



งานวิจัยการศึกษามวลอ้างอิง สำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำ ให้ทำงานได้ด้วยแรงกายของคนหนึ่งคน ในกลุ่มคนงานผู้เยาว์



สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน)



www.tosh.or.th



สสปท-TOSH

การศึกษามวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำ
ให้ทำงานได้ด้วยแรงกายของคนหนึ่งคนในกลุ่มคนงานผู้เยาว์

จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน)

การศึกษามวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำ
ให้ทำงานได้ด้วยแรงกายของคนหนึ่งคนในกลุ่มคนงานผู้เยาว์

ที่ปรึกษา

นางบุปผา พันธุ์เพ็ง	ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน)
นายพฤทธิ์ฤทธิ์ เลิศลีลากิจจา	รองผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน) (วิชาการ)
คณะอนุกรรมการวิชาการ	สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน)
ผศ.นริศ เจริญพร	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ผู้จัดทำ

ผศ.นริศ เจริญพร	ผู้จัดการโครงการวิจัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ.ดร.ธีรพันธ์ แก้วดอก	หัวหน้าทีมวิจัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ.ดร.มานิดา สว่างเนตร นอยแบร์ท	นักวิจัยในโครงการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร.นพ.ชนนท์ กองกมล	นักวิจัยในโครงการ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.ชัยญา เจียมใจ	นักวิจัยในโครงการ คณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
ดร. เอกราช สมบัติสวัสดิ์	นักวิจัยในโครงการ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
นางสาวณัฐสุดา สุขสง่า	ผู้ช่วยนักวิจัยในโครงการ นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
นางสาวอุษมา พิณสุรงค์	เลขาภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ดร.กัณฐา ภูมิ	ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนา
ดร.ธนวรรณ ฤทธิชัย	นักวิจัยชำนาญการ
นางสาวกฤตติกา เหล่าวัฒนโรจน์	นักวิจัยชำนาญการ
นางสาวสุภารัตน์ คะตา	นักวิจัยปฏิบัติการ
นายพฤทธิ์พงศ์ สามสังข์	นักวิจัยปฏิบัติการ

ผู้ประสานงานโครงการ

นางสาวรินรดา เทียมเทศ

เจ้าหน้าที่ประสานงานโครงการ

นายสิริวิชญ์ วิศาลเมธี

เจ้าหน้าที่ประสานงานโครงการ

เผยแพร่โดย

สำนักวิจัยและพัฒนา

สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน)

โทรศัพท์ 0 2448 9111 ต่อ 603

โทรสาร 0 2448 9098

ปีที่จัดทำ

พ.ศ. 2566

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่องการศึกษามวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำให้ทำงานได้ด้วยแรงกายของคนหนึ่งคนในกลุ่มคนงานผู้เยาว์ครั้งนี้ ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน) เพื่อศึกษามวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำให้ทำงานได้ด้วยแรงกายของคนหนึ่งคนในกลุ่มคนงานผู้เยาว์ที่มีอายุระหว่าง 18 – 24 ปี โดยใช้เกณฑ์การยอมรับทางจิตฟิสิกส์เป็นหลัก การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีด้วยเพราะได้รับความร่วมมือจากนักวิจัยที่เป็นคณาจารย์ในสาขาต่าง ๆ จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท จากคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รวมถึงอาสาสมัครผู้เข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยครั้งนี้ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและบันทึกข้อมูลที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณคณะอนุกรรมการวิชาการของสถาบันส่งเสริมความปลอดภัยฯ ที่ให้ข้อคิดเห็นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้สำหรับข้อเสนอแนะปรับปรุงโครงการวิจัยและผลการศึกษาให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และท้ายสุดนี้ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่ง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่ช่วยประสานงานในเรื่องต่าง ๆ มา ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

สำนักวิจัยและพัฒนา

สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน)

บทคัดย่อ

งานยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยแรงกายเป็นสาเหตุหลักของการเกิดความล่าและการบาดเจ็บหลังส่วนล่างจากการทำงาน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำให้ทำงานได้และการรับรู้ความหนักเหนื่อยด้วยแรงกายของคนหนึ่งคนในกลุ่มคนงานผู้เยาว์ด้วยวิธีจิตฟิสิกส์ ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างเพศชาย 23 คน เพศหญิง 27 คน ในการยก 5 ความถี่ในแนวระนาบ (ความถี่ที่ 5 10 15 30 และ 60 วินาทีต่อครั้งโดยใช้เทคนิคการยกของ NIOSH ผลการศึกษาพบว่าน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้จากการยกและเคลื่อนย้ายสิ่งของ จำแนกตามความถี่ 5 10 15 30 และ 60 วินาทีต่อครั้ง มีค่าเท่ากับ 1.50 2.22 3.00 4.50 และ 5.45 กิโลกรัม ตามลำดับ ระดับความรู้สึกปวดเมื่อยล้าจากการยกย้ายของอาสาสมัคร พบว่าในการยกความถี่ที่ 5 วินาทีต่อครั้ง อาสาสมัครเพศชายและเพศหญิงมีความเหนื่อยล้าสูงสุด มีค่าเฉลี่ย 5.48 และ 4.63 ตามลำดับ มวลอ้างอิงที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อเสนอแนะสำหรับการทำงานยกอย่างปลอดภัย

คำสำคัญ: มวลอ้างอิง; จิตฟิสิกส์; ขีดจำกัดยกแนะนำ; คนงานผู้เยาว์; งานยกเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยแรงกาย

Abstract

Manual material handling (MMH) is the most common cause of occupational fatigue and low back pain. This study aimed to determine the maximum acceptable weight of lift (MAWL) and rating of perceived exertion (RPE) among young workers using the psychophysical approach. Twenty-three men and twenty-seven women with aged 18-24 years old performed at five different lifting frequencies (5, 10, 15, 30, and 60 second/time) in the sagittal plane as followed the NIOSH lifting technique.

The results indicated that the MAWL at five different lifting frequencies (5, 10, 15, 30, and 60 second/time) were 1.50, 2.22, 3.00, 4.50, and 5.45 Kilograms, respectively. The RPE of participants with 5 second/time of lifting frequency revealed that men and women had highest means of RPE at 5.48 and 4.63, respectively. The reference mass of this study can be used as a guide to safe manual handling at work

Keywords: Reference mass; Psychophysics; Recommended weight limit; Young workers; Manual material handling

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญภาพ	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
บทที่ 1 ที่มาและขอบเขตของโครงการวิจัย	1
1.1 ความเป็นมาของการศึกษาวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.3.1 ขอบเขตของประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	2
1.3.2 ขอบเขตของระเบียบวิธีการศึกษา.....	3
1.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา.....	3
1.5 สมมติฐานการวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	3
1.7 กรอบแนวคิดการวิจัย	4
1.8 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม.....	7
2.1 หลักการและแนวคิดทางด้านการยศาสตร์.....	7
2.1.1 ความหมายของการยศาสตร์.....	7
2.1.2 ขอบเขตของการยศาสตร์.....	8
2.1.3 ปัจจัยเสี่ยงต่ออาการระบบกระดูกและกล้ามเนื้อเนื่องจากการทำงาน.....	8
2.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับงานยก	13
2.2 กฎหมาย คำแนะนำ มาตรฐาน เกี่ยวกับงานยกและน้ำหนักร่างกายสูงสุด	15
2.2.1 องค์การแรงงานระหว่างประเทศ (ILO: International Labour Organization)	18
2.2.2 มาตรฐานแรงงานระหว่างประเทศ.....	19
2.2.3 ประเทศไทย	23
2.3 วิธีการศึกษาน้ำหนักร่างกายสูงสุดที่ยอมรับได้	33
2.3.1 เกณฑ์ทางชีวกลศาสตร์.....	33
2.3.2 เกณฑ์ทางสรีรวิทยา.....	35
2.3.3 เกณฑ์ทางจิตฟิสิกส์	36
บทที่ 3 วัสดุและวิธีการวิจัย	37
3.1 ประชากรและขนาดกลุ่มตัวอย่าง	37

3.2	วิธีการดำเนินการกิจกรรมและการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย	38
3.3	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	39
3.4	เกณฑ์ประเมินทางด้านชีวกลศาสตร์ (biomechanics).....	41
3.5	เกณฑ์ทางสรีรวิทยา (physiology).....	44
3.6	เกณฑ์ทางด้านจิตฟิสิกส์ (psychophysics)	45
3.7	การวิเคราะห์ข้อมูล	45
3.8	ระยะเวลาดำเนินโครงการวิจัย	46
บทที่ 4	ผลการวิเคราะห์และอภิปรายเบื้องต้น	47
4.1	ข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัคร.....	47
4.2	น้ำหนักเริ่มต้นที่แนะนำให้ยกและน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จากวิธีการทางจิตฟิสิกส์	48
4.2.1	น้ำหนักเริ่มต้นที่แนะนำให้ยกที่ใช้ในการทดลอง.....	48
4.2.2	น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จากวิธีการทางจิตฟิสิกส์.....	49
4.3	ค่าเปอร์เซ็นต์ไทม์ของน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้	52
4.4	ระดับความรู้สึกปวดเมื่อยล้าจากงานยกย้ายของ.....	54
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางกายกับน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้	55
4.5.1	แรงบีบมือ (Hand Grip).....	56
4.5.2	แรงเหยียดขา (Leg Strength)	57
4.5.3	แรงยกแขน (Arm Lift).....	58
4.5.4	อภิปรายผลการศึกษา.....	59
4.5.5	เปรียบเทียบผลการศึกษากับ NIOSH Lifting	60
บทที่ 5	สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	63
5.1	สรุปผลการศึกษา	63
5.2	ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษา	64
5.3	ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป.....	65
	เอกสารอ้างอิง.....	66
	ภาคผนวก.....	71
	รายชื่อคณะผู้วิจัย	75
	ใบรับรองจริยธรรมการวิจัย.....	76

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1.1	กรอบแนวทางการศึกษาในการวิจัย.....	4
ภาพที่ 2.1	ขั้นตอนการบาดเจ็บของเอ็นและกล้ามเนื้อแบบสะสมของร่างกาย ที่มา: (Marras (2006) อ้างอิงใน นริศ เจริญพร, 2563).....	12
ภาพที่ 2.2	ค่าระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ (TLV) และ ค่าจำกัดในการปฏิบัติ (Action Limit) ในการแนะนำให้มามีมาตรการควบคุมและเฝ้าระวัง.....	14
ภาพที่ 3.1	สถานียานยกที่สามารถปรับระดับได้ โดยอาสาสมัครจะทำการยกจากความสูงก่าบั้น (ซ้าย).....	40
ภาพที่ 3.2	ตะกร้าพลาสติกที่ใช้สำหรับงานยก มีขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) 25 x 33 x 14 เซนติเมตร	40
ภาพที่ 3.3	เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ EMG Sensors Delsys	41
ภาพที่ 3.4	ตำแหน่งการติดตัวรับรู้สัญญาณ (electrode) บนกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ในการทดลอง	42
ภาพที่ 3.5	Heart rate monitor.....	44
ภาพที่ 4.1	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ (MAWL) ได้และช่วงความเชื่อมั่น 95%	49
ภาพที่ 4.2	ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ของน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์ ที่ได้จากอาสาสมัครชาย 23 คน	50
ภาพที่ 4.3	ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ของน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์ ที่ได้จากอาสาสมัครหญิง 27 คน	51
ภาพที่ 4.4	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์เปรียบเทียบ ระหว่างอาสาสมัคร เพศชายและหญิง ของการศึกษาครั้งนี้ กับการศึกษา นริศ เจริญพร และคณะ (2561)	52
ภาพที่ 4.5	น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์ (n=50)	54
ภาพที่ 4.6	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบีบมือ (HG) กับน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ (MAWL) ในแต่ละความถี่ของการยก (n = 50)	56
ภาพที่ 4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเหวี่ยงขา (LS) กับน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ (MAWL)	57
ภาพที่ 4.8	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงยกแขน (AL) กับน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ (MAWL) ในแต่ละความถี่ของการยก (n = 50)	58
ภาพที่ 4.9	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ (เส้นทึบสีน้ำเงิน-จุดวงกลม) และค่าเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้นยก NIOSH 1991 (เส้นประสีแดง-จุดสี่เหลี่ยมจัตุรัส) เปรียบเทียบกับน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์ (เส้นประสีเขียว-จุดสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัด) และค่าน้ำหนัก	61
ภาพที่ 4.10	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ของเพศหญิง 27 คน (เส้นทึบสีน้ำเงิน-จุดวงกลม) และค่าเฉลี่ย น้ำหนักเริ่มต้นยก (เส้นประสีแดง-จุดสี่เหลี่ยม) เปรียบเทียบกับน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์จิต ฟิสิกส์ (เส้นประสีเขียว-จุดสี่เหลี่ยมจัตุรัส) และค่าน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ 75% ของอาสาสมัครหญิง (เส้นประสีม่วงจุดสามเหลี่ยม) ที่ความถี่การทดลองยก 5, 10, 15, 30 และ 60 วินาทีต่อครั้ง	62

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1	อัตราน้ำหนักที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานได้ ของประเทศไทย และข้อคิดเห็น จากการทบทวนวรรณกรรม.....	17
ตารางที่ 2.2	อัตราน้ำหนักที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำได้ (kg).....	26
ตารางที่ 2.3	มวลอ้างอิงสำหรับกลุ่มประชากรแยกตามอายุและประสบการณ์	29
ตารางที่ 3.1	ขั้นตอนการทดลองและเก็บข้อมูลวิจัย	39
ตารางที่ 3.2	แผนการดำเนินงานของโครงการวิจัย	46
ตารางที่ 4.1	จำนวนและร้อยละของอายุของอาสาสมัคร (n=50)	47
ตารางที่ 4.2	ผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายของอาสาสมัคร จำแนกตามเพศ (n = 50).....	48
ตารางที่ 4.3	ค่าน้ำหนักเริ่มต้นที่แนะนำให้ยก (Recommended Weight Limit; RWL) (kg) จำแนกตามความถี่ในการยกและเพศ (n=50)	48
ตารางที่ 4.4	น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ของกลุ่มตัวอย่างจากวิธีการทางจิตฟิสิกส์ จำแนกตามเพศ (n = 50).....	50
ตารางที่ 4.5	น้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้จากงานยกของจำแนกตามความถี่ในการยก เพศ และตามค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (ชาย 23 คน และ หญิง 27 คน)	53
ตารางที่ 4.6	น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จากงานยก (Maximum Acceptable Weight of Lift: MAWL) จำแนกตามความถี่ ทั้งเพศชายและหญิงรวมกัน (n = 50)	53
ตารางที่ 4.7	น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จากงานยกของ จำแนกตามความถี่เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์จิตฟิสิกส์ (n = 50).....	54
ตารางที่ 4.8	ระดับความรู้สึkpวดเมื่อยล้าก่อนการทดลองและหลังจากงานทดสอบการยกที่ความถี่ต่าง ๆ แยกตามเพศ (n = 50)	55
ตารางที่ 4.9	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะและสมรรถภาพทางกาย ได้แก่ ดัชนีมวลกาย (BMI) แรงเหยียดขา (Leg Strength : LS) แรงบีบมือ (Hand Grip : HG) และ แรยกแขน (Arm Lift : AL) กับ น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์ที่ความถี่ 5 10 15	55

บทที่ 1 ที่มาและขอบเขตของโครงการวิจัย

1.1 ความเป็นมาของการศึกษาวิจัย

การยกย้ายวัสดุสิ่งของด้วยแรงกายเป็นงานที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal Disorders, MSDs) ที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บที่อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น บริเวณมือ ข้อมือ แขน ไหล่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณหลังส่วนล่างนั้น มีสาเหตุจากท่าทางการยกที่ไม่ถูกต้อง และการยกด้วยท่าทางเดิมซ้ำ ๆ เป็นระยะเวลานานจากข้อมูลการสำรวจทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า ปัญหาหลักของการบาดเจ็บของร่างกายจากการทำงานที่เกี่ยวข้องกับระบบกระดูกและกล้ามเนื้อเป็นผลมาจากการยกย้ายสิ่งของด้วยแรงกายซึ่งถือได้ว่าเป็นปัญหาสำคัญทางกายวิภาคศาสตร์ จากรายงานของสถาบัน Health and Safety Executive ประเทศอังกฤษ (HSE, 2022) พบว่า มีผู้บาดเจ็บจากการทำงานที่เกี่ยวข้องกับระบบกระดูกและกล้ามเนื้อสูงถึง 477,000 คน ในจำนวนนี้เป็นบาดเจ็บจากการยกย้ายสิ่งของที่ทำให้พนักงานต้องหยุดงานเกินกว่า 3 วัน จำนวน 7.3 ล้านคน โดยพบความชุกของการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อมากที่สุดคือส่วนหลัง ร้อยละ 42 อวัยวะส่วนบน ร้อยละ 37 และ อวัยวะส่วนล่างร้อยละ 21 จากข้อมูลดังกล่าวพบแรงงานที่ประสบปัญหาทาง MSDs ส่วนใหญ่อยู่ในแรงงานภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมการเกษตร ป่าไม้และประมง ก่อสร้าง สถานบริการทางการแพทย์และการบริการ สำหรับในประเทศไทยจากข้อมูลของสำนักงานกองทุนเงินทดแทนรายงานปี พ.ศ. 2564 รายงานว่าโรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานหรือเนื่องจากการทำงานที่เกิดกับลูกจ้างสูงสุดคือ โรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงาน โดยเฉลี่ย 5 ปี มีลูกจ้างประสบอันตรายจำนวน 5,842 ราย คิดเป็นร้อยละ 1.35 ต่อปีของจำนวนการประสบอันตรายทั้งหมด เมื่อพิจารณาถึงความรุนแรงของการประสบอันตรายพบว่าส่วนใหญ่เป็นกรณีหยุดงานไม่เกิน 3 วัน ร้อยละ 68.69 ต่อปี รองลงมา คือ กรณีหยุดงานเกิน 3 วัน ร้อยละ 29.51 ต่อปี และกลุ่มอายุของลูกจ้างที่มีจำนวนการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงานสูงสุดตั้งแต่ปี 2560 - 2564 คือกลุ่มอายุ 25 - 29 ปี โดยเฉลี่ย 5 ปี มีลูกจ้างประสบอันตรายจำนวน 79,348 ราย คิดเป็นร้อยละ 18.40 ต่อปี ของจำนวนการประสบอันตรายทั้งหมด (สำนักงานกองทุนเงินทดแทน, 2564)

จะเห็นได้ว่ามีการทำงานในหลายประเภทกิจการที่แรงงานหรือลูกจ้างยังคงต้องทำงานหนักและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยแรงกาย แม้ว่าในปัจจุบันจะมีอุปกรณ์ช่วยเชิงกลหรือเทคโนโลยีอื่น ๆ เข้ามาช่วยลดการทำงานที่ต้องใช้แรงกายแต่บางสถานการณ์ก็ไม่สามารถใช้อุปกรณ์ช่วยเหล่านี้ได้ เช่น การส่งวัตถุดิบเข้าสายการผลิต การยกกล่องบรรจุ รวมถึงการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วย เป็นต้น (Dempsey, 1998) เป็นไปได้ว่างานที่ลูกจ้างทำส่วนหนึ่งเกี่ยวข้องกับการยกหรือเคลื่อนย้ายของหนัก ซึ่งถือได้ว่าเป็นการทำงานที่ต้องใช้การออกแรงที่อาจจะเกินกว่าความสามารถของร่างกาย (physical capacity) ในขณะเดียวกันลูกจ้างก็อาจมีการสัมผัสกับปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ ที่มีศักยภาพร่วมกันเป็นเหตุทำให้เกิดการบาดเจ็บได้ (Vieira and Kumar, 2009; Roffey et al., 2010) หากลูกจ้างต้องทำงานในสภาพที่ไม่เหมาะสมติดต่อกันต่อเนื่องสะสมเป็นเวลานานนี้ สามารถส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบต่าง ๆ ของร่างกายนำมาสู่การบาดเจ็บและความล่าช้าจากการทำงานได้ (Mital et al., 1997) ประเด็นความสำคัญของงานวิจัยนี้ไม่ใช่อยู่ที่สถิติการบาดเจ็บเพียงอย่างเดียว แต่อยู่ที่ข้อกำหนดในกฎหมายที่ยังไม่มีข้อพิสูจน์ในเชิงวิชาการทั้ง ๆ ที่งานหนักของเป็นงานที่พบเห็นอยู่เป็นประจำในการทำงานซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อลูกจ้างหากไม่ได้มีผลการศึกษาวิจัยที่ชัดเจนเพื่อหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมและคำแนะนำที่ถูกต้องเมื่อลูกจ้างต้องทำงานหนักหรือเคลื่อนย้ายของหนัก การบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกิดจากการทำงานยกย้ายสิ่งของพบว่ามีสาเหตุมาจากปัจจัยเสี่ยงหลายประการที่สำคัญได้แก่

การใช้แรงจากร่างกายที่สูงเนื่องจากวัสดุที่เคลื่อนย้ายมีน้ำหนักมาก (forceful exertion) การใช้ท่าทางในการเคลื่อนย้ายที่ไม่เหมาะสม (awkward posture) การทำงานซ้ำ ๆ ต่อเนื่อง เป็นเวลานาน (repetitive motion) การกดทับของวัตถุ (contact stress) และการทำงานในท่าหนึ่งท่าใดนิ่ง ๆ เป็นเวลานาน (static posture) การที่จะลดจำนวนการบาดเจ็บจากการยกย้ายสิ่งของจำเป็นต้องลดหรือกำจัดปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งหลายหน่วยงานได้พยายามศึกษาและหาวิธีการที่เหมาะสมต่าง ๆ มาช่วยในการประเมินความเสี่ยงเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้และมีความเข้าใจลักษณะของงานที่มีปัจจัยเสี่ยง ทำให้สามารถออกแบบ แก้ไขปรับปรุงงานให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมและมีความเสี่ยงน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย เช่น การประเมินดัชนีความเสี่ยงในการยก (NIOSH Lifting Index) การประเมินความเสี่ยงจากท่าทางและการใช้แรงของร่างกาย (Rapid Entire Body Assessment, REBA) (Andersson, Chaffin and Herrin, 1986) เป็นต้น

จากข้อมูลการศึกษาวิจัยของหน่วยงานด้านสุขภาพและความปลอดภัยในการประกอบอาชีพของสหรัฐอเมริกา (National Institute of Occupational Safety and Health) โดย Water และคณะ (1994, และ 2007) ที่ได้ให้คำแนะนำการห็น้ำหนักยกสูงสุดไว้ไม่เกิน 23 กิโลกรัม และจะต้องลดลงเมื่อมีปัจจัยเสี่ยงในการทำงานอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ความสูงของตำแหน่งยก ระยะห่างวัตถุขณะยก ท่าทางขณะยก ความถี่ ระยะเวลา และลักษณะการจับสิ่งของ ซึ่งอาจทำให้น้ำหนักยกแนะนำสูงสุดอาจเหลือเพียง 4-5 กิโลกรัมเท่านั้น ขณะที่ประเทศไทยได้กำหนดอัตราน้ำหนักที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานได้ ไว้ในกฎกระทรวงแรงงาน พ.ศ. 2547 ออกตามความในพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541 โดยน้ำหนักในการ ยก แบก หาม โยง ลาก หรือเข็นของหนักสำหรับลูกจ้างซึ่งเป็นชายต้องไม่เกิน 55 กิโลกรัม และลูกจ้างซึ่งเป็นหญิงต้องไม่เกิน 25 กิโลกรัม โดยไม่ได้มีการพิจารณาปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ รวมด้วยซึ่งถือว่ามีความเสี่ยงสูงมากและอาจทำให้อายุขัยการทำงานที่ได้รับอันตรายจากการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการยกย้ายของ

ด้วยเหตุนี้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ประเทศไทยควรมีการศึกษาเพื่อหามวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำให้ทำงานได้ด้วยแรงกายของคนหนึ่งคนในกลุ่มคนงานผู้เยาว์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาหาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่ยอมให้ลูกจ้างสามารถยกได้โดยไม่มีผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพ และเพื่อเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการยกย้ายวัสดุสิ่งของด้วยแรงกาย ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงขอเสนอกรอบแนวทางการดำเนินงานวิจัย ขอบเขต แผนการ ระยะเวลาการดำเนินงาน และงบประมาณในการศึกษาวิจัย เพื่อจะนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำให้ทำงานได้ นำไปสู่แนวทางการปรับปรุงพระราชบัญญัติความปลอดภัยฯ พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน หรือกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดอัตราน้ำหนักที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานได้ โดยให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในการทำงานของลูกจ้าง ซึ่งจะช่วยยกระดับและพัฒนาทางด้านความปลอดภัยและคุณภาพชีวิตในการทำงานของลูกจ้างที่ดีขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษามวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำให้ทำงานได้ด้วยแรงกายของคนหนึ่งคนในกลุ่มคนงานผู้เยาว์ที่มีอายุระหว่าง 18 – 24 ปี ด้วยเกณฑ์การยอมรับทางจิตฟิสิกส์เป็นหลัก

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ขอบเขตของประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาในกลุ่มคนงานผู้เยาว์ที่มีอายุระหว่าง 18 – 24 ปี ที่มีสุขภาพและสมรรถภาพร่างกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ ไม่มีปัญหาด้านสุขภาพและการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ โดยจะ

ทำการประเมินสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับงานยก เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการยก (Leg lift strength) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนที่ใช้ในการยก (Arm lift strength) เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณา
มวลอ้างอิง

1.3.2 ขอบเขตของระเบียบวิธีการศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้จะทำการศึกษาด้วยเกณฑ์การยอมรับทางจิตฟิสิกส์เป็นหลัก โดยในการทดลองจะ
จำกัดท่าทางในการยก สำหรับการทำงานในท่าทางที่ไม่ถูกต้องจะต้องไม่เกิดขึ้น เช่น เมื่อสิ่งของหรือวัตถุที่จะยกอยู่ต่ำ
กว่าระดับกำปั้น (fist height) เพื่อป้องกันไม่ให้มีการใช้งานคนงานผู้เยาว์ทำงานยกของหนักในท่าทางที่ไม่เหมาะสม
หรือการก้มหลังเพื่อยกของซึ่งอาจส่งผลกระทบต่ออาการบาดเจ็บของหลังได้ง่าย โดยมีรายละเอียดของเกณฑ์ทางจิตฟิสิกส์
(psychophysics) คือจะใช้การยอมรับของที่เข้าร่วมทดลองมาศึกษามวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนัก
ยกที่แนะนำให้ทำงานได้ด้วยแรงกายของคนหนึ่งคนในกลุ่มคนงานผู้เยาว์ที่มีอายุระหว่าง 18 – 24 ปี จำแนกตาม
ลูกจ้างชายและหญิง โดยมวลน้ำหนักสูงสุดที่คนงานผู้เยาว์สามารถทำได้ที่คนงานผู้เยาว์ชาย 99% ที่เข้าร่วมการ
ทดสอบยอมรับ และ 75% ของคนงานผู้เยาว์หญิงที่เข้าร่วมการทดสอบยอมรับ หรือ 90% ของทั้งคนงานผู้เยาว์ชาย
และหญิงยอมรับ (ภายใต้เงื่อนไขการทดลองที่มีสัดส่วนชายและหญิงและเท่ากัน) โดยจะดำเนินการทดลองจริงในห้อง
ปฏิบัติการกับอาสาสมัครที่เป็นเพศชายไม่น้อยกว่า 15 คน และเพศหญิงไม่น้อยกว่า 15 คน หรือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มี
ความเหมาะสมทางสถิติ

1.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่รวบรวมประกอบด้วยตัวแปรที่จะศึกษา ดังนี้

1.4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความถี่ในการยก และสภาพ
อุณหภูมิ

1.4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ การตัดสินใจต่อน้ำหนักยก มวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำ
ให้ทำงานได้ ระดับความรู้สึกเหนื่อย

1.5 สมมติฐานการวิจัย

1.5.1 มวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำให้ทำงานได้ด้วยแรงกายของคนหนึ่งคนในกลุ่ม
คนงานผู้เยาว์ที่มีอายุระหว่าง 18 – 24 ปี ของลูกจ้างชายและหญิงมีน้ำหนักน้อยกว่าอัตราน้ำหนักที่กฎหมายกำหนด
ในปัจจุบัน

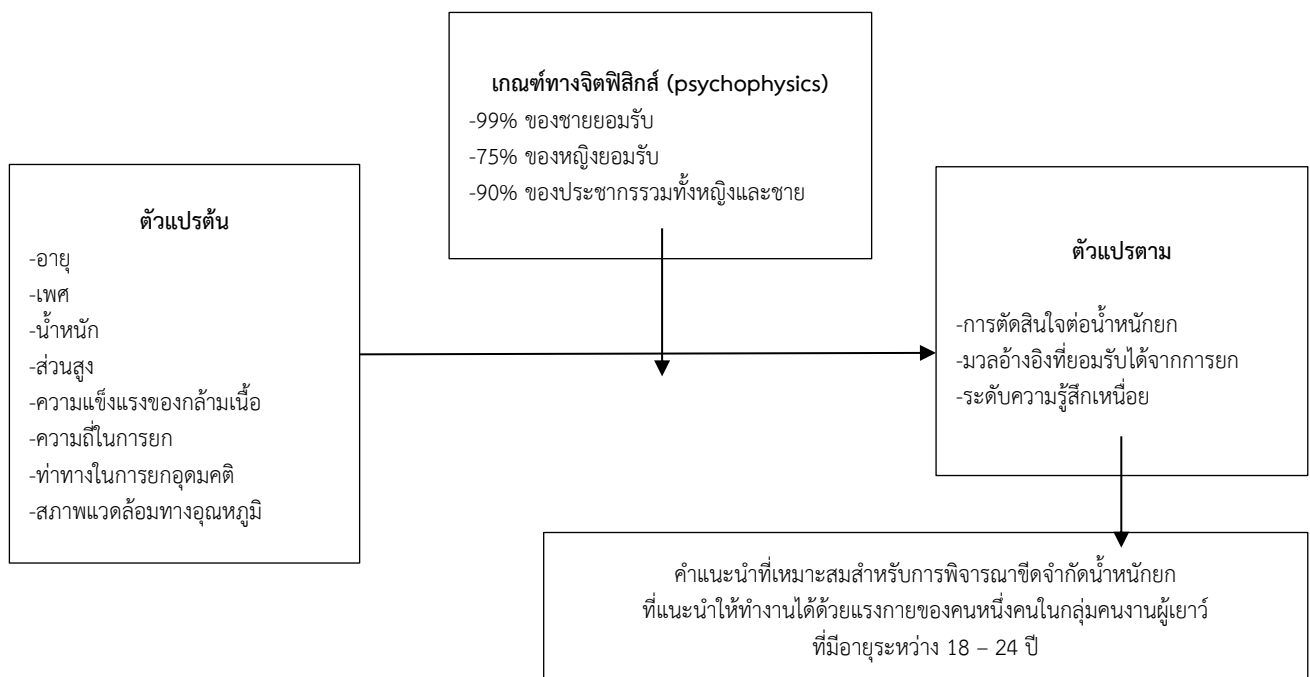
1.5.2 มวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำให้ทำงานได้ด้วยแรงกายของคนหนึ่งคนในกลุ่ม
คนงานผู้เยาว์ที่มีอายุระหว่าง 18 – 24 ปี ของลูกจ้างชายมีน้ำหนักมากกว่าลูกจ้างหญิง

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

ลูกจ้างทำงานยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยแรงกาย อย่างปลอดภัย มีสุขภาพอนามัยที่ดี ลดการบาดเจ็บ และลด
ความสูญเสียจากการทำงาน

1.7 กรอบแนวคิดการวิจัย

การศึกษานี้เป็นไปตามแนวคิดของหลักการทางกายศาสตร์ (Ergonomics) ที่เป็นสหวิทยาการที่ศึกษาคุณลักษณะ ชีตความสามารถ และข้อจำกัดของมนุษย์ ในการทำงานยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยแรงกาย เพื่อให้คนทำงานอยู่ในภาวะสบายและมีสวัสดิภาพ คุณภาพชีวิตที่ดี มีความเจ็บป่วยและเกิดอุบัติเหตุจากงานน้อยที่สุด รวมถึงการศึกษาสภาพการทำงานที่มีความสัมพันธ์ระหว่างคนทำงานและสภาพการทำงาน (International Ergonomics Association; IEA, 2010) กรอบและแนวคิดโดยสังเขปของการศึกษานำเสนอในภาพที่ 1 ตัวแปรต้นเป็นตัวแปรที่ควบคุมและใช้ในการทดลอง ซึ่งได้แก่ อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความถี่ในการยก ท่าทางในการยกอึดุมคติ สภาพของอุณหภูมิ ส่วนตัวแปรตาม ได้แก่ การตัดสินใจต่อน้ำหนักยก มวลอ้างอิงที่ยอมรับได้จากการยก ระดับความรู้สึกเหนื่อย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวทางการศึกษาในการวิจัย

1.8 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.8.1 การยก (lifting) หมายถึง กิจกรรมที่ทำให้วัตถุ หรือ สิ่งของ เคลื่อนที่ในทิศทางที่สูงขึ้น ณ จุดเริ่มต้น ด้วยแรงกายโดยไม่ใช้อุปกรณ์ใด ๆ ช่วยผ่อนแรง

1.8.2 การเคลื่อนย้ายด้วยแรงกายหรือแรงคน (Manual Handling) หมายถึง กิจกรรมในการใช้แรงจากร่างกาย ที่เกี่ยวกับการขนส่ง (transporting) หรือการรับน้ำหนัก (supporting) วัสดุสิ่งของด้วยมือหรือส่วนของร่างกายอื่น ๆ (เช่น ศีรษะ ลำตัว หลัง เป็นต้น) ซึ่งรวมทั้งการยก การวาง การขนย้าย การผลัก และการลาก ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาเฉพาะการยกและการวาง

1.8.3 คนงานผู้เยาว์ (young worker, youth) คนงานที่มีอายุต่ำกว่า 18 ปี (สำหรับปัจจุบันองค์การสหประชาชาติและองค์การแรงงานระหว่างประเทศ ได้ให้ขอบเขตของคนงานผู้เยาว์ (young worker) หมายถึง

คนงานที่มีอายุระหว่าง 15-24 ปี โดยแบ่งเป็นสองกลุ่มย่อยคือ 15-17 ปี และ 18-24 ปี เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีสถิติการประสบอันตรายและได้รับผลกระทบทางสุขภาพจากการทำงานในอัตราที่สูงกว่าคนงานที่มีอายุ 25 ปีขึ้นไป (ILO, 2018) โดยการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะศึกษากับคนงานผู้เยาว์ในกลุ่มอายุ 18-24 ปี

1.8.4 การยศาสตร์ (Ergonomics หรือ Human Factors) หมายถึง สหวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาข้อมูลของมนุษย์ (เช่น เพศ สัดส่วนร่างกาย ความสามารถ ขีดจำกัดเชิงกายภาพและจิตภาพ ความคาดหวัง เป็นต้น) และความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบงานที่มนุษย์มีส่วนร่วมด้วยในขณะนั้น โดยจะนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและสร้างระบบงานให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงานของมนุษย์ให้มากที่สุด เพื่อช่วยเพิ่มความปลอดภัย ลดปัญหาสุขภาพ ลดการบาดเจ็บ เพิ่มความพึงพอใจ และเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของมนุษย์

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำให้ทำงานได้ด้วยแรงกายของคนหนึ่งคนในกลุ่มคนงานผู้เยาว์ที่มีอายุระหว่าง 18 – 24 ปี ด้วยเกณฑ์การยอมรับทางจิตฟิสิกส์เป็นหลักการการศึกษาที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำให้ทำงานได้ นำไปสู่แนวทางการปรับปรุงพระราชบัญญัติความปลอดภัยฯ พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน หรือกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดอัตราน้ำหนักที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานได้ โดยให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในการทำงานของลูกจ้าง ซึ่งจะช่วยยกระดับและพัฒนางานด้านความปลอดภัยและคุณภาพชีวิตในการทำงานของลูกจ้างที่ดีขึ้น ตามแนวคิดทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยพื้นฐานการกำหนดแนวทางสำหรับการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 หลักการและแนวคิดทางด้านการยศาสตร์

ส่วนที่ 2 กฎหมาย คำแนะนำ มาตรฐาน เกี่ยวกับงานยกและน้ำหนักยกสูงสุด

ส่วนที่ 3 วิธีการศึกษาน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้

2.1 หลักการและแนวคิดทางด้านการยศาสตร์

2.1.1 ความหมายของการยศาสตร์

การยศาสตร์หรือปัจจัยมนุษย์ (Ergonomics or Human factors) มาจากรากศัพท์ในภาษากรีก 2 คำ คือ ergon ซึ่งแปลว่า งาน (work) กับ nomos คือ กฎ ดังนั้น เมื่อรวมคำทั้งสองคำจะได้ความหมายของ ergonomics ที่ว่าเป็นการศึกษากฎเกณฑ์ในการทำงาน โดยมีเป้าหมายเพื่อที่จะปรับปรุงงานหรือสภาวะงานให้เข้ากับแต่ละบุคคล ซึ่งก็คือคนงานในสถานที่ทำงานต่าง ๆ และใช้ความรู้ ตลอดจนกระบวนการหรือวิธีการต่าง ๆ โดยคำนึงถึงทางด้านการร่างกายและจิตใจ ดังนั้น สิ่งสำคัญของการศึกษาวิชาการยศาสตร์คือ การมีความรู้ว่าเมื่อใดเกิดภาวะความเครียด (Stress) ขึ้น แล้วมีความรู้ในวิธีการแก้ไขเพื่อบรรเทาให้ความไม่พึงประสงค์อันนั้นหายไป เพื่อสุขภาพและความปลอดภัยอันดี ตลอดจนการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน โดยมีหลักการเป็นการหาจุดสมดุลที่สุดระหว่างผู้ปฏิบัติงานคือขีดความสามารถกับสภาพการทำงานที่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานนั้นอยู่ในสภาพที่ปลอดภัย สะดวกสบาย และมีอัตราผลิตสูงสุด (กิตติ อินทรานนท์, 2548; Ayoub และ Dempsey, 1999)

สหพันธ์การยศาสตร์ระหว่างประเทศ (International ergonomics association: IEA) ได้ให้ความหมายของการยศาสตร์หรือปัจจัยมนุษย์ว่า เป็นสหวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจในการปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์กับองค์ประกอบต่างๆ ในระบบ เป็นวิชาชีพที่จะประยุกต์ใช้ทฤษฎี หลักการ ข้อมูลและวิธีการเพื่อออกแบบให้เกิดความเหมาะสมของทุกสิ่งในระบบงานและเพิ่มความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของมนุษย์

องค์การแรงงานระหว่างประเทศ (ILO, 2011) ให้คำจำกัดความของการยศาสตร์ว่า การประยุกต์วิชาการทางด้านชีววิทยาของมนุษย์และวิศวกรรมศาสตร์ให้เข้ากับผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อมในการทำงานเพื่อให้คนทำงานเกิดความพึงพอใจและได้ผลิตสูงสุด เป็นศาสตร์หรือวิชาการที่ปรับสภาพการทำงานให้เข้ากับผู้ปฏิบัติงานทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจเพื่อให้เกิดผลงานเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

ดังนั้นโดยสรุป การยศาสตร์หมายถึงศาสตร์ที่เป็นการปรับเปลี่ยนสภาพงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานหรือเป็นการปรับปรุงสภาพการทำงานโดยการศึกษาผู้ปฏิบัติงานในสิ่งแวดล้อมการทำงานอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้เพื่อให้

ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยไม่เกิดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ การบาดเจ็บ อันเนื่องมาจากลักษณะการปฏิบัติงานตลอดระยะเวลาการทำงาน

การเน้นองค์ประกอบด้านมนุษย์ หมายถึง การประยุกต์อย่างมีระบบเพื่อการใช้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น ความสามารถและข้อจำกัดต่าง ๆ เพื่อมาใช้พิจารณาสำหรับการออกแบบระบบหรือวิธีทำงานให้ได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งสามารถแยกออกเป็น 3 ประการ ดังนี้ (Alexander และ Pulat, 1985 อ้างถึงใน กิตติ อินทรานนท์, 2548)

- 1) ภาวะสบาย (Comfort)
- 2) สวัสดิภาพ (Well-being)
- 3) ประสิทธิภาพ (Efficiency) ที่เกี่ยวกับการผลิต (Production) ร่างกาย (Physiological) และจิตใจ (Mental)

การยศาสตร์เป็นศาสตร์ให้ความสำคัญทั้งส่วนของคนและส่วนประกอบของงานที่เป็นระบบ โดยเป็นการศึกษาถึงคุณลักษณะความสามารถและข้อจำกัดของมนุษย์ สำหรับออกแบบระบบงานให้เหมาะสมกับความสามารถและข้อจำกัด ซึ่งมีปรัชญาของการยศาสตร์ (Ergonomics Philosophy) เพื่อนำไปสู่การออกแบบที่ดีกว่าเดิม คือ เรียนรู้ได้เร็ว ทำงานได้สะดวกกว่าเดิม มีประสิทธิภาพมากขึ้น และทำงานได้ปลอดภัยมากขึ้น ประกอบด้วย

- 1) การปรับงานให้เหมาะกับคน (Fit the job to the man)
- 2) การเลือกคนให้เหมาะกับงาน (Fit the man to the job) และ
- 3) การออกแบบให้สะดวกต่อผู้ใช้ (User Friendly Design)

2.1.2 ขอบเขตของการยศาสตร์

แนวทางการยศาสตร์เป็นการประยุกต์ใช้หลักการทางด้านชีววิทยา จิตวิทยาและ วิทยาศาสตร์และ สรีรวิทยา โดยสรุปวิชาพื้นฐานและประยุกต์ที่ผู้ศึกษาด้านการยศาสตร์ควรมีความรู้พื้นฐาน การนำเอาความรู้พื้นฐานวิชาการหลายสาขามาประยุกต์ใช้ในการศึกษาทางด้านการยศาสตร์ เช่น ความรู้ทางสรีรวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ทำให้เข้าใจถึงการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ และโครงสร้างของมนุษย์ ตลอดจนขนาดสัดส่วนของร่างกาย การศึกษาจิตวิทยาและสรีรวิทยารวมกันทำให้มีความรู้เกี่ยวกับการทำงานของระบบประสาทและสมอง ตลอดจนกระบวนการวินิจฉัยสั่งการการทดสอบทางจิตวิทยา ความรู้ในสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ทำให้เข้าใจถึงข้อจำกัดทางเทคนิคการผลิต และการให้บริการของกิจการอุตสาหกรรมต่าง ๆ

2.1.3 ปัจจัยเสี่ยงต่ออาการระบบกระดูกและกล้ามเนื้อเนื่องจากการทำงาน

ความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อเนื่องจากการทำงาน (Work-related Musculoskeletal Disorders; WMSDs) หมายถึง ความผิดปกติของเนื้อเยื่อโครงร่างของร่างกาย ได้แก่ กระดูก กล้ามเนื้อ ข้อต่อ เอ็น กล้ามเนื้อ และเอ็นกระดูก รวมถึงเส้นประสาท ซึ่งมักพบว่ามีผลเกี่ยวข้องกับการทำงานในสภาพแวดล้อมหรือสภาพการทำงานซึ่งเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความผิดปกตินั้น ปัญหานี้มักเกิดขึ้นแบบสะสมเรื้อรัง เช่น เกิดจากการออกแรงกระทำซ้ำๆ หรือลักษณะท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสมต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้เกิดอาการเจ็บปวดเฉพาะที่และจำกัดความเคลื่อนไหว เป็นสาเหตุให้ความสามารถในการทำงานลดน้อยลง นอกจากนี้ การทำกิจกรรมต่างๆ ยังกระตุ้นให้เกิดอาการที่รุนแรงขึ้นด้วย (ทวิสิน อธิระธานนท์, 2553; สลิธ เทพตระการพร, 2553) นอกจากนี้

แล้วยังมีคำอื่นๆ ที่ใช้ในความหมายเดียวกันได้อีก โดยเน้นสาเหตุของการเกิดความผิดปกติอื่นๆ เช่น ความผิดปกติจากการบาดเจ็บสะสมเรื้อรัง (Cumulative Trauma Disorders; CTDs) การบาดเจ็บจากการเคลื่อนไหวซ้ำๆ (Repetitive Strain Injury; RSI) กลุ่มอาการที่เกิดจากการออกแรงทำงานเกินกำลัง (Occupational Overused Syndrome; OOS)

นริศ เจริญพร (2563) ได้อธิบายถึงการใช้แรงของร่างกายในการทำกิจกรรมหนึ่งๆ ว่าอาจนำไปสู่การบาดเจ็บหรือเจ็บปวดของร่างกายที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางด้านระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal system) ซึ่งจะเกิดได้ 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ การบาดเจ็บแบบทันที (Acute trauma) หมายถึง เกิดภาวะของการทำงานที่ส่งผลให้เกิดแรงที่มีขนาดมากกระทำต่ออวัยวะของร่างกายเพียงครั้งเดียวแล้วทำให้เกิดการบาดเจ็บได้ทันที โดยแรงที่กระทำกับอวัยวะนั้นมีค่าสูงเกินกว่าขีดจำกัดความทนทานของอวัยวะนั้น สถานการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะการบาดเจ็บแบบทันทีเช่น เมื่อเกษตรกรต้องยกของที่มีน้ำหนักมากๆ จนทำให้เกิดแรงกระทำต่ออวัยวะภายในร่างกาย เช่น หมอนรองกระดูกสันหลังเกิดการฉีกขาด (intervertebral disk rupture) นอกจากนั้นอาจพบได้ในกรณีที่มีการถูกระแทกหรือชนจากวัตถุขนาดใหญ่ การตกจากที่สูงซึ่งทำให้เกิดแรงกระแทกต่ออวัยวะต่างๆ อย่างแรง ส่วนการบาดเจ็บแบบสะสม (Cumulative trauma) นั้น หมายถึง การสึกหรอและเสียหายของวัสดุที่เกิดจากการรับแรงที่กระทำซ้ำๆ อย่างต่อเนื่อง สำหรับภาวะการทำงานของร่างกายที่เกิดจากเคลื่อนไหวหรือใช้แรงซ้ำๆ แม้ว่าขนาดของแรงกระทำต่ออวัยวะจะไม่มากและไม่เกินขีดจำกัดความทนทานแต่ก็อาจนำไปสู่การบาดเจ็บได้เช่นกัน ตัวอย่างเช่น การทำงานที่มีการหักข้อมือซ้ำๆ ไปมา ซึ่งพบมากในการทำงานเกษตรกรรม ทำให้เกิดแรงดึงในเอ็นกล้ามเนื้อเกิดขึ้นซ้ำๆ หรือทำให้เกิดการเสียดสีของเนื้อเยื่อต่างๆ ขณะที่เคลื่อนไหวที่ไปมาจนบ่อยๆ ทำให้เกิดการสึกหรอหรือเสื่อมสภาพของอวัยวะที่เล็กกล่น้อย จนเกิดการอักเสบของอวัยวะหรือเนื้อเยื่อเหล่านั้น จนในที่สุดก็ทำให้ร่างกายบาดเจ็บหรือเจ็บปวด หรือกลายเป็นโรคได้ในที่สุด

นอกจากนั้นยังพบว่าเมื่ออายุมากขึ้น เนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ จะค่อยๆ เสื่อมสภาพ ทำให้ขีดจำกัดความทนทานลดลง ทำให้การทำงานหรือใช้แรงในลักษณะเดิมก็อาจนำไปสู่การเสียหายและบาดเจ็บของอวัยวะหรือเนื้อเยื่อนั้นๆ ได้ ปัจจัยเสี่ยงที่เป็นสาเหตุของการบาดเจ็บต่อระบบกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงาน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้ (ทวิสิน อธิระธนานนท์, 2553)

ปัจจัยส่วนบุคคล (Personal Factors)

1) เพศ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการปฏิบัติงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานที่ต้องออกแรงกายหรืองานที่ต้องยกเคลื่อนย้ายวัสดุ ในกรณีที่ได้รับการฝึกการใช้กล้ามเนื้อมาเท่าๆ กัน เพศหญิงจะสามารถออกแรงได้เพียงร้อยละ 70 โดยประมาณของเพศชายเท่านั้น เนื่องจากเพศหญิงมีขนาดกล้ามเนื้อที่เล็กกว่า

2) อายุ บุคคลที่อายุยังไม่ถึง 18 ปีบริบูรณ์ ไม่ควรจัดให้ออกแรงยกของหนักหรือทำงานหนัก เนื่องจากร่างกายยังเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ อาจส่งผลกระทบต่อโครงสร้างร่างกายของเด็กได้ และเมื่อเกิดปัญหาขึ้นแล้วก็จะกลายเป็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นต่อเนื่องยาวนาน ทั้งนี้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวัยรุ่น และเพิ่มขึ้นช้าลงเมื่ออายุ 20-30 ปี และคงที่ต่อไปอีก 5-10 ปี จากนั้นจะค่อยๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่ออายุ 40 ปี ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะมีปริมาณร้อยละ 90 ของเมื่ออายุ 20 ปี และเมื่ออายุ 50 ปี จะลดลงเหลือร้อยละ 85

สำหรับในกลุ่มผู้สูงอายุนั้น ความแข็งแรงของร่างกายที่ลดลงตามอายุที่มากขึ้น ส่งผลให้เมื่ออายุ 65 ปี ความแข็งแรงของร่างกายจะลดลงเหลือเพียงร้อยละ 75 ของความแข็งแรงที่เคยมีอยู่ในวัยหนุ่มสาว อย่างไรก็ตามความแข็งแรงที่ลดลงนั้นจะเป็นไปอย่างช้า ๆ ด้วยสาเหตุของความเสื่อมสภาพไปตามวัย ในขณะที่ความชำนาญและประสบการณ์ในการทำงานจะสะสมเพิ่มขึ้นตามวัยและระยะเวลาในการทำงาน

3) ความแข็งแรงของร่างกาย ในรายที่ไม่มีการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ หรือบุคคลที่ขาดการออกกำลังกาย จะทำให้ร่างกายขาดความแข็งแรงและความยืดหยุ่น ดังนั้นการขาดการออกกำลังกาย จึงถูกจัดให้เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อปัญหาที่กล่าวถึงนี้ ในขณะที่บุคคลที่มีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของร่างกายก็จะมีความเสี่ยงต่อปัญหาดังกล่าวน้อยลง แนวทางการแก้ไขปัญหายังรวมถึงการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอเพื่อสร้างเสริมสุขภาพให้แข็งแรงด้วย

สมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness) หมายถึง ความสามารถของร่างกายที่จะประกอบกิจกรรมหรือทำงานได้เป็นระยะเวลานานติดต่อกันอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นที่ยอมรับและเชื่อว่าการเพิ่มสมรรถภาพทางกายให้คนงาน เช่น การเพิ่มความอ่อนตัวของกระดูกสันหลัง (Spinal Flexibility) การเพิ่มความแข็งแรง (Strength) การเพิ่มความทนทาน (Endurance) และการเพิ่มความสามารถในการใช้ออกซิเจน (Aerobic Capacity) จะมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดการบาดเจ็บหลังที่ลดลง

ปัจจัยเสี่ยงจากการทำงาน (Work-related musculoskeletal risk factors)

การทำงานที่อยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสมเป็นอีกปัจจัยเสี่ยงอย่างหนึ่งที่เป็นสาเหตุของการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อได้

1) การออกแรงทำงาน แต่ละขั้นตอนของการทำงานร่างกายต้องพยายามออกแรงทำงานซึ่งมีผลกระทบต่อเนื้อเยื่อที่อยู่ภายในของร่างกาย เช่น แรงกดอัดบนหมอนรองกระดูกสันหลังที่เกิดจากการยก แรงดึงภายในกล้ามเนื้อ/เอ็นที่เกิดจากการจับวัสดุแบบหนีบ แรงบีบที่ใช้ในการควบคุมเครื่องมือ โดยทั่วไปแล้วลักษณะงานที่ยังต้องใช้แรงมากก็ยิ่งมีความเสี่ยงมากขึ้นตามไปด้วย ลักษณะงานหรือภาวะที่ต้องทำให้มีการออกแรงมีมาก ได้แก่ แรงเสียดทานระหว่างมือกับวัสดุที่จับยึดมีน้อย จึงทำให้ต้องออกแรงกำให้แน่นขึ้น ด้ามจับวัสดุที่เล็กเกินไปหรือมีรูปร่างที่จับยึดได้ยาก การสวมถุงมือที่ใหญ่หรือหนาเกินไปทำให้กำลังในการจับยึดมีน้อยลง

2) การออกแรงกล้ามเนื้อแบบสถิต การทำงานในลักษณะนี้เมื่อกล้ามเนื้อต้องออกแรงในลักษณะสถิตเป็นผลให้ความต้องการเลือดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อนั้นมีมากขึ้นในขณะที่เลือดไม่สามารถไหลไปเลี้ยงได้อย่างเพียงพอทำให้กล้ามเนื้อต้องทำงานในลักษณะที่ออกซิเจนมีไม่เพียงพอ ทำให้เกิดความล้าและอาการเจ็บปวดเนื่องจากการสะสมของกรดแลคติกและของเสียที่เกิดจากการเผาผลาญอาหาร

โดยทั่วไปผู้ปฏิบัติงานไม่ควรออกแรงกล้ามเนื้อแบบสถิต ที่ใช้แรงมากกว่าร้อยละ 30 ของแรงสูงสุดที่กล้ามเนื้อนั้นมีความสามารถออกแรงได้ (Maximum Voluntary Contraction: MVC) เพราะจะมีผลต่อการไหลเวียนของโลหิตในกล้ามเนื้อนั้น ๆ (นริศ เจริญพร, 2554)

3) ท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม หมายถึง ท่าทางการทำงานที่มีบางส่วนของร่างกายเบี่ยงเบนไปจากท่าทางที่เป็นธรรมชาติ

4) การออกแรงกระทำซ้ำๆ หมายถึง กิจกรรมใดๆ ที่มีรอบของการทำงานให้เสร็จหนึ่งหน่วย (Cycle Time) ในเวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 นาที ซึ่งกระทำซ้ำ ๆ อยู่เช่นเดิมตลอดกะของการทำงาน สำหรับงานที่มีการกระทำซ้ำๆ มากจะมีรอบของการทำงานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 วินาที การกระทำซ้ำ ๆ อาจทำให้เกิดความล้าที่กล้ามเนื้อ-เอ็นได้ ถ้าระยะเวลาในการฟื้นตัวไม่เพียงพอต่อการลดผลกระทบนี้ หรือหากการกระทำซ้ำ ๆ ดังกล่าวนี้อาจมีลักษณะท่าทางที่ไม่เหมาะสมหรือมีการออกแรงมากด้วยแล้ว ความเสี่ยงต่อการที่เนื้อเยื่อจะถูกทำลายรวมไปถึงปัญหา WMSDs ก็จะมีมากขึ้นตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม ท่าทางที่ไม่เหมาะสม และการต้องออกแรงมากจะมีผลให้การกระทำซ้ำๆ/นาที ลดลงไปด้วย

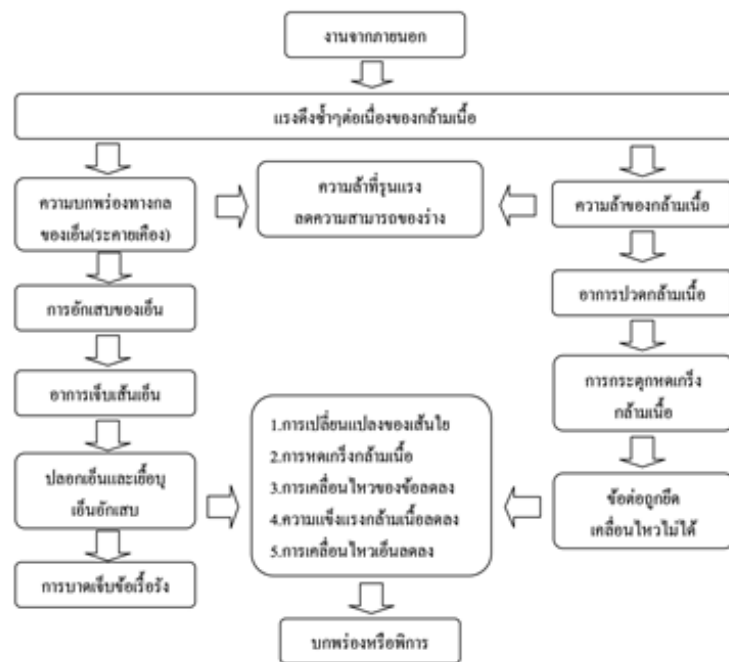
5) ระยะเวลาในการทำงาน (Work Period) หากระยะเวลาในการทำงานด้วยท่าทางที่ไม่เหมาะสมยาวนานก็ส่งผลกระทบต่อสุขภาพมากขึ้นตามไปด้วย

6) ความเค้นเชิงกล (Mechanical Stress) ความเค้นเชิงกลเฉพาะที่เป็นแรงกระทำที่ส่วนต่างๆ ของร่างกายอย่างต่อเนื่อง เช่น แขนส่วนล่างที่กดทับอยู่ที่ข้อของแฉ่งของเคาน์เตอร์ หรือการใช้ฝ่ามือทำหน้าที่แทนเครื่องมือในการกระแทกลงบนวัสดุ ความเค้นหรือแรงกดอัดเชิงกลที่มีผลกระทบต่อร่างกาย มีอยู่ 2 ประเภท ได้แก่

6.1) แรงกดอัดภายใน (Internal Compression) เกิดขึ้นเมื่อมีการหดเกร็งกล้ามเนื้อแบบสถิติเป็นเวลานาน ส่งผลให้การไหลเวียนเลือดไปเลี้ยงเส้นใยประสาทลดลง และเส้นใยประสาทก็ถูกกดทับด้วย

6.2) แรงกดอัดภายนอก (External Compression) เป็นแรงกระทำที่ส่วนต่างๆ ของร่างกายอย่างต่อเนื่อง เกิดขึ้นเมื่อมีการสัมผัสโดยตรงกับของแข็งหรือวัสดุที่มิดคม ตัวอย่างเช่น แขนส่วนล่างที่กดทับอยู่ที่ข้อของแฉ่งของเคาน์เตอร์ การจับเครื่องมือที่มีด้ามสั้นและกดลงบนฝ่ามือ หรือการใช้ฝ่ามือทำหน้าที่แทนค้อนในการกระแทกลงบนวัสดุ

Marras (2006) อ้างถึงใน นริศ เจริญพร (2563) ได้อธิบายการตอบสนองของร่างกายที่พัฒนาไปสู่การบาดเจ็บที่ค่อย ๆ สะสมมากขึ้น เริ่มจากการที่คนทำงานที่ใช้แรงจากร่างกาย ภาระงานที่เกิดขึ้นซ้ำๆ และต่อเนื่องเป็นเวลานาน ทำให้เอ็น หรือกล้ามเนื้อของร่างกายต้องรับแรงกระทำซ้ำ ๆ ต่อเนื่องไปด้วย ลักษณะดังกล่าวสามารถส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติทางกลของอวัยวะเหล่านั้น เช่น เมื่อเอ็นรับแรงดึงซ้ำ ๆ ต่อเนื่องนานถึงจุดหนึ่งก็จะทำให้เกิดความเสียหายทางกล ทำให้ร่างกายสะสมเพิ่มขึ้นทีละเล็กละน้อยจากโครงสร้างย่อย ๆ ภายใน จนทำให้เกิดการระคายเคืองและลุกลามไปสู่การบาดเจ็บได้ เช่น กลุ่มของเอ็นอาจจะมีการเสียดสีกัน เนื่องจากการเคลื่อนที่ซ้ำ ๆ ไปมา ภาวะดังกล่าวอาจทำให้เกิดการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยาจนเป็นผลให้เกิดการอักเสบและบวมขึ้นภายในเอ็นต่างๆ การบวมจะทำให้ตัวรับสัญญาณปลายประสาทที่อยู่รอบ ๆ บริเวณดังกล่าวเกิดการกระตุ้นและส่งสัญญาณผ่านระบบประสาทให้รับรู้การเจ็บปวด ความสามารถในการเคลื่อนที่ของร่างกายส่วนนั้นลดลง ซึ่งเป็นสัญญาณที่เตือนให้ร่างกายทราบและควรหลีกเลี่ยงการทำงานที่ใช้อวัยวะดังกล่าว ดังเสนอในภาพที่ 2



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการบาดเจ็บของเอ็นและกล้ามเนื้อแบบสะสมของร่างกาย
ที่มา: (Marras (2006) อ้างถึงใน นริศ เจริญพร, 2563)

ปัจจัยสภาพแวดล้อมในการทำงาน (Working Environment)

ปัจจัยสภาพแวดล้อมในสถานที่ทำงานอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการบาดเจ็บและเมื่อยล้าได้ ซึ่งพบได้หลากหลาย เช่น

1) ความสั่นสะเทือน ในกรณีการส่งผ่านความสั่นสะเทือนผ่านมาทางมือ (Hand-Arm Vibration) เช่น การจับเครื่องมือที่มีการสั่นสะเทือน เช่น เครื่องขุดเจาะ เป็นผลให้เกิดการยับยั้งเลือดไม่ให้ไหลไปเลี้ยงมือและนิ้วมือได้อย่างเพียงพอและยังส่งผลให้การออกแรงจับเครื่องมือลดลงไปด้วย

ในกรณีของความสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย (Whole Body Vibration) มักพบได้ทั่วไปจากการใช้เครื่องมือและสภาพการทำงาน แทรกเตอร์ จากการศึกษาของ Qamruddin และคณะ (2019) สรุปว่าการได้รับแรงสั่นสะเทือนมาทางมือ แขน เป็นเวลานานมีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาการของระบบหลอดเลือด ระบบประสาท และกล้ามเนื้อของร่างกายส่วนบน

2) ความร้อน นอกจากเป็นสาเหตุของการสูญเสียน้ำในร่างกาย การเกิดตะคริว และการเป็นลมหมดสติเนื่องจากความร้อนแล้ว ยังส่งผลให้ร่างกายต้องสูญเสียความสามารถในการทำงานทั้งทางกายและทางจิตใจด้วย

3) ความเย็น การสัมผัสความเย็นส่งผลให้อุณหภูมิแกนของร่างกายลดลง อาการที่เกิดขึ้นคือ หนาวสั่น เจ็บปวด รูมาตตายาย เส้นเลือดตีบตัวโดยเฉพาะที่บริเวณปลายนิ้วมือ ทำให้นิ้วมือซีดขาว เกิดปัญหาเช่นเดียวกับกลุ่มอาการมือและแขนสั่นสะเทือน (Hand-arm Vibration Syndrome) นอกจากนี้ ความเย็นยังเป็นสาเหตุของการลดความแข็งแรงของมือในการจับ รวมทั้งการทำงานประสานกันของมือด้วย

4) ปัจจัยด้านจิตสังคม แม้ว่าความเข้าใจในเรื่องกลไกการเกิดปัญหาปวดเมื่อยหรือบาดเจ็บระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่มีสาเหตุจากปัจจัยด้านจิตสังคมยังมีอยู่ค่อนข้างจำกัด แต่พบว่าปัจจัยด้านจิตสังคมมีความสัมพันธ์กับความรับรู้ถึงภาระงานที่หนักเกินไป งานที่มีลักษณะเดียวตลอดการทำงาน ความจำกัดในการควบคุม

งาน ความไม่ชัดเจนในงานที่ทำ และการขาดการสนับสนุนจากสังคม ปัจจัยด้านต่างๆ เหล่านี้อาจเป็นสาเหตุร่วมกับปัจจัยด้านกายภาพหรืออาจเป็นสาเหตุหนึ่ง หรือเป็นเหตุเสริมของการเกิดปัญหาทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อได้

การบาดเจ็บสะสมของกล้ามเนื้ออาจเกิดขึ้นจากหลายปัจจัยร่วมกันที่เกิดจากการทำงาน เมื่อมีภาวะของการใช้แรงที่มากเกินไป (Overload) จนเกิดความล้า (Fatigue) ปริมาณแรงที่ทำให้กล้ามเนื้อเกิดความล้าจะต่ำกว่าขีดจำกัดความทนทานของกล้ามเนื้อแต่ถึงกระนั้นก็สามารถทำให้เกิดการเสียหายของโครงสร้างภายในในระดับเส้นใยได้ภาวะแบบนี้เรียกว่า การฉีกขาดแบบชั่วคราว (Temporary torn) ซึ่งเป็นผลให้เส้นเลือดฝอยรอบๆ เกิดการฉีกขาดส่งผลให้เกิดการบวมหรือเกิดการอักเสบใกล้เคียงกับบริเวณที่มีการฉีกขาดของเส้นใยดังกล่าว การอักเสบจะกระตุ้นปลายประสาทรับสัญญาณ เพื่อทำให้เกิดความรู้สึกเจ็บปวด และร่างกายเกิดการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อรอบๆ เพื่อจำกัดการเคลื่อนไหวของร่างกายบริเวณที่เกิดปัญหา ภาวะการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อไม่ได้มีการสร้างสารหล่อลื่นเหมือนกับเอ็นแต่ก็ให้ผลลัพธ์สุดท้ายไม่แตกต่างกัน คือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง และร่างกายเคลื่อนไหวได้น้อยลง และนำไปสู่ความบกพร่องในการทำงานได้ในที่สุด (นริศ เจริญพร, 2563)

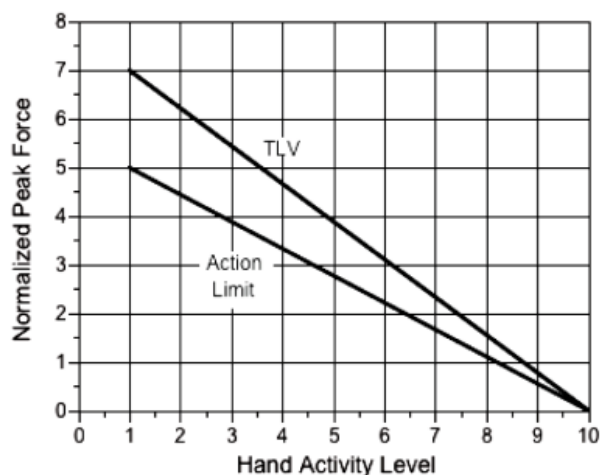
2.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับงานยก

2.1.4.1 การประเมินด้วยวิธีการสังเกต (observation method)

Rapid Body Entire Assessment (REBA) เป็นวิธีการประเมินความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินเกี่ยวกับท่าทางในการทำงานแบบทั้งตัว ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับการพัฒนาโดย Dr. Sue Hignett และ Dr. Lynn MacAtamney REBA เป็นเครื่องมือที่มุ่งประเมินเกี่ยวกับท่าทางในการทำงาน โดยจะประเมินความเสี่ยงของท่าทางในการทำงานที่ผิดปกติของร่างกายทั้งหมด การประเมิน REBA มีจุดแข็งในเรื่องของระยะเวลาที่ใช้ในการประเมินที่รวดเร็วและเป็นระบบ ทำให้เห็นถึงความเสี่ยงของท่าทางที่คนงานใช้ในการทำงานของร่างกายทุกส่วนในระหว่างการปฏิบัติงานอย่างสมบูรณ์ การวิเคราะห์สามารถดำเนินการก่อนและหลังการปรับปรุงหรือแก้ไขเพื่อลดความเสี่ยง โดยอวัยวะของร่างกายที่จะถูกประเมินด้วยเทคนิค REBA คือ ข้อมือ แขน ข้อศอก ไหล่ คอ หลัง ขาและเข่า (Hignett, S. และ MacAtamney, L., 2000 อ้างถึงใน ผศ.ดร. ปวีณา มีประดิษฐ์, 2559ก)

Rapid Upper Limb Assessment (RULA) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินท่าทางที่ใช้ร่างกายส่วนบนในการทำงาน RULA มีจุดเด่นคือ ประเมินได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว เหมาะสำหรับลักษณะงานที่มีความเสี่ยงต่อคอและร่างกายส่วนบน สามารถใช้ในการชี้บ่งระดับความเสี่ยงหรือระดับอันตรายของการทำงานของพนักงานได้เป็นอย่างดี คะแนนจากการประเมินด้วยเครื่องมือนี้แสดงให้เห็นความเสี่ยงในภาพรวมของงานที่คนงานทำ ซึ่งจะพิจารณาตามปัจจัยที่สำคัญ 3 ประการคือ ท่าทางในการทำงาน ความหนักเบาของการออกแรง และความถี่ในการเคลื่อนไหว (ผศ.ดร. ปวีณา มีประดิษฐ์, 2559ข) การประเมินนี้แบ่งการประเมินเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ กลุ่ม A ประกอบด้วย การประเมินส่วนแขนและข้อมือ และกลุ่ม B ประกอบด้วยการประเมินในส่วน คอ ลำตัว และขา

The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®) Threshold Limit Value® (TLV®) for Hand Activity (ACGIH® TLV® for Hand Activity; HAL) HAL เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงเบื้องต้นของลักษณะงานที่ใช้มือในการทำงาน งานที่ออกแรงด้วยมือ หรือท่าทางในการทำงานของมือ โดยจะทำการประเมินความเสี่ยงของงานที่ปัจจัยเสี่ยงต่อความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกบริเวณมือและข้อมือออกมาเป็นระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ (Threshold limit value: TLV) ของ ACGIH เป็นการประเมินงานเดี่ยว (mono task) ที่กระทำนานกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน การประเมินนี้ใช้ตัวแปรที่สำคัญ 2 ตัวแปร ได้แก่ ระดับกิจกรรมที่กระทำด้วยมือ (Hand Activity Level) และค่าแรงสูงสุดมาตรฐาน (Normalized Peak Force; NPF) (ACHIH, 2001 และ Drinkaus, et al., 2003)



ภาพที่ 2.2 ค่าระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ (TLV) และ ค่าจำกัดในการปฏิบัติ (Action Limit)
ในการแนะนำให้มีความมาตรการควบคุมและเฝ้าระวัง

สมการยก NIOSH (NIOSH Lifting Equation) สถาบันอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้เสนอสมการการยกครั้งแรกในปี ค.ศ. 1981 ต่อมาได้มีการวิจัยเพิ่มเติม เพื่อปรับปรุงสมการดังกล่าว ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น และในปี ค.ศ. 1991 จึงได้เสนอสมการการยกที่มีการปรับปรุงใหม่ (Revised NIOSH Lifting Equation) ซึ่งสมการนี้ใช้ในการประเมินสภาพงานยกและเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกายของผู้ปฏิบัติงาน โดยพิจารณาความสามารถในการใช้แรงกล้ามเนื้อของมนุษย์รวมถึงความสำคัญของปัจจัยที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับงาน ยกนั้น ๆ NIOSH แนะนำให้ปฏิบัติงานภายใต้ค่าจำกัดสำหรับการปฏิบัติงาน (Action Limit; AL) ที่ได้จากการคำนวณหาขีดจำกัดของระดับน้ำหนักที่แนะนำ (Recommended Weight Limit; RWL) โดยใช้สมการยก หากค่า AL มากกว่า 1 จะต้องรีบดำเนินการแก้ไขอย่างรวดเร็วที่สุด เพื่อลดและป้องกันความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บหลังส่วนล่างของผู้ปฏิบัติงานยกด้วยมือ (ผศ.ดร. ปวีณา มีประดิษฐ์, 2559ค และ งานด้านการยศาสตร์ ในประเทศไทย, 2557ก)

Ovako Working Posture Analysis System (OWAS) ถูกพัฒนาขึ้นโดย Ovako Oy Steel Company เพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยงของท่าทางการทำงานต่อการเกิดปัญหาทางรับกระดูกและกล้ามเนื้อ วิธี OWAS เป็นวิธีที่ง่ายต่อการประเมินและมีการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมและบริการอย่างกว้างขวาง เป็นการประเมินอิริยาบถโดยการเฝ้าสังเกตการทำงานในแต่ละท่าทางตลอดช่วงเวลาการทำงาน โดยสังเกตหลัง แขน ขา และการออกแรงกล้ามเนื้อ การสังเกตท่าทางในการทำงานควรจะทำโดยการสังเกตในสถานที่จริงและสภาพแวดล้อมจริง หรืออาจจะมีการบันทึกวิดีโอ เพื่อใช้ในการประเมินรายละเอียดได้มากขึ้น (งานด้านการยศาสตร์ ในประเทศไทย, 2557ข)

2.1.4.2 การประเมินด้วยวิธีการวัดโดยตรง (Direct measurement)

เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ หรือ Electromyography (EMG) เป็นเทคนิคที่ใช้ตรวจวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อโดยตรง เพื่อใช้ในการวินิจฉัยหรือประเมินความตึงตัวหรือความล้าของกล้ามเนื้อ สามารถใช้เครื่อง EMG ในการวิเคราะห์หาแรง (Force) และความล้า (Fatigue) ในขณะทำงานหรือหลังจากการปรับปรุงสถานงาน EMG ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่

1. อิเล็กโทรด เป็นขั้วไฟฟ้าสำหรับกระตุ้นมักเป็นตัวกระตุ้นขนาดเล็กและเป็นชนิด 2 ขั้วยึดติดกัน (bipolar electrode) แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 อิเล็กโทรดแบบเข็ม (Needle electrode) มักใช้แทงเข้าไปในกล้ามเนื้อเพื่อบันทึกสัญญาณศักย์ไฟฟ้าที่ใยกล้ามเนื้อโดยตรง ใช้สำหรับวินิจฉัยโรคทางคลินิก

1.2 อิเล็กโทรดแบบวางที่ผิวหนัง (Surface electrode) เป็นแผ่นขั้วไฟฟ้าที่วางบนผิวหนังบริเวณที่วัด มักนิยมใช้บันทึกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เพื่อแสดงถึงความหนัก เบาของการหดตัวของกล้ามเนื้อ

2. ส่วนขยายสัญญาณ เนื่องจากสัญญาณไฟฟ้าจากเส้นประสาทและกล้ามเนื้อมีปริมาณน้อยและขนาดไม่มาก ที่ตัวเครื่องมักมีส่วนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้าที่บันทึกได้ให้มีขนาดโตพอสำหรับการนำข้อมูลไปวิเคราะห์ ส่วนที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณจะขยายสัญญาณให้มีกำลังขยายที่สูงเพียงพอและสม่ำเสมอตลอดช่วงศักย์ไฟฟ้าในย่านที่ตรวจวัด และยังสามารถกรองสัญญาณหรือไม่ขยาย/ตัดสัญญาณไฟฟ้าที่รบกวนหรือที่ไม่ได้ใช้ออก

3. ส่วนแสดงและบันทึกผล คลื่นไฟฟ้า EMG จะแสดงผลผ่านจอภาพออสซิลโลสโคป (ตอบสนองต่อความถี่สูง) และผ่านสัญญาณเสียง (คลื่น EMG อยู่ในย่านความถี่เสียง) ทำให้การแปลผลมีความเที่ยงตรงมากขึ้น และลดความเมื่อยล้าของสายตาจากการดูสัญญาณไฟฟ้า นอกจากนี้ในปัจจุบันยังสามารถบันทึกผลออกมาเป็นไฟล์ข้อมูล รูปภาพ และค่าเฉลี่ยของขนาดคลื่นไฟฟ้าได้

สามารถประยุกต์ใช้เครื่อง EMG ในการหาค่า การหดเกร็งสูงสุดของกล้ามเนื้ออย่างสมัครใจ (Maximum Voluntary Contraction: MVC) ซึ่งกล้ามเนื้อแต่ละมัดจะหาค่า MVC สูงสุดได้เท่ากับ 100% MVC ค่า MVC ที่ได้จากคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเป็น baseline สำหรับเทียบของแต่ละคน ไม่สามารถนำไปเทียบกับคนอื่นได้ สภาพงานหรือลักษณะงานใด ที่เมื่อทดสอบความล้าของกล้ามเนื้อ โดยใช้ค่า %MVC แล้วเกิน 30%MVC ถือว่าเป็นลักษณะงานที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้กล้ามเนื้ออ่อนล้า หรือเกิดการบาดเจ็บได้ ควรมีการปรับปรุงสภาพการทำงานนั้น

ปัจจุบันมีการพัฒนาตัวรับสัญญาณ EMG แบบไร้สาย (Wireless EMG Sensors) เพื่อความสะดวกในการใช้งานและไม่กีดขวางการเคลื่อนไหว โดยตัว sensor จะเป็นแบบวางที่ผิวหนัง (surface EMG) ทำหน้าที่วัดและส่งสัญญาณแบบไร้สายไปยังระบบ แล้ววิเคราะห์แบบเรียลไทม์โดยใช้ซอฟต์แวร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ของ Delsys Trigno ซึ่งใช้งานง่าย ไม่ต้องวัด skin impedance เพียงเตรียมผิวโดยใช้สาลิซุบแอลกอฮอล์ทำความสะอาดผิวหนังบริเวณที่ต้องการติดอุปกรณ์ สำหรับตัว sensor ควรติดให้ตั้งฉากกับใยกล้ามเนื้อ และติดในระยะที่เหมาะสมตามมาตรฐานที่กำหนด

2.2 กฎหมาย คำแนะนำ มาตรฐาน เกี่ยวกับงานยกและน้ำหนักยกสูงสุด

การบาดเจ็บและเจ็บป่วยทางระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการยกและเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกายที่เกินความสามารถของร่างกายโดยเฉพาะการขนส่งของที่มีน้ำหนักมาก หรือต้องใช้แรงมาก ประเทศสหราชอาณาจักรนับเป็นประเทศแรก ๆ ที่ให้ความสำคัญกับปัญหานี้ดังจะเห็นได้จากกฎหมายฉบับแรกของอังกฤษและสกอตแลนด์ในปี 1959 เป็นกฎหมายคุ้มครองแรงงานภาคเกษตรกรรม (The Agriculture (Lifting of Heavy Weights) Regulations) โดยกำหนดพิกัดน้ำหนักยก น้ำหนักขนย้าย หรือการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงคนที่ไม่มีเครื่องมือช่วย เช่น กระสอบหรือถุง ต้องมีน้ำหนักไม่เกิน 180 ปอนด์ หรือ 81.65 กิโลกรัม กฎหมายฉบับนี้ไม่ได้มีผลบังคับใช้ทันที แต่ให้มีผลบังคับใช้อีก 6 ปี นับจากวันประกาศ (1965) เพื่อให้หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีเวลาในการได้ดำเนินงานตามกฎหมาย

อีกสองปีต่อมา (1967) หลังจากอังกฤษและสกอตแลนด์เริ่มบังคับใช้กฎหมายเกี่ยวกับการยกของหนักในงานเกษตรกรรมแล้ว ที่ประชุมใหญ่องค์การแรงงานระหว่างประเทศ (International Labour Conference: ILC) ได้มีการรับรองอนุสัญญาเลขที่ 127 (C127: Maximum Weight Convention, 1967) เป็นอนุสัญญาว่าด้วยน้ำหนักสูงสุดที่อนุญาตให้คนงานคนหนึ่งทำการขนส่งสิ่งของด้วยแรงกาย ซึ่งครอบคลุมกิจกรรมตั้งแต่การยก (lifting) การขนย้าย (carrying) และการวางสิ่งของ (putting down or lowering) และได้ออกเอกสารข้อแนะนำฉบับที่ 128 (R128: Maximum Weight Recommendation, 1967) เพื่อเป็นแนวทางให้ประเทศสมาชิกในการปฏิบัติตามอนุสัญญาที่ 127 อังกฤษไม่ได้ให้สัตยาบันในอนุสัญญานี้ แต่ได้มีการปรับปรุงกฎหมายเกี่ยวกับงานเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกายในปี 1992 ภายใต้พระราชบัญญัติสุขภาพและความปลอดภัยในการทำงาน 1974 และได้มีการออกเอกสารแนวปฏิบัติตามกฎหมาย (Guidance on Regulations : Manual Handling Operations Regulations 1992) เพิ่มเติมที่มีเนื้อหาครอบคลุมทั้งอนุสัญญาและข้อแนะนำดังกล่าวข้างต้น

อนุสัญญาองค์การแรงงานระหว่างประเทศฉบับที่ 127 มีเจตนารมณ์สำคัญเพื่อป้องกันอันตรายต่อสุขภาพและการบาดเจ็บที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งสิ่งของด้วยแรงคน โดยกำหนดให้นายจ้าง ต้องไม่บังคับหรืออนุญาตให้คนงานใช้แรงกายในการทำงานขนส่งสิ่งของที่มีน้ำหนักอันอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือความปลอดภัยของคนงานนั้น และควรมีการกำหนดน้ำหนักสูงสุดของสิ่งของที่จะให้ทำการยกและขนย้ายของเพศชาย หญิง และผู้เยาว์ โดยที่คนงานหญิงและผู้เยาว์ต้องมีน้ำหนักสูงสุดดังกล่าวน้อยกว่าคนงานชาย แม้ในอนุสัญญาฉบับที่ 127 จะไม่ได้กำหนดน้ำหนักสูงสุดไว้ที่เท่าไร แต่ในข้อแนะนำที่ 128 ได้ให้แนวทางปฏิบัติไว้ว่า เมื่อไรก็ตามที่น้ำหนักสูงสุดของสิ่งของ (maximum permissible weight) ที่อนุญาตให้คนงานชายที่เป็นผู้ใหญ่ต้องเคลื่อนย้ายสูงกว่า 55 กิโลกรัม ด้วยแรงกายเพียงคนเดียวได้ บุคคลที่เกี่ยวข้องในการดูแลต้องรับหาวิธีการในการลดน้ำหนักของการขนย้ายดังกล่าวให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกายเกินน้ำหนักดังกล่าว

จากอนุสัญญานี้ทำให้ประเทศสมาชิกเกิดการตื่นตัวและมีการดำเนินการให้เป็นไปตามอนุสัญญา แม้ว่าจะไม่ได้มีการให้สัตยาบัน เช่น อังกฤษ ออสเตรเลีย เยอรมนี ญี่ปุ่น เป็นต้น ประเทศไทยเป็น 1 ใน 29 ประเทศจากสมาชิกขององค์การแรงงานระหว่างประเทศทั้งหมด 187 ประเทศ ที่ให้สัตยาบันในอนุสัญญานี้ และได้มีการออกกฎหมายเกี่ยวกับการจำกัดน้ำหนักสิ่งของที่ต้องยกและเคลื่อนย้ายไว้ในกฎหมายที่เกี่ยวกับการคุ้มครองแรงงาน เริ่มจากประกาศคณะปฏิวัติฉบับที่ 103 ปี พ.ศ. 2515 (ค.ศ.1972) กำหนดให้กระทรวงมหาดไทยมีอำนาจในการคุ้มครองแรงงานเด็กและผู้หญิง ซึ่งต่อมาได้มีประกาศกระทรวงมหาดไทยห้ามมิให้แรงงานหญิง ทำงานยก แบก หาบ หาม ทุบ ลาก หรือเข็น เกินอัตราน้ำหนักที่กำหนด ดังแสดงในตารางสรุปด้านล่างนี้ ประกาศคณะปฏิวัตินี้ถูกยกเลิกไปหลังจากประกาศใช้พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541 และมีการประกาศกฎกระทรวงว่าด้วยการกำหนดอัตราน้ำหนักยกที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงาน พ.ศ. 2547 สำหรับลูกจ้างที่เป็นหญิงมีครรภ์ ลูกจ้างที่เป็นชาย ลูกจ้างที่เป็นหญิง เด็กทำงานที่เป็นชายและหญิง จนกระทั่งปัจจุบัน ซึ่งควรได้รับการปรับแก้ไขเนื่องจากอัตราน้ำหนักที่กำหนดไว้ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ และไม่สามารถบอกได้ชัดเจนว่าจะเกิดความปลอดภัย นอกจากนี้การกำหนดอัตราน้ำหนักของงานลากหรือเข็น ที่มีการวัดไม่เหมือนกันไว้ร่วมกับงานยก แบก หาบ หาม ทุบ ทำให้อัตราน้ำหนักดังกล่าวมีค่าสูงมากสำหรับการทำงานลากหรือเข็นเมื่อเทียบกับข้อมูลทางวิชาการ มาตรฐาน และกฎหมายของประเทศอื่น ๆ นอกจากนี้ยังพบประเด็นสำคัญที่ภาครัฐยังไม่สามารถดำเนินการได้ชัดเจนคือ การจำกัดอายุเด็กที่น้อยกว่า 16 ปี ทำงานเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกาย รวมถึงระบบในการบังคับใช้กฎหมายและการติดตามผลที่เกิดขึ้นจากการบังคับใช้กฎหมาย ที่ควรจะดำเนินการเพิ่มเติม (CEARC,2019) โดยสรุปนำเสนอการทบทวนอัตราน้ำหนักที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานได้ ของประเทศไทย ดังแสดงตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 อัตราน้ำหนักที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานได้ ของประเทศไทย และข้อคิดเห็นจากการทบทวนวรรณกรรม

อัตราน้ำหนักที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานได้ ของประเทศไทย และข้อคิดเห็นจากการทบทวนวรรณกรรม		
ประกาศคณะปฏิวัติฉบับที่ 103 และ ประกาศกระทรวงมหาดไทย การ ค้ำครองแรงงาน (พ.ศ.2515 หรือ ค.ศ.1972)	พรบ.ค้ำครองแรงงาน (2541) (ยกเลิกประกาศคณะปฏิวัติฉบับที่ 103)	ข้อคิดเห็นที่สำคัญเกี่ยวกับกฎหมาย ไทยและประเทศอื่น ๆ
แรงงานหญิง มีกำหนดอัตราน้ำหนัก ยก แบก หาม หาบ ทุ่น ลาก หรือเข็น ห้ามเกินต่อไปนี้ งานในที่ราบ ไม่เกิน 30 กก งานที่ต้องขึ้นบันไดหรือที่สูง ไม่เกิน 25 กก การลากหรือเข็นของที่ต้องบรรทุกล้อเลื่อนที่ใช้ราง ไม่เกิน 600 กก การลากหรือเข็นของที่ต้องรรถล้อเลื่อนที่ไม่ใช้ราง ไม่เกิน 300 กก	แรงงานหญิง หญิงมีครรภ์ ในพรบ.ค้ำครองแรงงาน กำหนด ห้ามยก แบก หาม หาบ ทุ่น ลาก หรือเข็น น้ำหนักเกิน 15 kg ลูกจ้างหญิง กฎกระทรวงแรงงาน 2547 มีกำหนดอัตราน้ำหนัก ยก แบก หาม หาบ ทุ่น ลาก หรือเข็น ห้ามเกิน 25 กิโลกรัม	(1) อัตราน้ำหนักยกสูงสุดค่อนข้างสูงมาก ทั้งแรงงานชาย และ แรงงานหญิงเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ และ มาตรฐานสากล (2) ไม่มีการกำหนดปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ โดยเฉพาะ ความถี่ ระยะเวลา ทำท่าในการยก ลักษณะสิ่งของ และ สภาพแวดล้อมในการทำงาน (3) ไม่มีการแยกงานลาก หรือ เข็น ออก จากกฎหมายอัตราน้ำหนัก เหมือน ประเทศอื่น ๆ ซึ่งไม่กำหนดรวมกัน เนื่องจากการวัดน้ำหนักในการยก แบก หาม หาบ ทุ่น มีความแตกต่างกับการใช้ แรงในการลากหรือเข็น จึงไม่ควรกำหนดไว้ร่วมกัน
แรงงานชาย ไม่มีข้อกำหนด	แรงงานชาย กฎกระทรวงแรงงาน 2547 มีกำหนด อัตราน้ำหนัก ยก แบก หาบ หาม ทุ่น ลาก และเข็น ห้ามเกิน 55 กิโลกรัม	
เด็กทำงาน 12-15 ปี และ 15-<18 ปี ไม่มี กำหนดเรื่องอัตราน้ำหนัก ให้อำนาจ กระทรวงมหาดไทยประกาศเพิ่มเติมใน ภายหลัง	เด็กทำงาน 15-<18 ปี กฎกระทรวงแรงงาน 2547 มีกำหนด อัตราน้ำหนัก ยก แบก หาบ หาม ทุ่น ลาก และเข็น สำหรับเด็กชายห้ามเกิน 25 กิโลกรัม และเด็กหญิงห้ามเกิน 20 กิโลกรัม (หมายเหตุ ห้ามจ้างเด็กต่ำกว่า 15 ปี ทำงาน)	(1) รายงานผลการสำรวจของสำนักงาน สถิติแห่งชาติ 2558 ยังพบเด็กชายและ เด็กหญิงที่อายุต่ำกว่า 18 ยกของหนักเกิน กฎหมายกำหนดจำนวน 5.4 % (ของเด็ก ทำงานทั้งหมด 692,819 คน) (2) อัตราน้ำหนักยกสำหรับเด็ก 15-<18 ปีค่อนข้างสูงมาก เมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ และผลการศึกษาวิจัยในปี 2561 (นริศ เจริญพร และคณะ, 2561)

ที่มา: นริศ เจริญพร และ คณะ (2561)

การดำเนินงานที่จะให้สอดคล้องตามเจตนารมณ์ของอนุสัญญาฯ เพื่อลดและป้องกันการบาดเจ็บทางระบบ กล้ามเนื้อและโครงกระดูกอย่างมีประสิทธิภาพ ควรจะต้องดำเนินการในหลายมิติ ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงกฎหมาย ให้มีการพิจารณาปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องการบาดเจ็บ การรายงานการประเมินอันตรายและความเสี่ยงในงาน เคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกายของสถานประกอบการ การทบทวนรายงานความเสี่ยงและการสอบสวนหาสาเหตุการ บาดเจ็บโดยผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง การสำรวจข้อมูลลักษณะการทำงานเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงที่มีผล ต่อการบาดเจ็บ การจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการส่งเสริมงานวิจัยทางด้าน วิทยาศาสตร์และทางกายศาสตร์ (ergonomic studies) ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ควรมีการจัดทำแผนงานและ ดำเนินงานในเชิงรุก (proactive action plan) ที่สามารถวัดผลและประเมินผลของประสิทธิภาพในการดำเนินงานใน ทุกมิติได้

2.2.1 องค์การแรงงานระหว่างประเทศ (ILO: International Labour Organization)

องค์การแรงงานระหว่างประเทศ ซึ่งเป็นองค์การระหว่างประเทศที่เกิดขึ้นในช่วงศตวรรษที่ 19 เป็นยุคของการกำเนิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่ขณะเดียวกันก็เกิดปัญหาวุ่นวายทางสังคม เกิดปัญหาการใช้แรงงานที่ไม่เหมาะสม ขาดมนุษยธรรม มีการเอารัดเอาเปรียบในการจ้างงาน ขาดการดูแลคุณภาพชีวิต ส่งผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพชีวิตทั้งแรงงานโดยตรง และยังส่งผลกระทบต่อครอบครัวและสังคมของผู้ใช้แรงงาน และหากการแก้ปัญหาหรือการปฏิบัติระบบแรงงานเกิดขึ้นเพียงในสังคมของประเทศใดประเทศหนึ่งเพียงอย่างเดียว ประเทศดังกล่าวก็รู้สึกว่ามันเองเสียเปรียบประเทศคู่แข่งเพราะการปฏิรูปนั้นกระทบต่อต้นทุนทางการผลิตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จนนำไปสู่การจัดประชุมทางวิชาการและการทูตที่กรุงเบิร์นในช่องปี 2448-2449 และทำให้เกิดการรับรองอนุสัญญาแรงงานระหว่างประเทศฉบับแรก คือ อนุสัญญาเกี่ยวกับการวางกฎเกณฑ์การทำงานกะกลางคืนของสตรี และอนุสัญญาเพื่อยุติการใช้ฟอสฟอรัสขาวซึ่งมีพิษในอุตสาหกรรมการผลิตไม้ขีดไฟ

ประเทศไทยเป็น 1 ใน 35 ประเทศ ที่ได้เข้าร่วมในฐานะผู้ก่อตั้งองค์การระหว่างประเทศในปี 2462 และได้เริ่มมีการจัดทำร่างธรรมนูญขององค์การแรงงานระหว่างประเทศ เป็นองค์การในรูปแบบไตรภาคี ซึ่งเป็นองค์การที่รวมผู้แทนของรัฐบาล นายจ้าง และลูกจ้างไว้ในคณะกรรมการบริหารขององค์การนี้ โดยมีผู้อำนวยการใหญ่ขององค์การคนแรก "อัลเบิร์ต ไรม์ส" ที่มีความสามารถในด้านเจรจาความกับรัฐมนตรีแรงงานของประเทศต่าง ๆ จนเกิดการประชุมใหญ่ขององค์การแรงงานระหว่างประเทศครั้งแรกในปี 2462 นี้และมีการรับรองอนุสัญญา (convention) หกฉบับ อนุสัญญาฉบับแรกคือการจำกัดชั่วโมงการทำงานเหลือวันละ 8 ชั่วโมงและสัปดาห์ละ 48 ชั่วโมง (ILO, 1992) ในช่วง 20 ปีต่อมา 2462-2482 ได้มีการรับรองอนุสัญญา 67 ฉบับและข้อแนะนำ 66 ข้อ ในปี 2489 ILO ได้กลายเป็นหน่วยงานเฉพาะด้านหน่วยงานแรกที่อยู่ภายใต้ต้องการสหประชาชาติ (United Nations : UN) จนถึงปัจจุบันองค์การแรงงานระหว่างประเทศได้มีการรับรองอนุสัญญา (Conventions) ไว้รวมทั้งสิ้นประมาณ 190 ฉบับ

องค์การแรงงานระหว่างประเทศเป็นหน่วยงานที่มีความแตกต่างจากหน่วยงานอื่นๆ ขององค์การสหประชาชาติทั้งนี้เพราะองค์การแรงงานระหว่างประเทศมีการดำเนินงานในลักษณะไตรภาคี (tri-parties) ซึ่งประกอบด้วยผู้แทนจากฝ่ายรัฐบาล ฝ่ายนายจ้าง และฝ่ายผู้ใช้แรงงาน โดยมีหลักการทำงานพื้นฐานของการเจรจาและความร่วมมือระหว่างภาคีทั้งสามฝ่าย ซึ่งมีสัดส่วนกรรมการและคะแนนเสียงที่มาจากฝ่ายรัฐบาลสองส่วน และฝ่ายนายจ้างและลูกจ้างฝ่ายละหนึ่งส่วน ในการประชุมเพื่อหาข้อตกลงร่วมกัน (องค์การแรงงานระหว่างประเทศ, 2551) ทุกฝ่ายสามารถแสดงความคิดเห็นและออกเสียงได้เป็นอิสระกันไม่ขึ้นอยู่กับรัฐบาลของประเทศนั้น ๆ หน่วยงานในองค์การแรงงานระหว่างประเทศแบ่งออกเป็นสามสายหลักดังนี้

(1) ที่ประชุมแรงงานระหว่างประเทศ (International Labour Conference: ILC) เป็นการประชุมร่วมกันทั้งสามฝ่ายประกอบด้วยผู้แทน 4 คนในแต่ละประเทศดังที่กล่าวข้างต้น การประชุมนี้จะขึ้นในเดือนมิถุนายนของทุกปี เพื่ออภิปรายและหารือ รับรอง และกำกับการนำมาตรฐานแรงงานระหว่างประเทศไปใช้ปฏิบัติ รวมถึงประเด็นทางสังคมและแรงงานที่สำคัญในแต่ละปี

(2) คณะประศาสน์การ (Governing Body) เป็นคณะกรรมการบริหารหรือสภาบริหารขององค์การแรงงานระหว่างประเทศ ทำหน้าที่พิจารณาโครงการและงบประมาณก่อนส่งเข้าไปยังที่ประชุมแรงงานระหว่างประเทศ (ILC) เพื่อลงมติอนุมัติ รวมถึงทำหน้าที่เป็นผู้กำหนดวาระการประชุมและลงคะแนนเลือกผู้อำนวยการใหญ่ขององค์การฯ คณะประศาสน์การประกอบด้วยสมาชิก 56 คน เป็นตัวแทนรัฐบาล 28 คน (มาจาก 10 ประเทศที่เป็นสมาชิกถาวรได้แก่ บราซิล จีน ฝรั่งเศส เยอรมัน อินเดีย อิตาลี ญี่ปุ่น สหพันธรัฐรัสเซีย สหราชอาณาจักร และ สหรัฐอเมริกา และที่เหลือจากการเลือกตั้ง) ตัวแทนนายจ้าง 14 คน และ ตัวแทนลูกจ้างอีก 14 คน

ในระหว่างปีคณะประศาสน์การจะทำหน้าที่เป็นคณะผู้บริหารของ ILO มีหน้าที่ตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานเพื่อปฏิบัติตามนโยบายของ ILO และจะมีการประชุมของคณะนี้ปีละสามครั้งที่เจนีวา

(3) สำนักงานแรงงานระหว่างประเทศ (International Labour Office) คือสำนักเลขาธิการประจำมีสำนักงานใหญ่ตั้งอยู่ที่นครเจนีวาและมีสำนักงานภาคสนามอีก 58 แห่งกระจายอยู่ตามภูมิภาคต่างๆ รวมทั้งสำนักงานที่ประเทศไทย สำนักงานแรงงานระหว่างประเทศเป็นหน่วยประสานงานในด้านการปฏิบัติการกิจขององค์การแรงงานระหว่างประเทศ ให้ความช่วยเหลือและร่วมมือทางวิชาการกับประเทศสมาชิก การเปิดให้มีการให้สัตยาบันมาตรฐานแรงงานระหว่างประเทศและการนำมาตราฐานเหล่านั้นไปปฏิบัติ ปัจจุบันองค์การแรงงานระหว่างประเทศมีสมาชิกทั้งสิ้น 187 ประเทศ

การดำเนินงานขององค์การแรงงานระหว่างประเทศถือว่าเป็นองค์การที่เข้มแข็ง ในปี 2469 ได้มีการประชุมใหญ่เพื่อวางระบบติดตามการบังคับใช้มาตรฐานต่าง ๆ โดยมีการจัดตั้งคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญซึ่งประกอบด้วยนักกฎหมายอิสระที่จะตรวจสอบรายงานที่จัดทำขึ้นของรัฐบาลประเทศสมาชิกต่าง ๆ ว่ามีการบังคับใช้อนุสัญญา และมีการดำเนินงานตามข้อแนะนำต่าง ๆ ที่ได้ให้การรับรองมาน้อยเพียงใด นอกจากนั้นคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญ จะทำรายงานสถานการณ์เกี่ยวกับอนุสัญญาและข้อแนะทั้งหลายที่ไม่ได้รับการรับรองของประเทศต่าง ๆ ด้วยเช่นกัน ซึ่งการดำเนินงานในลักษณะนี้มีความต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน

2.2.2 มาตรฐานแรงงานระหว่างประเทศ

มาตรฐานแรงงานระหว่างประเทศ (International labour standards) เป็นหลักอ้างอิงระดับสากลที่สะท้อนถึงระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมนั้น ๆ ต้องดำเนินไปภายใต้หลักการพื้นฐานที่สำคัญว่าด้วยสิทธิและหน้าที่ของนายจ้างและแรงงาน รวมถึงวัตถุประสงค์เชิงนโยบาย พื้นที่ในการปฏิบัติการหรือให้การขึ้นด้านวิธีการและขั้นตอนที่จะนำไปปฏิบัติ มาตรฐานแรงงานระหว่างประเทศได้สร้างขึ้นมาเพื่อส่งเสริมการทำงานที่มีคุณค่าสำหรับแรงงานทุกสัญชาติในโลก (องค์การแรงงานระหว่างประเทศ, 2551) มาตรฐานแรงงานระหว่างประเทศจะปรากฏในสองรูปแบบคือ

(1) อนุสัญญาและพิธีสาร (Conventions และ Protocols) คือสนธิสัญญาระหว่างประเทศที่มีผลผูกพันทางกฎหมายซึ่งประเทศสมาชิกที่ให้สัตยาบันจะต้องนำไปปฏิบัติ อนุสัญญา (Convention) มักใช้ในกรณีการจัดทำความตกลงพหุภาคี ส่วนพิธีสาร (Protocol) มักใช้ในกรณีที่เป็นการแก้ไขเพิ่มเติมความตกลงเดิมที่มีอยู่แล้ว (กระทรวงการต่างประเทศ, 2545)

(2) ข้อแนะ (Recommendations) คือแนวปฏิบัติที่ไม่มีข้อผูกพันทางกฎหมายและไม่จำเป็นต้องให้สัตยาบัน แนวทางปฏิบัตินี้จะมีผลบังคับใช้เมื่อที่ประชุมแรงงานระหว่างประเทศให้การรับรอง

นับตั้งแต่ปี 2462 (ค.ศ.1919) จนถึงปัจจุบัน องค์การแรงงานระหว่างประเทศได้มีการรับรองอนุสัญญา (Conventions) ไว้รวมทั้งสิ้นประมาณ 190 ฉบับ โดยอนุสัญญาเหล่านี้เป็นข้อกำหนดให้ประเทศสมาชิกปฏิบัติตามในเรื่องการทำงาน เรื่องสิทธิมนุษยชนของผู้ใช้แรงงาน รวมทั้งเรื่องสุขภาพและความปลอดภัยในการทำงาน การประกันสังคมและสวัสดิการสังคมที่มั่นคง อนุสัญญาทั้งหมดแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ อนุสัญญาหลัก (Fundamental Convention) อนุสัญญาธรรมาภิบาล (Governance Convention) และ อนุสัญญาเชิงวิชาการ (Technical Convention) อย่างไรก็ตาม ILO ไม่ได้บังคับให้ประเทศสมาชิกต้องปฏิบัติตามอนุสัญญาหรือข้อแนะทั้งหมด แต่ได้ขอให้ประเทศสมาชิกปฏิบัติตามอนุสัญญาหลักและพิธีสารที่เกี่ยวข้องซึ่งมีทั้งสิ้น 11 ฉบับ (เป็นอนุสัญญา 10 ฉบับและพิธีสารที่เกี่ยวข้องกับอนุสัญญาฉบับที่ 29 1 ฉบับ) ปัจจุบันประเทศไทยได้ให้สัตยาบันในอนุสัญญาและพิธีสารแล้ว

จำนวน 20 ฉบับ เป็นอนุสัญญาหลักและพิธีสารที่เกี่ยวข้อง 8 ฉบับ (เป็นอนุสัญญา 7 ฉบับและพิธีสาร P029) อนุสัญญาธรรมชาติ 1 ฉบับ และอนุสัญญาเชิงวิชาการ 12 ฉบับ (ILO, 2022; กระทรวงแรงงาน, 2565)

สำหรับรายงานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการทบทวนอนุสัญญาที่ประเทศไทยได้ให้สัตยาบันไว้และมีความเกี่ยวข้องกับงานยกและเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงคนหรือแรงกายทั้งในส่วนที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงและอนุสัญญาที่มีความเชื่อมโยง ในปี 1967 หรือ พ.ศ. 2510 ที่ประชุมใหญ่องค์การแรงงานระหว่างประเทศได้มีการรับรองอนุสัญญาฉบับที่ 127 ว่าด้วยน้ำหนักสูงสุดที่อนุญาตให้คนงานหนึ่งคนทำการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งวัตถุสิ่งของด้วยแรงกาย (C127 - Maximum Weight Convention, 1967) อนุสัญญาฉบับนี้มีเจตนารมณ์เพื่อป้องกันอันตรายต่อสุขภาพและการบาดเจ็บของคนงานจากการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายหรือการขนส่งสิ่งของด้วยแรงคนเพียง 1 คน โดยกำหนดให้ประเทศสมาชิกมีการพิจารณากำหนดน้ำหนักสูงสุดที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงคนเพียง 1 คน แยกตามเพศและวัยให้เหมาะสม โดยมีใจความสำคัญปรากฏในอนุสัญญาฉบับนี้คือ

(1) ในการขนส่งสิ่งของที่ต้องใช้แรงงาน จะต้องไม่บังคับหรืออนุญาตให้คนงานทำงานขนย้ายสิ่งของที่มีน้ำหนักอันอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือความปลอดภัยของคนงานนั้น

(2) ก่อนที่คนงานแต่ละคนจะได้รับมอบหมายให้ทำการขนส่งสิ่งของที่ต้องใช้แรงคนที่ไม่ใช่สิ่งของที่มีน้ำหนักเบา จะต้องได้รับการฝึกอบรมหรือได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับการทำงานอย่างเพียงพอ เพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพและป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ

(3) ควรมีการใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมในการขนส่งสิ่งของให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อจำกัดหรืออำนวยความสะดวกในการขนส่งสิ่งของด้วยแรงคน

(4) การมอบหมายงานที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสิ่งของด้วยแรงกายในผู้หญิงและคนงานผู้เยาว์ (Young Worker) จะต้องถูกจำกัด กรณีที่มีการจ้างคนงานหญิงและคนงานผู้เยาว์ทำงานขนย้ายสิ่งของด้วยแรงกาย น้ำหนักสูงสุดจะต้องน้อยกว่าคนงานชายที่เป็นผู้ใหญ่คนหนึ่งทำงาน

นอกจากอนุสัญญาฉบับนี้แล้วที่ประชุมองค์การแรงงานระหว่างประเทศ (ILC) ยังได้จัดทำข้อเสนอแนะการแรงงานระหว่างประเทศ ฉบับที่ 128 ว่าด้วยน้ำหนักสูงสุดที่อนุญาตให้คนงานหนึ่งคนทำการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งวัตถุสิ่งของด้วยแรงกาย (R128 - Maximum Weight Recommendation, 1967) ขึ้นมาพร้อมกัน เพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นในการดำเนินงานให้กับประเทศสมาชิกที่ให้สัตยาบันในอนุสัญญาฯ ฉบับที่ 127 สำหรับข้อเสนอแนะฯ ฉบับนี้มีความสำคัญพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

(1) จะต้องไม่มีการจ้างงานหรืออนุญาตให้คนงานทำงานที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งวัตถุสิ่งของด้วยแรงกายที่มีน้ำหนักมากที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความปลอดภัยของคนงาน (มาตรา 3/R128) และจะต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องที่เป็นไปได้ว่าจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความปลอดภัยของคนงาน (มาตรา 4/R128)

(2) คนงานทุกคนที่ได้รับการมอบหมายทำการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งสิ่งของด้วยแรงกายเป็นประจำ (regular manual transport of loads) รวมถึงงานประจำที่นาน ๆ ทำครั้ง จะต้องได้รับการฝึกอบรมหรือคำแนะนำขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างเพียงพอที่จะเกิดความปลอดภัยต่อสุขภาพและป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ

(3) การฝึกอบรมหรือการให้คำแนะนำขั้นตอนการปฏิบัติควรจะต้องรวมถึง วิธีการยก การวาง การขนย้าย การจัดเรียงวางซ้อน สิ่งของประเภท ด้วยบุคคลหรือหน่วยงานที่มีคุณสมบัติเหมาะสม

(4) ควรจะมีการตรวจสอบติดตามผลเพื่อให้มั่นใจว่าการฝึกอบรมและขั้นตอนการปฏิบัติงานได้มีการนำไปปฏิบัติจริงอย่างถูกต้อง

- (5) คนงานทุกคนที่ได้รับการมอบหมายงานให้ทำการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกายเป็นครั้งคราว (occasionally) ควรจะได้รับคำแนะนำขั้นตอนการปฏิบัติดังกล่าวเพื่อให้เกิดความปลอดภัย
- (6) ควรมีการตรวจประเมินสุขภาพความพร้อมร่างกายอย่างเหมาะสมเพียงพอให้มากที่สุดก่อนที่จะมอบหมายงานที่เกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกาย และมีการตรวจติดตามเป็นระยะตามความจำเป็น
- (7) กฎหมายหรือข้อบังคับที่เกี่ยวข้องในการตรวจประเมินสุขภาพความพร้อมร่างกายควรจะทำโดยหน่วยงานที่มีอำนาจ และออกใบรับรองผลการตรวจที่เกี่ยวกับความพร้อมร่างกายในการปฏิบัติงานเท่านั้น ไม่ควรระบุข้อมูลทางการแพทย์
- (8) ควรใช้อุปกรณ์ทางเทคนิคที่ช่วยจำกัดหรืออำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกายให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
- (9) บรรจุภัณฑ์ของสิ่งของที่จะทำการเคลื่อนย้ายด้วยแรงกายควรมีขนาดกะทัดรัดและทำด้วยวัสดุที่เหมาะสม ให้กระชับแน่นหนาและเหมาะสม และควรติดตั้งอุปกรณ์สำหรับจับถือที่เหมาะสมมากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ซึ่งการออกแบบอุปกรณ์เหล่านั้นต้องไม่ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บที่อาจจะมีมาจากขอบที่คม มีส่วนยื่นหรือพื้นผิวหยาบ
- (10) การพิจารณาน้ำหนักสูงสุดที่อนุญาตให้ทำควรพิจารณาคุณลักษณะทางสรีระร่างกาย สภาพแวดล้อม และสภาพการณ์อื่น ๆ ที่จะส่งผลต่อสุขภาพและความปลอดภัยของคนงาน
- (11) เมื่อไรก็ตามที่น้ำหนักสูงสุดของสิ่งของที่อนุญาตให้คนงานชายที่เป็นผู้ใหญ่ต้องเคลื่อนย้ายมากกว่า 55 กิโลกรัม ด้วยแรงกายเพียงคนเดียวได้ บุคคลที่เกี่ยวข้องในการดูแลแต่ต้องรับหาวิธีการในการลดน้ำหนักการขนย้ายดังกล่าวให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนย้ายสิ่งของเกินเกณฑ์ดังกล่าว
- (12) คนงานหญิงที่ได้รับการว่าจ้างให้ทำงานเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกายควรทำงานในระดับที่เบากว่าน้ำหนักมากที่สุดที่อนุญาตให้คนงานชายที่เป็นผู้ใหญ่ทำได้
- (13) คนงานหญิงไม่ควรได้รับการว่าจ้างให้ทำงานเคลื่อนย้ายสิ่งของที่มีน้ำหนักมากเป็นงานประจำเท่าที่จะเป็นไปได้
- (14) เมื่อมีความจำเป็นที่จะต้องมอบหมายงานประจำที่เกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกายให้คนงานหญิงที่เป็นผู้ใหญ่ ควรจะต้องพิจารณาการลดระยะเวลาการทำงาน และห้ามไม่ให้มอบหมายงานที่มีลักษณะเฉพาะที่มีความยากและต้องใช้แรงหรือพลังงานมากจนส่งผลต่อความล้า (arduous job) ในการเคลื่อนย้ายสิ่งของและไม่มอบหมายงานเคลื่อนย้ายสิ่งของให้คนงานหญิงที่มีครรภ์
- (15) เมื่อมีคนงานผู้เยาว์ (ตามนิยามสหประชาชาติ 15-24 ปี) ได้รับว่าจ้างให้ทำงานเกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยแรงกาย น้ำหนักสูงสุดของสิ่งของควรจะต้องน้อยกว่าระดับน้ำหนักที่อนุญาตให้คนงานผู้ใหญ่ทำได้ในเพศเดียวกัน
- (16) ถ้าเป็นไปได้คนงานผู้เยาว์ไม่ควรได้รับการมอบหมายงานประจำที่เกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกาย
- (17) หากพบว่ามี การมอบหมายงานให้ผู้เยาว์ที่มีอายุน้อยกว่า 16 ปี ทำงานที่เกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกาย ควรมีมาตรการดำเนินการอย่างเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อกำหนดระดับอายุให้เป็นไปตามเกณฑ์ (มีความเกี่ยวข้องกับ C138 มาตรา 3 วรรค 3)
- (18) เมื่อมีความจำเป็นที่จะต้องมอบหมายงานประจำที่เกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกายให้คนงานผู้เยาว์ควรจะต้องพิจารณาการลดระยะเวลาการทำงาน และห้ามไม่ให้มอบหมายงานที่มีลักษณะเฉพาะที่มีความยากและต้องใช้แรงหรือพลังงานมากจนส่งผลต่อความล้า (arduous job) ในการเคลื่อนย้ายสิ่งของ

(19) ควรเพิ่มอายุขั้นต่ำของคนงานผู้เยาว์ที่ต้องทำงานเกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกายเป็นประจำ อย่างน้อยต้องมีอายุ 18 ปี

(20) ผู้มีอำนาจที่เกี่ยวข้องควรดำเนินการอย่างเต็มที่เพื่อให้มั่นใจว่าการใช้แรงของร่างกายในการทำงานตลอดทั้งวันหรือตลอดกะทำงานที่ได้รับมอบหมายให้ทำงานเกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกายจะไม่นำไปสู่ผลเสียต่อสุขภาพและความปลอดภัยของคนงาน ควรพิจารณาข้อคิดเห็นทางการแพทย์ที่มีต่อสภาพการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกาย

(21) ควรมีการจัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่เหมาะสมจำเป็นต่อการป้องกันสุขภาพและความปลอดภัยของคนงานที่ได้รับการว่าจ้างให้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกาย และมีมาตรการที่ทำให้มั่นใจว่าคนงานมีการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น

(22) การฝึกอบรมหรือการให้คำแนะนำขั้นตอนการปฏิบัติงานและการตรวจประเมินทางการแพทย์ที่ดำเนินการตามข้อแนะนำนี้ต้องไม่ผลักภาระค่าใช้จ่ายให้กับคนงาน

(23) หน่วยงานที่มีอำนาจควรส่งเสริมให้เกิดงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์รวมถึงการศึกษาทางกายศาสตร์ (ergonomic studies) ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกาย ด้วยวัตถุประสงค์ที่สำคัญก่อนสิ่งอื่นใดคือ

(ก.) การค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างโรคหรือกลุ่มอาการที่เกิดจากการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกาย

(ข.) การหาวิธีการเพื่อลดระดับอันตรายต่อสุขภาพและความปลอดภัยของคนงานที่ได้รับการว่าจ้างให้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกาย

(24) เมื่อมีการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกายที่เกี่ยวข้องกับการผลักและการลากเกิดขึ้นจนนำไปสู่ความล้าของร่างกาย หน่วยงานที่มีอำนาจอาจจะพิจารณาการประยุกต์คำแนะนำหรือบทบัญญัติที่ให้ไว้ในเอกสารข้อแนะนำฉบับนี้ตามความเหมาะสม

(25) รัฐสมาชิกควรจะดำเนินการเพื่อให้เกิดผลตามบทบัญญัติในข้อแนะนำนี้ อันได้แก่ การออกกฎหมาย การออกข้อกำหนด หรือวิธีการอื่น ๆ ที่สอดคล้องกันแนวปฏิบัติและบริบทของประเทศ โดยดำเนินการปรึกษาหารือร่วมกับองค์กรผู้แทนทั้งนายจ้างและลูกจ้างอย่างทั่วถึง

(26) รัฐสมาชิกอาจจะอนุญาตให้มีการยกเว้นการดำเนินการตามบทบัญญัติบางประการในข้อแนะนำนี้หลังจากที่ได้หารือร่วมกันระหว่างหน่วยบริการตรวจสอบของรัฐและองค์กรผู้แทนทั้งนายจ้างและลูกจ้างที่มาจากคนส่วนใหญ่ เมื่อมีการยกเว้นการปฏิบัติในข้อใด ในหมวดหมู่ใด ควรมีการแสดงผลที่เกี่ยวข้องกับการยกเว้นนั้น

(27) รัฐสมาชิกควรจัดให้มีบุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่มีหน้าที่ในการปฏิบัติตามข้อกำหนดหรือบทบัญญัติของข้อแนะนำฉบับนี้ ตลอดจนกำหนดอำนาจหน้าที่รับผิดชอบในการกำกับดูแลการนำข้อกำหนดเหล่านี้ไปใช้ตามแนวทางปฏิบัติของประเทศ

ข้อแนะนำองค์การแรงงานระหว่างประเทศ ฉบับที่ 128 เป็นข้อแนะนำเกี่ยวกับการดำเนินงานตามอนุสัญญาฉบับที่ 127 ซึ่งอธิบายถึงแนวปฏิบัติในการฝึกอบรม คู่มือในการทำงาน การตรวจประเมินทางการแพทย์ การใช้อุปกรณ์ช่วยในการทำงานยกและเคลื่อนย้ายสิ่งของ ลักษณะของวัตถุ บรรจุภัณฑ์ การออกแบบอุปกรณ์ช่วยจับยึด รวมถึงการพิจารณากำหนดน้ำหนักสูงสุดจะต้องดูความสามารถทางสรีระของร่างกายและสภาพแวดล้อมในการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสิ่งของมีน้ำหนักมากกว่า 55 กิโลกรัม ในการทำงานของคนงานชายที่เป็นผู้ใหญ่ (adult male worker) เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อคนงาน สำหรับคนงานหญิง คนงานผู้เยาว์ ที่ต้องพิจารณาน้ำหนักสูงสุดที่น้อยกว่าการทำงานของคนงานชายและต้องไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ รวมทั้งต้องไม่ให้คนงานหญิงที่ตั้งครรภ์ทำงานเกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกาย

ประเทศไทยได้ให้สัตยาบันในการดำเนินงานตามอนุสัญญานี้เมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2512 และได้มีการออกกฎกระทรวงแรงงานว่าด้วย “กำหนดอัตราน้ำหนักยกที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานได้ในปี 2547 (กระทรวงแรงงาน, 2547) โดยอาศัยอำนาจตามความในมาตรา 6 และมาตร 37 แห่งพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541 ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

นอกจากนี้ยังมีอนุสัญญาองค์การแรงงานระหว่างประเทศ ฉบับที่ 184 (C184 - Safety and Health in Agriculture Convention, 2001) เป็นอนุสัญญาเกี่ยวกับสุขภาพและความปลอดภัยในงานเกษตรกรรม โดยมีมาตรการสำหรับที่เกี่ยวกับงานเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกายต้องได้รับการพิจารณาตรวจสอบ และประเมินความเสี่ยง ก่อนที่จะให้คนงานทำงาน ซึ่งต้องมั่นใจว่าลักษณะงานที่มอบหมายให้ทำนั้นไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความปลอดภัย (ILO, 2001)

2.2.3 ประเทศไทย

ประเทศไทยเป็นหนึ่งใน 29 ประเทศที่ได้ให้สัตยาบันในอนุสัญญาองค์การแรงงานระหว่างประเทศ ฉบับที่ 127 ว่าด้วยน้ำหนักสูงสุดที่อนุญาตให้คนงานหนึ่งคนทำการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งวัตถุสิ่งของด้วยแรงกาย (C127 - Maximum Weight Convention, 1967) เมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2512 (ค.ศ.1969) สองปีหลังจากที่ประชุมใหญ่ องค์การแรงงานระหว่างประเทศให้การรับรองอนุสัญญาฉบับนี้ สำหรับการดำเนินงานตามอนุสัญญาฉบับนี้เกิดขึ้นและเห็นได้ชัดเมื่อประกาศใช้พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541 ในหมวดที่ 2 และ หมวดที่ 3 ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อถัดไป (กระทรวงแรงงาน, 2541)

นอกจากพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน 2541 แล้วยังมีกฎหมายและมาตรฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่ พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554 แม้จะไม่ได้กล่าวถึงโดยตรง แต่ก็มีบทบัญญัติหลายข้อที่กำหนดให้นายจ้างต้องทำการตรวจประเมินความเสี่ยง ประเมินอันตราย ลักษณะการทำงานที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของลูกจ้าง รวมถึงมาตรฐานแห่งชาติ (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2565) โดยสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ได้มีการนำมาตรฐานระหว่างประเทศ ISO11228 ส่วนที่ 1 ว่าด้วยเรื่องการยก การวาง และการขนย้าย (ISO11228:2021 Part1) มาประกาศในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2565 ในลักษณะของมาตรฐานแนะนำมาตรฐานฉบับนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับการประเมินอันตราย การหาขีดจำกัดที่แนะนำสำหรับน้ำหนักในงานยก งานวาง และการขนย้ายวัสดุด้วยแรงกาย โดยการพิจารณาขีดจำกัดของน้ำหนักยกที่แนะนำ (Recommendation Mass Limit: RML) ควรคำนึงถึงปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำงาน ได้แก่ ระยะห่างของวัตถุ ความสูงของวัตถุ ระยะทางการเคลื่อนย้าย ความถี่ในการทำงาน การจับยึดชิ้นงาน การบิดเอี้ยว ลำตัวขณะยก การยกด้วยมือเดียว การยกหลายคน และ ระยะเวลาทำงานที่มากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2565)

2.2.3.1 พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541

พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541 เป็นกฎหมายฉบับสำหรับของกระทรวงแรงงานที่ใช้ในการคุ้มครองลูกจ้างให้ได้รับสิทธิและผลตอบแทนที่เป็นธรรมจากการจ้างงาน และยังช่วยดูแลคุ้มครองแรงงานในด้านความปลอดภัยรวมถึงการช่วยเหลือแรงงานที่ได้รับผลกระทบจากการจ้างงานทั้งในด้านสุขภาพและสวัสดิการต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมและเป็นธรรม โดยได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2541 และมีผลบังคับเมื่อพ้นกำหนด 180 วันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา พระราชบัญญัตินี้บังคับใช้กับผู้ประกอบกิจการที่มีการจ้างแรงงาน แต่ไม่ได้บังคับใช้กับราชการส่วนกลาง ราชการส่วนภูมิภาค และราชการส่วนท้องถิ่น

รัฐวิสาหกิจตามกฎหมายว่าด้วยแรงงานรัฐวิสาหกิจสัมพันธ์ พระราชบัญญัติฉบับนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 8 หมวด ดังมีรายละเอียดพอสรุปได้ดังนี้

หมวด 1 บททั่วไป การให้สิทธิกับลูกจ้างในการเรียกร้องสิทธิหรือประโยชน์ตามกฎหมาย การช่วยเหลือเรื่องคดีความแก่ลูกจ้างที่ได้รับผลกระทบ หลักเกณฑ์และวิธีการในการเรียกหรือรับเงินประกันการทำงานหรือประกันความเสียหายจากลูกจ้าง ข้อกำหนดสำหรับผู้รับเหมาและผู้รับเหมาช่วง ความเท่าเทียมในการปฏิบัติต่อลูกจ้างทั้งชายและหญิง การกระทำที่ไม่ล่วงเกินทางเพศต่อลูกจ้างหญิงและเด็ก หลักเกณฑ์การบอกเลิกสัญญาจ้าง การคำนวณระยะเวลาทำงานของลูกจ้าง รวมถึงบทบัญญัติที่สามารถกำหนดเพิ่มเติมแตกต่างจากพระราชบัญญัติฉบับนี้ได้เพื่อการคุ้มครองแรงงานในงานเกษตรกรรม งานประมงทะเล งานบรรทุกหรือขนถ่ายสินค้า เรือเดินทะเล งานที่รับไปทำที่บ้าน งานขนส่ง งานอื่นตามที่กำหนดในพระราชกฤษฎีกาจะกำหนดในกฎกระทรวง

หมวด 2 การใช้แรงงานทั่วไป เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับเวลาทำงานปกติแต่ละวันของลูกจ้างไม่เกิน 8 ชั่วโมงและมีเวลารวมไม่เกิน 48 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ยกเว้นงานที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพและความปลอดภัยของลูกจ้างตามที่กำหนดในกฎกระทรวง จะมีเวลาทำงานต่อวันไม่เกิน 7 ชั่วโมงและมีเวลารวมไม่เกิน 42 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ข้อกำหนดการทำงานล่วงเวลา การทำงานวันหยุดและช้อยกเว้นสำหรับสถานประกอบกิจการ ได้แก่ โรงแรม สถานมหรสพ งานขนส่ง ร้านขายอาหาร หรือ กิจการอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง เป็นต้น ข้อกำหนดเวลาพักระหว่างการทำงานวันหนึ่ง ข้อกำหนดวันหยุดประจำปี สัปดาห์ วันหยุดตามขนบธรรมเนียมประเพณี และศาสนา และการหยุดพักผ่อนประจำปี ข้อกำหนดด้านสิทธิการลาป่วย การหยุดพักรักษาอาการเจ็บป่วยจากการทำงานและการคลอดบุตร ข้อกำหนดในการลาเพื่อกิจธุระอันจำเป็น

หมวด 3 การใช้แรงงานหญิง มีบทบัญญัติห้ามมิให้แรงงานหญิงทำงานที่เป็นอันตรายมาก เช่น งานเหมืองแร่ งานก่อสร้างใต้ดิน ใต้น้ำ งานที่สูงเกิน 10 เมตร งานผลิตและขนส่งวัตถุระเบิดหรือวัตถุไวไฟ หรือ งานอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง บทบัญญัติเกี่ยวกับระยะเวลาทำงานและข้อห้ามสำหรับหญิงมีครรภ์

หมวด 4 การใช้แรงงานเด็ก มีข้อกำหนดห้ามนายจ้างจ้างเด็กที่อายุต่ำกว่าสิบห้าปีเป็นลูกจ้าง และข้อกำหนดกรณีที่ต้องให้เด็ก 15-ต่ำกว่า 18 ปี ทำงาน ไม่ว่าจะเป็นช่วงเวลาทำงาน ลักษณะงานที่เป็นอันตรายสำหรับเด็ก เช่น งานที่เกี่ยวกับสารเคมีอันตราย งานใต้ดิน งานใช้เลื่อยพลังงานไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ งานที่สูงเกิน 10 เมตร อื่น ๆ ตามกฎกระทรวงกำหนด บทบัญญัติสถานที่ห้ามเด็กทำงาน ได้แก่ โรงฆ่าสัตว์ บ่อนการพนัน สถานเต้นรำ ร้างหรือโรงเจ สถานจำหน่ายอาหาร สุรา น้ำชา ที่ต้องมีผู้บ่าวสำหรับปรนนิบัติลูกค้าหรือมีที่พักผ่อนหลับนอน หรือมีบริการนวด และอื่น ๆ ตามกฎกระทรวงกำหนด ข้อกำหนดในการห้ามนายจ้างเรียกรับเงินประกันจากเด็ก บทบัญญัติเพื่อพัฒนาส่งเสริมคุณภาพชีวิตและการทำงานของเด็ก

สำหรับงานที่มีการประกาศเพิ่มเติมตามมาตรา 22 ในหมวด 1 ในงานที่มีความแตกต่างจากพระราชบัญญัติฉบับนี้ มีการกำหนดอายุขั้นต่ำในการทำงานไว้แตกต่างกัน เช่น พระราชบัญญัติแรงงานทางทะเล 2558 ที่ไม่อนุญาตให้เด็กที่ต่ำกว่า 16 ปี ทำงานบนเรือ ห้ามเจ้าของเรือให้คนประจำเรือซึ่งอายุต่ำกว่า 18 ปี ทำงานที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือความปลอดภัยของคนประจำเรือ เป็นต้น พร้อมการปรับเพิ่มบทกำหนดโทษที่สูงขึ้นในพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน (ฉบับที่ 4) (กระทรวงแรงงาน, 2553)

หมวด 5 ค่าจ้าง ค่าล่วงเวลา ค่าทำงานในวันหยุด และค่าล่วงเวลาในวันหยุด เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับหลักเกณฑ์พื้นฐานในการจ่ายจ้างในวันปกติและวันหยุด รวมถึงกรณีการจ่ายค่าจ้างตามผลงานและกรณีที่ต้องเดินทางไปปฏิบัติงานนอกสถานที่

หมวด 6 คณะกรรมการค่าจ้าง ซึ่งมีหน้าที่กำหนด อัตราค่าจ้างขั้นต่ำพื้นฐาน โดยปัจจุบันมีบทบัญญัติเพิ่มในพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน (ฉบับที่ 3) (กระทรวงแรงงาน, 2551) ให้ใช้คำว่า อัตราค่าจ้างตาม

มาตรฐานฝีมือ แทนคำว่า อัตราค่าจ้างขั้นต่ำพื้นฐาน และมีการกำหนดอัตราค่าจ้างแยกตามสาขาอาชีพตามมาตรฐานฝีมือ

หมวด 7 สวัสดิการ เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับ คณะกรรมการสวัสดิการแรงงาน บทบาทหน้าที่ เพื่อพิจารณาเรื่องสวัสดิการให้เกิดความเป็นธรรมตามมาตรฐาน ซึ่งดำเนินการในลักษณะไตรภาคี (นายจ้าง ลูกจ้าง และภาครัฐ)

หมวด 8 ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน บทบัญญัติในหมวดนี้เกี่ยวข้องกับการจัดตั้งคณะกรรมการความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน บทบาทหน้าที่ของคณะกรรมการชุดนี้ และพนักงานตรวจแรงงาน บทบัญญัติให้มีการตรวจสอบสภาพของลูกจ้างตามกฎหมายกระทรวง ซึ่งปัจจุบันได้มีการประกาศยกเลิกหมวดนี้ทั้งหมด (พรบ.คุ้มครองแรงงาน ณ 2553) เนื่องจากมีการออกพระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานในปี 2554

หมวด 9 การควบคุม กรณีที่มีลูกจ้างรวมกันตั้งแต่สิบคนขึ้นไปนายจ้างต้องจัดทำข้อบังคับเป็นภาษาไทยเกี่ยวกับ วันทำงาน วันหยุด วันลา การทำงานล่วงเวลา การจ่ายค่าจ้าง การร้องทุกข์ การเลิกจ้าง ค่าชดเชย รวมถึงวินัยและโทษทางวินัย และต้องจัดส่งข้อบังคับนี้ให้กับอธิบดีฯ ข้อกำหนดในการจัดทำทะเบียนลูกจ้างเป็นภาษาไทยตามภายใน 15 วันนับจากวันที่ลูกจ้างเข้าทำงานและการจัดเก็บทะเบียนเพื่อให้พร้อมในการตรวจ

หมวด 10 การพักงาน เป็นข้อกำหนดกรณีนายจ้างมีการพักงานลูกจ้างว่าต้องมีการดำเนินการอย่างไร

หมวด 11 ค่าชดเชย เป็นข้อกำหนดการจ่ายค่าชดเชยเมื่อมีการเลิกจ้างมีขั้นตอนการดำเนินงานอย่างไร

หมวด 12 การยื่นคำร้องและการพิจารณาคำร้อง เป็นข้อกำหนดในการให้สิทธิกับลูกจ้างเพื่อยื่นคำร้องต่อพนักงานตรวจแรงงานเพื่อเรียกร้องสิทธิต่าง ๆ จากนายจ้าง

หมวด 13 กองทุนสงเคราะห์ลูกจ้าง เป็นหลักเกณฑ์ว่าด้วยการจัดตั้งกองทุนและคณะกรรมการกองทุนสงเคราะห์ลูกจ้าง ซึ่งเงินของกองทุนมาสะสมและสทบจาก นายจ้าง ลูกจ้าง และรัฐบาล

หมวด 14 พนักงานตรวจแรงงาน ซึ่งเป็นผู้ที่รัฐมนตรีแต่งตั้งให้ปฏิบัติการตามพระราชบัญญัติฉบับนี้ เป็นข้อกำหนดอำนาจหน้าที่ของพนักงานตรวจแรงงานในสถานประกอบกิจการหรือสำนักงานของนายจ้าง

หมวด 15 การส่งหนังสือ เป็นข้อกำหนดเรื่องการจัดส่งหนังสือของอธิบดีหรือพนักงานตรวจแรงงานไปยังนายจ้าง

หมวด 16 บทกำหนดโทษ เมื่อมีการฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามบทบัญญัติของกฎหมายฉบับนี้ โดยมีการระวางโทษสูงสุดที่ไม่เกินหนึ่งปี หรือ ปรับไม่เกินสองแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

สำหรับบทบัญญัติสำคัญในพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541 ที่เกี่ยวข้องกั อันตรายหรือความปลอดภัยในการยกและเคลื่อนย้ายสิ่งของจะอยู่ใน หมวดที่ 2 หมวดที่ 3 และ หมวดที่ 4

หมวดที่ 2 มาตรา 37 ห้ามมิให้นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานยก แบก หาม โย่ง ลาก หรือเข็นของหนักเกินอัตราน้ำหนักตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

หมวดที่ 3 มาตรา 38 วรรค 3 ห้ามมิให้นายจ้างให้ลูกจ้างซึ่งเป็นหญิงมีครรภ์ทำงานยก แบก หาม โย่ง ลาก หรือ เข็นของหนักเกิน 15 กิโลกรัม

หมวดที่ 4 มาตรา 49 ห้ามมิให้ลูกจ้างซึ่งเป็นผู้เยาว์อายุต่ำกว่า 18 ปี ทำงานที่เป็นอันตราย แม้ว่าใน พรบ.ฉบับนี้จะไม่ได้นำกำหนดเรื่องงานยกไว้ แต่ได้มีกฎกระทรวงว่าด้วยอัตราน้ำหนักที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงาน

ได้ในปี 2547 ที่เกี่ยวข้องกำหนดให้เด็กที่มีอายุระหว่าง 15- ต่ำกว่า 18 ปี ทำงานยก แบก หาม หาบ ขน ลาก หรือ
เข็นของหนักไม่เกินอัตราน้ำหนักโดยเฉลี่ยต่อลูกจ้างหนึ่งคน 20 กิโลกรัม และ 25 กิโลกรัม สำหรับเด็กหญิงและชาย
ตามลำดับ

นอกจากกฎกระทรวงว่าด้วยอัตราน้ำหนักที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานได้ที่ออกในปี 2547
แล้ว ต่อมาภายหลังได้มีการออกคำชี้แจงเพิ่มเติมเกี่ยวกับกฎกระทรวงฉบับนี้เมื่อเดือนมกราคม 2548 โดย
รายละเอียดของคำชี้แจงได้มีการแนะนำให้มีการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรมาช่วยในการทำงานกรณีที่มีน้ำหนักเกิน
กว่าที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงเพื่อลดการใช้กำลังแรงคน มีการให้คำแนะนำให้นายจ้างควรลดความถี่และระยะเวลา
ในการปฏิบัติงานซึ่งต้องเคลื่อนย้ายของหนัก ให้มีการจัดการเวลาพักเพื่อผ่อนคลายความเมื่อยล้า ให้มีการปรับเปลี่ยน
หมุนเวียนงาน การดูแลปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงานให้เหมาะสม และไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น แสง
สว่าง พื้นผิวของสถานที่ทำงานเพื่อป้องกันการลื่นล้มหรือหกล้ม มีพื้นที่ปฏิบัติงานที่เพียงพอเพื่อให้สามารถเคลื่อนไหว
ได้อย่างปลอดภัยด้วยอริยาบทท่าทางที่ดีเหมาะสมต่อการเคลื่อนย้ายของหนัก ให้มีการจัดให้ลูกจ้างออกกำลังกาย
หรือบริหารร่างกายอย่างสม่ำเสมอเพื่อทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงและเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ พร้อมทั้งให้ความรู้
และส่งเสริมให้ลูกจ้างปฏิบัติงานด้วยการเคลื่อนไหวและการใช้ท่าทางการทำงานที่ถูกต้องและเหมาะสม รวมถึงอัตรา
น้ำหนักฯ ที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน 2541 และในกฎกระทรวงดังกล่าวฯ แสดงสรุปไว้ในตารางที่
2.1

ตารางที่ 2.2 อัตราน้ำหนักที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำได้ (kg)

อายุ	เพศและสถานภาพ		
	ชาย	หญิง	หญิงมีครรภ์*
15 - น้อยกว่า 18 ปี	25	20	15
ตั้งแต่ 18 ปี ขึ้นไป	55	25	

*กรณีหญิงมีครรภ์ เป็นข้อกำหนดที่มีอยู่ใน พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน 2541 อยู่แล้ว (กระทรวงแรงงาน, 2541)
ส่วนข้อกำหนดอื่น ๆ อยู่ในกฎกระทรวงฯ ที่ออกเพิ่มเติมในปี 2547 (กระทรวงแรงงาน, 2547)

2.2.3.2 พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554

เดิมที่งานด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน มีกำหนดไว้ในหมวด
ที่ 8 ของพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงานซึ่งต่อมาเมื่อการดำเนินงานด้านความปลอดภัยภัยมีความสำคัญมากและมี
รายละเอียดในการดำเนินงานมากขึ้น ตลอดจนมีบทบัญญัติบางประการที่เกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของ
บุคคล จึงมีการตราพระราชบัญญัติฉบับนี้แยกออกมาจากพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พระราชบัญญัติฉบับนี้
แบ่งเป็น 8 หมวด พอสรุปได้ดังนี้

หมวดที่ 1 กำหนดให้นายจ้างมีหน้าที่จัดการและดูแลสถานประกอบกิจการและลูกจ้างให้มีสภาพ
การทำงานและสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ปลอดภัยและถูกสุขลักษณะ รวมทั้งส่งเสริม สนับสนุนการปฏิบัติงาน
ของลูกจ้างมิให้ลูกจ้างได้รับอันตรายต่อชีวิต ร่างกาย จิตใจ และสุขภาพอนามัย โดยกำหนดให้ลูกจ้างมีหน้าที่ให้ความ
ร่วมมือกับนายจ้าง

หมวดที่ 2 เกี่ยวข้องกับการกำหนดหน้าที่ของนายจ้างและลูกจ้างไว้ สรุปได้ดังนี้

- (1) นายจ้างมีหน้าที่ในการจัดทำรายงานผลการตรวจวัด ตรวจสอบ ทดสอบ รับรองประเมินความเสี่ยง โดยบุคคลหรือนิติบุคคลที่ขึ้นทะเบียนต่อสำนักความปลอดภัย กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน
 - (2) นายจ้างต้องจัดให้มีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน เพื่อดำเนินการด้านความปลอดภัยตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กำหนดในกฎกระทรวง
 - (3) นายจ้างต้องจัดฝึกอบรมความรู้ด้านความปลอดภัยให้กับลูกจ้างเป็นอย่างดี โดยเฉพาะพนักงานใหม่ หรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงงานใหม่ สำหรับผู้อบรมหรือให้คำปรึกษาต้องเป็นบุคคลหรือนิติบุคคลที่ขึ้นทะเบียนต่อกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานด้วยเช่นกัน ตามกฎกระทรวงฯ
 - (4) นายจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลที่เหมาะสม และติดประกาศสัญลักษณ์เตือนอันตรายและเครื่องหมายที่เกี่ยวกับความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน
 - (5) ลูกจ้างระดับปฏิบัติงานมีหน้าที่ต้องดูแลสภาพแวดล้อมในการทำงานตามมาตรฐานที่กำหนดในกฎกระทรวง และถ้าพบข้อบกพร่องหรือการชำรุดเสียหายที่ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยตนเองให้แจ้งต่อเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน หัวหน้างาน หรือผู้บริหาร เพื่อให้แจ้งต่อนายจ้าง
 - (6) ลูกจ้างระดับหัวหน้างานต้องดำเนินการป้องกันอันตรายภายในขอบเขตที่รับผิดชอบหรือที่ได้รับมอบหมาย กรณีที่ไม่อาจดำเนินการได้ ให้แจ้งผู้บริหารหรือนายจ้าง
 - (7) กำหนดทั้งผู้รับเหมาขั้นต้น และผู้รับเหมาช่วงต้องดูแลความปลอดภัยร่วมกัน
- หมวดที่ 3 เกี่ยวกับการจัดตั้งคณะกรรมการความปลอดภัยและหน้าที่ ประกอบด้วย 4 ส่วน
- ส่วนที่ 1 ผู้แทนจากภาครัฐ ปลัดกระทรวงแรงงาน และอธิบดีที่เกี่ยวข้อง ข้าราชการจากกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานอีก 1 คน ทำให้คณะกรรมการชุดนี้จำนวนผู้แทนรวม 9 คน
 - ส่วนที่ 2 ผู้แทนฝ่ายนายจ้าง 8 คน
 - ส่วนที่ 3 ผู้แทนฝ่ายลูกจ้าง 8 คน
 - ส่วนที่ 4 ผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งรัฐมนตรีแต่งตั้ง 5 คน

หมวดที่ 4 เกี่ยวข้องกับหน้าที่ของนายจ้าง ดังนี้

- (1) ให้นายจ้างกำกับดูแลการดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน ซึ่งนายจ้างต้องจัดทำการประเมินอันตราย ศึกษาผลกระทบที่จะมีต่อลูกจ้าง ทำแผนการดำเนินงานและแผนควบคุมดูแลลูกจ้าง เพื่อให้เกิดความปลอดภัย รวมทั้งส่งแผนดังกล่าวให้อธิบดีหรือผู้ซึ่งอธิบดีมอบหมาย โดยต้องมีผู้ชำนาญการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานให้การรับรอง ซึ่งผู้ชำนาญการต้องได้รับใบอนุญาตจากอธิบดีฯ
- (2) รายงานเหตุการณ์เมื่อลูกจ้างประสบอันตรายจากการทำงาน กรณีที่มีการเสียชีวิต หรือเกิดเหตุร้ายแรง เช่น เพลิงไหม้ การระเบิด สารเคมีรั่วไหล อื่นๆ ต้องแจ้งทันทีที่ทราบ และต้องรายงานสาเหตุพร้อมเสนอแนวทางแก้ไขและวิธีการป้องกัน ภายใน 7 วัน นับจากวันเกิดเหตุ
- (3) กรณีที่ประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยตามกฎหมายว่าด้วยเงินทดแทน ให้นายจ้างแจ้งต่อประกันสังคมแล้วทำสำเนาหนังสือแจ้งต่อพนักงานตรวจความปลอดภัยภายใน 7 วัน เมื่อพนักงานตรวจความปลอดภัยได้รับแจ้ง แล้วให้ดำเนินการตรวจสอบและหามาตรการป้องกันโดยเร็ว

หมวดที่ 5 เป็นเรื่องเกี่ยวกับอำนาจหน้าที่ของพนักงานตรวจความปลอดภัยทั้งในเวลาทำการหรือเมื่อเกิดอุบัติเหตุ สามารถเก็บตัวอย่าง ถ่ายภาพ ใช้เครื่องมือวัดต่างๆ เพื่อการวิเคราะห์เกี่ยวกับความปลอดภัย รวมทั้งเรียกบุคคลที่เกี่ยวข้องมาชี้แจง หรือให้ส่งเอกสารหลักฐานที่เกี่ยวข้องได้ และยังสามารถสั่งให้หยุดการกระทำที่ไม่

ปลอดภัย เพื่อแก้ไขปรับปรุงได้ ระยะเวลาไม่เกิน 30 วัน ถ้ายังไม่แก้ไขก็ขยายเวลาการสั่งหยุดดังกล่าวได้อีก 2 ครั้ง uly ไม่เกิน 30 วัน อย่างไรก็ตามก่อนดำเนินการสั่งหยุดต้องมีคำเตือนเป็นหนังสือให้นายจ้างปฏิบัติแก้ไขความไม่ปลอดภัยนั้นก่อน

หมวดที่ 6 เป็นเรื่องเกี่ยวกับการจัดตั้งกองทุนความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน การบริหารกองทุน สำหรับที่มาของเงินกองทุนอาจมาจาก เงินทุนประเดิมที่รัฐบาลจัดสรรให้ เงินที่จัดสรรมาจากกฎหมายว่าด้วยเงินทดแทน เงินค่าปรับผู้กระทำความผิด เงินอุดหนุนจากรัฐบาล และเงินหรือทรัพย์สินที่มีผู้บริจาคให้ รวมทั้ง ผลประโยชน์ ค่าธรรมเนียมใบอนุญาต ดอกผล และรายได้อื่นๆ

หมวดที่ 7 เป็นเรื่องเกี่ยวกับการจัดตั้งสถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน ซึ่งมีหน้าที่ในการส่งเสริมและแก้ปัญหาเกี่ยวกับความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน ด้วยการจัดทำมาตรฐาน ร่วมดำเนินงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การศึกษาวิจัยที่นำไปสู่การพัฒนาและส่งเสริมความปลอดภัยฯ โดยหน่วยนี้ได้จัดตั้งขึ้นอย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2558 ซึ่งเป็นวันที่พระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน) พ.ศ. ๒๕๕๘ ประกาศในราชกิจจานุเบกษา

หมวดที่ 8 เป็นบทกำหนดโทษกับบุคคลหรือนิติบุคคล ที่เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติฉบับนี้ ได้แก่ นายจ้าง ลูกจ้าง ผู้ขัดขวางการดำเนินงานนายจ้าง ผู้รับเหมาขั้นต้น ผู้รับเหมาช่วงทุกระดับ พนักงานตรวจความปลอดภัย ผู้ขัดขวางพนักงานตรวจความปลอดภัย ตลอดจนผู้ให้บริการและรับรองผลการตรวจวัด ตรวจสอบ ทดสอบ รับรองประเมินความเสี่ยง ผู้ชำนาญการด้านความปลอดภัยที่ดำเนินการโดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน สำหรับอัตราโทษมีความแตกต่างกันไป ซึ่งสูงสุดของอัตราโทษตามพระราชบัญญัติฉบับนี้ อยู่ที่โทษจำคุกไม่เกินหนึ่งปี หรือ ปรับไม่เกินสี่แสนบาท หรือ ทั้งจำทั้งปรับ

2.2.3.3 มาตรฐานระหว่างประเทศ ISO11228

การยกและเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกายหรือแรงคน ถือว่าเป็นกิจกรรมหนึ่งที่น่านำไปสู่การบาดเจ็บหรือเกิดอาการผิดปกติที่ระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูก (Musculoskeletal Disorders: MSDs) โดยเฉพาะเมื่อต้องยกและเคลื่อนย้ายของที่มีน้ำหนักมากเกินกว่าความสามารถของร่างกาย เพื่อให้คำแนะนำเกี่ยวกับขีดจำกัดน้ำหนักยกสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้นำมาตรฐานระหว่างประเทศ ISO11228 ส่วนที่ 1 ว่าด้วยเรื่องการยก การวาง และการขนย้าย (ISO11228:2021 Part1) มาประกาศในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 16 มีนาคม 2565 ในลักษณะของมาตรฐานแนะนำเกี่ยวกับขีดจำกัดที่แนะนำสำหรับน้ำหนักในงานยก งานวาง และการขนย้ายวัสดุด้วยแรงกาย โดยการพิจารณาขีดจำกัดของน้ำหนักที่แนะนำ (Recommendation Mass Limit: RML) ควรคำนึงถึงปัจจัยเสี่ยงต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำงาน ได้แก่ ระยะห่างของวัตถุ ความสูงของวัตถุ ระยะทางการเคลื่อนย้าย ความถี่ในการทำงาน การจับยึดชิ้นงาน การบิดเอี้ยวลำตัวขณะยก การยกด้วยมือเดียว การยกหลายคน และ ระยะเวลาทำงานที่มากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน (ISO, 2021)

มาตรฐานแห่งชาติฉบับนี้ประกาศในราชกิจจานุเบกษาในลักษณะที่เรียกว่ามาตรฐานฉีกปกเนื้อหาทั้งหมดนำมาจากมาตรฐานระหว่างประเทศ ISO11228:2021 ส่วนที่ 1 ซึ่งเป็นหนึ่งในกลุ่มมาตรฐานทางด้านการยศาสตร์ (ergonomics) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ข้อมูลกับผู้ออกแบบ (designers) นายจ้าง (employer) ลูกจ้าง (employee) และบุคคลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบงาน ออกแบบวิธีการทำงาน ออกแบบผลิตภัณฑ์ ที่จะไม่ส่งผลให้เกิดกิจกรรมการยกและเคลื่อนย้ายสิ่งของที่เกินกว่าความสามารถของคน อันเป็นเป้าหมายสำคัญที่จะนำไปสู่คุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น (human well-being) และ มีระบบการทำงานที่มีประสิทธิภาพ (overall system

performance) มาตรฐานฉบับนี้ใช้พิจารณาในกรณีที่งานยก งานวาง และงานขนย้าย เกี่ยวข้องกับสิ่งของที่มีน้ำหนักมากกว่า 3 กิโลกรัม (กรณีที่น้ำหนักน้อยกว่า 3 กิโลกรัม จะพิจารณาตรวจสอบและประเมินอันตรายที่ให้ไว้ใน ISO11228 Part 3 แทน)

มาตรฐานฉบับนี้มีหลักการพิจารณาในการหาขีดจำกัดน้ำหนักยกและเคลื่อนย้ายโดยเทียบกับมวลอ้างอิง (reference mass: M_{ref}) มวลอ้างอิงมีใช้น้ำหนักสูงสุดที่คนยกได้ แต่เป็นขีดจำกัดของน้ำหนักยกที่สามารถป้องกันไม่ให้เกิดการบาดเจ็บได้ในสัดส่วนที่สูง มวลอ้างอิงพิจารณาจากกลุ่มประชากรที่มีความแตกต่างกันในเรื่อง อายุ เพศ และประสบการณ์ทำงาน ดังแสดงในตารางที่ 2.2 ค่าของมวลอ้างอิงต่ำสุดอยู่ที่ 5 กิโลกรัม ในกรณีที่ เป็นกลุ่มประชากรเด็กและผู้สูงอายุที่ไม่ได้มีประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับงานยกและเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยแรงกาย และค่ามวลอ้างอิงสูงสุดอยู่ที่ 25 กิโลกรัม ในกรณีของแรงงานวัยผู้ใหญ่ (adult working population) เพศชายอายุมากกว่า 20 ปี และน้อยกว่า 45 ปี ค่าของมวลอ้างอิงเหล่านี้มีจุดเริ่มต้นมาจากงานวิจัยจำนวนมากที่เกี่ยวกับสมการงานยกของ NIOSH (NIOSH Lifting Equation) (Water et al., 1994) ซึ่งพิจารณามวลอ้างอิงที่ 23 กิโลกรัม ที่มาของสมการการยกของ NIOSH และมวลอ้างอิง (23 กิโลกรัม) จะอธิบายในย่อหน้าถัดไป

ตารางที่ 2.3 มวลอ้างอิงสำหรับกลุ่มประชากรแยกตามอายุและประสบการณ์

การนำไปใช้ งาน	มวลอ้างอิง (kg)	ร้อยละของประชากรที่ได้รับการป้องกัน			กลุ่มประชากร	
		ชายและ หญิง	หญิง	ชาย		
ไม่ใช่การ ประกอบอาชีพ	5	ไม่มีข้อมูล			เด็กและ ผู้สูงอายุ	ประชากร ทั้งหมด
	10	99	99	99	ประชากร ทั่วไป	
การประกอบ อาชีพ	15	95	90	99	ประชากรวัย ทำงาน รวม ผู้เยาว์และผู้ อาวุโส	ประชากรวัย ทำงาน
	20					
	23					
	25	85	70	95	ประชากรวัย ผู้ใหญ่	
	30 35 40	*			กลุ่มพิเศษ (ผู้ที่ได้รับการฝึกฝน และมี ประสบการณ์)	

หมายเหตุ * หมายถึง กรณีสถานการณ์พิเศษ ควรพยายามหลีกเลี่ยงการเคลื่อนย้ายด้วยสิ่งของด้วยแรงกาย หรือลดความเสี่ยงให้น้อยที่สุดเท่าที่ทำได้ กรณียกเว้นมวลอ้างอิงอาจมากกว่า 25 กิโลกรัม ควรเพิ่มความระมัดระวัง และพิจารณาในเรื่องการให้ความรู้ และการฝึกอบรมให้แก่พนักงาน เช่น ความรู้เรื่องการระบุและการลดความเสี่ยงเป็นพิเศษ สภาวะการทำงาน และขีดความสามารถของแต่ละคน เป็นต้น

สถาบันสุขภาพและความปลอดภัยในการประกอบอาชีพ NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health) มีความตระหนักถึงปัญหาที่เพิ่มขึ้นของบาดเจ็บและอาการปวดบริเวณหลังส่วนล่าง อันเนื่องมาจากงานยกของ (lifting loads) โดยใช้แรงกายที่มากเกินไปอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องมีการควบคุมและแก้ไข หน่วยงาน NIOSH จึงได้มีการตีพิมพ์ข้อเสนอแนะการปฏิบัติงานสำหรับการยกของด้วยมือ (Work Practices Guide for Manual Lifting) (NIOSH WPG, 1981) เนื้อหาในคู่มือเล่มนี้ ประกอบด้วย ขั้นตอนการวิเคราะห์ (analytical procedures) และสมการการยก (lifting equation) สำหรับคำนวณน้ำหนักที่แนะนำสำหรับงานยกที่ใช้สองมือแบบสมมาตร โดยปราศจากเครื่องช่วยออกแรงใดๆ และแนวทางการควบคุมอันตรายจากการบาดเจ็บของหลังส่วนล่างจากการยกของด้วยมือ สำหรับการพิจารณาความปลอดภัยของสภาพหรือลักษณะงานที่จะไม่ทำให้เกิดการบาดเจ็บเนื่องจากการใช้แรงมากเกินไปความสามารถของร่างกายผู้ปฏิบัติงาน ถูกอธิบายในรูปของ Strain Index

$$\text{Strain Index} = \frac{\text{job demands}}{\text{worker capacity}}$$

ซึ่งหากค่าดัชนีความเครียดมากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่างานนั้นจะส่งต่อการบาดเจ็บเนื่องจากการใช้กำลังมากกว่าเกินกว่าความสามารถของร่างกาย อย่างไรก็ตามข้อแนะนำที่ถูกเผยแพร่ใน The WPG 1981 ยังมีข้อจำกัดหลายอย่าง ได้แก่ เหมาะสำหรับงานที่มีการยกของอย่างซ้ำๆ ต้องยกของด้วยมือทั้งสองข้างและอยู่ในท่าทางที่สมมาตร (ไม่มีการบิดเอี้ยวลำตัวไปในด้านใด) ขนาดของวัตถุไม่กว้างมาก คือ ไม่เกิน 75 เซนติเมตร หรือ 30 นิ้ว และวัตถุต้องมีหูจับถนัดมือ จากข้อจำกัดเหล่านี้สมการ NIOSH ในปี 1981 จึงไม่สามารถประยุกต์ใช้ได้ในการศึกษาหลายๆกรณี The WPG 1981 เสนอสมการในการค้นหาขีดจำกัดเบื้องต้น (an action limit: AL) สำหรับงานยก โดย NIOSH แบ่งงานยกออกเป็น 3 ระดับ

1. ระดับที่ยอมรับได้ (acceptable) คืองานยกที่อยู่ต่ำกว่าค่า AL ซึ่งงานยกนี้จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายหรือมีความเสี่ยงน้อยมากและเป็นงานที่ผู้ปฏิบัติงานเพศชายและหญิงยอมรับได้ถึง 99% และ 75% ตามลำดับ เป็นการพิจารณาทางจิตใจ (psychological criterion)
2. ระดับที่ยอมรับได้ในเฉพาะบางกลุ่ม (unacceptable for some individuals) คืองานที่อยู่ระหว่างค่า AL และค่า MPL (maximum permissible limit; MPL) ซึ่งมีค่าเป็น 3 เท่าของ AL ซึ่งเป็นงานที่มีความเสี่ยงมากและเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานที่มีความสามารถต่ำ จึงควรมีการตรวจสอบสมรรถภาพ ทดสอบกำลัง และให้คำแนะนำในการปฏิบัติงาน เพื่อให้เกิดความรู้และเข้าใจที่ถูกต้องก่อนปฏิบัติงาน
3. ระดับที่ยอมรับไม่ได้ (unacceptable for most individuals) คืองานยกที่เกินค่า MPL ซึ่งเป็นงานที่ผู้ปฏิบัติงานชายและหญิงไม่สามารถยกได้ถึง 75% และ 99% ตามลำดับ จำเป็นต้องมีการควบคุมทางด้านวิศวกรรม เพื่อทำการออกแบบลักษณะงานใหม่

สำหรับสมการการหาค่า Action Limit สามารถคำนวณได้ตามสมการดังต่อไปนี้

$$AL \text{ (kg)} = 40 \times \left(\frac{15}{H}\right) \times (1 - 0.04|v - 75|) \times \left(0.7 \times \frac{7.5}{D}\right) \times \left(1 - \frac{F}{F_{max}}\right) \text{ (metric units)}$$

$$AL \text{ (lb)} = 90 \times \left(\frac{6}{H}\right) \times (1 - 0.01|v - 30|) \times \left(0.7 + \frac{3}{D}\right) \times \left(1 - \frac{F}{F_{max}}\right) \text{ (US customary units)}$$

โดยที่ H หมายถึง ระยะของมือที่ห่างจากลำตัว (วัดที่ตำแหน่งข้อเท้า) ตามแนวราบ
V หมายถึง ระยะของมือที่ห่างจากพื้นที่ยกของวัตถุตามแนวตั้ง
D หมายถึง ระยะยก (หรือวาง) จากจุดต้นทางถึงจุดปลายทางวัดตามแนวตั้ง
F หมายถึง ความถี่ของการยก

ต่อมาในปี ค.ศ. 1991 NIOSH มีการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องใหม่ ได้มีการปรับปรุงสมการคำนวณใหม่ในปี ค.ศ. 1993 และจัดทำคู่มือการใช้สมการในการคำนวณใหม่ในปี ค.ศ. 1994 โดยสมการคำนวณที่ทบทวนใหม่ถูกพิจารณาภายใต้เกณฑ์ความปลอดภัย 4 ด้าน (1) ชีวกลศาสตร์ (2) สรีรวิทยา (3) จิตฟิสิกส์ และ (4) ระบาดวิทยา อีกทั้งยังครอบคลุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยกมากขึ้น เช่น ทบหนักน้ำหนักที่เป็น AL ใหม่ ทบหนักระยะของวัตถุ ที่อยู่ห่างจากลำตัวให้ใกล้เคียงสภาพงานที่แท้จริง จาก 6 นิ้ว เป็น 10 นิ้วพุด หรือ 25 เซนติเมตร อีกทั้งยังเพิ่มเติมปัจจัยเรื่องมุมของการบิดเอี้ยวลำตัวในขณะยก ความถี่และระยะเวลาในการยก และความถี่ในการจับวัตถุ นำมาพิจารณาเพิ่มเติม และได้กำหนดนิยามบางตัวขึ้นใหม่ได้แก่ น้ำหนักที่แนะนำให้ยกได้ (recommended weight limit) ซึ่งคล้ายกับ AL ในสมการรุ่นก่อน และดัชนีการยก (lifting index)

ซึ่งดัชนีการยกสามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$LI = \frac{\text{Load Weight}}{\text{Recommended Weight Limit}} = \frac{L}{RWL}$$

สำหรับการหาค่าขีดจำกัดของน้ำหนักยกที่แนะนำ สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

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

LC	หมายถึง ค่าน้ำหนักคงที่ มีค่าเท่ากับ 23 กิโลกรัมเสมอ
H (horizontal location)	หมายถึง ค่าระยะห่างของมือกับลำตัว
HM (horizontal multiplier)	หมายถึง ค่าตัวคูณที่เปิดได้จากตาราง เมื่อทราบค่า H
V (vertical location)	หมายถึง ระยะห่างระหว่างมือกับพื้น
VM (vertical multiplier)	หมายถึง ค่าตัวคูณที่เปิดได้จากตาราง เมื่อทราบค่า V
D (vertical travel distance)	หมายถึง ระยะทางของการยก/วาง วัดตามแนวตั้ง
DM (distance multiplier)	หมายถึง ค่าตัวคูณที่เปิดได้จากตาราง เมื่อทราบค่า D
A (asymmetric angel)	คือ ค่าของมุมในการบิดตัวขณะยก
AM (asymmetric multiplier)	หมายถึง ค่าตัวคูณที่เปิดได้จากตาราง เมื่อทราบค่า A
F (frequency multiplier)	หมายถึง ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการยกของในเวลา 1 นาที
FM (frequency multiplier)	หมายถึง ค่าตัวคูณที่เปิดได้จากตาราง เมื่อทราบค่า F
C (coupling classification)	หมายถึง ลักษณะการจับยกสิ่งของ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่ดี ปานกลาง และไม่ดี
CM (coupling multiplier)	หมายถึง ค่าตัวคูณที่เปิดได้จากตาราง เมื่อทราบค่า C

ค่าน้ำหนักคงที่ (load constant) 23 กิโลกรัม (51lb) หมายถึง น้ำหนักสูงสุดที่แนะนำสำหรับการยกที่ตำแหน่งยกมาตรฐานภายใต้สภาวะที่เหมาะสม (เช่น ตำแหน่งในแนวขวาง การยกเป็นครั้งคราว การจับยกสิ่งของอย่างถนัดมือ ระยะห่างระหว่างมือกับพื้น ≤ 25 ซม. เป็นต้น) การกำหนดค่าน้ำหนักคงที่ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ทางจิตฟิสิกส์

และชีวกลศาสตร์ พบว่าการทำงานยกที่มีน้ำหนักไม่เกิน 23 กิโลกรัมในสภาพการทำงานอุดมคติ (ปัจจัยเสี่ยงน้อย) จะสามารถป้องกันการบาดเจ็บในกลุ่มคนงานเพศชายที่มีสุขภาพดีได้ถึง 99% และกลุ่มคนงานเพศหญิงที่มีสุขภาพดีได้ถึง 75% และแรงกดหมอนรองกระดูกที่เกิดจากการยกในสภาวะที่เหมาะสมดังกล่าวจะมีค่าน้อยกว่า 3400 kN จากการศึกษาของ Snook and Ciriello (Snook and Ciriello, 1991) พบว่า แม้ว่าค่าน้ำหนักคงที่เท่ากับ 23 กิโลกรัม จะขึ้นอยู่กับขีดจำกัดน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้สำหรับ 75% ของคนงานหญิง แต่จากการศึกษาของพวกเขาเมื่อนำ น้ำหนักคงที่นี้ไปคำนวณในสมการการยกพบว่า น้ำหนักที่แนะนำให้ยกมีแนวโน้มที่จะยอมรับได้อย่างน้อย 90 % ของคนงานหญิง

Ahmad and Muzammil (2022) ได้กล่าวในงานวิจัยของพวกเขาเกี่ยวกับน้ำหนักคงที่ ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักสูงสุดที่แนะนำสำหรับงานยก (maximum weight of lift: MAWL) ควรพิจารณาถึงปัจจัยส่วนบุคคลอาทิ เพศ อายุ ชาติพันธุ์ BMI น้ำหนัก สัดส่วนร่างกาย เพื่อสามารถกำหนดค่าน้ำหนักคงที่ที่สามารถคำนวณค่า RWL ในสมการกันได้ทั่วโลก และยังได้ค่า RWL ที่เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานมากที่สุด ทั้งนี้งานวิจัยส่วนใหญ่ศึกษาโดยใช้เกณฑ์ จิตพิลิกส์ และบางงานวิจัยใช้ทั้ง 3 เกณฑ์ ได้แก่ เกณฑ์สรีรวิทยา จิตพิลิกส์ และชีวกลศาสตร์ในการหาค่า MAWL ที่เหมาะสมกับพลเมืองในประเทศของตน

ค่าน้ำหนักคงที่ในสมการ NIOSH เป็นค่าที่กำหนดโดยใช้ข้อมูลเบื้องต้นของชนชาติจะวันตกเท่านั้น ไม่ได้ผ่านการพิจารณาอายุ เพศ และประสบการณ์การทำงานของประชากรหลากหลายชนชาติเหมือนกับค่า reference mass ที่กำหนดในมาตรฐานระหว่างประเทศ ISO11228 ที่กล่าวไปข้างต้น จึงทำให้ค่าน้ำหนักคงที่นี้ไม่เหมาะที่จะนำมาคำนวณค่า RWL สำหรับผู้ปฏิบัติงานทุกกลุ่ม เนื่องจากอายุเป็นปัจจัยส่วนบุคคลที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บต่อระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ บุคคลที่อายุยังไม่ถึง 18 ปีบริบูรณ์ ไม่ควรจัดให้ออกแรงยกของหนักหรือทำงานหนัก เนื่องจากร่างกายยังเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ อาจส่งผลกระทบต่อโครงสร้างร่างกายของเด็กได้ในทางกลับกันผู้ปฏิบัติงานที่มีอายุมากขึ้นก็ยิ่งควรยกของที่มีน้ำหนักน้อยลง เพราะความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกระดูกและกล้ามเนื้อน้อยกว่าผู้ปฏิบัติงานในกลุ่มคนที่อายุน้อย จึงมีความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บมากกว่า เช่นเดียวกับเพศ ผู้ปฏิบัติงานผู้หญิงและผู้ชายที่ได้รับการฝึกการใช้กล้ามเนื้อเท่า ๆ กัน ผู้หญิงจะสามารถออกแรงได้เพียงร้อยละ 70 ของผู้ชาย เนื่องจากขนาดกล้ามเนื้อของผู้หญิงเล็กกว่าผู้ชาย ดังนั้นผู้ชายสามารถยกของที่มีน้ำหนักได้มากกว่าผู้หญิง ปัจจัยเรื่องประสบการณ์ในการทำงาน กลุ่มคนที่เคยปฏิบัติงานหรือเป็นผู้ปฏิบัติงานจะมีความสามารถในและเทคนิคในการยกและเคลื่อนย้ายสิ่งของที่มีน้ำหนักมากได้ดีกว่ากลุ่มคนที่ไม่มีประสบการณ์ในการทำงานประเภทการยกหรือเคลื่อนย้ายสิ่งของ ดังนั้นเมื่อนำค่าน้ำหนักคงที่ (23 kg) มาคำนวณค่า RWL ค่า RWL ที่ได้อาจเหมาะสมกับประชากรบางกลุ่มเท่านั้น

ขีดจำกัดของน้ำหนักยกที่แนะนำ (Recommendation Mass Limit: RML) มีหน่วยเป็นกิโลกรัมหรือปอนด์ เป็นน้ำหนักที่มีความปลอดภัยสูงเมื่อต้องยกด้วยแรงคน ค่าขีดจำกัดของน้ำหนักยกที่แนะนำจะลดลงตามปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ สำหรับรายละเอียดใน มตช.11228 เล่ม 1-2564 จะคำนวณจากสมการที่มีปัจจัยเสี่ยงเป็นตัวคูณดังแสดงในสมการ RML ที่ให้ไว้ด้านล่าง โดยมีมวลอ้างอิง (m_{ref}) เป็นค่าเริ่มต้น และตัวคูณ (multiplier) จากปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ 9 ปัจจัย ได้แก่ ระยะห่างของวัตถุ ความสูงของวัตถุ ระยะทางการเคลื่อนย้าย ความถี่ในการทำงาน การจับยึดชิ้นงาน การบิดเอี้ยวลำตัวขณะยก การยกด้วยมือเดียว การยกหลายคน และ ระยะเวลาทำงานที่มากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน ค่าของตัวคูณปัจจัยเสี่ยงจะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 เมื่อตัวคูณปัจจัยเสี่ยงมีค่าเป็น 1 หมายความว่าตัวคูณที่มาจากปัจจัยนั้นมีลักษณะที่เหมาะสมต่อการทำงานยก ซึ่งเป็นลักษณะที่มีค่าความเสี่ยงต่ำสามารถป้องกันหรือลดการบาดเจ็บทางระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกได้สูง

$$RML = m_{ref} \times h_M \times v_M \times d_M \times \alpha_M \times f_M \times c_M \times [o_M \times p_M \times \varepsilon_M]$$

h_M	ตัวคูณจากปัจจัยเสี่ยงระยะห่างในแนวระดับของวัตถุขณะทำการยก
v_M	ตัวคูณจากปัจจัยเสี่ยงความสูงในแนวตั้งของวัตถุจากพื้นขณะทำการยก
d_M	ตัวคูณจากปัจจัยเสี่ยงระยะทางขจัดในแนวตั้งของระหว่างจากจุดยกไปจุดวาง
α_M	ตัวคูณปัจจัยเสี่ยงจากการบิดเอี้ยวลำตัว (หน่วยเป็น องศา)
f_M	ตัวคูณปัจจัยเสี่ยงจากความถี่ในการยก (หน่วยเป็น ครั้งต่อนาที)
c_M	ตัวคูณปัจจัยเสี่ยงจากคุณภาพของลักษณะการจับยึดวัตถุขณะยก
o_M	ตัวคูณปัจจัยเสี่ยงจากการยกวัตถุมือเดียว
p_M	ตัวคูณปัจจัยเสี่ยงจากการยกวัตถุด้วยคนสองคนขึ้นไป
ε_M	ตัวคูณปัจจัยเสี่ยงจากการทำงานเกิน 8 ชั่วโมงต่อวัน

2.3 วิธีการศึกษาน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้

จากงานวิจัยของ Water และคณะ (1994) ได้แนะนำน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้อยู่ที่ 23 กิโลกรัม และค่าน้ำหนักสูงสุดที่อนุญาตให้ยกได้สูงสุดจะลดลงเมื่องานยกที่มีความเสี่ยงมากขึ้น และเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยเสี่ยงโดยปัจจัยเสี่ยงที่นำมาพิจารณามีด้วยกัน 6 อย่างคือ ระยะห่าง ความสูง ระยะทางการยกในแนวตั้ง

มุมการบิดเอี้ยวตัว การจับยึด และความถี่ งานวิจัยของ NIOSH ได้รับการยอมรับและนำไปดัดแปลงใช้เป็นมาตรฐานระหว่างประเทศ ISO 11228-1:2003 Ergonomics -- Manual handling -- Part 1: Lifting and carrying โดยกำหนดน้ำหนักสูงสุดสำหรับเด็กชายที่อายุต่ำกว่า 18 ปี ไว้ที่ 20 กิโลกรัม และเด็กหญิงที่อายุต่ำกว่า 18 ปี 15 กิโลกรัม (ISO/TR 12295, 2014) โดยน้ำหนักสูงสุดนี้จะลดลงตามปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ ด้วยเช่นกัน สำหรับประเทศไทยได้มีการออกกฎกระทรวงแรงงานกำหนดอัตราน้ำหนักที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานได้เมื่อปี พ.ศ. 2547 โดยอนุญาตให้นายจ้างจ้างลูกจ้างเพื่อยกย้ายของที่มีน้ำหนักสูงสุดไม่เกิน 25 กิโลกรัมสำหรับเด็กชาย และ 20 กิโลกรัมสำหรับเด็กหญิง ซึ่งเป็นเพียงกฎหมายฉบับเดียวที่มีอยู่ และไม่มีมีการพิจารณาปัจจัยเสี่ยงใด ๆ ร่วมด้วย จึงพอที่จะกล่าวได้ว่าการให้เด็กทำงานยกของที่มีน้ำหนักยกสูงสุดที่ระบุในกฎหมายฉบับนี้อาจจะส่งผลต่อการบาดเจ็บของเด็กเมื่อต้องปฏิบัติงานที่มีปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ ที่กล่าวไว้ข้างต้นร่วมด้วย

2.3.1 เกณฑ์ทางชีวกลศาสตร์

กฎเกณฑ์ทางชีวกลศาสตร์พิจารณาจากแรงกระทำที่เกิดขึ้นภายในร่างกายมนุษย์และแรงกล้ามเนื้อที่ต้องใช้เอาชนะแรงโน้มถ่วงของโลกขณะที่ทำงานยกเคลื่อนย้ายวัตถุ การใช้เกณฑ์ทางชีวกลศาสตร์มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดขีดจำกัดปริมาณความหนักเบาของงานให้อยู่ในขอบเขตของความสามารถหรือความแข็งแรงของร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน โดยแรงที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายต้องไม่ส่งผลให้เกิดแรงกด (Compressive Force) ที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลังเกินกว่าที่จะทนได้ ขณะที่คนเรายกของด้วยมือจะส่งผลให้เกิดการส่งผ่านของแรงไปยังข้อต่อต่าง ๆ ของร่างกาย รวมถึงข้อต่อกระดูกสันหลังด้วยเช่นกัน ข้อต่อกระดูกสันหลังส่วนที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือกระดูกสันหลังส่วนเอวโดยเฉพาะหมอนรองกระดูกสันหลังที่อยู่ระหว่างกระดูกสันหลังชั้นที่ 5 กับกระดูกกระเบนเหน็บชั้นที่ 1 (Lumbosacral Disc : L5/S1 Disc) ด้วยเหตุนี้ค่าของแรงที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลังส่วน L5/S1 จึงถูกใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาเพื่อหาขีดจำกัดน้ำหนักของวัตถุสูงสุดที่ยอมรับได้และมีความปลอดภัยไม่ส่งผลต่อความเสียหายและการบาดเจ็บของหมอนรองกระดูกสันหลังส่วนนี้ (Tichauer, 1971)

การหาน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์ทางชีวกลศาสตร์ คือ การศึกษาและวิเคราะห์หาแรงกระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลังส่วน L5/S1 ในขณะยกด้วยวิธีการทางกลศาสตร์แล้วนำค่าแรงกระทำนี้ไปเทียบกับความแข็งแรงของหมอนรองกระดูกสันหลังที่วัดได้จากศพซึ่งมีการเก็บรักษาอย่างดีและมีการตรวจสอบจากแพทย์แล้วว่ามีความสมบูรณ์ไม่มีการแตกร้าว ทดสอบโดยการเพิ่มน้ำหนักกดลงไปบนชิ้นส่วนกระดูกจนกระทั่งกระดูกเริ่มเกิดความเสียหาย Waters และคณะ (1994) ได้อ้างถึงการศึกษาวัดค่าความทนต่อแรงกด (compressive strength) จากงานวิจัยหลายชิ้น ซึ่งหนึ่งในนั้นคือการศึกษาของ Brickman และคณะ (1988) พบค่าความทนต่อแรงกดที่น้อยที่พบจากศพที่นำมาทดสอบมีค่าเพียง 2100 นิวตัน ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่จะนำมาใช้ในการพิจารณาสำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากการวัดค่าแรงกระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลังที่เกิดขึ้นจริงในขณะยกนั้นทำได้ยากและอาจเป็นอันตราย นักวิทยาศาสตร์จึงได้หาวิธีการในการวิเคราะห์และทำนายค่าแรงกดที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลัง (predicted compressive force) ด้วยการใช้แบบจำลองทางกลศาสตร์หรือต่อมามีภายหลังเรียกว่าแบบจำลองทางชีวกลศาสตร์ Waters และคณะ (1994) ได้อ้างถึงแบบจำลองทางชีวกลศาสตร์ชิ้นแรกที่ใช้กันอย่างแพร่หลายถูกพัฒนาโดย Chaffin (1969) แบบจำลองนี้ใช้ข้อมูลสองส่วนที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย (internal force) ในการออกแรงต้านโมเมนต์ที่เกิดจากน้ำหนักยกซึ่งเป็นแรงภายนอก สำหรับแรงภายในทั้งสองส่วนมาจาก (1) แรงกระทำของกล้ามเนื้อหลังส่วนเอว (extensor electorspinae muscle) ที่อยู่ด้านหลังและ (2) แรงเพื่อการรักษาสมดุลที่เกิดจากความดันในช่องท้อง (pressure of the abdominal cavity) ที่อยู่ด้านหน้า แบบจำลองนี้ใช้ทำนายค่าโดยประมาณของแรงกดที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลังส่วน L5/S1 (lumbosacral disc)

การทำนายค่าแรงกดที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกนี้ต้องใช้ข้อมูลน้ำหนักของที่ยกและระยะห่างระหว่างสิ่งของที่ถูยกกับจุดศูนย์กลางของหมอนรองกระดูกสันหลังส่วน L5/S1 มาร่วมในการคำนวณด้วย สมดุลของโมเมนต์ที่เกิดจากแรงทั้งทางด้านหน้าและด้านหลัง โมเมนต์ที่เกิดจากน้ำหนักยกและระยะห่างจากจุดหมุนบริเวณหมอนรองกระดูกสันหลังส่วน L5/S1 จะส่งผลให้เกิดแรงปฏิกิริยากระทำที่จุดหมุนบริเวณหมอนรองกระดูกส่วน L5/S1 แรงกระทำบนหมอนรองกระดูกจะแตกต่างกันไปตามน้ำหนักของที่ยก ท่าทางและระยะห่างของสิ่งของที่ทำการยก การศึกษาของ Chaffin และ Park (1973) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำต่อหมอนรองกระดูกกับข้อมูลปรากฏของภาวะการปวดหลังส่วนล่าง (low back pain: LBP) ที่อ้างไว้ในเอกสารของ Waters และคณะ (1994) พบว่าภาวะการปวดหลังส่วนล่างมีน้อยกว่าร้อยละ 5 เมื่อแรงกดที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกมีค่าต่ำกว่า 2500 นิวตัน และจะเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 10 เมื่อค่าทำนายแรงกดที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลังมีค่าสูงกว่า 4500 นิวตัน ขณะที่การศึกษาของ Anderson และคณะ (1986) รายงานว่าพนักงานชายที่ยกของในสภาพงานที่มีค่าทำนายของแรงกดบนหมอนรองกระดูกเกินกว่า 3400 นิวตัน จะมีอัตราการปวดหลังมากกว่าพนักงานกลุ่มที่อยู่ในสภาพงานที่มีค่าทำนายของแรงกดบนหมอนรองกระดูกสันหลังต่ำกว่าเกณฑ์ 3400 นิวตันนี้อยู่ถึงร้อยละ 40

ในงานวิจัยนี้ใช้ 3DSSPP Software เพื่อทำนายแรงกดที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลังส่วน L5/S1 ซึ่งโปรแกรมนี้ผลิตโดย The Center for Ergonomics of Michigan University (2012) โปรแกรมนี้สามารถทำนายแรงที่กระทำได้ในงานต่าง ๆ เช่น งานยก งานผลัก และงานดึง โปรแกรมสามารถจำลองลักษณะงานที่ทำได้อย่างคร่าว ๆ ซึ่งรวมถึงท่าทางการทำงาน พารามิเตอร์ของแรง ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของเพศชาย/หญิง ผลการวิเคราะห์จะแสดงผลด้วยเปอร์เซ็นต์ของชายและหญิงที่มีความแข็งแรงในการทำงานตามที่ได้บรรยายลักษณะงานไว้ในเบื้องต้น นอกจากนี้ยังแสดงค่าแรงกดอัดที่กระดูกส่วนล่างในหน่วยนิวตัน และมีการเปรียบเทียบข้อมูลตามแนวทางของ NIOSH ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ท่าทางการบิดและงอของลำตัว รวมถึงการออกแรงที่ซับซ้อนได้ โปรแกรมนี้มีการสร้างท่าทางการทำงานอัตโนมัติและภาพประกอบกราฟิก 3 มิติของมนุษย์เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ได้ง่ายและเห็นภาพมากขึ้น (VelocityEHS, 2022)

การยกย้ายวัสดุสิ่งของด้วยแรงกายเป็นงานที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal Disorders, MSDs) ที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บที่อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น บริเวณมือ ข้อมือ แขน ไหล่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณหลังส่วนล่าง เนื่องด้วยโดยพื้นฐานงานยกเป็นงานที่ใช้กล้ามเนื้อบริเวณร่างกายส่วนบน (upper extremities) ในการเคลื่อนไหวค่อนข้างมาก เช่น กล้ามเนื้อหัวไหล่ (deltoid) กล้ามเนื้อคอ (trapezius) กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (biceps brachii) กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง (triceps brachii) รวมถึงกล้ามเนื้อหลังส่วน Thoracic Erector Spinae (TES) และ Lumbar Erector Spinae (LES) ที่ได้รับแรงกดจากงาน ยก (ปริญาภรณ์ แก้วยศ และสุนิสา ชาย เกลี้ยง, 2562; สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2560; Luger et al., 2021; Iranzo et al., 2020; Balasubramanian, 2018; Li et al., 2019; Al-Ashaik et al., 2015) นักวิจัยส่วนใหญ่จึงสนใจในการศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อมัดเหล่านี้ โดยใช้เกณฑ์ชีวกลศาสตร์ และใช้เครื่องมือ Electromyography (EMG) เพื่อประเมินความเมื่อยล้าและบันทึกกิจกรรมทางไฟฟ้าที่เกิดจากกล้ามเนื้อเหล่านี้

2.3.2 เกณฑ์ทางสรีรวิทยา

การใช้เกณฑ์ทางสรีรวิทยาเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการสร้างพลังงานของร่างกาย และความต้องการใช้พลังงานของร่างกาย การยกย้ายของที่มีน้ำหนักมากขึ้น การยกย้ายของซ้ำ ๆ ด้วยความถี่มากขึ้น หรือการยกย้ายของคงค้างไว้เป็นเวลานาน ๆ จะส่งผลให้ความต้องการใช้พลังงานของร่างกายสูงขึ้น ร่างกายจึงต้องการปริมาณออกซิเจนที่สูงขึ้นเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการพลังงานดังกล่าว หากความต้องการใช้พลังงานสูงเกินกว่าความสามารถในการนำพาออกซิเจนของเลือดเข้าสู่เซลล์ของกล้ามเนื้อจะส่งผลให้ร่างกายเกิดความล้าของกล้ามเนื้อในส่วนนั้น ๆ จากการศึกษาของ Rodger และคณะ (1991) พบว่าลักษณะการทำงานแบบซ้ำ ๆ ด้วยการยกของที่มีน้ำหนักไม่มาก และหดตัวของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นเป็นเวลาดสั้น ๆ ไม่เกิน 3 วินาที ลักษณะดังกล่าวจะไม่ส่งผลต่อความล้าของกล้ามเนื้อส่วนนั้น ๆ ยกเว้นแต่ปริมาณการใช้กล้ามเนื้อจะสูงเกินกว่า 70% ของความสามารถสูงสุดในการหดตัว (Maximum Voluntary Contraction : MVC) ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการใช้ออกซิเจน (aerobic capacity) พบว่ามีความแตกต่างกันเนื่องมาจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น อายุ เพศ และความสมบูรณ์ของร่างกาย เป็นต้น (Astrand และ Rodahl, 1986) (Coleman and Burford, 1971) คณะกรรมการและผู้เชี่ยวชาญของ NIOSH ได้พิจารณาที่จะเลือกใช้เกณฑ์ความสามารถในการใช้ออกซิเจนของเพศหญิงที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50% เป็นเกณฑ์พิจารณาน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้แทนที่จะเลือกใช้ของเพศชายหรือค่าที่สูงกว่านี้ อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Astrand และ Rodahl (1986) ยังพบว่าการทำงานในลักษณะการยกด้วยแขน (arm lifting) ควรจะถูกปรับลดลงเป็น 30% ของความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน เนื่องจากมีหลักฐานพบความเป็นไปได้ว่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนของลักษณะการทำงานที่ต้องใช้แขนเป็นหลักจะมีค่าต่ำกว่าลักษณะงานที่ใช้กล้ามเนื้อทั้งลำตัวซึ่งได้รับการยืนยันผลเช่นเดียวกันในการศึกษาของ Sharp และ คณะ (1988)

ในปี ค.ศ. 1991 คณะกรรมการและผู้เชี่ยวชาญของ NIOSH ได้ทำการปรับเกณฑ์ภายหลังจากที่มีข้อโต้แย้งว่าเกณฑ์นี้อาจจะเข้มงวดเกินไปถ้าหากการทำงานเกิดขึ้นในช่วงเวลาดสั้น ๆ ไม่ถึง 8 ชม. โดยแบ่งเกณฑ์ทางสรีรวิทยาสำหรับการพิจารณาน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้เป็น 3 ช่วงเวลาคือ น้อยกว่า 1 ชม. ความต้องการใช้พลังงานไม่เกิน 50% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระยะเวลาต่อเนื่อง 1-2 ชม. ความต้องการใช้พลังงานต้องไม่เกิน 40% และระยะเวลาทำงานต่อเนื่อง 2 - 8 ชม. ความต้องการใช้พลังงานที่นำมาพิจารณาต้องไม่เกิน 33% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่ง NIOSH ใช้ระดับค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้พลังงานสูงสุดที่ 9.5 kcal/min เป็นฐานในการพิจารณา จากการศึกษาวิจัยของ Bar-Or (1975) พบว่าความสามารถใน

การใช้พลังงานสูงสุดเมื่อเทียบกับกิจกรรมของน้ำหนักตัวของเด็ก มีความแตกต่างจากประชากรที่มีอายุ 18 ปีเต็มแล้ว
ไม่มากนัก

2.3.3 เกณฑ์ทางจิตฟิสิกส์

เกณฑ์ทางจิตฟิสิกส์เป็นวิธีการทดสอบแบบสุ่ม โดยใช้ความรู้สึกและการตัดสินใจของผู้ยกย้ายของมา
พิจารณาหาน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ โดยในปี ค.ศ. 1991 คณะกรรมการและผู้เชี่ยวชาญของ NIOSH ได้ศึกษา
งานวิจัยและพบหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับการบาดเจ็บหลังของผู้ปฏิบัติงานมากถึง 3 เท่า ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบ
ผู้ปฏิบัติงานที่ใช้เกณฑ์การยอมรับต่ำกว่า 75% เทียบกับกลุ่มผู้ปฏิบัติงานที่ใช้เกณฑ์การยอมรับระหว่าง 75%-
90% ของผู้ปฏิบัติงาน ด้วยเหตุนี้คณะกรรมการจึงได้ร่วมกันสรุปเกณฑ์การหาน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ที่ไม่น้อย
กว่า 75% ของจำนวนเพศหญิงซึ่งน่าจะเป็นระดับน้ำหนักที่ปลอดภัยมากขึ้น (Snook, 1978) (Herrin และ คณะ,
1986) อย่างไรก็ตามเพื่อกำหนดน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จะปลอดภัยต่อคนมากขึ้นจึงได้เพิ่มเกณฑ์การ
พิจารณาจำนวนการยอมรับของเพศชายไม่น้อยกว่า 99% หรือ 90% ของผู้ปฏิบัติงานทั้งหมดยอมรับ โดยมีเงื่อนไข
ว่ากลุ่มของผู้ปฏิบัติงานยกมีเพศชาย 50% และเพศหญิง 50% เนื่องจากวิธีการทางจิตฟิสิกส์เป็นวิธีการประมาณ
ผลกระทบของงานยกทางชีวกลศาสตร์และสรีรวิทยาของงานยก เป็นการตัดสินใจด้วยตนเองของผู้ปฏิบัติงานจาก
ความรู้สึกปลอดภัย ซึ่งในความเป็นจริงแล้วน้ำหนักที่ผู้ปฏิบัติงานยกยอมรับอาจจะเกินกว่าความสามารถ
(overestimate) ซึ่งมีหลักฐานจากงานวิจัยจำนวนหนึ่งพบว่าน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้มีค่าเกินกว่าความสามารถ
จริงของผู้ยก โดยเฉพาะเมื่องานยกนั้นมีความถี่มากกว่า 6 ครั้งต่อนาที (Ciriello and Snook, 1983) (Asfour และ
คณะ, 1985) (Karwowski และ Yates, 1986) วิธีการนี้ยังพบว่าผู้ปฏิบัติงานประมาณน้ำหนักยกสูงสุดที่ทำได้นานกว่า
ความสามารถของตนเองเมื่อต้องทำงานมากกว่า 1 ชั่วโมง (Mital, 1983) ซึ่งข้อสรุปนี้ได้รับการโต้แย้งจาก Ciriello
และคณะ (1990) ซึ่งพบว่าถ้าการจัดการงานยกดำเนินการอย่างเหมาะสมค่าน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จากวิธีการนี้
ไม่ได้เกินความสามารถในการยกแม้ว่าจะต้องยกต่อเนื่องยาวนานถึง 4 ชั่วโมง

ด้วยเหตุที่เป็นไปได้ว่าการหาน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้โดยใช้เกณฑ์ทั้งสามเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้นอาจให้
ผลสรุปที่แตกต่างกัน เพื่อความปลอดภัย NIOSH ได้ให้แนวคิดของการหาน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จะเลือกค่าน้ำหนักที่น้อยที่สุดที่ได้มาใช้เป็นขีดจำกัดในการยก

บทที่ 3 วัสดุและวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้กำหนดรูปแบบการวิจัย (Research design) เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (experimental study) เพื่อศึกษามวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำให้ทำงานได้ด้วยแรงกายของคนหนึ่งคนในกลุ่มคนงานผู้เยาว์ที่มีอายุระหว่าง 18 – 24 ปี โดยกำหนดวิธีดำเนินการวิจัยเริ่มจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาวางแผนดำเนินการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการกับประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่เป็นคนงานผู้เยาว์ที่มีอายุระหว่าง 18 – 24 ปี ผู้วิจัยจึงได้กำหนดระเบียบวิธีวิจัย ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 ประชากรและขนาดกลุ่มตัวอย่าง

สำหรับที่มาของจำนวนอาสาสมัครในการทดลองครั้งนี้มาจากเอกสารอ้างอิง (Pinder and Boocock 2014) ซึ่งได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องการหาค่าน้ำหนักยกสูงสุดจำนวน 70 เรื่อง พบว่ามีความแตกต่างกันมากพอสมควรโดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักยกสูงสุดที่ได้จากการทดลองต่าง ๆ ที่ความถี่ 5 10 15 30 60 วินาทีอยู่ระหว่าง 0.9-3.2 โดยมีค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 1.84 กิโลกรัม ดังนั้นจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการทดลองเพื่อหาค่าน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับ ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่น 95% จะหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{E} \right)^2$$

ถ้ากำหนดให้ช่วงความยาวของค่าน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับ (E) อยู่ที่ 1 SD โดยใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่น้อยสุด 0.9 กิโลกรัม ซึ่งได้จากเอกสารอ้างอิงมาเป็นข้อมูลในการพิจารณา ดังนั้นจำนวนอาสาสมัครที่ได้จะเท่ากับ

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{E} \right)^2 = \left(\frac{1.96 \times 1.84}{0.8} \right)^2 = 20.32$$

ดังนั้นเมื่อพิจารณาการศึกษาในสองกลุ่มคือเพศชายและเพศหญิง อย่างละ 21 คน โดยอ้างอิงจากสมการข้างต้น และเพื่อความละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูลและอาจเกิดการถอนตัวจากอาสาสมัครร้อยละ 10-15 ที่อาจจะเกิดได้ในระหว่างการเก็บข้อมูล ดังนั้นจำนวนอาสาสมัครทั้งสิ้นจะเป็น 50 คน เพื่อให้ได้ความละเอียดการประมาณค่าน้ำหนักยกสูงขึ้นตามเงื่อนไขดังกล่าว

เกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion criteria)

1. เป็นหญิงและชายสัญชาติไทยที่มีอายุระหว่าง 18 – 24 ปี
2. มีสุขภาพปกติ ไม่มีโรคประจำตัว
3. ไม่มีความผิดปกติทางระบบประสาทหรือระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ เช่น มีอาการชา กล้ามเนื้ออ่อนแรง ในระยะ 1 เดือนที่ผ่านมา
4. ไม่มีความผิดปกติทางระบบประสาทหรือกล้ามเนื้อและกระดูก ซึ่งต้องใช้ยา หรือส่งผลต่อการใช้ชีวิตประจำวัน
5. สามารถยกและเคลื่อนย้ายสิ่งของด้วยมือทั้งสองข้าง

6. ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่พอมมากหรืออ้วนผิดปกติมากเกินไป ซึ่งมีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) อยู่ระหว่าง 18.5-22.9
7. ไม่มีโรคประจำตัวหรือมีอาการดังต่อไปนี้
 - 7.1) เคยเป็นบุคคลที่แพทย์ที่ตรวจรักษาเคยบอกว่ามีภาวะความผิดปกติของหัวใจและควรทำกิจกรรมทางกายภายใต้คำแนะนำของแพทย์เท่านั้น
 - 7.2) เคยมีอาการรู้สึกเจ็บปวดหรือแน่นบริเวณหน้าอกขณะที่ทำกิจกรรมทางกาย
 - 7.3) ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา เคยมีอาการเจ็บแน่นหน้าอก ในขณะที่อยู่เฉยๆ โดยไม่ได้ทำกิจกรรมทางกายใดๆ
 - 7.4) เคยมีอาการสูญเสียการทรงตัว ยื่นหรือเดินเซ วิงเวียนศีรษะหรือเคยเป็นลมหมดสติเป็นประจำ มีโรคประจำตัวซึ่งแพทย์ที่ตรวจรักษาท่านสั่งยาให้รับประทานเพื่อการรักษาโรคความดันโลหิตหรือภาวะผิดปกติของหัวใจ
8. สามารถอ่านและเขียนภาษาไทยได้

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

1. มีความดันที่เกินกว่า 140/90 mmHg มีอัตราการเต้นหัวใจขณะพักที่สูงกว่าร้อยละ 70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดของแต่ละคน (กรมพลศึกษา สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา, 2562)
2. แรงเหวี่ยงดขาดเพศชาย และเพศหญิง มีค่าน้อยกว่า 1.71 และ 0.94 กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว ตามลำดับ (กรมพลศึกษา สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา, 2562)
3. แรงบีบมือเพศชาย และเพศหญิงมีค่าน้อยกว่า 0.50 และ 0.40 กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว ตามลำดับ (กรมพลศึกษา สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา, 2562)
4. การทดสอบแรงยกแขน (arm lift strength) มีค่าน้อยกว่า 5 นิวตัน

เกณฑ์การถอนอาสาสมัครออกจากการศึกษา (Withdrawal/ Discontinuation criteria)

1. มีอาการรู้สึกเจ็บปวดหรือแน่นบริเวณหน้าอกขณะที่ทำการทดลอง
2. มีอาการเจ็บปวดมากหรือผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อขณะทำการทดลอง

3.2 วิธีการดำเนินกิจกรรมและการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

ทีมผู้วิจัยนัดหมายวันและเวลาที่อาสาสมัครสะดวกเข้าร่วมโครงการวิจัย ณ ห้องปฏิบัติการวิจัยมนุษย์และการยศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต โดยอาสาสมัคร 1 คน จะทำการนัดมา 1 ครั้ง เพื่อทำการทดลองโดยมีรายละเอียดลำดับและประมาณการระยะเวลาในแต่ละขั้นตอน ดังแสดงในตารางด้านล่าง สำหรับเวลารวมที่อาสาสมัครจะอยู่ที่ห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 6 ชั่วโมง (360 นาที) อย่างไรก็ตามหากอาสาสมัครรู้สึกเหนื่อยล้าหรือมีอาการอัตราการเต้นของหัวใจไม่กลับสู่ภาวะขณะพักภายใน 20 นาที จะไม่ดำเนินการทดลองต่อ และจะมีการนัดหมายอาสาสมัครอีกครั้งต่อไป สรุปขั้นตอนการทดลองและเก็บข้อมูลวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 3.1

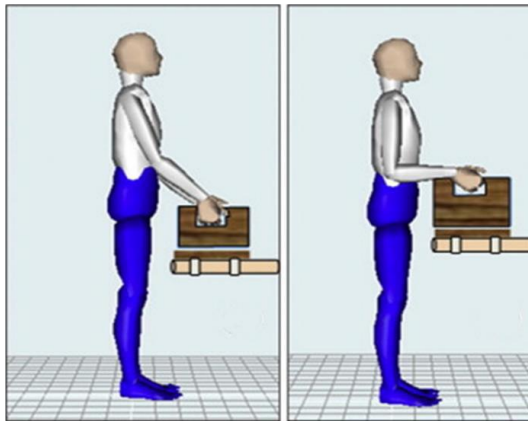
ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการทดลองและเก็บข้อมูลวิจัย

ขั้นตอนที่	กิจกรรมดำเนินการ	เวลาที่ใช้
1	ประเมินความพร้อมของร่างกายด้วยแบบประเมิน PAR-Q & You test (อ้างอิงตามข้อ 10.9)	10 นาที
2	ติดเครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ	20 นาที
3	ให้อาสาสมัครทำการอบอุ่นร่างกายเพื่อเตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อ ด้วยท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อทั่วร่างกาย แต่ละท่าค้างไว้ 15-20 วินาที (x 3 ครั้ง)	10 นาที
4	ทดสอบการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ จำนวน 4 มัด ๆ ละ 5 วินาที (x 3 ครั้ง)	3 - 5 นาที
5	ให้อาสาสมัครนั่งพักจนอัตราการเต้นหัวใจกลับสู่ภาวะพัก	5-10 นาที
6	สุ่มความถี่ 1 ความถี่ และคำนวณน้ำหนักเริ่มต้นในแต่ละความถี่ของการยก โดยใช้ค่า RWL (Recommended weight limit) ที่คำนวณจากสมการการยกของ NIOSH (NIOSH Lifting Equation) จากนั้นให้อาสาสมัครทำการทดลองยกที่ความถี่ดังกล่าว 20 นาที (หมายเหตุ: ความถี่ที่ใช้ในการทดลองจะมี 5 ความถี่ คือ 1 2 4 6 และ 12 ครั้งต่อนาที)	20 นาที
7	ให้อาสาสมัครนั่งและประเมินความรู้สึกเหนื่อยหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองยกตามข้อ 6	1-2 นาที
8	ให้อาสาสมัครยืดเหยียดกล้ามเนื้อและนั่งพักต่อจนกว่าอัตราการเต้นหัวใจเข้าสู่ขณะพัก (Resting heart rate) และอาสาสมัครจะไม่มีอาการเหนื่อยล้า ก่อนการทดลองความถี่ต่อไป* หากพักแล้วพบว่าอาสาสมัครยังคงมีอัตราการเต้นหัวใจขณะพักสูงหรือมีความเหนื่อยล้า จะนัดหมายเพื่อทำการทดลองใหม่	15 - 20 นาที
9	ทำการทดลองความถี่ต่อไปด้วยการสุ่ม และดำเนินการทดลองซ้ำตามข้อ 6-8 จนครบความถี่ที่เหลือ	168 นาที
10	เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ผู้วิจัยจะให้อาสาสมัครยืดเหยียด เพื่อคลายกล้ามเนื้อ ด้วยท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อทั่วร่างกายแต่ละท่าค้างไว้ 15-20 วินาที (x 3 ครั้ง)	10 นาที

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

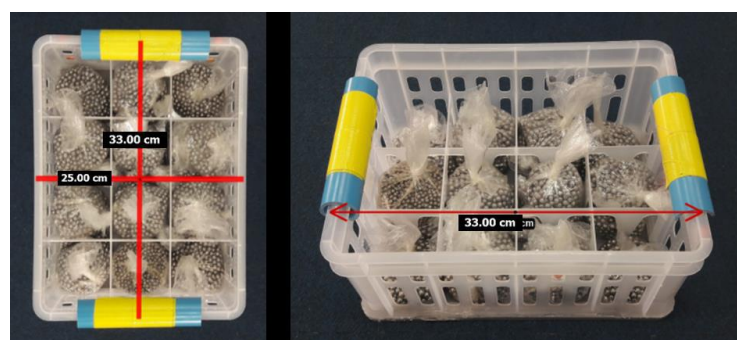
การศึกษานี้ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการปัจจัยมนุษย์และการยศาสตร์ ตึกวิจัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต สถานที่ใช้ในการทดสอบงานยกเป็นสถานที่ที่สามารถปรับระดับได้ โดยจะปรับระดับตามความสูงของผู้เข้าร่วมการทดลองเพื่อไม่ให้เกิดการก้มหลังขณะยก ซึ่งระยะห่างในแนวระนาบระหว่างศูนย์กลางของมวลของสิ่งของกับศูนย์กลางมวลของผู้ปฏิบัติอยู่ที่ประมาณ 0.25-0.35 เมตร และระดับมือจับยึดสิ่งของ

อยู่สูงกว่าระดับก่าบั้นของผู้เข้าร่วมการทดลอง ตามข้อเสนอแนะของ NIOSH อ้างอิงจากมาตรฐาน ISO 11228 Ergonomics-Manual handling-Part 1(2003) ผู้เข้าร่วมการทดลองจะยกย้ายของขึ้นไปวางที่ระดับความสูงข้อศอก (พิจารณาความสูงที่ตำแหน่งมือจับ) ดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 สถานีงานยกที่สามารถปรับระดับได้ โดยอาสาสมัครจะทำการยกจากความสูงก่าบั้น (ซ้าย)

ภาชนะที่ใช้ในการทดลองงานยกเป็นตะกร้าพลาสติกที่มีขายและใช้งานทั่วไป มีขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) 25 x 33 x 14 เซนติเมตร ลักษณะของมือจับตะกร้าเดิมเป็นแกนสี่เหลี่ยมขนาดเล็กอยู่ด้านข้างของตะกร้ามีขอบคม ซึ่งจะทำให้ผู้เข้าร่วมการทดลองเจ็บมือได้ขณะยก ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบปรับปรุงมือจับใหม่โดยใช้ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 เซนติเมตร มาติดเพิ่มเพื่อให้มีขนาดเหมาะสมไม่เล็กหรือใหญ่เกินไป จับได้ถนัดมือ มีผิวเรียบและหน้าตัดมือจับเป็นวงกลมทำให้ไม่เจ็บมือขณะทำการทดลองยก ภายในตะกร้าจะใส่เม็ดโลหะที่บรรจุไว้ในถุง ถุงละ 0.5 กิโลกรัม การทดลองแต่ละครั้งจะใส่ถุงเม็ดโลหะจำนวนแตกต่างกันไปตามเงื่อนไขของน้ำหนักที่ใช้ในการทดลอง จัดวางให้น้ำหนักกระจายอย่างสมดุล ผู้ยกจะทำการยกตามจังหวะด้วยความถี่ที่ได้กำหนดไว้ ลักษณะงานยกจะเป็นการยกขึ้นอย่างเดียว จากจุดยกไปยังจุดวางดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 3.2 ตะกร้าพลาสติกที่ใช้สำหรับงานยก มีขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) 25 x 33 x 14 เซนติเมตร

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย คณะผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยการทดลองยกในแต่ละสถานการณ์จะเก็บข้อมูลเพื่อหามวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำให้ทำงานได้ด้วยแรงกายของคนหนึ่งคนในกลุ่มคนงานผู้เยาว์ที่มีอายุระหว่าง 18 – 24 ปี อ้างอิงการทดลองตามแนวทางของ NIOSH และมาตรฐานสากล ISO 11228 Ergonomics-Manual handling-Part 1 มีการศึกษาที่

ผ่านมาทั้งในและต่างประเทศได้ทำการศึกษาและนำผลการศึกษาไปกำหนดหรือแนะนำน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้สำหรับผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยแรงกายทั้งในภาคอุตสาหกรรม ภาคงานบริการ ภาคเกษตรกรรมและงานขนส่ง เพื่อลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อโดยเฉพาะบริเวณหลังส่วนล่าง (Charoenporn et al., 2019; Pinder and Boocock, 2014; Matti et al., 2004; Li et al., 2009; Saman and Mohammad, 2009) โดยใช้เกณฑ์และเครื่องมือทั้งหมดดังต่อไปนี้

3.4 เกณฑ์ประเมินทางด้านชีวกลศาสตร์ (biomechanics)

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อขณะยกตามเกณฑ์ประเมินทางด้านชีวกลศาสตร์ ได้แก่

- 1) เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ EMG Sensors Delsys รุ่น Trigon Wireless 8 ช่องสัญญาณ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยต่าง ๆ (Pizzolato et al., 2017; Poitras et al., 2019)
- 2) คอมพิวเตอร์สำหรับเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล
- 3) Compressive force on spine (L5/S1 Disc) ใช้โปรแกรมคำนวณ The University of Michigan's 3D Static Strength Prediction Program TM (3D SSPP) และบันทึกภาพด้วยกล้องวิดีโอ 5 ตัว (ด้านบน ด้านหน้า ด้านข้าง)
- 4) สำลี และแอลกอฮอล์ ใช้สำหรับทำความสะอาดผิวหนัง เพื่อลดค่าความต้านทานระหว่างขั้วตัวรับรู้สัญญาณ ก่อนการติดตัวรับรู้สัญญาณศักย์ไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ



ภาพที่ 3.3 เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ EMG Sensors Delsys

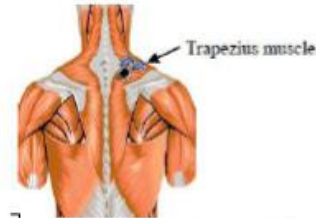
1) วิธีการทดลองทางชีวกลศาสตร์

การทดสอบตามเกณฑ์ทางชีวกลศาสตร์จะทำการศึกษาค่าแรงกระทำต่อหมอนรองกระดูกด้วยการใช้แบบจำลองทางชีวกลศาสตร์สำหรับการประมาณค่าแรงกดที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลังส่วนเอว (L5/S1) ของ Chaffin (1975) ร่วมกับการวัดการทำงานของกล้ามเนื้อเพื่อประเมินว่าน้ำหนักยกที่ได้จะเกินความสามารถของร่างกายหรือไม่เมื่อพิจารณาจากแรงกระทำต่อหมอนรองกระดูกและการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยมีรายละเอียดการทดสอบดังต่อไปนี้

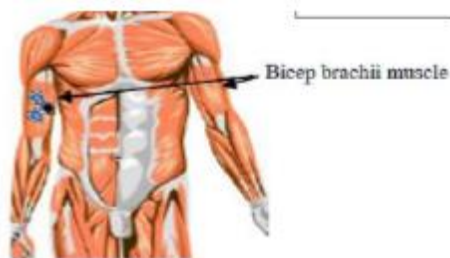
2) การวัดและบันทึกผลค่าศักย์ไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ

ผู้วิจัยทำการติดตัวรับรู้สัญญาณศักย์ไฟฟ้าของกล้ามเนื้อในกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับงานยก จำนวน 4 ตำแหน่ง ทั้งด้านซ้ายและขวา (Pinder and Boocock, 2014) ดังนี้

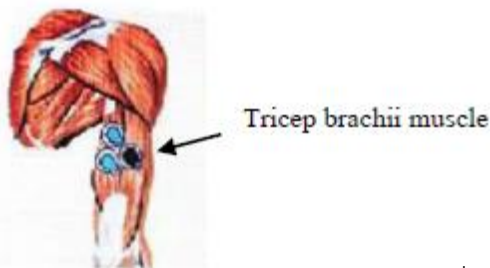
2.1) กล้ามเนื้อหัวไหล่ (trapezius) ตำแหน่งที่ติด Trapezius: midpoint between the seventh cervical spinous process and acromion angle



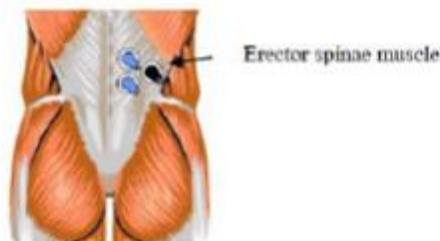
2.2) กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (biceps brachii) ตำแหน่งที่ติด Biceps: on the line between the acromion and the fossa cubit at 1/3 from the fossa cubit



2.3) กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง (triceps brachii) ตำแหน่งที่ติด Triceps: 2 cm medial to the midpoint between the acromion and the olecranon



2.4) กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง (lumber erector spinae) ตำแหน่งที่ติด LES: 5 cm lateral to the third lumbar spinous process



ภาพที่ 3.4 ตำแหน่งการติดตัวรับรู้สัญญาณ (electrode) บนกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ในการทดลอง

3) การวิเคราะห์แรงกดที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกบริเวณ L5/S1

แรงกดที่กระทำต่อหมอนรองกระดูก (compressive load on spine) เป็นเกณฑ์หนึ่งที่ใช้ในการพิจารณาความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับงานยก สถาบันความปลอดภัยในการทำงานแห่งชาติของอเมริกาได้มีการศึกษาวิจัยและกำหนดค่าแรงกดที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกไม่ควรเกิน 3400 นิวตัน ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการพิจารณาว่างานยกที่ทำในลักษณะท่าทางแตกต่างกัน น้ำหนักต่างกัน ระยะห่าง ความสูงต่างกัน จะส่งผลให้เกิดแรงกระทำต่อหมอนรองกระดูกมากน้อยเพียงใดและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ของ NIOSH Action Limit หรือไม่ การคำนวณหาแรงกดที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลังสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้จะใช้แบบจำลองทางชีวกลศาสตร์แบบสถิติสองมิติของ Chaffin (1975) ในการคำนวณค่าโดยประมาณของแรงกดที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกขณะทำการยก แบบจำลองนี้ได้มีการใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับงานยกของคนงานที่ทำงานเกี่ยวกับงานยกและเคลื่อนย้ายในการทำงานที่หลากหลายทั้งในภาคอุตสาหกรรม งานบริการสินค้า งานสำนักงาน งานเกษตรกรรม และงานบริการทางการแพทย์ในสถานพยาบาล (Water และ Grag, 2003) หลักสมมูลของโมเมนต์ใช้ในการประมาณค่าแรงที่กล้ามเนื้อหลัง

$$\sum M_{L5/S1} = 0$$

$$b(mg_{bw}) + h(mg_L) - D(F_A) - E(F_M) = 0$$

$$F_A = P_A \times 465$$

$$P_A = 10^{-4}[43 - 0.36\theta_H][\bar{M}_{L5/S1}^{1.8}]$$

เมื่อ P_A ความดันภายในช่องท้อง (abdominal pressure (mm of Hg))

F_A แรงยกพุงหมอนรองกระดูกเนื่องจากความดันในช่องท้อง ได้จากค่า P_A คูณด้วยพื้นที่รับแรงดันในช่องท้องซึ่งมีค่าประมาณ 465 cm^2

θ_H มุมของสะโพกซึ่งจะใช้สำหรับการหามุมของระนาบหมอนรองกระดูก (α)

$$\alpha = 40 + \beta$$

$$\beta = -17.5 - 0.12T + 0.23K + 0.0012TK + 0.005T^2 - 0.00075K^2$$

เมื่อ T มุมของลำตัว และ

K มุมของเข่า หลักสมมูลของแรงใช้ในการหาค่าแรงกดและแรงเฉือนที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลัง L5/S1

การหาค่าแรงกดที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกส่วน L5/S1

$$\text{จาก } \sum F_{COMP} = 0$$

$$\cos \alpha (mg_{bw}) + \cos \alpha (mg_L) - F_A + F_M - F_C = 0$$

การหาค่าแรงเฉือนที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกส่วน L5/S1 จาก $\sum F_{SHEAR} = 0$

$$\sin \alpha (mg_{bw}) + \sin \alpha (mg_L) - F_S = 0$$

สำหรับการคำนวณเพื่อประมาณค่าแรงกดที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลัง
ตามแบบจำลองของ Chaffin (1970) นั้นจะต้องใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1) ความยาวของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
- 2) จุดศูนย์กลางมวลของชิ้นส่วนต่าง ๆ
- 3) น้ำหนักของชิ้นส่วนร่างกายเหนือ L5/S1
- 4) มุมของข้อต่อต่าง ๆ ของร่างกาย
- 5) ระยะห่างของแกนโมเมนต์
- 6) มุมของพื้นผิวหมอนรองกระดูกส่วน L5/S1 ซึ่งจะใช้ข้อมูลมุมลำตัว (T) และ มุมของเข่า (K) ในการประมาณค่านี้
- 7) ค่าแรงดันในช่องท้อง (FA)
- 8) ค่าโมเมนต์อาร์มของแรงต่าง ๆ ที่ห่างจากศูนย์กลางของหมอนรองกระดูกสันหลัง L5/S1

โดยในการทดลองผู้วิจัยจะติดที่กำหนดจุดหรือตัวสะท้อนแสง (marker) บริเวณข้อต่อของผู้เข้าร่วมการทดลองบริเวณข้อมือ ข้อศอก ไหล่ ลำตัว สะโพก เข่า และข้อเท้าในขณะที่ทำการยก และบันทึกภาพโดยใช้กล้องวิดีโอ บันทึกภาพขณะที่ผู้ร่วมการทดลองทำการยกน้ำหนักเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับประมาณค่าแรงกดที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลังส่วนเอว (L5/S1) ในโปรแกรม 3DSSPP

3.5 เกณฑ์ทางสรีรวิทยา (physiology)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการทดลองตามเกณฑ์ทางสรีรวิทยาจะใช้เครื่องมือวัดอัตราการเต้นหัวใจ (Heart rate monitor) รุ่น Polar M460 Hr เชื่อมต่อผ่าน Bluetooth จากนั้นบันทึกข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูปค่าที่ได้จากเครื่องมือนี้เป็นค่าอัตราการเต้นหัวใจ (ครั้งต่อนาที) โดยบันทึกแบบต่อเนื่องทุก ๆ 5 วินาที ตลอดช่วงเวลาทำการทดลอง และนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อไป แบบเก็บข้อมูล ดังภาพผนวก อ้างอิงการใช้เครื่องมือ การวิเคราะห์ และแปลผล จากงานวิจัยที่ผ่านมา (Yeargin et al., 2016; Stepan et al., 2022)



ภาพที่ 3.5 Heart rate monitor

การทดสอบตามเกณฑ์ทางสรีรวิทยา (Physiological Criterion)

การหามวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำด้วยเกณฑ์ทางสรีรวิทยา จะใช้ค่าการใช้พลังงานสูงสุดมาเป็นเกณฑ์ โดยอาสาสมัครวิจัยที่เข้าร่วมการทดลองจะได้รับการบันทึกค่าอัตราการเต้นหัวใจไว้ตลอดเวลา เพื่อนำค่าอัตราการเต้นหัวใจมาใช้เทียบกับค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด อ้างอิงผลการศึกษาวิจัยทางด้านการยศาสตร์ซึ่งมีความสอดคล้องกันว่าภาระงานที่ต้องทำตลอด 8 ชั่วโมงต่อวัน ควรมีการใช้พลังงานไม่เกิน 33% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (maximum aerobic capacity: VO_{2max}) นอกจากนี้ยังพบว่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดนั้นมีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างดีกับอัตราการเต้นหัวใจเมื่อพิจารณาค่าดังกล่าวในรูปแบบค่าสัมพัทธ์ (relative value) ในรูปแบบดังนี้ (Wu and Wang, 2002) คำนวณจากสูตร

$$\%VO_2 \text{ or } RVO_2 \propto RHR$$

RVO_2 คือค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสัมพัทธ์ หาได้จาก

$$(VO_{2work} - VO_{2max}) / (VO_{2max} - VO_{2rest}) \times 100\%$$

$\%RHR$ (relative heart rate) คือค่าอัตราการเต้นหัวใจสัมพัทธ์ หาได้จาก

$$(HR_{work} - HR_{rest}) / (HR_{max} - HR_{rest}) \times 100\%$$

3.6 เกณฑ์ทางด้านจิตฟิสิกส์ (psychophysics)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการทดลองเพื่อหามวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำให้ทำงานได้ด้วยแรงกายของคนหนึ่งคนในกลุ่มคนงานผู้เยาว์ที่มีอายุระหว่าง 18 – 24 ปี ที่ยอมรับได้ด้วยวิธีจิตฟิสิกส์ระหว่างการทดลองผู้วิจัยจะสอบถามผู้เข้าร่วมการทดลองให้ทำการปรับลดหรือเพิ่มน้ำหนัก โดยให้ตัดสินใจว่าน้ำหนักที่กำลังจะปรับเพิ่มและลดนั้นผู้เข้าร่วมการทดลองสามารถทำการยกได้ต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงโดยไม่เกิดความเครียด ไม่รู้สึกใช้แรงมากเกินไป เหนื่อยหอบ หายใจไม่ทัน โดยให้ปรับตั้งแต่ครั้งแรกที่เริ่มยกและหลังจากนั้นสามารถปรับใหม่ได้ตลอดตามความต้องการตลอดช่วงการยก 20 นาที และบันทึกค่าสุดท้ายของน้ำหนักที่ผู้เข้าร่วมการทดลองตัดสินใจ จากนั้นใช้แบบประเมินความรู้สึกซึ่งเป็นแบบประเมินระดับการรับรู้ความเหนื่อย (Rating of perceived exertion) มาตรฐานแบบ Category scale with ratio properties หรือ Borg CR 10 เพื่อประเมินระดับการรับรู้ถึงความเหนื่อยจากการยกของผู้ยก (Borg, 1982; 2008) จากนั้นบันทึกข้อมูลลงในแบบเก็บข้อมูลที่สร้างขึ้น ดังแสดงในภาคผนวก นำค่าน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จากผู้เข้าร่วมการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติภายใต้เกณฑ์การยอมรับที่ 75% ของผู้เข้าร่วมการทดลองที่เป็นหญิงและ 99% ของผู้เข้าร่วมการทดลองที่เป็นชาย และ 90% ของผู้เข้าร่วมการทดลองทั้งหมดที่เป็นหญิงและชาย (Snook and Ciriello, 1991)

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้จัดทำรหัสในแบบบันทึกข้อมูลการทดลอง ตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นกรอกข้อมูลลงในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (Minitab 18 ของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) และทำการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยดังนี้

[illegible]

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์และอภิปรายเบื้องต้น

4.1 ข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัคร

อาสาสมัครที่เข้าร่วมในการศึกษาคั้งนี้เป็นกลุ่มผู้เยาว์อายุ 18 ถึง 24 ปี จำนวน 50 คน เป็นเพศชาย จำนวน 23 คน เพศหญิง จำนวน 27 คน จำแนกตามอายุ รายละเอียดดังตารางที่ 4.1 โดยเพศชายมีอายุเฉลี่ย 20.78 ± 0.95 ปี เพศหญิงมีอายุเฉลี่ย 20.85 ± 1.41 ปี เพศชายมีน้ำหนักเฉลี่ย 66.48 ± 9.10 กิโลกรัม เพศหญิงมีน้ำหนักเฉลี่ย 53.04 ± 4.30 กิโลกรัม เพศชายมีส่วนสูงเฉลี่ย 172.26 ± 5.68 เซนติเมตร เพศหญิงมีส่วนสูงเฉลี่ย 160.96 ± 3.66 เซนติเมตร ค่าดัชนีมวลกาย เพศชายเฉลี่ย $22.34 \pm 2.17 \text{ kg/m}^2$ เพศหญิงเฉลี่ย $20.51 \pm 1.82 \text{ kg/m}^2$

ตารางที่ 4.1 จำนวนและร้อยละของอายุของอาสาสมัคร (n=50)

อายุ (ปี)	ชาย		หญิง	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
18	0	0.00	1	3.70
19	2	8.70	4	14.82
20	7	30.43	5	18.52
21	8	34.78	9	33.33
22	6	26.09	5	18.52
23	0	0.00	2	7.41
24	0	0.00	1	3.70
รวม	23	100.00	27	100.00

ผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายของอาสาสมัครซึ่งประกอบด้วย การวัดแรงบีบมือขณะเหยียดตรง การวัดแรงเหยียดขา การวัดแรงยกแขน โดยภาพรวมเพศชายมีค่าการทดสอบสมรรถภาพสูงกว่าผู้หญิง ผลการทดสอบครั้งนี้นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจำแนกตามเพศ รายละเอียดตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายของอาสาสมัคร จำแนกตามเพศ (n = 50)

ตัวแปรที่ศึกษา	เพศชาย (n=23)				เพศหญิง (n=27)			
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	SD
1. อายุ (ปี)	19.0	22.0	20.78	0.95	18.0	24.0	20.85	1.41
2. น้ำหนัก (kg)	55.00	93.00	66.48	9.10	47.00	63.00	53.04	4.30
3. ส่วนสูง (cm)	160.0	183.0	172.26	5.68	155.0	166.0	160.96	3.66
4. ดัชนีมวลกาย (kg/m ²)	19.38	27.77	22.34	2.17	17.91	26.22	20.51	1.82
5. แรงเหวี่ยง (kgf)	85.00	206.5	137.13	28.27	49.50	111.50	69.70	18.36
6. แรงบีบมือ (kgf)	25.20	50.4	37.28	7.11	21.90	32.80	25.64	2.88
7. แรงยกแขน (kgf)	13.50	83.25	36.68	15.47	9.00	42.30	21.15	8.72

4.2 น้ำหนักเริ่มต้นที่แนะนำให้ยกและน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จากวิธีการทางจิตฟิสิกส์

4.2.1 น้ำหนักเริ่มต้นที่แนะนำให้ยกที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษานี้ใช้น้ำหนักเริ่มต้นที่แนะนำให้ยก (Recommended Weight Limit - RWL) จากการคำนวณค่าน้ำหนักจากสมการการยกของ NIOSH กำหนดเป็นน้ำหนักเริ่มต้นในการทดลองในอาสาสมัครทุกคนในทุกความถี่ เพื่อเป็นการควบคุมน้ำหนักและให้มั่นใจได้ว่าเป็นขนาดน้ำหนักของวัตถุที่อาสาสมัครสามารถยกได้ภายใต้สภาพการทำงานและเงื่อนไขของการยกจริง ผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักเริ่มต้นที่แนะนำให้ยกมีแนวโน้มมากขึ้นเมื่อทดลองในความถี่การยกต่ำลงเหมือนกันทั้งเพศชายและเพศหญิง โดยในระหว่างการทดลองอาสาสมัครมีการเพิ่มและลดน้ำหนักได้ตลอดเวลาจนกว่าจะเสร็จสิ้นการทดลอง ในภาพรวมอาสาสมัครส่วนใหญ่มีการรับรู้และตัดสินใจในการเพิ่มน้ำหนัก 1-2 ถูกลงในช่วงเริ่มต้นในทุกความถี่ และลดน้ำหนัก 1-2 ถูกลงในช่วงท้ายของการทดลอง เนื่องจากในช่วง 10 นาทีแรก อาสาสมัครยังใช้พลังงานไม่มากนัก ยังไม่เกิดความเหนื่อยหรือความเมื่อยล้า เมื่อยกในความถี่เท่าเดิมแต่เป็นการยกซ้ำ ๆ ติดต่อกันอาจมีการใช้มัดกล้ามเนื้อเดิมซ้ำ ๆ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเหนื่อยและความเมื่อยล้า จึงมีการรับรู้ถึงความเมื่อยล้าและตัดสินใจลดน้ำหนักในการยก รายละเอียดน้ำหนักเริ่มต้นที่แนะนำให้ยก ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าน้ำหนักเริ่มต้นที่แนะนำให้ยก (Recommended Weight Limit; RWL) (kg) จำแนกตามความถี่ในการยกและเพศ (n=50)

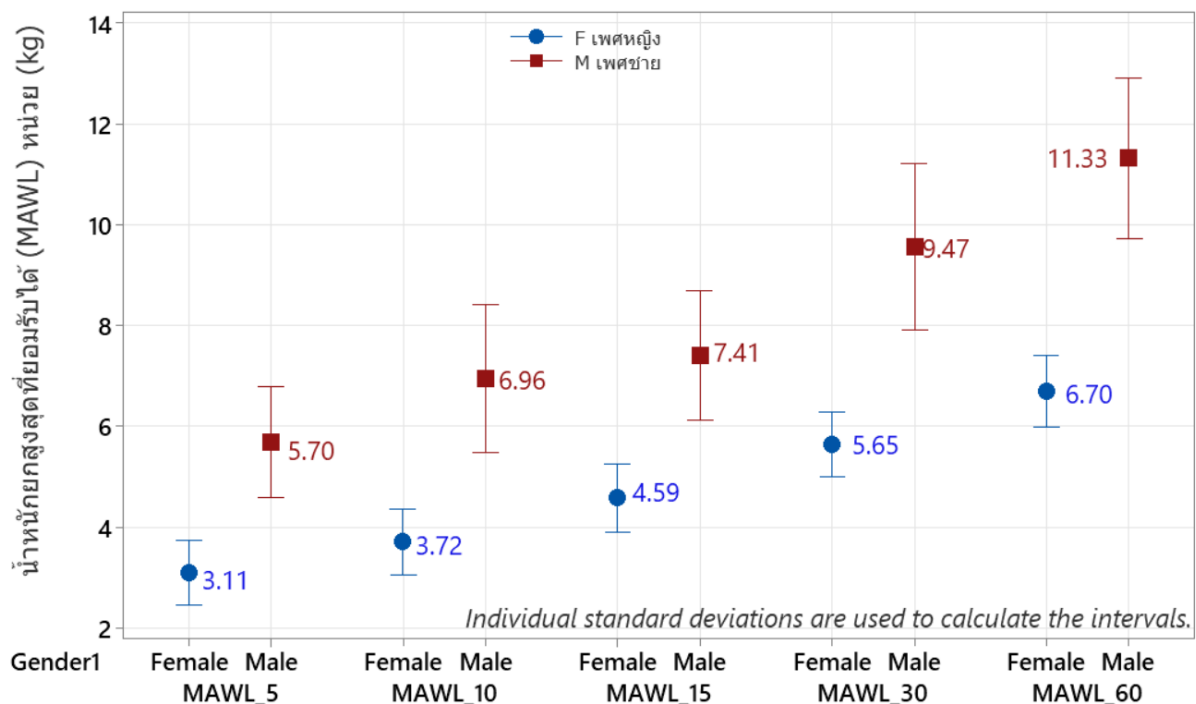
ความถี่ (วินาที/ครั้ง)	ค่าน้ำหนักเริ่มต้นที่แนะนำให้ยก (RWL, หน่วยเป็น kg)							
	เพศชาย (n=23)				เพศหญิง (n=27)			
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	SD
5	1.0	1.0	1.00	0.00	1.00	1.50	1.02	0.10
10	2.0	2.5	2.10	0.21	2.00	3.00	2.30	0.29
15	3.5	4.5	3.69	0.36	3.50	5.00	3.98	0.43
30	4.5	6.5	5.40	0.51	5.00	7.00	5.76	0.58
60	6.0	7.5	6.27	0.42	5.50	8.50	6.72	0.68

4.2.2 น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จากวิธีการทางจิตฟิสิกส์

ผลการศึกษางานยกและเคลื่อนย้ายเพื่อหาขีดจำกัดน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ (Maximum Acceptable Weight of Lift: MAWL (kg)) และคำแนะนำที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มคนงานผู้เยาว์ ภายใต้การทำงานในสภาพที่เหมาะสมโดยใช้วิธีการทางจิตฟิสิกส์ (Psychophysical Method) พบว่า ในการยกที่ความถี่ 5 10 15 30 และ 60 วินาทีต่อครั้ง เพศชายยกได้น้ำหนักสูงสุดเฉลี่ย 5.70, 6.96, 7.41, 9.57 และ 11.33 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนเพศหญิงยกได้น้ำหนักสูงสุดเฉลี่ย 3.11, 3.72, 4.65, 5.65, และ 6.70 กิโลกรัม ตามลำดับ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.4 จะพบว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ในอาสาสมัครเพศชายจะมีค่าสูงกว่าในอาสาสมัครหญิงในทุกความถี่ เมื่อทดสอบทางสถิติด้วย T-Test ของสองกลุ่มประชากรยังพบว่าน้ำหนักเฉลี่ยที่ยอมรับได้สูงสุดในกลุ่มอาสาสมัครชายมีค่าสูงกว่าหญิงอย่างมีนัยสำคัญ ภาพที่ 4.1 นำเสนอค่าเฉลี่ยน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้และช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% แยกตามเพศและความถี่ในการยก จะเห็นได้ชัดว่าเพศชายมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าหญิงในทุกความถี่ของการทดลอง และเมื่อความถี่ในการยกที่สูง เช่น 5 วินาทีต่อครั้ง (หรือ 12 ครั้งใน 1 นาที) ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จะมีค่าน้อย และจะเพิ่มขึ้นเมื่อความถี่ในการยกลดลง

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ และช่วงความเชื่อมั่นแยกตามเพศและความถี่

95% Confiden Interval for the Mean



ภาพที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับ (MAWL) ได้และช่วงความเชื่อมั่น 95%

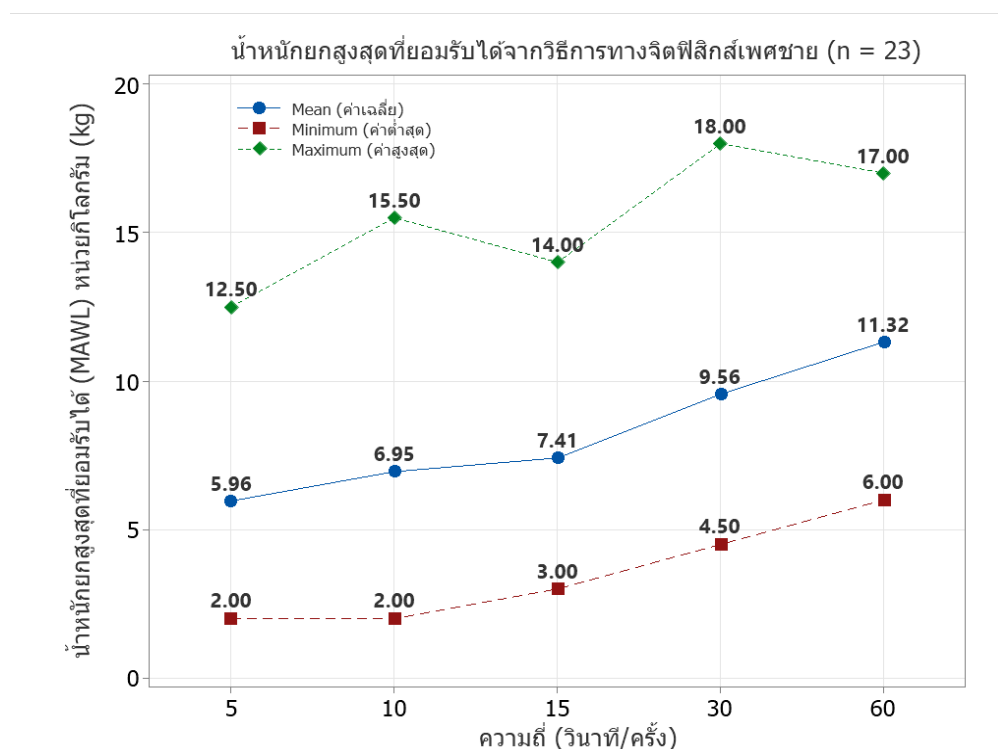
แยกตามเพศและความถี่ของการยกที่ 5, 10, 15, 30 และ 60 วินาทีต่อครั้ง

ภาพที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับ (MAWL) ได้และช่วงความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.4 น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ของกลุ่มตัวอย่างจากวิธีการทางจิตฟิสิกส์ จำแนกตามเพศ (n = 50)

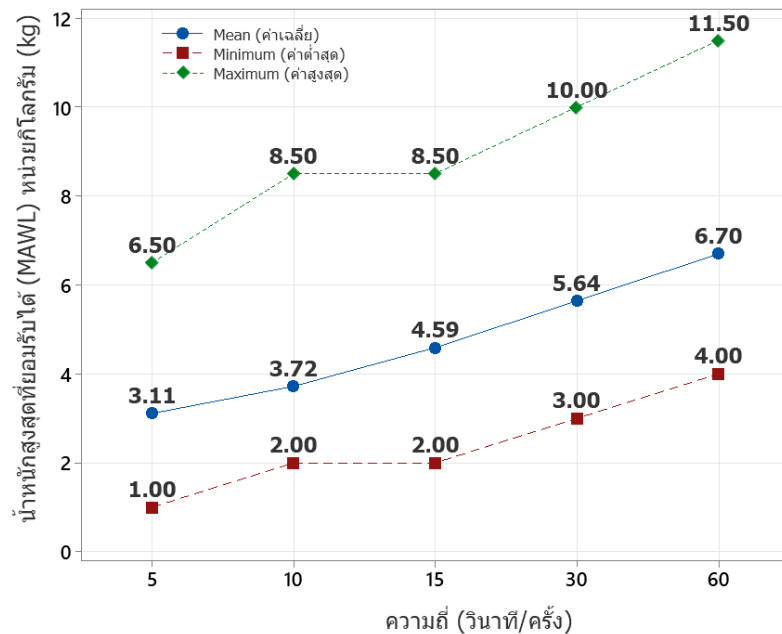
ความถี่ (วินาที/ ครั้ง)	น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ (MAWL, หน่วยเป็น kg)							
	เพศชาย (n=23)				เพศหญิง (n=27)			
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	SD
5	2.00	12.50	5.70	2.53	1.00	6.50	3.11	1.64
10	2.00	15.50	6.96	3.38	2.00	8.50	3.72	1.65
15	3.00	14.00	7.41	2.97	2.00	8.50	4.65	1.71
30	4.50	18.00	9.57	3.81	3.00	10.00	5.65	1.62
60	6.00	17.00	11.33	3.69	4.00	11.50	6.70	1.79

สำหรับภาพที่ 4.2 และ 4.3 นำเสนอค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ของกลุ่มตัวอย่างจากวิธีการทางจิตฟิสิกส์ อาสาสมัครเพศชายและเพศหญิงตามลำดับ



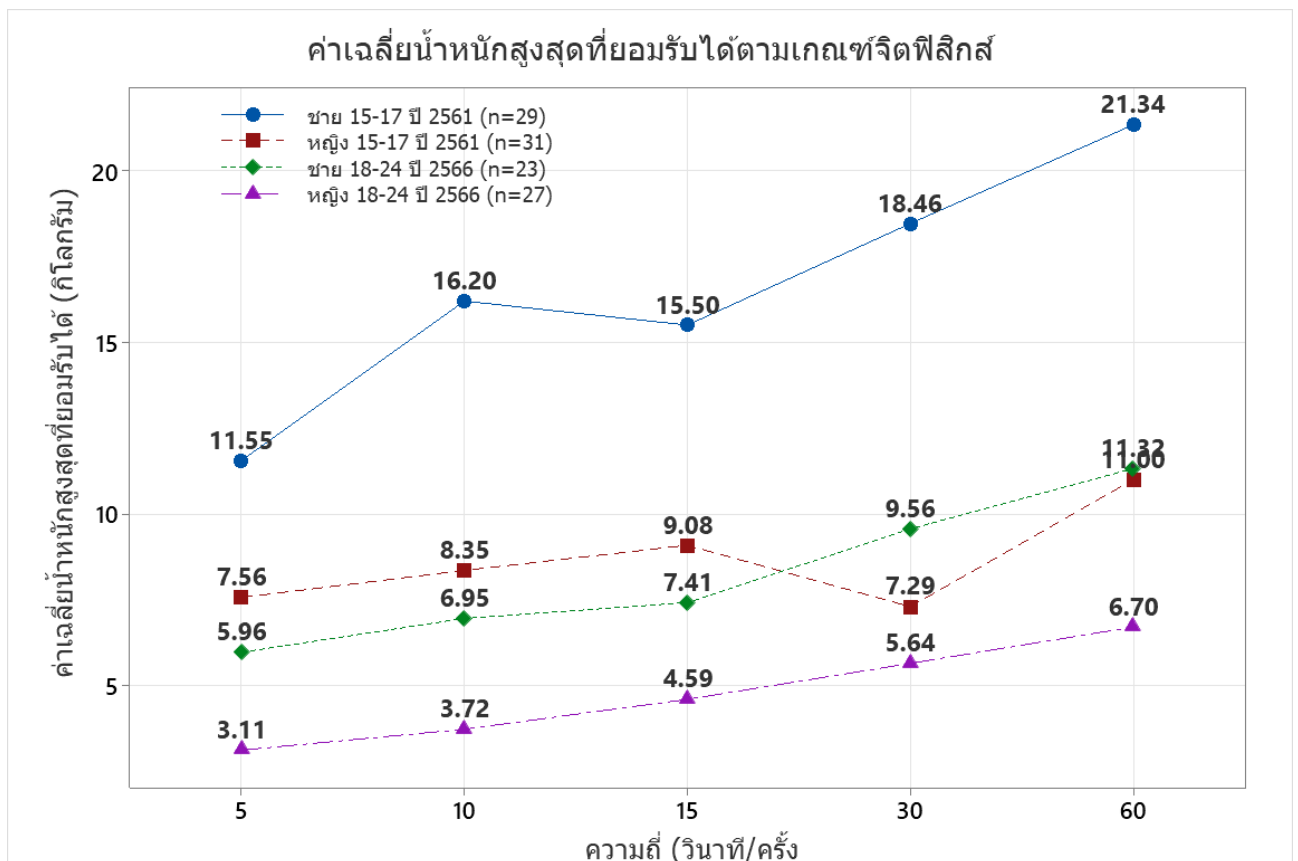
ภาพที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ของน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์ที่ได้จากอาสาสมัครชาย 23 คน

น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จากวิธีการทางจิตฟิสิกส์เพศหญิง (n = 27)



ภาพที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ต่ำสุด ของน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์
ที่ได้จากอาสาสมัครหญิง 27 คน

จากกราฟในภาพที่ 4.2 และ 4.3 จะเห็นว่าเมื่อความถี่ในการยกสูง น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จะมีค่าน้อย และเมื่อความถี่ในการยกต่ำลง (หรือความถี่ต่ำลง) น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จะมีค่าเพิ่มขึ้นทั้งอาสาสมัครที่เป็นเพศชายและเพศหญิง เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษา น้ำหนักยกสูงสุดในเยาวชนที่มีอายุระหว่าง 15-17 ปี (นริศ เจริญพร และ คณะ, 2561) ดังแสดงในภาพที่ 4.4 พบว่าน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าน้อยกว่า ทั้งนี้ อาจมาจากสองปัจจัยใหญ่ ได้แก่ สมรรถภาพทางกายของอาสาสมัคร และ ค่าเริ่มต้นของการยก



ภาพที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์เปรียบเทียบ

ระหว่างอาสาสมัครเพศชายและหญิง ของการศึกษาครั้งนี้ กับการศึกษา นริศ เจริญพร และคณะ (2561)

4.3 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้

การพิจารณาน้ำหนักยกด้วยเกณฑ์ทางจิตฟิสิกส์นั้นจะพิจารณาจากร้อยละการยอมรับ โดยน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จากการยอมรับจากเพศหญิงร้อยละ 75 (พิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ของน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ในกลุ่มคนงานผู้เยาว์เพศหญิง) และต้องได้รับการยอมรับจากเพศชายร้อยละ 99 (พิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 1 ของน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ในกลุ่มคนงานผู้เยาว์เพศชาย) ดังแสดงในตารางที่ 4.6 และได้รับการยอมรับจากประชากรทั้งหญิงและชายรวมที่ร้อยละ 90 (พิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ของน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ในกลุ่มคนงานผู้เยาว์เพศชายและเพศหญิง) ดังแสดงในตารางที่ 4.5

สำหรับการทดลองโดยเกณฑ์ทางจิตฟิสิกส์ (Psychophysics) นั้นจะใช้การยอมรับของอาสาสมัครโดยพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกมากที่สุดที่ยอมให้กลุ่มคนงานผู้เยาว์ยกได้ ซึ่ง 99% ของเพศชายยอมรับ 75% ของเพศหญิงยอมรับ หรือ 90% ของประชากรรวมทั้งหญิงและชายยอมรับ (ภายใต้เงื่อนไขการทดลองที่มีสัดส่วนอาสาสมัครเพศชายและหญิงเท่ากัน) โดยเลือกค่าน้ำหนักที่น้อยที่สุดจากทั้งสามเกณฑ์ ดังนั้นน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้จากการยกย้ายของ จากการศึกษาในครั้งนี้ จำแนกตามความถี่ 5 10 15 30 และ 60 วินาทีต่อครั้ง มีค่าเท่ากับ 1.5 2.22 3 4.5 และ 5.45 กิโลกรัม ตามลำดับ สรุปในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 น้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้จากงานยกของจำแนกตามความถี่ในการยก เพศ และตามค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (ชาย 23 คน และ หญิง 27 คน)

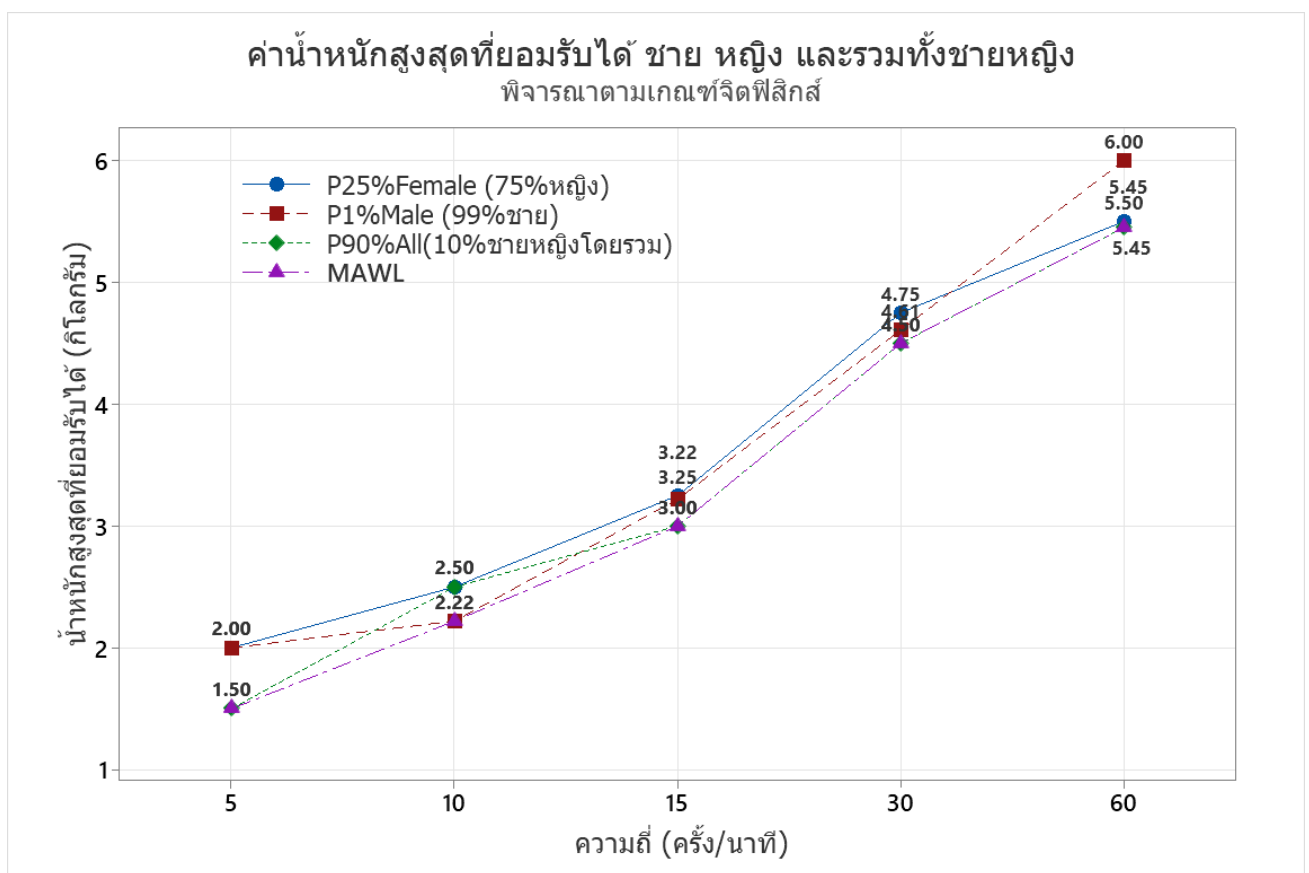
ความถี่ (วินาที/ ครั้ง)	เพศ	น้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้จากงานยกย้ายของ (กิโลกรัม)							
		เปอร์เซ็นต์ไทล์							
		1	5	10	25	50	75	90	95
5	ชาย	2.00	2.10	3.00	4.25	5.00	6.75	8.90	9.90
	หญิง	1.13	1.50	1.50	2.00	2.50	4.25	6.00	6.00
10	ชาย	2.22	3.00	3.20	4.50	6.50	7.75	12.40	12.50
	หญิง	2.26	2.50	2.50	2.50	3.00	4.00	6.50	6.85
15	ชาย	3.22	4.05	4.50	5.25	6.50	9.75	11.00	12.35
	หญิง	2.26	3.00	3.00	3.25	4.00	5.25	7.50	7.85
30	ชาย	4.61	5.05	5.60	6.75	8.50	12.50	14.00	16.25
	หญิง	3.00	3.15	3.80	4.75	5.50	6.25	7.50	8.55
60	ชาย	6.00	6.05	6.80	8.50	10.50	14.75	16.80	17.00
	หญิง	4.13	4.50	4.80	5.50	6.50	7.25	8.50	10.70

ตารางที่ 4.6 น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จากงานยก (Maximum Acceptable Weight of Lift: MAWL) จำแนกตามความถี่ ทั้งเพศชายและหญิงรวมกัน (n = 50)

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์		น้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้จากการยกของ (kg) จำแนกตามความถี่ (วินาที/ ครั้ง)				
		5	10	15	30	60
ค่าเฉลี่ย		4.30	5.21	5.89	7.45	8.83
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		2.45	3.04	2.74	3.44	3.64
ค่าต่ำสุด		1.00	2.00	2.00	3.00	4.00
ค่าสูงสุด		12.50	15.50	14.00	18.00	17.00
เปอร์เซ็นต์ไทล์	1	1.25	2.00	2.49	3.00	4.25
	5	1.50	2.50	3.00	3.73	4.73
	10	1.50	2.50	3.00	4.50	5.45
	25	2.13	3.00	4.00	5.50	6.50
	50	4.00	4.00	5.00	6.25	7.50
	75	6.00	6.88	7.50	8.88	10.88
	90	7.00	8.05	10.50	13.00	15.10
	95	8.78	12.28	11.00	14.00	16.55

ตารางที่ 4.7 น้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้จากงานยกของ จำแนกตามความถี่เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์จิตฟิสิกส์ (n = 50)

ความถี่ (วินาที/ครั้ง)	น้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้จากการยกของ (kg)
5	1.50
10	2.22
15	3.00
30	4.50
60	5.45



ภาพที่ 4.5 น้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์ (n=50)

4.4 ระดับความรู้สึกปวดเมื่อยล้าจากงานยกย้ายของ

การศึกษานี้ พบว่าระดับความรู้สึกปวดเมื่อยล้าจากการยกย้ายของของอาสาสมัคร พบว่าในการยกความถี่ที่ 5 วินาทีต่อครั้ง อาสาสมัครเพศชายและเพศหญิงมีความเหนื่อยล้าสูงสุด มีค่าเฉลี่ย 5.48 และ 4.63 ตามลำดับ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ระดับความรู้สึกปวดเมื่อยล้าก่อนการทดลองและหลังจากงานทดสอบการยกที่ความถี่ต่าง ๆ แยกตามเพศ (n = 50)

ความถี่ (วินาที/ครั้ง)	ระดับความรู้สึกปวดเมื่อยล้าจากงานยก (Borg scale 0-10)							
	เพศชาย (n=23)				เพศหญิง (n=27)			
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	SD
5	1.00	9.00	5.48	2.19	2.00	8.00	4.63	1.69
10	1.00	8.00	4.43	2.23	2.00	8.00	4.04	1.63
15	1.00	10.00	4.09	2.17	1.00	8.00	3.81	1.84
30	1.00	8.00	3.87	1.89	1.00	9.00	3.96	1.81
60	1.00	7.00	3.78	1.86	1.00	7.00	3.59	1.42

4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางกายกับน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้

การศึกษานี้ได้มีการวัดคุณลักษณะและสมรรถภาพทางกายที่สำคัญไว้ ได้แก่ ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) แรงบีบมือ (Hand Grip : HG) แรงเหยียดขา (Leg Strength : LS) และ แร้งยกแขน (Arm lift : AL) สามารถดูรายละเอียดของวิธีการวัดค่าต่างๆ ได้ในบทที่ 3 ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลในการคัดเลือกอาสาสมัครและใช้เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะและสมรรถภาพทางกายกับน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ของอาสาสมัครที่เข้าร่วมการทดลอง โดยมีสมมุติฐานที่ว่าน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ของอาสาสมัครที่มีสุขภาพดีและมีสมรรถภาพทางกายที่ดีจะมีค่าที่สูงกว่าบุคคลที่มีสุขภาพไม่ดีและมีสมรรถภาพไม่ดี

จากผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ระหว่างดัชนีมวลกาย แรงบีบมือ แรงเหยียดขา และแร้งยกแขน มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกแบบเส้นตรงกับน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ในระดับปานกลาง (0.50-0.80) ถึงดีมาก (0.81-1.00) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ดังแสดงในตารางที่ 4.9 โดยเฉพาะแรงบีบมือ และแร้งยกแขนมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงเป็นอย่างดีกับค่าเฉลี่ยน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ในการทดลองในหลายความถี่โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดีมากคืออยู่ระหว่าง 0.81-1.00

ตารางที่ 4.9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะและสมรรถภาพทางกาย ได้แก่ ดัชนีมวลกาย (BMI) แรงเหยียดขา (Leg Strength : LS) แรงบีบมือ (Hand Grip : HG) และ แร้งยกแขน (Arm Lift : AL) กับ น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์ที่ความถี่ 5 10 15

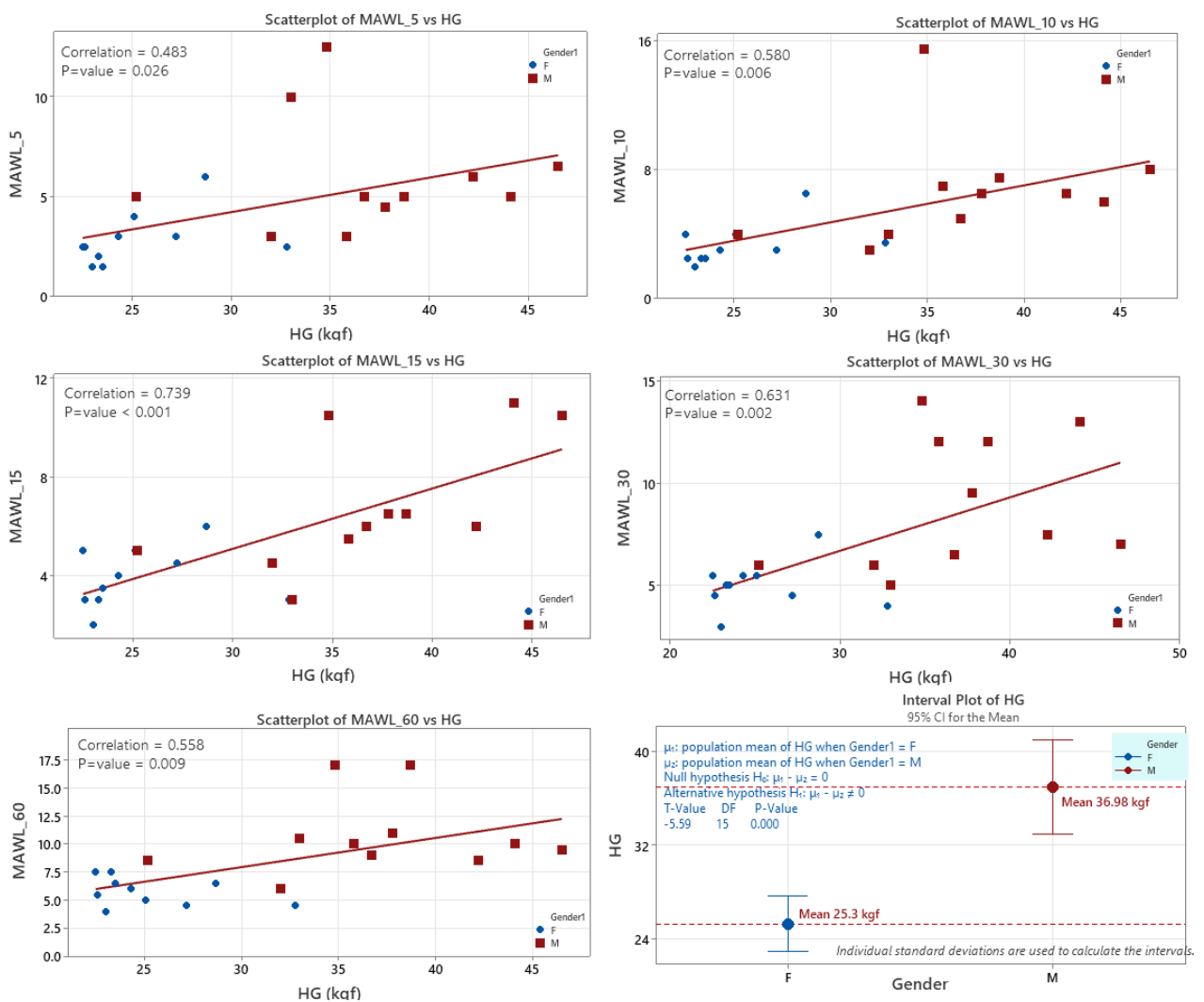
ตัวแปร	BMI	HG	LS	AL	5	10	15	30
HG	0.36*							
LS	0.54*	0.75*						
AL	0.07	0.57*	0.50**					
5	0.09	0.38**	0.45**	0.50**				
10	0.24	0.48**	0.49**	0.53**	0.83			
15	0.17	0.47**	0.44**	0.48**	0.66	0.72		
30	0.40*	0.55**	0.58**	0.52**	0.64	0.85	0.72	
60	0.29*	0.54**	0.62**	0.60**	0.74	0.85	0.66	0.88

หมายเหตุ *มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ $\alpha < 0.05$

** มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ $\alpha < 0.001$

4.5.1 แรงบีบมือ (Hand Grip)

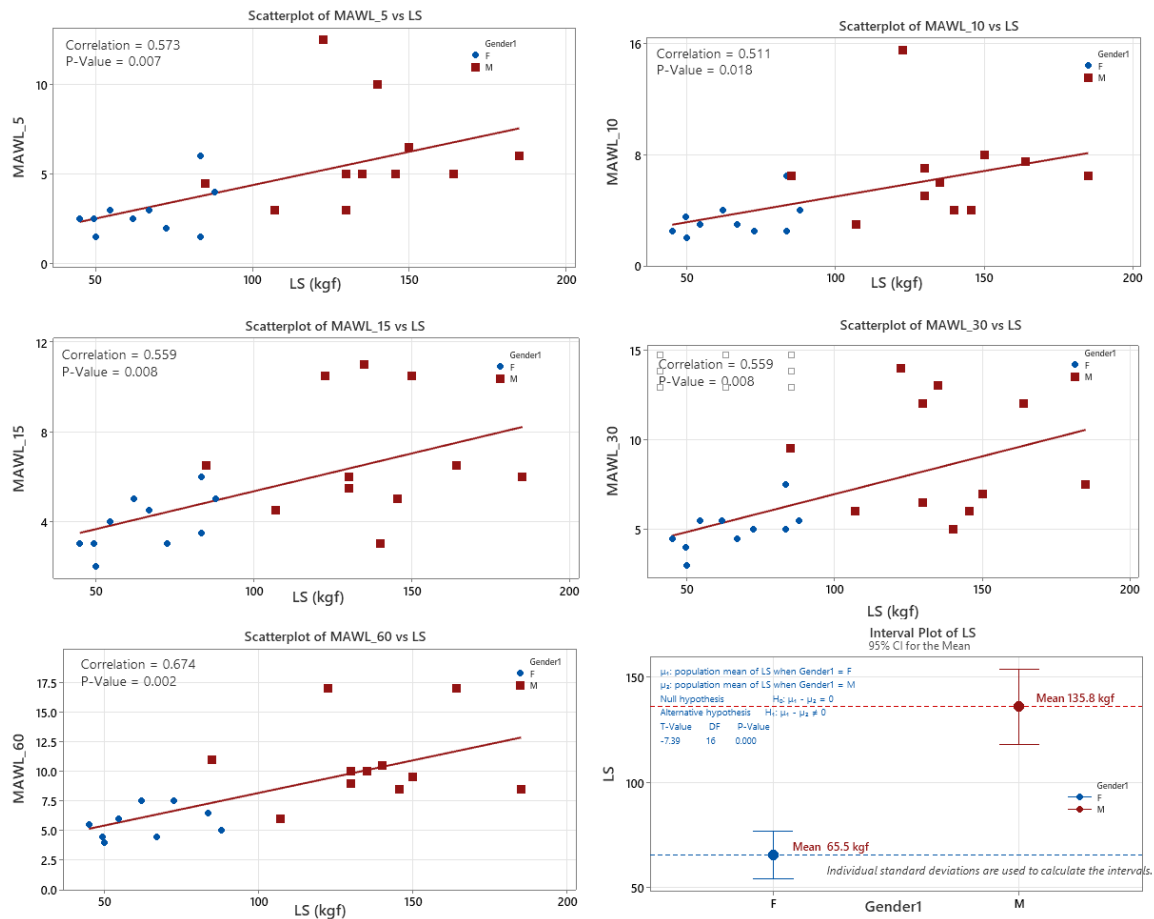
จากการทดสอบแรงบีบมือของอาสาสมัครทั้งหญิง 27 คน และชายจำนวน 23 คน พบว่าอาสาสมัครชายมีแรงบีบมือที่สูงกว่าหญิงอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเฉลี่ยของแรงบีบมืออยู่ที่ 37.28 ± 7.11 kgf และ 25.64 ± 2.88 kgf ตามลำดับดังแสดงในภาพที่ 4.6 นอกจากนี้ยังพบว่าค่าเฉลี่ยของแรงบีบมือมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงเชิงบวกกับน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ตามวิธีการทางจิตฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลางคือมีค่าอยู่ระหว่าง 0.483-0.739 กล่าวคือค่าน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้มีค่ามากขึ้นเมื่ออาสาสมัครมีแรงบีบมือสูงขึ้น



ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบีบมือ (HG) กับน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ (MAWL)
ในแต่ละความถี่ของการยก (n = 50)

4.5.2 แรงเหยียดขา (Leg Strength)

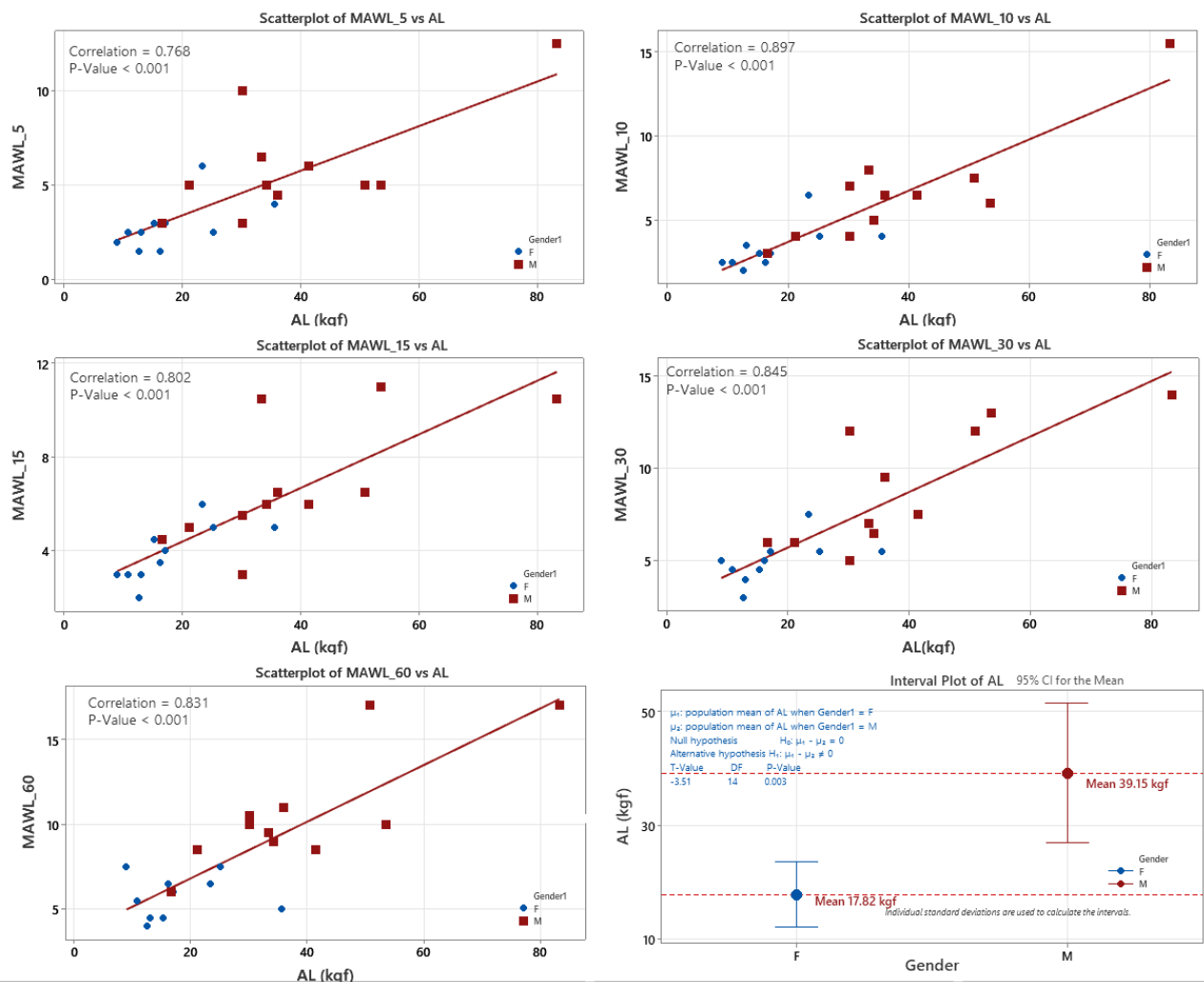
แรงเหยียดขาเป็นการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่มีความเกี่ยวข้องกับการยกของโดยเฉพาะเมื่อมีการย่อขาขณะทำงานยกสำหรับข้อมูลจากการศึกษาเบื้องต้นของอาสาสมัครชายและหญิงในครั้งนี้มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 137.13 ± 28.27 kgf และ 69.70 ± 18.26 kgf ตามลำดับ จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการ Two sample t-test พบว่าค่าเฉลี่ยแรงเหยียดขาของอาสาสมัครชายสูงกว่าอาสาสมัครหญิงอย่างมีนัยสำคัญ (p -value = 0.009) นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงระหว่างแรงเหยียดขา กับ น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จากการทดลองตามวิธีการทางจิตฟิสิกส์ในระดับปานกลางเป็นส่วนใหญ่ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.511-0.674 เป็นความสัมพันธ์ในเชิงบวกคือ ค่าน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จะมีค่ามากขึ้นเมื่ออาสาสมัครมีแรงเหยียดขามากขึ้น อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่างแรงเหยียดขาและน้ำหนักยกสูงสุดนี้เหมือนจะน้อยกว่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงบีบมือและแรงยกแขนกับน้ำหนักยกสูงสุด ดังแสดงในภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเหยียดขา (LS) กับน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ (MAWL) ในแต่ละความถี่ของการยก ($n = 50$)

4.5.3 แร้งยกแขน (Arm Lift)

แร้งยกแขนเป็นการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนที่เกี่ยวข้องในงานยกโดยตรง การทดสอบทำโดยให้อาสาสมัครยืนตรงขณะที่ข้อศอกทำมุม 90 องศา แล้วทำการออกแรงสูงสุดในการดึงเครื่องมือวัด จากผลการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยแร้งยกแขนของอาสาสมัครชายมีแนวโน้มสูงกว่าหญิงโดยมีค่าเฉลี่ยแร้งยกแขนที่ 36.68 ± 15.47 kgf และ 21.15 ± 8.72 kgf ตามลำดับ อย่างไรก็ตามในอาสาสมัครชายและหญิงกลุ่มแรกจำนวน 21 คนที่ทดสอบนี้ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าอาสาสมัครชายมีแร้งยกแขนสูงกว่าอาสาสมัครหญิงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $\alpha=0.05$ เนื่องจาก p-value ที่ได้จากการทดสอบทางสถิติแบบ Two-sample t-test ยังมีค่าสูงกว่า (p-value = 0.063) ทั้งนี้อาจมาจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแร้งยกแขนในทั้งสองกลุ่มมีค่าค่อนข้างสูง คืออาสาสมัครในแต่ละกลุ่มมีความแข็งแรงที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแร้งยกแขนกับน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ตามวิธีการจิตฟิสิกส์พบว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงบวกแบบเส้นตรงค่อนข้างดีมาก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง (0.768-0.897) กล่าวคือน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้มีค่าสูงขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของแร้งยกแขนที่สูงขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างแร้งยกแขน (AL) กับน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ (MAWL)
ในแต่ละความถี่ของการยก (n = 50)

4.5.4 อภิปรายผลการศึกษา

น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้และระดับความรู้สึกปวดเมื่อยลำจากการศึกษาจิตฟิสิกส์ จากผลการศึกษา น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้โดยใช้เกณฑ์จิตฟิสิกส์ พบว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้มีค่าลดลง เมื่อความถี่สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยการศึกษาหาขีดจำกัดน้ำหนักยกของหนักที่เหมาะสมสำหรับเด็กอายุตั้งแต่ 15 ไม่เกิน 18 ปี (นริศ เจริญพร และคณะ, 2561) ซึ่งผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้ 90% ของประชากรรวมทั้งหญิงและชาย จำแนกตามความถี่ที่ 5 10 15 30 และ 60 วินาทีต่อครั้ง มีค่าเท่ากับ 5.5 6 7.5 6 10.05 กิโลกรัม ตามลำดับ ใน การศึกษาครั้งนี้พบว่า ความถี่ที่ 5 10 15 30 และ 60 วินาทีต่อครั้ง อาสาสมัครสามารถยกของที่น้ำหนักสูงสุดได้ที่ 1.5 2.22 3.0 4.5 และ 5.0 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อความถี่ในการยกสูงขึ้น น้ำหนักสูงสุดที่อาสาสมัครยกได้มีค่าลดลง และยังสอดคล้องกับงานวิจัยส่วนใหญ่ในต่างประเทศ (Snook and Ciriello, 1991; Ayoub et al., 1978; Mital, 1984a; Wu, 1999; Ciriello et al., 2011; Pinder & Boocock, 2014 และ Wu, 2003) เนื่องจากเมื่อความถี่สูงขึ้น อาสาสมัครจำเป็นต้องยกของในความเร็วที่สูงขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) รวมถึงการใช้ออกซิเจน ในการเผาผลาญสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน (Metabolic energy expenditure) สูงขึ้น (Wu, 2003 และ Fox & Smith, 2014) ส่งผลให้อาสาสมัครเกิดอาการเหนื่อย หอบ หรือหายใจไม่ทันได้ง่ายกว่าเมื่อยกของในความถี่ต่ำ ๆ อีกทั้งเมื่อความถี่สูงขึ้น อาสาสมัครต้องใช้กล้ามเนื้อมัดเดิมทำงาน ซ้ำ ๆ ติดต่อกัน และมีระยะเวลาในการพักฟื้นและเตรียมตัวของกล้ามเนื้อในการยกครั้งถัดไปน้อยลง ส่งผลให้กล้ามเนื้อมีความทนทานลดลง จึงมีความสามารถในการยกของหนักได้น้อยลง

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ในอาสาสมัครเพศชายมีค่าสูงกว่าอาสาสมัครเพศหญิงในทุกความถี่ สอดคล้องกับงานวิจัยของนริศ เจริญพร (2561) พบว่า น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ของเด็กหญิงมีค่าน้อยกว่าเด็กชาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกความถี่ โดยพบว่าเมื่อความถี่ในการยกสูงขึ้น ค่าน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จะมีค่าลดลง เนื่องจากเพศชายและเพศหญิงมีโครงสร้างสรีระร่างกายแตกต่างกัน โดยผู้ชายมีสรีระร่างกายที่ใหญ่กว่า มีจำนวนและขนาดของกล้ามเนื้อมากกว่าผู้หญิง ส่งผลให้เพศชายสามารถสร้างพลังงานในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้มากกว่า ในกรณีที่ได้รับการฝึกการใช้กล้ามเนื้อมาเท่าๆ กัน เพศหญิงสามารถออกแรงได้เพียงร้อยละ 70 โดยประมาณ ของเพศชายเท่านั้น เนื่องจากเพศหญิงมีขนาดกล้ามเนื้อที่เล็กกว่า

จากผลการศึกษาระดับความรู้สึกปวดเมื่อยลำจากการยกของ พบว่า เมื่อความถี่เพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยระดับความรู้สึกปวดเมื่อยลำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งเพศชายและเพศหญิง แม้น้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ลดลง โดยความถี่ที่ 5 วินาทีต่อครั้ง (12 ครั้งต่อนาที) มีระดับความรู้สึกปวดเมื่อยลำมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของนริศ เจริญพร (2561) พบว่าค่าเฉลี่ยของระดับความรู้สึกปวดเมื่อยลำ มากสุดที่ความถี่ 12 ครั้งต่อนาที และสอดคล้องกับงานวิจัยของต่างประเทศ (Garg & Banaag, 1988; Wu, 2000 และ Wu, 2003) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าความถี่ในการยกสูงส่งผลต่อความล้าของร่างกายค่อนข้างมาก แม้น้ำหนักในการยกจะน้อยก็ตาม ซึ่งอาจเกิดจากการที่มัดกล้ามเนื้อที่ใช้ในการยกมีเวลาน้อยลงในการฟื้นฟูและเตรียมตัวในการยกครั้งถัดไป หรือร่างกายต้องการออกซิเจนเพื่อนำมาใช้ในการสร้างพลังงานมาก จึงต้องหายใจถี่ขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้อาสาสมัครรู้สึกเหนื่อยล้ามากขึ้น เมื่อต้องยกของในความถี่ที่เพิ่มขึ้น

4.5.5 เปรียบเทียบผลการศึกษากับ NIOSH Lifting

งานวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการทดลองด้วยการกำหนดน้ำหนักยกเริ่มต้นให้กับอาสาสมัครทั้งชายและหญิงตามสมการหาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำจาก (RWL) NIOSH Lifting Equation 1991 โดยอาสาสมัครเริ่มยกที่น้ำหนักตาม RWL และใช้ความรู้สึกทางกายในการตัดสินใจว่าน้ำหนักดังกล่าวเบาหรือหนักไปสำหรับการยกตลอดทั้งวันประมาณ 8 ชั่วโมง ระหว่างที่อาสาสมัครทำการทดลองยกน้ำหนักตามความถี่ต่าง ๆ สามารถปรับลดน้ำหนักลงหรือเพิ่มน้ำหนักให้มากขึ้นได้ จนสิ้นสุดการทดลอง 20 นาที จากนั้นจะใช้ค่าน้ำหนักยกที่อาสาสมัครตัดสินใจในครั้งสุดท้ายก่อนสิ้นสุดการทดลองเป็นค่าน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้สำหรับบุคคลคนนั้น (MAWL: Maximum Acceptable Weight of Lift)

จากภาพที่ 4.9 และ 4.10 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักยกที่ยอมรับได้ในอาสาสมัครชาย 23 คน และหญิง 27 คน ตามลำดับ มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักยกเริ่มต้นที่พิจารณาจาก RWL ของ NIOSH Lifting Equation ในทุกความถี่ ผลการทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งหมด ดังนั้นการนำเกณฑ์ของ NIOSH Lifting Equation มาใช้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับน้ำหนักยกที่น่าจะมีความปลอดภัย

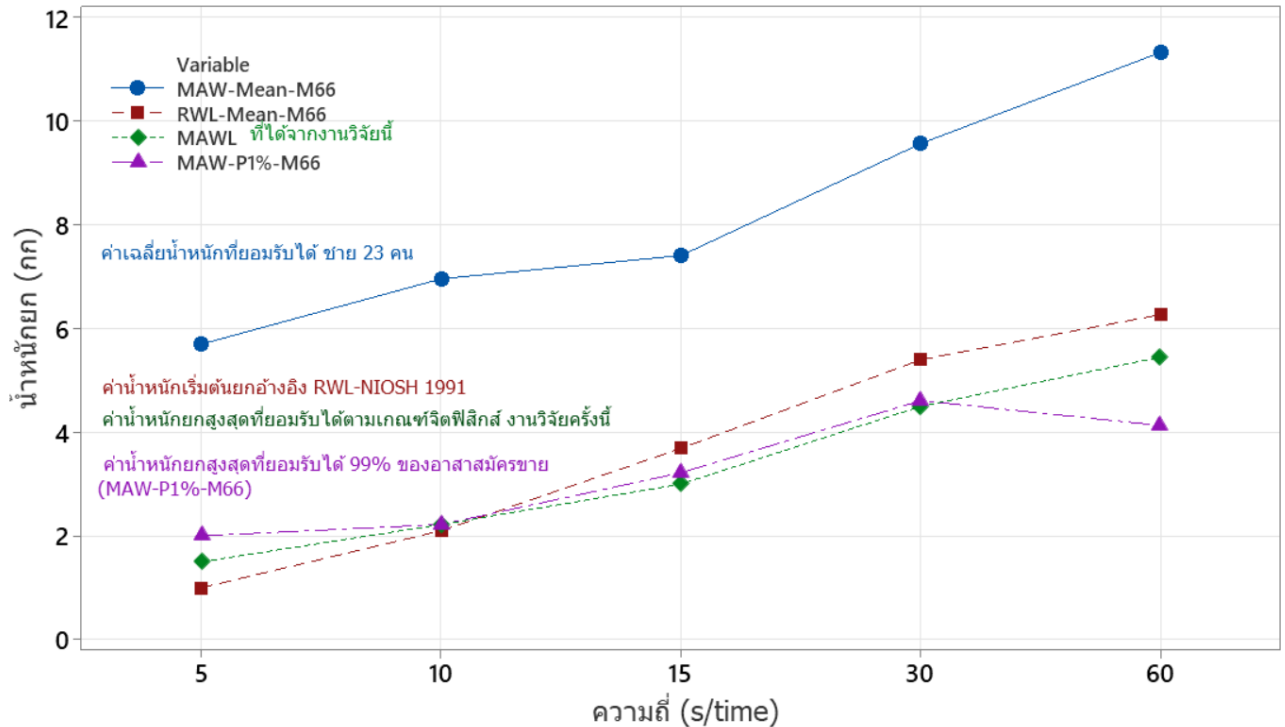
หากพิจารณารายละเอียดในภาพที่ 4.9 ระหว่างค่าน้ำหนักยกเริ่มต้นซึ่งมาจากค่า RWL ของ NIOSH 1991 (กราฟเส้นประสีเขียวจุดสี่เหลี่ยมขาวหลวมตัด) เปรียบเทียบกับค่าน้ำหนักยกที่พิจารณาจากการยอมรับของอาสาสมัครชายที่ 99% (กราฟเส้นประสีม่วงจุดสามเหลี่ยม) ในงานวิจัยครั้งนี้พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความถี่ 5, 15, 30 และ 60 วินาทีต่อครั้ง โดยที่ความถี่ 5 วินาทีต่อครั้ง ค่าเฉลี่ยขีดจำกัดน้ำหนักยกที่พิจารณาจาก NIOSH Lifting Equation 1991 ส่วนที่ค่าเฉลี่ยขีดจำกัดน้ำหนักยกที่พิจารณาจาก NIOSH 1991 ที่ความถี่ 5 วินาทีต่อครั้งไม่มีความแตกต่างกับค่าน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ของอาสาสมัครชายที่ 99% สำหรับค่าน้ำหนักยกที่พิจารณาจาก NIOSH 1991 ที่ความถี่การทดลอง 15, 30 และ 60 วินาทีต่อครั้งมีค่ามากกว่าค่าน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ของอาสาสมัครชายที่ 99% ซึ่งพอสรุปได้ว่าที่ความถี่ 10, 15, 30 และ 60 วินาทีต่อครั้งการพิจารณาน้ำหนักยกสูงสุดโดยใช้เกณฑ์ของ NIOSH-1991 เป็นไปได้ว่าจะนำมาใช้สำหรับคนไทย อย่างไรก็ตามเมื่อความถี่สูงมากที่ 5 วินาทีต่อครั้ง อาจทำให้เกิดความเสี่ยงขึ้นเมื่อเทียบกับคำแนะนำของ NIOSH 1991

สำหรับภาพที่ 4.10 พบว่าค่าน้ำหนักยกเริ่มต้นที่พิจารณาจาก NIOSH 1991 มีแนวโน้มว่ามีค่ามากกว่าค่าน้ำหนักยกที่ยอมรับได้ในกลุ่มอาสาสมัครหญิง 75% ที่ความถี่การยกต่ำ 15, 30, 60 วินาทีต่อครั้ง ส่วนที่ความถี่ 5 และ 10 วินาทีต่อครั้งค่าน้ำหนักยกเริ่มต้นที่แนะนำจาก NIOSH 1991 มีแนวโน้มจะน้อยกว่า ซึ่งพอสรุปได้ว่าการใช้ NIOSH 1991 มาพิจารณาน้ำหนักยกสำหรับผู้ปฏิบัติงานหญิงอาจจะไม่เหมาะสม

การเปรียบเทียบค่าน้ำหนักยกที่แนะนำของ NIOSH 1991 เทียบกับน้ำหนักยกที่พิจารณาตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์ที่ได้จากการทดลองกับอาสาสมัครทั้งหมด 50 คน (ชาย 23 คน และ หญิง 27 คน) ในงานวิจัยครั้งนี้พบว่าที่ความถี่สูง 5 และ 10 วินาทีต่อครั้ง มีค่าน้อยกว่าค่าน้ำหนักยกที่แนะนำตามสมการของ NIOSH 1991 ส่วนที่ความถี่ในการยกต่ำคือ 15, 30 และ 60 วินาทีต่อครั้ง พบว่าน้ำหนักยกที่แนะนำตามสมการของ NIOSH 1991 มีความเป็นไปได้ที่จะมีค่าสูงกว่าค่าน้ำหนักยกตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์ที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้ (MAW) ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้นยกอ้างอิงจาก RWL

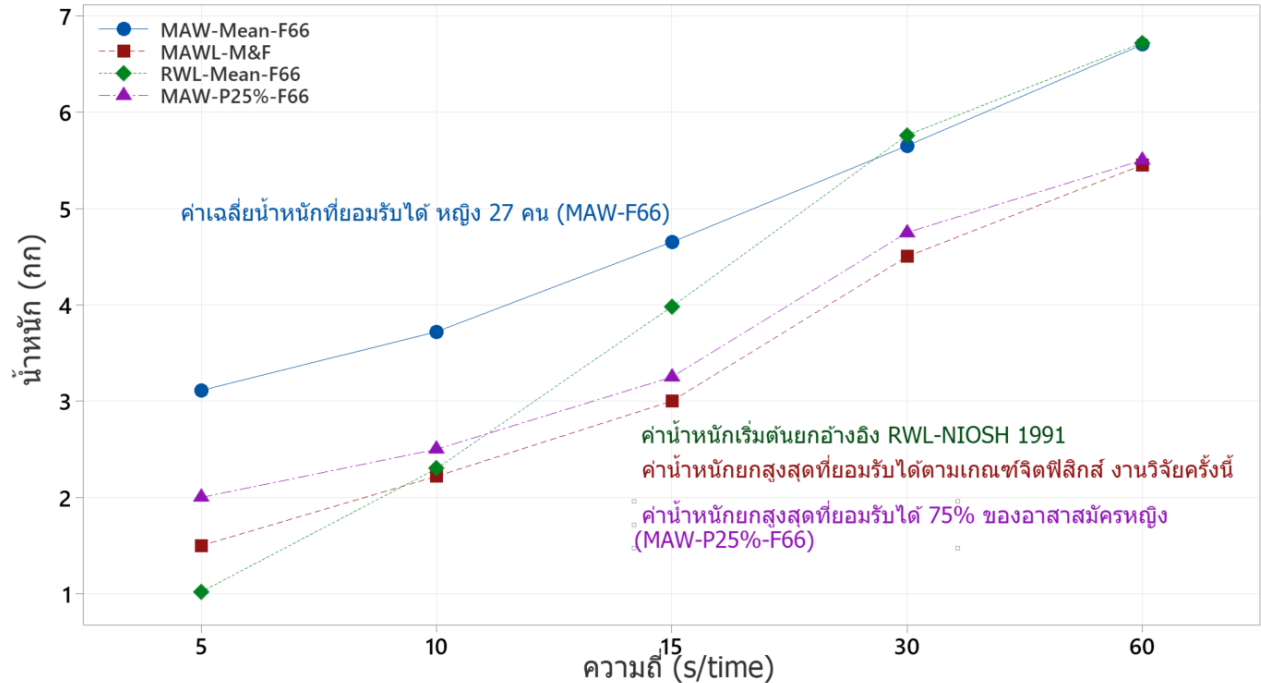
เปรียบเทียบกับน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์ (MAWL)
และน้ำหนักที่ขาย 99% ยอมรับ (MAW-P1%-M66)



ภาพที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ (เส้นทึบสีน้ำเงิน-จุดวงกลม) และค่าเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้นยก NIOSH 1991 (เส้นประสีแดง-จุดสี่เหลี่ยมจัตุรัส) เปรียบเทียบกับน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์ (เส้นประสีเขียว-จุดสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัด) และค่าน้ำหนัก

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้ (MAW) ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้นยกอ้างอิงจาก RWL

เปรียบเทียบกับน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์ (MAWL)
และน้ำหนักที่หญิง 75% ยอมรับ (MAW-P25%-F66)



ภาพที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ของเพศหญิง 27 คน (เส้นทึบสีน้ำเงิน-จุดวงกลม) และค่าเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้นยก (เส้นประสีเขียว-จุดสี่เหลี่ยม) เปรียบเทียบกับน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์ (เส้นประสีแดงจุดสี่เหลี่ยมจัตุรัส) และค่าน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ 75% ของอาสาสมัครหญิง (เส้นประสีม่วงจุดสามเหลี่ยม) ที่ความถี่การทดลองยก 5, 10, 15, 30 และ 60 วินาทีต่อครั้ง

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

โครงการศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษามวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักที่แนะนำให้ทำงานได้ ด้วยแรงกายของแรงงานกลุ่มคนงานผู้เยาว์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัด น้ำหนักที่แนะนำให้ทำงานได้ ด้วยแรงกายของแรงงานกลุ่มคนงานผู้เยาว์ที่มีอายุระหว่าง 18 – 24 ปี ด้วย เกณฑ์การยอมรับทางจิตฟิสิกส์เป็นหลัก โดยสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะมีดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

จากผลการศึกษา พบว่า กลุ่มผู้เยาว์อายุ 18 - 24 ปี จำนวน 50 คน เป็นเพศชาย จำนวน 23 คน เพศหญิง จำนวน 27 คน โดยเพศชายมีอายุเฉลี่ย 20.73 ± 0.95 ปี เพศหญิงมีอายุเฉลี่ย 20.85 ± 1.41 ปี และค่าดัชนีมวลกาย เพศชายเฉลี่ย 22.34 ± 2.17 kg/m² เพศหญิงเฉลี่ย 20.51 ± 1.82 kg/m² ผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายของ อาสาสมัครซึ่งประกอบด้วย การวัดแรงบีบมือขณะเหยียดตรง การวัดแรงเหยียดขา การวัดแรงยกแขน โดยภาพรวม เพศชาย (137.13 37.28 และ 36.68 kgf ตามลำดับ) มีค่าการทดสอบสมรรถภาพสูงกว่าผู้หญิง (69.70 25.64 และ 21.15 kgf ตามลำดับ)

5.1.2 น้ำหนักเริ่มต้นที่แนะนำให้ยก (Recommended Weight Limit - RWL)

ผลการการศึกษานี้ใช้น้ำหนักเริ่มต้นที่แนะนำให้ยก (Recommended Weight Limit - RWL) จากการคำนวณค่าน้ำหนักจากสมการการยกของ NIOSH พบว่า น้ำหนักเริ่มต้นที่แนะนำให้ยกมีแนวโน้มมากขึ้นเมื่อ ทดลองในความถี่การยกต่ำลงเหมือนกันทั้งเพศชายและเพศหญิง งานยกและเคลื่อนย้ายเพื่อหาขีดจำกัดน้ำหนักยก สูงสุดที่ยอมรับได้ (Maximum Acceptable Weight of Lift: MAWL (kg)) และคำแนะนำที่เหมาะสมสำหรับกลุ่ม คนงานผู้เยาว์ ภายใต้การทำงานในสภาพที่เหมาะสมโดยใช้จิตฟิสิกส์ (Psychophysics) พบว่า ในการยกที่ความถี่ 5 10 15 30 และ 60 วินาทีต่อครั้ง เพศชายยกได้น้ำหนักสูงสุดเฉลี่ย 5.70, 6.96, 7.41, 9.57 และ 11.33 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนเพศหญิงยกได้น้ำหนักสูงสุดเฉลี่ย 3.11, 3.72, 4.65, 5.65, และ 6.70 กิโลกรัม ตามลำดับ จะพบว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ในอาสาสมัครเพศชายจะมีค่าสูงกว่าในอาสาสมัครหญิงในทุกความถี่

5.1.3 การพิจารณาน้ำหนักยกด้วยเกณฑ์ทางจิตฟิสิกส์

การพิจารณาการยอมรับได้ของน้ำหนักสูงสุดที่ใช้ในการศึกษานี้พบว่า น้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้จาก การยกและเคลื่อนย้ายสิ่งของ จำแนกตามความถี่ 5 10 15 30 และ 60 วินาทีต่อครั้ง มีค่าเท่ากับ 1.50 2.22 3.00 4.50 และ 5.45 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่งผลให้เกิดระดับความรู้สึกปวดเมื่อยล้าจากงานยกย้ายวัสดุ ซึ่งระดับความรู้สึก ปวดเมื่อยล้าจากการยกย้ายของอาสาสมัคร พบว่าในการยกความถี่ที่ 5 วินาทีต่อครั้ง อาสาสมัครเพศชายและเพศ หญิงมีความเหนื่อยล้าสูงสุด มีค่าเฉลี่ย 5.48 และ 4.63 ตามลำดับ

5.1.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางกายและน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้จากการยก

จากผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ระหว่าง แรงบีบมือ แรงเหยียดขา และแรงยกแขน มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกแบบเส้นตรงกับน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ในระดับปานกลาง (0.50-0.80) ถึงดีมาก (0.81-1.00) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $\alpha = 0.05$ โดยเฉพาะแรงบีบมือและแรงยกแขนมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงเป็นอย่างดีกับค่าเฉลี่ยน้ำหนักยกสูงสุดที่ยอมรับได้ในการทดลองในหลายความถี่โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดีมากซึ่งอยู่ระหว่าง 0.81-1.00

5.2 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษา

จากผลการศึกษาดังกล่าวคณะทีมผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.2.1 น้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้จากการศึกษานี้สามารถสรุปจากการทดลองโดยเกณฑ์ทางจิตฟิสิกส์ มวลอ้างอิงที่แนะนำสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่ปลอดภัยตามวิธีจิตฟิสิกส์ ในความถี่ 5 10 15 30 และ 60 ครั้งต่อนาที มีค่าเท่ากับ มีค่าเท่ากับ 1.50 2.22 3.00 4.50 และ 5.45 กิโลกรัม ตามลำดับ

5.2.2 มวลอ้างอิงที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ในการวิจัยเพื่อขยายผลการศึกษาเพิ่มเติมด้วยเกณฑ์ประเมินทางชีวกลศาสตร์ สรีรวิทยา และวิทยาการระบาดเพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำและน่าเชื่อถือมากขึ้น สำหรับการกำหนด แนะนำ และเสนอต่อการปรับปรุงกฎหมาย มาตรฐาน และแนวปฏิบัติที่ดีเพื่อคุ้มครองและยกระดับคุณภาพชีวิตแรงงานที่ทำงานยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยแรงกายต่อไป

5.2.3 ผลการศึกษานี้พบว่า สมรรถภาพทางกาย ได้แก่ แรงบีบมือ แรงยกขา และแรงยกแขนมีความสัมพันธ์กับมวลอ้างอิงสูงสุดที่ยอมรับได้ในทุกความถี่ ดังนั้นนายจ้างควรให้ความสำคัญกับการเฝ้าระวังและการสร้างเสริมสมรรถภาพทางกายของผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยแรงกาย ซึ่งเป็นอีกมาตรการหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญในการลดความเสี่ยงการบาดเจ็บระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ

5.2.4 ผลการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักยกแนะนำที่ได้จากสมการ NIOSH 1991 อาจจะไม่เหมาะสมนำมาใช้เป็นน้ำหนักแนะนำสำหรับคนไทยทั้งเพศชายและหญิงโดยเฉพาะที่ความถี่ต่ำ เนื่องจากพบว่ามีแนวโน้มที่ค่าน้ำหนักแนะนำที่ได้จากสมการ NIOSH 1991 จะมีค่ามากกว่าน้ำหนักที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์จิตฟิสิกส์ ซึ่งหากจำเป็นต้องนำมาใช้อาจจะมีการปรับค่ามวลอ้างอิง (load constance) หรือตัวคูณของปัจจัยเสี่ยงเนื่องจากความถี่ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับประชากรไทย

5.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

5.3.1 ผลการศึกษาครั้งนี้ เป็นเพียงการศึกษาระยะที่ 1 ในกลุ่มประชากรแรงงานอายุระหว่าง 18 – 24 ปี ซึ่งยังไม่ครอบคลุมกลุ่มวัยแรงงานทั้งหมด ดังนั้นควรมีการศึกษาเพื่อขยายผลการวิจัยให้ครอบคลุมกลุ่มวัยแรงงานทั้งหมด

5.3.2 การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษามวลอ้างอิงที่ใช้เฉพาะเกณฑ์จิตฟิสิกส์เท่านั้น จึงควรมีการศึกษาเพื่อพิจารณาน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้ในการยกตามหลักการประเมินทางกายศาสตร์เพิ่มเติม คือ เกณฑ์ทางด้านชีวกลศาสตร์สำหรับศึกษาความทนต่อแรงกดบนหมอนรองกระดูกสันหลัง (Compressive strength of spinal disc) และเกณฑ์ทางสรีรวิทยาเพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของร่างกายในประเด็นการสะสมของความล้าเนื่องจากการใช้พลังงานของร่างกายที่เกินความสามารถสูงสุด เช่น ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ความสามารถในการใช้ออกซิเจน และพลังงานของร่างกาย เป็นต้น

5.3.3 ควรมีการศึกษามวลอ้างอิงสูงสุดที่ยอมรับได้ในสภาพการทำงานที่หลากหลายให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมในการทำงานตามสถานการณ์จริง และคำนึงถึงตัวแปรอื่น ๆ เช่น ระยะการยก ความถี่ ลักษณะการจับยึดของวัสดุ รูปร่างของวัสดุที่ยก สภาพพื้นผิวของพื้นที่ทำงาน วิธีการยกมือเดียวสองมือ คนเดียวหรือสองคน โดยเฉพาะเรื่องของอุณหภูมิในการทำงานที่ส่งผลต่อภาระงานทางสรีระของร่างกายที่สูงขึ้นอย่างมากจนอาจเป็นอันตรายได้ เมื่อต้องทำงานยกต่อเนื่องเป็นเวลานาน

เอกสารอ้างอิง

- กรมพลศึกษา สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา (2562) แบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกาย สำหรับ
เด็กไทย อายุ 19-59 ปี.กระทรวงการทองเที่ยวและกีฬา
งานด้านการยศาสตร์ ในประเทศไทย. (2557a, July 8). การประเมินความเสี่ยงโดยใช้สมการ NIOSH. สืบค้นเมื่อ 17
กรกฎาคม 2566 จาก <http://thai-ergonomic-assessment.blogspot.com/2014/07/niosh.html>
งานด้านการยศาสตร์ ในประเทศไทย. (2557b, July 7).การประเมินความเสี่ยงโดยวิธี OWAS. สืบค้นเมื่อ 17
กรกฎาคม 2566 จาก <http://thai-ergonomic-assessment.blogspot.com/2014/07/owas.html>
ปริญญาภรณ์ แก้วยศ. (2562). การประเมินภาระงานของกล้ามเนื้อและความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในพนักงานที่มี
การยกกล้าเลียง ในโรงงานอุตสาหกรรม. วารสาร ความปลอดภัย และ สิ่งแวดล้อม, 4(2), 62-72.
สำนักงานกองทุนเงินทดแทน. (2564). สถานการณ์การประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน ปี
2560– 2564. สำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน.
สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (2560). การศึกษาลักษณะงานยกของหนัก เพื่อกำหนด
ขีดจำกัดและคำแนะนำที่เหมาะสมสำหรับเด็ก. โครงการศึกษาวิเคราะห์สภาพงานอันตรายสำหรับเด็กใน
ประเทศไทย. กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน, 67-115
อรุณ จิรวัฒน์กุล. (2551). ชีวสถิติสำหรับงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ. ขอนแก่น. หจก.โรงพิมพ์คลัง
นานา
ปวีณา มีประดิษฐ์. (2559ก). การประเมินความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
บริษัท โอ. เอส. พรีนติ้งเฮาส์ จำกัด, พิมพ์ครั้งที่1, 29-38.
ปวีณา มีประดิษฐ์. (2559ข). การประเมินความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
บริษัท โอ. เอส. พรีนติ้งเฮาส์ จำกัด, พิมพ์ครั้งที่1, 43-52.
ปวีณา มีประดิษฐ์. (2559ค). การประเมินความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
บริษัท โอ. เอส. พรีนติ้งเฮาส์ จำกัด, พิมพ์ครั้งที่1, 70.
VelocityEHS. (2022, August 29). 3D SSPP - 3D Static Strength Prediction Program. สืบค้นเมื่อ 17 กรกฎาคม
2566 จาก <https://www.ehs.com/solutions/ergonomics/3d-sspp/>
Andersson, C.K., Chaffin, D.B. and Herrin, G.D. (1986). A study of lumbosacral orientation
under varied static loads. Spine, 11(5), 456-462.
Al-Ashaik, R. A., Ramadan, M. Z., Al-Saleh, K. S., & Khalaf, T. M. (2015). Effect of safety shoes type,
lifting frequency, and ambient temperature on subject's MAWL and physiological responses.
International Journal of Industrial Ergonomics, 50, 43- 51.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.09.002>
Balasubramanian, K. (2018). Fatigue Evaluation in Manual Handling Using Surface EMG and
Ergonomic Design of Trolley. *Ergonomics International Journal*. <https://doi.org/10.23880/eoij-16000145>
Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 14(5), 377-381.

- Borg, G. (2008). A general scale to rate symptoms and feelings related to problems of ergonomic and organizational importance. *Supplemento A Psicologia*, 30 (1), 8-10.
- Chaffin, D.B. (1975) On the validity of biomechanical models of the low back for weight lifting analysis. *ASME Proceeding*, 75-WA-Bio-1, American Society of Mechanical Engineering, New York.
- Charoenporn N., Outama A., Kaewdok T., Earde P., Kooncumchoo P. (2019) Maximum Acceptable Weight of Lift in Adolescence Aged 15 to Less Than 18 Years Old. In: Bagnara S., Tartaglia R., Albolino S., Alexander T., Fujita Y. (eds) *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018)*. IEA 2018. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 826. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-96065-4_81
- Ciriello, V., Maikala, R., Dempsey, P., O'Brien, N., 2011. Gender differences in psychophysically determined maximum acceptable weights and forces for industrial workers observed after twenty years. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 84, 569e575, <http://dx.doi.org/10.1007/s00420-010-0589-0>.
- Dempsey PG. A critical review of biomechanical, epidemiological, physiological and psychophysical criteria for designing manual materials handling tasks. *Ergonomics*. 1998;41(1):73-88.
- Drinkaus, P., Sesek, R. F., Bloswick, D. S., Mann, C., & Bernard, T. (2003, June 12 - 13, 2003). The Hand Activity Level: Using task level outputs to evaluate job risk. Paper presented at the Proceedings of the 1st Annual Regional National Occupational Research Agenda (NORA) Young/New Investigators Symposium, Salt Lake City, Utah.
- Fox, R., & Smith, J. L. (2014). A psychophysical study of high-frequency arm lifting. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44(2), 238–245. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2012.11.004>
- Garg, A., & Banaag, J. (1988). Maximum acceptable weights, heart rates and RPEs for one hour's repetitive asymmetric lifting. *Ergonomics*, 31(1), 77–96. <https://doi.org/10.1080/00140138808966650>
- 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.
- Health and safety Executive (HSE). (2022). Health and safety at work. Summary statistics for Great Britain 2022. [cited 9 January 2023]; Available from: <https://www.hse.gov.uk/statistics/overall/hssh2122.pdf>.
- Hignett S, McAtamney L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). *Appl Ergon.* Apr; 31(20): 201-205
- International Ergonomics Association (IEA). (2010). ergonomics guidelines for occupational health practice in industrially developing countries. สืบค้นเมื่อวันที่ 17 ธันวาคม พ.ศ. 2564 จาก

- [http://www.icohweb.org/site/multimedia/news/pdf/ERGONOMICS
Ores%20Final%20April%202010.pdf](http://www.icohweb.org/site/multimedia/news/pdf/ERGONOMICS%20Final%20April%202010.pdf).
- International Labour Organization; ILO. (2018). Improving the Safety and Health of Young Workers. Geneva.
- Iranzo, S., Piedrabuena, A., Iordanov, D., Martinez-Iranzo, U., & Belda-Lois, J. (2020). Ergonomics assessment of passive upper-limb exoskeletons in an automotive assembly plant. *Applied Ergonomics*, 87, 103120. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103120>
- ISO 11228-1 (2003) Ergonomics –Manual handling Part I: Lifting and carrying. International Organization for Standardization, TC159.
- ISO. (2021). ISO11228 Ergonomics - Manual Handling - Part 1: Lifting, Lowering and Carrying. Switzerland.
- Li KW, Yu R-f, Gao Y, Maikala RV, Tsai H-H. Physiological and perceptual responses in male Chinese workers performing combined manual materials handling tasks. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2009;39(2):422-7. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2008.08.004>.
- Li, S. S. W., Chu, C. C. F., & Chow, D. H. K. (2019). EMG-based lumbosacral joint compression force prediction using a support vector machine. *Medical Engineering & Physics*, 74, 115-120. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2019.09.009>
- Luger, T., Bär, M., Seibt, R., Rimmele, P. F., Rieger, M. A., & Steinhilber, B. (2021b). A passive back exoskeleton supporting symmetric and asymmetric lifting in stoop and squat posture reduces trunk and hip extensor muscle activity and adjusts body posture – A laboratory study. *Applied Ergonomics*, 97, 103530. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103530>
- Maiti R, Ray GG. Determination of maximum acceptable weight of lift by adult Indian female workers. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2004;34(6):483-95. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2004.06.003>.
- Mital, A., 1984a. Comprehensive maximum acceptable weight of lift database for regular 8-hour work shifts. *Ergonomics* 27, 1127e1138, <http://dx.doi.org/10.1080/00140138408963595>.
- Mital, A., Nicolson, A. S., and Ayoub, M. M. A guide to manual material handling. (2nd Ed). London: Taylor and Francis Ltd. 1997.
- Prajapati, B., Dunne, M., Armstrong, R. (2009). Sample size estimation and statistical power analyses. *Clinical*, 1-9.
- Pinder, A. D. J. and M. G. Boocock (2014). "Prediction of the maximum acceptable weight of lift from the frequency of lift." *International Journal of Industrial Ergonomics* 44: 13.
- Pizzolato, S., Tagliapietra, L., Cognolato, M., Reggiani, M., Müller, H., & Atzori, M. (2017). Comparison of six electromyography acquisition setups on hand movement

- classification tasks. 12(10), e0186132. doi: 10.1371/journal.pone.0186132.
- Poitras, I., Biemann, M., & Campeau-Lecours, A. (2019). Validity of Wearable Sensors at the Shoulder Joint: Combining Wireless Electromyography Sensors and Inertial Measurement Units to Perform Physical Workplace Assessments. 19(8). doi: 10.3390/s19081885.
- Roffey DM, Wai EK, Bishop P, Kwon BK, Dagenais S. Causal assessment of workplace manual handling or assisting patients and low back pain: results of a systematic review. The spine journal: official journal of the North American Spine Society. 2010;10(7):639-51.
- Snook, S.H., Ciriello, V.M., 1991. The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces. Ergonomics 34, 1197e1213, <http://dx.doi.org/10.1080/00140139108964855>.
- Saman Ahmad & Mohammad Muzammil (2022) Predicting the load constant of the revised NIOSH lifting equation based on demographics, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, DOI: 10.1080/10803548.2022.2095131.
- Stepan, M. E., Wilckens, K. A., Hostler, D., Wallace, M. L., & Franzen, P. L. (2022). Physical Exertion Partially Mitigates Task-Switching Deficits From Sleep Loss: Implications for Firefighters. J Occup Environ Med, 64(10), e622-e628. doi: 10.1097/jom.0000000000002647.
- The Manual Handling Operations Regulations 1992. UK. Retrived 14 April 2022 from <https://www.legislation.gov.uk/ukxi/1992/2793/contents/made>
- Vieira E, Kumar S. Safety analysis of patient transfers and handling tasks. Quality & safety in health care. 2009;18(5):380-4.
- Water, T. R., Putz-Anderson, V., and Garg, A. (1994) Applications manual for the revised NIOSH lifting equation. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Center for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).
- Water, T. R., Lu, M. L., and Occhipinti, E. (2007) New procedure for assessing sequential manual lifting jobs using the revised NIOSH lifting. Ergonomics, 50 (11), 1761-1770.
- Waters, T. R., Putz-Anderson, V., & Garg, A. (1994). Applications manual for the revised NIOSH lifting equation. Departmane of Commerce Technology Administration, NIOSH. U.S.
- Wu, S.P., 1999. Psychophysically determined infrequent lifting capacity of Chinese participants. Ergonomics 42, 952e963, <http://dx.doi.org/10.1080/001401399185234>.
- Wu, S. (2000). Psychophysically determined symmetric and asymmetric lifting capacity of Chinese males for one hour's work shifts. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25(6), 675–682. [https://doi.org/10.1016/s0169-8141\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/s0169-8141(99)00055-4)
- Wu S. P. (2003). Maximum acceptable weights for asymmetric lifting of Chinese females. *Applied ergonomics*, 34(3), 215–224. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(03\)00010-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(03)00010-3)

Yeargin, S., McKenzie, A. L., Eberman, L. E., Kingsley, J. D., Dziedzicki, D. J., & Yoder, P. (2016). Physiological and Perceived Effects of Forearm or Head Cooling During Simulated Firefighting Activity and Rehabilitation. *J Athl Train*, 51(11), 927-935. doi: 10.4085/1062-6050-51.10.09.

ภาคผนวก

เครื่องมือวิจัย (Research tool/ instrument)

ตารางที่ 1 ความถี่ที่ใช้ในการทดลอง

เพศ	ความถี่/ครั้ง
ชาย	5 วินาที
	10 วินาที
	15 วินาที
	30 วินาที
	1 นาที
หญิง	5 วินาที
	10 วินาที
	15 วินาที
	30 วินาที
	1 นาที

ที่มา : Pinder, A. D. J., & Boocock, M. G. (2014). Prediction of the maximum acceptable weight of lift from the frequency of lift. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44(2), 225-237.

เพศ	ความถี่ (วินาที/ครั้ง)	ผลการทดลอง/ครั้งที่						
		MAWL ¹		HR ²		RPE ³ (CR 1-10)		หมายเหตุ
		1	2	1	2	1	2	
ชาย	5							
	10							
	15							
	30							
	60							

เพศ	ความถี่ (วินาที/ครั้ง)	ผลการทดลอง/ครั้งที่						
		MAWL ¹		HR ²		RPE ³ (CR 1-10)		หมายเหตุ
		1	2	1	2	1	2	
หญิง	5							
	10							
	15							
	30							
	60							

¹ หมายถึง น้ำหนักในการยกสูงสุดที่ยอมรับได้ในแต่ละความถี่ของการยก

² หมายถึง อัตราการเต้นของหัวใจขณะทำการทดลอง

³ หมายถึง การประเมินระดับการรับรู้การออกแรงของร่างกาย หลังทำการทดลองในแต่ละความถี่ของการยก

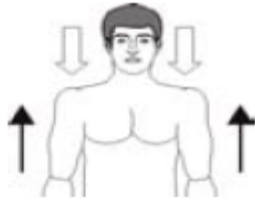


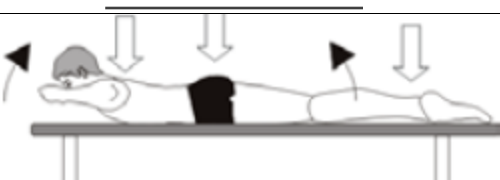
ตารางบันทึกผลค่าศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้ขณะที่กล้ามเนื้อหดตัวสูงสุด (Maximum voluntary contraction) ของ
กล้ามเนื้อ 4 มัด

ID number _____

Date ____ / ____ / ____ ด้านซ้าย / ด้านขวา

ค่าศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้ขณะที่กล้ามเนื้อหดตัวสูงสุด (maximum voluntary contraction)	ค่าที่ได้จากการวัดครั้งที่			ค่าเฉลี่ย (SD)
	1	2	3	
กล้ามเนื้อหัวไหล่ (trapezius)				
กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า biceps brachii				
กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง triceps brachii				
กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง lumber erector spinae				

การเก็บข้อมูล Maximum voluntary contraction โดยใช้ท่าทาง 4 ท่าทางการทดสอบ ทำการทดสอบ 3 ครั้งโดยใช้
ค่าเฉลี่ย ทำการทดสอบแต่ละครั้งห่างกัน 15 นาที เพื่อป้องกันความล้าของผู้ร่วมวิจัย

กล้ามเนื้อ	ท่าทางที่ทดสอบ
Trapezius p. Descendens	
Biceps Brachii	
Triceps Brachii	
Erector spinae	

ที่มา: Konrad P. The ABC of EMG: A practical introduction to kinesiological electromyography. USA.: Noraxon INC.; 2005.

ตารางบันทึกผลค่าน้ำหนักเริ่มต้นที่เป็นค่าแนะนำในการยก (Recommended Weight of Lift: RWL) ของแต่ละ
ความถี่ของการยก โดยคำนวณจาก NIOSH Lifting Equation

ID number _____ Gender _____

Date ____ / ____ / ____

ความถี่ (วินาที/ครั้ง)	ค่า RWL (kg)
5	
10	
15	
30	
60	

รายชื่อคณะผู้วิจัย

รายนามผู้วิจัย (ตำแหน่งในทีมวิจัย)	หน่วยงานผู้วิจัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร (ผู้จัดการโครงการวิจัย)	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม , ห้องปฏิบัติการวิจัย ปัจจัยมนุษย์ทางวิศวกรรมและการยศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีรพันธ์ แก้วดอกร (หัวหน้าทีมวิจัย)	หน่วยวิจัยด้านการยศาสตร์อาชีพอนามัยแห่ง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานิดา สว่างเนตร นอยแบร์ท (นักวิจัยในโครงการ)	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นายแพทย์ ชนนท์ กองกมล (นักวิจัยในโครงการ)	คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
อาจารย์ ดร. ชัญญา เจียมใจ (นักวิจัยในโครงการ)	คณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
อาจารย์ ดร. เอกราช สมบัติสวัสดิ์ (นักวิจัยในโครงการ)	คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คุณณัฐสุดา สุขสง่า (ผู้ช่วยนักวิจัย)	นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขา Occupational and Environmental Health (International program) คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
คุณอุษมา พิณสุรงค์ (ผู้ประสานงานโครงการวิจัย)	เลขาภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ใบรับรองโครงการวิจัย



คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์

ScF 03_01

ห้อง 110 ชั้น 1 อาคารปิยชาติ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี 12121 โทรศัพท์: 0-2564-4440 ต่อ 7358 E-mail: ecsctu3@tu.ac.th

COA No. 035/2566

ใบรับรองโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย : 66PU037
ชื่อโครงการวิจัย : การศึกษามวลอ้างอิงสำหรับการพิจารณาขีดจำกัดน้ำหนักยกที่แนะนำให้
ทำงานได้ด้วยแรงกายของคนหนึ่งคนในกลุ่มคนงานผู้เยาว์ อายุ 18-24 ปี
: A study of reference mass considered for determining the
recommended weight limit in manual lifting of one person
among young workers aged 18-24 years old
ผู้วิจัยหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อธิพันธ์ แก้วตอก
หน่วยงาน : คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ ได้พิจารณา โดยใช้หลักของ Declaration of Helsinki, the Belmont report, CIOMS guidelines และ the International practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม.....*อติพันธ์ แก้วตอก*.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เมสสิกรหญิง จินดา หวังบุญสกุล)

ประธานคณะกรรมการฯ

ลงนาม.....*อติพันธ์ แก้วตอก*.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ลักขณา เหล่าเกียรติ)

กรรมการและเลขานุการฯ

วันที่รับรอง: 25 พฤษภาคม 2566

วันหมดอายุ: 24 พฤษภาคม 2567

กำหนดส่งรายงานความก้าวหน้า: 25 เมษายน 2567

เอกสารที่คณะกรรมการฯรับรอง

- 1) โครงการวิจัย Version 3/ 13 พฤษภาคม 2566
- 2) ประวัติผู้วิจัย Version 3/ 13 พฤษภาคม 2566
- 3) ข้อมูลสำหรับประชากร/กลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของประชากร/กลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย Version 3/ 13 พฤษภาคม 2566
- 4) แบบประเมิน Borg's Scale (CR10) สอบถามระดับความรู้สึก Version 3/ 13 พฤษภาคม 2566
- 5) แบบบันทึกผลการทดลองหามวลอ้างอิง Version 3/ 13 พฤษภาคม 2566
- 6) แบบบันทึกผลค่าศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้ขณะที่ยกน้ำหนัก Version 3/ 13 พฤษภาคม 2566
- 7) เอกสารเชิญชวนอาสาสมัคร Version 3/ 13 พฤษภาคม 2566

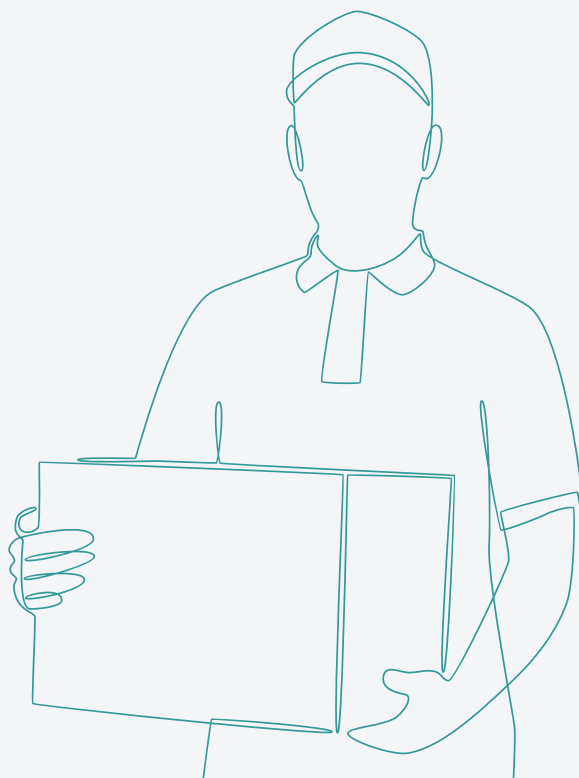
ScF 03_01



สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน)

อาคารกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (ส่วนแยกตลิ่งชัน) ชั้น 2
เลขที่ 18 ถนนบรมราชชนนี แขวงฉิมพลี เขตตลิ่งชัน กรุงเทพฯ 10170
โทรศัพท์ 0 2448 9111 โทรสาร 0 2448 9098

www.tosh.or.th



สสปท-TOSH



TOSHThailand



@TOSH



T-OSH



สสปท



T-OSH Thailand



T-OSH