



การออกแบบอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่เพื่อลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ
ของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานตรวจสอบถังดับเพลิง

โดย

ยลดา คุณบุราณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2567

A DESIGN OF A MOBILE LIFT DEVICE TO REDUCE RISK OF
MUSCULOSKELETAL INJURIES AMONG
FIRE EXTINGUISHER INSPECTORS

BY

YONLADA KHUNBURAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL
FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF SCIENCE
OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY
FACULTY OF PUBLIC HEALTH
THAMMASAT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2024

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะสาธารณสุขศาสตร์

วิทยานิพนธ์

ของ

ยลดา คุณบุราณ

เรื่อง

การออกแบบอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่เพื่อลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและ
กล้ามเนื้อของพนักงานตรวจสอบถังดับเพลิง

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2568

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


(รองศาสตราจารย์ ดร. เฉลิมชัย ชัยกิตติภรณ์)

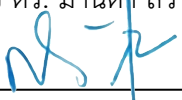
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชีรพันธ์ แก้วดอก)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานิดา สว่างเนตร นอยแบร์ท)

คณบดี


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สร้อยสุดา เกสรทอง)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่เพื่อลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานตรวจสอบถังดับเพลิง
ชื่อผู้เขียน	ยลดา คุณบุราณ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อธิพันธ์ แก้วดอก
ปีการศึกษา	2567

บทคัดย่อ

งานยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยแรงกายเป็นสาเหตุหลักของอาการทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและประเมินอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่สำหรับลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานตรวจสอบถังดับเพลิง การศึกษาเชิงกึ่งทดลองนี้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 28 คน โดยวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อประเมินภาระงานของกล้ามเนื้อ ประเมินท่าทางการทำงานใช้แบบประเมิน Rapid Entire Body Assessment (REBA) การรับรู้การออกแรง และการรับรู้ความยาก-ง่ายของการใช้งานของพนักงานจากการยกถังดับเพลิงด้วยแรงกายกับยกด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่

ผลการศึกษาค้นไฟฟ้ากล้ามเนื้อบริเวณ biceps brachii Triceps brachii Middle deltoid และ Upper trapezius โดยใช้พารามิเตอร์ค่าการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ พบว่า การออกแรงของกล้ามเนื้อ middle deltoid และ biceps brachii ค่าคะแนนระดับความเสี่ยงของท่าทางยก การรับรู้การออกแรง และการรับรู้ความยาก-ง่ายของการใช้งาน จากการยกถังดับเพลิงด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่มีค่าน้อยกว่ายกด้วยแรงกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$) ส่วนการออกแรงของกล้ามเนื้อ triceps brachii และ upper trapezius จากการยกถังดับเพลิงด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่มีค่าน้อยกว่ายกด้วยแรงกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$)

สรุปได้ว่าอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ที่ออกแบบนี้สามารถใช้งานได้เนื่องจากสามารถลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและเป็นที่ยอมรับของคนทำงาน อย่างไรก็ตาม จำเป็น

ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงอุปกรณ์ช่วยยกให้เหมาะสมกับตามหลักการยศาสตร์ รวมถึงควรมีการประเมินการออกแรงและความล้าของกล้ามเนื้อในสถานการณ์ทำงานจริง

คำสำคัญ: ถังดับเพลิง, อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่, คุณภาพชีวิตที่ดี, ความล้า, การยศาสตร์



Thesis Title	A DESIGN OF A MOBILE LIFT DEVICE TO REDUCE RISK OF MUSCULOSKELETAL INJURIES AMONG FIRE EXTINGUISHER INSPECTORS
Author	Yonlada Khunburan
Degree	Master of Science
Major Field/Faculty/University	Occupational Health and Safety Faculty of Public Health Thammasat University
Thesis Advisor	Assistant Professor Teeraphun Kaewdok, Ph.D.
Academic Year	2024

ABSTRACT

Manual material handling (MMH) task is the most common cause of work-related musculoskeletal disorders (MSDs). The aim of this study was to design and to evaluate a mobile lift device to reduce risk of musculoskeletal injuries among fire extinguisher inspectors. This was followed by a quasi-experimental trial among twenty-eight workers. Using surface electromyography (EMG) in which the muscle activity with percent of maximum voluntary contraction (% MVC), postural analysis using (REBA), perceived exertion, perceived ease of use among workers were evaluated during the fire extinguisher inspection process employing manual fire extinguisher, and use mobile lift device. The results of the EMG measurement of the muscles in the biceps brachii, triceps brachii, middle deltoid, and upper trapezius using the maximum voluntary contraction (MVC) parameter. The results showed a significant effect of the muscle activity of middle deltoid and biceps brachii, posture risk level, and rating perceived exertion of the mobile lift device were generally lower than those of manual lifting ($p < 0.001$). There was a significant preference towards the muscle activity of triceps brachii and upper trapezius of the mobile lift device ($p < 0.05$).

It can be concluded that the mobile lift device designed were found to be applicable due to reduce risk of musculoskeletal injuries and acceptable by the workers.

However, further study is needed to improve appropriate revisions to the ergonomically developed lift assist device based on ergonomics measures of muscle activity and fatigue under field production conditions.

Keywords: Fire Extinguisher, Manual material handling, well-being, muscle fatigue, Ergonomics



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีรพันธ์ แก้วดอก อาจารย์ที่ปรึกษา โดยท่านได้ให้คำแนะนำในการพิจารณาประเด็นปัญหาที่ศึกษา ตลอดจนตรวจสอบในทุกขั้นตอนของการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และหน่วยวิจัยด้านการยศาสตร์อาชีวอนามัยแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่สนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ

ขอขอบพระคุณพนักงานผู้ทำหน้าที่ตรวจสอบระดับเพลิงและบริษัท เดลต้าอีเลคโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ที่กรุณาให้ยืมสถานที่และอุปกรณ์ รวมถึงการสนับสนุนการศึกษาวิจัย ให้ความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยตลอดจนถึงการต้อนรับที่ดีเสมอมา

ขอเชิดชูความรักของบิดาและมารดา ที่มีให้แก่ผู้วิจัยซึ่งถือเป็นฐานของชีวิตในการก้าวเดินบนเส้นทางการศึกษาด้วยศีลธรรมอันดีงาม เป็นพลังกำลังจนเกิดความมุ่งมั่นให้เกิดการเรียนรู้มาตลอดชีวิต

งานวิทยานิพนธ์นี้ มอบส่วนดีแด่บุพการีและครูอาจารย์

ยลดา คุณบุราณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญภาพ	(10)
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	4
1.3 กรอบแนวคิด	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	4
1.5 ขอบเขตการศึกษา	4
1.6 นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ	5
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 เครื่องดับเพลิงในสถานประกอบกิจการ	7
2.1.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับถังดับเพลิง	7
2.1.2 การติดตั้งและวิธีใช้เครื่องดับเพลิง	11
2.1.3 วิธีกรใช้ถังดับเพลิง	13

2.1.4 ขั้นตอนการตรวจสอบถังดับเพลิง	14
2.1.5 มาตรฐานและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง	15
2.2 แนวคิดการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์	16
2.2.1 ความหมายของการยศาสตร์	16
2.2.2 หลักการทางการยศาสตร์	18
2.2.3 ความสำคัญของการประยุกต์การยศาสตร์ในสถานประกอบกิจการ	19
2.2.4 หลักการการยกย้ายวัสดุด้วยแรงกาย	22
2.2.5 ผลกระทบและปัจจัยเสี่ยงทางการยศาสตร์	23
2.2.6 การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์	24
2.3 แนวคิดการออกแบบตามหลักการทางการยศาสตร์	36
2.3.1 สถานที่และเนื้อที่ในการทำงาน	37
2.3.2 การออกแบบสถานีงานประเภทต่าง ๆ (Workstation Design)	37
2.3.3 กฎทางการยศาสตร์สำหรับการออกแบบสถานีงาน	37
2.3.4 ขนาดสัดส่วนร่างกายสำหรับการออกแบบสถานีงาน	38
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	38
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	46
3.1 รูปแบบการวิจัย	46
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	46
3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา	48
3.4 เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการวิจัย	49
3.4.1 เครื่องมือที่ใช้วัดในการวิจัย	49
3.4.2 วิธีการวิธีการออกแบบเครื่องยกลังดับเพลิง	52
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	59
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	60
3.7 จริยธรรมการวิจัย	61

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	62
4.1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	62
4.2 การรับรู้การออกแรงของร่างกาย จากการยกตรวจสอบถึงดับเพลิงของผู้ยก	63
4.3 ความยาก-ง่ายของการยกถึงดับเพลิง	63
4.4 การประเมินความเสี่ยงท่าทางในการตรวจสอบถึงดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่าง	64
4.5 ภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะที่ตรวจสอบถึงดับเพลิง	65
4.6 ประเมินผลของอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่	65
4.7 การอภิปรายผล	68
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	73
5.1 สรุปผลการวิจัย	73
5.2 ประเมินผลของอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่	75
5.3 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาวิจัย	75
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป	76
รายการอ้างอิง	77
ภาคผนวก	81
ภาคผนวก ก เอกสารขออนุมัติจริยธรรมการวิจัย	81
ภาคผนวก ข เอกสารข้อมูลแก่ผู้เข้าร่วมโครงการ	82
ภาคผนวก ค หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัยของอาสาสมัครวิจัย	83
ภาคผนวก ง รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัยและ เอกสารขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย	84
ภาคผนวก จ ตารางร้อยละของการหัดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อโดยสมัครใจ	85
ภาคผนวก ฉ ภาพประกอบการทดสอบและการประเมินกลุ่มตัวอย่าง	89
ประวัติผู้เขียน	90

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงชนิดของสารดับเพลิง	8
2.2 การติดตั้งของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ	11
2.3 หาคะแนนการประเมินความเสี่ยงของร่างกายของ คอ ลาตัว และขา	31
2.4 หาคะแนนการประเมินความเสี่ยงของ แขนส่วนบน แขนส่วนล่างและมือ	32
2.5 หาคะแนนการประเมินความเสี่ยงที่ได้จากท่าทางส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	33
3.1 แบบประเมินระดับการรับรู้การออกแรงของร่างกาย	49
3.2 แบบประเมินการรับรู้ความยาก-ง่ายของการยกถังดับเพลิง	49
3.3 แบบประเมินท่าทางร่างกายทั้งลาตัว	50
3.4 ขั้นตอนการตรวจสอบถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง	52
3.5 ขั้นตอนการตรวจสอบถังดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์	54
3.6 ขั้นตอนการทดลอง	59
4.1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	62
4.2 ระดับการรับรู้การออกแรงของร่างกายจากการยกถังดับเพลิงของผู้ยก	63
4.3 ระดับความยาก-ง่ายของการยกถังดับเพลิง	63
4.4 จำนวนและร้อยละของท่าทางการทำงานจำแนกตามระดับความเสี่ยง ด้วยแบบประเมิน REBA	64
4.5 การทดสอบการหิ้วถังสูงสุดของกล้ามเนื้อ จำแนกตามมัดกล้ามเนื้อของกลุ่มตัวอย่าง	65
4.6 การรับรู้การออกแรงของร่างกายจากการยกถังดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่าง	66
4.7 การรับรู้ความยาก-ง่ายของการยกถังดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่าง	66
4.8 คะแนนความเสี่ยงของท่าทางการทำงาน ในขณะยกถังดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่าง	67

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงระยะห่างของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ	12
2.2 แสดงความสูงของการติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ	12
2.3 แสดงตัวอย่างป้ายหรือสัญลักษณ์เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ	13
2.4 แสดงองค์ประกอบของถังดับเพลิง	14
2.5 แสดงแรงกระทำกระทำที่เกิดขึ้นเมื่อยกวัตถุ	23
2.6 แบบประเมินด้านการยศาสตร์ REBA	26
2.7 ระดับคะแนนของท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนของคอ	27
2.8 ระดับคะแนนของท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนของลำตัว	27
2.9 ระดับคะแนนของท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนของขา	28
2.10 ระดับคะแนนของท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนของแขนส่วนบน	29
2.11 ระดับคะแนนของท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนของแขนส่วนล่าง	30
2.12 ระดับคะแนนของท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนของมือ	30
2.13 แสดงตัวอย่างลักษณะการยกของที่มีผลต่อขีดจำกัดของน้ำหนักในการยก	35
3.1 แสดงระบบกล้ามเนื้อ	51
3.2 แสดงระดับความสูงการติดตั้งถังดับเพลิง	55
3.3 แสดงน้ำหนักของถังดับเพลิง	56
3.4 การออกแบบอุปกรณ์ยกถังดับเพลิงแบบเคลื่อนที่	57
4.1 ภาระงานของกล้ามเนื้อจากการยกถังดับเพลิงด้วยแรงกายและแบบใช้อุปกรณ์	64
4.2 อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ที่ออกแบบใหม่	69

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์/คำย่อ	คำเต็ม/คำจำกัดความ
BMI	Body Mass Index
EMG	Electromyography
MSDs	Musculoskeletal Disorders
MVC	Maximum voluntary contraction
REBA	Rapid Entire Body Assessment
RPE	Rating of perceived exertion
RULA	Rapid Upper Limb Assessment
RWL	Recommended Weight Limit
% MVC	percent of Maximum voluntary contraction

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อาการผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่าง (Musculoskeletal disorders: MSDs) เนื่องจากการทำงาน เป็นปัญหาสุขภาพหรือความผิดปกติของอวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนไหวของร่างกาย ได้แก่ กระดูก กล้ามเนื้อ ข้อต่อ เอ็นกล้ามเนื้อ และเอ็นกระดูก รวมถึงเส้นประสาทที่เกิดขึ้นจากการทำงานจนทำให้ไม่สามารถทำงานประจำได้ตามปกติ ซึ่งในปัจจุบันยังคงเป็นปัญหาที่สำคัญในงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ทั้งในประเทศที่กำลังพัฒนาและประเทศที่พัฒนาแล้ว เนื่องจากเป็นปัญหาที่มีสถิติเกิดขึ้นสูงสุดทั่วโลก และก่อให้เกิดความสูญเสียค่าใช้จ่าย (สสир เทพตระการพร, 2563) จากสถิติการเกิดอาการผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างในสหราชอาณาจักร ในปี พ.ศ.2564 – 2565 มีพนักงานประมาณ 477,000 คน ที่ได้รับผลกระทบจากการทำงานความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูก มีอัตราความชุก 1,430 ต่อคนงาน 100,000 และความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกที่เกี่ยวข้องกับการทำงานส่วนใหญ่ส่งผลต่อการบาดเจ็บที่หลังรื้อยละ 42 (202,000 ราย) รองลงมาคือบริเวณคอ รื้อยละ 37 (175,000 ราย) และสุดท้ายส่งผลต่อการบาดเจ็บที่ขา รื้อยละ 21 (99,000 ราย) ซึ่งส่งผลมีจำนวนวันทำงานที่สูญเสียไปเนื่องจากความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน ถึง 7.3 ล้านวัน หรือเฉลี่ย 15.2 วันต่อราย (Work-related musculoskeletal disorders statistics in Great Britain, 2022) ในขณะที่ประเทศไทยจากรายงานการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน จำแนกตามความรุนแรงและโรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานหรือเนื่องจากการทำงาน ปี พ.ศ.2560 – 2564 พบว่า โรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงาน เป็นโรคที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานสูงสุด โดยในปี พ.ศ.2560 ลูกจ้างประสบอันตราย จำนวน 1,554 ราย คิดเป็นรื้อยละ 1.80 ต่อปี ของจำนวนการประสบอันตรายทั้งหมด ในปี พ.ศ.2561 ลูกจ้างประสบอันตราย จำนวน 1,196 ราย คิดเป็นรื้อยละ 1.39 ต่อปี ของจำนวนการประสบอันตรายทั้งหมด ในปี พ.ศ.2562 ลูกจ้างประสบอันตราย จำนวน 935 ราย คิดเป็นรื้อยละ 1.01 ต่อปี ของจำนวนการประสบอันตรายทั้งหมด ในปี พ.ศ.2563 ลูกจ้างประสบอันตราย จำนวน 1,104 ราย คิดเป็นรื้อยละ 1.29 ต่อปี ของจำนวนการประสบอันตรายทั้งหมด และในปี พ.ศ.2564 ลูกจ้างประสบอันตราย จำนวน 1,033 ราย คิดเป็นรื้อยละ 1.32 ต่อปี ของจำนวนการประสบอันตรายทั้งหมด โดยเฉลี่ย 5 ปี มีลูกจ้างประสบอันตราย จำนวน 5,842 ราย คิดเป็นรื้อยละ 1.35 ต่อปี ของจำนวนการประสบอันตรายทั้งหมด (สำนักงานกองทุนเงินทดแทน, 2565)

ปัจจัยเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อเนื่องมาจากการทำงาน มีสาเหตุจากทั้งปัจจัยบุคคล เช่น เพศ อายุ ความแข็งแรงของร่างกาย ความสามารถและข้อจำกัดของคนทำงาน และปัจจัยงาน ได้แก่ ปัจจัยทางกายภาพ เช่น น้ำหนักสิ่งของที่ยก ท่าทางการทำงาน ตำแหน่งหรือจัดที่ทำงาน ไม่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนทางกายของผู้ทำงาน

การตรวจสอบถึงระดับเพลิงเป็นหนึ่งในขั้นตอนสำคัญสำหรับการเตรียมความพร้อมในการโต้ตอบภาวะฉุกเฉินอัคคีภัย ซึ่งการตรวจสอบถึงระดับเพลิงควรทำอย่างน้อยหกเดือนครั้งในขอบเขตการตรวจความปลอดภัยด้านอัคคีภัย ที่ประกาศในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน พ.ศ.2552 เพื่อให้ถึงระดับเพลิงมีความพร้อมในการใช้งานและมีประสิทธิภาพในระยะยาว จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ สำหรับการตรวจสอบถึงระดับเพลิงที่มีน้ำหนักประมาณ 9.8 -12.9 กิโลกรัม พนักงานผู้ทำหน้าที่ตรวจสอบจะยกกว่าถึงระดับเพลิงที่มีน้ำหนัก ตำแหน่งการวาง จำนวนหรือความถี่ของการยก ลักษณะการจับปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้ผู้ทำงานมีท่าทางไม่เหมาะสม อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงานได้ มีการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าพนักงานตรวจสอบถึงระดับเพลิงเกิดความเมื่อยล้าจากการทำงาน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานตรวจสอบถึงระดับเพลิงไม่เป็นไปตามเป้าหมาย และหลังจากการออกแบบเครื่องมือช่วยยกกว่าถึงระดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง พบว่า พนักงานตรวจสอบถึงระดับเพลิงมีสภาพการทำงานที่ปลอดภัยและยังช่วยกำจัดปัญหาความเมื่อยล้าได้ (เพลินศักดิ์ อุบลหล้า, 2563) สอดคล้องกับผลการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของพนักงานตรวจสอบถึงระดับเพลิง หลังการออกแบบอุปกรณ์ช่วยลดขั้นตอนการยกถึงระดับเพลิง โดยการหมุนพิกัดติดตั้งอุปกรณ์ไว้ที่ผนัง ทำให้ผู้ตรวจสอบถึงระดับเพลิงเคมีแห้งไม่ต้องยกตรวจสอบ พบว่าความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์ก่อนทำการออกแบบอุปกรณ์ช่วยยก ระดับคะแนนสูงสุดอยู่ที่ 13 คะแนนเป็นความเสี่ยงสูงมากที่ต้องรีบดำเนินการปรับปรุงทันที ลดลงอยู่ในระดับคะแนน 3 ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ (สิทธิระพี ช้างหมื่นไวย, 2563)

นอกจากนี้ จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับงานที่ต้องยกเคลื่อนย้ายด้วยแรงกายของพนักงานที่ทำงานเกี่ยวกับการยกสินค้า ผลการวิจัยพบอาการปวดหลังส่วนล่างมีความชุกมากที่สุดร้อยละ 55.8 และท่าทางการยกสินค้าเหนือระดับหัวไหล่มีสัมพันธ์ต่อการเกิดความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูก (อุมาภรณ์และเฉลิมชัย, 2560) สอดคล้องกับการศึกษาเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ของพนักงานคลังสินค้าในต่างประเทศ ของ Abdulrahman M Basahel พบว่า การยกของส่งผลต่ออาการปวดหลังส่วนล่างและการดึงรั้งส่งผลต่อแขนท่อนล่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสะท้อนถึงความชุกสูงสุดของอาการผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อในส่วนของข้อมือ (Abdulrahman M Basahel, 2558) และยังพบว่าผลการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

ของพนักงานในขณะที่ทำงานยกเคลื่อนย้ายสิ่งของส่วนใหญ่มีอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่า 110 ครั้ง/นาที ซึ่งมีความเสี่ยงสูงและอาจทำให้เกิดความล้าเหลวของระบบหมุนเวียนโลหิต (ชนิกพรและนิวิท, 2558)

การประยุกต์หลักการทางกายศาสตร์เป็นเครื่องมือสำหรับใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาการบาดเจ็บระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ รวมถึงเพื่อการดูแลความปลอดภัยในการทำงานของพนักงานในการเคลื่อนย้ายของหนักนั้น วิธีการที่ช่วยยกย้ายวัสดุสิ่งของสามารถทำได้โดยการไม่ใช้อุปกรณ์ ซึ่งเป็นการจัดการของผู้ปฏิบัติงานที่ต้องมีการออกแบบวิธีการยกวัตถุและท่าทางที่เหมาะสมตามหลักกลศาสตร์ชีวภาพเกี่ยวกับการยกวัตถุด้วยท่าทางที่เหมาะสม อีกทั้งยังสามารถใช้อุปกรณ์ช่วยในการยกย้ายวัตถุ (Material Handling by Machine) ซึ่งมีหลากหลายประเภทให้ได้เลือกใช้ตามความเหมาะสมของขนาดวัตถุและลักษณะของการเคลื่อนย้าย (ศักดิ์สิทธิ์ กุลวงษ์, 2555)

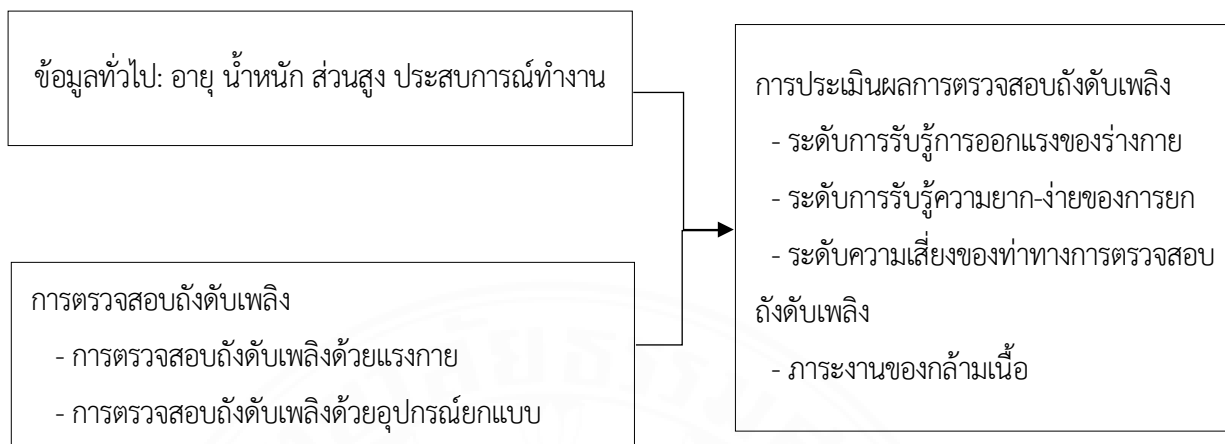
ในปี พ.ศ.2566 โรคและความผิดปกติในระบบกระดูก กล้ามเนื้อ เอ็นและข้อเป็นหนึ่งในชนิดของโรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานหรือเนื่องจากการทำงาน ตามประกาศกระทรวงแรงงาน วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2566 (กระทรวงแรงงาน, 2566) แสดงให้เห็นว่าหน่วยงานภาครัฐให้ความสำคัญกับประเด็นกลุ่มโรคดังกล่าวในผู้ทำงาน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการป้องกันและควบคุมสิ่งคุกคามหรือปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อการเจ็บป่วยจากการทำงาน การเกิดปัญหาหรือผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานนอกจากพนักงานผู้ปฏิบัติงานจะเกิดปัญหาดังกล่าวได้รับผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพชีวิต ผู้ที่เกี่ยวข้องในองค์กรก็ต้องให้ความสำคัญและควรมีความเข้าใจถึงปัจจัยเสี่ยงและลักษณะงานที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงแนวทางการประเมินและควบคุมแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่งถือได้ว่าเป็นการเฝ้าระวังและป้องกันปัญหาเชิงรุกได้อีกทางหนึ่ง ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงให้ความสำคัญในการดูแลความปลอดภัยในการทำงาน และจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่พนักงานตรวจสอบถึงดับเพลิง โดยการปรับปรุงทางการยศาสตร์ ด้วยการออกแบบอุปกรณ์ยกถึงดับเพลิงแบบเคลื่อนที่สำหรับใช้ในการปฏิบัติงานเพื่อลดความเมื่อยล้า และความเสี่ยงในการเกิดโรคและความผิดปกติในระบบกระดูกและกล้ามเนื้อให้กับผู้ปฏิบัติงานต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ สำหรับลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานตรวจสอบถึงดับเพลิง

1.2.2 เพื่อประเมินผลของอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ ในประเด็นการรับรู้การออกแรงของร่างกาย การรับรู้ความยาก-ง่ายของการยก ความเสี่ยงของท่าทางการตรวจสอบถึงดับเพลิงและความล้าของกล้ามเนื้อ

1.3 กรอบแนวคิด



1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1.4.1 พนักงานมีเครื่องมืออุปกรณ์ในการทำงานที่เหมาะสม ในแง่ของเพิ่มความสะดวกสบาย และปลอดภัยในการทำงาน

1.4.2 หน่วยงานลดต้นทุนเรื่องค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล ลดการลางาน การขาดงานของพนักงาน

1.5 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาเรื่อง การออกแบบเครื่องยกถึงระดับเพลิงเหมาะสมกับพนักงานที่ปฏิบัติงานในโรงงาน มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

ขอบเขตประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อทำการออกแบบอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่เสร็จแล้ว จะทำการทดลองเพื่อประเมินผลของอุปกรณ์ กับกลุ่มอาสาสมัคร จำนวน 28 คน เป็นเพศชาย ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบถึงระดับเพลิงของหน่วยงาน ที่สังกัดในอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ และผ่านเกณฑ์คัดเข้าและยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยความสมัครใจ

ขอบเขตเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่สำหรับยกตรวจสอบถึงระดับเพลิง โดยใช้หลักการยศาสตร์ จากนั้นนำมาประเมินผลของอุปกรณ์ ด้วยการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างตามที่คำนวณไว้

ขอบเขตระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ตั้งแต่ขั้นตอนการทบทวนวรรณกรรม ออกแบบอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง และวิเคราะห์สรุปผลการศึกษา ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2567 ถึงเดือนมกราคม 2568

1.6 นิยามศัพท์เชิงปฏิบัติการ

ถังดับเพลิง หมายถึง เครื่องดับเพลิงที่มีลักษณะมีหัวไว้หัวที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานสามารถหิ้วไปใช้งานได้ง่ายขึ้น

ถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง หมายถึง เครื่องดับเพลิงที่ภายในบรรจุผงเคมี เมื่อฉีดใช้งานผงเคมีจะถูกดันออกไป เพื่อคลุมไฟทำให้้อับอากาศ (การตัดออกซิเจน) แต่ระดับความร้อนของเชื้อเพลิงยังคงลดลงไม่มาก มีโอกาสปะทุขึ้นมาได้ ถ้ามีประกายไฟสัมผัสที่เชื้อเพลิง

ถังดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ หมายถึง เครื่องดับเพลิงที่ภายในบรรจุด้วยก๊าซคาร์บอนที่อันแน่นจนเป็นชนิดเหลวเมื่อฉีดออกมาจะเกิดก๊าซที่เย็นจัดช่วยลดอุณหภูมิ ณ จุดที่เกิดเหตุเพลิงไหม้

การออกแบบเครื่องยกถังดับเพลิง หมายถึง การออกแบบอุปกรณ์ที่ช่วยลดน้ำหนักในการยกถังดับเพลิงเพื่อทำการตรวจสอบ

ภาระงานของกล้ามเนื้อ หมายถึง การทำงานของกล้ามเนื้อในขณะที่ยกถังดับเพลิง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ประเมินด้วยเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography; EMG) วิเคราะห์ด้วยค่าร้อยละของการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อโดยสมัครใจ (Maximum Voluntary Contraction; MVC) ของกล้ามเนื้อจำนวน 4 มัด ได้แก่ Upper trapezius Middle deltoid Triceps brachii และ Biceps brachii

การประเมินท่าทางการตรวจสอบถังดับเพลิง หมายถึง การประเมินท่าทางการทำงานทั่วทั้งร่างกายตั้งแต่ส่วนของ คอ ลำตัว ขา แขน และมือ ของผู้ตรวจสอบถังดับเพลิงด้วยแบบประเมิน Rapid Entire Body Assessment (REBA)

การประเมินผล หมายถึง การประเมินการออกแบบอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ โดยศึกษาครั้งนี้จะใช้ประเมินทั้งปัจจัยมนุษย์ ได้แก่ การรับรู้การออกแรงของร่างกาย การรับรู้ความยาก-ง่ายของการยกและการออกแรงของกล้ามเนื้อและการประเมินสภาพการทำงานด้วยการศึกษาความเสี่ยงของท่าทางการยก

อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ หมายถึง อุปกรณ์ยกถังดับเพลิงแบบเคลื่อนที่ที่ออกแบบ
จากการศึกษาครั้งนี้ สำหรับลดการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานตรวจสอบ
ถังดับเพลิง โดยมีการประเมินผลตามตัวแปรที่กำหนด



บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่อง การออกแบบอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่เพื่อลดการบาดเจ็บระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานตรวจสอบถังดับเพลิงครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ สำหรับลดการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อและกระดูกของพนักงานตรวจสอบถังดับเพลิง นำไปสู่การมีเครื่องมืออุปกรณ์ในการทำงานที่เหมาะสม พนักงานทำงานเกิดความสะดวกสบายและปลอดภัย ภายใต้ลักษณะงานและสภาพการทำงานที่เหมาะสมและมีความเสี่ยงต่อร่างกายน้อยที่สุด ตามแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยพื้นฐานการกำหนดแนวทางสำหรับการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

- 2.1 เครื่องดับเพลิงในสถานประกอบการ
- 2.2 แนวคิดการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์
- 2.3 แนวคิดการออกแบบตามหลักการทางการยศาสตร์
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องดับเพลิงในสถานประกอบการ

2.1.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับถังดับเพลิง

โรงงานหรือสถานประกอบการจำเป็นต้องมีการติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ เนื่องจากเครื่องดับเพลิงแบบมือถือมีวัตถุประสงค์ในการใช้ดับเพลิงเบื้องต้น หรือเมื่อมีผู้พบเห็นเหตุเพลิงไหม้เริ่มต้นจะสามารถใช้เครื่องดับเพลิงแบบมือถือทำการดับเพลิงได้ในทันที โดยไม่ต้องรอให้ระบบดับเพลิงอัตโนมัติทำงานซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์หรือทรัพย์สินภายในพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งสารดับเพลิงแต่ละชนิดที่บรรจุในเครื่องดับเพลิงแบบมือถือมีความสามารถและความเหมาะสมกับการดับเพลิงแต่ละประเภทที่แตกต่างกัน มีอยู่ 5 ประเภท ดังแสดงในตารางที่ 2.1 (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง การป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน, 2552)

ตารางที่ 2.1 แสดงชนิดของสารดับเพลิง

สารดับเพลิง	สัญลักษณ์
เพลิงประเภทเอ คือ เพลิงไหม้ที่เกิดจากเชื้อเพลิงธรรมดาทั่วไป เช่น ไม้ ผ้า กระดาษ ยาง และพลาสติกประเภทต่างๆ โดยมีสัญลักษณ์เป็นอักษร เอ อยู่ภายในรูปสามเหลี่ยมสีเขียว เพลิงประเภทบี คือ เพลิงไหม้ที่เกิดจากของเหลวไวไฟของเหลวติดไฟ และก๊าซไวไฟ โดยมีสัญลักษณ์เป็นอักษรบีอยู่ภายในรูปสี่เหลี่ยมสีแดง เพลิงประเภทซี คือ เพลิงไหม้ที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ยังมีการใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ โดยมีสัญลักษณ์เป็นอักษร ซี อยู่ภายในรูปวงกลมสีฟ้า เพลิงประเภทดี คือ เพลิงไหม้ที่เกิดกับโลหะติดไฟ เช่น แมกนีเซียม ไททาเนียม โซเดียม และโพแทสเซียม โดยมีสัญลักษณ์อักษร ดี อยู่ภายในรูปดาวห้าแฉกสีเหลือง เพลิงประเภทเค คือ เพลิงไหม้ที่เกิดกับเครื่องครัวที่มีการปรุงอาหารโดยใช้น้ำมันพืช หรือไขสัตว์ซึ่งสามารถติดไฟได้มีสัญลักษณ์อักษรเค	 Ordinary Combustibles  Flammable Liquids  Electrical Equipment  Combustible Metals  Combustible Cooking

2.1.1.1 ประเภทของถังดับเพลิง

ถังดับเพลิงมีหลายประเภท ถูกออกแบบมาเพื่อดับไฟตามประเภทของเพลิงที่แตกต่างกัน การเลือกเครื่องดับเพลิงที่เหมาะสม คือข้อควรพิจารณาที่สำคัญ เพราะหากใช้เครื่องดับเพลิงผิดประเภท อาจทำให้สถานการณ์แย่ลงกว่าเดิม โดยสามารถแบ่งประเภทของเครื่องดับเพลิงได้ ดังต่อไปนี้

1) ถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง (Dry Chemical)

ถังดับเพลิงประเภทนี้บรรจุผงเคมีแห้งและก๊าซไนโตรเจนเป็นสารขับเคลื่อน สามารถดับเพลิงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อฉีดผงเคมีออกมาจะขัดขวางการลุกไหม้ของออกซิเจนกับเชื้อเพลิง จึงเหมาะสำหรับการดับเพลิงได้หลายรูปแบบ เมื่อฉีดใช้งานจะมีฝุ่นละอองฟุ้งกระจาย จึงเหมาะสำหรับฉีดใช้ในที่โล่ง เหมาะสำหรับติดตั้งบริเวณพื้นที่โล่ง เช่น บริเวณ บ้านพักอาศัย อาคารสำนักงาน อพาร์ทเมนต์ และโรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ ซึ่งหลังจากการใช้งาน น้ำยาดับเพลิงจะใช้หมดหรือไม่หมดก็ตาม ต้องทำการบรรจุน้ำยาดับเพลิงใหม่ทุกครั้ง เหมาะสำหรับการดับเพลิงประเภท A B และ C

2) ถังดับเพลิงชนิดสูตรน้ำ (Low Pressure Water Mist)

ถังดับเพลิงประเภทนี้บรรจุสารเคมีดับเพลิงผสมน้ำและก๊าซไนโตรเจนเป็นสารขับเคลื่อน สามารถดับเพลิงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อฉีดสารดับเพลิงออกมาจะสามารถตัดองค์ประกอบในการลุกไหม้ และสามารถลดความร้อนได้เป็นอย่างดี สามารถมองเห็นวิสัยทัศน์ชัดเจนขณะฉีดใช้ และสามารถป้องกันการลุกติดกลับของเพลิงไหม้ได้ เหมาะสำหรับติดตั้งบริเวณสถานที่ที่ไม่ต้องการความสกปรก ฝุ่นฟุ้งกระจาย เช่น บริเวณทั่วไปภายใน บ้านพักอาศัย อาคารสำนักงาน โรงงานอุตสาหกรรม และห้างสรรพสินค้า ฯลฯ เหมาะสำหรับฉีดใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลต์ ในระยะไม่น้อยกว่า 1 เมตร ตามมาตรฐาน BS:EN 3-7 เหมาะสำหรับการดับเพลิงประเภท A B C และ K

3) ถังดับเพลิงชนิดสารสะอาด Halotron I (Clean Agent)

ถังดับเพลิงประเภทนี้บรรจุก๊าซ Halotron I และก๊าซไนโตรเจนเป็นสารขับเคลื่อน สามารถดับเพลิงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวน้ำยาเป็นก๊าซเหลวระเหย ที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่ติดไฟ ไม่เป็นสื่อในการนำไฟฟ้าและไม่ทิ้งคราบสกปรกหลังการฉีดทำให้ไม่เกิดความเสียหายต่อสิ่งของต่าง ๆ จึงเหมาะใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะ เหมาะสำหรับติดตั้งบริเวณสถานที่ที่เน้นเรื่องความสะอาดเป็นพิเศษ เช่น อาคาร สำนักงาน โรงพยาบาล ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องเซิร์ฟเวอร์ ห้องควบคุมไฟฟ้า ห้องแล็บ ห้องเก็บอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และไลน์การผลิตที่มีเครื่องจักรมูลค่าสูง ฯลฯ เหมาะสำหรับการดับเพลิงประเภท A B และ C

4) ถังดับเพลิงชนิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide : CO₂)

ถังดับเพลิงประเภทนี้จะบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เมื่อฉีดออกมาแล้วจะมีลักษณะเป็นไอเย็นจัดของน้ำแข็งแห้ง (Dry Ice) ปกคลุมบริเวณที่เกิดเพลิงลุกไหม้ ช่วยลดความร้อนและดับเพลิงได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงไม่ทิ้งคราบสกปรกหลังการฉีดทำให้ไม่เกิดความเสียหายต่อสิ่งของและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เหมาะสำหรับติดตั้งในอาคารสำนักงาน ห้องคอนโทรลไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม และไลน์การผลิตที่มีเครื่องจักรต่าง ๆ ฯลฯ ควรวางไว้ในที่ร่ม ที่มีอุณหภูมิไม่สูงมาก

และปราศจากแสงแดดส่องถึง หรือใกล้เตาไฟ และไม่ควรจับปลายหัวฉีดก๊าซ CO₂ ขณะใช้งานและหลังใช้งานใหม่ๆ เหมาะสำหรับการดับเพลิงประเภท B และ C

5) ถังดับเพลิงชนิดน้ำสะสมแรงดัน (Water)

ถังดับเพลิงประเภทนี้บรรจุน้ำและก๊าซไนโตรเจนเป็นสารขับเคลื่อน เหมาะสำหรับการดับเพลิงไหม้ประเภท A เพื่อลดอุณหภูมิความร้อนของเชื้อเพลิงที่เป็นวัตถุของแข็งอย่าง ไม้ ผ้า กระดาษ ยาง และ พลาสติก เหมาะสำหรับติดตั้งบริเวณห้องเก็บสินค้า หรือพื้นที่อื่น ๆ ที่อาจเกิดเพลิงไหม้จากเชื้อเพลิงประเภท A ห้ามนำเครื่องดับเพลิงชนิดน้ำไปดับเพลิงประเภท B เพราะจะทำให้เกิดการแพร่กระจายเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ได้ ตลอดจนห้ามนำไปดับเพลิงประเภท C เนื่องจากน้ำเป็นสื่อในการนำไฟฟ้า

6) ถังดับเพลิงชนิดโฟม (Foam)

ถังดับเพลิงประเภทนี้บรรจุน้ำผสมโฟมเข้มข้น (AFFF หรือ AR-AFFF) และก๊าซไนโตรเจนเป็นสารขับเคลื่อน เมื่อฉีดออกมาจะเป็นน้ำยาฟองโฟมสีขาวปลุกคลุมผิวหน้าของวัสดุเชื้อเพลิง สามารถลดความร้อน และทำให้เชื้อเพลิงขาดอากาศมาทำปฏิกิริยา จึงไม่สามารถเกิดเพลิงไหม้ต่อไปได้เหมาะสำหรับติดตั้งบริเวณสถานที่ที่มีการเก็บเชื้อเพลิงจำพวกของเหลวต่าง ๆ ห้ามนำเครื่องดับเพลิงชนิดโฟมไปดับประเภท C อันได้แก่ วัตถุเชื้อเพลิงที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า เช่น กรณีการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร เนื่องจากน้ำยาโฟมมีน้ำเป็นส่วนประกอบ ซึ่งน้ำเป็นสื่อในการนำไฟฟ้า เหมาะสำหรับการดับเพลิงประเภท A และ B

7) ถังดับเพลิงชนิดสารเคมีเปียก (Wet Chemical)

ถังดับเพลิงประเภทนี้บรรจุน้ำยา Wet Chemical (Potassium Acetate and Potassium Citrate) และก๊าซไนโตรเจนเป็นสารขับเคลื่อน สำหรับดับเพลิงที่เกิดขึ้นในห้องครัว โดยเฉพาะ หัวฉีดเป็นแบบ Spray สำหรับป้องกันการกระเด็นของน้ำมัน สามารถดับเพลิงที่เกิดขึ้นจากน้ำมันที่ใช้ในการประกอบอาหารได้เป็นอย่างดี เหมาะสำหรับการติดตั้งภายในห้องครัวโดยเฉพาะ และการดับเพลิงประเภท A และ K

8) ถังดับเพลิงชนิดสารเคมีโซเดียมคลอไรด์ (Class D)

ถังดับเพลิงประเภทนี้บรรจุสารเคมีโซเดียมคลอไรด์ และก๊าซไนโตรเจนเป็นสารขับเคลื่อน สำหรับดับเพลิงที่เกิดจากโลหะที่ติดไฟได้ เช่น แมกนีเซียม เซอร์โคเนียม โซเดียม ลิเทียม โปแตสเซียม และไททาเนียม โดยมีหัวฉีดพิเศษแบบยาวเพื่อป้องกันอันตรายจากความร้อน และก๊าซพิษจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง เหมาะสำหรับดับเพลิงประเภท D ที่เกิดจากโลหะที่ติดไฟได้ โดยเฉพาะ

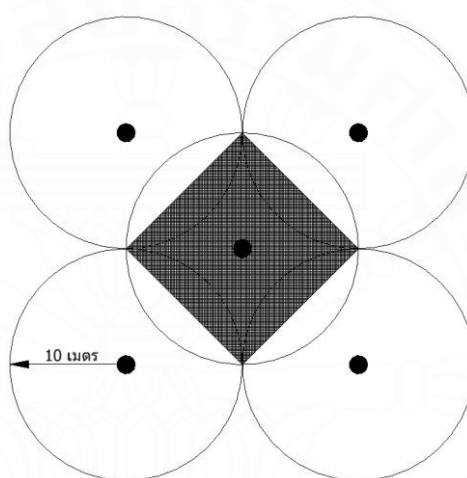
2.1.2 การติดตั้งและวิธีใช้เครื่องดับเพลิง

การเลือกประเภทของเครื่องดับเพลิง ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่องมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม โดยการเลือกเครื่องดับเพลิงขึ้นอยู่กับ โรงงานที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัย ความสามารถของเครื่องดับเพลิง ความสามารถของ เครื่องดับเพลิงหรือระยะเข้าถึงเครื่องดับเพลิงสำหรับเพลิงประเภทบี ดังแสดงในตารางที่ 2.2

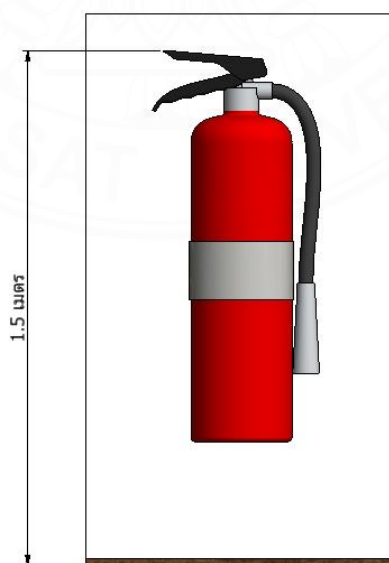
ตารางที่ 2.2 การติดตั้งของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ

โรงงานที่มี ความเสี่ยงต่อ การเกิดอัคคีภัย	ความสามารถ ของเครื่อง ดับเพลิง	พื้นที่ครอบคลุมต่อ เครื่องดับเพลิง 1 เครื่อง สำหรับ เพลิงประเภทเอ (ตารางเมตร)	ระยะเข้าถึง เครื่องดับเพลิง สำหรับเพลิงประเภทบี (เมตร)
ปานกลาง	2A	280	-
	3A	418	-
	4A	557	-
	6A	836	-
	10A-40A	1,045	-
	10B	-	9
	20B	-	15
	4A	372	-
	6A	557	-
	10A	930	-
สูง	20A-40A	1,045	-
	40B	-	9
	80B	-	15

สำหรับเครื่องดับเพลิงแบบมือถือที่มีน้ำหนักไม่เกิน 18.14 กิโลกรัม (40 ปอนด์) ต้องมีการติดตั้งให้ส่วนบนสุดของถังสูงจากพื้นไม่เกิน 1.50 เมตร การติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือต้องมีระยะห่างกันไม่เกิน 20 เมตร และหลังจากการติดตั้งเครื่องดับเพลิงแล้วต้องมีการติดตั้งป้ายหรือสัญลักษณ์เหนือเครื่องดับเพลิงแบบมือถือเพื่อให้สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนจากระยะการติดตั้งที่กำหนด และเป็นการระบุตำแหน่งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือนั้น พื้นที่โดยรอบด้านหน้าเครื่องดับเพลิงแบบมือถือต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง และต้องสามารถนำมาใช้งานได้โดยสะดวก (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง การป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน, 2552)



ภาพที่ 2.1 แสดงระยะห่างของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ



ภาพที่ 2.2 แสดงความสูงของการติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ



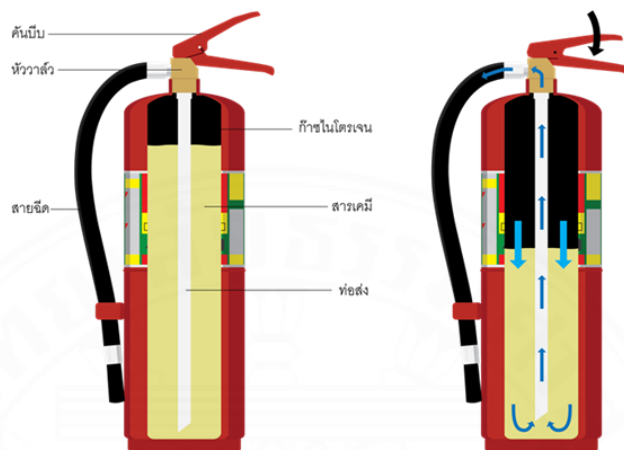
ภาพที่ 2.3 แสดงตัวอย่างป้ายหรือสัญลักษณ์เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ

2.1.3 วิธีกาใช้ถังดับเพลิง

การใช้ถังดับเพลิงอย่างถูกวิธีเป็นสิ่งสำคัญในการป้องกันและควบคุมเพลิงไหม้ในระยะเริ่มต้น เพื่อป้องกันไม่ให้ไฟลุกลามมากขึ้น ดังนั้น การรู้วิธีใช้ถังดับเพลิงอย่างถูกต้องจึงสามารถช่วยชีวิตและทรัพย์สินได้ โดยวิธีการใช้ถังดับเพลิง สรุปได้ดังนี้

- 1) เข้าไปทางเหนือลมโดยห่างจากฐานของไฟประมาณ 2 - 3 เมตร
- 2) ดึงสลักหรือลวดที่รั้งวาล์วออก
- 3) ยกหัวฉีดปากกรวยชี้ไปที่ฐานของไฟ (ทำมุมประมาณ 45 องศา)
- 4) บีบไกเพื่อเปิดวาล์วให้ก๊าซพุ่งออกมา
- 5) ให้ฉีดไปตามทางยาวและกราดหัวฉีดไปซ้ำ ๆ
- 6) ดับให้สนิทจนแน่ใจแล้ว จึงฉีดต่อไปข้างหน้า

ในกรณีที่เพลิงไหม้วางอยู่ในระดับต่างกัน ให้ฉีดจากข้างล่างไปหาข้างบน และถ้าน้ำมันรั่วไหลให้ฉีดจากปลายทางที่รั่วไหลไปยังจุดที่รั่วไหล และเหตุเพลิงไหม้ที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่ ต้องรีบบัดกระแสไฟฟ้าก่อน เพื่อป้องกันมิให้เกิดการลุกไหม้ขึ้นมาอีกได้



ภาพที่ 2.4 แสดงองค์ประกอบของถังดับเพลิง

2.1.4 ขั้นตอนการตรวจสอบถังดับเพลิง

1) ตรวจสอบมาตรวัดแรงดัน หรือ เกจวัดแรงดัน (Pressure Gauge) หากแรงดันปกติ (195psi) เข็มอยู่ในพื้นที่สีเขียว แสดงว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้ หากแรงดันต่ำ (RECHARGE) เข็มจะเอียงไปทางด้านซ้ายนอกพื้นที่สีเขียว แสดงว่าอยู่ในสภาพไม่พร้อมใช้งาน และหากแรงดันเกิน (OVERCHARGE) เข็มเอียงไปทางด้านขวานอกพื้นที่สีเขียว แสดงว่าแรงดันภายในถึงสูงกว่าปกติ สภาพถังอาจจะบวมหรือแตกออกหากแรงดันขึ้นสูงเกิน 1000 psi อาจทำให้เกิดอันตรายเนื่องจากถังอาจจะระเบิดได้

2) ถังดับเพลิงประเภทคาร์บอนไดออกไซด์ตรวจสอบโดยนำถังดับเพลิง ไปชั่งน้ำหนัก เนื่องจากถังดับเพลิงชนิดนี้ไม่มีมาตรวัดแรงดัน หากน้ำหนักลดลงต่ำกว่า 10 % ควรทำการดำเนินการบรรจุใหม่ในทันที

3) ตรวจสอบสลักและซีล (Pull Pin and Temper Seal) หากสลักและซีลติดอยู่กับคันบีบ แปลว่าเครื่องดับเพลิงนั้นยังไม่ถูกใช้งาน

4) ตรวจสอบคันบีบ (Handle) อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่บิด ไม่งอ หากคันบีบบิดและงอ อยู่ในสภาพไม่พร้อมใช้งาน เครื่องดับเพลิงเครื่องนั้นอาจจะไม่สามารถกดคันบีบเพื่อนำน้ำยาออกมาจากถังดับเพลิงเพื่อดับไฟที่กำลังไหม้ได้

5) ตรวจสอบสายฉีด (Hose) ไม่แตก ไม่ฉีกขาด และไม่อุดตัน

6) ตรวจสอบตัวถังดับเพลิง (Fire Extinguisher body) ตรวจสอบอย่างละเอียด โดยรอบ ๆ ตัวถังดับเพลิง และยกมาดูที่ก้นของเครื่องดับเพลิง ห้ามขึ้นสนิมและต้องไม่บุบ

7) ถ้าเป็นถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง ให้ยกถังขึ้นและคว่ำ ลง 4-5 ครั้ง เพื่อไม่ให้ ผงเคมีที่อยู่ด้านในแข็งตัว

2.1.5 มาตรฐานและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ จัดเป็นอุปกรณ์ขั้นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการดับเพลิง เพื่อให้ผู้ใช้อาคารหรือเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยสามารถใช้ทำการดับเพลิงได้ทันการ ในขณะที่เพลิงไหม้ เพิ่งจะเกิดขึ้นและยังมีขนาดเล็กอยู่

กฎกระทรวงฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 กำหนดให้อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ ต้องติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ตามชนิดและขนาดที่เหมาะสมสำหรับดับเพลิงที่เกิดจากประเภทของวัสดุที่มีในแต่ละชั้น โดยให้มี 1 เครื่องต่อพื้นที่อาคารไม่เกิน 1,000 ตารางเมตร จากระยะไม่เกิน 45.00 เมตร แต่ไม่น้อยกว่าชั้นละ 1 เครื่อง โดยการติดตั้งเครื่องดับเพลิง ต้องติดตั้งให้ส่วนบนสุดของตัวเครื่องสูงจากระดับพื้นอาคาร ไม่เกิน 1.50 เมตร ในที่มองเห็น สามารถอ่านคำแนะนำการใช้ได้และสามารถเข้าใช้สอยได้โดยสะดวก และเครื่องดับเพลิงแบบมือถือต้องมีขนาดบรรจุสารเคมีไม่น้อยกว่า 4 กิโลกรัม

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่องการป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน พ.ศ. 2552 กำหนดให้อาคารโรงงานนอกจากได้มีการติดตั้งระบบ ดับเพลิงอัตโนมัติแล้ว ยังต้องติดตั้ง เครื่องดับเพลิง แบบมือถือโดยให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่ได้ กำหนดไว้ในหมวดนี้ เครื่องดับเพลิง แบบมือถือต้องเหมาะสมกับ ประเภทของเชื้อเพลิงและเป็นไปตาม มอก. 332 เครื่องดับเพลิงยกหัว ชนิดผงเคมีแห้ง หรือ มอก. 881 เครื่องดับเพลิงยกหัว: คาร์บอนไดออกไซด์ หรือ มอก. 882 เครื่อง ดับเพลิงยกหัว: โฟม หรือ มาตรฐานที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมกำหนด หรือ มาตรฐานอื่นที่ เทียบเท่า และเครื่องดับเพลิงแบบมือถือต้องมีขนาดบรรจุไม่น้อยกว่า 4.5 กิโลกรัม พร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา โดยต้องมีการตรวจสอบสภาพและความพร้อมในการใช้งาน ไม่น้อยกว่า หกเดือนต่อหนึ่งครั้ง โดยเครื่องดับเพลิงแบบมือถือที่ติดตั้งแต่ละเครื่องต้องมีระยะห่างกันไม่เกิน 20 เมตร และให้ส่วนบนสุดอยู่สูงจากพื้นไม่เกิน 1.50 เมตร พร้อมทั้งมีป้ายหรือสัญลักษณ์ที่มองเห็น ได้ชัดเจน ไม่มีสิ่งกีดขวาง และต้องสามารถนำมาใช้งานได้สะดวกต้องมีการติดตั้งป้ายหรือสัญลักษณ์ เหนือเครื่องดับเพลิงแบบมือถือเพื่อให้สามารถ มองเห็นได้อย่างชัดเจนจากระยะการติดตั้งที่กำหนด และเป็นการระบุตำแหน่งเครื่องดับเพลิง แบบมือถือ นั้น พื้นที่โดยรอบด้านหน้าเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง และ ต้องสามารถนำมาใช้งานได้โดยสะดวก

กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. 2555 กำหนดให้นายจ้างจัดให้มีเครื่องดับเพลิงแบบเคลื่อนย้ายได้ตามประเภทของเพลิง ตามจำนวนและความสามารถของเครื่องดับเพลิงตามกำหนด และมีเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์แสดงว่าเป็นชนิดใด ใช้ดับเพลิงประเภทใด และเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์นั้นต้องมีขนาดที่มองเห็นได้อย่างชัดเจนในระยะไม่น้อยกว่าหนึ่งเมตรห้าสิบเซนติเมตร รวมถึงจัดให้มีการดูแลรักษาและตรวจสอบเครื่องดับเพลิงให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ โดยการตรวจสอบ ต้องไม่น้อยกว่าหกเดือนต่อหนึ่งครั้ง พร้อมกับติดป้ายแสดงผลการตรวจสอบและวันที่ทำการตรวจสอบ ครึ่งสุดท้ายไว้ที่อุปกรณ์ดังกล่าว และเก็บผลการตรวจสอบไว้ให้พนักงานตรวจความปลอดภัยตรวจได้ตลอดเวลา รวมทั้งต้องมีการซ่อมบำรุงและเปลี่ยนถ่ายสารดับเพลิงตามข้อกำหนดของผู้ผลิตด้วย

2.2 แนวคิดการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์

2.2.1 ความหมายของการยศาสตร์

การยศาสตร์ (หรือ Ergonomics) เป็นคำผสมของคำภาษากรีก 2 คำ คือ Ergon (คือ งาน) และ Nomos (คือ กฎตามธรรมชาติ) ซึ่งเมื่อนามารวมกันเป็นคำเดียว ก็หมายความว่า กฎของ (การปฏิบัติ) งาน สำหรับภาษานั้น ราชบัณฑิตยสถานได้บัญญัติคำว่า “การยศาสตร์” เพื่อใช้แทนคำภาษาอังกฤษ (สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน, 2562)

การยศาสตร์ หมายถึง สหวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาข้อมูลของมนุษย์ (เช่น เพศ สัดส่วนร่างกายความสามารถ ชีตจำกัดเชิงกายภาพและจิตภาพ ความคาดหวัง) และความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบงานที่มนุษย์มีส่วนร่วมด้วยในขณะนั้น โดยจะนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและสร้างระบบงานให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงานของมนุษย์ให้มากที่สุด เพื่อช่วยเพิ่มความปลอดภัย ลดปัญหาสุขภาพ ลดการบาดเจ็บ เพิ่มความพึงพอใจ และเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของมนุษย์ (สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน, 2561)

2.2.2 หลักการทางการยศาสตร์

การยศาสตร์เป็นเรื่องของความเกี่ยวข้องระหว่างคนกับเครื่องจักรและเครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องอำนวยความสะดวกในการทำงานที่มีองค์ประกอบทั้งลักษณะท่าทางในการทำงานและขนาดรูปร่างของคนงาน (ศุภวิช, 2557)

2.2.2.1 ลักษณะท่าทางการทำงาน

ในการทำงานโดยทั่วไปนั้นร่างกายของคนทำงานจำเป็นต้องอยู่ในลักษณะท่าทางที่มั่นคงและสบายไม่ขัดหรือฝืนไปในทางที่ไม่ปกติ โดยเฉพาะขณะที่มีการออกแรง ดังนั้น หากมีการคำนึงถึงการรักษาท่าทางของการเคลื่อนไหวในการทำงานให้มีมาตรฐานที่ดีได้ก็จะช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุและอันตรายจากการทำงานลงได้

1) การยืนทำงานบนพื้นที่มีความคงที่และมั่นคง ย่อมทำให้การออกแรงในการทำงานเป็นไปอย่างเหมาะสมสะดวกและมีประสิทธิภาพ ในทางตรงกันข้ามหากการทำงานต้องยืนอยู่บนพื้นที่ไม่มีความมั่นคง ทำให้คนทำงานต้องกังวลกับการยืนและต้องพยายามรักษาสมดุลของร่างกายอยู่ตลอดเวลา ก็จะทำให้สูญเสียพลังงานของร่างกายไปโดยไม่จำเป็นและยังเป็นสาเหตุของการเกิดความผิดพลาด หรือประสิทธิภาพของการทำงานลดลงได้

- ลักษณะท่าทางการทำงานที่มีความเหมาะสมจะช่วยให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยการใช้น้ำหนักของร่างกายเป็นหลักในการออกแรง คือวิธีการที่ร่างกายมีที่พึ่งในขณะออกแรง

- ลักษณะท่าทางการทำงานของร่างกายที่ตึงนั้นต้องไม่ก่อให้เกิดการขัดขวางกระบวนการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ระบบไหลเวียนโลหิตระบบหายใจ หรือระบบการย่อยอาหาร

- ลักษณะท่าทางการทำงานของร่างกายที่ดีและเหมาะสมนั้นจะต้องช่วยให้มีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างร่างกายและสิ่งแวดล้อมในการทำงานอย่างเหมาะสม โดยมีการขับเหงื่อที่เหมาะสมกับความหนักของงานหรือความร้อนที่เกิดจากงาน

- ลักษณะท่าทางการทำงานจะต้องสัมพันธ์กับการมองเห็นของสายตา นั่นคือ ท่าทางการทำงานที่มั่นคง จะต้องให้มีการมองเห็นของสายตาในระดับราบเพื่อลดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อคอและหลัง

2) หลักการจัดลักษณะท่าทางในการทำงานสำหรับบุคคลที่ยืนทำงาน

- ควรปรับระดับความสูงของพื้นที่การทำงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานที่มีความสูงแตกต่างกัน

- ควรจัดให้มีที่วางพักทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถปรับเปลี่ยนอิริยาบถได้ หรือสับเปลี่ยนน้ำหนักในการยืนเป็นครั้งคราวเพื่อช่วยลดความเครียดที่บริเวณหลังและขา

- ควรจัดให้มีแผ่นปูรองพื้นที่เป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น ไม่ลื่นสะอาดและได้ระดับ หรือจัดทำแท่นรองรับชิ้นงานหรือยกพื้นสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่มีความสูงมากหรือเตี้ยให้สามารถยืนทำงานได้อย่างเหมาะสม

- ควรจัดให้มีบริเวณสำหรับการเคลื่อนเท้าไปข้างๆ ไปข้างหน้าและถอยหลังในแนวราบได้โดยไม่มีสิ่งของกีดขวาง

- ไม่ควรให้ผู้ปฏิบัติงานต้องเอนตัวไปข้างหรือข้างหลัง หรือต้องหมุนลำตัวหรือเอียงไปข้าง

- ไม่ควรให้ผู้ปฏิบัติงานต้องเอื้อมมือสูงกว่าระดับความสูงของไหล่หรือต่ำกว่าระดับที่มีจะหยิบได้ในขณะยืน และไม่ควรให้มีการแหยงหรือก้มศีรษะมากเกินไปด้วยเช่นกัน

- ควรจัดให้มีเก้าอี้หรือที่นั่งพักเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้นั่งพักระหว่างช่วงพัก

- ควรให้ผู้ปฏิบัติงานสวมรองเท้าที่มีความเหมาะสมพอดีเพื่อรองรับและพยุงบริเวณที่เป็นส่วนโค้งของเท้า

หลักในการออกแบบโต๊ะทำงานสำหรับงานที่ต้องยืนนั้นจะต้องมีความสูงที่ผู้ปฏิบัติงานยืนแล้วมือทั้งสองจะต้องอยู่บนพื้นโต๊ะทำงาน ปกติจะต้องต่ำกว่าระดับความสูงของข้อศอกประมาณ 5 -10 เซนติเมตร พร้อมทั้งมีพื้นที่เผื่อสำหรับวางเครื่องมืออุปกรณ์และสิ่งของจำเป็นอื่น ๆ ได้ด้วย และหากจำเป็นต้องมีการวางข้อศอกบนพื้นโต๊ะทำงานนั้นด้วย ก็จะต้องมีการยกระดับให้สูงขึ้นพอดีกับข้อศอกด้วย และสำหรับการยืนทำงานที่เท้าข้างหนึ่งจะต้องกดบังคับเครื่องจักรตลอดเวลา นั้นเป็นการยืนที่ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง เพราะจะทำให้เกิดการกดทับน้ำหนักลงที่สะโพกและขาอีกข้างหนึ่งทำให้เกิดอาการปวดเมื่อยและล้าได้ ฉะนั้นจึงควรปรับพื้นให้อยู่ในระดับเดียวกับคันบังคับ เพื่อให้สามารถสลับเท้าบังคับได้และสามารถยืนบนเท้าทั้งสองข้างได้

3) หลักการจัดลักษณะท่าทางการทำงานสำหรับบุคคลที่นั่งเก้าอี้ทำงาน การจัดเก้าอี้ที่นั่งที่มีความเหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ปฏิบัติงานจะทำให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีข้อเสนอแนะดังนี้

- ศีรษะอยู่ในลักษณะสมดุลคืออยู่กึ่งกลางบนไหล่ทั้งสองข้างและสายตา มองในระดับราบ

- ไหล่ทั้งสองข้างอยู่ในลักษณะธรรมชาติ

- ลำตัวตั้งตรงหรือเอนไปข้างหลังเล็กน้อย โดยมีพนักเก้าอี้รองรับในระดับเอวอย่างเหมาะสม

- ขาส่วบน (ต้นขา) และแขนส่วนล่างทั้งสองข้างควรอยู่ในระดับราบ

- ต้นแขนและขาตอนล่างควรทำมุมกับแนวดิ่งประมาณ 0 และ 45 องศา

- ควรมีบริเวณที่ว่างสำหรับสอดเข้าเข้าไปได้อย่างเหมาะสม

- ควรมีพื้นที่ว่างเท้าอย่างเหมาะสม

- ไม่ควรต้องเอื้อมหรือบิดโดยไม่จำเป็น

การนั่งทำงานโดยปกติโต๊ะทำงานควรต่ำกว่าระดับความสูงข้อศอกพอสมควร แต่ถ้าเป็นงานที่ต้องการความละเอียดความสูงของโต๊ะทำงานก็สามารถปรับให้เหมาะสมกับการทำงานให้ได้ระดับกับการทำงานของสายตา ซึ่งโดยปกติแล้วความสูงของโต๊ะควรสูงประมาณความสูงของเข่าหรือสูงมากกว่านั้นอีกประมาณ 2-4 เซนติเมตรสำหรับผู้หญิงที่สวมรองเท้าส้นสูง ดังนั้นความสูงของโต๊ะจากพื้นถึงขอบล่างควรจะสูงประมาณ 61 เซนติเมตร สำหรับผู้หญิง และ 64 เซนติเมตรสำหรับผู้ชาย สำหรับการนั่งทำงานโดยทั่วไป

ส่วนโต๊ะที่เหมาะสมสำหรับการนั่งอ่านหนังสือ จะต้องสามารถวางแขนและข้อศอกบนพื้นโต๊ะได้อย่างสบาย และเก้าอี้ควรเป็นแบบที่สามารถปรับระดับความสูง-ต่ำได้ มีที่พักเท้าสามารถเคลื่อนไหวเท้าได้อย่างสบาย

สำหรับเก้าอี้นั่งทำงานนั้นจากการศึกษาได้มีข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

- 1) ควรปรับระดับความสูงของที่นั่งได้โดยให้มีความสูงระหว่าง 40-53 เซนติเมตร
- 2) พนักพิงควรให้สามารถปรับได้ในแนวดิ่งจาก 15-24 เซนติเมตรจากระดับที่นั่ง
- 3) พนักพิงควรปรับระดับในแนวลึกลับจากขอบที่นั่งด้านหน้าระหว่าง 34-44 เซนติเมตร
- 4) ที่นั่งควรมีขนาดความลึก 35 เซนติเมตร
- 5) ควรมีความมั่นคงแข็งแรง ไม่โยกหรือเลื่อนไปมา
- 6) ควรเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ
- 7) ควรให้เท้าวางราบบนพื้น หรือควรจัดให้มีที่วางเท้าได้ด้วย
- 8) ด้านหน้าของขอบเก้าอี้ควรให้มนโค้งเล็กน้อย
- 9) ห้ามหุ้มเก้าอี้ด้วยเนื้อผ้าที่อากาศไหลผ่านได้ง่าย เพื่อป้องกันการลื่นออกจากเก้าอี้ขณะนั่ง

2.2.3 ความสำคัญของการประยุกต์การยศาสตร์ในสถานประกอบกิจการ

การประยุกต์การยศาสตร์ให้มีส่วนร่วมในการจัดสภาพของงานต่าง ๆ ในสถานประกอบกิจการนั้นเป็นการช่วยลดการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อรวมถึงช่วยลดความเครียดที่อาจจะเกิดขึ้นของพนักงานและทำให้เกิดผลดีดังต่อไปนี้

- 1) เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน
- 2) ช่วยลดอุบัติเหตุ และลดค่าใช้จ่าย
- 3) ช่วยลดต้นทุนการผลิต
- 4) ลดระยะเวลาการฝึกอบรมคนงาน

5) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถของบุคคล

6) ลดขั้นตอนในการทำงาน

การนำเอาความรู้ด้านการยศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการทำงานนั้นจะต้องมีคั่นคว่ำถึงสาเหตุเพื่อการแก้ไขปัญหา โดยคำนึงถึงตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1) ลักษณะของงานที่เกี่ยวข้องกับคนที่ต้องรับผิดชอบ เช่น การออกแรง การเคลื่อนไหวของร่างกายในการทำงาน ลักษณะท่าทางในการทำงาน เป็นต้น

2) คน คือผู้ปฏิบัติกับงานนั้น ๆ ได้แก่ เพศ รูปร่าง อายุ ความสามารถ ความอดทน เป็นต้น

3) สภาพแวดล้อม หมายถึง สภาพแวดล้อมในการทำงาน ได้แก่ แสง เสียง อุณหภูมิ ฝุ่น คิววัน ไอระเหย แรงสั่นสะเทือน เป็นต้น

โดยเฉพาะอย่างยิ่งทรัพยากรบุคคลซึ่งถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดขององค์กรและการจัดระบบที่จะต้องให้ความสำคัญในสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) มิติทางกายภาพ ซึ่งจะมีความสำคัญต่อระบบที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะของงานที่เกี่ยวข้อง เช่น น้ำหนัก ความยาว ความกว้าง ปริมาตร

2) ความสามารถในการรับรู้ สัมผัสและรับรู้ข้อมูลข่าวสาร เช่น การมองเห็น การได้กลิ่น การรับรู้รส ความรู้สึกเจ็บปวด การกระแทกกระทั้ง ความสามารถของระบบประสาทสัมผัสของคนเป็นสิ่งที่ซับซ้อน มีความแตกต่างระหว่างบุคคลมาก สุขภาพและความล้า เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อระบบประสาทสัมผัสซึ่งจะทำงานด้วยของมันเอง และหากมีการใช้ประสาทสัมผัสพร้อมกันหลายรูปแบบจะทำให้ความสามารถของการรับรู้สัมผัสลดลง ดังนั้นการออกแบบระบบควรหลีกเลี่ยงการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเพื่อปฏิบัติทีละหลายมิติพร้อมกัน

3) ความสามารถในการประมวลผล คือการรวบรวมข้อมูลข่าวสารที่ได้รับมาสรุปแยกแยะ เพื่อการตัดสินใจ และประเมินทั้งในเชิงคุณภาพ ปริมาณ ดีความ อย่างมีเหตุผลสามารถเปรียบเทียบได้ ซึ่งในตัวบุคคลแต่ละคนนั้นมีข้อจำกัดและความแตกต่างกันดังนั้นการปฏิบัติงานใดที่ต้องการประมวลผลโดยบุคคลเพื่อการวินิจฉัยจึงจำเป็นต้องใช้ความระมัดระวังมากที่สุดเพราะอาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้อย่างง่ายดาย

4) ความสามารถในการเคลื่อนไหว ความสามารถเฉพาะตัวของบุคคลล้วนมีขีดจำกัด ไม่มีความเสมอต้นเสมอปลายและคงที่ ดังนั้นการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์สำหรับให้คนเฝ้าระวังหรือควบคุมนั้น ต้องพิจารณาในเรื่องของข้อจำกัดเหล่านี้ด้วย

5) ความสามารถในการเรียนรู้ ความสามารถของมนุษย์เหนือกว่าเครื่องจักรคือสามารถเรียนรู้ได้ และสามารถปรับปรุงสมรรถนะในการทำกิจกรรมให้ดีขึ้นได้เสมอ แต่การเรียนรู้

ของคนมักใช้วิธีแบบลองผิดลองถูกกับเปลี่ยนวิธีการใหม่โดยไม่ต้องเริ่มต้นเหมือนครั้งแรกอีก ทำให้ได้รับความรู้ความเข้าใจเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ

6) ความต้องการทางกายภาพและทางจิตใจ สมรรถนะของคนขึ้นอยู่กับ การได้รับการสนองตอบตามความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอยู่อย่างมีความสุข ทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจรวมทั้งการได้รับการส่งเสริมสนับสนุน การสร้างขวัญและกำลังใจ ความพึงพอใจในการทำงานที่ทำงานต่าง ๆ เหล่านี้มีส่วนในการส่งผลต่อความสามารถในการทำงานของบุคคลให้ดีขึ้นได้

7) ผลกระทบจากสภาพแวดล้อม การออกแบบระบบควรเห็นความสำคัญของการปรับสภาพแวดล้อมให้คนงานทำงานได้อย่างสะดวกสบาย และพึงพอใจกับสภาพการทำงาน ถึงแม้ว่า ในสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้ก็ควรที่จะมีเครื่องมืออุปกรณ์อำนวยความสะดวกหรือ เครื่องป้องกันที่เหมาะสมได้อย่างเพียงพอ เพื่อช่วยลดอันตรายหรือความเครียดจากการทำงาน เช่น การทำงานหน้าเตาหลอมโลหะ ควรจะมีชุดป้องกันการแผ่รังสีความร้อนให้สวมใส่ หรือ การทำงาน ในสภาพที่มีข้อจำกัดเหนือกว่าบุคคลอื่น ก็ควรมีการคัดเลือกบุคคลที่มีความสามารถตรงตามความต้องการ เช่น คนที่ทำงานบนสะพานเดินเรือสมุทรก็ควรจะเป็นบุคคลที่อดทนต่อการเมาคลื่นได้ดีกว่า

8) ผลกระทบจากสภาพสังคม การออกแบบระบบควรคำนึงถึงความสำคัญ ของความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล กลุ่ม กิจกรรม ความเชื่อ วัฒนธรรม ประเพณี การควบคุม บังคับบัญชา ซึ่งอาจส่งผลกระทบกับการทำงานและหากได้รับการจัดระบบที่เหมาะสมก็จะเป็นการช่วยลดปัญหา และส่งเสริมการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

9) ความสามารถในการประสานกิจกรรม ข้อจำกัดในความสามารถของคนและ ขีดจำกัดของงานบางอย่าง ทำให้คนเราไม่สามารถทำงานหลาย ๆ อย่างพร้อมกันได้ครบถ้วนสมบูรณ์ดี ซึ่งลักษณะสำคัญที่อาจส่งผลกระทบต่อการทำงาน ก็คือ อารมณ์ที่ไม่มีความคงที่เสมอไปจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของการสัมผัสรับรู้ข้อมูลข่าวสารอยู่ตลอดเวลาจึงอาจก่อให้เกิดความผิดพลาด ได้เสมอ

10) ความหลากหลายของมนุษย์ ความแตกต่างกันในด้านต่าง ๆ ของคน ทำให้ไม่สามารถจัดระบบที่เป็นมาตรฐานชัดเจนเกี่ยวกับคุณสมบัติของมนุษย์ได้ ดังนั้นการออกแบบระบบให้ สอดคล้องกับคุณสมบัติของคนที่จะมาทำงานรับผิดชอบหน้าที่ โดยการคัดเลือกสรรหาให้เหมาะสมกัน มากที่สุด เช่น ความสูง การมองเห็น การตัดสินใจ ปฏิภาณไหวพริบ สุขภาพ ความคล่องแคล่วว่องไว เป็นต้น

2.2.4 หลักการการยกย้ายวัสดุด้วยแรงกาย

การยกย้ายวัสดุด้วยแรงกาย (Manual Material Handling) คือ การใช้แรงจากร่างกายยกวัสดุขึ้นหรือลง การเคลื่อนย้ายวัสดุจากจุดเริ่มต้นไปยังปลายทางด้วยมือทั้งสองข้าง ซึ่งการใช้แรงจากร่างกายยกวัสดุที่มีน้ำหนักมาก (Forceful Exertion) รวมทั้งการใช้ท่าทางในการยกที่ไม่เหมาะสม (Awkward Posture) การทำงานด้วยท่าทางซ้ำ ๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานาน (Repetitive motion) การกดทับของวัตถุ (Contact Stress) และการทำงานในท่าเดิมเป็นเวลานาน (Static Posture) จะส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงานได้ การป้องกันการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อจากการยกย้ายวัสดุด้วยแรงกายสามารถทำได้ดังนี้

- 1) การประเมินวัสดุสิ่งของที่จะทำการยก ผู้ปฏิบัติงานควรมีการประเมินวัสดุสิ่งของก่อนทำการยก
- 2) การตรวจสอบสภาพบริเวณที่จะยกโดยรอบ เช่น ตรวจสอบระยะทางที่ต้องยก ความถี่และระยะเวลาในการยกต้องไม่มีสิ่งกีดขวางทาง มีเนื้อที่ว่างมากพอในการยกเคลื่อนย้าย พื้นจะต้องไม่ลื่นและแสงสว่างเพียงพอ เป็นต้น
- 3) การวางแผนการยกอย่างถูกวิธี เช่น ถ้าไม่สามารถยกคนเดียวได้ ต้องหาคนช่วยยก ไม่ควรพยายามยกเคลื่อนย้ายวัสดุสิ่งของที่หนักมากโดยลำพัง หรืออาจใช้เครื่องทุ่นแรงที่เหมาะสม เพื่อลดการใช้กำลังแรงงานคนมีการจัดวางตำแหน่งวัสดุสิ่งของที่จะยก ไม่สูงเกินกว่าระดับไหล่ ควรใช้ถุงมือเพื่อป้องกันการถลอก ขูดขีด และการถูกบาดจากของมีคม และสวมใส่รองเท้านิรภัยเพื่อป้องกันการลื่นไถล และป้องกันการบาดเจ็บจากวัสดุสิ่งของหล่นทับ (ศิวนาถ ปวรรรณ และศุภเกียรติ ไทยกรณ์, 2562)

การใช้เกณฑ์ประเมินโดยใช้วิธีชีวกลศาสตร์นั้นเพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจกลไกของแรงที่เกิดขึ้นทั้งภายนอกและภายในร่างกายได้ ช่วยให้สามารถอธิบายและวิเคราะห์แรงที่เกิดขึ้นในร่างกายมนุษย์ในขณะทำงานหรือกิจกรรมหนึ่งๆ เนื่องมาจากการที่ร่างกายต้องรับภาระจากภายนอกและท่าทางตัวในการทำงาน (working posture) ในการคำนวณหรือประมาณค่าของแรงที่กระทำที่เกิดขึ้นภายในอวัยวะต่าง ๆ ผู้ที่จะใช้วิธีนี้ควรทำความเข้าใจหลักพื้นฐานทางชีวกลศาสตร์เช่น แรงภายนอกที่กระทำต่อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ทิศทางของแรง ท่าทางของร่างกาย และมวลรวมถึงจุดศูนย์กลางมวล ซึ่งตัวแปรเหล่านี้อาจเป็นปัจจัยร่วมที่ส่งผลต่อแรงกดหรือแรงที่กระทำกับร่างกายโดยเฉพาะหมอนรองกระดูกสันหลัง จากภาพที่ 2.5 เป็นการยกตัวอย่างผลจากท่าทางการยกสิ่งของด้วยมือ น้ำหนัก 5 กิโลกรัมเท่ากันแต่ระยะยกในแนวราบระหว่างจุดศูนย์กลางของลำตัวกับจุดศูนย์กลางของมือจับสิ่งของต่างกันคือ เท่ากับ 0 ซม. 35 ซม. และ 70 ซม. เกิดแรงกระทำต่อหมอนรองกระดูกส่วน L5/S1 เท่ากับ 450 700 และ 950 นิวตัน ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าเกิดความเค้นที่หลังมากขึ้นเมื่อแขน

ยื่นไกลจากลำตัวแสดงให้เห็นว่าท่าทางการทำงานส่งผลต่อแรงกระทำต่อร่างกาย ดังนั้น ควรยกขนย้ายสิ่งของให้ใกล้ชิดกับลำตัวให้มากที่สุด NIOSH แนะนำว่าไม่ควรยกสิ่งของห่างจากลำตัวเกิน 25 เซนติเมตร ควรหลีกเลี่ยงการก้มและบิดเอี้ยวตัวขณะยกสิ่งของด้วยร่างกายก็จะเป็นการช่วยลดแรงกระทำต่อร่างกาย (จิรพันธ์ แก้วดอก, 2563)



2.2.5 ผลกระทบและปัจจัยเสี่ยงทางการยศาสตร์

ผลกระทบของปัญหาการยศาสตร์ต่อสุขภาพของลูกจ้าง คือ ปัญหาที่ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ เช่น อาการไม่สบายร่างกายบริเวณคอ ไหล่ แขน ข้อมือ หลังส่วนล่าง ขา เป็นต้น ปัญหาหรืออาการบาดเจ็บที่ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ สามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท (สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน, 2562) คือ

1) อาการบาดเจ็บเนื่องจากการปฏิบัติงานหนักเกินไป

อาการบาดเจ็บเนื่องจากการปฏิบัติงานหนักเกินไป มักจะเกิดขึ้นที่บริเวณคอ ไหล่ หลังส่วนล่าง และขา โดยมีสาเหตุหลักมาจากการที่ลูกจ้างปฏิบัติงานหนักเกินไป ปฏิบัติงานนานต่อเนื่องนานเกินไป หยุดพักไม่เพียงพอ ออกแรงมากเกินไป และมีท่าทางในการปฏิบัติงานที่ไม่เหมาะสม อาการบาดเจ็บดังกล่าวนี้มักจะพบในลูกจ้างที่ต้องออกแรงในการยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยร่างกาย และลูกจ้างที่นั่งหรือยืนปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่องในท่าทางที่ไม่เหมาะสม

2) อาการบาดเจ็บเนื่องจากการปฏิบัติงานซ้ำซาก

อาการบาดเจ็บเนื่องจากการปฏิบัติงานซ้ำซาก มักจะเกิดขึ้นที่นิ้วมือ ข้อมือ ข้อศอก และไหล่ เนื่องจากความเค้นที่เกิดจากการเคลื่อนไหวอย่างซ้ำซาก โดยมีสาเหตุหลักมาจากที่ลูกจ้างปฏิบัติงานโดยใช้กล้ามเนื้อชุดเดียวกันตลอดเวลา หยุดพักไม่เพียงพอ และมีท่าทางในการปฏิบัติงานที่ไม่เหมาะสม ซึ่งจะพบได้ทั้งในลูกจ้าง ฝ่ายผลิตและลูกจ้างสำนักงาน ตัวอย่างเช่น ลูกจ้างในสายประกอบชิ้นส่วนของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ลูกจ้างสำนักงานที่ใช้แป้นพิมพ์เป็นประจำและต่อเนื่อง เป็นต้น

ลูกจ้างซึ่งปฏิบัติงานยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยร่างกาย ด้วยวิธีการและท่าทางที่ไม่เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์เป็นประจำและอย่างต่อเนื่อง จะได้รับผลกระทบของปัญหาการยศาสตร์ที่บริเวณไหล่ แขน หลังส่วนล่าง หัวเข่า และขา โดยระดับอาการจะเริ่มจากอาการปวดเมื่อยตามบริเวณดังกล่าวก่อน และถ้าไม่นำหลักการยศาสตร์ไปประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงสภาพการปฏิบัติงานให้เหมาะสม ผลกระทบนั้นก็จะเพิ่มขึ้นจนกลายเป็นอาการบาดเจ็บ

สาเหตุหลักของการเกิดอาการไม่สบายร่างกายจากการปฏิบัติงานยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยร่างกาย คือ

1. ปฏิบัติงานที่สถานงานอุตสาหกรรมซึ่งออกแบบอย่างไม่เหมาะสมกับลูกจ้างหรืองานที่ปฏิบัติ
2. จัดบริเวณงานไม่เหมาะสม ทำให้มีพื้นที่ปฏิบัติงานน้อย ต้องปฏิบัติงานโดยมีสิ่งกีดขวาง
3. งานที่ต้องปฏิบัติ (คือ วัสดุที่ต้องยก) มีปริมาณมากเกินไป
4. ปฏิบัติงานด้วยวิธีที่ไม่เหมาะสม เช่น ยกวัสดุปริมาณมากเกินไปในแต่ละครั้ง (เพื่อลดจำนวนครั้งของการยก) ไม่หยุดพักเมื่อมีอาการเมื่อยล้า
5. ปฏิบัติงานยกและเคลื่อนย้ายวัสดุในท่าทางที่ไม่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ ปฏิบัติงานที่ไม่เหมาะสม อาการบาดเจ็บดังกล่าวนี้มักจะพบในลูกจ้างที่ต้องออกแรงในการยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยร่างกาย และลูกจ้างที่นั่งหรือยืนปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่องในท่าทางที่ไม่เหมาะสม

2.2.6 การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์

การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ (Ergonomic Risk Assessment) เป็นกระบวนการที่ช่วยระบุและประเมินปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำงานที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านอาการเจ็บปวดหรือบาดเจ็บที่เกี่ยวข้องกับระบบกล้ามเนื้อและกระดูก (Musculoskeletal Disorders: MSDs) เช่น อาการปวดหลัง ข้อมือ ไหล่ หรือคอ ซึ่งเกิดจากการทำงานที่มีท่าทางไม่เหมาะสม การยกของหนัก หรือการทำงานในสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวย การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ มีวิธีการประเมินดังต่อไปนี้

1) วัดโดยการประเมินความเสี่ยงโดยวิธี REBA

วิธีการประเมินทั่วทั้งร่างกาย (Rapid Entire Body Assessment, REBA) เป็นการประเมินท่าทางการทำงานที่เป็นการประเมิน ตั้งแต่ส่วนของ คอ ลำตัว ขา แขน และมือ เป็นเทคนิคที่คิดค้น โดย ซู ฮิกเน็ต (Sue Hignett) ซึ่งเป็นนักการยศาสตร์ของโรงพยาบาลแห่งเมือง Nottingham ประเทศสหราชอาณาจักร และ Lyn McAtamney ผู้อำนวยการของบริษัทที่ให้บริการ ทางด้านการยศาสตร์และอาชีวอนามัย (Occupational health and ergonomic services Ltd.) ในประเทศสหราชอาณาจักรเช่นกัน การประเมินด้วยวิธี REBA จะเหมาะสำหรับการประเมินส่วนต่าง ๆ ของร่างกายสำหรับงานที่มีลักษณะเปลี่ยนท่าทางอย่างรวดเร็วหรืองานที่ไม่อยู่กับที่ งานที่ไม่นั่ง หรือยืนปฏิบัติงานในท่าทางเดิม ๆ ซ้ำ ๆ ตลอดเวลา รวมถึงงานที่มีท่าทางการทำงานที่ไม่สามารถ คาดเดาได้เช่นงานบริการ เป็นต้น วิธี REBA ได้ถูกนำมาใช้ในการประเมินท่าทางการทำงานของพนักงาน ในภาคอุตสาหกรรมด้วย เช่น โรงงานเลื่อยไม้ (Jones & Kumar, 2010) เป็นต้น ซึ่งวิธี REBA มีขั้นตอน การประเมินด้วยกันทั้งหมด 13 ขั้นตอน โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เป็นการประเมินท่าทางของ คอ ลำตัว และขา ส่วนที่ 2 เป็นการประเมินท่าทางของแขนและข้อมือ ตามแบบประเมินของ REBA ดังภาพที่ 2.6

แบบประเมินท่าทางร่างกายเร่งด่วน REBA (Rapid Entry Body Assessment)

ชื่องาน: _____ ผู้ประเมิน: _____ วันที่: _____

กลุ่ม A การวิเคราะห์คอ ลำตัว และขา (Neck Trunk and Leg Analysis)

ขั้นตอนที่ 1 คอ (Neck)

ปรับเพิ่ม
+1 การหมุนคอ (twist)
+1 การเอียงคอ (side bending)

ขั้นตอนที่ 2 ลำตัว (Trunk)

ปรับเพิ่ม
+1 การหมุนลำตัว (twist) +1 การเอียงลำตัว (side bending)

ขั้นตอนที่ 3 ขา (legs)

ปรับเพิ่ม +1 ข้อเข่าระหว่าง 30-60 องศา +2 ข้อเข่ามากกว่า 60 องศา

ขั้นตอนที่ 4 เปิดตาราง A

Table A		Neck	
		1	2
Legs	1	1	2
	2	3	4
Trunk	3	4	5
	4	6	7
Score	5	8	9
	6	10	11

ใช้คะแนนจากขั้นตอนที่ 1 2 และ 3 มาเปิดตาราง A

ขั้นตอนที่ 5 แรงที่ใช้

+0 แรงที่ใช้มากกว่า 11 ปอนด์
+1 แรงที่ใช้ระหว่าง 11 ถึง 22 ปอนด์
+2 แรงที่ใช้มากกว่า 22 ปอนด์
ปรับเพิ่ม +1 ถ้าแรงเป็นแบบกระแทกหรือกระชากเร็ว

ขั้นตอนที่ 6 คะแนนรวมฝั่ง A เพื่อใช้เปิดตาราง C

Table C	
Score A (score from table A) (additive score)	Score B (score from coupling table)
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12

หาคะแนนความเสี่ยงรวม

คะแนนจาก ตาราง C + คะแนนจาก ขั้นตอน 13

คะแนนรวม

การสรุปผลคะแนนรวม

คะแนน = 1 ความเสี่ยงน้อยมาก / คะแนน 2 หรือ 3 ความเสี่ยงน้อย ยังต้องการปรับปรุง / คะแนน 4 ถึง 7 ความเสี่ยงปานกลาง ควรได้รับการปรับปรุง และวิเคราะห์เพิ่มเติม
คะแนน 8 ถึง 10 ความเสี่ยงสูง ควรปรับปรุง คะแนน 11 หรือมากกว่า ความเสี่ยงสูงมากควรปรับปรุงทันที
เอกสารอ้างอิง: Hignett and McAtamney (2000) Rapid Entry Body Assessment (REBA). Applied Ergonomics (31), Page 201-205.

กลุ่ม B การวิเคราะห์แขน และข้อมือ (Arm and Wrist Analysis)

ขั้นตอนที่ 7 แขนส่วนบน (Upper Arm)

ปรับเพิ่ม
+1 ข้อมือเอียง
+1 หัวไหล่ยก
-1 แขนวางพาดได้

ขั้นตอนที่ 8 แขนส่วนหน้า (lower arm หรือ forearm)

(มุมของแขนส่วนหน้าที่ยาวเกินแนวตั้ง)

ขั้นตอนที่ 9 ข้อมือ (wrist)

ปรับเพิ่ม
+1 หมุนข้อมือ (twist)
+1 เอียงข้อมือ (side bending)

ขั้นตอนที่ 10 เปิดตาราง B

Table B		Lower Arm	
		1	2
Wrist	1	1	2
	2	3	4
Upper Arm	3	4	5
	4	6	7
Score	5	8	9
	6	10	11

ใช้คะแนนขั้นตอนที่ 7 8 และ 9 เปิดตาราง B

ขั้นตอนที่ 11 การจับยึดวัตถุ (coupling)

+0 (good) มีมือจับยึดวัตถุได้มั่นคง
+1 (fair) มีมือจับยึดวัตถุได้ไม่มั่นคง
+2 (poor) ไม่มีมือจับยึดวัตถุได้
+3 (unacceptable) ไม่มีมือจับยึดวัตถุได้
ปรับเพิ่ม +1 ถ้าการจับยึดวัตถุเป็นแบบกดหรือกดหนัก วัตถุเปลี่ยนรูปได้
จับยึดลำบาก

ขั้นตอนที่ 12 คะแนนรวมฝั่ง B เพื่อใช้เปิดตาราง C

ขั้นตอนที่ 13 การเคลื่อนไหวในงาน

+1 ร่างกายส่วนใดส่วนหนึ่งอยู่นิ่งนานกว่า 1 นาที
+1 เคลื่อนไหวช้าๆ มากกว่า 4 ครั้งต่อวินาที
+1 การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งท่าทางร่างกายมากและเร็ว การทรงตัวไม่ดี

ภาพที่ 2.6 แบบประเมินด้านการยศาสตร์ REBA

ขั้นตอนที่ 1 ประเมินท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนของ คอ ดังภาพที่ 2.7

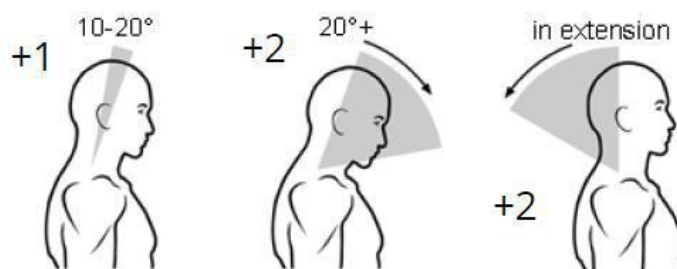
+1 คะแนน สำหรับการก้มคอลงเมื่อเทียบกับลำตัว 10 ถึง 20 องศา

+2 คะแนน สำหรับการก้มคอลงเมื่อเทียบกับลำตัว มากกว่า 20 องศา

+2 คะแนน สำหรับการเงยคอไปด้านหลังเมื่อเทียบกับลำตัว

ถ้ามีการบิดคอไปด้านใดด้านหนึ่ง หรือถ้ามีการเอียงคอไปด้านซ้ายหรือด้านขวา

ให้บวก คะแนนเพิ่มอีก 1 คะแนน จากนั้นทำการบันทึกคะแนนในส่วนของคอลงในแบบประเมิน



ภาพที่ 2.7 ระดับคะแนนของท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนของคอ

ขั้นตอนที่ 2 ประเมินท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนของหลัง ดังภาพที่ 2.8

+1 คะแนน สำหรับท่าทางการทำงานที่แผ่นหลังทำมุมตั้งฉากกับพื้นระดับ
ของจุดทำงาน

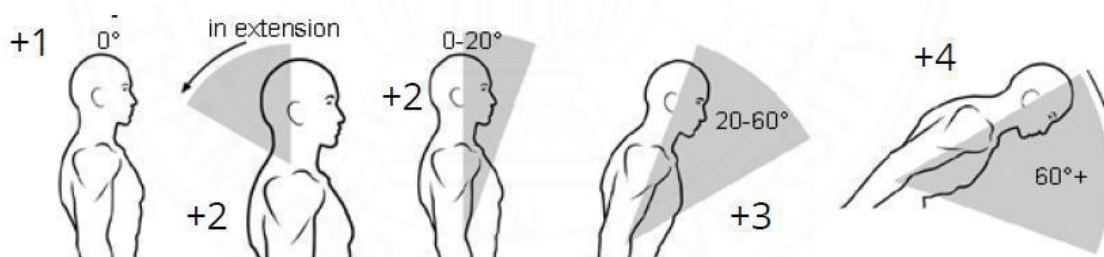
+2 คะแนน สำหรับการเอนลำตัวไปด้านหลัง

+2 คะแนน สำหรับการก้มลำตัวลง 0 ถึง 20 องศา

+3 คะแนน สำหรับการก้มลำตัวลง 20 ถึง 60 องศา

+4 คะแนน สำหรับการก้มลำตัวลงมากกว่า 60 องศา

ถ้ามีการบิดลำตัวไปด้านใดด้านหนึ่ง หรือถ้ามีการเอียงลำตัวไปด้านซ้ายหรือด้านขวา
ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก 1 คะแนน จากนั้นทำการบันทึกคะแนนในส่วนของลำตัวลงในแบบประเมิน



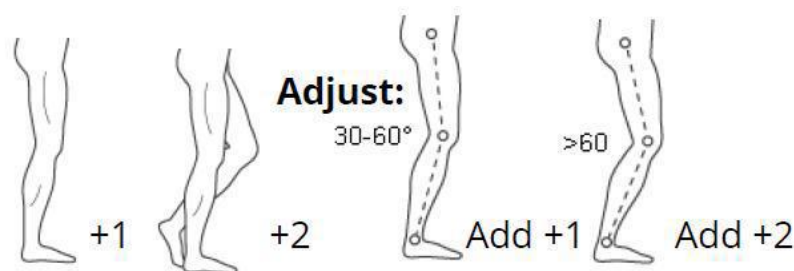
ภาพที่ 2.8 ระดับคะแนนของท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนของลำตัว

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนของ ขา ดังภาพที่ 2.9

+1 คะแนน สำหรับท่าทางการยืนที่สมดุลด้วยขาทั้งสองข้าง

+2 คะแนน สำหรับท่าทางการยืนที่ทิ้งน้ำหนักลงขาข้างใดข้างหนึ่ง

ถ้ามีการย่อเข่า โดยทำมุมระหว่าง 30 ถึง 60 องศา ให้บวกคะแนนเพิ่ม 1 คะแนน
แต่ถ้าย่อ เข่า โดยทำมุมมากกว่า 60 องศาให้บวกคะแนนเพิ่ม 2 คะแนน จากนั้นทำการบันทึกคะแนน
ในส่วน ของลำตัวลงในแบบประเมิน



ภาพที่ 2.9 ระดับคะแนนของท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนองขา

ขั้นตอนที่ 4 นำคะแนนที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ถึง 3 ไปหาค่าจาก Table A ในตารางที่ 2.2 จากนั้นทำการบันทึกคะแนนในส่วนของลำตัวลงในแบบประเมิน

ตารางที่ 2.2 หาคะแนนการประเมินความเสี่ยงของร่างกายของ คอ ลำตัว และขา (Table A)

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

ขั้นตอนที่ 5 พิจารณาแรงหรือน้ำหนักของวัสดุที่ทำ การยกเคลื่อนย้าย

+0 คะแนน ถ้าวัสดุที่ทำ การยกเคลื่อนย้ายมีน้ำหนักน้อยกว่า 11 ปอนด์ หรือ 5 กิโลกรัม

+1 คะแนน ถ้าวัสดุที่ทำ การยกเคลื่อนย้ายมีน้ำหนัก 11 ถึง 22 ปอนด์ หรือ 5 ถึง 10 กิโลกรัม

+2 คะแนน ถ้าวัสดุที่ทำ การยกเคลื่อนย้ายมีน้ำหนักมากกว่า 22 ปอนด์ หรือ 10 กิโลกรัม

ถ้ามีการกระชากหรือเคลื่อนย้ายวัสดุที่ทำการยกเคลื่อนย้ายอย่างรวดเร็ว ให้บวกคะแนน เพิ่มอีก 1 คะแนน จากนั้นทำการบันทึกคะแนนในส่วนองแรงหรือน้ำหนักของวัสดุที่ทำการยกเคลื่อนย้ายลงในแบบประเมิน

ขั้นตอนที่ 6 นำคะแนนที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 และ 5 มารวมกันเป็น Score A เพื่อใช้หาคะแนน REBA จาก Table C

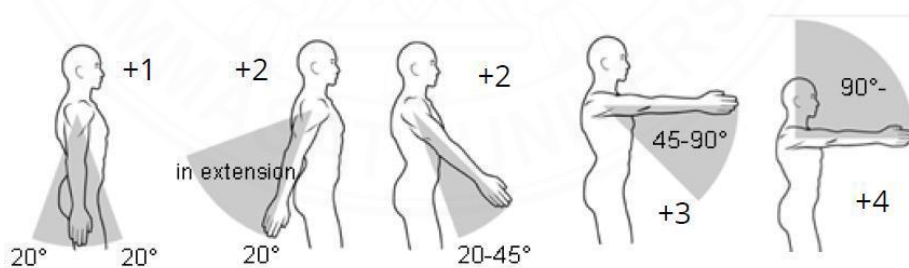
ขั้นตอนที่ 7 ประเมินท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนของ แขนส่วนบน ดังภาพที่ 2.10

- +1 คะแนน สำหรับท่าทางที่แขนส่วนบนทำมุมกับลำตัว ไปด้านหน้าหรือด้านหลังไม่เกิน 20 องศา
- +2 คะแนน สำหรับท่าทางที่แขนส่วนบนทำมุมกับลำตัว ไปด้านหลังมากกว่า 20 องศา
- +2 คะแนน สำหรับท่าทางที่แขนส่วนบนทำมุมกับลำตัว ไปด้านหน้าระหว่าง 20 ถึง 45 องศา
- +3 คะแนน สำหรับท่าทางที่แขนส่วนบนทำมุมกับลำตัว ไปด้านหน้าระหว่าง 45 ถึง 90 องศา
- +4 คะแนน สำหรับท่าทางที่แขนส่วนบนทำมุมกับลำตัว ไปด้านหน้ามากกว่า 90 องศา

ถ้ามีการยกหัวไหล่ขณะทำการยกเคลื่อนย้ายวัสดุ บวกคะแนนเพิ่ม 1 คะแนน

ถ้ามีการกางแขนออกด้านข้างขณะทำการยกเคลื่อนย้ายวัสดุ บวกคะแนนเพิ่ม 1 คะแนน

ถ้ามีอุปกรณ์รองรับน้ำหนักที่แขน ลดคะแนนลง 1 คะแนน จากนั้นทำการบันทึกคะแนน



ภาพที่ 2.10 ระดับคะแนนของท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนของแขนส่วนบน

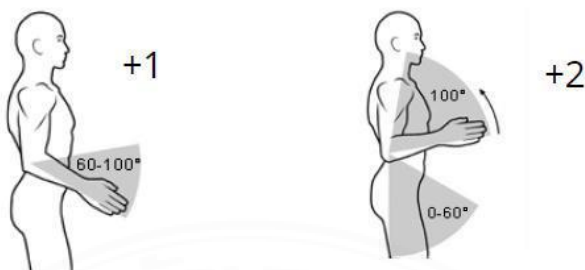
ขั้นตอนที่ 8 ประเมินท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนของ แขนส่วนล่าง ดังภาพที่ 2.11

- +1 คะแนน สำหรับท่าทางที่แขนส่วนล่างทำมุมกับลำตัว ระหว่าง 60 ถึง 100 องศา
- +2 คะแนน สำหรับท่าทางที่แขนส่วนล่างทำมุมกับลำตัว ระหว่าง 0 ถึง 60 องศา หรือ

+2 คะแนน สำหรับท่าทางที่แขนส่วนล่างทำมุมกับลำตัวมากกว่า 100 องศา

องศา

จากนั้นทำการบันทึกคะแนนของแขนส่วนบนลงในแบบประเมิน



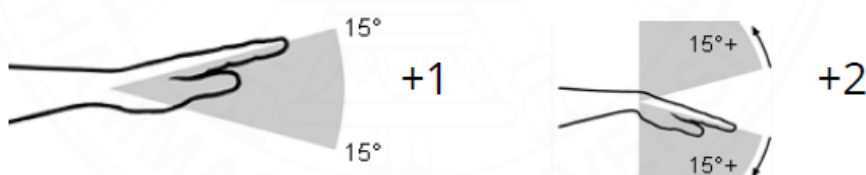
ภาพที่ 2.11 ระดับคะแนนของท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนของแขนส่วนล่าง

ขั้นตอนที่ 9 ประเมินท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนของ มือ ดังภาพที่ 2.12

+1 คะแนน สำหรับท่าทางที่มือทำมุมกับแขนส่วนล่าง ไม่เกิน 15 องศา ทั้งการยืดและหักข้อมือ

+2 คะแนน สำหรับท่าทางที่มือทำมุมกับแขนส่วนล่าง มากกว่า 15 องศา ทั้งการยืดและหักข้อมือ

ถ้ามีการบิดข้อมือหรือเอียงมือไปด้านซ้ายหรือขวาจากแนวแขนส่วนล่าง บวกคะแนนเพิ่ม 1 คะแนน จากนั้นทำการบันทึกคะแนนลงในแบบประเมิน



ภาพที่ 2.12 ระดับคะแนนของท่าทางการเคลื่อนไหวในส่วนของมือ

ขั้นตอนที่ 10 นำคะแนนที่ได้จากขั้นตอนที่ 7 ถึง 9 ไปหาค่าจาก Table B ในตารางที่ 2.3 จากนั้นทำการบันทึกคะแนนในส่วนของลำตัวลงในแบบประเมิน

ตารางที่ 2.3 หาคะแนนการประเมินความเสี่ยงของ แขนส่วนบน แขนส่วนล่างและมือ (Table B)

		Lower Arm					
Table B		1			2		
	Wrist	1	2	3	1	2	3
Upper Arm Score	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

ขั้นตอนที่ 11 พิจารณาการจับยึดวัสดุขณะที่ทำการยกเคลื่อนย้าย

+0 คะแนน ถ้าวัสดุที่ทำการยกเคลื่อนย้ายมีจุดจับยึดที่ดี จุดจับยึดมีมือจับ ผู้ปฏิบัติสามารถจับยึดได้ ถนัด และมือสามารถกำได้รอบมือ

+1 คะแนน ถ้าวัสดุที่ทำการยกเคลื่อนย้ายมีจุดจับยึดที่ยอมรับได้ จุดจับยึดมีมือจับ แต่ไม่เหมาะสมผู้ปฏิบัติไม่สามารถกำได้โดยรอบ

+2 คะแนน ถ้าวัสดุที่ทำการยกเคลื่อนย้ายมีจุดจับยึดที่ไม่ดี ไม่มีมือจับแต่มีจุดที่สามารถสอดนิ้วมือหรืองอนิ้วมือเพื่อจับยึดได้

+3 คะแนน ถ้าวัสดุที่ทำการยกเคลื่อนย้ายมีจุดจับยึดที่ไม่สามารถยอมรับได้ โดยไม่มีมือจับและ วัสดุจับยึดได้ยากเช่น ผิวลื่นมัน เปลี่ยนรูปร่างได้ มีความโค้งมน เป็นต้น

จากนั้นทำการบันทึกคะแนนในส่วนของการจับยึดวัสดุขณะที่ทำการยกเคลื่อนย้ายลงในแบบประเมิน

ขั้นตอนที่ 12 นำคะแนนที่ได้จากขั้นตอนที่ 10 และ 11 มารวมกันเป็น Score B เพื่อใช้หาคะแนน REBA จาก Table C ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 หาคะแนนการประเมินความเสี่ยงที่ได้จากท่าทางส่วนต่างๆของร่างกาย (Table B)

Score A (Score from table A+ load/ Force score)	Table C											
	Score B (Table B value + coupling score)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

ขั้นตอนที่ 13 พิจารณากิจกรรมของการปฏิบัติงาน

+1 คะแนน สำหรับการที่ร่างกายส่วนใดส่วนหนึ่งหรือหลายส่วน ค้างอยู่กับ
พื้นนานกว่า 1 นาที

+1 คะแนน สำหรับการที่ร่างกายส่วนใดส่วนหนึ่งมีการเคลื่อนไหวช้า ๆ
มากกว่า 4 ครั้งต่อนาที

+1 คะแนน สำหรับการที่ผู้ปฏิบัติงานมีการเปลี่ยนแปลงท่าทางของร่างกาย
อย่างรวดเร็ว หรือมีการทรงตัวไม่ดี

จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากขั้นตอนที่ 13 ไปบวกกับขั้นตอนที่ 12 จะได้คะแนนรวม
REBA Score เพื่อนำไปแปลความหมายดังตารางที่ 2.5 ด้านล่างนี้

ตารางที่ 2.5 ระดับความเสี่ยงจากการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ด้วยวิธี REBA

ระดับ	คะแนนรวมสรุป	การแปลความหมาย
1	1	ความเสี่ยงน้อยมาก แต่อาจมีปัญหาทางการยศาสตร์ได้ ถ้ามีการทำงานดังกล่าวนาน ๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าเดิม
2	2-3	ความเสี่ยงน้อย ควรได้รับการพิจารณา ศึกษาละเอียดขึ้นและติดตาม วัดผลอย่างต่อเนื่อง การออกแบบงานใหม่ อาจมีความจำเป็น
3	4-7	ความเสี่ยงปานกลาง ควรทำการศึกษาเพิ่มเติม และควรรีบดำเนินการปรับปรุง
4	8-11	ความเสี่ยงสูง มีปัญหาด้านการยศาสตร์ที่ต้องได้รับการปรับปรุง โดยเร็ว
5	ตั้งแต่ 11 ขึ้นไป	ความเสี่ยงสูงมาก มีปัญหาด้านการยศาสตร์ที่ต้องได้รับการปรับปรุง โดยทันที

2) วัดโดยการประเมินความเสี่ยงโดยใช้สมการ NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health)

เป็นหน่วยงานทางสาธารณสุขอุตสาหกรรมในสหรัฐอเมริกา ที่ทำหน้าที่หลักเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยและจัดทำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการปฏิบัติงานเพื่อป้องกันการบาดเจ็บเนื่องจากการทำงาน (Work-related Injury and Illness) NIOSH ยังทำการตรวจสอบอันตรายทางด้านต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้จากการทำงาน ให้คำแนะนำในการออกข้อกำหนดกฎหมายที่เกี่ยวข้องเสนอแนะมาตรการการใช้สารพิษและระดับของสารเคมีที่ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งเรียกว่า ค่าปริมาณขีดจำกัดของสารที่แนะนำ (Recommended Exposure Limits, RELs) นอกจากนี้ที่ดังกล่าวข้างต้น NIOSH ยังเสนอวิธีการในการวิเคราะห์และประเมิน ปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในสถานที่ทำงานที่มีลักษณะการทำงานที่ต้องมีการยกขนย้ายวัตถุด้วยแรงคน ซึ่งวิธีการดังกล่าวรู้จักกันในนามว่าสมการการยกของ NIOSH (NIOSH Lifting Equation) NIOSH ได้เสนอสมการการยกครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1981 ต่อมา NIOSH ได้มีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงสมการดังกล่าวให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น และในปี ค.ศ. 1991 จึงได้เสนอสมการการยกที่มีการปรับปรุงใหม่ (Revised NIOSH Lifting Equation) ซึ่งสมการนี้ก็ได้รับการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบันนี้

สมการการยกของ NIOSH ใช้ในการประเมินสภาพการยกและเคลื่อนย้ายสิ่งของ ด้วยร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน โดยพิจารณาความสามารถในการใช้แรงกล้ามเนื้อของมนุษย์รวมถึง ความสำคัญของปัจจัยที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับงานยกนั้น ๆ การประเมินโดยใช้สมการการยกของ NIOSH จะใช้ประเมินได้ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัด ดังต่อไปนี้

1) เป็นการยกเคลื่อนย้ายด้วยมือทั้ง 2 ข้าง ไม่อุ้ดกระชาก ยกทางด้านหน้า ของลำตัวมือทั้ง 2 ข้างอยู่ในระดับเดียวกัน วัสดุที่จะยกมีขนาดไม่กว้างมากเกินไป และมีการกระจาย น้ำหนักไปยังมือทั้ง 2 ข้างเท่าๆ กัน

2) สมการนี้ไม่สามารถนำไปใช้ได้กับการยกด้วยมือข้างเดียว ยกในขณะที่ นั่งคุกเข่าหรือยกในบริเวณจำกัด ยกวัสดุสิ่งของที่ไม่มั่นคง การใช้รถเข็น การขุดตัก หรือการยกขึ้น - ยกลง ด้วยความเร็วสูงกว่า 30 นิ้ว/วินาที

3) สภาพแวดล้อมในการทำงาน ควรมีอุณหภูมิระหว่าง 19 ถึง 27 องศาเซลเซียสความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 35 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (หากอยู่นอกเหนือช่วงดังกล่าว อาจเพิ่มความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บได้)

4) พื้นรองเท้า และพื้นผิวงาน ควรอยู่ในสภาพที่สามารถยืนได้อย่างมั่นคง ปลอดภัย

ค่าขีดจำกัดน้ำหนักที่แนะนำให้ยกได้ขณะทำงาน (Recommended Weight Limit: RWL) เป็นค่าน้ำหนักที่เหมาะสมที่จะยกหรือขนย้ายได้โดยไม่เกินขีดจำกัดในการรับน้ำหนัก ของกล้ามเนื้อหลัง โดยค่า RWL ที่ได้เปรียบเสมือนค่าน้ำหนักที่มีความใกล้เคียงกับสภาวะของผู้ปฏิบัติงาน ที่มีสุขภาพดีโดยทั่วไป ซึ่งสามารถยกขนย้ายได้อย่างปลอดภัยในช่วงเวลาการทำงานปกติคือ ไม่เกิน 8 ชั่วโมงต่อวัน ค่า RWL ได้มาจากการคำนวณโดยใช้สมการดังนี้ และแสดงตัวอย่างการยก ดังภาพที่ 2.13

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

เมื่อ LC คือ ค่าคงที่ของน้ำหนักที่สามารถยกได้ปลอดภัย (เท่ากับ 23 กก.)

HM คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณปรับระดับความสูง $25 / H$ เมื่อ $H > 25$

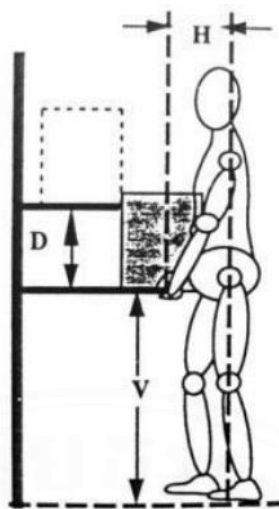
VM คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณปรับระดับแนวตั้ง เท่ากับ $1 - (0.003 |V - 75|)$

DM คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณปรับระยะ เท่ากับ $0.82 + (4.5/D)$ เมื่อ $D > 25$

AM คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณ ความเอียง $(1 - 0.0032A)$ เมื่อ A คือ มุมของการ ไม่สมมาตร หรือ เอี้ยวตัว มีหน่วยเป็น องศา

FM คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณความถี่ ในการยก

CM คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณความถนัดในการจับยึด (Coupling)



ภาพที่ 2.13 แสดงตัวอย่างลักษณะการยกของที่มีผลต่อขีดจำกัดของน้ำหนักในการยก

3) วัดโดยใช้การคำนวณภาระทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics)

ชีวกลศาสตร์หรือกลศาสตร์ชีวภาพ (Biomechanics) เป็นวิชาที่ใช้กฎของฟิสิกส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกฎของนิวตันเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว และแนวคิดรวบยอดทางด้านกลศาสตร์ มาอธิบายถึงการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นที่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และแรงที่กระทำต่อส่วนต่าง ๆ เหล่านั้น โดยมองมนุษย์ในแง่ที่เป็นระบบเครื่องจักรกลประเภทหนึ่ง ซึ่งจะพิจารณาว่าเมื่อมนุษย์เคลื่อนไหว หรือหยุดนิ่งอยู่กับที่นั้น ร่างกายของมนุษย์ซึ่งมีข้อต่อต่าง ๆ ที่เชื่อมกันอยู่เป็นระบบ ช่วงเชื่อมข้อต่อนั้น มีการเคลื่อนไหวได้อย่างไร มีแรงภายในใดบ้างที่กระทำต่อระบบช่วงเชื่อมข้อต่อนั้นขณะที่ร่างกายเคลื่อนไหว ทำงานในท่าทางต่าง ๆ (สุทธิ ศรีบูรพา 2540)

4) วิธีการรายงานด้วยตัวผู้ให้ข้อมูลเอง (Self-Report Method)

การเก็บข้อมูลโดยวิธีการรายงานด้วยตัวผู้ให้ข้อมูลเองโดยทั่วไปเป็นการให้ผู้ปฏิบัติตอบแบบสอบถามด้วยตัวเอง ซึ่งแบบสอบถามควรต้องมีการออกแบบอย่างเหมาะสม โดยต้องให้ผู้ตอบเข้าใจวัตถุประสงค์ในการสอบถามและเข้าใจข้อคำถามที่มีในแบบสอบถามเหล่านั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องมากที่สุด แบบสอบถามดังกล่าวควรมีการวิเคราะห์ความถูกต้องของเนื้อหาและความเชื่อถือได้ของแบบสอบถามก่อนที่จะนำไปเก็บข้อมูล ในกรณีที่สมารถทำได้ควรมีการชี้แจงวัตถุประสงค์ และรายละเอียดของข้อคำถามต่อผู้ตอบแบบสอบถามด้วยวาจาเพื่อให้แน่ใจว่าผู้ตอบมีความเข้าใจในข้อคำถามอย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตามในกรณีที่ไม่สามารถทำได้ก็ควรต้องมีคำอธิบายวัตถุประสงค์ และรายละเอียดต่าง ๆ อย่างครบถ้วน วิธีการรายงานด้วยตัวผู้ให้ข้อมูลเอง โดยทั่วไปมักจะใช้กับข้อมูลที่ไม่มีความซับซ้อน และต้องการข้อมูลจำนวนมากเพื่อการวิเคราะห์ ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นมักเป็นข้อมูลพื้นฐานการเก็บข้อมูลด้วยวิธีนี้ถือว่ามีความน่าเชื่อถือน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ

2.3 แนวคิดการออกแบบตามหลักการทางกายศาสตร์

การออกแบบสถานียานที่ถูกต้องและเหมาะสมกับลักษณะการทำงาน นอกจากจะช่วยเพิ่มเรื่องประสิทธิภาพในการทำงานแล้วยังช่วยลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นกับระบบกล้ามเนื้อและกระดูกจากการทำงานที่ผิดหลักการทางกายศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้สามารถช่วยลดความเมื่อยล้าที่อาจเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการทำงานในสถานียานที่ไม่เหมาะสม (สุวัตชัย หงษ์สิบลี, 2557)

2.3.1 สถานที่และเนื้อที่ในการทำงาน

2.3.1.1 เนื้อที่ปฏิบัติงาน (work space) หมายถึง เนื้อที่ทั้งหมดของสถานียานที่มีความเหมาะสมต่อการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานคนหนึ่งๆ โดยส่วนมากจะพิจารณาในลักษณะของ 3 มิติ คือ พื้นที่การทำงานในแนวนอน (Horizontal Plane) หรือแนวนอน พื้นที่การทำงานในแนวตั้ง (Vertical Plane) หรือแนวตั้ง และพื้นที่ที่อยู่รอบผู้ปฏิบัติงาน ขนาดของเนื้อที่สำหรับการปฏิบัติงานจะถูกกำหนดโดยตำแหน่งไกลสุดที่ผู้ปฏิบัติงานจะสัมผัสได้ด้วยส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในขณะที่กำลังทำงานอยู่ในสถานียานนั้น ๆ รวมถึงพื้นที่ว่างที่เพียงพอต่อการจัดวางในส่วนควบคุม อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ถูกใช้โดยผู้ปฏิบัติงาน

2.3.1.2 สถานที่ทำงาน (workplace) มีความหมายค่อนข้างกว้างและครอบคลุมรายละเอียดมากกว่าเนื้อที่ปฏิบัติงาน มีความหมายโดยรวมอย่างเช่น สำนักงาน คลังสินค้า สถานีการประกอบ สถานีการทดสอบ การตรวจสอบ หรือพื้นที่ต่าง ๆ ที่มีการกระทำของงานเข้าไปเกี่ยวข้อง

2.3.1.3 จุดปฏิบัติงานหรือสถานียาน (Workstation) หมายถึง สถานที่ที่ผู้ปฏิบัติงานใช้อยู่ประจำเพื่อปฏิบัติงาน โดยจุดปฏิบัติงานหรือสถานียานอาจเป็นที่ที่ปฏิบัติงานขึ้นหนึ่งให้สำเร็จตลอดเวลา หรืออาจเป็นหนึ่งในหลายๆ แห่งที่ต้องทำงานขึ้นหนึ่งๆ ให้แล้วเสร็จก็ได้

2.3.2 การออกแบบสถานียานประเภทต่าง ๆ (Workstation Design)

การออกแบบสถานียานที่ถูกต้องและเหมาะสมนั้นเป็นสิ่งสำคัญในการป้องกันไม่ให้เกิดโรคหรืออาการที่เกี่ยวข้องเนื่องมาจากการทำงานในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม รวมทั้งเพื่อให้มั่นใจว่างานที่ปฏิบัติเป็นงานที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นการออกแบบเพื่อให้ทั้งพนักงานและงานที่ปฏิบัติมีความเหมาะสม ซึ่งจะทำให้พนักงานสามารถปฏิบัติงานได้ด้วยความสะดวกสบาย และมีประสิทธิภาพ ถ้าหากได้มีการออกแบบสถานียานเป็นอย่างดี จะทำให้พนักงานสามารถปฏิบัติได้ด้วยอิริยาบถท่าทางการทำงานที่ถูกต้องและสะดวกสบาย ซึ่งเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ เนื่องจากอิริยาบถท่าทางการทำงานที่ไม่สะดวกสบาย สามารถก่อให้เกิดปัญหาตามมาตามมา เช่น อาการปวดหลัง อาการเมื่อยล้าจากการทำงาน ดังนั้น ในการออกแบบสถานียานต่างจึงต้องใช้หลักพิจารณาดังต่อไปนี้

สถานีงานที่ต้องยืนทำงาน (Standing workstation)

- งานที่สถานีงานไม่มีที่ว่างให้กับหัวเข่าขณะนั่ง
- งานที่เกี่ยวข้องกับการยกของหนักขนาดมากกว่า 4.5 กิโลกรัม
- งานที่ต้องการเอื้อมในทิศทางต่าง ๆ มาก และเกิดขึ้นบ่อย
- งานที่มีการเคลื่อนที่จากสถานที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งสูง
- งานที่ต้องมีการใช้แรงกดมาก ๆ เช่น การบรรจุสิ่งของ หรือห่อของ

2.3.3 กฎทางกายศาสตร์สำหรับการออกแบบสถานีงาน

ปัจจัยที่มีผลต่อการพิจารณาในส่วนการออกแบบสถานีงานนั้นมีปัจจัยพื้นฐาน 3 ประการหลัก ๆ ด้วยกันดังนี้

2.3.3.1 ขนาดสัดส่วนของร่างกาย เช่น ขนาดร่างกาย ความสูง ความยาวของแขนขา ระยะเอื้อม ส่วนโค้ง เป็นต้น

2.3.3.2 ลักษณะของงานนั้น ๆ เช่น ลำดับขั้นตอนการทำงาน ลำดับการไหลของชิ้นงาน ลำดับการเคลื่อนย้าย การยกประกอบ น้ำหนัก หรือจำนวนรอบการทำงาน เป็นต้น

2.3.3.3 รูปแบบทางพฤติกรรมของพนักงานหรือผู้ปฏิบัติงาน เช่น ลักษณะหรือพฤติกรรมการนั่ง การเดิน ความชอบส่วนตัว ชอบเอนตัว ชอบเหยียดขา หรือความถนัดของแต่ละบุคคล เป็นต้น

โดยที่สอง ปัจจัยแรกนั้นเป็นปัจจัยที่สามารถวัดได้และกำหนดไว้ค่อนข้างชัดเจนกว่าปัจจัยที่สาม แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ต้องการพิจารณาทั้งสามปัจจัยร่วมกันทุกครั้งในการออกแบบสถานีงานเพื่อให้ได้ลักษณะของสถานีงานที่เหมาะสมถูกต้องตามหลักทางกายศาสตร์ นอกจากรายละเอียดตามที่ได้กล่าวมาแล้ว การออกแบบทางกายศาสตร์ยังจำเป็นต้องทำให้เกิดความพอใจสูงสุดภายใต้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่สำคัญดังต่อไปนี้

- ทำให้เกิดท่าทางการทำงานที่เหมาะสม ไม่มีการทำงานในท่าที่ผิดธรรมชาติ
- ลดความล้าที่จะเกิดขึ้นกับทั้งร่างกายและจิตใจ เช่น การลดแรงที่กล้ามเนื้อใช้การลดภาระงานสถิติในกล้ามเนื้อต่าง ๆ
- ส่งเสริมประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน เช่น การจัดลำดับขั้นตอนการทำงานที่สอดคล้องเพื่อให้การเคลื่อนไหวของร่างกายเป็นไปอย่างต่อเนื่อง การใช้เวลา ให้มีประสิทธิภาพ เป็นต้น
- ลดความเสี่ยงที่มีต่อสุขภาพและความปลอดภัย เช่น ความดันที่เกิดขึ้นบนระบบโครงกระดูกและกล้ามเนื้อ
- ค่าใช้จ่ายที่มีความประหยัด

2.3.4 ขนาดสัดส่วนร่างกายสำหรับการออกแบบสถานงาน

ขนาดและรูปร่างของร่างกายมนุษย์ถือเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นต่อการศึกษาทางกายศาสตร์ โดยการแบ่งขนาดสัดส่วนของร่างกายสามารถแบ่งออกได้เป็นสองลักษณะ คือ

2.3.4.1 ขนาดสัดส่วนร่างกายที่วัดในขณะที่อยู่นิ่ง เป็นการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในขณะที่ร่างกายอยู่นิ่งอยู่กับที่ในท่าใดท่าหนึ่ง ซึ่งได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความหนา ความยาวรอบวงความโค้ง ระยะการเอื้อม น้ำหนัก และรูปทรงใน 3 มิติ

2.3.4.2 ขนาดสัดส่วนร่างกายที่วัดในขณะที่มีการเคลื่อนที่ เป็นการวัดขอบเขตและเส้นทางการเคลื่อนที่ของร่างกาย แสดงให้เห็นสัดส่วนร่างกายเมื่อมีการเคลื่อนที่ เช่น มุมของศีรษะ ขอบเขตของการจับกำคั้นบังคับในระนาบหนึ่งเมื่อมือและแขนเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ ลำตัว เป็นต้น

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นิธิเศรษฐ เพชรจุ (2555) ทำการศึกษาเรื่องการลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บจากงานทำงานโดยหลักการทางกายศาสตร์ ทัศนศึกษา สหกรณ์กองทุนสวนยางพิจิตร จำกัด จากการใช้แบบสอบถามและสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่สหกรณ์กองทุนสวนยางพิจิตร จำกัด สรุปได้ว่าเจ้าหน้าที่ที่มีอาการเจ็บปวดส่วนใหญ่มาจาก สถานงานรับซื้อน้ำยาง และมีค่าดัชนีความไม่ปกติ (AI) สูงมากที่สุดเมื่อเทียบกับสถานงานอื่น คือมีค่าเฉลี่ย 3.35 ซึ่งหมายถึง จำเป็นต้องได้รับการแก้ไข จากนั้นจึงนำเจ้าหน้าที่ซึ่งมีทั้งหมด 5 คน ในสถานงานรับซื้อน้ำยาง มาทำการวิเคราะห์ 2 ตัวแปร คือ RULA และ EMG ขณะทำงานปกติ จากการศึกษาการทำงานของเจ้าหน้าที่และประเมินค่าคะแนนท่าทางการทำงาน (RULA) พบค่าเฉลี่ย $6.03(\pm 1.44)$ คะแนน อยู่ในระดับสูงซึ่งบ่งบอกว่าการทำงานอยู่ในสภาพไม่เหมาะสม ควรมีการปรับปรุงการทำงาน และค่ากระแสไฟฟ้าในกล้ามเนื้อขณะทำงาน (EMG) ที่บริเวณหลังส่วนบนใช้ตำแหน่งของกล้ามเนื้อ trapezius (ซ้ายและขวา) และในขณะที่ยืนบริเวณหลังส่วนล่างใช้ตำแหน่งของกล้ามเนื้อ erector spinae (ซ้ายและขวา) พบว่ามีค่า $47.52(\pm 7.77)\%$, $42.29(\pm 8.82)\%$, $50.08(\pm 5.06)\%$ และ $45.67(\pm 3.74)\%$ ของค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดของกล้ามเนื้อ (MVE) ตามลำดับ ดังนั้น การปรับปรุงสถานงานเพื่อปรับเปลี่ยนสภาพการทำงานจึงเป็นสิ่งสมควร เพื่อลดปัญหาได้เปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่โดยใช้อุปกรณ์ที่ช่วยในการเทและเคลื่อนย้ายถังน้ำยางที่ได้ออกแบบมาช่วยให้ท่าทางการทำงานดีขึ้น หลังการปรับปรุงสถานงานพบว่าค่าคะแนนท่าทางการทำงานมีค่าเฉลี่ย $3.85(\pm 1.53)$ หรือลดลง 36.15% และสำหรับค่ากระแสไฟฟ้าในกล้ามเนื้อทั้ง 4 ตำแหน่งข้างต้นมีค่า $19.33(\pm 4.01)\%$, $21.17(\pm 5.90)\%$, $17.29(\pm 1.62)\%$ และ $17.95(\pm 1.74)\%$ ตามลำดับ และสามารถลดรอบเวลาการทำงานลงได้ 64%

จันจิราภรณ์ วิชัย (2557) ทำการศึกษาเรื่อง การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ในพนักงานที่มีการยกเคลื่อนย้ายวัสดุ ผลการศึกษาพบว่า พนักงานมีท่าทางที่มีความเสี่ยงส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 4 (หมายถึงความเสี่ยงที่ควรปรับปรุงหรือแก้ไขทันที) ร้อยละ 48.6 รองลงมาอยู่ในระดับ 3 (หมายถึงความเสี่ยงที่ควรตรวจสอบและแก้ไขโดยเร็ว) ร้อยละ 41.4 ซึ่งแผนที่เป็นปัญหาทางด้านการยศาสตร์ที่ต้องแก้ไขโดยด่วน (ระดับ 4) คืองานจัดสินค้า งานบรรจุภัณฑ์ และซ่อมสีถังก๊าซ โดยผลการประเมินความเสี่ยงด้วย NIOSH พบว่าค่า lifting index (LI) > 1 หรือ LI มากกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ของค่าน้ำหนักที่แนะนำ (Recommended weight limit: RWL) ในแผนกนี้เช่นกัน ซึ่งจากหลักการประเมินความเสี่ยงด้วย 2 วิธีพบที่มีความสอดคล้องกันในลักษณะงานที่มีการยกเคลื่อนย้ายของหนัก ซึ่งถือได้ว่าเป็นลักษณะการทำงานที่ควรมีการปรับปรุงสถานงานให้ถูกหลักทางการยศาสตร์หลีกเลี่ยงท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม และส่งเสริมพฤติกรรมยกที่ถูกต้องแก่พนักงานเพื่อป้องกันการปวดหลังและบาดเจ็บจากการทำงานในกลุ่มพนักงานยกเคลื่อนย้ายวัสดุได้

ชนิกาพรและนิวิธ (2558) ทำการศึกษาเรื่อง การประเมินความเสี่ยงในงานยกย้ายในการผลิตโกลุขภัณฑ์แบบนั่งยอง ผลจากการประเมินทางการยศาสตร์จากพนักงานพบว่า การประเมินความเสี่ยงด้วยเทคนิค REBA การหาแรงกดที่หมอนรองกระดูกบริเวณ L5/S1 และสมการการยกของ NIOSH พบว่า ท่าทางการทำงานของพนักงานส่วนใหญ่เป็นงานที่มีการทำงานแบบก้มยก โดยให้ผลการประเมินที่เกินค่าที่กำหนด และผลการประเมินสอดคล้องกับแบบสอบถามอาการบาดเจ็บจากการทำงาน โดยบริเวณหลังให้ค่าความเสี่ยงสูงกว่าร่างกายบริเวณอื่นๆ ผลการวัดอัตราการเต้นของหัวใจพบว่า พนักงานส่วนใหญ่มีอัตราการเต้นของหัวใจขณะทำงานในแต่ละงานย่อยมากกว่า 110 ครั้ง/นาที ซึ่งมีความเสี่ยงสูงและอาจทำให้เกิดความล้มเหลวของระบบหมุนเวียนโลหิต งานวิจัยได้เสนอแนวทางเพื่อปรับปรุงงานและเพื่อลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ โดยการปรับปรุงสถานงานและปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ รวมทั้งออกแบบอุปกรณ์ช่วยเคลื่อนย้ายถึงน้ำดิน ซึ่งใช้หลักเกณฑ์ในการออกแบบให้เหมาะสมกับสรีรวิทยาของแรงงานไทย

ธนารักษ์ หีบแก้ว (2559) ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาความเสี่ยงด้านการยศาสตร์สำหรับการยกของด้วยร่างกายด้วยสมการยกของ NIOSH ผลการศึกษาพบว่า จากการประเมินโดยใช้ NIOSH lifting equation พบว่าหลังการปรับปรุงปัญหาด้านการยศาสตร์โดยวิธีการลดน้ำหนักของชิ้นงาน และการออกแบบรถเข็นใหม่นั้นพบว่าน้ำหนักของชิ้นงานลดลงจากเดิมคือ 20.3 กิโลกรัม มาเป็น 15.4 กิโลกรัม ซึ่งส่งผลให้ค่า LI ลดลงจาก 1.5 มาเป็น 0.99 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานในการประเมินของ NIOSH lifting equation คือไม่เกิน 1.0 ทำให้พนักงานมีความปลอดภัยในการทำงานมากยิ่งขึ้นและจากการสัมภาษณ์พนักงานประจำสถานงานทั้ง 8 คนโดยการเปรียบเทียบความพึงพอใจของก่อนและหลังการปรับปรุงหลังจากที่มีการแก้ไขปรับปรุงแล้วประมาณ 1 เดือน พบว่าพนักงานความพึงพอใจ

กับวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าว เนื่องจากวิธีการทำงานหลังการปรับปรุงนั้นเหมือนวิธีการทำงานเดิม และน้ำหนักของวัตถุที่ยกนั้นเบาลงไปมากถึง 4.9 กิโลกรัม

อรรถพล แก้วนวล (2560) ทำการศึกษาเรื่อง การออกแบบและพัฒนาเคียวตัดทางใบปาล์ม ตามหลักการยศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า การใช้เคียวแบบใหม่มีการใช้ค่างานในการตัดลดลงประมาณ 49% นั่นหมายถึง การใช้แรงในการทำงานที่น้อยลงด้วย จำนวนครั้งในการตัด ≤ 3 ครั้งต่อทางใบ เกษตรกรมีระดับความพึงพอใจมากขึ้น ด้ามจับที่ใช้มีการกระจายแรงกดในมือที่ดีกว่า อีกทั้งยังช่วยลด ทำทางความเสี่ยงของมือและข้อมือ อย่างไรก็ตาม ผลของการประเมินท่าทางโดยรวมด้วยวิธีการ RULA อยู่ที่ 7 คะแนน ยังบ่งบอกว่างานนี้ยังมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ซึ่งต้องศึกษาหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป เมื่อเกษตรกรทำการเก็บเกี่ยวเสร็จต้นหนึ่งจะต้องเคลื่อนย้ายเคียวไปสู่อีกต้นเพื่อทำการเก็บเกี่ยวต่อไป และต้องสอดใบเคียวเข้าทางใบหรือข้อทะลายเพื่อทำการตัด สำหรับด้ามจับเสริมซึ่งติดอยู่ด้าน โคนปลายเคียว

อุมาภรณ์ (2560) ทำการศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์ท่าทางการทำงานและการศึกษาความชุกของการเกิดความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกของพนักงานยกสินค้าในบริษัท ปิโตรเคมีแห่งหนึ่ง ผลการศึกษาพบว่า พนักงานยกสินค้า ทำงานยกสินค้าเป็นคู่ต่อ 1 คันรถรับสินค้า ยกสินค้ามากกว่า 700 ถังต่อรถรับสินค้า 1 คัน สินค้าที่ยกมีน้ำหนัก 25 กิโลกรัม/ถัง ใช้เวลายกสินค้า ต่อคันรถ ประมาณไม่เกิน 40 นาที และมีเวลาพักประมาณ 5-10 นาทีเมื่อยกเสร็จ 1 คัน สำหรับ รอยหมุนเวียนยกสินค้าในคันถัดไป พบอาการปวดหลังส่วนล่างมีความชุกมากที่สุดร้อยละ 55.8 ทำทาง การยกสินค้าเหนือระดับหัวไหล่มีสัมพันธ์ต่อการเกิดความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้าง กระดูก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (p-value = 0.036) และพบว่าร้อยละ 65 มีผลการประเมินการยศาสตร์ ด้วยวิธี OWAS เป็นการดำเนินการระดับ 4 คือท่าทางการทำงานเป็นอันตรายต่อสุขภาพมาก ควรได้รับการแก้ไขในทันที และร้อยละ 35 มีผลการประเมินการยศาสตร์ด้วยวิธี OWAS เป็นการดำเนินการระดับ 3 คือ ท่าทางการทำงานเป็นอันตรายต่อสุขภาพอย่างชัดเจน ควรได้รับการแก้ไขโดยเร็ว การปรับปรุงสถานที่ ทำงานให้เหมาะสม การออกกำลังกายและการสันทนาการ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะช่วยลด ภาวะเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูก

สุเมธี อุจันทรฉาย (2560) ทำการศึกษาเรื่องการปรับปรุงขั้นตอนการอัดยางนอกตามหลัก การยศาสตร์ในแผนกคลังสินค้าสำเร็จรูปและจัดส่ง ผลจากการประเมินความเสี่ยงตามหลักการยศาสตร์ โดยการประเมินความเสี่ยงท่าทางร่างกายทั้งลำตัวก่อนการปรับปรุงนั้นพบว่า จากกิจกรรมย่อย ของพนักงานทั้งสองรวมทั้งหมด 103 กิจกรรมย่อย มีกิจกรรมที่อยู่ในช่วงความเสี่ยงสูงถึง 24 กิจกรรม และใน 24 กิจกรรมนี้มีค่าการประเมินดัชนีงานยก 10 กิจกรรมที่ไม่เหมาะสมต่องานยกซึ่งควรได้รับการแก้ไขทันที จากผลการประเมินข้างต้น จึงนำไปสู่การปรับปรุงขั้นตอนการทำงานและการออกแบบ เพื่อปรับปรุงสถานีนงานให้เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ เพื่อลดความเสี่ยงจากกิจกรรมข้างต้น

ภายหลังการปรับปรุงพบว่า จำนวนกิจกรรมรวมทั้งหมดลดลงเหลือ 96 กิจกรรมย่อย การประเมินความเสี่ยงท่าทางร่างกายทั้งลำตัวลดลงเหลือระดับปานกลาง ระดับน้อยและระดับน้อยมากซึ่งเป็นระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ นอกจากนี้ยังพบว่าภายหลังการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานจากร้อยละ 75.86 และ 61.17 เป็นร้อยละ 80.44 และ 78.48

ศิริพร ด้านคณาจารย์ (2561) ทำการศึกษาเรื่อง ภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงจากการทำงานของพนักงานดับเพลิง จังหวัดนครราชสีมา ผลการวิจัย พบว่า ภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงในส่วนของความเจ็บป่วยที่อาจเกี่ยวเนื่องจากการสัมผัสสิ่งคุกคามสุขภาพจากการทำงานที่สำคัญ คือ ด้านจิตวิทยาสังคม ได้แก่ ความเครียดในการทำงานหนักเกินไป (ร้อยละ 90.1) ด้านกายภาพ ได้แก่ ความร้อน (ร้อยละ 89.7) มีการสัมผัสฝุ่น/ควัน (ร้อยละ 86.2) และด้านการยศาสตร์ ได้แก่ การทำงานมีการก้มโค้งลำตัว (ร้อยละ 87.4) ส่วนการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 96.6 มีความเครียดจากการเร่งรีบในการทำงาน และมีอาการระคายเคืองตาจากการสัมผัสแสงและความร้อน (ร้อยละ 93.1) อ่อนเพลียและเสียเหงื่อมาก (ร้อยละ 87.4) และปวดหลัง ปวดเอว (ร้อยละ 78.2) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า สำนักป้องกันและบรรเทา สาธารณภัยของ จ.นครราชสีมา รวมถึงผู้ที่เกี่ยวข้อง ควรพิจารณาปริมาณงานกับจำนวนพนักงานดับเพลิงให้เพียงพอกับภาระงาน เพื่อลดความเครียดในการปฏิบัติงานที่หนักเกินไป และการเฝ้าระวังสุขภาพของพนักงานดับเพลิง เพื่อลดความเสี่ยงต่อความเจ็บป่วยหรือการบาดเจ็บจากการทำงาน

รัชณี จุมจี (2562) ทำการศึกษาเรื่อง การจัดการด้านการยศาสตร์สำหรับงานยกเคลื่อนย้าย กระสอบยางพาราให้สหกรณ์สวนยางพารา เมืองอุบลราชธานี ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีความชุกการปวดบริเวณหลังส่วนล่าง ร้อยละ 31.7 หลังส่วนบน ร้อยละ 15.1 แขนส่วนล่าง ร้อยละ 11.9 มือและข้อมือ ร้อยละ 11.9 ไหล่ ร้อยละ 9 คอ ร้อยละ 7. น่อง ร้อยละ 7.2 หัวเข่า ร้อยละ 2.4 และเท้า ร้อยละ 1.6 ตามลำดับ จากการปรับปรุงสถานงานโดยการใช้อุปกรณ์คลิฟท์แทนการขนย้ายด้วยแรงงานคน แล้วประเมินความเสี่ยงด้วยวิธีการประเมินทั่วทั้งร่างกาย กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 32 ตัวอย่าง คะแนนท่าทางการทำงานก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 13.76 (สภาพงานมีความเสี่ยงระดับสูงมาก ควรปรับปรุงงานทันที) และคะแนนเฉลี่ยหลังการปรับปรุงเท่ากับ 5.06 สภาพงานมีความเสี่ยงปานกลาง) คะแนนช่วงเชื่อมั่นที่ 8.39 ถึง 9.05 ความเชื่อมั่นที่ 0.001 ผลการประเมินความเสี่ยงก่อนและหลังการปรับปรุงสถานงานมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการ ปรับปรุงสถานงานโดยอาศัยหลักการด้านการยศาสตร์สามารถลดความเสี่ยงให้กับเกษตรกรที่ทำงานในขั้นตอนการยก เคลื่อนย้ายยางพาราลงจากรถบรรทุกได้

สิทธิระพี ช่างหมื่นไวย (2563) ทำการศึกษาเรื่อง การออกแบบอุปกรณ์ตรวจสอบถังดับเพลิงเคมีแห้งเพื่อลดความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของผู้ตรวจสอบถังดับเพลิง ผลการศึกษาพบว่า การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ทำให้ทราบว่าความเสี่ยงที่เกิดขึ้นเกิดจากการยกตรวจสอบ

ถึงระดับเพลิงเคมีแห่งจึงได้ออกแบบอุปกรณ์ตรวจสอบถึงระดับเพลิงเคมีแห่งโดยอุปกรณ์ช่วยลดขั้นตอนการยกโดยการหมุนพิกัดติดตั้งอุปกรณ์ไว้ที่ผนังทำให้ผู้ตรวจสอบถึงระดับเพลิงเคมีแห่งไม่ต้องยกตรวจสอบอีกต่อไป ได้ทำการประเมินซ้ำผลปรากฏว่าความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์อยู่ในระดับคะแนน 3 พบว่าเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้และผลประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับ 3 หรือพึงพอใจมาก การประเมินความเสี่ยงทำทางโดยวิธี Rapid Entire Body Assessment; REBA พร้อมนำผลการประเมินความเสี่ยงมาพิจารณาออกแบบปรับปรุงและแก้ไขท่าทางการทำงาน ได้ “อุปกรณ์ตรวจสอบถึงระดับเพลิงเคมีแห่ง” เพื่อลดความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของผู้ตรวจสอบถึงระดับเพลิงทดลองใช้งานประเมินความเสี่ยงโดย REBA ซ้ำ หลังการปรับปรุงมีผลจาก Risk score 13 เหลือเพียง 3 รวมถึงผลตอบรับในการทดลองใช้งานปรากฏว่ามีความต้องการขยายผลติดตั้งเพื่อช่วยลดผลกระทบด้านการยศาสตร์ของผู้ตรวจสอบถึงระดับเพลิงเคมีแห่ง

ธีรพันธ์ แก้วดอก (2563) ทำการศึกษาเรื่อง เกณฑ์ทางด้านการยศาสตร์เพื่อพิจารณาความปลอดภัยและความเสี่ยงในงานที่ใช้แรงกาย ผลการศึกษาพบว่า เกณฑ์การศึกษาทางระบาดวิทยาก็สำคัญอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้ได้ข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญเช่น สาเหตุและปัจจัยการเกิดโรค อัตราความชุก จำนวนการบาดเจ็บ อุบัติการณ์การเกิดบาดเจ็บ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแนวทางนี้จะสนับสนุนการทํานายสาเหตุเพิ่มความแม่นยำและความเชื่อมั่นในการระบุสาเหตุของการบาดเจ็บจากการทำงาน นำมาสู่แนวทางการวางแผนปรับปรุงสภาพการทำงานที่เหมาะสมเพื่อลดการบาดเจ็บจากงานที่ใช้แรงกายได้อีกทางหนึ่ง การนำเกณฑ์ทางด้านการยศาสตร์มาใช้เพื่อพิจารณาความปลอดภัยและความเสี่ยงในงานที่ใช้แรงกาย จะนำไปสู่การปรับปรุงสภาพการทำงานให้เกิดความเหมาะสมระหว่างปริมาณงานกับความสามารถและข้อจำกัดไม่เกินกว่าค่าที่ยอมรับได้ของคนทำงาน เกณฑ์ที่ใช้ประเมินมีทั้งหมด 3 เกณฑ์ คือ เกณฑ์ทางชีวกลศาสตร์ว่าด้วยแรงและผลกระทบของแรงที่เกิดขึ้น เกณฑ์ทางสรีรวิทยาว่าด้วยอัตราการใช้พลังงานของร่างกาย และเกณฑ์ทางจิตฟิสิกส์ว่าด้วยค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ของคนส่วนใหญ่ ส่วนการเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นกับปัญหาทางการยศาสตร์และวัตถุประสงค์รวมถึงลักษณะงาน ความรู้ทักษะของผู้ประเมินเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ ผู้ใช้ต้องศึกษาและทำความเข้าใจของข้อดีข้อเสียของการนำแต่ละเกณฑ์เนื่องจากยังมีข้อขัดแย้งกันอยู่บ้างซึ่งควรมีการศึกษาวิจัยต่อไป ซึ่งทั้งสามเกณฑ์นี้ต่างก็มีเป้าหมายตามหลักการยศาสตร์คือต้องการทราบระดับความเสี่ยงเพื่อการปรับปรุงหรือออกแบบสภาพงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานให้มากที่สุด เพื่อป้องกันและลดการบาดเจ็บที่เกี่ยวข้องจากการทำงานที่ใช้แรงกาย

เพลินศักดิ์ อุบลหล้า (2563) ทำการศึกษาเรื่อง การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์งานยกกว่าเครื่องดับเพลิงแบบยกหัวชนิดผงเคมีแห้ง เพื่อตรวจเช็คคุณภาพผงเคมีภายในถัง ผลการศึกษาพบว่า การประเมินท่าทางการทำงานของพนักงานโดยใช้แบบประเมิน REBA และ NIOSH Lifting Equation ประเมินควบคู่กันทำให้ผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือและยังได้ทราบสาเหตุที่พนักงานมีความ

เมื่อย่ำจากการทำงาน อันเป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานไม่ได้ตามเป้าหมาย จากผลการประเมินที่ได้นำไปสู่การแก้ไขปัญหาทางด้านการยศาสตร์ด้วยการออกแบบเครื่องมือช่วยในการทำงานจึงทำให้พนักงานมีสภาพการทำงานที่ปลอดภัยกำจัดปัญหาความเมื่อยล้าและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานให้ได้ตามเป้าหมาย ถึงดับเพลิงทุกถังได้รับการกระทำให้ผงเคมีแห้งเกิดการแตกตัวไม่จับกันเป็นก้อน

ณฤดี พูลเกษม (2564) ทำการศึกษาเรื่อง การจัดการด้านการยศาสตร์เพื่อป้องกันอาการผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อกระดูกโครงร่างของพนักงานเก็บขนขยะขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่น จังหวัดนครราชสีมา ผลการศึกษา พบว่า ภายหลังการได้รับโปรแกรมสุขศึกษาด้านการยศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีความสามารถแห่งตน พนักงานเก็บขนขยะมีความรู้ด้านการยศาสตร์ การรับรู้ความสามารถแห่งตน ความคาดหวังในผลลัพธ์และพฤติกรรมสุขภาพ ดีกว่าก่อนการได้รับโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและระดับความรุนแรงอาการผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อกระดูกโครงร่างลดลงก่อนการได้รับโปรแกรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติผลวิจัยชี้ให้เห็นว่า โปรแกรมสุขศึกษาด้านการยศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีความสามารถแห่งตน สามารถทำให้พนักงานเก็บขนขยะเกิดพฤติกรรมการดูแลตนเอง และสามารถลดอาการผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อกระดูกโครงร่างได้

ประกาศกระทรวงแรงงาน (2566) ประกาศเรื่อง กำหนดชนิดของโรคซึ่งเกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานหรือเนื่องจากการทำงาน 7 กุมภาพันธ์ 2566 โดยกำหนดให้โรคและความผิดปกติในระบบกระดูก กล้ามเนื้อ เอ็นและข้อ เป็นหนึ่งในโรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานหรือเนื่องจากการทำงาน

Sang-Gyun Roh and Jee-Hee Kim (2013) ทำการศึกษาเรื่องโรคจากการทำงานของนักผจญเพลิงในเกาหลี ผลการวิจัยพบว่านักผจญเพลิงร้อยละ 37.7 มีโรคเรื้อรัง และร้อยละ 12.3 มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง ส่วนที่ได้รับผลกระทบ ได้แก่ บริเวณเอวร้อยละ 41.5 ไหล่ร้อยละ 33 และคอร้อยละ 23.6 ซึ่งผลกระทบดังกล่าวทำให้เกิดความเจ็บปวดทางร่างกายและความไม่พร้อมในการทำงานเป็นเวลานานกว่าหนึ่งเดือน และนักผจญเพลิงร้อยละ 54.1 ไปพบแพทย์เกี่ยวกับโรคดังกล่าวภายในหนึ่งปี ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่ามีความจำเป็นต้องพัฒนาโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพเพื่อป้องกันโรกระบบกล้ามเนื้อและกระดูกและมีการตรวจสุขภาพเป็นประจำเพื่อหาหรือเฝ้าระวังความผิดปกติเฉียบพลันที่เกิดจากภาระงาน

Abdulrahman M Basahel (2015) ทำการศึกษาเรื่อง ความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน (MSDs) ของพนักงานคลังสินค้าในซาอุดีอาระเบีย โดยใช้แบบประเมิน RULA ผลการวิจัยพบว่าการยกของส่งผลต่ออาการปวดหลังส่วนล่างของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่เข้าร่วมอย่างมีนัยสำคัญ และการยกของยังมีความสัมพันธ์ต่อการปวดลำตัว ต้นแขน และ

แขนท่อนล่างอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่า ท่าทางการดิ่งวัตถุหนักยังส่งผลต่อแขนท่อนล่างอย่างมีนัยสำคัญ และสะท้อนถึงความชุกสูงสุดของความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่ข้อมือ

Radin Zaid Radin Umar (2019) ทำการศึกษาเรื่อง การออกแบบและพัฒนารถเข็น หรือรถยกตามหลักการยศาสตร์สำหรับแผนงานจัดการโลหะ โดยการออกแบบและพัฒนารถยกแบบเข็น ในการศึกษาี้ โดยพิจารณาจากข้อมูลที่มีส่วนร่วมจากผู้ใช้งาน ผลการศึกษาพบว่ารถยกแบบเข็น สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานและเพิ่มสภาพความปลอดภัยและอาชีวอนามัยในการทำงานได้ โดยสามารถลดเวลาในการทำงานได้ร้อยละ 47 และลดการใช้กำลังคนจากเดิมใช้สองคนลดลงเหลือหนึ่งคน รถยกแบบเข็นที่พัฒนาขึ้นช่วยให้ท่าทางการทำงานที่ดีขึ้น การให้คะแนน RULA ก่อนการออกแบบผลคะแนนงานนั้นมีปัญหาทางกายศาสตร์ และต้องมีการปรับปรุงทันที หลังการออกแบบผลคะแนนลดลงเป็นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมและติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่องอาจจะจำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบงานใหม่ และสำหรับประเมินด้วยวิธี REBA ผลคะแนนก่อนการออกแบบเป็นงานที่ความเสี่ยงสูง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรปรับปรุง และหลังการออกแบบพบว่าผลคะแนนลดลงเป็นความเสี่ยงน้อยแต่ยังคงต้องมีการปรับปรุง

Sheetal Aurangabadkar, Medha Deo and Shruti Kadam (2019) ทำการศึกษาเรื่อง ความชุกของความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกที่เกี่ยวข้องกับงานในนักผจญเพลิง ผลการวิจัยพบว่า ความชุกของความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกที่คอ ไหล่ ข้อศอก หลังส่วนบนและหลังส่วนล่างคิดเป็นร้อยละ 24 23 13 7 และ 6 ตามลำดับ และกลุ่มตัวอย่างอีกร้อยละ 27 ไม่พบปัญหาเกี่ยวกับระบบกล้ามเนื้อและกระดูก การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ด้วยวิธี REBA พบว่านักผจญเพลิง 40 คนจาก 70 คนมีความเสี่ยงปานกลางที่จะเกิดความผิดปกติสะสม ในขณะที่ 30 คนมีความเสี่ยงสูงในงานยกของบันไดขึ้นและลงบนไหล่ สำหรับการพบที่อกกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 70 คนมีความเสี่ยงปานกลางต่อการบาดเจ็บและสำหรับการยกหุ่นจำลอง กลุ่มตัวอย่าง 29 คน จาก 70 คนมีความเสี่ยงสูง และนักผจญเพลิง 41 คนมีความเสี่ยงสูงมากต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก การศึกษาี้แสดงให้เห็นว่ามีความชุกสูงของการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูกโดยเฉพาะที่คอและไหล่ของนักผจญเพลิงที่ศูนย์ดับเพลิงต่าง ๆ ในมุมไบ การประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี REBA แสดงให้เห็นความเสี่ยงปานกลางถึงสูงในงานทั้งสามอย่าง เช่น การยกบันได การพับสายยางและการยกหุ่นจำลอง ซึ่งจะต้องจัดทำมาตรการป้องกันและแก้ไขทัน

Health and Safety Executive (2022) ได้สรุปจากสถิติการเกิดอาการผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงสร้างในสหราชอาณาจักร ในปี 2564 - 2565 มีพนักงานประมาณ 477,000 คน ที่ได้รับผลกระทบจากการทำงานความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูก มีอัตราความชุก 1,430 ต่อคนงาน 100,000 และความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกที่เกี่ยวข้องกับการทำงานส่วนใหญ่ส่งผลต่อการบาดเจ็บที่หลังร้อยละ 42 หรือประมาณ 202,000 ราย รองลงมาคือ บริเวณคอ

ร้อยละ 37 หรือประมาณ 175,000 ราย และสุดท้ายส่งผลต่อการบาดเจ็บที่ขา ร้อยละ 21 หรือประมาณ 99,000 ราย ซึ่งส่งผลมีจำนวนวันทำงานที่สูญเสียไปเนื่องจากความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน ถึง 7.3 ล้านวัน หรือเฉลี่ย 15.2 วันต่อราย

Anagha R and Annie Sonia Xavier (2020) ทำการทบทวนเกี่ยวปัจจัยเสี่ยงทางกายศาสตร์ที่ก่อให้เกิดความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกในคนงานก่อสร้าง พบว่า คนงานส่วนใหญ่มีอาการบาดเจ็บและความเครียด ซึ่งความเครียดในสถานที่ก่อสร้างเกิดจากการออกแรงมากเกินไป การทำงานซ้ำ ๆ และท่าทางที่ไม่สะดวกสบายของคนงาน ซึ่งการปรับปรุงความเสี่ยงด้านกายศาสตร์ถือว่าเป็นเครื่องมือหนึ่งในการลดความเมื่อยล้าและลดการใช้แรงยกโดยไม่จำเป็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ



บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) เพื่อออกแบบและประเมินประสิทธิผลของอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ สำหรับลดการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ และกระดูกของพนักงานตรวจสอบถึงดับเพลิง ตามหลักการยศาสตร์ เพื่อให้งานวิจัยครั้งนี้มีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดระเบียบวิธีวิจัย ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

- 3.1 รูปแบบการวิจัย
- 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา
- 3.4 เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการวิจัย
- 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.7 จริยธรรมในการวิจัย
- 3.8 ระยะเวลาการดำเนินการ

3.1 รูปแบบการวิจัย

การออกแบบอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่เพื่อลดการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานตรวจสอบถึงดับเพลิงครั้งนี้ ได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยเริ่มจากการทบทวนวรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาวางแผนดำเนินการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) ในห้องปฏิบัติการ กับประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่เป็นพนักงานตรวจสอบถึงดับเพลิง วัดผลก่อน-หลัง การใช้อุปกรณ์ยกถึงดับเพลิงแบบเคลื่อนที่ โดยมุ่งที่จะปรับปรุงสภาพงานโดยใช้หลักการทางกายศาสตร์

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ บุคคลเพศชายและเป็นผู้ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบถึงดับเพลิง คำนวณกลุ่มตัวอย่าง จากสูตร (Heinisch, 1965)

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha} + Z_{\beta} (\sigma)}{\Delta} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{1.96 + 1.645 (1.75)}{0.96} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{4.83}{0.96} \right)^2$$

$$n = 25.30 \approx 25$$

โดย n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

Z_{α} = ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ที่ ระดับ 0.05 มีค่าเท่ากับ 1.96

Z_{β} = กำหนดอำนาจการทดสอบร้อยละ 95 มีค่าเท่ากับ 1.645

Δ = ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการออกแบบและปรับปรุงการทำงานตามหลักการยศาสตร์
คะแนนความเสี่ยงท่าทางในการทำงาน มีค่าเท่ากับ 0.96 (ศุภวิช นิยมพันธุ์, 2557)

σ = ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 1.75 (ศุภวิช นิยมพันธุ์, 2557)

เพื่อป้องกันการสูญหายของกลุ่มตัวอย่างและการตอบสนองของกลุ่มตัวอย่าง จึงได้มีการปรับเพิ่มขนาดของตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาร้อยละ 10 ดังนั้นการศึกษาค้างนี้จะเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 28 คน

3.2.1 เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria) มีดังนี้

1. เป็นชายสัญชาติไทย ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบถังดับเพลิงของหน่วยงาน ที่สังกัด
ในอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ

2. เป็นผู้มีสุขภาพปกติ ไม่มีโรคประจำตัวหรืออาการ ดังต่อไปนี้

1) เคยเป็นบุคคลที่แพทย์ที่ตรวจรักษาเคยบอกว่ามีภาวะความผิดปกติของ
ระบบหัวใจและหลอดเลือดและควรทำกิจกรรมทางกายภาคได้คำแนะนำของแพทย์เท่านั้น

2) เคยมีอาการรู้สึกเจ็บปวดหรือแน่นบริเวณหน้าอกขณะที่ทำกิจกรรมทางกาย

3) เคยมีอาการรู้สึกเจ็บปวดเมื่อยกล้ามเนื้อหรืออ่อนล้าขณะที่ทำกิจกรรมทางกาย

4) ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา เคยมีอาการเจ็บแน่นหน้าอก ในขณะที่อยู่เฉยๆ
โดยไม่ได้ทำกิจกรรมทางกายใด ๆ

5) เคยมีอาการสูญเสียการทรงตัว ยืนหรือเดินเซ วิงเวียนศีรษะหรือเคยเป็นลม
หมดสติเป็นประจำ

3. ไม่มีความผิดปกติทางระบบประสาทหรือระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ เช่น มีอาการชา กล้ามเนื้ออ่อนแรง ในระยะ 1 เดือนที่ผ่านมา
4. ไม่มีความผิดปกติทางระบบประสาทหรือกล้ามเนื้อและกระดูก ซึ่งต้องใช้ยา หรือส่งผลต่อการใช้ชีวิตประจำวัน
5. สามารถยกและเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยมือทั้งสองข้าง
6. สามารถอ่านและเขียนภาษาไทยได้

3.2.2 เกณฑ์การคัดออก

1. มีความดันขณะพักที่เกินกว่า 140/90 mmHg
2. มีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) น้อยกว่า 18.5 หรือมากกว่า 24.90 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

3.3.1 ตัวแปรต้นได้แก่

- 1) ข้อมูลทั่วไป
 - 1.1 น้ำหนัก
 - 1.2 ส่วนสูง
 - 1.3 อายุ
 - 1.4 ประสบการณ์ทำงานในหน่วยงานนี้
- 2) การตรวจสอบถึงระดับเพลิงด้วยร่างกาย
 - 2.1 การตรวจสอบถึงระดับเพลิงด้วยร่างกาย
 - 2.2 การตรวจสอบถึงระดับเพลิงด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่

3.3.2 ตัวแปรตามได้แก่

- 3.1 ระดับการรับรู้การออกแรงของร่างกาย
- 3.2 ระดับการรับรู้ความยาก-ง่ายของการยก
- 3.3 ระดับความเสี่ยงของท่าทางการตรวจสอบถึงระดับเพลิง
- 3.4 ภาระงานของกล้ามเนื้อ

3.4 เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้วัดในการวิจัย

1) แบบประเมินระดับการรับรู้การออกแรงของร่างกาย (Rating of perceived exertion: RPE) Borg CR 10 เพื่อประเมินระดับการรับรู้ถึงความเหนื่อยจากการยกตรวจสอบถึงดับเพลิงของผู้ยก (Borg, 2008) แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.1

เกณฑ์การประเมิน

- 0 คะแนน ไม่รู้สึก
- 1 คะแนน สบายมาก
- 2 คะแนน สบาย
- 3 คะแนน ปานกลาง
- 4 คะแนน เริ่มรู้สึกเหนื่อย
- 5-6 คะแนน เหนื่อย
- 7-9 คะแนน เหนื่อยมาก
- 10 คะแนน เหนื่อยมากที่สุด

ตารางที่ 3.1 แบบประเมินระดับการรับรู้การออกแรงของร่างกาย

สีหน้า	    										
เกณฑ์การประเมิน	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ระดับความเหนื่อย											

2) แบบประเมินการรับรู้ความยาก-ง่ายของการยกถึงดับเพลิง (Ease of use rating) โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Zhuang และคณะ, 2000) แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การประเมินการรับรู้ความยาก-ง่ายของการยกถึงดับเพลิง

ท่าทางการยกถึงดับเพลิง	ความยาก-ง่ายของการยกถึงดับเพลิง				
	1	2	3	4	5
1. ท่าทางการยกถึงดับเพลิงนี้ <u>ก่อน</u> การใช้อุปกรณ์ช่วยยก					
2. ท่าทางการยกถึงดับเพลิงนี้ <u>หลัง</u> การใช้อุปกรณ์ช่วยยก					

หมายเหตุ: เกณฑ์การประเมิน

- 1 คะแนน ยกและตรวจสอบได้ง่ายมาก
- 2 คะแนน ยกและตรวจสอบได้ง่าย
- 3 คะแนน ยกและตรวจสอบเป็นปกติ
- 4 คะแนน ยกและตรวจสอบค่อนข้างยาก
- 5 คะแนน ยกและตรวจสอบได้ยากมาก

3) แบบประเมินท่าทางร่างกายทั้งลำตัว (Rapid Entire Body Assessment: REBA) (Hignett & McAtamney, 2000) ผลการประเมิน แบ่งความเสี่ยงเป็น 5 ระดับ แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 คะแนนประเมินความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บระบบกล้ามเนื้อและกระดูกของผู้ยก ด้วยแบบประเมิน REBA

คะแนน	ระดับความเสี่ยง	การแปลผล
1	0	ความเสี่ยงน้อยมาก
2 ถึง 3	1	ความเสี่ยงน้อย ยังต้องมีการปรับปรุง
4 ถึง 7	2	ความเสี่ยงปานกลาง ควรได้รับการปรับปรุงและวิเคราะห์เพิ่มเติม
8 ถึง 10	3	ความเสี่ยงสูง ควรปรับปรุง
11 หรือมากกว่า	4	ความเสี่ยงสูงมาก ควรปรับปรุงทันที

ขั้นตอนการประเมินท่าทางร่างกายทั้งลำตัว REBA มีดังนี้

3.1 ถ่ายวิดีโอและถ่ายภาพ ขณะทดลองตรวจสอบถึงดับเพลิง

3.2 ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Kinovea ในการวัดมุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย พนักงานขณะทำการตรวจสอบถึงเพลิงเพื่อวิเคราะห์ห้องของ คอ ลำตัว ขา แขนส่วนบน แขนส่วนล่าง
 ข้อมือประเมินท่าทางการปฏิบัติงานโดยใช้แบบประเมิน Rapid Entire Body Assessment (REBA) ใช้ในการประเมินที่ใช้ทั้งตัวทำงาน งานที่มีการใช้มือและร่างกายของลำตัวร่วมด้วย

4) เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography: EMG)

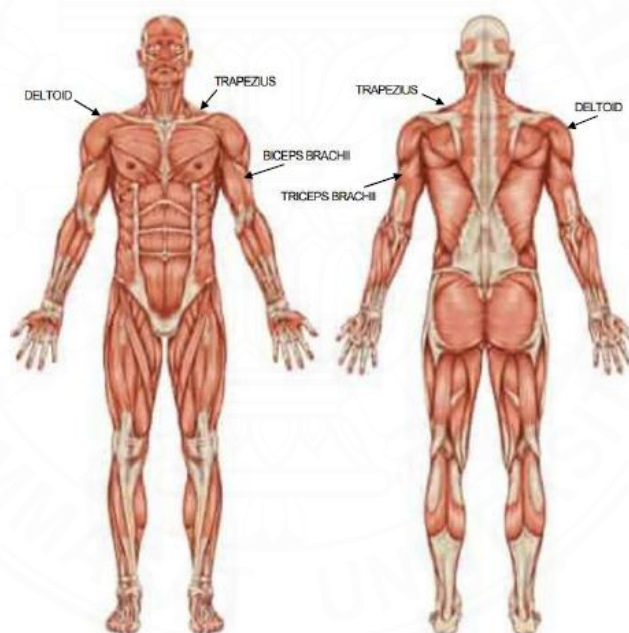
เครื่องมือบันทึกสัญญาณทางไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ เพื่อประเมินการใช้แรงของกล้ามเนื้อรวมถึงวิเคราะห์ความล้าจากรูปแบบและผลของสัญญาณ โดยจะทำการติดแผ่น Electrodes จุดที่ต้องการวัดค่ามัดกล้ามเนื้อ 4 มัด ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะงานตรวจสอบถึงดับเพลิง ดังภาพที่ 3.1 ดัดแปลงจากการศึกษาการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์งานยกคว่ำเครื่องดับเพลิงแบบยกหัว (เพลินศักดิ์ อุบลหล้า, 2563) ได้แก่

กล้ามเนื้อหัวไหล่ (TRAPEZIUS)

กล้ามเนื้อต้นแขน (MIDDLE DELTOID)

กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (BICEPS BRACHII)

กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง (TRICEPS BRACHII)



ภาพที่ 3.1 กล้ามเนื้อที่ใช้ประเมินการออกแรงในการตรวจสอบถึงดับเพลิง

จากนั้นนำค่าเฉลี่ยของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ได้ในแต่ละท่าทางการยกถึงดับเพลิง มาเทียบกับ ค่าการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อมัดนั้น ๆ บันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเป็นเปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (% Maximum Voluntary Contraction: % MVC) ซึ่งเป็นการทดสอบค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเมื่อมีการหดตัวสูงสุด เมื่อค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่วัดได้จากเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมีค่ามาก แสดงว่ากล้ามเนื้อมัดนั้นมีค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อมาก หากการหดตัวของกล้ามเนื้อมีค่าน้อยอาจเกิดเป็นความล้าของกล้ามเนื้อได้

แสดงถึงภาระงานของกล้ามเนื้อในการออกแรงทำงาน (พรไพลิน ทิศอุ้นและ สุนิสา ชายเกลี้ยง, 2565) การศึกษาครั้งนี้ใช้ค่า Root mean square (RMS) เป็นค่าชี้บ่งถึงภาระงานของกล้ามเนื้อในการออกแรง ในกรณีที่ความแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลงส่งผลเกิดเป็นความล้าของกล้ามเนื้อในขณะทำงาน ขั้นตอนการวัดภาระงานของกล้ามเนื้อในการทดลองครั้งนี้ มีดังนี้

- 4.1 ระบุตำแหน่งของมัดกล้ามเนื้อที่ต้องการวัด จำนวน 4 มัดกล้ามเนื้อ
- 4.2 ทำความสะอาดผิวหนังและกล้ามเนื้อบริเวณที่ต้องการวัดด้วยแอลกอฮอล์
- 4.3 ติดแผ่น Electrodes จุดที่ต้องการวัดค่ามัดกล้ามเนื้อจำนวน 3 แผ่น เพื่อเป็นขั้วบวกขั้วลบ และขั้วกราวด์
- 4.4 นำสายส่งสัญญาณติดเข้ากับ Electrodes เข้ากับเครื่องส่ง และเครื่องส่ง กับคอมพิวเตอร์
- 4.5 เริ่มทำท่าทางการทำงาน พร้อมทั้งกดปุ่ม Collect เพื่อเริ่มบันทึกค่า ในโปรแกรม โดยจะทำท่าทางการทำงาน จากนั้นกดปุ่ม Stop แล้วตั้งชื่อไฟล์เพื่อบันทึกค่าที่ได้

5) กล้องถ่ายรูปและบันทึก VDO Digital

3.4.2 วิธีการวิธีการออกแบบเครื่องยกถังดับเพลิง

3.4.2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับถังดับเพลิง

1) ศึกษาตรวจสอบถังดับเพลิง

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลถังดับเพลิงชนิดเคมีแห้ง และชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ โดยศึกษาเกี่ยวกับท่าทางในการตรวจสอบถังดับเพลิงทั้ง 2 ชนิด และศึกษาความสูงของการติดตั้ง ถังดับเพลิง เนื่องจากระยะความสูงของการติดตั้ง มีผลต่อท่าทางของการยกถังดับเพลิงในการตรวจสอบ และศึกษาน้ำหนักของถังดับเพลิง

ตารางที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง

ขั้นตอน	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบ
1	ยืนตรวจสอบสภาพภายนอกถัง เช่น สายฉีดยก แก้ววัดแรงดัน สภาพถัง	
2	ก้มยกถังดับเพลิงมือขวาจับที่คันปั๊ม มือซ้ายจับ ที่ก้านถัง	

ตารางที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง (ต่อ)

ขั้นตอน	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบ
3	ปลดถังดับเพลิงออกจากตำแหน่งติดตั้ง	
4	ยกถังดับเพลิงขึ้น ให้ถังดับเพลิงแนบหูเพื่อฟังเสียง การไหลของผงเคมีข้างใน	
5	ยกถังดับเพลิงลงมาอยู่ในขั้นตอนที่ 3	
6	ยกถังดับเพลิงขึ้น เพื่อให้ผงเคมีแตกตัวและไหลมา ด้านหัวถัง	
7	ยกถังดับเพลิงลงมาอยู่ในขั้นตอนที่ 6 และทำตามขั้น ที่ 6-7 ซ้ำอีก 3 ครั้ง	
8	ยกถังดับเพลิงไปเก็บที่ตำแหน่งเดิม	

ตารางที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบถังดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์

ขั้นตอน	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบ
1	ยืนตรวจภายนอกถัง เช่น สภาพสายฉีดยึด หรือสภาพถัง	
2	ก้มยกถังดับเพลิงมือขวาจับที่คันบีบ	
3	ปลดถังดับเพลิงออกจากตำแหน่งติดตั้ง	
4	ก้มวางถังดับเพลิงที่พื้น	
5	ก้มสวมเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล	
6	ดึง เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอลขึ้น เพื่อยกถัง ดับเพลิงขึ้นและชั่งน้ำหนักถังดับเพลิง	
7	ก้มวางถังดับเพลิงและปลดเครื่องชั่งน้ำหนัก ดิจิตอลออกจากถังดับเพลิง	

ตารางที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบถังดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ (ต่อ)

ขั้นตอน	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบ
8	ยกถังดับเพลิงไปเก็บที่ตำแหน่งเดิม	

2) ศึกษาระดับความสูงของการติดตั้งถังดับเพลิง

ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง การป้องกันและระงับอัคคีภัย ในโรงงาน พ.ศ. 2552 หมวด 3 ข้อ 9 กำหนดเรื่องการติดตั้งถังดับเพลิงโดยให้ส่วนบนสุดอยู่สูงจากพื้นไม่เกิน 1.50 เมตร และในอาคารลักษณะโครงสร้างหรือการออกแบบที่แตกต่างกัน จึงมีความจำกัดของบางพื้นที่ ทำให้การติดตั้งถังดับเพลิงมีความสูงที่แตกต่างกัน ถังดับเพลิงบางถังวางไว้บนฐานตั้งกับพื้น และบางถังถูกแขวนติดกับผนังอาคาร โดยหากอ้างอิงตามประกาศกระทรวงดังกล่าว ความสูงในการติดตั้งถังดับเพลิงที่สูงที่สุด วัดจากพื้นถึงปลายมือบีบ 150 เซนติเมตรและวัดจากพื้นถึงก้นถัง 95 เซนติเมตร และหากความสูงของการติดตั้งถังดับเพลิงที่วางบนฐาน วัดจากพื้นถึงปลายมือบีบ 55 เซนติเมตรและวัดจากพื้นถึงก้นถัง 5 เซนติเมตร ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แสดงระดับความสูงการติดตั้งถังดับเพลิง

3) ศึกษาน้ำหนักของถังดับเพลิง

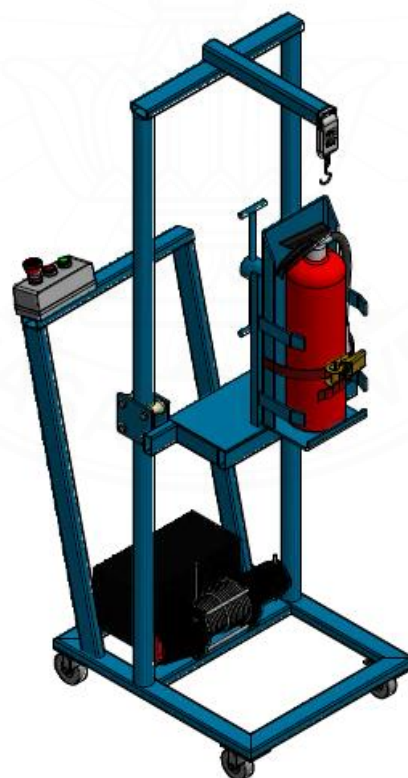
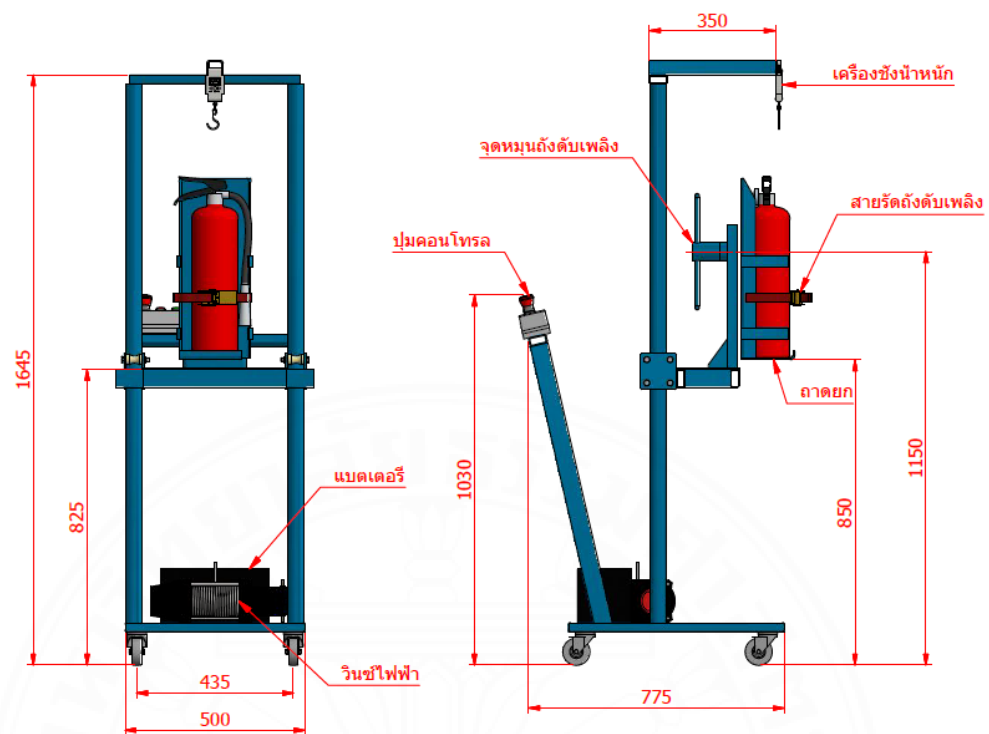
ถังดับเพลิงมีหลายขนาด สำหรับถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง นิยมใช้ขนาด 15 ปอนด์ โดยน้ำหนักสูงสุดประมาณ 9-12 กิโลกรัมต่อถัง และสำหรับถังดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ นิยมใช้ขนาด 10 ปอนด์ น้ำหนักสูงสุด ประมาณโดย 12-16 กิโลกรัม ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แสดงน้ำหนักของถังดับเพลิง

3.4.1.2 ดำเนินการออกแบบและจัดทำอุปกรณ์

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ร่วมกับวิศวกรรม โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้สำหรับยกและพลิกคว่ำถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง โดยสามารถหมุนถังดับเพลิงได้มากกว่า 180 องศา เพื่อให้มั่นใจว่าผงเคมีที่อยู่ภายในมีการแตกตัว 100 % และสำหรับยกและชั่งถังดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อให้มั่นใจว่าน้ำหนักภายในถังมีน้ำหนักตามเกณฑ์มาตรฐาน และอุปกรณ์ต้องสามารถจับยึดถังดับเพลิงไม่ให้ตกลงสู่พื้นขณะยกขึ้น หรือขณะเกิดแรงหมุน รวมถึงอุปกรณ์สามารถปรับระดับความสูงให้เข้ากับสรีระของผู้ใช้งานที่มีสรีระร่างกายที่แตกต่างกัน และสามารถปรับระดับความสูงในการยกถังดับเพลิงในระดับความสูงที่แตกต่างกันได้ โดยทำการออกแบบด้วยโปรแกรม AutoCAD และโปรแกรม Autodesk Inventor ลักษณะของอุปกรณ์ ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 การออกแบบอุปกรณ์ยกถังดับเพลิงแบบเคลื่อนที่

อุปกรณ์จัดทำเครื่องมือช่วยยกถังดับเพลิง

1. เหล็กกล่อง
2. เหล็กแป๊บสเตย์
3. เหล็กราง
4. เพลลาขาว
5. เหล็กแผ่น
6. ล้อยาง
7. แม่แรงกระปุก
8. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล
9. Toggle clamp

ขั้นตอนการตรวจสอบถังดับเพลิงโดยใช้อุปกรณ์ยกถังดับเพลิงแบบเคลื่อนที่

1. เช็นอุปกรณ์ยกเข้าไปใกล้ถังดับเพลิง
2. กดปุ่มเพื่อยกถังดับเพลิงขึ้นจากสลักแขวนถังดับเพลิง
3. ทำการลื้อถังดับเพลิง
4. เช็นถังดับเพลิงออกห่างจากกำแพง
5. กรณีถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง จับด้ามหมุนถังดับเพลิง เพื่อพลิกคว่ำถัง

ดับเพลิง

6. กรณีถังดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ ให้ทำการปลดลื้อถังดับเพลิง เพื่อชั่งน้ำหนักถังดับเพลิง เมื่อชั่งน้ำหนักเสร็จแล้ว ให้กดปุ่มเพื่อยกถังดับเพลิงขึ้นจนถึงจุดลื้อ และทำการลื้อถังดับเพลิง

7. ทำการเช็นอุปกรณ์กลับไปตำแหน่งติดตั้งถังดับเพลิง
8. ปลดลื้อถังดับเพลิงเพื่อแขวนถังดับเพลิงกับสลัก
9. เช็นอุปกรณ์ยกออกจากถังดับเพลิง

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ติดต่อขอหนังสือจากคณะสาธารณสุขศาสตร์ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูล

2. เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ เครื่องวัดความดัน ถังดับเพลิง อุปกรณ์ยกถังดับเพลิงแบบเคลื่อนที่ และเครื่องรับคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) ให้พร้อมในการทดสอบแต่ละครั้ง

3. ทีมวิจัยนัดหมายวันและเวลาที่อาสาสมัครสะดวกเข้าร่วมโครงการวิจัย ณ สถานที่ประกอบการแห่งหนึ่ง ตำบลแพรกษา อำเภอมะเมือง จังหวัดสมุทรปราการ โดยอาสาสมัคร 1 คน จะทำการนัดมา 1 ครั้ง เพื่อทำการทดลองโดยไม่ใช้อุปกรณ์ช่วยยกหรือแบบใช้อุปกรณ์ช่วยยก ใช้เวลาประมาณ 150 นาที

อย่างไรก็ตามหากอาสาสมัครรู้สึกเหนื่อยล้าหรือมีอาการการเต้นของหัวใจไม่กลับสู่ภาวะขณะพักใน 20 นาที จะไม่ดำเนินการทดลองต่อ และจะมีการนัดหมายอาสาสมัครอีกครั้งต่อไป โดยการทดลองจะมีการบันทึกภาพและวิดีโอขณะอาสาสมัครทำการทดลอง เพื่อนำไปใช้ในแบบประเมินท่าทางร่างกายทั้งลำตัว

ตารางที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอนที่	กิจกรรมดำเนินการ	เวลาที่ใช้ (นาที)
1	ชี้แจงวัตถุประสงค์ อธิบายข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัย และขอความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย	10
2	ประเมินความพร้อมของร่างกายด้วยแบบฟอร์มการซักประวัติสุขภาพ และวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้เข้าร่วมวิจัย	10
3	ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายเพื่อเตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อ ด้วยท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อทั่วร่างกายแต่ละท่าค้างไว้ 15-20 วินาที x 3 ครั้ง	10
4	ติดเครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ จำนวน 4 มัด	20
5	ทดสอบการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ ทั้ง 4 มัด โดยยกถังดับเพลิงด้วยแรงกายทั้งหมด 7 ขั้นตอน 3 รอบ ซึ่งแต่ละขั้นตอนยกค้างไว้ 3 วินาที	5
6	ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งพักจนอัตราการเต้นของหัวใจกลับสู่ภาวะพัก	10

ตารางที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการทดลอง (ต่อ)

ขั้นตอนที่	กิจกรรมดำเนินการ	เวลาที่ใช้ (นาที)
7	ผู้เข้าร่วมวิจัยส้อมประเภทการยกถังดับเพลิง หากส้อมได้หมายเลข 1 จะเป็นการทดลองแบบยกถังดับเพลิงด้วยแรงกาย และหากส้อมได้หมายเลข 2 จะเป็นการทดลองยกถังดับเพลิงด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่	5
8	ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการทดลองยกเครื่องดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง ขนาด 15 ปอนด์ ตามรูปแบบการยกที่ส้อมได้ จำนวน 20 ถัง	60
9	ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งและประเมินระดับการรับรู้ถึงความเหนื่อยจากการยก ตรวจสอบถังดับเพลิงตามข้อ 7	5
10	ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการประเมินการรับรู้ความยาก-ง่ายของการยกถังดับเพลิงตามข้อ 7	5
11	เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ผู้วิจัยจะให้ผู้เข้าร่วมวิจัย ยึดเหยียด เพื่อคลายกล้ามเนื้อด้วยท่ายึดเหยียดกล้ามเนื้อทั่วร่างกายแต่ละท่าค้างไว้ 15-20 วินาที x 3 ครั้ง	10

4. นำผลการศึกษาที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ

5. สรุปและอภิปรายผล รวมทั้งเสนอแนะแนวทางในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวัดผลการวิจัย/การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้ (Research measurement/ Data analysis/ Statistics) ผู้วิจัยได้จัดทำรหัสในแบบบันทึกข้อมูลการทดลอง ตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นกรอกข้อมูลลงในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ และทำการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยดังนี้

1) สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง การรับรู้การออกแรงของร่างกาย การรับรู้ความยาก-ง่ายของการยกถังดับเพลิง คะแนนความเสี่ยงของท่าทางร่างกายทั้งลำตัว และความล้าของกล้ามเนื้อ

2) สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistic) โดยใช้สถิติ Paired t-test หรือ Wilcoxon matched pairs signed rank test ในกรณีข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ เพื่อเปรียบเทียบการรับรู้

การออกแรงของร่างกาย การรับรู้ความยาก-ง่ายของการยกถังดับเพลิง ความเสี่ยงของท่าทางร่างกาย ทั้งลำตัว และภาระงานของกล้ามเนื้อ กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (95% confidence interval [95% CI])

3.7 จริยธรรมการวิจัย

จริยธรรมในมนุษย์ ผ่านการพิจารณาจริยธรรมในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย ในมนุษย์ และผู้วิจัยทำการพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยได้พิจารณาความสำคัญกับจริยธรรม ในงานวิจัยด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ผู้วิจัยนำเสนอโครงร่างงานวิจัยต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนมหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์งานวิจัยผ่านการพิจารณาจริยธรรม และดำเนินการวิจัยเมื่อได้รับอนุมัติให้ดำเนินการศึกษา จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ วันที่ 11 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2567 รหัสโครงการวิจัย 66PU155
2. ผู้วิจัยแนะนำตัวต่อกลุ่มตัวอย่าง ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย รวมถึงการตอบ ข้อซักถามจนกลุ่มตัวอย่างเข้าใจ และให้กลุ่มตัวอย่างแสดงความยินยอมการเข้าร่วม พร้อมทั้งลงนาม เข้าร่วมวิจัยในหนังสือยินยอมด้วยความสมัครใจ
3. ให้ความมั่นใจว่าข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะถูกเก็บเป็นความลับและผลการวิจัย จะออกมาเป็นภาพรวมเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ทางการศึกษาเท่านั้น โดยไม่ระบุชื่อของบุคคลที่เข้าร่วม โครงการ
4. กลุ่มตัวอย่างมีสิทธิหยุดหรือยกเลิกการตอบแบบสอบถาม/การเข้าร่วมการวิจัยได้ทุกเมื่อ หากไม่ประสงค์จะตอบแบบสอบถามต่อโดยไม่เสียสิทธิประโยชน์ใด ๆ

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการศึกษาการประเมินผลของอุปกรณ์ยกถังดับเพลิงแบบเคลื่อนที่ เพื่อลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานตรวจสอบถังดับเพลิง ผลการศึกษานำเสนอโดยใช้ตารางประกอบคำบรรยาย โดยแบ่งเนื้อหาการนำเสนอผลการวิจัย 7 ส่วนดังต่อไปนี้

- 4.1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง
- 4.2 การรับรู้การออกแรงของร่างกายจากการยกตรวจสอบถังดับเพลิงของผู้ยก
- 4.3 ความยาก-ง่ายของการยกถังดับเพลิง
- 4.4 ความเสี่ยงของท่าทางในการตรวจสอบถังดับเพลิง
- 4.5 ภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะตรวจสอบถังดับเพลิง
- 4.6 การประเมินผลของอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่
- 4.7 การอภิปรายผล

4.1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับตรวจสอบถังดับเพลิง จำนวน 28 คน พบว่า มีอายุเฉลี่ย 29.89 ปี (SD = 5.01) น้ำหนักเฉลี่ย 66.54 กิโลกรัม (SD = 7.61) ส่วนสูงเฉลี่ย 170.93 เซนติเมตร (SD = 4.74) รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (n=28)

ข้อมูลทั่วไป	Mean $\pm$ SD
1. อายุ (ปี)	29.89 $\pm$ 5.01
2. น้ำหนัก (กิโลกรัม)	66.54 $\pm$ 7.61
3. ส่วนสูง (เซนติเมตร)	170.93 $\pm$ 4.74
4. ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	22.73 $\pm$ 2.00
5. อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	81.75 $\pm$ 8.03

4.2 การรับรู้การออกแรงของร่างกาย จากการยกตรวจสอบถึงดับเพลิงของผู้ยก

ผลการศึกษาการรับรู้การออกแรงของร่างกายจากการยกตรวจสอบถึงดับเพลิงของผู้ยกด้วยร่างกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 (SD. = 1.23) และจากการยกด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.25 (SD.= 0.93) แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ระดับการรับรู้การออกแรงของร่างกาย จากการยกตรวจสอบถึงดับเพลิงของผู้ยก (n=28)

ตัวแปร	Mean $\pm$ SD	แปลผล
1. ระดับความเหนื่อยจากการยกด้วยร่างกาย	4.39 $\pm$ 1.23	เริ่มรู้สึกเหนื่อย
2. ระดับความเหนื่อยจากการยกด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่	1.25 $\pm$ 0.93	สบายมาก

4.3 ความยาก-ง่ายของการยกถึงดับเพลิง

ผลการประเมินความยาก-ง่ายของการยกถึงดับเพลิง พบว่าค่าเฉลี่ยของระดับความยาก-ง่ายของท่าทางการยกด้วยร่างกาย เท่ากับ 4.00 (SD.= 0.82) และค่าเฉลี่ยของระดับความยาก-ง่ายของท่าทางการยกด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ เท่ากับ 1.89 (SD.= 0.83) แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ระดับความยาก-ง่ายของการยกถึงดับเพลิง (n=28)

ตัวแปร	Mean $\pm$ SD	แปลผล
1. ระดับความยาก-ง่ายของการยกด้วยร่างกาย	4.00 $\pm$ 0.82	ยกและตรวจสอบ ค่อนข้างยาก
2. ระดับความยาก-ง่ายของการยกด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่	1.89 $\pm$ 0.83	ยกและตรวจสอบได้ ง่ายมาก

4.4 การประเมินความเสี่ยงท่าทางในการตรวจสอบถึงระดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการประเมินความเสี่ยงท่าทางการทำงานด้วยแบบประเมินท่าทางร่างกายทั้งลำตัว REBA (Rapid Entire Body Assessment) ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งหมด 28 คน รวมทั้งหมด 56 ท่าทาง โดยแบ่งเป็น ยกด้วยร่างกาย จำนวน 28 ท่าทาง และยกด้วยอุปกรณ์ช่วยยก จำนวน 28 ท่าทาง ซึ่งผลคะแนนรวม (Grand Total Score) พบว่าส่วนใหญ่ในขณะที่ยกถึงระดับเพลิงยกด้วยร่างกาย ท่าทางมีความเสี่ยงระดับความเสี่ยงสูงมาก จำนวน 19 ท่าทาง คิดเป็นร้อยละ 67.86 ซึ่งควรปรับปรุง ท่าทางในการทำงานในทันที รองลงมาคือมีความเสี่ยงสูง จำนวน 9 ท่าทาง คิดเป็นร้อยละ 32.14 ส่วนการตรวจสอบถึงระดับเพลิงด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ ส่วนใหญ่มีคะแนนความเสี่ยงระดับน้อย จำนวน 24 ท่าทาง คิดเป็นร้อยละ 85.71 ซึ่งยังต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติม คะแนนความเสี่ยงระดับปานกลาง จำนวน 4 ท่าทาง คิดเป็นร้อยละ 14.29 ซึ่งควรได้รับการปรับปรุงและวิเคราะห์ท่าทางการทำงานเพิ่มเติม รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 จำนวนและร้อยละของท่าทางการยกถึงระดับเพลิง จำแนกตามวิธียกและคะแนนความเสี่ยง ด้วยแบบประเมิน REBA

คะแนน	วิธียกถึงดับเพลิง				การแปลผล
	ยกด้วยร่างกาย (n=28)		ยกด้วยอุปกรณ์ยก (n=28)		
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
1	-	-	-	-	ความเสี่ยงน้อยมาก
2 ถึง 3	-	-	24.00	85.71	ความเสี่ยงน้อย ยังต้องมีการปรับปรุง
4 ถึง 7	-	-	4.00	14.29	ความเสี่ยงปานกลาง ควรได้รับการปรับปรุงและวิเคราะห์เพิ่มเติม
8 ถึง 10	9.00	32.14	-	-	ความเสี่ยงสูง ควรรีบปรับปรุง
11 หรือมากกว่า	19.00	67.86	-	-	ความเสี่ยงสูงมาก ควรปรับปรุงทันที
รวม	28.00.	100.00	28.00.	100.00	

4.5 การทำงานของกล้ามเนื้อในขณะตรวจสอบถึงดับเพลิง

สำหรับการประเมินภาระงานของกล้ามเนื้อในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการประเมินความล้าของจากการทำงาน โดยการวิเคราะห์ค่าคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อด้วยการวิเคราะห์ค่าการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อโดยสมัครใจ (Maximum voluntary contraction: MVC) โดยจะมีการทดสอบหาค่า MVC ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดเพื่อเป็นค่าพื้นฐานสำหรับการประเมินก่อนการทดลองของกล้ามเนื้อในแต่ละมัดของแต่ละคน

4.5.1 การหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อโดยสมัครใจของกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้พบว่า ค่าการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อโดยสมัครใจของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามมัดกล้ามเนื้อที่ใช้ในขณะตรวจสอบถึงดับเพลิง พบว่า กล้ามเนื้อหัวไหล่ (Upper Trapezius) มีค่าเท่ากับ 88.00 (SD. = 28.75) กล้ามเนื้อต้นแขน (Middle deltoid) มีค่าเท่ากับ 76.50 (SD. = 27.85) กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (Triceps brachii) มีค่าเท่ากับ 88.61 (SD. = 36.00) และกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง (Biceps brachii) มีค่าเท่ากับ 116.21 (SD. = 48.61) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การทดสอบการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ จำแนกตามมัดกล้ามเนื้อของกลุ่มตัวอย่าง (n=28)

คนที่	การหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อภายใต้อำนาจจิตใจ (Maximum voluntary contraction: MVC)			
	Upper Trapezius	Middle deltoid	Triceps brachii	Biceps brachii
Mean	88.00	76.50	88.61	116.21
SD.	28.75	27.85	36.00	48.61

4.6 ประเมินผลของอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่

การศึกษานี้ประเมินประสิทธิภาพของการออกแบบอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ ด้วยการเปรียบเทียบตัวแปรจากการศึกษาระหว่างการยกถึงดับเพลิงด้วยแรงกาย กับการใช้อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรด้าน ปัจจัยมนุษย์ ได้แก่ การรับรู้การออกแรงของร่างกาย การรับรู้ความยาก-ง่ายของการยกและ ความล้าของกล้ามเนื้อ การประเมินสภาพการทำงานด้วยการศึกษาความเสี่ยงของท่าทางการยก และการประเมินผลผลิตด้วยการศึกษาจำนวนการยกถึงดับเพลิงในเวลาที่กำหนด สรุปการเปรียบเทียบแต่ละตัวแปร ดังนี้

4.6.1 การเปรียบเทียบการรับรู้การออกแรงของร่างกายจากการยกถังดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของการรับรู้การออกแรงของร่างกายของกลุ่มตัวอย่างจากการยกถังดับเพลิงด้วยแรงกายมีค่าเฉลี่ยมากกว่าการยกด้วยใช้อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การรับรู้การออกแรงของร่างกายจากการยกถังดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่าง ($n=28$)

วิธีการตรวจสอบถังดับเพลิง	Mean	SD	df	t	p-value
ยกด้วยแรงกาย	4.39	1.23	27	9.696	<0.001
ยกด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่	1.25	0.93			

4.6.2 การเปรียบเทียบการรับรู้ความยาก-ง่ายของการยกถังดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของการรับรู้ความยาก-ง่ายของการยกถังดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่างพบว่ายกด้วยแรงกายมีค่าเฉลี่ยมากกว่าการยกด้วยใช้อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.7

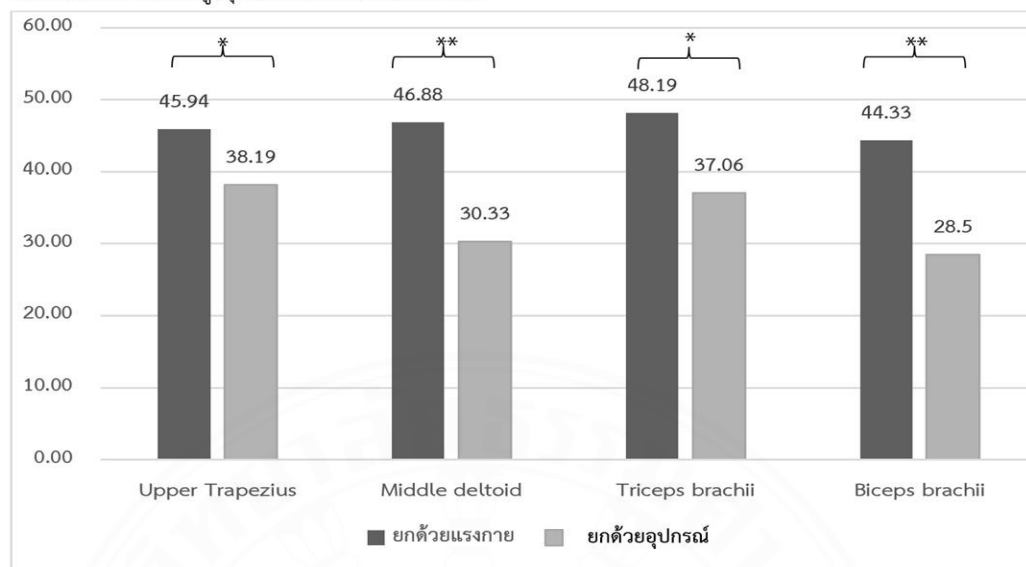
ตารางที่ 4.7 การรับรู้ความยาก-ง่ายของการยกถังดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่าง ($n=28$)

วิธีการตรวจสอบถังดับเพลิง	Mean	SD	df	t	p-value
ยกด้วยแรงกาย	4.00	0.82	27	9.566	<0.001
ยกด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่	1.89	0.83			

4.6.3 การเปรียบเทียบภาระงานของกล้ามเนื้อจากการยกถังดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของการออกแรงของกล้ามเนื้อจากการยกถังดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่างระหว่างการยกด้วยแรงกายกับการยกด้วยใช้อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ จำแนกตามมัดกล้ามเนื้อดังนี้ การออกแรงของกล้ามเนื้อจากการยกถังดับเพลิงด้วยแรงกาย กล้ามเนื้อ Upper trapezius และ Triceps brachii มีค่าเฉลี่ยมากกว่ายกด้วยอุปกรณ์ยก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ส่วนกล้ามเนื้อ Middle deltoid และ Biceps brachii มีค่าเฉลี่ยมากกว่ายกด้วยอุปกรณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$) รายละเอียดแสดงดัง ภาพที่ 4.1

ร้อยละของการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อโดยสมัครใจ



วิธีการตรวจสอบถึงดับเพลิง จำแนกตามมัดกล้ามเนื้อที่ศึกษา

ภาพที่ 4.1 ภาระงานของกล้ามเนื้อจากการยกถังดับเพลิงด้วยร่างกายและแบบใช้อุปกรณ์

หมายเหตุ: MVC= maximum voluntary contraction (การหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อโดยสมัครใจ); % MVC = % of maximum voluntary contraction (ร้อยละของการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อโดยสมัครใจ)

*p < 0.05 ; **p < 0.01

4.6.4 การเปรียบเทียบคะแนนความเสี่ยงของท่าทางการทำงาน ในขณะที่ยกถังดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความเสี่ยงของท่าทางการยกถังดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่างพบว่า การยกถังดับเพลิงด้วยร่างกายมีค่าเฉลี่ยคะแนนความเสี่ยงท่าทางการทำงานมากกว่ายกด้วยอุปกรณ์ ยกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 คะแนนความเสี่ยงของท่าทางการทำงาน ในขณะที่ยกถังดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่าง (n=28)

วิธีการตรวจสอบถึงดับเพลิง	Mean	SD	p-value*
ยกด้วยร่างกาย	10.714	1.013	<0.001
ยกด้วยใช้อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่	3.179	0.476	

* ทดสอบด้วยสถิติ Wilcoxon Signed Ranks Test

4.7 การอภิปรายผล

งานยกและเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกายถือได้ว่าเป็นลักษณะงานที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพ เพราะเป็นลักษณะงานที่ต้องใช้แรงกายเป็นหลัก ขณะทำงานผู้ทำงานอาจอยู่ในท่าทางที่ไม่เหมาะสม รวมถึงน้ำหนักสิ่งของที่ยกมีน้ำหนักมาก แม้ว่าการทำงานในภาคอุตสาหกรรมในปัจจุบันจะมีเทคโนโลยี และเครื่องทุ่นแรงต่าง ๆ เข้ามาช่วยในหลายกระบวนการทำงาน แต่เนื่องจากบางสภาพการทำงานนั้น ผู้ปฏิบัติงานอาจได้รับสัมผัสปัจจัยเสี่ยงหรือสิ่งคุกคามที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ โดยเฉพาะระบบ กระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องจากการทำงาน การศึกษาครั้งนี้เพื่อออกแบบอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ สำหรับลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานตรวจสอบถึงดับเพลิง โดยผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดตามหลักการยศาสตร์เพื่อช่วยลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นกับระบบกล้ามเนื้อและ กระดูก ซึ่งทำการออกแบบอุปกรณ์ตามแนวคิดทางการยศาสตร์ร่วมกับหลักการปรับปรุงสถานงาน ทางวิศวกรรมโดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้สำหรับยกและพลิกคว่ำถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง โดยสามารถ หมุนถังดับเพลิงได้มากกว่า 180 องศา เพื่อให้มั่นใจว่าผงเคมีที่อยู่ภายในมีการแตกตัว 100 % และ สำหรับยกและซังถังดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อให้มั่นใจว่าน้ำยาเคมีภายในถังมีน้ำหนัก ตามเกณฑ์มาตรฐาน และอุปกรณ์นั้นต้องสามารถจับยึดถังดับเพลิงไม่ให้ตกลงสู่พื้นขณะยกขึ้น หรือ ขณะเกิดแรงหมุน รวมถึงอุปกรณ์สามารถปรับระดับความสูงให้เข้ากับสรีระของผู้ใช้งานที่มีสรีระร่างกาย ที่แตกต่างกัน และสามารถปรับระดับความสูงในการยกถังดับเพลิงในระดับความสูงที่แตกต่างกันได้ และหลังจากการออกแบบเสร็จได้ประเมินความปลอดภัยทางกายภาพและจิตใจจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ก่อนจะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผลการประเมินพบว่า อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ปลอดภัยไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยการอภิปรายผลการศึกษา จากข้อค้นพบจาก การศึกษาครั้งนี้ ดังนี้

การศึกษานี้พบว่า การรับรู้การออกแรงของร่างกายจากการยกถังดับเพลิง พบว่า ระดับการรับรู้การออกแรงกาย หรือความรู้สึกเหนื่อยของผู้ยก จากการยกตรวจสอบถังดับเพลิง ด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่เท่ากับ 1.25 ซึ่งอยู่ในระดับสบายมาก เมื่อเทียบกับการทำงานยก ตรวจสอบถังดับเพลิงด้วยแรงกายที่มีค่าเท่ากับ 2.68 อยู่ในเริ่มรู้สึกเหนื่อย ผลการวิเคราะห์หามีค่าลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่มีเครื่องมือในการช่วยยกขึ้น และเลื่อนลง โดยใช้มือกดปุ่มควบคุม จึงทำให้ผู้ตรวจสอบไม่ต้องออกแรงในการยก หรือพลิก-คว่ำ ถังดับเพลิง เช่นเดียวกับการศึกษาของเพลินศักดิ์ อุบลหล้า (2563) ที่ได้มีการออกแบบอุปกรณ์ยกคว่ำ เครื่องดับเพลิงแบบยกหัวชนิดผงเคมีแห้ง ส่งผลให้พนักงานมีความสะดวกสบายในการทำงานและ ไม่พบปัญหาความเมื่อยล้าเกิดขึ้น และพบว่ายังสอดคล้องกับการศึกษาของการศึกษาของ Nurhanisah Mohd Hawari และคณะ (2023) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบรถเข็นสำหรับยกของตามหลัก

การยศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ นอกจากส่งผลให้ท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงลดน้อยลงแล้ว ยังพบว่าการรับรู้ความสวดสบายยังดีขึ้นเมื่อประเมินจากท่าทางในการทำงานในช่วงที่ยอมรับได้ โดยลดความจำเป็นในการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยมือซ้ำ ๆ นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับการศึกษาของปัทมาพร ศักดิ์พรหม (2562) ที่ได้ทำการปรับปรุงการทำงานในกระบวนการไล่ความชื้นของการผลิตไม้คอมเพลสเซอร์เพื่อลดปัญหาทางด้านการยศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า หลังการปรับปรุงคะแนนประเมินทางการยศาสตร์ลดลงสรุปได้ว่าการปรับปรุงในครั้งนี้สามารถลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อได้

อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ที่ออกแบบใหม่นั้น ใช้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้า ประกอบกับมีเครื่องมือในการช่วยยกขึ้นและเลื่อนลง โดยการทำงานของผู้นักด้วยการใช้มือกดปุ่มควบคุมแทนการยกด้วยแรงกาย จึงทำให้ผู้ตรวจสอบไม่ต้องออกแรงในการยก หรือพลิก-คว่ำถึงระดับเพลิง นอกจากนี้ การออกแบบยังพิจารณาระดับของตำแหน่งมือจับหรือจัดที่ควบคุมที่มีระดับอยู่ระหว่างระดับข้อศอก (Elbow height) ถึงไม่เกินระดับหัวไหล่ (Shoulder height) ตามแนวตั้ง (Vertical line) ดังแสดงตามภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ที่ออกแบบใหม่ในการศึกษาครั้งนี้

ตามหลักการยศาสตร์ที่ระบุว่าช่วงระดับการทำงานระหว่างความสูงของระดับข้อศอกถึงหัวไหล่ถือว่าเป็นท่าทางการทำงานที่เหมาะสมหรือเป็นธรรมชาติของมนุษย์ (Neutral Posture) การจัดวางท่าทางให้อยู่ในแนวตรงหรือใกล้เคียงกับแนวตรงให้มากที่สุด ได้แก่ ลำตัวตรง ใบหูอยู่ตรง

แนวเหนือไหล่ แขนวางอยู่ด้านข้างลำตัวในท่าสบาย ไหล่และข้อศอกอยู่ในท่าสบาย แนวแกนข้อมือตรงขาเหยียดตรง เท้าวางราบกับพื้น ในทางตรงกันข้ามหากลักษณะงานที่มีการก้มหลัง ยกไหล่หรือเอื้อม กางแขนออกจากลำตัว บิดเอว นั่งยอง ๆ หรือคุกเข่าทำงานเป็นเวลานาน จัดเป็นลักษณะท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม ส่งผลในการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดบาดเจ็บระบบและกระดูกกล้ามเนื้อได้ สอดคล้องกับผลการประเมินทางท่าการทำงานยกถังดับเพลิงจากการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่า ก่อนการออกแบบเครื่องมือยกแบบเคลื่อนที่ตามหลักการยศาสตร์สำหรับตรวจสอบถังดับเพลิงผลการประเมินท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงอยู่ระดับสูงมากและควรปรับปรุงทันที และหลังจากได้มีการออกแบบเครื่องมือยกแบบเคลื่อนที่ส่งผลให้ผู้ยกมีท่าทางการทำงานที่ดีขึ้นและระดับความเสี่ยงลดลงอยู่ในระดับปานกลาง เช่นเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมาของเพลินส์คิต์ อุบลหล้า (2563) ได้ทำการศึกษาเรื่องการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์งานยกคว่ำเครื่องดับเพลิงแบบยกหัวชนิดผงเคมีแห้ง เพื่อตรวจเช็คคุณภาพผงเคมีภายในถัง ผลการศึกษาพบว่า การประเมินท่าทางการทำงานของพนักงานโดยใช้แบบประเมิน REBA และ NIOSH Lifting Equation ประเมินควบคู่กันทำให้ผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือและยังได้ทราบสาเหตุที่พนักงานมีความเมื่อยล้าจากการทำงาน อันเป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานไม่ได้ตามเป้าหมาย จากผลการประเมินที่ได้นำไปสู่การแก้ไขปัญหาด้านการยศาสตร์ด้วยการออกแบบเครื่องมือช่วยในการทำงานจึงทำให้พนักงานมีสภาพการทำงานที่ปลอดภัยกับจัดปัญหาความเมื่อยล้าและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานให้ได้ตามเป้าหมาย ถึงระดับเพลิงทุกถังได้รับการกระทำให้ผงเคมีแห้งเกิดการแตกตัวไม่จับกันเป็นก้อน ในขณะที่หลายการศึกษาที่ผ่านมา ก็พบเช่นเดียวกันว่า ผลการประเมินท่าทางการทำงานมีค่าระดับความเสี่ยงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อมีการออกแบบเครื่องมือ อุปกรณ์ หรือปรับปรุงสภาพการทำงานตามหลักการยศาสตร์ เช่นเดียวกับการศึกษาของสิทธิธีระพี ช่างหมื่นไวย (2563) ที่ได้ออกแบบอุปกรณ์ตรวจสอบถังดับเพลิงเคมีแห้งโดยอุปกรณ์ช่วยลดขั้นตอนการยกโดยการหมุนพิกัดติดตั้งอุปกรณ์ไว้ที่ผนังทำให้ผู้ตรวจสอบถังดับเพลิงเคมีแห้งไม่ต้องยกตรวจสอบ และทำการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของท่าทางการทำงานโดยแบบประเมิน REBA ผลการศึกษาพบว่าระดับความเสี่ยงลดลงอยู่ในระดับคะแนน 3 ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้และผลประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับ 3 หรือพึงพอใจมาก อีกทั้งยังคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Radin Zaid Radin Umar (2019) ที่ได้ศึกษาเรื่อง การออกแบบและพัฒนารถเข็นหรือรถยกตามหลักการยศาสตร์สำหรับแผนงานงานจัดการโลหะ โดยการออกแบบและพัฒนารถยกแบบเข็นในการศึกษานี้ ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานมีท่าทางการทำงานที่ดีขึ้น โดยการให้คะแนน RULA ก่อนการออกแบบผลคะแนน งานนั้นมีปัญหาทางการยศาสตร์ และต้องมีการปรับปรุงทันที หลังการออกแบบผลคะแนนลดลงเป็นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมและติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่องอาจจะต้องมีการออกแบบงานใหม่ และสำหรับประเมินด้วยวิธี REBA ผลคะแนนก่อนการออกแบบเป็นงานที่มีความเสี่ยงสูง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรปรับปรุง และหลังการออกแบบพบว่า ผลคะแนน

ลดลงเป็นความเสี่ยงน้อยแต่ยังคงต้องมีการปรับปรุง อีกทั้งยังคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Nurhanisah และคณะ (2023) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบรถเข็นสำหรับยกของตามหลักการยศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ ในการศึกษาครั้งนี้ ได้มีการออกแบบและพัฒนารถเข็นยกของตามหลักสรีรศาสตร์โดยอิงตามรูปแบบการทำงาน จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงระดับการสัมผัสและคะแนนใน QEC และ REBA หลังจากที่ใช้รถเข็นยกของตามหลักสรีรศาสตร์ในอุตสาหกรรม ซึ่งทำให้มีท่าทางการทำงานที่ดีขึ้น นอกจากนี้ผู้ใช้งานยังพึงพอใจหลังจากใช้รถเข็น

นอกจากนี้แล้วการศึกษานี้ยังพบว่า ความล้าของกล้ามเนื้อจากการยกด้วยแรงกายมีการออกแรงกล้ามเนื้อ Biceps brachii เฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 46.88 รองลงมาคือกล้ามเนื้อ Triceps brachii กล้ามเนื้อ Upper Trapezius และกล้ามเนื้อ Middle deltoid เท่ากับ 38.71 37.45 และ 33.54 ตามลำดับ เนื่องจากผู้ตรวจระดับเพลิง ต้องออกกำลังในการยกส่วนกันของถึงดับเพลิงให้อยู่ในมุม 90 องศา เพื่อฟังเสียงการไหลของผงเคมีในถึงดับเพลิง นอกจากนั้นผู้ตรวจสอบยังต้องทำการพลิก-คว่ำถึงดับเพลิง เพื่อให้สารเคมีในถึงดับเพลิงเกิดการแตกตัว ไม่จับเป็นก้อน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของถึงดับเพลิง จึงทำให้กล้ามเนื้อ Biceps brachii และกล้ามเนื้อ Triceps brachii ต้องใช้แรงมากในการดันและการรับน้ำหนักของถึงดับเพลิง และเมื่อเปรียบเทียบกับความล้าของกล้ามเนื้อเมื่อใช้เครื่องมือยกแบบเคลื่อนที่พบว่า พบว่าค่าเฉลี่ยของร้อยละความล้าของกล้ามเนื้อแขนส่วนบนและหัวไหล่ในการทำงานเทียบกับขณะหัดตัวสูงสุด (%MVC) ลดลงทั้ง 4 กล้ามเนื้อ ซึ่งค่าเฉลี่ยของการออกแรงของกล้ามเนื้อจากการยกถึงดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่างระหว่างการยกด้วยแรงกายมีค่าสูงกว่า ยกด้วยใช้อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด แสดงให้เห็นว่าการออกเครื่องมือช่วยยกแบบเคลื่อนที่ในครั้งนี้ช่วยลดความล้าของกล้ามเนื้อแขนส่วนบนและหัวไหล่ที่ศึกษาในครั้งนี้ขณะทำการยกถึงดับเพลิงลงมาได้ เช่นเดียวกับการศึกษาของนิธิเศรษฐ เพชรจุ (2555) ที่ได้มีการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่โดยใช้อุปกรณ์ที่ช่วยในการเทและเคลื่อนย้ายถึงน้ำยาที่ได้ออกแบบมาช่วยให้ท่าทางการทำงานดีขึ้น เนื่องจากก่อนการปรับปรุงสถานีนงานค่าสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อมีความเสี่ยงอย่างมากถ้าปฏิบัติงานในระยะยาวอาจเป็นอันตรายได้ ซึ่งหลังการปรับปรุงสถานีนงานพบว่าค่าสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้ออยู่ในระดับยอมรับได้ และไม่สอดคล้องกับการศึกษาของประไพรัตน์ คำหอม (2566) ที่ได้มีการปรับปรุงสภาพงานโดยใช้หลักการยศาสตร์ของพนักงานขัดแต่งของโรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม้ โดยการออกแบบรถเข็นและการปรับปรุงท่าทางการทำงาน ซึ่งผลการศึกษาพบว่าแรงหดตัวของกล้ามเนื้อจากการตรวจวัดด้วยเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหลังการปรับปรุงสภาพงานแรงหดตัวของกล้ามเนื้อลดลงไม่แตกต่างจากก่อนการปรับปรุงสภาพงาน เนื่องจากการปรับปรุงสภาพงานนี้ปรับปรุงไม่ครอบคลุมทุกลักษณะของเฟอร์นิเจอร์และไม่สามารถปรับให้เหมาะสมกับสรีระของพนักงานขัดแต่งทุกคน

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงอาจกล่าวได้ว่า การใช้อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ในการช่วยยก และตรวจสอบถึงระดับเพลิง สามารถช่วยลดคะแนนความเสี่ยงท่าทางการในการทำงาน ส่งผลให้ผู้ทำงาน ยกมีความรู้สึกออกแรงกายหรือการรับรู้ความเหนื่อยจากการทำงานลดลง อาจนำมาสู่การลดความเสี่ยง ต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานตรวจสอบถึงระดับเพลิงได้



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่องการประเมินผลของอุปกรณ์ยกถังดับเพลิงแบบเคลื่อนที่ครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อ ออกแบบและประเมินผลของอุปกรณ์ยกถังดับเพลิงแบบเคลื่อนที่ สำหรับลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานตรวจสอบถังดับเพลิง โดยสรุปผลการศึกษาวิจัยและมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การออกแบบอุปกรณ์ยกถังดับเพลิงแบบเคลื่อนที่ ตามแนวคิดทางกายศาสตร์ร่วมกับหลักการปรับปรุงสถานการณ์ทางวิศวกรรมโดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้สำหรับยกและพลิกคว่ำถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง เพื่อให้มั่นใจว่าผงเคมีที่อยู่ภายในมีการแตกตัว ถังดับเพลิงมีความพร้อมในการใช้งานและมีประสิทธิภาพในระยะยาว และใช้สำหรับยกและซังถังดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อให้มั่นใจว่าน้ำยาเคมีภายในถังมีน้ำหนักตามเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งใช้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้าในการยกถังดับเพลิงหรือเลื่อนถังดับเพลิงลง แทนการยกด้วยแรงกาย และอุปกรณ์ยังสามารถปรับระดับความสูงให้เข้ากับสรีระของผู้ใช้งานที่มีสรีระร่างกายที่แตกต่างกัน และสามารถปรับระดับความสูงในการยกถังดับเพลิงในระดับความสูงที่แตกต่างกันได้ โดยสามารถสรุปผลการวิจัยแต่ละประเด็นการศึกษาได้ดังนี้

5.1.1 การรับรู้การออกแรงของร่างกาย จากการยกตรวจสอบถังดับเพลิงของผู้ยก

ผลการศึกษาการรับรู้การออกแรงของร่างกาย จากการยกตรวจสอบถังดับเพลิงของผู้ยก แบ่งออกเป็นดังนี้

5.1.1.1 การรับรู้การออกแรงของร่างกาย จากการยกตรวจสอบถังดับเพลิงด้วยแรงกายพบว่า มีความรู้สึกเหนื่อยร้อยละ 35.71 เริ่มมีความรู้สึกเหนื่อยร้อยละ 35.71 และมีความรู้สึกเหนื่อยปานกลางร้อยละ 28.57

5.1.1.2 การรับรู้การออกแรงของร่างกาย จากการยกตรวจสอบถังดับเพลิงด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่พบว่ามีความรู้สึกสบายมากร้อยละ 50.00 มีความรู้สึกสบายร้อยละ 25.00 ไม่รู้สึกร้อยละ 17.86 มีความเริ่มรู้สึกเหนื่อยร้อยละ 3.57 และมีความรู้สึกเหนื่อยปานกลางร้อยละ 3.57

5.1.2 การรับรู้ความยาก-ง่ายของการยกถังดับเพลิง

ผลการศึกษาการรับรู้ความยาก-ง่ายของการยกถังดับเพลิง แบ่งออกเป็นดังนี้

5.1.2.1 การรับรู้ความยาก-ง่ายของการยกถังดับเพลิงด้วยร่างกาย (n = 28) พบว่า มีความรู้สึกลำบากและตรวจสอบค่อนข้างยากร้อยละ 35.71 มีความรู้สึกลำบากและตรวจสอบยากมากร้อยละ 32.14 และมีความรู้สึกลำบากและตรวจสอบเป็นปกติร้อยละ 32.14

5.1.2.2 การรับรู้ความยาก-ง่ายของการยกถังดับเพลิงด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ พบว่า มีความรู้สึกลำบากและตรวจสอบได้ง่ายมากร้อยละ 39.29 มีความรู้ยากและตรวจสอบได้ง่ายร้อยละ 32.14 และมีความรู้สึกลำบากและตรวจสอบเป็นปกติร้อยละ 28.57

5.1.3 การประเมินความเสี่ยงท่าทางในการตรวจสอบถังดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการศึกษาการประเมินความเสี่ยงท่าทางในการตรวจสอบถังดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่าง แบ่งออกเป็นดังนี้

5.1.3.1 การประเมินความเสี่ยงท่าทางในการตรวจสอบถังดับเพลิงด้วยร่างกาย พบว่า ส่วนใหญ่ในขณะที่ยกถังดับเพลิงยกด้วยร่างกายท่าทางมีความเสี่ยงระดับความเสี่ยงสูงมาก คิดเป็นร้อยละ 67.86 ซึ่งควรปรับปรุงท่าทางในการทำงานในทันที รองลงมาคือมีความเสี่ยงสูง คิดเป็นร้อยละ 32.14

5.1.3.2 การประเมินความเสี่ยงท่าทางในการตรวจสอบถังดับเพลิงด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ส่วนใหญ่ท่าทางมีความเสี่ยงน้อย คิดเป็นร้อยละ 85.71 ซึ่งยังต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติม และมีความเสี่ยงน้อย คิดเป็นร้อยละ 14.29 ซึ่งควรได้รับการปรับปรุงและวิเคราะห์ท่าทางการทำงานเพิ่มเติม

5.1.4 การประเมินการทำงานของกล้ามเนื้อจากการยกถังดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อจากการยกถังดับเพลิงของกลุ่มตัวอย่าง แบ่งออกเป็นดังนี้

5.1.4.1 ผลการศึกษาร้อยละของการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อโดยสมัครใจ (% of Maximum voluntary contraction: % MVC) ในขณะทำการตรวจสอบถังดับเพลิงจำแนกตามกล้ามเนื้อของกลุ่มตัวอย่างที่ยกด้วยร่างกาย พบว่า %MVC ของกล้ามเนื้อ Upper Trapezius กล้ามเนื้อ Middle deltoid กล้ามเนื้อ Triceps brachii และกล้ามเนื้อ Biceps brachii เท่ากับร้อยละ 45.94 46.88 48.19 และร้อยละ 44.33 ตามลำดับ และขณะยกด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ เท่ากับร้อยละ 19.09 25.78 72.05 และร้อยละ 27.77 ตามลำดับ

5.1.4.2 การประเมินความล้าของกล้ามเนื้อจากการยกถังดับเพลิงด้วยร่างกาย พบว่า ความล้าของกล้ามเนื้อ Upper trapezius, Middle deltoid, Triceps brachii และ Biceps brachii เท่ากับ 37.75 33.54 38.71 และ 49.68 ตามลำดับ

5.1.4.3 การประเมินความล้าของกล้ามเนื้อจากการยกถังดับเพลิงด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่พบว่าความล้าของกล้ามเนื้อ Upper trapezius , Middle deltoid, Triceps brachii และ Biceps brachii เท่ากับ 31.32 21.46 29.00 และ 29.00 ตามลำดับ

5.2 ประเมินผลของอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประเมินประสิทธิผลของการออกแบบอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ ด้วยการเปรียบเทียบตัวแปรจากการศึกษาระหว่างการยกถังดับเพลิงด้วยแรงกาย กับการใช้อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ โดยสรุปการเปรียบเทียบแต่ละตัวแปร ดังนี้

5.2.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้การออกแรงของร่างกาย พบว่า การตรวจสอบถังดับเพลิงโดยใช้อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่มีค่าเฉลี่ยการออกแรงของร่างกายลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ การตรวจสอบโดยใช้แรงกาย จากการออกแรงเริ่มรู้สึกเหนื่อยลดลงเป็นความรู้สึกสบายมาก

5.2.2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรับรู้ความยาก-ง่ายของการตรวจสอบถังดับเพลิง พบว่า การตรวจสอบโดยใช้อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ใช้งานง่ายกว่าการตรวจสอบโดยใช้แรงกาย

5.2.3 การเปรียบเทียบคะแนนความเสี่ยงของท่าทางการทำงาน พบว่า การตรวจสอบโดยใช้อุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่มีคะแนนความเสี่ยงของท่าทางการทำงานน้อยกว่าการตรวจสอบโดยใช้แรงกาย

5.2.4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความล้าของกล้ามเนื้อจากการตรวจสอบถังดับเพลิง พบว่า ในขณะที่ทำการตรวจสอบถังดับเพลิงด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ มีการออกแรงของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด (Upper trapezius, Middle deltoid, Triceps brachii และ Biceps brachii) น้อยกว่า การตรวจสอบถังดับเพลิงด้วยแรงกาย จึงทำให้ความล้าของกล้ามเนื้อจากการตรวจสอบอุปกรณ์น้อยกว่า การตรวจสอบด้วยแรงกาย

5.3 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้านี้ ยังพบตัวแปรที่อาจจะส่งผลต่อการใช้งานอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ จึงมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ดังต่อไปนี้

1. ควรคำนึงถึงอาคารที่มีมากกว่า 1 ชั้น เนื่องจากอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่มีน้ำหนักค่อนข้างมาก หากผู้ตรวจสอบต้องยกอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงานได้

2. ควรคำนึงถึงการติดตั้งถังดับเพลิงที่มีจำกัดหรือพื้นที่แคบ เนื่องจากเครื่องมือยกแบบเคลื่อนที่ไม่สามารถเข้าถึงได้

3. ควรคำนึงถึงลักษณะท่าทางของข้อมือที่เคลื่อนไหว เนื่องจากอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่ ยังคงมีขั้นตอนที่ผู้ตรวจใช้ข้อมือในการพลิกคว่ำถังดับเพลิง ทำให้ตำแหน่งของข้อมือ (แนวกระดูกฝ่ามือ) หรือลงมากกว่า 15 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนส่วนล่างซึ่งไม่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการวิเคราะห์ตามหลักแนวทางการยศาสตร์เกี่ยวกับการตรวจสอบถังดับเพลิงชนิดอื่น ๆ เช่น ชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากถังดับเพลิงชนิดนี้จำเป็นต้องมีการชั่งน้ำหนักตัวถัง ซึ่งขั้นตอนการชั่ง ผู้ตรวจสอบจะต้องทำการยกถังดับเพลิงและนอกจากท่าทางการยกแล้วควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เพิ่มเติมที่สัมพันธ์กับการบาดเจ็บระบบกล้ามเนื้อและกระดูกของผู้ปฏิบัติงาน เช่น ระดับความสูงของการติดตั้งถังดับเพลิง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดระยะความสูงติดตั้ง หรือน้ำหนักของถังดับเพลิง เป็นต้น เพื่อช่วยลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงานได้

รายการอ้างอิง

หนังสือและบทความในหนังสือ

- กิตติ อินทรานนท์. (2548). *การยศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัทแอคทีฟ พรินท์ จำกัด.
- กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. (2553). *คู่มือฝึกอบรมการปลูกจิตสำนึกเพื่อเตรียมความพร้อม*
 คณะทำงานการจัดทำคู่มือการปรับปรุงการปฏิบัติงานยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยแรงกายตาม
 หลักการยศาสตร์. (2561). *มาตรฐานการยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยแรงกายตามหลักการย*
ศาสตร์.
- คณะทำงานการจัดทำคู่มือการปรับปรุงการปฏิบัติงานยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยแรงกายตาม
 หลักการยศาสตร์. (2562). *คู่มือการปรับปรุงการปฏิบัติงานยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วย*
แรงกายตามหลักการยศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 1).
- นริศ เจริญพร. (2554). *เอกสารประกอบการสอนวิชา หลักการการยศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสา*
หการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์: เอกสารไม่ตีพิมพ์.
- สุทธิ ศรีบุรพา. (2540). *เออร์กอนอมิกส์: วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย*. กรุงเทพฯ: บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด
 (มหาชน).
- สุทธิ ศรีบุรพา. (2544). *เออร์กอนอมิกส์ (การยศาสตร์) ว่าด้วยการนั่งและเก้าอี้*. กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์
 เซ็นเตอร์.
- สุทธิ ศรีบุรพา. (2553). *เอกสารประกอบการสอนชุดวิชา การยศาสตร์*
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: โรงพิมพ์
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ศักดิ์สิทธิ์ กุลวงษ์. (2555). *การยกย้ายวัสดุสิ่งของโดยใช้อุปกรณ์และไม่ใช้อุปกรณ์*, เอกสาร
 ประกอบการเรียนการสอน รายวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย มหาวิทยาลัย
 บุรพา

บทความวารสาร

- กระทรวงแรงงาน. (2566). *กำหนดชนิดของโรคซึ่งเกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานหรือ*
เนื่องจากการทำงาน.
- กระทรวงอุตสาหกรรม. (2552). *การป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน*.
- จันจิราภรณ์ วิชัย และสุนิสา ชายเกลี้ยง. (2557). *การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ใน*
พนักงานที่มีการยกเคลื่อนย้ายวัสดุ. *KKU Res. J.* 2014; 19(5): 708-719

- ชนิกพร ใหม่ และนิวิท เจริญใจ. (2558). การประเมินความเสี่ยงในงานยกย้ายในการผลิตโถสุขภัณฑ์แบบนั่งยอง. *วารสารข่าวงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมไทย: ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2558: หน้า 31-36*
- ธนารักษ์ หีบแก้วและณัฐพล พุฒยงกูร. (2559). การศึกษาความเสี่ยงด้านการยศาสตร์สำหรับการยกของด้วยแรงกายด้วยสมการยกของ NIOSH. *การประชุมวิชาการทางการยศาสตร์แห่งชาติ วันที่ 15 – 17 ธันวาคม 2559*
- ธีรพันธ์ แก้วดอก (2563) เกณฑ์ทางการยศาสตร์เพื่อพิจารณาความปลอดภัยและความเสี่ยงในงานที่ใช้แรงกาย. *วารสารการยศาสตร์ไทย: ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2563: หน้า 54-64*
- นัจญ์มะฮ์, วิภาและหทัยรัตน์. (2562). ผลของการใช้ชุดฝึกอบรมต่อทักษะและมุมมองศากการยกบริเวณลำตัวของ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านในการยกโดยใช้เปลหาม. *วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้: ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม – เมษายน 2562: หน้า 89-98*
- พรไพลิน ทิศอ่อนและสุนิสา ชายเกลี้ยง. (2565). การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในพนักงานอุตสาหกรรมทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ. *วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม: ปีที่ 31 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2565: หน้า 44-51*
- พรไพลิน ทิศอ่อนและสุนิสา ชายเกลี้ยง. (2567). การประเมินความล้าของกล้ามเนื้อโดยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของพนักงานในอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์. *วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา): ปีที่ 24 ฉบับที่ 4: ตุลาคม-ธันวาคม 2567: หน้า 174-185*
- รัชนิ เฉลิมสิริ และสุวิสา. (2562). การจัดการด้านการยศาสตร์สำหรับงานยกเคลื่อนย้ายกระสอบยางพาราให้สหกรณ์สวนยางพารา เมืองอุบลราชธานี. *วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี: ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2563: หน้า 25-36*
- ศิริพร และคณะ. (2561). ภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงจากการทำงานของพนักงานดับเพลิง จังหวัดนครศรีธรรมราช. *พยาบาลสาร: ปีที่ 45 ฉบับที่ 4 ตุลาคม-ธันวาคม 2561: หน้า 111-120*
- สำนักงานกองทุนเงินทดแทน. (2565). *สถิติงานประกันสังคม.*
- อุมาภรณ์ และคณะ. (2560). การวิเคราะห์ท่าทางการทำงานและการศึกษาความชุกของการเกิดความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกของพนักงานยกสินค้าในบริษัทปิโตรเคมีแห่งหนึ่ง. *วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม E-Journal: ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม – มิถุนายน 2560: หน้า 57-63*
- Abdulrahman M Basahel. (2015). Investigation of work-related Musculoskeletal Disorders (MSDs) in warehouse workers in Saudi Arabia. *Sciencedirect procedia Manufacturing 3 (2015) 4643 – 4649*
- Amaya Floerfida, Argayoso Kimberly Clariz and Tatlonghari Rachelle Ann (2019). Niosh Lifting Equation for Assessing Manual Material Handling Technique in a

- Warehouse Company, *International Journal of Engineering Management* 2019; 3(2): 40-45
- Anagha R and Annie Sonia Xavier. (2020). A Review on Ergonomic Risk Factors Causing Musculoskeletal Disorders among Construction Workers. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)* ISSN: 2278-0181 Vol. 9 Issue 06, June-2020: 1234-1236
- Afiq Isamudin and Salwa Mahmood (2021). Design of An Ergonomic Portable Fire Hose Roller: A Simulation Study, *Progress in Engineering Application and Technology* Vol. 2 No. 2 (2021) 1016–1025
- Balasubramanian, K. R., Sivapirakasam, S. P., & Krishna, V. (2018). Fatigue evaluation in manual handling using surface EMG and ergonomic design of trolley. *Ergonomics International Journal*, 2(3), 145-154.
- Flavia Curi Vitaria, Hilmar Soares Franciscob and Marcia Gomide da Silva Melloa (2012). Ergonomic risks on the operational activities of firefighters from Rio de Janeiro, *Work* 41 (2012) 5810-5812
- Heinisch, O. (1965). Cochran, W.G: Sampling Techniques, 2 Aufl. John Wiley and Sons, New York, London 1963. Preis s. *Biometrische Zeitschrift*, 7(3), 203 – 203.
- HSE. (2022). *Work-related musculoskeletal disorders statistics in Great Britain*.
- Hutchinson JC, Tenenbaum G. (2006). Perceived effort – can it be considered gestalt?. *Psychology of Sport and Exercise*. 2006, 7, 463–476.
- J Nieves Serratos-Pereza. (2015). Task analysis and ergonomic evaluation in camshaft production operations. 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences, *AHFE 2015 Procedia Manufacturing* 3 (2015) 4244 – 4251 (Jones & Kumar, 2010)
- Sheetal Aurangabadkar, Medha Deo and Shruti Kadam. (2019). Prevalence Of work related musculoskeletal disorders in fire fighters. *International Journal of Physiotherapy and Research, Int J Physiother Res* 2019, Vol 7(6): 3320-3325.

วิทยานิพนธ์

- ณฤติ์ พูลเกษม. (2564). การจัดการด้านการยศาสตร์เพื่อป้องกันอาการผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อ กระดูก โครงสร้างของพนักงานเก็บขยะ ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น จังหวัด นครราชสีมา. วิทยานิพนธ์สาขารัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

- นิติเศรษฐ เพชรจุ. (2555). การลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บจากการทำงานโดยหลักการทางกายศาสตร์ กรณีศึกษา สหกรณ์กองทุนสวนยางพิจิตร จำกัด. วิทยานิพนธ์สาขาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- ปัทมาพร ศักดิ์พรหม. (2562). การปรับปรุงการทำงานในกระบวนการอบไล่ความชื้นของการผลิตมอเตอร์คอมเพลสเซอร์ เพื่อลดปัญหาทางด้านการยศาสตร์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (วิศวกรรมความปลอดภัย) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- เพลินศักดิ์ อุบลผล้า. (2563). การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์งานยกคว่ำเครื่องดับเพลิงแบบยกหัวชนิดผงเคมีแห้ง เพื่อตรวจเช็คคุณภาพผงเคมีภายในถัง. วิทยานิพนธ์สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัยและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- รัตนารณ อมรรัตนไพจิตร และสุทธิดา กรุงไกรวงศ์. การยศาสตร์ในสถานที่ทำงาน. กรุงเทพฯ : บริษัท เรียงสาม กราฟฟิค ดีไซน์ จำกัด, 2544.
- ศุภวิช นิยมพันธุ์. (2557). การออกแบบและปรับปรุงการทำงานตามหลักการยศาสตร์ : กรณีศึกษา การทอผ้าไหมยกทองหมู่บ้านท่าสว่าง จังหวัดสุรินทร์. วิทยานิพนธ์สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- ศิวนาถ ปวรรณและศุภเกียรติ์ ไทยกรณ์, (2562). “การประเมินและลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในการผลิตเสารั้วลวดหนาม” : บริษัทพิบูลย์คอนกรีต จำกัด. โครงการวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- สุวัตรชัย หงษ์สืบเก่า. (2557). การออกแบบและสร้างสถานีงานต้นแบบโดยใช้หลักการยศาสตร์ : กรณีศึกษา. วิทยานิพนธ์สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- สุเมธี อุ้งจันทร์ฉาย. (2560). การปรับปรุงขั้นตอนการอัดยางนอกตามหลักการยศาสตร์ใน แผนก คลังสินค้าสำเร็จรูปและจัดส่ง : กรณีศึกษา. วิทยานิพนธ์สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- สิทธิระพี ช่างหมื่นไวย. (2563). การออกแบบอุปกรณ์ตรวจสอบถังดับเพลิงเคมีแห้งเพื่อลดความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของผู้ตรวจสอบถังดับเพลิง. วิทยานิพนธ์สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัยและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- อรรถพล แก้วนวล. (2560). การออกแบบและพัฒนาเคียวตัดทางใบปาล์มตามหลักการยศาสตร์. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เอกสารขออนุมัติจริยธรรมการวิจัย

ScF 03_01 (Eng)



The Human Research Ethics Committee of Thammasat University (Science), (HREC-TUSc) Room No 110, Piyachart Building, 1st Floor, Thammasat University Rangsit Campus, Prathumthani 12121 Thailand, Tel: 0-2564-4440 ext.7358 E-mail: ecctu3@tu.ac.th

COA No. 046/2567

Certificate of Approval

Project No. : 66PU155
Title of Project : A design of a mobile lift device to reduce risk of musculoskeletal injuries among fire extinguisher inspectors
Principle Investigator : Miss Yonlada Khunburan
Place of Proposed Study/Institution: Faculty of Public Health, Thammasat University

The Human Research Ethics Committee of Thammasat University (Science), Thailand, has approved the above study project in accordance with the compliance to the Declaration of Helsinki, the Belmont report, CIOMS guidelines and the International practice (ICH-GCP).

Signature:
 (Assoc. Prof. Jinda Wangboonskul, Ph.D.)
 Chairman of the Human Research Ethics
 Committee of Thammasat University (Science).

Signature:
 (Assoc. Prof. Laksana Laokiat, Ph.D.)
 Secretary of the Human Research Ethics
 Committee of Thammasat University (Science).

Date of Approval: May 11, 2024 **Approval Expire date:** May 10, 2025
Progressing Report Due: April 11, 2025

The approval documents including

- 1) Research proposal Version 3/ 06-04-2024
- 2) Principal Investigator's Curriculum Vitae Version 2/ 13-02-2024
- 3) Patient/Participant Information Sheet Version 3/ 06-04-2024
- 4) Informed Consent Form Version 2/ 13-02-2024
- 3) Assessment of Ease of use rating Version 3/ 06-04-2024
- 4) Health history taking form Version 3/ 06-04-2024
- 5) Assessment of the perceived level of fatigue from lifting fire extinguishers Version 3/ 06-04-2024

ภาคผนวก ข

เอกสารข้อมูลแก่ผู้เข้าร่วมโครงการ

ScF 05_01

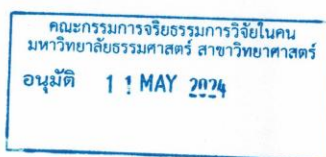
เอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัย	
ชื่อโครงการวิจัย	การออกแบบอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่เพื่อลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานตรวจสอบดับเพลิง
ชื่อโครงการวิจัย	A design of a mobile lift device to reduce risk of musculoskeletal injuries among fire extinguisher inspectors
ผู้วิจัย	นางสาวยลดา คุณบุราณ
สถานที่ติดต่อ	เลขที่ 99 ม.18 อาคารปิยชาติ ชั้น 10 คณะสาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ตำบล/แขวง/คลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัด ปทุมธานี 12121
	โทรศัพท์ โทรศัพท์ 02-709-2800 ต่อ 5922 โทรศัพท์มือถือ 092-1426554
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. อีรพันธ์ แก้วดอก
สถานที่ติดต่อ	เลขที่ 99 ม.18 อาคารปิยชาติ ชั้น 10 คณะสาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ตำบล/แขวง/คลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัด ปทุมธานี 12121
	โทรศัพท์ +66 2564 4440-79 ต่อ 7457 โทรศัพท์มือถือ 083-2891325
แหล่งทุนวิจัย	สำนักงานวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (วช.)

ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ เนื่องจากท่านเป็นเพศชาย อายุ 18-55 ปี สัญชาติไทย สามารถสื่อสารภาษาไทยได้ และทำหน้าที่ตรวจสอบดับเพลิงของหน่วยงาน ที่สังกัดในอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ และไม่เคยมีประวัติการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ โรคความดันโลหิตสูงโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด และโรคระบบทางเดินหายใจ โครงการวิจัยนี้จะคัดเลือกผู้ที่เหมาะสมเข้าร่วมการศึกษาเป็นจำนวนทั้งสิ้น 28 คน ซึ่งผู้เข้าร่วมวิจัย จะทำการสุ่มประเภทการยกถึงดับเพลิง หากสุ่มได้หมายเลข 1 จะเป็นการทดลองแบบยกถึงดับเพลิงด้วยแรงกาย และหากสุ่มได้หมายเลข 2 จะเป็นการทดลองยกถึงดับเพลิงด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่

ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจว่าจะเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้หรือไม่ โปรดใช้เวลาในการอ่านเอกสารฉบับนี้ อย่างละเอียดรอบคอบ ซึ่งจะช่วยให้ท่านเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่ท่านจะมีส่วนร่วมในโครงการและท่านสามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา ผู้วิจัยขอเน้นว่าการตัดสินใจเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ขึ้นอยู่กับความสมัครใจของท่าน (ดูกรอบที่ 1) หากท่านไม่สมัครใจเข้าร่วมโครงการ จะไม่มีผลใด ๆ ต่อท่าน หรือเสียผลประโยชน์ใด ๆ ที่ท่านเคยได้รับทั้งสิ้น (ดูกรอบที่ 2)

กรอบที่ 1 การเข้าร่วมโครงการวิจัยขึ้นอยู่กับความสมัครใจของท่าน ■ ท่านสามารถปฏิเสธการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ได้ ■ ท่านสามารถถอนตัว (ถอนความยินยอม) จากโครงการนี้เมื่อใดก็ได้ โดยจะไม่กระทบต่อสิทธิของท่าน
กรอบที่ 2 ทางเลือกสำหรับแนวทางการรักษาในกรณีที่ท่านไม่เข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ ไม่เกี่ยวข้อง

Version 3/ 6.04.2024



1

ภาคผนวก ค
หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัยของอาสาสมัครวิจัย
(Informed Consent Form)

ScF 05_01

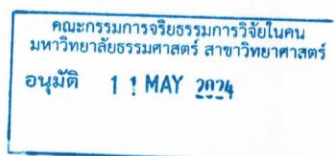
เอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัย	
ชื่อโครงการวิจัย	การออกแบบอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่เพื่อลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของพนักงานตรวจสอบดับเพลิง
ชื่อโครงการวิจัย	A design of a mobile lift device to reduce risk of musculoskeletal injuries among fire extinguisher inspectors
ผู้วิจัย	นางสาวยศดา คุณปูลาน
สถานที่ติดต่อ	เลขที่ 99 ม.18 อาคารปิยชาติ ชั้น 10 คณะสาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ตำบล/แขวง, คลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัด ปทุมธานี 12121 โทรศัพท์ โทรสาร 02-709-2800 ต่อ 5922 โทรศัพท์มือถือ 092-1426554
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. อีรพันธ์ แก้วดอก
สถานที่ติดต่อ	เลขที่ 99 ม.18 อาคารปิยชาติ ชั้น 10 คณะสาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ตำบล/แขวง, คลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัด ปทุมธานี 12121 โทรศัพท์ +66 2564 4440-79 ต่อ 7457 โทรศัพท์มือถือ 083-2891325
แหล่งทุนวิจัย	สำนักงานวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (วช.)

ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ เนื่องจากท่านเป็นเพศชาย อายุ 18-55 ปี สัญชาติไทย สามารถสื่อสารภาษาไทยได้ และทำหน้าที่ตรวจสอบดับเพลิงของหน่วยงาน ที่สังกัดในอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ และไม่เคยมีประวัติการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ โรคความดันโลหิตสูง โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด และโรคระบบทางเดินหายใจ โครงการวิจัยนี้จะคัดเลือกผู้ที่เหมาะสมเข้าร่วมการศึกษาก่อนเป็นจำนวนทั้งสิ้น 28 คน ซึ่งผู้เข้าร่วมวิจัย จะทำการสุ่มประเภทการยกดับเพลิง หากสุ่มได้หมายเลข 1 จะเป็นการทดลองแบบยกดับเพลิงด้วยแรงกาย และหากสุ่มได้หมายเลข 2 จะเป็นการทดลองยกดับเพลิงด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่

ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจว่าจะเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้หรือไม่ โปรดใช้เวลาในการอ่านเอกสารฉบับนี้ อย่างละเอียดรอบคอบ ซึ่งจะช่วยให้ท่านเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่ท่านจะมีส่วนร่วมในโครงการและท่านสามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ขัดแย้งได้ตลอดเวลา ผู้วิจัยขอเน้นว่าการตัดสินใจเข้าร่วมโครงการวิจัยขึ้นอยู่กับความสมัครใจของท่าน (ดูกรอบที่ 1) หากท่านไม่สมัครใจเข้าร่วมโครงการ จะไม่มีผลใด ๆ ต่อท่าน หรือเสียผลประโยชน์ใด ๆ ที่ท่านเคยได้รับทั้งสิ้น (ดูกรอบที่ 2)

กรอบที่ 1 การเข้าร่วมโครงการวิจัยขึ้นอยู่กับความสมัครใจของท่าน
▪ ท่านสามารถปฏิเสธการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ได้ ▪ ท่านสามารถถอนตัว (ถอนความยินยอม) จากโครงการนี้เมื่อใดก็ได้ โดยจะไม่กระทบต่อสิทธิของท่าน
กรอบที่ 2 ทางเลือกสำหรับแนวทางการรักษาในกรณีที่ท่านไม่เข้าร่วมโครงการวิจัยนี้
ไม่เกี่ยวข้อง

Version 3/ 6.04.2024



1

ภาคผนวก ง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย
และเอกสารขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. ดร. วาสนา พาวิน | โรงพยาบาลรามธิบดีจักรีนฤเบดินทร์ |
| 2. ดร. ชัญญา เจียมใจ | คณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยหัว
เฉียวเฉลิมพระเกียรติ |
| 3. ดร. จุฬาสิริ โรหิทรัตนะ | ศูนย์ความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |

ภาคผนวก จ

ร้อยละของการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อโดยสมัครใจ

(% of Maximum voluntary contraction: % MVC) ของกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	ร้อยละของการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อโดยสมัครใจ																			
	Upper Trapezius					Middle deltoid					Triceps brachii					Biceps brachii				
	MVC	แรงกาย	% MVC	เครื่อง ยก	% MVC	MVC	แรงกาย	% MVC	เครื่อง ยก	% MVC	MVC	แรงกาย	% MVC	เครื่อง ยก	% MVC	MVC	แรงกาย	% MVC	เครื่อง ยก	% MVC
1	49	26	53.06	27	55.10	44	36	81.82	5	11.36	36	33	91.67	36	100.00	46	33	71.74	29	63.04
2	100	49	49.00	13	13.00	100	49	49.00	12	12.00	94	31	32.98	21	22.34	33	26	78.79	12	36.36
3	40	28	70.00	30	75.00	37	19	51.35	18	48.65	43	29	67.44	23	53.49	39	25	64.10	18	46.15
4	105	33	31.43	35	33.33	85	49	57.65	46	54.12	111	50	45.05	46	41.44	156	49	31.41	44	28.21
5	102	21	20.59	18	17.65	100	35	35.00	12	12.00	101	25	24.75	12	11.88	103	21	20.39	20	19.42
6	101	24	23.76	21	20.79	100	14	14.00	10	10.00	100	22	22.00	21	21.00	105	21	20.00	16	15.24
7	100	24	24.00	21	21.00	102	18	17.65	25	24.51	101	34	33.66	28	27.72	104	38	36.54	31	29.81
8	88	61	69.32	47	53.41	70	64	91.43	26	37.14	118	43	36.44	24	20.34	158	70	44.30	18	11.39
9	89	36	40.45	77	86.52	63	28	44.44	14	22.22	80	39	48.75	56	70.00	60	36	60.00	34	56.67
10	107	23	21.50	30	28.04	101	50	49.50	41	40.59	101	20	19.80	55	54.46	100	41	41.00	50	50.00
11	177	63	35.59	49	27.68	79	31	39.24	17	21.52	74	49	66.22	25	33.78	138	74	53.62	17	12.32

คนที่	ร้อยละของการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อโดยสมัครใจ																			
	Upper Trapezius					Middle deltoid					Triceps brachii					Biceps brachii				
	MVC	ร่างกาย	% MVC	เครื่อง ยก	% MVC	MVC	ร่างกาย	% MVC	เครื่อง ยก	% MVC	MVC	ร่างกาย	% MVC	เครื่อง ยก	% MVC	MVC	ร่างกาย	% MVC	เครื่อง ยก	% MVC
12	96	61	63.54	55	57.29	60	50	83.33	13	21.67	59	35	59.32	19	32.20	76	24	31.58	19	25.00
13	104	27	25.96	11	10.58	105	20	19.05	10	9.52	101	23	22.77	20	19.80	107	20	18.69	13	12.15
14	110	54	49.09	35	31.82	54	22	40.74	18	33.33	66	31	46.97	24	36.36	154	54	35.06	47	30.52
15	53	25	47.17	12	22.64	47	20	42.55	13	27.66	40	47	117.50	14	35.00	101	53	52.48	17	16.83
16	42	31	73.81	22	52.38	34	17	50.00	15	44.12	59	11	18.64	24	40.68	87	41	47.13	41	47.13
17	45	26	57.78	19	42.22	67	21	31.34	15	22.39	65	32	49.23	18	27.69	113	51	45.13	30	26.55
18	120	49	40.83	21	17.50	156	63	40.38	9	5.77	194	120	61.86	53	27.32	251	125	49.80	22	8.76
19	74	63	85.14	64	86.49	87	20	22.99	37	42.53	141	87	61.70	31	21.99	147	65	44.22	22	14.97
20	109	24	22.02	31	28.44	67	44	65.67	35	52.24	97	58	59.79	29	29.90	132	72	54.55	58	43.94
21	100	60	60.00	56	56.00	93	61	65.59	41	44.09	107	70	65.42	50	46.73	179	107	59.78	47	26.26
22	86	60	69.77	56	65.12	93	39	41.94	41	44.09	69	27	39.13	26	37.68	179	100	55.87	47	26.26
23	86	21	24.42	20	23.26	40	27	67.50	17	42.50	30	30	100.00	26	86.67	69	22	31.88	20	28.99
24	80	22	27.50	18	22.50	106	18	16.98	25	23.58	108	24	22.22	27	25.00	122	30	24.59	33	27.05
25	85	25	29.41	21	24.71	62	29	46.77	17	27.42	66	41	62.12	20	30.30	92	38	41.30	32	34.78
26	71	38	53.52	24	33.80	63	26	41.27	22	34.92	66	23	34.85	25	37.88	92	66	71.74	26	28.26
27	55	36	65.45	20	36.36	44	21	47.73	21	47.73	120	20	16.67	23	19.17	143	24	16.78	27	18.88

คนที่	ร้อยละของการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อโดยสมัครใจ																			
	Upper Trapezius					Middle deltoid					Triceps brachii					Biceps brachii				
	MVC	แรงกาย	% MVC	เครื่อง ยก	% MVC	MVC	แรงกาย	% MVC	เครื่อง ยก	% MVC	MVC	แรงกาย	% MVC	เครื่อง ยก	% MVC	MVC	แรงกาย	% MVC	เครื่อง ยก	% MVC
28	90	47	52.22	24	26.67	83	48	57.83	26	31.33	134	30	22.39	36	26.87	168	65	38.69	22	13.10
Mean	88.00	37.75	45.94	31.32	38.19	76.50	33.54	46.88	21.46	30.32	88.61	38.71	48.19	29.00	37.06	116.21	49.68	44.33	29.00	28.50
SD.	28.75	15.43	19.09	17.26	21.46	27.85	15.43	19.92	11.34	14.39	36.00	22.67	25.78	12.23	20.27	48.61	27.77	16.83	12.68	14.40

ภาคผนวก ฉ

ภาพประกอบการทดสอบและการประเมินกลุ่มตัวอย่าง

1. ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขอความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยและติดเครื่องมือทดสอบกล้ามเนื้อ



2. การทดสอบการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ



3. ทดสอบยกถังดับเพลิงด้วยแรงกาย



4. ทดสอบยกถังดับเพลิงด้วยอุปกรณ์ยกแบบเคลื่อนที่



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวยลดา คุณบุราณ
วุฒิการศึกษา	ปีการศึกษา 2557 วิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
ตำแหน่ง	หัวหน้าฝ่ายความปลอดภัยฯ และเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย ในการทำงานระดับวิชาชีพ
ประสบการณ์	พ.ศ.2557-2564 เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ บริษัท โพลีเนต จำกัด พ.ศ.2564-ปัจจุบัน หัวหน้าฝ่ายความปลอดภัยฯและเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย ในการทำงานระดับวิชาชีพ บริษัท เดลต้า อีเลคโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
ทุนสนับสนุนการวิจัย	หน่วยวิจัยด้านการยศาสตร์อาชีวอนามัย แห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผลงานทางวิชาการ	Yonlada and Teeraphun Kaewdok. (2024). A Preliminary Study on Ergonomic Hazard Identification on Musculoskeletal Discomfort among fire extinguisher inspectors. The OSH Avenue International Conference 2024 (OAIC 2024), Bangkok, Thailand, (Oral presentation).