สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

การปรับปรุงวิธีการทำงาน เพื่อลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บที่มือและแขนของพนักงานที่ดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ในโรงงานผลิตถุงมือแพทย์ผ่าตัด จังหวัดระยอง

ศุภพิชญ์ วาโน

TH 00195 16

29 ส.ค. 2556
324883

เริ่มบริการ
13 พ.ย. 2556

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ตุลาคม 2555
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ ศุภพิชญ์ วาโน ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา มีประดิษฐ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร.ฤภูวัลย์ จันทรสา)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สสิธร เทพตระการพร)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา มีประดิษฐ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ฤภูวัลย์ จันทรสา)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข)

คณะสาธารณสุขศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วสุธร ตันวัฒนกุล)
วันที่ ..... เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2555

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.ปวีณา มีประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.ฤฎูวัลย์ จันทรสา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้องเหมาะสมสำหรับแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่เสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะสาธารณสุขศาสตร์ทุกท่าน ผู้กรุณาให้กำลังใจ ความรู้คำปรึกษา ทำให้ผลงานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และยังได้รับความอนุเคราะห์จากฝ่ายบริหารตลอดจนฝ่ายความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน หัวหน้างาน วิ ศวกรอุตสาหการ และพนักงานทุกท่านของโรงงานผลิตถุงมือแพทย์ผ่าตัด จังหวัดระยอง ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงข้อเสนอแนะที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จและมีคุณประโยชน์ นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากคณะผู้บริหารบริษัทปิ่นทองกรุ๊ป แมนเนจเม้นท์ แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด ซึ่งสนับสนุนด้านเวลาสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา บุพการี และทุกคนในครอบครัวที่ให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา รวมถึงผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือทุกท่านในด้านต่าง ๆ อันเกี่ยวข้องกับงานวิจัยผู้ซึ่งมิได้ถูกออกนาม ณ โอกาสนี้

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

ศุภพิชญ์ วาโน

52921120: สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย; วท.ม. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)
คำสำคัญ: การปรับปรุงวิธีการทำงาน/ ความเสี่ยงของการบาดเจ็บที่มือและแขน/พนักงานดึงถุงมือ

ศุภพิชญ์ วาโน: การปรับปรุงวิธีการทำงาน เพื่อลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บที่มือและแขนของพนักงานที่ดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ในโรงงานผลิตถุงมือแพทย์ผ่าตัด จังหวัดระยอง (WORK METHOD IMPROVEMENT FOR REDUCING THE RISK OF HAND AND ARM INJURIES OF STRIP BOOTH OPERATORS IN A SURGICAL GLOVE FACTORY RAYONG PROVINCE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ปวีณา มีประดิษฐ์, Dr.Ph, ฤภูวัลย์ จันทรสา, Ph.D. 80 หน้า. ปี พ.ศ. 2555.

การศึกษาครั้งมีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดความเสี่ยงที่มือและแขนของพนักงานที่ดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ในโรงงานผลิตถุงมือแพทย์ผ่าตัด โดยมีรูปแบบการศึกษาเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ประชากรเป็นพนักงานดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ แผนกขึ้นรูปถุงมือ จากสายการผลิตที่ดึงถุงมือประเภทเดียวกัน จำนวน 165 คน ทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 117 คน แล้วศึกษาวิธีการทำงานของมือและแขนโดยใช้แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสองมือและสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม เพื่อบันทึกขั้นตอนการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง และประเมินความเสี่ยงของมือโดยใช้ค่าแนะนำของ ACGIH สำหรับมือ โดยเปรียบเทียบผลการศึกษาก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานซึ่งใช้หลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงร่างของมนุษย์และกระบวนการการยศาสตร์แบบมีส่วนร่วม ผลการศึกษาวิธีการทำงาน พบว่า จำนวนสัญลักษณ์ของการเคลื่อนไหวของมือและจำนวนสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วมของกลุ่มตัวอย่างหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานมีจำนวนน้อยกว่าก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ โดยสัญลักษณ์ของการเคลื่อนไหวของมือหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานที่ลดลงคือการเคลื่อนย้ายและการถือไว้ ส่วนสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วมที่ลดลง ได้แก่ การค้นหา, การเลือก, การจับ, การเคลื่อนวัตถุ และล่าช้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ แต่พบการตรวจสอบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ และผลการศึกษาความเสี่ยงของมือหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ เนื่องจากระดับแรงดึงของมือลดลง ดังนั้นหลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวและกระบวนการการยศาสตร์แบบมีส่วนร่วมสามารถใช้ในการปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดความเสี่ยงที่มือและแขนได้

52921120: MAJOR: OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY;
M.Sc. (OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY)
KEYWORDS: WORK METHOD IMPROVEMENT/ RISK OF HAND AND ARM INJURIES/ OPERATORS IN A SURGICAL GLOVE FACTORY

SUPAPITCH WANO: WORK METHOD IMPROVEMENT FOR REDUCING THE RISK OF HAND AND ARM INJURIES OF STRIP BOOTH OPERATORS IN A SURGICAL GLOVE FACTORY RAYONG PROVINCE.
ADVISORY COMMITTEE: PARVENA MEEPRADIT, Dr.Ph., RUEPHUWAN CHANTRASA, Ph.D. 80 P. 2012.

This study aims to improve the working methods to reduce the risk of hand and arm injuries of the workers who pull the gloves out of the molds at the medical surgical glove manufacturing. The design was the quasi-experimental design study. The population was 165 workers who pulled out the gloves from the mold. The 117 samples were selected as simple random sampling. The two hands process chart and Therblig were used to analysis working processes and the recommendation of ACGIH was used to assess the hand and arm risks before and after work method was improved by motion economy principle as the use of human body and participatory ergonomics. The result found the awkward postures decreasing as transportation and hold by two hands process chart significantly ($p < 0.05$). The searching, selection, grasping, transport loaded and unavoidable delay also decreased by Therblig chart. However, it had only the inspection was increased significantly ($p < 0.05$). Additionally, the hand and arm risk level after methods improvement was also found decreasing significantly ($p < 0.05$), caused the normalized peak force was decreased. So the ways of motion economy and participatory ergonomics should be used to the work method improvement that would reduce the risks of hand and arm injuries of the workers.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญ..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 4

สมมติฐานการวิจัย..... 4

กรอบแนวคิดการวิจัย..... 5

ขอบเขตการวิจัย..... 5

นิยามศัพท์เฉพาะ..... 6

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7

ระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างของมือและแขน..... 7

ความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงร่างอันเนื่องมาจากการทำงานซ้ำซากของมือและแขน..... 10

การศึกษาวิธีการทำงานของมือและแขนโดยใช้ Two-hand process chart และการเคลื่อนที่ขั้นมูลฐานของมือซ้ายและมือขวา (Therblig)..... 15

การปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยใช้หลักการของเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงร่างของมนุษย์ (Use of human body) และการยศาสตร์แบบมีส่วนร่วม (Participatory Ergonomics)..... 22

การประเมินความเสี่ยงของมือโดยใช้ค่าแนะนำของ ACGIH..... 26

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย	34
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	34
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	35
	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	41
	การวิเคราะห์ข้อมูล	47
4	ผลการวิจัย	49
	ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา	49
	การปรับปรุงวิธีการทำงาน	50
	การเปรียบเทียบตำแหน่งการนั่งทำงานและเวลาก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน	52
	ผลการเปรียบเทียบวิธีการทำงานก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการทำงาน	53
	ผลการเปรียบเทียบความเสี่ยงของมือและแขนก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการทำงานตามค่าแนะนำของ ACGIH	63
5	อภิปรายและสรุปผล	67
	สรุปผลการวิจัย	67
	อภิปรายผล	69
	ข้อเสนอแนะ	71
บรรณานุกรม		73
ภาคผนวก		76
ประวัติย่อของผู้วิจัย		80

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติบริเวณไหล่ (Risk factors for shoulder disorders)... 13

2-2 ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติบริเวณข้อศอกและแขนส่วนปลาย (Risk factors for elbow / forearms disorders)..... 14

2-3 ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติบริเวณมือและข้อมือ (Hand / Wrist disorders)..... 15

2-4 รูปแบบ Therblig 18 ประเภท..... 20

2-5 ชื่อ อักษรย่อ และคำอธิบายความหมายของ Therblig 18 ประเภท..... 21

2-6 ประเภทของการเคลื่อนไหว..... 23

2-7 การประมาณค่า HAL จากความถี่ของการเคลื่อนไหวมือ หรือระยะเวลาและเวลาที่ใช้ในการคืนสภาพในรอบการทำงาน..... 32

3-1 สัญลักษณ์มาตรฐานสำหรับบันทึกลงในแผนภูมิขบวนการผลิตแบบสองมือ..... 36

3-2 สัญลักษณ์ Therblig สำหรับบันทึกคู่กับสัญลักษณ์มาตรฐาน..... 36

3-3 การประมาณค่า HAL จากความถี่ของการเคลื่อนไหวมือ หรือระยะเวลาและเวลาที่ใช้ในการคืนสภาพในรอบการทำงาน..... 38

3-4 คะแนน HAL และลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ..... 39

3-5 ระดับคะแนน NPF และระดับแรงดึงของนิ้วสูงสุด..... 40

3-6 เทคนิคการตั้งคำถาม 6W-1H ในงานดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์..... 44

4-1 จำนวนขั้นตอนการทำงาน (ครั้ง) และร้อยละของสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือในกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน..... 54

4-2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนการทำงานตามสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือในกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน..... 55

4-3 จำนวนขั้นตอนการทำงาน (ครั้ง) และร้อยละของสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วมของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน..... 58

4-4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนการทำงานของกิจกรรมย่อยร่วมของมือในกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน..... 60

4-5 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามค่าการเคลื่อนไหวของมือ..... 63

4-6 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามค่ากำลังสูงสุดของมือ..... 64

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-7 จำนวน (คน) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามระดับความเสี่ยงจากการทำงาน.. 65

4-8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าการเคลื่อนไหวของมือ ค่ากำลังสูงสุดของมือ และความเสี่ยงของมือซ้ายและมือขวาในกลุ่มตัวอย่าง..... 66

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 ลักษณะการทำงานของพนักงานดึงถุงมือ..... 2

1-2 สถิติการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงานของพนักงานทั้งหมด ในสถานประกอบกิจการ ปี 2552 – 2554..... 2

1-3 สถิติความผิดปกติเกี่ยวกับกล้ามเนื้อและโครงร่างในแต่ละแผนก ปี 2552 - 2554..... 3

1-4 สถิติความผิดปกติเกี่ยวกับกล้ามเนื้อและโครงร่างแผนก Forming ปี 2552 – 2554..... 3

1-5 กรอบแนวคิดการวิจัย..... 4

2-1 กระดูกข้อมือ กระดูกฝ่ามือ และกระดูกนิ้วมือ 9

2-2 (a) และ (b) Visual analog scale สำหรับประมาณค่า HAL และ Normalized peak force..... 29

2-3 ระดับความเสี่ยงของมือตามค่าแนะนำของ ACGIH..... 30

3-1 ระดับความเสี่ยงของมือตามค่าแนะนำของ ACGIH..... 41

3-2 ผู้วิจัยประชุมชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการศึกษาต่อฝ่ายบริหารและฝ่ายความปลอดภัยฯ ของสถานประกอบกิจการ..... 42

3-3 ผู้วิจัยประชุมร่วมกับเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพและวิศวกร อุตสาหการประจำสถานประกอบกิจการ..... 43

3-4 ผู้วิจัยวิเคราะห์วิธีการทำงานร่วมกับหัวหน้างานและตัวแทนของกลุ่มตัวอย่าง..... 43

3-5 ผู้จัดการแผนกขึ้นรูปถุงมือขอความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างในการทำงานด้วยวิธีใหม่.... 45

3-6 ผู้วิจัยและหัวหน้างานร่วมกันอธิบายวิธีการทำงานใหม่ให้กลุ่มตัวอย่างทราบ..... 46

3-7 ฝึกอบรมและประเมินผลการใช้วิธีการทำงานใหม่โดยหัวหน้างาน..... 46

3-8 ตรวจสอบวิธีการทำงานใหม่โดยหัวหน้างาน..... 47

4-1 ลักษณะการดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ของกลุ่มตัวอย่าง..... 49

4-2 พื้นที่การปฏิบัติงานของพนักงาน..... 50

4-3 พนักงานเริ่มต้นและสิ้นสุดการดึงถุงมือในเวลาเดียวกัน..... 51

4-4 แขนว่างในช่วงรอแม่พิมพ์ที่มีถุงมือเคลื่อนเข้ามา..... 51

4-5 การเคลื่อนไหวของมือและลำตัวประเภทที่ 4..... 52

4-6 ใช้แรงของแม่พิมพ์ที่กำลังเคลื่อนที่บนสายพานลำเลียงในการลดแรงดึงถุงมือ..... 52

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-7 วิธีการนั่งของกลุ่มตัวอย่างก่อนการปรับปรุง (ภาพซ้าย) และหลังการปรับปรุง (ภาพขวา)..... 53

บทที่ 1
บทนำ

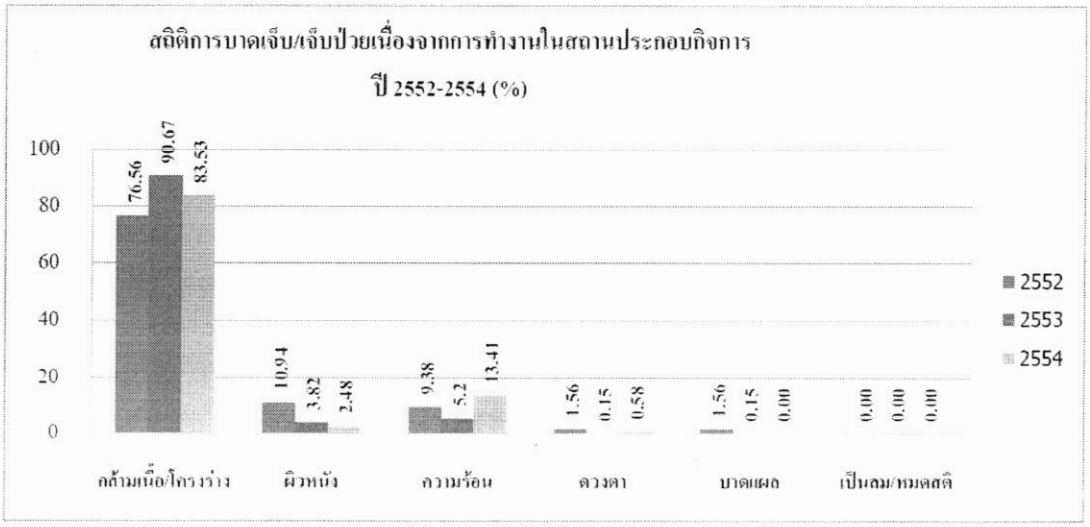
ความเป็นมาและความสำคัญ

ลักษณะงานของกลุ่มพนักงานที่ดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ จัดเป็นงานที่มีความถี่ของเคลื่อนไหวข้อมือซ้ำ ๆ และต่อเนื่องซึ่งมีความเสี่ยงต่อการได้รับบาดเจ็บที่มือและแขน (รัชฎา แก่นสาร์, 2553) โดยลักษณะการทำงานของพนักงานที่ดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์จะนั่งอยู่หน้าสายพานลำเลียงแม่พิมพ์ และใช้มือทั้งสองข้างดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ และถือถุงมือไปยังท่อลมเพื่อกลับด้านถุงมือ เมื่อถุงมือกลับด้านแล้วจึงปล่อยถุงมือเข้าท่อลมดูดไปยังรถเข็นที่เตรียมไว้ ดังภาพที่ 1-1 โดยพนักงานจะเป็นเพศหญิงทั้งหมดจำนวน 507 คน แบ่งการทำงานเป็น 3 กะ คือ กะ A, B และ C แต่ละกะทำงาน 4 วัน หยุด 2 วัน ในแต่ละวันทำงาน 12 ชั่วโมง รวมระยะเวลาพักกลางวันและเย็น ช่วงละ 30 นาที และพักระหว่างทำงาน 10 นาที ทุกช่วงของการทำงานครบ 20 นาที และทำการสับเปลี่ยนหมุนเวียนทำงานของพนักงานโดยสายการผลิตผลิต A-I รวม 9 สายการผลิต จะมีจำนวนพนักงาน 12 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน และสายการผลิตผลิต J และ K รวม 2 สายการผลิต มีจำนวนพนักงาน 24 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 8 คน โดยให้ 2 กลุ่มทำงาน ในขณะที่อีกกลุ่มหนึ่งพัก หมุนเวียนกันไปเรื่อย ๆ ทั้งนี้กำหนดให้พนักงานแต่ละกลุ่มทำงาน 20 นาที พัก 10 นาที พนักงานแต่ละคนจะมีหน้าที่ดึงถุงมือในแต่ละรอบทำงานประมาณ 363 ครั้ง ทำงานวันละ 23 รอบ เฉลี่ย 8,349 ครั้งต่อวันต่อคน

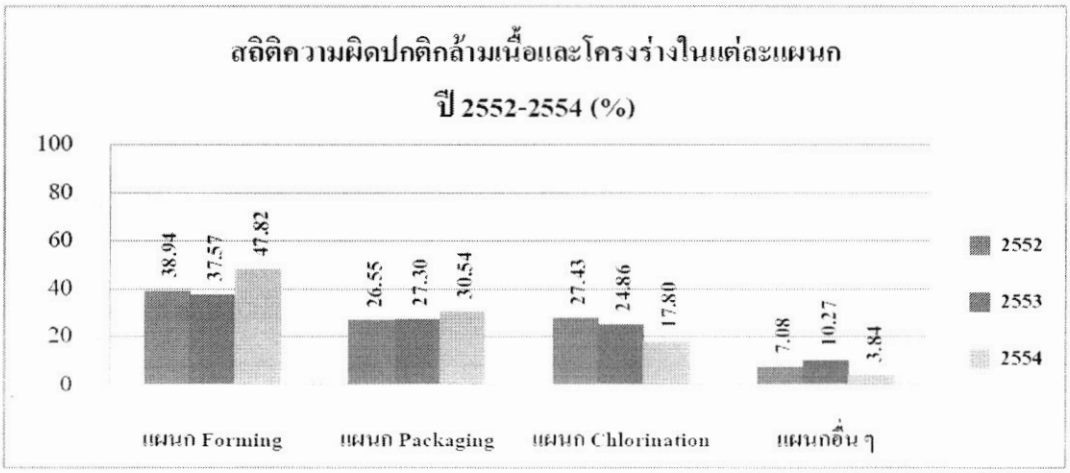
จากสถิติของห้องพยาบาลในโรงงานผลิตถุงมือแพทย์ผ่าตัด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2554 พบว่า ปัญหาการบาดเจ็บเกี่ยวกับกล้ามเนื้อและโครงร่าง เป็นปัญหาอันดับหนึ่งของสถานประกอบกิจการ ดังภาพที่ 1-2 โดยพนักงานที่เข้ามารับการรักษาสูงสุด 3 อันดับ ได้แก่ พนักงานแผนกขึ้นรูปถุงมือ (Forming), ล้างคลอรีน (Chlorination) และบรรจุ (Packaging) ดังภาพที่ 1-3 ทั้งนี้แผนก Forming มีพนักงานที่ได้รับบาดเจ็บของแขน (ตั้งแต่ไหล่จนถึงนิ้วมือ) ดังภาพที่ 1-4 (ข้อมูลจากห้องพยาบาลของสถานประกอบกิจการ, 2553) โดยพนักงานที่เข้ามารับการรักษามีหน้าที่ดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์สอดคล้องกับการศึกษาของ J F Thomsen และคณะ (2007) ซึ่งพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความเมื่อยล้า ปวดข้อมือ และอุบัติการณ์ของการเกิดโรคเกี่ยวกับความผิดปกติของการบาดเจ็บของมือในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้มือและข้อมือทำงานในกิจกรรมซ้ำ ๆ ต่อเนื่อง จากปัญหาดังกล่าวจึงทำการประเมินวิเคราะห์ท่าทางในการทำงานของพนักงานเบื้องต้น โดยใช้เครื่องมือ Rapid Upper Limb Assessment (RULA) พบว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ

7 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปัญหาด้านการยศาสตร์ที่จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงโดยทันที และศึกษาความเสี่ยงของมือโดยใช้ค่าแนะนำของ ACGIH พบว่า พนักงานมีความเสี่ยงจากวิธีการทำงานสูงกว่าค่า TLV ซึ่งเป็นค่าที่ไม่สามารถยอมรับได้ เนื่องจากพนักงานปฏิบัติงานแล้วมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของมือและแขน

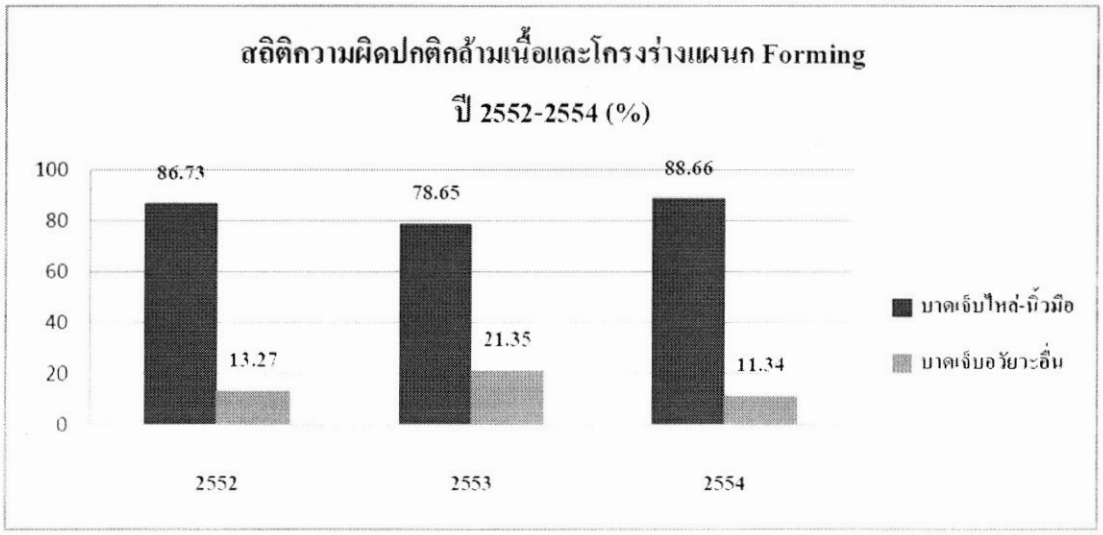
ภาพที่ 1-1 ลักษณะการทำงานของพนักงานดึงถุงมือ



ภาพที่ 1-2 สถิติการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงานของพนักงานทั้งหมด
ในสถานประกอบกิจการ ปี 2552-2554



ภาพที่ 1-3 สถิติความผิดปกติเกี่ยวกับกล้ามเนื้อและโครงร่างในแต่ละแผนก ปี 2552-2554



ภาพที่ 1-4 สถิติความผิดปกติเกี่ยวกับกล้ามเนื้อและโครงร่างแผนก Forming ปี 2552-2554

จากความจำเป็นและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงดำเนินการศึกษาวิธีการทำงาน เพื่อลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บที่มือและแขนของพนักงาน กล่าวคือ ระดับความเสี่ยงของการบาดเจ็บที่มือและแขนลดลงภายหลังดำเนินการปรับปรุงวิธีการทำงาน ส่งผลให้สถิติการเข้ารับการรักษาพยาบาลเกี่ยวกับอาการปวดข้อมือของพนักงานที่ดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ลดลง รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินความเสี่ยงของมือและแขนจากจำนวนขั้นตอนการทำงานโดยใช้แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสองมือ (Two-hand Process Chart) และสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม (Therblig)

2. เพื่อประเมินระดับความเสี่ยงของมือโดยใช้ค่าการเคลื่อนไหวของมือ (Hand Activity Level หรือ HAL) และค่ากำลังสูงสุดของมือ (Normalized Peak Force หรือ NPF) ตามคำแนะนำของ ACGIH สำหรับมือ

3. เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานโดยใช้หลักของหลักเศรษฐศาสตร์ของการเคลื่อนไหว (Motion Economy) และการยศาสตร์แบบมีส่วนร่วม (Participatory Ergonomics)

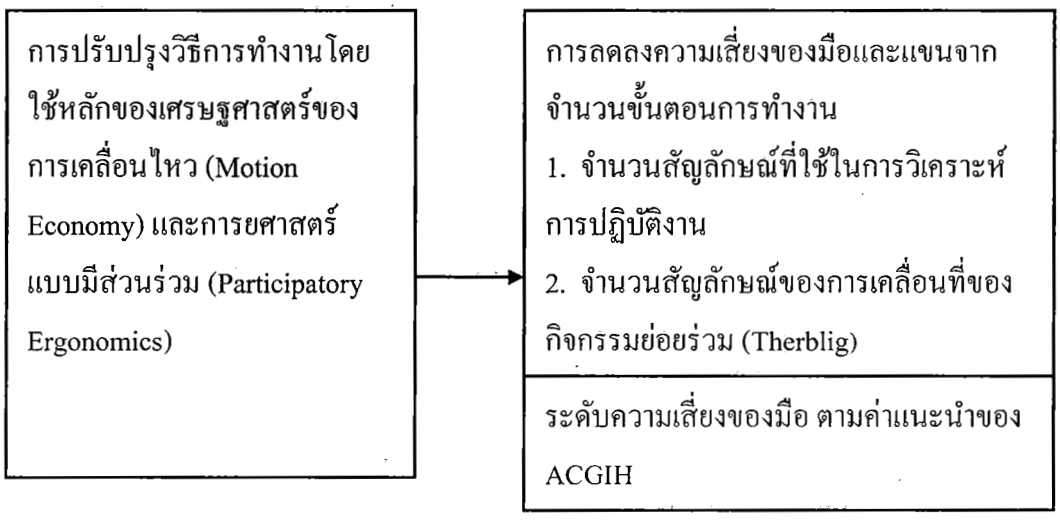
4. เพื่อเปรียบเทียบความเสี่ยงของมือและแขนจากจำนวนขั้นตอนของการทำงานและระดับความเสี่ยงของมือก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน

สมมติฐานการวิจัย

1. ความเสี่ยงของมือและแขนจากจำนวนขั้นตอนการทำงานหลังการปรับปรุงน้อยกว่าความเสี่ยงของมือและแขนจากจำนวนขั้นตอนการทำงานก่อนการปรับปรุง

2. ระดับความเสี่ยงของมือหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานน้อยกว่าระดับความเสี่ยงของมือก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงาน

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1-5 กรอบแนวคิดการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิธีการทำงานของพนักงานที่ดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ในโรงงานผลิตถุงมือแพทย์ผ่าตัด จังหวัดระยอง โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 117 คน จากประชากร 165 คน จาก 4 สายการผลิตซึ่งดึงถุงมือประเภทเดียวกัน ผ่านการทดลองงาน และไม่มีประวัติการบาดเจ็บ เจ็บป่วย รวมถึงโรคจากการทำงานที่มือ ข้อมือ และแขนในช่วงที่ดำเนินการศึกษาวิจัย แล้วศึกษาวิธีการทำงานโดยบันทึกด้วยสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือและสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม สำหรับบันทึกจำนวนขั้นตอนการทำงาน และประเมินความเสี่ยงของมือโดยใช้ค่าแนะนำของ ACGIH ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานโดยใช้หลักเศรษฐศาสตร์ของการเคลื่อนไหวกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงร่างของมนุษย์ (Use of Human Body) และการยศาสตร์แบบมีส่วนร่วม (Participatory Ergonomics) แล้วเปรียบเทียบผลการศึกษาก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการทำงาน การศึกษาดังกล่าวใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสิ้น 3 เดือน ตั้งแต่เดือนมีนาคม-เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2555

ความจำกัดของการวิจัย

ช่วงดำเนินการคัดกรองประชากรเพื่อนำข้อมูลมากำหนดกลุ่มตัวอย่าง อาจมีพนักงานบางส่วน มีอาการบาดเจ็บที่มือและแขน แต่ไม่เข้ามาแจ้งและดำเนินการรักษากับทางห้องพยาบาล จึงทำให้ถูกคัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การปรับปรุงวิธีการทำงาน หมายถึง จำนวนขั้นตอนการทำงานของวิธีการทำงานใหม่ โดยใช้หลักเศรษฐศาสตร์ของการเคลื่อนไหวกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงร่างของมนุษย์ (Use of Human Body) และนำหลักการยศาสตร์แบบมีส่วนร่วม (Participatory Ergonomics) มาใช้ในการสร้างการมีส่วนร่วมของคนงาน โดยให้ทำการวิเคราะห์วิธีการทำงานด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม "6W-1H" ร่วมกับหัวหน้างาน ตัวแทนพนักงานที่ดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์แต่ละกะ ภายใต้คำแนะนำของวิศวกรอุตสาหการประจำสถานประกอบกิจการ และปรับปรุงวิธีการทำงานโดยร่วมกันตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกไป

2. ความเสี่ยงของมือและแขน หมายถึง โอกาสในการได้รับการบาดเจ็บจากการดึงถุงมือ แบ่งเป็น 2 ตัวแปร ดังนี้

2.1 จำนวนขั้นตอนการทำงานมาก หมายถึง มือและแขนมีความเสี่ยงมาก โดยวัดจากจำนวนขั้นตอนการทำงาน ตามแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสองมือ (Two-hand Process Chart) และสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม (Therblig)

2.2 ระดับความเสี่ยงของมือตามค่าแนะนำของ ACGIH อยู่ในระดับสูงกว่าค่าจำกัดที่ยอมรับได้ (Threshold Limit Value; TLV) โดยวัดจากค่าการเคลื่อนไหวของมือ (Hand Activity Level หรือ HAL) และค่ากำลังสูงสุดของมือ (Normalized Peak Force หรือ NPF)

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ทบทวน เกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎี รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5 ประเด็น ดังนี้

1. ระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างของมือและแขน
2. ความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงร่างอันเนื่องมาจากการทำงานซ้ำซากของมือและแขน
3. การศึกษาวิธีการทำงานของมือและแขนโดยใช้ Two-hand Process Chart และสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม (Therblig)
4. การปรับปรุงวิธีการทำงานโดยใช้หลักการของเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงร่างของมนุษย์ (Use of Human Body) และการยศาสตร์แบบมีส่วนร่วม (Participatory Ergonomics)
5. การประเมินความเสี่ยงของมือโดยใช้ค่าแนะนำของ ACGIH

ระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างของมือและแขน

1. ความสำคัญของระบบกล้ามเนื้อและโครงร่าง

ระบบกล้ามเนื้อเป็นระบบที่มีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวภายใน เช่น การเต้นของหัวใจ การบีบรัดตัวของลำไส้ หลอดเลือดหรือหลอดน้ำเหลือง เป็นต้น และการเคลื่อนไหวภายนอกร่างกาย ได้แก่ การเคลื่อนไหวของอวัยวะภายนอกร่างกายต่าง ๆ เช่น ศีรษะ คอ ลำตัว แขน และขา เป็นต้น เนื่องจากมีความสามารถในการหดตัว (Contractility) ยืดตัว (Extensibility) ยืดหยุ่นกลับสภาพเดิม (Elasticity) คงสภาพ (Tonus) นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ (Irritability or Excitability) รวมถึงการผลิตความร้อนให้แก่ร่างกายอีกด้วย โดยระบบกล้ามเนื้อจะทำงานควบคู่กับระบบโครงร่างซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของร่างกายที่รองรับอวัยวะต่าง ๆ ให้อยู่ในตำแหน่งของอวัยวะนั้น ๆ และรักษาไว้ซึ่งรูปร่างของร่างกาย เพื่อป้องกันอันตรายหรือการกระทบกระเทือนต่าง ๆ ที่อาจจะมีต่ออวัยวะภายในร่างกาย หลอดเลือดและเส้นประสาทที่ทอดอยู่ในแนวกระดูก อีกทั้งยังเป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อและเอ็น เพื่อช่วยในการเคลื่อนไหว รวมถึงผลิตเม็ดโลหิตและเป็นแหล่งสำรองแคลเซียมของร่างกาย

2. คุณสมบัติทั่วไปของกล้ามเนื้อ

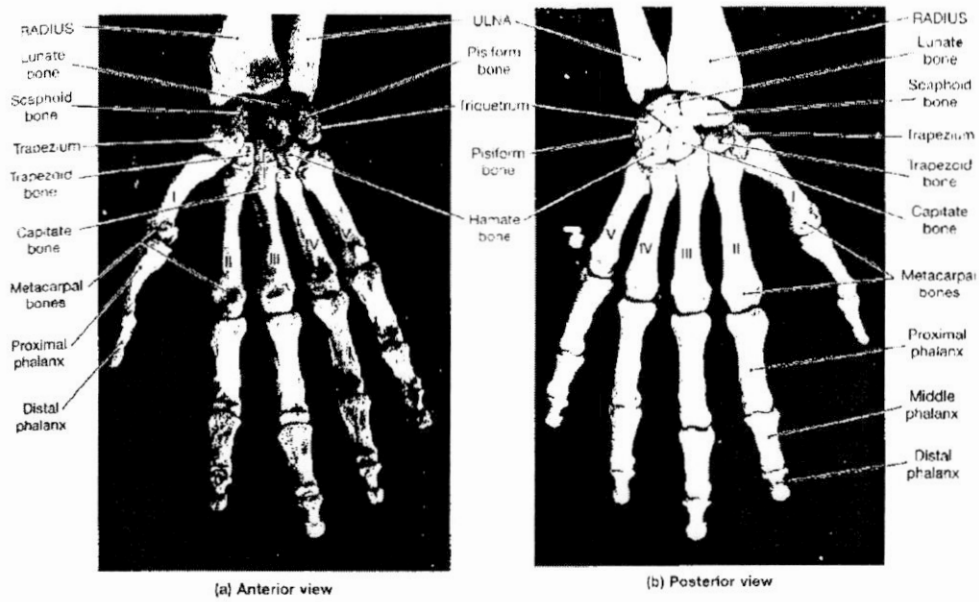
กล้ามเนื้อเป็นอวัยวะที่มีน้ำหนักมากที่สุดในร่างกายคิดเป็นประมาณ 40% ของน้ำหนักตัว ผู้ชายจะมีเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อมากกว่าผู้หญิง แต่ผู้หญิงจะมีเนื้อเยื่อไขมันมากกว่าผู้ชาย ในกล้ามเนื้อมีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 75% โปรตีน 20% และสารอื่น ๆ อีก 5% ซึ่งโปรตีนส่วนใหญ่เป็นแอคติน (Actin) กับไมโอซิน (Myosin) รวมตัวกันเป็นไมโอไฟบริล (Myofibrils) มีบทบาทสำคัญในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้นซึ่งได้รับมาจากเซลล์ประสาทที่กระจายอยู่บริเวณนั้น โดยปัจจัยที่เข้ามามีบทบาทต่อการหดตัวคือ ความแรงของการกระตุ้น ความเร็วของการกระตุ้น ระยะเวลาของการกระตุ้น น้ำหนักที่ถ่วงกล้ามเนื้อ และอุณหภูมิ โดยการหดตัวของกล้ามเนื้อมี 3 ระยะด้วยกันคือ 1) ระยะแฝง (Latent Period) เป็นระยะที่กล้ามเนื้อได้รับสิ่งเร้ามากระตุ้นแล้ว แต่ยังไม่เกิดการหดตัว จากการศึกษากล้ามเนื้อกบ พบว่า ใช้เวลาประมาณ 0.01 วินาที 2) ระยะหดตัว (Contraction Period) เป็นระยะที่กล้ามเนื้อเกิดการหดตัวให้แรงตึงสูงสุด ใช้เวลาประมาณ 0.04 วินาที และ 3) ระยะคลายตัว (Relaxation Period) เป็นระยะหลังจากกล้ามเนื้อให้แรงตึงสูงสุดจนกล้ามเนื้อคลายตัวเข้าสู่สภาวะปกติ ใช้เวลาประมาณ 0.05 วินาที

3. คุณสมบัติทั่วไปของกระดูก

กระดูกประกอบด้วยสาร 2 ชนิด คือ อินทรีย์สาร (Organic Matter) ประมาณ 33% หรือ 1 ใน 3 ของน้ำหนักกระดูก เป็นส่วนที่ทำให้กระดูกเหนียว มีความยืดหยุ่น ประกอบด้วย เซลล์กระดูก เส้นเลือดและสารที่มีลักษณะคล้ายวุ้น และอนินทรีย์สาร (Inorganic Matter) มีประมาณ 67% หรือ 2 ใน 3 ของน้ำหนักกระดูก เป็นส่วนที่ทำให้กระดูกแข็ง โดยที่กระดูกเด็กจะมีส่วนที่เป็นอินทรีย์สารมากกว่า และมีอนินทรีย์สารน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกระดูกผู้ใหญ่ ดังนั้นกระดูกเด็กจึงยืดหยุ่นมากกว่า และไม่หักง่ายเหมือนกระดูกผู้ใหญ่ ในผู้ใหญ่ที่เติบโตเต็มที่แล้วจะมีกระดูกประมาณ 206 ชิ้น ซึ่งประกอบด้วย กระดูกกะโหลกศีรษะ (Skull) 29 ชิ้น กระดูกสันหลัง (Vertebrae) 26 ชิ้น กระดูกหน้าอก (Sternum) 1 ชิ้น กระดูกซี่โครง (Ribs) 24 ชิ้น กระดูกส่วนแขน (Upper Extremity) 64 ชิ้น และกระดูกขา (Lower Extremity) 62 ชิ้น ทั้งนี้กระดูกดังกล่าวสามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ตามลักษณะรูปร่างได้ 4 ชนิด คือ กระดูกยาว (Long Bones) กระดูกสั้น (Short Bones) กระดูกแบน (Flat Bones) และกระดูกรูปร่างแปลก (Irregular Bones) และสามารถแบ่งกระดูกตามลักษณะโครงสร้างของกระดูกได้ 2 ชนิด คือ กระดูกพรุน (Spongy Bone หรือ Cancellous Bone) กระดูกแข็ง (Compact Bone)

4. โครงสร้างของมือและแขน

กระดูกส่วนแขน (Upper Extremity) 64 ชิ้น ประกอบด้วย 1) กระดูกไหล่ (Pectoral Girdle) เป็นกระดูกที่ยึดแขนให้ติดกับกระดูกแกน มีหน้าที่รองรับแขน และช่วยในการเคลื่อนไหวของแขน มีจำนวน 4 ชิ้น แบ่งเป็นข้างละ 2 ชิ้น และ 2) กระดูกแขน (Upper Extremity bones) มีจำนวน 60 ชิ้น แบ่งเป็นข้างละ 30 ชิ้น ประกอบด้วย กระดูกต้นแขน (Humerus) ข้างละ 1 ชิ้น รวมเป็น 2 ชิ้น กระดูกปลายแขน มี 4 ชิ้น ข้างละ 2 ชิ้น กระดูกข้อมือ (Carpal Bones) ข้างละ 8 ชิ้นเรียงเป็น 2 แถว แถวละ 4 ชิ้น (Scaphoid bone, Lunate bone, Triquetrum, Pisiform bone, Trapezium, Trapezoic Bone, Capitates Bone และ Hamate Bone) กระดูกฝ่ามือ (Metacarpal Bones) ข้างละ 5 ชิ้น และกระดูกนิ้วมือ (Phalanges) แต่ละข้างมีจำนวน 14 ชิ้น โดยแต่ละนิ้วมี 3 ชิ้น ยกเว้นนิ้วหัวแม่มือมี 2 ชิ้น (ชาญชัย ชอบธรรมสกุล, 2547)



ภาพที่ 2-1 กระดูกข้อมือ กระดูกฝ่ามือ และกระดูกนิ้วมือ
ที่มา: ชาญชัย ชอบธรรมสกุล, 2547, หน้า 45.

5. ข้อต่อและการเคลื่อนไหว

ข้อต่อเป็นส่วนที่เกิดจากกระดูกกับกระดูกมาเชื่อมต่อกัน โดยมีพังผืดช่วยยึดกระดูกให้อยู่ติดกัน มีบทบาทช่วยในการเคลื่อนไหว ช่วยประกอบให้กระดูกต่าง ๆ เป็นโครงร่างของร่างกาย และช่วยป้องกันการเสียดสีกันระหว่างกระดูก ข้อต่อบางอันจะมีน้ำหล่อเลี้ยงข้อต่อ (Synovial Fluid) เพื่อคอยหล่อลื่น การใช้ข้อต่อเป็นประจำจะช่วยให้น้ำหล่อเลี้ยงข้อต่อไม่แห้ง ข้อต่อมีการ

เคลื่อนไหวได้เป็นปกติ แต่ถ้าขาดการใช้หรือขาดการเคลื่อนไหวข้อต่อจะทำให้น้ำหล่อเลี้ยงข้อต่อหมดไป อันจะทำให้เกิดอาการข้อต่อยึดไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ตามปกติ โดยข้อต่อแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทั้งทางโครงสร้างและหน้าที่ จึงส่งผลให้การเคลื่อนไหวของร่างกายในส่วนต่าง ๆ มีความแตกต่างกันด้วย

การเคลื่อนไหวสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้ การเคลื่อนไหวชนิดแรก คือ การเคลื่อนไหวแบบเส้นโค้ง (Angular Movement) มี 4 แบบ ได้แก่ การงอ (Flexion) การเหยียด (Extension) การกาง (Abduction) และการหุบ (Adduction) การเคลื่อนไหวชนิดที่สอง คือ การเคลื่อนไหวเชิงวงกลม (Circular Movement) มี 2 แบบ ได้แก่ การหมุน (Rotation) และการหมุนควง (Circumduction) ส่วนการเคลื่อนไหวชนิดที่สาม คือ การเคลื่อนไหวชนิดพิเศษเฉพาะส่วน เช่น การยกขึ้นของส่วนต่าง ๆ (Elevation) การยกลงของส่วนต่าง ๆ (Depression) การหงายมือ (Supination) และการคว่ำมือ (Pronation) เป็นต้น (ธวัชชานนท์ สิปปภากุล, 2548)

การเคลื่อนไหวตั้งแต่หัวไหล่จนถึงข้อมือมีลักษณะและข้อจำกัด ดังนี้ การเคลื่อนไหวของหัวไหล่ (Shoulder Girdle) สามารถเคลื่อนไหวได้อิสระรอบ ๆ แกนการเคลื่อนไหวทั้ง 3 แกน เช่น การงอ การเหยียด การกาง หรือบิดเข้าด้านใน การบิดออกข้างนอก การยกไหล่ขึ้น-ลง การหมุนควง การหมุนและการเอียงไหล่ขึ้น ส่วนการเคลื่อนไหวของข้อศอก (Elbow Joint) และหัวเข่า เราเรียกว่า Intermediate Joint ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวที่มีลักษณะเหมือนกัน คือ การงอและการเหยียดเท่านั้น กรณีการเคลื่อนไหวของแขนส่วนปลาย (Radioulnar Joint) เป็นการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นกับข้อต่อแบบ Pivot Joint สามารถเคลื่อนไหวได้ทั้งแบบ Pronation และ Supination ส่วนการเคลื่อนไหวของมือและข้อมือ โดยการเคลื่อนไหวที่ข้อมือ (Wrist Joint) มีการงอ การเหยียด การกางออก และการหุบเข้า และที่นิ้วหัวแม่มือ (Carpometacarpal Joint) มีการเคลื่อนไหวแบบกางออก การหุบเข้า การงอ การเหยียด การหุบเข้าเกินกว่าปกติ การงอเกินกว่าปกติ และการงอตรงกันข้าม

ความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงร่างอันเนื่องมาจากการทำงานซ้ำซากของมือและแขน

การเกิดความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างอันเนื่องมาจากการทำงาน (Musculoskeletal Disorders หรือ MSDs) จะเกี่ยวข้องกับความผิดปกติในหลาย ๆ ส่วนของร่างกาย เช่น ความผิดปกติของร่างกายส่วนบน (Upper Extremity Disorders) อันประกอบไปด้วย คอ ไหล่ ข้อศอก แขนส่วนปลาย มือและข้อมือ รวมถึงความผิดปกติของร่างกายส่วนล่าง (Lower Extremity Disorders) เช่น การปวดหลังส่วนล่าง เป็นต้น ในที่นี้จะขอกล่าวถึงความผิดปกติของของร่างกายส่วนบนเท่านั้น โดยหัวใจสำคัญของปัญหาความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างอันเนื่องมาจากการทำงานนั้น คือ การตระหนักถึงความผิดปกติตั้งแต่เริ่มมีอาการ เพื่อให้การรักษาอย่าง

เหมาะสมถูกต้อง ดังนั้นการจัดการที่ดีเกี่ยวกับ MSDs จำเป็นต้องให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาทางการแพทย์อย่างเหมาะสม มีการประเมินการรับสัมผัสปัจจัยเสี่ยงจากงาน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขลักษณะการทำงานให้มีความเหมาะสมต่อไป ซึ่งต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงทางการยศาสตร์และวิวัฒนาการด้านการรักษาควบคู่กัน

The American College of Occupational and Environmental Medicine (ACOEM) ได้ออกแนวปฏิบัติที่เรียกว่า Occupational Medicine Practice Guideline มาเพื่อเป็นเครื่องมือ หรือแนวปฏิบัติในการสืบสวนและรักษา MSDs แม้ว่าหัวใจหลักของการป้องกันการเกิดโรคนั้น จะอยู่ที่การป้องกันในระยะเริ่มต้น (Primary Prevention) ควบคู่กับการบริหารจัดการเพื่อลดปัจจัยเสี่ยงจากสถานที่ทำงาน เพื่อให้มั่นใจได้ว่า ผู้ป่วยได้รับการรักษาที่ถูกต้องทันเวลา เมื่อเป็น MSDs โดยเป้าหมายของการบริหารจัดการด้านการแพทย์ คือ การลดหรือขจัดอาการของโรค การป้องกันการขยายตัว การลุกลาม และความรุนแรงของ MSDs การลดระยะเวลาและความรุนแรงของความผิดปกติในการทำหน้าที่ของอวัยวะนั้น รวมถึงการป้องกันหรือลดความรุนแรงของความผิดปกติและพิการ

การปรับปรุงงานใหม่ (Job Modification) เช่น การออกแบบเครื่องมือ เพื่อลดลักษณะท่าทางการทำงานที่ผิดธรรมชาติและลดการออกแรงของมือ การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อลดแรงจากการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ การปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน เช่น การหมุนเวียนการทำงาน การใช้เครื่องทุ่นแรง เช่น สายพานลำเลียง รอก รถเข็น ล้อเลื่อน เพื่อลดการยก ดัน ลาก และเคลื่อนย้ายของหนัก เพื่อลดการสัมผัสปัจจัยทางกายภาพต่อส่วนของร่างกาย รวมถึงการฝึกอบรมหรือการทบทวนการฝึกอบรม โดยใช้หลักการยศาสตร์หรือการจัดการทางการแพทย์จะช่วยให้สถานประกอบกิจการสามารถลดต้นทุนในการจัดการด้านอุบัติเหตุ บรรลุผลในการลดการบาดเจ็บอันมีสาเหตุจากความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างอันเนื่องมาจากการทำงานได้เป็นอย่างดี

1. กระบวนการวินิจฉัยการเกิดความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและโครงร่าง

วินิจฉัยการเกิดความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างเนื่องจากการทำงาน จะตั้งอยู่บนพื้นฐาน 3 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 พิจารณาว่าผู้ป่วยได้เกิดความผิดปกติแบบเฉพาะเจาะจงหรือไม่ เช่น การอักเสบจากการงอบริเวณแขนส่วนปลาย เป็นต้น ขั้นตอนนี้โดยทั่วไปแล้วจะใช้การศึกษาจากประวัติและการตรวจทางกายภาพ

1.2 เก็บรวบรวมข้อมูล หลักฐาน เกี่ยวกับรายละเอียดประวัติการทำงานจากการสังเกตการทำงานในสถานที่ทำงาน หรือศึกษาจากวิดีโอเทปและจากข้อมูลการวิเคราะห์งานเพื่อความปลอดภัย (Job Safety Analysis) และทำการสอบถามรายละเอียดจากพนักงานเพื่อให้ผลการบ่งชี้

กลุ่มเสี่ยงมีความถูกต้องมากขึ้น

1.3 พิจารณาถึงสาเหตุและปัจจัยอื่นที่ไม่เกี่ยวกับงานที่อาจส่งผลต่อการเกิดความผิดปกติดังกล่าว บนพื้นฐานของประวัติและการตรวจทางกายภาพ การทบทวนและวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาการระบาดและการเฝ้าระวังซึ่งอาจจะมีลักษณะคล้าย ๆ กับงานที่ทำ จะช่วยให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุปัจจัยที่ทำให้เกิด MSDs ในพนักงานได้ชัดเจนขึ้น

สิ่งที่ยากที่สุดของการวินิจฉัยการเกิด MSDs จากการทำงาน คือการพิจารณาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดความผิดปกติ เพราะต้องทวนสอบด้วยคำถามจำนวนมาก จึงจะได้มาซึ่งข้อมูลที่ระบุว่าเป็นสาเหตุที่แท้จริง ดังนั้นจึงควรตระหนักว่าไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนในการประเมินว่าการรับสัมผัสปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งหรือหลายปัจจัย ทั้งในด้านระยะเวลา ความถี่ ระดับการสัมผัสหนึ่ง ๆ จะเป็นสาเหตุทำให้เกิดความผิดปกติที่เฉพาะเจาะจงในแต่ละบุคคลได้ เพราะทุกปัจจัยมีความแตกต่างและแปรผันไปในแต่ละบุคคลอยู่ตลอดเวลา

2. กลุ่มของความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อและโครงร่างตั้งแต่ไหล่ถึงข้อมือ

2.1 ความผิดปกติที่เกิดขึ้นบริเวณไหล่ (Shoulder Disorders)

โรคเอ็นหัวไหล่อักเสบ (Rotator Cuff Tendonitis) เป็นลักษณะอาการที่สำคัญ ซึ่งพบมากที่สุดในกลุ่มความผิดปกติของร่างกายส่วนบนเนื่องจากการทำงาน โดยเกิดขึ้นหลังจากไหล่มีการเคลื่อนไหวมาก ๆ ส่วนหนึ่งมีผลมาจากการงานหรือลักษณะท่าทางที่มีการใช้แขนทำงานในลักษณะที่สูงกว่าศีรษะและการเล่นกีฬาในคนทั่วไป โรคเอ็นหัวไหล่อักเสบมักพบได้ทั่วไปในคนที่อายุ 40 ปีขึ้นไป ส่วนมากพบในเพศชาย ในการทำงานพบว่า การทำงานในท่าเดิมซ้ำ ๆ ร่วมกับงานที่ใช้แรงมากจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคดังกล่าวถึง 3 เท่า โดยผู้ป่วยที่เป็นโรคเอ็นหัวไหล่อักเสบจากการทำงานด้วยท่าเดิมซ้ำ ๆ จะสามารถหายเป็นปกติภายในระยะเวลา 10 เดือน แต่จะหายช้าลงในผู้ป่วยที่มีอายุมากขึ้น ความเสี่ยงจะเพิ่มมากขึ้น หากคนงานมีการยกวัตถุหนัก ยกวัตถุด้วยมือข้างเดียว ยกวัตถุในระดับความสูงเหนือไหล่ ดันหรือลากวัตถุที่มีน้ำหนักมาก ๆ โดยปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติบริเวณไหล่ ประกอบไปด้วยปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านงาน ปัจจัยด้านจิตวิทยาสังคม งานหรือกิจกรรมที่มีความเสี่ยงสูง ดังรายละเอียดในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติบริเวณไหล่ (Risk factors for shoulder disorders)

ปัจจัยเสี่ยง	ตัวอย่างของปัจจัยเสี่ยงในแต่ละด้าน
ปัจจัยส่วนบุคคล	อายุ โรคอ้วน เพศชาย การขาดการออกกำลังกาย
ปัจจัยด้านงาน	งานที่ทำให้ไหล่เคลื่อนไหวแบบซ้ำ ๆ
	งานที่มือต้องเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ ในการทำงานกับเครื่องมือ
	การที่มือต้องออกแรงมากเกินไป การทำงานที่สูงกว่าความสูงของไหล่
	การทำงานในท่าบิดเอี้ยวตัว
	งานที่ต้องใช้ความพยายามสูง ใช้แรงมาก
	มุมของไหล่สูงเกิน 45 องศา ในภาวะหยุดนิ่งหรือเคลื่อนไหว
ปัจจัยด้านจิตวิทยาสังคม	อิสระทางความคิดและการตัดสินใจต่ำ
	งานที่ทำในลักษณะเดิม ๆ น่าเบื่อหน่าย
	ความต้องการด้านงานสูง ความกดดันทางจิตใจสูง
งานหรือกิจกรรมที่มี	คนขับรถบรรทุก ช่างไม้ ช่างหลอม ช่างติดตั้งผนัง พนักงานบรรจุเนื้อ
ความเสี่ยงสูง	ช่างก่อตึก ผู้ช่วยพยาบาล คนส่งของ คนเก็บขยะ

ที่มา: ศักดิ์สิทธิ์ กุลวงษ์, 2552, หน้า 14.

2.2 ความผิดปกติที่เกิดขึ้นบริเวณข้อศอกและแขนส่วนปลาย (Elbow/ Forearms Disorders)

การบาดเจ็บที่เกิดขึ้นบริเวณกล้ามเนื้อ เอ็น ของข้อต่อบริเวณแขนส่วนปลาย หรือข้อศอกจากการงอและเหยียดมากเกินไป ลักษณะการบาดเจ็บแบบนี้จัดเป็นการอักเสบเอ็นข้อศอกด้านข้าง (Lateral Epicondylitis) การบาดเจ็บจะเกิดขึ้นบริเวณรอบ ๆ ข้อศอกแต่อาจจะลามไปถึงแขนส่วนปลาย อาการดังกล่าวเป็นผลมาจากการบวมหรือฉีกขาดของใยกล้ามเนื้อจากการได้รับความเค้นแบบซ้ำ ๆ หรือการเคลื่อนที่แบบงอและเหยียดอยู่บ่อย ๆ อุบัติการณ์ของโรคมักพบในผู้ป่วยอายุช่วง 20-49 ปี และพบในเพศชายมากกว่าเพศหญิงถึง 2 เท่า การทำงานบางลักษณะ เช่น การใช้ไขควงหรือค้อนจะมีความเสี่ยงสูงขึ้น และพบว่าประมาณร้อยละ 80 ของผู้ป่วยจะหายเป็นปกติภายในระยะเวลา 3 ปี โดยปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติบริเวณข้อศอกและแขนส่วนปลาย ประกอบไปด้วยปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านงาน ปัจจัยด้านจิตวิทยาสังคม งานหรือกิจกรรมที่มีความเสี่ยงสูง ดังรายละเอียดในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติบริเวณข้อศอกและแขนส่วนปลาย (Risk Factors for Elbow/ Forearms Disorders)

ปัจจัยเสี่ยง	ตัวอย่างของปัจจัยเสี่ยงในแต่ละด้าน
ปัจจัยส่วนบุคคล	อายุ ความผิดปกติของ WMSDs อื่น ๆ ที่เป็นอยู่
ปัจจัยด้านงาน	งานเจาะด้วยไขควง
	งานขันให้แน่นด้วยแรง
ปัจจัยด้านจิตวิทยาสังคม	การขาดความรอบคอบ ระมัดระวัง
	ความต้องการสูง ความกดดันทางจิตใจสูง
งานหรือกิจกรรมที่มี	ช่างไม้ ช่างกล กรรมกร ช่างประปา พนักงานประกอบโดยใช้เครื่องมือ
ความเสี่ยงสูง	ช่างตัดผม ช่างติดตั้งผนัง พนักงานบรรจุด้วยมือ ช่างไฟ คนขับรถบัส
	ช่างเชื่อม ช่างเจียร/ ตัด คนทำครัว งานเตรียมอาหาร

ที่มา: ศักดิ์สิทธิ์ กุลวงษ์, 2552, หน้า 15.

2.3 ความผิดปกติที่เกิดขึ้นบริเวณมือและข้อมือ (Hand/ Wrist Disorders)

ความผิดปกติของมือและข้อมือที่พบได้บ่อยที่สุด คือ เอ็นอักเสบและอาการอักเสบบริเวณโพรงกระดูกข้อมือ (Carpal Tunnel Syndrome: CTS) ซึ่งเป็นการบาดเจ็บจากเส้นประสาท Median ที่พาดผ่านโพรงข้อมือถูกกด ส่งผลให้เกิดการปวด ชา บริเวณฝ่ามือและนิ้ว โดยมักเกิดกับคนงานหญิงที่ทำงานด้วยท่าทางซ้ำ ๆ บริเวณมือและข้อมือ และในคนงานชายที่ทำงานแบบใช้แรงของมือและข้อมือมาก ปัจจัยเสี่ยงด้านงานที่เป็นสาเหตุให้เกิดความผิดปกติ คือ งานที่ต้องทำด้วยท่าทางซ้ำ ๆ หรือใช้แรงมาก ๆ บริเวณมือและข้อมือ การใช้มือหมุนหรือเจาะในลักษณะที่ผิดธรรมชาติ รวมทั้งความสั่นสะเทือนบริเวณข้อมือและแขน ซึ่งประกอบไปด้วยปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านงาน ปัจจัยด้านจิตวิทยาสังคม งานหรือกิจกรรมที่มีความเสี่ยงสูง ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-3 ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติบริเวณมือและข้อมือ (Hand/ Wrist Disorders)

ปัจจัยเสี่ยง	ตัวอย่างของปัจจัยเสี่ยงในแต่ละด้าน
ปัจจัยส่วนบุคคล	อายุ โรคอ้วน เพศหญิง หญิงตั้งครรภ์ โรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ เบาหวาน ไทรอยด์ต่ำ ความดันโลหิตสูง
ปัจจัยด้านงาน	งานที่ต้องใช้แรงมาก เคลื่อนไหวด้วยท่าทางเดิมอยู่บ่อย ๆ การสั่นสะเทือนที่มือและแขน การขันแน่นซ้ำ ๆ การจับยึดด้วยแรง งานเคาะ ตี ซ้ำ ๆ
ปัจจัยด้านจิตวิทยาสังคม	การขาดความรอบคอบ ระมัดระวัง ความพึงพอใจในงานต่ำ ความต้องการสูง การสนับสนุนทางสังคมต่ำ ความกดดันทางจิตใจสูง
งานหรือกิจกรรมที่มีความเสี่ยงสูง	การตัด/ หั่นเนื้อ งานเลื่อยไม้ ไสไม้ กระบวนการทำอาหาร ช่างไม้ พนักงานประกอบโดยใช้เครื่องมือ ช่างหล่อ ช่างตัดผม คนทำครัว กรรมกร ช่างคุมเครื่อง ช่างเย็บผ้า พนักงานบรรจุด้วยมือ ช่างพิมพ์ดีด คนคุม Stock ช่างมุงหลังคา

ที่มา: ศักดิ์สิทธิ์ กุลวงษ์, 2552, หน้า 16.

การศึกษาวิธีการทำงานของมือและแขนโดยใช้ Two-hand Process Chart และสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม (Therblig)

1. วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์การทำงาน

การวิเคราะห์การทำงาน คือ การวิเคราะห์และบันทึกการทำงานของคนที่ส่วนใหญ่ทำงานด้วยมือทั้งสองข้างของผู้ปฏิบัติงานที่ต้องมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน อันแสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนที่ของมือทั้งสองข้างของผู้ปฏิบัติงานในการทำงานที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างมือทั้งสองข้าง และการสัมพันธ์กับเวลา ทั้งนี้การนำเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ เพื่อบอกการทำงานของมือทั้งสองในขณะหนึ่งขณะใด หรือการทำงานพร้อมกัน และตรวจสอบความถูกต้องของการทำงาน ทั้งนี้การวิเคราะห์การทำงานเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาวิธีการทำงาน โดยทั่วไป จะใช้กับงานที่มีการทำงานลักษณะซ้ำ ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการและแนวทางของ

การทำงาน ปรับปรุงวิธีการใช้วัสดุ เครื่องจักร และแรงงาน การวางผังสถานที่ทำงาน ออกแบบโรงงานและเครื่องจักรต่าง ๆ รวมถึงการศึกษาทางเศรษฐศาสตร์ในด้านการประหยัดแรงงาน และการลดความเมื่อยล้าที่ไม่จำเป็นของพนักงาน ด้วยการเก็บบันทึกอย่างมีขั้นตอน และการตรวจตราอย่างถี่ถ้วนของแนวทางการทำงานที่มีอยู่แล้ว และเสนอแนะวิธีการทำงานใหม่ อันนำไปสู่การพัฒนาและการประยุกต์วิธีการที่ง่ายและมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ ดังนั้นการศึกษาวิธีการทำงานได้เข้าไปมีบทบาทในการพัฒนากระบวนวิธีการผลิตใหม่ หรือพัฒนากระบวนการผลิตที่ดีขึ้น

การวิเคราะห์การทำงานในที่นี้ผู้วิจัยใช้แผนภูมิขบวนการผลิตสำหรับสองมือ (Two-hand Process Chart) คือ แผนภูมิขบวนการผลิตซึ่งบันทึกการกระทำของมือทั้งสองของผู้ปฏิบัติงานซึ่งมีความสัมพันธ์ในกันและกัน โดยที่แผนภูมิขบวนการผลิตสำหรับสองมือเป็นแบบพิเศษของแผนภูมิขบวนการผลิตอื่น ๆ เพราะแสดงให้เห็นการเคลื่อนที่ หรืออยู่กับที่ของมือ โดยทั่วไปแล้วจะถูกนำมาใช้กับงานที่มีการปฏิบัติ ซ้ำ ๆ กัน กล่าวคือ แผนภูมินี้จะบันทึกการทำงานของมือทั้งสองข้างในหนึ่งวัฏจักรสมบูรณ์ของการกระทำซ้ำนั้น ซึ่งการบันทึกจะทำได้อย่างละเอียดมากกว่าการบันทึกในแผนภูมิขบวนการผลิตต่อเนื่อง (วันชัย ริจิรวนิช, 2551) ในการเริ่มต้นการศึกษาวิธีการทำงานจำเป็นต้องมีการชี้แจงให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง อันได้แก่ ฝ่ายบริหาร หัวหน้างาน และพนักงาน มีความเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ วิธีการของการศึกษาการทำงาน และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับเสียก่อน เพื่อไม่ให้เกิดการต่อต้าน หรือคัดค้านการศึกษาการทำงาน (วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, 2547)

2. ขั้นตอนของการวิเคราะห์การทำงาน

ขั้นตอนของการวิเคราะห์การทำงานประกอบด้วย 8 ขั้นตอน คือ การเลือกงาน เก็บข้อมูลวิธีการทำงาน การวิเคราะห์วิธีการทำงาน การปรับปรุงวิธีการทำงาน การเปรียบเทียบวัดผลวิธีการทำงาน การพัฒนามาตรฐานวิธีการทำงาน การส่งเสริมการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว การติดตามการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว

2.1 การเลือกงาน โดยพิจารณาจากองค์ประกอบ ด้านเศรษฐกิจ ด้านเทคนิค ด้านปฏิกิริยาแรงงาน และผลกระทบอื่น ๆ เช่น ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย

2.2 เก็บข้อมูลวิธีการทำงาน โดยการบันทึกวิธีการทำงาน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการศึกษาวิธีการทำงาน ต้องคำนึงถึงปัจจัยดังต่อไปนี้

2.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกวิธีการทำงาน ได้แก่ กล้องวิดีโอ แบบฟอร์มแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสองมือ (Two-hand Process Chart) และเครื่องเขียน

2.2.2 สัญลักษณ์สากลที่ใช้ในการบันทึกวิธีการทำงานของมือ

แทน การปฏิบัติงาน: ใช้แทนการจับ ตั้งตำแหน่ง ใช้ ปล่อย ฯลฯ พวกเครื่องมือชิ้นส่วนงาน และวัสดุ

แทน การเคลื่อนย้าย: การเคลื่อนที่เข้าหรือออกของมือหรือแขนไปยังงาน เครื่องมือหรือวัสดุ

แทน การตรวจสอบ: สัญลักษณ์การตรวจสอบโดยปกติจะไม่ค่อยใช้ในแผนภูมินี้ เนื่องจากถือว่าเป็นหนึ่งในการปฏิบัติงาน แต่เนื่องจากผู้วิจัยต้องการแสดงให้เห็นว่าในช่วงใดมีการตรวจสอบ เพื่อให้ทราบรายละเอียดของการทำงานอย่างแท้จริงในที่นี้จึงนำมาใช้ด้วย

แทน การรอ: ใช้เมื่อมือหรือแขนใดว่างไม่ต้องทำงาน ทั้งนี้ในขณะเดียวกันมือหรือแขนอีกข้างไม่จำเป็นต้องว่างด้วยก็ได้

แทน การถือไว้: การจับหรือถืองาน เครื่องมือ หรือวัสดุอยู่

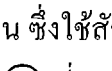
2.2.3 การบันทึกวิธีการทำงาน เมื่อบันทึกภาพด้วยกล้องวิดีโอแล้ว จำเป็นต้องศึกษาขั้นตอนวิธีการทำงานให้เข้าใจ แล้วกำหนดจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของงานให้แน่ชัด โดยเริ่มบันทึกตั้งแต่จุดเริ่มต้นลงในแผนภูมิขบวนการผลิตสำหรับสองมือ โดยการใช้สัญลักษณ์สากลแต่ละขั้นตอนของงานจนถึงจุดสุดท้าย แล้วเขียนข้อความบรรยายกิจกรรมตามสัญลักษณ์ที่บันทึก จากนั้นตรวจสอบข้อมูลที่บันทึกไว้เทียบกับขั้นตอนการทำงานจริง และให้บุคคลอื่นซึ่งไม่เข้าใจวิธีการของงานที่บันทึกในการอ่านข้อมูล เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของข้อมูลที่บันทึกมา พร้อมบันทึกรายละเอียดอื่น ๆ ให้ครบถ้วน

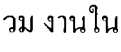
2.3 การวิเคราะห์วิธีการทำงาน

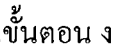
ใช้เทคนิคการตั้งคำถาม “6W-1H” ในการตรวจสอบข้อมูลวิธีการทำงานที่บันทึกและตรวจสอบความเหมาะสมของงาน โดยแบ่งคำถามออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มคำถามที่ 1 ประกอบด้วยคำถาม What, Who, When, Where และ How สำหรับการตรวจสอบเกี่ยวกับเป้าหมายและขอบข่ายของงาน บุคลากรที่ทำงานแต่ละกิจกรรม สถานที่ทำงาน ลำดับขั้นตอนการทำงานแต่ละกิจกรรม และวิธีการทำงาน ส่วนคำถามกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยคำถาม Why และ Which เพื่อตรวจสอบเหตุผล ความเหมาะสมของวิธีการทำงาน และเสนอทางเลือกอื่นที่เหมาะสม (วันชัย ริจิรวนิช, 2551)

2.4 การปรับปรุงวิธีการทำงาน

การเลือกใช้เทคนิคการปรับปรุงงาน โดยเน้นการมีส่วนร่วมของหัวหน้างานและพนักงาน มีหลักการดังต่อไปนี้

2.4.1 ตัด โดยพิจารณาว่ากิจกรรมใดไม่จำเป็น เช่น งานประเภทเวลาไร้ประสิทธิภาพ หรือเวลาส่วนเกิน ซึ่งใช้สัญลักษณ์ในกลุ่ม  ให้พยายามตัดงานกลุ่มนี้ออกไปก่อน มีงานกลุ่ม ○ ที่ตรวจแล้วเป็นงานที่ไม่จำเป็นก็สามารถตัดออกไปได้

2.4.2 แยก/ รวม งานในกลุ่ม  และ ○ ถ้าไม่สามารถตัดได้จะพบว่าบ่อยครั้งรวมกันเป็น หรือ จะดีขึ้นหลักการในข้อนี้คือ รวมแล้วดีให้รวม แยกแล้วดีให้แยก

2.4.3 เปลี่ยนขั้นตอน งานในกลุ่ม  และ ○ จะเป็นงานที่สามารถสลับสับเปลี่ยนกันได้ เพื่อระบบการควบคุมการไหลของงานดีขึ้น

2.4.4 ทำกระบวนการให้เรียบง่ายขึ้น คือ การปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ลดความซับซ้อนยุ่งยาก

2.4.5 ใช้เครื่องมือเข้ามาช่วย เช่น จิ๊ก ฟิกซ์เจอร์ และอุปกรณ์ทุ่นแรงต่าง ๆ ในการทำงาน ในกรณีที่ตัดงานไม่ได้ รวม/แยกงานไม่ได้ และยังไม่อาจจะปรับขั้นตอนการทำงานให้ง่ายขึ้น

2.5 การเปรียบเทียบวัดผลวิธีการทำงาน

นำจำนวนของสัญลักษณ์ที่บันทึกก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานเปรียบกันโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

2.6 การพัฒนามาตรฐานวิธีการทำงาน

นำวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วกำหนดเป็นวิธีการมาตรฐาน เพื่อใช้เป็นแนวปฏิบัติมาตรฐานตามวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว ในรูปแบบของภาพถ่ายและแผนภูมิขบวนการผลิตสำหรับสองมือ

2.7 การส่งเสริมการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว โดยขออนุมัติส่งเสริมการใช้วิธีการทำงานต่อผู้บริหาร ทำความเข้าใจกับระดับหัวหน้างานและพนักงาน ด้วยการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวิธีการทำงานแบบเก่าและแบบใหม่ เพื่อการยอมรับในการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน และดำเนินการฝึกอบรมพนักงานให้สามารถปฏิบัติงานตามวิธีการใหม่ทุกขั้นตอน และให้หัวหน้างานเป็นผู้ควบคุมดูแลจนกว่าพนักงานจะสามารถปฏิบัติงานด้วยวิธีการทำงานใหม่

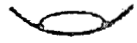
2.8 การติดตามการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว

ตรวจสอบการทำงานอย่างสม่ำเสมอ โดยมีการกำหนดตารางเวลาการตรวจสอบและใช้แบบตรวจสอบสรุปผลการตรวจ และส่งเสริมการใช้วิธีการทำงานใหม่อย่างต่อเนื่อง (วันชัย ริจิรวนิช, 2551)

3. สัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม (Therblig)

การทำงานซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ของมือ จะประกอบด้วยกิจกรรมย่อยของงาน เช่น การหยิบ การเคลื่อนที่ การจับ การประกอบ ฯลฯ การเคลื่อนที่ของกิจกรรมย่อยซึ่งถือได้ว่าเป็นสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม เป็นการเคลื่อนที่ขั้นมูลฐานของมือ เป็นกิจกรรมย่อยในงานที่ใช้การทำงานด้วยมือทั้งหลาย ได้ถูกพัฒนาขึ้นจาก Frank B. Gilbreth โดยใช้ตัวอักษรสะกดให้กลับกันคือ Therblig อ่านว่า เทอร์บลิกส์ เป็นชื่อเรียกสำหรับการเคลื่อนที่ของสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ขั้นมูลฐานของการทำงาน (วันชัย ริจิรวนิช, 2551) ดังนั้นคำว่า Therblig จึงเป็นที่เข้าใจของนักวิจัยการเคลื่อนที่และเวลา ส่วนคำว่า Hand motion จะถูกนำมาใช้ในบางครั้ง (นิวิท เจริญใจ, มปป., หน้า 66) โดยมีแนวคิดที่แบ่งแยกการทำงานของมนุษย์ออกเป็นส่วนของการเคลื่อนที่ หรือกลุ่มของการเคลื่อนที่ เดิมแบ่งแยกการเคลื่อนไหวเบื้องต้นของมือหรือมือกับตาออกเป็น 17 ชนิด ซึ่งได้เพิ่มขึ้นเป็น 18 ชนิดในภายหลังต่อมา โดย Therblig จะครอบคลุมการเคลื่อนที่หรือเหตุผลของการไม่เคลื่อนที่ และ Therblig แต่ละตัวจะมีสีเฉพาะสัญลักษณ์ และตัวอักษร และตัวอักษรบ่งบอกไว้เพื่อวัตถุประสงค์ในการบันทึก ดังตารางที่ 2-4 และ 2-5 ตามลำดับ โดยตัว Therblig แต่ละตัวจะบรรยายถึงการทำงานอย่างชัดเจนและละเอียดกว่าวิธีอื่น ๆ แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าจะใช้ Therblig ในการวิเคราะห์งานอย่างได้ผลเต็มที่นั้นก็จำเป็นต้องศึกษางานนั้น ๆ อย่างละเอียดพอควรก่อน ซึ่งหากเป็นการกล่าวถึงหลักเบื้องต้นของการเพิ่มผลผลิตนั้นไม่มีความจำเป็นที่จะใช้วิธีการนี้ เพราะสามารถใช้วิธีอื่นที่ง่ายกว่า (วันชัย ริจิรวนิช, 2551) โดยในงานวิจัยนี้ได้นำสัญลักษณ์ Therblig ควบคู่กับสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือตามแผนภูมิขบวนการผลิตแบบสองมือ

ตารางที่ 2-4 รูปแบบของ Therblig 18 ประเภท

สัญลักษณ์	ชื่อ	อักษรย่อ	สี
	ค้นหา	Sh	ดำ
	ค้นพบ	F	เทา
	เลือก	St	เทาขาว
	จับ	G	แดงทะเล
	เคลื่อนมือเปล่า	TE	เขียวโอลีฟ
	การเคลื่อนวัตถุ	TL	เขียวหญ้า
	ถือ	H	ทอง
	ปล่อยวัตถุ	RL	แดงเลือดนก
	จัด	P	น้ำเงิน
	จัดเตรียม	PP	ฟ้า
	ตรวจ	I	ดินไหม้
	ประกอบ	A	ม่วงแก่
	ถอด	DA	ม่วงอ่อน
	ใช้	U	ม่วง
	การล่าช้าซึ่งหลีกเลี่ยงไม่ได้	UD	เหลืองอ่อน
	การล่าช้าซึ่งหลีกเลี่ยงได้	AD	เหลืองมะนาว
	วางแผน	Pn	น้ำตาล
	พักเหนื่อย	R	ส้ม

ที่มา: วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ, 2547, หน้า 199.

ตารางที่ 2-5 ชื่อ อักษรย่อ และคำอธิบายความหมายของ Therblig 18 ประเภท

ชื่อ		อักษรย่อ	คำอธิบายความหมาย
ภาษาอังกฤษ	ภาษาไทย		
Search	ค้นหา	Sh	การมองหาวัตถุสิ่งหนึ่งจากกลุ่ม
Find	ค้นพบ	F	การหยุดสายตามองตรงไปยังสิ่งของที่ต้องการทำงาน
Select	เลือก	St	การเลือกวัตถุชิ้นหนึ่งออกจากของอื่น ๆ
Grasp	จับ	G	การจับวัตถุไว้ในมือเพื่อหยิบขึ้น
Transport empty	เคลื่อนมือเปล่า	TE	การเอื้อมมือเปล่าไปยังวัตถุ
Transport loaded	การเคลื่อนวัตถุ	TL	การหยิบของจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง อาจถือในมือหรือจับด้วยนิ้ว หรืออาจถูกลากหรือเลื่อนหรือผลักก็ได้
Hold	ถือ	H	การถือวัตถุอยู่ในมือหลังจากจับหรือหยิบขึ้นมาโดยไม่มีการเคลื่อนที่
Release load	ปล่อยวัตถุ	RL	การคลายการควบคุมของกล้ามเนื้อที่หยิบถือของอยู่
Position	จัด	P	การหมุนหรือตั้งวัตถุในลักษณะที่เข้าที่ เพื่อการทำงานในตำแหน่งโดยประมาณ
Pre-position	จัดเตรียม	PP	การจัดหรือตั้งวัตถุในตำแหน่ง เพื่อการกระทำอันต่อไปในตำแหน่งโดยประมาณ
Inspect	ตรวจ	I	การตรวจวัตถุเพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้องทั้งขนาด รูปร่าง สี และลักษณะอื่น ๆ
Assemble	ประกอบ	A	การประกอบชิ้นส่วนสองชิ้นเข้าด้วยกัน
Disassemble	ถอด	DA	การแยกชิ้นวัตถุออกจากชิ้นส่วนอื่น
Use	ใช้	U	การใช้เครื่องมือ ชิ้นส่วน หรือส่วนของเครื่องจักรทำงานตามที่ต้องการ
Unavoidable delay	การล่าช้าซึ่งหลีกเลี่ยงไม่ได้	UD	การรอคอยของมือใดมือหนึ่งในระหว่างทำงาน โดยไม่อาจหลีกเลี่ยงได้

ที่มา: รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2550, หน้า 180.

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

ชื่อ		อักษรย่อ	คำอธิบายความหมาย
ภาษาอังกฤษ	ภาษาไทย		
Avoidable delay	การล่าช้าซึ่งหลีกเลี่ยงได้	AD	การรอคอยของมือใดมือหนึ่งในระหว่างทำงาน โดยสาเหตุที่อาจหลีกเลี่ยงได้
Plan	วางแผน	Pn	การรอคอยของมือใดมือหนึ่งในระหว่างที่พนักงานตัดสินใจว่าจะทำงานต่อไปอย่างไร
Rest for overcoming fatigue	พักเหนื่อย	R	การเสียเวลาอันเนื่องมาจากการพักเหนื่อย

ที่มา: รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2550, หน้า 180.

การปรับปรุงวิธีการทำงานโดยใช้หลักการของเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงร่างของมนุษย์ (Use of Human Body) และการยศาสตร์แบบมีส่วนร่วม (Participatory Ergonomics)

1. การปรับปรุงวิธีการทำงานโดยใช้หลักการของเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงร่างของมนุษย์ (Use of Human Body)

หลักการที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐศาสตร์ของการเคลื่อนไหวถูกพัฒนาขึ้นมาจากประสบการณ์ ซึ่งได้ก่อรูปเป็นหลักในการปรับปรุงวิธีการทำงานของสถานที่ปฏิบัติงาน โดยผู้ที่ใช้เป็นคนแรกคือ แฟรงค์ กิลเบิร์ธ ผู้เป็นต้นกำเนิดของการศึกษาการเคลื่อนไหว ต่อมาได้ถูกขยายให้มีความกว้างขวางขึ้น โดยผู้ที่ทำงานอยู่ในสาขานี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งศาสตราจารย์ บาร์นส์ สามารถแบ่งหลักการได้เป็น 3 กลุ่ม คือ การใช้ร่างกายมนุษย์ การจัดตำแหน่งของสถานที่ปฏิบัติงาน และการออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ ในที่นี้ขอกล่าวถึงเฉพาะการใช้ร่างกายมนุษย์ (Human body)

การใช้ร่างกายมนุษย์ (Human Body) ประกอบด้วย 9 หลัก ดังนี้

1.1 มือทั้งสองข้างควรจะเริ่มต้นและสิ้นสุดการเคลื่อนไหวในเวลาเดียวกัน

1.2 มือทั้งสองไม่ควรว่างในเวลาเดียวกัน ยกเว้น ตอนพักงาน

1.3 การเคลื่อนไหวของแขนทั้งสองข้างเคลื่อนไหวเหมือนกันแต่ในทิศทางตรงข้ามและจะต้องเคลื่อนไหวในเวลาเดียวกัน ทั้งนี้เพราะสมองส่วนซ้ายและส่วนขวาของเราที่ควบคุมการทำงานของมือขวาและมือซ้าย ทำงานในลักษณะเป็น Mirror Image คือ ภาพเหมือนตรงกันข้าม

ว
612.744
ศ168ก
สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

1.4 การเคลื่อนไหวของมือและลำตัวให้ใช้ประเภทของการเคลื่อนที่ต่ำสุดที่สามารถทำให้การทำงานได้ผลเป็นที่พอใจ ประเภทของการเคลื่อนที่ได้สร้างขึ้นตามแกนหมุนต่าง ๆ ของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายประเภทต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ คือ ประเภทที่มีตัวเลขน้อย ๆ ดังตารางที่ 2-6 (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2550)

ตารางที่ 2-6 ประเภทของการเคลื่อนไหว

ประเภท	แกนหมุน	อวัยวะที่เคลื่อนไหว
1	ข้อนิ้วมือ	นิ้วมือ
2	ข้อมือ	มือและนิ้วมือ
3	ข้อศอก	แขนช่วงล่าง มือ และนิ้วมือ
4	หัวไหล่	แขนช่วงบน แขนช่วงล่าง มือ และนิ้วมือ
5	ท้อง	ลำตัวท่อนบน แขนช่วงบน แขนช่วงล่าง มือ และนิ้วมือ

ที่มา: วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ, 2547, หน้า 174.

ถ้าใช้ประเภทของการเคลื่อนไหวประเภทต้น ๆ จะประหยัดแรงกว่า ถ้าจัดวางทุกสิ่งทุกอย่างที่ต้องการในการทำงานในตำแหน่งที่ง่ายต่อการเอื้อมไปหยิบจับแล้ว จะสามารถทำให้ใช้ประเภทการเคลื่อนไหวประเภทต้นได้ง่าย กล่าวคือ ชิ้นส่วนและเครื่องมือจะต้องจัดวางอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้มือที่สุด และควรลดระยะทางของการเคลื่อนที่ของมือให้สั้นที่สุด เนื่องจากการเคลื่อนไหวประเภทต้น เป็นการใช้กล้ามเนื้อน้อยกลุ่มและใช้แรงน้อย และควรหลีกเลี่ยงการเอี้ยวตัวหรือการใช้อวัยวะส่วนอื่น ซึ่งก่อให้เกิดความเครียดได้มาก

1.5 พยายามใช้แรงของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ (แรงโมเมนตัม) ให้เป็นประโยชน์ในการทำงานหรือลดแรงกระทำให้น้อยลง เพื่อเกิดความเครียดน้อยที่สุด แต่ในกรณีที่กล้ามเนื้อต้องออกแรงต้านทานแรงโมเมนตัม ก็ควรพยายามลดแรงโมเมนตัมลงให้เหลือน้อยที่สุด แรงโมเมนตัม (M) คำนวณได้จากน้ำหนักหรือมวลของสิ่งที่กำลังเคลื่อน (m) นั่นคือ น้ำหนักของวัตถุที่ถูกเคลื่อน หรือน้ำหนักของเครื่องมือที่ใช้ หรือน้ำหนักของส่วนของร่างกายที่เคลื่อนไป) คูณด้วยความเร็วของมวล (V)

$$M = mV$$

324883

ในขณะที่พนักงานกำลังทำการเคลื่อนชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์แต่ละครั้งนั้น น้ำหนักหรือมวลที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวอาจรวมถึง 1) น้ำหนักของวัตถุที่ถูกเคลื่อน, 2) น้ำหนักของเครื่องมือที่ใช้ และ 3) น้ำหนักของส่วนของร่างกายที่เคลื่อนไป

หลักการคือพยายามใช้น้ำหนักทั้ง 3 นี้ให้เป็นประโยชน์ในการทำงาน หรือลดแรงกระทำให้น้อยลง เพื่อเกิดความเครียดน้อยที่สุด เช่น การเคลื่อนย้ายสินค้าที่มีน้ำหนักมาก ควรใช้วิธีผลักจากที่สูง เพื่อให้เกิดแรงโมเมนตัมช่วยในการเคลื่อน หรือหากต้องออกแรงต้านกับแรงโมเมนตัมก็ควรลดระยะทางของการเคลื่อนหรือลดความเร็วลง เป็นต้น

1.6 การเคลื่อนที่ที่ราบเรียบและเป็นเส้นโค้งต่อเนื่อง ซึ่งนิยมใช้มากกว่าเป็นการเคลื่อนไหวแบบเส้นตรง แล้วมีมุมหักเบี่ยงทิศทางอย่างกะทันหัน เพราะการเคลื่อนที่แบบเส้นตรงต้องเสียเวลาในการกลับทิศทางหรือหักมุมโค้ง และในระหว่างที่กลับทิศทางก็ไม่สามารถรักษาความเร็วของมือให้สม่ำเสมอได้

1.7 การเคลื่อนอย่างอิสระ (Ballistic) สามารถทำได้เร็วกว่า ง่ายกว่า และแม่นยำกว่าการเคลื่อนที่อย่างเคร่งเครียดหรือควบคุมบังคับ (Fixation หรือ Controlled) กล่าวคือ การเคลื่อนไหวของร่างกาย แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.7.1 การเคลื่อนอย่างอิสระ (Ballistic) คือ การเคลื่อนไหวโดยการบีบตัวของกล้ามเนื้อเพียงกลุ่มเดียว ไม่มีแรงต้านการเคลื่อนแบบนี้จะยุติลงเมื่อ 1) เกิดแรงต้านจากกล้ามเนื้อกลุ่มอื่น, 2) เมื่อมีสิ่งกีดขวางการเคลื่อน และ 3) สิ้นสุดแรงโมเมนตัมการเคลื่อน ตัวอย่างการเคลื่อนอย่างอิสระ เช่น การตีกอล์ฟ การขวางของ การเหวี่ยงไม้ตีลูกเบสบอล การใช้มือปัดของบนโต๊ะ เป็นต้น

1.7.2 การเคลื่อนที่อย่างเคร่งเครียดหรือควบคุมบังคับ (Fixation หรือ Controlled) คือ การเคลื่อนไหวซึ่งมีกล้ามเนื้อ 2 กลุ่ม ทำหน้าที่ต้านกัน ขณะที่กลุ่มหนึ่งทำให้อวัยวะเคลื่อนอีกกลุ่มหนึ่งทำให้อวัยวะเคลื่อนอีกกลุ่มกำลังทำการต้านไว้ เช่น การใช้นิ้วจับปากกาเขียนหนังสือ การถือไขควงไฟฟ้าเพื่อเล็งให้ตรงหัวน็อต เป็นต้น

1.8 พยายามจัดงานให้อยู่ในลักษณะที่จะทำงานได้ง่าย และเกิดจังหวะตามธรรมชาติ จังหวะทำให้การทำงานเป็นไปโดยอัตโนมัติและรวดเร็ว ซึ่งเกิดขึ้นจากการเคลื่อนไหวที่ทำซ้ำ ๆ กันอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นงานจะต้องจัดวางอย่างเหมาะสม เพื่อให้เกิดการง่ายและทำได้อย่างธรรมชาติในเวลาปฏิบัติให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ตัวอย่างเช่น การประทับตราลงบนดวงตราไปรษณีย์บนซองจดหมาย หรือพนักงานใส่ชิ้นงานลงบนแท่นพิมพ์ หรือคนงานปาดสีลงบนกรอบของงานพิมพ์ซิล์สกรีน เป็นต้น

1.9 พยายามจัดงานให้อยู่ในขอบเขตการมองของสายตาและไม่ต้องใช้การเพ่งมองมากในการทำงาน เนื่องจากวัตถุที่มีขนาดเล็ก หรืออยู่นอกขอบเขตของสายตา จะทำให้การเคลื่อนของมือชะลอตัวลง หรือหยุดชะงัก เพื่อคอยให้ประสาทสายตาส่งสัญญาณไปยังสมองก่อน เช่น ถ้าต้องมองวัตถุที่วางอยู่ห่างกัน มือจะหยุดชะงักเพื่อมองวัตถุทั้งสองชิ้น ดังนั้นงานควรจัดให้อยู่ในตำแหน่งที่ขอบเขตของดวงตา กล่าวคือ จัดหน้างานขณะปฏิบัติงานให้ดวงตาไม่ต้องเปลี่ยนโฟกัสบ่อย ๆ หรือใช้สายตาในการจ้องมาก

2. การยศาสตร์แบบมีส่วนร่วม (Participatory Ergonomics)

การยศาสตร์แบบมีส่วนร่วม (Participatory Ergonomic หรือ PE) คือ การนำพาให้ผู้ปฏิบัติงานเข้ามาร่วมวางแผนและควบคุมกิจกรรมการทำงานของตนเอง ซึ่งมีความรู้และอำนาจต่อผลของกระบวนการและผลลัพธ์เพื่อบรรลุเป้าหมายของการทำงาน หรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นการยศาสตร์เชิงปฏิบัติด้วยการมีส่วนร่วมของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า การใช้การยศาสตร์แบบมีส่วนร่วมสามารถปรับปรุงสุขภาพคนงานให้ดีขึ้น โดยช่วยลดอาการของโรคความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงร่างอันเนื่องมาจากการทำงาน (Work-related Musculoskeletal Disorders หรือ WMSDs) ลดการบาดเจ็บ ลดค่าใช้จ่ายในการชดเชยให้แก่แรงงาน และลดจำนวนวันที่สูญไปกับการลาป่วยและลาพักงาน ด้วยการจัดทีมงานที่ประกอบไปด้วยลูกจ้าง ผู้จัดการ นักการยศาสตร์ บุคลากรด้านสุขภาพและความปลอดภัย และผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย อันได้รับการอบรมจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนักการยศาสตร์ เพื่อนำความรู้นั้นไปปรับปรุงการทำงานของสถานประกอบการอย่างมีส่วนร่วมด้วยการสื่อสาร และการฝึกปฏิบัติแก้ไขปัญหาเป็นกลุ่ม โดยการนำคนงานเข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาการยศาสตร์ทำให้องค์กรลดงานลง และลดปัจจัยเสี่ยงด้านจิตวิทยาด้วย

การยศาสตร์แบบมีส่วนร่วมเป็นแรงจูงใจที่ทำให้คนงานตระหนักในเรื่องการยศาสตร์และสามารถใช้ป้องกัน รวมถึงแก้ไขปัญหาด้านการยศาสตร์ได้ด้วยตนเอง โดยการเปลี่ยนแปลงด้านการยศาสตร์ของสถานประกอบกิจการสามารถลดแรงทางร่างกายของคนงานขณะทำงาน จึงทำให้สุขภาพของคนงานเกี่ยวกับ WMSDs ดีขึ้น แต่อุปสรรคอาจอยู่ที่ปัจจัยซึ่งไม่อาจทำให้เกิดการปฏิบัติจริง เช่น การขาดเวลา แรงจูงใจ และขาดแหล่งทรัพยากรด้านการเงิน เป็นต้น ในงานวิจัยของ Irmeli Pehkonena และคณะ (2009) คนงานแสดงความปรารถนาให้ฝ่ายจัดการ ช่างเทคนิค และนักการยศาสตร์สนับสนุนเรื่องการยศาสตร์มากขึ้นกว่านี้ โดยใช้ระยะเวลาในการให้สิ่งทดลอง 14 เดือนกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 263 ราย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงอายุมัธยฐาน 46 ปีและเวลาทำงาน 17 ปี ตลอดสามเดือนที่ผ่านมา คนงานร้อยละ 87 มีการเจ็บหลัง โดยเป็นที่คอร้อยละ 71 หลังส่วนล่างร้อยละ 50 และแขนหรือมือร้อยละ 49 การแก้ไขปัญหาด้านการยศาสตร์และโรค WMSDs

นี้ ผู้วิจัยได้นำเอาบุคลากรหลายฝ่ายร่วมกันทำงาน ได้แก่ คนงาน ฝ่ายจัดการระดับกลาง ช่างเทคนิค โดยมีนักการยศาสตร์เป็นผู้ริเริ่มและนำตลอดการอบรม ที่มีการวางแผน การนำไปปฏิบัติจริง และการประเมินผล แม้ว่าสิ่งทดลองหลายอย่างไม่เป็นผลสำเร็จ แต่ผู้วิจัยก็ทำให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบว่าการให้สิ่งทดลองที่มีราคาไม่แพงก็สามารถก่อให้เกิดผลสำเร็จในการป้องกันและแก้ไขปัญหาโรค WMSDs อย่างมีส่วนร่วมได้เช่นกัน (ประเทือง หงสรานากร และคณะ, 2553)

การประเมินความเสี่ยงของมือโดยใช้ค่าแนะนำของ ACGIH

สิ่งสำคัญที่สุดที่ใช้ในการป้องกันปัญหาด้านการยศาสตร์ คือ การลดระดับการสัมผัส ซึ่งอาจได้จากการควบคุมทางวิศวกรรมโดยปรับปรุงสถานีงาน กระบวนการทำงาน หรือวิธีการใช้เครื่องมือ ให้ตรงกับปัจจัยเสี่ยงทางชีวกลศาสตร์ในสถานที่ทำงาน หรือการควบคุมด้านการบริหารจัดการ (การเปลี่ยนวัฒนธรรมองค์กร) เช่น การลดข้อจำกัดด้านงานลง หรือการสับเปลี่ยนหมุนเวียนการทำงาน เป็นต้น หรือ การปรับเปลี่ยนปัจจัยเสี่ยงส่วนบุคคลโดยใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลบางชนิด เช่น แผ่นรองมือและหัวเข่า เป็นต้น รวมถึงการออกกำลังกายและใช้หลายโปรแกรมร่วมกัน หากนายจ้างและลูกจ้างมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาก็จะประสบผลสำเร็จและเกิดการยอมรับการเปลี่ยนแปลงได้ดีขึ้น

ประการแรกที่ต้องคำนึงถึงก่อนจะมีการเปลี่ยนแปลงสถานีทำงาน หรือกระบวนการทำงาน เพื่อลดการรับสัมผัส คือการวิเคราะห์ถึงลักษณะเฉพาะของงานที่มีความเสี่ยงสูง โดยวิศวกรและนักอาชีวอนามัยต้องใช้ความรู้ในการวิเคราะห์ร่วมกับผู้ปฏิบัติงานในจุดนั้น ๆ หรือหัวหน้างานเพื่อให้การวิเคราะห์และบ่งชี้ถึงอันตรายที่มีอยู่ในงานนั้นมีความถูกต้องและสมบูรณ์ขึ้น

1. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการประเมินความเสี่ยงของมือตามค่าแนะนำของ ACGIH

การประเมินความเสี่ยงของมือตามค่าแนะนำของ ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) นิยมใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติของมือ ข้อมือ และปลายแขน เหมาะสำหรับงานที่ใช้มืออย่างเดียวในการทำงาน (Mono-task) โดยประเมินเกี่ยวกับค่าจำกัดสูงสุดของระดับกิจกรรมของมือที่ทนได้ในขณะทำงาน (Hand Activity Level) ซึ่งพิจารณาจากความสัมพันธ์ของปริมาณและการตอบสนองระหว่างการใช้มือทำงานซ้ำซาก และ MSDs ของมือ ข้อมือ และปลายแขน อย่างไรก็ตามผู้ปฏิบัติงานมีแนวโน้มที่จะมีปัญหาด้านสุขภาพ เช่น โรคไขข้ออักเสบ ความผิดปกติของต่อมไร้ท่อ โรคอ้วน การตั้งครรภ์ อายุที่มากขึ้น หรือการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นก่อนหน้านี้ อาจได้รับผลกระทบจากการรับสัมผัสที่ต่ำกว่า TLV ซึ่งคนกลุ่มนี้แม้จะได้รับการสัมผัสที่ต่ำกว่า TLV อาจก่อให้เกิดความไม่สบาย ซึ่งไม่ควรฝืนทำ

ต่อไปวันแล้ววันเล่า หรืออาจรบกวนการทำงานในแต่ละวัน รวมถึงการใช้ชีวิตประจำวันด้วย (ศักดิ์สิทธิ์ กุลวงษ์, 2552)

จากการศึกษาของ Obolenskaja & Golijanitzki (1927 cited in William S. Marras and Waldemar Karwowski, 2006, p. 41-42) แนะนำว่าอัตราการทำงานที่มีการออกแรง 7,600-12,000 ครั้งต่อวัน เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้พนักงาน 189 คนเป็นโรคเยื่อบุข้ออักเสบ (Tenosynovitis) จากพนักงานที่ทำหน้าที่บรรจุชาจำนวน 700 คน

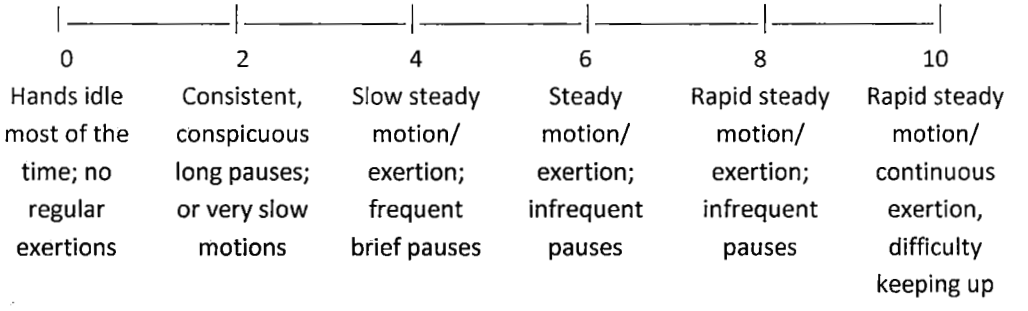
งานวิจัยของ Leclerc et al. (1997), Fransson-Hall et al. (1995), & Faucett and Rempel et al. (1994 cited in William S. Marras and Waldemar Karwowski, 2006, p. 41-42) ได้ทำการศึกษาและระบุว่า ระดับความเสี่ยงของการเกิด MSDs ที่มือ ข้อมือ และแขนส่วนปลายสูงขึ้นเมื่อมีใช้มือในการปฏิบัติงานซ้ำ ๆ เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง หรือมากกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน ดังนั้นค่า TLV นี้จึงเหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้กับการรับสัมผัสตั้งแต่ 4 ชั่วโมง หรือมากกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน

ส่วนการศึกษาของ Latko et al. (1999), Luopajarvi et al. (1979), Silverstein et al. (1987), Armstrong et al. (1987), Fransson Hall et al. (1995), Roquelaure et al. (1997), Leclerc et al. (1998), & Marras and Schonmarklin (1993 cited in William S. Marras and Waldemar Karwowski, 2006, pp. 41-42) สนับสนุนความสัมพันธ์การรับสัมผัสและการตอบสนองระหว่างการทำงานซ้ำ และเกิด MSDs ของมือ ข้อมือ และแขนส่วนปลาย นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Chaing et al. (1993 cited in William S. Marras and Waldemar Karwowski, 2006, pp. 41-42) แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเกิดโรคพังผืดในอุโมงค์ข้อมือ (Carpal tunnel syndrome หรือ CTS) และงานวิจัยของ Latko et al. (1999 cited in William S. Marras and Waldemar Karwowski, 2006, pp. 41-42) รายงานเกี่ยวกับการค้นพบความชุกของความรู้สึกไม่สบาย อาการของ CTS และเอ็นอักเสบ และการสื่อประสาทล้วนมีความเกี่ยวข้องกับการใช้มือในการทำงานซ้ำ ๆ ทั้งสิ้น โดย Latko et al. ได้กำหนดการทำงานซ้ำซากของมือ เป็นระดับคะแนนตั้งแต่ 0-10 โดยที่ระดับคะแนน 0 หมายถึง ส่วนใหญ่มืออยู่เฉย ๆ แทบตลอดเวลา ไม่ได้ออกแรง ส่วนระดับคะแนน 10 หมายถึง การเคลื่อนไหวมืออย่างรวดเร็วตลอดเวลา หรือมีการออกแรงอย่างต่อเนื่อง ยากต่อการรักษาให้อยู่ในสภาพปกติ พิจารณาจากความถี่ (Frequency) หรือความเร็วของการเคลื่อนไหว (Speed of Motion) และเวลาที่ใช้ในการคืนสภาพ (Recovery time) ตามภาพที่ 2-2 (a) ต่อมา Latko et al. scale ถูกเปลี่ยนชื่อเป็น Hand Activity Level หรือ HAL ซึ่งมุ่งเน้นให้นำค่า TLV นี้ไปใช้กับมือและกิจกรรมของมือ (ACGIH, 2005a,b)

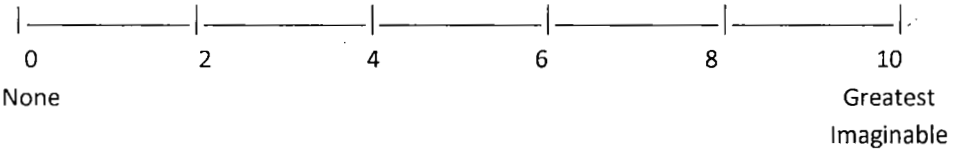
แรงของนิ้วสูงสุด (Normalized Peak Force) คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 ของแรงที่พนักงานใช้ในการออกแรงจากนิ้วมือ นิ้วมือถือเป็นจุดเชื่อมโยงระหว่างงานที่ต้องทำกับเอ็นและกล้ามเนื้อของมือ ข้อมือ และแขนส่วนปลาย แรงถูกกำหนดเป็นค่ามาตรฐาน โดยมีระดับคะแนนตั้งแต่ 0-10 ตามที่ Latko et al. (1999 cited in William S. Marras and Waldemar Karwowski, 2006, pp. 41-42) ได้บรรยายไว้ เพื่อใช้ในเปรียบเทียบโดยตรงกับ HAL

ผลงานของ Marras and Schonmarklin (1993 cited in William S. Marras and Waldemar Karwowski, 2006, pp. 41-43) กล่าวว่า HAL หรือ แรงของมือสูงสุดที่ยอมรับได้ถูกกำหนดระดับคะแนนไว้ที่ 0-10 โดยให้คำจำกัดความระดับ 10 ของ HAL คือ ความเร็วสูงสุดที่เป็นไปได้ กล่าวคือ มีการเคลื่อนไหวมืออย่างรวดเร็วตลอดเวลา หรือมีการออกแรงอย่างต่อเนื่องยากต่อการรักษาให้อยู่ในสภาพปกติ ในที่นี้กำหนดให้แรงจากภายนอกมีค่าเป็นศูนย์ จากการเคลื่อนไหวมืออย่างรวดเร็วจะมีแรงเฉื่อยเกิดขึ้นที่เอ็นและกล้ามเนื้อสูงมาก ส่วน Radwin and Lin (1993 cited in William S. Marras and Waldemar Karwowski, 2006, pp. 41-43) ชี้แจงว่า ลักษณะการเคลื่อนไหวเชิงวงกลมของข้อมือเมื่อความเร่งและความหน่วงคงที่ การเคลื่อนไหวของข้อมือสามารถอธิบายในรูปของฟังก์ชันไซน์ได้ดังนี้ ความเร็วเชิงมุมของข้อต่อเป็นสัดส่วนกับช่วงที่กว้างที่สุด (Amplitude) และความถี่ของการเคลื่อนไหว และความเร่งเชิงมุมเป็นสัดส่วนกับช่วงที่กว้างที่สุด (Amplitude) และความถี่ของการเคลื่อนไหวกำลังสอง แรงที่สามารถเอาชนะแรงเฉื่อยของนิ้วมือและข้อมือได้มีค่าเท่ากับผลลัพธ์ของความเร่งเชิงมุมและโมเมนต์ของแรงเฉื่อยของมือ "การเคลื่อนไหวมืออย่างรวดเร็วตลอดเวลา หรือมีการออกแรงอย่างต่อเนื่อง ยากต่อการรักษาให้อยู่ในสภาพปกติ" ทำให้เกิดแรงเฉื่อยสูงที่ถ่ายทอดไปยังเอ็นของนิ้วมือและข้อมือ และกล้ามเนื้อแขนส่วนปลาย

(a) Hand Activity Level, HAL



(b) Normalized Peak Force



ภาพที่ 2-2 (a) และ (b) Visual analog scale สำหรับประมาณค่า HAL และ Normalized Peak Force ที่มา: William S. Marras and Waldemar Karwowski, 2006, pp. 41-43.

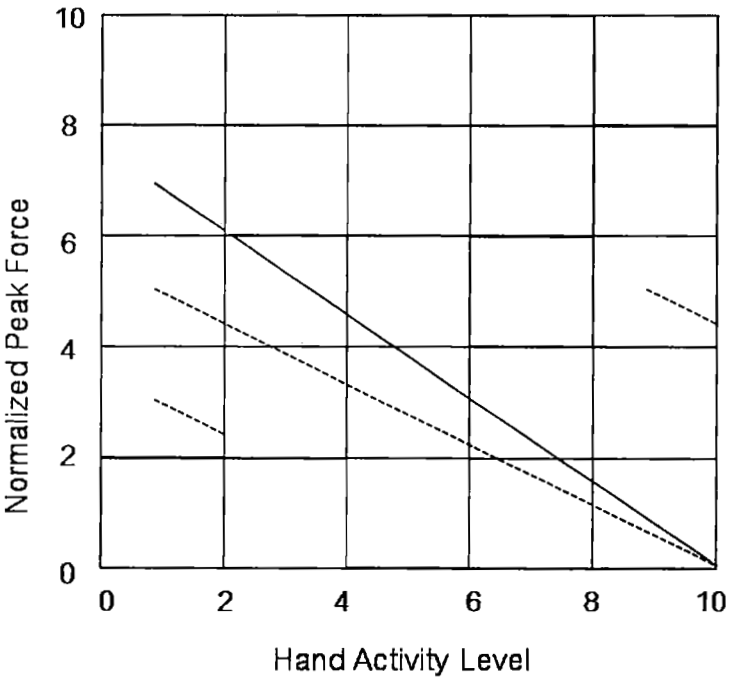
TLV สันนิษฐานว่าความสัมพันธ์เชิงแปรผันตรงคงที่ (Linear Relationship) กล่าวคือ แรงนิ้วสูงสุดลดลงเมื่อมีค่าเท่ากับ 7 ในช่วงที่ HAL มีค่าเท่ากับ 1 (1, 7) และแรงนิ้วสูงสุดมีค่าเท่ากับ 0 ในช่วงที่ HAL มีค่าเท่ากับ 10 (10, 0) ดังภาพที่ 2-30 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงสูงสุดของมือ และ HAL สามารถอธิบายในเชิงคณิตศาสตร์ดังนี้

$$\text{Normalized Peak Force} \leq 70/9 - 7 * \text{HAL}/9$$

ส่วนความสัมพันธ์ที่ไม่แปรผันตรงคงที่ (Nonlinear Relationship) ที่เป็นไปได้ ระหว่างแรงนิ้วสูงสุดและ HAL แต่ในที่นี้ TLV ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีข้อมูลเชิงระบาดวิทยาไม่เพียงพอที่จะสามารถอธิบายฟังก์ชันที่ซับซ้อนนี้ได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล มีความกังวลว่า พนักงานจำนวนมากอาจยังคงมีความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสในระดับที่ต่ำกว่าค่า TLV ดังนั้นจึงมีการกำหนดค่า Action Limit เป็นค่าแนะนำ ในทางตรงข้ามไม่ควรให้เกินระดับค่า TLV หรืออาจไม่ควรเกินค่า Action Limit ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้เกิดโปรแกรมเชิงรุกอันรวมถึง การฝึกอบรม การเฝ้าระวัง

ทางด้านงานและสุขภาพ และการจัดการในด้านการรักษา ค่า Action Limit เกิดขึ้นจาก HAL และแรงนิ้วสูงสุด โดยที่กำหนดให้แรงนิ้วสูงสุดมีค่าเท่ากับ 5 ในช่วงที่ HAL มีค่าเท่ากับ 1 (1, 5) ไปยังจุดที่แรงนิ้วสูงสุดมีค่าเท่ากับ 0 ในช่วงที่ HAL มีค่าเท่ากับ 10 (10, 0) ดังภาพที่ 2-30 ค่า Action Limit สามารถอธิบายในเชิงคณิตศาสตร์ดังนี้

$$\text{Normalized Peak Force} \leq 50/9 - 5 * \text{HAL}/9$$



หมายเหตุ: เส้นทึบด้านบนคือค่า TLV และเส้นประด้านล่างคือค่า Action limit

ภาพที่ 2-3 ระดับความเสี่ยงของมือตามค่าแนะนำของ ACGIH
ที่มา: William S. Marras and Waldemar Karwowski, 2006, pp. 41-44.

มีข้อมูลเชิงชีวกลศาสตร์สนับสนุนว่าท่าทางที่ผิดไปจากธรรมชาติของข้อมือจะส่งเสริมให้เกิด MSDs ของมือ ข้อมือ และแขนส่วนปลาย ในทางตรงกันข้ามก็มีข้อมูลแสดงให้เห็นว่าความเร็วและความเร่งเชิงมุมของข้อมือมีความสำคัญมากกว่าท่าทางของข้อมือ ความเร็วและความเร่งเชิงมุมถูกโยงเข้ากับการพิจารณาความเร็วใน HAL ในปัจจุบันท่าทางถูกอนุโลมให้อยู่ในดุลพินิจของผู้เชี่ยวชาญ

Werner et al. (2005 cited in William S. Marras and Waldemar Karwowski, 2006, pp. 41-45) ทำการศึกษาการบาดเจ็บของร่างกายส่วนบนในกลุ่มพนักงานจำนวน 501 คนจาก 4 โรงงาน และ 3 สถานประกอบการที่เป็นสำนักงาน อายุงานเฉลี่ย 5.4 ปี กรณีนี้พบว่าพนักงานไม่มีอาการของโรค หรือมีความรู้สึกไม่สบายมีคะแนนอยู่ที่ 2 หรือน้อยกว่าเมื่อเทียบกับข้อมูลพื้นฐาน แต่รายงานคะแนนความรู้สึกไม่สบายมีค่าเท่ากับ 4 หรือมากกว่า กลุ่มควบคุมพบว่ามีผู้รับบาดเจ็บ 2 หรือน้อยกว่า แรงของนิ้วมือสูงสุดเข้าใกล้หรือมีค่าเกิน TLV พบว่า 65% ของจำนวนพนักงานตรงข้ามกับ 39% ของกลุ่มควบคุม ($p = 0.01$) แรงนิ้วสูงสุดเพิ่มขึ้น (3.4 เทียบกับ 2.9, $p = 0.04$) ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติถูกรายงานระหว่างความผิดปกติของร่างกายส่วนบนกับแรงนิ้วสูงสุดกับแรงสูงสุดและแรงเฉลี่ยของนิ้ว และแรงสูงสุดและท่าทางของข้อมือเฉลี่ย

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่านอกเหนือจากการนำค่า TLV มาใช้แล้วควรนำค่า Action limit มาใช้ในโปรแกรมการควบคุมเชิงรุกอาจมีการตั้งค่าสูงเกินไป ผู้ใช้ควรพิจารณาแรงนิ้วสูงสุดที่ต่ำกว่า 3 และ HAL มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งการศึกษาของ Werner et al. (2005) แสดงให้เห็นว่าท่าทางของข้อมือที่ผิดปกติมีความเกี่ยวข้องกับการเกิด CTS (William S. Marras and Waldemar Karwowski, 2006)

2. การนำค่า TLV ไปประยุกต์ใช้

2.1 หัวใจสำคัญของการนำค่า TLV ของ HAL ไปใช้

2.1.1 พิจารณาว่างานนั้นมีลักษณะซ้ำซากและมีการใช้แรงและใช้กับงานที่ใช้มือทำงานในลักษณะเดียวกัน ตั้งแต่ 4 ชั่วโมงต่อวัน หรือมากกว่า

2.1.2 ระยะเวลาของการเคลื่อนไหวมือ (Hand Activity Level หรือ HAL) ถูกนำมาใช้กับงานที่มีการปฏิบัติงานซ้ำ ๆ และการออกแรงของมือ

2.1.3 ร้อยละ 90 ของการออกแรงของนิ้วมือ คือ กำลังของนิ้ว

2.1.4 นอกจากปัจจัยการทำงานซ้ำ ๆ และแรง แต่ละท่าทาง การสัมผัสความเครียดความสั่นสะเทือน และความเครียดด้านจิตวิทยาสังคม จำเป็นต้องนำมาพิจารณาด้วย

2.1.5 ค่า TLV ที่ถูกกำหนดในรูปแบบของระดับการรับสัมผัสแสดงให้เห็นถึงความเสี่ยงของ MSDs เนื่องจากการทำงาน และไม่ควรสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้

2.1.6 ค่า Action Limit แสดงให้เห็นถึงความเสี่ยงในแต่ละบุคคล โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีปัจจัยอื่นด้านงานและปัจจัยด้านบุคคล ค่า Action Limit ควรถูกนำมาใช้ในโปรแกรมเชิงรุก

2.1.7 ค่า TLV ควรใช้ในการประเมินแขนซ้ายและแขนขวาแยกกัน

2.2 ระดับการเคลื่อนไหวของมือ

HAL ถูกดัดแปลงมาจาก Latko et al. (1997) และพิจารณาเกี่ยวกับความถี่ เวลาในการคืนสภาพ และความเร็วของการเคลื่อนไหว ส่วนของมือถูกเลือกโดยเน้นว่า TLV มีท่าทางของมือและข้อมือที่ตรงข้ามกับส่วนอื่นของร่างกาย ส่วนของกิจกรรมถูกเลือกจากการปฏิบัติงานซ้ำซากให้ความสำคัญทั้งการออกแรงแบบสถิตและแบบเคลื่อนไหวอันทำให้เกิด MSDs ที่มือ ข้อมือ และแขนส่วนปลาย ส่วนของระดับความเสี่ยงถูกเลือกจากระดับคะแนนตั้งแต่ 0-10

Latko et al. (1997) แสดงให้เห็นว่า HAL มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความถี่ของการออกแรง และเวลาในการคืนสภาพในแต่ละรอบการทำงาน มีข้อมูลถูกใช้โดย ACGIH Physical Agent Committee ในการพัฒนาตารางของ HAL โดยเทียบความถี่และรอบการทำงาน ตารางที่ 2-7 ถูกดัดแปลงมาจาก ACGIH (2005) รอบการทำงานถูกแทนที่ด้วยเวลาในการคืนสภาพอันเป็นส่วนประกอบของรอบการทำงาน เวลาในการคืนสภาพจะมีความคล้ายคลึงกับการสร้างมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มาตรฐานการทำงานใช้ในการพิจารณาที่จะแสดงให้เห็นถึงเปอร์เซ็นต์ของเวลาทำงานการปรับปรุงในครั้งที่ 2 ดังในตารางที่ 2-7 ยังรวมถึงความจำกัดสูงหรือต่ำกว่าขีดจำกัด ในแต่ละช่วงความถี่ในการออกแรง ช่องว่างในตาราง ACGIH เกิดขึ้นเนื่องจากเป็นช่วงที่ไม่มีข้อมูลสนับสนุน ผู้อ่านจะได้เห็นค่าที่อยู่นอกเหนือจากช่วงของข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ค่านั้นถูกเสนอแนะขึ้นจากการคาดคะเน ค่าที่ได้จากการคาดคะเนถูกแสดงโดยเครื่องหมายดอกจัน และเป็นความคิดเห็นของ Thomas J. Armstrong ซึ่งดัดแปลงมาจาก ACGIH

ตารางที่ 2-7 การประมาณค่า HAL จากความถี่ของการเคลื่อนไหวมือ หรือระยะเวลาและเวลาที่ใช้ในการคืนสภาพในรอบการทำงาน

ความถี่ของการเคลื่อนไหว	ระยะเวลา	การคืนสภาพ				
		0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%
0.12/s (0.09-0.18)	8.0s (5.66-11.31)	6*	4*	3*	1	1
0.25/s (0.18-0.35)	4.0s (2.83-5.66)	6*	4*	3	2	2
0.5/s (0.35-0.71)	2.0s (1.41-2.83)	6	5	5	4	3
1.0/s (0.71-1.41)	1.0s (0.71-1.41)	7	6	5	5	4
2.0/s (1.41-2.83)	0.5s (0.35-0.71)	8	7	6	5	4

หมายเหตุ: *ค่าของตัวแปรที่ได้จากความคิดเห็นของ Thomas J. Armstrong มิใช่ค่าของ ACGIH

ที่มา: William S. Marras and Waldemar Karwowski, 2006, pp. 41-46.

2.3 แรงดึงสูงสุดของมือ

แรงของนิ้วมือแปรผันกับเวลาและปัจจัยสำคัญของงาน แรงนิ้วสูงสุดคิดจากเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 แสดงให้อยู่ในรูปของสเกล 0-10 ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากการใช้ระดับคะแนนของพนักงาน (Worker Rating), ระดับคะแนนของผู้สังเกต (Observer Rating), การวิเคราะห์เชิงชีวกลศาสตร์ (Biomechanical Analysis), เครื่องวัดแรง (Force Guage) หรือ เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography)

เมื่อระบุค่าระดับการเคลื่อนไหวของมือ (HAL) และระดับแรงดึงสูงสุดของมือ (NPF) แล้ว นำไป Plot ลงในกราฟมาตรฐานในภาพที่ 2-3 เพื่อประเมินระดับความเสี่ยงของมือ ตามค่าแนะนำของ ACGIH สำหรับการทำงานที่ใช้มืออย่างเดียว

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Design) โดยศึกษากลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว ไม่มีกลุ่มควบคุม แล้ววัดผลก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการทำงาน ในการศึกษาและปรับปรุงวิธีการดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ โรงงานผลิตถุงมือแพทย์ผ่าตัด จังหวัดระยอง เพื่อลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บที่มือและแขนของพนักงานที่ดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ โดยเก็บข้อมูลเชิงปริมาณด้วยการศึกษาวิธีการทำงานโดยบันทึกด้วยสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือตามแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสองมือ (Two-hand Process Chart) และสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม (Therblig) และประเมินความเสี่ยงของมือโดยใช้ค่าแนะนำของ ACGIH ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานด้วยหลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงร่างของมนุษย์ (Use of Human Body) และการยศาสตร์แบบมีส่วนร่วม (Participatory Ergonomics) ซึ่งบทนี้จะกล่าวถึงประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษา คือ พนักงานหญิงที่ดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ โรงงานผลิตถุงมือแพทย์ผ่าตัด ซึ่งผ่านการทดลองงาน และไม่มีประวัติการบาดเจ็บ เจ็บป่วย รวมถึงโรคจากการทำงานที่มือข้อมือ และแขนในช่วงเวลาที่ดำเนินการศึกษาวิจัย จำนวน 165 คน ซึ่งดึงถุงมือประเภทเดียวกัน

กลุ่มตัวอย่าง คำนวณจากประชากรโดยใช้สูตรของ ทาโร ยามาเน ที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ความผิดพลาดที่ยอมรับไม่เกินร้อยละ 5 (อำนวย มณีศรีวงศ์กูล, 2548) จำนวน 117 คน

สูตรที่ใช้ในการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \qquad 1)$$

โดยที่ n = ขนาดตัวอย่าง (คน)

N = ขนาดประชากร (คน)

e = ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้

วิธีการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง

กำหนดให้ N = 487 คน, e = 0.05 แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ลงในสมการที่ 1) จะได้

$$n = \frac{165}{1 + (165)(0.05)^2} = 116.8$$

เนื่องจากค่าที่คำนวณได้ คือขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่น้อยที่สุด ถ้าตัดทศนิยมออกจะทำให้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดว่า ขนาดของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ความผิดพลาดที่ยอมรับไม่เกินร้อยละ 5 จากค่าที่คำนวณได้ต้องปัดทศนิยมขึ้นเสมอ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2551) ดังนั้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างจึงมีค่าเท่ากับ 117 คน

หลังจากคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว จึงดำเนินการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยมีกระบวนการดังต่อไปนี้

1. จัดทำบัญชีรายชื่อของพนักงานที่ดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ทั้งหมด
2. ให้หมายเลขรายชื่อของพนักงานที่ดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ทั้งหมดให้มีความสอดคล้องกับจำนวนสมาชิกประชากรเริ่มต้น ในที่นี้คือตั้งแต่ 001 ไปจนถึง 165
3. เลือกโดยการจับสลาก
4. กำหนดให้หมายเลขที่จับสลากได้เป็นตัวอย่างที่ต้องการ
5. ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 3 จนกว่าจะได้จำนวนตัวอย่างครบจำนวน 117 คนตามต้องการ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2551)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ได้แก่

1. กล้องถ่ายวิดีโอ

ใช้สำหรับบันทึกภาพการทำงานของกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน ในการบันทึกภาพแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 30 วินาทีต่อพนักงาน 1 คน

2. แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสองมือ (Two-hand Process Chart)

กำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของงาน กล่าวคือ ตั้งแต่มือทั้งสองข้างปล่อยถุงมือเข้าสู่ท่อลมดูดจนกระทั่งมือทั้งสองข้างปล่อยถุงมือใหม่เข้าสู่ท่อลมดูด แล้วเริ่มบันทึกการทำงานดังกล่าวลงในแผนภูมิด้วยการพิจารณาแยกประเภทของแต่ละขั้นตอนของแขนทีละข้าง โดยใช้ สัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือ ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 สัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือเพื่อบันทึกในแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสองมือ

สัญลักษณ์	ชื่อ	ความหมาย
○	การปฏิบัติงาน (Operation)	การใช้มือหยิบจับถุงมือ การดึงถุงมือ การปล่อยถุงมือ การจัดถุงมือที่บริเวณท่อดูดถุงมือ
⇨	การเคลื่อนย้าย (Transportation)	การเคลื่อนที่ของมือไปยังแม่พิมพ์หรือท่อดูดถุงมือ
D	การรอ (Delay)	การที่มืออยู่ว่าง ไม่ได้ทำงาน
▽	การถือไว้ (Hold)	กำลังถือถุงมือ

ที่มา: รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. การศึกษางานอุตสาหกรรม, 2550, หน้า 162.

3. สัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม (Therblig)

ใช้ภาพที่บันทึกจากกล้องวิดีโอชุดเดียวกับการบันทึกสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือในแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสองมือและโดยจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการดึงถุงมือเหมือนกับการบันทึกด้วยแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสองมือ โดยพิจารณาแขนทีละข้าง ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 สัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วมเพื่อบันทึกร่วมกับสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือ

ชื่อ		อักษรย่อ	คำอธิบายความหมาย
ภาษาอังกฤษ	ภาษาไทย		
Search	ค้นหา	Sh	การมองหาแม่พิมพ์เพื่อดึงถุงมือออก
Find	ค้นพบ	F	การหยุดสายตามองตรงไปยังแม่พิมพ์ที่ต้องการดึงถุงมือออก
Select	เลือก	St	การเลือกแม่พิมพ์ที่ต้องการดึงถุงมือออก
Grasp	จับ	G	การจับถุงมือหรือแม่พิมพ์
Transport empty	เคลื่อนมือเปล่า	TE	การเคลื่อนมือเปล่าไปยังแม่พิมพ์

ดัดแปลงจาก: รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2550, หน้า 180

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ชื่อ		อักษรย่อ	คำอธิบายความหมาย
ภาษาอังกฤษ	ภาษาไทย		
Transport loaded	การเคลื่อนวัตถุ	TL	การหยิบถุงมือจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง ในลักษณะถือในมือหรือจับด้วยนิ้ว
Position	จัด	P	ถือถุงมือให้ตรงกับรูของท่อดูดถุงมือ
Pre-position	จัดเตรียม	PP	ถือถุงมือให้ตรงกับรูของท่อดูดถุงมือ
Inspect	ตรวจ	I	การตรวจสอบถุงมือ
Disassemble	ถอด	DA	การดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์
Unavoidable delay	การล่าช้าซึ่งหลีกเลี่ยงไม่ได้	UD	มือข้างใดข้างหนึ่งอยู่นิ่งเพื่อรอคอย ในขณะที่มืออีกข้างหนึ่งมีการเอื้อมไปนอกขอบเขตของสายตา
Avoidable delay	การล่าช้าซึ่งหลีกเลี่ยงได้	AD	มือข้างใดข้างหนึ่งเอื้อมไปหยิบถุงมือตรงหน้า แต่มืออีกข้างหนึ่งกลับอยู่เฉย ทั้งที่ควรหยิบถุงมือพร้อมกัน
Plan	วางแผน	Pn	การรอคอยของมือใดมือหนึ่งในระหว่างเคลื่อนมือโดยไม่มีทิศทาง ในระหว่างที่พนักงานตัดสินใจว่าจะทำงานต่อไปอย่างไร
Rest for overcoming fatigue	พักเหนื่อย	R	การหยุดพักของพนักงานหลังจากดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ เพื่อรอแม่พิมพ์ใหม่ที่มีถุงมือเลื่อนเข้ามา

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ประกอบ (A), ใช้ (U) ไม่ถูกนำมาใช้ในการศึกษานี้

ดัดแปลงจาก: รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2550, หน้า 180

จากนั้นนำสัญลักษณ์ที่บันทึกไว้ในแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสองมือมาเขียนคำบรรยาย เพื่ออธิบายสัญลักษณ์ที่บันทึกให้ตรงกับวิธีการดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ของพนักงาน รวมถึงรายละเอียดข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อดำเนินการวิเคราะห์วิธีการทำงาน และตรวจความถูกต้องของข้อมูลที่ได้โดยนำไปตรวจสอบกับกระบวนวิธีการทำงานที่หน้างาน (วันชัย ริจิรวนิช, 2551) ร่วมกับหัวหน้างาน และตัวแทนพนักงาน

4. ประเมินความเสี่ยงของมือตามค่าแนะนำของ ACGIH

4.1 การระบุระดับคะแนนการเคลื่อนไหวของมือ (Hand Activity Level หรือ HAL) คะแนนของ HAL อยู่ในช่วง 0-10 โดยใช้วิธีการคำนวณความถี่ในการออกแรง (Exertion Frequency) มีหน่วยเป็น จำนวนครั้งที่ออกแรงต่อวินาที (Exertions/ s) หรือ ความเร็วของการเคลื่อนไหว (Speed of Motion) มีหน่วยเป็น วินาทีต่อการออกแรงหนึ่งรอบการทำงาน และการคืนสภาพ (Recovery Time) ซึ่งคำนวณได้จาก ระยะเวลาพักในหนึ่งรอบการทำงาน (Rest Time) หารด้วยระยะเวลาทั้งหมดในหนึ่งรอบการทำงาน (Rest and Work Time) คูณด้วย 100 มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำทั้งสองค่าที่ได้มาเทียบค่าในตารางที่ 3-3

$$\text{Recovery Time (\%)} = \frac{\text{Rest Time}}{\text{Rest Time + Work Time}} \times 100$$

ตารางที่ 3-3 การประมาณค่า HAL จากความถี่ของการเคลื่อนไหวมือ หรือระยะเวลาและเวลาที่ใช้ในการคืนสภาพในรอบการทำงาน

ความถี่ของการเคลื่อนไหว	ระยะเวลา	การคืนสภาพ				
		0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%
0.12/s (0.09-0.18)	8.0s (5.66-11.31)	6*	4*	3*	1	1
0.25/s (0.18-0.35)	4.0s (2.83-5.66)	6*	4*	3	2	2
0.5/s (0.35-0.71)	2.0s (1.41-2.83)	6	5	5	4	3
1.0/s (0.71-1.41)	1.0s (0.71-1.41)	7	6	5	5	4
2.0/s (1.41-2.83)	0.5s (0.35-0.71)	8	7	6	5	4

หมายเหตุ: *ค่าของตัวแปรที่ได้จากความคิดเห็นของ Thomas J. Armstrong มิใช่ค่าของ ACGIH

ที่มา: William S. Marras and Waldemar Karwowski, 2006, pp. 41-46.

ตารางที่ 3-4 คะแนน HAL และลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ

คะแนน HAL	ลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ
0	ส่วนใหญ่มืออยู่ว่างแทบไม่มีการออกแรง
1	
2	มีการพักเป็นระยะเวลานานอย่างเห็นได้ชัดเจน; หรือการเคลื่อนไหวช้ามาก
3	
4	การเคลื่อนไหว/การออกแรงช้าสม่ำเสมอ; มีการพักบ่อย
5	
6	การเคลื่อนไหว/การออกแรงสม่ำเสมอ; การพักเกิดขึ้นไม่บ่อย
7	
8	การเคลื่อนไหว/การออกแรงเร็วมากสม่ำเสมอ; การพักเกิดขึ้นไม่บ่อย
9	
10	การเคลื่อนไหวเร็วมากสม่ำเสมอ/การออกแรงเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ยากต่อการคงสภาพ

ที่มา: William S. Marras and Waldemar Karwowski, 2006, pp. 41-43.

4.2 การระบุระดับคะแนนกำลังสูงสุดของมือ (Normalized Peak Force หรือ NPF)

คะแนนของ NPF อยู่ในช่วง 0-10 โดยใช้วิธีการสังเกตการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง แล้วระบุคะแนนตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-5 ระดับคะแนน NPF และแรงดึงสูงสุดของมือ

คะแนน NPF	แรงดึงสูงสุดของมือ
0	ไม่มีการออกแรง
0.5	ออกแรงน้อยมากที่สุด (สามารถสังเกตได้)
1	ออกแรงน้อยมาก
2	ออกแรงน้อย
3	ออกแรงปานกลาง
4	
5	ออกแรงค่อนข้างมาก
6	
7	ออกแรงมาก
8	
9	
10	ออกแรงมากที่สุด (หรือเกือบมากที่สุด)

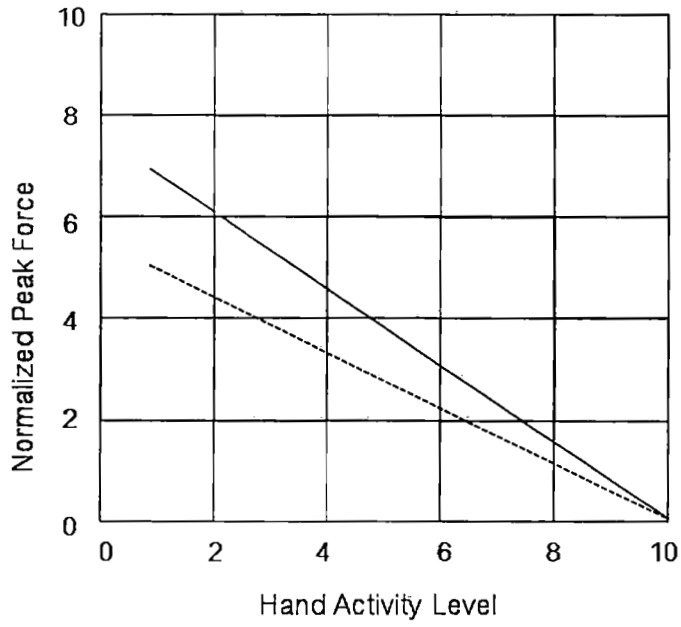
ที่มา: William S. Marras and Waldemar Karwowski, 2006, pp.41-43.

4.3 ประเมินความเสี่ยงของมือโดยนำค่า HAL และ NPF ที่ได้มากำหนดจุดลงในกราฟมาตรฐาน ดังภาพที่ 3-1 จากนั้นนำกราฟมาตรฐานที่มีการกำหนดจุดของ HAL และ NPF โดยนำกราฟก่อนการปรับปรุงเทียบกับกราฟหลังการปรับปรุงมาเปรียบเทียบกัน โดยสังเกตจุดบนกราฟว่าอยู่ในช่วงใด ดังต่อไปนี้

4.3.1 ช่วงที่ต่ำกว่า Action Limit (จุดที่อยู่ต่ำกว่าเส้นประ) หมายถึง ค่าที่แนะนำให้พนักงานปฏิบัติงานแล้วมีความปลอดภัย

4.3.2 ช่วงที่อยู่ระหว่าง Action Limit และ TLV (จุดที่อยู่ระหว่างเส้นประกับเส้นทึบ) หมายถึง ค่าที่พนักงานปฏิบัติงานแล้วอาจมีความปลอดภัย แต่จำเป็นต้องมีการเฝ้าระวัง

4.3.3 ช่วงที่สูงกว่า TLV (จุดที่อยู่เหนือเส้นทึบ) หมายถึง ค่าที่ไม่สามารถยอมรับได้ เนื่องจากพนักงานปฏิบัติงานแล้วมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บที่มือและแขน



หมายเหตุ: เส้นทึบด้านบนคือค่า TLV และเส้นประด้านล่างคือค่า Action limit

ภาพที่ 3-1 ระดับความเสี่ยงของมือตามค่าแนะนำของ ACGIH

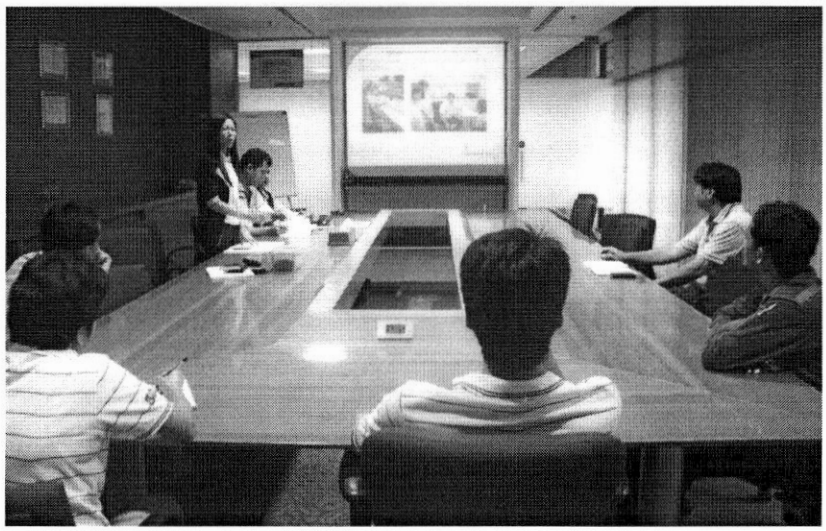
ที่มา: William S. Marras and Waldemar Karwowski, 2006, pp. 41-44.

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำเสนอแผนงานโครงการงานวิจัยไปยังแผนกความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อม และผู้บริหารสูงสุดของสถานประกอบกิจการ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ภายหลังได้รับการตอบรับจากทางสถานประกอบกิจการ และผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย จากคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เมื่อวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ.2555 ผู้วิจัยจึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ภายใต้เงื่อนไขและระเบียบของสถานประกอบกิจการ

3. ผู้วิจัยชี้แจงกระบวนการดำเนินงาน วัตถุประสงค์ และวิธีการของการศึกษาวิธีการทำงานให้ฝ่ายบริหาร ฝ่ายความปลอดภัยฯ ของสถานประกอบกิจการทราบ ดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 ผู้วิจัยประชุมชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการศึกษาต่อฝ่ายบริหารและฝ่ายความปลอดภัย ฯ ของสถานประกอบกิจการ

4. เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาวิธีการทำงาน 8 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 เลือกงานสำหรับศึกษาวิธีการทำงาน

ผู้วิจัยเลือกศึกษาวิธีการทำงานของพนักงานที่ดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ เนื่องจากลักษณะการทำงานของพนักงานเป็นการทำงานโดยใช้แขนทั้งสองข้างทำงานซ้ำ ๆ และจากข้อมูลสถิติการรักษาพยาบาลเกี่ยวกับอาการปวดมือ ข้อมือ และแขนส่วนปลายของสถานประกอบกิจการ

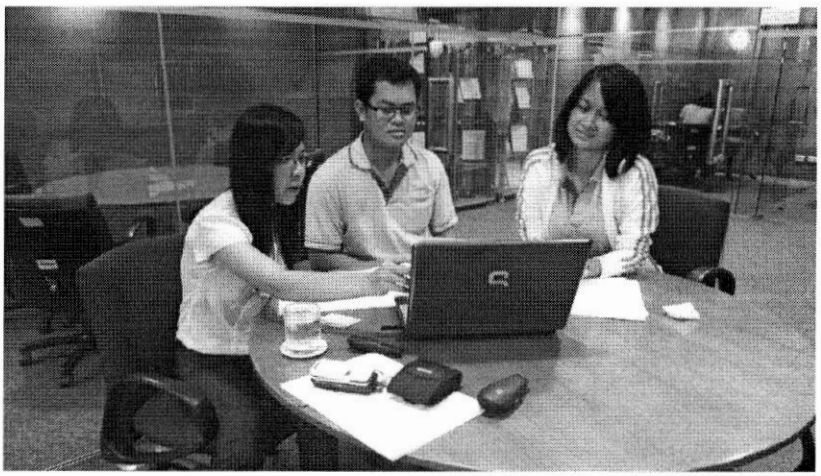
4.2 เก็บข้อมูลวิธีการทำงาน

เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพของสถานประกอบกิจการดำเนินการบันทึกภาพวิธีการทำงานด้วยกล้องถ่ายวิดีโอที่จุดปฏิบัติงานของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้ตำแหน่งการบันทึกภาพกำหนดโดยผู้วิจัย บันทึกภาพการทำงานของพนักงานแต่ละคนจำนวน 10 รอบ (คมสัน จิระภัทรศิลป, มปป.) ใช้เวลาประมาณ 30 วินาทีต่อคน แล้วบันทึกขั้นตอนการทำงาน โดยใช้แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสองมือ (Two-hand Process Chart) และสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม (Therblig)

4.3 วิเคราะห์วิธีการทำงาน

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์วิธีการทำงานร่วมกับหัวหน้างาน ตัวแทนของกลุ่มตัวอย่าง (เลือกโดยหัวหน้างาน) เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพและวิศวกรอุตสาหการประจำสถานประกอบกิจการ ตามหลักการย์ศาสตร์แบบมีส่วนร่วม โดยใช้เทคนิคการตั้งคำถาม “6W-1H” สำหรับตรวจสอบข้อมูลวิธีการทำงานที่บันทึกและตรวจสอบความเหมาะสมของงาน

โดยแบ่งคำถามออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มคำถามที่ 1 ประกอบด้วยคำถาม What, Who, When, Where และ How สำหรับการตรวจสอบเกี่ยวกับเป้าหมายและขอบข่ายของงาน บุคลากรที่ทำงานแต่ละกิจกรรม สถานที่ทำงาน ลำดับขั้นตอนการทำงานแต่ละกิจกรรม และวิธีการทำงาน ส่วนคำถามกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยคำถาม Why และ Which เพื่อตรวจสอบเหตุผล ความเหมาะสมของวิธีการทำงาน และเสนอทางเลือกอื่นที่เหมาะสม ดังภาพที่ 3-3 และภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-3 ผู้วิจัยประชุมร่วมกับเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ และวิศวกรอุตสาหการประจำสถานประกอบการ

ภาพที่ 3-4 ผู้วิจัยวิเคราะห์วิธีการทำงานร่วมกับหัวหน้างานและตัวแทนของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 3-6 เทคนิคการตั้งคำถาม 6W-1H ในงานดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์

	คำถามกลุ่มที่ 1	คำถามกลุ่มที่ 2
เป้าหมายและขอบข่ายของงาน	What ทำอะไร	Why, Which เหตุใดจึงทำ มีอย่างอื่นที่ทำได้ไหม
บุคลากรที่ทำงาน	Who ใครทำ	Why, Which ทำไมต้องเป็นพนักงานคนนี้ พนักงานคนอื่นทำได้ไหม
สถานที่ทำงาน	Where ทำที่ไหน	Why, Which ทำไมต้องทำงานที่บริเวณนี้ สามารถทำงานที่อื่นได้ไหม
ลำดับขั้นตอนของงาน	When ทำเมื่อไหร่	Why, Which ทำไมต้องทำขั้นตอนนั้น ทำงานขั้นตอนอื่นได้ไหม
วิธีการทำงาน	How ทำอย่างไร	Why, Which ทำไมต้องดึงถุงมืออย่างนั้น ดึงถุงมือด้วยวิธีอื่นได้ไหม

ที่มา: วันชัย ริจิรวนิช, 2551, หน้า 110.

4.4 การปรับปรุงวิธีการทำงาน

เลือกใช้เทคนิคการปรับปรุงงานโดยใช้หลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงร่างของมนุษย์ (Use of Human Body) ดังต่อไปนี้

4.4.1 มือทั้งสองข้างควรเริ่มต้นและสิ้นสุดการดึงถุงมือในเวลาเดียวกัน

4.4.2 มือทั้งสองข้างไม่ควรว่างในเวลาเดียวกัน ยกเว้น ตอนรอแม่พิมพ์ที่มีถุงมือใหม่เคลื่อนเข้า

4.4.3 การเคลื่อนไหวของมือและลำตัว เป็นการเคลื่อนไหวประเภทที่ 4 โดยอวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนไหว คือ แขนช่วงบน แขนช่วงล่าง มือ และนิ้วมือ

4.4.4 ใช้แรงของแม่พิมพ์ที่กำลังเคลื่อนที่บนสายพานลำเลียงในการลดแรงดึงของมือให้น้อยลง โดยเมื่อแม่พิมพ์เคลื่อนมาบริเวณกึ่งกลางของลำตัวให้เริ่มออกแรงดึงถุงมือ เมื่อถุงมือหลุดออกจากแม่พิมพ์จะเป็นจังหวะที่เคลื่อนมาใกล้ท่อดูดพอดี

4.5 การเปรียบเทียบเพื่อวัดผลการปรับปรุงวิธีการทำงาน

4.5.1 เปรียบเทียบจำนวนขั้นตอนการทำงานของสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือตามแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสองมือ (Two-hand Process Chart) ที่บันทึกก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยคิดเป็นร้อยละ

4.5.2 นำจำนวนสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม (Therblig) ของวิธีการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน แล้วสรุปขั้นตอนที่หายไปหรือเพิ่มขึ้น

4.6 การพัฒนามาตรฐานวิธีการทำงาน

นำวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วกำหนดเป็นวิธีการมาตรฐานในรูปแบบของภาพเคลื่อนไหวที่บันทึกจากกล้องวิดีโอและบันทึกสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือลงในแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสองมือ (Two-hand Process Chart) และบันทึกสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม (Therblig)

4.7 ส่งเสริมการใช้มาตรฐานการทำงานที่ได้จากการปรับปรุงแล้ว โดยผู้จัดการและหัวหน้างานแผนกขึ้นรูปถุงมือชี้แจงและขอความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่าง ดังภาพที่ 3-5 และภาพที่ 3-6 โดยเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวิธีการทำงานแบบเก่าและแบบใหม่ หลังจากนั้นฝึกอบรมพนักงานและประเมินผล ดังภาพที่ 3-7 เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานตามวิธีการใหม่ทุกขั้นตอนโดยหัวหน้างาน

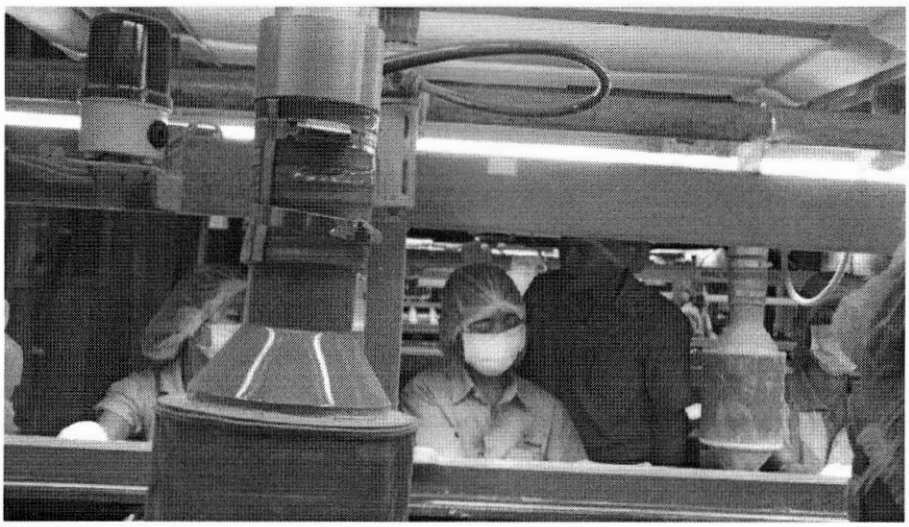
ภาพที่ 3-5 ผู้จัดการแผนกขึ้นรูปถุงมือขอความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างในการทำงานด้วยวิธีการใหม่

ภาพที่ 3-6 ผู้วิจัยและหัวหน้างานร่วมกันอธิบายวิธีการทำงานใหม่ให้กลุ่มตัวอย่างทราบ

ภาพที่ 3-7 ฝึกอบรมและประเมินผลการใช้วิธีการทำงานใหม่โดยหัวหน้างาน

4.8 การติดตามการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว

หลังจากที่ผู้วิจัยประชุมร่วมกับหัวหน้างาน ตัวแทนของกลุ่มตัวอย่าง เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพและวิศวกรอุตสาหการ โดยกำหนดแนวทางและความถี่ในการตรวจสอบการทำงานแต่ละสายการผลิต 1 ชั่วโมงต่อวันที่มีการทำงาน ครอบคลุมพนักงานทั้ง 3 ทีม ที่เข้ามาดึงถุงมือ และมีการบันทึกผล ดังภาพที่ 3-8



ภาพที่ 3-8 ตรวจสอบวิธีการทำงานใหม่โดยหัวหน้างาน

5. การประเมินความเสี่ยงของมือตามค่าแนะนำของ ACGIH ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

5.1 เลือกรอบการทำงานจากภาพวิธีการทำงานที่บันทึกไว้ด้วยกล้องถ่ายวิดีโอ โดยเริ่มต้นตั้งแต่มือทั้งสองข้างปล่อยถุงมือเข้าสู่ท่อลมดูดและสิ้นสุดที่มือทั้งสองข้างปล่อยถุงมือใหม่เข้าสู่ท่อลมดูด

5.2 ระบุระดับคะแนนของ HAL ในช่วง 0-10 โดยใช้วิธีการคำนวณความถี่ในการออกแรง (Exertion Frequency) มีหน่วยเป็น จำนวนครั้งที่ออกแรงต่อวินาที (Exertions/s) ควบคู่กับการคืนสภาพ (Recovery Time) ซึ่งคำนวณได้จาก ระยะเวลาพักในหนึ่งรอบการทำงาน หารด้วยระยะเวลาทั้งหมดในหนึ่งรอบการทำงาน คูณด้วย 100 มีหน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำค่าความถี่ในการออกแรง และการคืนสภาพที่ได้มาเทียบค่าในตารางที่ 3-3

5.3 ระบุระดับของ NPF ในช่วง 0-10 โดยใช้เกณฑ์จากตารางที่ 3-4

5.4 นำค่า HAL และ NPF มากำหนดจุดลงในกราฟมาตรฐานความเสี่ยงของมือตามค่าแนะนำของ ACGIH ดังภาพที่ 3-1

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิธีการทำงานที่บันทึกลงในแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสองมือ และการประเมินความเสี่ยงของมือตามค่าแนะนำของ ACGIH มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยใช้สถิติ ดังต่อไปนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา เพื่อบรรยายลักษณะกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือ สัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม ค่าการเคลื่อนไหวของมือ แรงดึงของมือ และระดับเสี่ยงความเสี่ยงของมือ

2. สถิติเชิงอนุมาน โดยใช้สถิติ Paired t-test สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนการทำงานจากสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือ สัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วมและค่าเฉลี่ยค่าการเคลื่อนไหวของมือ แรงดึงของมือ และระดับความเสี่ยงของมือก่อนเทียบกับหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน

บทที่ 4
ผลการวิจัย

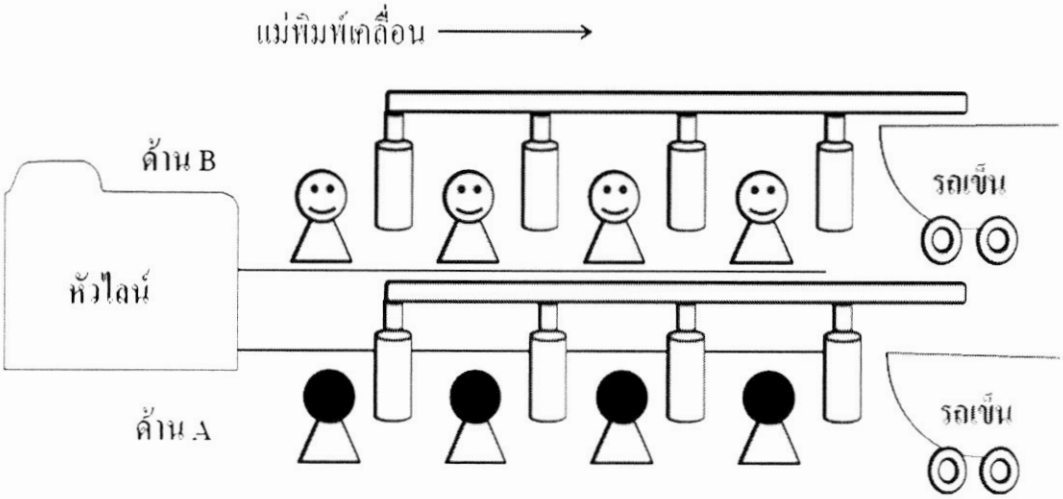
ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาและปรับปรุงวิธีการดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ โรงงานผลิตถุงมือแพทย์ผ่าตัด จังหวัดระยอง เพื่อลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บที่มือและแขนของพนักงานที่ดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ โดยแบ่งเนื้อหาของการนำเสนอผลการวิจัย 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา
2. การปรับปรุงวิธีทำงาน
3. การเปรียบเทียบตำแหน่งการนั่งทำงานและเวลาก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน
4. ผลการเปรียบเทียบวิธีการทำงานก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการทำงาน
5. ผลการเปรียบเทียบความเสี่ยงของมือก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการทำงานตามค่าแนะนำของ ACGIH

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์เพศหญิงจำนวน 117 คน ในแผนกขึ้นรูปถุงมือของโรงงานผลิตถุงมือแพทย์ผ่าตัด ซึ่งดึงถุงมือประเภทเดียวกัน ผ่านการทดลองงาน และไม่มีประวัติการบาดเจ็บ เจ็บป่วย รวมถึงโรคจากการทำงานที่มือ ข้อมือ และแขนในช่วงเวลาที่ดำเนินการศึกษาวิจัย กลุ่มตัวอย่างแต่ละกะทำงาน 4 วัน หยุด 2 วัน ในแต่ละวันทำงาน 12 ชั่วโมง รวมระยะเวลาพักกลางวันและเย็น ช่วงละ 30 นาที และพักระหว่างทำงาน 10 นาที ทุกช่วงของการทำงานครบ 20 นาที ลักษณะการทำงานของกลุ่มตัวอย่างจะนั่งทำงานที่หน้าสายพานลำเลียงแม่พิมพ์ และใช้มือทั้งสองข้างในการดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ และถือถุงมือไปยังท่อลมสำหรับกลับด้านถุงมือ ดังภาพที่ 4-1 เมื่อถุงมือกลับด้านแล้วจึงปล่อยถุงมือเข้าท่อลมดูดไปยังรถเข็นข้างสายการผลิต ดังภาพที่ 4-2 โดยกลุ่มตัวอย่างต้องดึงถุงมือเฉลี่ย 8,349 ข้างต่อวันต่อคน

ภาพที่ 4-1 ลักษณะการดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ของกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 4-2 พื้นที่การปฏิบัติงานของพนักงาน

การปรับปรุงวิธีทำงาน

เลือกใช้เทคนิคการปรับปรุงงานโดยใช้หลักเศรษฐศาสตร์กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงร่างของมนุษย์ (Use of Human Body) ตามหลักเศรษฐศาสตร์ของการเคลื่อนไหว ดังต่อไปนี้

1. มือทั้งสองข้างควรเริ่มต้นและสิ้นสุดการดึงถุงมือในเวลาเดียวกัน ดังภาพที่ 4-3

ภาพที่ 4-3 พนักงานเริ่มต้นและสิ้นสุดการดึงถุงมือในเวลาเดียวกัน

2. มือทั้งสองข้างไม่ควรว่างในเวลาเดียวกัน ยกเว้น ตอนรอแม่พิมพ์ที่มีถุงมือใหม่เคลื่อนเข้ามา ดังภาพที่ 4-4

ภาพที่ 4-4 แขนว่างในช่วงรอแม่พิมพ์ที่มีถุงมือเคลื่อนเข้ามา

3. การเคลื่อนไหวของมือและลำตัว เป็นการเคลื่อนไหวประเภทที่ 4 โดยอวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนไหว คือ แขนช่วงบน แขนช่วงล่าง มือ และนิ้วมือ ดังภาพที่ 4-5

ภาพที่ 4-5 การเคลื่อนไหวของมือและลำตัวประเภทที่ 4

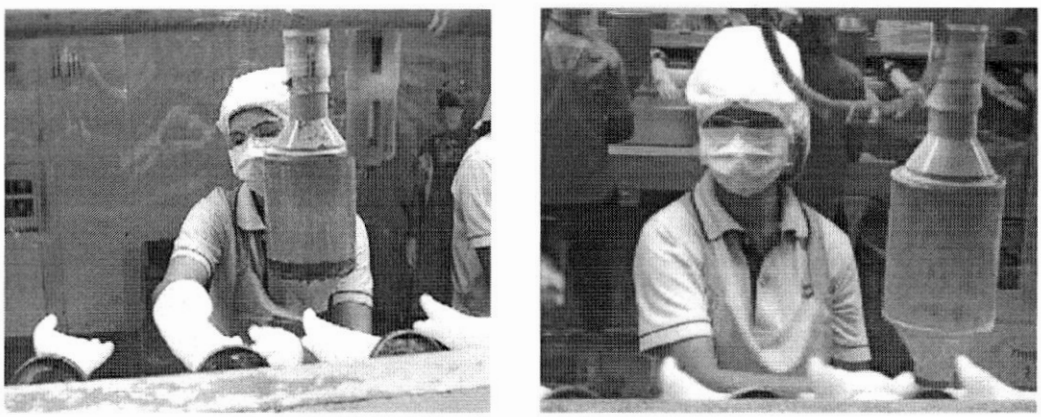
4. ใช้แรงของแม่พิมพ์ที่กำลังเคลื่อนที่บนสายพานลำเลียงในการลดแรงดึงของมือให้น้อยลง โดยเมื่อแม่พิมพ์เคลื่อนมาบริเวณกึ่งกลางของลำตัวให้เริ่มออกแรงดึงถุงมือ เมื่อถุงมือหลุดออกจากแม่พิมพ์จะเป็นจังหวะที่เคลื่อนมาใกล้ท่อดูดพอดี ดังภาพที่ 4-6

ภาพที่ 4-6 ใช้แรงของแม่พิมพ์ที่กำลังเคลื่อนที่บนสายพานลำเลียงในการลดแรงดึงถุงมือ

การเปรียบเทียบตำแหน่งการนั่งทำงานและเวลาก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน

วิธีการนั่งทำงานของกลุ่มตัวอย่างก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงาน พบว่า กลุ่มตัวอย่างนั่งด้านข้างท่อลมดูดตามลักษณะการไหลของสายพานและนั่งอยู่ด้านหลังท่อลมดูด จำนวน 112 คน (ร้อยละ 95.73) และ 5 คน (ร้อยละ 4.27) ตามลำดับ ส่วนหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน พบว่า กลุ่ม

ตัวอย่างทั้งหมดนั่งด้านข้างท่อลมดูดตามลักษณะการไหลของสายพาน ดังภาพที่ 4-7 เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการดึงถุงมือแต่ละรอบก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน 3.04 วินาที (SD = 0.29) และ 3.23 วินาที (SD = 0.42) ตามลำดับ



ภาพที่ 4-7 วิธีการนั่งของกลุ่มตัวอย่างก่อนการปรับปรุง (ภาพซ้าย) และหลังการปรับปรุง (ภาพขวา)

ผลการเปรียบเทียบวิธีการทำงานก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการทำงาน

1. ผลการเปรียบเทียบสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือขณะดึงถุงมือที่บันทึกในแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสองมือ พบว่า

จำนวนขั้นตอนการทำงานตามสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือซ้ายและมือขวาทั้งหมดภายในเวลา 30 วินาทีของกลุ่มตัวอย่างหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานลดลงจำนวน 100 ครั้ง (ร้อยละ 5.99) เมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยจำนวนขั้นตอนของการเคลื่อนย้ายของมือซ้ายและมือขวาลดลง 54 ครั้ง (ร้อยละ 12.74) และ 46 ครั้ง (ร้อยละ 11.27) จำนวนขั้นตอนของการรอของมือซ้ายและมือขวาลดลง 9 ครั้ง (ร้อยละ 4.95) และ 15 ครั้ง (ร้อยละ 8.11) ส่วนจำนวนขั้นตอนของการถือไว้ของมือซ้ายและมือขวาลดลง 41 ครั้ง (ร้อยละ 51.90) และ 53 ครั้ง (ร้อยละ 55.79) แต่พบการปฏิบัติของมือซ้ายและมือขวาเพิ่มขึ้น 4 ครั้ง (ร้อยละ 0.41) และ 14 ครั้ง (ร้อยละ 1.43) ตามลำดับดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 จำนวนขั้นตอนการทำงาน (ครั้ง) และร้อยละของสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือในกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน

สัญลักษณ์	ความหมาย	ลักษณะการปฏิบัติงาน	จำนวนขั้นตอนการทำงาน (ร้อยละ) ก่อนการปรับปรุง n = 117		จำนวนขั้นตอนการทำงาน (ร้อยละ) หลังการปรับปรุง n = 117		เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง n = 117	
			มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา
○	การปฏิบัติงาน (Operation)	การใช้มือหยิบจับถุงมือ การดึงถุงมือ การปล่อยถุงมือ การจัดถุงมือที่บริเวณท่อดูดถุงมือ	984 (58.96)	981 (58.78)	988 (62.97)	995 (63.42)	เพิ่มขึ้น 4 (0.41)	เพิ่มขึ้น 14 (1.43)
⇨	การเคลื่อนย้าย (Transportation)	การเคลื่อนที่ของมือไปยังแม่พิมพ์หรือท่อดูดถุงมือ	424 (25.40)	408 (24.45)	370 (23.58)	362 (23.07)	ลดลง 54 (12.74)	ลดลง 46 (11.27)
D	การรอ (Delay)	การที่มือข้างใดข้างหนึ่งอยู่ว่าง ไม่ได้ทำงาน	182 (10.90)	185 (11.08)	173 (11.03)	170 (10.83)	ลดลง 9 (4.95)	ลดลง 15 (8.11)
▽	การถือไว้ (Hold)	กำลังถือถุงมือ	79 (4.73)	95 (5.69)	38 (2.42)	42 (2.68)	ลดลง 41 (51.90)	ลดลง 53 (55.79)
สัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือทั้งหมด			1,669 (100.00)	1,669 (100.00)	1,569 (100.00)	1,569 (100.00)	ลดลง 100 (5.99)	ลดลง 100 (5.99)

ตารางที่ 4-2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนการทำงานตามสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือในกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน

สัญลักษณ์	ความหมาย	ลักษณะการปฏิบัติงาน	ค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนการทำงาน ก่อนการปรับปรุง $X(SD)$; n = 117		ค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนการทำงาน หลังการปรับปรุง $X(SD)$; n = 117		ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างก่อนและหลังการปรับปรุง $D(SD_D)$; n = 117		$t(p)$	
			มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา
○	การปฏิบัติงาน (Operation)	การใช้มือหยิบจับถุงมือ การดึงถุงมือ การปล่อยถุงมือ การจัดถุงมือที่บริเวณท่อดูดถุงมือ	8.41 (1.48)	8.38 (1.62)	8.44 (1.21)	8.50 (1.41)	-0.03 (1.71)	-0.12 (1.97)	-0.22 (0.83)	-0.66 (0.51)
⇨	การเคลื่อนย้าย (Transportation)	การเคลื่อนที่ของมือไปยังแม่พิมพ์หรือท่อดูดถุงมือ	3.62 (1.12)	3.49 (1.09)	3.16 (0.87)	3.09 (0.96)	0.46 (1.25)	0.39 (1.26)	4.00 (<0.05*)	3.38 (<0.05*)
D	การรอ (Delay)	การที่มือข้างใดข้างหนึ่งอยู่ว่าง ไม่ได้ทำงาน	1.56 (0.90)	1.58 (0.89)	1.48 (0.86)	1.45 (0.77)	0.08 (1.25)	0.13 (0.97)	0.66 (0.51)	1.43 (0.16)

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	ลักษณะการปฏิบัติงาน	ค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนการทำงาน ก่อนการปรับปรุง $X(SD)$; n = 117		ค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนการทำงาน หลังการปรับปรุง $X(SD)$; n = 117		ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างก่อนและหลังการปรับปรุง $D(SD_D)$; n = 117		$t(p)$	
			มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา
▽	การถือไว้ (Hold)	กำลังถือถุงมือ	0.68 (0.90)	0.81 (1.07)	0.32 (0.57)	0.36 (0.77)	0.35 (0.98)	0.45 (1.20)	3.88 (<0.05*)	4.08 (<0.05*)
สัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือทั้งหมด			14.26 (1.62)	14.26 (1.62)	13.41 (1.12)	13.41 (1.12)	0.85 (1.72)	0.85 (1.72)	5.38 (<0.05*)	5.38 (<0.05*)

ผลการศึกษาจากตารางที่ 4-2 พบว่า ค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนตามสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือทั้งหมดก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานของมือซ้ายและมือขวาเท่ากับ 14.26 ครั้ง (SD = 1.62) และ 13.41 ครั้ง (SD = 1.12) ดังนั้นค่าเฉลี่ยของสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือทั้งหมดหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานน้อยกว่าก่อนการปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ โดยสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือทั้งหมดลดลงเนื่องจากสัญลักษณ์การเคลื่อนย้ายและการถือไว้ของมือซ้ายและมือขวาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

2. ผลการเปรียบเทียบสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วมของมือ พบว่า

จำนวนขั้นตอนการทำงานตามสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วมทั้งหมดของมือซ้ายและมือขวาลดลง 100 ครั้ง (ร้อยละ 5.99) เมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยจำนวนขั้นตอนการทำงานตามสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วมของมือซ้ายและมือขวาลดลงสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ จำนวนขั้นตอนการของการเคลื่อนวัตถุของมือซ้ายและมือขวาลดลง 50 ครั้ง (ร้อยละ 28.57) และ 51 ครั้ง (ร้อยละ 28.98) จำนวนขั้นตอนของการล่าช้าหลีกเลี่ยงได้ของมือซ้ายและมือขวาลดลง 48 ครั้ง (ร้อยละ 59.26) และ 53 ครั้ง (ร้อยละ 55.79) และจำนวนขั้นตอนของการค้นหาของมือทั้งสองข้างลดลง 25 (ร้อยละ 11.52) แต่พบการตรวจเพิ่มขึ้น 75 ครั้ง (ร้อยละ 300.00) และ 73 ครั้ง (ร้อยละ 292.00) เมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงาน ดังในตารางที่ 4-3

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนการทำงานของการเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วมทั้งหมดของทั้งมือซ้ายและมือขวามีค่าเฉลี่ย 14.26 ครั้ง (SD = 1.62) และ 13.41 ครั้ง (SD = 1.12) ดังนั้นจำนวนขั้นตอนการทำงานของการเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วมทั้งหมดหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานน้อยกว่าก่อนการปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ โดยจำนวนขั้นตอนการทำงานของสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วมทั้งหมดลดลงเนื่องจากสัญลักษณ์การค้นหา การเลือก การจับการเคลื่อนวัตถุ และการล่าช้าเลี่ยงได้ แต่พบสัญลักษณ์การตรวจสอบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-3 จำนวนขั้นตอนการทำงาน (ครั้ง) และร้อยละของสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วมของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน

สัญลักษณ์	ชื่อ	ลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ	จำนวนขั้นตอนการทำงาน (ร้อยละ) ก่อนการปรับปรุง n = 117		จำนวนขั้นตอนการทำงาน (ร้อยละ) ก่อนการปรับปรุง n = 117		เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง n = 117	
			มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา
Sh	ค้นหา (Search)	การมองหาแม่พิมพ์เพื่อดึงถุงมือออก หรือมองหาท่อดูดถุงมือ	217 (13.00)	217 (13.00)	192 (12.24)	192 (12.24)	ลดลง 25 (11.52)	ลดลง 25 (11.52)
St	เลือก (Select)	การเลือกแม่พิมพ์ที่ต้องการดึงถุงมือออก	124 (7.43)	124 (7.43)	117 (7.46)	117 (7.46)	ลดลง 7 (5.65)	ลดลง 7 (5.65)
G	จับ (Grasp)	การจับถุงมือไว้ในมือเพื่อดึงออก	147 (8.81)	145 (8.69)	132 (8.41)	123 (7.84)	ลดลง 15 (10.20)	ลดลง 22 (15.17)
TE	เคลื่อนมือเปล่า (Transport empty)	การเคลื่อนมือเปล่าไปยังแม่พิมพ์	253 (15.16)	239 (14.32)	245 (15.62)	241 (15.36)	ลดลง 8 (3.16)	เพิ่มขึ้น 2 (0.84)
TL	การเคลื่อนวัตถุ (Transport loaded)	การหยิบถุงมือจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งในลักษณะถือในมือหรือจับด้วยนิ้ว	175 (10.49)	176 (10.55)	125 (7.97)	125 (7.97)	ลดลง 50 (28.57)	ลดลง 51 (28.98)
H	ถือ (Hold)	การถือถุงมืออยู่ในมือหลังจากจับหรือหยิบขึ้นมาโดยไม่มีการเคลื่อนที่	178 (10.67)	180 (10.78)	173 (11.03)	173 (11.03)	ลดลง 5 (2.81)	ลดลง 7 (3.89)
RL	ปล่อยวัตถุ (Release load)	การคลายการควบคุมของกล้ามเนื้อที่หยิบหรือถือถุงมืออยู่	117 (7.01)	117 (7.01)	117 (7.46)	117 (7.46)	0 (0.00)	0 (0.00)

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

สัญลักษณ์	ชื่อ	ลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ	จำนวนขั้นตอนการทำงาน (ร้อยละ) ก่อนการปรับปรุง n = 117		จำนวนขั้นตอนการทำงาน (ร้อยละ) ก่อนการปรับปรุง n = 117		เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง n = 117	
			มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา
P	จัด (Position)	ถือถุงมือให้ตรงกับรูของท่อดูดถุงมือ	117 (7.01)	117 (7.01)	117 (7.46)	117 (7.46)	0 (0.00)	0 (0.00)
I	ตรวจ (Inspect)	การตรวจสอบถุงมือ	25 (1.50)	25 (1.50)	100 (6.37)	98 (6.25)	เพิ่มขึ้น 75 (300.00)	เพิ่มขึ้น 73 (292.00)
DA	ถอด (Disassemble)	การดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์	232 (13.90)	231 (13.84)	218 (13.89)	224 (14.28)	ลดลง 14 (6.03)	ลดลง 7 (3.03)
UD	ล่าช้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ (Unavoidable delay)	มือข้างใดข้างหนึ่งอยู่นิ่งเพื่อรอในขณะที่มืออีกข้างหนึ่งมีการเอื้อมไปนอกขอบเขตของสายตา	81 (4.85)	95 (5.69)	33 (2.10)	42 (2.68)	ลดลง 48 (59.26)	ลดลง 53 (55.79)
R	พักเหนื่อย (Rest for overcoming fatigue)	การหยุดพักของมือหลังจากดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ เพื่อรอแม่พิมพ์ใหม่ที่มีถุงมือเลื่อนเข้ามา	3 (0.18)	3 (0.18)	0 (0.00)	0 (0.00)	ลดลง 3 (100.00)	ลดลง 3 (100.00)
สัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วมทั้งหมด			1,669 (100.00)	1,669 (100.00)	1,569 (100.00)	1,569 (100.00)	ลดลง 100 (5.99)	ลดลง 100 (5.99)

ตารางที่ 4-4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนการทำงานของกิจกรรมย่อยร่วมของมือในกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน

สัญลักษณ์	ชื่อ	ลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ	ค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนการทำงานก่อนการปรับปรุง $X(SD)$; n = 117		ค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนการทำงานหลังการปรับปรุง $X(SD)$; n = 117		ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างก่อนและหลังการปรับปรุง $D(SD_D)$; n = 117		$t(p)$	
			มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา
Sh	ค้นหา (Search)	การมองหาแม่พิมพ์เพื่อดึงถุงมือออกหรือมองหาท่อดูดถุงมือ	1.85 (0.58)	1.85 (0.58)	1.64 (0.55)	1.64 (0.55)	0.21 (0.67)	0.21 (0.67)	3.46 (<0.05*)	3.46 (<0.05*)
St	เลือก (Select)	การเลือกแม่พิมพ์ที่ต้องการดึงถุงมือออก	1.06 (0.24)	1.06 (0.24)	1.00 (0.00)	1.00 (0.00)	0.06 (0.24)	0.06 (0.24)	2.72 (0.01*)	2.72 (0.01*)
G	จับ (Grasp)	การจับถุงมือหรือแม่พิมพ์	1.26 (0.62)	1.24 (0.65)	1.13 (0.38)	1.05 (0.32)	0.13 (0.62)	0.19 (0.71)	2.23 (0.03*)	2.88 (0.01*)
TE	เคลื่อนมือเปล่า (Transport empty)	การเคลื่อนมือเปล่าไปยังแม่พิมพ์	2.16 (0.97)	2.04 (0.93)	2.09 (0.74)	2.06 (0.88)	0.07 (1.18)	-0.02 (1.17)	0.63 (0.53)	-0.16 (0.87)
TL	การเคลื่อนวัตถุ (Transport loaded)	การหยิบถุงมือจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งในลักษณะถือในมือหรือจับด้วยนิ้ว	1.50 (0.55)	1.50 (0.55)	1.07 (0.31)	1.07 (0.31)	0.43 (0.51)	0.44 (0.52)	9.00 (<0.05*)	9.16 (<0.05*)

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

สัญลักษณ์	ชื่อ	ลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ	ค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนการทำงานก่อนการปรับปรุง $X(SD)$; n = 117		ค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนการทำงานหลังการปรับปรุง $X(SD)$; n = 117		ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างก่อนและหลังการปรับปรุง $D(SD_D)$; n = 117		$t(p)$	
			มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา
H	ถือ (Hold)	การถือถุงมืออยู่ในมือหลังจากจับหรือหยิบขึ้นมาโดยไม่มีการเคลื่อนที่	1.52 (0.89)	1.54 (0.89)	1.48 (0.86)	1.48 (0.77)	0.04 (1.23)	0.06 (0.98)	0.38 (0.71)	0.66 (0.51)
RL	ปล่อยวัตถุ (Release load)	การคลายการควบคุมของกล้ามเนื้อที่หยิบ หรือถือถุงมืออยู่	1.00 (0.00)	1.00 (0.00)	1.00 (0.00)	1.00 (0.00)	-	-	-	-
P	จัด (Position)	ถือถุงมือให้ตรงกับรูของท่อดูดถุงมือ	1.00 (0.00)	1.00 (0.00)	1.00 (0.00)	1.00 (0.00)	-	-	-	-
I	ตรวจ (Inspect)	การตรวจสอบถุงมือ	0.21 (0.41)	0.21 (0.41)	0.85 (0.42)	0.84 (0.04)	-0.64 (0.56)	-0.62 (0.55)	-12.29 (<0.05*)	-12.21 (<0.05*)
DA	ถอด (Disassemble)	การดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์	1.98 (1.03)	1.97 (1.02)	1.86 (0.96)	1.91 (1.03)	0.12 (1.24)	0.06 (1.39)	1.04 (0.30)	0.47 (0.64)

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

สัญลักษณ์	ชื่อ	ลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ	ค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนการทำงานก่อนการปรับปรุง $X(SD)$; n = 117		ค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนการทำงานหลังการปรับปรุง $X(SD)$; n = 117		ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างก่อนและหลังการปรับปรุง $D(SD_D)$; n = 117		$t(p)$	
			มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา
UD	ล่าช้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ (Unavoidable delay)	มือข้างใดข้างหนึ่งอยู่นิ่งเพื่อรอในขณะที่มืออีกข้างหนึ่งมีการเอื้อมไปนอกขอบเขตของสายตา	0.69 (0.91)	0.81 (1.07)	0.28 (0.56)	0.36 (0.77)	0.41 (0.98)	0.45 (1.20)	4.55 (<0.05*)	4.08 (<0.05*)
R	พักเหนื่อย (Rest for overcoming fatigue)	การหยุดพักของมือหลังจากดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์เพื่อรอแม่พิมพ์ใหม่ที่มีถุงมือเลื่อนเข้ามา	0.03 (0.16)	0.03 (0.16)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.03 (0.16)	0.03 (0.16)	1.75 (0.08)	1.75 (0.08)
สัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วมทั้งหมด			14.26 (1.62)	14.26 (1.62)	13.41 (1.14)	13.41 (1.12)	0.85 (1.74)	0.85 (1.72)	5.303 (<0.05*)	5.38 (<0.05*)

ผลการเปรียบเทียบความเสี่ยงของมือก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการทำงานตามค่าแนะนำของ ACGIH

1. ค่าการเคลื่อนไหวของมือ (Hand Activity Level หรือ HAL) ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามค่าการเคลื่อนไหวของมือ

ค่า HAL	ลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ	จำนวน (ร้อยละ) ก่อนการปรับปรุง n = 117		จำนวน (ร้อยละ) หลังการปรับปรุง n = 117	
		มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา
2	มีการพักเป็นระยะเวลานานอย่างเห็นได้	23	11	31	12
	ชัดเจน; หรือการเคลื่อนไหวช้ามาก	(19.66)	(9.40)	(26.50)	(10.26)
3		47	44	50	55
		(40.17)	(37.61)	(42.74)	(47.01)
4	การเคลื่อนไหว/ การออกแรงช้าสม่ำเสมอ;	31	46	17	39
	มีการพักบ่อย	(26.50)	(39.32)	(14.53)	(33.33)
5		16	15	19	11
		(13.68)	(12.82)	(16.24)	(9.40)
6	การเคลื่อนไหว/การออกแรงสม่ำเสมอ;	0	1	0	0
	การพักเกิดขึ้นไม่บ่อย	(0.00)	(0.85)	(0.00)	(0.00)

ผลการศึกษาจากตารางที่ 4-5 พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าการเคลื่อนไหวของมือซ้ายก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานเท่ากัน คือ 3 จำนวน 47 คน (ร้อยละ 40.17) และ 50 คน (ร้อยละ 42.74) ตามลำดับ และค่าการเคลื่อนไหวของมือขวาก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงานเท่ากับ 4 จำนวน 46 คน (ร้อยละ 39.32) และการเคลื่อนไหวของมือขวาหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานเท่ากับ 3 จำนวน 55 คน (ร้อยละ 47.01)

2. ค่ากำลังสูงสุดของมือ (Normalized Peak Force หรือ NPF) ดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามค่ากำลังสูงสุดของมือ

ค่า NPF	ลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ	จำนวน (ร้อยละ) ก่อนการปรับปรุง n = 117		จำนวน (ร้อยละ) หลังการปรับปรุง n = 117	
		มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา
2	ออกแรงน้อย	1 (0.85)	1 (0.85)	4 (3.42)	4 (3.42)
3	ออกแรงปานกลาง	10 (8.55)	11 (9.40)	35 (29.91)	35 (29.91)
4		41 (35.04)	40 (34.19)	53 (45.30)	53 (45.30)
5	ออกแรงค่อนข้างมาก	15 (12.82)	14 (11.97)	25 (21.37)	25 (21.37)
6		11 (9.40)	12 (10.26)	0 (0.00)	0 (0.00)
7	ออกแรงมาก	14 (11.97)	14 (11.97)	0 (0.00)	0 (0.00)
8		13 (11.11)	13 (11.11)	0 (0.00)	0 (0.00)
9		12 (10.26)	12 (10.26)	0 (0.00)	0 (0.00)

ผลการศึกษาจากตารางที่ 4-6 พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่ากำลังสูงสุดของมือซ้ายก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานเท่ากันที่ระดับ 4 ความถี่ 41 คน (ร้อยละ 35.04) และ 53 คน (ร้อยละ 45.30) ตามลำดับ ส่วนค่ากำลังสูงสุดของมือขวาก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานเท่ากันที่ระดับ 4 ความถี่ 40 คน (ร้อยละ 34.19) และ 53 คน (ร้อยละ 45.30) ตามลำดับ

3. ผลการประเมินความเสี่ยงของมือตามค่าแนะนำของ ACGIH ดังตารางที่ 4-7 และ 4-8

ตารางที่ 4-7 จำนวน (คน) และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามระดับความเสี่ยงจากการทำงาน

ระดับความเสี่ยง	จำนวน (ร้อยละ) ก่อนการปรับปรุง n = 117		จำนวน (ร้อยละ) หลังการปรับปรุง n = 117	
	มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา
ต่ำกว่าค่า Action limit	28 (23.93)	27 (23.08)	64 (54.70)	65 (55.56)
อยู่ระหว่างค่า Action limit และ TLV	26 (22.22)	23 (19.66)	44 (37.61)	36 (30.77)
สูงกว่าค่า TLV	63 (53.85)	67 (57.26)	9 (7.69)	16 (13.68)

ผลการศึกษาจากตารางที่ 4-7 พบว่า ก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงานมือซ้ายของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับความเสี่ยงของมืออยู่ในช่วงที่สูงกว่าค่า TLV 63 คน (ร้อยละ 53.85) และหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานระดับความเสี่ยงของมืออยู่ในช่วงต่ำกว่าค่า Action limit 64 คน (ร้อยละ 54.70) ส่วนก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงานมือขวาของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับความเสี่ยงของมืออยู่ในช่วงที่สูงกว่าค่า TLV 67 คน (ร้อยละ 57.26) และหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานระดับความเสี่ยงของมืออยู่ในช่วงต่ำกว่าค่า Action limit 65 คน (ร้อยละ 55.56)

ตารางที่ 4-8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าการเคลื่อนไหวของมือ ค่ากำลังสูงสุดของมือ และความเสี่ยงของมือซ้ายและมือขวาในกลุ่มตัวอย่าง

ตัวแปรที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุง $X(SD)$; $n = 117$		ค่าเฉลี่ยหลังการปรับปรุง $X(SD)$; $n = 117$		ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างก่อนและหลังการปรับปรุง D (SD_D); $n = 117$		$t(p)$	
	มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา	มือซ้าย	มือขวา
ค่า HAL	3.34	3.58	3.21	3.42	0.14	0.16	1.30	1.62
	(0.95)	(0.86)	(1.01)	(0.80)	(1.14)	(1.08)	(0.20)	(0.11)
ค่า NPF	5.53	5.53	3.85	3.85	1.68	1.68	8.80	8.73
	(1.93)	(1.94)	(0.79)	(0.79)	(2.07)	(2.09)	(<0.05*)	(<0.05*)
ระดับความเสี่ยง	0.84	0.88	0.58	0.60	0.26	0.28	9.12	8.70
ของมือ	(0.30)	(0.34)	(0.14)	(0.15)	(0.31)	(0.35)	(<0.05*)	(<0.05*)

หมายเหตุ ระดับความเสี่ยงที่มือและแขนแบ่งเป็น 3 ช่วง ดังนี้ สูงกว่าค่า TLV, ระหว่างค่า AL และ TLV และน้อยกว่าค่า AL

ผลการศึกษาจากตารางที่ 4-8 พบว่า ระดับความเสี่ยงของมือก่อนและหลังการปรับปรุงของมือซ้ายมีค่าเฉลี่ย 0.84 (SD = 0. 30) และ 0.58 (SD = 0.14) ตามลำดับ ซึ่งหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานระดับความเสี่ยงของมือซ้ายและมือขวาเฉลี่ยลดลงอยู่ในช่วงระหว่างค่า AL และ TLV ส่วนระดับความเสี่ยงของมือก่อนและหลังการปรับปรุงของมือขวามีค่าเฉลี่ย 0.88 (SD = 0.34) และ 0.60 (SD = 0.15) ตามลำดับ ซึ่งหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานระดับความเสี่ยงของมือขวาเฉลี่ยลดลงอยู่ในช่วงระหว่างค่า AL และ TLV สามารถสรุปได้ว่า ระดับความเสี่ยงของมือหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานของมือซ้ายและมือขวามีค่าลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

บทที่ 5
อภิปรายและสรุปผล

การศึกษาความเสี่ยงที่มือและแขนครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาในโรงงานผลิตถุงมือแพทย์ผ่าตัด จังหวัดระยอง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาคือ พนักงานที่ดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ แผนกขึ้นรูปถุงมือ (Forming Section) จำนวน 117 คน ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาครั้งมีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บที่มือและแขนของพนักงานดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ในโรงงานผลิตถุงมือแพทย์ผ่าตัด โดยมีรูปแบบเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) โดยศึกษากลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว ไม่มีกลุ่มควบคุม แล้ววัดผลก่อนและหลังปรับปรุงวิธีการทำงาน ประชากรเป็นพนักงานหญิงที่ดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์ แผนกขึ้นรูปถุงมือ จาก 4 สายการผลิตที่ดึงถุงมือประเภทเดียวกัน จำนวน 165 คน ทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 117 คน ในการศึกษาวิจัยใช้แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสองมือ (Two-hand Process Chart) และสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม (Therblig) สำหรับบันทึกขั้นตอนการทำงานของพนักงาน แล้วประเมินความเสี่ยงของมือตามค่าแนะนำของ ACGIH การปรับปรุงวิธีการทำงานจะใช้หลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงร่างของมนุษย์ (Use of Human Body) อันได้แก่

1. มือทั้งสองข้างควรเริ่มต้นและสิ้นสุดการดึงถุงมือในเวลาเดียวกัน
2. มือทั้งสองข้างไม่ควรว่างในเวลาเดียวกัน ยกเว้น ตอนรอแม่พิมพ์ที่มีถุงมือใหม่เคลื่อนเข้ามา
3. การเคลื่อนไหวของมือและลำตัว เป็นการเคลื่อนไหวประเภทที่ 4 โดยอวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนไหว คือ แขนช่วงบน แขนช่วงล่าง มือ และนิ้ว

4. ใช้แรงของแม่พิมพ์ที่กำลังเคลื่อนที่บนสายพานลำเลียงในการลดแรงดึงของมือให้น้อยลง โดยเมื่อแม่พิมพ์เคลื่อนมาบริเวณกึ่งกลางของลำตัวให้เริ่มออกแรงดึงถุงมือ เมื่อถุงมือหลุดออกจากแม่พิมพ์จะเป็นจังหวะที่เคลื่อนมาใกล้ท่อดูด

นอกจากการใช้หลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงร่างของมนุษย์ (Use of Human Body) แล้ว ผู้วิจัยได้นำการยศาสตร์แบบมีส่วนร่วม (Participatory Ergonomics) มาใช้ในการปรับปรุงวิธีการทำงานร่วมด้วย

จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการทำงานของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่า วิธีการนั่งทำงานของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการปรับปรุงแตกต่างกัน โดยก่อนการปรับปรุงกลุ่มตัวอย่างมีการนั่งด้านข้างท่อลมดูดตามลักษณะการไหลของสายพานและนั่งอยู่ด้านหลังท่อลมดูด จำนวน 112 คน (ร้อยละ 95.73) และ 5 คน (ร้อยละ 4.27) ตามลำดับ ส่วนหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดนั่งด้านข้างท่อลมดูดตามลักษณะการไหลของสายพาน ส่วนเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการดึงถุงมือแต่ละข้างก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน 3.04 วินาที (SD = 0.29) และ 3.23 วินาที (SD = 0.42) ตามลำดับ

ด้านจำนวนขั้นตอนของวิธีการทำงาน ตามสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือและสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วมหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานมีจำนวนขั้นตอนลดลงก่อนการปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ โดยสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานที่ลดลงคือสัญลักษณ์การเคลื่อนที่ของมือไปยังแม่พิมพ์หรือท่อดูดถุงมือ และการถือถุงมือ ส่วนสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วมที่ลดลง คือ การมองหาแม่พิมพ์เพื่อดึงถุงมือออกหรือมองหาท่อดูดถุงมือ การเลือกแม่พิมพ์ที่ต้องการดึงถุงมือออก การจับถุงมือหรือแม่พิมพ์ การหยิบถุงมือจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งในลักษณะถือในมือหรือจับด้วยนิ้ว และมือข้างใดข้างหนึ่งอยู่นิ่งเพื่อรอในขณะที่มืออีกข้างหนึ่งมีการเอื้อมไปนอกขอบเขตของสายตา และพบสัญลักษณ์การตรวจสอบถุงมือเพิ่มขึ้น

การประเมินระดับความเสี่ยงของมือซ้ายและมือขวาก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงานของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในช่วงที่สูงกว่าค่า TLV ภายหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน เมื่อพิจารณาระดับความเสี่ยงของมือก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงานมือซ้ายของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับความเสี่ยงของมืออยู่ในช่วงที่สูงกว่าค่า TLV 63 คน (ร้อยละ 53.85) และหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานระดับความเสี่ยงของมืออยู่ในช่วงต่ำกว่าค่า Action Limit 64 คน (ร้อยละ 54.70) ส่วนก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงานมือขวาของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับความเสี่ยงของมืออยู่ในช่วงที่สูงกว่าค่า TLV 67 คน (ร้อยละ 57.26) และหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานระดับความเสี่ยงของมืออยู่ในช่วงต่ำกว่าค่า Action Limit 65 คน (ร้อยละ 55.56)

อภิปรายผล

ภายหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานโดยใช้แนวทางของเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงร่างของมนุษย์ กลุ่มตัวอย่างมีเคลื่อนที่ของมือไปยังแม่พิมพ์หรือท่อดูดถุงมือลดลง เนื่องจากก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงานกลุ่มตัวอย่างบางส่วนจะเคลื่อนมือไปวางบนแม่พิมพ์แต่ละอันจนกว่าจะพบแม่พิมพ์ที่มีถุงมือที่ต้องการดึงเคลื่อนเข้ามาจึงค่อยดำเนินการดึง และกลุ่มตัวอย่างมีการถือถุงมือลดลง โดยก่อนการปรับปรุงเมื่อกลุ่มตัวอย่างดึงถุงมือออกจากแม่พิมพ์และถือไปยังท่อดูดแล้ว กลุ่มตัวอย่างไม่ปล่อยถุงมือเข้าสู่ท่อดูดและถือค้างไว้เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนและการกลับด้านของถุงมือ จากการทำงานในลักษณะดังกล่าวทำให้ขั้นตอนการทำงานทั้งหมดที่ศึกษาโดยใช้สัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือตามแผนภูมิกระบวนการผลิตแบบสองมือลดลง

เมื่อศึกษาวิธีการทำงานอย่างละเอียดด้วยสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม พบว่าสัญลักษณ์ของการมองหาแม่พิมพ์เพื่อดึงถุงมือออกหรือมองหาท่อดูดถุงมือและการเลือกแม่พิมพ์ลดลง เนื่องจากวิธีการทำงานเดิมกลุ่มตัวอย่างเปลี่ยนโฟกัสการมองสลับไปมาระหว่างแม่พิมพ์กับท่อดูดถุงมือ แต่วิธีการทำงานใหม่กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างใช้สายตามองแม่พิมพ์ใหม่ที่เคลื่อนเข้ามาใกล้ท่อดูดสำหรับตรวจสอบการปนเปื้อน เพื่อลดการหมุนคอสลับไปขณะมองแม่พิมพ์กับท่อดูด นอกจากนี้ก่อนการปรับปรุงยังพบวิธีการทำงานที่ไม่จำเป็น คือ กลุ่มตัวอย่าง มีการถือถุงมือไปยังท่อดูดแล้วเคลื่อนมือที่มีถุงมือขึ้นลงบริเวณปากท่อดูด จัดเป็นวิธีการทำงานที่ไม่จำเป็น เนื่องจากแรงดูดของท่อเพียงพอต่อการกลับด้านของถุงมือ แต่การที่ถุงมือไม่กลับด้านนั้นเกิดจากการที่กลุ่มตัวอย่างปล่อยมือข้างใดข้างหนึ่งก่อนที่ถุงมือจะกลับด้านเพื่อเคลื่อนมือไปยังแม่พิมพ์ที่มีถุงมือใหม่ ส่วนมืออีกข้างหนึ่งถือถุงมือที่ปากท่อดูด

วิธีการทำงานที่ปรับปรุงขึ้นใหม่ ที่ได้มีการกำหนดให้มือทั้งสองข้างเริ่มต้นและสิ้นสุดการทำงานพร้อมกัน ภายหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานฝ่ายตรวจสอบคุณภาพสุ่มถุงมือที่ออกจากสายการผลิตร้อยละ 10 จากถุงมือแต่ละกล่อง พบว่า ปัญหาการปนเปื้อนและไม่กลับด้านของถุงมือลดลง จากเดิมร้อยละ 44.82 เหลือร้อยละ 10.11 ของจำนวนถุงมือที่สุ่มทั้งหมด โดยเพิ่มขั้นตอนของการตรวจสอบเข้าไปในขณะที่แม่พิมพ์เคลื่อนเข้ามา ส่วนสัญลักษณ์การจับภายหลังการปรับปรุงลดลง เนื่องจากก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงานกลุ่มตัวอย่างจับแม่พิมพ์ก่อนจับขอบถุงมือ ซึ่งจัดเป็นวิธีการทำงานที่ไม่จำเป็น วิธีการทำงานใหม่จึงกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างเมื่อเคลื่อนมือมาถึงแม่พิมพ์แล้วให้ใช้มือจับที่ขอบถุงมือโดยไม่ต้องจับแม่พิมพ์ และพบสัญลักษณ์การล่าช้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ลดลงหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน เนื่องจากวิธีการทำงานเดิมมือข้างใดข้างหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างอยู่นิ่งเพื่อรอให้แม่พิมพ์เคลื่อนเข้ามา ในขณะที่มืออีกข้างหนึ่งมีการเอื้อมไปนอกขอบเขต

ของสายตาเพื่อจับแม่พิมพ์ใหม่ จากการกำหนดวิธีการทำงานใหม่โดยให้มือทั้งสองข้างเริ่มต้นและสิ้นสุดในการดึงถุงมือพร้อมกันทำให้สัญลักษณ์ดังกล่าวลดลงด้วย เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนขั้นตอนในการทำงานจากสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือและสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจการรมย่อยร่วมหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงาน แต่เวลาเฉลี่ยที่ใช้ดึงถุงมือหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานเพิ่มขึ้นจาก 3.04 วินาที เป็น 3.23 วินาทีต่อการดึงถุงมือหนึ่งข้าง เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างใช้เวลาสำหรับขั้นตอนในการถือถุงมือค้างไว้ที่ปากท่อดูดด้วยมือทั้งสองข้าง เพื่อรอให้ถุงมือกลับด้านเพิ่มขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบความเสี่ยงของมือพบว่าระดับความเสี่ยงของมือและแขนของกลุ่มตัวอย่างลดลง โดยหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานกลุ่มตัวอย่างมีระดับความเสี่ยงของมือลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงาน เนื่องจากก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงานกลุ่มตัวอย่างจะโน้มลำตัวขณะเอื้อมมือไปยังแม่พิมพ์ใหม่ที่เคลื่อนเข้ามา ดังนั้นก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงานกลุ่มตัวอย่างจึงมีค่ากำลังสูงสุดของมือสูง ภายหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานใหม่มีการกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างดึงถุงมือเมื่อแม่พิมพ์เคลื่อนเข้ามาใกล้ปากท่อดูด กลุ่มตัวอย่างจึงไม่ต้องเอื้อมและไม่ต้องใช้ลำตัวในการช่วยออกแรงดึง ดังนั้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทำงานและลักษณะการเคลื่อนไหวของมืออย่างถูกต้องและนำไปปฏิบัติตาม จึงทำให้วิธีการทำงานและระดับความเสี่ยงของมือลดลง โดยอยู่ในช่วงระหว่างค่า AL และ TLV ซึ่งเป็นค่าที่พนักงานปฏิบัติงานแล้วอาจมีความปลอดภัย แต่จำเป็นต้องมีการเฝ้าระวัง แม้ว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จะมีระดับความเสี่ยงของมือลดลง แต่ยังพบกลุ่มตัวอย่างบางส่วนมีระดับความเสี่ยงสูงกว่าค่า TLV จากการสังเกตตำแหน่งการนั่งทำงาน พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการเลื่อนเก้าอี้ไปอยู่ใกล้กับจุดเป่าลมเย็นเหนือศีรษะทำให้ลำตัวอยู่ห่างจากสายพานลำเลียงแม่พิมพ์ ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างจึงต้องโน้มตัวไปด้านหน้าเพื่อใช้ลำตัวช่วยในการออกแรงดึงถุงมือ ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงสถานที่ทำงานโดยจัดให้มีจุดเป่าลมเย็นอยู่ใกล้กับจุดทำงานของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น

นอกจากการปรับปรุงวิธีการทำงานโดยใช้แนวทางของเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงร่างของมนุษย์แล้ว ผู้วิจัยได้นำการยศาสตร์แบบมีส่วนร่วมด้วย โดยการให้ตัวแทนของกลุ่มตัวอย่าง หัวหน้างานในแผนกขึ้นรูปถุงมือ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพร่วมกันวิเคราะห์การทำงานและกำหนดวิธีการทำงานใหม่ โดยอยู่ภายใต้คำแนะนำของวิศวกรอุตสาหการประจำสถานประกอบกิจการ เพื่อกำหนดมาตรฐานการทำงานใหม่แล้วนำไปฝึกอบรมให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดโดยมีการสนับสนุนการใช้วิธีการทำงานใหม่โดยผู้จัดการแผนกขึ้นรูปถุงมือในการขอความร่วมมือในการปฏิบัติตามวิธีการทำงานใหม่โดยให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงข้อดีและข้อเสียของวิธีการทำงานเดิมและใหม่ด้วยการฝึกอบรมโดยวิศวกร

อุตสาหการและหัวหน้างาน และติดตามผลการปฏิบัติงานด้วยวิธีการทำงานใหม่ ดังนั้นเพื่อให้เกิดลดระดับความเสี่ยงที่มือและแขนเพื่อลดการบาดเจ็บจากการทำงานอย่างยั่งยืนจึงควรนำแนวทางการปรับปรุงวิธีการทำงานจากงานวิจัยนี้ขยายผลไปยังสายการผลิตถุงมือประเภทอื่น และมีการพัฒนาวิธีการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่องโดยหัวหน้างานและวิศวกรอุตสาหการประจำสถานประกอบกิจการและมีการพัฒนาวิธีการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่องโดยหัวหน้างานและวิศวกรอุตสาหการประจำสถานประกอบกิจการ รวมถึงการกำกับดูแลโดยหัวหน้างานอย่างต่อเนื่องเพื่อช่วยลดระดับความเสี่ยงให้เหลือน้อยที่สุด นอกจากนี้พบว่าระดับความเสี่ยงที่มือและแขนภายหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานโดยใช้หลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงร่างของมนุษย์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นหลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวสามารถใช้ในการปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดความเสี่ยงที่มือและแขนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sue Hignett (2005) ดังนั้นหลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวสามารถใช้ในการปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดความเสี่ยงที่มือและแขนได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษาวิจัย

เมื่อเปรียบเทียบการศึกษาวิธีการทำงานซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงที่มือและแขนและระดับความเสี่ยงที่มือซ้ายและมือขวาของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงานด้วยหลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงร่างของมนุษย์ พบว่ามีระดับความเสี่ยงลดลง ดังนั้นสถานประกอบการควรนำวิธีการทำงานใหม่ไปใช้ในกระบวนการฝึกอบรมพนักงานสำหรับสายการผลิตผลิตที่ถุงมือมีคุณสมบัติเฉพาะ เช่น ความยืดหยุ่น ความหนาของถุงมือ หรือคุณสมบัติอื่นที่ใกล้เคียงกับประเภทของถุงมือที่ผู้วิจัยดำเนินการศึกษา เพื่อลดระดับความเสี่ยงที่มือและแขนของพนักงาน อันอาจส่งผลต่อการเกิดการบาดเจ็บของระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างต่อไป

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

สำหรับผู้สนใจศึกษาวิจัยหัวข้อเกี่ยวกับการปรับปรุงวิธีการทำงาน ควรคำนึงถึงปัจจัยดังต่อไปนี้

2.1 มือข้างที่ถนัดของพนักงานแต่ละคนแตกต่างกัน จึงควรถูกนำมาพิจารณาเนื่องจากอาจมีผลต่อวิธีการดึงถุงมือและระดับความเสี่ยงของมือของพนักงานแต่ละคน ดังนั้นจึงควรเปรียบเทียบวิธีการทำงานของพนักงานตามมือข้างที่ถนัดด้วย

2.2 ในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปควรนำแนวทางการปรับปรุงวิธีการทำงานด้วยหลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการจัดตำแหน่งของสถานที่ปฏิบัติงาน และการออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์มาศึกษาเพิ่มเติม

2.3 เนื่องจากระดับแรงดึงของมือมีผลต่อระดับความเสี่ยงของมือ ในงานวิจัยนี้ได้มาจากการสังเกตโดยผู้วิจัย ซึ่งอาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นจึงควรใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram) ร่วมด้วย เพื่อยืนยันผลการศึกษาระดับความเสี่ยงของมือให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

บรรณานุกรม

กิตติ อินทรานนท์. (2553). *การยศาสตร์ (Ergonomics)* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คมสัน จิระภัทรศิลป. (มปป.). *เอกสารคำสอนวิชา Industrial Work Study การศึกษางานอุตสาหกรรม.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ชาญชัย ชอบธรรมสกุล. (2547). *กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา (Anatomy and Physiology).* กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ธวัชชานนท์ สิปปภากุล. (2548). *การยศาสตร์และกายวิภาคเชิงกล.* กรุงเทพมหานคร: วาดศิลป์.

นิวิท เจริญใจ. (มปป.). *การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion and Time Study).* เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2551). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Social Sciences Research Methodology)* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพมหานคร: จามจุรีโปรดักท์.

ประเทือง หงสรานากร, วัฒน์สิทธิ์ ศิริวงศ์, ปิยลัมพร หะวานนท์, ณัฐวรรณ ดีเลิศยืนยง, เยาวนิตย์ สมณะ, สมเกียรติ มหาอุดมพร และคณะ. (2553). *แนวทางการจัดการโปรแกรมด้านการยศาสตร์สำหรับโรคกล้ามเนื้อและกระดูกที่เกิดจากการทำงานในอุตสาหกรรมหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี กรณีศึกษาเรื่องการยศาสตร์แบบชุมชนมีส่วนร่วม.* สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ.

พงษ์จันทร์ อยู่แพทย์. (2551). *สรีรวิทยาระบบกล้ามเนื้อ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยรังสิต.

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. (2550). *การศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work Study).* กรุงเทพฯ: ท้อป.

รัชฎา แก่นสาร์. (2553). *สรีรวิทยา* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โครงการสวัสดิการวิชาการ สถาบันพระบรมราชชนก.

วันชัย ริจรวนิช. (2551). *การศึกษาการทำงาน หลักการและกรณีศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช, จรูญ มหิทธาฟองกุล และ ชูเวช ชาญสง่าเวช. (2550). *การศึกษาการทำงาน (Introduction to Work Study 3rd Revised Edition)* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วุฒินันท์ อินทยศ. (2546). *เอกสารประกอบการสอนวิชา ความเคลื่อนไหวและเวลา ภาคปฏิบัติ.* เชียงใหม่: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศักดิ์สิทธิ์ กุลวงษ์. (2552). *การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในกลุ่มพนักงานประกอบและบรรจุในโรงงานอุตสาหกรรม.* ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

สำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน. (2551-2553). *รายงานสถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน จำแนกตามความรุนแรงและสิ่งที่ทำให้ประสบอันตราย.*

อำนวย มณีศรีวงศ์กูล. (2548). การกำหนดขนาดตัวอย่างด้วยสูตรยามาเน่ ที่มาและการนำไปใช้. *วารสารมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 22* (4): 87-95.

A Leclerc, P Franchi, M F Cristofari, B Delemotte, P Mereau, C Teyssier-Cotte, et al. (1998). Carpal tunnel syndrome and work organisation in repetitive work: a cross sectional study in France. *Occup Environ Med* 1998; 55: 180–187.

Alfred Franzblau, Thomas J. Armstrong, Robert A. Werner, and Sheryl S. Ulin. A Cross-Sectional Assessment of the ACGIH TLV for Hand Activity Level. *Journal of Occupational Rehabilitation*; (151): 57-67.

Benjamin W. Niebel. (1982). *Motion and Time Study*. 7th ed. Homewood, Ill.: R.D. Irwin.

Borg G. (1990). Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand J Work Environ Health* 16 suppl 1: 55-58.

Gail Nelson. (2007). *Ergonomic Analysis of the Coffee Handsorting Workstation*. University of the West Indies: Ergonomic Course.

Irmeli Pehkonena,_Esa-Pekka Takalaa, Ritva Ketolaa, Eira Viikari-Junturaa, Pavi Leino-Arjasa, Leila Hopsua, , et al. (2009). Evaluation of a Participatory Ergonomic Intervention Process in Kitchen Work. *Applied Ergonomics; 40*: 115–123.

Jane F Thomsen, Fred Gerr and Isam Atroshi. (2008). Carpal tunnel syndrome and the use of computer mouse and keyboard: A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders* 9: 134.

J F Thomsen, S Mikkelsen, J H Andersen, J H Andersen, N Fallentin, I P Loft, P Frost, et al. (2007). Risk factors for hand-wrist disorders in repetitive work. *Occup Environ Med* 64: 527–33.

Kilbom A, Armstrong T, Buckle P, Fine L, Hagberg M, Haring-Sweeney M, et al. (1996). Musculoskeletal Disorders: Work-related Risk Factors and Prevention. *Int J Occup Environ Health*; 2: 239-46.

Michael Spallek, Walter Kuhn, Stefanie Uibel, et al. (2010). Work-related musculoskeletal disorders in the automotive industry due to repetitive work-implications for rehabilitation. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* , 5: 6.

Peregrin Spielholz, Stephen Bao, Ninica Howard, Barbara Silverstein, Joyce Fan, Caroline Smith & Carolyn Salazar. (2008). Reliability and Validity Assessment of the Hand Activity Level Threshold Limit Value and Strain Index Using Expert Ratings of Mono-Task Jobs. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 5 (4): 250-257.

Phillip Drinkaus, Richard Sesek, and Donald S. Bloswick. (2005). Job Level Risk Assessment Using Task Level ACGIH Hand Activity Level TLV Scores: A Pilot Study. International *Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)*, Vol. 11, No. 3, 263–281.

Ralph M. Barnes. (1980). *Motion and Time Study: Design and Measurement of Work*. 7th ed. New York: John Wiley & Sons.

Sue Hignett1, John R. Wilson2 and Wendy Morris. (2005). Finding ergonomic solutions-Participatory approaches. *Occupational Medicine 55*:200–207.

Swenne G van den Heuvel, Stefan IJmker, Birgitte M Blatter, and Elsbeth M de Korte. Loss (2007). Productivity Due to Neck/Shoulder Symptoms and Hand/Arm Symptoms: Results from the PROMO-Study. *J Occup Rehabil 17*: 370-82.

William S. Marras and Waldemar Karwowski. (2006). *The Occupational Ergonomics Handbook: Fundamentals and Assessment Tools for Occupational Ergonomics* (2nd ed.). Boca Raton, FL: CRC/ Taylor&Francis.

ภาคผนวก

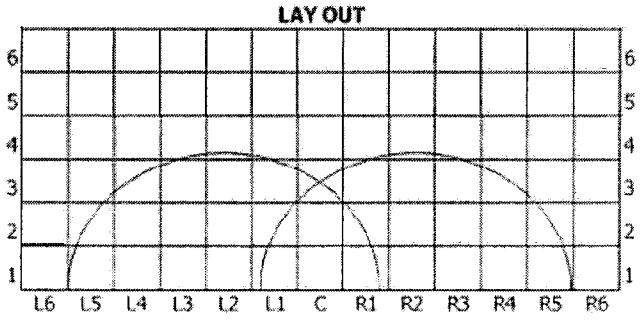
แผนภูมิการปฏิบัติงาน
RIGHT & LEFT HAND CHART

แผนภูมิหมายเลข .....
Page No. .....

LEGEND	SUMMARY	PRESENT		PROPOSED		DIFFERENCE	
ROW or LEVEL	PER PIECES	LH	RH	LH	RH	LH	RH
1st 2nd	○ OPERATION						
R6	⇨ TRANSPORTS						
R5	▽ HOLD						
R4	D DELAYS						
R3	TOTAL						
R2	DISTANCE						
R1							
C							
L1							
L2							
L3							
L4							
L5							
L6							

OPERATION
☐ PRESENT METHOD
☐ PROPOSED
CHART BY .....
DATE .....

LAY OUT



LEFT HAND			RIGHT HAND
	○ ⇨ ▽ D	1	○ ⇨ ▽ D
	○ ⇨ ▽ D	2	○ ⇨ ▽ D
	○ ⇨ ▽ D	3	○ ⇨ ▽ D
	○ ⇨ ▽ D	4	○ ⇨ ▽ D
	○ ⇨ ▽ D	5	○ ⇨ ▽ D
	○ ⇨ ▽ D	6	○ ⇨ ▽ D
	○ ⇨ ▽ D	7	○ ⇨ ▽ D
	○ ⇨ ▽ D	8	○ ⇨ ▽ D
	○ ⇨ ▽ D	9	○ ⇨ ▽ D
	○ ⇨ ▽ D	10	○ ⇨ ▽ D
	○ ⇨ ▽ D	11	○ ⇨ ▽ D
	○ ⇨ ▽ D	12	○ ⇨ ▽ D
	○ ⇨ ▽ D	13	○ ⇨ ▽ D
	○ ⇨ ▽ D	14	○ ⇨ ▽ D
	○ ⇨ ▽ D	15	○ ⇨ ▽ D
	○ ⇨ ▽ D	16	○ ⇨ ▽ D
	○ ⇨ ▽ D	17	○ ⇨ ▽ D
	○ ⇨ ▽ D	18	○ ⇨ ▽ D

แบบบันทึกสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของมือ

THERBLIG FORM

Page No. .....

OPERATION ☐ PRESENT METHOD ☐ PROPOSED CHART BY ..... DATE .....

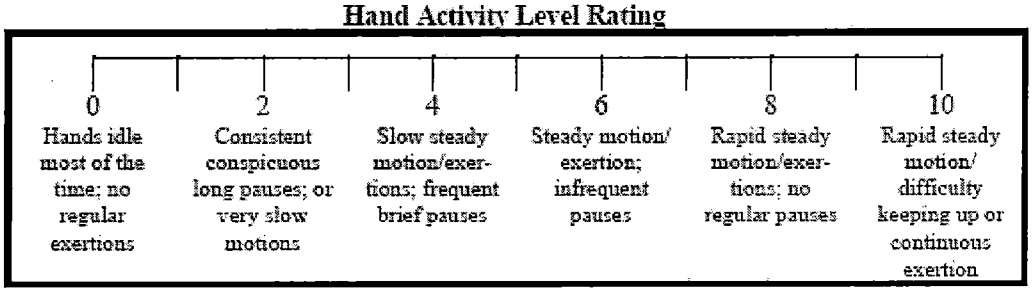
มือซ้าย	สัญลักษณ์		มือขวา

แบบบันทึกสัญลักษณ์การเคลื่อนที่กิจกรรมย่อยร่วม

ACGIH® TLV® for Hand Activity

Job	Analyst	Date
	Left	Right
Hand Activity Level (HAL) (See scale below)		
Normalized Peak Force (NPF) (See table below)		
Ratio = NPF / (10-HAL)		
Determine Result TLV = 0.78 AL = 0.56	≥ TLV ☐ AL to TLV ☐ < AL ☐	≥ TLV ☐ AL to TLV ☐ < AL ☐

Hand Activity Level Rating



Estimation of Normalized Peak Force for Hand Forces

%MVC	*Subjective Scale*		*Moore-Garg Observer Scale* (Alternative Method)	*NPF*
	Score	Verbal Anchor		
0	0	Nothing at all		0
5	0.5	Extremely Weak (Just Noticeable)	Barely Noticeable or Relaxed Effort	0.5
10	1	Very Weak		1
20	2	Weak (Light)	Noticeable or Definite Effort	2
30	3	Moderate		3
40	4		Obvious Effort, But Unchanged Facial Expression	4
50	5	Strong (Heavy)		5
60	6		Substantial Effort with Changed Facial Expression	6
70	7	Very Strong		7
80	8			8
90	9		Uses Shoulder or Truck for Force	9
100	10	Extremely Strong (almost maximum)		10

แบบประเมินความเสี่ยงของมือตามค่าแนะนำของ ACGIH