การปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กเพื่อลดความเสี่ยงบริเวณมือและข้อมือของคนงานในงานก่อสร้างแห่งหนึ่ง

IMPROVEMENT OF A REBAR TYING TOOL FOR REDUCING HAND AND WRIST RISKS OF WORKERS IN A CONSTRUCTION SITE

อชิรญาณ์ พัดพาน

มหาวิทยาลัยบูรพา

2561

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ อชิรญาณ์ พัดพาน ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา มีประดิษฐ์)

คณะกรรมสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.มนทกาน ไชยกุมาร)

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

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา มีประดิษฐ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิสากร กรุงไกรเพชร)

คณะสาธารณสุขศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี รอดจากภัย)
วันที่ 15 เดือน มกราคม พ.ศ. 2562

การปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กเพื่อลดความเสี่ยงบริเวณมือและข้อมือของคนงานในงานก่อสร้างแห่งหนึ่ง

อชิรญาณ์ พัดพาน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยบูรพา

IMPROVEMENT OF A REBAR TYING TOOL FOR REDUCING HAND AND WRIST RISKS OF WORKERS IN A CONSTRUCTION SITE

ACHIRAYA PADPAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER OF SCIENCE
IN OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY
FACULTY OF PUBLIC HEALTH
BURAPHA UNIVERSITY
2018

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

59920294: สาขาวิชา: อาชีวอนามัยและความปลอดภัย; วท.ม. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)
คำสำคัญ: งานที่ใช้มือในการทำงาน/ การผูกเหล็กในงานก่อสร้าง/ เครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก

อชิรญาณ์ พัดพาน : การปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กเพื่อลดความเสี่ยงบริเวณมือและข้อมือของคนงานในงานก่อสร้างแห่งหนึ่ง. (IMPROVEMENT OF A REBAR TYING TOOL FOR REDUCING HAND AND WRIST RISKS OF WORKERS IN A CONSTRUCTION SITE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข, ปร.ด., ปวีณา มีประดิษฐ์, Ph.D. ปี พ.ศ. 2561.

งานคอนกรีตเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการก่อสร้าง เช่น การก่อสร้างฐานราก สะพาน ถนน และลานบิน ล้วนใช้คอนกรีตเป็นวัสดุหลัก ในขั้นตอนกระบวนการทำคอนกรีตจะต้องทำการผูกเหล็กเพื่อเสริมความแข็งแรงของคอนกรีต ซึ่งการผูกเหล็กของคนงานจะพบความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากท่าทางการเคลื่อนไหวในการผูกเหล็กในลักษณะ การคว่ำมือและข้อมือ การเงยมือและข้อมือ การเบี่ยนเบนมือและข้อมือไปทางนิ้วหัวแม่มือหรือนิ้วก้อย และออกแรงในการบิดปลายลวด ให้เป็นเกลียวด้วยมือจากนั้นจะใช้คีมบิดลวดให้แน่นอีกครั้ง ซึ่งลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวอาจส่งผลกระทบและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของคนงานผูกเหล็ก และอาจก่อให้เกิดโรคจากการทำงาน

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษากลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว เพื่อวัดผลการลดความเสี่ยงบริเวณมือและข้อมือก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจำนวน 8 คน คุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้าที่กำหนด เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบประเมินการทำงานด้วยมือ ACGIH for HAL โดยประเมินกิจกรรมของมือที่ใช้ในการทำงานและแรงสูงสุดของมือที่ทำงานปกติ แบบประเมินความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้การทดสอบ Wilcoxon signed-rank test ในการเปรียบเทียบคะแนนความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH for HAL ก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กและเปรียบเทียบคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือข้างซ้ายและข้างขวา ก่อน-หลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก และสถิติ Descriptive statistics ในการพรรณนาในส่วนของความพึงพอใจหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก

ผลการศึกษาพบว่าการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กทำให้ท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือ มีความถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ โดยค่าคะแนนความเสี่ยงเฉลี่ย

ของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH for HAL ข้างซ้ายและข้างขวาน้อยกว่าก่อนการปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ค่าคะแนนเฉลี่ยความรุนแรงของความรู้สึกปวดบริเวณมือและข้อมือข้างซ้ายและข้างขวาน้อยกว่าก่อนการปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และคะแนนความพึงพอใจหลังการปรับปรุง อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

จากการศึกษาในครั้งนี้คนงานผูกเหล็กสามารถนำเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กที่ได้รับการปรับปรุงไปใช้งานตามโครงการก่อสร้างที่มีการผูกเหล็กในปริมาณที่มากแต่คนงานมีจำนวนจำกัดได้ เครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กนี้สามารถลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์บริเวณมือและข้อมือของคนงานก่อสร้างได้

59920294: MAJOR: OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY; M.Sc. (OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY)

KEYWORDS: REBAR TYING TOOL/ THE REBAR TYING IN CONSTRUCTION

ACHIRAYA PADPAN : IMPROVEMENT OF A REBAR TYING TOOL FOR REDUCING HAND AND WRIST RISKS OF WORKERS IN A CONSTRUCTION SITE. ADVISORY COMMITTEE: TANONGSAK YINGRATANASUK, Ph.D., PRAVENA MEEPRADIT, Ph.D. 2018.

Concrete is an important component of most construction such as building foundations, bridges, roads, and runways. Concrete strength is reinforced with iron bars, commonly known as “rebar”. Rebar tying is one of the most stressful tasks due to wrist flexion, extension, and ulnar and radial deviations. Fastening iron wires to the rebar involve high hand force that poses a health hazard to the workers.

This one group quasi-experimental study aimed to evaluate hand and wrist risks reduction after improving the rebar tying tool. Eight construction workers were recruited as the study subjects based on the inclusion criteria. Data collection instrument included the ACGIH for HAL checklist and the standardized Nordic Questionnaire. Descriptive statistics were used to measure workers satisfaction with the improved tying tool, and the Wilcoxon signed rank test was used to analyze the statistical difference of the data.

The results revealed that the tool improvement reduced hand and wrist risks of both hands at the 0.5 statistical significance. The workers had the highest level of satisfaction for the tool. The improved rebar tying tool also increases the produtivity of the task.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องความเมตตากรุณาของเหล่าคณาจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตน์สุข อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา มีประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.นิสากร กรุงไกรเพชร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.มนทกาน ไชยกุมาร ประธานสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศกะทึก ประธานหลักสูตรฯ ที่ได้สละเวลาอบรม สั่งสอน ให้คำปรึกษา คำแนะนำจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณท่านผู้บริหาร ผู้จัดการฝ่ายความปลอดภัยในการทำงานและพนักงานบริษัท Civil Engineering จำกัด ที่อนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าศึกษาวิจัย โดยผู้วิจัยได้รับการสนับสนุน ความร่วมมือการประสานงานเป็นอย่างดีตลอดช่วงระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบพระคุณท่านประธานบริหารบริษัท แมคทริค จำกัด (มหาชน) ท่านผู้บริหารและเจ้าของกิจการบริษัท ธาดารัตน์ จำกัด และ ผู้จัดการฝ่ายความปลอดภัยในการทำงาน สนามบินสุวรรณภูมิ เฟส 2 บริษัท สามประสิทธิ์ จำกัด ที่ให้ความเมตตากรุณา อนุเคราะห์สนับสนุนในการศึกษา รวมถึงเพื่อนพนักงานทุกคนที่คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ คอยให้กำลังใจในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณเจ้าของเอกสารงานวิจัย หนังสือ บทความ ของทุกท่านที่ได้นำมาอ้างอิงในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และพี่ ๆ นิสิตสาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยบูรพา และเพื่อนๆพี่ๆที่เคารพนับถือ คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีให้แก่ผู้วิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุเทพ พัดพาน คุณแม่สิริพร พัดพาน ที่ค่อยสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน เฝ้าดูแลอบรม สั่งสอน ให้มีความอดทน เพียรพยายาม รวมถึงผู้มีพระคุณ ญาติพี่น้องทุกท่าน ที่คอยเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณแด่บิดา มารดา และเหล่าคณาจารย์ ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และวางรากฐานการศึกษา ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

อชิรญาณ์ พัดพาน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

สมมติฐานของการวิจัย 5

กรอบแนวคิดในการวิจัย 6

ขอบเขตของการวิจัย 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

กระบวนการผูกเหล็ก 9

กายวิภาคของมือ (Hand anatomy) 12

หลักการออกแบบเครื่องมือ (Hand tools design) 18

การประเมินความเสี่ยงของงานที่ใช้บริเวณมือและข้อมือ 34

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 40

รูปแบบการวิจัย 40

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 40

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 41
การเก็บรวบรวมข้อมูล 45
การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง 51
การวิเคราะห์ข้อมูล 51
บทที่ 4 ผลการวิจัย 53
ส่วนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง 53
ส่วนที่ 2 ผลการประเมินความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH for HAL ก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก และวิเคราะห์เปรียบเทียบความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH for HAL ก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก 54
ส่วนที่ 3 ผลคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก และวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก 59
ส่วนที่ 4 ความพึงพอใจหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก 61
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 64
สรุปผลการวิจัย 64
อภิปรายผลการวิจัย 65
ข้อเสนอแนะ 70
บรรณานุกรม 72
ภาคผนวก 75
ภาคผนวก ก 76
ภาคผนวก ข 78
ประวัติย่อของผู้วิจัย 86

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ค่าพิสัยการเคลื่อนไหวของมือ (Range of motion) 15

ตารางที่ 2 องศาเบี่ยงเบนของข้อมือที่ออกจากท่าปกติในลักษณะต่าง ๆ 21

ตารางที่ 3 คะแนน HAL และลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ 35

ตารางที่ 4 ค่าแรงสูงสุดของมือที่ทำงานปกติ (Estimation of Normalized Peak Force Hand Forces) 37

ตารางที่ 5 ขั้นตอนการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัย 50

ตารางที่ 6 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง 54

ตารางที่ 7 ระดับความเสี่ยงในการใช้มือในการทำงานก่อนการปรับปรุง 56

ตารางที่ 8 ระดับความเสี่ยงในการใช้มือในการทำงานหลังการปรับปรุง 58

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH for HAL ก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก (n = 8) 58

ตารางที่ 10 ความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือข้างซ้ายและขวาก่อนการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก 60

ตารางที่ 11 ความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือข้างซ้ายและขวาหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก 60

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือข้างซ้ายและข้างขวา ก่อน-หลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก 61

ตารางที่ 13 ความพึงพอใจหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก 62

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 คีมผูกลวดที่ใช้เป็นมาตรฐานในภาวะปกติ 4
ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย....6
ภาพที่ 3 แผ่นกันตก (Parapet) หลังจากผูกลวดเสร็จ....11
ภาพที่ 4 แผ่นกันตก (Parapet) รอเทปูน....11
ภาพที่ 5 แผ่นกันตก (Parapet) พร้อมติดตั้ง....12
ภาพที่ 6 ระบบโครงกระดูกและกล้ามเนื้อของแขนและมือ....14
ภาพที่ 7 ลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือขณะกำลังผูกเหล็กโดย ใช้คีมผูกเหล็ก....17
ภาพที่ 8 ลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือขณะกำลังผูกเหล็กโดย ใช้คีมผูกเหล็ก....18
ภาพที่ 9 สว่านไขควงไร้สายแบบที่ 1....24
ภาพที่ 10 สว่านไขควงไร้สายแบบที่ 2....25
ภาพที่ 11 รายละเอียดส่วนประกอบสว่านไขควงไร้สายแบบที่ 2....26
ภาพที่ 12 สว่านไขควงไร้สายแบบที่ 3....27
ภาพที่ 13 ตะขอผูกเหล็กแบบที่ 1....29
ภาพที่ 14 ตะขอผูกเหล็กแบบที่ 2....29
ภาพที่ 15 ตะขอผูกเหล็กแบบที่ 3....30
ภาพที่ 16 ตะขอผูกเหล็กแบบที่ 4....30
ภาพที่ 17 ตะขอผูกเหล็กแบบที่ 5....30
ภาพที่ 18 สว่านไขควงไฟฟ้าไร้สาย....31
ภาพที่ 19 ลักษณะตะขอผูกเหล็ก....32
ภาพที่ 20 ลักษณะเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก (ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สาย)....33

ภาพที่ 21 หาผลร่วมกันของ HAL และ NPF 36

ภาพที่ 22 การประเมินความรุนแรงโดยการให้คะแนนโดยใช้ Visual Analogue Scale (VAS) 43

ภาพที่ 23 ลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือขณะกำลังผูกเหล็กโดยใช้เครื่องมือผูกเหล็กที่ได้รับการปรับปรุง.....46

ภาพที่ 24 ลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือขณะกำลังผูกเหล็กโดยใช้เครื่องมือผูกเหล็กที่ได้รับการปรับปรุง.....47

ภาพที่ 25 ลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือขณะกำลังผูกเหล็กโดยใช้เครื่องมือผูกเหล็กที่ได้รับการปรับปรุง.....48

ภาพที่ 26 ลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือขณะกำลังผูกเหล็กโดยใช้เครื่องมือผูกเหล็กที่ได้รับการปรับปรุง.....49

ภาพที่ 27 ผลร่วมกันของ HAL และ NPF แสดงระดับความเสี่ยงในการใช้มือข้างซ้ายในการทำงาน 55

ภาพที่ 28 ผลร่วมกันของ HAL และ NPF แสดงระดับความเสี่ยงในการใช้มือข้างขวาในการทำงาน 55

ภาพที่ 29 ผลร่วมกันของ HAL และ NPF แสดงระดับความเสี่ยงในการใช้มือข้างซ้ายในการทำงาน 57

ภาพที่ 30 ผลร่วมกันของ HAL และ NPF แสดงระดับความเสี่ยงในการใช้มือข้างขวาในการทำงาน 57

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คอนกรีตเป็นวัสดุที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการก่อสร้าง องค์ประกอบที่สำคัญของงานก่อสร้างส่วนใหญ่ เช่น การก่อสร้างฐานราก สะพาน ถนน และลานบิน ล้วนใช้คอนกรีตเป็นวัสดุหลัก การผูกเหล็กเสริมจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของคอนกรีต ซึ่งงานผูกเหล็กจัดเป็นงานที่มีความเครียดทางกายสูงที่สุดงานหนึ่งของการก่อสร้าง (Dababneh & Waters, 2000) ในการดำเนินงานก่อสร้างสะพานทางด่วน มีขั้นตอนของกระบวนการก่อสร้างประกอบด้วย งานฐานราก สะพาน งานโครงสร้างสะพานส่วนล่าง และงานโครงสร้างสะพานส่วนบน (กรมทางหลวงชนบท, 2552) ซึ่งจากกระบวนการดังกล่าว การผูกเหล็กแผ่นกันตก (Parapet) ถูกนำมาติดตั้งเข้ากับโครงสร้างสะพานส่วนบน (National Roads Authority, 2007) ซึ่งหากสะพานมีความยาว 1,000 เมตร ต้องผลิตแผ่นกันตก (Parapet) ถึง 1,000 แผ่น ในกรณีแผ่นกันตกมีความยาว 1 เมตร โดยลักษณะการผูกเหล็กนั้นจะต้องใช้มือในการทำงานเป็นหลัก โดยลักษณะการทำงานของกลุ่มคนงานผูกเหล็ก จะมีหน้าที่ผูกเหล็กในส่วนของแผ่นกันตก (Parapet) เพียงอย่างเดียว ซึ่งการผูกเหล็กจะใช้ลวดผูกเหล็กผูกแบบสาแหรกใช้มือผูกลวดไขว้สาแหรกยึดเหล็กไว้ แล้วบิดด้านปลายลวด พอเป็นเกลียวด้วยมือจากนั้นใช้คีมผูกลวด บิดลวดเป็นเกลียวให้แน่น โดยคนงานในส่วนการผูกเหล็กมีทั้งหมด 8 คน มีการทำงานเฉลี่ย 6 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลาในแต่ละวันทำงานเฉลี่ย 8-9 ชั่วโมง โดยมีระยะเวลาพักช่วง 12.00 น.-13.00 น. และ 17.00 น.-17.30 น. รวมระยะเวลาในการทำงานเฉลี่ยต่อสัปดาห์ต่อคนเป็นระยะเวลา 48-54 ชั่วโมง เนื่องจากการทำงานเป็นลักษณะงานเฉพาะกลุ่มจึงไม่มีการสลับหมุนเวียนการทำงาน

ข้อมูลการประเมินความเสี่ยงเบื้องต้นทางการยศาสตร์ของกลุ่มคนงานผูกเหล็กจะใช้บริเวณมือและข้อมือในการหมุนให้เกิดงาน สามารถประเมินได้โดยใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH® TLV® for hand activity (The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®) Threshold Limit Value® (TLV®) for Hand Activity (2001) ซึ่งคะแนนในส่วนระดับของกิจกรรมที่ใช้มือข้างซ้ายทำงาน (Hand Activity Level; HAL) เท่ากับ 6 เนื่องจากการผูกเหล็กมีลักษณะการเคลื่อนไหว การออกแรงคงที่เร็ว ๆ โดยปกติไม่มีการหยุด ส่วนระดับของกิจกรรมที่ใช้มือข้างขวาทำงาน (Hand Activity Level; HAL) เท่ากับ 8 เนื่องจากการผูกเหล็กมีลักษณะการเคลื่อนไหว การออกแรงคงที่ มีการหยุดบ้างแต่ไม่บ่อย ส่วน

ระดับของการออกแรงสูงสุดในขณะที่ใช้มือข้างซ้ายและข้างขวาทำงาน (Normalized Peak Force; NPF) มีค่าเท่ากับ 9 เนื่องจากมีการใช้ไหล่และลำตัวร่วมในการออกแรง เมื่อทำการหาผลร่วมของตัวแปรทั้งสองแล้ว ค่าคะแนนของมือทั้งสองข้างอยู่ในกรณีที่ 3 จุดตัดอยู่เหนือเส้น TLV แสดงให้เห็นว่างานผูกเหล็กด้วยคีมซึ่งเป็นเครื่องมือที่กลุ่มคนงานผูกเหล็กใช้กันเป็นอันตราย และจากการประเมินความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือของกลุ่มคนงานผูกเหล็กด้วย Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) เฉพาะมือและข้อมือ ประยุกต์ร่วมกับแบบสอบถามความรุนแรงของความเจ็บปวด คือ Visual Analogue Scale (VAS) พบว่า กลุ่มคนงานผูกเหล็กรู้สึกเจ็บ ปวด รู้สึกไม่สบายบริเวณมือและข้อมือทั้งสองข้าง ซึ่งจากการประเมินความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บ ปวด พบว่า บริเวณมือและข้อมือข้างซ้ายระดับความรุนแรงของความรู้สึกปวดเฉลี่ยอยู่ที่ 7 ซึ่งแปลผลแล้วกลุ่มคนงานผูกเหล็กมีความรุนแรงของความรู้สึกปวดมากบริเวณมือและข้อมือ ส่วนบริเวณมือและข้อมือข้างขวาระดับความรุนแรงของความรู้สึกปวดเฉลี่ยอยู่ที่ 8 ซึ่งแปลผลแล้วกลุ่มคนงานผูกเหล็กมีการปวดมากบริเวณมือและข้อมือ ในช่วง 7 วันและ 12 เดือนที่ผ่านมายังรู้สึกเจ็บปวด รู้สึกไม่สบายบริเวณมือและข้อมือ

ผลจากการศึกษาท่าทางการเคลื่อนไหวของมือและข้อมือในคนงานผูกเหล็กพบว่าท่าทางการเคลื่อนไหวของมือและข้อมือมีการงอขึ้น คว่ำลง บิดเอียงไปทางนิ้วหัวแม่มือและนิ้วก้อยจากท่าทางการเคลื่อนไหวปกติ ซึ่งโรเบิร์ตราและคณะ พบว่า ลักษณะการทำงานในกระบวนการประกอบเครื่องมือไฟฟ้า ทำให้มือเกิดการบิดและการออกแรงบิดกด (Roberta et al., 2006) เช่นเดียวกันกับการศึกษาของแอนพบว่า ผู้ประกอบการก่อสร้าง แรงงาน ที่มีการทำงานโดยใช้บริเวณมือและข้อมือในการออกแรงมาก (Ann et al., 2004) และฮาร์บ พบว่า คนงานในกระบวนการประกอบ มีความรู้สึกไม่สบายบริเวณกล้ามเนื้อมือและข้อมือ ซึ่งลักษณะการทำงานที่ออกแรงมากมีการกดและกำมือ (Harb et al., 2009) ซึ่งในการทำงานผูกเหล็กนี้มีลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวของมือและข้อมือของคนงานผูกเหล็กการงอขึ้น คว่ำลง บิดเอียงไปทางนิ้วหัวแม่มือและนิ้วก้อย และมีการออกแรงมากในการทำงาน โดยลักษณะดังกล่าวเกิดจากการใช้เครื่องมือที่ถูกออกแบบเพื่อนำมาใช้งาน ภาระงานที่หนัก ท่าทางการถือและควบคุมเครื่องมือ และตำแหน่งของเครื่องมือที่มีความสัมพันธ์ในการใช้งาน ส่วนใหญ่เครื่องมือที่นำมาใช้งานมีผลทำให้ท่าทางไม่เหมาะสมและการที่เครื่องมือบางอย่างไม่ได้ถูกออกแบบตามหลักการยศาสตร์ สามารถทำให้เกิดโรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างของมือและข้อมือ ดังนั้นการออกแบบต้องทำให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์และเหมาะสมกับการทำงานนั้นด้วย เพราะฉะนั้นหากมีการปรับปรุงการทำงานเพื่อให้มือและข้อมือมีมุมและองศาในการเคลื่อนไหวลดลง จะทำให้ผลกระทบต่อระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ โรคจากการทำงานลดลง ความเสี่ยง ความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดลดลง

ซึ่งในการทำงานของกลุ่มคนงานผูกเหล็ก จะใช้คีมเป็นเครื่องมือในผูกลวด โดยลักษณะการทำงานผูกเหล็ก ผูกแบบสาแหรกใช้มือผูกลวดไขว้สาแหรกยึดเหล็กไว้แล้วบิดด้านปลายลวดพอเป็นเกลียวด้วยมือจากนั้นใช้คีมผูกลวด บิดลวดเป็นเกลียวให้แน่น ซึ่งคีมผูกเหล็ก ดังภาพที่ 1 เป็นเครื่องมือที่กลุ่มคนงานผูกเหล็กนิยมใช้งานเป็นจำนวนมาก ใช้งานมาเป็นระยะเวลานาน มีความแข็งแรงคงทนต่อการใช้งาน แต่ไม่เหมาะสมกับการใช้ผูกเหล็ก เนื่องจากคีมที่ใช้ทำให้เกิดท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือมีการงอขึ้น คว่ำลง บิดเอียงไปทางนิ้วหัวแม่มือและนิ้วก้อยจากท่าทางการเคลื่อนไหวปกติ และด้ามจับที่เล็กไม่รองรับฝ่ามือทำให้ไม่เกิดการกระจายแรงกดของ ฝ่ามือจากด้านจับจึงเกิดการกดทับ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบเครื่องมือเพื่อช่วยลดความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ โดยใช้หลักการออกแบบ 6 หลักการของ Sanders and McCormick (Sanders & McCormick, 1992) เป็นหลักการออกแบบเครื่องมือ โดยหลักข้อที่ 1 ท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือในการจับเครื่องมือจะต้องไม่อยู่ในลักษณะบิดเอียงมือและข้อมือไปทางนิ้วหัวแม่มือ พยายามรักษาท่าทางการเคลื่อนไหวของมือและข้อมือให้อยู่ในลักษณะเหยียดตรงมากที่สุด ลดท่าทางการเคลื่อนไหวที่อยู่ในท่าทางการงอขึ้น คว่ำลง บิดเอียงมือและข้อมือไปทางนิ้วหัวแม่มือและนิ้วก้อย หลักข้อที่ 2 การใช้มือ นิ้ว ไม่ควรใช้ส่วนใดส่วนหนึ่งมากเกินไป หลีกเลี่ยงการใช้นิ้วกดส่วนใดส่วนหนึ่งเป็นเวลานาน ๆ และการหยิบจับหรือถือควรอยู่ในท่าทางที่เป็นธรรมชาติ หลักข้อที่ 3 ด้ามจับ ผิวด้ามจับควรมีความกระชับลักษณะที่ไม่ลื่น ด้ามจับควรมีขนาดพอดีไม่เล็กและใหญ่จนเกินไป หลักข้อที่ 4 ความปลอดภัยของเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ออกแบบ ไม่มีส่วนที่จะก่อให้เกิดการหนีบ บีบ หรือมุมแหลมทำให้เกิดการทิ่ม แทง น้ำหนักพอดีไม่เบาหรือหนักจนเกินไป หลักข้อที่ 5 ผู้ใช้งานจะต้องคำนึงถึงความถนัดซ้ายและขวาของผู้ใช้งาน และหลักข้อที่ 6 การออกแบบเครื่องมือต้องคำนึกถึงแรงสั่นสะเทือน ซึ่งควรเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่สามารถทนต่อแรงสั่นสะเทือน หรือเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่มีแรงสั่นสะเทือนต่ำ

จากการศึกษางานวิจัยพบว่า พนักงานต่อสายไฟใช้คีมที่ทำให้ข้อมืออยู่ในท่าที่เบี่ยงเบน มีการออกแบบคีมที่มีลักษณะโค้งงอทำให้เกิดปัญหา น้อยลงกว่าร้อยละ 10 (Alan, 2006) ซึ่งคีมที่มีลักษณะตรงทำให้เกิดปัญหาเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 60 ส่วนหนึ่งจะมาจากลักษณะการทำงาน ท่าทางการทำงาน ท่าทางการเคลื่อนไหว การบิด การหมุน การออกแบบคีมที่มี การออกแบบด้ามจับให้งอลงเพื่อช่วยลดการงอของข้อมือในขณะที่ใช้คีมบิดหมุนชิ้นงาน (Lewis et al., 1993) ในส่วนของการวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กจากเดิมที่ใช้คีมเป็นการใช้สว่านไขควงไร้สายร่วมกับตะขอผูกเหล็ก โดยมีราคาประมาณอันละ 700-800 บาท ซึ่งคาดว่าน่าจะสามารถลดความเสี่ยงของท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือที่มีลักษณะการเคลื่อนไหว งอขึ้น คว่ำลง บิดเอียงมือและข้อมือไปทางนิ้วหัวแม่มือและนิ้วก้อย ให้มือและข้อมือมีลักษณะท่าทาง

การเคลื่อนไหวเหยียดตรงไม่งอ ในส่วนของปุ่มกดเพื่อให้สว่านไขควงไร้สายหมุนจะใช้นิ้วหัวแม่มือในการกดเพื่อให้หมุน ลักษณะของสว่านไขควงไร้สายเลือกที่มีพื้นผิวสัมผัสสำหรับบริเวณฝ่ามือให้กว้างเหมาะสำหรับฝ่ามือเพื่อกระจายแรงกด สว่านไขควงไร้สายมีน้ำหนักรวมไม่มากเกินไป เหมาะสำหรับกลุ่มคนงานผูกเหล็กที่ถนัดทั้งซ้ายและขวา แรงสั่นสะเทือนขณะที่สว่านไขควงไร้สายทำงานอยู่ในช่วงที่ต่ำไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ โดยเข้ากับหลักการออกแบบข้อที่ 1 ถึง 6 ของ Sanders and McCormick (Sanders & McCormick, 1992) ส่วนตะขอผูกเหล็ก ผู้วิจัยมีแนวทางการออกแบบคือ ตะขอผูกเหล็กจะไม่อยู่ในลักษณะที่ทำให้มือและข้อมือโค้งงอขณะทำงาน ส่วนปลายของตะขอผูกเหล็กงอเข้าหามือแทนการที่มือและข้อมือจะงอเข้าหาส่วนปลายของตะขอผูกเหล็กจะใช้มุมงอ ประมาณ 10-20 องศา เพื่อให้ส่วนของตะขอเกี่ยวลวดผูกเหล็กในการหมุนลวดเป็นเกลียว โดยไม่ต้องบิดเอียงบริเวณมือและข้อมือ และส่วนด้ามของตะขอจะงอเข้าประมาณ 10-20 องศา เพื่อช่วยไม่ให้มือและข้อมือเกิดการบิด เอียง หรืองอซึ่งเข้ากับหลักการออกแบบข้อที่ 1, 4 และ 5 ของ Sanders and McCormick (Sanders & McCormick, 1992)

ภาพที่ 1 คีมผูกลวดที่ใช้เป็นมาตรฐานในภาวะปกติ

จากการทบทวนวรรณกรรมผู้วิจัยได้เห็นถึงความเสี่ยงของกลุ่มคนงานผูกเหล็กที่เกิดจากท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก และการใช้เครื่องมือในการทำงานที่ไม่เหมาะสมในการผูกเหล็ก โดยมีความเสี่ยงบริเวณมือและข้อมือ ผู้วิจัยเห็นว่าการนำเครื่องมือที่เหมาะสมกับการทำงานมาใช้ตามหลักการออกแบบที่ผู้วิจัยได้กล่าวไว้ข้างต้นนั้น ทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพ ได้ประสิทธิผล คนงานทำงานเท่าเดิมแต่สามารถเพิ่มงาน เพิ่มผลผลิตได้ตามเป้าหมาย ทั้งผู้รับเหมาและผู้ว่าจ้าง เนื่องจากสามารถทำงานให้เป็นไปตามแผนงานที่วางไว้ หรืองานเสร็จก่อนกำหนดทำให้ผู้ประกอบกิจการไม่สิ้นเปลืองรายจ่าย ส่วนสำคัญกลุ่มคนงานผูกเหล็ก

และคนงานใกล้เคียงต้องได้รับความปลอดภัยจากการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กคนงานมีความปลอดภัยในการทำงาน มีคุณภาพชีวิตในการทำงานที่ดีขึ้น ลดการเปลี่ยนหน้าที่การทำงานหรือการลาออกจากงาน และยังสามารถลดความเสี่ยง ลดความรุนแรงของความเจ็บปวดให้กับคนงานกลุ่มนี้ด้วย

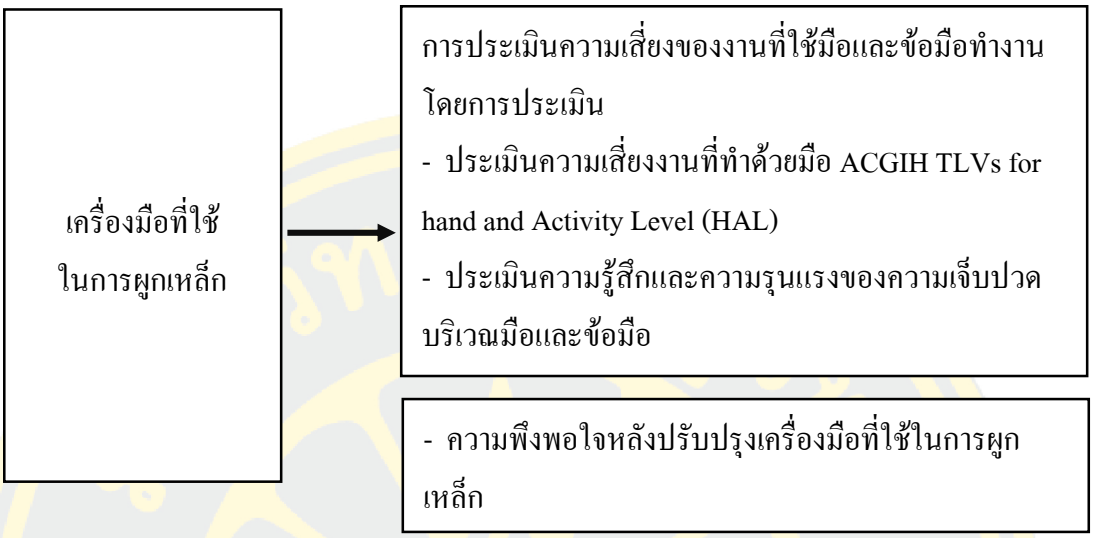
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของมือและข้อมือของคนงานผูกเหล็กก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือผูกเหล็ก
2. เพื่อปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กจากเดิมที่ใช้คีมเป็นการใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สาย
3. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของมือและข้อมือของคนงาน ผูกเหล็ก ก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือผูกเหล็ก
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของคนงานผูกเหล็กหลังการปรับปรุงเครื่องมือผูกเหล็ก

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของมือและข้อมือหลังการปรับปรุงเครื่องมือผูกเหล็กมีค่าลดลง
2. กลุ่มคนงานผูกเหล็กมีความพึงพอใจในระดับมากหลังการปรับปรุงเครื่องมือ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาในกลุ่มคนงานผูกเหล็ก ที่ทำงานผูกเหล็กเพียงอย่างเดียว ไม่มีประวัติการบาดเจ็บบริเวณมือและข้อมือ ไม่มีประวัติการประสบอันตรายที่เกี่ยวข้องบริเวณมือและข้อมือทั้งในงานและนอกงาน โดยการวินิจฉัยของแพทย์ ที่จะส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บระหว่างทำการศึกษาวิจัย ทำการศึกษาวิจัยโดยการประเมินความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH TLVs for hand and Activity Level (HAL) ประเมินความรู้สึกและความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวด Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) & Visual Analogue Scale (VAS) จากการผูกเหล็กของกลุ่มคนงานผูกเหล็กก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก เปรียบเทียบผลการศึกษาก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กและประเมินความพึงพอใจหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก การศึกษาวิจัยดังกล่าวใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสิ้น 2 เดือน ตั้งแต่กันยายน 2561 ถึงเดือนตุลาคม 2561

นิยามศัพท์เฉพาะ

กลุ่มคนงานผูกเหล็ก หมายถึง คนงานที่ทำงานผูกเหล็ก ที่มีหน้าที่และทำงานผูกเหล็กเพียงอย่างเดียว โดยทำการผูกเหล็กในส่วนงานแผ่นราวกันตก (Parapet)

การปรับปรุงเครื่องมือ หมายถึง การเปลี่ยนเครื่องมือผูกเหล็กจากเดิมที่ใช้คีมเป็นการใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สาย

1. สว่านไขควงไร้สาย หมายถึง เครื่องมือที่ใช้สำหรับหมุนตะขอผูกเหล็ก เพื่อให้ตะขอผูกเหล็กไปหมุนลวดผูกเหล็ก น้ำหนัก 0.35 กิโลกรัมสามารถใช้งานได้ทั้งผู้ที่ถนัดด้านซ้ายและด้านขวา และ ค่าแรงสั่นสะเทือนของสว่านไขควงไร้สาย ซึ่งไม่เป็นอันตรายของผู้ใช้งาน ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ Ni-cd battery cartridge แรงดันไฟแบตเตอรี่ 4.8 โวลต์ ความเร็วรอบขณะเดินเครื่องเปล่า 220 รอบ/นาที ค่าแรงสั่นสะเทือน 0.75 m/s^2 (MillTec, 2561)

2. ตะขอผูกเหล็ก หมายถึง ตะขอผูกเหล็กที่ส่วนกลางของตะขอผูกเหล็กมีลักษณะเอียงทำมุม 20 องศา เนื่องจากสามารถทำให้ส่วนหัวของตะขอเกี่ยวกับลวดผูกเหล็กได้ โดยไม่ต้องงอเอียงบริเวณมือและข้อมือ ส่วนของตะขอจะงอทำมุม 90 องศา เพื่อไว้สำหรับเกี่ยวลวด ส่วนหัวของตะขอต้องมีลักษณะเรียว ปลายแหลมมน เพื่อให้ไม่ให้เกิดการทิ่ม แทง และสามารถจะเกี่ยวลวดเพื่อนำมามัดเหล็ก

การประเมินความเสี่ยงของงานที่ใช้มือทำงาน หมายถึง ค่าคะแนนที่ได้จากการประเมินทางการยศาสตร์โดยใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยง ACGIH® TLV® for Hand Activity Level ประกอบด้วย

1. คะแนนการทำงานของมือ คือ การใช้ความถี่ของการออกแรงของมือและรอบการทำงาน (เวลาในการทำงานและการหยุดพัก) ที่ได้จากการสังเกตการทำงานและนำมาเทียบกับมาตรวัดการให้คะแนน HAL โดยการสังเกตมีค่าตั้งแต่ 0-10 แยกมือข้างซ้ายและขวาในการสังเกต

2. คะแนนของแรงที่ใช้มือทำงาน โดยสังเกตจากการออกแรงที่เกิดขึ้นในรอบของการทำงานปกติ เรียกว่า ค่าแรงสูงสุดที่ทำงานปกติ (Normalized Peak Force; NPF) โดยช่วงคะแนนอยู่ที่ 0 ถึง 10 เป็นคะแนนเฉลี่ยความแข็งแรงของแต่ละคนที่ทำงานในท่าเดียวกันแยกมือข้างซ้ายและขวาในการสังเกต

3. ผลร่วมกันของ HAL และ NPF โดยแนวระนาบเป็นคะแนน การทำงานของมือ (HAL) และแนวดิ่งเป็นคะแนนการออกแรงสูงสุดของการออกแรง (NPF) แยกมือข้างซ้ายและขวาในการแปลผล ซึ่งการแปลผลค่าระดับความเสี่ยงของมือมี 3 กรณี คือ กรณีที่ 1 จุดตัดอยู่ต่ำกว่าเส้น Action Limit งานนั้นปลอดภัย กรณีที่ 2 จุดตัดอยู่ระหว่างเส้น Action Limit และเส้น TLV งานนั้นมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ และกรณีที่ 3 จุดตัดอยู่เหนือเส้น TLV งานนั้นเป็นอันตราย/มีความเสี่ยงต้องมีการปรับปรุง

การประเมินความรู้สึกปวด Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) หมายถึง ค่าคะแนนความรู้สึกปวดตั้งแต่เริ่ม มีความผิดปกติภายใน 12 เดือน หรือ 7 วันที่ผ่านมา

(Kuorinka et al., 1987) ซึ่งประยุกต์ใช้เพียง 1 ส่วนคือ มือและข้อมือในการประเมิน Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) ใช้ร่วมกับแบบประเมินความรุนแรงความรู้สึกปวด คือ Visual Analogue Scale (VAS) ซึ่งแบ่งเป็น 10 คะแนน ตั้งแต่ 0 คือ ไม่มีอาการปวด จนถึง 10 คือ ปวดมากที่สุด ดังนี้ ซึ่งการแปลผลอาการผิดปกติออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ ไม่มีอาการ มีอาการน้อย มีอาการปานกลาง มีอาการมาก และมีอาการรุนแรง (Wewers & Lowe, 1990)

ความพึงพอใจ หมายถึง ผลของความพึงพอใจ เช่น เมื่อใช้แล้วไม่รู้สึกรำคาญ ไม่ส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติตัวในการปฏิบัติงานของกลุ่มคนงานผูกเหล็กที่ใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สาย ซึ่งวัดจากแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยจะประยุกต์แบบสอบถาม ประภัสสร ธรรมพิทักษ์ (2561) การแปลผลแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ ระดับมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลของการใช้งานตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สาย เพื่อลดความเสี่ยงบริเวณมือและข้อมือของกลุ่มคนงานผูกเหล็ก งานจ้างก่อสร้างงานระบบสาธารณูปโภคของโครงการก่อสร้างแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยโดยมีหัวข้อการทบทวนวรรณกรรม ดังนี้

1. กระบวนการผูกเหล็ก
2. กายวิภาคของมือ (Hand anatomy) และการวิเคราะห์ท่าทางของข้อมือ
3. หลักการออกแบบเครื่องมือ (Hand tools design)
4. การประเมินความเสี่ยงบริเวณมือและข้อมือ

กระบวนการผูกเหล็ก

การผูกเหล็กเป็นกระบวนการหนึ่งในการก่อสร้างอาคาร ซึ่งอยู่ในงานฐานรากอาคารและงานโครงสร้างอาคาร กระบวนการและขั้นตอนในการผูกเหล็กมีดังนี้

1. การผูกเหล็กงานฐานรากอาคาร เหล็กฐานราก มีส่วนประกอบของเหล็กเสริม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1.1 การผูกเหล็กตะแกรงฐานราก การผูกเหล็กตะแกรงจะใช้ลวดผูกเหล็กผูกแบบสาแหรกใช้มือผูกลวดไขว้สาแหรกยึดเหล็กไว้ แล้วบิดด้านปลายลวด พอเป็นเกลียวด้วยมือจากนั้นใช้คีมผูกลวด บิดลวดเป็นเกลียวให้แน่น ซึ่งมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1.1.1 ใช้ไม้แปที่ยาวกว่าเหล็กตะแกรงเล็กน้อยจำนวน 2 ท่อน มาวางตั้งให้มีระยะห่างของท่อนไม้แปพอประมาณ

1.1.2 นำเหล็กตะแกรงด้านความกว้าง และด้านความยาวมาอย่างละ 2 ท่อน วางบนไม้แปโดยให้ด้านที่งอขอคว่ำลง ใช้ลวดผูกเหล็กผูกเหล็กให้รอบทั้งสี่มุมให้แน่น

1.1.3 นำเหล็กตะแกรงที่เหลือ ด้านกว้างและด้านยาว มาเรียงให้มีระยะห่างของเหล็กตะแกรงเฉลี่ยเท่า ๆ กัน ผูกเหล็กโดยใช้ลวดผูกเหล็กให้ครบทุกรอยตัดของเหล็ก

1.2 การผูกเหล็กแกนเสาตอม่อ มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1.2.1 จากแบบหล่อฐานราก หาศูนย์กลางเสาตอม่อ และหาศูนย์กลาง ฐานรากแล้วผูกเหล็กตะแกรงไว้กับแบบฐานราก

1.2.2 นำเหล็กแกนเสาตอม่อ มาวางติดตั้งบนเหล็กตะแกรงฐานราก จัดตำแหน่งเหล็กเสาตอม่อให้ตรงกับศูนย์กลางเสาตอม่อหรือศูนย์กลางเสาในแบบฐานราก

1.2.3 ใช้ลวดผูกเหล็กผูกยึดเหล็กตะแกรงกับเหล็กเสาตอม่อให้แน่นครบทุกจุดตัด

2. การผูกเหล็กโครงสร้างอาคาร เหล็กเสริม มีส่วนประกอบของงานเหล็กเสริมแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ การผูกเหล็กเสา การผูกเหล็กคาน และการผูกเหล็กพื้น คือ

2.1 การผูกเหล็กเสา เหล็กเสริมเสามีลักษณะยาว มีน้ำหนักตามขนาดของเหล็กจึงจำเป็นต้องประกอบนั่งร้าน เพื่อรองรับเหล็กแกน นำเหล็กแกนที่ดัดงอปลายแล้วมาวางบนนั่งร้าน 2 เส้น แล้วนำเหล็กปลอกมาผูกที่ตีนเสาเป็นปลอกแรก วัดระยะตามที่กำหนดแล้วทำการผูกเหล็กปลอกเข้ากับเสาแกนจนกว่าจะได้ตามที่ต้องการ กลับด้านแล้วสอดเหล็กแกนที่เหลืออีก 2 เส้นแล้วผูกเหล็กจนครบทุกปลอก

2.2 การผูกเหล็กคาน เหล็กคานมีลักษณะยาว มีน้ำหนักตามขนาดของเหล็ก การประกอบเหล็กคาน จึงต้องประกอบเหล็กเสริมคานในที่ที่เป็นการทำงาน ซึ่งเป็นการทำงานบนที่สูงการวางเหล็กแกนและสอดเหล็กปลอกเข้าด้วยกัน นำเหล็กแกนวางตามแนวคาน สอดเหล็กปลอกเข้ากับเหล็กแกนตามจำนวนที่คำนานไว้ เริ่มผูกเหล็กปลอกกับเหล็กแกนบนตามระยะที่กำหนด และจัดเหล็กปลอกให้ได้ดิ่งผูกเหล็กแกนล่างกับเหล็กคอม้า จนครบทุกจุดให้แน่น

2.3 การผูกเหล็กพื้น ทำการผูกเหล็กในส่วนของพื้น ซึ่งเป็นลักษณะตะแกรงโดยการวางเหล็กจะวางแนวกว้างลงบนไม้แบบที่ประกอบไว้แล้วนำเหล็กวางในแนวยาว ได้ลักษณะเป็นตะแกรงทำการผูกเหล็กทุกจุดที่เป็นจุดตัด วางเหล็กเสริมตะแกรงเส้นเว้นเส้นสลับกับเหล็กคอม้าตามตามแบบกำหนด ทำการผูกเหล็กให้แน่น แล้วทำการวางเหล็กลงบนเหล็กเสริมตะแกรงและคอม้าที่ประกอบไว้ พร้อมกับวางเหล็กเสริมพิเศษลงบนเหล็กตะแกรงเส้นเว้นเส้นเหมือนกันผูกเหล็กเสริมให้แน่นทุกจุด

ภาพที่ 3 แผ่นกันตก (Parapet) หลังจากผูกลวดเสร็จ

ที่มา: โครงการก่อสร้างแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา

หมายเหตุ ได้รับอนุญาตจากโครงการก่อสร้างให้นำเสนอภาพการปฏิบัติงานโดยผู้จัดการโครงการ

ภาพที่ 4 แผ่นกันตก (Parapet) รอเทปูน

ที่มา: โครงการก่อสร้างแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา

หมายเหตุ ได้รับอนุญาตจากโครงการก่อสร้างให้นำเสนอภาพการปฏิบัติงานโดยผู้จัดการโครงการ

ภาพที่ 5 แผ่นกันตก (Parapet) พร้อมติดตั้ง

ที่มา: โครงการก่อสร้างแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา

หมายเหตุ ได้รับอนุญาตจากโครงการก่อสร้างให้นำเสนอภาพการปฏิบัติงานโดยผู้จัดการโครงการ

กายวิภาคของมือ (Hand anatomy)

1. กระดูกมือ (Hand Bone) ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ (ดรุณวรรณ สุขสม, 2552) ดังนี้

1.1 กระดูกนิ้วมือ เป็นกระดูกยาว (Long bone) มีข้างละ 14 ชิ้น สำหรับกระดูกหัวแม่มือจะมีจำนวน 2 ชิ้น เรียกว่า Proximal และ Distal phalanx ส่วนนิ้วอื่น มีกระดูกนิ้วมือนิ้วละ 3 ชิ้น เรียกว่า Proximal middle และ Distal phalanx

1.2 กระดูกฝ่ามือ เป็นกระดูกยาว (Long bone) มีอยู่ข้างละ 5 ชิ้น

1.3 กระดูกข้อมือ เป็นกระดูกสั้น (Short bone) มีอยู่ข้างละ 8 ชิ้น เรียงเป็น 2 แถว แถวละ 4 ชิ้น

กระดูกต่าง ๆ ของข้อมือนั้นจะเชื่อมกับกระดูกแขนท่อนล่าง 2 ชิ้นคือ กระดูกเรเดียส (Radius) และกระดูกอัลนา (Ulna) โดยที่กระดูกข้อมือฝั่งทางด้านหัวแม่มือนั้นจะเชื่อมต่อกับกระดูกเรเดียส ส่วนกระดูกข้อมือฝั่งทางด้านนิ้วก้อยนั้นจะเชื่อมต่อกับกระดูกอัลนา

2. กล้ามเนื้อมือ (Hand muscles) กล้ามเนื้อมือแบ่งออกเป็น

2.1 กล้ามเนื้อเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวข้อมือ มีอยู่ 3 มัดคือ

2.1.1 กล้ามเนื้อ Flexor carpi ulnaris จุดเกาะต้น (Origin) อยู่ที่กลางเอพิคอนไดล์ของกระดูกต้นแขนและขอบด้านหลังตอนบนของกระดูกอัลนา มีจุดเกาะปลาย (Insertion) อยู่ที่กระดูกพิซิฟอร์ม (Pisifom) กระดูกแฮเมต (Hamate) และกระดูกฝ่ามือชิ้นที่ 5 โดยกลางเนื้อนี้จะทำหน้าที่งอมือและช่วยหุบมือ

2.1.2 กล้ามเนื้อ Extensor carpi radialis มีจุดเกาะต้นอยู่ที่ปลายล่างด้านข้างของกระดูกต้นแขน จุดเกาะปลายอยู่ที่ด้านหลังของกระดูกฝ่ามือชิ้นที่ 2 สำหรับกล้ามเนื้อนี้จะทำหน้าที่เหยียดมือและช่วยกลางมือออก

2.1.3 กล้ามเนื้อ Extensor carpi ulnaris มีจุดเกาะต้นอยู่ที่ข้างเอพิคอนไดล์ของกระดูกต้นแขนและขอบด้านหลังตอนบนของกระดูกอัลนา จุดเกาะปลายอยู่ที่กระดูกฝ่ามือชิ้นที่ 5 โดยกล้ามเนื้อมัดนี้ทำหน้าที่เหยียดมือและหุบมือ

2.2 กล้ามเนื้อที่ใช้เคลื่อนไหวนิ้วหัวแม่มือ มีทั้งหมด 4 มัดคือ

2.2.1 กล้ามเนื้อ Flexor policis longus มีจุดเกาะต้นอยู่ที่ผิวนอกของกระดูกเรเดียส มีจุดเกาะปลายอยู่ที่ฐานของกระดูกข้อสุดท้ายของหัวแม่มือ กล้ามเนื้อนี้ทำหน้าที่งอนิ้วหัวแม่มือ

2.2.2 กล้ามเนื้อ Extensor policis longus มีจุดเกาะต้นอยู่ที่ผิวนอกด้านข้างของกระดูกอัลนา จุดเกาะปลายอยู่ที่ฐานของกระดูกข้อสุดท้ายของหัวแม่มือ กล้ามเนื้อนี้จะทำหน้าที่เหยียดนิ้วหัวแม่มือ

2.2.3 กล้ามเนื้อ Abductor policis longus มีจุดเกาะต้นอยู่ที่ผิวข้างของ กระดูกอัลนา จุดเกาะปลายอยู่ที่ฐานด้านข้างของกระดูกฝ่ามือชิ้นแรก กล้ามเนื้อนี้จะทำหน้าที่กางนิ้วหัวแม่มือ

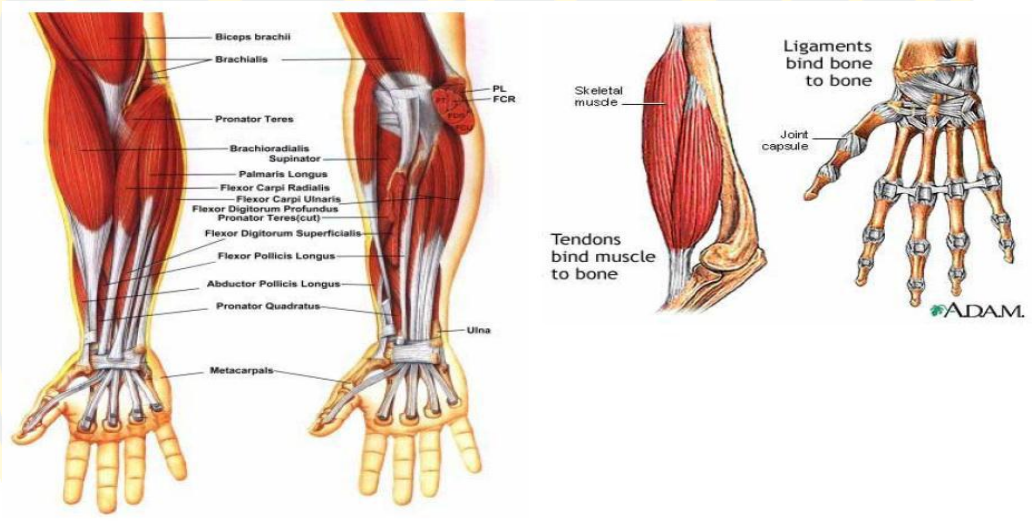
2.2.4 กล้ามเนื้อ Adductor pollicis oblique มีจุดเกาะต้นอยู่ที่ผิวนอกของกระดูกฝ่ามือชิ้นที่สาม มีจุดเกาะปลายอยู่ที่ฐานด้านข้างของกระดูกนิ้วหัวแม่มือชิ้นแรก ทำหน้าที่หุบนิ้วหัวแม่มือ

2.3 กล้ามเนื้อที่ใช้เคลื่อนไหวนิ้วมือทั้งสี่ มีอยู่ทั้งหมด 2 มัดคือ

2.3.1 กล้ามเนื้อ Flexor digitorum profundus มีจุดเกาะต้นอยู่ที่ผิวนอกตอนบนของกระดูกอัลนาร์ มีจุดเกาะปลายอยู่ที่ฐานของข้อนิ้วสุดท้าย (Distal phalanx) ของนิ้วมือทั้งสี่ กล้ามเนื้อนี้จะทำหน้าที่งอนิ้ว

2.3.2 กล้ามเนื้อ Extensor digitomm communis มีจุดเกาะต้นอยู่ที่ข้างเอพิคอนไตล์ของกระดูกต้นแขน มีจุดเกาะปลายอยู่ที่กระดูกนิ้วมือข้อที่ 2 และ 3 โดยกล้ามเนื้อนี้ทำหน้าที่เหยียดนิ้ว

กล้ามเนื้อที่ใช้เคลื่อนไหวนิ้วมือเหล่านี้จะถูกต่อเชื่อมไปยังนิ้วต่าง ๆ โดยเอ็นกล้ามเนื้อซึ่งลอดผ่านช่องโพรงของข้อมือที่มีชื่อเรียกว่า อุโมงค์คาร์ปัล (Carpal tunnel or flexor retinaculum) ซึ่งอุโมงค์นี้เกิดจากการประกบกันระหว่างกระดูกข้อมือชิ้นที่อยู่ด้านหลังมือกับทรานส์เวิร์สคาร์ปัลลิ-กาเมนต์ (Transverse carpal ligament) ซึ่งนอกจากเอ็นกล้ามเนื้อที่ลอดผ่านอุโมงค์คาร์ปัลนี้แล้วยังมีเส้นเลือดแดงเรเดียล อาร์เตอร์รี (Radial artery) และเส้นประสาทอัลนาร์ (Ulnar nerve) จะทอดตัดพาดผ่านด้านบนของทรานส์เวิร์สคาร์ปัลลิกาเมนต์ด้วย



ภาพที่ 6 ระบบโครงกระดูกและกล้ามเนื้อของแขนและมือ
ที่มา: นริศ เจริญพร (2550)

3. ข้อต่อข้อมือ

ข้อต่อของข้อมือมีชื่อเรียกว่า ข้อต่อเรดิโอ-คทร์ปัล (Radio carpal joint) นั้นเป็นข้อต่อรูปไข่ (Ellipsoidal joint) ที่มีปลายกระดูกเรเดียสเป็นแอ่งเว้าต่อเข้ากับกระดูกมือที่เป็นรูปไข่ ข้อต่อนี้เคลื่อนไหวได้รอบแกนเพียง 2 แกน ซึ่งการเคลื่อนไหวทั้ง 2 แกนนี้จะทำมุมตั้งฉากซึ่งกันและกัน ก็คือ การงอหลังมือขึ้น (Dorsi flexion) หรือการงอฝ่ามือลง (Palmar flexion) และการหักข้อมือ (กำหนดให้เป็นข้อมือขวา) ไปทางซ้าย (Radial deviation) หรือหักข้อมือ (กำหนดให้เป็นข้อมือซ้าย) ไปทางขวา (Ulnar deviation)

4. การเคลื่อนไหวของข้อมือ (Wrist movement)

ตามหลักสรีรวิทยาการเคลื่อนไหว มือและแขนของมนุษย์สามารถเคลื่อนที่ไปได้ในตำแหน่งต่าง ๆ ได้แม่นยำและแน่นอนกว่าการเคลื่อนที่ของขาและเท้า และในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับเครื่องจักรส่วนใหญ่คนงานมีโอกาสสัมผัสกับเครื่องจักรโดยการใช้มือเป็นส่วนมาก ฉะนั้นการออกแบบเครื่องจักรเครื่องมือจึงควรคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ทางสรีรวิทยาและความสามารถในการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อมือเป็นหลัก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 กำมือหงายขึ้น พิสัยการเคลื่อนไหว (Range of motion, ROM) สามารถทำได้สูงสุด 90 องศา แต่ถ้ากำมือและคว่ำลง พิสัยการเคลื่อนไหวสามารถทำได้เพียง 80 องศา

4.2 มืออยู่แนบลำตัวแล้วสามารถงอขึ้นบน (Flexion) มาได้สูงสุดประมาณ 145 องศา

4.3 ฝ่ามือคว่ำลงในแนวราบแล้วงอหลังมือขึ้น พิสัยการเคลื่อนไหวสามารถทำได้ 65 องศา แต่ฝ่ามือคว่ำในแนวราบแล้วงอฝ่ามือลง พิสัยการเคลื่อนไหวสามารถทำได้ 75 องศา

4.4 หงายและตรงมือขึ้นในแนวดิ่งแล้วเอียงมือไปทางซ้าย (ไปทางนิ้วก้อย) พิสัยเคลื่อนไหวสามารถทำได้ 30 องศา แต่ถ้าหากเอียงมือไปทางขวา (ไปทางนิ้วหัวแม่มือ) พิสัยการเคลื่อนไหวสามารถทำได้เพียง 15 องศา

5. การวิเคราะห์ท่าทางของข้อมือ (Wrist posture analysis)

การเคลื่อนไหวของข้อมือในท่าทางต่าง ๆ และการเบี่ยงเบนข้อมือเป็นสาเหตุของ Musculoskeletal disorder โดยส่วนหนึ่ง ซึ่งการเคลื่อนไหวของข้อมือที่ไม่อยู่ในท่าปกติ

ตารางที่ 1 ค่าพิสัยการเคลื่อนไหวของมือ (Range of motion)

Joint	**Movement**	**Range Avg ± SD**
	Flexion	90±12
	Extension	99±13
	Radial deviation	27±09
	Ulnar deviation	47±07

ที่มา: Armstrong & Ebersole, 2004

จากตารางที่ 1 มือที่การเบี่ยงเบนของข้อมือจากท่าทางปกติ เกิดค่าพิสัยการเคลื่อนไหวของมือ (Range of motion) ในกรณีในท่า Flexion จะมีการเบี่ยงเบนของข้อมือลักษณะคว่ำลงประมาณ 90±12 องศา จากท่าปกติทำให้บริเวณข้อมือมีการงอ เช่นเดียวกับท่า Extension จะมีการ

เบี่ยงเบนของข้อมือลักษณะงอขึ้นประมาณ 99±13 องศา จากท่าปกติทำให้บริเวณข้อมือมีการงอ และในท่า Radial Deviation จะมีการเบี่ยงเบนของข้อมือบิดไปทางนิ้วหัวแม่มือประมาณ 27±9 องศา จากท่าปกติทำให้บริเวณข้อมือมีการโค้งงอ เหมือนเช่นเดียวกับท่า Ulnar Deviation จะมีการเบี่ยงเบนของข้อมือบิดไปทางนิ้วก้อยประมาณ 47±9 องศา จากท่าปกติทำให้บริเวณข้อมือ มีการโค้งงอ (Armstrong & Ebersole, 2004) หากมีการเบี่ยงเบนของแต่ละท่าที่มากเกินไปจะเป็นสาเหตุของโรคระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ ซึ่งงานวิจัยทางการแพทย์เกี่ยวกับท่าทางและระยะเวลาการทำงานเป็นเวลานาน เป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดปัญหาทางชีวกลศาสตร์ของมือและข้อมือ (Biomechanice) (Global Ergonomic Technologies, 1998) ซึ่งการเคลื่อนไหวของมือและข้อมือในท่าทางการผูกเหล็กจะมีลักษณะการเบี่ยงเบนของมือและข้อมือในท่างอมือและข้อมือขึ้น คว่ำมือและข้อมือลงบิด เอียงมือและข้อมือ

ท่าทางการเคลื่อนไหวมือและข้อมือในการผูกเหล็ก โดยท่าทางการเคลื่อนไหวมือและข้อมือข้างขวาจะเริ่มจากการงอมือและข้อมือขึ้น บิดเอียงไปทางนิ้วก้อยอย่างเห็นได้ชัด จนกระทั่งมือและข้อมืออยู่ในท่าคว่ำมือและข้อมือลง ซึ่งมือและข้อมือจะเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วโดยเอียงจากแกนกลางบิดเอียงไปทางนิ้วหัวแม่มือ ส่วนท่าทางการเคลื่อนไหวมือและข้อมือข้างซ้ายจะเริ่มจากการงอมือและข้อมือขึ้น บิดเอียงไปทางนิ้วหัวแม่มือเล็กน้อย ซึ่งมือและข้อมือจะเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วโดยเอียงจากแกนกลางบิดเอียงไปทางนิ้วก้อย จนกระทั่งมือและข้อมืออยู่ในท่าคว่ำมือและข้อมือลง ท่าทางการเคลื่อนไหวจะเป็นไปตามลำดับของมือและข้อมือ ซึ่งสามารถเปรียบเทียบท่าทางการเคลื่อนไหวของการปาลูกดอก (Dart motion) และการกรีดยาง โดยท่าทางการเคลื่อนไหวของมือและข้อมืออยู่เริ่มต้นโดยการงอมือและข้อมือขึ้น บิดเอียงมือและข้อมือไปทางนิ้วก้อย ซึ่งอยู่ในท่าคว่ำมือ บิดเอียงจากแกนกลางไปทางนิ้วหัวแม่มือเป็นท่าหงายมือและข้อมือ (นิภาพร กรรณสูตร, 2552) ซึ่งท่าทางการเคลื่อนไหวของมือและข้อมือจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน

ผลจากการศึกษาเบื้องต้นของผู้ป่วย ท่าทางการเคลื่อนไหวของมือและข้อมือในคนงานผูกเหล็กพบว่า ท่าทางการเคลื่อนไหวของมือและข้อมือมีการงอขึ้น คว่ำลง บิดเอียงไปทางนิ้วหัวแม่มือและนิ้วก้อยจากท่าทางการเคลื่อนไหวปกติ ซึ่งโรเบิร์ตราและคณะ พบว่า ลักษณะการทำงานในกระบวนการประกอบเครื่องมือไฟฟ้า ทำให้มือเกิดการบิดและการออกแรงบิดกด (Roberta et al., 2006) เช่นเดียวกันกับการศึกษาของแอนและคณะพบว่า ผู้ประกอบการก่อสร้างแรงงานที่มีการทำงานโดยใช้บริเวณมือและข้อมือในการออกแรงมาก (Ann et al., 2004) และฮาร์บและคณะ พบว่า คนงานในกระบวนการประกอบ มีความรู้สึกไม่สบายบริเวณกล้ามเนื้อมือและข้อมือ ซึ่งลักษณะการทำงานที่ออกแรงมาก มีการกดและกำมือ (Harb et al., 2009) ซึ่งในการทำงานผูกเหล็กนี้มีลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวของมือและข้อมือของคนงานผู้เหล็กการงอขึ้น คว่ำลง

บิดเอียงไปทางนิ้วหัวแม่มือและนิ้วก้อย และมีการออกแรงมากในการทำงาน โดยลักษณะดังกล่าวเกิดจากการใช้เครื่องมือที่ถูกออกแบบแล้วนำมาใช้งาน ภาระงานที่หนัก ท่าทางการถือและควบคุมเครื่องมือ และตำแหน่งของเครื่องมือที่มีความสัมพันธ์ในการใช้งาน ส่วนใหญ่เครื่องมือที่นำมาใช้งานมีผลทำให้ท่าทางไม่เหมาะสมและการที่เครื่องมือบางอย่างไม่ได้ถูกออกแบบตามหลักการยศาสตร์ สามารถทำให้เกิดโรคระบบกล้ามเนื้อและกระดูกของมือและข้อมือ ดังนั้นการออกแบบต้องทำให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์และเหมาะสมกับการทำงานนั้นด้วย เพราะฉะนั้นหากมีการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กเพื่อให้มือและข้อมือมีมุมและองศาในการเคลื่อนไหวลดลง จะทำให้ผลกระทบต่อระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ โรคจากการทำงานลดลง ความเสี่ยง ความรุนแรงของความเจ็บปวดลดลง

ภาพที่ 7 ลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือขณะกำลังผูกเหล็กโดยใช้คีมผูกเหล็ก
ที่มา: โครงการก่อสร้างแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา
หมายเหตุ ได้รับอนุญาตจากโครงการก่อสร้างให้นำเสนอภาพการปฏิบัติงานโดยผู้จัดการโครงการ

ภาพที่ 8 ลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือขณะกำลังผูกเหล็กโดยใช้คีมผูกเหล็ก
ที่มา: โครงการก่อสร้างแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา
หมายเหตุ ได้รับอนุญาตจากโครงการก่อสร้างให้นำเสนอภาพการปฏิบัติงานโดยผู้จัดการโครงการ

หลักการออกแบบเครื่องมือ (Hand tools design)

การออกแบบเครื่องมือเฉพาะงาน มีจุดประสงค์เพื่อลดความเสี่ยงในการทำงาน โดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงาน ซึ่งหากพนักงานมีความเสี่ยงในการทำงานน้อยลง คุณภาพชีวิตในการทำงานดีจะส่งผลระยะยาวต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงาน การออกแบบเครื่องมือที่บังคับด้วยมือ ต้องพิจารณาเงื่อนไขลักษณะงาน (Task characteristics) ผู้ใช้เครื่องมือ (User characteristics) ลักษณะของเครื่องมือ (Tool characteristics) และการออกแบบมือจับ (Grip and handle design) (นิวิท เจริญใจ, 2547)

ในด้านของลักษณะงาน ต้องพิจารณาถึง สิ่งที่เกี่ยวข้องกับงานหรือเกิดจากการทำงาน คือ ภาระทางชีวกลศาสตร์และสรีรศาสตร์ (Biomechanical and physiological load) แรงที่ต้องออก (Force exertion) ระยะเวลาของงาน (Duretion) ท่าทางในการทำงาน (Working Posture) ท่าทางการเคลื่อนไหวการบิด การหมุนของแขน มือ ข้อมือ (Arm/ hand/ wrist posture, movement and orientation)

ในด้านผู้ใช้เครื่องมือ ต้องพิจารณาถึง สรีระ และขนาดสัดส่วนของมือ (Hand physiology and anthropometry) เพศ และ วัย (Gender and age) และ การถนัดมือซ้าย-ขวา (Left-right handed user)

ในด้านลักษณะของเครื่องมือ ต้องพิจารณาถึง ขนาดมิติของเครื่องมือ (Tool dimension) น้ำหนักเครื่องมือ (Tool weight) รวมถึงทางเลือกที่สามารถหาเครื่องมืออื่นที่เหมาะสมกว่ามาใช้งานแทน (Alternative tool use)

ในด้านการออกแบบมือจับ ต้องพิจารณาถึง ชนิดของมือจับ (Grip type) เช่น การจับเพื่อใช้แรง หรือการจับเพื่อความแม่นยำ (Power grip/ precision grip) การกระจายของแรงหรือแรงกดบนมือ (Force and pressure on hand) ความยาว ความหนา ขนาดและรูปร่าง ของมือจับและด้ามจับ (Grip/ handle length, thickness, size and shape) วัสดุและผิวสัมผัส ร่องและรอย รวมถึงกำบัง (Grip/handle material and surface, grove and indentation, and guard)

หลักการออกแบบเครื่องมือ เสนอโดย Sanders and McCormick (1992) หลักการออกแบบข้อ 1 เมื่อมือจับถือควบคุมการทำงานเครื่องมือแล้วต้องรักษาข้อมืออยู่ในแนวตรงมากที่สุด ซึ่งข้อมือจะเหยียดตรงเป็นแนวเดียวกับแขนท่อนล่าง เป็นท่าทางการเคลื่อนไหวที่ถูกต้อง หลักการออกแบบที่สำคัญ ที่ช่วยให้ข้อมือเหยียดตรงตามธรรมชาติมีอยู่ 2 แนวทาง คือ

1. หลีกเลี่ยงการออกแบบเครื่องมือที่เมื่อจับข้อมือจะมีการเคลื่อนไหวโดยเบี่ยงเบนไปทางนิ้วก้อย พยายามออกแบบให้ด้ามจับของเครื่องมืองอเข้าหามือแทนที่มือจะงอเข้าหาด้ามจับหรือเครื่องมือ

2. หลีกเลี่ยงการออกแบบเครื่องมือที่เมื่อจับแล้วข้อมือเคลื่อนไหวโดยเบี่ยงเบนไปทางนิ้วหัวแม่มือ เนื่องจากการเคลื่อนไหวโดยเบี่ยงเบนไปทางนิ้วหัวแม่มือ จะไปเพิ่มแรงกดระหว่างหัวกระดูกเรเดียสต่อกันคาปิตูลัมออฟฮิวเมอรัส ซึ่งจะอยู่ที่บริเวณข้อศอกและส่งผลให้เกิดการอักเสบเนื้อเยื่อบริเวณข้อศอก

หลักการออกแบบข้อ 2 เครื่องมือต้องหลีกเลี่ยงการเกิดแรงเค้นกดทับที่เนื้อเยื่อผิวหนังบริเวณฝ่ามือ ซึ่งควรออกแบบด้ามของเครื่องมือให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสบริเวณฝ่ามือให้กว้างเพื่อที่จะแตกกระจายแรงกด และเพื่อพาแรงกดไปยังบริเวณที่ผิวหนาไม่เป็นที่รวมของปลายประสาท หรือเส้นเลือดที่มาหล่อเลี้ยงฝ่ามือ

หลักการออกแบบข้อ 3 เครื่องมือต้องหลีกเลี่ยงการใช้นิ้วใดนิ้วหนึ่งเคลื่อนไหวออกแรงซ้ำ ๆ กัน ซึ่งการออกแบบเครื่องมือควรหลีกเลี่ยงการทำงานที่ต้องเคลื่อนไหวนิ้วชี้หรือนิ้วอื่น ๆ เพียงนิ้วเดียวในการทำงานบ่อย ๆ แต่ควรออกแบบเปลี่ยนเป็นการใช้นิ้วหัวแม่มือ เนื่องจากนิ้วหัวแม่มือเป็นนิ้วที่มีกล้ามเนื้อที่สั้นและหนาจึงมีความแข็งแรงมาก

หลักการออกแบบข้อ 4 เครื่องมือต้องออกแบบให้มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง

1. ไม่มีมุมที่แหลมคมที่บริเวณด้ามจับ
2. ไม่มีจุดหรือสิ่งที่ส่อลักษณะที่จะบีบ หนีบหรือจิกเนื้อผู้ใช้
3. ไม่มีน้ำหนักรวมมากเกินไป เพราะจะทำให้มือและแขนต้องออกแรงกล้ามเนื้อ

หลักการออกแบบข้อ 5. หลักการออกแบบเครื่องมือต้องคำนึงถึงกลุ่มผู้ที่ถนัดซ้ายและกลุ่มผู้หญิง

หลักการออกแบบข้อ 6 ควรออกแบบเครื่องมือต้องคำนึงถึงแรงสั่นสะเทือนซึ่งการออกแบบเครื่องมือควรเลือกเครื่องมือที่มีแรงสั่นสะเทือนที่ต่ำ

ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยในพนักงานต่อสายไฟโดยใช้คีมที่ทำให้ข้อมืออยู่ในท่าที่เบี่ยงเบน พบว่า การออกแบบคีมที่มีลักษณะโค้งงอทำให้เกิดปัญหา น้อยลงกว่าร้อยละ 10 (Alan, 2006) ซึ่งคีมที่มีลักษณะตรงทำให้เกิดปัญหาเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 60 ส่วนหนึ่งจะมาจากลักษณะการทำงาน ท่าทางการทำงาน ท่าทางการเคลื่อนไหว การบิด การหมุน หรือการออกแบบคีมที่มีการออกแบบด้ามจับให้งอลง เพื่อช่วยลดการงอของข้อมือในขณะที่ใช้คีมบิดหมุนชิ้นงาน (Lewis et al., 1993) และจากการวิจัยการใช้เครื่องมือที่ต้องจับของภาคอุตสาหกรรม ต้องให้การจับที่ข้อมืออยู่ในลักษณะตรง ไม่โค้งงอ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการออกแบบตามหลักการยศาสตร์สามารถช่วยลดการบาดเจ็บบริเวณมือและข้อมือได้ และยังช่วยป้องกันการเกิดโรคจากการทำงาน โดยมีพื้นฐานที่แม่นยำและถูกต้องในเรื่อง องศาเบี่ยงเบนของมือและข้อมือที่ออกจากท่าปกติในลักษณะต่าง ๆ มุมของการหมุนของมือและข้อมือ การบิดเอียงของมือและข้อมือ (Taha, 2005) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องศาเบี่ยงเบนของข้อมือที่ออกจากท่าปกติในลักษณะต่าง ๆ

Posture Deviation	**Characteristic**	**Maximum range of deviation from Neutral (95^{th} percentile)**		**Excessive deviation (30% maximum range)**	
		Male	**Female**	**Male**	**Female**
Extension	Bending of the hand at the wrist away from the palm	88º	76º	29	26
Flexion	Bending of the hand at the wrist toward the palm	90º	85º	30	28
Ulnar Deviation	Lateral rotation of the hand at the wrist in the direction of the little finger	37º	40º	12	13
Radial Deviation	lateral rotation of the hand at the wrist in the direction of the thumb	37º	30º	12	10

ที่มา: ดัดแปลงจาก Global Ergonomic Technologies, 1998

จากตารางที่ 2 การออกแบบเครื่องมือจะต้องคำนึงถึงข้อมูล ซึ่งดูจากค่าการเคลื่อนไหวของข้อมือที่ยอมรับได้มากที่สุดที่จะไม่ก่อให้เกิดโรค จากค่าพิสัยสูงสุดร้อยละ 30 โดยการเคลื่อนไหวของข้อมือในท่า extension ผู้ชายไม่ควรหงายข้อมือขึ้นเกิน 29 องศา และผู้หญิงไม่ควรหงายข้อมือขึ้นเกิน 26 องศา ช่วงเบี่ยงเบนสูงสุดในท่า extension จากท่าปกติ ผู้ชายไม่ควรหงายข้อมือขึ้นเกิน 88 องศา และผู้หญิงไม่ควรหงายข้อมือขึ้นเกิน 76 องศา ท่า flexion ผู้ชายไม่ควรคว่ำข้อมือลงเกิน 30 องศา และผู้หญิงไม่ควรคว่ำข้อมือลงเกิน 28 องศา ช่วงเบี่ยงเบนสูงสุดในท่า flexion จากท่าปกติ ผู้ชายไม่ควรคว่ำข้อมือลงเกิน 90 องศา และผู้หญิงไม่ควรคว่ำข้อมือลงเกิน 85 องศา ส่วนในท่า ulnar deviation ผู้ชายไม่ควรเอียงข้อมือจากศูนย์กลางไปทางนิ้วก้อยเกิน 12 องศา และผู้หญิงไม่ควรเอียงข้อมือจากศูนย์กลางไปทางนิ้วก้อยเกิน 13 องศา พิสัยสูงสุดในท่า ulnar deviation จากท่าปกติ ผู้ชายไม่ควรเอียงข้อมือจากศูนย์กลางไปทางนิ้วก้อยเกิน 37 องศา และผู้หญิงไม่ควรเอียงข้อมือจากศูนย์กลางไปทางนิ้วก้อยเกิน 40 องศา และในท่า radial deviation ผู้ชายไม่

ควรเอียงข้อมือจากศูนย์กลางไปทางนิ้วหัวแม่มือเกิน 12 องศา และผู้หญิงไม่ควรเอียงข้อมือจากศูนย์กลางไปทางนิ้วหัวแม่มือเกิน 10 องศา พิสัยสูงสุดในท่า radial deviation จากท่าปกติ ผู้ชายไม่ควรเอียงข้อมือจากศูนย์กลางไปทางนิ้วหัวแม่มือเกิน 37 องศา และผู้หญิงไม่ควรเอียงข้อมือจากศูนย์กลางไปทางนิ้วหัวแม่มือเกิน 30 องศา

โดยในขั้นตอนการเลือกสว่านไขควงไร้สายและออกแบบตะขอผูกเหล็ก โดยผู้วิจัยได้ทำการเลือกสว่านไขควงไร้สายเพื่อใช้ในการผูกเหล็ก ตามหลักการออกแบบของ Sanders and McCormick (Sanders & McCormick, 1992)

หลักข้อที่ 1 ท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือในการจับเครื่องมือจะต้องไม่อยู่ในลักษณะบิดเอียงมือและข้อมือไปทางนิ้วหัวแม่มือ พยายามรักษาท่าทางการเคลื่อนไหวของมือและข้อมือให้อยู่ในลักษณะเหยียดตรงมากที่สุด ลดท่าทางการเคลื่อนไหวที่อยู่ในท่าทางการงอขึ้นคว่ำลง บิดเอียงมือและข้อมือไปทางนิ้วหัวแม่มือและนิ้วก้อย

หลักข้อที่ 2 การใช้มือ นิ้ว ไม่ควรใช้ส่วนใดส่วนหนึ่งมากเกินไป หลีกเลี่ยงการใช้นิ้วกดส่วนใดส่วนหนึ่งเป็นเวลานาน ๆ และการหยิบจับหรือถือควรอยู่ในท่าทางที่เป็นธรรมชาติ

หลักข้อที่ 3 ด้ามจับ ผิวด้ามจับมีความกระชับ ไม่ลื่น ด้ามจับควรมีขนาดพอดีไม่เล็กและใหญ่

หลักข้อที่ 4 ความปลอดภัยของเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ออกแบบ ไม่มีส่วนที่จะก่อให้เกิดการหนีบ บีบ หรือมุมแหลมทำให้เกิดการทิ่ม แทง น้ำหนักพอดีไม่เบาหรือหนักจนเกินไป

หลักข้อที่ 5 ผู้ใช้งาน จะต้องคำนึงถึงความถนัดซ้ายและขวาของผู้ใช้งาน

หลักข้อที่ 6 ข้อจำกัดของเครื่องมือ จะต้องคำนึงถึงแรงสั่นสะเทือนของเครื่องมือที่มีความเสี่ยงต่อผู้ใช้

การเลือกของผู้วิจัยได้ทำการเลือกและทดลองทั้งหมด 3 แบบ คือ สว่านไขควงไร้สายแบบที่ 1 สว่านไขควงไร้สายนี้สามารถลดการงอขึ้น คว่ำลง บิดเอียงมือและข้อมือไปทางนิ้วหัวแม่มือและนิ้วก้อยได้ในส่วนหนึ่ง แต่ยังมีท่าทางการเคลื่อนไหวที่มีลักษณะบิดเอียงมือและข้อมือในบางส่วนของท่าทางการเคลื่อนไหว ลักษณะของการใช้มือ นิ้วมือในการบังคับเครื่องมือให้ทำงาน ใช้นิ้วหัวแม่มือในการกดสวิตช์ ด้ามจับของสว่านไขควงไร้สายจะมีตัวกันลื่นอยู่ในส่วนที่เป็นช่วงมือจับ ขนาดของด้ามจับยังมีขนาดที่ไม่ใหญ่จนเกินไป ความปลอดภัยของการใช้เครื่องมือในการทำงาน ไม่มีส่วนใดที่ทิ่มแทง หนีบ ในส่วนของสว่านไขควงไร้สายนั้นมีน้ำหนักอยู่ที่ 0.55 กิโลกรัม สามารถใช้งานได้ทั้งผู้ที่ถนัดด้านซ้ายและด้านขวา และค่าแรงสั่นสะเทือนของสว่านไขควงไร้สาย ซึ่งไม่เป็นอันตรายของผู้ใช้งาน ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ Alkaline battery แรงดันไฟแบตเตอรี่ 3.6 โวลต์ ความเร็วรอบขณะเดินเครื่องเปล่า 120 รอบ/นาที ค่าแรงสั่นสะเทือน 0.5 m/s^2

(Innovage, 2559) ดังภาพที่ 21 ซึ่งสว่านไขควงในแบบที่ 1 ยังไม่มีความเหมาะสมในการใช้งานจึงทำการเลือกและทดลองใช้ สว่านไขควงไร้สายแบบที่ 2 ที่สามารถช่วยลดท่าทางการเคลื่อนไหวการงอขึ้น คว่ำลง บิดเอียงมือและข้อมือไปทางนิ้วหัวแม่มือและนิ้วก้อย หรือแม้กระทั่งสามารถช่วยลดการเอียงมือและข้อมือในขณะทำงานได้ด้วย เนื่องจากบริเวณหัวของสว่านไขควงไร้สายสามารถหมุนปรับได้ การใช้มือและนิ้วมือ จากองค์ประกอบของสว่านไขควงไร้สายแล้ว ในส่วนที่เป็นสวิตช์บังคับการทำงานนั้นสามารถที่จะใช้นิ้วทั้ง 4 นิ้วใน การบังคับหรือจะใช้เพียงนิ้วหัวแม่มือบังคับเพียงนิ้วเดียวก็ขึ้นอยู่กับลักษณะการทำงาน ดังภาพที่ 22 และการปรับสำหรับคนถนัดด้านซ้ายหรือด้านขวาก็จะมีปุ่มกดเพื่อปรับโหมดด้านซ้ายหรือด้านขวา ในปุ่มปรับโหมดนี้ก็ยังเป็นปุ่มที่ไว้สำหรับหยุดการทำงานต้องการที่จะปิดเครื่องก็แค่ก็ปุ่ม 1 ครั้ง ดังภาพที่ 23 ลักษณะของด้ามจับสว่านไขควงไร้สายโดยรูปลักษณ์แล้วมีตัวกันลื่นอยู่ในส่วนของมือจับ และยังมีบ่าเพื่อป้องกันการลื่นของมือขณะทำงานด้วย ขนาดของด้ามจับสว่านไขควงไร้สายยังมีขณะถนัดมือสำหรับผู้ใช้งาน ความปลอดภัยของการใช้เครื่องมือในการทำงาน ไม่มีส่วนใดที่ทิ่มแทง หนีบ ในส่วนของสว่านไขควงไร้สายนั้นมีน้ำหนักอยู่ที่ 0.35 กิโลกรัม สามารถใช้งานได้ทั้ง ผู้ที่ถนัดด้านซ้ายและด้านขวา และค่าแรงสั่นสะเทือนของสว่านไขควงไร้สาย ซึ่งไม่เป็นอันตรายของผู้ใช้งาน ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ Ni-cd battery cartridge แรงดันไฟแบตเตอรี่ 4.8 โวลต์ ความเร็วรอบขณะเดินเครื่องเปล่า 220 รอบ/นาที ค่าแรงสั่นสะเทือน 0.75 m/s^2 (MillTec, 2561) และได้ทำการทดลองใช้สว่านไขควงไร้สายแบบที่ 3 สามารถช่วยลดท่าทางการเคลื่อนไหวการงอขึ้น คว่ำลง บิดเอียงมือและข้อมือไปทางนิ้วหัวแม่มือและนิ้วก้อยได้เป็นอย่างดี เนื่องจากบริเวณส่วนกลางของสว่านไขควงไร้สายสามารถปรับหมุนให้งอลงได้ การใช้มือและนิ้วมือ ในส่วนที่เป็นสวิตช์บังคับการทำงานจะอยู่ด้านบนของเครื่องมือ การบังคับการทำงานจะใช้นิ้วหัวแม่มือเพียงนิ้วเดียวในการบังคับการทำงาน ลักษณะของด้ามจับสว่านไขควงไร้สายมีตัวกันลื่นอยู่ในส่วนของมือจับ ขนาดของด้ามจับสว่านไขควงไร้สายยังมีขณะถนัดมือสำหรับผู้ใช้งาน เนื่องจากบริเวณด้ามจับจะมีส่วนเว้าส่วนโค้งตามลักษณะมือของผู้ทำงาน ความปลอดภัยของการใช้เครื่องมือในการทำงาน ไม่มีส่วนใดที่ทิ่มแทงหนีบ ในส่วนของสว่านไขควงไร้สายนั้นมีน้ำหนักอยู่ที่ 0.42 กิโลกรัม สามารถใช้งานได้ทั้งผู้ที่ถนัดด้านซ้ายและด้านขวา และค่าแรงสั่นสะเทือนของสว่านไขควงไร้สาย ซึ่งไม่เป็นอันตรายของผู้ใช้งาน น้ำใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ Ni-cd battery cartridge แรงดันไฟแบตเตอรี่ 4.8 โวลต์ ความเร็วรอบขณะเดินเครื่องเปล่า 220 รอบ/นาที ค่าแรงสั่นสะเทือน 1.5 m/s^2 (Makita, 2559) ดังภาพที่ 24 แต่สว่านไขควงไร้สายแบบที่ 3 ไม่เหมาะสมที่จะใช้ทำงานในลักษณะงานผูกเหล็กเสริมเสาได้ เพราะทำให้มือและข้อมือมีลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวในลักษณะงอขึ้น บริเวณปุ่ม

สวิตช์กดบังคับสว่านไขควงไร้สายเป็นปุ่มเดียวกันกับการเปลี่ยนการทำงานของสว่านไขควงไร้สาย ให้ทำงานสำหรับผู้ถนัดซ้ายและผู้ถนัดขวา ผู้วิจัยจึงเลือกใช้สว่านไขควงไร้สายแบบที่ 2 ในการวิจัย

ภาพที่ 9 สว่านไขควงไร้สายแบบที่ 1

ภาพที่ 10 สว่านไขควงไร้สายแบบที่ 2

ภาพที่ 11 รายละเอียดส่วนประกอบสว่านไขควงไร้สายแบบที่ 2

ภาพที่ 12 สว่านไขควงไร้สายแบบที่ 3

ส่วนของตะขอผูกเหล็กจากที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและได้ทำการทดลองใช้ สามารถใช้งานได้ทั้งหมด 5 แบบ คือ ตะขอผูกเหล็กแบบที่ 1 ส่วนกลางและส่วนปลายจะมีลักษณะตรง ซึ่งส่วนหัวของตะขอจะงอทำมุม 90 องศา ดังภาพที่ 25 ซึ่งตะขอผูกเหล็กแบบที่ 1 ยังทำให้เกิดท่าทางการเคลื่อนไหวมือและข้อมือในลักษณะ งอ คว่ำ บิด เอียง จึงทำการออกแบบตะขอผูกเหล็กแบบที่ 2

ส่วนปลายจะมีลักษณะตรง ส่วนกลางจะโค้งนิดหน่อย และส่วนหัวของตะขอจะงอทำมุม 85 องศา ดังภาพที่ 26 จากการทดลองใช้ก็ยังไม่สามารถทำให้มือและข้อมืออยู่ในแนวตรงได้ ยังเกิดการงอคว่ำ เอียงบริเวณมือและข้อมือ ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาและแก้ไขปรับเปลี่ยนแบบตะขอผูกเหล็ก จนพัฒนาตะขอผูกเหล็กแบบที่ 3 เป็นตะขอที่สามารถลดการงอ เอียงบริเวณมือและข้อมือได้ดีมาก เนื่องจากลักษณะส่วนกลางของตะขอผูกเหล็กจะเอียงทำมุม 45 องศา และในส่วนปลายต่อจากส่วนกลางทำมุม 45 องศา ส่วนหัวของปลายตะขอจะสามารถเข้าหาบริเวณที่ต้องผูกเหล็ก โดยไม่ต้องมีการงอ เอียงมือและข้อมือ ซึ่งในส่วนของตะขอจะงอทำมุม 70 องศา ดังภาพที่ 27 แต่เนื่องจากที่ส่วนกลางและส่วนที่ติดกับส่วนกลางของตะขอผูกเหล็กทำมุมมากจนเกินไป ทำให้ขณะทำงานวงการหมุนที่กว้างมากทำให้ไม่สะดวกในการผูกเหล็กและจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน หากเสื้อผ้าหรืออุปกรณ์เข้าสู่วงการหมุนอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงการออกแบบตะขอผูกเหล็กโดยดัดแปลงจากตะขอผูกเหล็กแบบที่ 3 ซึ่งตะขอผูกเหล็กแบบที่ 4 จะเป็นตะขอที่สามารถลดการงอ เอียงบริเวณมือและข้อมือ เนื่องจากลักษณะส่วนกลางของตะขอผูกเหล็กจะเอียงทำมุม 30 องศา ซึ่งในส่วนหัวของตะขอจะงอทำมุม 70 องศา ดังภาพที่ 28 ในลักษณะขอตะขอผูกเหล็กแบบที่ 4 แล้วสามารถลดการงอ เอียงบริเวณมือและข้อมือได้ดี แต่ยังคงมีวงการหมุนที่กว้างและส่วนหัวตะขอผูกเหล็กทำมุมน้อยไปทำให้ลวดที่ทำการผูกหลุดออกขณะผูก ผู้วิจัยจึงทำการปรับแก้ไขแบบตะขอผูกเหล็ก จึงได้ตะขอผูกเหล็กแบบที่ 5 ซึ่งปรับลักษณะในส่วนกลางของตะขอผูกเหล็กจะมีลักษณะเอียงทำมุม 20 องศา เนื่องจากสามารถทำให้ส่วนหัวของตะขอเกี่ยวกับลวดผูดเหล็กได้ โดยไม่ต้องงอ เอียงบริเวณมือและข้อมือ ส่วนของตะขอจะงอทำมุม 85 องศา ดังภาพที่ 29 เพื่อไว้สำหรับเกี่ยวลวด ซึ่งในของความปลอดภัยขอองการใช้ตะขอผูกเหล็กทางผู้วิจัยได้ออกแบบส่วนหัวของตะขอต้องมีลักษณะเรียว ปลายแหลมมน เพื่อให้ไม่ให้เกิดการทิ่ม แทงในทุกแบบ ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้ตะขอผูกเหล็กที่ได้พัฒนาแบบที่ 5 ในการใช้ร่วมกับสว่านไขควงไร้สาย

ภาพที่ 13 ตะขอผูกเหล็กแบบที่ 1

ภาพที่ 14 ตะขอผูกเหล็กแบบที่ 2

ภาพที่ 15 ตะขอผูกเหล็กแบบที่ 3

ภาพที่ 16 ตะขอผูกเหล็กแบบที่ 4

ภาพที่ 17 ตะขอผูกเหล็กแบบที่ 5

ในงานวิจัยนี้ทางผู้วิจัยจึงเลือกสว่านไขควงไร้สาย ซึ่งลดความเสี่ยงบริเวณมือและข้อมือของท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือที่ งอขึ้น คว่ำลง บิดเอียงมือและข้อมือไปทางนิ้วหัวแม่มือและนิ้วก้อย มือและข้อมือเหยียดตรงไม่งอ ในส่วนของปุ่มกดให้สว่านไขควงไร้สายหมุนจะใช้นิ้วหัวแม่มือในการกดเพื่อให้หมุน ลักษณะของด้ามจับของสว่านไขควงไร้สายเลือกที่มีพื้นผิวสัมผัสสำหรับบริเวณฝ่ามือให้กว้างเหมาะสำหรับฝ่ามือเพื่อกระจายแรงกด สว่านไขควงไร้สายมีน้ำหนักรวมไม่มากเกินไป เหมาะสำหรับกลุ่มคนงานผู้ถนัดทั้งซ้ายและขวา แรงสั่นสะเทือนอยู่ในระดับต่ำ ดังภาพที่ 9 โดยเข้ากับหลักการออกแบบข้อที่ 1 ถึง 6 ของ Sanders and McCormick (Sanders & McCormick, 1992) ส่วนตะขอผูกเหล็กผู้วิจัยมีแนวทางการออกแบบคือ ตะขอผูกเหล็กจะไม่อยู่ในลักษณะที่ทำให้ข้อมือโค้งงอขณะทำงาน ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ดังภาพที่ 10 ขณะทำงาน ส่วนปลายของตะขอผูกเหล็กงอเข้าหามือแทนการที่มือจะงอเข้าหาส่วนปลายของตะขอผูกเหล็กโดยจะใช้มุมงอ ประมาณ 10-20 องศา เพื่อใช้ปลายตะขอเกี่ยวลวดผูกเหล็กในการทำให้ลวดเป็นเกลียว โดยไม่ต้องบิดเอียงบริเวณมือและข้อมือ จะเข้ากับหลักการออกแบบข้อที่ 1 4 และ 5 ของ Sanders and McCormick (Sanders & McCormick, 1992)

ภาพที่ 18 สว่านไขควงไฟฟ้าไร้สาย
ที่มา: บริษัท Milltec ประเทศไทย จำกัด

จากภาพที่ 9 สว่านไขควงไร้สายสามารถช่วยลดท่าทางการเคลื่อนไหวการงอขึ้น คว่ำลง บิดเอียงมือและข้อมือไปทางนิ้วหัวแม่มือและนิ้วก้อย หรือแม้กระทั่งสามารถช่วยลดการเอียงมือและข้อมือในขณะทำงานได้ด้วย เนื่องจากบริเวณส่วนหัวของสว่านไขควงไร้สายสามารถปรับได้การใช้มือและนิ้วมือ ในส่วนที่เป็นสวิตช์บังคับการทำงานนั้นสามารถที่จะใช้นิ้วทั้ง 4 นิ้วในการบังคับหรือจะใช้เพียงนิ้วหัวแม่มือบังคับเพียงนิ้วเดียวก็ขึ้นอยู่กับลักษณะการทำงาน และการปรับสำหรับคนถนัดด้านซ้ายหรือด้านขวาก็จะมีปุ่มกดเพื่อปรับโหมดด้านซ้ายหรือด้านขวา ในปุ่มปรับโหมดนี้ก็ยังเป็นปุ่มที่ไว้สำหรับหยุดการทำงาน ต้องการที่จะปิดเครื่องก็แค่กดปุ่ม 1 ครั้ง ลักษณะของด้ามจับสว่านไขควงไร้สายโดยรูปลักษณ์แล้วมีตัวกันลื่นอยู่ในส่วนของมือจับ และยังมีบ่าเพื่อป้องกันการลื่นของมือขณะทำงานด้วย ขนาดของด้ามจับสว่านไขควงไร้สายยังมีขนาดที่จับได้ถนัดมือสำหรับผู้ใช้งาน ความปลอดภัยของการใช้เครื่องมือในการทำงาน ไม่มีส่วนใดที่ทิ่มแทง หนีบ ในส่วนของสว่านไขควงไร้สายนั้นมีน้ำหนักอยู่ที่ น้ำหนัก 0.35 กิโลกรัมสามารถใช้งานได้ทั้งผู้ที่ถนัดด้านซ้ายและด้านขวา และ ค่าแรงสั่นสะเทือนของสว่านไขควงไร้สาย ซึ่งไม่เป็นอันตรายของผู้ใช้งาน ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ Ni-cd battery cartridge แรงดันไฟแบตเตอรี่ 4.8 โวลต์ ความเร็วรอบขณะเดินเครื่องเปล่า 220 รอบ/นาที ค่าแรงสั่นสะเทือน 0.75 m/s^2 (MillTec, 2561)

ภาพที่ 19 ลักษณะตะขอผูกเหล็ก

จากภาพที่ 10 การออกแบบตะขอผูกเหล็ก สามารถลดการงอ เอียงบริเวณมือและข้อมือ ซึ่งลักษณะในส่วนกลางของตะขอผูกเหล็กจะมีลักษณะเอียงทำมุม 20 องศา เนื่องจากสามารถทำให้

ส่วนหัวของตะขอเกี่ยวกับลวดผูกเหล็กได้ โดยไม่ต้องงอ เอียงบริเวณมือและข้อมือ ส่วนของตะขอจะงอทำมุม 85 องศา เพื่อไว้สำหรับเกี่ยวลวด ส่วนหัวของตะขอต้องมีลักษณะเรียว ปลายแหลมมน เพื่อให้ไม่ให้เกิดการทิ่ม แทง และสามารถจะเกี่ยวลวดเพื่อทำการมัดเหล็ก

เมื่อนำมาประกอบรวมกันแล้วระหว่างตะขอผูกเหล็กเพื่อใช้ร่วมกับสว่านไขควงไร้สาย จากภาพที่ 11 เครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กที่ปรับปรุงสามารถนำมาใช้กับลวดผูกเหล็กสีดำ มีขนาดเดียว คือเบอร์18 เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.24 mm. ทนการบิดได้อย่างน้อย 75 รอบ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ม.อ.ก.), 2543)

ภาพที่ 20 ลักษณะเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก (ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สาย)
ที่มา: บริษัท Milltec ประเทศไทย จำกัด

การประเมินความเสี่ยงของงานที่ใช้บริเวณมือและข้อมือ

1. การประเมินความเสี่ยงงานที่ทำด้วยมือ ACGIH® TLV® for hand activity (The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®) Threshold Limit Value® (TLV®) for Hand Activity Level (2001))

การประเมินความเสี่ยงของงานที่มีปัจจัยเสี่ยงต่อความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกบริเวณมือและข้อมือ การประเมินความเสี่ยงนี้จะใช้ข้อมูลในการประเมินความเสี่ยงสองตัว คือ กิจกรรมของมือที่ให้ในการทำงาน (Hand activity) และระดับของแรงที่ใช้มือทำงานในท่าปกติขณะทำงานในรอบงานสั้น ๆ เหมาะสำหรับงานที่ใช้มืออย่างเดียวในการทำงาน (Mono-task) โดยประเมินเกี่ยวกับค่าจำกัดสูงสุดของระดับกิจกรรมของมือที่ทนได้ในขณะทำงาน (Hand Activity Level) ซึ่งพิจารณาจากความสัมพันธ์ของปริมาณและการตอบสนองระหว่าง การใช้มือทำงานซ้ำซากและ MSDs ของมือและข้อมือ ส่วนค่า TLV ในส่วนของการเคลื่อนไหวของมือเน้นเพื่อป้องกันผู้ปฏิบัติงานจากโรคระบบกล้ามเนื้อและกระดูก แม้ผู้ปฏิบัติงานได้รับสัมผัสที่ต่ำกว่าค่า TLV แต่อาจจะก่อให้เกิดความไม่สบาย แต่ไม่ควรต้องทนหรือฝืนจนรบกวนการทำงานในแต่ละวัน (ศักดิ์สิทธิ์ กุลวงษ์, 2552; สุวิมล เสาวรส, 2558)

1. การนำค่า TLV มาประยุกต์ใช้

หลักสำคัญของการนำค่า TLV ของ HAL มาใช้คือ

1.1 พิจารณางานว่ามีลักษณะการทำงานที่ใช้มือทำงานในลักษณะเดียวกันตั้งแต่ 4 ชั่วโมงต่อวันหรือมากกว่านั้น และงานที่มีลักษณะซ้ำซาก

1.2 ระยะเวลาการเคลื่อนไหวมือ (Hand Activity Level หรือ HAL) นำมาให้กับงานที่มีการทำซ้ำ ๆ และการออกแรงของมือ

1.3 การออกแรงนิ้วมือ คือกำลังของนิ้วประมาณร้อยละ 90

1.4 พิจารณาการสัมผัสความเครียด ความสั่นสะเทือน และความเครียดด้านจิตวิทยาสังคม

1.5 ค่า TLV ที่ถูกกำหนดในรูปแบบของระดับการรับสัมผัสแสดงให้เห็นถึงความเสี่ยงของ MSDs เนื่องจากการทำงาน ซึ่งค่า TLV ไม่ควรสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้

1.6 ค่า Action Limit แสดงถึงความเสี่ยงของแต่ละบุคคล โดยเฉพาะ ถ้ามีปัจจัยอื่นด้านงานและปัจจัยด้านบุคคล ค่า Action Limit ควรถูกนำมาใช้ในโปรแกรมเชิงรุก

1.7 ค่า TLV ที่ได้จากการประเมินควรแยกแขนซ้ายและแขนขวาออกจากกัน

2. ระดับการเคลื่อนไหวของมือ

Hand Activity Level (HAL) ถูกดัดแปลงมาจาก (Latko et al., 1977) พิจารณาเกี่ยวกับความถี่ เวลาในการหยุดพัก และความเร็วของการเคลื่อนไหว ส่วนของกิจกรรมจะถูกเลือกจากการทำงานที่ใช้มือในการทำงานและมีลักษณะท่าทางการทำงานลักษณะเดียวกันโดยให้ความสำคัญทั้งการออกแรงแบบสถิตและแบบเคลื่อนไหวอันทำให้เกิด MSDs บริเวณมือและข้อมือ ส่วนของระดับความเสี่ยงถูกเลือกจากระดับคะแนนตั้งแต่ 0-10

ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลตาม ACGIH® TLV® for Hand Activity

1. ประชุมกลุ่มคนงานเพื่อชี้แจงรายละเอียดที่ต้องเก็บข้อมูล วิธีการเก็บข้อมูล การประเมินผล และแนวทางการดำเนินงานเพื่อแก้ไขปัญหา ให้กลุ่มคนงานทราบเบื้องต้น

2. การให้คะแนนระดับของกิจกรรมที่ใช้มือทำงาน (Hand Activity Level Rating) โดยช่วงคะแนนตั้งแต่ 0 ถึง 10 ดังตารางที่ 3 ซึ่งการประเมินกิจกรรมของมือ จะพิจารณาจาก 2 ปัจจัย คือ การออกแรงซ้ำ ๆ กับระยะเวลาในการออกแรง

ตารางที่ 3 คะแนน HAL และลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ

คะแนน HAL	**ลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ**
0	เวลาส่วนใหญ่มือไม่ได้ใช้งาน ออกแรงปกติ
1	
2	ท่าทางการทำงานสม่ำเสมอ มีหยุดนานหรือมีการเคลื่อนไหวช้ามาก
3	
4	การเคลื่อนไหว/ ออกแรงคงที่ช้า ๆ มีการหยุดสั้น ๆ บ่อย ๆ
5	
6	การเคลื่อนไหว/ ออกแรงคงที่ มีการหยุดบ้างแต่ไม่บ่อย
7	
8	การเคลื่อนไหว/ ออกแรงคงที่เร็ว ๆ โดยปกติมีการหยุด
9	
10	การเคลื่อนไหวคงที่เร็ว ๆ และการออกแรงไม่สามารถควบคุมให้คงที่ได้

ที่มา: William and Waldemar (2006)

3. ให้คะแนนระดับของแรงที่ใช้มือทำงาน โดยสังเกตจากการออกแรงที่เกิดขึ้นในรอบของการทำงานปกติ เรียกว่า ค่าแรงสูงสุดที่ทำงานปกติ (Normalized Peak Force; NPF) โดยช่วงคะแนนอยู่ที่ 0 ถึง 10 เป็นคะแนนเฉลี่ยความแข็งแรงของแต่ละคนที่ทำงานในท่าเดียวกัน มีวิธีแนะนำ 3 วิธี ดังตารางที่ 4

3.1 วัดจากร้อยละของการหดตัวของกล้ามเนื้อมือสูงสุด (% of Maximum Voluntary Contraction)

3.2 วัดโดยการสอบถามการรับรู้ในการออกแรงของคนงาน

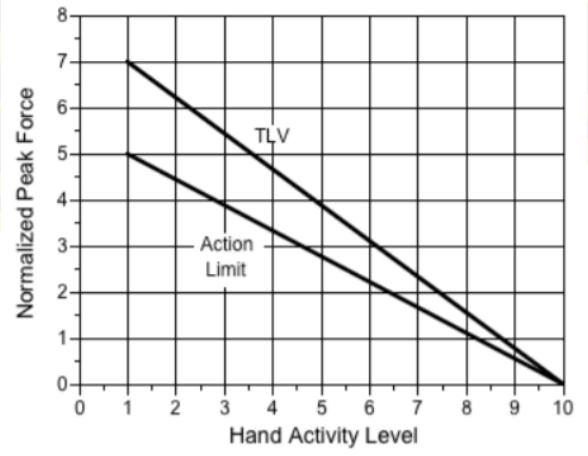
3.3 วัดโดยวิธีการสังเกตตาม Moore-Garg Strain Index

4. หาผลร่วมกันของ HAL และ NPF โดยใช้แผนภูมิของ The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) Threshold limit value and biological exposure indices for 2001. Cincinnati: ACGIH, 2001("ACGIH® TLV® for hand activity.," n.d.) โดยแนวระนาบเป็นค่าระดับการทำงานของมือ (HAL) และแนวดิ่งเป็นค่าการออกแรงสูงสุดของการออกแรง (NPF) ซึ่งการแปลผลค่าระดับความเสี่ยงของมือมี 3 กรณี คือ

กรณีที่ 1 จุดตัดอยู่ต่ำกว่าเส้น Action Limit งานนั้นปลอดภัย

กรณีที่ 2 จุดตัดอยู่ระหว่างเส้น Action Limit และเส้น TLV งานนั้นมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ

กรณีที่ 3 จุดตัดอยู่เหนือเส้น TLV งานนั้นเป็นอันตราย/มีความเสี่ยง ต้องมีการปรับปรุง



ภาพที่ 21 หาผลร่วมกันของ HAL และ NPF

ที่มา: ACGIH® TLV® for hand activity. (n.d.)

ตารางที่ 4 ค่าแรงสูงสุดของมือที่ทำงานปกติ (Estimation of Normalized Peak Force Hand Forces)

% MVC	Subjective		Moore-Garg Strain Index	NPF
	คะแนน	คำตอบ		
0	0	ไม่มีการออกแรงเลย		0
5	0.5	ออกแรงน้อยมาก (แต่รู้สึกได้)	แทบจะไม่พบเห็นว่ามีการออกแรง หรือพบว่า มีความผ่อนคลาย	0.5
10	1	ออกแรงเล็กน้อย		1
20	2	ออกแรงเบา ๆ	สังเกตได้ว่ามีการออกแรง	2
30	3	ออกแรงปานกลาง		3
40	4		มีการออกแรงอย่างเห็นได้ชัด แต่ไม่แสดงออกถึงการเปลี่ยนแปลงบนใบหน้า	4
50	5	ออกแรง		5
60	6		มีการออกแรงอย่างมากและมีการเปลี่ยนแปลงบนใบหน้า	6
70	7	ออกแรงมาก		7
80	8			8
90	9		มีการใช้ไหล่/ ลำตัวร่วมในการออกแรง	9
100	10	ออกแรงมาก (เกือบมากที่สุด)		10

ที่มา: William and Waldemar (2006)

2. การประเมินความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือ

การประเมินความรู้สึกปวดหรือมีผลกระทบต่อสุขภาพซึ่งสามารถประเมินได้จาก Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) สามารถใช้เป็นแบบสอบถามหรือแบบสัมภาษณ์เป็นการสอบถามความรู้สึกผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (Kuorinka et al., 1987) การตอบคำถามจะมีนัยสำคัญกับความถี่ของปัญหากล้ามเนื้อและกระดูก

มากขึ้น มีคำถามเป็นตำแหน่งบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย 9 ตำแหน่ง คือ คอ ไหล่ หลังส่วนบน ข้อศอก หลังส่วนล่าง มือ/ข้อมือ สะโพก/ต้นขา เข่า และข้อเท้า/เท้า โดยจะเป็นคำถามเกี่ยวกับปัญหากล้ามเนื้อและกระดูกบริเวณใดของร่างกาย และเริ่มมีความผิดปกติภายใน 12 เดือน หรือ 7 วันที่ผ่านมา ซึ่งในงานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้เพียง 1 ส่วนคือ มือและข้อมือ จากการประยุกต์ใช้แบบสอบถาม Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) โดยการสอบถามการเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือในช่วง 7 วัน และ 12 เดือน ซึ่งส่วนใหญ่มีความชุกบริเวณมือและข้อมือคืออาการปวดที่รบกวนการทำงานในส่วนงานการทำเหล็กปลอก (วิวัฒน์ สังฆะบุตรและคณะ, 2554) ในงานก่อสร้างที่ทำให้มือและข้อมือบาดเจ็บ เช่น งานฉาบผนัง งานทาสี และงานผสมปูน (ประภัสสร ธรรมพิทักษ์, 2561; พรศิริ จงกล, 2557) ในการประเมินอาการผิดปกติบริเวณมือและข้อมือ โดยแบบสอบถามความรู้สึกเจ็บปวด Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) นั้นไม่สามารถชี้บ่งความรุนแรงของความผิดปกติได้ ในการประเมินจึงนิยมใช้ร่วมกับแบบสอบถามประเมินความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวด คือ Visual Analogue Scale (VAS) ซึ่งแบ่งเป็น 10 คะแนน ตั้งแต่ 0 คือ ไม่มีอาการปวด จนถึง 10 คือ ปวดมากที่สุด ดังนี้ ซึ่งการแปลผลอาการผิดปกติออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ ไม่มีอาการ มีอาการน้อย มีอาการปานกลาง มีอาการมาก และมีอาการรุนแรง (Wewers & Lowe 1990)

3. การประเมินความพึงพอใจ

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดเห็นของ Best (Best, 1977) ได้กล่าวไว้ว่า ความคิดเห็นคือการแสดงออกในด้านความเชื่อและความรู้สึกของแต่ละบุคคล ซึ่งนำไปสู่การคาดคะเนหรือการแปลผลในพฤติกรรมหรือเหตุการณ์ โดยทั่วไปความคิดเห็นเป็นเรื่องของแต่ละบุคคลที่แสดงออกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือสิ่งเดียว ไม่จำเป็นต้องคล้ายคลึงหรือเหมือนกันเสมอไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยพื้นฐานของแต่ละบุคคล เช่น ความรู้ ประสบการณ์ในการทำงาน สภาพแวดล้อม มีผู้เสนอความคิดไว้ว่า ประเภทของความคิดเห็นมี 2 ประเภท คือ คิดเห็นเชิงบวกสุด-เชิงลบสุด และความคิดเห็นจากความรู้ความเข้าใจ

การวัดความคิดเห็นโดยทั่วไปจะต้องมีองค์ประกอบ 3 อย่างคือ บุคคลที่จะถูกวัด สิ่งเร้าที่มีการตอบสนองซึ่งจะออกมาระดับสูงต่ำมากน้อย ซึ่งวิธีวัดความคิดเห็นนั้นใช้ตอบแบบสอบถามและการสัมภาษณ์โดยให้ผู้ที่ตอบคำถามเลือกตอบแบบสอบถาม ส่วนการสัมภาษณ์ผู้ถูกสัมภาษณ์จะต้องเลือกตอบความคิดเห็นของตนในเวลานั้น การใช้แบบสอบถามสำหรับวัดความคิดเห็นนั้นใช้การวัดแบบลิเคอร์ท โดยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูล หรือการเรียบเรียงข้อความที่เกี่ยวข้องกับความคิดเห็นและระบุให้ผู้ตอบ ตอบว่าเห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วย พอใจหรือไม่พอใจเกี่ยวกับข้อความที่กำหนดให้

โดยการศึกษาความพึงพอใจของประภัสสร (ประภัสสร ธรรมพิทักษ์, 2561) กำหนดแบบสอบถามความพึงพอใจต่อวัสดุห่อหุ้มด้ามจับของเครื่องตบดินแบบกระโดด จำนวน 7 ข้อ และได้แบ่งมาตราส่วนของแบบสอบถามเป็น 5 ระดับ คือ ความพึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจในระดับสูงมาก ความพึงพอใจในระดับปานกลางปานกลาง ความพึงพอใจในระดับน้อย และความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental design) ทำการศึกษาเพียงกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก เพื่อลดความเสี่ยงบริเวณมือและข้อมือของคนงานในงานก่อสร้างแห่งหนึ่ง โดยระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลอยู่ระหว่างเดือน กันยายน 2561 ถึงเดือน ตุลาคม 2561

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรศึกษา คือ กลุ่มคนงานผูกเหล็ก โครงการก่อสร้างแห่งหนึ่ง จำนวน 17 คน ซึ่งเป็นจำนวนคนงานผูกเหล็กของบริษัทซีวิลเอนจีเนีย จำกัด (ซีวิลเอนจีเนีย, 2561)

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 8 คน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยกำหนดคุณสมบัติคือ ปฏิบัติงานผูกเหล็ก ในงานก่อสร้างแห่งหนึ่งที่ทำการศึกษาตามเกณฑ์คัดเข้าดังนี้

2.1 เกณฑ์การคัดเข้า

2.1.1 กลุ่มคนงานผูกเหล็กที่มีหน้าที่ในการผูกเหล็กเพียงอย่างเดียว

2.1.2 กลุ่มคนงานผูกเหล็กที่มีลักษณะการผูกเหล็กแผ่นกันตก (Parapet)

2.1.3 กลุ่มคนงานผูกเหล็กมีความถนัดในการใช้มือทำงาน

2.1.4 ไม่มีประวัติการประสบอันตรายที่เกี่ยวข้องบริเวณมือและข้อมือทั้งในงานและนอกงาน และไม่มีโรคที่เกี่ยวข้องกับมือและข้อมือ โดยการวินิจฉัยของแพทย์

2.1.5 สัญชาติไทย

2.1.6 เป็นผู้ยินดีหรือสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย

2.2 เกณฑ์การคัดออก

2.2.1 ไม่ได้มีหน้าที่ในการผูกเหล็กเพียงงานเดียว

2.2.2 เกิดการบาดเจ็บขณะปฏิบัติงาน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องบันทึกภาพเคลื่อนไหวระหว่างการทำงานผูกเหล็ก

ใช้สำหรับบันทึกภาพการทำงานของกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนและหลังการใช้เครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก เพื่อนำมาประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์

2. แบบประเมินความเสี่ยงงานที่ทำด้วยมือ ACGIH® TLV® for hand activity (The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®) Threshold Limit Value® (TLV®) for Hand Activity (2001))

ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลตาม ACGIH® TLV® for Hand Activity

1. ประชุมกลุ่มคนงานเพื่อชี้แจงรายละเอียดที่ต้องเก็บข้อมูล วิธีการเก็บข้อมูล การประเมินผล และแนวทางการดำเนินงานเพื่อแก้ไขปัญหา ให้กลุ่มคนงานทราบเบื้องต้น

2. การให้คะแนนระดับของกิจกรรมที่ใช้มือทำงาน (Hand Activity Level Rating) โดยช่วงคะแนนตั้งแต่ 0 ถึง 10 ซึ่งการประเมินกิจกรรมของมือ จะพิจารณาจาก 2 ปัจจัย คือ การออกแรงซ้ำ ๆ กับระยะเวลาในการออกแรง ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน HAL และลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ (William&Waldemer, 2006) ดังนี้

คะแนน 0 หมายถึง มือไม่ได้ใช้งาน

คะแนน 1

คะแนน 2 หมายถึง มีการเคลื่อนไหวมือช้ามาก

คะแนน 3

คะแนน 4 หมายถึง มีการเคลื่อนไหวและออกแรงมือช้าๆ มีการหยุดสั้นๆบ่อยๆ

คะแนน 5

คะแนน 6 หมายถึง มีการเคลื่อนไหวและออกแรงคงที่ มีการหยุดบางแต่ไม่บ่อย

คะแนน 7

คะแนน 8 หมายถึง มีการเคลื่อนไหวและออกแรงเร็วๆ มีการหยุด

คะแนน 9

คะแนน 10 หมายถึง มีการเคลื่อนไหวเร็วๆ การออกแรงควบคุมให้คงที่ไม่ได้

3. ให้คะแนนระดับของแรงที่ใช้มือทำงาน โดยสังเกตจากการออกแรงที่เกิดขึ้นในรอบของการทำงานปกติ เรียกว่า ค่าแรงสูงสุดที่ทำงานปกติ (Normalized Peak Force; NPF) โดยช่วงคะแนนอยู่ที่ 0 ถึง 10 เป็นคะแนนเฉลี่ยความแข็งแรงของแต่ละคนที่ทำงานในท่าเดียวกัน โดยวัดด้วยวิธีการสังเกตตาม Moore-Garg Strain Index ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน NPF (William&Waldemer, 2006) ดังนี้

คะแนน 0.5 หมายถึง ไม่มีการออกแรงหรือมีการผ่อนคลาย

คะแนน 1

คะแนน 2 หมายถึง สังเกตได้ว่ามีการออกแรง

คะแนน 3

คะแนน 4 หมายถึง สังเกตได้ว่ามีการออกแรงแต่ไม่แสดงออกถึงการเปลี่ยนแปลงบนใบหน้า

คะแนน 5

คะแนน 6 หมายถึง สังเกตได้ว่ามีการออกแรงถึงขั้นแสดงออกบนใบหน้า

คะแนน 7

คะแนน 8

คะแนน 9 หมายถึง สังเกตได้ว่ามีการใช้ไหล่หรือลำตัวร่วมในการออกแรง

คะแนน 10

4. หาผลร่วมกันของ HAL และ NPF โดยใช้แผนภูมิของ The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) Threshold limit value and biological exposure indices for 2001. Cincinnati: ACGIH, 2001. (www.acgih.org for more information.) โดยแนวระนาบเป็นค่าระดับการทำงานของมือ (HAL) และแนวดิ่งเป็นค่าการออกแรงสูงสุดของการออกแรง (NPF) ซึ่งการแปลผลค่าระดับความเสี่ยงของมือมี 3 กรณี คือ

กรณีที่ 1 จุดตัดอยู่ต่ำกว่าเส้น Action Limit งานนั้นปลอดภัย

กรณีที่ 2 จุดตัดอยู่ระหว่างเส้น Action Limit และเส้น TLV งานนั้นมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ

กรณีที่ 3 จุดตัดอยู่เหนือเส้น TLV งานนั้นเป็นอันตราย/มีความเสี่ยง ต้องมีการปรับปรุง

3. แบบประเมินความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือ

3.1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป อายุ ประสบการณ์ทำงาน มือข้างที่ถนัดในการทำงาน การดูแลรักษามือและข้อมือเบื้องต้นเมื่อรู้สึกเจ็บปวดและระยะเวลาที่ผูกเหล็กต่อเนื่องใน 1 วัน

3.2 แบบสอบถามการทำงานผูกเหล็กของกลุ่มคนงานผูกเหล็ก ประยุกต์จากแบบสอบถาม Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) เฉพาะบริเวณมือและข้อมือ โดย 1 ข้อคำถาม ได้แก่ ความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือ (ประภัสสร ธรรมพิทักษ์, 2561) ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน โดยใช้ Visual Analogue Scale (VAS) ซึ่งแบ่งเป็น 10 คะแนน ตั้งแต่ 0 คือ ไม่มีอาการปวด จนถึง 10 คือ ปวดมากที่สุด ดังนี้ ซึ่งการแปลผลอาการผิดปกติออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ ไม่มีอาการ มีอาการน้อย มีอาการปานกลาง มีอาการมาก และมีอาการรุนแรง (Wewers & Lowe 1990) ดังนี้

ภาพที่ 22 การประเมินความรุนแรงโดยการให้คะแนนโดยใช้ Visual Analogue Scale (VAS)

การแปลผลอาการปวดมือและข้อมือออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่มีอาการ
คะแนน 1-3 หมายถึง มีอาการน้อย
คะแนน 4-6 หมายถึง มีอาการปานกลาง
คะแนน 7-9 หมายถึง มีอาการมาก
คะแนน 10 หมายถึง มีอาการรุนแรง

4. การประเมินความพึงพอใจหลังการปรับปรุงเครื่องมือผูกเหล็ก

แบบสอบถามความพึงพอใจหลังการปรับปรุงเครื่องมือผูกเหล็กประยุกต์จาก ประภัสสร ธรรมพิทักษ์ (ประภัสสร ธรรมพิทักษ์, 2561) ได้แบ่งมาตราส่วนของแบบสอบถามเป็น 5 ระดับและได้กำหนดแบบสอบถามความพึงพอใจออกเป็น 7 ข้อคำถาม

โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจ หลังจากการประเมินความเสี่ยงหลังการปรับปรุงสภาพงาน 1 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมการศึกษาวิจัยต้องตอบแบบสอบถามความพึงพอใจจำนวน 7 ข้อ ซึ่งในการแปลผลจะแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย

และน้อยที่สุดดังนี้

คะแนน	ความหมาย
5	มีความพึงพอใจในระดับสูงมากที่สุด
4	มีความพึงพอใจในระดับสูงมาก
3	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
2	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
1	มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

การแปลผลคะแนนใช้เกณฑ์การแบ่งช่วงการแปลผลตามหลักอันตรภาคชั้นจากสูตรดังนี้

พิสัย = (ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด)/จำนวนช่วงและระดับ ที่ต้องการแปล

= (5-1)/5

= 0.8

จากนั้นเริ่มขั้นต่ำสุด คือ 1 และนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยกำหนดความสำคัญของคะแนนได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.80 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ย 1.81-2.60 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 2.61-3.40 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 3.41-4.20 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 4.21-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

5. การทดสอบคุณภาพเครื่องมือ

5.1 การหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity) มีการนำแบบสัมภาษณ์ประเมินความเสี่ยงของการใช้มือและข้อมือ แบบสัมภาษณ์ประเมินความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือ และแบบสอบถามความพึงพอใจ ที่ดัดแปลง โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ซึ่งมีความรู้ความชำนาญในงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา เชิงโครงสร้าง ความเหมาะสมของภาษาและความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยผู้ทรงคุณวุฒิลงความเห็นในส่วนต่าง ๆ และให้คะแนนเป็นรายข้อที่ใช้เป็นข้อคำถามแล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index-IOC) ระหว่างข้อคำถามกับ ตัวแปรดังนี้

+1 = ข้อคำถามตรงหรือสอดคล้องกับตัวแปร/จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง (เห็นด้วย

0 = ข้อคำถามไม่แน่ใจหรือไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าตรงหรือสอดคล้องกับตัวแปร/จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง (ไม่แน่ใจ)

-1 = ข้อคำถามนั้นไม่ตรงหรือไม่สอดคล้องกับตัวแปร/จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง (ไม่เห็นด้วย)

โดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้มีค่าระหว่าง 0.6-1.00 ซึ่งแสดงว่าข้อคำถามหรือประเด็นที่จะทำการรวบรวมข้อมูลมีความตรง มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

IOC คือ ดัชนีความสอดคล้อง

R คือ คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนผู้เชียวชาญแต่ละคน

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

สรุปการประเมินคุณภาพเครื่องมืองานวิจัย เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง หัวข้อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก เพื่อลดความเสี่ยงบริเวณมือและข้อมือของคนงานในงานก่อสร้างแห่งหนึ่ง ซึ่งผลการพิจารณามีค่าอยู่ในช่วง 0.6-1.00 ในทุกรายข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ชี้แจงรายละเอียดขั้นตอนของการวิจัยทั้งหมดให้แก่กลุ่มตัวอย่างและมีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ขั้นเตรียมการในระยะก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 ผู้วิจัยขอการรับพิจารณาทางจริยธรรมจากคณะกรรมการจริยธรรมของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

1.2 จัดทำหนังสือขออนุญาตและขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล ถึงผู้จัดการโครงการและฝ่ายอาชีวอนามัย โครงการก่อสร้างแห่งหนึ่ง เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย และขอความร่วมมือในการตอบแบบสัมภาษณ์พร้อมทั้งลงลายมือชื่อแสดงความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร

2. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ผู้วิจัยดำเนินการบันทึกภาพเคลื่อนไหว ขณะกลุ่มตัวอย่างทำงานปกติโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์เดิมของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาท่าทางการทำงาน

2.2 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการประเมินความเสี่ยงงานที่ทำด้วยมือ

2.3 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล การประเมินความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือ โดยแบบสอบถามความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือ โดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งแบ่งเป็น 10 คะแนน ตั้งแต่ 0 คือ ไม่มีอาการปวด จนถึง 10 คือ ปวดมากที่สุด ดังนี้ ซึ่งการแปลผลอาการผิดปกติออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ ไม่มีอาการ มีอาการน้อย มีอาการปานกลาง มีอาการมาก และมีอาการรุนแรง

2.4 ผู้วิจัยดำเนินการชี้แจง อธิบายการใช้เครื่องมือผูกเหล็กที่ได้รับการปรับปรุงใหม่ให้กับกลุ่มตัวอย่างประมาณ 8 คน โดยผู้วิจัยจัดทำเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กเท่ากับจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และดำเนินการให้กลุ่มตัวอย่างใช้เครื่องมือผูกเหล็ก โดยใช้เครื่องมือผูกเหล็กทุกวันที่มีการผูกเหล็ก พร้อมทั้งบันทึกภาพเคลื่อนไหว เพื่อนำมาศึกษาลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือในการทำงาน ดังภาพที่ 14-17

ภาพที่ 23 ลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือขณะกำลังผูกเหล็กโดยใช้เครื่องมือผูกเหล็กที่ได้รับการปรับปรุง

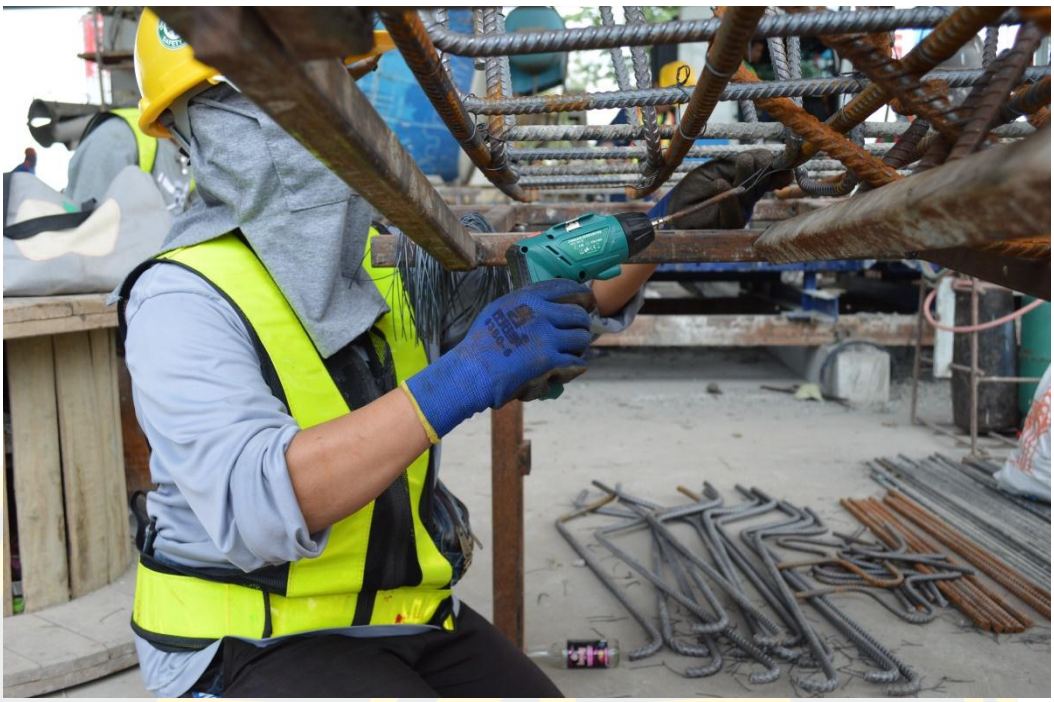
ที่มา: โครงการก่อสร้างแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา

หมายเหตุ ได้รับอนุญาตจากโครงการก่อสร้างให้นำเสนอภาพการปฏิบัติงานโดยผู้จัดการโครงการ

ภาพที่ 24 ลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือขณะกำลังผูกเหล็กโดยใช้เครื่องมือผูกเหล็กที่ได้รับการปรับปรุง

ที่มา: โครงการก่อสร้างแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา

หมายเหตุ ได้รับอนุญาตจากโครงการก่อสร้างให้นำเสนอภาพการปฏิบัติงานโดยผู้จัดการโครงการ



ภาพที่ 25 ลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือขณะกำลังผูกเหล็กโดยใช้เครื่องมือผูกเหล็กที่ได้รับการปรับปรุง

ที่มา: โครงการก่อสร้างแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา

หมายเหตุ ได้รับอนุญาตจากโครงการก่อสร้างให้นำเสนอภาพการปฏิบัติงานโดยผู้จัดการโครงการ

ภาพที่ 26 ลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวบริเวณมือและข้อมือขณะกำลังผูกเหล็กโดยใช้เครื่องมือผูกเหล็กที่ได้รับการปรับปรุง

ที่มา: โครงการก่อสร้างแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา

หมายเหตุ ได้รับอนุญาตจากโครงการก่อสร้างให้นำเสนอภาพการปฏิบัติงานโดยผู้จัดการโครงการ

2.5 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการประเมินความเสี่ยงงานที่ทำด้วยมือ

2.6 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการประเมินความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือ โดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งแบ่งเป็น 10 คะแนน ตั้งแต่ 0 คือ ไม่ปวด จนถึง 10 คือ ปวดมากที่สุด ดังนี้ ซึ่งการแปลผลอาการผิดปกติออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ ไม่ปวด ปวดน้อย มีปวดปานกลาง ปวดมาก และปวดรุนแรง โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเมื่อระยะเวลาผ่านไป 6 สัปดาห์ โดยใช้โปรแกรมการแก้ไขปัญหาที่หลังส่วนล่างเริ่มมีอาการเปลี่ยนแปลงดีขึ้น คือตั้งแต่ 2 สัปดาห์ ถึง 6 สัปดาห์ (นภมณ ยารวง, 2559) และจากผลการปรับปรุงเครื่องมือของ รัฐวุฒิ สมบูรณ์ธรรม (รัฐวุฒิ สมบูรณ์ธรรม, 2560) ได้เก็บรวบรวมข้อมูลความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อบริเวณต่าง ๆ รวมทั้งบริเวณมือและข้อมือ พบว่า ระยะเวลา 6 สัปดาห์ หลังการปรับปรุงสภาพงานมีคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือลดลง

2.7 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบบประเมินความพึงพอใจหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเมื่อระยะเวลาผ่านไป 6 สัปดาห์ และตรวจสอบความครบถ้วน

2.8 เปรียบเทียบคะแนนความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH® TLV® for hand activity (The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®) Threshold Limit Value® (TLV®) for Hand Activity Level (2001)) ก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก พร้อมทั้งบันทึกผล

2.9 เปรียบเทียบคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก พร้อมทั้งบันทึกผล

2.10 ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ผลความพึงพอใจต่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก พร้อมทั้งบันทึกผล

2.11 วิเคราะห์ผลและอภิปรายผล

ตารางที่ 5 ขั้นตอนการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัย

สัปดาห์ที่	**กิจกรรม**
1	เครื่องมือและอุปกรณ์เดิม - บันทึกภาพเคลื่อนไหวการทำงานปกติ - ประเมินความเสี่ยงงานที่ทำด้วยมือ ACGIH® TLV® for Hand Activity Level (ก่อน) - ประเมินความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือ (ก่อน) - ชี้แจง อธิบายการใช้เครื่องมือผูกเหล็กให้กับกลุ่มตัวอย่าง
2-4	Intervention - บันทึกภาพเคลื่อนไหวการทำงานโดยใช้เครื่องมือผูกเหล็ก - ประเมินความเสี่ยงงานที่ทำด้วยมือ ACGIH® TLV® for Hand Activity Level (หลัง) - เปรียบเทียบผลการประเมินความเสี่ยงงานที่ทำด้วยมือ ACGIH® TLV® for Hand Activity Level ก่อนและหลัง

ตารางที่ 5 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	กิจกรรม
2-9	Intervention - บันทึกภาพเคลื่อนไหวการทำงานโดยใช้เครื่องมือผูกเหล็ก - ประเมินความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือ (หลัง) - ประเมินความพึงพอใจหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก - เปรียบเทียบผลการประเมินความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือ ก่อนและหลัง - วิเคราะห์ผลความพึงพอใจหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก
10	- สรุปผลการดำเนินงาน

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยยื่นขอพิจารณาจริยธรรม จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ตามรหัสโครงการวิจัยเลขที่ IRB ๐๑๑/๒๕๖๑ เมื่อได้รับพิจารณาแล้ว จึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยได้เข้าไปชี้แจงวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย ขั้นตอนการเก็บข้อมูล ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงการพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่างและการเคารพสิทธิ์ส่วนบุคคลในการเข้าร่วมการวิจัยและการถอนตัวระหว่างการทำวิจัย ซึ่งไม่ส่งผลหรือเกิดความเสียหายใด ๆ ต่อกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลที่ได้จากการทำวิจัยในครั้งนี้จะปกปิดเป็นความลับ การนำเสนอข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจะนำเสนอในภาพรวม ไม่มีการระบุชื่อของผู้ให้ข้อมูล หน่วยงาน และกลุ่มตัวอย่างทุกคนที่ยินดีเข้าร่วมในการศึกษาวิจัยได้ลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยสมัครใจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอาศัยโปรแกรม มีการนำเสนอข้อมูลสถิติ 2 แบบ ดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) โดยแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าพิสัย ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไป ระดับความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH® TLV® for Hand Activity Level ระดับความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือ และความพึงพอใจหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก

2. สถิติเชิงอนุมาน ใช้ Wilcoxon signed-rank test เปรียบเทียบระดับความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือที่ได้รับก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กที่ประเมินด้วยแบบประเมิน ACGIH® TLV® for Hand Activity Level และวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือก่อนและหลังการการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก ของกลุ่มคนงานผูกเหล็ก

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการศึกษาการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กเพื่อลดความเสี่ยงบริเวณมือและข้อมือของคนงานในงานก่อสร้างแห่งหนึ่ง โดยแบ่งเนื้อหาการนำเสนอผลการวิจัย 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ส่วนที่ 2 ผลการประเมินความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH for HAL ก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก และวิเคราะห์เปรียบเทียบความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH for HAL ก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก

ส่วนที่ 3 ผลคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก และวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก

ส่วนที่ 4 ความพึงพอใจหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก

ส่วนที่ 1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้เป็นคนงานผูกเหล็กที่ผูกเหล็กแผ่นกันตก (Parapet) ในงานก่อสร้างสะพาน ถนน ทางด่วน โดยมีลักษณะส่วนบุคคล พบว่า เป็นเพศหญิง จำนวน 8 คน (ร้อยละ 100) มีสัญชาติไทยทั้งหมด มีอายุอยู่ในช่วง 40-49 ปี จำนวน 7 คน (ร้อยละ 87.5) มีอายุอยู่ในช่วง 50-59 ปี จำนวน 1 คน (ร้อยละ 12.5) มีอายุเฉลี่ย 47 ปี คนงานผูกเหล็กแผ่นกันตก (Parapet) จำนวน 8 คน ไม่มีโรคประจำตัวและโรคที่เกี่ยวข้องกับบริเวณมือและข้อมือ หรือประสบอันตรายที่เกี่ยวข้องกับบริเวณมือและข้อมือทั้งในงานและนอกงานโดยการวินิจฉัยของแพทย์ประสบการณ์ทำงานผูกเหล็กแผ่นกันตก (Parapet) สูงสุดอยู่ในช่วง 0-9 เดือน จำนวน 4 คน (ร้อยละ 50) เฉลี่ย 14 เดือน โดยคนงานผูกเหล็กแผ่นกันตก (Parapet) จำนวน 8 คน (ร้อยละ 100) จะมีหน้าที่ผูกเหล็กแผ่นกันตก (Parapet) เพียงอย่างเดียว ก่อนเข้ามาทำงานในโครงการก่อนสร้างนี้คนงานผูกเหล็กส่วนมากทำสวน ทำไร่ จำนวน 5 คน (ร้อยละ 62.5) ทำงานก่อสร้าง จำนวน 2 คน (ร้อยละ 25) และค้าขาย จำนวน 1 คน (ร้อยละ 12.5) ระยะเวลาในการผูกเหล็กแผ่นกันตก (Parapet) ใน 1 วัน มากที่สุดอยู่ในช่วง 5-9 ชั่วโมงต่อวัน (ร้อยละ 100) เฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อวัน

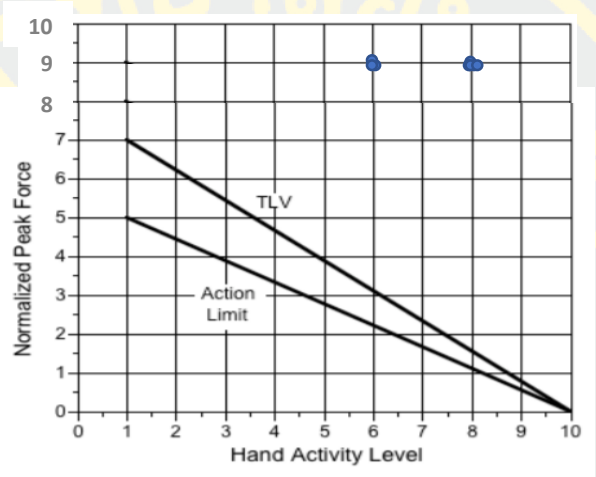
ตารางที่ 6 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน (ร้อยละ) n = 8 คน
เพศ	
หญิง	8 (100)
อายุ (ปี)	
40-49	7 (87.5)
> 50	1 (12.5)
ค่าเฉลี่ย 47 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.82	
โรคประจำตัว	
มี	
ไม่มี	8 (100)
ประสบการณ์ในการผูกเหล็ก (เดือน)	
0-9	4 (50)
10-19	2 (25)
20-29	
30-39	2 (25)
ค่าเฉลี่ย 14 เดือน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.22	

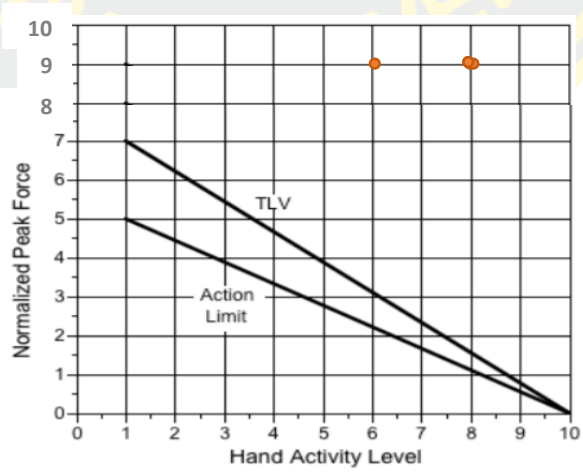
ส่วนที่ 2 ผลการประเมินความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH for HAL ก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก และวิเคราะห์เปรียบเทียบความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH for HAL ก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก

1. ผลการประเมินความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH for HAL ก่อนการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก พบว่า ค่าคะแนนกิจกรรมของมือข้างซ้าย (Hand Activity Level หรือ HAL) มีคะแนนเฉลี่ย 7.25 คะแนน ค่าคะแนนกิจกรรมของมือข้างขวา (Hand Activity Level หรือ HAL) มีคะแนนเฉลี่ย 7.75 คะแนน และค่าแรงสูงสุดที่ทำงานปกติ (Normalized Peak Force หรือ NPF) ของมือข้างซ้ายและข้างขวา มีคะแนนเฉลี่ย 9 คะแนน

ผลร่วมกันของ HAL และ NPF โดยใช้แผนภูมิของ The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) Threshold limit value and biological exposure indices for 2001. Cincinnati: ACGIH, 2001 (ACGIH® TLV® for hand activity., n.d.) การปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีคะแนนอยู่ในช่วงที่สูงกว่าเส้น TLV หมายถึง งานนั้นเป็นอันตราย/มีความเสี่ยง ต้องมีการปรับปรุง



ภาพที่ 27 ผลร่วมกันของ HAL และ NPF แสดงระดับความเสี่ยงในการใช้มือข้างซ้ายในการทำงาน



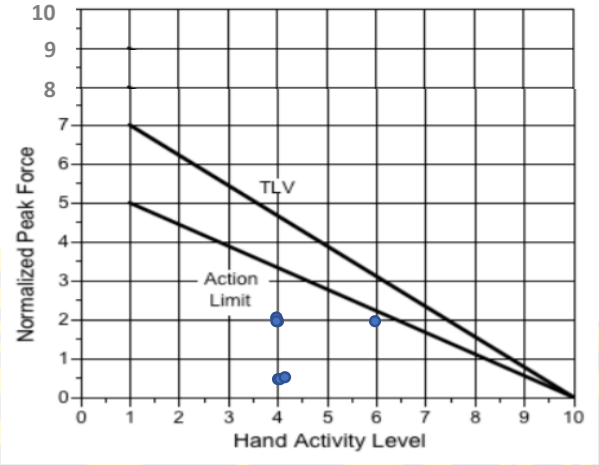
ภาพที่ 28 ผลร่วมกันของ HAL และ NPF แสดงระดับความเสี่ยงในการใช้มือข้างขวาในการทำงาน

ตารางที่ 7 ระดับความเสี่ยงในการใช้มือในการทำงานก่อนการปรับปรุง

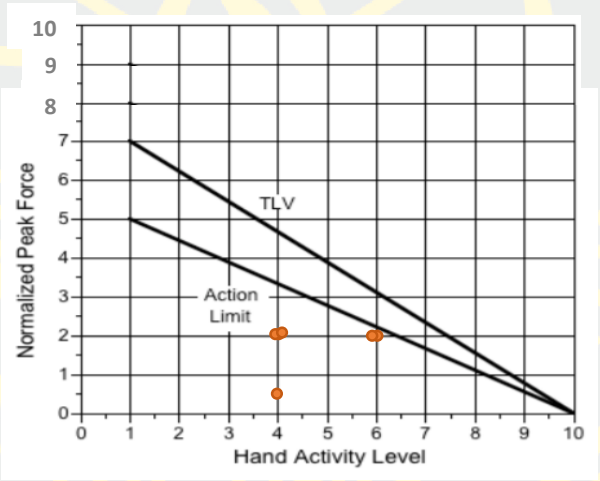
ระดับความเสี่ยง	ก่อนการปรับปรุง จำนวน (ร้อยละ)	ก่อนการปรับปรุง จำนวน (ร้อยละ)
	ข้างซ้าย n = 8	**ข้างขวา n = 8**
ต่ำกว่าค่า Action Limit	0 (0.00)	0 (0.00)
อยู่ระหว่างค่า Action Limit และ TLV	0 (0.00)	0 (0.00)
สูงกว่าค่า TLV	8 (100)	8 (100)

2. ผลการประเมินความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH for HAL หลังการปรับปรุงสภาพงาน พบว่า ค่าคะแนนกิจกรรมของมือข้างซ้าย (Hand Activity Level หรือ HAL) มีคะแนนเฉลี่ย 4.25 คะแนน ค่าคะแนนกิจกรรมของมือข้างขวา (Hand Activity Level หรือ HAL) มีคะแนนเฉลี่ย 4.5 คะแนน ค่าแรงสูงสุดที่ทำงานปกติ (Normalized Peak Force หรือ NPF) ของมือข้างซ้าย มีคะแนนเฉลี่ย 1.44 คะแนน และค่าแรงสูงสุดที่ทำงานปกติ (Normalized Peak Force หรือ NPF) ของมือข้างขวา มีคะแนนเฉลี่ย 1.81 คะแนน

ผลร่วมกันของ HAL และ NPF โดยใช้แผนภูมิของ The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) Threshold limit value and biological exposure indices for 2001. Cincinnati: ACGIH, 2001 (ACGIH® TLV® for hand activity., n.d.) การปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีคะแนนอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าเส้น Action Limit หมายถึง งานนั้นปลอดภัย



ภาพที่ 29 ผลร่วมกันของ HAL และ NPF แสดงระดับความเสี่ยงในการใช้มือข้างซ้ายในการทำงาน



ภาพที่ 30 ผลร่วมกันของ HAL และ NPF แสดงระดับความเสี่ยงในการใช้มือข้างขวาในการทำงาน

ตารางที่ 8 ระดับความเสี่ยงในการใช้มือในการทำงานหลังการปรับปรุง

ระดับความเสี่ยง	หลังการปรับปรุง จำนวน (ร้อยละ)	หลังการปรับปรุง จำนวน (ร้อยละ)
	ข้างซ้าย n = 8	ข้างขวา n = 8
ต่ำกว่าค่า Action Limit	8 (100)	8 (100)
อยู่ระหว่างค่า Action Limit และ TLV	0 (0.00)	0 (0.00)
สูงกว่าค่า TLV	0 (0.00)	0 (0.00)

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH for HAL ก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับกิจกรรมการใช้มือในการทำงาน (HAL) ระดับการออกแรงของมือ (NPF) ก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กของมือทั้งข้างซ้ายและข้างขวา พบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับกิจกรรมการใช้มือในการทำงาน (HAL)และค่าเฉลี่ยระดับการออกแรงของมือ (NPF) ของมือทั้งข้างซ้ายและข้างขวามีค่าเฉลี่ยลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ รายละเอียดดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH for HAL ก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก (n = 8)

ระดับความเสี่ยงของมือ	ค่าเฉลี่ย ACGIH for HAL ก่อนการปรับปรุง		ค่าเฉลี่ย ACGIH for HAL หลังการปรับปรุง		Z	P-value
	Mean	SD	Mean	SD		
กิจกรรมที่ใช้มือในการทำงานของมือข้างซ้าย	7.25	1.04	4.25	.71	-2.585[b]	0.005

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ระดับความเสี่ยงของมือ	ค่าเฉลี่ย ACGIH for HAL ก่อนการปรับปรุง		ค่าเฉลี่ย ACGIH for HAL หลังการปรับปรุง		Z	P-value
	Mean	SD	Mean	SD		
กิจกรรมที่ใช้มือในการทำงานของมือข้างขวา	7.75	.71	4.50	.93	-2.598[b]	0.0045
การออกแรงของมือซ้าย	9.00	.00	1.44	.78	-2.598[b]	0.0045
การออกแรงของมือขวา	9.00	.00	1.81	.53	-2.714[b]	0.0035

หมายเหตุ b หมายถึง คะแนนเฉลี่ยความเสี่ยงลดลงหลังจากการปรับปรุงเครื่องมือในการผูกเหล็ก

ส่วนที่ 3 ผลคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก และวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก

1. ผลคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือข้างซ้ายก่อนปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก พบว่า คนงานผูกเหล็กส่วนมากมีความรู้สึกเจ็บปวดระยะตั้งแรกเริ่มมีอาการใน 7 วันที่ผ่านมา จำนวน 8 คน (ร้อยละ 100) ซึ่งคะแนนความรุนแรงเฉลี่ยอยู่ที่ 7 หมายถึง มีความรู้สึกปวดมาก และผลคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือข้างขวาก่อนปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก พบว่า คนงานผู้เหล็กส่วนมากมีความรู้สึกเจ็บปวดระยะตั้งแรกเริ่มมีอาการใน 7 วันที่ผ่านมา จำนวน 8 คน (ร้อยละ 100) ซึ่งคะแนนความรุนแรงเฉลี่ยอยู่ที่ 8 หมายถึง มีความรู้สึกปวดมาก

ตารางที่ 10 ความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือข้างซ้ายและขวาก่อนการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก

อวัยวะที่มีความรู้สึกปวด	ระดับความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวด จำนวน (ร้อยละ)				
	ไม่ปวด	น้อย	ปานกลาง	มาก	รุนแรง
บริเวณมือและข้อมือข้างซ้ายก่อนการปรับปรุง	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (37.50)	5 (62.50)	0 (0.0)
บริเวณมือและข้อมือข้างขวาก่อนการปรับปรุง	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	8 (100)	0 (0.0)

2. ผลคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือข้างซ้ายหลังปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก พบว่า คนงานผู้เหล็กส่วนมากมีความรู้สึกเจ็บปวดระยะตั้งแรกเริ่มมีอาการใน 7 วันที่ผ่านมา จำนวน 8 คน (ร้อยละ 100) ซึ่งคะแนนความรุนแรงเฉลี่ยอยู่ที่ 3 หมายถึง มีความรู้สึกปวดน้อย และผลคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือข้างขวาหลังปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก พบว่า คนงานผู้เหล็กส่วนมากมีความรู้สึกเจ็บปวดระยะตั้งแรกเริ่มมีอาการใน 7 วันที่ผ่านมา จำนวน 8 คน (ร้อยละ 100) ซึ่งคะแนนความรุนแรงเฉลี่ยอยู่ที่ 3 หมายถึง มีความรู้สึกปวดน้อย

ตารางที่ 11 ความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือข้างซ้ายและขวาหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก

อวัยวะที่มีความรู้สึกปวด	ระดับความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวด จำนวน (ร้อยละ)				
	ไม่ปวด	น้อย	ปานกลาง	มาก	รุนแรง
บริเวณมือและข้อมือข้างซ้ายหลังการปรับปรุง	0 (0.0)	8 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
บริเวณมือและข้อมือข้างขวาหลังการปรับปรุง	0 (0.0)	8 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กของบริเวณมือและข้อมือทั้งสองข้าง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือทั้งสองข้างมีค่าเฉลี่ยลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ รายละเอียดดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือข้างซ้ายและข้างขวา ก่อน-หลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก

อวัยวะที่มีความรู้สึกปวด	ค่าเฉลี่ย NMQ บริเวณมือและข้อมือก่อนการปรับปรุง		ค่าเฉลี่ย NMQ บริเวณมือและข้อมือหลังการปรับปรุง		Z	P-value
	Mean	SD	Mean	SD		
บริเวณมือและข้อมือข้างซ้าย	6.75	1.04	2.38	.52	- 2.552[b]	0.0055
บริเวณมือและข้อมือข้างขวา	7.50	.54	2.63	.52	-2.549[b]	0.0055

หมายเหตุ b หมายถึง คะแนนเฉลี่ยความเสี่ยงลดลงหลังจากการปรับปรุงเครื่องมือในการผูกเหล็ก

ส่วนที่ 4 ความพึงพอใจหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก

คะแนนค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ความพึงพอใจหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก พบว่า คนงานผูกเหล็กมีความพึงพอใจโดยรวมต่อการใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สายเท่ากับ 4.88 (±0.52) จัดอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งการใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สายคนงานผูกเหล็กมีความรู้สึกพอใจต่อเครื่องมือและอุปกรณ์ที่นำมาใช้เท่ากับ 4.13 (±0.54) จัดอยู่ในระดับมาก ด้ามจับสว่านไขควงไร้สายมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งานเท่ากับ 4.5 (±0.71) จัดอยู่ในระดับมากที่สุด ตะขอผูกเหล็กมีความแข็งแรงคงทนต่อการใช้งานเท่ากับ 4.75 (±0.74) จัดอยู่ในระดับมาที่สุด การใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สายทำให้ท่านปฏิบัติงานได้ดีขึ้นเท่ากับ 4.75 (±0.71) จัดอยู่ในระดับมากที่สุด การใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับ

สว่านไขควงไร้สายทำให้ท่านมีความคล่องตัวในการทำงานเท่ากับ 4.13 (±0.76) จัดอยู่ในระดับมาก และการใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สายเป็นทำให้ท่านทำงานไม่สะดวกเท่ากับ 2.38 (±0.52) จัดอยู่ในระดับน้อย รายละเอียดดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ความพึงพอใจหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก

ความพึงพอใจ	**ระดับความพึงพอใจ จำนวน (ร้อยละ) n = 8**					**Mean (SD)**	**ระดับ**
	น้อยที่สุด	**น้อย**	**ปานกลาง**	**มาก**	**มากที่สุด**		
1. ความรู้สึกพอใจต่อเครื่องมือและอุปกรณ์ที่นำมาใช้			1 (12.50)	6 (75)	1 (12.50)	4.13 (0.54)	มาก
2. ด้ามจับสว่านไขควงไร้สายมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน			1 (12.50)	4 (50)	3 (37.50)	4.50 (0.71)	มากที่สุด
3. ตะขอผูกเหล็กมีความแข็งแรงคงทนต่อการใช้งาน			1 (12.50)	3 (37.50)	4 (50)	4.75 (0.74)	มากที่สุด
4. การใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สายทำให้ท่านปฏิบัติงานได้ดีขึ้น			1 (12.50)	4 (50)	3 (37.50)	4.75 (0.71)	มากที่สุด
5. การใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สายทำให้ท่านมีความคล่องตัวในการทำงาน			5 (62.50)	2 (25)	1 (12.50)	4.13 (0.76)	มาก

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ จำนวน (ร้อยละ) n = 8					Mean (SD)	ระดับ
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด		
6. การใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สายเป็นทำให้ท่านทำงานไม่สะดวก	3 (37.50)	5 (62.50)				2.38 (0.52)	น้อย
7. โดยรวมความพึงพอใจต่อการใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สาย			3 (37.50)	2 (25)	3 (37.50)	4.88 (0.54)	มากที่สุด

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental design) ทำการศึกษาเพียงกลุ่มเดียว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงงานที่ใช้มือในการทำงาน ACGIH for HAL ของคนงานผูกเหล็กก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือผูกเหล็ก เปรียบเทียบคะแนนความเสี่ยงงานงานที่ทำด้วยมือ ACGIH for HAL ประเมินความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก เปรียบเทียบคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือ และทำการศึกษาความพึ่งพอใจของคนงานผูกเหล็กหลังการปรับปรุงเครื่องมือผูกเหล็ก

สรุปผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้เป็นคนงานผูกเหล็ก เป็นผู้หญิงและมีสัญชาติไทยทั้งหมด ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วง 40-49 ปี มากที่สุด มีอายุเฉลี่ย 47 ปี ประสบการณ์ในการผูกเหล็กเฉลี่ย 14 เดือน ระยะเวลาผูกเหล็กใน 1 วันเฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อวัน

การวิเคราะห์ให้คะแนนความเสี่ยงงานที่ทำด้วยมือ ก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือในการผูกเหล็ก ด้วยเครื่องมือ ACGIH for HAL พบว่า ก่อนการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก ค่าคะแนนกิจกรรมมือข้างซ้าย (Hand Activity Level หรือ HAL) มีคะแนนเฉลี่ย 7.25 ค่าแรงสูงสุดของมือข้างซ้าย มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9 ค่าแรงสูงสุดของมือข้างซ้าย/ค่าคะแนนกิจกรรมมือข้างซ้าย (Hand Activity Level หรือ HAL) มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 1.24 ส่วนค่าคะแนนกิจกรรมมือข้างขวา (Hand Activity Level หรือ HAL) มีคะแนนเฉลี่ย 7.75 ค่าแรงสูงสุดของมือข้างขวา ค่าแรงสูงสุดของมือข้างขวาเท่ากับ 9 ค่าแรงสูงสุดของมือข้างขวา/ค่าคะแนนกิจกรรมมือข้างขวา (Hand Activity Level หรือ HAL) มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 1.16 และหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก พบว่า ค่าคะแนนกิจกรรมมือข้างซ้าย (Hand Activity Level หรือ HAL) มีคะแนนเฉลี่ย 4.25 ค่าแรงสูงสุดของมือข้างซ้าย มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.44 ค่าแรงสูงสุดของมือข้างซ้าย/ค่าคะแนนกิจกรรมมือข้างซ้าย (Hand Activity Level หรือ HAL) มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 0.34 ส่วนค่าคะแนนกิจกรรมมือข้างขวา (Hand Activity Level หรือ HAL) มีคะแนนเฉลี่ย 4.50 ค่าแรงสูงสุดของมือข้างขวา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.81 ค่าแรงสูงสุดของมือข้างขวา/ค่าคะแนนกิจกรรมมือข้างขวา (Hand Activity Level หรือ HAL) มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 0.40

ผลการเปรียบเทียบการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก ด้วยเครื่องมือ ACGIH for HAL พบว่า มือข้างซ้ายและข้างขวา หลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กมีค่าคะแนนความเสี่ยงเฉลี่ยน้อยกว่าก่อนการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P-value < 0.05)

ข้อมูลความรุนแรงของความรู้สึกปวดบริเวณมือและข้อมือ ก่อนปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก มือและข้อมือข้างซ้าย มีความรุนแรงของความรู้สึกปวดบริเวณมือและข้อมือ ปวดมาก จำนวน 5 คน (ร้อยละ 62.50) และปวดปานกลางอยู่ที่ 3 คน (ร้อยละ 37.50) ส่วนมือและข้อมือข้างขวา มีความรุนแรงของความรู้สึกปวดบริเวณมือและข้อมือ ปวดมาก จำนวน 8 คน (ร้อยละ 100) หลังปรับปรุงเครื่องมือในการผูกเหล็ก มือและข้อมือข้างซ้าย มีความรุนแรงของความรู้สึกปวดบริเวณมือและข้อมือ ปวดน้อย จำนวน 8 คน (ร้อยละ 100) ส่วนมือและข้อมือข้างขวา มีความรุนแรงของความรู้สึกปวดบริเวณมือและข้อมือ ปวดน้อย จำนวน 8 คน (ร้อยละ 100)

ผลการเปรียบเทียบความรุนแรงของความรู้สึกปวดบริเวณมือและข้อมือ พบว่า มือข้างซ้ายและข้างขวา หลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าก่อนการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P-value < 0.05)

ความพึงพอใจหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก ซึ่งโดยรวมคนงานผูกเหล็กมีความพึงพอใจมากที่สุดในการใช้เครื่องผูกเหล็กที่ได้รับการปรับปรุง เท่ากับ 4.88 เมื่อนำเครื่องมือผูกเหล็กมาใช้มีความพึงพอใจเท่ากับ 4.125 ด้ามจับของสว่านไขควงไร้สายมีขนาดเหมานสมกับการใช้งานมีความพึงพอใจเท่ากับ 4.5 ตะขอผูกเหล็กมีความแข็งแรงคงทนต่อการใช้งานมีความพึงพอใจเท่ากับ 4.75 การใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สายทำให้ปฏิบัติงานได้ดีขึ้นมีความพึงพอใจเท่ากับ 4.75 การใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สายทำให้มีความคล่องตัวในการทำงานความพึงพอใจเท่ากับ 4.125 และการใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สายทำให้ทำงานไม่สะดวกซึ่งมีความพึงพอใจน้อยเท่ากับ 2.375

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กเพื่อลดความเสี่ยงบริเวณมือและข้อมือของคนงานในงานก่อสร้างแห่งหนึ่ง ผู้วิจัยได้ทำการอภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย ซึ่งประกอบด้วย การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของมือและข้อมือของคนงานผูกเหล็กก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก การปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กจากเดิมที่ใช้คีมเป็นการใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สาย การเปรียบเทียบคะแนนความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของมือและข้อมือของคนงานผูกเหล็ก ก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่

ใช้ในการผูกเหล็ก และศึกษาความพึงพอใจของคนงานผูกเหล็กหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของมือและข้อมือของคนงานผูกเหล็กก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก พบว่า ก่อนปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก คนงานผูกเหล็กมีท่าทางการเคลื่อนไหวมือและข้อมือในการทำงานซึ่งท่าทางการเคลื่อนไหวจะอยู่ในลักษณะการงอข้อมือลง การเงยข้อมือ การเบี่ยงเบนมือและข้อมือไปทางนิ้วหัวแม่มือ การเบี่ยงเบนมือและข้อมือไปทางนิ้วก้อย มืออยู่ในลักษณะกำข้อมือมีท่าทางการเคลื่อนไหวโดยหมุนไปทางนิ้วก้อย และมืออยู่ในลักษณะกำข้อมือมีท่าทางการเคลื่อนไหวโดยหมุนไปทางนิ้วหัวแม่มือ ในการเคลื่อนไหวข้อมือและแขนส่วนล่างในการทำงานตลอด 8 ชั่วโมงต่อวันมีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก (Marras and Schoenmarklin, 1993) อาจจะส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เส้นเอ็น และเส้นประสาทบริเวณมือ จากการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของมือและข้อมือ ด้วยเครื่องมือการประเมินความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH for HAL ค่าแรงสูงสุดของมือข้างซ้าย/ ค่าคะแนนกิจกรรมมือข้างซ้าย (Hand Activity Level หรือ HAL) มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 1.24 และ ค่าแรงสูงสุดของมือข้างขวา/ ค่าคะแนนกิจกรรมมือข้างขวา (Hand Activity Level หรือ HAL) มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 1.16 พบว่า คะแนนของมือทั้งสองข้างอยู่เหนือเส้น TLV แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กก่อนปรับปรุง ซึ่งคีมปากนกแก้วไม่ได้ถูกออกแบบมาใช้เฉพาะในงานผูกเหล็ก ซึ่งบริเวณด้ามคีมมีลักษณะที่ทำให้มือและข้อมืออยู่ในลักษณะที่มือและข้อมืองอ บิดเอียง เบี่ยงเบนไปข้างใดด้านหนึ่ง การใช้คีมปากนกแก้วในการหมุนมีการเคลื่อนไหวเร็วและการออกแรงมาก และบริเวณด้ามจับของคีมปากนกแก้วยังมีพื้นที่ผิวสัมผัสไม่เพียงพอต่อฝ่ามือ ทำให้ไม่สามารถการกระจายแรงกดไปยังบริเวณทั่วๆฝ่ามือได้ เนื่องจากการใช้คีมปากนกแก้วในการผูกเหล็กอาจก่อให้เกิดอันตราย มีความเสี่ยง จึงจำเป็นต้องมีการดำเนินการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก และจากการศึกษาการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในคนงานผูกเหล็กในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยสมาคมนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมที่ทำงานกับรัฐบาล (ACGIH TLV) (Centers for Disease Control and Prevention, 2005) ผู้ปฏิบัติงานผู้เหล็กโดยใช้คีมและลวดมีความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในลักษณะการก้มหลังและมีการใช้มือและข้อมือซ้ำ ๆ ซึ่งในการผูกเหล็กจะต้องใช้บริเวณมือและข้อมือในการออกแรงเพื่อทำให้คีมหมุนเกิดแรงในการทำให้ลวดมัดเข้ากับเหล็ก (Dababneh & Waters, 2000; Buchholz et al., 2003; Albers & Hudock, 2007) และคนงานในกระบวนการก่อสร้างมีการทำงานโดยใช้บริเวณมือและข้อมือในการทำงาน เช่น งานก่อฉาบ งานผสมปูน งานดัดเหล็กปลอก และงานผูกเหล็ก งานต่างๆล้วนแต่ใช้บริเวณมือและข้อมือออกแรง

มาก (Ann et al., 2004) มีความรู้สึกไม่สบายบริเวณกล้ามเนื้อมือและข้อมือ (Harb et al., 2009) และจากการประเมินความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือ พบว่า ก่อนปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก มือและข้อมือข้างซ้าย มีความรุนแรงของความรู้สึกปวดบริเวณมือและข้อมือ ปวดมาก จำนวน 5 คน (ร้อยละ 62.5) และปวดปานกลางอยู่ที่ 3 คน (ร้อยละ 37.5) ส่วนมือและข้อมือข้างขวา มีความรุนแรงของความรู้สึกปวดบริเวณมือและข้อมือ ปวดมาก จำนวน 8 คน (ร้อยละ 100) ซึ่งสอดคล้องกับการทำเหล็กปลอกคนงานจะมีความรู้สึกปวดที่รบกวนการทำงานโดยส่วนใหญ่มีความชุกบริเวณมือและข้อมือ (วิวัฒน์ สังฆะบุตรและคณะ, 2554) ซึ่งท่าทางการเคลื่อนไหวในลักษณะนี้อาจก่อให้เกิดอันตรายและมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคระบบกล้ามเนื้อและกระดูกของมือและข้อมือ

หลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก พบว่า ค่าแรงสูงสุดของมือข้างซ้าย/ค่าคะแนนกิจกรรมมือข้างซ้าย (Hand Activity Level หรือ HAL) มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 0.34 ส่วนค่าแรงสูงสุดของมือข้างขวา/ ค่าคะแนนกิจกรรมมือข้างขวา (Hand Activity Level หรือ HAL) มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 0.40 พบว่า คะแนนของมือทั้งสองข้างอยู่ต่ำกว่าต่ำกว่าเส้น Action Limit ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กที่ได้รับการปรับปรุง สามารถช่วยลดความเสี่ยงบริเวณมือและข้อมือ โดยลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวของมือและข้อมือไม่มีการงอหรือคว่ำบริเวณมือและข้อมือ การเบี่ยงเบน บิดเอียงบริเวณมือและข้อมือ องศาและมุมของการงอหรือคว่ำบริเวณมือและข้อมืออยู่ในท่าทางลักษณะที่ปกติ การออกแรงที่ทำให้เกิดงาน ลักษณะการจับด้ามของเครื่องมือผูกเหล็กที่ปรับปรุงสามารถรอรับฝ่ามือเพื่อกระจายแรงไปทั่วฝ่ามือโดยไม่มีการกดทับโดยมีความปลอดภัยที่จะใช้ในการทำงาน สามารถลดความเสี่ยงและความรุนแรงของความรูสึกเจ็บปวด ซึ่งค่าความรุนแรงของความเจ็บปวดมือและข้อมือข้างซ้าย มีความรุนแรงของความรู้สึกปวดบริเวณมือและข้อมือ ปวดน้อย จำนวน 8 คน (ร้อยละ 100) ส่วนมือและข้อมือข้างซ้าย มีความรุนแรงของความรู้สึกปวดบริเวณมือและข้อมือ ปวดน้อย จำนวน 8 คน (ร้อยละ 100)

2. การปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กจากเดิมที่ใช้คีมเป็นการใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สาย ซึ่งใช้หลักการออกแบบของ Sanders and McCormick (Sanders & McCormick, 1992) โดยการออกแบบจะคำนึงถึงท่าทางการเคลื่อนไหวของมือและข้อมือให้อยู่ในแนวตรงมากที่สุด การออกแบบส่วนของด้ามจับเครื่องมือให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสบริเวณฝ่ามือให้กว้างเพื่อที่จะแตกกระจายแรงกด การเคลื่อนไหวของนิ้วมือจะออกแบบให้มีการเคลื่อนไหวนิ้วมือทุกนิ้วไม่ใช้นิ้วใดนิ้วเดียวออกแรงซ้ำ ๆ การออกแบบเครื่องมือต้องออกแบบให้มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน และต้องออกแบบให้เครื่องมือมีแรงสั่นสะเทือนที่ต่ำ ซึ่งในการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในส่วนของการสั่งซื้อสว่านไขควงไร้สายและการจัดทำตะขอ เมื่อ

เปรียบเทียบราคาและความคุ้มค่าของการใช้งานคีมปากนกแก้วที่คนงานผูกเหล็กนิยมใช้ราคาประมาณ 120 บาทต่ออัน มีความคงทนแข็งแรง วัสดุที่ใช้ทำคีมเป็นเหล็ก คนงานใช้คีมปากนกแก้วในการผูกแผ่นกันตก (Parapet) ใช้เวลาประมาณ 1-1.15 ชั่วโมงต่อแผ่น ในแปดชั่วโมงการทำงานคนงานผูกเหล็กสามารถผูกเหล็กแผ่นกันตกได้ประมาณ 8-9 แผ่น ในส่วนเครื่องมือผูกเหล็กราคา 450 บาทต่ออัน สว่านไขควงไร้สายมีความคงทนต่อการใช้งาน วัสดุที่ใช้ทำสว่านไขควงไร้สายเป็นพลาสติกแข็ง ระบบการทำงานใช้แบตเตอรี่ในการสำรองไฟ โดยใช้งานได้ประมาณ 3-4 ชั่วโมง (ทำการผูกเหล็กตลอดเวลา) หากแบตเตอรี่หมดจะใช้ระยะเวลาในการชาต 1-2 ชั่วโมง สามารถปรับลักษณะการใช้งานบริเวณหัวสว่านไข้ควงไร้สายได้ 2 ระดับ ส่วนตะขอผูกเหล็กทำจากเหล็กเส้นกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ทำการงอด้วยความร้อน มีความแข็งแรง ทนต่อการใช้งาน คนงานใช้เครื่องมือผูกเหล็กที่ปรับปรุงในการผูกแผ่นกันตก (Parapet) ใช้เวลาประมาณ 30-45 นาทีต่อแผ่น ในแปดชั่วโมงการทำงานคนงานผูกเหล็กสามารถผูกเหล็กแผ่นกันตก (Parapet)ได้ประมาณ 15-16 แผ่น ราคาของเครื่องมือผูกเหล็กมากกว่าคีมปากนกแก้ว 330 บาทต่ออัน แต่ความสามารถในการทำงานของคนงานผูกเหล็กแผ่นกันตก (Parapet) ที่ใช้เครื่องมือผูกเหล็กที่ปรับปรุงทำให้ประสิทธิผลมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นประมาณ 7-8 แผ่นต่อแปดชั่วโมงการทำงาน ความคุ้มค่าในเชิงป้องกันความเสี่ยงในการทำงานผูกเหล็ก หากคนงานไม่มีความเสี่ยงหรือความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวด คนงานจะสามารถทำงานการผูกเหล็กได้อย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพในการทำงานผูกเหล็ก ซึ่งจากการศึกษาการใช้คีมในการผูกเหล็ก สอดคล้องกับงานวิจัยในพนักงานต่อสายไฟโดยใช้คีมที่ทำให้ข้อมืออยู่ในท่าที่เบี่ยงเบน พบว่า คีมที่มีลักษณะตรงทำให้เกิดปัญหาเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 60 ส่วนหนึ่งจะมาจากลักษณะการทำงาน ท่าทางการทำงาน ท่าทางการเคลื่อนไหว การบิด การหมุน หรือการออกแบบคีมที่มีการออกแบบด้ามจับให้งอลง เพื่อช่วยลดการงอของข้อมือในขณะที่ใช้คีมบิดหมุนชิ้นงาน (Lewis et al., 1993) การออกแบบคีมที่มีลักษณะโค้งงอทำให้เกิดปัญหา น้อยลงกว่าร้อยละ 10 (Alan, 2006) โดยการออกแบบตามหลักการยศาสตร์สามารถช่วยลด การบาดเจ็บบริเวณมือและข้อมือได้ และยังช่วยป้องกันการเกิดโรคจากการทำงาน โดยมีพื้นฐานที่แม่นยำและถูกต้องในเรื่อง องศาเบี่ยงเบนของมือและข้อมือที่ออกจากท่าปกติในลักษณะต่าง ๆ มุมของการหมุนของมือและข้อมือ การบิดเอียงของมือและข้อมือ (Taha, 2005)

3. การเปรียบเทียบคะแนนความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของมือและข้อมือของคนงานผูกเหล็ก ก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก พบว่า ค่าการประเมินความเสี่ยงของการทำงานด้วยมือ มีค่าเฉลี่ยของระดับกิจกรรมการใช้มือในการทำงาน (HAL) และค่าเฉลี่ยระดับการออกแรงของมือ (NPF) ของมือทั้งข้างซ้ายและข้างขวามีค่าเฉลี่ยลดลงเมื่อเทียบกับก่อน

การปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ส่วนการผลประเมินความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวด มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือทั้งสองข้าง ก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก มีค่าเฉลี่ยลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ซึ่งอาจเป็นผลมาจาก การปรับปรุงเครื่องมือในการผูกเหล็ก ซึ่งทำให้การเคลื่อนไหวมือและข้อมือในการผูกเหล็กช้าลงและมีการหยุดเป็นระยะเวลาสั้นๆบ่อยๆ ขั้นตอนในการผูกเหล็ก หากคนงานถนัดมือข้างขวา คนงานจะหยิบลวดด้วยมือข้างซ้ายแล้วนำมาคล้องเข้ากับเหล็กเสริมที่จะทำการผูก มือข้างขวาจะจับเครื่องมือผูกเหล็กที่ปรับปรุงแล้วทำการกดปุ่มเพื่อให้เครื่องทำงาน โดยทำตามขั้นตอนจนหมดทุกจุดตามแบบ จะถือว่าผูกเหล็กแผ่นกันตก (Parapet) เสร็จ 1 แผ่น ซึ่งมีการออกแรงจะเป็นการออกแรงในการจับและกดปุ่มควบคุมเครื่องมือผูกเหล็กที่ปรับปรุงและการออกแรงจับลวดเพื่อนำมาคล้องกับเหล็กเสริม มือและข้อมืออาจจะมีการบิดเล็กน้อยแต่ไม่มีผลต่อองศา มุมของการเคลื่อนไหว การเบี่ยงเบนมือและข้อมือขณะทำการผูกเหล็กซึ่งอยู่ในค่าองศามุมของการเคลื่อนไหว การเบี่ยงเบนที่ไม่เป็นอันตราย (Global Ergonomic Technologies, 1998)

4. ความพึงพอใจของคนงานผูกเหล็กหลังการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก พบว่า คนงานผูกเหล็กมีความพึงพอใจมากที่สุดในเครื่องมือผูกเหล็กที่ทำการปรับปรุง เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่มีความคงทน แข็งแรง สามารถที่จะช่วยทุ่นแรงในการผูกเหล็ก โดยไม่ต้องออกแรงในขั้นตอนการผูกเหล็กมาก การหยิบจับเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กมีความคล่องตัวในการผูกเหล็ก ทำให้เหล็กที่ผูกออกมามีประสิทธิภาพและได้ประสิทธิผลตรงตามเป้าหมายงาน คนงานสามารถผูกเหล็กโดยใช้เครื่องมือผูกเหล็กผูกเหล็กได้เป็นระยะเวลานานและไม่รู้สึกเจ็บปวดบริเวณส่วนมือและข้อมือเหมือนที่ใช้คีมซึ่งเป็นเครื่องมือในการผูกเหล็กอันเดิม ซึ่งคนงานมีความสนใจในตัวเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กเป็นอย่างมาก หลังจากการทดลองคนงานเห็นถึงความเสี่ยงของการผูกเหล็กที่ใช้คีม จึงนำเอาเครื่องมือผูกเหล็กที่ได้รับการปรับปรุงไปใช้งานแทนคีมผูกเหล็ก

5. งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดในส่วนของรูปแบบการวิจัย ซึ่งศึกษาทดลองในกลุ่มเดียว เป็นเพศหญิงทั้งหมด ไม่มีกลุ่มควบคุม ระยะเวลาที่ทำการศึกษาอาจจะมีช่วงที่มีการเร่งของหน้างานก่อสร้างเพื่อใช้งานแผ่นกันตก (Parapet) จึงทำให้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการผูกเหล็กมีขนาดที่จำกัดมีจำนวนน้อย เนื่องจากคนงานผูกเหล็กจะมีหน้าที่ผูกเหล็กเพียงอย่างเดียว ซึ่งในช่วงที่งานเร่งก็ไม่สามารถรับคนงานผูกเหล็กจำนวนมากได้เพราะเป็นกลุ่มงานเฉพาะหากรับคนงานมากจะทำให้จำนวนคนกับงานไม่สมดุล จึงมีการจำกัดจำนวนคนงานผูกเหล็กและเพิ่มปริมาณการผลิตแผ่นกันตก (Parapet) ให้แก่คนงาน ซึ่งการใช้เครื่องมือผูกเหล็กที่ปรับปรุงอาจมีแบตเตอรี่ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน และเครื่องมือผูกเหล็กสามารถใช้งานกับลวดสีดำ เบอร์ 18 หรือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

1.24 mm ในการผูกเหล็กเสริมเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 6 mm เข้าด้วยกัน และหากแต่โครงการหรือหน่วยงานที่ยินดีจะเปลี่ยนเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กก็จะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในส่วนของการปรับปรุงเครื่องมือ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงและให้ดำเนินงานด้วยเครื่องมือใหม่ทั้งหมดจะต้องอาศัยเวลาและความชำนาญในการใช้เครื่องมือผูกเหล็กในการผูกเหล็กทุกวัน ในระยะเริ่มต้นของการใช้เครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กอาจจะมีจำนวนยอดผลิตที่ลดลง

ข้อเสนอแนะ

1. การปรับปรุงเครื่องมือผูกเหล็กในครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการผูกเหล็กในส่วนประกอบต่าง ๆ ของงานก่อสร้างได้ แต่มีข้อจำกัดเรื่องมอเตอร์และขนาดของลวดผูกเหล็ก เนื่องจากการผูกเหล็กในแต่ละส่วนประกอบงานก่อสร้างจะมีการผูกเหล็กที่คล้าย ๆ กัน หากแต่มีบางส่วนที่แตกต่างออกไป เช่น ขนาดของเหล็กเสริมของส่วนประกอบในงานก่อสร้าง และขนาดของลวดผูกเหล็ก ซึ่งขนาดของเหล็กเสริมจะมีผลต่อขนาดลวดผูกเหล็ก เนื่องจากเหล็กเสริมมีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าการผูกเหล็กแผ่นกันตก (Parapet) อาจจะต้องใช้ลวดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใหญ่ขึ้นกว่าเก่า ทำให้มอเตอร์ของเครื่องมือผูกเหล็กที่จากเดิมใช้ในการผูกเหล็กแผ่นกัน (Parapet) มีความเร็วรอบไม่พอต่อการผูกเหล็กที่ส่วนประกอบของงานก่อสร้างอื่น ๆ อาจจะส่งผลกระผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลส่วนประกอบต่าง ๆ ของงานก่อสร้าง อาจเกิดลักษณะการเคลื่อนไหวหรือท่าทางการเคลื่อนไหวที่เกิดการหมุนของตะขอผูกเหล็กแต่ลวดไม่ขาดทำให้ต้องมีการใช้แรงของมือและข้อมือเข้ามาช่วยในการหมุนเพื่อให้ลวดที่ทำการผูกขาด แต่หากอยากให้ลวดขาดโดยการเปลี่ยนมอเตอร์ของเครื่องมือผูกเหล็กที่ใช้ในการผูกเหล็กแผ่นกันตก (Parapet) อาจจะทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพโดยเฉพาะแรงสั่นสะเทือนหากต้องการให้ความเร็วรอบเร็วขึ้นก็ต้องเพิ่มในส่วนของขนาดของมอเตอร์ เนื่องจากเป็นแหล่งต้นกำลังของเครื่องมือผูกเหล็ก อาจทำให้น้ำหนักของเครื่องมือเพิ่มขึ้นซึ่งอาจส่งผลต่อบริเวณมือและข้อมือทำให้ต้องออกแรงในการหยิบจับมากขึ้นอีกด้วย น้ำหนักของเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็กจึงมีความสำคัญในการนำมาใช้งาน

2. การนำเครื่องมือผูกเหล็กที่ปรับปรุงไปใช้งาน ควรจะศึกษาหาแหล่งผลิตหรือสามารถแปลงมอเตอร์ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแรงที่จะให้ตะขอหมุนตามความเร็วรอบที่ต้องการในการผูกเหล็กส่วนประกอบ ๆ ของงานก่อสร้าง หรือการใช้ลักษณะการทำงานของเฟืองทดเพื่อทดแรงของมอเตอร์ในการทำให้ตะขอหมุนลวดให้ขาดในแต่ละขนาดของลวด ซึ่งอาจต้องดำเนินการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับขนาดของลวดผูกเหล็กและขนาดของมอเตอร์และลักษณะการทำงานของเฟืองทดเพื่อให้ได้ความเร็วรอบที่เหมาะสมสามารถผูกเหล็กส่วนประกอบต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้

ประสิทธิผลที่ดี ซึ่งอาจจะมีค่าใช้จ่ายที่สูงในการเปิดการผลิตในส่วนของเครื่องมือผูกเหล็ก เพราะเป็นเครื่องมือที่ใช้งานเฉพาะกลุ่ม เฉพาะงาน

บรรณานุกรม

ACGIH® TLV® for hand activity. (n.d.). Retrieved from www.acgih.org for more information

Alan, H. (2006). *Hand tool design.* Retrieved from www.ergo.humman.cornell.edu/DEA325pdfs/Hand%20Tools.pdf.

Ann, E., Barbe, M. F., & Clark, B. D. (2004). *Work-related musculoskeletal disorders of the hand and wrist: epidemiology, path physiology, and sensorimotor changes.* Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov

Armstrong, T., & Ebersole, M. (2004). *Posture analysis exercise.* Retrieved from http://www personal.umich.edu/~tja/TaskForcePosture.pdf

Best, J. W. (1977). *Research in education*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.

Global Ergonomic Technologies. (1998). *Comparison of postures from pen and mouse use*. Retrieved from http://wacom-europe.com/pub/white_papers/Ergo_study.pdf

Harb, Z., Bismil, Q., & Ricketts, D. M. (2009). *Trigger finger presenting secondary to leiomyoma: a case report.* n.p.

Marras, W. S., & Schoenmarklin, R. W. (1993). Wrist motions in industry. *Ergonomics, 36*(4), 342-351.

Centers for Disease Control and Prevention. (2005). NIOSH Health Hazard Evaluation Report. HETA #2003-0146-2976 Genesis Steel Services, Inc. Baltimore, Maryland. Retrived from http://elcosh.org/record/document/1692/d000996.pdf.

Albers, J. T., & Hudock, S. D. (2007). Biomechanical Assessment of Three Rebar Tying Techniques. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 13*(3), 279-289, DOI: 10.1080/10803548.2007.11076728.

Buchholz, B., Paquet, V., Wellman, H., & Forde, M. (2003). Quantification of Ergonomic Hazards for Ironworkers Performing Concrete Reinforcement Tasks During Heavy Highway Construction. *AIHA Journal, 64*(2), 243-250.

Dababneh, A. D., & Waters, T. R. (2000). Ergonomics of Rebar Tying. *Appl Occup Environ Hyg. 15*(10), 721-727.

Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-SØrensen, F., Andersson, G., &

JØrgensen, K. (1987). Standardised nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, *18*(3), 233-237.

Latko, W. A., Armstrong, T. J., Foulke, J. A., Herrin, G. D., Rabourn, R. A., & Ulin, S. S. (1977). Development and evaluation of an observational method for assessing repetition in hand tasks. *American Industrial Hygiene Association*, *58*(4), 278-285.

Roberta , B., Stefano, M., Maria, R. S., & Francesco, S. V. (2006). *Course of symptoms and median nerve conduction values in workers performing repetitive jobs at risk for carpal tunnel syndrome*. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov

Sanders, M. S., & McCormick, E. J. (1992). *Human Factors in engineering and design* . New York: McGraw-Hill, Inc.

Taha, Z. N. (2005). *Grip strength prediction for Malaysian industrial workers using artificial neural networks*. n.p.

Wewers , M. E., & Lowe , N. K. (1990). A critical review of visual analogue Scalesin themeasurement of clinical phenomena. *Nursing and Health*, 227-236.

William, S. M., & Waldemar, K. (2006). *The occupational ergonomics handbook: Fundamentals and assessment tool for occupational ergonomics.* In. Boca Raton, FL: CRC/Taylo.

กรมทางหลวงชนบท. (2552). *รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการการศึกษาจัดทำแบบมาตรฐานโครงสร้างสะพานช่วงความยาว 40-100 เมตร. บริษัทเทสโก้ จำกัด.*

ดรุณวรรณ สุขสม. (2552). *การบาดเจ็บจากการกีฬา.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นภมณ ยารวง. (2559). อาการปวดหลังส่วนล่างในเกษตรกรชาวนากับบทบาทของพยาบาลชุมชน. *วารสารพยาบาลทหารบก*, 1-7.

นริศ เจริญพร. (2550). *ชีวกลศาสตร์ในการทำงาน.* กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

นิภาพร กรรณสูตร. (2552). *การลดอาการโรคอุโมงค์ข้อมือด้วยมีดกรีดยางทางการยศาสตร์.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์,

นิวิท เจริญใจ. (2547). *การออกแบบเชิงการยศาสตร์ สำหรับมีดตัดแต่งขิงดอง.* วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.,

ประภัสสร ธรรมพิทักษ์. (2561). *การศึกษาประสิทธิภาพของวัสดุห่อหุ้มด้ามจับเพื่อลดความเสี่ยงที่มือ*

และแขนในพนักงานควบคุมเครื่องตบดินแบบกระโดดในอุตสาหกรรมก่อสร้างประเภทงานดินและปรับพื้นที่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย, คณะสาธารณสุขศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา,

พรศิริ จงกล. (2557). *การวิเคราะห์งานก่อสร้างโดยใช้หลักการยศาสตร์.* นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ม.อ.ก.). (2543). *เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต: เหล็กเส้นกลม.* Retrieved from http://th.wikipedia.org/wiki/เหล็กเส้น

รัฐวุฒิ สมบูรณ์ธรรม. (2560). *การปรับปรุงสภาพงานโดยใช้หลักการยศาสตร์แบบมีส่วนร่วมเพื่อลดความเสี่ยงบริเวณหลังส่วนล่างในพนักงานแผนกลอกยางของโรงงานยางพาราแผ่นรมควันแห่งหนึ่งในจังหวัดจันทร์บุรี.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย, คณะสาธารณสุขศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

วิวัฒน์ สังฆะบุตรและคณะ. (2554). *ความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในแรงงานนอกระบบกลุ่มคัดเหล็กปลอกเสาระบบมือโยก: การศึกษานำร่อง.* นครราชสีมา: สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 5.

ศักดิ์สิทธิ์ กุลวงษ์. (2552). *การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในกลุ่มพนักงานประกอบและบรรจุในโรงงานอุตสาหกรรม จังหวัดชลบุรี.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย, คณะสาธารณสุขศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา,

สุวรีย์ ศิริโภคาภิรมณ์. (2546). *การวิจัยทางการศึกษา.* ลพบุรี: สถาบันราชภัฏเทพสตรี.

สุวิมล เสาวรส. (2558). *การปรับปรุงการเคลื่อนไหวเพื่อลดความเสี่ยงของมือในคนงานขูดเนื้อไก่ในโรงงานแห่งหนึ่ง จังหวัดสระบุรี.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย, คณะสาธารณสุขศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา,

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

1. ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์	อาจารย์ประจำ ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. รศ. ดร.นันทพร ภัทรพุทธ	อาจารย์ประจำ ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ผศ. ดร.นิสากร กรุงไกรเพชร	อาจารย์ประจำ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

แบบสอบถาม

เรื่อง การปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก เพื่อลดความเสี่ยงบริเวณมือและข้อมือของคนงานในงานก่อสร้างแห่งหนึ่ง

ส่วนที่ 1 แบบสัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง: โปรดกาเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับท่าน และเติมข้อความลงในช่องว่าง (…….) ที่ตรงกับข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

คำถาม	คำตอบ
1. อายุ	…… ปี
2. เพศ	◯ ชาย ◯ หญิง
3. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่ (ถ้ามีให้ระบุ)	◯ ไม่มี ◯ มี (ระบุ)……..
4. ท่านเคยทำงานผูกเหล็กมาแล้วกี่ปี	……เดือน…… ปี
5. ในโครงการก่อสร้างนี้ นอกจากงานผูกเหล็กแล้ว ท่านทำงานอย่างอื่นด้วยหรือไม่	◯ ไม่ทำ ◯ ทำ ระบุชื่องาน.....
6. ก่อนหน้าที่จะมาทำงานในโครงการก่อสร้างนี้ ท่านเคยทำงานอะไรมาบ้าง	1. งาน..... ระยะเวลา.....ปี 2. งาน..... ระยะเวลา.....ปี 3. งาน..... ระยะเวลา.....ปี
7. ท่านใช้ระยะเวลาในการผูกเหล็กจำนวนกี่ชั่วโมงในหนึ่งวัน	…… ชั่วโมง
8.ท่านเคยมีอุบัติเหตุบริเวณมือ/ข้อมือหรือไม่ (ถ้ามีให้ระบุ)	◯ ไม่มี ◯ มี (ระบุ)……..

ส่วนที่ 2 แบบประเมินความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH for HAL

คำชี้แจง: ผู้วิจัยเป็นคนกรอกข้อมูล

ลักษณะงาน……..	**ข้างซ้าย**	**ข้างขวา**
1. คะแนนกิจกรรมของมือ (ดูคะแนนด้านล่าง)	……	……..
2. คะแนนระดับของแรงที่ใช้มือทำงาน (ดูคะแนนด้านล่าง)	……	……..
3. คะแนนระดับของแรงที่ใช้มือทำงาน / คะแนนกิจกรรมของมือ	……	……..
4. ผลการประเมิน	> TLV ☐	> TLV ☐
TLV = 0.78	AL to TLV ☐	AL to TLV ☐
AL = 0.56	< AL ☐	< AL ☐

คะแนน HAL	ลักษณะการเคลื่อนไหวของมือ
0	เวลาส่วนใหญ่มือไม่ได้ใช้งาน ออกแรงปกติ
1	
2	ท่าทางการทำงานสม่ำเสมอ มีหยุดนานหรือมีการเคลื่อนไหวช้ามาก
3	
4	การเคลื่อนไหว/ ออกแรงคงที่ช้า ๆ มีการหยุดสั้น ๆ บ่อย ๆ
5	
6	การเคลื่อนไหว/ ออกแรงคงที่ มีการหยุดบ้างแต่ไม่บ่อย
7	
8	การเคลื่อนไหว/ ออกแรงคงที่เร็ว ๆ โดยปกติมีการหยุด
9	
10	การเคลื่อนไหวคงที่เร็ว ๆ และการออกแรงไม่สามารถควบคุมให้คงที่ได้

% MVC	Subjective		Moore-Garg Strain Index	NPF
	คะแนน	คำตอบ		
0	0	ไม่มีการออกแรงเลย		0
5	0.5	ออกแรงน้อยมาก (แต่รู้สึกได้)	แทบจะไม่พบเห็นว่ามีการออกแรง หรือพบว่า มีความผ่อนคลาย	0.5
10	1	ออกแรงเล็กน้อย		1
20	2	ออกแรงเบา ๆ	สังเกตได้ว่ามีการออกแรง	2
30	3	ออกแรงปานกลาง		3
40	4		มีการออกแรงอย่างเห็นได้ชัด แต่ไม่แสดงออกถึงการเปลี่ยนแปลงบนใบหน้า	4
50	5	ออกแรง		5
60	6		มีการออกแรงอย่างมากและมีการเปลี่ยนแปลงบนใบหน้า	6
70	7	ออกแรงมาก		7
80	8			8
90	9		มีการใช้ไหล่/ ลำตัวร่วมในการออกแรง	9
100	10	ออกแรงมาก (เกือบมากที่สุด)		10

ส่วนที่ 3 แบบประเมินความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือ

คำชี้แจง: โปรดกาเครื่องหมาย ✓หน้าข้อความที่ตรงกับท่าน และเติมข้อความลงในช่องว่าง (…….) ที่ตรงกับข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ท่านเคยมีความรู้สึกเจ็บ ปวด หรือ รู้สึกไม่สบายบริเวณอวัยวะ ต่อไปนี้	**ถ้าท่านตอบเคยให้ระบุระดับความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดเพียงเลขเดียว (ปัจจุบัน)**	**ถ้าท่านตอบเคยให้ระบุระยะเวลาตั้งแต่เริ่มอาการ**	
		12 เดือนที่ผ่านมา	**7 วันที่ผ่านมา**
มือและข้อมือ ◯ ไม่เคย ◯ เคยที่ด้านซ้าย ◯ เคยที่ด้านขวา ◯ เคยทั้งด้านซ้ายและด้านขวา	ด้านขวา 0 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด ด้านซ้าย 0 10 ไม่ปวด ปวดรุนแรงมากที่สุด		

คำอธิบายตัวเลขระดับความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวด

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ไม่มีรู้สึกเจ็บปวด	ปวดน้อย ไม่มีความทุกข์ทรมาน ไม่รู้สึกกังวลใด ๆ ต่อการเจ็บปวด			ปวดปานกลาง รู้สึกทุกข์ทรมานจากการเจ็บปวดพอสมควร มีความกังวลไม่มากนัก ยังมีความรู้สึกว่าสามารถทนได้			ปวดมาก รู้สึกทุกข์ทรมาน จากการเจ็บปวด ทำให้เกิดความกังวลมากและไม่สามารถนอนหลับพักผ่อนได้			ปวดรุนแรงจนทนไม่ไหว

ส่วนที่ 4 แบบประเมินความพึงพอใจหลังจากการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก มีข้อคำถาม 7 ข้อ ที่ประยุกต์จาก ประภัสสร ธรรมพิทักษ์ (ประภัสสร ธรรมพิทักษ์, 2561)

คำชี้แจง: โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงใน (…) ที่ตรงกับความพึงพอใจหลังการปรับปรุงเครื่องมือผูกเหล็ก (โปรดตอบทุกข้อคำถาม)

ข้อถาม	ความรู้สึกของท่าน				
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
1. เมื่อท่านใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สาย ท่านมีความรู้สึกพอใจต่อเครื่องมือและอุปกรณ์ที่นำมาใช้					
2. ด้ามจับสว่านไขควงไร้สายมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน					
3. ตะขอผูกเหล็กมีความแข็งแรงคงทนต่อการใช้งาน					
4. การใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สายทำให้ท่านปฏิบัติงานได้ดีขึ้น					
5. การใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สายทำให้ท่านมีความคล่องตัวในการทำงาน					
6. การใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สายเป็นทำให้ท่านทำงานไม่สะดวก					
7. โดยรวมท่านมีความพึงพอใจต่อการใช้ตะขอผูกเหล็กร่วมกับสว่านไขควงไร้สาย					

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

แบบสรุปการประเมินคุณภาพเครื่องมืองานวิจัย เพื่อหาดัชนีความสอดคล้อง หัวข้อ การปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกเหล็ก เพื่อลดความเสี่ยงบริเวรมือและข้อมือของคนงานในงานก่อสร้างแห่งหนึ่ง

ข้อที่	ผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวมของคะแนน	ค่า IOC	ผลการพิจารณา
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
	ส่วนที่ 1 แบบสัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไป					
1	1	1	1		1	ใช้ได้
2	1	1	1		1	ใช้ได้
3	1	0	1		0.6666666667	ใช้ได้
4	1	1	1		1	ใช้ได้
5	1	1	1		1	ใช้ได้
6	1	1	1		1	ใช้ได้
7	1	1	1		1	ใช้ได้
	ส่วนที่ 2แบบประเมินความเสี่ยงของงานที่ทำด้วยมือ ACGIH for HAL					
1	0	1	1		0.6666666667	ใช้ได้
2	0	1	1		0.6666666667	ใช้ได้
3	0	1	1		0.6666666667	ใช้ได้
4	0	1	1		0.6666666667	ใช้ได้
	ส่วนที่ 3 แบบประเมินความรุนแรงของความรู้สึกเจ็บปวดบริเวณมือและข้อมือ					
1	0	1	1		0.6666666667	ใช้ได้
	ส่วนที่ 4 แบบสอบถามความพึงพอใจหลังการปรับปรุงสภาพงาน					
1	0	1	1		0.6666666667	ใช้ได้

เกณฑ์
> 0.67 ใช้ได้
< 0.33 ปรับปรุง
0 ตัดทิ้ง

2	0	1	1		0.6666666667	ใช้ได้
3	0	1	1		0.6666666667	ใช้ได้
4	0	1	1		0.6666666667	ใช้ได้
5	0	1	1		0.6666666667	ใช้ได้
6	0	1	1		0.6666666667	ใช้ได้
7	0	1	1		0.6666666667	ใช้ได้