากไก่และเพื่อให้ง่ายต่อการชำแหละ โดยนำซากไก่ลงสู่ถังชิลเลอร์ซึ่งบรรจุน้ำและน้ำแข็งหมุนผสมกันด้วยใบเกลียวพัดภายในถัง

2. Rehanging เป็นการแขวนคอซากไก่กับ Overhead Conveyor ของราวชำแหละ

3. Cutting การชำแหละซากไก่ จะประกอบไปด้วย

    3.1 Boneless Leg เป็นขั้นตอนการชำแหละเนื้อส่วนขาออกจากกระดูกทั้งหมด

    3.2 Boneless Breast เป็นขั้นตอนการชำแหละเนื้อส่วนอกไก่

    3.3 Wing – SM. เป็นขั้นตอนการคัดแยกปีกและสันใน

    3.4 Re - Process เป็นกระบวนการตัดแต่งเนื้อไก่ส่วนอื่นๆเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้า

4. Weighting เป็นการตรวจสอบน้ำหนักต่อชิ้นตาม spec ของสินค้าก่อนการบรรจุ

5. Pecking เป็นการบรรจุสินค้าลงถุง โดยนำสินค้าใส่ถุงแล้วชั่งน้ำหนักตาม spec ของสินค้า

<u>ขั้นตอนการบรรจุและจัดเก็บ</u>

1.Freezing เป็นขั้นตอนการแช่แข็งสินค้า โดยนำสินค้าเข้าแช่ในห้องแช่แข็งเพื่อให้สินค้ามีสภาพสมบูรณ์เมื่อถึงลูกค้า

2. Boxing เป็นการบรรจุกล่อง โดยนำสินค้าที่แช่แข็งแล้วมาบรรจุกล่องตาม spec. ของสินค้า

3. Metal Detector เป็นการตรวจสอบโลหะที่อาจเกิดการปลอมปนกับสินค้า โดยการตรวจด้วยเครื่องตรวจสอบโลหะ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.Cold Storage เป็นการจัดเก็บสินค้าหลังจากผลิตเสร็จแล้วก่อนที่จะส่งลูกค้า โดยรับสินค้าที่ผ่านการตรวจโลหะแล้วเข้าจัดเก็บในคลังเก็บสินค้าเพื่อรอส่งลูกค้าต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
แบบฟอร์มที่ใช้ในงานวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.1 แบบสำรวจสุขภาพพนักงาน

แบบสำรวจสุขภาพพนักงาน

วัน ....เดือน .... ปี ....

แผนกงาน .... ประเภทงาน .... ชื่อหัวหน้างาน ....

สายพานที่ .... หน้าที่โดยตรงในสายพาน ....อายุ ......ปี .... เดือน

หน้าที่ที่จะต้องทำใน 1 วัน

1..

2..

3..

ได้ทำงานในแผนกนี้เป็นเวลา .... ปี ....เดือน **เพ☐ ช☐ ... หญิง**

ได้ทำงานในสายพานนี้เป็นเวลา .... ปี .....เดือน

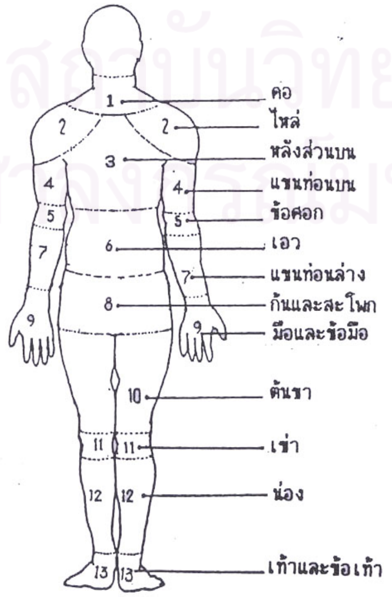
ลักษณะของงานเดิมที่ทำก่อนทำงานที่แผนกนี้..

1.ท่านเคยมีความเจ็บปวดบริเวณ ส่วนหลัง ส่วนแขน ส่วนข้อมือ หรือส่วนมือ และส่วนอื่นๆ ของร่างกายบ้างไหม ☐ เคย ☐ ไม่เคย

ถ้าท่านตอบว่า **<u>ไม่เคย</u>** ให้ส่งแบบสอบถามกลับทันทีโดยไม่ต้องตอบข้ออื่นๆ

ถ้าท่านตอบว่า **<u>เคย</u>** ให้ตอบคำถามต่อไปนี้ทุกข้อ

ภาพด้านล่างนี้แสดงให้เห็นส่วนต่างๆของร่างกายที่จะใช้ตอบคำถามโดยแบ่งออกเป็น 13 ส่วน คุณมีอาการปวดหรือไม่สบายที่บริเวณส่วนใดของร่างกายในภาพต่อไปนี้ให้ระบายตำแหน่งที่ปรากฏอาการลงในภาพ พร้อมทั้งเขียนเครื่องหมาย ลงที่อยู่ด้านหน้าบริเวณนั้น



1 ◯ คอ
2 ◯ ไหล่
3 ◯ หลังส่วนบน
4 ◯ แขนท่อนบน
5 ◯ ข้อศอก
6 ◯ เอว
7 ◯ แขนท่อนล่าง
8 ◯ ก้นและสะโพก
9 ◯ มือและข้อมือ
10 ◯ ต้นขา
11 ◯ เข่า
12 ◯ น่อง
13 ◯ เท้าและข้อเท้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.ความเจ็บปวดที่ท่านระบุในข้อ 1 นั้นท่านเจ็บมากในช่วงเวลา ☐ เช้า ☐ กลางวัน ☐ เย็น

3.ระดับความเจ็บปวดที่ท่านได้รับ ท่านรู้สึกว่า ☐ พอทนได้ ☐ เจ็บปวดมาก

4.ขณะที่กำลังตอบแบบสอบถามอยู่ ความเจ็บปวดดังกล่าว ☐ หายไปหมดแล้ว ☐ ยังคงมีอยู่

5.ท่านรู้สึกเจ็บปวด ☐ เมื่อเร็วๆนี้ ☐ เมื่อ 4 เดือนที่แล้ว ☐ เมื่อประมาณ 1 ปีมาแล้ว ☐ มากกว่า 1 ปี มาแล้ว

6.ท่านรักษาความเจ็บปวดของท่านอย่างไร ☐ ไม่ทำอะไรเลย ☐ การนวดยาและครีม ☐ ไปพบแพทย์เพื่อรักษา ☐ อื่นๆ ....

7.การรักษาของท่าน ☐ หายขาด ☐ ไม่ดีขึ้นเลย ☐ เป็นๆหายๆ

8.ท่านทำงานในหน้าที่ปัจจุบันโดย ☐ นั่ง ทำงาน ☐ ยืนทำงาน ☐ ทั้งนั่งและยืน ทำงาน

9.ท่านเล่นกีฬา หรือ ออกกำลังกายประเภทใด บ้างหรือไม่ ☐ เล่น ☐ ไม่เล่น

ถ้าเล่น โปรดระบุประเภท ....

10.ปกติท่านนอนหลับพักผ่อนที่บ้านในห้องปรับอากาศ ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่

11.ระดับความรู้สึกของอุณหภูมิในห้องทำงาน ☐ อุณหภูมิต่ำ ☐ พอดี ☐ อุณหภูมิสูง

12.ระดับแสงที่ใช้ในการทำงาน ☐ ระดับแสงน้อย ☐ ระดับแสงพอดี ☐ ระดับแสงมาก

13ระดับเสียงในห้องทำงาน ☐ ระดับเสียงพอดี ☐ ระดับเสียงดัง

ภาคผนวก ข.2 แบบสัมภาษณ์พนักงาน

แบบสัมภาษณ์พนักงาน

(Modified from Cergo Questionnaire)

ชื่อ – สกุล ……………………………………………… อายุ ………………….. เพศ ……………

ความสูง ………………… ซม. น้ำหนักตัว …………… กก ประเภทงาน …………………..

ได้มาทำงานในหน่วยงานนี้เป็นเวลา ……………….. ปี ………..….เดือน

ได้มาทำงานในหน้าที่นี้เป็นเวลา …………………….. ปี …………..เดือน

ระดับการศึกษา ⬭ ประถมปีที่ ……. ⬭ มัธยมปีที่ …… ⬭ ปวช.

⬭ ปวส. ⬭ ปริญญาตรี

มีครอบครัวหรือยัง ⬭ มีแล้ว ⬭ ยังไม่มี

ถ้ามีครอบครัวแล้ว ⬭ มีบุตร ……… คน ⬭ ยังไม่มีบุตร

ลักษณะครอบครัว ⬭ แยกกันอยู่ ⬭ หย่าขาดจากกัน ⬭ อยู่ด้วยกันเป็นปกติ

คู่สมรส ⬭ ทำงานที่เดียวกัน ⬭ แยกที่ทำงานกัน ⬭ ทำงานที่บ้าน

1.**<u>ความล้าโดยทั่วไป (GENERAL FATIGUE)</u>** (โดยการวงกลมรอบตัวเลข)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

สบาย สุดแสนจะทน

แบ่งการทำงานออกเป็นกิจกรรมย่อยๆ ในรอบการทำงานหนึ่งๆ (ถ้าทำได้) แล้วระบุระดับความล้าแต่ละกิจกรรม กล่าวคือ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
กิจกรรมที่ 1 ……………………………										
กิจกรรมที่ 2 ……………………………										
กิจกรรมที่ 3 ……………………………										
กิจกรรมที่ 4 ……………………………										

สบาย สุดแสนจะทน

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.<u>ความเสี่ยงต่อการเจ็บปวด บาดเจ็บ</u>

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

ไม่เสี่ยง มีความเสี่ยงสูง

แบ่งการทำงานออกเป็นกิจกรรมย่อยๆ ในรอบการทำงานหนึ่งๆ (ถ้าทำได้) แล้วระบุระดับความเจ็บปวดแต่ละกิจกรรม กล่าวคือ

กิจกรรมที่ 1 ....

กิจกรรมที่ 2 ....

กิจกรรมที่ 3 ....

กิจกรรมที่ 4 ....

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

ไม่เสี่ยง มีความเสี่ยงสูง

3.<u>ระดับความตั้งใจต่องานที่ทำ</u>

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

ไม่น่าสนใจ น่าสนใจมากที่

แบ่งการทำงานออกเป็นกิจกรรมย่อยๆ ในรอบการทำงานหนึ่งๆ (ถ้าทำได้) แล้วระบุระดับความตั้งใจแต่ละกิจกรรม กล่าวคือ

กิจกรรมที่ 1 ....

กิจกรรมที่ 2 ....

กิจกรรมที่ 3 ....

กิจกรรมที่ 4 ....

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

ไม่น่าสน น่าสนใจมากที่สุด

4.<u>ความซับซ้อนของลักษณะงาน</u>

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

ไม่ซับซ้อน ซับซ้อนจนเวียนหัว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.**<u>ความยากง่ายของการทำงาน</u>**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

ง่ายมากที่สุด ยากมากที่สุด

6.**<u>จังหวะของการทำงาน</u>**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

ไม่มีปัญหา มีปัญหามาก

7.**<u>ความรับผิดชอบในการทำงาน</u>**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

ไม่ต้องรับผิด ต้องรับผิดชอบสูง

8.**<u>ความเป็นอิสระในการทำงาน</u>**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

ทำงานตามคำสั่งเท่า ทำงานอย่างไรก็ได้

<u>การคำนวณ</u>

$$\frac{\text{SUM [1,2,4,5,6,7] – SUM [3,8]}}{8} = \text{AI (ดัชนีความไม่ปกติ)}$$

$$= \frac{\text{SUM}\left[\square\ \square\ \square\ \square\ \square\ \square\right] - \text{SUM}\left[\square\ \square\right]}{8}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$AI \leq 0$	ไม่มีปัญหาอะไรเลย
$0 < AI \leq 2$	มีปัญหาเล็กน้อย
$2 < AI \leq 3$	ต้องระมัดระวัง เอาใจใส่
$3 < AI \leq 4$	เริ่มเป็นปัญหามากจนจะทนไม่ไหว
$AI \geq 4$	ผิดปกติ ต้องรีบดำเนินการแก้ไขทันที

กิตติ อินทรานนท์

2 มกราคม 2536

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.3 แบบฟอร์มบันทึกข้อมูล

ตารางที่ ข.3.1 แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลระหว่างวันทำงาน

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลระหว่างวันทำงาน								
ชื่อ - สกุล...					Line		วันที่	
อายุ ....ปี		อายุงาน...........ปี.			ขนาดข้อมือ .... cm.			
จำนวนผลผลิต ....kg.(ชิ้น)					น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย .... kg.			
เวลาต่อรอบงาน (Cycle Time)								
ความถี่ของการทำงาน (Pace)								
รายระเอียดการหยุดพักระหว่างงาน								
ครั้งที่	รายละเอียด							

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.3.2 แบบฟอร์มบันทึกการให้คะแนนท่าทาง

ชื่อพนักงาน ………………………..…………สายพาน …………… วันที่……….

ลำดับที่	กลุ่ม A				กลุ่ม B		
	แขนท่อนบน	แขนท่อนล่าง	ข้อมือ	ข้อมือบิด	คอ	ลำตัว	ขา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.3.3 แบบฟอร์มคำนวณค่า Grand Score Rula

ชื่อ .... สายพาน .... วันที่ ....

อวัยวะ	ร้อยละของสัดส่วนการใช้งานอวัยวะที่ระดับคะแนนต่างๆ				
แขนท่อนบน	1	2	3	4	5
แขนท่อนล่าง					
ข้อมือ					
การบิดข้อมือ					
คอ					
ลำตัว					
ขา					
Muscle use / Load score					

คะแนนประเมิน(Grand Score) = ...

คะแนนประเมินข้อมือ = ...

ตารางที่ ข.3.4 แบบฟอร์มบันทึกค่าแรงบีบกล้ามเนื้อมือ(Grip Straight)

ชื่อ-นามสกุล .... สายพาน ....

ครั้งที่	วิธีทำงานแบบที่ 1		วิธีทำงานแบบที่ 2	
	ก่อนทำงาน	หลังทำงาน	ก่อนทำงาน	หลังทำงาน
1				
2				
3				
เฉลี่ย				

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสำรวจสุขภาพพนักงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการส่งแบบสำรวจสุขภาพพนักงานให้พนักงานชำแหละเนื้อไก่ โดยมอบหมายให้หัวหน้างานและผู้สำรวจเป็นผู้แจกจ่ายแบบสำรวจโดยตรงเมื่อได้แบบสอบถามกลับมา ทำการแบ่งกลุ่มพนักงานออกตามคำตอบที่ได้จากแบบสำรวจสุขภาพพนักงาน โดยจะเน้นที่เฉพาะตำแหน่งงานชำแหละไก่ถอดกระดูก ได้ดังนี้คือ กลุ่มที่ตอบคำถามข้อที่ 1 ว่าไม่เคยปวด และกลุ่มที่ตอบคำถามข้อที่ 1 ว่าเคยปวด จำนวนพนักงานที่ได้รับแบบสำรวจสุขภาพพนักงานแยกออกมาในแต่ละกลุ่มมีดังนี้

จำนวนพนักงานที่ได้รับแบบสำรวจสุขภาพ 300 ราย

จำนวนพนักงานที่ตอบแบบสำรวจว่าเคยปวด 264 ราย

จำนวนพนักงานที่ตอบแบบสำรวจว่าไม่เคยปวด 15 ราย

เนื่องจากมีการลาออกและย้ายงานของพนักงานระหว่างการเก็บข้อมูลครั้งแรกและครั้งที่สอง รวมถึงประกอบกับพนักงานที่ระบุอาการเจ็บปวดตามร่างกายในส่วนต่างๆมีจำนวนมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสุ่มสัมภาษณ์พนักงานชำแหละไก่ถอดกระดูกที่ขนาดตัวอย่างที่ 62 คน จาก173 คนที่เป็นพนักงานที่ปฏิบัติงานในงานชำแหละเนื้อไก่ถอดกระดูกเป็นประจำ(หรือมีการทำงานชำแหละไก่ถอดกระดูกมากกว่าร้อยละ 90 ของเนื้องาน) จากนั้นทำการสัมภาษณ์กลุ่มที่ตอบแบบสอบถามว่าเคยปวดโดยใช้แบบสัมภาษณ์พนักงาน ในการสัมภาษณ์จะใช้วิธีสัมภาษณ์แบบตัวต่อตัวระหว่างผู้สัมภาษณ์กับผู้ถูกสัมภาษณ์ ดังนั้นจึงต้องจัดบริเวณที่สัมภาษณ์แยกออกจากบริเวณที่ทำงานปกติ และไม่มีผู้ร่วมฟังในระหว่างการสัมภาษณ์ และก่อนการสัมภาษณ์จะต้องมีการอธิบายให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ทราบถึงจุดประสงค์ของการสัมภาษณ์ การรักษาข้อมูลที่ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบไว้เป็นความลับ เพื่อให้ผู้ถูกสัมภาษณ์มีความมั่นใจพร้อมที่จะให้ความร่วมมือและให้ข้อมูลที่เป็นจริงมากที่สุด

ในตอนเริ่มต้นของการสัมภาษณ์ จะให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เล่าถึงหน้าที่งานที่ได้ทำอยู่ในปัจจุบันโดยละเอียด ผู้สัมภาษณ์จะแยกงานที่ทำออกเป็นกิจกรรมหลักสำหรับการสัมภาษณ์ กิจกรรมที่แยกออกมาได้ไม่ควรเกิน 4 กิจกรรม การให้คำตอบผู้สัมภาษณ์สามารถเลือกค่าตัวเลขที่ประเมินบนจุดใดก็ได้ของสเกลของหัวข้อการสัมภาษณ์เรียงลำดับตั้งแต่ข้อที่ 1 ถึง 8 ของแบบสัมภาษณ์พนักงานเริ่มจาก

1.ความล้าโดยทั่วไป

อธิบายผู้สัมภาษณ์ว่าหากจะแบ่งความล้าออกเป็นระดับเริ่มจาก 0 คือไม่มีความล้าเกิดขึ้นเลย ตัวเลขที่มากขึ้นหมายถึงระดับความล้าที่เพิ่มขึ้น จนถึงเลข 9 คือสุดแสนจะทนทาน โดย

เฉลี่ยแล้วความล้าที่เกิดขึ้นภายหลังการทำงานของผู้ถูกสัมภาษณ์อยู่ที่ระดับใด จากนั้นถามคำถามเดิมซ้ำแต่ให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ประเมินความล้าย่อยที่เกิดขึ้นตามกิจกรรมที่ได้แบ่งไว้ในตอนต้น

2.ความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วย บาดเจ็บ

ถามผู้ถูกสัมภาษณ์เกี่ยวกับความคิดของผู้ถูกสัมภาษณ์ว่า มีโอกาสบ้างหรือไม่ที่จะได้รับบาดเจ็บจากการทำงาน และถ้ามีความเสี่ยงที่จะได้รับความเจ็บปวดนั้นมีมากเพียงใด เลข 0 คือคิดว่างานที่ทำไม่มีความเสี่ยงเลย ตัวเลขที่มากขึ้นหมายถึงระดับเสี่ยงที่เพิ่มขึ้น จนถึง 9 หมายถึงมีความเสี่ยงที่สูงมาก จากนั้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ประเมินความเสี่ยงจากงานแยกตามกิจกรรมหลัก

3.ระดับความสนใจต่องานที่ทำ

ให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ประเมินระดับความน่าสนใจว่า มีความคิดเห็นว่างานที่ทำมีความน่าเบื่อหรือไม่ ซึ่งแสดงว่างานที่ทำนั้นน่าเบื่อ หรือไม่น่าสนใจเลย และ 9 หมายถึง ผู้ถูกสัมภาษณ์มีความน่าสนใจ อยากทำงานในหน้าที่นี้มากที่สุด และให้ผู้ถูกประเมินประเมินระดับความน่าสนใจ ต่อกิจกรรมหลักที่เลือกไว้ในแต่ละกิจกรรม

4.ความซ้ำซ้อนของลักษณะงาน

อธิบายให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ทราบถึงลักษณะงานที่ซ้ำซ้อน เช่นต้องอาศัยความจำหรือมีขั้นตอนในการทำงานมากในการทำงานให้เสร็จแต่ละชิ้น และถามผู้สัมภาษณ์ถึงงานที่ทำในขณะนี้ว่ามีความซับซ้อนอยู่ในระดับใด เลข 0 หมายถึง ลักษณะงานนั้นไม่ซับซ้อนเลย และเลข 9 หมายถึงระดับความซ้ำซ้อนของงานนั้นมีมากจนน่าเวียนหัว

5.ความยากง่ายของการทำงาน

สอบถามถึงงานที่ทำว่า ผู้ถูกสัมภาษณ์คิดว่า งานที่ทำในปัจจุบันมีความยากง่ายเพียงใด โดยระดับ 0 คือ คิดว่างานที่ทำนั้นง่ายสุด และระดับ 9 คือคิดว่างานนี้ยากที่สุด

6.จังหวะของการทำงาน

ยกตัวอย่างให้ผู้สัมภาษณ์เข้าใจถึงจังหวะการทำงาน เช่น หากเป็นงานประกอบ เราทำงานทันกับงานที่ถูกส่งมาเรื่อยๆนั้นหรือเปล่า ถ้าหากทำทันก็แสดงว่าจังหวะการทำงานนั้นไม่มีปัญหา และงานที่ผู้สัมภาษณ์ทำอยู่มีจังหวะการทำงานอย่างไร เลข 0 ถือว่าไม่เป็นปัญหาคือสามารถทำงานได้ทัน จังหวะของการทำงานจะเร็วขึ้นเรื่อยๆจนถึงระดับ 9 ถือว่ามีปัญหามาก ผู้ถูกสัมภาษณ์จะต้องรีบทำงานอยู่ตลอดเวลา

7.ความรับผิดชอบในการทำงาน

สอบถามถึงงานที่พนักงานทำว่า ตัวพนักงานคิดว่าต้องมีความรับผิดชอบในการทำงานมากหรือไม่ เมื่อเลข 0 หมายถึงพนักงานคิดว่าไม่ต้องรับผิดชอบต่องานที่ทำ ระดับความรับผิดชอบมีมากขึ้นจนถึงเลข 9 ซึ่งถือว่าต้องรับผิดชอบมากที่สุด

8. ความเป็นอิสระในการทำงาน

สอบถามผู้ถูกสัมภาษณ์ว่า ผู้ถูกสัมภาษณ์คิดว่ามีอำนาจที่จะตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับงานได้เอง หรือจะต้องทำงานตามที่หัวหน้างานกำหนดให้เท่านั้น เมื่อ 0 หมายถึงจะต้องทำตามคำสั่งเท่านั้นและ 9 หมายถึงทำอย่างไรก็ได้

การหาขนาดตัวอย่างเพื่อสัมภาษณ์พนักงาน (อ้างอิงจาก ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2544)

$$N = \frac{1}{\left(4\frac{e^2}{Z^2}\right) + \left(\frac{1}{N}\right)}$$

เมื่อ e แทน ค่าความคลาดเคลื่อน (งานวิจัยนี้พิจารณาที่ 0.10 หรือ 10%)

N แทน จำนวนประชากร

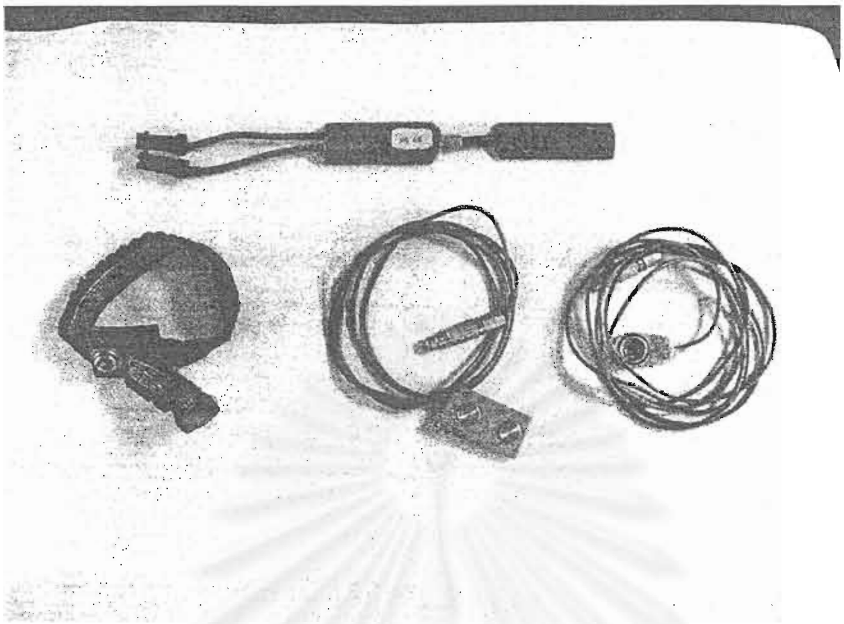
Z แทน ค่าที่ได้จากการเปิดตารางสถิติ Z ที่ได้จากระดับความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ 1.96

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

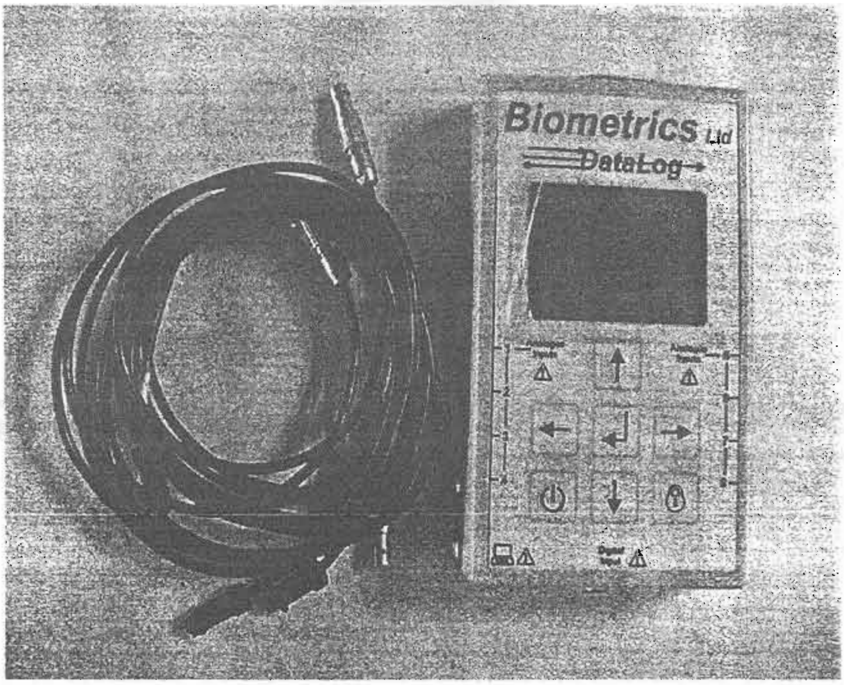
ภาคผนวก ง.

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

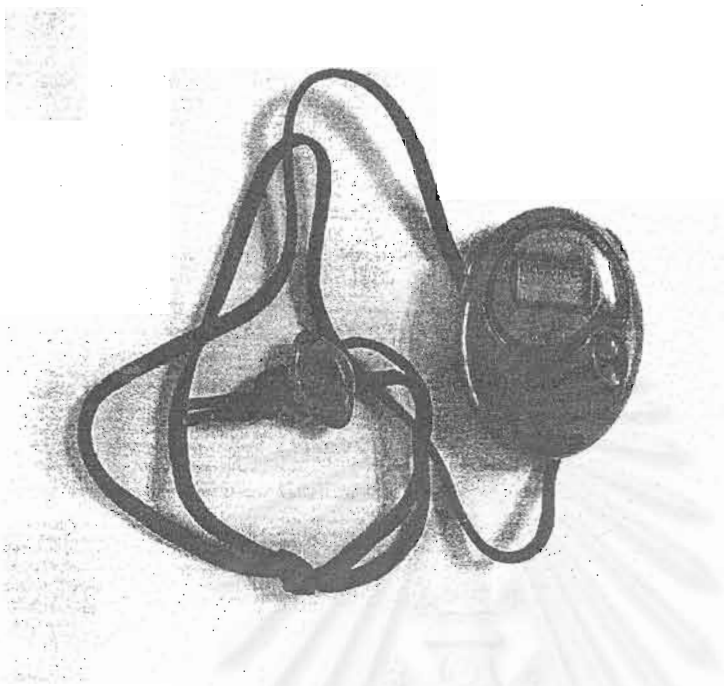
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



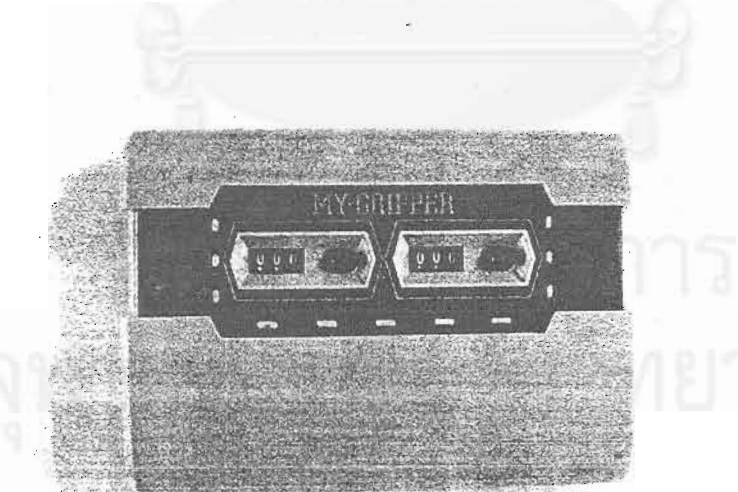
รูปที่ ง.1 Sensor รุ่น SG 65 , Probe Skin Electrode และ Common Electrode



รูปที่ ง.2 เครื่องบันทึกข้อมูลชนิดพกพา(Data Logger) และ สายต่อระหว่าง
เครื่องData Logger กับ Sensor



รูปที่ ง.3 นาฬิกาจับเวลา



รูปที่ ง.4 เครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Grip Strength)

รูปที่ ง.5 กล้องบันทึกภาพวีดีโอ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ.

วิธีการวิเคราะห์ท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> การบันทึกท่าทางในขณะทำงาน

ในการบันทึกจะแบ่งส่วนของการพิจารณาท่าทางออกเป็น 2 กลุ่ม การมองจะยึดในแนวระนาบด้านข้างของผู้ปฏิบัติงานเป็นหลัก กลุ่มการพิจารณากลุ่ม A จะรวมในส่วนของแขนท่อนบน แขนท่อนล่าง และข้อมือ ในขณะที่กลุ่ม B จะหมายถึงร่างกายในส่วนของคอ ลำตัว และขา

หลักของการให้คะแนนแขนท่อนบน จากผลการวิจัยของ Tichauer (1966), Chaffin (1973), Herberg (1981), Schuldt และคณะ (1987), Harms-Ringdahl และ Schuldt (1990) ได้แบ่งคะแนนออกเป็น

1. สำหรับแขนท่อนบนที่มีมุมของการเคลื่อนไหวไปด้านหน้าและด้านหลังไม่เกิน 20°
2. สำหรับแขนที่ขยับอยู่ในช่วง 20° - 45°
3. สำหรับแขนที่ขยับอยู่ในช่วง 45° - 90°
4. สำหรับแขนที่ขยับเป็นมุมเกินกว่า 90°

และเพิ่ม 1 คะแนน หากมีการยกไหล่หรือบิดแขนท่อนบน

ลด 1 คะแนน หากมีการพยุง รองน้ำหนักแขนท่อนบนไว้

หลักการให้คะแนนแขนท่อนล่าง พัฒนาจากงานวิจัยของ Grandjean (1988) และ Tichauer (1966) แบ่งคะแนนออกเป็น

1. สำหรับแขนท่อนล่างที่มีมุมงอในช่วง 60° - 100°
2. สำหรับแขนท่อนล่างที่มีมุมงอน้อยกว่า 60° หรือมากกว่า 100°

และเพิ่ม 1 คะแนน หากแนวการเคลื่อนที่ข้ามเส้นกึ่งกลางลำตัวไปยังอีกด้านหรือออกไปในแนวด้านข้างลำตัว

การให้คะแนนข้อมือจาก Health and Safety Executive (1990) แบ่งคะแนนออกเป็น

1. เมื่อข้อมืออยู่ในแนวระนาบปกติ
2. เมื่อข้อมือขยับขึ้น – ลง อยู่ระหว่าง 15°
3. เมื่อข้อมือขยับขึ้น – ลง อยู่มากกว่า 15°

และเพิ่ม 1 คะแนน หากข้อมือต้องเบนออกจากแนวปกติ

การบิดข้อมือ 1 คะแนน ถ้าบิดเล็กน้อย

2 คะแนน ถ้าบิดเกือบสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลักการให้คะแนนคอ จากงานวิจัยของ Chaffin (1973), Kilbom และคณะ (1986) แบ่งออกเป็น

1. หากก้มคอเป็นมุมระหว่าง 0 - 10°
2. หากก้มคอเป็นมุมระหว่าง 10 - 20°
3. หากก้มคอเป็นมุมมากกว่า 20°
4. หากต้องเอนศีรษะไปทางด้านหลัง

และเพิ่ม 1 คะแนน หากเอียงคอไปทางด้านข้างหรือเอี้ยวคอ

การให้คะแนนลำตัว พัฒนาจากงานของ Drury (1987), Grandjean (1988), Grandjean และคณะ (1983) ได้หลักการให้คะแนนดังนี้

1. สำหรับท่านั่งหลังตรง หรือมีอุปกรณ์ช่วยรองรับน้ำหนักของลำตัว
2. เมื่อก้มหลังทำมุมอยู่ในช่วง 0 - 20°
3. เมื่อก้มหลังทำมุมอยู่ในช่วง 20 - 60°
4. เมื่อก้มหลังทำมุมมากกว่า 60°

หากมีการเอี้ยวลำตัว หรือเอนตัวไปด้านข้างจะต้องเพิ่มคะแนนอีก 1 คะแนน

หลักในการให้คะแนนขา แบ่งคะแนนออกเป็น

1. เมื่อขาและเท้าได้รับการรองขณะนั่งอย่างสมดุล
2. ในระหว่างยืนน้ำหนักกระจายไปยังเท้าทั้ง 2 ข้างอย่างสมดุล
3. ท่าทางการยืนหรือนั่งไม่อยู่ในสภาพที่สมดุล

<u>ขั้นที่ 2</u> การจัดกลุ่มคะแนน

จากผลการบันทึกท่าทางการทำงานของพนักงาน คัดเลือกท่าทางหรือคะแนนที่มีความถี่สูงสุดในแต่ละส่วนของร่างกายเพื่อเป็นตัวแทนคะแนนของร่างกายในส่วนนั้น นำคะแนนร่างกายในกลุ่ม A เทียบกับตารางที่ 1 เพื่อหา Posture Score A และนำคะแนนร่างกายในกลุ่ม B ไปเทียบกับตารางที่ 2 เพื่อหา Posture Score B ตามลำดับ

ตารางที่ จ.1 ตารางคำนวณค่า Posture Score A

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Posture Score							
		1		2		3		4	
		W.wrist		W.wrist		W.wrist		W.wrist	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	2	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

ตารางที่ จ.2 ตารางคำนวณค่า Posture Score B

Neck posture score	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

พิจารณาคะแนนการใช้กล้ามเนื้อ (Muscle Use Score) โดยกำหนดคะแนน

1 เมื่อต้องทำงานซ้ำมากกว่า 4 ครั้งต่อนาที

2 เมื่อต้องรับภาระงานสถิต และอยู่ในสภาวะนั้นเกินกว่า 1 นาที

พิจารณาคะแนนของแรง (Force or Load Score) โดยกำหนดคะแนน

0 เมื่อน้ำหนักที่ยกน้อยกว่า 2 กิโลกรัม และเป็นการยกชั่วคราว

1 เมื่อน้ำหนักที่ยกอยู่ในช่วง 2 – 10 กิโลกรัม และเป็นการยกชั่วคราว

2 เมื่อน้ำหนักที่ยกอยู่ในช่วง 2 – 10 กิโลกรัม และเป็นงานสถิตหรืองานที่ทำซ้ำๆ

3 เมื่อน้ำหนักที่ยกมากกว่า 10 กิโลกรัม และเป็นงานสถิตหรืองานที่ทำซ้ำๆ

จากนั้นหาค่าคะแนน Score C และ Score D จาก

Score C = Posture Score A + Muscle Use & Force Score จากกลุ่ม A

Score D = Posture Score B + Muscle Use & Force Score จากกลุ่ม B

<u>ขั้นที่ 3</u> การหาค่าคะแนนรวม (Grand Score) และวิเคราะห์ผลที่ได้

จากคะแนน (Score C และ D) ที่ได้นำมาเทียบกับตารางที่ ง. 3 เพื่อหาค่าตัวเลขระดับความรุนแรงและทำการปรับปรุงตามข้อแนะนำที่ได้เสนอไว้ตามรายละเอียด

ตารางที่ จ.3 ตารางคำนวณค่า Grand Score RULA

		Score D (Neck,Trunk,Leg)						
		1	2	3	4	5	6	7
Score C (upper limb)	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

โดยที่ 1,2 หมายถึง ท่าทางในการทำงานนั้นเป็นท่าที่ยอมรับได้ หากไม่ต้องทำติดต่อเป็นระยะเวลานาน

3,4 หมายถึง ต้องได้รับการตรวจสอบเพิ่มเติมและควรมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข

5,6 หมายถึง จำเป็นต้องมีการตรวจสอบและแก้ไขในเร็วๆนี้

7 หมายถึง จำเป็นต้องมีการตรวจสอบและแก้ไขโดยทันที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ.
ข้อมูลจากงานวิจัย

ตารางที่ ฉ.1 ข้อมูลจากตัวแปรในงานวิจัย

วิธีการทำงาน	RULA	Output	ขนาดวัตถุดิบ	Cycle time	อายุงาน	อายุพนักงาน	ความสูงพนักงาน	น้ำหนัก	ขนาดข้อมือ	อุณหภูมิห้อง	สุขภาพ	ชม.นอน	Pace
1	4	44	187	0.34	12	35	152	48	14	13	ดี	8	90
2	2	42	185	0.35	12	35	152	48	14	13	ดี	8	90
1	4	45	190	0.33	6	30	153	50	13	17	ดี	8	90
2	2	46	192	0.32	6	30	153	50	13	17	ดี	8	90
1	4	38	163	0.39	15	35	155	54	16	19	ดี	7	80
2	2	42	185	0.35	15	35	155	54	16	19	ดี	7	80
1	3	44	186	0.34	6	30	152	48	14	13	ป่วย	8	90
2	2	44	185	0.34	6	30	152	48	14	13	ป่วย	8	90
1	4	39	164	0.38	7	38	151	46	14	19	ดี	7	80
2	3	42	183	0.35	7	38	151	46	14	19	ดี	7	80
1	4	45	191	0.33	10	32	152	53	16	19	ดี	8	100
2	2	44	189	0.43	10	32	152	53	16	19	ดี	8	100
1	3	35	160	0.43	3	25	153	46	15	13	ป่วย	6.5	80
2	2	42	183	0.35	3	25	153	46	15	13	ป่วย	6.5	80
1	3	38	164	0.39	3	35	148	47	16	19	ดี	7	80
2	2	41	185	0.36	3	35	148	47	16	19	ดี	7	80
1	4	47	187	0.32	4	25	158	58	15	19	ดี	8	100
2	2	56	220	0.26	4	25	158	58	15	19	ดี	8	100
1	4	40	179	0.37	2	20	157	52	14	18	ดี	7.5	90
2	3	44	185	0.34	2	20	157	52	14	18	ดี	7.5	90
1	3	43	185	0.34	8	30	151	53	14	19	ดี	7.5	90
2	2	49	195	0.3	8	30	151	53	14	19	ดี	7.5	90
1	5	45	190	0.33	6	23	158	40	12	18	ดี	7	90
2	3	51	221	0.29	6	23	158	40	12	18	ดี	7	90
1	5	38	163	0.39	9	34	158	47	15	19	ดี	6	80
2	2	48	187	0.3	9	34	158	47	15	19	ดี	6	80
1	4	39	163	0.37	10	36	152	53	14	17	ดี	7	80

ตารางที่ ฉ.1 ข้อมูลจากตัวแปรในงานวิจัย (ต่อ)

วิธีการทำงาน	RULA	Output	ขนาดวัตถุดิบ	Cycle time	อายุงาน	อายุพนักงาน	ความสูงพนักงาน	น้ำหนัก	ขนาดข้อมือ	อุณหภูมิห้อง	สุขภาพ	ชม.นอน	Pace
2	3	45	190	0.33	10	36	152	53	14	17	ดี	7	80
1	4	33	151	0.43	7	27	155	41	14	13	ป่วย	6.5	80
2	2	41	183	0.36	7	27	155	41	14	13	ป่วย	6.5	80
1	5	28	130	0.53	5	23	159	45	15	18	ดี	7	80
2	3	32	152	0.47	5	23	159	45	15	18	ดี	7	80
1	3	34	150	0.44	3	26	148	48	16	17	ดี	8	80
2	2	38	160	0.39	3	26	148	48	16	17	ดี	8	80
1	5	39	152	0.38	13	35	160	46	14	17	ดี	7	80
2	3	44	185	0.34	13	35	160	46	14	17	ดี	7	80
1	4	44	186	0.34	7	41	152	47	15	17	ดี	7	90
2	2	50	221	0.3	7	41	152	47	15	17	ดี	7	90
1	3	31	150	0.48	3	22	145	46	14	14	ป่วย	6	80
2	2	39	152	0.38	3	22	145	46	14	14	ป่วย	6	80
1	3	35	150	0.41	1	28	143	45	16	17	ดี	6.5	80
2	2	47	193	0.31	1	28	143	45	16	17	ดี	6.5	80
1	3	29	132	0.52	0.4	28	148	47	15	15	ป่วย	5	80
2	2	30	136	0.5	0.4	28	148	47	15	15	ป่วย	5	80
1	3	37	140	0.41	6	36	150	52	16	19	ดี	8	80
2	2	39	140	0.38	6	36	150	52	16	19	ดี	8	80
1	4	46	195	0.32	3	32	158	59	16	16	ป่วย	8	100
2	3	51	223	0.29	3	32	158	59	16	16	ป่วย	8	100
1	3	38	154	0.39	6	24	152	56	14	17	ดี	7	80
2	2	42	180	0.35	6	24	152	56	14	17	ดี	7	80
1	3	29	130	0.51	0.5	28	145	55	14	15	ป่วย	5	80
2	3	35	132	0.42	0.5	28	145	55	14	15	ป่วย	5	80
1	4	38	160	0.39	1	20	155	70	15	15	ป่วย	7.5	80
2	2	45	195	0.32	1	20	155	70	15	15	ป่วย	7.5	80
1	4	37	169	0.4	10	34	155	45	15	18	ดี	7	80

ตารางที่ ฉ.1 ข้อมูลจากตัวแปรในงานวิจัย (ต่อ)

วิธีการทำงาน	RULA	Output	ขนาดวัตถุดิบ	Cycle time	อายุงาน	อายุพนักงาน	ความสูงพนักงาน	น้ำหนัก	ขนาดข้อมือ	อุณหภูมิห้อง	สุขภาพ	ชม.นอน	Pace
2	2	42	183	0.35	10	34	155	45	15	18	ดี	7	80
1	5	47	127	0.22	9	32	165	52	16	17	ดี	7	100
2	3	52	137	0.2	9	32	165	52	16	17	ดี	7	100
1	4	38	125	0.4	6	26	150	44	13	17	ดี	6.5	80
2	2	43	160	0.35	6	26	150	44	13	17	ดี	6.5	80
1	4	35	155	0.5	5	26	151	62	14	17	ดี	7	90
2	2	47	147	0.32	5	26	151	62	14	17	ดี	7	90
1	5	45	158	0.42	11	34	160	73	15	17	ดี	6.8	80
2	3	44	200	0.3	11	34	160	73	15	17	ดี	6.8	80
1	4	37	201	0.32	7	28	158	62	15	18	ดี	7	80
2	3	42	205	0.29	7	28	158	62	15	18	ดี	7	80
1	4	39	207	0.29	6	28	157	59	15	17	ดี	8	80
2	3	42	105	0.22	6	28	157	59	15	17	ดี	8	80
1	5	46	190	0.45	12	35	165	56	16	18	ดี	8	100
2	3	48	160	0.35	12	35	165	56	16	18	ดี	8	100
1	4	38	165	0.22	5	26	157	50	15	15	ป่วย	8	100
2	2	42	155	0.2	5	26	157	50	15	15	ป่วย	8	100
1	4	40	175	0.2	7	29	156	43	14	17	ดี	7	80
2	3	44	134	0.18	7	29	156	43	14	17	ดี	7	80
1	5	45	136	0.35	10	33	165	52	17	17	ดี	7	80
2	3	44	148	0.3	10	33	165	52	17	17	ดี	7	80
1	4	39	159	0.4	6	27	152	52	14	17	ดี	6.5	80
2	2	44	200	0.31	6	27	152	52	14	17	ดี	6.5	80
1	5	46	149	0.4	13	35	152	50	14	18	ดี	6.5	80
2	3	52	153	0.38	13	35	152	50	14	18	ดี	6.5	80
1	4	39	191	0.32	8	30	150	53	13	17	ดี	7	100
2	2	44	192	0.33	8	30	150	53	13	17	ดี	7	100
1	5	44	204	0.39	10	34	165	52	16	17	ดี	7.5	80

ตารางที่ ฉ.1 ข้อมูลจากตัวแปรในงานวิจัย (ต่อ)

วิธีการทำงาน	RULA	Output	ขนาดวัตถุดิบ	Cycle time	อายุงาน	อายุพนักงาน	ความสูงพนักงาน	น้ำหนัก	ขนาดข้อมือ	อุณหภูมิห้อง	สุขภาพ	ชม.นอน	Pace
2	3	50	209	0.38	10	34	165	52	16	17	ดี	7.5	80
1	4	39	210	0.38	8	31	153	48	15	15	ป่วย	7.5	82
2	3	42	156	0.36	8	31	153	48	15	15	ป่วย	7.5	82
1	5	44	149	0.38	14	36	165	55	16	17	ดี	8	80
2	3	51	138	0.35	14	36	165	55	16	17	ดี	8	80
1	5	46	150	0.5	16	37	166	44	18	17	ดี	6	80
2	3	50	147	0.24	16	37	166	44	18	17	ดี	6	80
1	4	44	187	0.34	12	35	152	48	14	15	ดี	8	90
2	2	42	185	0.35	12	35	152	48	14	15	ดี	8	90
1	4	45	190	0.33	6	30	153	50	13	16	ดี	8	90
2	2	46	192	0.32	6	30	153	50	13	16	ดี	8	90
1	4	38	163	0.39	15	35	155	54	16	17	ดี	7	80
2	2	42	185	0.35	15	35	155	54	16	17	ดี	7	80
1	3	44	186	0.34	6	30	152	48	14	16	ป่วย	8	90
2	2	44	185	0.34	6	30	152	48	14	16	ป่วย	8	90
1	4	39	164	0.38	7	38	151	46	14	17	ดี	7	80
2	3	42	183	0.35	7	38	151	46	14	17	ดี	7	80
1	4	45	191	0.33	10	32	152	53	16	17	ดี	8	100
2	2	44	189	0.43	10	32	152	53	16	17	ดี	8	100
1	3	35	160	0.43	3	25	153	46	15	16	ป่วย	6.5	80
2	2	42	183	0.35	3	25	153	46	15	16	ป่วย	6.5	80
1	3	38	164	0.39	3	35	148	47	16	18	ดี	7	80
2	2	41	185	0.36	3	35	148	47	16	18	ดี	7	80
1	4	47	187	0.32	4	25	158	58	15	19	ดี	8	100
2	2	56	220	0.26	4	25	158	58	15	19	ดี	8	100
1	4	40	179	0.37	2	20	157	52	14	18	ดี	7.5	90
2	3	44	185	0.34	2	20	157	52	14	18	ดี	7.5	90
1	3	43	185	0.34	8	30	151	53	14	17	ดี	7.5	90

ตารางที่ ฉ.1 ข้อมูลจากตัวแปรในงานวิจัย (ต่อ)

วิธีการทำงาน	RULA	Output	ขนาดวัตถุดิบ	Cycle time	อายุงาน	อายุพนักงาน	ความสูงพนักงาน	น้ำหนัก	ขนาดข้อมือ	อุณหภูมิห้อง	สุขภาพ	ชม.นอน	Pace
2	2	49	195	0.3	8	30	151	53	14	17	ดี	7.5	90
1	5	45	190	0.33	6	23	158	40	12	18	ดี	7	90
2	3	51	221	0.29	6	23	158	40	12	18	ดี	7	90
1	5	38	163	0.39	9	34	158	47	15	17	ดี	6	80
2	2	48	187	0.3	9	34	158	47	15	17	ดี	6	80
1	4	39	163	0.37	10	36	152	53	14	17	ดี	7	80
2	3	45	190	0.33	10	36	152	53	14	17	ดี	7	80
1	4	33	151	0.43	7	27	155	41	14	16	ป่วย	6.5	80
2	2	41	183	0.36	7	27	155	41	14	16	ป่วย	6.5	80
1	5	28	130	0.53	5	23	159	45	15	18	ดี	7	80
2	3	32	152	0.47	5	23	159	45	15	18	ดี	7	80
1	3	26	150	0.44	3	26	148	48	16	17	ป่วย	8	80
2	2	38	160	0.39	3	26	148	48	16	17	ป่วย	8	80
1	5	35	152	0.38	13	35	160	46	14	17	ดี	7	80
2	3	44	185	0.34	13	35	160	46	14	17	ดี	7	80
1	4	41	186	0.34	7	41	152	47	15	17	ดี	7	90
2	2	50	221	0.3	7	41	152	47	15	17	ดี	7	90
1	3	22	150	0.48	3	22	145	46	14	15	ดี	6	80
2	2	39	152	0.38	3	22	145	46	14	15	ดี	6	80
1	3	28	150	0.41	1	28	143	45	16	17	ดี	6.5	80
2	2	47	193	0.31	1	28	143	45	16	17	ดี	6.5	80
1	3	28	132	0.52	0.4	28	148	47	15	15	ป่วย	5	80
2	2	30	136	0.5	0.4	28	148	47	15	15	ป่วย	5	80
1	3	36	140	0.41	6	36	150	52	16	17	ดี	8	80
2	2	39	140	0.38	6	36	150	52	16	17	ดี	8	80
1	4	32	195	0.32	3	32	158	59	16	16	ดี	8	100
2	3	51	223	0.29	3	32	158	59	16	16	ดี	8	100
1	3	24	154	0.39	6	24	152	56	14	17	ดี	7	80

ตารางที่ ฉ.1 ข้อมูลจากตัวแปรในงานวิจัย (ต่อ)

วิธีการทำงาน	RULA	Output	ขนาดวัตถุดิบ	Cycle time	อายุงาน	อายุพนักงาน	ความสูงพนักงาน	น้ำหนัก	ขนาดข้อมือ	อุณหภูมิห้อง	สุขภาพ	ชม.นอน	Pace
2	2	42	180	0.35	6	24	152	56	14	17	ดี	7	80
1	3	28	130	0.51	0.5	28	145	55	14	15	ป่วย	5	80
2	3	35	132	0.42	0.5	28	145	55	14	15	ป่วย	5	80
1	4	20	160	0.39	1	20	155	70	15	15	ดี	7.5	80
2	2	45	195	0.32	1	20	155	70	15	15	ดี	7.5	80
1	4	34	169	0.4	10	34	155	45	15	18	ดี	7	80
2	2	42	183	0.35	10	34	155	45	15	18	ดี	7	80
1	5	32	127	0.22	9	32	165	52	16	17	ดี	7	100
2	3	52	137	0.2	9	32	165	52	16	17	ดี	7	100
1	4	26	125	0.4	6	26	150	44	13	17	ดี	6.5	80
2	2	43	160	0.35	6	26	150	44	13	17	ดี	6.5	80
1	4	26	155	0.5	5	26	151	62	14	17	ป่วย	7	90
2	2	47	147	0.32	5	26	151	62	14	17	ป่วย	7	90
1	5	34	158	0.42	11	34	160	73	15	17	ดี	6.8	80
2	3	44	200	0.3	11	34	160	73	15	17	ดี	6.8	80
1	4	28	201	0.32	7	28	158	62	15	18	ดี	7	80
2	3	42	205	0.29	7	28	158	62	15	18	ดี	7	80
1	4	28	207	0.29	6	28	157	59	15	17	ดี	8	80
2	3	42	105	0.22	6	28	157	59	15	17	ดี	8	80
1	5	35	190	0.45	12	35	165	56	16	18	ดี	8	100
2	3	48	160	0.35	12	35	165	70	16	18	ดี	8	100
1	4	26	165	0.22	5	26	157	50	15	17	ดี	8	100
2	2	42	155	0.2	5	26	157	50	15	17	ดี	8	100
1	4	29	175	0.2	7	29	156	43	14	17	ดี	7	80
2	3	44	134	0.18	7	29	156	43	14	17	ดี	7	80
1	5	33	136	0.35	10	33	165	52	17	17	ดี	7	80
2	3	44	148	0.3	10	33	165	52	17	17	ดี	7	80
1	4	27	159	0.4	6	27	152	52	14	17	ดี	6.5	80

ตารางที่ ฉ.1 ข้อมูลจากตัวแปรในงานวิจัย (ต่อ)

วิธีการทำงาน	RULA	Output	ขนาดวัตถุดิบ	Cycle time	อายุงาน	อายุพนักงาน	ความสูงพนักงาน	น้ำหนัก	ขนาดข้อมือ	อุณหภูมิห้อง	สุขภาพ	ชม.นอน	Pace
2	2	44	200	0.31	6	27	152	52	14	17	ดี	6.5	80
1	5	35	149	0.4	13	35	152	50	14	18	ดี	6.5	80
2	3	52	153	0.38	13	35	152	50	14	18	ดี	6.5	80
1	4	30	191	0.32	8	30	150	53	13	17	ดี	7	100
2	2	44	192	0.33	8	30	150	53	13	17	ดี	7	100
1	5	34	204	0.39	10	34	165	48	16	17	ป่วย	7.5	80
2	3	50	209	0.38	10	34	165	48	16	17	ป่วย	7.5	80
1	4	31	210	0.38	8	31	153	68	15	18	ดี	7.5	82
2	3	42	156	0.36	8	31	153	68	15	18	ดี	7.5	82
1	5	36	149	0.38	14	36	165	72	16	17	ดี	8	80
2	3	51	138	0.35	14	36	165	72	16	17	ดี	8	80
1	5	37	150	0.5	16	37	166	90	18	17	ดี	6	80
2	3	50	147	0.24	16	37	166	90	18	17	ดี	6	80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.2 ข้อมูลค่าเฉลี่ยมุมสูงสุดต่อรอบงาน จำนวนเท่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Extensor capi ulnaris ต่อวินาทีและค่าแรงบีบกล้ามเนื้อมือ(Grip strength)

วิธีการทำงาน	ค่าเฉลี่ยมุมสูงสุด / รอบงาน		ค่าเฉลี่ย EMG./ Sec ขณะทำงาน	ค่าเฉลี่ย EMG./Sec. ขณะพัก	จำนวนเท่า EMG.เทียบค่า rest	Grip Strength เฉลี่ย	
	flexion	ulnar-devia.				ก่อน	หลัง
1	56.66	38.00	98.98	7.00	13.14	22.30	21.30
2	60.00	30.78	91.00	7.00	12.00	21.00	20.67
1	54.00	36.00	121.83	7.60	15.03	14.30	13.50
2	57.00	29.33	63.31	7.60	7.33	14.30	13.67
1	55.00	40.00	139.45	7.70	17.11	20.00	18.67
2	56.00	24.33	61.60	7.70	7.00	19.00	17.67
1	50.00	29.06	87.02	9.80	7.88	19.00	18.00
2	52.00	23.59	62.43	9.80	5.37	17.83	17.00
1	56.00	36.00	98.77	7.30	12.53	15.67	15.00
2	45.00	34.00	82.64	7.30	10.32	15.00	15.00
1	46.00	35.00	64.88	8.11	7.00	18.67	17.67
2	51.00	34.11	55.96	8.11	5.90	17.30	17.00
1	49.00	31.07	220.00	10.00	21.00	12.30	13.00
2	50.00	28.90	126.80	10.00	11.68	15.30	14.67
1	48.00	35.00	200.10	13.80	13.50	18.30	18.00
2	47.00	25.00	154.97	13.80	10.23	18.00	18.00
1	50.00	32.00	42.95	7.33	4.86	22.00	20.67
2	52.00	25.60	35.48	7.33	3.84	21.67	20.67
1	53.00	36.00	78.72	5.87	12.41	17.30	16.67
2	45.00	32.00	47.25	5.87	7.05	17.00	16.67
1	44.00	32.00	29.88	5.79	4.16	24.30	22.83
2	42.00	31.00	14.13	5.79	1.44	22.67	23.00
1	46.00	30.00	141.60	17.70	7.00	13.67	16.67
2	55.30	25.41	124.08	17.70	6.01	14.67	14.00
1	44.00	32.00	50.16	6.27	7.00	16.30	15.00
2	43.00	26.19	33.04	6.27	4.27	16.00	16.67
1	55.00	34.00	120.34	9.30	11.94	12.67	10.33

ตารางที่ ฉ.2 (ต่อ) ข้อมูลค่าเฉลี่ยมุมสูงสุดต่อรอบงาน จำนวนเท่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Extensor capi ulnaris ต่อวินาทีและค่าแรงบีบกล้ามเนื้อมือ(Grip strength)

วิธีการทำงาน	ค่าเฉลี่ยมุมสูงสุด / รอบงาน		ค่าเฉลี่ย EMG./ Sec ขณะทำงาน	ค่าเฉลี่ย EMG./Sec. ขณะพัก	จำนวนเท่า EMG.เทียบค่า rest	Grip Strength เฉลี่ย	
2	54.00	33.28	93.74	9.30	9.08	12.67	11.33
1	56.00	40.00	137.88	8.13	15.96	17.67	14.67
2	50.91	36.00	114.96	8.13	13.14	15.30	14.67
1	57.13	34.00	238.95	15.21	14.71	13.00	12.30
2	50.91	34.00	215.07	15.21	13.14	14.50	13.67
1	55.00	35.00	227.80	14.50	14.71	18.30	17.30
2	54.00	26.32	217.50	14.50	14.00	18.00	17.67
1	46.00	31.00	190.76	22.90	7.33	17.67	15.00
2	55.00	29.41	183.20	22.90	7.00	16.33	15.17
1	51.89	34.26	255.60	31.95	7.00	16.00	14.30
2	45.00	25.46	241.22	31.95	6.55	15.00	14.30
1	46.00	32.00	63.70	10.00	5.37	17.67	15.30
2	55.00	27.00	50.10	10.00	4.01	16.30	17.30
1	45.00	34.00	185.40	12.36	14.00	21.30	16.30
2	46.00	27.03	98.88	12.36	7.00	22.00	20.67
1	52.00	36.86	361.60	22.60	15.00	17.30	15.30
2	55.00	25.38	216.06	22.60	8.56	16.67	15.30
1	48.00	34.00	74.43	5.87	11.68	18.00	12.30
2	50.91	24.35	63.69	5.87	9.85	19.00	16.00
1	55.00	35.00	98.82	6.29	14.71	14.67	16.00
2	54.00	25.61	94.35	6.29	14.00	16.17	16.67
1	46.00	31.00	29.16	3.50	7.33	13.30	15.67
2	55.00	28.41	21.39	3.50	5.11	13.30	11.67
1	51.89	34.26	84.40	10.55	7.00	17.30	18.67
2	45.00	30.35	72.80	10.55	5.90	18.30	17.67
1	46.00	32.00	27.96	4.39	5.37	22.00	24.00
2	55.00	22.00	18.96	4.39	3.32	22.67	22.50
1	45.00	34.00	253.50	16.90	14.00	20.00	14.30

ตารางที่ ฉ.2 (ต่อ) ข้อมูลค่าเฉลี่ยมุมสูงสุดต่อรอบงาน จำนวนเท่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Extensor capi ulnaris ต่อวินาทีและค่าแรงบีบกล้ามเนื้อมือ(Grip strength)

วิธีการทำงาน	ค่าเฉลี่ยมุมสูงสุด / รอบงาน		ค่าเฉลี่ย EMG./ Sec ขณะทำงาน	ค่าเฉลี่ย EMG./Sec. ขณะพัก	จำนวนเท่า EMG.เทียบค่า rest	Grip Strength เฉลี่ย	
2	46.00	31.18	135.20	16.90	7.00	19.67	18.00
1	52.00	36.86	162.08	10.13	15.00	17.30	18.67
2	55.00	32.28	113.66	10.13	10.22	18.30	17.67
1	48.00	34.00	88.76	7.00	11.68	22.30	21.30
2	45.31	25.00	59.50	7.00	7.50	21.00	20.67
1	64.00	37.27	129.20	7.60	16.00	14.30	13.50
2	42.00	22.00	109.06	7.60	13.35	14.30	13.67
1	55.00	38.00	120.04	7.70	14.59	20.00	18.67
2	54.00	23.02	103.26	7.70	12.41	19.00	17.67
1	45.00	32.00	78.89	9.80	7.05	19.00	18.00
2	40.20	22.32	50.57	9.80	4.16	17.83	17.00
1	42.00	31.00	17.81	7.30	1.44	15.67	15.00
2	38.56	24.56	17.81	7.30	1.44	15.00	15.00
1	55.30	36.00	76.32	8.11	8.41	18.67	17.67
2	44.00	22.34	64.88	8.11	7.00	17.30	17.00
1	43.00	31.00	52.70	10.00	4.27	12.30	13.00
2	41.23	23.00	49.40	10.00	3.94	11.30	14.67
1	54.00	33.28	221.90	13.80	15.08	18.30	18.00
2	46.32	23.56	192.23	13.80	12.93	18.00	18.00
1	50.91	36.00	103.65	7.33	13.14	22.00	20.67
2	47.13	22.34	85.83	7.33	10.71	21.67	20.67
1	50.91	34.00	83.00	5.87	13.14	17.30	16.67
2	45.00	25.35	65.39	5.87	10.14	17.00	16.67
1	54.00	36.00	86.85	5.79	14.00	24.30	22.83
2	46.00	22.31	48.23	5.79	7.33	22.67	23.00
1	55.00	36.00	265.50	17.70	14.00	13.67	16.67
2	48.59	22.26	141.60	17.70	7.00	14.67	14.00

ตารางที่ ฉ.2 (ต่อ) ข้อมูลค่าเฉลี่ยมุมสูงสุดต่อรอบงาน จำนวนเท่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Extensor capi ulnaris ต่อวินาทีและค่าแรงบีบกล้ามเนื้อมือ(Grip strength)

วิธีการทำงาน	ค่าเฉลี่ยมุมสูงสุด / รอบงาน		ค่าเฉลี่ย EMG./ Sec ขณะทำงาน	ค่าเฉลี่ย EMG./Sec. ขณะพัก	จำนวนเท่า EMG.เทียบค่า rest	Grip Strength เฉลี่ย	
1	45.00	29.06	55.68	6.27	7.88	16.30	15.00
2	39.52	22.75	39.94	6.27	5.37	16.00	16.67
1	55.00	36.00	125.83	9.30	12.53	12.67	10.33
2	45.00	24.00	102.49	9.30	10.02	12.67	11.33
1	46.00	32.00	65.04	8.13	7.00	17.67	14.67
2	40.21	25.64	49.51	8.13	5.09	15.30	14.67
1	55.00	37.00	334.62	15.21	21.00	13.00	12.30
2	48.00	24.41	192.86	15.21	11.68	12.50	13.67
1	50.91	38.63	99.00	7.00	13.14	22.30	21.30
2	45.20	27.53	115.00	7.00	15.43	21.00	20.67
1	55.00	39.30	119.40	7.60	14.71	14.30	13.50
2	52.00	26.54	105.92	7.60	12.94	14.30	13.67
1	54.00	36.00	123.40	7.70	15.03	20.00	18.67
2	48.00	26.30	123.00	7.70	14.97	19.00	17.67
1	46.00	35.23	81.60	9.80	7.33	19.00	18.00
2	40.32	25.59	74.70	9.80	6.62	17.83	17.00
1	55.00	40.03	132.20	7.30	17.11	15.67	15.00
2	50.01	27.60	119.40	7.30	15.36	15.00	15.00
1	51.89	34.26	64.84	8.11	7.00	18.67	17.67
2	50.43	26.34	62.81	8.11	6.74	17.30	17.00
1	45.00	29.06	88.80	10.00	7.88	12.30	13.00
2	43.00	27.98	66.00	10.00	5.60	15.30	14.67
1	46.00	32.00	87.90	13.80	5.37	18.30	18.00
2	41.00	25.00	78.40	13.80	4.68	18.00	18.00
1	55.00	36.00	99.14	7.33	12.53	22.00	20.67
2	51.00	27.60	131.40	7.33	16.93	21.67	20.67
1	45.00	34.00	113.60	5.87	18.35	17.30	16.67
2	36.81	25.00	100.60	5.87	16.14	17.00	16.67

ตารางที่ ฉ.2 (ต่อ) ข้อมูลค่าเฉลี่ยมุมสูงสุดต่อรอบงาน จำนวนเท่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Extensor capi ulnaris ต่อวินาทีและค่าแรงบีบกล้ามเนื้อมือ(Grip strength)

วิธีการทำงาน	ค่าเฉลี่ยมุมสูงสุด / รอบงาน		ค่าเฉลี่ย EMG./ Sec ขณะทำงาน	ค่าเฉลี่ย EMG./Sec. ขณะพัก	จำนวนเท่า EMG.เทียบค่า rest	Grip Strength เฉลี่ย	
1	46.00	35.68	46.32	5.79	7.00	24.30	22.83
2	42.00	27.60	25.94	5.79	3.48	22.67	23.00
1	52.00	36.86	230.00	17.70	11.99	13.67	16.67
2	44.51	27.40	179.00	17.70	9.11	14.67	14.00
1	55.00	31.07	137.94	6.27	21.00	16.30	15.00
2	45.06	24.53	66.34	6.27	9.58	16.00	16.67
1	48.00	34.00	117.91	9.30	11.68	12.67	10.33
2	33.97	25.30	79.61	9.30	7.56	12.67	11.33
1	50.36	35.00	117.90	8.13	13.50	17.67	14.67
2	45.82	27.35	107.30	8.13	12.20	15.30	14.67
1	64.00	37.27	258.57	15.21	16.00	13.00	12.30
2	54.32	25.25	98.26	15.21	5.46	14.50	13.67
1	42.00	32.00	84.90	14.50	4.86	18.30	17.30
2	39.00	25.54	45.68	14.50	2.15	18.00	17.67
1	55.00	38.00	354.72	22.90	14.49	17.67	15.00
2	45.21	24.53	81.98	22.90	2.58	16.33	15.17
1	54.00	36.00	428.45	31.95	12.41	16.00	14.30
2	51.00	25.46	102.24	31.95	2.20	15.00	14.30
1	45.00	32.00	80.50	10.00	7.05	17.67	15.30
2	44.00	22.34	58.20	10.00	4.82	16.30	17.30
1	44.00	32.00	63.72	12.36	4.16	21.30	16.30
2	37.00	17.00	53.80	12.36	3.35	22.00	20.67
1	42.00	31.00	100.34	22.60	3.44	17.30	15.30
2	41.00	25.00	53.71	22.60	1.38	16.67	15.30
1	46.00	30.00	46.96	5.87	7.00	18.00	12.30
2	40.00	26.00	36.04	5.87	5.14	19.00	16.00
1	55.30	36.00	59.20	6.29	8.41	14.67	16.00

ตารางที่ ฉ.2 (ต่อ) ข้อมูลค่าเฉลี่ยมุมสูงสุดต่อรอบงาน จำนวนเท่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Extensor capi ulnaris ต่อวินาทีและค่าแรงบีบกล้ามเนื้อมือ(Grip strength)

วิธีการทำงาน	ค่าเฉลี่ยมุมสูงสุด / รอบงาน		ค่าเฉลี่ย EMG./ Sec ขณะทำงาน	ค่าเฉลี่ย EMG./Sec. ขณะพัก	จำนวนเท่า EMG.เทียบค่า rest	Grip Strength เฉลี่ย	
2	53.49	27.13	51.51	6.29	7.19	16.17	16.67
1	44.00	32.00	28.00	3.50	7.00	13.30	15.67
2	42.00	26.00	27.79	3.50	6.94	13.30	11.67
1	43.00	31.00	55.57	10.55	4.27	17.30	18.67
2	38.21	19.00	48.90	10.55	3.64	18.30	17.67
1	55.00	34.00	56.80	4.39	11.94	22.00	24.00
2	51.00	22.35	37.58	4.39	7.56	22.67	22.50
1	54.00	33.28	271.75	16.90	15.08	20.00	14.30
2	52.00	21.14	89.57	16.90	4.30	19.67	18.00
1	56.00	40.00	171.80	10.13	15.96	17.30	18.67
2	52.00	23.00	32.01	10.13	2.16	18.30	17.67
1	50.91	38.63	99.00	7.00	13.14	22.30	21.30
2	40.51	25.50	84.91	7.00	11.13	21.00	20.67
1	55.00	39.30	119.40	7.60	14.71	14.30	13.50
2	43.51	21.33	105.92	7.60	12.94	14.30	13.67
1	54.00	36.00	123.40	7.70	15.03	20.00	18.67
2	35.32	25.32	123.00	7.70	14.97	19.00	17.67
1	46.00	35.23	81.60	9.80	7.33	19.00	18.00
2	40.35	22.32	74.70	9.80	6.62	17.83	17.00
1	55.00	40.03	132.20	7.30	17.11	15.67	15.00
2	50.01	21.32	119.40	7.30	15.36	15.00	15.00
1	51.89	34.26	64.84	8.11	7.00	18.67	17.67
2	45.32	23.32	62.81	8.11	6.74	17.30	17.00
1	45.00	29.06	88.80	10.00	7.88	12.30	13.00
2	40.50	22.35	43.20	10.00	3.32	15.30	14.67
1	46.00	32.00	87.90	13.80	5.37	18.30	18.00
2	40.00	21.22	78.40	13.80	4.68	18.00	18.00
1	55.00	36.00	99.14	7.33	12.53	22.00	20.67

ตารางที่ ฉ.2 (ต่อ) ข้อมูลค่าเฉลี่ยมุมสูงสุดต่อรอบงาน จำนวนเท่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Extensor capi ulnaris ต่อวินาทีและค่าแรงบีบกล้ามเนื้อมือ(Grip strength)

วิธีการทำงาน	ค่าเฉลี่ยมุมสูงสุด / รอบงาน		ค่าเฉลี่ย EMG./ Sec ขณะทำงาน	ค่าเฉลี่ย EMG./Sec. ขณะพัก	จำนวนเท่า EMG.เทียบค่า rest	Grip Strength เฉลี่ย	
2	50.02	22.36	87.45	7.33	10.93	21.67	20.67
1	45.00	34.00	113.60	5.87	18.35	17.30	16.67
2	36.81	22.35	100.60	5.87	16.14	17.00	16.67
1	46.00	35.68	46.32	5.79	7.00	24.30	22.83
2	40.00	22.38	22.23	5.79	2.84	22.67	23.00
1	52.00	36.86	230.00	17.70	11.99	13.67	16.67
2	44.51	22.31	179.00	17.70	9.11	14.67	14.00
1	55.00	31.07	137.94	6.27	21.00	16.30	15.00
2	45.06	25.01	69.16	6.27	10.03	16.00	16.67
1	48.00	34.00	117.91	9.30	11.68	12.67	10.33
2	33.97	22.35	88.16	9.30	8.48	12.67	11.33
1	50.36	35.00	117.90	8.13	13.50	17.67	14.67
2	48.56	24.01	77.40	8.13	8.52	15.30	14.67
1	64.00	37.27	258.57	15.21	16.00	13.00	12.30
2	56.00	22.50	112.55	15.21	6.40	14.50	13.67

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช.
ผลการจัดกลุ่มตัวแปร

ตารางที่ ซ. 1 Correlation Matrix

		Zscore(CYCLETIM)	Zscore(HELTH)	Zscore(HIGHT)	Zscore(HR.SLEEP)	Zscore(JOLD)	Zscore(OLD)	Zscore(OUTPUT)
Correlation	Zscore(CYCLETIM)	1.000	.258	-.288	-.372	-.127	-.062	-.524
	Zscore(HELTH)	.258	1.000	-.230	-.230	-.402	-.281	-.207
	Zscore(HIGHT)	-.288	-.230	1.000	.276	.569	.230	.306
	Zscore(HR.SLEEP)	-.372	-.230	.276	1.000	.159	.076	.292
	Zscore(JOLD)	-.127	-.402	.569	.159	1.000	.673	.321
	Zscore(OLD)	-.062	-.281	.230	.076	.673	1.000	.279
	Zscore(OUTPUT)	-.524	-.207	.306	.292	.321	.279	1.000
	Zscore(PACE)	-.354	-.063	.168	.475	-.017	-.031	.325
	Zscore(RULA)	.189	-.172	.434	.031	.310	.159	-.300
	Zscore(SIZEHAND)	.040	-.044	.402	.111	.237	.376	.047
	Zscore(SIZEMAT)	-.281	-.104	.049	.345	.027	.057	.401
	Zscore(TEM)	-.119	-.623	.222	.189	.247	.214	.201
	Zscore(WIEGHT)	-.051	-.112	.309	.167	.177	.057	.066

		Zscore(PACE)	Zscore(RULA)	Zscore(SIZEHAND)	Zscore(SIZEMAT)	Zscore(TEM)	Zscore(WIEGHT)
Correlation	Zscore(CYCLETIM)	-.354	.189	.040	-.281	-.119	-.051
	Zscore(HELTH)	-.063	-.172	-.044	-.104	-.623	-.112
	Zscore(HIGHT)	.168	.434	.402	.049	.222	.309
	Zscore(HR.SLEEP)	.475	.031	.111	.345	.189	.167
	Zscore(JOLD)	-.017	.310	.237	.027	.247	.177
	Zscore(OLD)	-.031	.159	.376	.057	.214	.057
	Zscore(OUTPUT)	.325	-.300	.047	.401	.201	.066
	Zscore(PACE)	1.000	.012	-.054	.312	.078	.080
	Zscore(RULA)	.012	1.000	.085	-.178	.154	.112
	Zscore(SIZEHAND)	-.054	.085	1.000	-.164	.142	.325
	Zscore(SIZEMAT)	.312	-.178	-.164	1.000	.123	.028
	Zscore(TEM)	.078	.154	.142	.123	1.000	.083
	Zscore(WIEGHT)	.080	.112	.325	.028	.083	1.000

ตารางที่ ช. 2 KMO and Bartlett 's Test และ Total Variance Explained

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.581
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	808.171
	df	78
	Sig.	.000

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3.440	26.458	26.458	3.440	26.458	26.458	2.601	20.011	20.011
2	2.244	17.264	43.722	2.244	17.264	43.722	1.926	14.819	34.830
3	1.339	10.301	54.023	1.339	10.301	54.023	1.899	14.605	49.435
4	1.234	9.489	63.511	1.234	9.489	63.511	1.830	14.076	63.511
5	.989	7.605	71.117						
6	.795	6.119	77.236						
7	.733	5.637	82.872						
8	.583	4.486	87.358						
9	.535	4.115	91.473						
10	.420	3.234	94.707						
11	.308	2.369	97.076						
12	.252	1.941	99.017						
13	.128	.983	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข. 3 Component Matrix

Component Matrix [a]

	Component			
	1	2	3	4
Zscore(JOLD)	.702	.413	-.143	.232
Zscore(HIGHT)	.697	.277	.357	
Zscore(OUTPUT)	.612	-.460		.409
Zscore(HELTH)	-.602	-.104	.521	.333
Zscore(OLD)	.557	.370	-.243	.462
Zscore(HR.SLEEP)	.557	-.378	.270	-.261
Zscore(TEM)	.532	.110	-.474	-.369
Zscore(SIZEMAT)	.338	-.588		
Zscore(RULA)	.223	.583	.145	-.541
Zscore(PACE)	.381	-.529	.320	-.279
Zscore(CYCLETIM)	-.517	.529		
Zscore(SIZEHAND)	.361	.451	.385	.316
Zscore(WIEGHT)	.338	.186	.527	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 4 components extracted.

ตารางที่ ข. 4 Rotated Component Matrix

Rotated Component Matrix [a]

	Component			
	1	2	3	4
Zscore(OUTPUT)	.731	.469		
Zscore(CYCLETIM)	-.730	-.125		
Zscore(PACE)	.666	-.285	.277	
Zscore(SIZEMAT)	.664		-.135	
Zscore(HR.SLEEP)	.636	-.117	.373	.192
Zscore(OLD)		.817		.206
Zscore(JOLD)		.709	.312	.368
Zscore(HIGHT)	.197	.317	.711	.222
Zscore(WIEGHT)			.641	
Zscore(RULA)	-.369	-.118	.572	.475
Zscore(SIZEHAND)	-.108	.488	.555	-.153
Zscore(HELTH)	-.174	-.216		-.824
Zscore(TEM)	.133	.144		.785

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 8 iterations.

ตารางที่ ซ. 5 Component Transformation Matrix

Component Transformation Matrix

Component	1	2	3	4
1	.557	.502	.451	.484
2	-.821	.360	.392	.207
3	.110	-.241	.764	-.589
4	.057	.749	-.245	-.613

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

การคำนวณค่า Factor score

เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลในทางสถิติต่อไป โดยการใช้สมการ

$F_{ik} = W_{i1}Z_{1k} + W_{i2}Z_{2k} + \ldots\ldots\ldots + W_{ip}Z_{pk}$ เมื่อ $k = 1,2,\ldots n$

$i = 1,2,\ldots n$

เมื่อ Z_{jk} = เป็นค่าตัวแปรที่ j ที่ Standardized แล้วของ case ที่ k

n = จำนวนข้อมูล , m = จำนวน Factor

W_{ij} = ค่าสัมประสิทธิ์หรือ Loading factor ของตัวแปรที่ j ใน Factor ที่ i

F_{ij} = Factor Score ของ Factor ที่ i ของ Case ที่ k

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ซ.

ผลการวิเคราะห์เชิงสถิติสำหรับการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ซ.1 เปรียบเทียบค่าจำนวนเท่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Extensor capi ulnaris กับขณะเวลาพักของแต่ละวิธีการทำงาน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
EMG	Between Groups	484.916	1	484.916	25.772	.000
	Within Groups	3349.119	178	18.815		
	Total	3834.034	179			

ตารางที่ ซ.2 เปรียบเทียบค่าแรงบีบกล้ามเนื้อมือ(Grip Strength)ก่อนการปฏิบัติงานของแต่ละวิธีการทำงาน

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GRIPSTR	Between Groups	3.517	1	3.517	.376	.540
	Within Groups	1663.138	178	9.343		
	Total	1666.655	179			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ซ.3 Correlation

Correlations

		X1	X2	X3	X4	X5	Y1	Y2	Y3
Pearson Correlation	X1	1.000	.282**	.479**	.780**	-.279**	.787**	.796**	.665**
	X2	.282**	1.000	.266*	.425**	-.334**	.274**	.410**	.372**
	X3	.479**	.266*	1.000	.284**	-.300**	.364**	.472**	.432**
	X4	.780**	.425**	.284**	1.000	-.216*	.625**	.616**	.559**
	X5	-.279**	-.334**	-.300**	-.216*	1.000	-.259*	-.272**	-.351**
	Y1	.787**	.274**	.364**	.625**	-.259*	1.000	.748**	.549**
	Y2	.796**	.410**	.472**	.616**	-.272**	.748**	1.000	.666**
	Y3	.665**	.372**	.432**	.559**	-.351**	.549**	.666**	1.000
Sig. (2-tailed)	X1	.	.007	.000	.000	.008	.000	.000	.000
	X2	.007	.	.011	.000	.001	.009	.000	.000
	X3	.000	.011	.	.007	.004	.000	.000	.000
	X4	.000	.000	.007	.	.041	.000	.000	.000
	X5	.008	.001	.004	.041	.	.014	.009	.001
	Y1	.000	.009	.000	.000	.014	.	.000	.000
	Y2	.000	.000	.000	.000	.009	.000	.	.000
	Y3	.000	.000	.000	.000	.001	.000	.000	.
N	X1	90	90	90	90	90	90	90	90
	X2	90	90	90	90	90	90	90	90
	X3	90	90	90	90	90	90	90	90
	X4	90	90	90	90	90	90	90	90
	X5	90	90	90	90	90	90	90	90
	Y1	90	90	90	90	90	90	90	90
	Y2	90	90	90	90	90	90	90	90
	Y3	90	90	90	90	90	90	90	90

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ซ.4 Model Summary และ Anova test

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.790[a]	.624	.602	3.1787	.624	27.935	5	84	.000	2.072

a. Predictors: (Constant), X5, X4, X3, X2, X1

b. Dependent Variable: Y1

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1411.311	5	282.262	27.935	.000[a]
	Residual	848.757	84	10.104		
	Total	2260.068	89			

a. Predictors: (Constant), X5, X4, X3, X2, X1

b. Dependent Variable: Y1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ซ.5 Coefficients

Coefficients [a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients			Correlations		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	29.436	18.107		1.626	.108			
	X1	5.831	.900	.787	6.482	.000	.787	.577	.433
	X2	5.334E-02	.079	.053	.677	.501	.274	.074	.045
	X3	-3.89E-02	.091	-.034	-.427	.671	.364	-.047	-.029
	X4	-1.15E-02	.137	-.010	-.084	.933	.625	-.009	-.006
	X5	-.427	.923	-.034	-.462	.645	-.259	-.050	-.031

a. Dependent Variable: Y1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ซ.4 Model Summary และ Anova test (ต่อ)

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.825[a]	.681	.662	1.5032	.681	35.846	5	84	.000	1.566

a. Predictors: (Constant), X5, X4, X3, X2, X1

b. Dependent Variable: Y2

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	404.965	5	80.993	35.846	.000[a]
	Residual	189.797	84	2.259		
	Total	594.762	89			

a. Predictors: (Constant), X5, X4, X3, X2, X1

b. Dependent Variable: Y2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ซ.5 Coefficients (ต่อ)

Coefficients [a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	27.271	8.563		3.185	.002			
	X1	3.019	.425	.794	7.097	.000	.796	.612	.437
	X2	.114	.037	.223	3.064	.003	.410	.317	.189
	X3	4.139E-02	.043	.071	.960	.340	.472	.104	.059
	X4	-6.86E-02	.065	-.115	-1.060	.292	.616	-.115	-.065
	X5	.131	.436	.020	.301	.764	-.272	.033	.019

a. Dependent Variable: Y2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ซ.4 Model Summary และ Anova test (ต่อ)

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.708[a]	.502	.472	3.2883	.502	16.920	5	84	.000	1.974

a. Predictors: (Constant), X5, X4, X3, X2, X1

b. Dependent Variable: Y3

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	914.789	5	182.958	16.920	.000[a]
	Residual	908.306	84	10.813		
	Total	1823.095	89			

a. Predictors: (Constant), X5, X4, X3, X2, X1

b. Dependent Variable: Y3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ซ.5 Coefficients (ต่อ)

Coefficients [a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	-16.912	18.732		-.903	.369			
	X1	3.311	.931	.497	3.558	.001	.665	.362	.274
	X2	.125	.082	.139	1.529	.130	.372	.165	.118
	X3	.107	.094	.105	1.134	.260	.432	.123	.087
	X4	5.888E-02	.141	.056	.416	.678	.559	.045	.032
	X5	-1.371	.954	-.122	-1.437	.155	-.351	-.155	-.111

a. Dependent Variable: Y3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายบรรพต เทพฤทธิ์ เกิดเมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2517 ที่อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี สำเร็จการศึกษา อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการผลิต จากภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในปีการศึกษา 2540 เริ่มเข้าทำงานในโรงงานผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่แข็ง ตั้งแต่ กรกฎาคม 2540 จากนั้นเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2544

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย