



การออกแบบและพัฒนาไม้ตกรีดยางตามหลักการยศาสตร์
Design and Development of Ergonomic Rubber Tapping Knife

วรศักดิ์ สมบัติแก้ว
Worasak Sombatkaew

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและระบบ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Industrial and Systems Engineering
Prince of Songkla University

2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและพัฒนาโมดกริตยงตามหลักการยศาสตร์
 ผู้เขียน นายวรศักดิ์ สมบัติแก้ว
 สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

คณะกรรมการสอบ

.....
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุ่น สังขพงศ์)

.....ประธานกรรมการ
 (รองศาสตราจารย์ ดร. ธเนศ รัตนวิไล)

.....กรรมการ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุ่น สังขพงศ์)

.....กรรมการ
 (รองศาสตราจารย์ ดร. ยุทธชัย บรรเทงิจิตร)

.....กรรมการ
 (รองศาสตราจารย์ ดร. พรชัย พฤษักัทรานนธ์)

.....กรรมการ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กลางเดือน โพนนา)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
 ของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
 และระบบ

.....
 (รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณ สังข์พงศ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ
(นายวรศักดิ์ สมบัติแก้ว)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และ
ไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ

(นายวรศักดิ์ สมบัติแก้ว)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์	การออกแบบและพัฒนาโมดกริตยงตามหลักการยศาสตร์
ผู้เขียน	นายวรศักดิ์ สมบัติแก้ว
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและจัดทำอุปกรณ์มีดกริตยงตามหลักการยศาสตร์ที่สามารถลดท่าทางความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูก(Musculoskeletal disorder) ในส่วนมือและแขน อีกทั้งยังสามารถลดภาระงานของกล้ามเนื้อแขนได้ดีกว่าการใช้อุปกรณ์มีดกริตยงแบบดั้งเดิม(มีดเจ้ะบง) และผู้ปฏิบัติงานมีความพึงพอใจต่อการใช้งานในด้านความเหมาะสมต่างๆ ของอุปกรณ์มีดกริตยงที่ออกแบบใหม่เพิ่มมากขึ้น ขอบเขตของงานวิจัยนี้ประกอบด้วย การออกแบบและจัดสร้างอุปกรณ์มีดกริตยงอย่างน้อย 1 ชุด โดยระบุลักษณะและขนาดของตัวมีดและด้ามมีดอย่างชัดเจนในแบบร่าง โดยมีขั้นตอนในการวิจัยดังนี้ (1) การกำหนดกลุ่มอาสาสมัคร (2) การเก็บข้อมูลเบื้องต้นด้านข้อมูลทั่วไป ข้อมูลการบาดเจ็บและระดับความเจ็บปวดในส่วนมือและแขนจากการใช้งานอุปกรณ์มีดกริตยงแบบดั้งเดิม(มีดเจ้ะบง) และข้อมูลขนาดสัดส่วนมือ (3) การรวบรวมมีดกริตยงเบื้องต้น (4) การทดลองใช้งานมีดกริตยงเบื้องต้นกับอาสาสมัครและการประเมินการใช้งาน (5) การออกแบบมีดกริตยงต้นแบบตามหลักการยศาสตร์ (6) การทดลองใช้งานมีดกริตยงต้นแบบกับอาสาสมัครและการประเมินการใช้งาน (7) การออกแบบมีดกริตยงแบบใหม่ที่มีความเหมาะสมที่สุด (8) การทดลองใช้งานมีดกริตยงที่ออกแบบใหม่กับอาสาสมัครและการประเมินการใช้งาน (9) การวิเคราะห์และสรุปผลทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าอุปกรณ์มีดกริตยงที่ออกแบบตามหลักการยศาสตร์สามารถลดท่าทางความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูก(Musculoskeletal disorder) ในส่วนมือและแขนได้มากกว่าจากการใช้งานมีดกริตยงแบบดั้งเดิม(มีดเจ้ะบง) ที่ประเมินด้วยเทคนิค REBA จากความเสี่ยงในระดับที่ 3 เป็นความเสี่ยงในระดับที่ 2 และสามารถลดค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนจากการประเมินด้วยค่า %MVC ให้อยู่ในระดับความเสี่ยงที่สามารถยอมรับได้และมีระดับความพึงพอใจจากผู้ใช้งาน

Minor Thesis Title Design and Development of Ergonomic Rubber Tapping Knife
Author Mr.Worasak Sombatkaew
Major Program Industrial and Systems Engineering
Academic Year 2016

Abstract

The main objectives of this research were to design and develop an ergonomic rubber tapping knife result in reduction risk factors relate musculoskeletal disorder(MSDs) of hand and arm. Moreover, an ergonomic rubber tapping knife was developed to reduce the muscular effort than a traditional rubber tapping knife(Che-Bong) and increase the satisfaction of worker bases on appropriate new design. Scope of the research consists of designing and making at least one - rubber tapping knife by identifying the appearance and sizes of blade and handle knife. The research methodologies are as the followings: (1) specifying the sample of volunteers (2) collecting the primary data of general data, MSDs data, injured level cause of hand and arm operated a traditional rubber tapping knife and hand anthropometry (3) compiling the primary designs of rubber tapping knives (4) testing a designed rubber tapping knife with volunteers and evaluating performance (5) designing model of ergonomic rubber tapping knife (6) testing model of ergonomic rubber tapping knife with volunteers and evaluating performance (7) designing the most appropriate ergonomic rubber tapping knife (8) testing the new one with volunteers and evaluating performance (9) analyzing and summarizing at the statistical significant level at 0.05. The findings of REBA reveal that an ergonomic rubber tapping knife was able to reduce risk factors relate musculoskeletal disorder mostly as hand and arm operated than a traditional rubber tapping knife(Che-Bong) and decreasing the 3-risk level to the 2-risk level. In addition, the results of %MVC show that it was able to reduce the muscular effort under the acceptable risk level and increasing the satisfaction of worker.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องุ่น สังขพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รวมถึงกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเทงจิตร รองศาสตราจารย์ ดร.พรชัย พฤกษ์ภัทรานนท์ รองศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ รัตนวิไล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กลางเดือน โพนนา รวมถึงคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ที่ได้ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ด้วยดี

ขอขอบคุณคณาจารย์ของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมทุกท่านที่มีส่วนช่วยในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณครูช่างภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมที่อำนวยความสะดวกด้านเครื่องมือและสถานที่สำหรับการศึกษาทดลองตลอดจนนักศึกษาทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอใช้วิทยานิพนธ์เล่มนี้เป็นสิ่งแทนความสำเร็จขั้นหนึ่งของลูก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการทดแทนพระคุณของพ่อแม่ที่เสียสละทุกสิ่งทุกอย่างเพื่อลูกมาตลอด

วรศักดิ์ สมบัติแก้ว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(5)
ABSTRACT	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(10)
รายการภาพ	(13)
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 การสำรวจเอกสาร	5
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	9
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	9
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย	9
1.6 สถานที่ทำวิจัย	10
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	11
2.1 ยางพารา	11
2.2 การเก็บเกี่ยวน้ำยาง	11
2.3 การกรีดยาง	12
2.4 มีดกรีดยาง	13
2.5 หลักการยศาสตร์	17
2.6 กายวิภาคของมือ	18
2.7 กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของไหล่และแขน	20
2.8 การบาดเจ็บทั่วไปของมือและข้อมือ	22
2.9 ขนาดของมือ	23
2.10 เครื่องมือวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย	25
2.11 เครื่องมือที่ใช้มือจับ	25
2.12 แนวทางการออกแบบตามแนวทางหลักการยศาสตร์	27
2.13 หลักการออกแบบเครื่องมือที่ต้องใช้มือจับควบคุมการทำงาน	28
2.14 หลักการประยุกต์ใช้ขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์	29
2.15 ข้อควรคำนึงในการเอาข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายไปใช้งาน	30
2.16 การเลือกวัสดุและการออกแบบทางวิศวกรรม	30
2.17 ประเภทของการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	31
2.18 สถิติในการวิจัย	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า	
2.19	การออกแบบแบบสอบถาม	35
2.20	หลักการประเมินด้านการยศาสตร์	36
2.21	การวัดค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ	37
3	วิธีการดำเนินงานวิจัย	39
3.1	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	41
3.2	การออกแบบแบบสอบถาม	43
3.3	การรวบรวมอุปกรณ์มีดกรีดยางเบื้องต้น	44
3.4	การเก็บข้อมูลเบื้องต้น การสัมภาษณ์และการวิเคราะห์ข้อมูล	44
3.5	การใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	47
3.6	การเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม	47
3.7	การออกแบบมีดกรีดยางต้นแบบ	48
3.8	การใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	48
3.9	การออกแบบมีดกรีดยางแบบใหม่ที่มีความเหมาะสมที่สุด	49
3.10	การใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่	49
3.11	การประเมินความเสี่ยงของการทำงาน	50
3.12	การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	53
4	การวิเคราะห์ข้อมูล	57
4.1	การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพการทำงานโดยแบบสอบถาม	57
4.2	การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของอาสาสมัคร	62
4.3	การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	64
4.4	การศึกษาลักษณะอุปกรณ์มีดกรีดยางเบื้องต้น	83
4.5	การออกแบบมีดกรีดยางต้นแบบที่มีความแตกต่างกัน	85
4.6	การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	93
4.7	การออกแบบมีดกรีดยางแบบใหม่ที่มีความเหมาะสมที่สุด	117
4.8	การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่	118
5	สรุปผลการดำเนินงาน	142
5.1	ผลสรุปด้านข้อมูลทั่วไปที่ใช้ในการออกแบบมีดกรีดยาง	142
5.2	ผลจากการศึกษาคุณสมบัติของมีดกรีดยางเบื้องต้น	143
5.3	ผลจากการออกแบบและศึกษาคุณสมบัติของมีดกรีดยางต้นแบบ	144
5.4	ผลจากการศึกษาคุณสมบัติของมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่	146
5.5	ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย	147
	บรรณานุกรม	148
	ภาคผนวก	153
	ประวัติผู้เขียน	228

รายการตาราง

ตาราง	หน้า	
2.1	หน้าที่การทำงานของกล้ามเนื้อมือ	18
3.1	การแปลผลค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักระดับความเจ็บปวดบนร่างกาย	45
3.2	การแปลผลค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักระดับความพึงพอใจจากการใช้งานอุปกรณ์	45
4.1	ข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัคร	58
4.2	การบาดเจ็บสะสมจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม	60
4.3	การบาดเจ็บทันทีจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม	61
4.4	ค่าขนาดสัดส่วนร่างกาย	63
4.5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนคอ ลำตัวและ ขาของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	66
4.6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนของคอ ลำตัว และขาของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	68
4.7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือ ของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	70
4.8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือ ของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	72
4.9	ค่าเฉลี่ยมุมข้อมือที่อยู่ในท่า Flexor-Extensor และท่า Ulnar-deviation จากการ วิเคราะห์การทำงานกรีดยางของอาสาสมัคร	80
4.10	ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	81
4.11	รายละเอียดของมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมและมีดกรีดยางจากงานวิจัยอื่น	83
4.12	ขนาดของด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่มีความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนมือ	90
4.13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาล่างมัด Flexor digitorum profundus จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	95
4.14	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาล่างมัด Biceps brachii จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	97
4.15	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาล่างมัด Flexor digitorum profundus จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	99
4.16	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาล่างมัด Biceps brachii จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	101
4.17	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของ ร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	103
4.18	การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของ ร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	105
4.19	ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	114

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
4.20	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส່ว่นล่างมัด Flexor digitorum profundus จากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่	120
4.21	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส່ว่นบนมัด Biceps brachii จากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่	122
4.22	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนข่ำยส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus จากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่	124
4.23	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนข่ำยส่วนบนมัด Biceps brachii จากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่	126
4.24	การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่	128
4.25	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่	130
4.26	ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมและมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่	139
ง-1	ระดับความรุนแรงของการเจ็บปวดในแต่ละตำแหน่งบนร่างกาย	175
ง-2	ผลการวัดขนาดสัดส่วนมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้	179
ง-3	ระดับความเหมาะสมของมีดกรีดยางเบื้องต้นในด้านต่างๆ	180
ง-4	ระดับความเหมาะสมของมีดกรีดยางต้นแบบในด้านต่างๆ	182
ง-5	ระดับความเหมาะสมของมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ในด้านต่างๆ	184
จ-1	ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบตัวมีดกรีดยางต้นแบบ	187
จ-2	ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบด้ามมีดกรีดยางต้นแบบ	188
ฉ-1	ผลค่าเฉลี่ยคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	190
ฉ-2	ผลค่าเฉลี่ยคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	191
ฉ-3	ผลค่าเฉลี่ยคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	192
ฉ-4	ผลค่าเฉลี่ยคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	193
ฉ-5	ผลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อ biceps brachii ของแขนขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	194

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
ฉ-6	ผลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อ biceps brachii ของแขนซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	196
ฉ-7	ผลค่าคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	198
ฉ-8	ผลค่าคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	200
ฉ-9	ผลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อ biceps brachii ของแขนขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่	202
ฉ-10	ผลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อ biceps brachii ของแขนซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่	204
ฉ-11	ผลค่าคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่	206
ฉ-12	ผลค่าคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่	208
ช-1	ข้อมูลการบาดเจ็บจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม	211
ช-1	ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	217
ช-2	ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	219
ช-3	ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่	221

รายการภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ท่าทางการกรีดยางโดยใช้มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ๊ะบง)	5
2.1 ทางเดินท่อน้ำยางและทิศทางที่ควรกรีด	12
2.2 การกรีดหน้ายางที่ถูกต้อง	13
2.3 มีดเจ๊ะบง	13
2.4 มีดเก๊าจ๋	14
2.5 ส่วนประกอบและอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับมีดเจ๊ะบง	15
2.6 มีดเจ๊ะบงแบ่งตามขนาด	15
2.7 ขนาดมีดแบ่งตามขนาดคลองมีด	16
2.8 ท่าจับมีดกรีดยาง กรณีถนัดมือขวา	16
2.9 ท่ายืนกรีดยาง กรณีถนัดมือขวา	17
2.10 ท่าจับมีดกรีดยาง กรณีถนัดมือซ้าย	17
2.11 ท่ายืนกรีดยาง กรณีถนัดมือซ้าย	17
2.12 การเคลื่อนไหวข้อของต่อมื่อรอบแกนเพียง 2 แกน	19
2.13 พิสัยการเคลื่อนไหวลักษณะต่างๆ ของข้อมือ	20
2.14 กล้ามเนื้อเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของไหล่และแขน	20
2.15 เอ็นบริเวณข้อมือที่เป็นตำแหน่งของโรควงศ์ข้อมืออักเสบ	22
2.16 เส้นประสาทที่ถูกกดทับเมื่อมีอาการโรควงศ์ข้อมืออักเสบ	22
2.17 การวัดขนาดสัดส่วนมือ	23
2.18 เครื่องมือวัดขนาดสัดส่วนร่างกายแบบสถิตย์ที่ห่อรอศรภาพท์	25
2.19 เครื่องมือจับตามลักษณะการจับถือและการออกแรงของผู้ใช้	26
2.20 เครื่องมือที่ใช้มือจับแบบด้ามเดี่ยว	27
2.21 เครื่องมือที่ใช้มือจับแบบด้ามคู่	27
2.22 รูปแบบการควบคุมเครื่องมือที่ไม่เหมาะสมและเหมาะสม	29
2.23 แผ่นอิเล็กทรอนิกส์รุ่น Kendall/Tyco ARBO	37
2.24 เครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ รุ่น Mobi6-6b	38
3.1 ขั้นตอนโดยรวมในการดำเนินงานวิจัย	39
3.2 มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ๊ะบง)	44
3.3 มีด Ergo-1	44
3.4 มีด Anti-CTS	44
3.5 ชุดอุปกรณ์วัดขนาดสัดส่วนร่างกายแบบสถิตย์ที่ห่อรอศรภาพท์	46
3.6 ตำแหน่งการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนมือ	46

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
3.7	ตำแหน่งการวัดขนาดอุปกรณ์มีดรีดยางแบบดั้งเดิม	47
3.8	กล้องวิดีโอสำหรับบันทึกท่าทางการทำงาน	51
3.9	เครื่องขยายสัญญาณรุ่น Mobic6-6b สำหรับใช้ในการทดลอง	51
3.10	แผ่นอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการทดลอง	52
3.11	ตำแหน่งการติดแผ่นอิเล็กทรอนิกส์ลงบนกล้ามเนื้อแขน	52
3.12	ท่าทางการทดสอบค่าการออกแรงสูงสุด(MVC) ของกล้ามเนื้อแขน	52
3.13	แผนภาพการทดลองใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	54
3.14	แผนภาพการทดลองใช้มีดกรีดยางต้นแบบ	55
3.15	แผนภาพการทดลองใช้มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่	56
4.1	ตำแหน่งการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นบริเวณแขนและไหล่	59
4.2	ท่าทางการทำงานกรีดยางที่มีการยกแขนและงอข้อศอก	59
4.3	ตำแหน่งการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นบริเวณฝ่ามือ	60
4.4	ลักษณะการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นบริเวณฝ่ามือของผู้ประกอบอาชีพกรีดยาง	60
4.5	การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนมือของผู้ประกอบอาชีพกรีดยาง	63
4.6	Main Effect plot ของ Knife และ Height ในส่วนคอลำตัวและขาของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	67
4.7	Interaction plot ของ Knife และ Height ในส่วนคอลำตัวและขาของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	67
4.8	Main Effect plot ระหว่าง Knife และ Height ในส่วนของคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	69
4.9	Interaction plot ของ Knife และ Height ในส่วนของคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	69
4.10	Main Effect plot ของ Knife และ Height ในส่วนแขนและข้อศอกของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	71
4.11	Interaction plot ของ Knife และ Height ในส่วนแขนและข้อศอกของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	71
4.12	Main Effect plot ของ Knife และ Height ในส่วนแขนและข้อศอกของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	73
4.13	Interaction plot ของ Knife และ Height ในส่วนแขนและข้อศอกของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	73
4.14	แผนภูมิแสดงระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานของอาสาสมัครที่มีประสบการณ์ทำงานอยู่ในช่วงต่างกัน	74
4.15	ท่าทางการทำงานกรีดยางจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	75
4.16	แผนภูมิแสดงคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น	76

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.17	77
4.18	77
4.19	77
4.20	78
4.21	79
4.22	79
4.23	82
4.24	83
4.25	87
4.26	88
4.27	89
4.28	91
4.29	91
4.30	92
4.31	94
4.32	95
4.33	96
4.34	97
4.35	98
4.36	99
4.37	100
4.38	101
4.39	102
4.40	103

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.41	Main Effect plot ของ Knife และ Handle จากคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	104
4.42	Interaction plot ของ Knife และ Handle จากคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	105
4.43	Main Effect plot ของ Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	106
4.44	Interaction plot ของ Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ	107
4.45	แผนภูมิแสดงค่าภาระของกล้ามเนื้อแขนที่มีผลมาจากการทำงานกรีดยางของอาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายใกล้เคียงกัน	108
4.46	แผนภูมิแสดงคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางของอาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายใกล้เคียงกัน	109
4.47	แผนภูมิแสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนที่มีผลมาจากการใช้งานตัวมีดกรีดยางต้นแบบ	110
4.48	แผนภูมิแสดงคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางที่มีผลมาจากการใช้งานตัวมีดกรีดยางต้นแบบ	110
4.49	แผนภูมิแสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนที่มีผลมาจากการใช้งานด้ามมีดกรีดยางต้นแบบ	111
4.50	แผนภูมิแสดงคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางที่มีผลมาจากการใช้งานด้ามมีดกรีดยางต้นแบบ	112
4.51	ท่าทางด้านข้างของมือขวาในการจับด้ามมีดกรีดยางต้นแบบ	112
4.52	ท่าทางด้านบนของมือขวาและมือซ้ายในการจับด้ามมีดกรีดยางต้นแบบ	112
4.53	แผนภูมิแสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนที่มีผลมาจากปัจจัยร่วมระหว่างตัวมีดกรีดยางต้นแบบกับด้ามมีดกรีดยางต้นแบบ	113
4.54	คะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางที่มีผลมาจากปัจจัยร่วมระหว่างตัวมีดกรีดยางต้นแบบกับด้ามมีดกรีดยางต้นแบบ	114
4.55	ลักษณะการโอברรับอุ้งฝ่ามือของด้ามมีดที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงกลมและด้ามมีดที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงรี	116
4.56	ท่าทางการใช้งานตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 แบบที่ 2 และแบบที่ 3	116
4.57	มีดกรีดยางแบบใหม่ที่มีความเหมาะสมที่สุด	117
4.58	แบบร่างมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ที่มีความเหมาะสมที่สุด	118
4.59	Main Effect plot ของ Knife และ Height จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส່วณกล้ามเนื้อ Flexor digitorum profundus	121

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.60	Interaction plot ของ Knife และ Height จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวา ส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus	121
4.61	Main Effect plot ของ Knife และ Height จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวา ส่วนบนมัด Biceps brachii	123
4.62	Interaction plot ของ Knife และ Height จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวา ส่วนบนมัด Biceps brachii	123
4.63	Main Effect plot ของ Knife และ Height จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวา ส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus	125
4.64	Interaction plot ของ Knife และ Height จากการค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Flexor digitorum profundus ของแขนซ้าย	125
4.65	Main Effect plot ของ Knife และ Height จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้าย ส่วนบนมัด Biceps brachii	127
4.66	Interaction plot ของ Knife และ Height จากการค่าภาระงานของกล้ามเนื้อ แขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii	127
4.67	Main Effect plot ระหว่าง Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานในส่วน แขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมิดกรีตยงที่ออกแบบใหม่	129
4.68	Interaction plot ของ Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขน และข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมิดกรีตยงที่ออกแบบใหม่	129
4.69	Main Effect plot ของ Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขน และข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมิดกรีตยงที่ออกแบบใหม่	131
4.70	Interaction plot ของ Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขน และข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมิดกรีตยงที่ออกแบบใหม่	131
4.71	แผนภูมิแสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนที่มีผลมาจากการทำงานกรีตยงของ อาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายแตกต่างกัน	133
4.72	แผนภูมิแสดงค่าคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือที่มีผลมาจากการทำงาน กรีตยงของอาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายแตกต่างกัน	133
4.73	แผนภูมิแสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนที่มีผลมาจากการใช้งานมิดกรีตยงที่ ออกแบบใหม่	134
4.74	แผนภูมิแสดงค่าคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือที่มีผลมาจากการใช้งาน มิดกรีตยงที่ออกแบบใหม่	135
4.75	ท่าทางด้านข้างของการทำงานกรีตยงจากการใช้งานมิดกรีตยงแบบดั้งเดิมและการใช้ มิดกรีตยงที่ออกแบบใหม่	135
4.76	ท่าทางด้านบนของการกรีตยงจากการใช้งานมิดกรีตยงแบบดั้งเดิมและการใช้มิดกรีต ยงที่ออกแบบใหม่	135

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.77	แผนภูมิแสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนที่มีผลมาจากการทดลองกรีดยางที่ความสูงระดับสายตา ระดับหน้าอกและระดับเอว	136
4.78	แผนภูมิแสดงค่าคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือที่มีผลมาจากการกรีดยางโดยใช้มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ที่ความสูงช่วงระดับสายตาถึงระดับเอว	137
4.79	ท่าทางด้านขวาของการทำงานกรีดยางโดยใช้มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่กรีดยางที่ความสูงระดับสายตาระดับหน้าอก และระดับเอว	137
4.80	ท่าทางด้านซ้ายของการทำงานกรีดยางโดยใช้มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่กรีดยางที่ความสูงระดับสายตาระดับหน้าอก และระดับเอว	137
4.81	แผนภูมิแสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนที่มีผลมาจากปัจจัยร่วมระหว่างแบบมีดกรีดยาง (มีดกรีดยางแบบใหม่และมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม) กับระดับความสูงในการกรีดยาง	138
4.82	แผนภูมิแสดงคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือจากปัจจัยร่วมระหว่างแบบมีดกรีดยาง (มีดกรีดยางแบบใหม่และมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม) กับระดับความสูงในการกรีดยาง	139
4.83	ท่าทางการจับกำด้ามมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมและการจับกำด้ามมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่	140
4.84	มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่และมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม	141

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ยางพารามีถิ่นกำเนิดบริเวณลุ่มแม่น้ำอเมซอน ประเทศบราซิลและประเทศเปรูในทวีปอเมริกาใต้ โดยยางพาราถูกเรียกขานโดยชาวพื้นเมืองว่า “เกาซู”(caoutchou) แปลว่า ต้นไม้ที่ร่ำไห้ มาจากชื่อเรียกของชาวอินเดียนเผ่ามายาที่เอามีดกรีดเปลือกต้นยางแล้วมีน้ำยางไหลออกมา ต่อมาชาวอินเดียนได้มีการนำยางพารามาใช้ประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง เช่น ทำขูดปากแคบใส่เท้า ทำรองเท้า ทำลูกบอลสำหรับเล่นเกมต่างๆกระทั่งในปี ค.ศ.1770(พ.ศ.2313) ขณะที่ประเทศบราซิลตกเป็นอาณานิคมของประเทศอังกฤษได้มีนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ โจเซฟ พริสต์ลีย์(Joseph Priestley) ค้นพบว่ายางสามารถนำมาลบรอยตำหนิของดินสอได้ จึงเรียกกาวยางลบหรือตัวลบ(rubber) ต่อมาได้มีการผลิตและซื้อขายกันอย่างกว้างขวางในอเมริกาใต้และมีศูนย์กลางของการซื้อขายอยู่ที่เมืองท่าแห่งหนึ่งชื่อ พารา(Para) ดังนั้นจึงนิยมเรียกกาวที่ซื้อขายกันที่เมืองท่าแห่งนี้ว่ายางพารา ต่อมาใน พ.ศ. 2418 ชาวอังกฤษ ชื่อ เฮนรี วิกแฮม(Henry Wickham) ซึ่งตั้งถิ่นฐานอยู่ที่เมืองซานตาเร็ม(Santarem) ในอเมริกาใต้ได้รับการว่าจ้างจากรัฐบาลอังกฤษให้เก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์ยางพาราในแถบลุ่มแม่น้ำอเมซอน(Amazon) แล้วลักลอบนำออกนอกประเทศบราซิลทางเรือชื่อ S.S.Amazonas มาปลูกในสวนพฤกษศาสตร์ของสมเด็จพระราชินีวิกตอเรีย(Queen-Victoria) ในประเทศอังกฤษเพื่อย้ายพันธุ์และส่งมาปลูกในประเทศอาณานิคม ซึ่งในทวีปเอเชียได้ปลูกในประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซีย [1]

ประมาณปี พ.ศ.2442 พระยารัษฎานุประดิษฐ์ ซึ่งขณะนั้นดำรงตำแหน่งเจ้าเมืองตรังได้นำพันธุ์ยางพาราจากประเทศมาเลเซียเข้ามาปลูกในประเทศไทยที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง เป็นแห่งแรก หลังจากนั้นได้มีการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราไปยังภูมิภาคต่างๆ จนกระทั่งปัจจุบันพบว่าการปลูกยางพาราทั่วทุกภูมิภาคในประเทศไทย [2]

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่ประเทศไทยมีการผลิตมากเป็นอันดับหนึ่งของโลกและเป็นสินค้าเกษตรส่งออกของไทยที่มีมูลค่าการส่งออกสูงสุดสามารถสร้างรายได้เข้าสู่ประเทศจากผลผลิตของยางพาราปีละกว่า 400,000 ล้านบาท อีกทั้งยังมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศในหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมยาง ซึ่งผลิตภัณฑ์ยางนับเป็นอุตสาหกรรมที่รัฐบาลให้ความสำคัญเป็นอันมาก โดยในปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งประเทศรวมประมาณ 19 ล้านไร่ และมีวิวัฒนาการด้านวิจัยและพัฒนาด้านยางพาราของไทยก้าวหน้าตลอดมาจนทำให้ประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกยางพารามากที่สุดในโลก [3] และยังคงมีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะในช่วง 7- 10 ปี ที่ผ่านมามีพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือเป็นพื้นที่ปลูกยางใหม่และทยอยเริ่มกรี๊ดได้แล้วสร้างรายได้ให้เกษตรกรผู้ปลูกยางอย่างมหาศาลและรายได้จากยางพาราเป็นที่มาของกำลังซื้อของผู้บริโภคทั้ง 4 ภาค สำหรับพื้นที่กรี๊ดยางรวมทั้งประเทศ ณ เดือนมิถุนายน พ.ศ.2556 มีจำนวนพื้นที่รวมทั้งสิ้น 15,130,363 ไร่ มีผลผลิต 3,862,996 ตัน โดยแบ่งเป็นภาคเหนือ 558,777 ไร่ มีผลผลิต 80,951 ตัน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2,673,385 ไร่ มีผลผลิต 521,768 ตัน

ภาคกลาง 1,762,610 ไร่ มีผลผลิต 478,969 ตัน และภาคใต้ 10,135,591 ไร่ มีผลผลิต 2,772,308 ตัน โดยผลผลิตเฉลี่ย 225 ตัน/ปี [4] ส่งผลให้เกิดการสร้างอาชีพในชนบทจึงสามารถช่วยลดและแก้ปัญหา การเคลื่อนย้ายแรงงานจากชนบทสู่สังคมเมืองและส่งผลให้เกิดความแข็งแรงของชุมชนให้ครอบครัวมีความอบอุ่นมากขึ้น อีกทั้งในสวนยางพารายังมีพืชชนิดอื่นที่สามารถปลูกร่วมได้ทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพมากขึ้นรวมทั้งเป็นที่อาศัยของสัตว์ต่างๆ ตามธรรมชาติ [2]

จากการสำรวจข้อมูลพื้นที่การปลูกยางพาราในประเทศไทยที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่าภาคใต้มีพื้นที่การปลูกยางพารามากที่สุด โดยมีพื้นที่กรีดยางพาราจำนวนทั้งสิ้น 9.9 ล้านไร่ (คิดเป็นร้อยละ 72 ของพื้นที่ปลูกยางทั้งประเทศ) และยังมีศักยภาพในการผลิตยางพารามากที่สุดของประเทศไทย อยู่ที่ 2.7 ล้านตัน (คิดเป็นร้อยละ 75 ของผลผลิตทั้งหมดทั้งประเทศ) โดยเฉพาะพื้นที่ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีสัดส่วนการปลูกยางพารามากที่สุดของภาคใต้อยู่ที่ร้อยละ 16.1 ของพื้นที่ทั้งหมดในภาคใต้ [5] และมีผลผลิตอยู่ที่ 4.5 แสนตัน (คิดเป็นร้อยละ 11.7 ของประเทศ) เปรียบได้ว่าจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีพื้นที่การปลูกและผลิตยางพารามากที่สุดในประเทศไทยเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่นๆ ในประเทศไทย [6]

แรงงานกรีดยางพาราประกอบด้วยแรงงานครัวเรือนซึ่งเป็นเจ้าของสวนและแรงงานจ้างที่แบ่งผลผลิตร่วมระหว่างเจ้าของสวนและแรงงานกรีดยางพารา โดยแรงงานกรีดยางพารามีทั้งเพศชายและเพศหญิง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการทำงานระหว่างคู่สามีภรรยาและเป็นคนอยู่ในพื้นที่ เช่น เครือญาติ เพื่อนบ้าน หรือแรงงานอพยพมาจากต่างจังหวัด ทั้งนี้แรงงานส่วนใหญ่ไม่ได้รับการฝึกอบรมทักษะการกรีดยางจากหน่วยงานของรัฐหรือองค์กรที่เกี่ยวข้อง แต่เป็นการฝึกฝนด้วยตนเองหรือสมาชิกในครอบครัวช่วยแนะนำ [7] ในจังหวัดสุราษฎร์ธานีได้มีการจัดตั้งสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางโดยแบ่งย่อยออกเป็น 5 กลุ่มย่อย ประกอบด้วยกลุ่มเกษตรกรสวนยางพาราบ้านนาสาร กลุ่มเกษตรกรทำสวนยางพาราสินปุน กลุ่มเกษตรกรทำสวนยางพาราขุนทะเลกลุ่มเกษตรกรทำสวนยางพาราบ้านส้อง และกลุ่มเกษตรกรทำสวนยางบ้านราช มีจำนวนสมาชิกเข้าร่วมกลุ่มเกษตรกรล่าสุดในปี พ.ศ.2557 รวมทั้งสิ้นจำนวน 300 คน [8]

การกรีดยางพาราต้องยึดหลักว่าเมื่อกรีดแล้วจะต้องได้น้ำยางมากที่สุด เปลือกต้นยางเสียหายน้อยที่สุด กรีดได้นาน 25-30 ปี และประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุด โดยวิธีการดำเนินชีวิตของชาวสวนยางพาราในปัจจุบันสัมพันธ์กับกระบวนการผลิตยางพาราเพื่อการดำรงชีวิตในการประกอบอาชีพและการปรับตัวให้อยู่รอดตามกระแสความยืดหยุ่นของเศรษฐกิจในประเทศไทย ส่งผลให้ผู้กรีดยางพาราต้องทำงานหนักเพิ่มขึ้นที่ทราบจากการสำรวจผู้ประกอบการอาชีพกรีดยางพาราในปัจจุบันได้ประสบกับปัญหาโรคกลุ่มอาการปวดกล้ามเนื้อและกระดูก โดยจากการสำรวจพบความชุกของโรคชนิดนี้ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ร้อยละ 22.4 ในช่วงปริมาณงานหนักและร้อยละ 14.9 ในช่วงปริมาณงานเบา [9] นอกจากนี้ยังมีการสำรวจพบว่าชาวสวนยางมีการกรีดยางประมาณคนละ 200-300 ตัน/ชั่วโมง วันละประมาณ 2-3 ชั่วโมง วิธีการกรีดยางจะใช้งานอวัยวะบริเวณข้อมือซึ่งจำเป็นต้องบิดข้อมือไปทางด้านนิ้วก้อยหรือเรียกว่าท่า ulnar-deviation โดยใช้ฝ่ามือจับด้ามมีดกรีดยางและให้ข้อมืออยู่ในท่ากระดูกขึ้น งอลงและมีการบิดข้อมือไปทางด้านนิ้วหัวแม่มือและนิ้วก้อยซ้ำๆเป็นระยะเวลานานเพื่อให้รอยคมหยักของใบมีดเคลื่อนไปตามแนวกรีดของต้นยาง อันเป็นขั้นตอนสำคัญเพื่อให้ได้น้ำยางออกมาเป็นผลผลิตตามต้องการประกอบกับการใช้มีดกรีดยางโดยทั่วไปมีด้ามจับที่มีลักษณะตรงที่เป็นสาเหตุให้ท่าทางของข้อมืออยู่ในท่า ulnar-deviation โดยเมื่อมีการทำงานซ้ำเป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดโรค

กล้ามเนื้อและกระดูกแก่ผู้กรีดยางพารา [10] ในปี พ.ศ.2550 มีผู้ทำวิจัยภาวะสุขภาพและพฤติกรรม การป้องกันสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพผลิตยางพาราในเขตพื้นที่อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยการใช้แบบสัมภาษณ์พบว่ากลุ่มตัวอย่างร้อยละ 70 มีการรับรู้ว่ามีอาการเจ็บป่วยในระบบกล้ามเนื้อ และกระดูกจากการทำงานกรีดยางเนื่องมาจากสาเหตุลักษณะการทำงานซ้ำติดต่อกันเป็นเวลานาน [11] ต่อมาในปี พ.ศ.2553 มีผู้ทำวิจัยเพื่อหาความชุกของความผิดปกติกล้ามเนื้อของผู้ประกอบอาชีพกรีดยางในภาคใต้ของประเทศไทยโดยการใช้แบบสัมภาษณ์พบว่าผู้เข้าร่วมร้อยละ 13.3 มีอาการปวดแขนและ ข้อมือ ประกอบกับการวิเคราะห์ท่าทางด้วยเทคนิค RULA มีระดับคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 5.25 ซึ่งให้ เห็นว่างานกรีดยางควรทำการศึกษาเพิ่มเติมและรีบดำเนินการปรับปรุงลักษณะการทำงานดังกล่าว [12]

การกรีดยางต้องใช้มีดสำหรับกรีดเปลือกต้นยางพาราเรียกว่า มีดกรีดยาง ซึ่งพัฒนามาจาก ขวานและมีดตรงที่ใช้ในการสับเปลือกต้นยางพารา โดยเริ่มมีการคิดค้นขึ้นมาใช้ครั้งแรกที่ประเทศ บราซิล โดยชาวบราซิลชื่อ แครมเมอร์ ที่ได้ออกแบบมีดกรีดยางที่มีร่องลักษณะคล้ายตัววีในตัวอักษร ภาษาอังกฤษ โดยตั้งชื่อว่า Testatex knife หรือเรียกว่ามีดเก๋ากี้ และได้จดสิทธิบัตรในปี ค.ศ.1931 (พ.ศ.2474) ต่อมาเมื่อยางพารามีแพร่กระจายพื้นที่เพาะปลูกเข้ามาถึงประเทศมาเลเซีย ชาวมาเลเซียซึ่ง เป็นคนกรีดยางในสวนยางของชาวอังกฤษได้คิดค้นมีดกรีดยางชนิดใหม่ขึ้นมา โดยได้แนวคิดจากการนั่ง มองกอไผ่ทุกวันเห็นลำไผ่ที่มียอดโค้งงอจึงได้ออกแบบมีดกรีดยางที่มีด้ามตรงเหมือนลำไผ่และปลายมีด โค้งงอเหมือนยอดไผ่แล้วตั้งชื่อว่า มีดเจ๊ะบง ซึ่งคำว่า “เจ๊ะบง” เป็นภาษายาวี(ภาษามลายูท้องถิ่น) แปลว่ายอดไผ่ ต่อมามีการนำมีดเจ๊ะบงมาใช้ในการกรีดยางและมีการประยุกต์กันอย่างแพร่หลายแต่การ ประยุกต์ก็ยังคงอยู่บนพื้นฐานของมีดเจ๊ะบงและมีดเก๋ากี้ [1]

ปัจจุบันในประเทศไทยได้มีการพัฒนามีดกรีดยางขึ้นมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำยางพารา เป็นส่วนใหญ่ โดยเริ่มมีการจดสิทธิบัตรและประกาศโฆษณามีดกรีดยาง ในปี พ.ศ.2544 มีการจด สิทธิบัตรมีดกรีดยางแบบเปลี่ยนใบมีดได้ ซึ่งด้ามมีดส่วนที่ใช้มีดจับมีลักษณะเป็นร่องเพื่อให้จับได้กระชับ มือ และด้ามมีดส่วนที่เลยจากส่วนที่ใช้มีดจับมีแก้มประกอบติดไว้ทั้งสองด้านเพื่อเพิ่มน้ำหนักให้มี น้ำหนักสมดุลและในส่วนปลายของด้ามมีดมีลักษณะโค้งลงเพื่อให้น้ำหนักกดลงที่คมมีดทำให้เบาแรงเมื่อ กรีดยางพารา [13] ต่อมาในปี พ.ศ.2551 ผู้ออกแบบมีดกรีดยางแบบเปลี่ยนใบมีดได้ที่กล่าวมาข้างต้น ได้มีการพัฒนาการออกแบบและจดสิทธิบัตรมีดกรีดยางแบบเปลี่ยนใบมีดและปรับองศามุมใบมีดได้ให้ สามารถกรีดยางพาราได้สูงกว่าการกรีดยางพาราในระดับความสูงเฉลี่ย 1.50 เมตร จากพื้นดิน โดยสามารถปรับอุปกรณ์กำหนดความหนาของเปลือกยางพาราที่กรีดออกได้ตามความต้องการเพื่อ ป้องกันการบาดเนื้อเยื่อเจริญของต้นยางประกอบกับมีส่วนปลายมีดที่โค้งช่วยในการลงน้ำหนักการกรีด ไปที่หน้ายางเพื่อบังคับการกรีดได้ง่ายทำให้หน้ายางเรียบ [14] กระทั่งในปี พ.ศ.2552 มีผู้จดสิทธิบัตร มีดกรีดยางมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากการชาร์จแบตเตอรี่หนึ่งครั้งใช้งานได้ 4 ชั่วโมง ที่สามารถกรีดยางพาราได้ประมาณ 1,500 ต้น มีใบมีดที่ไม่ต้องลับคมสามารถใช้งานได้ 1 ฤดูกรีดยาง และสามารถฉีกเปลือกยางพาราได้ความหนา 2.50-3.0 มิลลิเมตร ตลอดแนวทำให้หน้ายางเรียบ [15] ต่อมาในปี พ.ศ. 2555 มีผู้จดสิทธิบัตรเครื่องกรีดยางพาราไฟฟ้าที่ติดยึดไว้กับต้นยางพาราที่มีชุดบังคับการกรีดทำจาก เหล็กสปริงให้มีความโค้งและลาดเอียงประมาณ 30 องศา เพื่อใช้สำหรับรองรับการเคลื่อนที่ของใบมีด และในส่วนชุดกรีดยางพาราประกอบด้วยใบมีดกรีดยางพารามีตัวกำหนดระดับความลึกที่มีชุดควบคุม การทำงานมีสวิทช์จำนวน 3 ตัวเพื่อกดสั่งการทำงานของใบมีดกรีดยางพาราที่ควบคุมด้วย มอเตอร์ 12 โวลต์ จำนวน 1 ตัว และรีเลย์ 12 โวลต์ จำนวน 2 ตัว และมีสกรูใช้ปรับระดับชั้นการกรีด

หน้ายางพาราแต่ละชั้นจะมีความยาวประมาณ 2.5 มิลลิเมตร การหมุนสกรู 1 รอบจะเท่ากับการกรีดหน้ายางพารา 1 วัน [16] และในปี พ.ศ.2552 ยังมีผู้ทำวิจัยการออกแบบมีดกรีดยางที่ช่วยลดอาการโรควงข้อนิ้วมืออีกเสบ(carpal tunnel syndrome) ด้วยการลดการทำงานของมือในท่า ulnar-deviation และลดการเคลื่อนไหวข้อมือที่ซ้ำซากและการออกแรงแขนมาก [10] แต่มีดกรีดยางจากงานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดตรงที่ไม่สามารถใช้งานได้กับทุกสภาพหน้ายาง หลังจากนั้นในปีเดียวกันจึงมีผู้ทำวิจัยด้านออกแบบรูปร่างและขนาดของค้ำจับมีดกรีดยางที่เหมาะสมต่อการใช้งานตามหลักการวิทยาศาสตร์แล้วทำการประเมินผลความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรชาวสวนยางจำนวน 25 คน พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจค้ำจับมีดกรีดยางที่มีลักษณะกลมโค้งมากที่สุด [17] อย่างไรก็ตามงานวิจัยทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นยังสามารถพัฒนารูปแบบของมีดกรีดยางให้ดีขึ้นได้โดยนำข้อมูลทางด้านขนาดสรีระศาสตร์ หลักการออกแบบทางด้านกายศาสตร์ตลอดจนหลักการเลือกใช้วัสดุทางวิศวกรรมเข้ามาเกี่ยวข้อง

จากการสืบค้นข้อมูลมีดกรีดยางและเครื่องกรีดยางทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ พบว่าจนถึงปัจจุบันมีการประดิษฐ์มีดกรีดยางแบบใหม่ขึ้นมาโดยมีจุดประสงค์หลัก คือ ต้องการเพิ่มปริมาณผลผลิตน้ำยางที่ได้จากการกรีดยางและเพิ่มความสะดวกในการบำรุงรักษามีดกรีดยาง และจากการสำรวจราคาของมีดกรีดยางบางชนิดที่มีราคาตั้งแต่หลักร้อยจนถึงหลักพันและเครื่องกรีดยางที่วางขายอยู่ในท้องตลาดมีราคาสูงถึงหลักหมื่นทำให้เกษตรกรที่ประกอบอาชีพสวนยางขนาดเล็กไม่สามารถซื้อได้เนื่องจากนำมาใช้แล้วไม่คุ้มทุนในการซื้อและยังมีงานวิจัยทางด้านกายศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบมีดกรีดยางเพื่อลดอาการบาดเจ็บสะสมที่เกิดจากการทำงานกรีดยาง แต่ยังไม่มีการคำนึงถึงการป้องกันการบาดเจ็บเฉียบพลันประกอบกับการสำรวจข้อมูลท่าทางการกรีดยางของชาวสวนยางในอำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 30 คน ที่ใช้มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเงาะบง) พบว่ามีการเกิดการบาดเจ็บเฉียบพลัน เช่น โดนคมมีดบาด และจากการประเมินท่าทางการกรีดยางด้วยเทคนิค REBA มีระดับคะแนนเฉลี่ยรวมของร่างกายอยู่ที่ 8.93 คะแนนซึ่งมีความเสี่ยงอยู่ในระดับ 4 ของเทคนิค REBA แสดงว่าท่าทางการทำงานมีปัญหาในระดับมากต้องวิเคราะห์และรีบปรับปรุงการทำงาน เมื่อพิจารณาคะแนนในส่วนคอ ลำตัว ขา พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 5.48 ซึ่งมีความเสี่ยงอยู่ในระดับ 3 ของเทคนิค REBA แสดงว่าท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงที่ระดับปานกลางที่ต้องศึกษาการทำงานเพิ่มเติมและทำการปรับปรุงงาน โดยในปี พ.ศ.2553 ได้มีการศึกษาปรับปรุงท่าทางการทำงานให้มีลักษณะที่ปลอดภัยและสามารถลดท่าทางความเสี่ยงและสามารถลดค่าการออกแรงกล้ามเนื้อหลังให้อยู่ในระดับที่ไม่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกได้มากกว่าก่อนปรับปรุงท่าทางการทำงาน [21] และส่วนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.93 ซึ่งมีความเสี่ยงอยู่ในระดับ 3 ของเทคนิค REBA ต้องวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดท่าทางที่มีความเสี่ยงและควรปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องใช้ และยังพบว่าเมื่อกรีดยางจะทำให้มืออยู่ในท่าโค้งงอแสดงในภาพที่ 1.1 อันเป็นท่าที่บิดข้อมือไปทางนิ้วก้อย(ulnar-deviation) และการได้รับแรงปฏิกิริยาย้อนกลับจากการจับกำค้ำมีดกรีดยางทำให้มีผลสนับสนุนต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกของผู้กรีดยางพารา เหตุผลเหล่านี้จึงสามารถนำมาพัฒนาในการออกแบบมีดกรีดยาง ซึ่งในปัจจุบันได้มีการศึกษาและออกแบบอุปกรณ์ที่สามารถลดความเสี่ยงของท่าทางการทำงานได้แต่ยังไม่มีการออกแบบให้มีขนาดเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกาย งานวิจัยนี้จึงต้องการออกแบบมีดกรีดยางที่สามารถลดท่าทางการทำงานที่สามารถก่อให้เกิดการบาดเจ็บสะสมและการบาดเจ็บเฉียบพลันที่เป็นเหตุให้เกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกใน

ส่วนมือ ข้อมือและแขน ด้วยการวิเคราะห์ความเหมาะสมระหว่างขนาดของอุปกรณ์กับขนาดสัดส่วนมือของพนักงานและระดับการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในส่วนมือ ข้อมือและแขนของผู้ประกอบอาชีพกรีดยางพารา วิธีการกรีดยาง คำแนะนำจากผู้ประกอบอาชีพกรีดยางพาราและการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ เช่น ตัวมีด ที่ทำจากเหล็ก และด้ามมีด ซึ่งส่วนใหญ่ทำจากเหล็กหรือไม้เนื้อแข็งที่มีลักษณะตรงหรือโค้งงอและมีขนาดที่ไม่เหมาะสมกับขนาดมือของพนักงาน อีกทั้งยังคำนึงถึงราคาที่เหมาะสมกับกำลังซื้อจากรายได้ของเกษตรกรชาวสวนยางที่ประกอบอาชีพสวนยางขนาดเล็กที่ไม่ต้องมีการทำงานที่มีฟังก์ชันการทำงานซับซ้อนมากและการรักษาสภาพต้นยางไว้เพื่อเพิ่มอายุการใช้งานต้นยางพารา โดยการตั้งสมมุติฐานว่าอุปกรณ์มีดกรีดยางที่ได้รับการออกแบบถูกต้องตามหลักการยศาสตร์สามารถลดท่าทางที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงการเกิดโรคจากการทำงาน(โดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูก) ในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพกรีดยางพาราเพื่อให้การทำสวนยางพาราเป็นอาชีพที่มีความยั่งยืน เกษตรกรผู้กรีดยางมีความสุขในการทำงาน มีสุขภาพที่ดีและดำรงไว้ซึ่งสภาพความสมบูรณ์ของต้นยางพาราเพื่อสร้างวัตถุดิบต้นน้ำที่ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมตามมาอีกหลายประเภทอันจะนำไปสู่นวัตกรรมที่เกิดประโยชน์ต่อประเทศในกาลต่อไป



ภาพที่ 1.1 ท่าทางการกรีดยางโดยใช้มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ๊ะบง)

1.2 การสำรวจเอกสาร

จากการสำรวจเอกสารงานวิจัยพบว่าการให้ความสำคัญเกี่ยวกับการทำงานท่าทางเดิมซ้ำ ๆ อย่างต่อเนื่องในงานอุตสาหกรรมทั้งในการใช้เครื่องจักรและการใช้แรงงานคนเป็นหลักในการผลิตหรือควบคุมการทำงานของเครื่องจักรล้วนมีความเสี่ยงในการเกิดการบาดเจ็บจากการทำงานได้ เนื่องจากมีท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสมหรือการทำงานในท่าทางที่ผิดธรรมชาติ [19] เป็นสาเหตุทำให้กล้ามเนื้อและกระดูกต้องรับภาระงานมากและส่งผลให้เกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูก ปัจจุบันการประเมินค่าความเสี่ยงของท่าทางการทำงานมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน เช่น การใช้แบบสอบถาม การใช้แบบประเมินทางกายศาสตร์และการวัดค่าสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ ซึ่งวิธีต่างๆที่กล่าวมานี้ล้วนให้ผลการประเมินไปในแนวทางเดียวกัน ซึ่งเห็นได้จากการทำวิจัยการลดอาการเจ็บปวดบริเวณหลังส่วนล่างของเกษตรกรผู้กรีดยางพารา ในตำบลไชยราช อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยการสำรวจสุขภาพของเกษตรกรทั้งหมด 52 คน พบว่าเกษตรกรมีอาการปวดหลังส่วนล่างจากขั้นตอนการกรีดยางจำนวน 30 คน มีค่า AI อยู่ที่ 3.8 จึงทำการปรับปรุงท่าทางการทำงานกรีดยาง โดยในการทดลองได้ทำการวัด

ค่าประเมินจากเทคนิค RULA ที่การกรีดยางในระดับหน้ายางระดับบน กลางและล่าง แล้วทำการวัดค่าสัญญาณไฟฟ้าที่กล้ามเนื้อ Inflaspinatus และกล้ามเนื้อ Erector Spinae ทั้งด้านซ้ายและด้านขวา เปรียบเทียบกันก่อนและหลังจากการปรับปรุงท่าทางการทำงานโดยใช้หลักสถิติ Pair t-test พบว่าค่า AI, RULA และค่า EMG ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) ที่หน้ายางระดับกลางและระดับล่าง [21] นอกจากนี้การทำงานที่ใช้เครื่องมือผลิตหลักการยศาสตร์ยังก่อให้เกิดการเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาโรค และมีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายของหน่วยงาน อย่างเช่น ที่บริษัทประกันภัยในประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 23 รัฐ ต้องจ่ายค่าชดเชยอาการบาดเจ็บจากการใช้เครื่องมือถึงร้อยละ 9 ของค่าชดเชยการบาดเจ็บจากการทำงานทั้งหมด โดยกลุ่มผู้ได้รับการบาดเจ็บมากที่สุด คือ การบาดเจ็บจากการใช้เครื่องมือที่ไม่เหมาะสมกับลักษณะงานที่ทำได้เป็นร้อยละ 79 ของจำนวนผู้ทำงานทั้งหมด [20] ซึ่งความเสี่ยงเหล่านี้ลดลงได้ถ้ามีการปรับเปลี่ยนท่าทางในการทำงานและการออกแบบอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับหลักการยศาสตร์และหลักสรีรศาสตร์ [19]

การออกแบบเครื่องมือให้มีหน้าที่การใช้งานสอดคล้องกับขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มผู้ทำงานในแต่ละประเทศหรือแต่ละภูมิภาคย่อมมีขนาดที่แตกต่างกันเนื่องจากขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากรแต่ละพื้นที่มีขนาดแตกต่างกัน เช่น งานวิจัยเกี่ยวกับขนาดสัดส่วนร่างกายจำนวน 32 สัดส่วนของคณงานชายในงานอุตสาหกรรมในภูมิภาคตอนเหนือของประเทศอินเดียในกลุ่มอายุ 20-60 ปี จำนวน 400 คน พบว่าขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่กว่าขนาดสัดส่วนร่างกายของคณงานชายในภูมิภาคอื่นของประเทศอินเดีย นอกจากนี้ยังมีการเปรียบเทียบของกลุ่มตัวอย่างกับขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากรชาวอเมริกัน จีน ญี่ปุ่น ไต้หวัน ไบแลนด์ เนเธอร์แลนด์ ฟิลิปปินส์ โปตุเกส และเกาหลี พบว่าขนาดสัดส่วนของประชากรแต่ละประเทศมีขนาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) จึงมีคำแนะนำว่าการออกแบบอุปกรณ์ของแต่ละภูมิภาคและแต่ละประเทศต้องปรับแต่งขนาดการออกแบบเพื่อให้มีขนาดเหมาะสมกับผู้ใช้งานในแต่ละภูมิภาค [22] และยังมีผลการศึกษาแบบเดียวกันที่มีการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายจำนวน 16 ตำแหน่ง ของชาวอิหร่านจำนวน 3,720 คน แบ่งเป็นผู้ชายจำนวน 3,000 คน และผู้หญิงจำนวน 720 คน ในช่วงอายุระหว่าง 20-60 ปี ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างกับขนาดสัดส่วนของประชากรในทวีปเอเชีย คือ ไต้หวัน จีน ญี่ปุ่น และเกาหลี พบว่าขนาดสัดส่วนความกว้างของไหล่ สะโพก และความยาวขาของชาวอิหร่านมีขนาดใหญ่กว่าขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากรทั้ง 4 ประเทศ ที่ทำการเปรียบเทียบ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ขนาดสัดส่วนร่างกายทำให้เห็นถึงความแตกต่างในมิติร่างกายของประชากรในแต่ละประเทศและในแต่ละภูมิภาคจึงเป็นหลักการควรพิจารณาสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ [23] เพื่อให้เครื่องมือที่ออกแบบมีรูปร่างที่เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมในการทำงานสามารถทำให้ผู้ทำงานลดจำนวนท่าทางการทำงานที่ผิดธรรมชาติที่นำไปสู่การลดการบาดเจ็บเฉียบพลันและการบาดเจ็บสะสมที่เกิดจากการทำงาน ดังนั้นการออกแบบโดยคำนึงถึงขนาดสัดส่วนร่างกายได้เป็นที่ยอมรับในกลุ่มผู้ใช้เครื่องมือ [24]

ปัจจุบันการทำงานที่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บเกิดขึ้นที่มือและข้อมือมีสาเหตุหลักมาจากการทำงานในท่าทางผิดธรรมชาติและมีการออกแรงซ้ำๆเป็นเวลาต่อเนื่องโดยไม่มีการหยุดพัก [25] อาการบาดเจ็บจากการทำงานโดยใช้เครื่องมือกลพบว่ามีจำนวนผู้บาดเจ็บจากการทำงานโดยใช้เครื่องมือที่ต้องใช้มือจับคิดเป็นร้อยละ 21 จากจำนวนผู้ปฏิบัติงานทั้งหมด [26] การใช้เครื่องมือที่ใช้มือจับ เช่น มีดที่ไม่ได้รับการออกแบบตามหลักการยศาสตร์หรือไม่เหมาะสมกับการใช้งานเป็นสาเหตุให้เกิดการบาดเจ็บสะสมและก่อให้เกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกตามมา แต่ในทางตรงกันข้ามการออกแบบ

เครื่องมือที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์และมีความเหมาะสมกับการใช้งานสามารถช่วยลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บในการใช้งานและยังส่งผลไปสู่คุณภาพของผลิตภัณฑ์อีกด้วย [27]

การออกแบบเครื่องมือที่ใช้มือจับยังจะต้องยึดหลักว่าจะต้องไม่ทำให้ผลผลิตต่ำลง โดยมีผู้ทำวิจัยการออกแบบเชิงการยศาสตร์สำหรับมิตตัดแต่งซิงดองเพื่อลดการบิดเวียนข้อมืออยู่เสมอขณะทำงานที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรค Cumulative trauma disorder(CTD) จึงได้นำหลักการยศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ โดยมีมิตที่ออกแบบใหม่จะต้องไม่ทำให้อัตราการผลิตต่ำลง ซึ่งมีการออกแบบมิตในครั้งจำนวน 6 แบบ ที่แตกต่างกันแล้วนำไปทดลองใช้งานกับพนักงาน 6 คน โดยให้อาสาสมัครแต่ละคนทดลองใช้ครบทุกแบบต่อเนื่องกันเป็นเวลา 3 วัน แล้วจึงเวียนไปให้คนอื่นใช้ต่อจนครบ 6 คน พร้อมทั้งทำการเก็บข้อมูลอัตราผลิต อัตราของเสีย ความพึงพอใจการใช้งาน ความปวดเมื่อยขณะใช้งาน และข้อเสนอแนะเมื่อใช้งานมิตแต่ละแบบ หลังจากนั้นใช้ข้อมูลจากการทดลองใช้งานครั้งแรกในการออกแบบขั้นที่สอง แล้วทดลองใช้งานมิตแต่ละแบบกับพนักงานพร้อมทำการบันทึกน้ำหนักซิงดองหลังจากใช้งานมิตและระยะเวลาที่ใช้งานมิตแต่ละแบบต่อชั่วโมง พบว่ามีมิตที่ได้รับการออกแบบใหม่สามารถลดค่าทางความเสี่ยงการเกิดโรค CTD และไม่ทำให้ผลผลิตน้อยลง [28]

การสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องมือเป็นตัวชี้วัดอีกอย่างหนึ่งในการออกแบบเครื่องมือตามหลักกายศาสตร์ เนื่องจากการออกแบบทางการยศาสตร์ต้องคำนึงถึงด้านจิตวิทยาเข้ามาร่วมด้วย ซึ่งความพึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องมือเป็นการบ่งบอกถึงการมีความสุขในการทำงานสามารถลดความล้าและการบาดเจ็บสะสมที่เกิดจากการทำงานได้ อย่างเช่น ประเทศอิหร่านได้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมทอพรหมที่มีลักษณะการทำงานควบคุมเครื่องมือที่ต้องออกแรงมือซ้ำกันอย่างต่อเนื่อง โดยการศึกษาเริ่มจากการใช้แบบสอบถามการบาดเจ็บจากการทำงาน และเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายในกลุ่มตัวอย่างชาวอิหร่านจำนวน 862 คน ซึ่งการออกแบบได้คำนึงถึงขนาดสัดส่วนมือร่วมกับหลักการยศาสตร์ ซึ่งผลในการออกแบบอุปกรณ์ประกอบด้วย หวี มิต และกรรไกรที่ใช้ในงานทอพรหมแสดงให้เห็นถึงภาระการทำงานหลังจากใช้อุปกรณ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.01$) และเป็นที่ยอมรับในการใช้งาน [29] อีกทั้งมีการทำวิจัยออกแบบเครื่องมือที่เหมาะสมกับลักษณะของผู้ใช้ในงานอุตสาหกรรมดอกไม้ในประเทศโคลัมเบีย โดยใช้ข้อมูลขนาดมือจากกลุ่มตัวอย่างที่ทำงานจำนวน 120 คน สำหรับการออกแบบเครื่องมือ ผลการศึกษาพบว่าขนาดของเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานก่อนปรับปรุงมีความไม่เหมาะสมกับขนาดมือของผู้ทำงานและเครื่องมือที่ออกแบบใหม่มีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดมือของผู้ใช้งาน และเครื่องมือที่ออกแบบใหม่มีขนาดที่แตกต่างจากเครื่องมือเก่าอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) อีกทั้งผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการใช้งานมากกว่าเครื่องมือแบบเก่า [30] และ การศึกษาระดับความพึงพอใจจากการใช้งานเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่มีความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายรวมทั้งส่งผลให้มีการยอมรับจากกลุ่มผู้ใช้งาน [31]

การออกแบบเครื่องมือที่ใช้มือจับยังต้องคำนึงถึงปัจจัยการใช้งานได้อย่างแม่นยำ โดยในทางการแพทย์ก็ได้ใช้หลักการออกแบบเครื่องมือให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ร่วมกับหลักสรีรศาสตร์ ดังเช่น ประเทศสเปนได้มีการพัฒนาเครื่องมือแพทย์สำหรับงานศัลยกรรมที่ต้องอาศัยความแม่นยำในการทำงานเพื่อลดการเคลื่อนไหวในท่าทางที่ผิดธรรมชาติของมือ ข้อมือและแขนขณะทำงานหลังจากออกแบบเครื่องมือโดยใช้หลักการยศาสตร์ในการออกแบบเครื่องมือให้เกิดลักษณะการใช้งานเพื่อให้ข้อมือมีลักษณะตรงมาก และได้มีการทดลองใช้กับอาสาสมัครจำนวน 28 คน การวัดค่าการรับภาระงาน

ของกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง EMG ซึ่งผลการศึกษาพบว่าอาสาสมัครส่วนใหญ่ร้อยละ 64 มีการรับภาระงานกล้ามเนื้อส่วนแขนลดลงและมีความพึงพอใจต่อการใช้เครื่องมือที่มีการปรับปรุงใหม่ [32]

การออกแบบเครื่องมือที่ใช้มือจับโดยเฉพาะเครื่องมือที่ใช้สำหรับงานตัดเฉือน อย่างเช่น มีดสำหรับใช้งานให้เหมาะสมกับหน้าที่การใช้งานโดยการใช้หลักสรีรศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องในการออกแบบทั้งในส่วนของมุมมองของด้ามมีด รวมไปถึงรูปทรงและขนาดของด้ามมีดมีส่วนทำให้สามารถลดการรับภาระงานของกล้ามเนื้อที่เกิดจากการทำงานได้ เช่น จากผลในการทาวิจัยหาค่ามุมมองของด้ามมีดที่เหมาะสมต่อการทำงานตัดชิ้นส่วนสัตว์ปีกในขณะแขวนด้วยการออกแบบด้ามจับมีดจำนวน 6 แบบที่แตกต่างกันที่มีมุมระหว่างแกนมีดกับด้ามมีด 3 ขนาด คือ -30 , 0 และ 30 องศา และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้ามจับสองขนาดคือ 343 และ 409 มิลลิเมตร หลังจากนั้นทำการทดลองใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน แล้วทำการวัดมุมมองข้อมือและวัดค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยเครื่อง EMG ผลที่ได้ คือ ด้ามมีดที่ทำมุมน้อยกว่า 30 องศา กับแกนมีดก่อให้เกิดการรับภาระกล้ามเนื้อมากที่สุด ส่วนด้ามมีดที่ทำมุมขนาด 30 องศา กับแกนมีดส่งผลให้มีการรับภาระกล้ามเนื้อน้อยที่สุด [33] ทั้งนี้ความแตกต่างระหว่างขนาดของตัวมีดยังมีผลต่อการรับภาระงานของกล้ามเนื้อเห็นได้จากผลการทาวิจัยการออกแบบมีดที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม พบว่ามีดที่มีขนาดด้ามจับ 63.5 มิลลิเมตร ขนาดมุม 0 องศา ความกว้างใบมีดวัดจากกึ่งกลาง 13 มิลลิเมตร ความยาวใบมีด 85 มิลลิเมตร ส่งผลให้สามารถตัดเฉือนชิ้นงานได้เร็วที่สุด และมีดที่มีขนาดของด้ามจับ 50.8 มิลลิเมตร มุมระหว่างคมมีดกับด้ามมีดขนาด 45 องศา ความกว้างใบมีดวัดจากกึ่งกลาง 15 มิลลิเมตร และความยาวใบมีด 85 มิลลิเมตร ส่งผลให้ค่าการรับภาระงานของกล้ามเนื้อต่ำที่สุด [34] อีกทั้งในประเทศไทยได้มีการทาวิจัยเพื่อหาขนาดมีดที่เหมาะสมที่สุดในการใช้งานตัดเฉือนเนื้อสัตว์ โดยการออกแบบใช้ขนาดสัดส่วนมือจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 8 คน หลังจากนั้นทำการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในระดับความสูงเดียวกันแล้วทำการวัดค่ามุมมองมือการรับภาระกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง EMG และระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งาน พบว่ามีดขนาดความยาว 100 มิลลิเมตร และขนาดด้ามมีดที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงรี 24×32 มิลลิเมตร มีความเหมาะสมที่สุด [35]

การออกแบบเครื่องมือที่ใช้มือจับในการตัดเฉือนนั้นอิทธิพลของความคมก็มีผลต่อการลดการรับภาระงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งผลจากการเลือกใช้วัสดุสำหรับใช้ผลิตมีดมีผลต่อความเร็วและการออกแรงในการตัดเฉือน [36] นอกจากนี้ยังพบว่าวัสดุที่ใช้ทำด้ามมีดสำหรับใช้จับก็ยังมีผลต่อการลดการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นจากแรงสะท้อนกลับจากการใช้งานเครื่องมือ [37] โดยในประเทศไทยอาชีพการกรีดยางพาราเป็นอาชีพที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งในการผลิตวัตถุดิบต้นน้ำให้กับอุตสาหกรรมหลายอย่าง ซึ่งการศึกษาการทำงานในอาชีพกรีดยางได้รับการให้ความสำคัญในการทำงานวิจัยในด้านความเสี่ยงในการประกอบอาชีพสำหรับโรคกล้ามเนื้อและกระดูก จึงควรมีมาตรการป้องกันและพัฒนาเครื่องมือการทำงานเพื่อลดปัญหาการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกที่เกิดขึ้นในผู้ประกอบอาชีพกรีดยางพารา [12]

งานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้นชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องมือที่ใช้มือจับตามหลักการยศาสตร์ ซึ่งสามารถนำผลที่ได้จากงานวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบมีดกรีดยาง อีกทั้งยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบมีดกรีดยาง เช่น การออกแบบด้ามมีดกรีดยางให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ โดยการพัฒนาด้ามมีดกรีดยางให้มีลักษณะโค้งงอแล้วนำมาใช้กับตัวมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม (มีดเจ๊ะบง) เพื่อลดท่าทางการกรีดยางที่มีอยู่ในท่า Ulnar deviation และให้ข้อมืออยู่ในลักษณะตรงเป็นแนวเดียวกับแขนท่อนล่าง [10] และยังมีงานวิจัยการออกแบบมีดกรีดยางเพื่อป้องกันโรคอุโมงค์ข้อมืออีกเสบที่มีการออกแบบมุมระหว่างด้ามมีดกับตัวมีดให้

มีความเหมาะสมกันเพื่อส่งผลให้ท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนข้อมือนี้อาจมีลักษณะตรงอยู่ในแนวเดียวกับแขนท่อนล่างและนิ้วมือไม่อยู่ในท่า Ulnar-deviation [17] จากผลงานวิจัยการออกแบบมีดกรีดยางทั้งสองที่กล่าวมาให้ความสำคัญเฉพาะกับการทำงานกรีดยางในส่วนข้อมือขวาเพียงอย่างเดียว แต่ยังไม่มีการให้ความสำคัญในการออกแบบเพื่อลดท่า Ulnar-deviation ของมือซ้ายและการป้องกันการบาดเจ็บเฉียบพลันจากการทำงานกรีดยาง เช่น การโดนคมมีดบาดที่เกิดจากการใช้มีดกรีดยาง อีกทั้งยังไม่มีการนำข้อมูลสัดส่วนร่างกายเข้ามาใช้ในการออกแบบและยังไม่มีทางเลือกใช้วัสดุสำหรับทำมีดกรีดยางเพื่อลดการบาดเจ็บสะสมจากการใช้ในงานมีดกรีดยาง ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้มีความประสงค์ที่จะทำการออกแบบมีดกรีดยางเพื่อลดท่าทางการทำงานกรีดยางที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกในส่วนแขนและมือ ซึ่งการออกแบบมีดประกอบด้วยวิธีการออกแบบทั้งในส่วนของตัวมีดและการออกแบบด้ามมีด โดยการออกแบบในส่วนของตัวมีดจะทำการศึกษาลักษณะรูปทรงของตัวมีดที่มีความเหมาะสมกับการทำงานกรีดยางโดยที่ไม่ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บเฉียบพลันจากการทำงานกรีดยาง และในส่วนของการออกแบบด้ามมีดจะทำการศึกษาด้านรูปทรง ขนาด และการเลือกใช้วัสดุที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บสะสมจากการออกแรงรับภาระกล้ามเนื้อน้อยลงกว่าการใช้มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม (มีดเจ๊ะบง) ซึ่งมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่จะไม่ส่งผลให้หน้ายางมีความเสียหายไปมากกว่าการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม (มีดเจ๊ะบง) และราคาของมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่มีความเหมาะสมต่อรายได้ของผู้ประกอบอาชีพกรีดยางที่มีพื้นที่น้อย โดยการออกแบบต้องอาศัยการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านต่างๆ ทั้งในเรื่องทั่วไปเกี่ยวกับยางพารา เทคนิคการกรีดยางพารา การออกแบบมีดกรีดยาง กายวิภาคของมือ กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวในการทำงานกรีดยางพารา การประยุกต์ใช้ขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในการออกแบบเครื่องมือ การออกแบบเครื่องมือตามหลักการยศาสตร์และการเลือกใช้วัสดุสำหรับการออกแบบ ดังนั้นการออกแบบครั้งนี้จึงเริ่มจากการศึกษาเทคนิคการกรีดยางและตามด้วยเรื่องต่างๆที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ออกแบบและจัดทำมีดกรีดยางต้นแบบที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์อย่างน้อย 1 ชุดที่สามารถลดท่าทางที่มีความเสี่ยงของการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกในส่วนแขนและมือจากการทำงานในผู้ประกอบอาชีพกรีดยางพารา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

- 1) ผู้ปฏิบัติงานสามารถกรีดยางได้ถูกต้องเหมาะสมตามหลักการยศาสตร์
- 2) ผู้ปฏิบัติงานสามารถลดท่าทางความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกจากการทำงาน เช่น carpal tunnel syndrome

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

ออกแบบ พร้อมทั้งจัดทำแบบร่างและจัดทำต้นแบบตัวมีดรวมทั้งด้ามจับมีดกรีดยางที่มีขนาดน้ำหนักและรูปทรงที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด ที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการกรีด ต้นยางพารามีขนาดเส้นรอบวงเฉลี่ย 800 มิลลิเมตร และใช้กรีดยางที่ระดับความสูงของหน้ายางในช่วงระดับเอวถึงระดับสายตาของผู้ปฏิบัติงาน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาเป็นเกษตรกรชาวสวนยางพาราที่ถนัดมือขวาจำนวน 186 คน แบ่งเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานกรีดยางน้อยกว่า

1 ปี มีช่วงอายุระหว่าง 20-24 ปี ที่เป็นเพศชายจำนวน 6 คน และผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 5 ปี ที่มีช่วงอายุระหว่าง 25-60 ปี แบ่งเป็นเพศชายจำนวน 90 คน และเพศหญิงจำนวน 90 คน ที่ใช้ มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(แบบเจ๊ะบง) ในการทำงานกรีดยางในชีวิตประจำวัน ในเขตพื้นที่อำเภอ บ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี

1.6 สถานที่ทำวิจัย

- 1) ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
- 2) อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบเครื่องมือโดยใช้หลักความรู้ทางการยศาสตร์โดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของการทำงานระหว่างคน เครื่องมืออุปกรณ์และสภาพแวดล้อมในการทำงานเข้าด้วยกันทำให้ได้เครื่องมืออุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมกับสมรรถภาพและข้อจำกัดของกลุ่มคนผู้ใช้งานส่งผลให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ลดอุบัติเหตุ ลดค่าใช้จ่ายในการรักษาอาการบาดเจ็บจากการทำงาน และสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีควบคู่ไปกับการทำงานภายใต้อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางสังคม สภาพจิตใจและเศรษฐกิจ

2.1 ยางพารา

ยางพาราเป็นชนิดพืชยืนต้นที่มีขนาดใหญ่มีอายุยืนยาวนับร้อยปี มีลำต้นตั้งตรง เป็นไม้เนื้ออ่อน เนื้อไม้มีสีขาวปนเหลือง ระบบรากเป็นรากแก้ว มีใบเลี้ยงคู่ มีใบย่อย 3 ใบ แตกกออกมาเป็นชั้นๆ เรียกว่า “ฉัตร” และยังมีดอกยางที่มีลักษณะเป็นช่อ โดยมีส่วนของดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในช่อดอกเดียวกัน ผลยางมีลักษณะเป็นพุ่มแต่ละพุ่มจะมีเมล็ดอยู่ภายใน ซึ่งเมล็ดมีสีน้ำตาลลายขาวคล้ายเมล็ดละหุ่ง โดยส่วนสำคัญที่มนุษย์นำไปใช้ประโยชน์ คือ น้ำยาง ที่เป็นของเหลวสีขาวถึงขาวปนเหลือง ชุ่มชื้นอยู่ในท่อน้ำยางและมีการเรียงตัวกันอยู่ในส่วนที่เป็นเปลือกของต้นยาง โดยยางพาราสามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 10 องศาเหนือ และใต้ของเส้นศูนย์สูตรในพื้นที่ที่เป็นที่ราบถึงลาดเอียงเล็กน้อย อยู่ในระดับสูงกว่าน้ำทะเลไม่เกิน 200 เมตร ลักษณะดินเป็นดินร่วนสามารถระบายน้ำและอากาศได้ดี มีความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 4.0-5.5 และไม่เป็นดินเค็ม โดยบริเวณพื้นที่ต้องปริมาณน้ำฝนไม่ต่ำกว่า 1,350 มิลลิเมตร/ปี และมีวันฝนตกไม่น้อยกว่า 120 วัน/ปี มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีไม่น้อยกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 24-27 องศาเซลเซียส โดยในปัจจุบันได้มีการพัฒนาสายพันธุ์ยางพาราที่หลากหลายเพื่อส่งเสริมการปลูกยางพารา เช่น พันธุ์สถาบันวิจัยยาง 251(RRIT 251) และพันธุ์อาร์อาร์ไอเอ็ม 600(RRIM 600) [38]

2.2 การเก็บเกี่ยวน้ำยาง

การเก็บเกี่ยวผลผลิตจากต้นยางพาราจะมีความแตกต่างจากพืชอื่น ๆ ทั่วไป โดยใช้วิธีการกรีดตัดส่วนของท่อน้ำยางในเปลือกยางทำให้น้ำยางที่มีอยู่ในท่อน้ำยางไหลทะลักออกมาชั่วระยะเวลาหนึ่งแล้วหยุด ซึ่งผลผลิตน้ำยางจะได้มากหรือน้อยส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาในการไหลของน้ำยางกับความเข้มข้นของน้ำยาง ซึ่งปัจจัยทั้งสองนี้จะขึ้นอยู่กับพันธุ์ยางพารา สภาพแวดล้อม การดูแลรักษาต้นยาง และการกรีดยางซึ่งจะมีผลอย่างมากต่อผลผลิตที่จะได้รับ ถึงแม้ต้นยางจะสมบูรณ์มีจำนวนท่อน้ำยางมาก ถ้าการกรีดใช้มุมกรีดและความยาวรอยกรีดไม่เหมาะสมจะทำให้การกรีดเปลือกยางในระดับที่ตื้นไม่ถึงเปลือกชั้นในสุดที่มีปริมาณท่อน้ำยางอยู่จึงตัดท่อน้ำยางได้ไม่มากและถ้าการเอียงมุมมีดไม่ถูกต้องทำให้น้ำยางไหลบ่า ซึ่งปัญหาต่างๆเหล่านี้จะมีผลทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่สูงเท่าที่ควร [40]

2.2.1 น้ำยาง

น้ำยางเป็นของเหลวสีขาวถึงสีขาวปนเหลืองข้นอยู่ในท่อน้ำยางซึ่งเรียงตัวกันอยู่ในเปลือกต้นยางโดยเฉพาะอย่างยิ่งเปลือกด้านในซึ่งอยู่กับเยื่อเจริญ โดยในน้ำยางจะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญอยู่ 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่เป็นเนื้อยางและส่วนที่ไม่ใช่เนื้อยาง ตามปกติในน้ำยางจะมีเนื้อยางแห้งประมาณร้อยละ 25-45 ซึ่งในน้ำยางมีความหนาแน่น 0.975-0.980 กรัม/มิลลิลิตร และมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.5-7.0 อนุภาคยางมีรูปร่างกลมหรือรูปลูกแพร์ขนาด 0.05-5 ไมครอน ที่มีอนุภาคต่างๆ แขนงลอยอยู่ในของเหลว โดยอนุภาคเหล่านี้มีประจุเป็นลบผลึกกันอยู่ตลอดเวลาทำให้อนุภาคเหล่านั้น แขนงลอยและคงสภาพเป็นน้ำยางอยู่ได้จนกว่าจะมีสภาพแวดล้อมและปัจจัยต่างๆมารบกวนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงซึ่งจะทำให้ น้ำยางเสียเสถียรสภาพและจับตัวกันเป็นก้อน

2.3 การกรีดยาง

การเอาน้ำยางออกมาจากต้น เรียกว่า “การกรีดยาง” หรือภาษาทั่วไปของชาวสวนเรียกว่า “ตัดยาง” การกรีดยางต้องยึดหลักที่ว่า เมื่อกรีดยางแล้วจะต้องได้น้ำยางมากที่สุด เปลือกเสียหายน้อยที่สุด กรีดยางได้นาน 25-30 ปี และประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุดเป็นหัวใจสำคัญของการกรีดยาง การกรีดยางด้วยวิธีที่ถูกต้องจะทำให้สภาพของต้นยางมีความสมบูรณ์สามารถกรีดยางได้นานไม่น้อยกว่า 30 ปี ซึ่งลักษณะการกรีดยางแบ่งเป็น 2 ระยะ โดยระยะแรก คือ การเปิดกรีดหน้ายางหรือภาษาชาวสวนเรียกว่า “เบิกหน้ายาง” ก่อนฤดูกรีดยางประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อให้ต้นยางกระตุ้นการสร้างน้ำยางและปรับสภาพรับมือการกรีดในฤดูกรีดยางที่จะมาถึง หลังจากนั้น ต้นยางทุกต้นมีท่อน้ำยางอยู่ที่เปลือกวนเวียนรอบๆ ต้นจากบนขวามาล่างซ้าย ดังแสดงในภาพที่ 2.1 การกรีดยางจากขวามาล่างซ้ายที่เป็นการกรีดกันมาแต่ก่อนนั้นท่อน้ำยางถูกตัดขาดน้อยกว่าการกรีดจากซ้ายมาขวา ฉะนั้น จึงควรกรีดจากซ้ายมาขวาเพื่อให้ท่อน้ำยางถูกตัดขาดมากจะทำให้ได้น้ำยางมากขึ้น [41]



ภาพที่ 2.1 ทางเดินท่อน้ำยางและทิศทางที่ควรกรีด [40]

การกรีดยางในระยะที่สองเป็นการกรีดยางหลังจากเปิดกรีด โดยในระยะนี้ปริมาณน้ำยางมากขึ้นและปริมาณร้อยละของเนื้อยางที่อยู่ในน้ำยางจะมีมากขึ้นจึงต้องให้ความสำคัญกับการกรีดยางมากยิ่งขึ้น การกรีดลึกเข้าไปภายใต้เปลือกของต้นยางพาราประมาณ 6-10 มิลลิเมตร ก่อนถึงเยื่อเจริญจะมีท่อน้ำยางเรียงอยู่จำนวนมาก ซึ่งความลึกในการกรีดที่ดี คือ กรีดให้ใกล้เยื่อเจริญ แต่ต้องไม่ชิดติด

กับเยื่อเจริญ โดยหน้าที่ของเยื่อเจริญ คือ เพิ่มเปลือกใหม่ให้งอกมา แทนเปลือกเก่าที่ถูกกรีดทิ้งไป ถ้าเยื่อเจริญไม่ได้รับความเสียหาย เปลือกของต้นยางพาราที่งอกขึ้นใหม่จะเรียบสม่ำเสมอสามารถกรีดซ้ำอีกได้ ซึ่งต้นยางต้นหนึ่งๆ ควรนอนมเปลือกไว้ให้กรีดได้อย่างน้อย 3 รอบ โดยใช้เวลากรีดให้ได้กว่า 30 ปี ถ้าเปลือกยังดีเมื่อต้นยางอายุกว่า 15–20 ปีแล้ว จะเห็นได้ว่าการกรีดต้องอาศัยความชำนาญอย่างมาก ต้องอาศัยการหัดกรีดเป็นเวลาหลายเดือนกว่าจะเกิดความชำนาญ นอกจากกรีดไม่ให้ลึกเกินไปแล้วจะต้องพยายามกรีดให้เปลือกบางที่สุดครั้งละประมาณ 1.5 มิลลิเมตร ซึ่งในรอบ 1 เดือนไม่ควรกรีดเปลือกออกเกิน 25 มิลลิเมตร ตัวอย่างการกรีดเปลือกยางออกในแต่ละครั้งแสดงดังภาพที่ 2.2



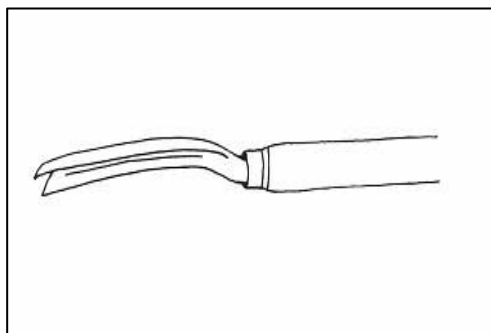
ภาพที่ 2.2 การกรีดหน้ายางที่ถูกตัด [40]

2.4 มีดกรีดยาง

การกรีดยางเป็นขั้นตอนสำคัญในการเอาน้ำยางออกมาจากต้นยางให้มีปริมาณมากและคงไว้ซึ่งสภาพของต้นยางที่สมบูรณ์สามารถใช้ประโยชน์ในการกรีดยางได้ต่อไปจนกระทั่งตัดต้นยางขายโดยมีการประเมินราคาด้วยสภาพต้นยางเมื่อหมดอายุการใช้งาน จากทบทวนวรรณกรรมในข้างต้นมีเหตุผลสนับสนุนว่ามีดกรีดยางเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งการทำให้ต้นยางมีสภาพสมบูรณ์ ที่ส่งผลให้ลักษณะหน้ายางอยู่ในสภาพที่สามารถให้ผลผลิตสม่ำเสมอและยั่งยืน โดยมีดกรีดยางที่นิยมใช้งานกันในปัจจุบันมีอยู่ 2 ชนิด คือ มีดเจาะบงและมีดเก็จ [41] แสดงดังภาพที่ 2.3 และภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.3 มีดเจาะบง [41]



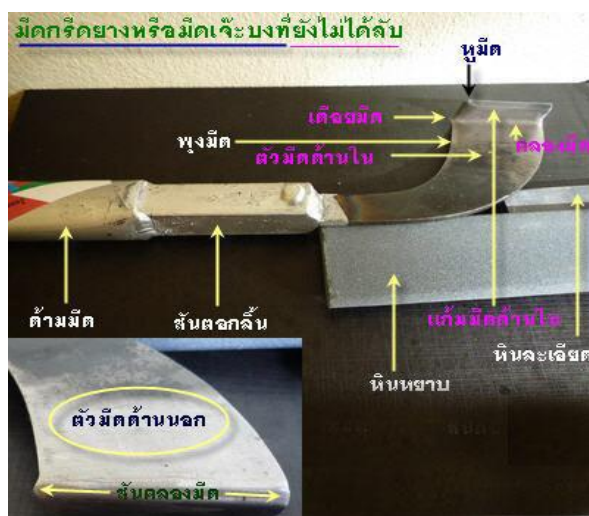
ภาพที่ 2.4 มีดเกี้ยว [41]

ในการกรีดยางในประเทศไทยเกษตรกรที่ประกอบอาชีพกรีดยางพารามีความนิยมการใช้งานมีดเจ๊ะบงมากกว่ามีดเกี้ยว โดยลักษณะของมีดแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ด้ามมีด เป็นส่วนที่ทำด้วยไม้หรือเหล็กที่มีความยาวประมาณ 150–200 มิลลิเมตร และในส่วนที่เป็นตัวมีดทำด้วยเหล็กยาวประมาณ 200 มิลลิเมตร โดยลักษณะตัวมีดจะเป็นเส้นตรงไปจากด้ามแล้วค่อยๆ โค้งลงไปทางด้ามปลายมีด ส่วนปลายสุดของมีดจะพับเข้าหาตัวมีดทำให้เกิดเป็นร่องหรือเรียกว่า “คลองมีด”

2.4.1 ส่วนประกอบของมีดเจ๊ะบง

มีเจ๊ะบงมีส่วนประกอบหลักอยู่จำนวน 6 ส่วน โดยตัวอย่างดังแสดงในภาพที่ 2.5 ซึ่งแต่ละส่วนมีหน้าที่การใช้งานดังนี้ [41]

- 1) คลองมีด มีหน้าที่กำหนดขนาดร่องที่กรีดบนหน้ายางเพื่อให้มีน้ำยางไม่ไหลบ่าออกจากหน้ายาง และเป็นส่วนทำให้เกิดแรงต้านในการออกแรงดึงมีดกรีดยางในขณะทำงานกรีดยาง
- 2) สันคลองมีด เป็นส่วนพับของใบมีดกรีดยางมีหน้าที่ส่งแรงดึงจากสันมีดไปยังเดือยมีด
- 3) หูมีด มีความคมช่วยในการตัดเฉือนเปลือกต้นยางในแนวราบบนหน้ายางให้มีความเรียบ
- 4) เดือยมีด เป็นส่วนที่มีความคมมากที่สุด มีหน้าที่ในการนำกรีดก่อนที่ส่วนอื่นของมีดกรีดยางจะกรีดลงบนเปลือกต้นยางต้องเริ่มนำร่องจากส่วนเดือยมีดและเป็นส่วนที่ได้รับแรงจากด้ามมีดเพื่อต้องการความแม่นยำมากที่สุด
- 5) พุงมีด มีความคมช่วยในการปาดหน้ายางที่ผ่านการกรีดมาแล้วให้มีความเรียบมากขึ้น และเป็นตัวพุงใบมีดกรีดยางให้แข็งแรง
- 6) สันพุงมีด ไม่มีความคมมีหน้าที่ในการยึดระหว่างด้ามมีดกับใบมีดและช่วยในการส่งแรงและความแม่นยำในการกรีดยาง
- 7) ด้ามมีด เป็นส่วนยึดจับเพื่อออกแรงบังคับไปยังส่วนต่างๆของมีดกรีดยาง



ภาพที่ 2.5 ส่วนประกอบและอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับมิดเจี๊ยะบง [40]

2.4.2 ขนาดของมิดเจี๊ยะบง

การแบ่งขนาดของมิดเจี๊ยะบงมีเกณฑ์การแบ่งตามขนาดรูปร่างของมิดอยู่ 2 ลักษณะ คือ

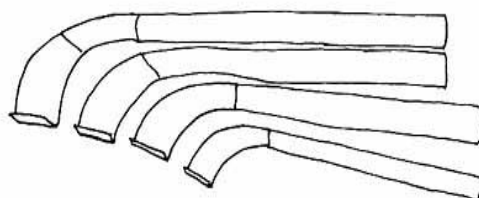
2.4.2.1 แบ่งตามความเล็ก-ใหญ่ของมิด แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 2.6 สามารถแบ่งออกตามขนาดมิดและด้ามมิดได้เป็น 4 ขนาดดังนี้

1) มิดกริตยางเบอร์ 1 มีขนาดใหญ่ที่สุดเหมาะสำหรับกริตยางแก่ที่มีอายุมากกว่า 30 ปี ไกล่ไค่นที่มีเปลือกหนามาก

2) มิดกริตยางเบอร์ 2 (กลางใหญ่) มีขนาดเล็กกว่ามิดเบอร์ 1 แต่มีขนาดใหญ่กว่ามิดเบอร์ 3 เหมาะสำหรับกริตยางหน้าที่สอง หรือยางเปลือกงอกใหม่อายุ 25- 30 ปี ที่มีเปลือกหนาพอสมควร

3) มิดกริตยางเบอร์ 3 (กลางเล็ก) มีขนาดเล็กกว่ามิดเบอร์ 2 แต่มีขนาดใหญ่กว่ามิดเบอร์ 4 ใช้สำหรับกริตยางที่มีอายุ 15- 25 ปี

4) มิดกริตยางเบอร์ 4 มีขนาดเล็กที่สุด เหมาะสำหรับใช้เปิดกริตหน้ายางหรือใช้กับต้นยางที่มีอายุ 7-15 ปี ที่มีเปลือกบางและกริตยางในช่วงแรกๆของการกริตและเหมาะสำหรับเกษตรกรชาวสวนยางที่ไม่ถนัดที่จะใช้มิดกริตยางขนาดใหญ่หรือมีน้ำหนักมาก



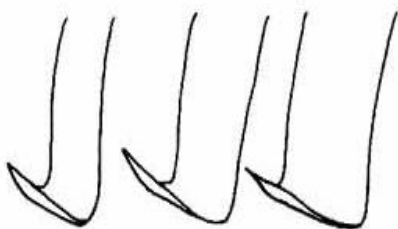
ภาพที่ 2.6 มิดเจี๊ยะบงแบ่งตามขนาด [42]

2.4.2.2 แบ่งตามขนาดของคลองมิดสามารถแบ่งออกเป็น 3 ขนาด แสดงดังภาพที่ 2.7 และสามารถอธิบายถึงความแตกต่างได้ดังต่อไปนี้

1) มิดคลองใหญ่ขนาดมูม 60 องศา ได้แก่ มิดแต่งเดือยมิดจนแหลมมน เหมือนเล็บมือทำให้คลองมิดมีขนาดใหญ่เหมาะสำหรับต้นยางที่มีอายุ 15 ปี ขึ้นไปที่มีเปลือกหนา

2) มิดคลองปานกลางขนาดมูม 70 องศา ได้แก่ มิดแต่งเดือยมิดจนแหลมมน เหมือนนิ้วมือขนาดของคลองมิดปานกลางเหมาะสำหรับต้นยางที่มีอายุ 10 ปี ขึ้นไปที่มีเปลือกหนापานกลาง

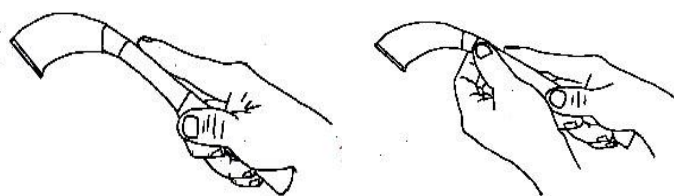
3) มิดคลองเล็กขนาดมูม 80 องศา ได้แก่ มิดที่แต่งเดือยมิดจนเล็กแหลมทำให้คลองมิดมีขนาดเล็กเหมาะสำหรับต้นยางที่เพิ่งเปิดกรีดใหม่ซึ่งมีเปลือกหนา



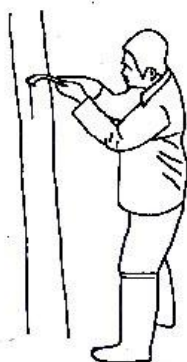
ภาพที่ 2.7 ขนาดมิดแบ่งตามขนาดคลองมิด [42]

2.4.3 ท่าทางการจับมิดกรีดยาง

ท่าทางการจับมิดกรีดยาง กรณีถนัดมือขวาใช้มือขวาจับด้ามมิดในลักษณะคว่ำมือ นิ้วชี้ทาบกดอยู่บนหลังมิด มือซ้ายประคองตัวมิดให้นิ่งและแนบกับมิดติดกับลำต้นปล่อยข้อมือเป็นอิสระไม่เกร็ง มิดอยู่ระหว่างอก ด้ามมิดชี้เข้าราวนมขวา ข้อศอกห้อยลงต่ำแนบข้างลำตัวหรือยื่นไปด้านหน้าเล็กน้อย หันหน้าตรงเข้าลำต้น ยืนห่างจากลำต้นเล็กน้อยประมาณ 30 เซนติเมตร ปลายเท้าซ้ายเสมอเส้นหน้ารอยกรีด เท้าขวาแยกห่างมาทางด้านข้างพอประมาณ ปลายเท้าห่างจากต้นยางในระดับเดียวกับเท้าซ้าย แสดงดังภาพที่ 2.8 และภาพที่ 2.9

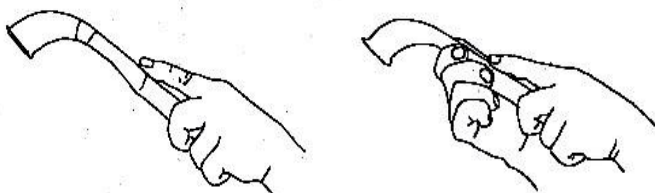


ภาพที่ 2.8 ท่าจับมิดกรีดยาง กรณีถนัดมือขวา [42]

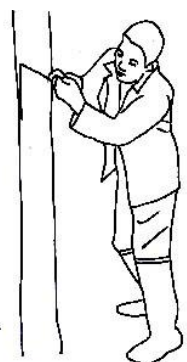


ภาพที่ 2.9 ทำยื่นกรีดยาง กรณีถนัดมือขวา [42]

กรณีถนัดมือซ้ายใช้มือซ้ายจับด้ามมีดในลักษณะคว่ำมือ มือขวาประคองตัวมีดให้หนึ่งและแนบแก้มมีดติดกับลำต้นยางพาราอื่นๆ ปฏิบัติเช่นเดียวกันกับกรณีถนัดมือขวาแสดงดังภาพที่ 2.10 และภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.10 ทำจับมีดกรีดยาง กรณีถนัดมือซ้าย [42]



ภาพที่ 2.11 ทำยื่นกรีดยาง กรณีถนัดมือซ้าย [42]

2.5 หลักการยศาสตร์

การยศาสตร์(ergonomics) เป็นคำที่มาจากภาษากรีก คือ "ergon" หมายถึง งาน(work) และอีกคำหนึ่ง "nomos" แปลว่า กฎตามธรรมชาติ (Natural Laws) เมื่อนำมารวมกันจำกลายเป็นคำว่า "ergonomics" หรือ "laws of work" ที่อาจแปลได้ว่ากฎของงาน ซึ่งเป็นศาสตร์หรือวิชาการที่เป็นการปรับเปลี่ยนสภาพงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานหรือเป็นการปรับปรุงสภาพการทำงานอย่างเป็นระบบ

การยศาสตร์ เป็นเรื่องการศึกษาสภาพการทำงานที่มีความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อมการทำงาน ซึ่งเป็นการพิจารณาสถานที่ทำงานให้มีความเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานเพื่อ

ป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อความปลอดภัยและสุขภาพอนามัยในการทำงาน และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเพื่อทำให้งานที่ต้องปฏิบัติดังกล่าวมีความเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน โดยการศึกษถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงาน สถานที่ทำงาน และการออกแบบงาน โดยการประยุกต์ใช้หลักการทางด้านชีววิทยา จิตวิทยา กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาเพื่อจัดสิ่งที่เป็นสาเหตุทำให้พนักงานเกิดความไม่สะดวกสบาย ปวดเมื่อยหรือมีสุขภาพอนามัยที่ไม่ดี เนื่องจากการทำงานในสภาพแวดล้อมนั้นๆ การยศาสตร์จึงสามารถนำไปใช้ในการป้องกันมิให้มีการออกแบบงานที่ไม่เหมาะสมที่อาจเกิดขึ้นในสถานที่ทำงาน โดยให้มีการนำหลักการยศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบงาน เครื่องมือหรือหน่วยที่ทำงานดังตัวอย่างพนักงานที่ต้องใช้เครื่องมือในการทำงาน ความเสี่ยงในการเกิดอันตรายต่อระบบกล้ามเนื้อและกระดูกจะสามารถลดลงได้ถ้าพนักงานใช้เครื่องมือที่ได้มีการออกแบบอย่างถูกต้องเหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ตั้งแต่เริ่มแรก [43]

2.6 กายวิภาคของมือ

การออกแบบเครื่องมือที่ใช้มือจับเพื่อควบคุมการทำงานเพื่อให้เครื่องมือที่ได้รับการออกแบบไม่เป็นต้นเหตุที่ก่อให้เกิดท่าทางความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูก ซึ่งหลักกายวิภาคของมือในการออกแบบ [44] ดังต่อไปนี้

2.6.1 กระดูกมือ (Hand Bone)

กระดูกมือประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ [42]

1) กระดูกนิ้วมือ เป็นกระดูกยาว (Long bone) มีทั้งหมดข้างละ 14 ชิ้น สำหรับกระดูกหัวแม่มือ 2 ชิ้น เรียกว่า Proximal และ Disal Phalanx ส่วนนิ้วอื่นๆ มีกระดูกนิ้วมือนิ้วละ 3 ชิ้น เรียกว่า Proximal, Middle และ Distal Phalanx

2) กระดูกฝ่ามือ เป็นกระดูกยาวมีข้างละ 5 ชิ้น

3) กระดูกข้อมือ มีอยู่ข้างละ 8 ชิ้น เรียงเป็น 2 แถวแถวละ 4 ชิ้น

2.6.2 กล้ามเนื้อมือ (Muscle)

กล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของส่วนมือ สามารถแบ่งออกเป็น 9 มัด ตามหน้าที่การควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.1 [45]

ตารางที่ 2.1 หน้าที่การทำงานของกล้ามเนื้อมือ

ชื่อกล้ามเนื้อ	หน้าที่ของกล้ามเนื้อ
Flexor Carpi Ulnaris	งอข้อมือและช่วยหุบมือ
Extensor Carpi Radialis	เหยียดมือและช่วยกางมือ
Extensor Carpi Ulnaris	เหยียดมือและหุบมือ
Flexor policis longus	งอนิ้วหัวแม่มือ
Extensor policis longus	เหยียดนิ้วหัวแม่มือ
Abductor policis longus	กางนิ้วหัวแม่มือ

ตารางที่ 2.1 หน้าที่การทำงานของกล้ามเนื้อมือ (ต่อ)

ชื่อกล้ามเนื้อ	หน้าที่ของกล้ามเนื้อ
Adductor pollicis oblique	หุบนิ้วหัวแม่มือ
Flexor digitorum profundus	งอนิ้วชี้ กลาง นาง ก้อย
Extensor Digitorum Communis	เหยียดนิ้วชี้ กลาง นาง ก้อย

2.6.3 ข้อต่อมือ(Wrist Joint) [44]

ข้อต่อระหว่างมือกับแขนส่วนล่างเรียกว่าข้อต่อเรดิโอ-คาร์ปัล(radio-carpal joint) เป็นข้อต่อรูปไข่(ellipsoidal joint) สามารถเคลื่อนไหวได้เพียง 2 แกน ที่ทำมุมตั้งฉากซึ่งกันและกัน เช่น การงอหลังมือขึ้นหรือการงอฝ่ามือลง และการหักข้อมือไปทางซ้ายหรือหักข้อมือไปทางขวา ดังแสดงในภาพที่ 2.12

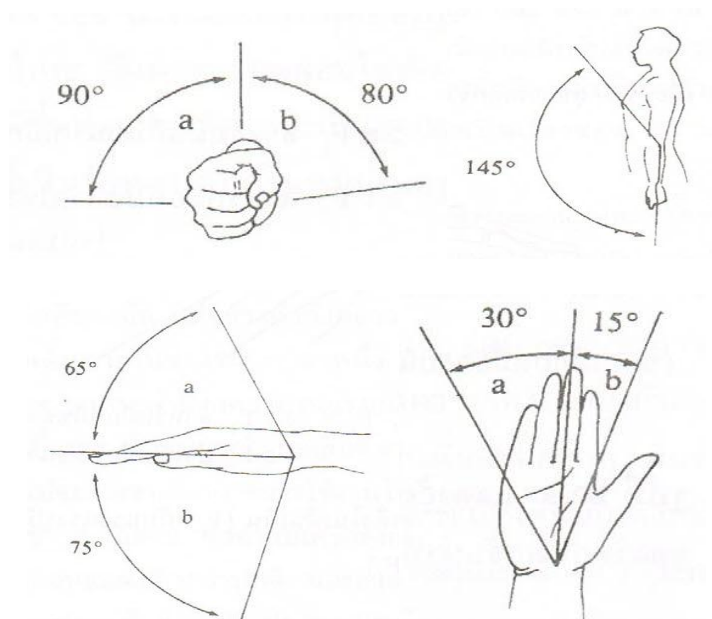


ภาพที่ 2.12 การเคลื่อนไหวข้อของต่อมือนรอบแกนเพียง 2 แกน [44]

2.6.4 การเคลื่อนไหวของข้อมือ

การเคลื่อนไหวของข้อมือในการทำงานเกิดจากการควบคุมของกล้ามเนื้อมือเป็นหลักและข้อต่อต่างๆในส่วนมือทำให้เกิดการเคลื่อนไหวในท่าทางต่างๆ [44] ดังแสดงในภาพที่ 2.13 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

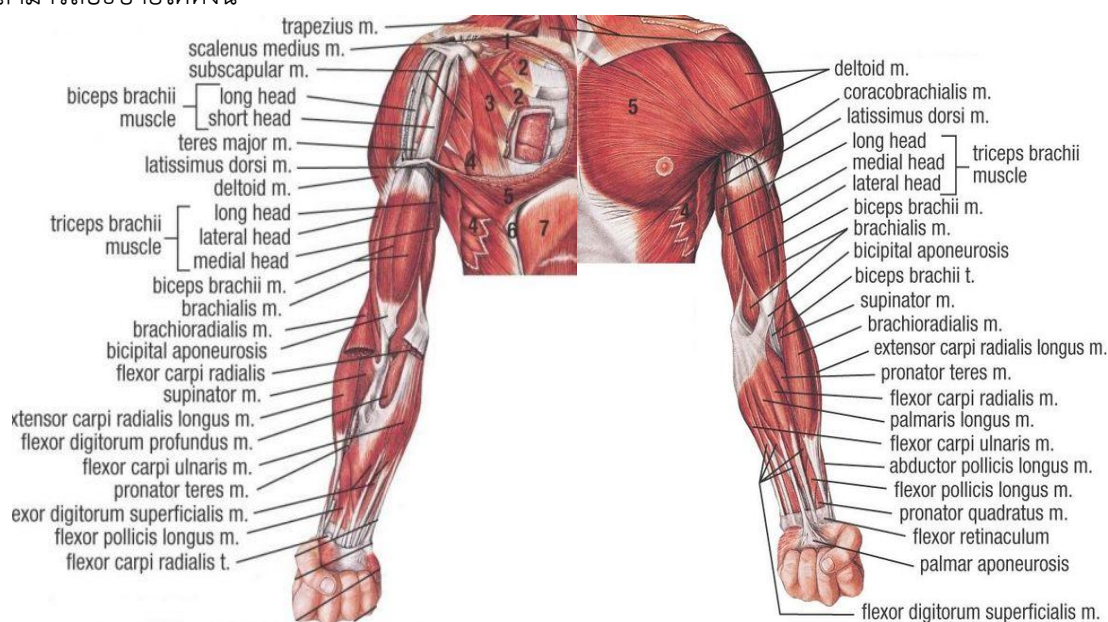
- 1) กำมือหงายขึ้น พิสัยการเคลื่อนไหวสามารถทำได้สูงสุด 90 องศา แต่ถ้ากำมือและคว่ำลง พิสัยการเคลื่อนไหวสามารถทำได้เพียง 80 องศา
- 2) มืออยู่แนบลำตัวแล้วสามารถงอขึ้นบนได้ทำมุมสูงสุดประมาณ 145 องศา
- 3) ฝ่ามือคว่ำลงในแนวราบแล้วงอหลังมือขึ้น พิสัยการเคลื่อนไหวสามารถทำได้ 65 องศา แต่ถ้าฝ่ามือคว่ำในแนวราบแล้วงอฝ่ามือลง พิสัยการเคลื่อนไหวทำได้ 75 องศา
- 4) หงายและตั้งมือในแนวตั้งแล้วเอียงมือไปทางซ้าย พิสัยการเคลื่อนไหวสามารถทำได้ 30 องศา แต่ถ้าเอียงมือไปทางขวาพิสัยการเคลื่อนไหวสามารถทำได้เพียง 15 องศา



รูปที่ 2.13 พิสัยการเคลื่อนไหวลักษณะต่างๆ ของข้อมือ [44]

2.7 กล้ามเนื้อเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของไหล่และแขน

กล้ามเนื้อมัดที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของไหล่และแขน ส่วนใหญ่เป็นกล้ามเนื้อชนิดกล้ามเนื้อโครงสร้างมักเกาะติดกับกระดูกโดยมีเอ็นยึดบางครั้งจึงเรียกว่า “กล้ามเนื้อกระดูก” เป็นกล้ามเนื้อที่ทำงานโดยถูกกระตุ้นจากระบบประสาทภายนอก หรือกล่าวว่าเป็นการทำงานภายใต้อำนาจของจิตใจ สามารถหดตัวได้อย่างรวดเร็วกว่ากล้ามเนื้อเรียบและกล้ามเนื้อหัวใจ กล้ามเนื้อชนิดนี้มีบทบาทสำคัญต่อการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันและการทำงานของร่างกาย [45] ซึ่งตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 2.14 สามารถแบ่งตามหลักการควบคุมการทำงานของแต่ละส่วนของร่างกายได้ 3 ส่วน และสามารถอธิบายได้ดังนี้



ภาพที่ 2.14 กล้ามเนื้อเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของไหล่และแขน [46]

2.7.1 กล้ามเนื้อมัดที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของช่วงไหล่ สามารถแบ่งได้ 2 ส่วน คือ

1) กล้ามเนื้อยกกระดูกสะบักหรือลิวาเตอร์ สแคพูลู เป็นกล้ามเนื้อบริเวณ ไหล่ ด้านหลัง มีสองมัด(ซ้ายและขวา) บทบาทของกล้ามเนื้อมัดนี้ คือ เมื่อกล้ามเนื้อหดตัว หัวไหล่และกระดูกสะบักจะถูกยกตัวขึ้น

2) กล้ามเนื้อป่าหรือเทรปิเซียส(Trapezius) เป็นกล้ามเนื้อมัดใหญ่ที่อยู่บริเวณหลัง ส่วนบน ไหล่ และ คอ มีจำนวนสองมัด(ซ้ายและขวา) ซึ่งถ้ามองรวมกันทั้งสองมัดจะเห็นเป็นกล้ามเนื้อ รูปหลามตัด(Diamond shape) ที่วางพาดอยู่บนไหล่ทั้งสองข้าง โดยบทบาทของกล้ามเนื้อมัดนี้ คือ เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวจะเป็นอาการของการยกไหล่ รวมอาการที่ห่อไหล่ขึ้นและยึดอกพร้อมกดไหล่ไปทาง หลัง เช่น ทำป็นหน้าผา

2.7.2 กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของแขนบนสามารถแบ่งได้ 3 ส่วน คือ

1) กล้ามเนื้อปิดตัว หรือลาทิสซิมัสโดร์ไซ(Latissimus dorsi) เป็นกล้ามเนื้อมัดใหญ่ ที่สุดในตำแหน่งหลังส่วนล่าง ซึ่งบทบาทของกล้ามเนื้อมัดนี้ คือ การยืดแขนไปด้านหลัง(Abduction) การกางแขนออก(Extention) รวมถึงการหมุนแขนไปทางด้านหลัง(Outward rotation of the arm)

2) กล้ามเนื้อหัวไหล่หรือเดลทอยด์(Deltoid) เป็นกล้ามเนื้อที่ห่อหุ้ม บริเวณข้อต่อ หัวไหล่ รูปร่างคล้ายสามเหลี่ยม ซึ่งบทบาทของกล้ามเนื้อมัดนี้ คือ กางแขนออก รวมทั้งงอแขนไปทางด้านหน้าของลำตัว(Medial rotation) และยืดแขนไปทางด้านหลังของลำตัว(Lateral rotation)

3) กล้ามเนื้อหน้าอกหรือเพคทอราลิสเมเจอร์(Pectoralis major) เป็นกล้ามเนื้อมัดใหญ่ รูปร่างคล้ายพัด อยู่บริเวณด้านหน้าของทรวงอกส่วนบน ซึ่งบทบาทของกล้ามเนื้อมัดนี้ คือ การ หุบแขนเข้าหาลำตัว(Adduction) รวมทั้งเหวี่ยงแขนไขว้ผ่านหน้าอกและการหมุนแขนเข้าหาลำตัว (Inward rotation)

2.7.3 กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของแขนส่วนล่างสามารถแบ่งได้ 4 ส่วน คือ

1) กล้ามเนื้อเหยียดแขนตรงหรือไตรเซบ(Triceps) เป็นกล้ามเนื้อสำคัญและเป็นส่วนหลักในการเคลื่อนไหวของแขนส่วนล่าง ซึ่งบทบาทของกล้ามเนื้อมัดนี้ คือ เมื่อกล้ามเนื้อมัดนี้หดตัวจะทำให้ข้อศอกยืดออกหรือทำยืดแขน

2) กล้ามเนื้องอแขนหรือไบเซบบราชีไอ(Biceps Brachii) เป็นกล้ามเนื้อมัดใหญ่ที่อยู่ทางด้านหน้าของกระดูกแขนบน ซึ่งบทบาทของกล้ามเนื้อมัดนี้ คือ การงอข้อศอก การหมุนมือให้หงายขึ้นและที่สำคัญคือ กล้ามเนื้อมัดนี้มีส่วนช่วยพยุงกระดูกแขนบน (Humerus) ให้อยู่ในเบ้าข้อต่อหัวไหล่ ได้อย่างมั่นคง

3) กล้ามเนื้อหงายมือและแบ่มือหรือ ซูปีเนเตอร์(Supinator) เป็นกล้ามเนื้อสำคัญของ แขนส่วนล่าง กล้ามเนื้อมัดนี้จะมีหน้าที่หลักคือทำให้เกิดท่าทางหงายมือ ซึ่งบทบาทของกล้ามเนื้อมัดนี้ คือ ทำให้หมุนแขนล่างเพื่อหงายมือขึ้น

4) กล้ามเนื้องอข้อศอกหรือบราชีโอเรเดียลิสบราชีโอเรเดียลิส(Brachioradialis) เป็น กล้ามเนื้อมัดสำคัญอีกมัดหนึ่งที่อยู่บนแขนส่วนล่าง ซึ่งบทบาทของกล้ามเนื้อมัดนี้ คือ การงอข้อศอก และการหมุนมือให้หงายขึ้น

2.8 การบาดเจ็บทั่วไปของมือและข้อมือ

การบาดเจ็บในส่วนของมือและข้อมือมีสาเหตุมาจากการใช้เครื่องมือที่ไม่เหมาะสมกับสรีระของร่างกายโดยการบาดเจ็บอาจจะเกิดขึ้นทีละเล็กละน้อยสะสมไปเรื่อยๆแล้วค่อยแสดงอาการ เมื่อร่างกายทนทานไม่ไหวหรือการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นรุนแรงในครั้งเดียวจนสามารถเกิดเป็นโรคที่มีอุปสรรคต่อการทำงาน การบาดเจ็บต่างๆสามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้ [45]

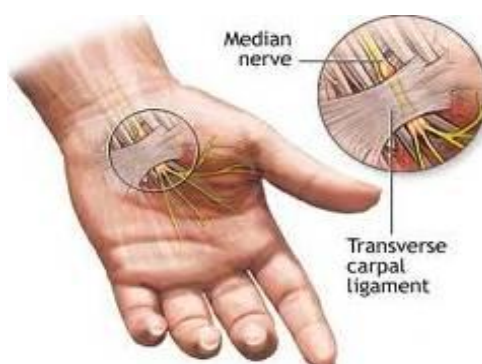
2.8.1 โรคที่เกิดขึ้นจากการใช้อุปกรณ์ที่ใช้มือจับที่ออกแบบไม่เหมาะสมแบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1) การบาดเจ็บแบบฉับพลันทันที(Acute Injury) เป็นการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นทันที มักเกิดบาดแผลหรือการบอบช้ำเช่นการถูกบาด ตัด ฉีกฉีก ถูม ทุบ ทุบ เป็นต้น

2) การบาดเจ็บแบบสะสม(Cumulative Trauma Injury) เป็นลักษณะการบาดเจ็บแบบสะสมทีละเล็กละน้อยเป็นเวลานาน มักเกิดจากการทำงานเกินกำลัง หรือท่าทางที่ผิดเป็นเวลานาน เมื่อเวลาผ่านไปการบาดเจ็บจะเพิ่มมากขึ้น

2.8.2 โรคอุโมงค์ข้อมืออักเสบ(Carpal tunnel syndrome, CTS)

โรคอุโมงค์ข้อมืออักเสบเป็นความผิดปกติของเอ็นข้อมือ(Transverse carpal ligament) ดังภาพที่ 2.15 และภาพที่ 2.16 เนื่องจากข้อมือมีการรับภาระการออกแรงมากเกินไปจนเกิดการอักเสบโป่งพอง จึงไปกดทับเส้นประสาท(Median nerve) ที่ส่งไปยังปลายนิ้วทั้งสี่ ซึ่งโรคอุโมงค์ข้อมืออักเสบโดยทั่วไปเป็นอาการที่พบบ่อยในผู้หญิงที่มีอายุ 35 ปีขึ้นไป ซึ่งอาการที่พบคือ อาการปวดและชาบริเวณนิ้วที่มีเส้นประสาทส่งไปถึง อีกทั้งยังรวมถึงความแข็งขี้และความอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ



ภาพที่ 2.15 เอ็นบริเวณข้อมือที่เป็นตำแหน่งของโรคอุโมงค์ข้อมืออักเสบ [45]

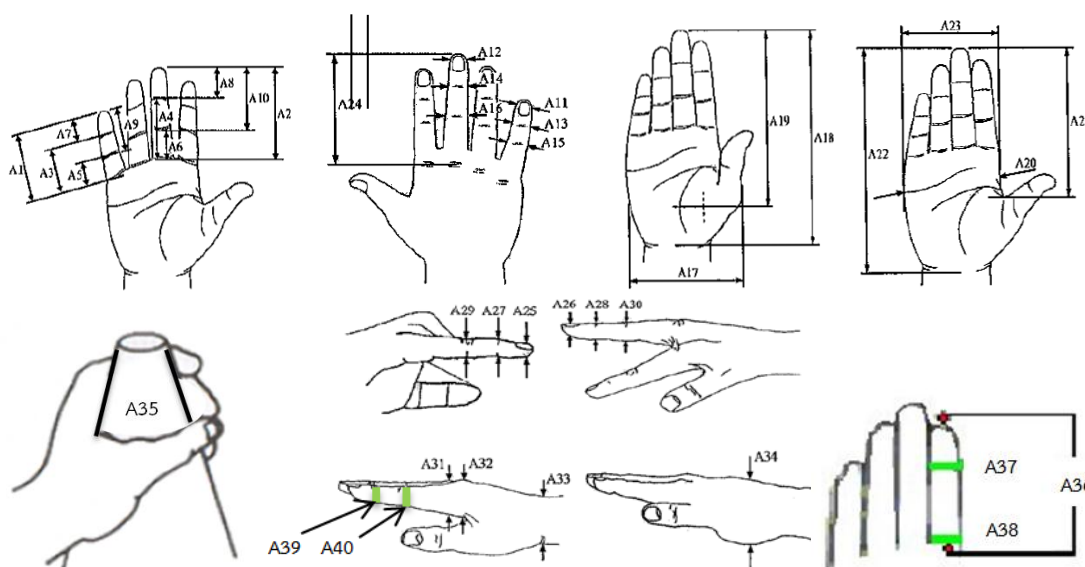


ภาพที่ 2.16 เส้นประสาทที่ถูกกดทับเมื่อมีอาการโรคอุโมงค์ข้อมืออักเสบ [45]

ปัจจัยที่สำคัญที่สุดคือการใช้เครื่องมือในการทำกิจกรรมต่างๆอย่างไม่เหมาะสม เช่น อุปกรณ์เครื่องมือที่ออกแบบมาไม่เหมาะสมกับการใช้งานหรือผู้ปฏิบัติงานเองใช้งานผิดวิธี ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลต่อการเกิดอาการผิดปกติและบาดเจ็บสะสมของร่างกาย(Cumulative trauma disorders, CTDs) ส่งผลต่อเนื่องต่อการลดของอัตราผลิตภาพ(Productivity) และการขาดงาน

2.9 ขนาดของมือ(Hand Anthropometry)

ขนาดของมือเป็นข้อมูลสำคัญต่อการออกแบบและเลือกใช้เครื่องมือและการออกแบบลักษณะการจับเครื่องมือที่ใช้มือจับสำหรับการทำงานต่างๆพื้นผิวของเครื่องมือย่อมต้องสัมผัสกับผิวหนังและกล้ามเนื้อตลอดเวลาการออกแรงในการทำงานนั้นๆ ดังนั้น ขนาดสัดส่วนของมือ(Hand anthropometry) ที่เหมาะสมพอดีกับขนาดของด้ามจับหรือส่วนของอุปกรณ์ที่ต้องรับการจับยึดจากมือ จะทำให้การออกแรงในการทำงานมีความถนัด สะดวก ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้น ข้อมูลขนาดของมือจึงเป็นสิ่งสำคัญมากในการออกแบบและเลือกใช้เครื่องมือ [47] โดยตัวอย่างการวัดขนาดมือที่อ้างอิงตาม ISO 7250-1996 แสดงดังภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 การวัดขนาดสัดส่วนมือ [47]

ขนาดของมือถูกนำมาใช้ในการพิจารณาขนาดด้ามจับ ซึ่งต้องมีขนาดพอดีไม่เล็กหรือใหญ่จนเกินไปเพื่อการจับที่ถนัดเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ เช่น ความยาวของนิ้วมืออาจนำไปใช้กำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของด้ามจับ ความกว้างของมือหรือฝ่ามือถูกนำไปใช้กำหนดความยาวของด้ามจับที่เหมาะสม ซึ่งหากสั้นไปจะเกิดการกดทับบริเวณฝ่ามือและหากยาวไปอาจทำให้จับไม่ถนัดและความหนาของฝ่ามือใช้ในการออกแบบช่องว่างต่างๆ ที่ต้องใช้มือในการสอดยึดจับซึ่งรายละเอียดการวัดสัดส่วนมือแสดงดังนี้ [47]

รายการสัดส่วนที่ทำกรวัดกับมือและแขนมีดังนี้

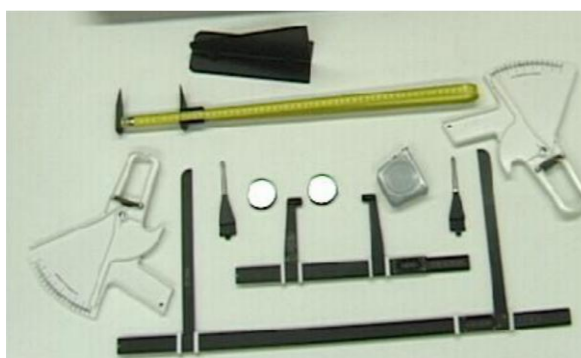
- 1) ระยะจากปลายนิ้วก้อยถึงโคนนิ้วก้อย(Fingertip to root digit 5, A1)
- 2) ระยะจากปลายนิ้วกลางถึงโคนนิ้วกลาง(Fingertip to root digit 3, A2)
- 3) ระยะจากข้อต่อข้อที่ 1 ของนิ้วก้อยถึงโคนนิ้วก้อย(1st joint to root digit 5, A3)

- 4) ระยะจากข้อต่อข้อที่ 1 ของนิ้วกลางถึงโคนนิ้วกลาง(1st joint to root digit 3, A4)
- 5) ระยะจากข้อต่อข้อที่ 2 ของนิ้วก้อยถึงโคนนิ้วก้อย(2nd joint to root digit 5, A5)
- 6) ระยะจากข้อต่อข้อที่ 2 ของนิ้วกลางถึงโคนนิ้วกลาง(2nd joint to root digit 3, A6)
- 7) ระยะจากปลายนิ้วกลางถึงข้อต่อข้อที่ 1 ของนิ้วก้อย(Fingertip to 1st joint of digit 5, A7)
- 8) ระยะจากปลายนิ้วกลางถึงข้อต่อข้อที่ 1 ของนิ้วกลาง(Fingertip to 1st joint of digit 3, A8)
- 9) ระยะจากปลายนิ้วกลางถึงข้อต่อข้อที่ 2 ของนิ้วก้อย(Fingertip to 2nd joint of digit 5, A9)
- 10) ระยะจากปลายนิ้วกลางถึงข้อต่อข้อที่ 2 ของนิ้วกลาง(Fingertip to 2nd joint of digit 3, A10)
- 11) ความกว้างที่ปลายนิ้วก้อย(Width at tip digit 5, A11)
- 12) ความกว้างที่ปลายนิ้วกลาง(Width at tip digit 3, A12)
- 13) ความกว้างที่ข้อต่อข้อที่ 1 ของนิ้วก้อย(Width at 1st joint digit 5, A13)
- 14) ความกว้างที่ข้อต่อข้อที่ 1 ของนิ้วกลาง(Width at 1st joint digit 3, A14)
- 15) ความกว้างที่ข้อต่อข้อที่ 2 ของนิ้วก้อย(Width at 2nd joint digit 5, A15)
- 16) ความกว้างที่ข้อต่อข้อที่ 2 ของนิ้วกลาง(Width at 2nd joint digit 3, A16)
- 17) ความกว้างมือ(Maximum width of hand, A17)
- 18) ความยาวมือ(Length of hand, A18)
- 19) ระยะจากปลายนิ้วกลางถึงข้อต่อคาร์โปเมตาคาร์ปอล(Fingertip to carpometacarpal joint, A19)
- 20) ความกว้างของฝ่ามือ(Width at knuckles, A20)
- 21) ระยะจากปลายนิ้วกลางถึงฐานของนิ้วหัวแม่มือ(Third digit to base of thumb, A21)
- 22) ระยะจากปลายนิ้วกลางถึงข้อมือ(Fingertip to wrist joint, A22)
- 23) ความกว้างของกระดูกฝ่ามือ(Hand breadth at metacarpals, A23)
- 24) ระยะจากปลายนิ้วกลางถึงข้อโคนนิ้วกลาง(Depth at metacarpophalangeal joint digit 3, A24)
- 25) ความหนาที่ปลายนิ้วก้อย(Depth at tip digit 5, A25)
- 26) ความหนาที่ปลายนิ้วกลาง(Depth at tip digit 3, A26)
- 27) ความหนาที่ข้อต่อข้อที่ 1 ของนิ้วก้อย(Depth at 1st joint digit 5, A27)
- 28) ความหนาที่ข้อต่อข้อที่ 1 ของนิ้วกลาง(Depth at 1st joint digit 3, A28)
- 29) ความหนาที่ข้อต่อข้อที่ 2 ของนิ้วก้อย(Depth at 2nd joint digit 5, A29)

- 30) ความหนาที่ข้อต่อข้อที่ 2 ของนิ้วกลาง(Depth at 2nd joint digit 3, A30)
- 31) ความหนาที่ข้อโคนนิ้วกลาง(Depth at metacarpophalangeal joint digit 3,A31)
- 32) ความหนาที่ฝ่ามือ(Depth at knuckles, A32)
- 33) ความหนาที่ข้อมือ(Depth at wrist joint, A33)
- 34) ความหนาของมือ(Maximum depth of hand, A34)
- 35) ขนาดเส้นรอบวงมือจับ(Hand grasp, A35)
- 36) ความยาวของนิ้วชี้(Length of index finger, A36)
- 37) ความกว้างที่ข้อต่อข้อที่ 1 ของนิ้วชี้(Width at 1st joint digit 1, A37)
- 38) ความกว้างที่ข้อต่อข้อที่ 2 ของนิ้วชี้(Width at 2nd joint digit 1, A38)
- 39) ความหนาที่ข้อต่อข้อที่ 1 ของนิ้วชี้(Depth at 1st joint digit 1, A39)
- 40) ความหนาที่ข้อต่อข้อที่ 2 ของนิ้วชี้(Depth at 2nd joint digit 1, A40)

2.10 เครื่องมือวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายที่ได้มาตรฐานเป็นปัจจัยสำคัญในการได้มาซึ่งข้อมูลของขนาดสัดส่วนร่างกายที่ถูกต้องและมีประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง ซึ่งตัวอย่างอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้วัดและเก็บข้อมูลแบบสถิต(Static measurement) ประกอบด้วย สเกลวัดแบบโลหะ สเกลวัดแบบเทป แผ่นฉาก และคีมวัดความหนาไขมันใต้ผิวหนังดังแสดงในภาพที่ 2.18



ภาพที่ 2.18 เครื่องมือวัดขนาดสัดส่วนร่างกายแบบสถิตยี่ห้อโรสคราฟท์(Rosscraft) [45]

2.11 เครื่องมือที่ใช้มือจับ(Hand tools)

เครื่องมือที่ใช้มือจับในการทำงาน(Hand tools) [45] พบในอุปกรณ์ในชีวิตประจำวันโดยทั่วไป อาทิ แปรงสีฟัน ดินสอ และกรรไกร เป็นต้น

เครื่องมือที่ใช้มือจับ(Hand tools) หมายถึง อุปกรณ์เครื่องมือที่ถูกควบคุมให้ทำงานได้ด้วยการออกแรงจับถือใช้กล้ามเนื้อนิ้วต่างๆรวมทั้งกล้ามเนื้อฝ่ามือในการบังคับควบคุมกิจกรรมการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพในลักษณะรูปแบบเฉพาะของอุปกรณ์นั้นๆ การนำเครื่องมือที่ออกแบบไม่เหมาะสมมาใช้ในการทำงานเพื่อประกอบอาชีพอาจส่งผลกระทบต่ออาการบาดเจ็บสะสม(Cumulative trauma disorders, CTDs) มากที่สุดส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงาน การลาป่วย การขาดงาน และปัญหาอื่นๆตามมาอีกมากมาย

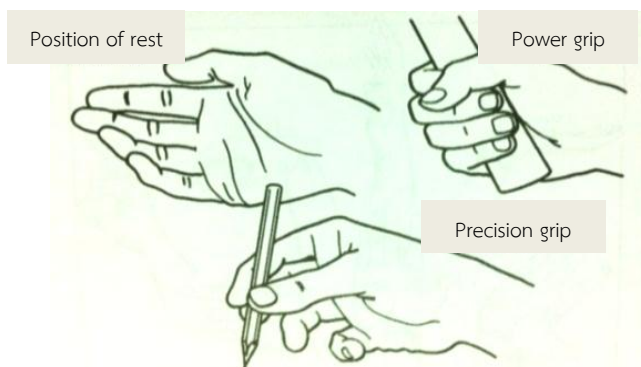
2.11.1 ประเภทของเครื่องมือที่ใช้มือจับ

เครื่องมือที่ใช้มือจับที่ใช้งานกันทั่วไปมีการจัดแบ่งประเภทตามลักษณะการใช้งานหน้าที่การใช้งาน และส่วนประกอบที่เด่นชัดสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.11.1.1 การแบ่งตามลักษณะการจับถือและการออกแรง แสดงดังภาพที่ 2.19 ผู้ใช้งานสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1) ประเภทที่ต้องใช้แรงในการจับกำอย่างมั่นคง(Power grip) คือ เครื่องมือที่ต้องการแรงจากมือและแขนของผู้ปฏิบัติงานช่วยเสริมในการทำกิจกรรมให้สำเร็จ เช่น ค้อน (Hammer) พวงมาลัย(Hand wheel) คันโยก(Hand lever) เป็นต้น

2) ประเภทที่ต้องการแรงน้อยแต่เน้นการจับกำเพื่อความแม่นยำหรือการหยิบจับ(Precision grip or Pinch grip) คือ เครื่องมือที่ต้องการจับด้วยกล้ามเนื้อนิ้วมือเพื่อระบุตำแหน่งของการทำงานที่เฉพาะเจาะจง การจับในลักษณะนี้ไม่ต้องการการออกแรงในปริมาณมากแต่จะมีการออกแรงซ้ำๆของกล้ามเนื้อนิ้วมือ ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อมัดเล็ก โดยเฉพาะการจับถือนี้พบว่าเครื่องมืออุปกรณ์จะอยู่ระหว่างนิ้วโป้งกับนิ้วชี้และนิ้วกลางเป็นส่วนใหญ่ เช่น ดินสอ ปากกา ตะเกียบ เป็นต้น



ภาพที่ 2.19 เครื่องมือจับตามลักษณะการจับถือและการออกแรงของผู้ใช้ [48]

2.11.1.2 การแบ่งชนิดของเครื่องมือตามวัตถุประสงค์ของการทำงานสามารถแบ่งเป็น 5 กลุ่มดังนี้

1) เครื่องมือกลุ่มที่ใช้งานเพื่อการตัดและเจาะวัสดุต่างๆ เช่น มีด กรรไกร สว่าน รวมถึงตัวตัด เจาะอื่นๆ

2) เครื่องมือกลุ่มที่ใช้งานเพื่อการบีบจับชิ้นงาน เช่น คีม และตัวหนีบ

3) เครื่องมือกลุ่มที่ใช้เพื่อการประกอบสิ่งของ เช่น ไขควง ประแจ

4) เครื่องมือกลุ่มที่ใช้เพื่อการตักและการเคลื่อนย้าย เช่น ทัพพี จอบ

พลั่ว เสียม

5) เครื่องมือกลุ่มที่ใช้เพื่อการตกแต่ง การทำความสะอาดและการขีดเขียน เช่น แปรงทาสี แปรงขัดฝุ่น ดินสอ และปากกา

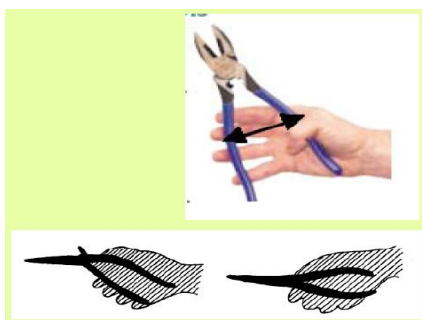
2.11.1.3 การแบ่งกลุ่มตามตามลักษณะของด้ามจับได้ดังนี้ ประกอบกับแสดงให้เห็นในภาพที่ 2.20 และภาพที่ 2.21

1) เครื่องมือที่ใช้มือจับแบบด้ามเดี่ยว (Single handle tools) ได้แก่ ค้อน สิว ประแจ



ภาพที่ 2.20 เครื่องมือที่ใช้มือจับแบบด้ามเดี่ยว [48]

2) เครื่องมือที่ใช้มือจับแบบด้ามคู่ (Double handle tools) ได้แก่ คีม กรรไกร



ภาพที่ 2.21 เครื่องมือที่ใช้มือจับแบบด้ามคู่ [48]

2.12 แนวทางของการออกแบบตามแนวทางการยศาสตร์

การออกแบบตามหลักการยศาสตร์มีพื้นฐานมาจากการศึกษาความสามารถของคน ชิดจำกัดในด้านต่างๆ ของคนเพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับบุคคลหรือกลุ่มคนที่สามารถเป็นตัวแทนของประชากร ทั้งนี้อาจไม่ใช่การศึกษาสำหรับทุกคน โดยการออกแบบมาจากหลักการของการศึกษาเรื่องขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ซึ่งต้องใช้ข้อมูลส่วนมาช่วยในการออกแบบ [44] ขั้นตอนในการออกแบบมีดังนี้

1) ระบุส่วนของร่างกายที่มีความสำคัญมากที่สุดต่อการออกแบบ เช่น การออกแบบด้ามจับ (handle) ของเครื่องมือกล ความยาว และความกว้างของมือเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการออกแบบขนาดของด้ามจับ

2) ระบุกลุ่มเป้าหมายหรือประชากรผู้ที่จะใช้งานสิ่งที่จะออกแบบ เช่น กลุ่มเด็ก กลุ่มผู้หญิง กลุ่มผู้ใช้แรงงาน

3) พยายามเลือกใช้ฐานข้อมูลหรือตารางค่าที่เหมาะสมเพื่อให้ได้มาตรฐานและครอบคลุมกลุ่มประชากรส่วนใหญ่ให้มากที่สุด

4) ถ้ามีการสวมใส่เสื้อผ้าชนิดพิเศษหรืออุปกรณ์ประจำกายต่างๆในการทำงานกับสิ่งที่ถูกออกแบบ ให้บวกหรือลบค่าเผื่อไว้กับขนาดมิติต่างๆของแบบนั้นๆด้วย

5) สร้างต้นแบบ(prototype) ที่ได้รับการออกแบบขึ้นมา แล้วนำไปให้กลุ่มประชากรที่มีขนาดร่างกายตามที่ได้กำหนดทดลองใช้ ให้ข้อคิดเห็นติชมต้นแบบเพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ใช้ในการแก้ไขข้อบกพร่องของต้นแบบ

6) เอาต้นแบบที่ดีที่สุดไปใช้งานจริง โดยกำหนดให้เป็นแบบมาตรฐานต่อไปแต่สามารถเปลี่ยนแปลงแบบมาตรฐานได้ทุกเมื่อถ้าหากจำเป็นต้องมีการแก้ไขหรือพบข้อบกพร่อง

2.13 หลักการออกแบบเครื่องมือที่ต้องใช้มือจับถือควบคุมการทำงาน

หลักการออกแบบเครื่องมือที่ต้องใช้มือจับถือควบคุมการทำงาน(principle of hand tools and devices design) ถูกนำมาใช้ในการออกแบบเครื่องมือที่ใช้มือจับเพื่อป้องกันปัญหาต่างๆ ตลอดจนถึง ปรับปรุงแก้ไขปัญหาจากการใช้งานต่างๆที่มีความเกี่ยวข้องกับหลักชีวกลศาสตร์ [44] ซึ่งหลักการอยู่ 5 ข้อ ดังต่อไปนี้

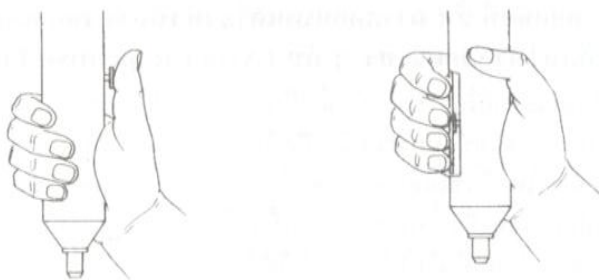
1) การออกแบบเครื่องมือ เมื่อมือจับถือควบคุมการทำงานแล้วต้องพยายามให้ข้อมืออยู่ในแนวตรงกับแขนท่อนล่างมากที่สุด ซึ่งลักษณะการทำงานที่มีลักษณะข้อมืออยู่ในแนวตรงแนวเดียวกับแขนท่อนล่างจะไม่ทำให้กล้ามเนื้อและเส้นประสาทที่ลอดผ่านอุโมงค์คาร์ปัลของกล้ามเนื้อข้อมือนั้นโค้งงอ เช่น การออกแบบที่เมื่อมือจับเครื่องมือแล้วข้อมือไม่มีการเคลื่อนไหวแบบอัลนาร์ดีวิเอชัน(ulnar deviation) จะไม่ทำให้เกิดปัญหาการบาดเจ็บสะสมขึ้น

2) หลีกเลี่ยงการออกแรงของกล้ามเนื้อตำแหน่งหนึ่งตำแหน่งใดหรือนิ้วหนึ่งนิ้วใดมากเกินไป แต่ควรมีการกระจายของแรงให้มากที่สุดเท่าที่เป็นได้ เช่น การใช้นิ้วควบคุมเครื่องมือ ดังแสดงในภาพที่ 2.22 รูปซ้ายไม่เหมาะสมเนื่องจากนิ้วโป้งต้องรับภาระหนักในการออกแรงอย่างซ้ำๆแต่รูปขวาจะเหมาะสมกว่า เนื่องจากนิ้วทั้งสี่นิ้วสามารถกระจายภาระการออกแรงได้ดีกว่า

3) พื้นผิวสัมผัสระหว่างด้ามจับและฝ่ามือจะต้องมีเนื้อที่เพียงพอเพื่อหลีกเลี่ยงแรงกดอัดเฉพาะจุด ซึ่งแรงกดดังกล่าวอาจส่งผลต่อเส้นเลือดและเส้นประสาทที่อยู่ระหว่างด้ามจับกับกระดูกมือหรือกระดูกข้อมือ โดยขัดขวางการไหลเวียนของเลือดและทำลายเส้นประสาทได้ส่งผลให้เกิดอาการนิ้วชา ปวดข้อหรือนิ้วกระดูกได้

4) ต้องออกแบบเครื่องมือให้มีความปลอดภัยในการใช้งานสูง โดยเครื่องมือที่ออกแบบไม่ทำให้เกิดการบาดเจ็บเฉียบพลันจึงต้องออกแบบเครื่องมือที่มีส่วนป้องกันการเกิดปัญหาเหล่านั้น เช่น ออกแบบเครื่องมือที่ไม่มีขอบมุมที่แหลมคม ไม่มีจุดหรือสิ่งที่ส่อลักษณะที่จะบีบหรือหนีบ มีเบรกเกอร์ และมีน้ำหนักรวมที่หนักมากเกินไป

5) การออกแบบเครื่องมือนั้นต้องคำนึงถึงกลุ่มผู้ที่ถนัดมือซ้ายและกลุ่มผู้หญิง เนื่องจากกลุ่มประชากรที่เป็นผู้หญิงและผู้ถนัดมือซ้ายมีจำนวนไม่น้อยประมาณร้อยละ 8-10 ที่ต้องใช้เครื่องมือที่ใช้มือควบคุมในการทำงาน



ภาพที่ 2.22 รูปแบบการควบคุมเครื่องมือที่ไม่เหมาะสม (ซ้าย) และเหมาะสม (ขวา) [48]

2.14 หลักการประยุกต์ใช้ขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์

การนำเอาข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายมาใช้ในการออกแบบมีหลักการสำคัญอยู่ 3 ข้อ ดังนี้

2.14.1 การออกแบบสำหรับค่าเฉลี่ย (design for average individual)

หลักการการออกแบบโดยใช้ค่าเฉลี่ยหรือค่ากึ่งกลาง คือ ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของประชากรทั้งเพศชายและเพศหญิง แต่การออกแบบโดยใช้หลักการนี้ไม่นิยมใช้ในการประยุกต์ออกแบบงานใดๆ นอกจากเป็นเหตุจำเป็นที่สุดเพราะทำให้เกิดผลประโยชน์แก่ประชากรส่วนใหญ่น้อยที่สุด เนื่องจากข้อมูลการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายโดยส่วนใหญ่แล้วพบว่าไม่มีบุคคลใดเลยที่จะมีสัดส่วนทุกๆ จุดของร่างกายหรือทุกๆ ตำแหน่งของการวัดเท่ากับค่าเฉลี่ยพอดี [44]

2.14.2 การออกแบบเพื่อค่าสูงสุดหรือต่ำสุด (design for extreme value)

การออกแบบเพื่อค่าสูงสุดหรือต่ำสุด คือ การใช้ข้อมูลที่สูงหรือมีค่ามากที่สุด คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 หรือ 95 ของกลุ่มผู้มีค่าสูง หรือใช้ข้อมูลที่ต่ำหรือมีค่าน้อยที่สุด คือ ค่าที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 หรือ 10 ของกลุ่มผู้มีค่าต่ำ ซึ่งการใช้ข้อมูลเหล่านี้เป็นวิธีที่ใช้ได้ดี สามารถใช้งานได้กับเกือบทุกคนในกลุ่มประชากรเกือบทั้งหมด การออกแบบเพื่อให้ครอบคลุมกลุ่มผู้ใช้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเด็นสำคัญดังนี้

1) ความต้องการระยะเคลื่อนผ่านสะดวก (clearance requirement) ซึ่งการออกแบบต้องใช้ค่าข้อมูลเปอร์เซ็นต์ไทล์สูง เช่น เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของกลุ่มผู้มีค่าสูงในการออกแบบ เช่น ความสูงของประตูทางเข้า ความกว้างของแผ่นรองข้อมือสำหรับการวางมือพิมพ์งานบนแป้นพิมพ์ หรือความแข็งแรงของอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน

2) ความต้องการระยะเอื้อม (reach requirement) ซึ่งต้องใช้ค่าข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายที่ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์น้อยๆ หรือการออกแบบที่คำนึงถึงขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากรที่มีขนาดเล็กกว่าหรือต่ำกว่าเป็นหลักในการออกแบบ เช่น ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของกลุ่มผู้มีค่าต่ำสำหรับการออกแบบความสูงของชั้นวางของระยะในการควบคุมแผงควบคุมตำแหน่งคันบังคับหรืออุปกรณ์ควบคุมอื่นๆ หรือการกำหนดแรงในการควบคุมคันบังคับ

2.14.3 การออกแบบเพื่อให้ปรับเปลี่ยนค่าได้ในช่วงที่เหมาะสม (design for adjustable range)

การออกแบบเพื่อให้ปรับเปลี่ยนค่าได้ในช่วงที่เหมาะสม คือ ช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของกลุ่มผู้มีค่าต่ำไปจนถึงเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของกลุ่มผู้มีค่าสูงเป็นหลักการที่ดีที่สุดเพราะการออกแบบอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ สถานที่ทำงานและเครื่องมืออื่นๆ ที่ตอบสนองเข้ากันได้เป็นอย่างดีกับขนาดร่างกายที่

แตกต่างกันไปของผู้ปฏิบัติงานแต่ละคน แต่หลักการนี้ในการออกแบบตามแนวทางวิศวกรรมเป็นไปได้ยาก เนื่องจากมีขีดจำกัด ข้อขัดแย้งทางเทคนิคมากและต้นทุนค่อนข้างสูง ทำให้ไม่คุ้มทุนในการผลิต

2.15 ข้อควรคำนึงในการเอาข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายไปใช้งาน

การออกแบบที่ต้องใช้ขนาดสัดส่วนร่างกายในการออกแบบอุปกรณ์ เครื่องมือให้มีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งานก่อนนำขนาดสัดส่วนร่างกายไปใช้ในการออกแบบต้องคำนึงถึงหลักการ 5 ข้อดังต่อไปนี้ [44]

- 1) การนำเอาข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายไปใช้จะไม่มีหลักเกณฑ์ตายตัวที่แน่นอน
- 2) สัดส่วนร่างกายของมนุษย์แต่ละส่วนไม่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในทางสถิติ เช่น คนที่มีขาสั้นไม่จำเป็นต้องเป็นคนที่มีแขนสั้นตามไปด้วย
- 3) การออกแบบสิ่งของเพื่อการใช้งานของมนุษย์นั้นเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์
- 4) ถ้าในการออกแบบที่ต้องใช้ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายมากกว่า 1 ส่วนมาประกอบกันจะต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ต่อกันระหว่างส่วนร่างกายแต่ละส่วน
- 5) แนวทางในการออกแบบที่เหมาะสมมากที่สุด คือ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD) หรือใช้หุ่นจำลอง(model) ช่วยในการออกแบบ

2.16 การเลือกวัสดุและการออกแบบทางวิศวกรรม

การออกแบบทางวิศวกรรม(engineering design) เป็นกระบวนการสรรค์สร้างชิ้นส่วนอุปกรณ์หรือระบบใหม่จะต้องมีที่มาจากชิ้นส่วนอุปกรณ์ หรือระบบที่ต้องการ [49] ซึ่งหลักการเลือกมีดังนี้

2.16.1 การเลือกวัสดุในสำหรับการผลิต

การเลือกวัสดุนั้นเกิดจากวิศวกรหรือผู้ออกแบบมีความคิดที่จะผลิตชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์สักชิ้นหนึ่ง จะต้องมีการเป็นขั้นตอน โดยเริ่มจากการคิดถึงสิ่งที่จะดำเนินการผลิตและวาดออกมาเป็นรูปร่างคร่าวๆ เป็นอันดับแรก หลังจากนั้นก็มีการกำหนดขนาด รูปทรง สิ่งปรากฏ และรายละเอียดต่างๆ รวมทั้งข้อจำกัดของโครงการ ในขั้นตอนต่อมาก็เขียนแบบออกตามความคิดรวบยอดบนกระดาษและคอมพิวเตอร์ เมื่อเสร็จแล้วก็วิเคราะห์ชิ้นส่วนทุกชิ้นอย่างละเอียดตลอดจนระบุหน้าที่การทำงานและข้อมูลทางวิศวกรรมที่ต้องการของชิ้นส่วนเหล่านั้น เช่น ความเค้น การสั่นสะเทือน การสึกหรอ การหล่อลื่น สภาวะแวดล้อม และผลที่ทำให้ชิ้นส่วนเสียหาย หลังจากนั้นกำหนดวิธีการสร้างหรือผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือโดยเน้นให้ความสำคัญในเรื่อง ความแข็งแรง ความละเอียดของ ความเรียบผิว และการผูกเรือนจากกลไกของการรับแรง เป็นต้น ขั้นตอนต่อมาจึงเลือกวัสดุ ซึ่งจะคำนึงถึงปัจจัยความหยาบของวัสดุ ราคา สมบัติของวัสดุ และในขั้นตอนสุดท้ายจึงเริ่มทดลองผลิตแล้ววัดผลด้วยการทดสอบต้นแบบ [50]

2.17 ประเภทของการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ ส่วนย่อยหรือบางส่วนของประชากร คือ ทุกหน่วยในเรื่องที่สนใจ ซึ่งไม่ได้หมายถึงคนเพียงอย่างเดียว แต่อาจจะเป็นสิ่งของ เวลา สถานที่ การเลือกกลุ่มตัวอย่างสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ [51]

2.17.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่างตามความน่าจะเป็น(Probability Sampling)

การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบใช้ความน่าจะเป็น คือ การเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้หลักการทางสถิติ โดยสามารถคำนวณหรือทราบความน่าจะเป็นที่แต่ละหน่วยประชากรจะถูกเลือก ดังนั้นการเลือกกลุ่มตัวอย่างจึงต้องมีเงื่อนไขการเลือกกลุ่มตัวอย่าง คือ ขนาดของประชากรและกรอบตัวอย่างหรือกรอบประชากร เช่น รายชื่อประชากรแต่ละหน่วยงานพร้อมรายละเอียดในการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ความน่าจะเป็นนั้นมีด้วยกัน 5 วิธีดังนี้

2.17.1.1 การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย(Simple Random Sampling : SRS)

การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย คือ การเลือกตัวอย่างที่ให้แต่ละหน่วยในประชากรมีโอกาสถูกเลือกเท่าๆกันในแต่ละครั้งของการเลือก โดยตัวอย่างต้องมีขนาดน้อยกว่าประชากรเสมอ ซึ่งการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายสามารถทำได้ 2 แบบดังนี้

1) การสุ่มตัวอย่างแบบใส่คืน หมายถึง หน่วยที่ถูกเลือกมีโอกาสถูกเลือกซ้ำอีกเท่ากับทุกหน่วยที่ยังไม่ถูกเลือก

2) การสุ่มตัวอย่างแบบไม่ใส่คืน หมายถึง หน่วยที่ถูกเลือกเป็นตัวอย่างแล้วจะไม่มีโอกาสถูกเลือกเป็นตัวอย่างอีก

2.17.1.2 การสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ(Systematic Sampling)

การสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ คือ การสุ่มตัวอย่างจากกรอบตัวอย่างที่กำหนดจากประชากรแล้วกำกับหมายเลขแต่ละหน่วยเรียงเป็นระบบตามบัญชีรายชื่อ การสุ่มจะแบ่งประชากรออกเป็นช่วงที่เท่าๆ กันแล้วทำการสุ่มประชากรหน่วยแรกและหน่วยถัดไปจากช่วงที่กำหนดไว้

2.17.1.3 การเลือกตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ(Stratified Sampling)

การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ คือ การเลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีความแตกต่างกันมากในหน่วยที่กำหนดจนสามารถจำแนกออกกลุ่มย่อยๆหลายกลุ่ม ซึ่งเรียกแต่ละกลุ่มว่าชั้นภูมิ โดยหลักการแบ่ง คือ หน่วยที่อยู่ในชั้นภูมิเดียวกันมีความคล้ายกันหรือเหมือนกัน หลังจากนั้นทำการสุ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายตามขนาดกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดจากประชากร

2.17.1.4 การเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม(Cluster Sampling)

การเลือกตัวอย่างแบบกลุ่มมีความคล้ายการเลือกตัวอย่างแบบชั้นภูมิ คือ การแบ่งประชากรออกเป็นกลุ่มย่อย 2 กลุ่มขึ้นไป สำหรับส่วนที่ต่าง คือ ลักษณะของหน่วยที่อยู่ในชั้นภูมิจะมีความแตกต่างกันครบทุกลักษณะทำให้ไม่ต้องสุ่มครบทุกกลุ่ม เช่น การศึกษารายได้คนกรุงเทพมหานคร แบ่งกลุ่มด้วยเขตการปกครอง ซึ่งในแต่ละเขตการปกครองมีทั้งคนที่มีรายได้น้อย ปานกลาง และมาก จึงไม่จำเป็นต้องเลือกตัวอย่างหมดทุกเขตสามารถเลือกเพียงบางเขตการปกครอง โดยอาจจะใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างสุ่มแบบง่ายก็ได้กลุ่มตัวอย่างครบทุกลักษณะ

2.17.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช้ความน่าจะเป็น(Non-Probability Sampling)

การเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช้ความน่าจะเป็น คือ การเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้พิจารณาถึง

ความน่าจะเป็นที่หน่วยต่างๆ ในประชากรที่ถูกเลือกจึงไม่มีการคำนวณหรือไม่ทราบว่าแต่ละหน่วยในประชากรมีโอกาสถูกเลือกเพียงเท่าไร วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็นมี 5 วิธีดังนี้

1) การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสะดวก(Convenience Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีหลักเกณฑ์ใดๆ โดยเลือกตามความสะดวกของผู้ทำวิจัย เช่น ให้คนในครอบครัว เพื่อนญาติ เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2) การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง(Purposive Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างจากการตัดสินใจของผู้ทำวิจัยโดยพิจารณาจากความเหมาะสมและข้อจำกัด เช่น การศึกษาการเล่นเทนนิสของไทย ประชากร คือ นักเทนนิสทุกคนของไทย แต่ผู้วิจัยอาจเจาะจงเลือกศึกษาเฉพาะนักเทนนิสที่มีชื่อเสียง

3) การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ(Accidental Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้กำหนดประชากรหรือวิธีการเลือกไว้ก่อน คือ ถ้าผู้ทำวิจัยพบปะใครโดยบังเอิญและเห็นว่าสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับงานวิจัยได้ก็จะทำการเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง

4) การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบโควตา(Quota Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการกำหนดคุณสมบัติหรือลักษณะและขนาดของกลุ่มตัวอย่างไว้ล่วงหน้า เช่น กลุ่มตัวอย่างเพศหญิงที่รับราชการ 100 คน และกลุ่มตัวอย่างที่เป็นแม่บ้าน 100 คน

5) การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบอกต่อ(Snowball Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ผู้ทำวิจัยเริ่มต้นด้วยการสัมภาษณ์หรือสอบถามข้อมูลจากตัวอย่างไม่กี่รายแล้วให้กลุ่มตัวอย่างแนะนำไปสัมภาษณ์ผู้ที่มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องที่คุณทำวิจัยศึกษาอยู่

2.18 สถิติในการวิจัย

การกำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรที่ทำการศึกษาเพื่อช่วยให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือ โดนในการทำวิจัยมีผู้เสนอวิธีการกำหนดกลุ่มตัวอย่างไว้หลายวิธี เช่น การกำหนดเกณฑ์ร้อยละของประชากร การใช้ตารางสำเร็จรูป และการใช้สูตรคำนวณ ซึ่งผู้ทำวิจัยสามารถเลือกตามความเหมาะสม [51]

วิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีด้วยกันหลากหลายวิธี เช่น การกำหนดเกณฑ์ การใช้ตารางสำเร็จรูปและการใช้สูตรคำนวณ เป็นต้น ในที่นี้จะเสนอการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากการใช้สูตรคำนวณ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

2.18.1 การใช้สูตรคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

สูตรคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีหลายวิธี ในที่นี้จะอ้างถึงสูตรของ Taro Yamane แสดงดังสมการที่ 1 ซึ่งจำเป็นต้องทราบขนาดของประชากร [52]

สูตรของ Taro Yamane

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

สมการที่ 1

เมื่อ n แทนขนาดกลุ่มตัวอย่าง

N แทนขนาดประชากร

e คือ ความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่าง เช่น ระดับความเชื่อมั่น 90% สัดส่วนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.10 ระดับความเชื่อมั่น 95% สัดส่วนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.05 (ปกตินิยมระดับความเชื่อมั่น 95%) และระดับความเชื่อมั่น 99% สัดส่วนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.01

2.18.2 การใช้ทดสอบค่าเฉลี่ยระหว่างข้อมูล 2 กลุ่ม

กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ไม่เป็นอิสระจากกัน หรือข้อมูล 2 ชุดสัมพันธ์กัน มีลักษณะดังนี้

ในการวิจัยการทดสอบความแตกต่างของประชากรสองกลุ่มที่มีขนาดใหญ่ ($n > 30$) ผู้วิจัยทดสอบความแตกต่างด้วยค่าซี (Z-Test) สูตรการคำนวณดังสมการที่ 2 การทดสอบผู้วิจัยต้องทราบค่าความแปรปรวน σ^2 หรือกรณีไม่ทราบ ค่าแปรปรวนประชากรเพราะงานวิจัยผู้วิจัยจะไม่มีโอกาสทราบค่าความแปรปรวนของประชากร ผู้วิจัยก็อาจจะใช้ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง S^2 แทนในงานวิจัยบางอย่าง ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ($n < 30$) ลักษณะการแจกแจงทางสถิติ (Statistical distribution) ก็จะเปลี่ยนจากการแจกแจงปกติ (normal distribution) มาเป็นการแจกแจงแบบที (t-distribution) ฉะนั้นการทดสอบความแตกต่างจึงเป็นการทดสอบค่าที (t-test) ซึ่งสามารถทดสอบได้ทั้งกลุ่มตัวอย่างเดี่ยวและสองกลุ่มตัวอย่าง [53] [54]

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

สมการที่ 2

เมื่อ \bar{x}_1 = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1

\bar{x}_2 = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 2

σ_1^2 = ค่าความแปรปรวนกลุ่มที่ 1

σ_2^2 = ค่าความแปรปรวนกลุ่มที่ 2

n_1 = จำนวนสมาชิกกลุ่มที่ 1

n_2 = จำนวนสมาชิกกลุ่มที่ 2

2.18.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance : Anova)

ถ้าการทดลองหนึ่งมีตัวแปรที่เราสนใจศึกษาเพียง 2 ตัวแปร ที่มีการเก็บข้อมูลจากการทดลองมากกว่า 2 กลุ่มขึ้นไป ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามหรือการทดลองสนใจความแตกต่างระหว่าง 2 ปัจจัยขึ้นไป ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไป เราแบ่ง 2 ปัจจัยออกเป็น 2 แบบ คือ ปัจจัยกำหนด (fixed factor) และปัจจัยสุ่ม (random factor)

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนปัจจัยจะใช้อักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ A, B, C,... โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนนั้นมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายอยู่หลายแบบในที่นี้ได้หยิบยกมา 2 แบบด้วยกันดังนี้ [55]

2.18.3.1 การทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์(Randomized Complete Block) เป็นการทดลองที่ใช้กับหน่วยทดลองที่มีลักษณะแตกต่างกัน โดยทราบว่ามีเพียงสาเหตุเดียวที่ทำให้เกิดความผันแปรในหน่วยการทดลอง แล้วใช้สาเหตุดังกล่าวเป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่มหรือบล็อก เช่น ในการทดลองในมนุษย์และสัตว์ที่มีการบล็อกตามเพศ อายุ [55] ซึ่งแบบจำลองเชิงเส้นแสดงดังสมการที่ 3

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \delta_k + \epsilon_{ijk} \quad \text{สมการที่ 3}$$

$$; i = 1, 2, \dots, a, \quad j = 1, 2, \dots, b, \quad k = 1, 2, \dots, n$$

โดย y_{ijk} คือ ผลจากการทดลองของปัจจัย A ที่ระดับ i และปัจจัย B ที่ระดับ j ซ้ำที่ k

μ คือ อิทธิพลของค่าเฉลี่ยทั้งหมด

δ_k คือ อิทธิพลของปัจจัยที่ Block

τ_i คือ อิทธิพลของปัจจัย A

β_j คือ อิทธิพลของปัจจัย B

$(\tau\beta)_{ij}$ คือ อิทธิพลร่วมของปัจจัย A และปัจจัย B

ϵ_{ij} คือ ผลจากความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

สมมติฐานทางสถิติ

สมมติฐานทางสถิติที่ต้องการทดสอบสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ปัจจัย ประกอบด้วย การทดสอบอิทธิพลของปัจจัยหลักและอิทธิพลของปัจจัยร่วม ดังต่อไปนี้

ก) การทดสอบอิทธิพลของปัจจัยหลัก

$$H_0 : \tau_i = 0 \quad \text{VS} \quad H_1 : \tau_i \neq 0 \quad \text{อย่างน้อย 1 ค่า}$$

$$H_0 : \beta_j = 0 \quad \text{VS} \quad H_1 : \beta_j \neq 0 \quad \text{อย่างน้อย 1 ค่า}$$

$$H_0 : \delta_k = 0 \quad \text{VS} \quad H_1 : \delta_k \neq 0 \quad \text{อย่างน้อย 1 ค่า}$$

ข) การทดสอบอิทธิพลของปัจจัยร่วม

$$H_0 : (\tau\beta)_{ij} = 0 \quad \text{VS} \quad H_1 : (\tau\beta)_{ij} \neq 0 \quad \text{อย่างน้อย 1 ค่า}$$

2.18.3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองปัจจัยที่มีการวัดซ้ำในหนึ่งปัจจัย (Two-Factor Repeated Measures on One Factor Design) จะใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่เกิดจากการทดลองในหน่วยการทดลองที่เกี่ยวข้องกับคน สัตว์และพืช เช่น กรณีที่ต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากประชากร เมื่อประชากรกลุ่มเดิมถูกวัดซ้ำกันหลายๆครั้งเกินกว่า 2 ครั้งใน 1 ปัจจัย โดยมีการเปลี่ยนแปลงระดับของ treatment ให้อยู่ในระดับที่มีความแตกต่างกันไปในการวัดแต่ละครั้ง [55] ซึ่งแบบจำลองเชิงเส้นแสดงดังสมการที่ 4

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \pi_{j(k)} + \epsilon_{ijk} \quad \text{สมการที่ 4}$$

; $i = 1, 2, \dots, a, j = 1, 2, \dots, b, k = 1, 2, \dots, n$

โดย y_{ijk} คือ ผลจากการทดลองของปัจจัย A ที่ระดับ i และปัจจัย B ที่ระดับ j ซ้ำที่ k

μ คือ อิทธิพลของค่าเฉลี่ยทั้งหมด

τ_i คือ อิทธิพลของปัจจัย A

β_j คือ อิทธิพลของปัจจัย B

$(\tau\beta)_{ij}$ คือ อิทธิพลร่วมของปัจจัย A และปัจจัย B

$\pi_{j(k)}$ คือ อิทธิพลเนื่องจากความแตกต่างของอาสาสมัครแต่ละบุคคล

ϵ_{ijk} คือ ผลจากความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

สมมติฐานทางสถิติ

สมมติฐานทางสถิติที่ต้องการทดสอบสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ปัจจัย ประกอบด้วย การทดสอบอิทธิพลของปัจจัยหลักและอิทธิพลของปัจจัยร่วมดังต่อไปนี้

ก) การทดสอบอิทธิพลของปัจจัยหลัก

$$H_0 : \tau_i = 0 \quad \text{VS} \quad H_1 : \tau_i \neq 0 \quad \text{อย่างน้อย 1 ค่า}$$

$$H_0 : \beta_j = 0 \quad \text{VS} \quad H_1 : \beta_j \neq 0 \quad \text{อย่างน้อย 1 ค่า}$$

$$H_0 : \pi_{j(k)} = 0 \quad \text{VS} \quad H_1 : \pi_{j(k)} \neq 0 \quad \text{อย่างน้อย 1 ค่า}$$

ข) การทดสอบอิทธิพลของปัจจัยร่วม

$$H_0 : (\tau\beta)_{ij} = 0 \quad \text{VS} \quad H_1 : (\tau\beta)_{ij} \neq 0 \quad \text{อย่างน้อย 1 ค่า}$$

2.19 การออกแบบแบบสอบถาม

แบบสอบถาม คือ รายการคำถามที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อให้ผู้ถูกวิจัยตอบหรือจะกล่าวอย่างสั้นๆ[56]

ในการทำวิจัยมีแบบสอบถามที่จะเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลอยู่ 2 ประเภท คือ

1) แบบสอบถามที่เป็นคำถามล้วนๆ(Question) ได้แก่ แบบสอบถามที่มีคำถามและคำตอบทุกข้อที่ต้องการ เรียงตามลำดับตั้งแต่ข้อแรกจนถึงข้อสุดท้าย

2) แบบตารางสำรวจ(Survey Schedule) ได้แก่ การตั้งคำถามประเภทต่างๆประกอบกันขึ้นเป็นรูปตาราง(Table) แล้วให้บันทึกหรือกรอกตามรายการต่างๆในตาราง ซึ่งแบบตารางสำรวจมีความยุ่งยากในการออกแบบลักษณะตารางเพื่อให้สามารถบรรจุข้อมูลได้ตามที่ต้องการจากผู้ตอบคำถาม เพื่อให้สะดวกและง่ายแก่ผู้ตอบ โดยแบบฟอร์มทั้ง 2 ชนิด ที่กล่าวมานี้สามารถใช้ร่วมกันได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของชนิดตัวแปรว่าจะตั้งอยู่ในรูปของคำถามหรือตั้งอยู่ในรูปของตารางจึงจะเหมาะสมมากที่สุด

ในการสร้างแบบสอบถามผู้วิจัยต้องทราบประเภทของคำถาม(Types of Question) ก่อนเพื่อจะได้นำมาสร้างอย่างเหมาะสมกับข้อมูลที่ต้องการจะวัดซึ่งมี 2 ประเภทใหญ่ ๆ [45] ดังนี้

1) คำถามปิดแบบปิดหรือปลายปิด(Close-ended question) ได้แก่ คำถามที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ 1 ข้อ แล้วมีคำตอบให้เลือกตอบไว้ด้วย ซึ่งคำถามปิดแบ่งออกเป็น 2 ประเภทย่อยดังนี้

ก) คำถามให้ตอบรับหรือปฏิเสธ(Yes-No question) ได้แก่ คำถามสั้นๆ และง่ายที่สุดที่ผู้วิจัยตั้งไว้ 1 ข้อ แล้วมีคำตอบ(Choice) ให้เลือกตอบเพียง 2 คำตอบ คือ ใช่-ไม่ใช่ รู้-ไม่รู้ มี-ไม่มี หรือเคย-ไม่เคย เป็นต้น

ข) คำถามเพื่อเลือก(Check list question) ได้แก่ คำถามที่ผู้วิจัยตั้งไว้ 1 ข้อ แล้วมีคำตอบให้เลือกไว้หลายๆ คำตอบเพื่อให้ผู้ตอบเลือกได้ตามความรู้สึกของผู้ตอบ

2) คำถามเปิดแบบปิดหรือปลายเปิด(Open-ended question) เป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นได้อย่างเสรี โดยตั้งคำถามพร้อมเว้นที่ว่างไว้ให้ผู้ตอบเขียนคำตอบหรือแสดงความคิดเห็น

2.20 หลักการประเมินด้านการยศาสตร์

การประเมินทางการยศาสตร์(Ergonomic assessment) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ท่าทางวิธีการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ลักษณะและสภาพแวดล้อมในการทำงาน เช่น ขนาดและการจัดวางของสถานงานและรวมไปถึงสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ แสงสว่าง เสียง ความร้อน คลื่น ว่ามีความเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานหรือไม่ [45]

2.20.1 การประเมินความเสี่ยงโดยวิธี REBA

วิธีการประเมินทั่วร่างกาย(Rapid entire body assessment, REBA) เป็นการประเมินท่าทางการทำงานที่เป็นการประเมินตั้งแต่ส่วนของคอ ลำตัว ขา แขนและมือ เป็นเทคนิคที่คิดค้นโดย ซู ฮิกเน็ต (Sue Hignett) ซึ่งเป็นนักการยศาสตร์ของโรงพยาบาลแห่งเมือง Nottingham ประเทศสหราชอาณาจักรและ Lyn Mc Atamney ผู้อำนวยการของบริษัทที่ให้บริการทางด้านการยศาสตร์และอาชีวอนามัย(Occupation Health and Ergonomic Services Ltd.) ในประเทศสหราชอาณาจักรเช่นกัน การประเมินด้วยวิธี REBA จะเหมาะสำหรับการประเมินส่วนต่างๆของร่างกายสำหรับงานที่มีลักษณะเปลี่ยนท่าทางอย่างรวดเร็วหรืองานไม่อยู่กับที่ งานที่ไม่นั่งหรือยืนปฏิบัติงานในท่าทางเดิมๆๆๆ ตลอดเวลารวมถึงงานที่ท่าทางการทำงานที่ไม่สามารถคาดเดาได้ เช่น งานบริการโดยวิธี REBA ได้ถูกนำมาใช้ในการประเมินท่าทางการทำงานของพนักงานในภาคอุตสาหกรรมด้วย เช่น โรงงานเลี้ยงไม้

การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี REBA ควรมีการดำเนินการตามลำดับดังนี้

1) การเตรียมการ

ขั้นตอนการเตรียมการ โดยผู้ประเมินควรต้องชี้แจงผู้ปฏิบัติงานที่จะได้รับการประเมินเพื่อสื่อสารวัตถุประสงค์ของการประเมินให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับทราบเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานอย่างเป็นปกติ ไม่เกิดการเกร็ง หรือทำงานเป็นท่าทางที่แตกต่างไปจากการปฏิบัติงานประจำ หลังจากนั้นผู้ประเมินควรต้องสัมภาษณ์ลักษณะงานและขั้นตอนการทำงานของผู้ปฏิบัติงานรวมทั้งสังเกตการณ์ท่าทาง ท่าทางการเคลื่อนที่ของผู้ปฏิบัติงานหลายๆรอบของการทำงานเพื่อให้เข้าใจลำดับและขั้นตอนการทำงานรอบเวลาที่ใช่ ตำแหน่งและท่าทางผู้ปฏิบัติงาน รวมถึงอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้งานประกอบการปฏิบัติงาน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถประเมินได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2) การเลือกงานที่จะประเมิน

การประเมินด้วยวิธี REBA สามารถประเมินได้อย่างรวดเร็วจึงทำให้สามารถประเมินได้หลายตำแหน่งและหลายงานในรอบของการทำงาน โดยการประเมินด้วยวิธี REBA สามารถประเมินเพียงร่างกายด้านซ้ายหรือด้านขวาเพียงด้านเดียวก็ได้หรือในกรณีที่จำเป็นอาจจะประเมินทั้ง 2 ด้านก็ได้ ซึ่งการเลือกท่าทางที่จะประเมินอาจพิจารณา ดังนี้

ก) เป็นท่าทางหรืองานที่ยากที่สุด(จากการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานและจากการสังเกตผู้ประเมิน

ข) เป็นท่าทางที่ใช้เวลานานที่สุด

ค) เป็นท่าทางที่ต้องมีการใช้แรงมากที่สุด

3) การประเมินด้วยแบบประเมิน REBA

การประเมินด้วย REBA ได้มีการจัดทำเป็นรูปแบบ แบบประเมินเพื่อให้ง่ายต่อผู้ประเมินในการประเมินในพื้นที่ปฏิบัติงาน ตัวอย่างแสดงในภาคผนวก ก มีการประเมินเป็น 2 กลุ่มหลักคือ กลุ่ม A ประกอบด้วยการประเมินคอ ลำตัว และขา และกลุ่ม B ประกอบด้วยการประเมินส่วนแขน และข้อมือ ซึ่งผลการประเมินนั้นมีอยู่ 5 ระดับด้วยกัน คือ ระดับที่ 1 ค่าคะแนนเท่ากับ 1 แสดงว่าท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงน้อยมาก ระดับที่ 2 ค่าคะแนนอยู่ในช่วง 2-3 แสดงว่าท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงน้อย อาจจะต้องมีการปรับปรุง ระดับที่ 3 ค่าคะแนนอยู่ในช่วง 4-7 แสดงว่าท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงปานกลาง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรได้รับการปรับปรุง ระดับที่ 4 ค่าคะแนนอยู่ในช่วง 8-10 แสดงว่าท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงสูง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรปรับปรุง ระดับที่ 5 ค่าคะแนนมากกว่า 11 คะแนน แสดงว่าท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงสูงมากควรปรับปรุงทันที [45]

2.21 การวัดค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

เครื่องมือวัดค่ากระแสไฟฟ้าในกล้ามเนื้อ(electromyography, EMG) เป็นเครื่องมือตรวจวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อลาย โดยเป็นเครื่องมือสำหรับบันทึกค่าไฟฟ้าในร่างกายประกอบด้วย 3 ส่วน [57] ได้แก่

2.21.1 ระบบตรวจจับกระแสไฟฟ้า(electrode) อิเล็กโทรดสำหรับบันทึกสัญญาณไฟฟ้านั้นแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ อิเล็กโทรดแบบเข็ม(needle electrode) มีลักษณะเป็นเข็มใช้แทงเข้าไปในกล้ามเนื้อเพื่อบันทึกสัญญาณ/ศักย์ไฟฟ้าที่ใยกล้ามเนื้อโดยตรงใช้สำหรับวินิจฉัยโรคทางคลินิก และอิเล็กโทรดแบบวางที่ผิวหนัง(surface electrode) ดังแสดงในภาพที่ 2.23 เป็นแผ่นขั้วไฟฟ้าที่วางบนผิวหนังบริเวณที่วัดเพื่อใช้บันทึกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพื่อแสดงถึงความหนักเบาของการหดตัวของกล้ามเนื้อ เช่น การออกแรงกล้ามเนื้อในการทำงาน



ภาพที่ 2.23 แผ่นอิเล็กโทรดรุ่น Kendall/Tyco ARBO

2.21.2 ระบบขยายสัญญาณ(amplifier) สัญญาณไฟฟ้าจากเส้นประสาทและกล้ามเนื้อ มีปริมาณน้อยและมีขนาดเล็กที่ตัวเครื่องมีส่วนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้าที่บันทึกได้ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นพอสำหรับใช้ในการพิจารณาสัญญาณกล้ามเนื้อ โดยส่วนที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณ มีกำลังขยายที่สูงพอและสม่ำเสมอตลอดช่วงศักย์ไฟฟ้าในย่านที่ตรวจวัด และสามารถกรองสัญญาณหรือตัดสัญญาณไฟฟ้ารบกวนออกไปจากระบบการวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยเครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้าจากเส้นประสาทแสดงดังภาพที่ 2.24



ภาพที่ 2.24 เครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ รุ่น Mobi6-6b

2.21.3 ระบบแสดงค่าและบันทึก โดยการแสดงผลจากการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจะแสดงผ่านจอภาพออสซิลโลสโคปเพราะสามารถตอบสนองต่อความถี่ได้สูง ซึ่งเริ่มจากการรับสัญญาณคลื่น EMG ที่อยู่ในรูปความถี่เสียงแล้วแปลงออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าบนจอออสซิลโลสโคปที่สามารถดูได้ด้วยสายตา ในปัจจุบันสามารถบันทึกผลออกมาเป็นไฟล์ข้อมูลรูปภาพและค่าเฉลี่ยของขนาดของคลื่นไฟฟ้าได้

2.21.4 วิธีการวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) ทำการติดตั้งอิเล็กโทรดให้ทำความสะดวกผิวหนังบริเวณที่ติด โดยใช้อิเล็กโทรดชนิดแผ่นมีขนาด 2.5 ตารางเซนติเมตร ปิดบนผิวหนังตามความยาวของกล้ามเนื้อ ซึ่งอิเล็กโทรดต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ต้องการศึกษาอย่างถูกต้อง หลังจากนั้นต่อสายสัญญาณไปยังเครื่องขยายสัญญาณ พร้อมทั้งต่อสัญญาณเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับควบคุมการบันทึกค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

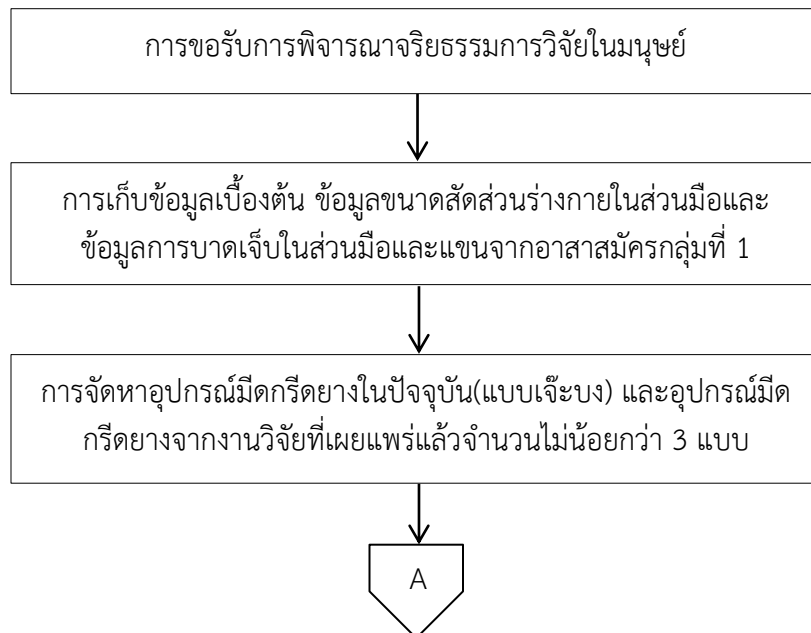
2) เคลื่อนไหวกล้ามเนื้อส่วนที่ติดอิเล็กโทรด โดยใช้ท่าทางจริงในการทำงาน ประกอบกับการใช้เครื่องมือจริงในการทำงาน

3) อ่านค่ากำลังไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่แสดงในจอภาพออสซิลโลสโคปหรือจอคอมพิวเตอร์ โดยเมื่อมีการเคลื่อนไหวมากขึ้นจำนวนหน่วยส่งการก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อได้ออกแบบสำหรับได้ออกแบบสำหรับวัดและทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถทดสอบในภาพรวมได้ในช่วงความต่างศักย์ที่สามารถวัดได้ตั้งแต่ 1-5,000 μV

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงการสำรวจและการทดลองในอาสาสมัครภายใต้การตั้งสมมติฐานว่าขนาดและรูปร่างของอุปกรณ์มีดกรีดยังมีผลต่อลักษณะท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนมือและแขนระดับความพึงพอใจในการใช้งานอุปกรณ์มีดกรีดยังมีผลต่อการบาดเจ็บสะสมและการบาดเจ็บเฉียบพลันในส่วนมือและแขน ซึ่งอาสาสมัครที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ คือ สมาชิกกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางอำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี และนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยเริ่มจากการเก็บข้อมูลเบื้องต้น ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนมือ ข้อมูลการบาดเจ็บในส่วนมือและแขน การรวบรวมอุปกรณ์มีดกรีดยางในปัจจุบันและอุปกรณ์มีดกรีดยางจากงานวิจัยอื่นที่เผยแพร่แล้วนำมาทำการทดลองใช้งานอุปกรณ์มีดกรีดยางที่รวบรวมไว้ในข้างต้นกับอาสาสมัครและวิเคราะห์ท่าทางการทำงานและความพึงพอใจจากการทดลองใช้งาน หลังจากนั้น ทำการออกแบบและสร้างอุปกรณ์มีดกรีดยางต้นแบบและทดลองใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบกับอาสาสมัครพร้อมวัดค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ วิเคราะห์ท่าทางการทำงานและความพึงพอใจจากการใช้งาน สุดท้ายทำการออกแบบและสร้างมีดกรีดยางแบบใหม่ที่เหมาะสมที่สุดแล้วนำมาทดลองใช้งานกับอาสาสมัครพร้อมทั้งวัดค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ วิเคราะห์ท่าทางการทำงานและความพึงพอใจจากการใช้งาน ซึ่งขั้นตอนการทำงานวิจัยโดยรวมแสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนโดยรวมในการดำเนินงานวิจัย



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนโดยรวมในการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งกำหนดประชากร และกลุ่มตัวอย่างหรือกลุ่มอาสาสมัครที่ใช้ในการศึกษาจากกลุ่มสมาชิกกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งมีสมาชิกเข้าร่วมกลุ่มสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางในปี พ.ศ. 2557 จำนวนทั้งสิ้น 300 คน ประกอบด้วยสมาชิกเพศชาย 186 คน และสมาชิกหญิง 114 คน ซึ่งการเลือกอาสาสมัครสำหรับการวิจัยเชิงสำรวจและการวิจัยเชิงทดลองแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.1 อาสาสมัครที่ใช้ในการทำวิจัยเชิงสำรวจ

1) อาสาสมัครกลุ่มที่ 1 เพื่อหาจำนวนอาสาสมัครมาเป็นตัวแทนของประชากรที่เหมาะสมที่สุดในการให้ความร่วมมือในเก็บข้อมูลทั่วไป ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วมือ ข้อมูลการบาดเจ็บและความเจ็บปวดของร่างกายในส่วมือและแขน โดยใช้หลักการเลือกตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง ซึ่งใช้สูตรการคำนวณทางสถิติของทาโร ยามาเน่ [52] ในการคำนวณหาจำนวนอาสาสมัครที่มีความเหมาะสม เพื่อเก็บข้อมูลจากจำนวนประชากรสมาชิกสำนักงานกองทุนการทำสวนยาง อ.บ้านนาสาร จ.สุราษฎร์ธานี จำนวน 300 คน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทำให้ได้จำนวนอาสาสมัคร 171 คน ซึ่งวิธีการคำนวณแสดงดังสมการที่ 5

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} = \frac{300}{1 + (300) \cdot (0.05)^2} = 171 \quad \text{สมการที่ 5}$$

เมื่อ n แทนขนาดกลุ่มตัวอย่าง

N แทนขนาดประชากร

e ความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้

ดังนั้น เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการเก็บข้อมูลจึงกำหนดให้เพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวน 180 คน จากวิธีการเลือกกลุ่มอาสาสมัครแบบเฉพาะเจาะจง [51] ที่มีทั้งเพศชายและหญิงอย่างละ 90 คน อายุระหว่าง 25–60 ปี ที่มีประสบการณ์กรีดยางไม่ต่ำกว่า 5 ปี ไม่มีโรคประจำตัวโดยเฉพาะโรคกล้ามเนื้อและกระดูกในส่วมือและแขน อีกทั้งไม่มีประวัติการประสบอุบัติเหตุที่ส่วมือและแขน

3.1.2 อาสาสมัครที่ใช้การทดลองเชิงทดลอง

การแบ่งอาสาสมัครเชิงทดลองสำหรับใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ออกเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้หลักการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง [51] ร่วมกับความเหมาะสมของจำนวนอาสาสมัครกับการออกแบบการทดลองทางสถิติของแต่ละการทดลองและตัวแปรควบคุมเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยในอาสาสมัคร โดยวิธีในการกำหนดและแบ่งกลุ่มอาสาสมัครที่ใช้ในเชิงทดลองสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

1) อาสาสมัครกลุ่มที่ 2 เพื่อให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลท่าทางการทำงานกรีดยางจากการทดลองใช้งานอุปกรณ์มีดกรีดยาง 3 แบบ คือ มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเง้บง) และมีดกรีดยางจากงานวิจัยอื่นที่เผยแพร่แล้วอีก 2 แบบ(มีดErgo-1 [10] และมีดAnti-CTS [17]) การกำหนดขนาดจำนวนอาสาสมัครในที่นี้มีการกำหนดตามแผนการทดลองในทฤษฎี Two-factor Factorial Design อ้างอิงตาม J. Neter, et al. 2005 [55] ต้องใช้เงื่อนไขละไม่ต่ำกว่า 3 replications

ซึ่งการทดลองหามิตกริตยางที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงในการทำงานกริตยางน้อยที่สุดจากการใช้งานมิตกริตยาง 3 แบบ คือ มิตกริตยางแบบดั้งเดิม(มิตเจ๊ะบง) มิต Ergo-1 [10] และมิต Anti-CTS [17] นำมาทำการทดลองกริตยางที่ระดับความสูงของหน้ายาง 3 ระดับ คือ ระดับสายตา ระดับอก และระดับเอว รวมทั้งหมดมีเงื่อนไข $3 \times 3 = 9$ ครั้ง ซึ่งต้องใช้อาสาสมัครจำนวน 27 คน(9 ครั้ง ครั้งละ 3 คน) ซึ่งอาสาสมัครทั้ง 27 คน เป็นผู้ถนัดมือขวาและมีขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนขนาดมือ น้ำหนักและความสูงอยู่ในช่วงระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของข้อมูลอ้างอิงจากข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของอาสาสมัครกลุ่มที่ 1 และมีการแบ่งออกเป็นกลุ่มผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำงานกริตยางอยู่ในช่วงไม่เกิน 1 ปี จำนวน 9 คน กลุ่มผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานกริตยางอยู่ในช่วงมากกว่า 1 ปีแต่ไม่เกิน 10 ปี จำนวน 9 คน และกลุ่มผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานกริตยางอยู่ในช่วงมากกว่า 10 ปี แต่ไม่เกิน 20 ปี จำนวน 9 คน ที่คัดเลือกมาจากอาสาสมัครกลุ่มที่ 1

2) อาสาสมัครกลุ่มที่ 3 ใช้ในการให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อและข้อมูลท่าทางการทำงานกริตยางจากการทดลองใช้งานมิตกริตยางต้นแบบ การกำหนดขนาดจำนวนอาสาสมัครในที่นี้มีการกำหนดตามแผนการทดลองโดยใช้ทฤษฎี Two-Factor Repeated Measures on One Factor Design ตาม J. Neter, et al. 2005 [55] แต่ละเงื่อนไขใช้อาสาสมัครไม่ต่ำกว่า 2 คน ทำซ้ำคนละไม่ต่ำกว่า 3 ครั้ง โดยในเงื่อนไขที่ต่างกันสามารถใช้อาสาสมัครซ้ำกันได้ ซึ่งการทดลองครั้งนี้มีทั้งหมด $3 \times 2 = 6$ เงื่อนไขแต่การทดลองวิเคราะห์ค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่เหมาะสมกับการทดลองที่เคยทำมาก่อนนั้นต้องใช้อาสาสมัครประมาณ 3 คนต่อ 1 เงื่อนไข ซึ่งสอดคล้องตามทฤษฎีของ J. Neter, et al. 2005 [55] ดังนั้น การทดลองครั้งนี้จึงใช้อาสาสมัครจำนวน 6 คน ที่คัดเลือกมานอกเหนือจากอาสาสมัครในกลุ่มที่ 1 ที่ถนัดมือขวาและมีขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนขนาดมือ น้ำหนักและความสูงอยู่ในช่วงระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของข้อมูลอ้างอิงจากข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากร และมีประสบการณ์ในการทำงานกริตยางไม่เกิน 1 ปี เพราะเป็นผู้ที่ไม่ยึดติดในการใช้งานมิตกริตยางแบบใดแบบหนึ่งในการทำงานกริตยาง เช่น มิตกริตยางแบบดั้งเดิม(มิตเจ๊ะบง)

3) อาสาสมัครกลุ่มที่ 4 การเก็บค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อและข้อมูลท่าทางการทำงานกริตยางจากการทดลองใช้งานมิตกริตยางที่ออกแบบใหม่และมิตกริตยางแบบดั้งเดิม โดยการกำหนดขนาดจำนวนอาสาสมัครในที่นี้มีการคัดเลือกตามแผนการทดลองโดยใช้ทฤษฎี Two-Factor Repeated Measures on One Factor Design ตาม J. Neter, et al. 2005 [55] เหมือนกับการกำหนดขนาดจำนวนอาสาสมัครกลุ่มที่ 3 ดังนั้น การทดลองครั้งนี้จึงใช้อาสาสมัครจำนวน 6 คน ที่ถนัดมือขวาและมีขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนขนาดมือ น้ำหนักและความสูงอยู่ในช่วงระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5, 50 และ 95 อย่างละจำนวน 2 คน ของข้อมูลอ้างอิงจากข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากรมีประสบการณ์ทำงานกริตยางน้อยกว่า 1 ปี นอกเหนือจากอาสาสมัครกลุ่มที่ 1

3.1.3 เกณฑ์คัดเข้า

- 1) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานกริตยาง(ต่ำกว่า 1 ปี และมากกว่า 5 ปี)
- 2) เป็นผู้ถนัดมือขวา
- 3) เป็นผู้ที่ไม่เคยประสบอุบัติเหตุในส่วนมือและแขน และไม่มีโรคประจำตัว โดยเฉพาะโรคกระดูกและกล้ามเนื้อในส่วนมือและแขน

3.1.4 เกณฑ์คัดออก

1) ผู้ที่ไม่มีความเต็มใจเข้าร่วมโครงการวิจัย

3.1.5 การลงนามแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมวิจัย

การให้อาสาสมัครลงนามแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมวิจัย โดยผู้ทำวิจัยต้องชี้แจงข้อมูลการทำวิจัยให้อาสาสมัครรับรู้ก่อนดำเนินการเก็บข้อมูลอย่างน้อย 1 เดือน ผ่านเอกสารชี้แจงข้อมูลแก่ผู้เข้าร่วมวิจัยที่คณะกรรมการจริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์ออกให้ ดังแสดงในภาคผนวก ก พร้อมทั้งอธิบายขั้นตอนการทำวิจัยและการปฏิบัติตัวในการเข้าร่วมวิจัยให้อาสาสมัครเข้าใจเป็นอย่างดีและตอบคำถามทุกข้อสงสัยให้อาสาสมัคร ทั้งนี้หากอาสาสมัครมีความสมัครใจที่จะเข้าร่วมวิจัยภายใต้เงื่อนไขที่ผู้วิจัยเสนอไปเป็นที่เรียบร้อย ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้อาสาสมัครลงนามในหนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัยที่คณะกรรมการจริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์ออกให้ ดังแสดงในภาคผนวก ก โดยมีการลงนามชื่ออาสาสมัครและชื่อพยานที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

3.2 การออกแบบแบบสอบถาม

การเก็บข้อมูลสำหรับใช้ในการออกแบบมิตกริตยางครั้งแรกต้องใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการทำงานกริตยาง การบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงานกริตยาง ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายที่ใช้ในการออกแบบมิตกริตยาง และข้อมูลความพึงพอใจในการทดลองใช้มิตกริตยางเบื้องต้น ซึ่งข้อมูลต่างๆ ที่กล่าวมาสามารถเก็บได้จากอาสาสมัครที่คัดเลือกไว้ โดยผ่านการสัมภาษณ์โดยผู้ทำวิจัย ซึ่งแบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลทั้งหมดที่กล่าวมาสามารถแบ่งเป็นแบบสอบถามจำนวน 3 ชุด ดังแสดงในภาคผนวก ง ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.2.1 แบบสอบถามสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปและข้อมูลการบาดเจ็บจากการทำงานกริตยาง

การออกแบบแบบสอบถามครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ส่วนด้วยกัน โดยในส่วนแรกเป็นการเก็บข้อมูลทั่วไปในส่วนนี้เป็นคำถามปลายปิดที่ต้องการคำตอบในทุกข้อที่ต้องการเรียงตามลำดับความสำคัญของข้อมูล ซึ่งในบางข้อสามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 คำตอบและในส่วนที่สองของแบบสอบถามที่ออกแบบเป็นตารางสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงานกริตยางพร้อมทั้งมีรูปประกอบกับมีหมายเลขบ่งชี้ในแต่ละจุดและมีคำอธิบายเกี่ยวกับลักษณะการบาดเจ็บและระดับความเจ็บปวดที่เกิดจากการทำงานกริตยางเพื่อให้สามารถบันทึกข้อมูลได้ถูกต้อง

3.2.2 แบบสอบถามสำหรับเก็บข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายที่ใช้สำหรับออกแบบมิตกริตยาง

การออกแบบแบบสอบถามสำหรับเก็บข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายมีการใช้หลักการออกแบบเป็นตารางสำรวจให้บันทึกข้อมูลและมีการใช้รูปภาพแสดงวิธีการวัดขนาดสัดส่วนมือจำนวนทั้งสิ้น 11 ตำแหน่ง

3.2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจในการทดลองใช้งานมิตกริตยาง

การออกแบบแบบสอบถามความพึงพอใจในการทดลองใช้งานมิตกริตยางเป็นการออกแบบโดยใช้ตารางสำรวจประกอบกับคำถามปลายปิดสำหรับกรอระดับความพึงพอใจจากการทดลองใช้งานมิตกริตยางและมีคำถามปลายเปิดสำหรับให้ผู้เข้าร่วมการทดลองออกความคิดเห็นและคำแนะนำเกี่ยวกับการปรับปรุงมิตกริตยางแบบที่ได้ทดลองใช้งาน

3.3 การรวบรวมอุปกรณ์มีดกรีดยางเบื้องต้น

การรวบรวมมีดกรีดยางเพื่อใช้ในการทดลองเบื้องต้นเพื่อนำข้อมูลมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบมีดกรีดยางต้นแบบของงานวิจัยครั้งนี้ ดังนั้นจึงทำการคัดเลือกมีดกรีดยางที่ใช้งานกันอยู่ในชีวิตประจำวันอย่างแพร่หลายมากที่สุด คือ มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ๊ะบง) และมีดกรีดยางจากงานวิจัยที่เผยแพร่แล้วและกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพกรีดยางมีการยอมรับจากการนำไปทดลองใช้งานในสถานการณ์จริงอีกจำนวน 2 ชุด ประกอบด้วย มีด Ergo-1 [10] และมีด Anti-CTS [17] รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 3 ชุด ซึ่งตัวอย่างมีดแสดงดังภาพที่ 3.2 ภาพที่ 3.3 และภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.2 มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ๊ะบง)



ภาพที่ 3.3 มีด Ergo-1 [10]



ภาพที่ 3.4 มีด Anti-CTS [17]

3.4 การเก็บข้อมูลเบื้องต้น การสัมภาษณ์และการวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ที่ออกแบบไว้ดังแสดงในภาคผนวก ง สำหรับอาสาสมัครกลุ่มที่ 1 ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลครั้งนี้จำนวน 180 คน เป็นผู้ที่มีความสัมพันธ์ตามเกณฑ์การคัดเลือกที่กล่าวไว้ในข้างต้น ซึ่งในการเก็บข้อมูลได้มีการดำเนินการทั้งในการสัมภาษณ์และผู้วิจัยทำการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายของอาสาสมัครด้วยตัวเอง โดยก่อนทำการสัมภาษณ์ผู้ทำวิจัยมีการชี้แจง

รายละเอียดของโครงการวิจัยให้อาสาสมัครผู้เข้าร่วมมีความเข้าใจอย่างชัดเจน ซึ่งข้อมูลที่เก็บในครั้งนี้นำประกอบด้วยข้อมูลเบื้องต้น ข้อมูลความเจ็บปวดและการบาดเจ็บจากการทำงานกรดยางในชีวิตประจำวันและข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนมือของอาสาสมัคร ซึ่งรายละเอียดการเก็บข้อมูลสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.4.1 การเก็บข้อมูลเบื้องต้น ข้อมูลการบาดเจ็บจากการทำงานกรดยางและข้อมูลระดับความพึงพอใจ

การเก็บข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง โรคประจำตัว อายุการทำงาน ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานต่อวัน ลักษณะพื้นที่ปฏิบัติงาน ลักษณะท่าทางการทำงานและข้อมูลการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงานกรดยาง ได้แก่ การระบุตำแหน่งการบาดเจ็บ ระดับความเจ็บปวดและชนิดการบาดเจ็บสะสมและการบาดเจ็บทันทีจากการทำงานกรดยางโดยใช้งานมีดกรดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ้ะบง) ที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวันและทำการแปลผลโดยใช้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การแปลผลค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักระดับความเจ็บปวดบนร่างกาย

ระดับค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	การแปลผลระดับความเจ็บปวด
0.00	ไม่มีการเจ็บปวด
0.01 -1.00	เจ็บปวดน้อยที่สุด
1.01-2.00	เจ็บปวดน้อย
2.01-3.00	เจ็บปวดปานกลาง
3.01-4.00	เจ็บปวดมาก
4.01-5.00	เจ็บปวดมากที่สุด

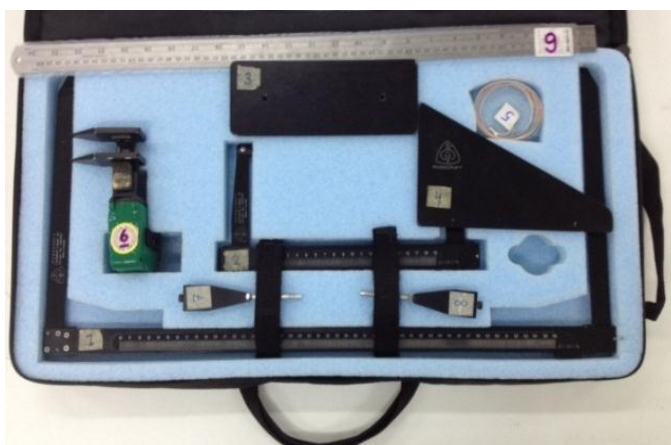
การเก็บข้อมูลระดับความพึงพอใจในแต่ละด้านจากการทดลองใช้งานมีดกรดยาง ได้แก่ ความพึงพอใจเมื่อได้เห็นและสัมผัสก่อนการทดลองใช้งาน ด้านขนาดและรูปร่างของด้ามมีดสามารถจับได้ถนัดมือ ด้านรูปทรงด้ามมีดมีความเหมาะสมกับด้ามมีด ด้านการเลือกใช้วัสดุในการจัดทำอุปกรณ์มีความเหมาะสมและด้านความรู้สึกลดทอนขณะใช้งาน ทั้งนี้ระดับความพึงพอใจทั้งหมดได้ทำการแปลผลโดยใช้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักที่มีการแปลผลดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การแปลผลค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักระดับความพึงพอใจจากการใช้งานอุปกรณ์

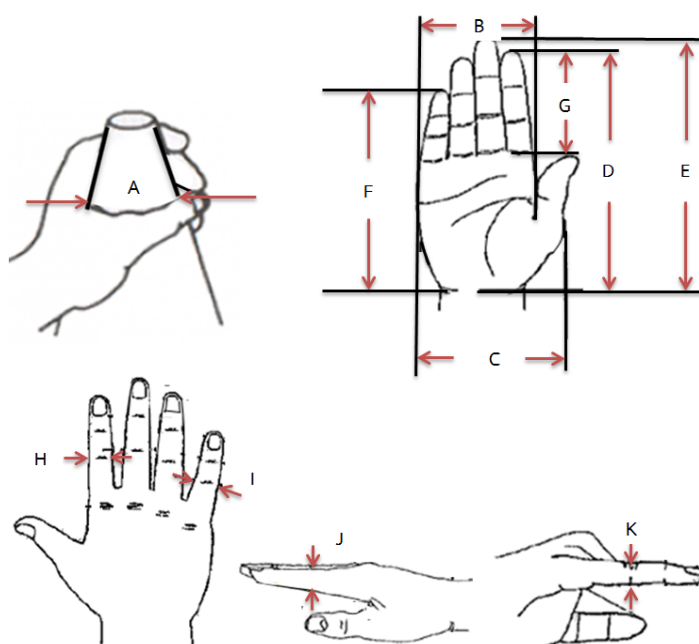
ระดับค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	การแปลผลระดับความพึงพอใจ
0.00	ไม่พึงพอใจ
0.01 -1.00	พึงพอใจน้อยที่สุด
1.01-2.00	พึงพอใจน้อย
2.01-3.00	พึงพอใจปานกลาง
3.01-4.00	พึงพอใจมาก
4.01-5.00	พึงพอใจมากที่สุด

3.4.2 การเก็บข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกาย

การเก็บข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายจากอาสาสมัครจำนวน 180 คน โดยใช้แบบสอบถามชุดที่ 2 ในภาคผนวก ค สำหรับเก็บข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนมือ โดยใช้อุปกรณ์วัดขนาดสัดส่วนร่างกายแบบสถิติยี่ห้อ Rosscraft แสดงดังภาพที่ 3.5 ซึ่งในการเก็บข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนมือจำนวน 11 สัดส่วนประกอบด้วย เส้นผ่านศูนย์กลางมือจับ(A) ความกว้างฝ่ามือ(B) ความกว้างมือ(C) ความยาวมือวัดจากข้อมือถึงปลายนิ้วชี้(D) ความยาวมือวัดจากข้อมือถึงปลายนิ้วกลาง(E) ความยาวมือวัดจากข้อมือถึงปลายนิ้วก้อย(F) ความยาวนิ้วชี้(G) ความกว้างของนิ้วชี้ที่ข้อต่อข้อที่ 2(H) ความกว้างของนิ้วก้อยที่ข้อต่อข้อที่ 2(I) ความหนาของนิ้วชี้ที่ข้อต่อข้อที่ 2(J) และความหนาของนิ้วก้อยที่ข้อต่อข้อที่ 2(K) ตามมาตรฐานการวัดของ ISO 7250-1996 ดังแสดงในภาพที่ 3.6 เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการออกแบบขนาดของด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่มีความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนมือของผู้ใช้งาน



ภาพที่ 3.5 ชุดอุปกรณ์วัดขนาดสัดส่วนร่างกายแบบสถิติยี่ห้อโรสคราฟท์(Rosscraft)



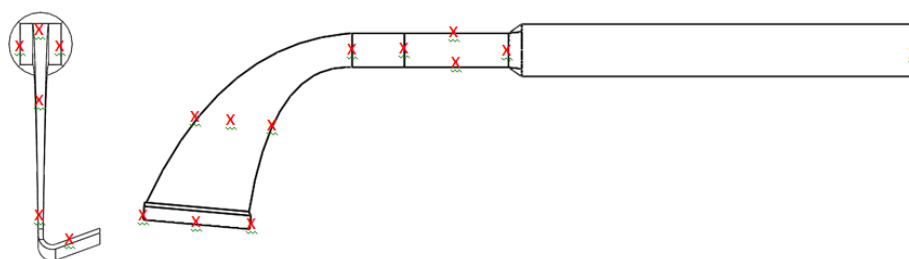
ภาพที่ 3.6 ตำแหน่งการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนมือ [47]

3.5 การใช้มีดกรีดยางเบื้องต้น

การใช้งานมีดกรีดยางที่จัดหามาจำนวนทั้งสิ้น 3 ชุด คือ มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจี๊ยะบง) มีด Ergo-1 [10] และมีด Anti-CTS [17] เพื่อหาคุณสมบัติของมีดกรีดยางเบื้องต้นที่ส่งผลให้ท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกน้อยที่สุดที่ประเมินด้วยเทคนิค REBA ซึ่งได้ทำการทดลองโดยใช้อาสาสมัครกลุ่มที่ 2 จำนวน 27 คน ที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้นในการทดลองใช้มีดกรีดยางเบื้องต้นทั้ง 3 ชุด ซึ่งก่อนทำการทดลองผู้ทำวิจัยได้มีการชี้แจงรายละเอียดของโครงการวิจัยให้อาสาสมัครมีความเข้าใจอย่างชัดเจน โดยอาสาสมัครทั้ง 27 คน ทดลองใช้งานมีดแต่ละแบบอย่างน้อย 3 วัน ภายใต้การควบคุมของผู้ทำวิจัย โดยเมื่ออาสาสมัครทั้ง 27 คน ทดลองใช้งานมีดกรีดยางครบทั้ง 3 ชุด จึงทำการทดลองตามแผนการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ดังตารางที่ ฉ-1 ฉ-2 ฉ-3 และ ฉ-4 ในภาคผนวก ฉ โดยการสุ่มอาสาสมัครใช้งานมีดกรีดยางคนละ 1 แบบ กรีดยางที่ระดับความสูงต่างกัน 3 ระดับ คือ ระดับสายตา ระดับอกและระดับเอวในวันเดียวกันพร้อมทั้งทำการบันทึกท่าทางการทำงานแล้วสำรวจความพึงพอใจและข้อเสนอแนะจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้นเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในยุคต่อออกแบบอุปกรณ์มีดกรีดยางต้นแบบ

3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูลด้านลักษณะของมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจี๊ยะบง)

การเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะของมีดกรีดยางแบบที่มีความนิยมใช้กันมากที่สุดในชีวิตประจำวัน คือ มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจี๊ยะบง) ซึ่งลักษณะการเก็บข้อมูลแสดงดังภาพที่ 3.7 และการเก็บข้อมูลมีวิธีการดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3.7 ตำแหน่งการวัดขนาดอุปกรณ์มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม

หมายเหตุ : x แทนตำแหน่งในการวัดความหนาของอุปกรณ์

- 1) ขนาดความยาวของตัวมีดและด้ามมีด โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ยี่ห้อ Mitutoyo 6"0.02 รุ่น 530-312 วัดขนาดตำแหน่งละ 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย
- 2) ความหนาของตัวมีด โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ยี่ห้อ Mitutoyo 6"0.02 รุ่น 530-312 ทำการวัดตำแหน่งละ 3 ครั้งและหาค่าเฉลี่ย
- 3) องศาการทำมุมระหว่างใบมีดกับตัวมีด โดยใช้ไมโครแทรกเตอร์
- 4) องศาการทำมุมของร่องมีด โดยใช้ไมโครแทรกเตอร์
- 5) รูปร่างความโค้งงอของตัวมีด โดยการสังเกตด้วยสายตา

3.7 การออกแบบมิดกริตยาด้านแบบ

การออกแบบมิดกริตยาด้านแบบนี้จะมีการออกแบบทั้งในส่วนของตัวมิดกริตยาดที่มีความแตกต่างกันจำนวน 3 แบบ และในส่วนของด้ามมิดกริตยาดที่มีความแตกต่างกันจำนวน 2 แบบ นำมาประกอบเข้าด้วยกันรวมเป็นมิดกริตยาด้านแบบจำนวน 6 ชุด ที่มีความแตกต่างกันเพื่อนำมาทดลองหาชุดมิดกริตยาด้านแบบที่มีคุณสมบัติสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บสะสมและการบาดเจ็บเฉียบพลันในส่วนมือและแขนที่เกิดจากการทำงานกริตยาดทั้งในด้านของท่าทางการทำงานและการออกแรงกล้ามเนื้อในส่วนแขนของผู้ประกอบอาชีพกริตยาด ซึ่งการออกแบบมิดกริตยาด้านแบบแบ่งเป็นการออกแบบตัวมิดกริตยาด้านแบบและด้ามมิดกริตยาด้านแบบสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.7.1 การออกแบบในส่วนของตัวมิดกริตยาด้านแบบ

การออกแบบในส่วนของตัวมิดกริตยาด้านแบบนี้มีการออกแบบตัวมิดกริตยาด้านแบบที่มีรูปทรงแตกต่างกันจำนวน 3 แบบ โดยใช้หลักการยศาสตร์ในการออกแบบเครื่องมือที่ใช้มือจับมาใช้ร่วมกับข้อมูลการบาดเจ็บในส่วนมือและแขนจากการทำงานกริตยาดโดยใช้มิดกริตยาดแบบดั้งเดิม (มิดเจ๊ะบง) ข้อมูลลักษณะของสถานงาน ข้อมูลลักษณะของมิดกริตยาดแบบดั้งเดิม (มิดเจ๊ะบง) มิด Ergo-1 [10] และมิด Anti-CTS [17] ข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบมิดที่ใช้ในการตัดเฉือน และข้อมูลการทดลองใช้งานมิดกริตยาดเบื้องต้น โดยการออกแบบได้การควบคุมขนาดความยาว ความหนา มุมองศาของมิด น้ำหนักและวัสดุที่ใช้ในการทำตัวมิดทั้ง 3 แบบ เพื่อควบคุมตัวแปรที่สร้างความแปรปรวนต่อข้อมูลในการทดลอง โดยในส่วนของตัวมิดใช้วัสดุเหล็กกล้าคาร์บอนที่สามารถขึ้นรูปได้ดี สามารถลับคมได้ สามารถซบแข็งและสามารถรับแรงกดต่อการทำงานกริตยาดได้อย่างดีเหมือนกับวัสดุที่ใช้ในการประดิษฐ์ตัวมิดกริตยาดมิดกริตยาดที่ใช้งานกันทั่วไป [50] ซึ่งข้อมูลสำหรับการออกแบบตัวมิดมิดกริตยาดด้านแบบแสดงดังตารางที่ จ-1 ในภาคผนวก จ

3.7.2 การออกแบบในส่วนของด้ามมิดกริตยาด้านแบบ

การออกแบบในส่วนของด้ามมิดกริตยาด้านแบบนี้ได้มีการออกแบบด้ามมิดกริตยาดที่มีความแตกต่างกันในส่วนของพื้นที่หน้าตัดของด้ามมิดที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงกลมและมีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงรี โดยใช้หลักการออกแบบทางการยศาสตร์เกี่ยวกับการออกแบบเครื่องมือที่ใช้มือจับร่วมกับข้อมูลการบาดเจ็บในส่วนมือและแขนจากการทำงานกริตยาดและลักษณะท่าทางการจับด้ามมิดกริตยาดแบบดั้งเดิม (มิดเจ๊ะบง) มิด Ergo-1 [10] และมิด Anti-CTS [17] ข้อมูลลักษณะของสถานงาน ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนมือของกลุ่มอาสาสมัครผู้ประกอบอาชีพกริตยาดและข้อมูลจากงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบด้ามมิด โดยการออกแบบนั้นได้การควบคุมขนาดความยาว มุมองศา น้ำหนักของด้ามมิดทั้ง 2 แบบ ให้มีขนาดเท่ากันเพื่อควบคุมตัวแปรที่สร้างความแปรปรวนต่อข้อมูลในการทดลอง รวมทั้งวัสดุที่ใช้ในการสร้างด้ามมิดใช้พลาสติก ABS ที่สามารถขึ้นรูปได้ง่ายอีกทั้งยังลดความผิดพลาดของต้นแบบที่ออกแบบไว้ [58] และมีความทนทานต่อแรงกดที่เกิดจากการทำงานกริตยาดได้อย่างดี ซึ่งข้อมูลที่ใช้สำหรับการออกแบบด้ามมิดกริตยาดแสดงดังตารางที่ จ-2 ในภาคผนวก จ

3.8 การใช้งานมิดกริตยาด้านแบบ

การใช้งานมิดกริตยาด้านแบบที่มีความแตกต่างกันจำนวน 6 ชุด ได้ทำการทดลองโดยใช้อาสาสมัครจำนวน 6 คน ตามที่ได้คัดเลือกอาสาสมัครกลุ่มที่ 3 ที่ได้กล่าวไว้ในขั้นตอนการกำหนดจำนวนอาสาสมัครในข้างต้น ทั้งนี้ ก่อนทำการทดลองผู้ทำวิจัยได้มีการชี้แจงรายละเอียดของ

โครงการวิจัยให้อาสาสมัครผู้เข้าร่วมมีความเข้าใจอย่างชัดเจน ซึ่งการทดลองครั้งนี้ทำการทดลองกริตยางในห้องปฏิบัติการที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมไว้ และมีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้คล้ายกับการทำงานจริงในสวนยาง โดยการทดลองครั้งนี้ให้อาสาสมัครทั้ง 6 คน ทดลองใช้งานมิตกริตยางครบทั้ง 6 ชุด แบบละไม่ต่ำกว่า 3 วัน ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้ทำวิจัย เมื่ออาสาสมัครทุกคนทำการทดลองใช้งานมิตกริตยางจนครบทั้ง 6 ชุด จึงทำการทดลองตามแผนการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ ดังตารางที่ ฉ-5 ฉ-6 ฉ-7 และ ฉ-8 ในภาคผนวก ฉ โดยทำการสุ่มอาสาสมัครใช้งานมิตกริตยางคนละ 1 แบบ ทำซ้ำ 2 ครั้งในแต่ละเงื่อนไขพร้อมทั้งติดตั้งเครื่องวัดค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography) เพื่อทำการวัดค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนและทำการบันทึกค่าทางการกริตยางขณะทำการทดลอง หลังจากนั้น ทำการสำรวจความพึงพอใจ และข้อเสนอแนะจากการใช้งานมิตกริตยางเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบมิตกริตยางแบบใหม่ที่มีความเหมาะสมที่สุด

3.9 การออกแบบมิตกริตยางแบบใหม่ที่มีความเหมาะสมที่สุด

การออกแบบมิตกริตยางแบบใหม่ที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการทำงานกริตยางที่ระดับความสูงของหน้ายางอยู่ในระดับเอวถึงระดับสายตาของกลุ่มอาสาสมัครที่ใช้ผลจากการทดลองใช้งานมิตกริตยางต้นแบบจำนวน 6 ชุด ที่มีความแตกต่างกัน โดยเลือกมิตกริตยางต้นแบบชุดที่ดีที่สุดมาจำนวน 1 ชุด ที่ประกอบด้วยส่วนของตัวมิตและส่วนของด้ามมิตที่ใช้งานร่วมกันแล้วสามารถลดท่าทางที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกในส่วนแขนและมือและสามารถลดภาระงานของกล้ามเนื้อในส่วนแขนได้ดีกว่ามิตกริตยางต้นแบบชุดอื่น อีกทั้งผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการใช้งานมากกว่าการใช้มิตกริตยางต้นแบบชุดอื่นในการทดลองและมีการพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนที่ผู้ใช้งานให้คำแนะนำในการปรับปรุงให้สอดคล้องกับหลักการยศาสตร์ทั่วไปสำหรับการออกแบบเครื่องมือที่ใช้มือจับ

3.10 การใช้งานมิตกริตยางที่ออกแบบใหม่

การใช้งานมิตกริตยางที่ออกแบบใหม่ที่มีความเหมาะสมที่สุดจำนวน 1 ชุด เปรียบเทียบกับมิตกริตยางแบบดั้งเดิม(มิตเจ๊ะบง) ได้ทำการทดลองโดยให้อาสาสมัครจำนวน 6 คน ตามที่ได้คัดเลือกอาสาสมัครกลุ่มที่ 4 ที่กล่าวไว้ในขั้นตอนการเลือกอาสาสมัครในข้างต้น โดยก่อนทำการทดลองผู้ทำวิจัยได้มีการชี้แจงรายละเอียดของโครงการวิจัยให้อาสาสมัครผู้เข้าร่วมมีความเข้าใจอย่างชัดเจน ซึ่งการทดลองครั้งนี้จะทำการทดลองกริตยางในห้องปฏิบัติการที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมไว้และมีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้คล้ายกับการทำงานจริงในสวนยาง โดยในการทดลองกริตยางให้อาสาสมัครทั้ง 6 คน ทดลองใช้งานมิตกริตยางแบบใหม่คนละไม่ต่ำกว่า 3 วัน เพื่อสร้างความเคยชินกับอุปกรณ์ก่อนทำการทดลองเก็บข้อมูลและเมื่ออาสาสมัครทุกคนทดลองใช้งานมิตกริตยางจนครบตามเวลาที่กำหนดไว้ จึงทำการทดลองกริตยางตามแผนการทดลองที่ออกแบบไว้แสดงดังตารางที่ ฉ-9 ฉ-10 ฉ-11 และ ฉ-12 ในภาคผนวก ฉ โดยการสุ่มให้อาสาสมัครแต่ละคนใช้งานมิตกริตยางคนละ 1 ชุด ทำซ้ำคนละ 2 ครั้งต่อ 1 เงื่อนไขพร้อมทั้งทำการติดตั้งเครื่องวัดค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ(Electromyography) เพื่อทำการวัดภาระงานกล้ามเนื้อแขนและทำการบันทึกค่าทางการกริตยางขณะทำการทดลอง หลังจากนั้น ทำการสำรวจความพึงพอใจจากการใช้งานมิตกริตยางแบบใหม่เปรียบเทียบกับมิตกริตยางแบบดั้งเดิม (มิตเจ๊ะบง)

3.11 การประเมินความเสี่ยงของการทำงาน

3.11.1 การหาความน่าเชื่อถือในการประเมินท่าทางการทำงาน

การทดสอบความน่าเชื่อถือในการประเมินท่าทางการทำงาน โดยก่อนการประเมินผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยจำนวน 2 คน ได้ทำการประเมินท่าทางการทำงานของอาสาสมัครคนเดียวกันซ้ำกันอย่างน้อย 3 ครั้ง และนำค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินมาทำการทดสอบทางสถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าความน่าเชื่อถือของผู้ประเมินเท่ากับ 0.835

3.11.2 การประเมินท่าทางการทำงานทางการยศาสตร์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกท่าทางการทำงาน

- 1) กล้องบันทึกท่าทางการเคลื่อนไหวการกรีดยาง
- 2) โปรแกรม Kinovea สำหรับช่วยวิเคราะห์ท่าทางการกรีดยาง
- 3) แบบฟอร์ม REBA สำหรับประเมินค่าระดับความเสี่ยงของท่าทางการกรีดยาง

วิธีการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลท่าทางการทำงานกรีดยางได้ทำการบันทึกท่าทางการทำงานกรีดยางของอาสาสมัครในแต่ละการทดลอง โดยมีการบันทึกท่าทางการทำงานกรีดยางด้วยกล้องบันทึก VDO ดังแสดงในภาพที่ 3.8 ที่สามารถบังคับและแสดงผลผ่านคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งได้ทำการบันทึกท่าทางการทำงานทั้งภาพด้านบนและภาพด้านข้างทั้งด้านขวาและด้านซ้ายในขณะที่ทำงานในเวลาเดียวกันไม่ต่ำกว่า 3 ครั้งของแต่ละเงื่อนไขการทดลองและนำภาพท่าทางการทำงานไปประเมินด้วยเทคนิค REBA โดยการใช้โปรแกรม Kinovea สำหรับวัดค่ามุมของร่างกายขณะทำงานกรีดยางเพื่อนำไปใช้ในการประเมินให้คะแนนด้วยแบบประเมินทางการยศาสตร์ REBA

3.11.3 การวัดค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

- 1) เครื่องขยายสัญญาณรุ่น mobi 6-6b 6 channel
- 2) แผ่นอิเล็กโทรดรุ่น Kendal/Tyco ARBO
- 3) ชุดวัดกำลังสถิติ(jackson strength evaluation system)
- 4) คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมประมวลผล

วิธีการเก็บข้อมูลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

การเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องขยายสัญญาณรุ่น mobi 6-6b 6 channel ดังแสดงในภาพที่ 3.9 แผ่นอิเล็กโทรดรุ่น Kendal/Tyco ARBO ดังแสดงในภาพที่ 3.10 ติดลงบนตำแหน่งบริเวณกล้ามเนื้อแขนโดยก่อนติดแผ่นอิเล็กโทรดต้องมีการทำความสะอาดผิวหนังบริเวณกล้ามเนื้อโดยใช้แอลกอฮอล์เช็ดทำความสะอาด ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ใช้กล้ามเนื้อแขนส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อแขนส่วนบนมัด Biceps Brachii ของทั้งแขนซ้ายและแขนขวา รวมทั้งสิ้น 4 มัด ดังแสดงในภาพที่ 3.11 แล้วทำการวัดค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแขนจากการออกแรงกล้ามเนื้อสูงสุดโดยสมัครใจ(maximum voluntary contraction: MVC) [57] โดยให้อาสาสมัครทดลองดึงกล้ามเนื้อแขนสูงสุดด้วยชุดวัดกำลังสถิติ(jackson strength evaluation system) โดยท่าทางการทดสอบ คือ ยืนหลังตรง ขาเหยียดตรง ฝ่าเท้าทั้งสองข้างสัมผัสกับพื้นของเครื่องวัดกำลังสถิติไม่ยื่นเขย่งเท้า ใช้มือจับด้ามจับของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าสถิติให้แขนส่วนล่างขนานกับพื้นและทำมุมกับแขนส่วนบน

90 องศา ดังแสดงในภาพที่ 3.12 หลังจากนั้น ทำการบันทึกค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ได้จากการออกแรงกล้ามเนื้อแขนสูงสุดโดยสมัครใจที่ได้ลงในคอมพิวเตอร์แล้วทำการวัดค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อจากการออกแรงกล้ามเนื้อแขนขณะทำงานกรดยางแล้วนำค่าสัญญาณไฟฟ้าที่วัดได้มาแปลงเป็นค่า root mean square(RMS) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยการออกแรงกล้ามเนื้อต่อเวลาที่วัดได้ทั้งหมดและเป็นค่าที่นิยมใช้ในการประเมินค่าการออกแรงกล้ามเนื้อจากการทำงานต่อหน่วยเวลา [57] หลังจากนั้นนำค่า RMS มาเปรียบเทียบกับอัตราส่วนของค่าการออกแรงกล้ามเนื้อในขณะทำงานกรดยางกับค่าการออกแรงกล้ามเนื้อสูงสุดโดยสมัครใจทำให้ได้ค่าร้อยละของค่าการออกแรงกล้ามเนื้อสูงสุดโดยสมัครใจหรือที่เรียกว่าค่า %maximum voluntary concentration(%MVC) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ซึ่ง A. Finneran, et al. 2012 [59] ได้ทำการวิจัยแล้วสรุปไว้ว่าค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Flexor digitorum profundus ที่อยู่ในช่วงไม่เกิน 26.3 %MVC ถือว่าอยู่ในช่วงที่มีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและโครงร่าง อีกทั้ง N. Ahamed, et al. 2012 [60] and D. Roman, et al. 2002 [61] ได้ทำการวิจัยแล้วสรุปไว้ว่าค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Biceps Brachii ที่อยู่ในช่วงไม่เกิน 21 %MVC ถือว่าอยู่ในช่วงที่ไม่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อ



ภาพที่ 3.8 กล้องวิดีโอสำหรับบันทึกท่าทางการทำงาน



ภาพที่ 3.9 เครื่องขยายสัญญาณรุ่น Mobi6-6b สำหรับการทดลอง



ภาพที่ 3.10 แผ่นอิเล็กโทรดสำหรับการทดลอง



ภาพที่ 3.11 ตำแหน่งการติดแผ่นอิเล็กโทรดลงบนกล้ามเนื้อแขน



ภาพที่ 3.12 ทำทางการทดสอบค่าการออกแรงสูงสุด(MVC) ของกล้ามเนื้อแขน

3.12 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติจากการเก็บข้อมูลทั้งจากการสัมภาษณ์และการทดลองในงานวิจัยนี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนการทดลองเพื่อทำการศึกษาผลของตัวแปรและการลดตัวแปรบางตัวลง โดยแผนการทดลองเริ่มจากการทดลองใช้มิดกรีตยงเบื้องต้น การทดลองใช้มิดกรีตยงต้นแบบและการทดลองใช้มิดกรีตยงที่ออกแบบใหม่ ซึ่งได้มีการกำหนดตัวแปรและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ไว้ดังนี้

3.12.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นได้มีการใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์โดยผู้ทำวิจัยเอง ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ดังนี้

1) การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าร้อยละของข้อมูลที่ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปของกลุ่มอาสาสมัคร เช่น อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ระยะเวลาการทำงาน ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกาย ข้อมูลตำแหน่งที่เกิดการบาดเจ็บบนร่างกายและข้อมูลระดับความพึงพอใจในการทดลองใช้งานมิดกรีตยง

3.12.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง

ในการทดลองแต่ละครั้งได้มีการกำหนดตัวแปรและการใช้สถิติเชิงอนุมานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลไว้ดังนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองใช้งานมิดกรีตยงเบื้องต้นที่มีความแตกต่างกันจำนวน 3 ชุด

- การกำหนดตัวแปร

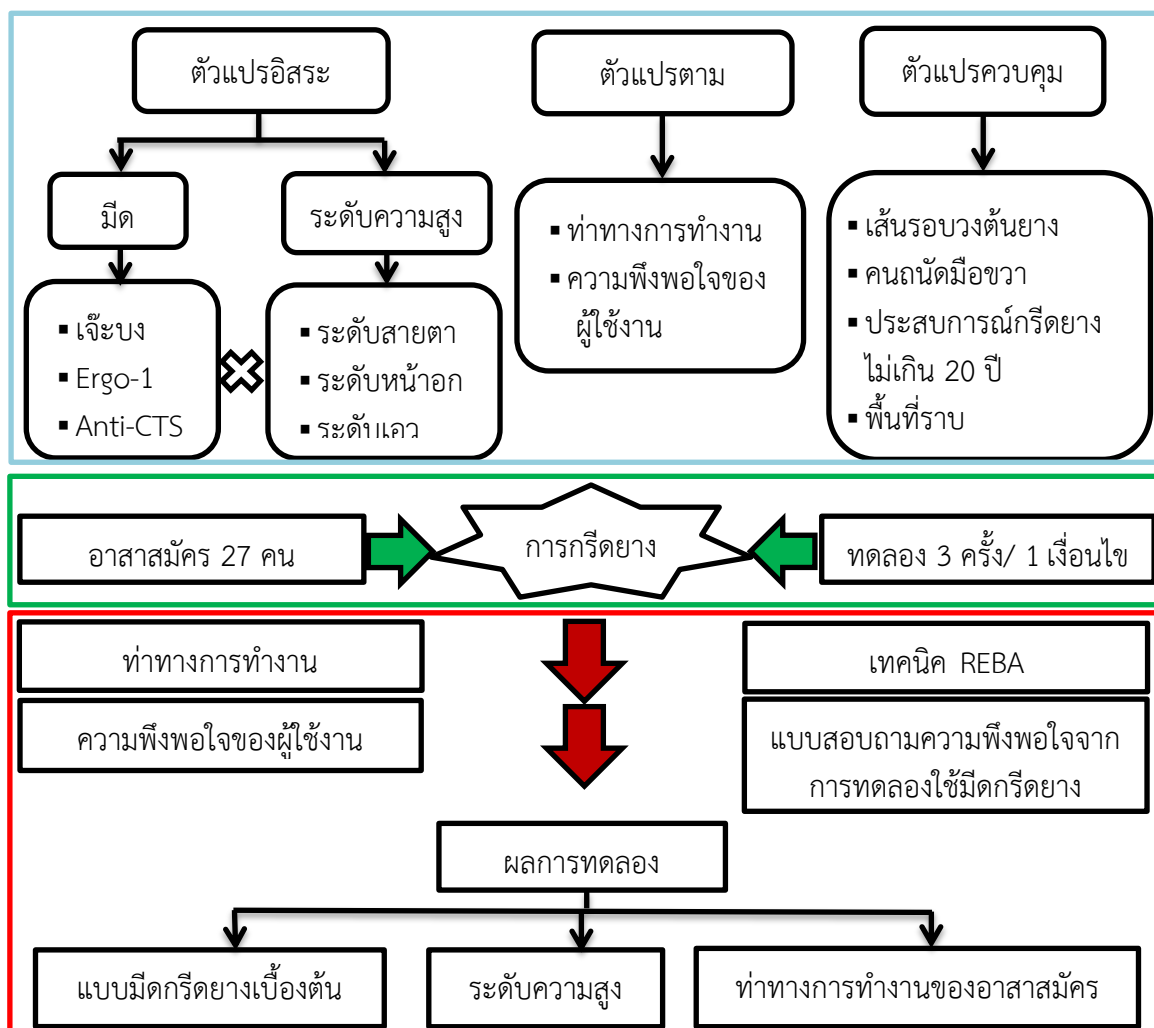
ตัวแปรอิสระ คือ มิดกรีตยงเบื้องต้นที่มีความแตกต่างกัน 3 ชุด และระดับความสูงของหน้ายางที่กรีดจำนวน 3 ระดับ

ตัวแปรตาม คือ ค่าคะแนนความเสี่ยงจากการประเมินท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค REBA

ตัวแปรควบคุม คือ ขนาดของต้นยางที่มีเส้นรอบวงประมาณ 800 มิลลิเมตร ความยาวของรอยกรีดบนหน้ายางประมาณ 200 มิลลิเมตร ระดับความเอียงของหน้ายางที่ทำมุม 35 องศา กับแนวราบ อาสาสมัครเป็นผู้ที่ถนัดมือขวา มีดประสบการณ์ทำงานกรีดยางไม่เกิน 20 ปี และมีขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนขนาดมือ น้ำหนักและความสูงอยู่ในช่วงระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของข้อมูลอ้างอิงจากข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากร

- การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้หลักการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ Block in Two-Factor Factorial Design ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Minitab Release 16 โดยแผนภาพขั้นตอนการทดลองใช้งานมิดกรีตยงเบื้องต้นแสดงดังภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.13 แผนภาพการทดลองใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น

2) การวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบที่มีความแตกต่างกัน จำนวน 6 ชุด

- การกำหนดตัวแปร

ตัวแปรอิสระ คือ แบบตัวมีดกรีดยางที่มีความแตกต่างกัน 3 แบบ และแบบด้ามมีดกรีดยางที่มีความแตกต่างกัน 2 แบบ

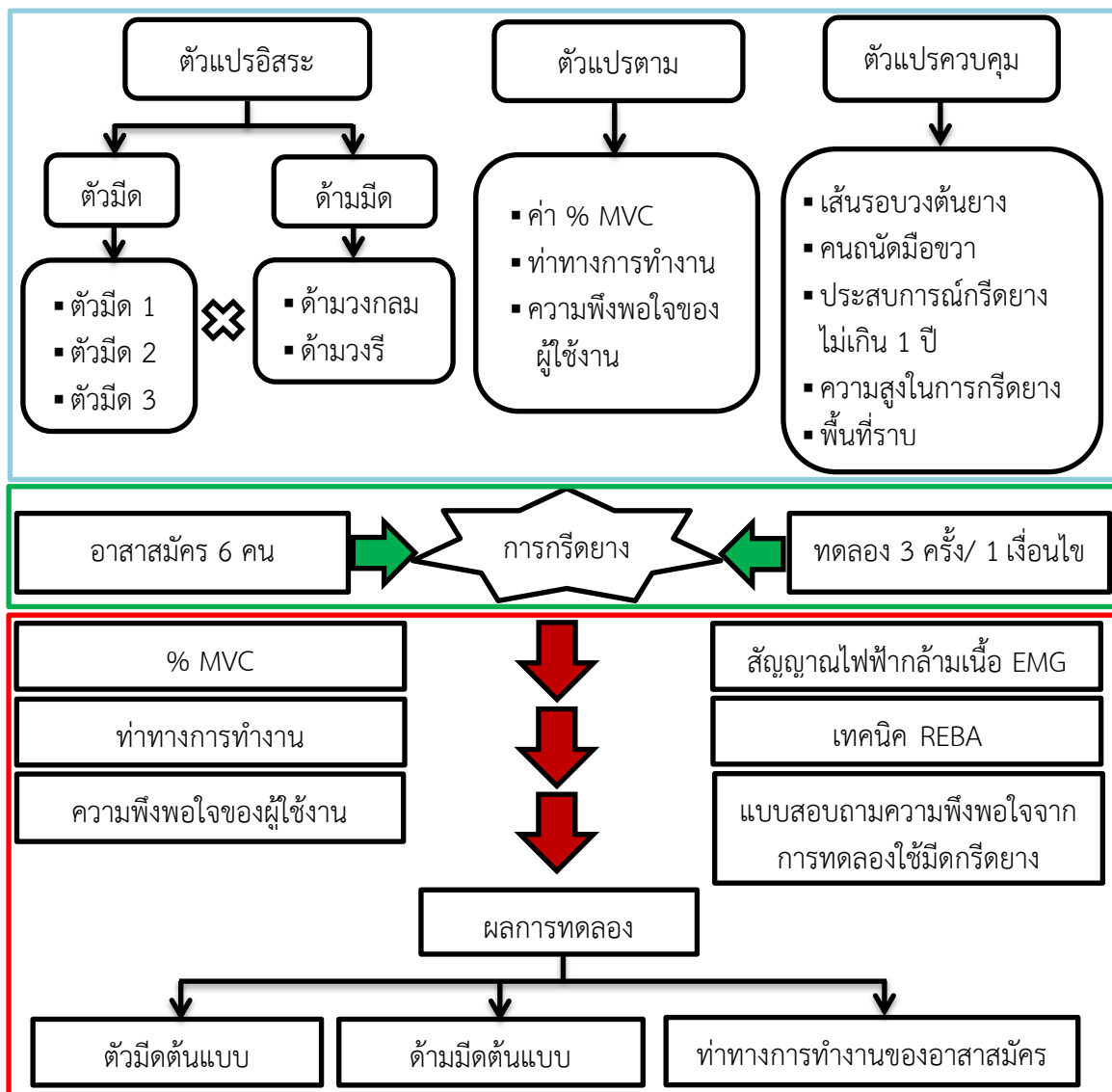
ตัวแปรตาม คือ ค่าภาระการออกแรงกล้ามเนื้อที่แปลงเป็นค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อและค่าคะแนนความเสี่ยงจากการประเมินท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค REBA

ตัวแปรควบคุม คือ ระดับความสูงของหน้ายางอยู่ที่ระดับหน้าอกขนาดของต้นยางที่มีเส้นรอบวงประมาณ 800 มิลลิเมตร ความยาวของรอยกรีดบนหน้ายางประมาณ 200 มิลลิเมตร ระดับความเอียงของหน้ายางที่ทำมุม 35 องศากับแนวราบ อาสาสมัครมีความถนัดมือขวา มีประสบการณ์ทำงานกรีดยางไม่เกิน 1 ปี และมีขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนขนาดมือ

น้ำหนัก และความสูงอยู่ในช่วงระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของข้อมูลอ้างอิงจากข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากร

- การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้หลักการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ Two Factor Repeated Measures Design ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Minitab Release 16 โดยแผนภาพขั้นตอนการทดลองใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบแสดงดังภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 แผนภาพการทดลองใช้มีดกรีดยางต้นแบบ

3) การวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

- การกำหนดตัวแปร

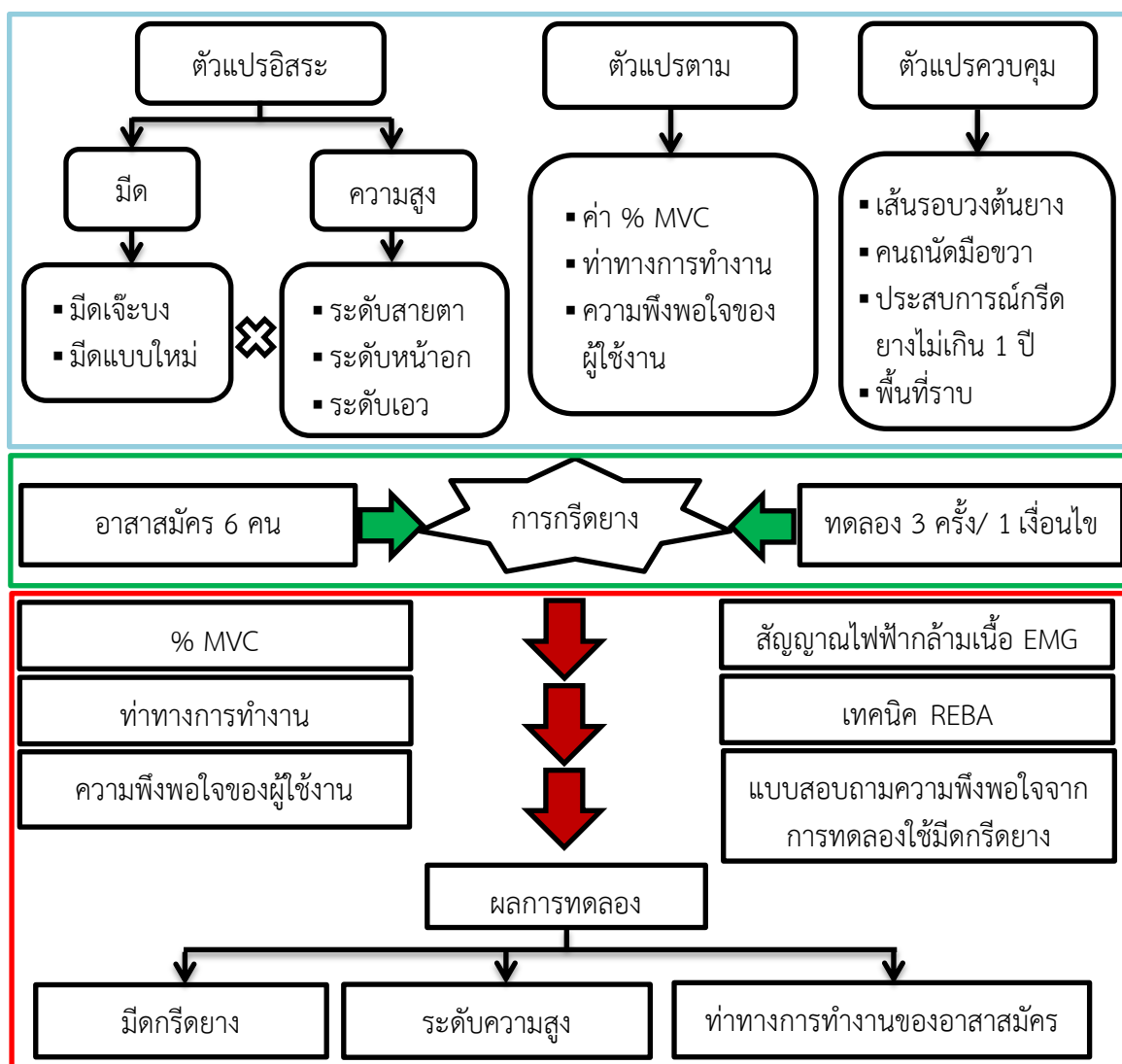
ตัวแปรอิสระ คือ มีดกรีดยางที่มีความแตกต่างกันจำนวน 2 ชุด ระดับความสูงของการกรีดยางที่มีความแตกต่างกัน 3 ระดับ

ตัวแปรตาม คือ ค่าภาระการออกแรงกล้ามเนื้อที่แปลงเป็นค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อและค่าคะแนนความเสี่ยงจากการประเมินท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค REBA

ตัวแปรควบคุม คือ ขนาดของต้นยางที่มีเส้นรอบวงประมาณ 800 มิลลิเมตร ความยาวของรอยกรีดบนหน้ายางประมาณ 200 มิลลิเมตร ระดับความเอียงของหน้ายางที่ทำมุม 35 องศากับแนวราบ อาสาสมัครมีความถนัดมือขวา มีประสบการณ์ทำงานกรีดยางไม่เกิน 1 ปี และมีขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนขนาดมือ น้ำหนักและความสูงอยู่ในช่วงระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5, 50 และ 95 ของข้อมูลอ้างอิงจากข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากร

- การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้หลักการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ Two Factor Repeated Measures Design ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Minitab Release 16 โดยแผนภาพขั้นตอนการทดลองใช้งานมีดกรีดยางแบบสุดท้ายแสดงดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 แผนภาพการทดลองใช้มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

การทำงานวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบอุปกรณ์มีดกรีดยางที่มีการใช้หลักทฤษฎีการออกแบบทางด้านกายศาสตร์ในการออกแบบเครื่องมือที่ใช้มือจับเข้ามาเกี่ยวข้องกับภายใต้การศึกษาในกลุ่มอาสาสมัครทดลอง 4 กลุ่ม ซึ่งการดำเนินงานวิจัยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มผู้ประกอบอาชีพกรีดยางและพฤติกรรมการใช้งานมีดกรีดยางในการทำงานกรีดยางเพื่อนำมาประเมินด้วยแบบประเมินทางด้านการยศาสตร์ แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยหลักสถิติเพื่อนำข้อมูลมาทำการออกแบบอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานให้มีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งาน ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงต้องมีการเก็บข้อมูลจากกลุ่มผู้ประกอบอาชีพกรีดยางที่ประกอบด้วยข้อมูลการบาดเจ็บและการเจ็บปวดในส่วนมือและแขนที่เกิดจากการทำงานกรีดยาง ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนมือของอาสาสมัครและข้อมูลท่าทางการทำงานกรีดยาง พร้อมด้วยการประเมินความเสี่ยงของท่าทางการทำงานกรีดยางพาราด้วยแบบประเมินทางกายศาสตร์มาทำการวิเคราะห์ด้วยหลักสถิติเพื่อนำไปสู่การออกแบบอุปกรณ์มีดกรีดยางพาราต้นแบบ แล้วทำการวัดค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพื่อหาแบบอุปกรณ์มีดกรีดยางที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ทำงานกรีดยางในช่วงระดับความสูงระหว่างระดับเอวถึงระดับส่ายตา

4.1 การวิเคราะห์สภาพการทำงานโดยแบบสอบถาม

การสัมภาษณ์อาสาสมัครผู้ประกอบอาชีพกรีดยางจำนวน 180 คน โดยการสอบถามในครั้งนี้ได้คัดเลือกเฉพาะอาสาสมัครที่ถนัดมือขวา เป็นผู้ที่สุขภาพแข็งแรง ช่วงอายุระหว่าง 25-60 ปี และไม่มีโรคประจำตัว โดยเฉพาะโรคระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในส่วนแขนและมือ ซึ่งผลจากการเก็บข้อมูลสามารถอธิบายได้ดังนี้

4.1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบอาชีพกรีดยาง

ผลจากการเก็บข้อมูลทั่วไปพบว่าอาสาสมัครมีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 46 ปี น้ำหนักอยู่ในช่วง 39-122 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 65 กิโลกรัม ส่วนสูงอยู่ในช่วง 146-182 เซนติเมตร ส่วนสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 161 เซนติเมตร อายุการทำงานอยู่ในช่วงต่ำกว่า 1-48 ปี อายุการทำงานเฉลี่ยอยู่ที่ 20 ปี ระยะเวลาการทำงานเฉลี่ยอยู่ที่ 6 ชั่วโมงต่อวัน ระดับความสูงในการทำงานกรีดยางอยู่ในช่วงระดับเข่าถึงระดับสูงกว่าศีรษะแต่โดยเฉลี่ยแล้วอยู่ที่ระดับหน้าอก และลักษณะพื้นที่ในการทำงานโดยส่วนใหญ่เป็นที่ราบ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ณรงค์ เบ็ญสอาด 2547 [9] ที่ศึกษาสภาพการทำงานและความชุกของกลุ่มอาการปวดกล้ามเนื้อและกระดูกในผู้ประกอบอาชีพกรีดยางพาราในพื้นที่ตำบลนาเกลือ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง จากกลุ่มอาสาสมัครจำนวน 185 คน พบว่าช่วงระดับความสูงของหน้ายางที่ใช้ในการทำงานกรีดยางอยู่ในช่วงระดับเข่าถึงระดับส่ายตาและพื้นที่การทำงานกรีดยางส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบมากที่สุด จากข้อมูลที่ได้สามารถบ่งชี้ให้เห็นว่าลักษณะการทำงานกรีดยางในต่างพื้นที่ที่มีความคล้ายกันเนื่องมาจากค่านิยมในการสร้างพื้นที่การทำงานและพื้นฐานการทำงานมาจากต้นแบบเดียวกัน

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแสดงในตารางที่ 4.1 ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะใช้สำหรับการคัดเลือกกลุ่มอาสาสมัครสำหรับการทดลองและการกำหนดตัวแปรของแต่ละการทดลอง

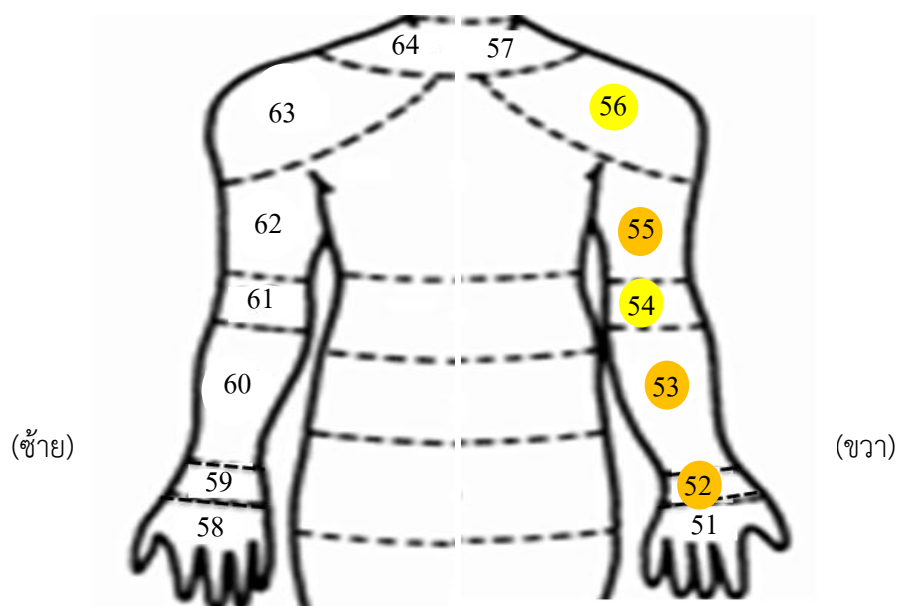
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัคร

รายการ	ขอบเขต	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
อายุ (ปี)	25 – 60	46	9.12
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	146 – 182	161	6.05
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	39 – 122	65	12.65
อายุงาน (ปี)	ต่ำกว่า 1 – 48	20	11.02
ช่วงเวลาการทำงาน ชม./วัน	5 - 7	6	1.63
ระดับความสูงในการทำงาน	ระดับเข้า – สูงกว่าศีรษะ	ระดับความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ระดับหน้าอก	
พื้นที่การทำงาน	พื้นที่การทำงานโดยเฉลี่ยเป็นพื้นที่ราบ		

4.1.2 ผลการสำรวจการบาดเจ็บทางร่างกายจากการใช้งานอุปกรณ์มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม (มีดเจ๊ะบง)

การศึกษาการบาดเจ็บทางร่างกายในส่วนแขนและมือของผู้ประกอบอาชีพกรีดยางได้ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์อาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัยจำนวน 180 คน โดยการใช้แบบสอบถามชุดที่ 1 สำหรับเก็บข้อมูลการบาดเจ็บและความเจ็บปวดร่างกายในภาคผนวก ง ซึ่งผลจากการเก็บข้อมูลการบาดเจ็บพบว่าอาสาสมัครมีการบาดเจ็บสะสมเกิดขึ้นในบริเวณแขนจำนวน 5 ตำแหน่ง ดังแสดงในภาพที่ 4.1 พบว่ามีตำแหน่งการบาดเจ็บที่มีความเจ็บปวดอยู่ในระดับปานกลางจำนวน 3 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งที่ 52, 53 และ 55 ซึ่งจากการประเมินท่าทางการทำงานและการสัมภาษณ์อาสาสมัครพบว่าบาดเจ็บในตำแหน่งนี้มีสาเหตุมาจากการทำงานอยู่ในลักษณะที่ต้องยกแขนและงอข้อมือเพื่อจับด้ามมีดกรีดยาง ตัวอย่างดังแสดงในภาพที่ 4.2 โดยเมื่อมีการทำงานอยู่ในท่าทางเดิมซ้ำกันเป็นเวลานานทำให้เกิดอาการชาและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อบริเวณดังกล่าว ทั้งนี้ในส่วนการบาดเจ็บบริเวณฝ่ามือจำนวนทั้งสิ้น 23 ตำแหน่ง พบที่มีการบาดเจ็บขั้นที่ 1 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งที่ 37 ซึ่งมีความเจ็บปวดอยู่ในระดับมาก โดยจากข้อมูลการสัมภาษณ์อาสาสมัครพบว่าการบาดเจ็บในจุดที่ 37 เกิดจากการจับก้ำด้ามมีดที่ไม่ถนัดแล้วหลุดมือขณะถือ หรือเกิดการลื่นหลุดมือเมื่อด้ามมีดโดนเหงื่อบนฝ่ามือแล้วโดนส่วนของคมมีดกรีดยางที่อยู่บริเวณสันมีดด้านในบาดบริเวณนิ้วกลางของมือซ้ายที่ประคองอยู่ใกล้คมมีดมากที่สุด อีกทั้งยังพบที่มีการบาดเจ็บสะสมอีกจำนวน 22 ตำแหน่ง ดังแสดงในภาพที่ 4.3 และภาพที่ 4.4 ซึ่งจากจำนวนทั้งหมดพบจุดที่มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของการบาดเจ็บอยู่ในระดับที่มีความเจ็บปวดมาก คือ ตำแหน่งที่ 15, 16 และ 17 ที่เกิดจากการโดนด้ามมีดกรีดยางที่ทำจากเหล็กกลมกดทับลงไปยังตำแหน่งบนฝ่ามือ ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นตำแหน่งที่ 37, 15, 16 และ 17 ต้องได้รับการป้องกันการบาดเจ็บมากกว่าตำแหน่งอื่นๆ อีก 24 ตำแหน่ง ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ S. Meksawai, et al. 2011 [12] ที่พบว่าการทำงานกรีดยางของผู้ประกอบอาชีพกรีดยางในอำเภอสวี จังหวัดชุมพร มีการบาดเจ็บเกิดขึ้นในบริเวณ ไหล่ แขน แขนและข้อมือ ที่มีผลจากการใช้งานอุปกรณ์มีดกรีดยางแบบดั้งเดิมและการทำงานในระดับความสูงของการกรีดยางในระดับที่แตกต่างกัน และยังมี ความสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรทิพย์ ใจจง และคณะ 2557 [62] ที่ทำการสำรวจการบาดเจ็บ

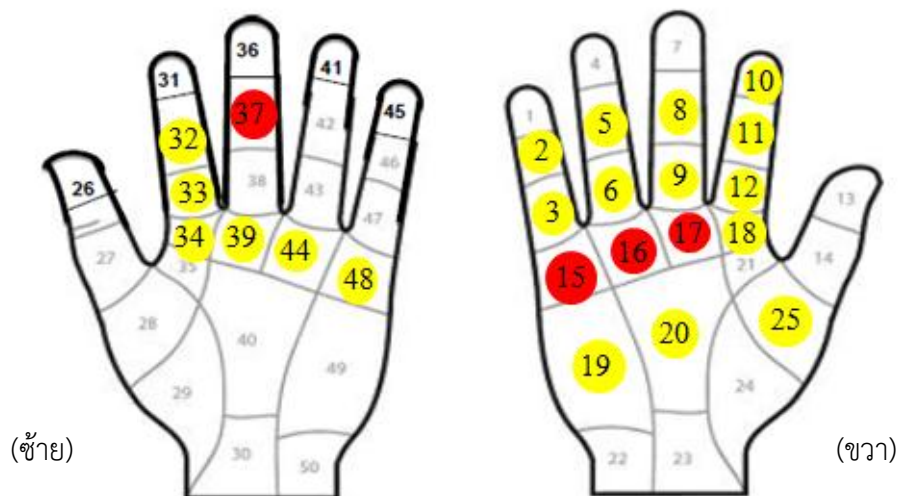
บริเวณแขนและมือของผู้ประกอบอาชีพกรีดยางในพื้นที่อำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่พบว่า การทำงานกรีดยางที่ใช้มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ็บบง) ประกอบกับการทำงานกรีดยางที่มีการ เคลื่อนไหวซ้ำๆกันเป็นเวลานานส่งผลให้มีการบาดเจ็บในบริเวณรยางค์บน เช่น ไหล่ แขนและมือ มีความเสี่ยงสูงร้อยละ 92 ต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกในส่วนแขนและข้อมือ ซึ่งผลจากการสำรวจ ทำให้ทราบว่าพฤติกรรมการทำงานกรีดยางของผู้ประกอบอาชีพกรีดยางในเขตภาคใต้มีลักษณะที่ คล้ายกันอันเนื่องมาจากการใช้อุปกรณ์มีดกรีดยางแบบเดียวกัน ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยหลักในการส่งผล ให้เกิดการบาดเจ็บของร่างกายในส่วนรยางค์บนจากการทำงานกรีดยาง โดยที่ได้จากการทำวิจัยครั้งนี้ พบว่ามีการบาดเจ็บทั้งในส่วนแขนและมือทั้งหมดสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.2 ตารางที่ 4.3 และ ตารางที่ ซ-1 ในภาคผนวก ซ ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะใช้สำหรับการออกแบบในส่วนของตัวมีดกรีดยาง ต้นแบบและการออกแบบด้ามมีดให้สามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บในตำแหน่งต่างๆ ที่ กล่าวมาในข้างต้น



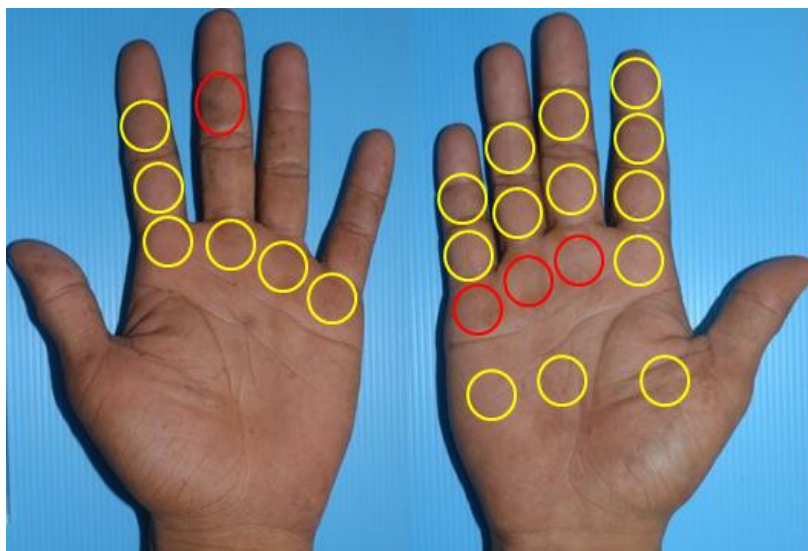
ภาพที่ 4.1 ตำแหน่งการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นบริเวณแขนและไหล่



ภาพที่ 4.2 ท่าทางการทำงานกรีดยางที่มีการยกแขนและงอข้อมือ



ภาพที่ 4.3 ตำแหน่งการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นบริเวณฝ่ามือ



ภาพที่ 4.4 ลักษณะการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นบริเวณฝ่ามือของผู้ประกอบอาชีพกรีดยาง

ตารางที่ 4.2 การบาดเจ็บสะสมจากการใช้งานมิดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ้ะบง)

ตำแหน่งการบาดเจ็บ	ระดับการบาดเจ็บ	คะแนน (ร้อยละ)
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 2, 5, 8	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	1.00 (56.67)
	แปลผล	น้อยที่สุด
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 3, 6, 9	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	1.54 (86.67)
	แปลผล	น้อยที่สุด
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 10, 11, 12	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	2.11(93.33)
	แปลผล	น้อย

ตารางที่ 4.2 การบาดเจ็บสะสมจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ๊ะบง) (ต่อ)

ตำแหน่งการบาดเจ็บ	ระดับการบาดเจ็บ	คะแนน (ร้อยละ)
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 15, 16, 17	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	4.03 (100)
	แปลผล	มาก
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 18	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	2.19 (86.66)
	แปลผล	น้อย
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 19, 20	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	1.26 (63.34)
	แปลผล	น้อยที่สุด
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 25	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	1 (30.00)
	แปลผล	น้อยที่สุด
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 32, 33, 34	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	1.12 (86.67)
	แปลผล	น้อยที่สุด
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 39, 44, 48	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	1.31 (96.67)
	แปลผล	น้อยที่สุด
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 52	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	3 (33.33)
	แปลผล	ปานกลาง
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 53	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	3.33 (100)
	แปลผล	ปานกลาง
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 54	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	2 (20.00)
	แปลผล	น้อย
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 55	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	3.53 (100)
	แปลผล	ปานกลาง
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 56	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	2.67 (100)
	แปลผล	น้อย

ตารางที่ 4.3 การบาดเจ็บทันทีจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ๊ะบง)

ตำแหน่งการบาดเจ็บ	ระดับการบาดเจ็บ	คะแนน (ร้อยละ)
การบาดเจ็บทันทีตำแหน่งที่ 37	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	4 (53.33)
	แปลผล	มาก

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของอาสาสมัคร

ผลจากการเก็บข้อมูลขนาดสัดส่วนร่างกายของอาสาสมัครผู้ประกอบอาชีพกรีดยางจำนวน 14 ตำแหน่ง ที่แบ่งออกเป็นขนาดสัดส่วนมือ 11 ตำแหน่ง และขนาดสัดส่วนความสูงของร่างกายอีก 3 ตำแหน่ง ซึ่งเป็นการวัดสัดส่วนแบบ 100 % บนร่างกายตำแหน่งละ 3 ครั้ง ของอาสาสมัครจำนวน 180 คน ที่แบ่งเป็นผู้ชายจำนวน 90 คน และผู้หญิงจำนวน 90 คน ซึ่งตัวอย่างการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายแสดงดังภาพที่ 4.5 และข้อมูลการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายทั้งหมดแสดงในตารางที่ 4.3 โดยได้มีการคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าขนาดที่ระดับเปอร์เซ็นต์ที่ 5, 50 และ 95 และได้มีการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างขนาดสัดส่วนร่างกายของอาสาสมัครเพศชายกับอาสาสมัครเพศหญิง พบว่าขนาดสัดส่วนมือมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) จำนวน 13 ตำแหน่ง ซึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมือจับมือจับของอาสาสมัครเพศชายและอาสาสมัครเพศหญิงที่มีขนาดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ผลจากข้อมูลดังกล่าวทำให้ทราบว่าอาสาสมัครเพศชายและเพศหญิงสามารถใช้ด้ามมีดที่มีขนาดเส้นรอบวงเท่ากันได้ โดยในงานวิจัยครั้งนี้จะใช้ขนาดสัดส่วนมือในการออกแบบขนาดของด้ามมีด เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดสัดส่วนร่างกายของอาสาสมัครผู้ประกอบอาชีพกรีดยางในงานวิจัยของนิธิเศรษฐ เพชรจุ 2557 [63] พบว่าขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนของความสูง ความสูงระดับสายตา ความกว้างมือ และความยาวมือ ของอาสาสมัครผู้ประกอบอาชีพกรีดยางในงานวิจัยครั้งนี้มีความแตกต่างกับขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ประกอบอาชีพกรีดยางในเขตพื้นที่อำเภอหนองมอ จังหวัดสงขลา อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ซึ่งผลที่ได้สามารถบ่งชี้ประชากรที่มีภูมิลำเนาอยู่ในภูมิภาคที่มีสภาพทางภูมิศาสตร์ใกล้เคียงกันและเป็นกลุ่มผู้ประกอบอาชีพเดียวกันไม่ส่งผลต่อความแตกต่างของขนาดสัดส่วนร่างกาย และจากการเปรียบเทียบขนาดสัดส่วนของอาสาสมัครโดยเฉลี่ยจากขนาดสัดส่วนร่างกายของเพศชายและเพศหญิงจากงานวิจัยครั้งนี้กับขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากรนักศึกษาในภาคใต้ของประเทศไทยทั้งเพศชายและเพศหญิงจากงานวิจัยของ J. Klamklay, et al. 2008 [65] พบว่าขนาดสัดส่วนร่างกายของอาสาสมัครผู้ประกอบอาชีพกรีดยางในงานวิจัยครั้งนี้ในส่วนของความสูงมีความแตกต่างกับขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากรนักศึกษาในพื้นที่ภาคใต้อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ซึ่งสามารถบ่งชี้ได้ว่าขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนของความสูงมีผลเกี่ยวเนื่องจากสภาพการทำงานที่แตกต่างกันของประชากรในเขตภูมิภาคเดียวกัน แต่สำหรับการออกแบบเครื่องมือที่ใช้มือจับที่มีความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนของคุณามมือ ดังนั้นการสำรวจขนาดสัดส่วนร่างกายเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการศึกษาวิจัยด้านกายศาสตร์ในการออกแบบเครื่องมือและสถานงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกจากการทำงาน [45] และจากผลการเปรียบเทียบขนาดสัดส่วนร่างกายชี้ให้เห็นว่าผู้ประกอบอาชีพกรีดยางที่อาศัยอยู่ในภาคใต้สามารถใช้งานเครื่องมือที่มีขนาดด้ามเท่ากันร่วมกันได้ โดยในการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนมือของอาสาสมัครเพศชายกับขนาดสัดส่วนร่างกายของอาสาสมัครเพศหญิงได้นั้นมีการตั้งสมมติฐานดังนี้

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1 : \mu_1 - \mu_2 > 0$$

เมื่อ μ_1 คือ ค่าเฉลี่ยขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนมือของอาสาสมัครเพศชาย
 μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนมือของอาสาสมัครเพศหญิง



ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนมือของผู้ประกอบอาชีพกรีดยาง

ตารางที่ 4.4 ค่าขนาดสัดส่วนร่างกาย

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		Mean (mm.)	SD (mm.)	Percentile (mm.)		
					5 th	50 th	95 th
1	ความสูง	ชาย	166.26	6.38	158	165	179.5
		หญิง	155.7	5.71	148.1	155	165.9
		Z=15.70 P=0.00					
2	ความสูงระดับสายตา	ชาย	153.28	7.51	145.45	152	164.1
		หญิง	141.41	15.38	135	142	152
		Z=14.99 P=0.00					
3	ความสูงระดับเอว	ชาย	96.81	6.26	87.9	97	105.5
		หญิง	92.25	9.93	84.55	93	100
		Z=6.91 P=0.00					
4	เส้นผ่านศูนย์กลางมือจับ	ชาย	5.97	0.53	4.75	5.38	6.03
		หญิง	5.06	0.34	4.47	5.07	5.70
		Z=1.56 P=0.12					
5	ความกว้างฝ่ามือ	ชาย	9.30	0.59	8.40	9.31	10.34
		หญิง	8.33	0.52	7.45	8.41	9.06
		Z=15.60 P=0.00					
6	ความกว้างมือ	ชาย	11.49	0.75	10.47	11.43	12.83
		หญิง	10.26	0.62	9.25	10.25	11.23
		Z=15.56 P=0.00					

ตารางที่ 4.4 ค่าขนาดสัดส่วนร่างกาย (ต่อ)

ลำดับ	สัดส่วนร่างกาย		Mean (mm.)	SD (mm.)	Percentile (mm.)		
					5 th	50 th	95 th
7	ความยาวมือวัดจากข้อมือถึงปลายนิ้วชี้	ชาย	18.37	1.04	16.59	18.44	20.01
		หญิง	16.94	0.98	15.34	16.88	18.46
		Z=13.04 P=0.00					
8	ความยาวมือวัดจากข้อมือถึงปลายนิ้วกลาง	ชาย	19.64	1.07	17.75	19.75	21.33
		หญิง	18.02	0.97	16.56	17.98	19.63
		Z=14.36 P=0.00					
9	ความยาวมือวัดจากข้อมือถึงปลายนิ้วก้อย	ชาย	15.66	1.89	14.17	15.64	17.22
		หญิง	14.19	0.89	13.00	14.11	15.75
		Z=7.38 P=0.00					
10	ความยาวนิ้วชี้	ชาย	7.06	0.53	6.00	7.09	7.95
		หญิง	6.67	0.50	5.88	6.68	7.37
		Z=6.98 P=0.00					
11	ความกว้างของนิ้วชี้ที่ข้อต่อข้อที่ 2	ชาย	2.30	0.17	2.03	2.32	2.58
		หญิง	2.09	0.20	1.79	2.08	2.40
		Z=11.72 P=0.00					
12	ความกว้างของนิ้วก้อยที่ข้อต่อข้อที่ 2	ชาย	1.97	0.19	1.67	1.98	2.30
		หญิง	1.79	0.12	1.59	1.78	1.98
		Z=8.99 P=0.00					
13	ความหนาของนิ้วชี้ที่ข้อต่อข้อที่ 2	ชาย	2.56	0.19	2.28	2.54	2.91
		หญิง	2.28	0.18	1.98	2.28	2.59
		Z=13.98 P=0.00					
14	ความหนาของนิ้วก้อยที่ข้อต่อข้อที่ 2	ชาย	1.91	0.16	1.64	1.89	2.19
		หญิง	1.72	0.15	1.52	1.71	2.01
		Z=11.27 P=0.00					

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานมิดกรีตยางเบื้องต้น

การวิเคราะห์ผลการประเมินระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานกรีตยางจากการใช้งานมิดกรีตยางแบบเบื้องต้นกรีตยางที่ระดับความสูงปกติตามที่สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางได้กำหนดไว้ ซึ่งมีการกำหนดตัวแปรอิสระ คือ แบบมิดกรีตยางแบบเบื้องต้นที่มีความแตกต่างกันจำนวน 3 ชุด กับระดับความสูงในการกรีตยางอยู่ที่ระดับสายตา ระดับหน้าอกและระดับเอว กำหนดตัวแปรตาม คือ ระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานกรีตยาง และการกำหนดตัวแปรควบคุม คือ อาสาสมัครมีประสบการณ์ทำงานไม่เกิน 20 ปี และมีขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนขนาดมือ น้ำหนัก และความสูงใกล้เคียงกัน โดยทำการทดลองในสวนยางและมีการประเมินระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานใน

ส่วนคอ ลำตัว ขาและใน ส่วนแขนและข้อมือของร่างกายทั้งซีกขวาและซีกซ้ายด้วยเทคนิค REBA เพื่อนำค่าเฉลี่ยคะแนนท่าทางการทำงานที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ทฤษฎีแบบจำลองเชิงเส้น Blocking in Two-Factor Factorial Design ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งค่า F_{α, v_1, v_2} จากตาราง F-ratio ที่ $\alpha = 0.05$ มีเกณฑ์การตัดสินใจ คือ ถ้าค่า F-ratio มีค่ามากกว่าค่า F_{α, v_1, v_2} หรือถ้าค่า P-value มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ซึ่งหมายถึงตัวแปรนั้นๆ มีผลต่อระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานกรีดยาง ซึ่งผลของค่าคะแนนท่าทางการทำงานจากการประเมินความเสี่ยงด้วยเทคนิค REBA แสดงดังตารางที่ ฉ-1 ฉ-2 ฉ-3 และ ฉ-4 ในภาคผนวก ฉ ซึ่งแบบจำลองเชิงเส้นในการทดลองและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

แบบจำลองเชิงเส้นสำหรับการออกแบบ Blocking in Two-Factor Factorial Design คือ

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \delta_k + \epsilon_{ijk}$$

; $i = 1, 2, \dots, a, \quad j = 1, 2, \dots, b, \quad k = 1, 2, \dots, n$

โดยที่ τ_i คือ อิทธิพลของ Knife (แบบของมีดกรีดยางเบื้องต้น)
 β_j คือ อิทธิพลของ Height (ระดับความสูงในการกรีดยาง)
 δ_k คือ อิทธิพลของ Block (ประสบการณ์ในการทำงานกรีดยาง)
 $(\tau\beta)_{ij}$ คือ อิทธิพลร่วมของแบบมีดกรีดยางกับระดับความสูงในการกรีดยาง
 ϵ_{ij} คือ ผลจากความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

สมมติฐานที่ใช้ทดสอบ

- 1) $H_0 : \tau_i = 0$ VS $H_1 : \tau_i \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า
- 2) $H_0 : \beta_j = 0$ VS $H_1 : \beta_j \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า
- 3) $H_0 : \delta_k = 0$ VS $H_1 : \delta_k \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า
- 4) $H_0 : (\tau\beta)_{ij} = 0$ VS $H_1 : (\tau\beta)_{ij} \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า

4.3.1 การวิเคราะห์ท่าทางการทำงานกรีดยางจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น

การวิเคราะห์ท่าทางการทำงานกรีดยางจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้นโดยการใช้เกณฑ์การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ด้วยเทคนิค REBA โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วนหลักที่ประกอบด้วย การประเมินท่าทางการทำงานในส่วนคอ ลำตัวและขา และการประเมินท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือ โดยในการทำวิจัยครั้งนี้ได้ทำการประเมินทั้งในส่วนองร่างกายซีกขวาและซีกซ้าย ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

4.3.1.1 การวิเคราะห์คะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้นที่ได้จากการประเมินด้วยเทคนิค REBA ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.5 ภาพที่ 4.6 และภาพที่ 4.7

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยาง ในส่วนคอ ลำตัวและขา
ของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Blocks	2	1.584	0.7920	1.12	0.352
Knife	2	1.658	0.8290	1.17	0.336
Height	2	7.606	3.8029	5.36	0.017
Knife*Height	4	3.878	0.9696	1.37	0.290
Error	16	11.363	0.7102		
Total	26	26.089			
Model Summary					
	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)	
	0.842711	56.45%	29.23%	0.00%	

- การวิเคราะห์ Block

ผลจากตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจุบัน Block ซึ่งค่า F-ratio = 1.12 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,16} = 3.63$ และค่า P-value = 0.352 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า Block ไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนคอ ลำตัว และขาของร่างกายซีกขวา

- การวิเคราะห์ Knife

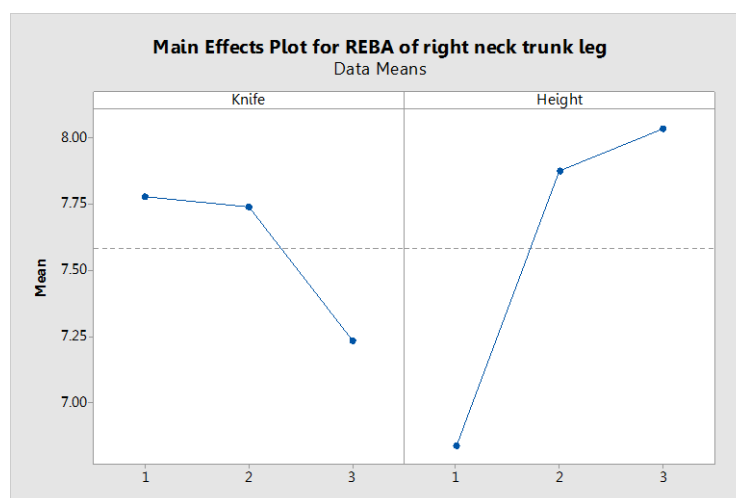
ผลจากตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจุบัน Knife ซึ่งค่า F-ratio = 1.17 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,16} = 3.63$ และค่า P-value = 0.336 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย Knife ไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกขวา

- การวิเคราะห์ Height

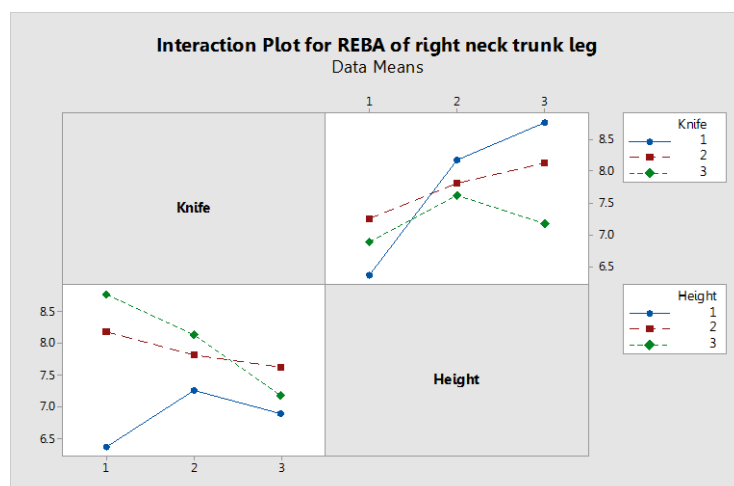
ผลจากตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจุบัน Height ซึ่งค่า F-ratio = 5.36 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,2,16} = 3.63$ และค่า P-value = 0.017 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า Height มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกขวา

- การวิเคราะห์ค่า Interaction ระหว่าง Knife กับค่า Height

ผลจากตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจุบัน Interaction ระหว่าง Knife กับค่า Height ซึ่งค่า F-ratio = 1.37 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,4,16} = 3.01$ และค่า P-value = 0.290 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า Interaction ระหว่าง Knife กับ Height ไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนคอ ลำตัว และขาของร่างกายซีกขวา



ภาพที่ 4.6 Main Effect plot ของ Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น



ภาพที่ 4.7 Interaction plot ของ Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น

ผลในภาพประกอบที่ 4.6 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.5 พบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในของส่วนคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกขวา คือ ระดับความสูงในการกรีดยางซึ่งคะแนนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปลี่ยนจากการกรีดยางที่ความสูง 1 (ระดับสายตา) ไปกรีดยางที่ความสูง 2 (ระดับหน้าอก) และความสูง 3 (ระดับเอว) และผลจากภาพประกอบที่ 4.7 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.5 พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างแบบของมีดกรีดยางและระดับความสูงในการกรีดยางไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในของส่วนคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกขวา

4.3.1.2 การวิเคราะห์คะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในของส่วนคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้นที่ได้จากการประเมินด้วยเทคนิค REBA ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.6 ภาพที่ 4.8 และภาพที่ 4.9

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนของคอ ลำตัว และขาของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Blocks	2	1.440	0.7202	0.83	0.454
Knife	2	1.786	0.8930	1.03	0.380
Height	2	18.406	9.2030	10.59	0.001
Knife*Height	4	1.586	0.3964	0.46	0.767
Error	16	13.901	0.8688		
Total	26	37.119			
Model Summary					
	S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)	
	0.932109	62.55%	39.14%	0.00%	

- การวิเคราะห์ Block

ผลจากตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจุบัน Block ซึ่งค่า F-ratio = 0.83 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,16} = 3.63$ และค่า P-value = 0.454 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า Block ไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนของคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกซ้าย

- การวิเคราะห์ Knife

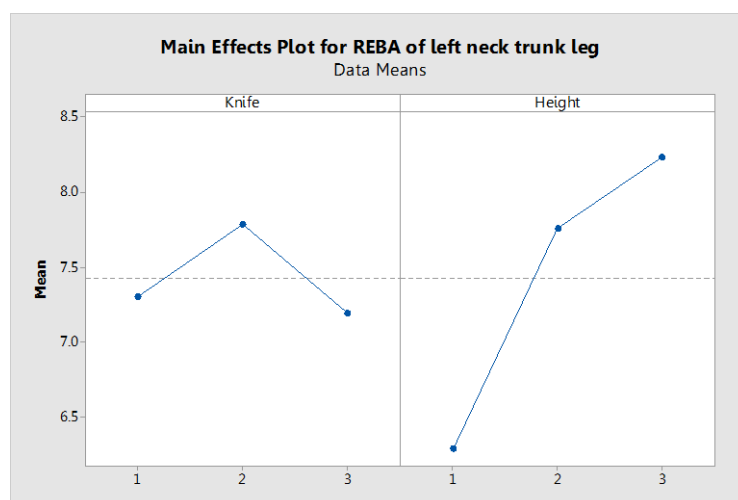
ผลจากตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจุบัน Knife ซึ่งค่า F-ratio = 1.03 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,16} = 3.63$ และค่า P-value = 0.380 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า Knife ไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนของคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกซ้าย

- การวิเคราะห์ Height

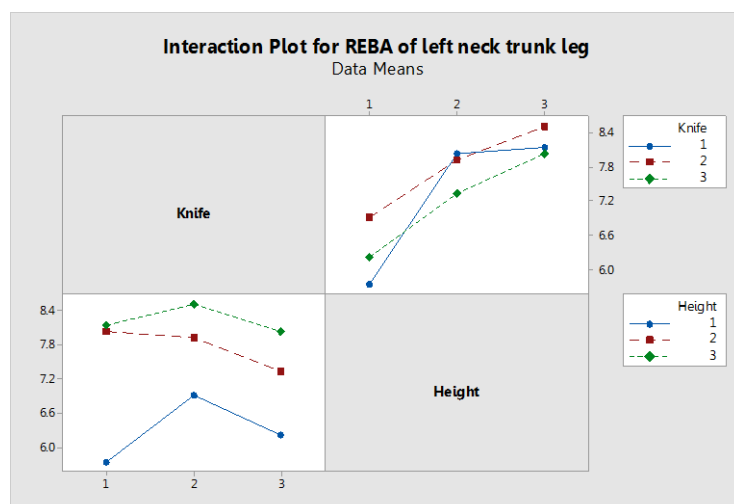
ผลจากตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจุบัน Height ซึ่งค่า F-ratio = 10.59 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,2,16} = 3.63$ และค่า P-value = 0.001 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า Height มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนของคอ ลำตัว และขาของร่างกายซีกซ้าย

- การวิเคราะห์ค่า Interaction ระหว่าง Knife กับค่า Height

ผลจากตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจุบัน Interaction ระหว่าง Knife กับค่า Height ซึ่งค่า F-ratio = 0.46 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,4,16} = 3.01$ และค่า P-value = 0.767 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า Interaction ระหว่าง Knife กับ Height ไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนของคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกซ้าย



ภาพที่ 4.8 Main Effect plot ระหว่าง Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น



ภาพที่ 4.9 Interaction plot ของ Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น

ผลในภาพประกอบที่ 4.8 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.6 พบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกซ้าย คือ ระดับความสูงในการทำงานกรีดยาง โดยคะแนนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปลี่ยนจากการกรีดยางที่ความสูง 1 (ระดับสายตา) ไปกรีดยางที่ความสูง 2 (ระดับหน้าอก) และความสูง 3 (ระดับเอว) และผลจากภาพประกอบที่ 4.9 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.6 พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างแบบของมีดกรีดยางและระดับความสูงในการกรีดยางไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกซ้าย

4.3.1.3 การวิเคราะห์คะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการทดลองใช้มีดกรีดยางแบบเบื้องต้นที่ได้จากการประเมินด้วยเทคนิค REBA ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.7 ภาพที่ 4.10 และภาพที่ 4.11

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Blocks	2	0.4801	0.2401	0.17	0.843
Knife	2	16.4801	8.2401	5.91	0.012
Height	2	24.2551	12.1276	8.69	0.003
Knife*Height	4	1.6022	0.4005	0.29	0.882
Error	16	22.3265	1.3954		
Total	26	65.1440			
Model Summary					
	S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)	
	1.18127	65.73%	44.31%	2.40%	

- การวิเคราะห์ Block

ผลจากตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจุบัน Block ซึ่งค่า F-ratio = 0.17 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,16} = 3.63$ และค่า P-value = 0.843 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า Block ไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา

- การวิเคราะห์ Knife

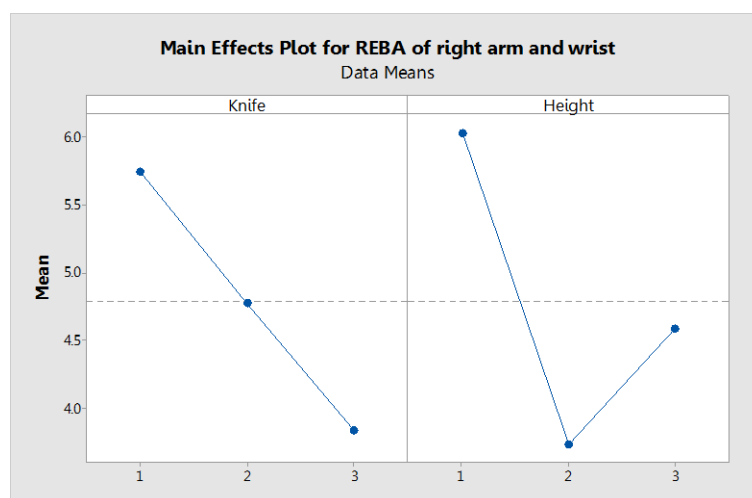
ผลจากตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจุบัน Knife ซึ่งค่า F-ratio = 5.91 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,2,16} = 3.63$ และค่า P-value = 0.012 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า Knife มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา

- การวิเคราะห์ Height

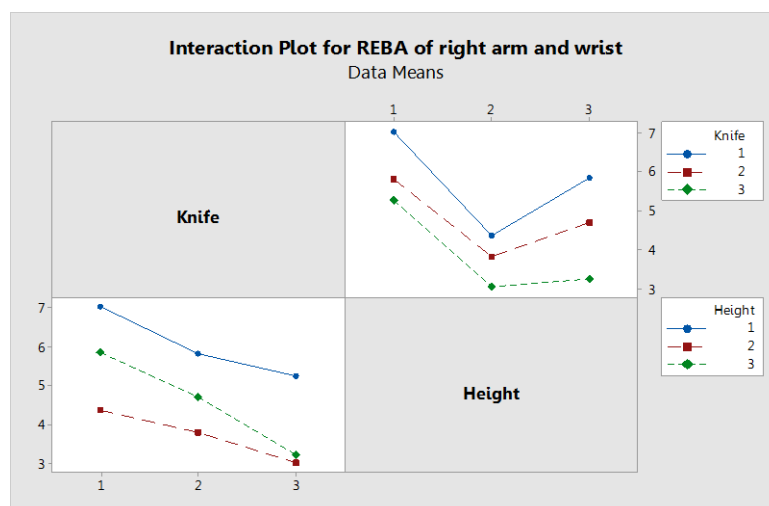
ผลจากตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจุบัน Height ซึ่งค่า F-ratio = 8.69 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,2,16} = 3.63$ และค่า P-value = 0.003 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า Height มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา

- การวิเคราะห์ค่า Interaction ระหว่าง Knife กับค่า Height

ผลจากตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจุบัน Interaction ระหว่าง Knife กับค่า Height ซึ่งค่า F-ratio = 0.29 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,4,16} = 3.01$ และค่า P-value = 0.882 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า Interaction ระหว่าง Knife กับ Height ไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา



ภาพที่ 4.10 Main Effect plot ของ Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น



ภาพที่ 4.11 Interaction plot ของ Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น

ผลในภาพประกอบที่ 4.10 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.7 พบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อคะแนนของท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา คือ แบบของมีดกรีดยาง โดยคะแนนท่าทางการทำงานมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปลี่ยนจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้นแบบที่ 1 (มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม) ไปใช้มีดกรีดยางเบื้องต้นแบบที่ 2 (มีด Ergo-1) และมีดกรีดยางเบื้องต้นแบบที่ 3 (มีด Anti-CTS) และพบว่าระดับความสูงในการกรีดยางส่งผลให้ค่าคะแนนมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปลี่ยนจากการกรีดยางที่ความสูง 1 (ระดับสายตา) ไปกรีดยางที่ความสูง 3 (ระดับเอว) และความสูง 2 (ระดับหน้าอก) และผลจากภาพประกอบที่ 4.11 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.7 พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างแบบของมีดกรีดยางและระดับความสูงในการกรีดยางไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา

4.3.1.4 การวิเคราะห์คะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบเบื้องต้นที่ประเมินด้วยเทคนิค REBA ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.8 ภาพที่ 4.12 และภาพที่ 4.13

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Blocks	2	1.638	0.8189	0.57	0.575
Knife	2	3.564	1.7819	1.25	0.314
Height	2	20.184	10.0919	7.06	0.006
Knife*Height	4	2.754	0.6886	0.48	0.749
Error	16	22.881	1.4300		
Total	26	51.021			
Model Summary					
S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)		
1.19584	55.15%	27.13%	0.00%		

- การวิเคราะห์ Block

ผลจากตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจุบัน ซึ่งค่า F-ratio = 0.57 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,16} = 3.63$ และค่า P-value = 0.575 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า Block ไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย

- การวิเคราะห์ Knife

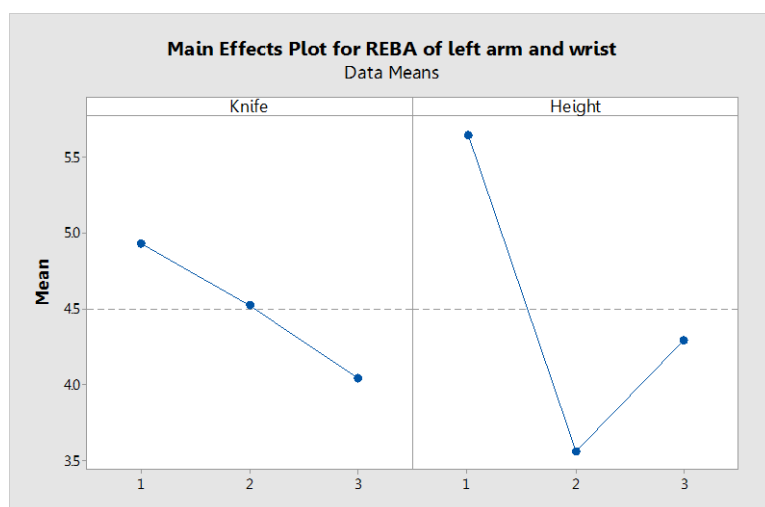
ผลจากตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจุบัน ซึ่งค่า F-ratio = 1.25 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,16} = 3.63$ และค่า P-value = 0.314 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า Knife ไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย

- การวิเคราะห์ Height

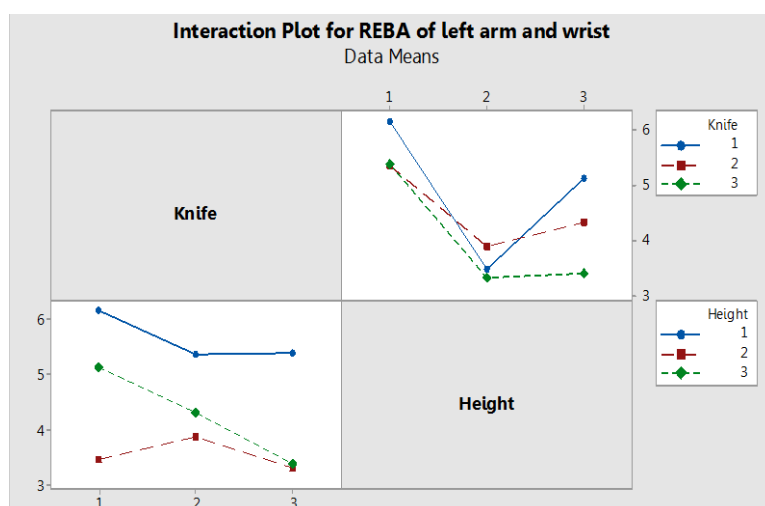
ผลจากตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจุบัน Height ซึ่งค่า F-ratio = 7.06 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,2,16} = 3.63$ และค่า P-value = 0.006 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า Height มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย

- การวิเคราะห์ค่า Interaction ระหว่าง Knife กับค่า Height

ผลจากตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจุบัน Interaction ระหว่าง Knife กับค่า Height ซึ่งค่า F-ratio = 0.48 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,4,16} = 3.01$ และค่า P-value = 0.749 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า Interaction ระหว่าง Knife กับ Height ไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย



ภาพที่ 4.12 Main Effect plot ของ Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น



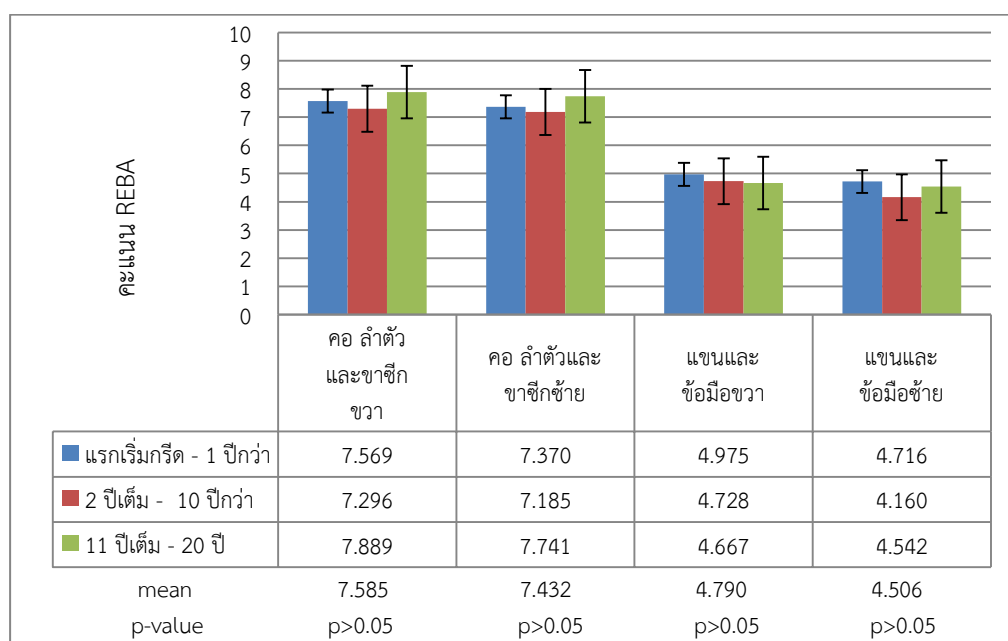
ภาพที่ 4.13 Interaction plot ของ Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น

ผลในภาพประกอบที่ 4.12 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.8 พบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย คือ ระดับความสูงในการกรีดยางโดยคะแนนมีแนวโน้มลดลงเปลี่ยนจากการกรีดยางที่ความสูง 1 (ระดับสายตา) ไปกรีดยางที่ความสูง 3 (ระดับเอว) และความสูง 2 (ระดับหน้าอก) และผลจากภาพประกอบที่ 4.13 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.8 พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างแบบของมีดกรีดยางและระดับความสูงในการกรีดยางไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนของแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย

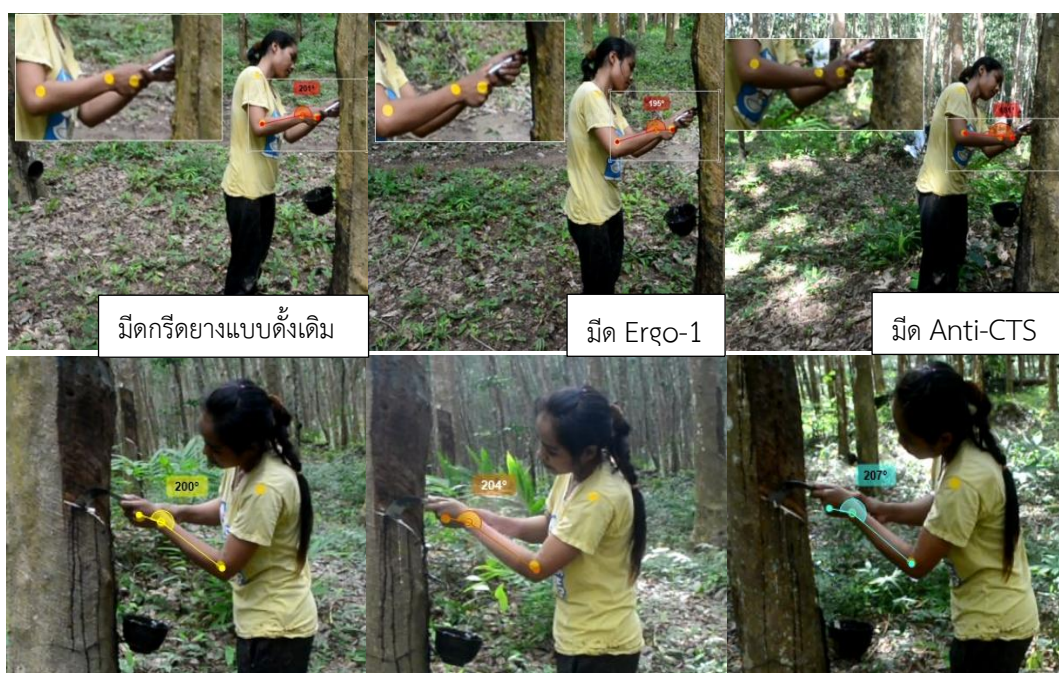
ผลจากการวิเคราะห์คะแนนท่าทางการทำงานของร่างกายในส่วนคอ ลำตัว ขาและในส่วนแขนและข้อมือจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น ซึ่งจากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยของท่าทางการทำงานที่ประเมินด้วยเทคนิค REBA พบว่าปัจจัยของอาสาสมัครที่มีประสบการณ์การทำงานในแต่ละช่วงที่ต่างกันไม่ส่งผลต่อค่าคะแนนท่าทางการทำงานของท่าทางการทำงาน โดยปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อ

ค่าคะแนนท่าทางการทำงาน คือ แบบของมิตกริตยปางเบื้องต้นและระดับความสูงในการกริตยปางซึ่งสามารถสรุปเป็นภาพรวมได้ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงของท่าทางการทำงานทำงานของอาสาสมัครแต่ละกลุ่มที่มีประสบการณ์ทำงานต่างกัน พบว่าท่าทางการทำงานกริตยปางของอาสาสมัครมีความเสี่ยงอยู่ในระดับที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ($p>0.05$) ดังภาพที่ 4.14 ซึ่งคะแนนโดยเฉลี่ยในส่วนคอ ลำตัว ขา และคะแนนเฉลี่ยในส่วนแขนและข้อมืออยู่ในระดับที่ 3 ของเทคนิค REBA แสดงว่าท่าทางการทำงานมีปัญหาอยู่ในระดับปานกลางต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ S. Meksawai, et al. 2011. [12] ที่ได้ทำการศึกษาประเมินระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของท่าทางการทำงานกริตยปางของอาสาสมัครผู้ประกอบอาชีพกริตยปางในอำเภอสวี จังหวัดชุมพร พบว่าท่าทางการทำงานกริตยปางในส่วนแขนและข้อมือมีความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ 3 ของเทคนิค RULA ซึ่งสามารถตีความได้ว่าท่าทางการทำงานกริตยปางมีความเสี่ยงอยู่ในระดับปานกลางต้องศึกษาเพิ่มเติมและต้องออกแบบงานใหม่ ผลที่ได้บ่งชี้ว่าท่าทางการทำงานกริตยปางของเกษตรกรในพื้นที่ต่างกันมีความคล้ายกันเนื่องจากอิทธิพลของค่านิยมในการทำงานแบบเดียวกัน เช่น การใช้อุปกรณ์มิตกริตยปางแบบเดียวกัน ช่วงระดับความสูงในการกริตยปางและลักษณะการกริตยปางน่ายาง อีกทั้งผลที่ได้จากการประเมินโดยแบบประเมินทางการยศาสตร์ด้วยเทคนิค REBA และเทคนิค RULA มีความเที่ยงตรงต่อการในการประเมินท่าทางการทำงานกริตยปาง และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนท่าทางการทำงานของร่างกายซีกขวาและซีกซ้าย พบว่าคะแนนท่าทางการทำงานกริตยปางของร่างกายซีกซ้ายมีค่าสูงกว่าคะแนนของร่างกายซีกขวา โดยเมื่อสังเกตท่าทางการทำงานกริตยปางที่แสดงในภาพที่ 4.15 พบว่าการกริตยปางมีการเอียงคอเอียงลำตัวไปทางซ้ายและย่อเข่าซ้าย ยกหัวไหล่และยกแขนขวาขึ้นอยู่ในระดับสูงกว่าหัวไหล่และแขนซ้าย เพื่อกกริตยปางจากด้านซ้ายวนต่ำลงมาด้านขวาจึงทำให้ผู้ประกอบอาชีพกริตยปางต้องปรับท่าทางการทำงานให้เหมาะสมกับอุปกรณ์และลักษณะสถานีงาน

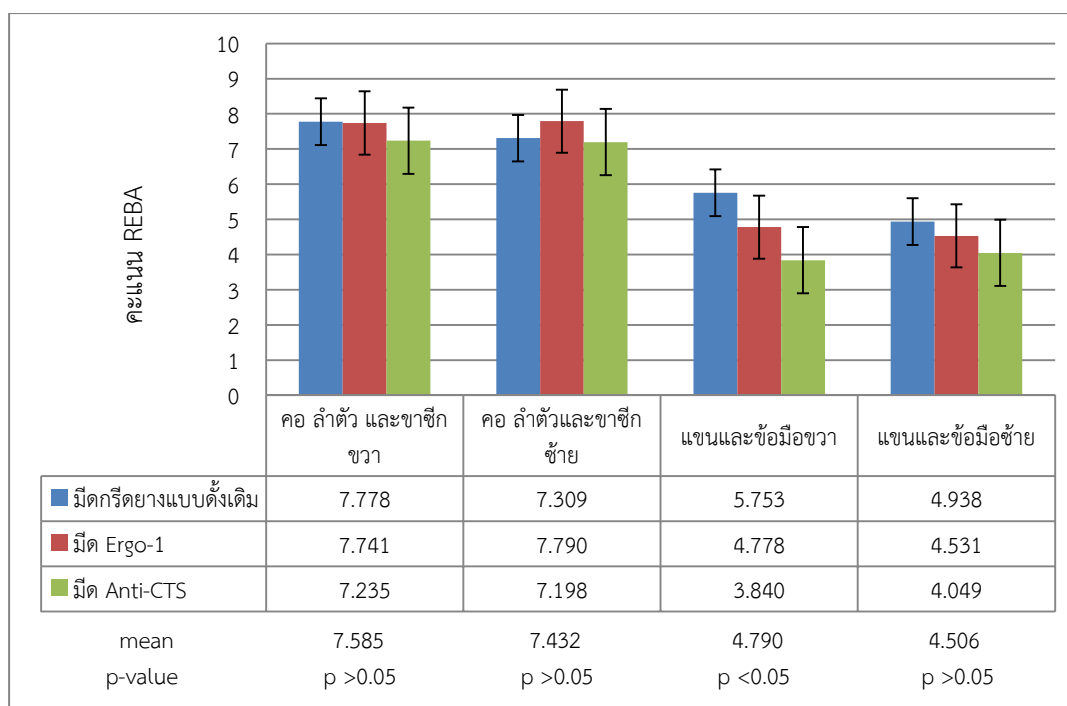


ภาพที่ 4.14 แผนภูมิแสดงระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานของอาสาสมัครที่มีประสบการณ์ทำงานอยู่ในช่วงต่างกัน



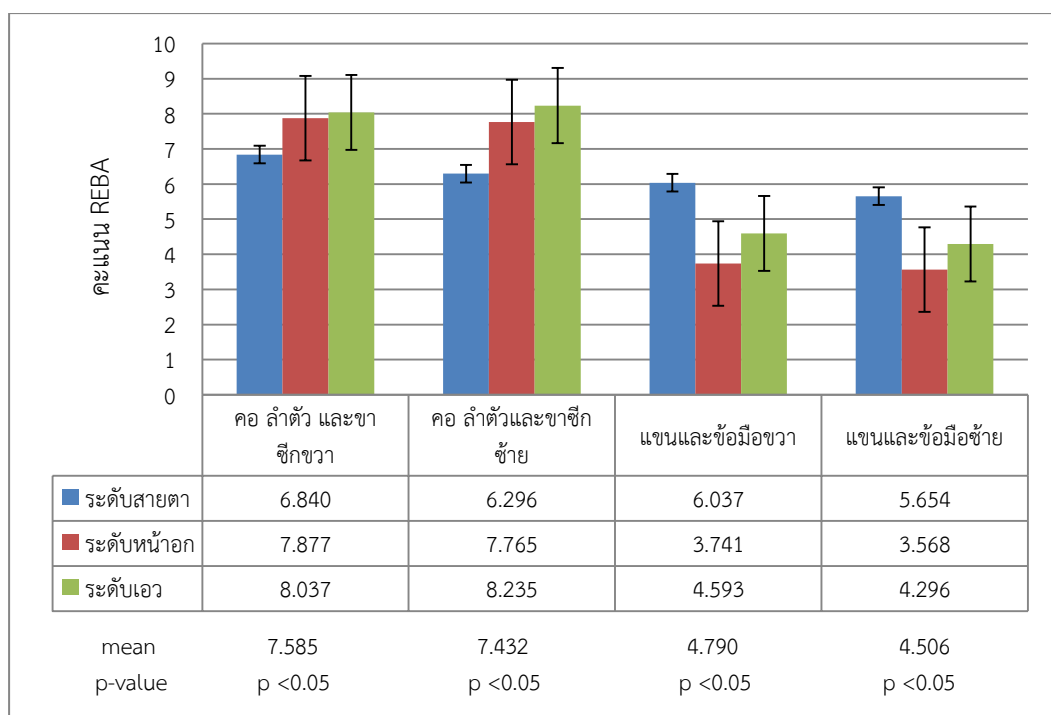
ภาพที่ 4.15 ท่าทางการทำงานกรีดยางจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น

ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงของท่าทางการทำงานกรีดยางของอาสาสมัครจากการใช้
งานมีดกรีดยางเบื้องต้นแต่ละแบบ พบว่าการกรีดยางโดยใช้มีดกรีดยางเบื้องต้นที่แตกต่างกันมีผลทำให้
ท่าทางการทำงานในส่วนคอ ลำตัวและขามีความเสี่ยงอยู่ในระดับที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ
($p > 0.05$) ดังแสดงในภาพที่ 4.16 ซึ่งคะแนนโดยเฉลี่ยในส่วนคอ ลำตัวและขาอยู่ในระดับที่ 3 ของ
เทคนิค REBA แสดงว่าท่าทางการทำงานมีปัญหาอยู่ในระดับปานกลางต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและ
ปรับปรุงการทำงาน และเมื่อสังเกตท่าทางการทำงานจากภาพที่ 4.15 ที่ผ่านมา พบว่าท่าทางการ
เอียงคอ การก้มลำตัว และท่าการยืนจากการใช้มีดกรีดยางแบบที่ต่างกันมีความแตกต่างกันน้อย
มาก เมื่อพิจารณาท่าทางในส่วนแขนและข้อมือพบว่าท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือขา
มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 3 ของเทคนิค REBA ซึ่งแสดง
ว่าท่าทางการทำงานมีปัญหาอยู่ในระดับปานกลางต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการทำงาน
และในส่วนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือซ้ายมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ($p > 0.05$)
โดยการใช้มีดกรีดยางแบบดั้งเดิมและมีด Ergo-1 มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 3 ของเทคนิค REBA ซึ่ง
แสดงว่าท่าทางการทำงานมีปัญหาอยู่ในระดับปานกลางต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการทำงาน
ส่วนการใช้มีด Anti-CTS มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 2 ของเทคนิค REBA ซึ่งแสดงว่าท่าทางการทำงานมี
ปัญหาอยู่ระดับน้อยอาจจะต้องมีการปรับปรุงการงาน



ภาพที่ 4.16 แผนภูมิแสดงคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางที่มีผลมาจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น

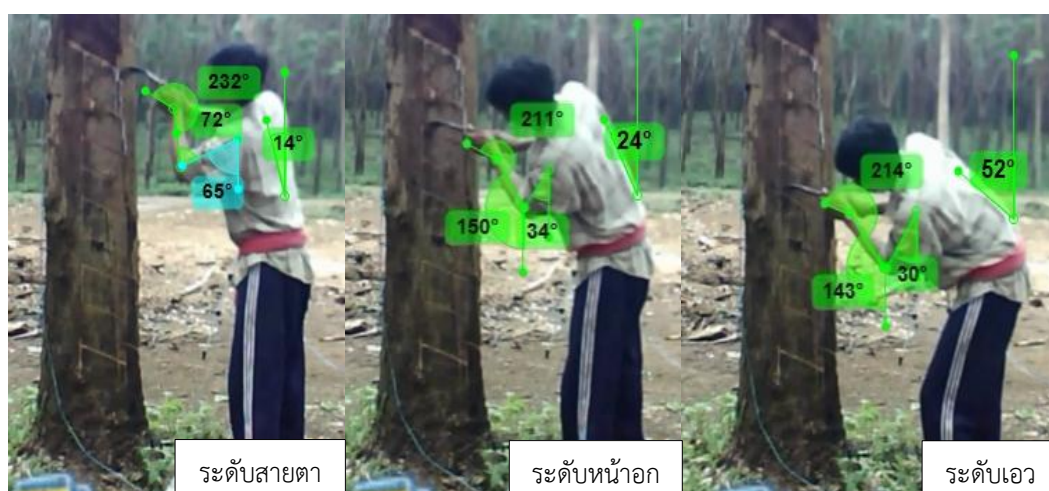
ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงของท่าทางการทำงานของอาสาสมัครที่กรีดยางในระดับความสูงแตกต่างกัน พบว่าการกรีดยางที่ความสูงระดับต่างกันมีผลทำให้ท่าทางการทำงานในส่วนคอ ลำตัว ขา และท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือมีความเสี่ยงอยู่ในระดับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังภาพที่ 4.17 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยในส่วนคอ ลำตัว และขาขณะที่กรีดยางที่ความสูงระดับสายตาและระดับหน้าอกมีค่าอยู่ที่ระดับ 2 ของเทคนิค REBA เมื่อเปลี่ยนไปกรีดยางที่ระดับเอวทำให้คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 3 ของเทคนิค REBA แสดงว่าการกรีดยางที่ระดับสายตาที่ระดับหน้าอกมีปัญหาในระดับปานกลางต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการทำงานและการกรีดยางที่ระดับเอวมีปัญหาในระดับมากต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการทำงาน เมื่อพิจารณาท่าทางในส่วนแขนและข้อมือพบว่าการกรีดยางที่ความสูงระดับสายตาที่ระดับเอวมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 3 ของเทคนิค REBA และการกรีดยางที่ระดับหน้าอกมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 2 ของเทคนิค REBA แสดงว่าการกรีดยางในระดับสายตาและระดับเอวทำให้ท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือมีปัญหาในระดับปานกลางต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการทำงาน และการกรีดยางที่ระดับสายตาที่มีปัญหาระดับน้อยอาจจะต้องมีการปรับปรุงงาน เมื่อสังเกตท่าทางการทำงานกรีดยางที่แสดงในภาพที่ 4.18 และภาพที่ 4.19 พบว่าการกรีดยางที่ความสูงระดับสายตาทำให้ท่าทางการทำงานมีการเอียงคอ ก้มลำตัว และไม่มีการงอขาแต่มีการยกแขนสูงทำให้ต้องงอข้อมือมาก และเมื่อเปลี่ยนมากรีดยางที่ความสูงระดับหน้าอกทำให้ต้องมีการเอียงคอ ก้มลำตัวและไม่มีการงอขาและไม่ต้องมีการยกแขนสูงและงอข้อมือมาก เมื่อเปลี่ยนมากรีดยางที่ระดับเอวทำให้ต้องมีการเอียงคอ ก้มลำตัวและงอขามากกว่ากรีดยางที่ระดับอื่น แต่ไม่มีการยกแขนและงอข้อมือมาก ซึ่งท่าทางการทำงานที่กล่าวมานี้สมควรต้องได้รับการปรับปรุงงานเพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูก



ภาพที่ 4.17 แผนภูมิแสดงคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในช่วงระดับสายตาถึงระดับเอว

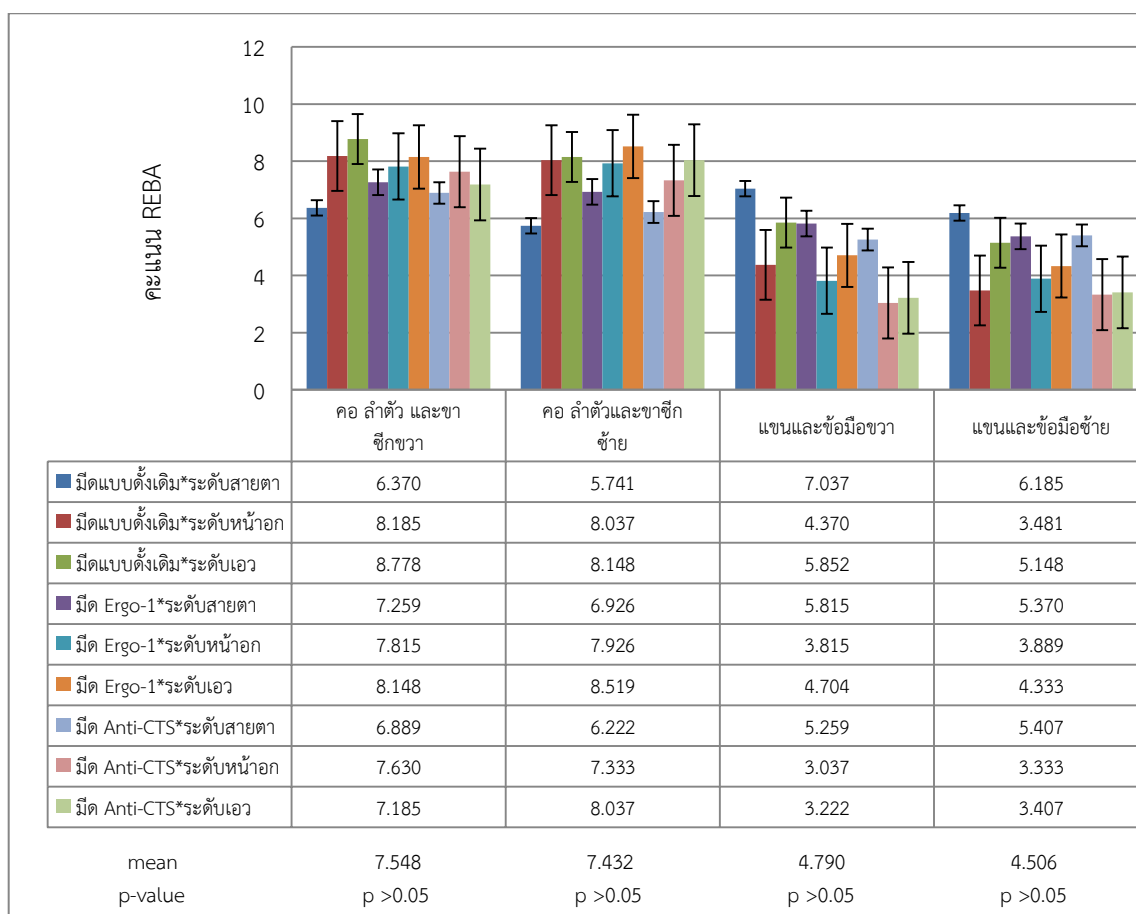


ภาพที่ 4.18 ท่าทางการกรีดยางด้านบนที่ความสูงในช่วงระดับสายตาถึงระดับเอว



ภาพที่ 4.19 ท่าทางการทำงานกรีดยางด้านข้างที่ความสูงในช่วงระดับสายตาถึงระดับเอว

ผลการวิเคราะห์ท่าทางการทำงานของอาสาสมัครจากการวิเคราะห์ท่าทางการทำงานกรีดยางที่มีผลมาจากปัจจัยร่วมระหว่างการใช้มีดกรีดยางเบื้องต้นกับการกรีดยางในช่วงความสูงระดับสายตาถึงระดับเอว ดังที่แสดงในภาพที่ 4.20 พบว่าแนวโน้มระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานกรีดยางของปัจจัยร่วมมีความแตกต่างจากผลของปัจจัยหลักอย่างไม่มีนัยสำคัญ($p>0.05$) ซึ่งคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนของคอ ลำตัวและขามีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงระดับ 3 ถึงระดับ 4 ของเทคนิค REBA แสดงว่าท่าทางการทำงานมีปัญหาที่ระดับปานกลางถึงระดับมากต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการทำงาน ส่วนในท่าทางการทำงานส่วนแขนและข้อมือมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงระดับ 2 ถึงระดับ 3 ของเทคนิค REBA แสดงว่าท่าทางการทำงานมีปัญหาที่ระดับน้อยถึงระดับปานกลางต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการทำงาน ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ S. Meksawai, et al. 2011 [12] ที่พบว่าระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ของท่าทางการทำงานกรีดยางของอาสาสมัครผู้ประกอบอาชีพกรีดยางในเขตพื้นที่อำเภอสวี จังหวัดชุมพร ที่ประเมินด้วยเทคนิค RULA จากเงื่อนไขการทำงานกรีดยางโดยใช้มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม และระดับความสูงในช่วงระดับสายตาถึงระดับเข่า ส่งผลให้ท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งต้องทำการศึกษางานเพิ่มเติมและต้องปรับปรุงงาน ผลที่ได้บ่งชี้ว่าปัจจัยของพื้นที่การทำงานที่ต่างกันไม่ส่งผลให้พฤติกรรมการทำงานกรีดยางในผู้ประกอบอาชีพกรีดยางมีความแตกต่างกัน



ภาพที่ 4.20 แผนภูมิแสดงคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางที่มีผลมาจากปัจจัยร่วมระหว่างการใช้มีดกรีดยางเบื้องต้นกับระดับความสูงในการทำงานกรีดยาง

ผลการทดลองที่กล่าวไว้ในข้างต้นยังพบว่าอาสาสมัครมีท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือขณะทำงานกรีดยางที่แตกต่างกันอยู่ 2 ท่า ดังแสดงในภาพที่ 4.21 และภาพที่ 4.22 โดยท่าทางทั้งสองนั้นมีความแตกต่างกันในลักษณะการจับด้ามมีด ซึ่งท่าทางการจับด้ามมีดในภาพที่ 4.21 ส่งผลให้ข้อมือขวาอยู่ในลักษณะงอท่ามุ่มกับแขนท่อนล่างหรือเรียกว่าท่าหลังมืองอ (Flexion-Extension) และข้อมือซ้ายอยู่ในลักษณะตรงกับแขนท่อนล่าง ส่วนท่าทางการจับด้ามมีดในภาพที่ 4.22 ข้อมือขวาอยู่ในลักษณะตรงกับแขนท่อนล่างและข้อมือซ้ายอยู่ในลักษณะงอท่ามุ่มกับแขนท่อนล่างหรือเรียกว่าท่าหลังมืองอ (Flexor-Extensor) โดยในสภาพการทำงานจริงพบว่าท่าทางทั้ง 2 ท่าที่กล่าวมาได้มีการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องตามจังหวะของการกระตุกข้อมือ ซึ่งคล้ายกับท่าทางการเคลื่อนไหวข้อมือเพื่อปลุกดอก ที่เป็นสาเหตุให้เกิดอุณหภูมิสูงขึ้นในอุโมงค์ข้อมือมากพอที่จะส่งผลให้เกิดการอักเสบของเส้นเอ็นในอุโมงค์ข้อมือทำให้เกิดผังผืดขึ้นมารัดเส้นเอ็นส่งผลให้เกิดเป็นโรคอุโมงค์ข้อมืออักเสบ (carpal tunnel syndrome) [66]



ภาพที่ 4.21 ท่าทางการทำงานกรีดยางที่ข้อมือขวา งอและข้อมือซ้ายตรง



ภาพที่ 4.22 ท่าทางการทำงานกรีดยางที่ข้อมือขวาตรงและข้อมือซ้ายงอ

ผลการพิจารณาระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานกรีดยางเบื้องต้นที่พบว่ามิต Anti-CTS ส่งผลให้ท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือมีปัญหาอยู่ในระดับน้อย จึงทำการพิจารณาค่ามุมงอของข้อมือของอาสาสมัครจำนวน 9 คน ที่ใช้งานมิต Anti-CTS เมื่อพิจารณาขนาดมุมของข้อมือจากภาพถ่ายวีดิทัศน์จากด้านบน พบว่าข้อมือที่อยู่ในท่า Flexion-Extension มีการทำมุมกับแขนท่อนล่างโดยเฉลี่ย 14.67 องศา และข้อมือซ้ายทำมุมกับแขนท่อนล่างโดยเฉลี่ย 37.22 องศา ซึ่งผลงานวิจัยของ Jang, H. 2002 [66] พบว่าการทำงานที่ส่งผลให้ลักษณะของข้อมืออยู่ในท่า Flexion-Extension ทำมุมกับแขนท่อนล่างมากกว่า 30 องศา อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานเป็นสาเหตุในการเกิดโรคอุโมงค์ข้อมืออักเสบ(carpal tunnel syndrome) และพิจารณาจากทางด้านข้างของข้อมือทั้งด้านซ้ายและด้านขวาพบว่าข้อมือขวาอยู่ในท่า Ulnar-deviation มีการทำมุมกับแขนท่อนล่างโดยเฉลี่ย 13.78 องศา และข้อมือซ้ายทำมุมกับแขนท่อนล่างโดยเฉลี่ย 24.11 องศา ซึ่งผลงานวิจัยของ M. F. Donoghue, et al. 2012 [67] พบว่าการทำงานที่มีการงอข้อมืออยู่ในท่า Ulnar-deviation ทำมุมกับแขนส่วนล่างมากกว่า 15 องศา ส่งผลให้เกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกในส่วนแขนและข้อมือ โดยจากผลของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องชี้ให้เห็นว่าท่าทางการทำงานกรีดยางจากการใช้งานมิตกรีดยางเบื้องต้นชนิดมิต Anti-CTS ที่ส่งผลให้ท่าทางการทำงานกรีดยางมีใน ส่วนแขนและข้อมือซ้ายมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกน้อยที่สุดจากการประเมินด้วยเทคนิค REBA ยังมีข้อบกพร่องที่ส่งผลให้ค่ามุมงอของข้อมือซ้ายอยู่ในระดับที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูก เช่น โรคอุโมงค์ข้อมืออักเสบ(carpal tunnel syndrome) ซึ่งผลการวัดค่ามุมองศาข้อมือในท่า Flexion-Extension และท่า Ulnar-deviation แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยมุมข้อมือที่อยู่ในท่า Flexor-Extensor และท่า Ulnar-deviation จากวิเคราะห์การทำงานกรีดยางของอาสาสมัคร

อาสาสมัครคนที่	ท่า Flexor - Extensor		ท่า Ulnar deviation	
	ด้านขวา	ด้านซ้าย	ด้านขวา	ด้านซ้าย
1	11	87	29	42
2	21	43	36	1
3	22	19	17	28
4	1	48	-29	10
5	22	30	12	40
6	19	23	15	42
7	19	40	34	23
8	9	22	32	22
9	8	23	-13	9
ค่าเฉลี่ย	14.67	37.22	13.78	24.11
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	7.16	20.15	21.13	14.43

4.3.2 การวิเคราะห์ค่าระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมิดกรีตยงเบื้องต้น

การวิเคราะห์ค่าระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมิดกรีตยงเบื้องต้นจำนวน 3 ชุด ที่มีความแตกต่างกัน คือ มิดกรีตยงแบบดั้งเดิม(มิดเจ๊ะบง) มิด Ergo-1 และมิด Anti-CTS ในอาสาสมัครจำนวน 27 คน โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลความพึงพอใจที่ประกอบด้วยคำถามทั้งหมด 5 ข้อ โดยตัวอย่างแบบสอบถามชุดที่ 3 แสดงในภาคผนวก ค ทั้งนี้จากการเก็บข้อมูลได้มีการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานมิดกรีตยงจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ซึ่งผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.10 และตารางที่ ซ-1 ในภาคผนวก ซ

ตารางที่ 4.10 ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมิดกรีตยงเบื้องต้น

รายการ	ระดับความพึงพอใจ	มิดกรีตยงแบบดั้งเดิม	มิด Ergo-1	มิด Anti-CTS
1.ความพึงพอใจเมื่อได้เห็นและสัมผัสก่อนทดลองใช้งาน	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	3.07	2.85	2.93
	แปลผล	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง
2. รูปร่างและขนาดด้ามมิดสามารถจับได้ถนัดมือ	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	2.52	3.26	3.29
	แปลผล	ปานกลาง	มาก	มาก
3.รูปทรงตัวมิดมีความเหมาะสมกับด้ามมิด	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	2.74	3.81	3.96
	แปลผล	ปานกลาง	มาก	มาก
4.การเลือกใช้วัสดุในการจัดทำอุปกรณ์มีความเหมาะสม	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	2.48	2.04	2.07
	แปลผล	น้อย	น้อย	น้อย
5.มีความรู้สึกปลอดภัยขณะใช้งาน	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	1.74	3.63	3.96
	แปลผล	น้อย	มาก	มาก

ผลความพึงพอใจเมื่อได้เห็นและสัมผัสก่อนทดลองใช้งาน พบว่าอาสาสมัครมีระดับความพึงพอใจมิดกรีตยงแบบดั้งเดิม ในระดับมากและมีความพึงพอใจต่อมิด Ergo-1 และมิด Anti-CTS อยู่ในระดับปานกลางเท่ากัน เนื่องจากผู้ใช้งานยังคงมีความยึดติดอยู่กับรูปทรงและเชื่อมั่นในประสิทธิภาพการใช้งานมิดกรีตยงแบบดั้งเดิมที่ใช้งานอยู่ในชีวิตประจำวันแต่ยังไม่ได้ลองใช้งานมิด Ergo-1 และมิด Anti-CTS ที่มีลักษณะด้ามมิดแตกต่างจากมิดกรีตยงแบบดั้งเดิม จึงทำให้อาสาสมัครยังคงมีความพึงพอใจกับมิดกรีตยงที่คุ้นเคยมากกว่า

ผลความพึงพอใจในด้านรูปร่างและขนาดของด้ามมิดสามารถจับได้ถนัดมือ พบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อด้ามของมิด Ergo-1 และด้ามของมิด Anti-CTS อยู่ในระดับมากเพราะด้ามของมิด Ergo-1 และด้ามของมิด Anti-CTS มีการออกแบบให้มีลักษณะรูปทรงโค้งงอสามารถจับกำได้แน่นโดยไม่ต้องบิดข้อมือมากและป้องกันการหลุดมือขณะใช้งาน และพบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อด้าม

มีดกรีดยางแบบดั้งเดิมอยู่ในระดับปานกลาง เพราะด้ามมีดมีลักษณะตรงทำให้ต้องบิดข้อมือมากเพื่อให้สามารถจับกำด้ามมีดได้ไม่ถนัด และอาสาสมัครได้ให้คำแนะนำว่าควรออกแบบให้ด้ามมีดมีขนาดเส้นรอบวงที่ใหญ่กว่าเดิมจะส่งผลให้สามารถจับกำได้ถนัดยิ่งขึ้นและสามารถป้องกันการลื่นหลุดมือได้ในขณะที่ใช้งาน

ผลความพึงพอใจด้านรูปทรงตัวมีดมีความเหมาะสมกับด้ามมีดพบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อมีด Ergo-1 และมีด Anti-CTS อยู่ในระดับมากเพราะมีดกรีดยางมีด Ergo-1 และมีด Anti-CTS มีช่วงห่างระหว่างคมมีดกับมุมงอของด้ามมีดอยู่ในตำแหน่งไม่กว้างและไม่แคบเกินไป จึงส่งผลให้จุดศูนย์ถ่วงของด้ามมีดอยู่บริเวณตรงกลางระหว่างตัวมีดกับด้าม ทำให้ตำแหน่งมือจับอยู่ในระยะที่เหมาะสมรู้สึกสมดุลและไม่เกิดการกีดขวางพื้นที่บนหน้ายางที่ต้องใช้สายตามองขณะกรีดยาง อีกทั้งยังสามารถบังคับคมมีดให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการได้ง่ายโดยไม่ต้องออกแรงมากโดยที่ท่าทางของข้อมืออยู่ในลักษณะตรงไม่บิดงอทำให้รู้สึกเมื่อยล้าน้อยในขณะที่ใช้งาน ซึ่งตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4.23 และพบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมอยู่ที่ระดับปานกลาง เพราะไม่มีจุดกำหนดระยะห่างระหว่างคมมีดและการจับกำด้ามมีดกับไว้แน่นอนสามารถเปลี่ยนแปลงตำแหน่งได้ตลอดเวลาทำให้การออกแรงไม่คงที่ในการบังคับให้คมมีดอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการจึงทำให้เกิดความเมื่อยล้ามากกว่าการใช้มีด Ergo-1 และมีด Anti-CTS



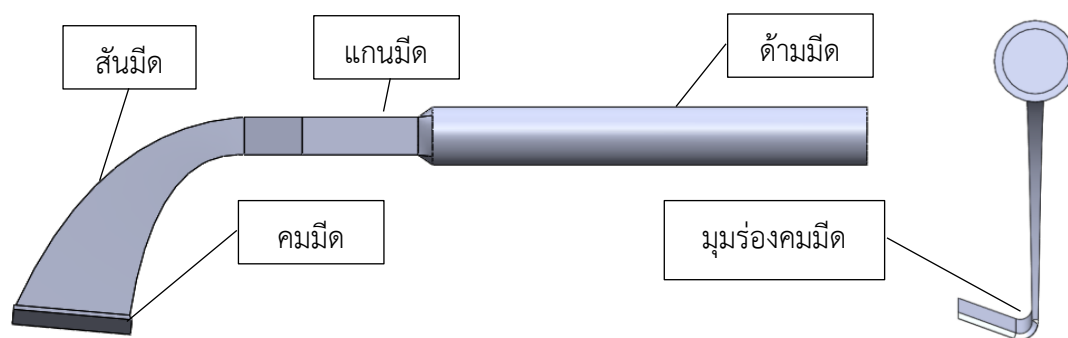
ภาพที่ 4.23 ท่าทางการจับด้ามมีดกรีดยางเบื้องต้น : มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม (ซ้าย) มีด Ergo-1 (กลาง) และมีด Anti-CTS (ขวา)

ผลความพึงพอใจในการเลือกใช้วัสดุ พบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อมีดกรีดยางเบื้องต้นทั้ง 3 ชุดอยู่ในระดับน้อยเท่ากันเนื่องจากมีดแต่ละชุดมีการผลิตมาจากเหล็กกล้าคาร์บอนเหมือนกันทำให้ความคมของคมมีดอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน แต่ในส่วนด้ามไม่มีความเหมาะสมต่อการใช้วัสดุเป็นเหล็ก เพราะผิวมีลักษณะเรียบเสี่ยงต่อการลื่นทำให้ลื่นหลุดมือได้เมื่อด้ามเปียก

ผลความพึงพอใจในความรู้สึกปลอดภัยขณะใช้งานพบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อการใช้งานมีด Ergo-1 และมีด Anti-CTS อยู่ในระดับมากเท่ากันและมีความพึงพอใจต่อมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมในระดับน้อย เพราะรูปทรงของมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมไม่มีการออกแบบในส่วนด้ามที่สามารถลดท่าทางข้อมืองอและไม่ป้องกันการโดนคมมีดบาดจากการลื่นหลุดมือ ทำให้อาสาสมัครมีความกังวลต่อการบาดเจ็บจากการใช้งานมากกว่าการใช้มีด Ergo-1 และมีด Anti-CTS ที่ออกแบบด้ามให้มีส่วนโค้งงอสามารถจับกำได้ถนัดทำให้ข้อมืองอน้อยลงและมีความเสี่ยงต่อการโดนคมมีดบาดจากการลื่นหลุดมือน้อยกว่าการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม

4.4 การศึกษาลักษณะอุปกรณ์มีดกรีดยางเบื้องต้น

มีดกรีดยางที่ใช้กันในปัจจุบันอย่างแพร่หลายมากที่สุด คือ มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม หรือเรียกว่า “มีดเจ๊ะบง” และยังมีการคิดค้นงานวิจัยพัฒนา มีดกรีดยางที่สามารถลดท่าทางการทำงาน กรีดยางที่มีความเสี่ยงในการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกในส่วนมือและแขน ซึ่ง มีดกรีดยางที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ส่วนใหญ่พัฒนามาจากพื้นฐานของมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม โดยมีการดัดแปลงเฉพาะในส่วนของ ด้ามให้มีลักษณะที่โค้งงอทำมุมกับตัวมีดเพื่อให้ท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนมือและแขนอยู่ใน ลักษณะตรง ส่วนวัสดุที่ใช้ในทำยังคงเป็นเหล็กทั้งในส่วนของตัวมีดและด้ามมีดซึ่งตัวมีดมีลักษณะแบน โค้งและมีคมตรงส่วนของร่องมีดหรือเรียกว่าคลองมีด และคมมีดที่อยู่เหนือร่องมีดหรือเรียกว่า “พุงมีด” ส่วนของด้ามมีดยังคงใช้เหล็กกลม ซึ่งลักษณะและส่วนประกอบของมีดกรีดยางแสดงดังภาพที่ 4.24 และรายละเอียดของมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมและมีดกรีดยางที่มีการพัฒนาขึ้นมาจากงานวิจัยอื่นที่มีการ เผยแพร่แล้วแสดงดังตารางที่ 4.11



ภาพที่ 4.24 ส่วนประกอบของมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ๊ะบง)

ตารางที่ 4.24 รายละเอียดของมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมและมีดกรีดยางจากงานวิจัยอื่นที่มีการ เผยแพร่แล้ว

อุปกรณ์มีดกรีดยาง	คำอธิบายอุปกรณ์
1) มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ๊ะบง)  	<u>ตัวมีด</u> - วัสดุ เหล็ก - รูปร่าง รูปร่างแบนโค้งและมีการหักทำมุมที่คมมีด - ความยาวของสันมีด 80 มิลลิเมตร - ความยาวของแกนมีด 70 มิลลิเมตร - ความยาวของใบมีด 40 มิลลิเมตร - ความหนาบริเวณคมมีด 1.5 มิลลิเมตร - ความหนาบริเวณแกนมีด 13 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.24 รายละเอียดของมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมและมีดกรีดยางจากงานวิจัยอื่นที่มีการเผยแพร่แล้ว (ต่อ)

อุปกรณ์มีดกรีดยาง	คำอธิบายอุปกรณ์
<p>1) มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเง้ะบง)</p> 	<p>คำอธิบายอุปกรณ์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ความหนาบริเวณสันมีด 5 มิลลิเมตร - ความสูงของสันมีด 75 มิลลิเมตร - มุมร่องมีด 70 องศา - มุมระหว่างร่องมีดกับด้ามมีด 15 องศา <p><u>ด้ามมีด</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - วัสดุ เหล็ก - รูปร่าง รูปร่างกลมตรงและตรงกลางด้ามกลวง - ความกว้าง 20 มิลลิเมตร - ความยาว 160 มิลลิเมตร
<p>2) มีด Ergo-1</p> 	<p><u>ด้ามมีด</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - วัสดุ เหล็ก - รูปร่าง รูปร่างแบนโค้งและมีการหักทำมุมที่คมมีด - ความยาวของสันมีด 80 มิลลิเมตร - ความยาวของแกนมีด 70 มิลลิเมตร - ความยาวของใบมีด 40 มิลลิเมตร - ความหนาบริเวณคมมีด 1.5 มิลลิเมตร - ความหนาบริเวณแกนมีด 13 มิลลิเมตร - ความหนาบริเวณสันมีด 5 มิลลิเมตร - ความสูงของสันมีด 75 มิลลิเมตร - มุมร่องมีด 70 องศา - มุมระหว่างร่องมีดกับด้ามมีด 15 องศา <p><u>ด้ามมีด</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - วัสดุ เหล็ก - รูปร่าง รูปร่างกลมโค้งทำมุม 25 องศา กับแนวตั้งและตรงกลางด้ามกลวง - ความกว้าง 20 มิลลิเมตร - ความยาว 160 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.24 รายละเอียดของมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมและมีดกรีดยางจากงานวิจัยอื่นที่มีการเผยแพร่แล้ว (ต่อ)

อุปกรณ์มีดกรีดยาง	คำอธิบายอุปกรณ์
<p>3) มีด Anti-CTS</p> 	<p><u>ตัวมีด</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - วัสดุ เหล็ก - รูปร่าง รูปร่างแบนโค้งและมีการหักทำมุมที่คมมีด - ความยาวของสันมีด 80 มิลลิเมตร - ความยาวของแกนมีด 70 มิลลิเมตร - ความยาวของใบมีด 40 มิลลิเมตร - ความหนาบริเวณคมมีด 1.5 มิลลิเมตร - ความหนาบริเวณแกนมีด 13 มิลลิเมตร - ความหนาบริเวณสันมีด 5 มิลลิเมตร - ความสูงของสันมีด 75 มิลลิเมตร - มุมร่องมีด 70 องศา - มุมระหว่างร่องมีดกับด้ามมีด 15 องศา <p><u>ด้ามมีด</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - วัสดุ เหล็ก - รูปร่าง รูปร่างกลมโค้งทำมุม 30 องศา กับแนวราบและทำมุม 15 องศา กับแนวตั้งและตรงกลางด้ามกลาง - ความกว้าง 20 มิลลิเมตร - ความยาว 200 มิลลิเมตร

4.5 การออกแบบมีดกรีดยางต้นแบบที่มีความแตกต่างกัน

อุปกรณ์มีดกรีดยางพาราต้นแบบประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนของตัวมีดกรีดยางและ ส่วนของด้ามมีดกรีดยาง โดยในส่วนของตัวมีดกรีดยางออกแบบไว้จำนวน 3 แบบ ที่มีความแตกต่างกันในด้านรูปทรงของตัวมีดและในส่วนของด้ามมีดกรีดยางได้มีการออกแบบไว้จำนวน 2 แบบ มีความแตกต่างกันในส่วนของรูปทรงของพื้นที่หน้าตัดของด้ามมีด แล้วนำส่วนที่เป็นตัวมีดกับส่วนที่เป็นด้ามมีดมาประกอบเข้าด้วยกันรวมเป็นมีดกรีดยางต้นแบบที่มีความแตกต่างกันจำนวนทั้งสิ้น 6 ชุด ซึ่งผลการออกแบบมีดกรีดยางต้นแบบสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

4.5.1 แบบตัวมีดมีดกรีดยางต้นแบบ

ผลที่ได้จากการออกแบบส่วนของตัวมีดกรีดยางทั้ง 2 และตัวมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมอีก 1 แบบ ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4.25 ภาพที่ 4.26 และภาพที่ 4.27 โดยในการออกแบบมีการให้ความสำคัญในเรื่องการลดการบาดเจ็บสะสมอันเนื่องมาจากการออกแรงกล้ามเนื้อแขนมากและการบาดเจ็บที่จากการโดนคมมีดบริเวณสันมีดด้านในบาดนิ้วมือในตำแหน่งที่ 37 ซึ่งรูปทรงของตัวมีดกรีดยางต้นแบบมีรายละเอียดของแต่ละแบบที่ต่างกันออกไปที่สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1

- วัสดุ เหล็ก

- รูปร่าง รูปร่างแบนโค้ง มีหยักในส่วนของสันมีดและมีการหักทำมุมที่คมมีด โดยมีการอ้างอิงจากงานวิจัยการออกแบบส่วนประกอบของแบบมีดที่ใช้ในงานตัดเฉือน [36] และไม่มีส่วนคมที่สันมีดเพื่อป้องกันการบาดเจ็บจากการโดนคมมีดบาดบริเวณนิ้วมือในตำแหน่งที่ 37

- ความยาวของใบมีด 40 มิลลิเมตร อ้างอิงจากการถอดแบบในส่วนของใบมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมที่มีความเหมาะสมกับขนาดของต้นยางที่มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นประมาณ 800 มิลลิเมตร และผู้ใช้งานมีความพึงพอใจมากที่สุด

- ความหนาบริเวณคมมีด 1.5 มิลลิเมตร อ้างอิงจากการถอดแบบในส่วนของคมมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม และคำแนะนำของผู้มีประสบการณ์ในการใช้งานมีดกรีดยางในเรื่องความหนาของคมมีดเหมาะสมกับการลับให้มีความคมและทนทานต่อสภาพการใช้งาน

- ความหนาบริเวณสันมีด 5 มิลลิเมตร อ้างอิงจากการถอดแบบในส่วนของแกนมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม และความเหมาะสมกับลักษณะของการยึดต่อระหว่างใบมีดและด้ามมีด

- ความหนาบริเวณแกนมีด 13 มิลลิเมตร อ้างอิงจากการถอดแบบในส่วนของแกนมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม และความเหมาะสมกับลักษณะของการยึดต่อระหว่างใบมีดและด้ามมีด

- ความยาวของสันมีด 28.20 มิลลิเมตร

- ความยาวของแกนมีด 145 มิลลิเมตร

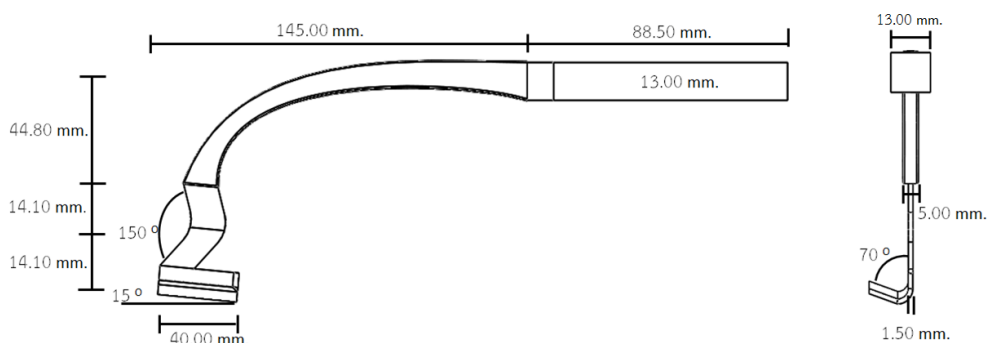
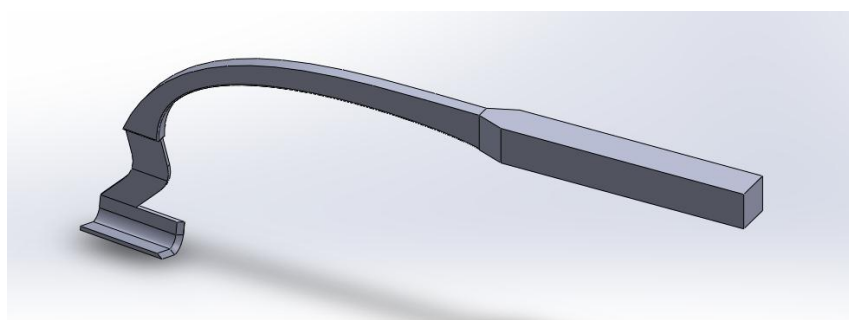
- ความสูงของสันมีด 75 มิลลิเมตร

} จากการคำนวณค่าที่เหมาะสมระหว่างมุมหยักของสันมีด ความยาวของแกนมีด และความสูงของสันมีด เพื่อให้มีขนาดอยู่ในขอบเขตเท่ากับความยาวของมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม ดังภาพที่ 4.21

- มุมร่องมีด 70 องศา อ้างอิงจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร [2]

- มุมหยักที่สันมีด ทำมุมระหว่างกัน 150 องศา อ้างอิงจากงานวิจัยการออกแบบส่วนประกอบของแบบมีดที่ใช้ในงานตัดเฉือน [36]

- มุมระหว่างร่องมีดกับด้ามมีด 15 องศา อ้างอิงจากการถอดแบบมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมที่มีความเหมาะสมกับความเอียงของหน้ายางที่กรีดทำมุม 30-35 องศา และผู้ใช้งานมีความพึงพอใจมากที่สุด



ภาพที่ 4.25 ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1

2) ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2

- วัสดุ เหล็ก

- รูปร่าง รูปร่างแบนโค้ง มีหยักในส่วนของสันมีดและมีการหักทำมุมที่คมมีด โดยมีการอ้างอิงจากงานวิจัยการออกแบบมีดที่มีความเหมาะสมสำหรับการใช้ในงานตัดเฉือน [39] และไม่มีส่วนคมที่สันมีดเพื่อป้องกันการบาดเจ็บจากการโดนคมมีดบาดบริเวณนิ้วมือในตำแหน่งที่ 37

- ความยาวของใบมีด 40 มิลลิเมตร อ้างอิงจากการถอดแบบในส่วนของใบมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมที่มีความเหมาะสมกับขนาดของต้นยางที่มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นประมาณ 800 มิลลิเมตร และผู้ใช้งานมีความพึงพอใจมากที่สุด

- ความหนาบริเวณคมมีด 1.5 มิลลิเมตร อ้างอิงจากการถอดแบบในส่วนของคมมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม และคำแนะนำของผู้มีประสบการณ์ในการใช้งานมีดกรีดยางในเรื่องความหนาของคมมีดเหมาะสมกับการลับให้มีความคมและทนทานต่อสภาพการใช้งาน

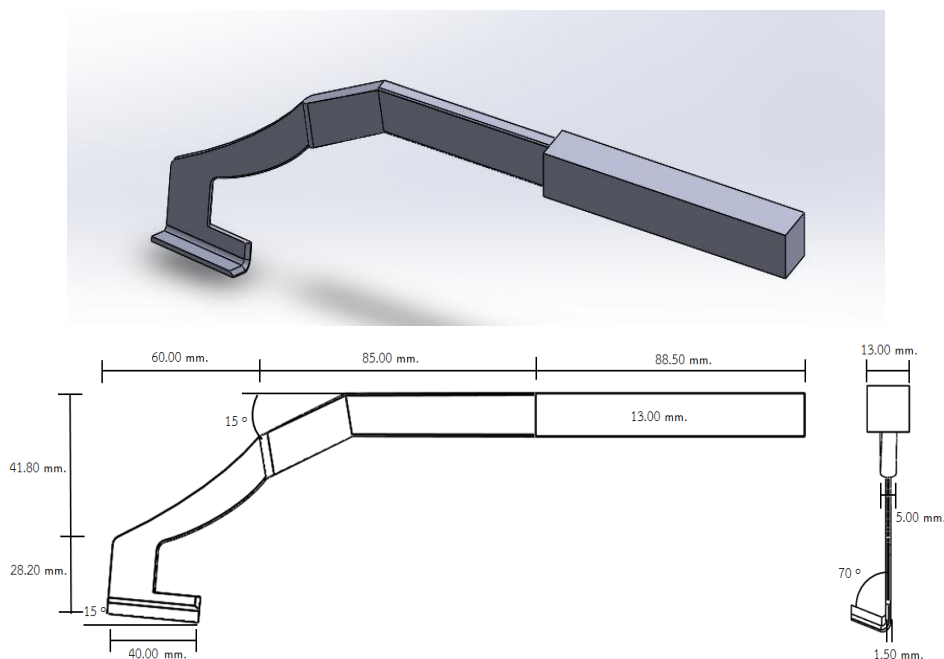
- ความหนาบริเวณสันมีด 5 มิลลิเมตร อ้างอิงจากการถอดแบบในส่วนของแกนมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม และความเหมาะสมกับลักษณะของการยึดต่อระหว่างใบมีดและด้ามมีด

- ความหนาบริเวณแกนมีด 13 มิลลิเมตร อ้างอิงจากการถอดแบบในส่วนของแกนมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม และความเหมาะสมกับลักษณะของการยึดต่อระหว่างใบมีดและด้ามมีด

- ความยาวของสันมีด 60 มิลลิเมตร
- ความสูงของสันมีด 41.8 มิลลิเมตร
- ความยาวของแกนมีด 85 มิลลิเมตร

จากการคำนวณค่าที่เหมาะสมระหว่างมุมหยักของสันมีด ความยาวของแกนมีดและความสูงของสันมีด เพื่อให้มีขนาดอยู่ในขอบเขตเท่ากับ ความยาวของมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม ดังภาพที่ 4.22

- มุมร่องมีด 70 องศา อ้างอิงจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร [2]
- มุมโค้งลงที่สันมีดทำมุมระหว่างแกนมีดกับสันมีด 15 องศา อ้างอิงจากงานวิจัยการออกแบบมีดที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการในงานตัดเฉือน [39]
- มุมระหว่างร่องมีดกับด้ามมีด 15 องศา อ้างอิงจากการถอดแบบมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมที่มีความเหมาะสมกับความเอียงของหน้ายางที่กรีดทำมุม 30-35 องศา และผู้ใช้งานมีความพึงพอใจมากที่สุด

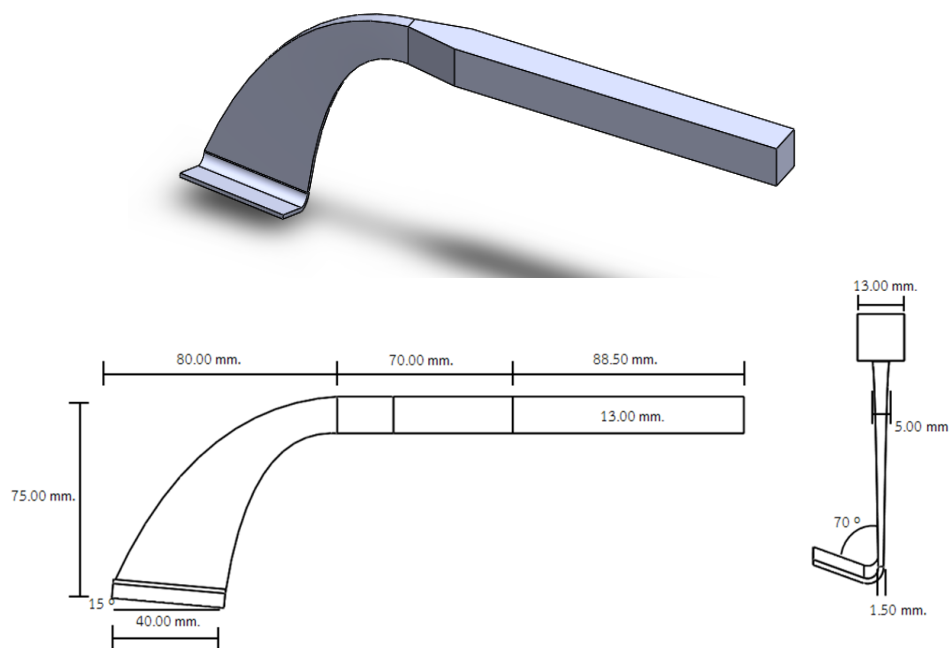


ภาพที่ 4.26 ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2

3) ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 3

การถอดแบบจากมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเงาะบง)

- วัสดุ เหล็ก
- รูปร่าง รูปร่างแบน โค้งงอและมีการหักทำมุมที่คมมีด
- ความยาวของสันมีด 80 มิลลิเมตร
- ความยาวของแกนมีด 70 มิลลิเมตร
- ความยาวของใบมีด 40 มิลลิเมตร
- ความหนาบริเวณคมมีด 1.5 มิลลิเมตร
- ความหนาบริเวณแกนมีด 13 มิลลิเมตร
- ความหนาบริเวณสันมีด 5 มิลลิเมตร
- ความสูงของสันมีด 75 มิลลิเมตร
- มุมร่องมีด 70 องศา อ้างอิงจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร [2]
- มุมระหว่างร่องมีดกับด้ามมีด 15 องศา



ภาพที่ 4.27 ตัวมิดกรีดยางต้นแบบที่ 3

4.5.2 แบบด้ามมิดกรีดยางต้นแบบ

การออกแบบด้ามมิดในงานวิจัยนี้มีการออกแบบด้ามมิดกรีดยางที่มีความแตกต่างกัน 2 แบบ ที่มีขนาดเท่ากันแต่มีความแตกต่างกันในส่วนพื้นที่หน้าตัดของด้ามมิดที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงกลมและด้ามมิดที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงรี ซึ่งด้ามมิดกรีดยางที่ออกแบบมี 2 ส่วนประกอบย่อย คือ ส่วนของด้ามมิดส่วนบนมีลักษณะด้านขวาแบนราบและโค้งงอไปทางด้านซ้ายเพื่อรองรับอุ้งมือด้านซ้ายในการประคองด้ามมิด อีกส่วนของด้ามมิดส่วนล่างมีลักษณะโค้งงอสมดุลงันทั้งด้านซ้ายและด้านขวาเพื่อรองรับอุ้งมือขวาและสามารถจับกำได้ถนัด ซึ่งการคำนวณหาขนาดของด้ามมิดกรีดยางแต่ละแบบมีรายละเอียดมิดดังตารางที่ 4.12 ส่วนตัวอย่างด้ามมิดกรีดยางแสดงดังภาพที่ 4.28 และภาพที่ 4.29 โดยด้ามมิดส่วนบนและด้ามมิดส่วนล่างมีการทำมุมองศาระหว่างกัน เพื่อห้กลับกับค่าองศาของข้อมือ ซึ่งด้ามส่วนบนทำมุมกับด้ามส่วนล่างทั้งในแนวตั้งและแนวราบ อีกทั้งขนาดของด้ามมิดกรีดยางในแต่ละตำแหน่งมีขนาดเส้นรอบวงไม่เท่ากัน โดยบริเวณกลางด้ามมีขนาดพื้นที่หน้าตัดใหญ่ที่สุดแล้วเล็กลงไปเรื่อยๆ จนสิ้นสุดที่ปลายด้ามเป็นส่วนที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็กที่สุดเพื่อป้องกันการบาดเจ็บสะสมที่เกิดจากการกดทับบนฝ่ามือในตำแหน่งบนฝ่ามือบริเวณตำแหน่งที่ 15, 16 และ 17 ขณะที่จับกำด้ามมิดและป้องกันการบาดเจ็บที่ตำแหน่ง 37 ที่เกิดจากการจับด้ามมิดที่มีขนาดไม่เหมาะสมกับขนาดมือที่ทำให้เกิดอาการนิ้วล็อคได้ง่าย โดยการเลือกใช้วัสดุที่เป็นพลาสติกชนิด ABS ที่มีความเหมาะสมต่อการขึ้นรูปเป็นด้ามมิดและมีคุณสมบัติทนต่อการใช้งาน [58]

ตารางที่ 4.12 ขนาดของด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่มีความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนมือ

สูตรการคำนวณ	ขนาดด้ามมีด Circle-1 (H1)	ขนาดด้ามมีด Oval-1 (H2)
<ul style="list-style-type: none"> • ความยาวด้าม [29] = $(A+B+C)/3+0.15$ = $[(8.40+9.31+8.41)/3]+0.15$ 	<ul style="list-style-type: none"> • 88.5 มิลลิเมตร 	<ul style="list-style-type: none"> • 88.5 มิลลิเมตร
<ul style="list-style-type: none"> • เส้นรอบวงกลางด้ามมีด [29] = $2\pi*[(F+G+H)/3]/2$ = $2\pi*[(4.75+5.38 +5.07)/3]/2$ 	<ul style="list-style-type: none"> • 159.2 มิลลิเมตร (เส้นผ่านศูนย์กลางมี ขนาด = 50.6 มิลลิเมตร) 	<ul style="list-style-type: none"> • 159.2 มิลลิเมตร (สูง 57.4 มิลลิเมตร กว้าง 43.1 มิลลิเมตร)
<ul style="list-style-type: none"> • เส้นรอบวงแฮนเดิลการ์ด [35] = $E/2$ = $18.02/2$ 	<ul style="list-style-type: none"> • 90.2 มิลลิเมตร (เส้นผ่านศูนย์กลาง = 28.7 มิลลิเมตร) 	<ul style="list-style-type: none"> • 90.2 มิลลิเมตร (สูง 32.7 มิลลิเมตร กว้าง 24.6 มิลลิเมตร)
<ul style="list-style-type: none"> • เส้นรอบวงฟิงเกอร์การ์ด [35] = $D/2$ 	<ul style="list-style-type: none"> • 89.9 มิลลิเมตร 	<ul style="list-style-type: none"> • 89.9 มิลลิเมตร (สูง 32.4 มิลลิเมตร กว้าง 28.6 มิลลิเมตร)
<ul style="list-style-type: none"> • มุมงอของด้ามมีด อ้างอิงจากค่ามุม งอของด้ามมีด Anti- CTS บวกกับ ค่ามุมเฉลี่ยของข้อมือจากการ ทดลองกรีดยาง 	<ul style="list-style-type: none"> • 45 องศา ในด้าน side view และ 30 องศา ในด้าน Top view 	<ul style="list-style-type: none"> • 45 องศา ในด้าน side view และ 30 องศา ในด้าน Top view

หมายเหตุ : ด้ามมีด Circle-1 คือ ด้ามมีดที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงกลม

ด้ามมีด Circle-2 คือ ด้ามมีดที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงรี

มุมงอของด้ามมีด อ้างอิงจากการวิเคราะห์ค่ามุมงอของด้ามมีด Anti-CTS บวกกับค่ามุมเฉลี่ยของข้อมือจากการใช้งานมีดกรีดยาง โดยค่ามุมที่เหมาะสมที่สุด คือ ด้าน Side view ทำมุม $30+14.78 = 44.78$ ประมาณ 45 องศาและในด้าน Top view ทำมุม $15+14.67 = 29.67$ ประมาณ 30 องศา

โดยที่ : A = 5th ของความกว้างฝ่ามือเพศชาย

B = 5th ของความกว้างฝ่ามือเพศชาย

C = 5th ของความกว้างฝ่ามือเพศหญิง

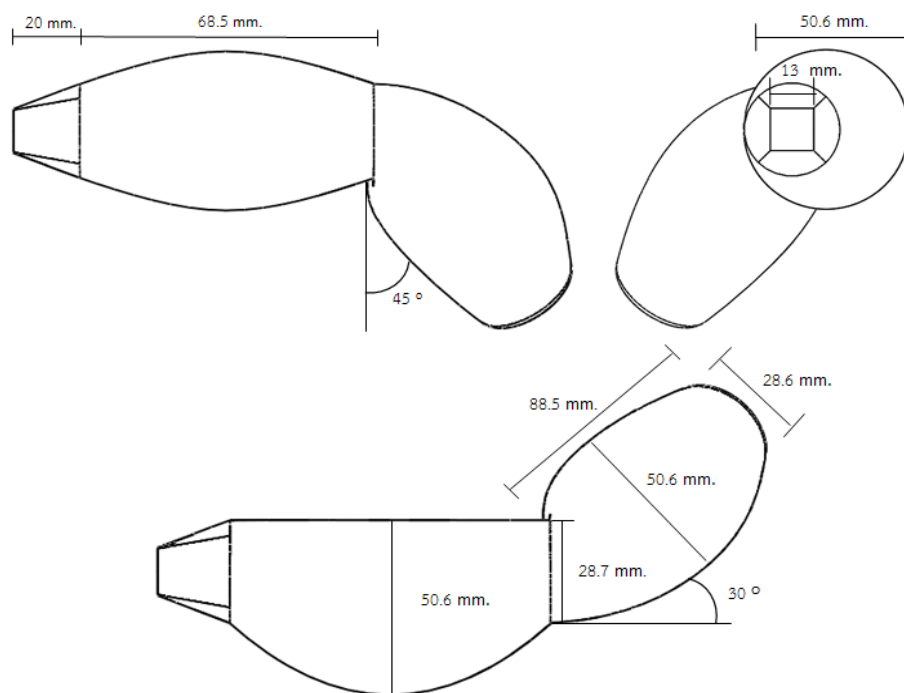
D = 5th ของความยาวมือของเพศหญิง

E = ค่าเฉลี่ยของความยาวมือของเพศหญิง

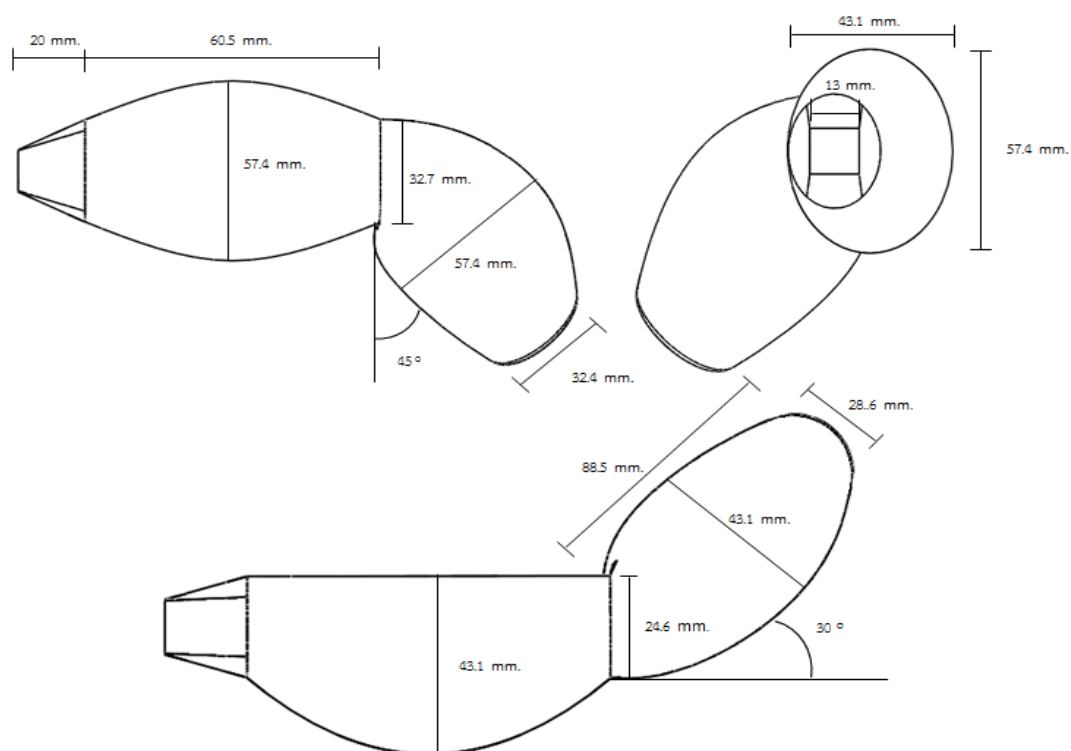
F = 5th ของเส้นผ่านศูนย์กลางกำมือของเพศชาย

G = 5th ของเส้นผ่านศูนย์กลางกำมือของเพศชาย

H = 5th ของเส้นผ่านศูนย์กลางกำมือของเพศหญิง







ภาพที่ 4.28 ต่อมมีดกรีดยางต้นแบบหน้าตัดเป็นวงกลม



ภาพที่ 4.29 ต่อมมีดกรีดยางต้นแบบหน้าตัดเป็นวงรี

4.5.3 มีดกรีดยางต้นแบบ

มีดกรีดยางต้นแบบที่เกิดจากการประกอบตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่มีรูปทรงแตกต่างกันจำนวน 3 แบบ (K1, K2, K3) และด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่มีพื้นที่หน้าตัดแตกต่างกันจำนวน 2 แบบ (H1, H2) ทำให้ได้มีดกรีดยางต้นแบบจำนวนทั้งสิ้น 6 ชุด ที่มีความแตกต่างกัน และมีการควบคุมขนาดความยาวของมีดทั้งชุดเท่ากับ 296.07 มิลลิเมตร อ้างอิงตามขนาดมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมที่เกิดจากความยาวของตัวมีดเมื่อประกอบเท่ากับ 145 มิลลิเมตร กับความยาวของด้ามมีดเท่ากับ 151.07 มิลลิเมตร และน้ำหนักของมีดกรีดยางต้นแบบเท่ากับ 2.75 กรัม ให้เท่ากันหมดสำหรับมีดกรีดยางต้นแบบทุกชุด ซึ่งลักษณะโครงสร้างของมีดกรีดยางต้นแบบทั้งหมดแสดงในภาพที่ 4.30


มีดกรีดยางต้นแบบชุดที่ 1 : ประกอบจากตัวมีดแบบที่ 1 กับด้ามมีดแบบที่ 1 (K1H1)

มีดกรีดยางต้นแบบชุดที่ 2 : ประกอบจากตัวมีดแบบที่ 1 กับด้ามมีดแบบที่ 2 (K1H2)

มีดกรีดยางต้นแบบชุดที่ 3 : ประกอบจากตัวมีดแบบที่ 2 กับด้ามมีดแบบที่ 1 (K2H1)

มีดกรีดยางต้นแบบชุดที่ 4 : ประกอบจากตัวมีดแบบที่ 2 กับด้ามมีดแบบที่ 2 (K2H2)

ภาพที่ 4.30 มีดกรีดยางต้นแบบที่มีความแตกต่างกันจำนวน 6 ชุด



ภาพที่ 4.30 มีดกรีดยางต้นแบบที่มีความแตกต่างกันจำนวน 6 ชุด (ต่อ)

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

ผลการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้นพบว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือ คือ แบบของมีดกรีดยางและระดับความสูงในการกรีดยาง แต่จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นพบว่าผู้ประกอบอาชีพกรีดยางส่วนใหญ่กรีดยางที่ระดับหน้าอก ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้ได้กำหนดระดับความสูงคงที่ของการกรีดยางไว้ที่ระดับหน้าอกเพื่อทดลองหาแบบมีดกรีดยางต้นแบบที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งมีการกำหนดตัวแปรต้น คือ แบบของตัวมีดกรีดยางต้นแบบกับด้ามมีดกรีดยางต้นแบบ กำหนดตัวแปรตาม คือ ค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อและค่าคะแนนท่าทางการทำงาน และกำหนดตัวแปรควบคุม คือ ระดับความสูงในการกรีดยางเท่ากันอยู่ที่ระดับหน้าอก อาสาสมัครมีประสบการณ์ทำงานที่ใกล้เคียงกันและมีขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนขนาดมือ น้ำหนัก และความสูงใกล้เคียงกัน โดยมีการกรีดยางในห้องปฏิบัติการและมีการประเมินจากระดับความเสี่ยงของกล้ามเนื้อแขนจำนวน 4 มัด คือ กล้ามเนื้อแขนส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อแขนส่วนบนมัด Biceps Brachii ของทั้งแขนขวาและแขนซ้าย ด้วยค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแขนที่แปลงออกมาเป็นค่าร้อยละของค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนสูงสุดโดยสมัครใจ (%MVC) และการประเมินระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือทั้งซีกขวาและซีกซ้ายด้วยเทคนิค REBA แล้วนำค่า RMS ของ %MVC และค่าเฉลี่ยคะแนนท่าทางการทำงานมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนโดยใช้ทฤษฎีแบบจำลองเชิงเส้น Two-Factor Repeated Measures Design ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ซึ่งค่า F_{α, v_1, v_2} จากตาราง F-ratio ที่ $\alpha = 0.05$ มีเกณฑ์การตัดสินใจ คือ ถ้าค่า F-ratio มีค่ามากกว่าค่า F_{α, v_1, v_2} หรือ ถ้าค่า P-value มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ซึ่งหมายถึง ตัวแปรนั้นๆมีผลต่อค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแขนและระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือจากการทำงานกรีดยาง ตัวอย่างภาพการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.31 และคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อจากการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.32 ค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแสดงในตารางที่ ฉ-5 และ ฉ-6 และคะแนนท่าทางการทำงานแสดงดังตารางที่ ฉ-7 และ ฉ-8 ในภาคผนวก ฉ ซึ่งแบบจำลองเชิงเส้นในการทดลองและผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูลสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

แบบจำลองเชิงเส้นสำหรับการออกแบบ Two-Factor Repeated Measures Design คือ

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \pi_{j(k)} + \epsilon_{ijk}$$

; $i = 1, 2, \dots, a$, $j = 1, 2, \dots, b$, $k = 1, 2, \dots, n$

โดยที่ y_{ijk} คือ ผลจากการทดลองปัจจัย Knife ที่ระดับ i และปัจจัย Handle ที่ระดับ j ซ้ำที่ k

μ คือ อิทธิพลของค่าเฉลี่ยทั้งหมด

τ_i คือ อิทธิพลจากปัจจัย Knife (แบบของตัวมีด)

β_j คือ อิทธิพลจากปัจจัย Handle (แบบของด้ามมีด)

$(\tau\beta)_{ij}$ คือ อิทธิพลจากผลร่วมระหว่างปัจจัย Knife กับปัจจัย Handle

$\pi_{j(k)}$ คือ อิทธิพลจาก Subject (ความแตกต่างของอาสาสมัครแต่ละบุคคล)

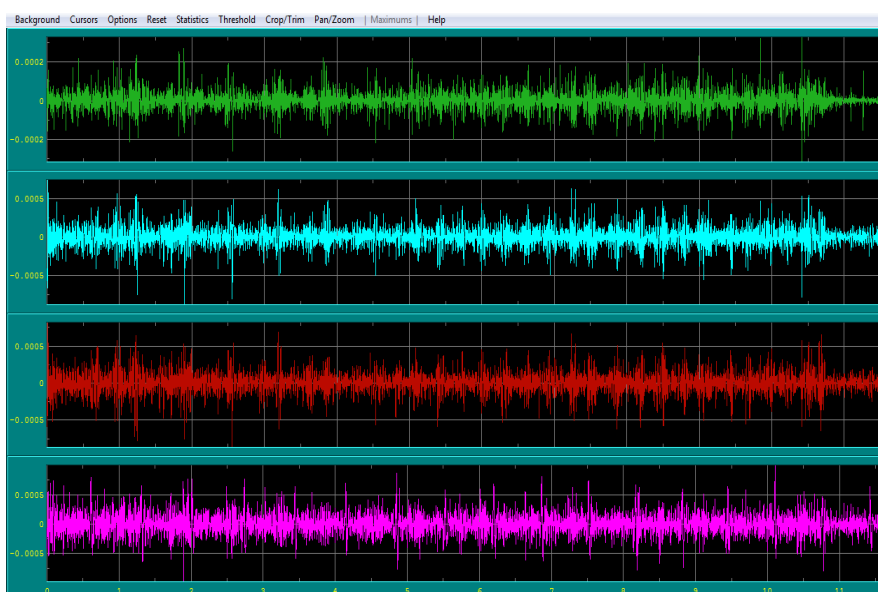
ϵ_{ijk} คือ ผลจากความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

สมมติฐานที่ใช้ทดสอบ

1. $H_0 : \tau_i = 0$ VS $H_1 : \tau_i \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า
2. $H_0 : \beta_j = 0$ VS $H_1 : \beta_j \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า
3. $H_0 : \pi_{j(k)} = 0$ VS $H_1 : \pi_{j(k)} \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า
4. $H_0 : (\tau\beta)_{ij} = 0$ VS $H_1 : (\tau\beta)_{ij} \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า



ภาพที่ 4.31 การใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 4.32 คลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อจากการกรีดยางด้วยมีดกรีดยางต้นแบบ

4.6.1 การวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

การวิเคราะห์ค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบจำนวน 6 ชุดที่มีความแตกต่างกัน โดยการวัดค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่วัดจากเครื่อง Electromyography แล้วนำค่าสัญญาณมาแปลงเป็นค่า RMS เพื่อเปรียบเทียบค่าการออกแรงกล้ามเนื้อแต่ละมัด ซึ่งการประเมินกล้ามเนื้อแขนแบ่งออกเป็นกล้ามเนื้อแขนส่วนบนมัด Biceps brachii และกล้ามเนื้อแขนส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus ของทั้งแขนขวาและแขนซ้ายรวมทั้งสิ้น 4 มัด โดยการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแต่ละมัดสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

4.6.1.1 การวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาล่างมัด Flexor digitorum profundus จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบที่ได้จากการประเมินด้วยค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.13 ภาพที่ 4.33 และภาพที่ 4.34

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาล่างมัด Flexor digitorum profundus จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
subject	5	49.782	9.956	1.82	0.145
knife	2	45.104	22.552	4.12	0.028
handle	1	71.768	71.768	13.12	0.001
knife*handle	2	2.478	1.239	0.23	0.799
Error	25	136.719	5.469		
Total	35	305.851			
Model Summary					
S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)		
2.33853	55.30%	37.42%	7.31%		

- การวิเคราะห์ subject

ผลจากตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย subject ซึ่งค่า F-ratio = 1.82 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,5,35} = 2.49$ และค่า P-value = 0.145 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย subject ไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส່วณล่างมัด Flexor digitorum profundus

- การวิเคราะห์ Knife

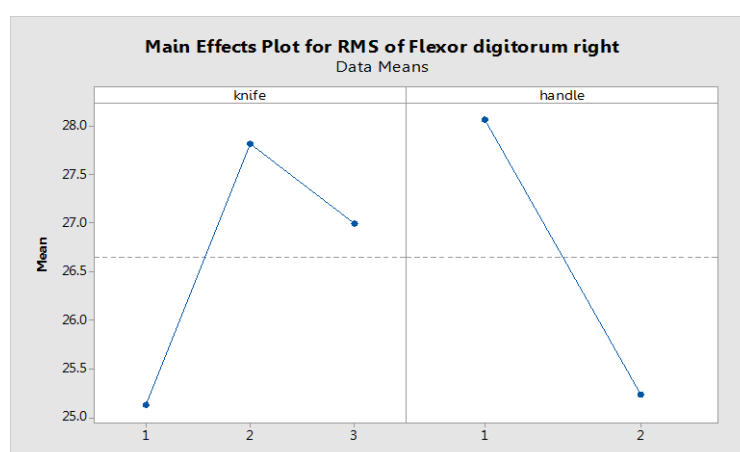
ผลจากตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife ซึ่งค่า F-ratio = 4.12 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.028 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย Knife มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส່วณล่างมัด Flexor digitorum profundus

- การวิเคราะห์ Handle

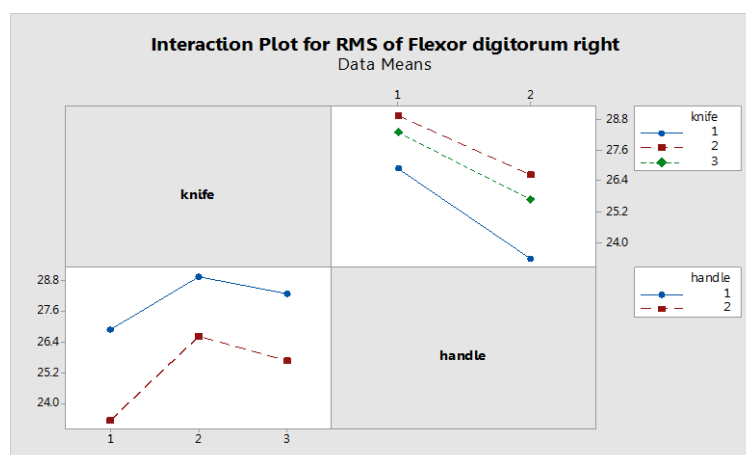
ผลจากตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Handle ซึ่งค่า F-ratio = 13.12 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,1,35} = 4.12$ และค่า P-value = 0.001 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย Handle มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส່วณล่างมัด Flexor digitorum profundus

- การวิเคราะห์ Interaction ของ Knife* Handle

ผลจากตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife* Handle ซึ่งค่า F-ratio = 0.23 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.799 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยร่วมระหว่าง Knife และ Handle ไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส່วณล่างมัด Flexor digitorum profundus



ภาพที่ 4.33 Main Effect plot ของ Knife และ Handle จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส່วณล่างมัด Flexor digitorum profundus จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ



ภาพที่ 4.34 Interaction plot ของ Knife และ Handle จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

ผลในภาพประกอบที่ 4.33 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.13 พบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus คือ ตัวมีดกรีดยางต้นแบบ โดยมีแนวโน้มว่าค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus เพิ่มขึ้นเมื่อเปลี่ยนจากการใช้ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 ไปใช้ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 3 และตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 อย่างเห็นได้ชัดเจน และในส่วนของด้ามมีดกรีดยางต้นแบบส่งผลให้ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus ลดลงเมื่อเปลี่ยนจากการใช้ด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 ไปใช้ด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 อย่างเห็นได้ชัด และผลจากภาพประกอบที่ 4.34 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.13 พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างตัวมีดกรีดยางต้นแบบและด้ามมีดกรีดยางต้นแบบไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus

4.6.1.2 การวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนบนมัด Biceps brachii จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบที่ได้จากการประเมินด้วยค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.14 ภาพที่ 4.35 และภาพที่ 4.36

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนบนมัด Biceps brachii จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
subject	5	5.536	1.107	0.12	0.988
knife	2	206.698	103.349	10.74	0.000
handle	1	23.398	23.398	2.43	0.131
knife*handle	2	17.258	8.629	0.90	0.421
Error	25	240.530	9.621		
Total	35	493.420			
Model Summary					
S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)		
3.10180	51.25%	31.75%	0.00%		

- การวิเคราะห์ subject

ผลจากตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย subject ซึ่งค่า F-ratio = 0.12 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,5,35} = 2.49$ และค่า P-value = 0.988 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย subject ไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อของแขนขาส่วนบนมัด Biceps brachii

- การวิเคราะห์ Knife

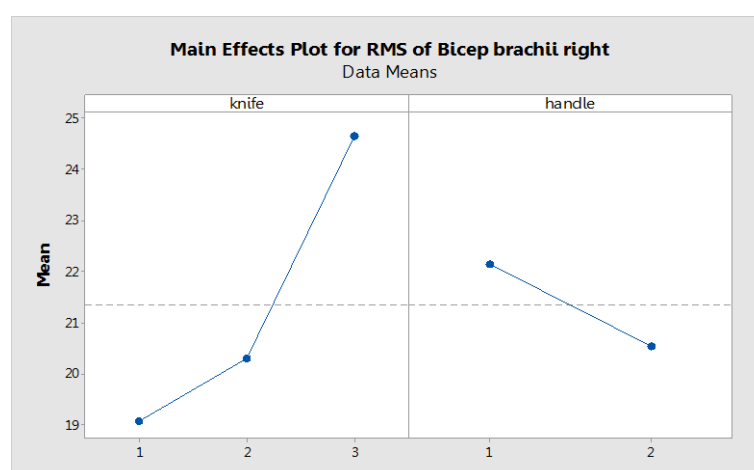
ผลจากตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife ซึ่งค่า F-ratio = 10.74 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย Knife มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนบน Biceps brachii ของแขนขา

- การวิเคราะห์ Handle

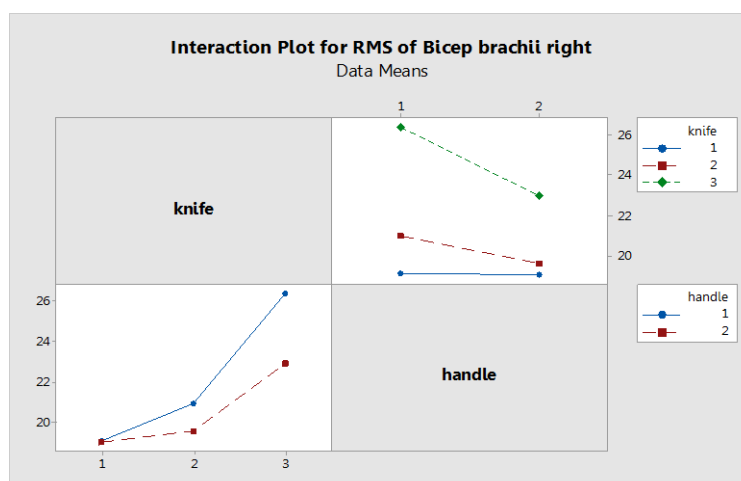
ผลจากตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Handle ซึ่งค่า F-ratio = 2.43 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,1,35} = 4.12$ และค่า P-value = 0.131 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย Handle ไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนบนมัด Biceps brachii

- การวิเคราะห์ Interaction ของ Knife*Handle

ผลจากตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife*Handle ซึ่งค่า F-ratio = 0.90 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.421 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยร่วมระหว่าง Knife และ Handle ไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนบนมัด Biceps brachii



ภาพที่ 4.35 Main Effect plot ของ Knife และ Handle จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนบนมัด Biceps brachii จากการใช้งานมีดกรีดยางตันแบบ



ภาพที่ 4.36 Interaction plot ของ Knife และ Handle จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวา ส่วนบนมัด Biceps brachii จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

ผลในภาพประกอบที่ 4.35 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.14 พบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวาส่วนบนมัด Biceps brachii คือ แบบตัวมีดกรีดยางต้นแบบ โดยมีแนวโน้มว่าค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวาส่วนบนมัด Biceps brachii เพิ่มขึ้นเมื่อเปลี่ยนจากการใช้ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 ไปใช้ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 3 อย่างเห็นได้ชัดเจน และผลจากภาพประกอบที่ 4.36 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.14 พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างตัวมีดกรีดยางต้นแบบและด้ามมีดกรีดยางต้นแบบไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวาส่วนบนมัด Biceps brachii

4.6.1.3 การวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบที่ได้จากการประเมินด้วยค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.15 ภาพที่ 4.37 และภาพที่ 4.38

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
subject	5	4.083	0.8166	0.22	0.953
knife	2	36.060	18.0299	4.76	0.018
handle	1	49.718	49.7179	13.12	0.001
knife*handle	2	18.314	9.1568	2.42	0.110
Error	25	94.707	3.7883		
Total	35	202.882			
Model Summary					
S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)		
1.94635	53.32%	34.65%	3.20%		

- การวิเคราะห์ปัจจัยของ subject

ผลจากตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนในปัจจัย subject ซึ่งค่า F-ratio = 0.22 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,5,35} = 2.49$ และค่า P-value = 0.953 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย subject ไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus

- การวิเคราะห์ Knife

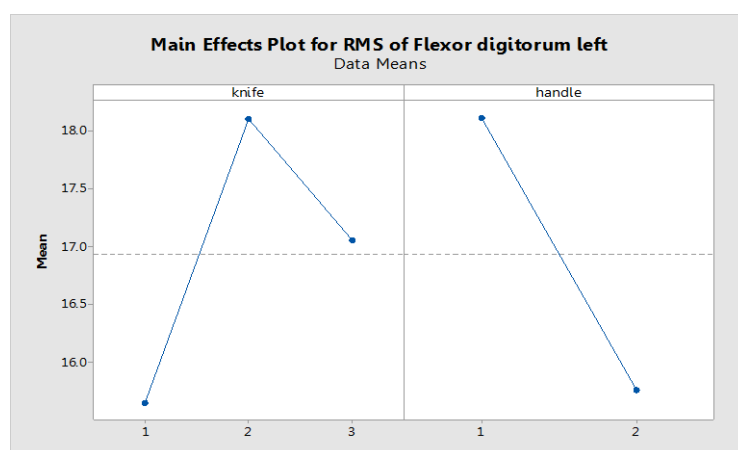
ผลจากตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนในปัจจัย Knife ซึ่งค่า F-ratio = 5.18 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 4.76$ และค่า P-value = 0.018 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย Knife มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus

- การวิเคราะห์ Handle

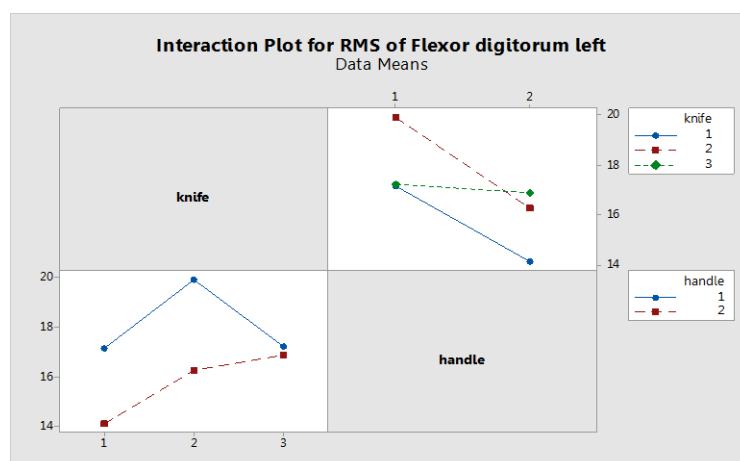
ผลจากตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนในปัจจัย Handle ซึ่งค่า F-ratio = 13.12 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,1,35} = 4.12$ และค่า P-value = 0.001 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย Handle มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus

- การวิเคราะห์ Interaction ของ Knife* Handle

ผลจากตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนในปัจจัย Knife*Handle ซึ่งค่า F-ratio = 2.42 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.110 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยร่วมระหว่าง Knife และ Handle ไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus



ภาพที่ 4.37 Main Effect plot ของ Knife และ Handle จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ



ภาพที่ 4.38 Interaction plot ของ Knife และ Handle จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้าย ส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

ผลจากในภาพประกอบที่ 4.37 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.15 พบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus คือ ตัวมีดกรีดยางต้นแบบ โดยมีแนวโน้มว่าค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus เพิ่มขึ้นเมื่อเปลี่ยนจากการใช้ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 ไปใช้ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 3 และตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 อย่างเห็นได้ชัดเจน และตัวมีดกรีดยางต้นแบบ มีผลให้ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus ลดลงเมื่อเปลี่ยนจากการใช้ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 ไปใช้ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 อย่างเห็นได้ชัดเจน และจากภาพประกอบที่ 4.38 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.15 พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างตัวมีดกรีดยางต้นแบบและตัวมีดกรีดยางต้นแบบ ไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus

4.6.1.4 การวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบที่ได้จากการประเมินด้วยค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.16 ภาพที่ 4.39 และภาพที่ 4.40

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
subject	5	2.308	0.4616	0.06	0.997
knife	2	185.947	92.9733	12.17	0.000
handle	1	10.193	10.1926	1.33	0.259
knife*handle	2	5.892	2.9458	0.39	0.684
Error	25	191.015	7.6406		
Total	35	395.354			
Model Summary					
S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)		
2.76417	51.68%	32.36%	0.00%		

- การวิเคราะห์ subject

ผลจากตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย subject ซึ่งค่า F-ratio = 0.06 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,5,35} = 2.49$ และค่า P-value = 0.997 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย subject ไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii

- การวิเคราะห์ Knife

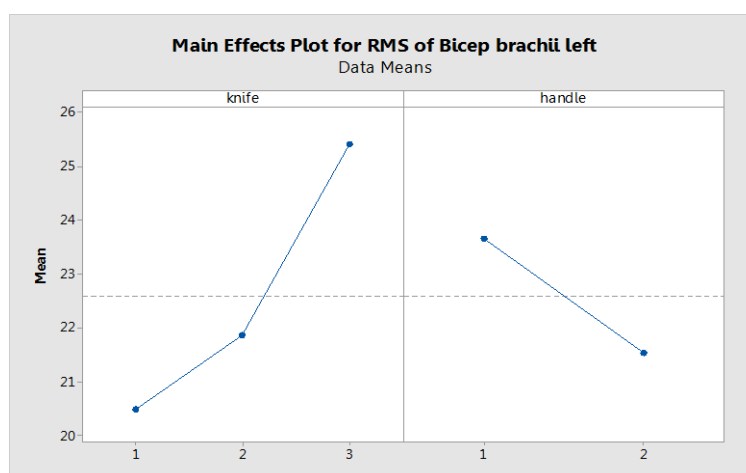
ผลจากตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ ความแปรปรวนในปัจจัย Knife ซึ่งค่า F-ratio = 12.17 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย Knife มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii

- การวิเคราะห์ Handle

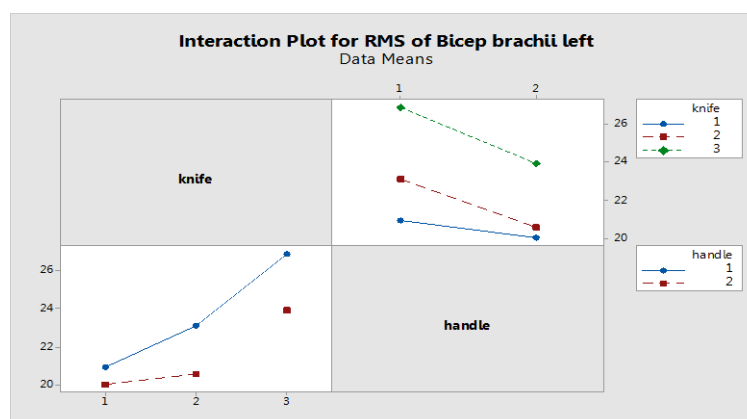
ผลจากตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Handle ซึ่งค่า F-ratio = 1.33 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,1,35} = 4.12$ และค่า P-value = 0.259 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย Handle ไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii

- การวิเคราะห์ Interaction ของ Knife*Handle

ผลจากตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife*Handle ซึ่งค่า F-ratio = 0.43 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.658 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยร่วมระหว่าง Knife และ Handle ไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii



ภาพที่ 4.39 Main Effect plot ของ Knife และ Handle จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ



ภาพที่ 4.40 Interaction plot ของ Knife และ Handle จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้าย ส่วนบนมัด Biceps brachii จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

ผลจากในภาพประกอบที่ 4.39 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.16 พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii คือ แบบตัวมีดกรีดยางต้นแบบ โดยมีแนวโน้มว่าค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii เพิ่มขึ้นเมื่อเปลี่ยนจากการใช้ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 ไปใช้ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 และตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 3 อย่างเห็นได้ชัดเจนและผลจากภาพประกอบที่ 4.40 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.16 พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างตัวมีดกรีดยางต้นแบบและด้ามมีดกรีดยางต้นแบบไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii

4.6.2 การวิเคราะห์ท่าทางการทำงานกรีดยางจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

การวิเคราะห์ท่าทางการทำงานจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ โดยใช้เกณฑ์การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ด้วยเทคนิค REBA โดยมีการประเมินท่าทางการทำงานกรีดยางของร่างกายทั้งศีรษะและซี่กซ้ายในส่วนแขนและข้อมือ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

4.6.2.1 การวิเคราะห์คะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางของร่างกายซี่กขวาในส่วนแขนและข้อมือจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบที่ได้จากประเมินด้วยเทคนิค REBA ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.17 ภาพที่ 4.41 และภาพที่ 4.42

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซี่กขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
subject	5	0.1293	0.0259	0.07	0.996
knife	2	9.5809	4.7905	13.86	0.000
handle	1	12.7740	12.7740	36.97	0.000
knife*handle	2	1.6303	0.8152	2.36	0.115
Error	25	8.6382	0.3455		
Total	35	32.7527			
Model Summary					
S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)		
0.587816	73.63%	63.08%	45.31%		

- การวิเคราะห์ subject

ผลจากตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย subject ซึ่งค่า F-ratio = 0.07 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,5,35} = 2.49$ และค่า P-value = 0.996 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยของ subject ไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา

- การวิเคราะห์ Knife

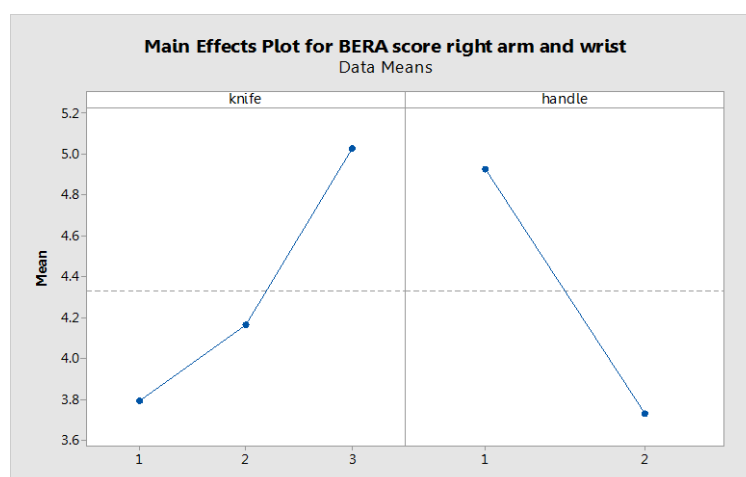
ผลจากตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife ซึ่งค่า F-ratio = 13.86 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยของ Knife มีผลต่อคะแนนของท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา

- ผลการวิเคราะห์ Handle

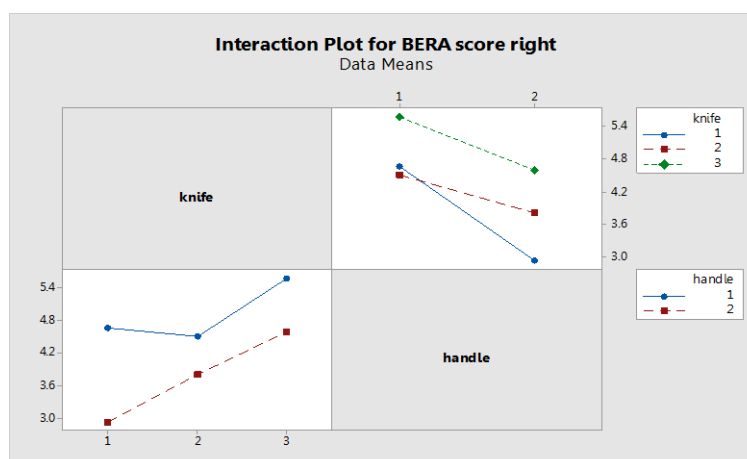
ผลจากตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Handle ซึ่งค่า F-ratio = 36.97 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,1,35} = 4.12$ และค่า P-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยของ Handle มีผลต่อคะแนนของท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา

- ผลการวิเคราะห์ Interaction ของ Knife* Handle

ผลจากตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife*Handle ซึ่งค่า F-ratio = 2.36 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.115 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยร่วมระหว่าง Knife และ Handle ไม่มีผลต่อคะแนนของท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา



ภาพที่ 4.41 Main Effect plot ของ Knife และ Handle จากคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ



ภาพที่ 4.42 Interaction plot ของ Knife และ Handle จากคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

ผลในภาพประกอบที่ 4.41 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.17 พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา คือ แบบของตัวมีดกรีดยางต้นแบบ โดยมีแนวโน้มว่าคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาเพิ่มขึ้น เมื่อเปลี่ยนจากการใช้ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 ไปใช้ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 และตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 3 อย่างเห็นได้ชัดเจน อีกทั้งด้ามมีดกรีดยางต้นแบบ ส่งผลให้คะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาลดลงเมื่อเปลี่ยนจากการใช้ด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 ไปใช้ด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 อย่างเห็นได้ชัดเจน และผลจากภาพประกอบที่ 4.42 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.17 พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างตัวมีดกรีดยางต้นแบบและด้ามมีดกรีดยางต้นแบบไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา

4.6.2.2 การวิเคราะห์คะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ด้วยเทคนิค REBA ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.18 ภาพที่ 4.43 และภาพที่ 4.44

ตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
subject	5	0.3155	0.06310	0.16	0.975
knife	2	11.9801	5.99005	15.01	0.000
handle	1	2.0864	2.08642	5.23	0.031
knife*handle	2	0.0638	0.03189	0.08	0.923
Error	25	9.9767	0.39907		
Total	35	24.4225			
Model Summary					
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
0.631718	59.15%	42.81%	15.29%		

- การวิเคราะห์ Subject

จากตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย subject ซึ่งค่า F-ratio = 0.16 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,5,35} = 2.49$ และค่า P-value = 0.975 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยของ Subject ไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย

- ผลการวิเคราะห์ Knife

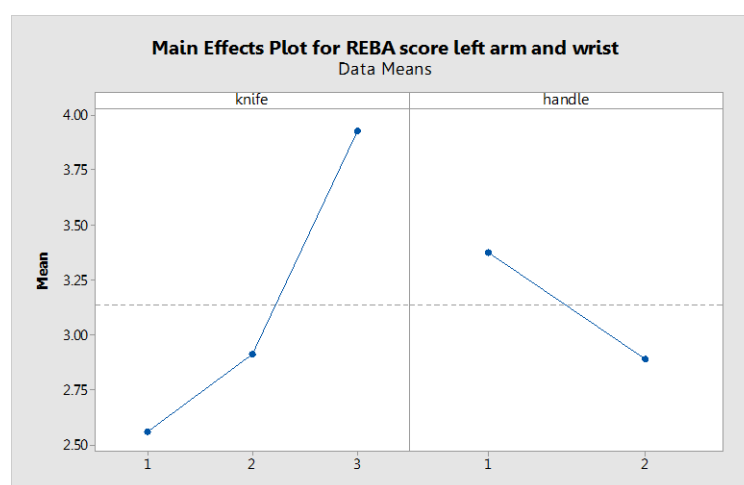
จากตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife ซึ่งค่า F-ratio = 15.01 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย Knife มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย

- ผลการวิเคราะห์ Handle

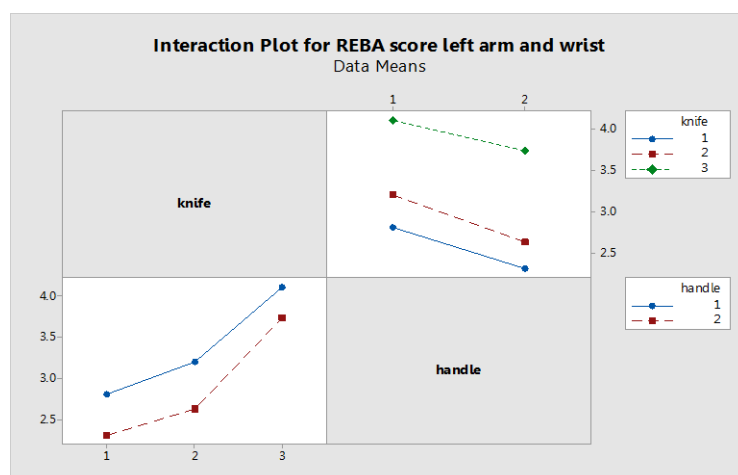
จากตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Handle ซึ่งค่า F-ratio = 5.23 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,1,35} = 4.12$ และค่า P-value = 0.031 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย Handle มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย

- ผลการวิเคราะห์ Interaction ของ Knife*Handle

จากตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife*Handle ซึ่งค่า F-ratio = 0.08 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.923 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยร่วมระหว่าง Knife และ Handle ไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย



ภาพที่ 4.43 Main Effect plot ของ Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ



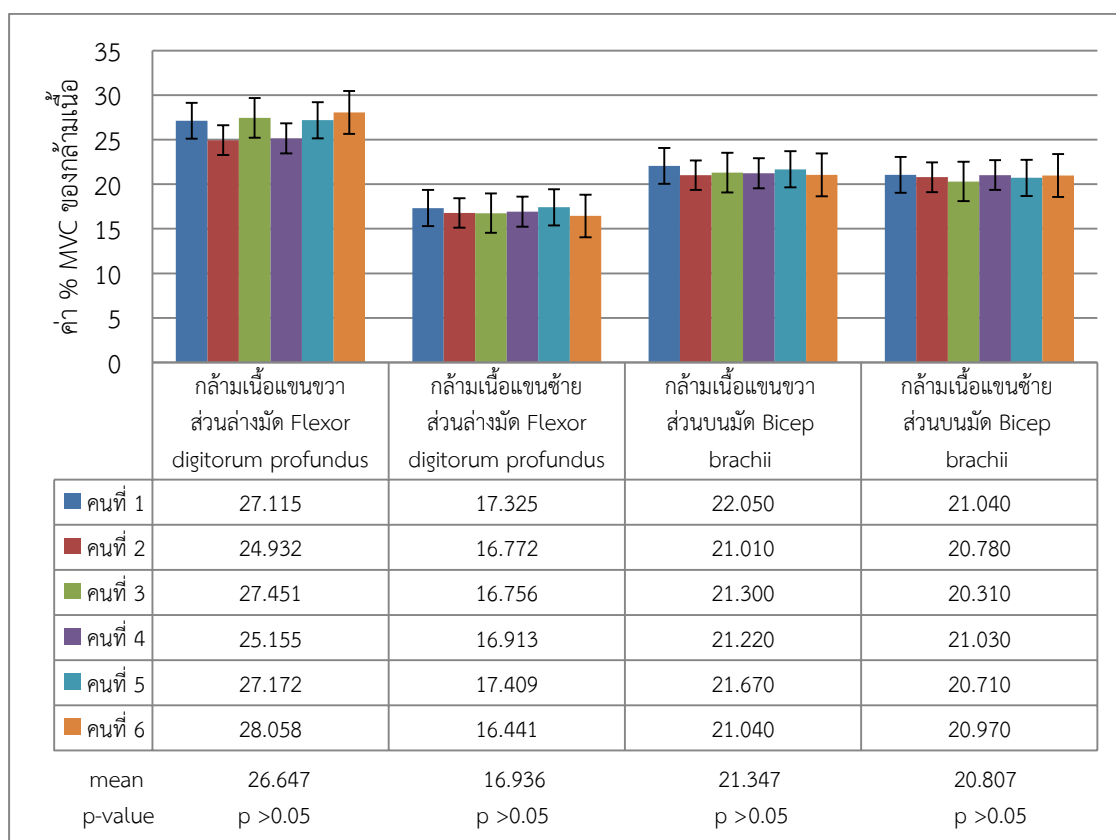
ภาพที่ 4.44 Interaction plot ของ Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

ผลในภาพประกอบที่ 4.43 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.18 พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย คือ แบบตัวมีดกรีดยางต้นแบบ โดยมีแนวโน้มว่าคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายเพิ่มขึ้น เมื่อเปลี่ยนจากการใช้ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 ไปใช้ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 และตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 3 อย่างเห็นได้ชัดเจน และด้ามมีดกรีดยางต้นแบบมีผลให้คะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายลดลงเมื่อเปลี่ยนจากการใช้ด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 ไปใช้ด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 อย่างเห็นได้ชัดเจน และผลจากภาพประกอบที่ 4.44 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.18 พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างตัวมีดกรีดยางต้นแบบและด้ามมีดกรีดยางต้นแบบไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย

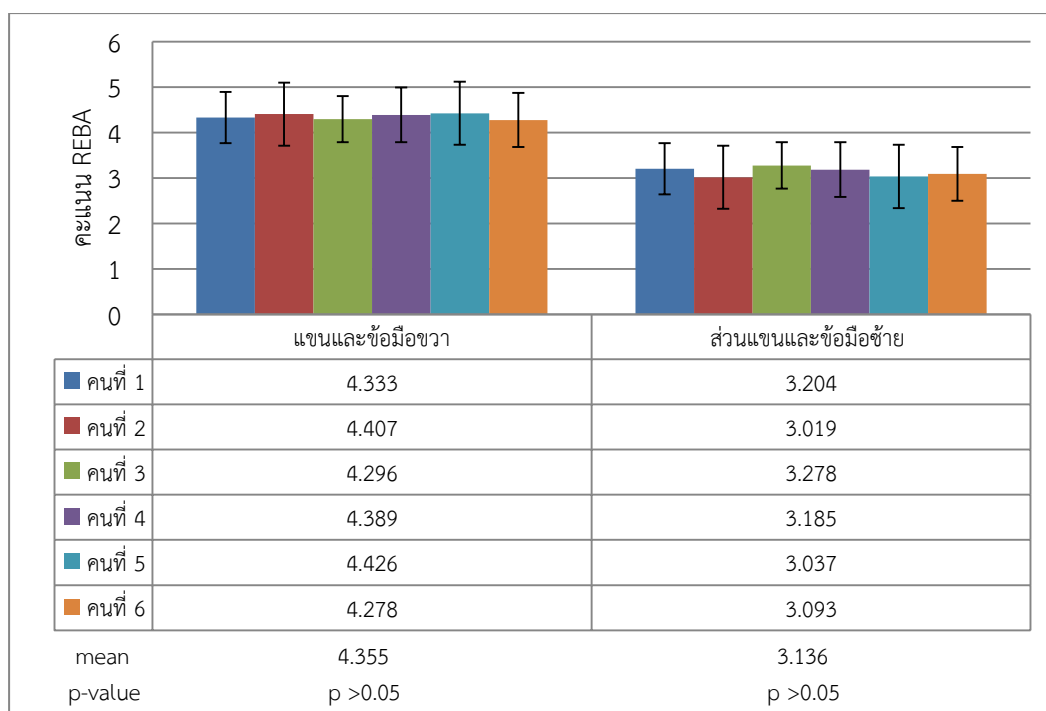
ผลการวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อแขนส่วนบนมัด Bicep brachii จากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบที่ประเมินด้วยค่าร้อยละของค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนสูงสุดโดยสมัครใจ(%MVC) และผลการวิเคราะห์คะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายทั้งซีกขวาและซีกซ้ายจากการทดลองใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ ที่ประเมินด้วยค่าคะแนนท่าทางการทำงานที่ประเมินด้วยเทคนิค REBA พบว่าปัจจัยของอาสาสมัครไม่มีผลต่อภาระงานของกล้ามเนื้อแขนและคะแนนท่าทางการทำงาน และปัจจัยหลักที่มีผลต่อภาระงานของกล้ามเนื้อแขนและคะแนนท่าทางการทำงาน คือ ตัวมีดกรีดยางต้นแบบ และด้ามมีดกรีดยางต้นแบบ ซึ่งสามารถสรุปเป็นภาพรวมได้ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนและท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของอาสาสมัครแต่ละคนที่มีประสิทธิภาพการทำงานกรีดยางอยู่ในช่วงใกล้เคียงกันและมีขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนขนาดมือ น้ำหนักและความสูงใกล้เคียงกัน ซึ่งผลที่แสดงในภาพที่ 4.45 พบว่าค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนจากการทำงานกรีดยางมีค่าอยู่ในระดับที่แตกต่างกัน

อย่างไม่มีนัยสำคัญ($p>0.05$) โดยกล้ามเนื้อแขนขาส່วณล่างมัด Flexor digitorum profundus มีการรับภาระงานสูงกว่ากล้ามเนื้อแขนขาส່วณบนมัด Bicep brachii ส่วนกล้ามเนื้อแขนซ้ายมีการออกแรงในลักษณะตรงกันข้ามกับกล้ามเนื้อแขนขวาและค่าที่แสดงในภาพที่ 4.46 พบว่าคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ($p>0.05$) ซึ่งคะแนนโดยเฉลี่ยในส่วนแขนและข้อมือขวาอยู่ในระดับที่ 3 ของเทคนิค REBA แสดงว่าท่าทางการทำงานมีปัญหาอยู่ในระดับปานกลางต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการทำงาน และคะแนนโดยเฉลี่ยในส่วนแขนและข้อมือขวาอยู่ใน ระดับที่ 2 ของเทคนิค REBA แสดงว่าท่าทางการทำงานมีปัญหาอยู่ในระดับน้อยยังต้องปรับปรุงการทำงาน ซึ่งจากผลที่ได้พบว่าการทำงานของแขนขวามีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกสูงกว่าการทำงานของแขนซ้าย

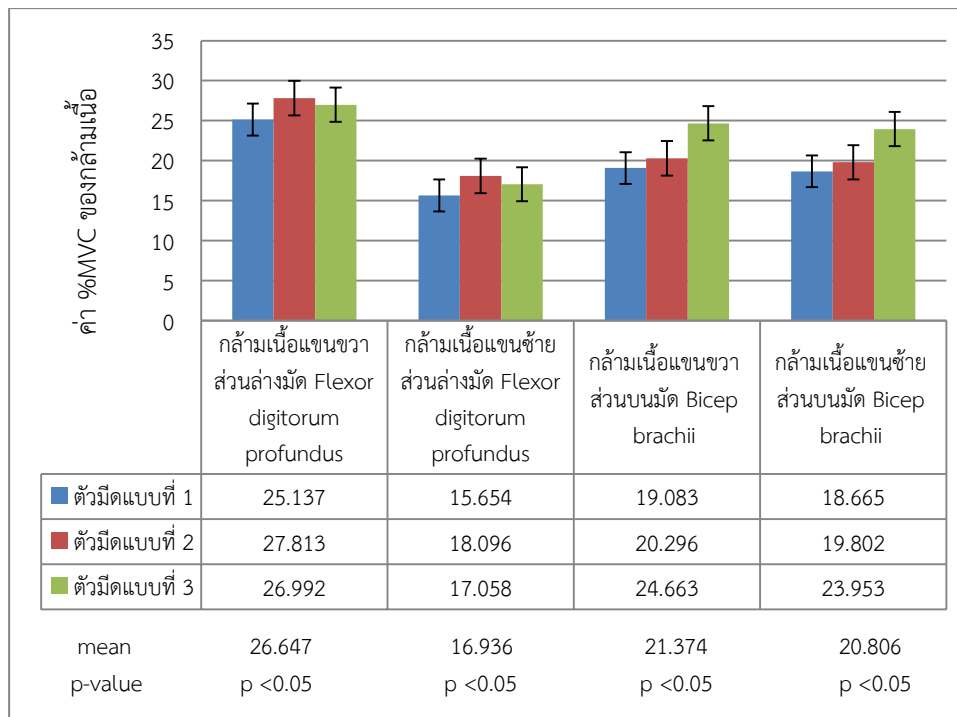


ภาพที่ 4.45 แผนภูมิแสดงค่าภาระของกล้ามเนื้อแขนที่มีผลมาจากการทำงานกรีดยางของอาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายใกล้เคียงกัน

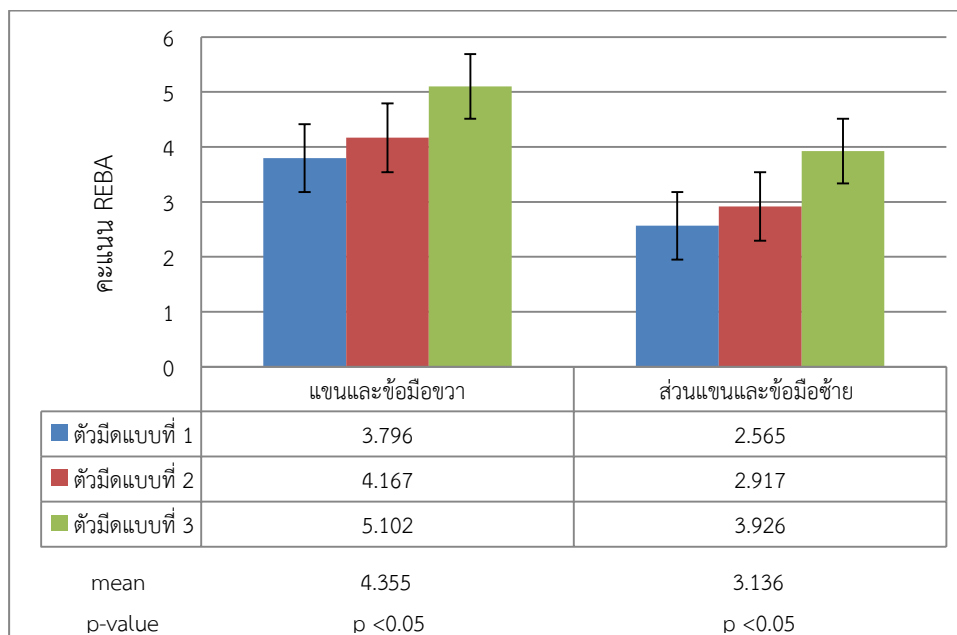


ภาพที่ 4.46 แผนภูมิแสดงคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางของอาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายใกล้เคียงกัน

ผลการวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนและคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของอาสาสมัครจากการใช้งานตัวมีดกรีดยางต้นแบบ โดยผลที่แสดงในภาพที่ 4.47 พบว่าค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus และค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนส่วนบนมัด Biceps brachii มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ซึ่งการใช้งานตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 ทำให้กล้ามเนื้อแขนรับภาระงานน้อยที่สุด และกล้ามเนื้อแขนมีการรับภาระงานสูงขึ้นเมื่อเปลี่ยนไปใช้มีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 และแบบที่ 3 และผลที่แสดงในภาพที่ 4.48 พบว่าคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาในส่วนแขนและข้อมือขวา พบว่าคะแนนโดยเฉลี่ยจากการใช้งานตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 อยู่ในระดับที่ 2 ของเทคนิค REBA แสดงว่าท่าทางการทำงานของมือขวามีปัญหาน้อยกว่าการใช้ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 และแบบที่ 3 ที่มีคะแนนโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับที่ 3 ของเทคนิค REBA ที่แสดงว่าท่าทางการทำงานมีปัญหายอยู่ในระดับปานกลางต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงงานเพิ่มเติม เมื่อพิจารณาในส่วนแขนและข้อมือซ้ายพบว่าคะแนนโดยเฉลี่ยจากการใช้งานตัวมีดกรีดยางแบบที่ 1 และแบบที่ 2 อยู่ในระดับที่ 2 ของเทคนิค REBA แสดงว่าท่าทางการทำงานของมือซ้ายมีปัญหาน้อยกว่าการใช้ตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 3 ที่มีคะแนนโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับที่ 3 ของเทคนิค REBA ที่แสดงว่าท่าทางการทำงานมีปัญหายอยู่ในระดับปานกลางต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงงานเพิ่มเติม ดังนั้นการใช้งานตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 ส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกน้อยที่สุด

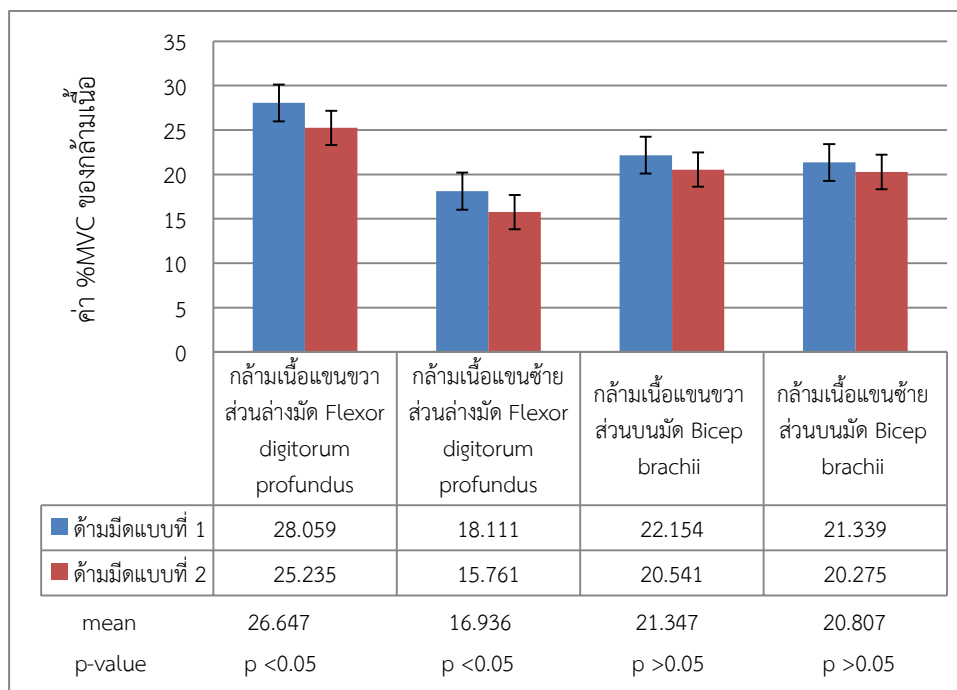


ภาพที่ 4.47 แผนภูมิแสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนที่มีผลมาจากการใช้งานตัวมิดกรีดยางต้นแบบ

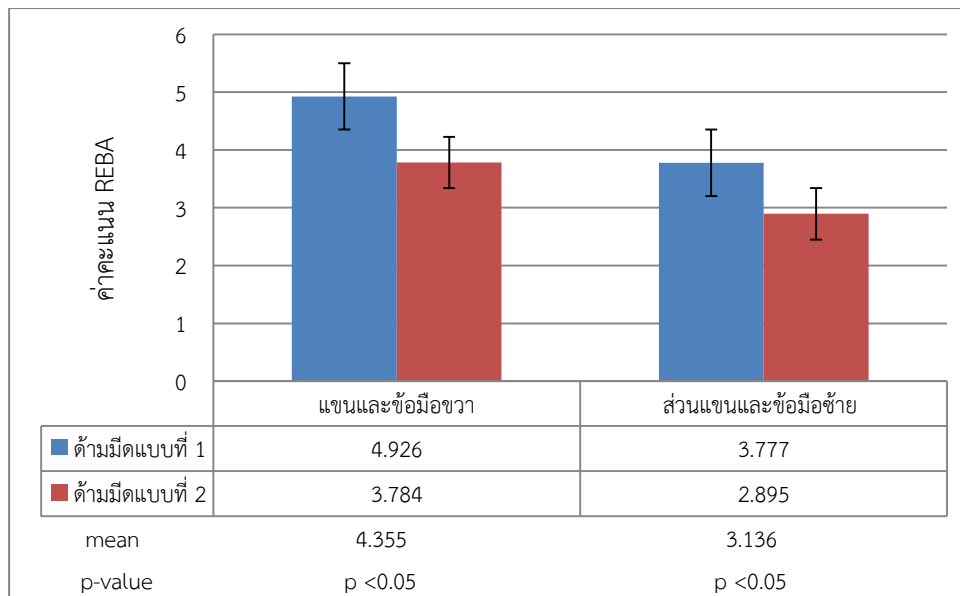


ภาพที่ 4.48 แผนภูมิแสดงคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางที่มีผลมาจากการใช้งานตัวมิดกรีดยางต้นแบบ

ผลการวิเคราะห์ค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนและคอแนวท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของอาสาสมัครจากการใช้งานด้ามมีดกรีดยางต้นแบบ ซึ่งผลที่แสดงในภาพที่ 4.49 พบว่าค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) โดยการใช้งานด้ามมีดกรีดยางแบบที่ 2 ทำให้กล้ามเนื้อรับภาระงานน้อยกว่าการใช้งานด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 ส่วนกล้ามเนื้อแขนส่วนบนมัด Bicep brachii มีการรับภาระงานจากการใช้งานด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ($p > 0.05$) และผลที่แสดงในภาพที่ 4.50 พบว่าคอแนวท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาในส่วนแขนและข้อมือด้านขวาพบว่าคอแนวโดยเฉลี่ยจากการใช้งานด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 อยู่ในระดับที่ 2 ของเทคนิค REBA ซึ่งท่าทางการทำงานมีปัญหาน้อยกว่าการใช้ด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 ที่มีคอแนวโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับที่ 3 ของเทคนิค REBA แสดงว่าท่าทางการทำงานมีความเสี่ยงอยู่ในระดับปานกลางต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงงานเพิ่มเติม เมื่อสังเกตจากท่าทางการจับด้ามมีดที่แสดงในภาพที่ 4.51 พบว่าการจับด้ามมีดกรีดยางแบบที่ 1 ส่งผลให้ข้อมือขวาอยู่เล็กน้อยแต่เมื่อใช้งานด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 ส่งผลให้ข้อมืออยู่ในลักษณะตรงกับแขนท่อนล่างมากกว่า และเมื่อพิจารณาในส่วนแขนและมือด้านซ้าย พบว่าคอแนวโดยเฉลี่ยจากการใช้งานด้ามมีดกรีดยางแบบที่ 1 มีค่ามากกว่าคอแนวโดยเฉลี่ยจากการใช้งานด้ามมีดกรีดยางแบบที่ 2 ซึ่งท่าทางที่แสดงในภาพที่ 4.52 มือซ้ายสามารถจับกำด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 ได้รอบมากกว่าการจับกำด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 แต่คอแนวโดยเฉลี่ยของด้ามมีดกรีดยางทั้ง 2 แบบ อยู่ในระดับที่ 2 ของเทคนิค REBA แสดงว่าท่าทางการทำงานมีปัญหาน้อยอาจจะต้องปรับปรุงเพิ่มเติม



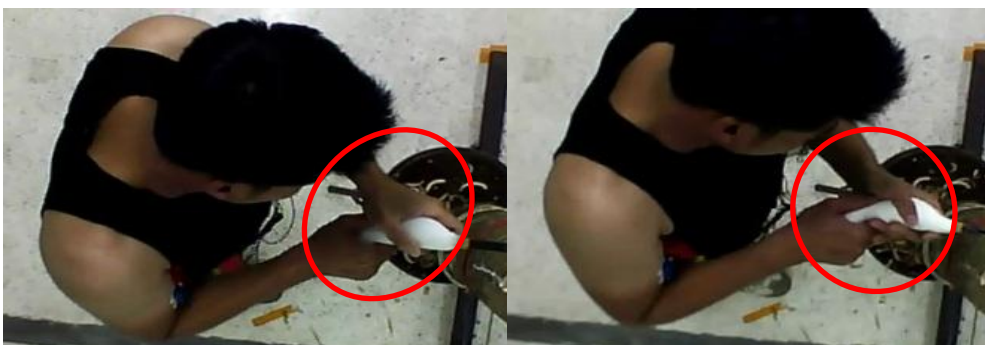
ภาพที่ 4.49 แผนภูมิแสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนที่มีผลมาจากการใช้งานด้ามมีดกรีดยางต้นแบบ



ภาพที่ 4.50 แผนภูมิแสดงคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางที่มีผลมาจากการใช้งานด้ามมีดกรีดยางต้นแบบ

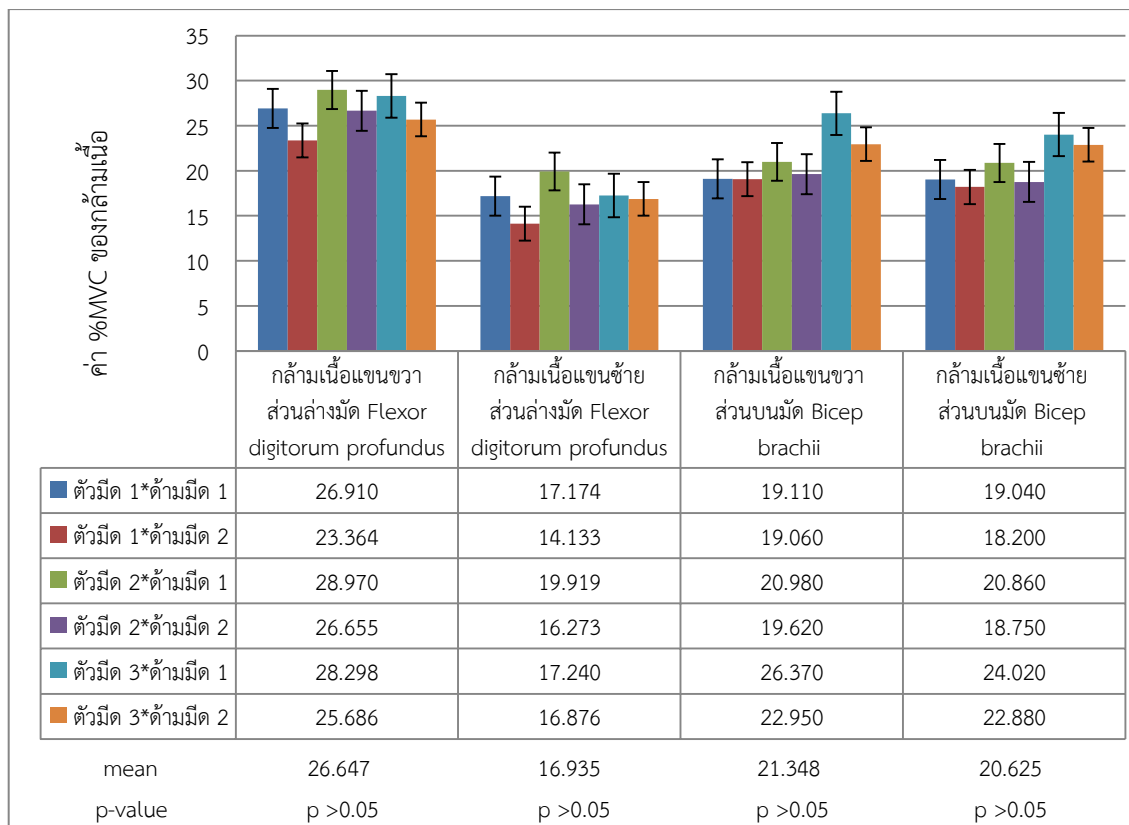


ภาพที่ 4.51 ท่าทางด้านข้างของมือขวาในการจับด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 (ซ้าย) และท่าทางการจับด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 (ขวา)

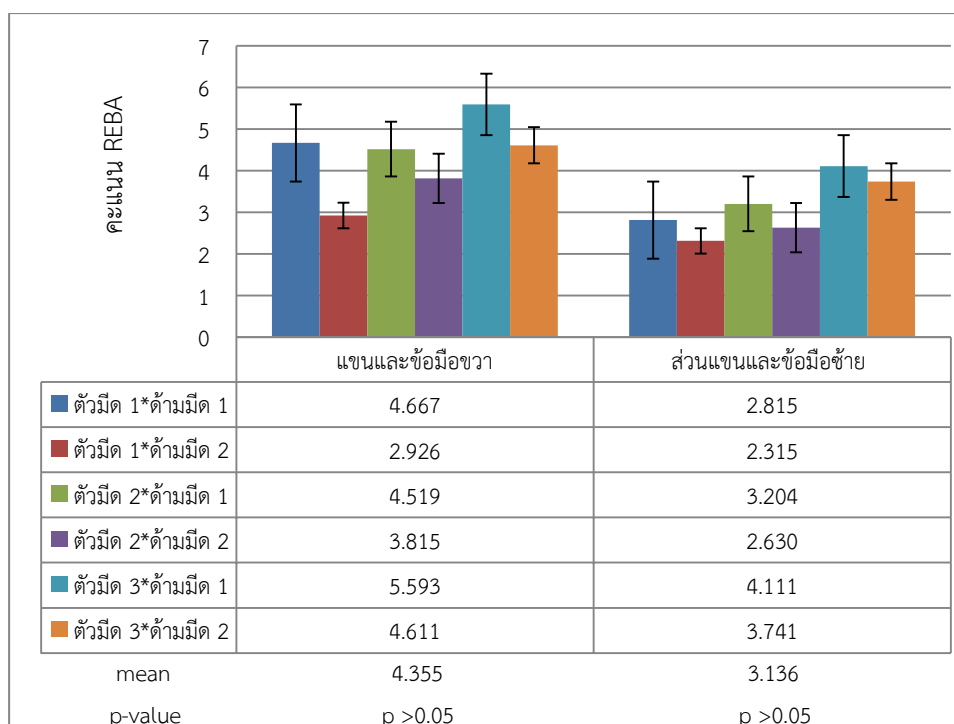


ภาพที่ 4.52 ท่าทางด้านบนของมือขวาและมือซ้ายในการจับด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 (ซ้าย) และท่าทางการจับด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 (ขวา)

ผลการวิเคราะห์ค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนและคอแนวท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของอาสาสมัครจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบจำนวน 6 ชุด ซึ่งผลที่แสดงในภาพที่ 4.53 และภาพที่ 4.54 พบว่าแนวโน้มของผลจากการใช้มีดกรีดยางต้นแบบ แตกต่างจากแนวโน้มผลจากการพิจารณาปัจจัยหลักในส่วนของตัวมีดกรีดยางต้นแบบและในส่วนของด้ามมีดกรีดยางต้นแบบอย่างไม่มีนัยสำคัญ($p>0.05$) จึงได้ผลสรุปว่ามีดกรีดยางต้นแบบชุดที่เกิดจากการประกอบด้วยตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่ 1 กับด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่ 2 เป็นมีดกรีดยางต้นแบบที่เหมาะสมที่สุดที่มีผลทำให้ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus กล้ามเนื้อแขนส่วนบนมัด Bicep brachii และคอแนวโดยเฉลี่ยของท่าทางการทำงานมีค่าน้อยกว่าการใช้มีดกรีดยางต้นแบบชุดอื่นอีก 5 ชุด โดยมีคอแนวเฉลี่ยท่าทางการทำงานอยู่ในระดับที่ 2 ของเทคนิค REBA ซึ่งแสดงว่าท่าทางการทำงานมีปัญหาน้อยอาจจะต้องต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติม



ภาพที่ 4.53 แผนภูมิแสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนที่มีผลมาจากปัจจัยร่วมระหว่างตัวมีดกรีดยางต้นแบบกับด้ามมีดกรีดยางต้นแบบ



ภาพที่ 4.54 คะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางที่มีผลมาจากปัจจัยร่วมระหว่าง
ตัวมีดกรีดยางต้นแบบกับด้ามมีดกรีดยางต้นแบบ

4.6.3 การวิเคราะห์ค่าระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

การวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบที่มีความแตกต่างกันจำนวน 6 ชุด ที่มาจากการประกอบตัวมีดกรีดยางต้นแบบที่มีความแตกต่างกันจำนวน 3 แบบ และด้ามมีดกรีดยางต้นแบบที่มีความแตกต่างกันจำนวน 2 แบบ ในอาสาสมัครจำนวน 6 คน โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางประกอบด้วยคำถามทั้งหมด 5 ข้อ ในแบบสอบถามชุดที่ 4 แสดงในภาคผนวก ง ผลการประเมินความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางประเมินโดยใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ซึ่งผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.19 และตารางที่ ข-2 ในภาคผนวก ข และสามารถอธิบายระดับความพึงพอใจของอาสาสมัครที่มีต่อมีดกรีดยางในด้านต่างๆได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.19 ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

รายการ	ระดับความพึงพอใจ	มีดต้นแบบ ชุดที่ 1	มีดต้นแบบ ชุดที่ 2	มีดต้นแบบ ชุดที่ 3	มีดต้นแบบ ชุดที่ 4	มีดต้นแบบ ชุดที่ 5	มีดต้นแบบ ชุดที่ 6
1.ความพึงพอใจเมื่อได้เห็นและสัมผัสก่อนการทดลองใช้งาน	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	3.83	3.33	3.17	3.33	3.50	3.67
	แปลผล	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก

ตารางที่ 4.19 ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ (ต่อ)

รายการ	ระดับความพึงพอใจ	มีดต้นแบบชุดที่ 1	มีดต้นแบบชุดที่ 2	มีดต้นแบบชุดที่ 3	มีดต้นแบบชุดที่ 4	มีดต้นแบบชุดที่ 5	มีดต้นแบบชุดที่ 6
2. รูปร่างและขนาดด้ามมีดสามารถจับได้ถนัดมือ	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	2.33	3.50	2.17	3.16	2.33	3.33
	แปลผล	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง	มาก
3.รูปรองรับตัวมีดมีความเหมาะสมกับด้ามมีด	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	3.83	4.00	3.17	3.33	1.83	2.00
	แปลผล	มาก	มาก	มาก	มาก	น้อย	น้อย
4.การเลือกใช้วัสดุในการจัดทำอุปกรณ์มีความเหมาะสม	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	3.17	3.83	3.67	3.50	3.00	3.00
	แปลผล	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก
5.มีความรู้สึกปลอดภัยขณะใช้งาน	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	3.33	3.50	3.17	3.33	1.33	1.50
	แปลผล	มาก	มาก	มาก	มาก	น้อย	น้อย

ผลความพึงพอใจเมื่อได้เห็นและสัมผัสก่อนทดลองใช้งานพบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อมีดกรีดยางอยู่ที่ระดับมากเท่ากันทั้ง 6 ชุด เนื่องจากเป็นมีดกรีดยางต้นแบบที่ออกแบบและจัดทำขึ้นใหม่ซึ่งอาสาสมัครยังไม่เคยทดลองใช้งานมาก่อน

ผลความพึงพอใจรูปร่างและขนาดของด้ามมีดสามารถจับได้ถนัดมือพบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อมีดกรีดยางต้นแบบที่มีด้ามมีดที่มีหน้าตัดเป็นวงรี คือ มีดชุดที่ 2 ชุดที่ 4 และชุดที่ 6 อยู่ในระดับมากและมีความพึงพอใจต่อมีดกรีดยางที่มีด้ามที่มีหน้าตัดเป็นกลม คือ มีดชุดที่ 1 ชุดที่ 3 และชุดที่ 5 อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากด้ามมีดที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงรีทำให้สามารถรองรับอุ้งฝ่ามือได้มากกว่าและมีส่วนที่นูนออกไปกดทับอุ้งฝ่ามือน้อยกว่าด้ามมีดที่มีหน้าตัดเป็นวงกลมที่มีขนาดสมดุลงันทำให้มีส่วนนูนออกไปกดทับบริเวณอุ้งฝ่ามือมากแต่รองรับอุ้งฝ่ามือได้น้อยทำให้จับกำได้ไม่ถนัดเท่ากับด้ามมีดที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงรี ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4.55



ภาพที่ 4.55 ลักษณะการโอบรับอุ้งฝ่ามือของด้ามมีดที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงกลม (ซ้าย)
และด้ามมีดที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงรี (ขวา)

ผลความพึงพอใจรูปร่างของด้ามมีดที่ตรงตามต้นแบบที่มีความเหมาะสมกับด้ามมีดที่ตรงตามต้นแบบพบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อมีดที่ตรงตามต้นแบบชุดที่ 1 และชุดที่ 2 อยู่ในระดับมาก เพราะมีดที่มีลักษณะโค้งโอบหน้ายางทำให้ไม่เกิดขวางพื้นที่บนหน้ายางและมีด้ามที่ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับขนาดมือสามารถบังคับใบมีดให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการได้ง่ายที่สุด รู้สึกออกแรงน้อยและอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อมีดที่ตรงตามต้นแบบชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ในระดับปานกลาง เพราะมีรูปร่างของด้ามมีดที่มีลักษณะโค้งลงบนหน้ายางทำให้รู้สึกออกแรงกด มากกว่าการใช้ด้ามมีดแบบที่ 1 ที่มีลักษณะโอบหน้ายาง ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4.56 ส่วนมีดที่ตรงตามต้นแบบชุดที่ 5 และชุดที่ 6 มีด้ามมีดที่เหมือนกับมีดที่ตรงตามต้นแบบดั้งเดิมที่มีคมมีดบริเวณสันมีดด้านในทำให้ช่วงระยะห่างระหว่างด้ามมีดกับด้ามมีดน้อยลง จึงเกิดการกีดขวางพื้นที่บางส่วนบนหน้ายาง ทำให้ต้องเอียงคอเพื่อมองตำแหน่งในการกรีดยาง โดยเฉพาะมีดที่ตรงตามชุดที่ 5 ที่มีด้ามมีดที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงรีทำให้รู้สึกออกแรงจับกำในการบังคับคมมีดมากกว่ามีดที่ตรงตามต้นแบบชุดอื่นๆ



ภาพที่ 4.56 ท่าทางการใช้งานด้ามมีดที่ตรงตามต้นแบบที่ 1 (ซ้าย) แบบที่ 2 (กลาง) และแบบที่ 3 (ขวา)

ผลความพึงพอใจในการเลือกใช้วัสดุพบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อมิดกรีดยางทุกชุดอยู่ในระดับมากเท่ากันเนื่องจากมิดกรีดยางทุกชุดทำจากวัสดุชนิดเดียวกันที่ตัวมิดทำจากเหล็กกล้าคาร์บอน ซึ่งระดับความคมของมิดอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันสามารถกรีดยางได้ดี ส่วนด้ามมิดทำจากพลาสติก ABS ที่มีผิวหยาบละเอียดไม่ทำให้หลุดมือได้ง่าย ไม่หักง่ายสามารถรองรับต่อการออกแรงกรีดยางได้และไม่แข็งมากเหมาะสมต่อการทำด้ามมิด

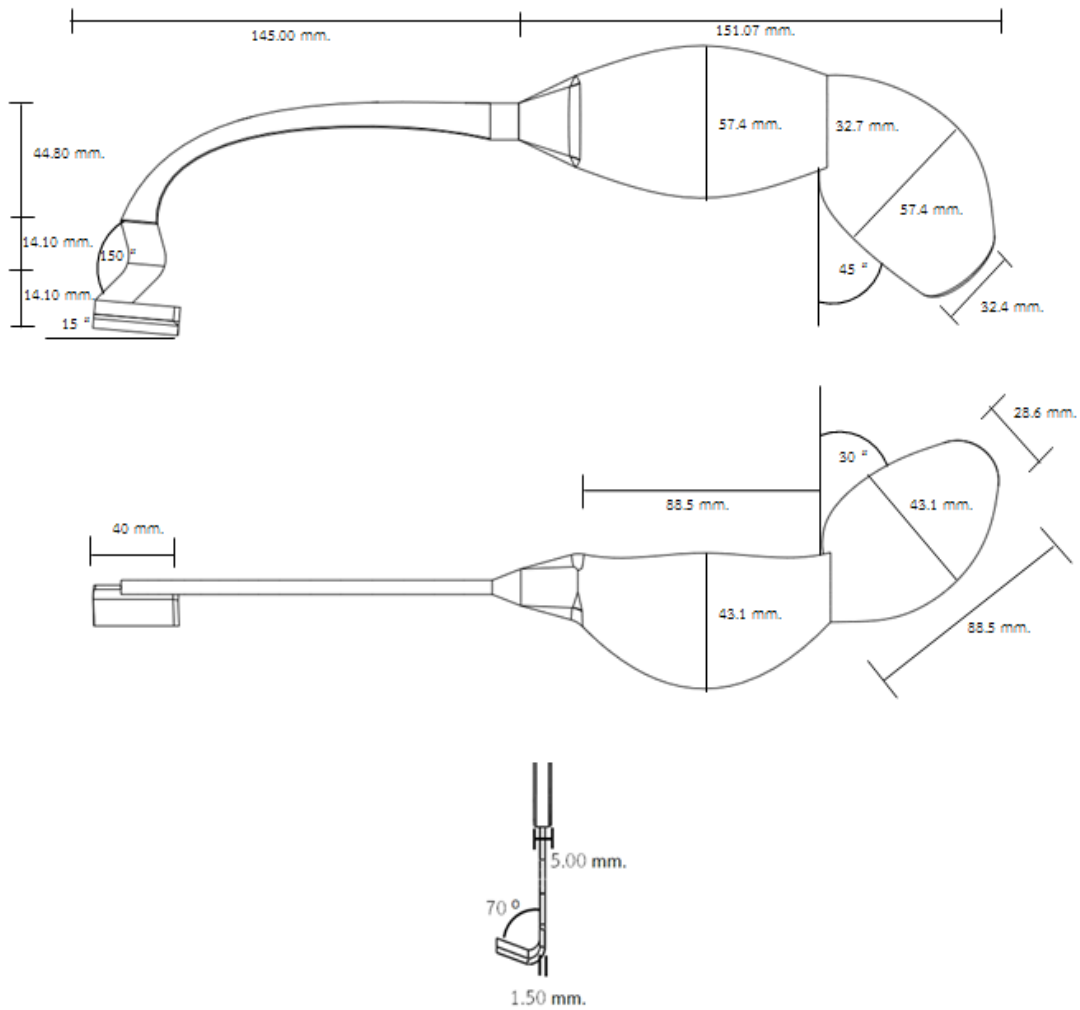
ผลความพึงพอใจในความรู้สึกปลอดภัยพบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจมิดกรีดยางชุดที่ 1 ชุดที่ 2 ชุดที่ 3 และชุดที่ 4 อยู่ระดับมาก เนื่องจากมีตัวมิดที่ไม่มีคมบริเวณสันมิดด้านในทำให้ไม่มีความกังวลต่อการโดนคมมิดบาดเหมือนกับมิดกรีดยางชุดที่ 5 และชุดที่ 6 ที่อาสาสมัครมีความพึงพอใจน้อย เพราะมีตัวมิดเป็นมิดแบบดั้งเดิม ซึ่งยังมีส่วนคมบริเวณสันมิดด้านในทำให้มีความเสี่ยงต่อการโดนคมมิดบาด

4.7 การออกแบบมิดกรีดยางแบบใหม่ที่มีความเหมาะสมที่สุด

ผลจากการพิจารณาผลการทดลองใช้งานมิดกรีดยางต้นแบบพบว่ามิดกรีดยางที่เกิดจากการประกอบระหว่างตัวมิดกรีดยางต้นแบบที่ 1 กับด้ามมิดกรีดยางต้นแบบที่ 2 เป็นมิดกรีดยางต้นแบบที่มีความเหมาะสมที่สุดทั้งการพิจารณาในส่วนของค่าภาระแรงของกล้ามเนื้อ คะแนนท่าทางการทำงาน และอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อการใช้งานมากที่สุด แต่ยังคงมีการปรับปรุงเพิ่มเติมในส่วนของด้ามมิดที่ใช้สำหรับให้มือซ้ายจับกำ โดยได้มีการพัฒนาเพิ่มเติมให้ผิวของด้ามมิดมีลักษณะเป็นคลื่นและมีความเรียบมากขึ้นให้นิ้วมือซ้ายสามารถจับกำได้ถนัดมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างดังแสดงในภาพที่ 4.57 และตัวอย่างแบบร่างแสดงในภาพที่ 4.58



ภาพที่ 4.57 มิดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ที่มีความเหมาะสมที่สุด



ภาพที่ 4.58 แบบร่างมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ที่มีความเหมาะสมที่สุด

4.8 การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

ผลจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้นพบว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือ คือ แบบของมีดกรีดยางเบื้องต้นและระดับความสูงในการกรีดยาง และผลจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบพบว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อระดับความเสี่ยงของกล้ามเนื้อและท่าทางการทำงาน คือ แบบตัวมีดกรีดยางและแบบด้ามมีดกรีดยาง ซึ่งจากการทดลองทำให้ได้มีดกรีดยางแบบสุดท้ายที่ดีที่สุดมาจำนวน 1 ชุด ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้ได้กำหนดชุดของมีดกรีดยางที่มีความแตกต่างกัน คือ มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจี๊ยะบง) และมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่มาใช้งานในระดับความสูงในการกรีดยางที่ระดับต่างกัน ซึ่งมีการกำหนดตัวแปรต้น คือ มีดกรีดยางชุดสุดท้ายที่มีความแตกต่างกันจำนวน 2 ชุด(มีดกรีดยางแบบใหม่และมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม) ระดับความสูงในการกรีดยางที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ตัวแปรตาม คือ ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนและค่าคะแนนท่าทางการทำงาน และกำหนดตัวแปรควบคุม คือ อาสาสมัครมีประสบการณ์ทำงานกรีดยางอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกันและมีขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนขนาดมือ น้ำหนัก และความสูงแตกต่างกัน โดยทำการทดลองกรีดยางในห้องปฏิบัติการและมีการประเมินค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนจำนวน 4 มัด

กล้ามเนื้อแขนส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อแขนส่วนบนมัด Biceps Brachii ของทั้งแขนขวาและแขนซ้าย ด้วยค่าร้อยละของค่าการออกแรงกล้ามเนื้อแขนสูงสุดโดยสมัครใจ (%MVC) และการประเมินระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือทั้งซีกขวาและซีกซ้ายด้วยวิธีเทคนิค REBA แล้วนำค่า RMS ของ %MVC และค่าเฉลี่ยคะแนนท่าทางการทำงานมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนโดยใช้ทฤษฎีแบบจำลองเชิงเส้น Two-Factor Repeated Measures Design ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ซึ่งค่า F_{α, v_1, v_2} จากตาราง F-ratio ที่ $\alpha = 0.05$ มีเกณฑ์การตัดสินใจ คือ ถ้าค่า F-ratio มีค่ามากกว่าค่า F_{α, v_1, v_2} หรือ ถ้าค่า P-value มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ซึ่งหมายถึงตัวแปรนั้นๆ มีผลต่อระดับความเสี่ยงของกล้ามเนื้อแขนและระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือจากการทำงานกรีดยาง โดยผลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแสดงดังตารางที่ ๙-9 ๙-10 และผลค่าคะแนนท่าทางการทำงานแสดงดังตารางที่ ๙-11 ๙-12 ในภาคผนวก ๙ ซึ่งในการทดลองได้มีการกำหนดแบบจำลองเชิงเส้นในการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

แบบจำลองเชิงเส้นสำหรับการออกแบบ Two-Factor Repeated Measures Design คือ

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \pi_{j(k)} + \epsilon_{ijk}$$

; $i = 1, 2, \dots, a, \quad j = 1, 2, \dots, b, \quad k = 1, 2, \dots, n$

โดยที่ y_{ijk} คือ ผลจากการทดลองปัจจัยของแบบมีดกรีดยาง ที่ระดับ i และปัจจัยของระดับความสูงในการกรีดยาง ที่ระดับ j ซ้ำที่ k

μ คือ อิทธิพลของค่าเฉลี่ยทั้งหมด

τ_i คือ อิทธิพลจากปัจจัย knife (แบบของมีดกรีดยาง)

β_j คือ อิทธิพลจากปัจจัย Height (ระดับความสูงในการกรีดยาง)

$(\tau\beta)_{ij}$ คือ อิทธิพลจากผลร่วมระหว่างปัจจัยของ Knife กับปัจจัยของ Height ในการกรีดยาง

$\pi_{j(k)}$ คือ อิทธิพลจาก Subject (ความแตกต่างของอาสาสมัครแต่ละบุคคล)

ϵ_{ijk} คือ ผลจากความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

สมมติฐานที่ใช้ทดสอบ

1. $H_0 : \tau_i = 0$ VS $H_1 : \tau_i \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า
2. $H_0 : \beta_j = 0$ VS $H_1 : \beta_j \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า
3. $H_0 : \pi_{j(k)} = 0$ VS $H_1 : \pi_{j(k)} \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า
4. $H_0 : (\tau\beta)_{ij} = 0$ VS $H_1 : (\tau\beta)_{ij} \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่า

4.8.1 การวิเคราะห์ภาระงานกล้ามเนื้อแขนจากการทดลองใช้มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

การวิเคราะห์ค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแขนจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่เพื่อเปรียบเทียบกับมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม โดยการประเมินค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่วัดจากเครื่อง Electromyography แล้วนำค่าที่ได้มาแปลงเป็นค่า RMS เพื่อเปรียบเทียบค่าการออกแรงกล้ามเนื้อแต่ละมัด ซึ่งการประเมินกล้ามเนื้อแขนแบ่งออกเป็นการประเมินกล้ามเนื้อแขนส่วนบนมัด Biceps brachii และกล้ามเนื้อแขนส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus ของทั้งแขนขวาและแขนซ้าย รวมทั้งสิ้น 4 มัด โดยการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแต่ละมัดสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

4.8.1.1 การวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus จากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ที่ได้จากการประเมินด้วยค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.20 ภาพที่ 4.59 และภาพที่ 4.60

ตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus จากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
subject	5	259.17	51.834	3.51	0.015
knife	1	206.19	206.187	13.95	0.001
height	2	122.59	61.297	4.15	0.028
knife*height	2	11.57	5.784	0.39	0.680
Error	25	369.42	14.777		
Total	35	968.94			

Model Summary

S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)
3.84405	61.87%	46.62%	20.94%

- การวิเคราะห์ subject

ผลจากตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนในปัจจัย subject ซึ่งค่า F-ratio = 3.51 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,5,35} = 2.49$ และค่า P-value = 0.015 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย subject มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus

- การวิเคราะห์ Knife

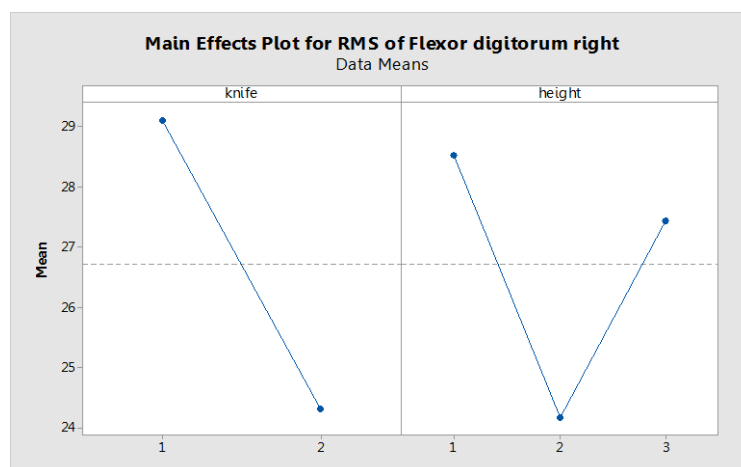
ผลจากตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนในปัจจัย Knife ซึ่งค่า F-ratio = 13.95 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,1,35} = 4.12$ และค่า P-value = 0.001 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยของ Knife มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus

- การวิเคราะห์ Height

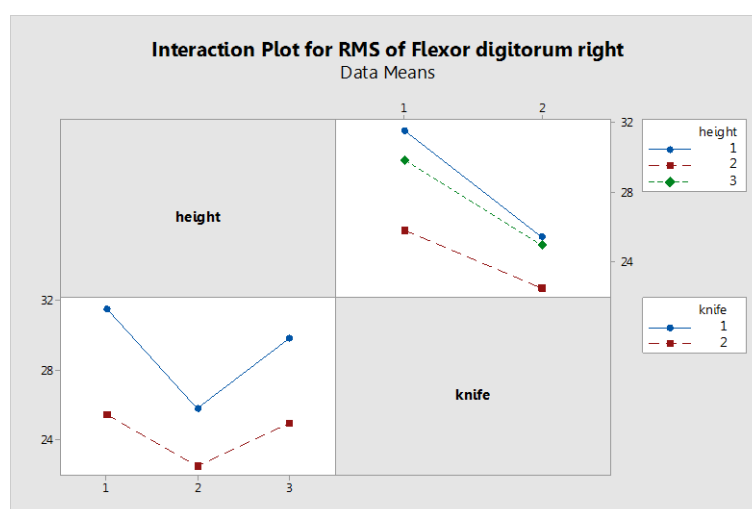
ผลจากตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนในปัจจัย Height ซึ่งค่า F-ratio = 4.15 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.028 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยของ Height มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อเนื้อแขนขาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus

- การวิเคราะห์ Interaction ของ Knife* Height

ผลจากตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนในปัจจัย Knife*Height ซึ่งค่า F-ratio = 0.39 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.680 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยร่วมระหว่าง Knife กับ Height ไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อเนื้อแขนขาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus



ภาพที่ 4.59 Main Effect plot ของ Knife และ Height จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อเนื้อแขนขาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus



ภาพที่ 4.60 Interaction plot ของ Knife และ Height จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อเนื้อแขนขาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus

ผลในภาพประกอบที่ 4.59 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.20 พบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus คือ ชุดของมิดกริต โดยมีแนวโน้มว่าค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus ลดลงเมื่อเปลี่ยนจากการใช้งานมิดกริตยางชุดที่ 1 (แบบดั้งเดิม) ไปใช้มิดกริตยางชุดที่ 2 (แบบใหม่) และระดับความสูงในการกริตยางมีแนวโน้มว่าค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus มีค่าลดลงเมื่อเปลี่ยนจากการกริตยางที่ความสูง 1 (ระดับสายตา) ไปกริตยางที่ความสูง 3 (ระดับเอว) และมีค่าภาระงานของกล้ามเนื้อต่ำที่สุดเมื่อเปลี่ยนไปกริตยางที่ความสูง 2 (ระดับหน้าอก) และผลจากภาพประกอบที่ 4.60 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.20 พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างแบบมิดกริตยางและระดับความสูงในการกริตยางไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus

4.8.1.2 การวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนบนมัด Biceps brachii จากการทดลองใช้งานมิดกริตยางที่ออกแบบใหม่ที่เหมาะสมด้วยค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.21 ภาพที่ 4.61 และภาพที่ 4.62

ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนบนมัด Biceps brachii จากการใช้งานมิดกริตยางที่ออกแบบใหม่

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
subject	5	288.10	57.620	3.26	0.021
knife	1	260.52	260.519	14.76	0.001
height	2	147.05	73.524	4.17	0.027
knife*height	2	3.57	1.787	0.10	0.904
Error	25	441.23	17.649		
Total	35	1140.47			
Model Summary					
S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)		
4.20109	61.31%	45.84%	19.78%		

- การวิเคราะห์ subject

ผลจากตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย subject ซึ่งค่า F-ratio = 3.26 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,5,35} = 2.49$ และค่า P-value = 0.021 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย subject มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนบนมัด Biceps brachii

- การวิเคราะห์ Knife

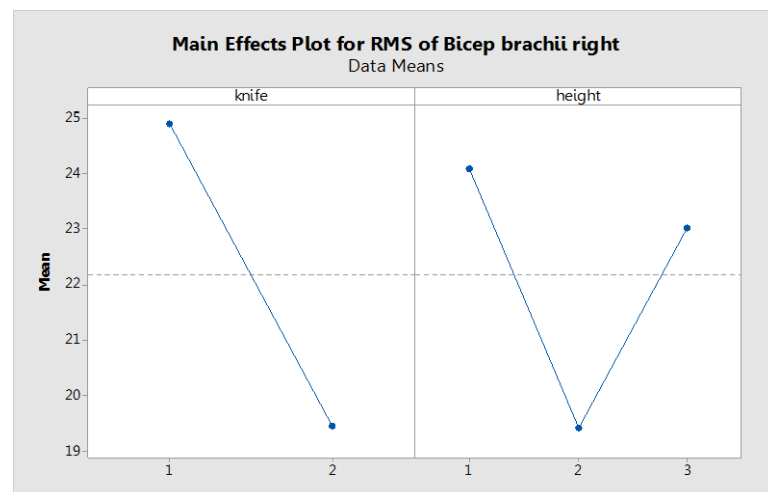
ผลจากตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife ซึ่งค่า F-ratio = 14.76 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,1,35} = 4.12$ และค่า P-value = 0.001 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยของ Knife มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนบนมัด Biceps brachii

- การวิเคราะห์ Height

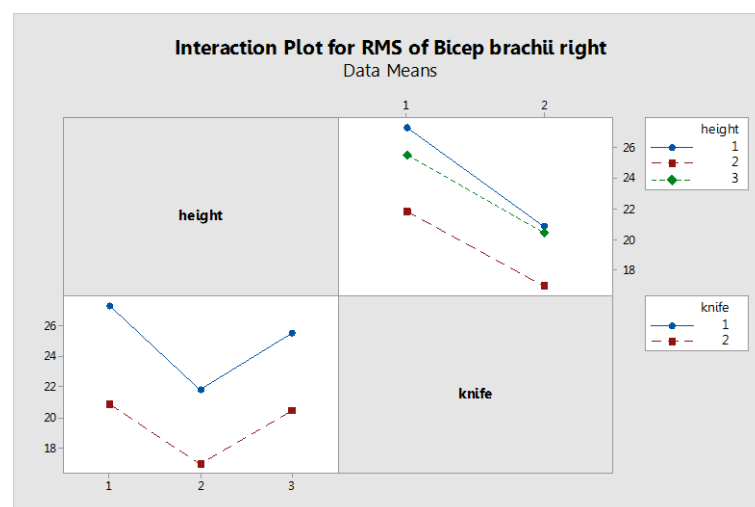
ผลจากตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Height ซึ่งค่า F-ratio = 4.17 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.20$ และค่า P-value = 0.027 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยของ Height มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวาส่วนบนมัด Biceps brachii

- การวิเคราะห์ Interaction ของ Knife*Height

ผลจากตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife*Height ซึ่งค่า F-ratio = 0.10 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.904 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยร่วมระหว่าง Knife กับ Height ไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวาส่วนบนมัด Biceps brachii



ภาพที่ 4.61 Main Effect plot ของ Knife และ Height จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวาส่วนบนมัด Biceps brachii



ภาพที่ 4.62 Interaction plot ของ Knife และ Height จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวาส่วนบนมัด Biceps brachii

ผลในภาพประกอบที่ 4.61 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.21 พบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนบนมัด Biceps brachii คือ ชุดของมีดกรีดยาง โดยมีแนวโน้มว่าค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนบนมัด Biceps brachii มีค่าลดลงเมื่อเปลี่ยนจากการใช้งานมีดกรีดยางชุดที่ 1 (แบบดั้งเดิม) ไปใช้งานมีดกรีดยางชุดที่ 2 (แบบใหม่) และระดับความสูงในการกรีดยางมีแนวโน้มว่าค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนบนมัด Biceps brachii มีค่าลดลงเมื่อเปลี่ยนจากการกรีดยางที่ความสูง 1 (ระดับสายตา) ไปกรีดยางที่ความสูง 3 (ระดับเอว) และมีค่าภาระงานต่ำสุดเมื่อเปลี่ยนไปกรีดยางที่ความสูง 2 (ระดับหน้าอก) และผลจากภาพประกอบที่ 4.62 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.21 พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างแบบมีดกรีดยางและระดับความสูงในการกรีดยางไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนบนมัด Biceps brachii

4.8.1.3 การวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus จากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ที่ได้จากการประเมินด้วยค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.22 ภาพที่ 4.63 และภาพที่ 4.64

ตารางที่ 4.22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus จากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
subject	5	348.76	69.751	3.71	0.012
knife	1	194.77	194.772	10.37	0.004
height	2	9.00	4.502	0.24	0.789
knife*height	2	71.44	35.722	1.90	0.170
Error	25	469.41	18.776		
Total	35	1093.39			

Model Summary

S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)
4.33318	57.07%	39.90%	10.98%

- การวิเคราะห์ subject

ผลจากตารางที่ 4.22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย subject ซึ่งค่า F-ratio = 3.71 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,5,35} = 2.49$ และค่า P-value = 0.012 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย subject มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus

- การวิเคราะห์ Knife

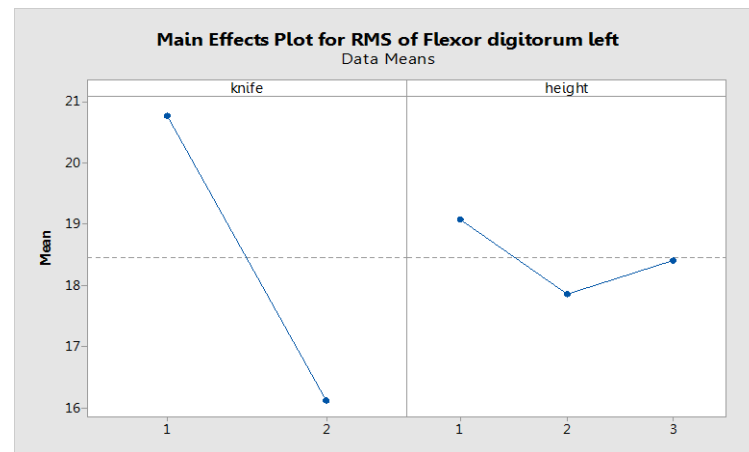
ผลจากตารางที่ 4.22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife ซึ่งค่า F-ratio = 10.37 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,1,35} = 4.12$ และค่า P-value = 0.004 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย Knife มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus

- การวิเคราะห์ Height

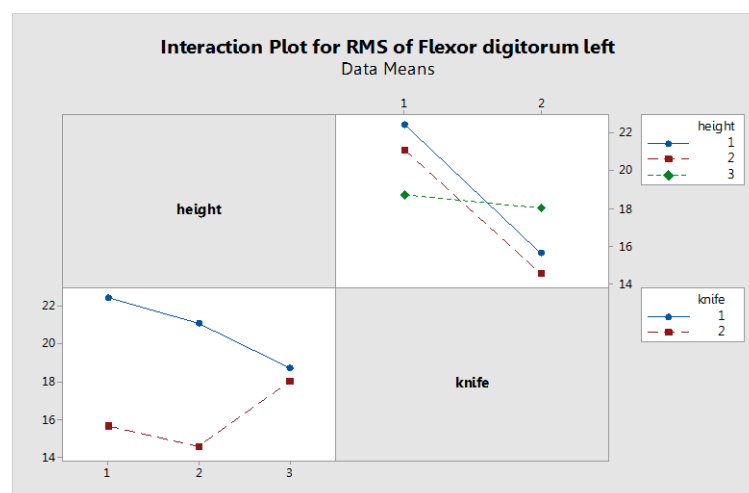
ผลจากตารางที่ 4.22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Height ซึ่งค่า F-ratio = 0.24 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.789 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยของ Height ไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus

- การวิเคราะห์ Interaction ของ Knife* Height

ผลจากตารางที่ 4.22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife*Height ซึ่งค่า F-ratio = 1.90 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.170 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยร่วมระหว่าง Knife กับ Height ไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus



ภาพที่ 4.63 Main Effect plot ของ Knife และ Height จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus



ภาพที่ 4.64 Interaction plot ของ Knife และ Height จากการค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อแขนซ้ายของ Flexor digitorum profundus

ผลในภาพประกอบที่ 4.63 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.22 พบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus คือ ชุดของมิดกรีตยาล โดยมีความโน้มเอียงว่าค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus มีค่าลดลงเมื่อเปลี่ยนจากการใช้งานมิดกรีตยาลชุดที่ 1 (แบบดั้งเดิม) ไปใช้งานมิดกรีตยาลชุดที่ 2 (แบบใหม่) และผลจากภาพประกอบที่ 4.64 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.22 พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างแบบมิดกรีตยาลและระดับความสูงในการกรีตยาลไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus

4.8.1.4 การวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii จากการทดลองใช้งานมิดกรีตยาลที่ออกแบบใหม่ที่ได้จากการประเมินด้วยค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.23 ภาพที่ 4.65 และภาพที่ 4.66

ตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii จากการใช้งานมิดกรีตยาลที่ออกแบบใหม่

Analysis of Variance						
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	
subject	5	338.50	67.70	3.95	0.009	
knife	1	350.03	350.03	20.42	0.000	
height	2	194.62	97.31	5.68	0.009	
knife*height	2	31.99	15.99	0.93	0.407	
Error	25	428.47	17.14			
Total	35	1343.60				
Model Summary						
S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)			
4.13990	68.11%	55.35%	33.87%			

- การวิเคราะห์ปัจจัย subject

ผลจากตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย subject ซึ่งค่า F-ratio = 3.95 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,5,35} = 2.49$ และค่า P-value = 0.009 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย subject มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii

- การวิเคราะห์ Knife

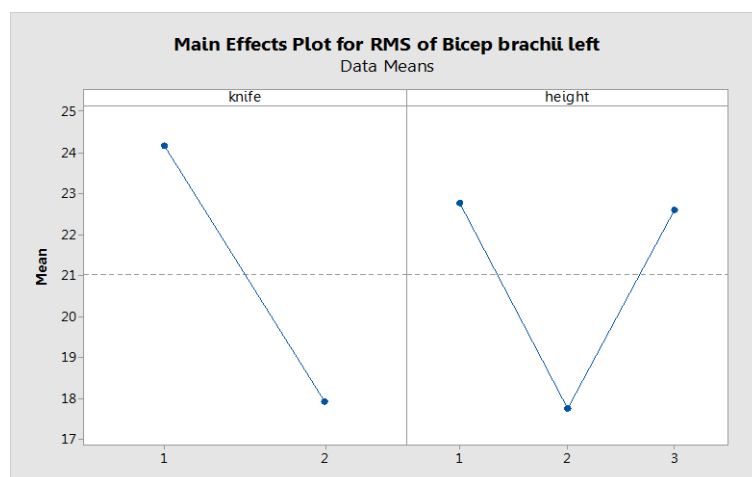
ผลจากตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife ซึ่งค่า F-ratio = 20.42 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,1,35} = 4.12$ และค่า P-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย Knife มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii

- การวิเคราะห์ Height

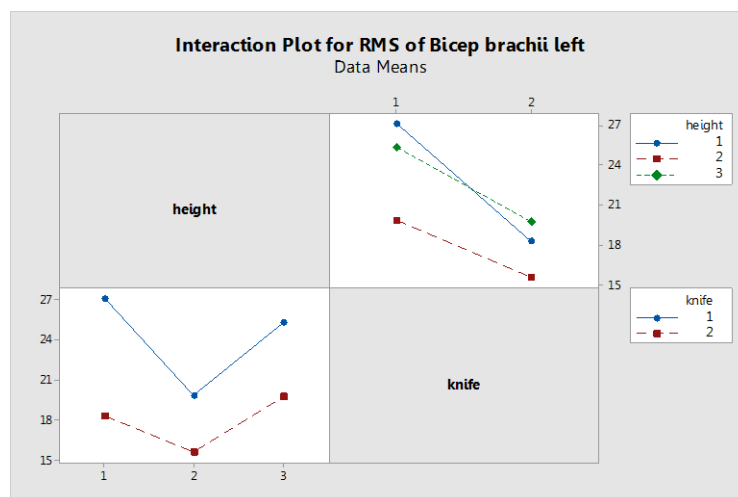
ผลจากตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Height ซึ่งค่า F-ratio = 5.68 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.009 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัย Height มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii

- การวิเคราะห์ Interaction ของ Knife* Height

จากตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife*Height ซึ่งค่า F-ratio = 0.93 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.407 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยร่วมระหว่าง Knife กับ Height ไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii



ภาพที่ 4.65 Main Effect plot ของ Knife และ Height จากค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii



ภาพที่ 4.66 Interaction plot ของ Knife และ Height จากการค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii

ผลในภาพประกอบที่ 4.65 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.23 พบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii คือ ชุดของมิตกริตยาง โดยมีแนวโน้มว่าค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนส่วนบนมัด Biceps brachii มีค่าลดลงเมื่อเปลี่ยนจากการใช้งานมิตกริตยางชุดที่ 1 (แบบดั้งเดิม) ไปใช้งานมิตกริตยางชุดที่ 2 (แบบใหม่) และระดับความสูงในการกริตยางมีแนวโน้มว่าค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii มีค่าลดลงเมื่อเปลี่ยนจากการ

กรีดยางที่ความสูง 1 (ระดับสายตา) ไปกรีดยางที่ความสูง 3 (ระดับเอว) และมีระดับความเสี่ยงต่ำสุดเมื่อกรีดยางที่ความสูง 2 (ระดับหน้าอก) และผลจากภาพประกอบที่ 4.66 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.23 พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างชุดของมีดกรีดยางและระดับความสูงในการกรีดยางไม่มีผลต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด Biceps brachii

4.8.2 การวิเคราะห์ท่าทางการทำงานจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

การวิเคราะห์ท่าทางการทำงานกรีดยางจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่เปรียบเทียบกับมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม โดยมีการประเมินท่าทางการทำงานด้วยเกณฑ์การประเมินความเสี่ยงทางกายศาสตร์ด้วยเทคนิค REBA ที่มีการประเมินท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนของแขนและข้อมือของร่างกายทั้งซีกขวาและซีกซ้าย ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

4.8.2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางของร่างกายซีกขวาในส่วนของแขนและข้อมือจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงทางกายศาสตร์ด้วยเทคนิค REBA ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.24 ภาพที่ 4.67 และภาพที่ 4.68

ตารางที่ 4.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนของแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
subject	5	4.5473	0.9095	3.49	0.016
knife	1	25.3717	25.3717	97.25	0.000
height	2	8.8292	4.4146	16.92	0.000
knife*height	2	0.5562	0.2781	1.07	0.360
Error	25	6.5226	0.2609		
Total	35	45.8272			

Model Summary

S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)
0.510789	85.77%	80.07%	70.49%

- การวิเคราะห์ปัจจัย subject

ผลจากตารางที่ 4.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย subject ซึ่งค่า F-ratio = 3.49 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,5,35} = 2.49$ และค่า P-value = 0.016 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยของ subject มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนของแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา

- การวิเคราะห์ Knife

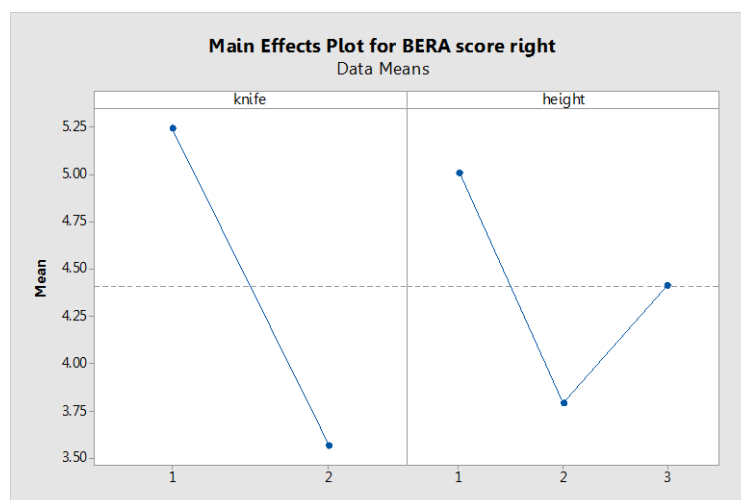
ผลจากตารางที่ 4.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife ซึ่งค่า F-ratio = 97.25 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,1,35} = 4.12$ และค่า P-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยของ Knife มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนของแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา

- การวิเคราะห์ Height

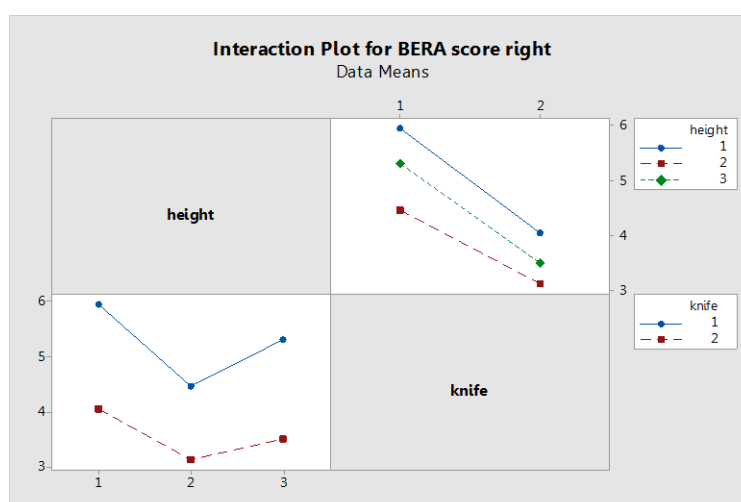
ผลจากตารางที่ 4.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Height ซึ่งค่า F-ratio = 16.92 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.20$ และค่า P-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยของ Height มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา

- การวิเคราะห์ Interaction ของ Knife*Height

ผลจากตารางที่ 4.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife*Height ซึ่งค่า F-ratio = 1.07 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.360 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยร่วมระหว่าง Knife กับ Height ไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา



ภาพที่ 4.67 Main Effect plot ระหว่าง Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่



ภาพที่ 4.68 Interaction plot ของ Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

ผลในภาพประกอบที่ 4.67 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.24 พบว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา คือ ชุดของมีดกรีดยาง โดยคะแนนท่าทางการทำงานมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปลี่ยนจากการใช้งานมีดกรีดยางชุดที่ 1 (แบบดั้งเดิม) ไปใช้งานมีดกรีดยางชุดที่ 2 (แบบใหม่) และระดับความสูงในการกรีดยางมีผลทำให้คะแนนท่าทางการทำงานมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปลี่ยนจากการกรีดยางที่ความสูง 1 (ระดับสายตา) ไปกรีดยางที่ความสูง 3 (ระดับเอว) และมีคะแนนต่ำสุดเมื่อเปลี่ยนไปกรีดยางที่ความสูง 2 (ระดับหน้าอก) และผลจากภาพประกอบที่ 4.68 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.24 ปัจจัยร่วมระหว่างชุดของมีดกรีดยางและระดับความสูงในการกรีดยางไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวา

4.8.2.2 การวิเคราะห์คะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการทดลองใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ด้วยเทคนิค REBA ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.25 ภาพที่ 4.69 และภาพที่ 4.70

ตารางที่ 4.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

Analysis of Variance						
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	
subject	5	13.073	2.6145	2.83	0.037	
knife	1	51.627	51.6269	55.90	0.000	
height	2	3.920	1.9602	2.12	0.141	
knife*height	2	1.929	0.9643	1.04	0.367	
Error	25	23.088	0.9235			
Total	35	93.636				
Model Summary						
	S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq (pred)		
	0.960995	75.34%	65.48%	48.87%		

- การวิเคราะห์ปัจจัย subject

ผลจากตารางที่ 4.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย subject ซึ่งค่า F-ratio = 2.83 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,5,35} = 2.49$ และค่า P-value = 0.037 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยของ subject มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย

- การวิเคราะห์ Knife

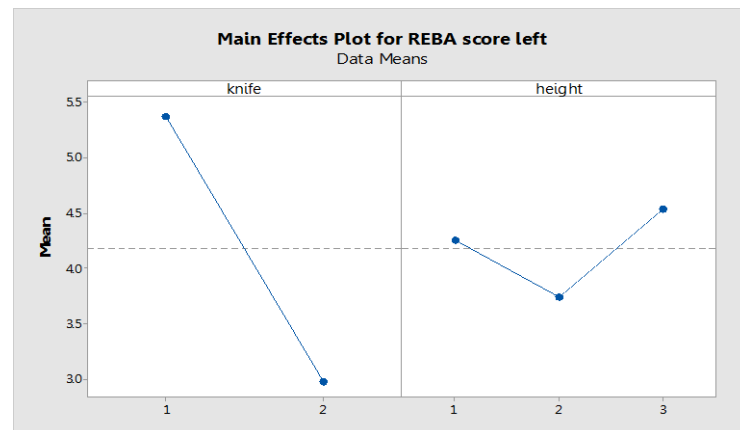
ผลจากตารางที่ 4.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife ซึ่งค่า F-ratio = 55.90 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.05,1,35} = 4.12$ และค่า P-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยของ Knife มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย

- การวิเคราะห์ Height

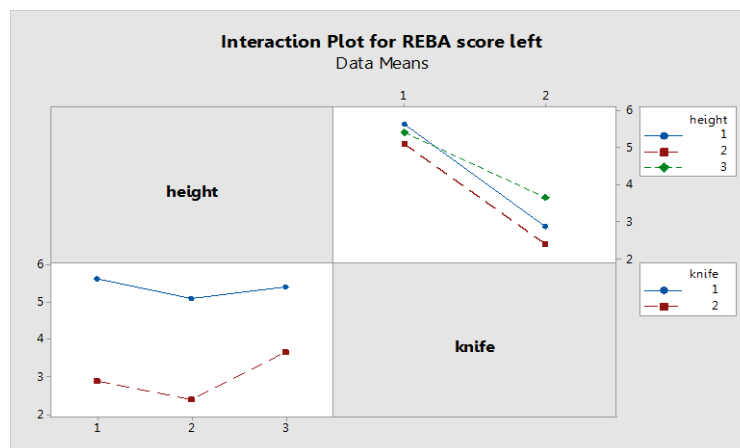
ผลจากตารางที่ 4.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Height ซึ่งค่า F-ratio = 2.12 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.20$ และค่า P-value = 0.141 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยของ Height ไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย

- การวิเคราะห์ Interaction ของ Knife* Height

ผลจากตารางที่ 4.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัย Knife*Height ซึ่งค่า F-ratio = 1.04 มีค่าน้อยกว่าค่า $F_{0.05,2,35} = 3.27$ และค่า P-value = 0.367 มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าปัจจัยร่วมระหว่าง Knife กับ Height ไม่มีผลต่อคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย



ภาพที่ 4.69 Main Effect plot ของ Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

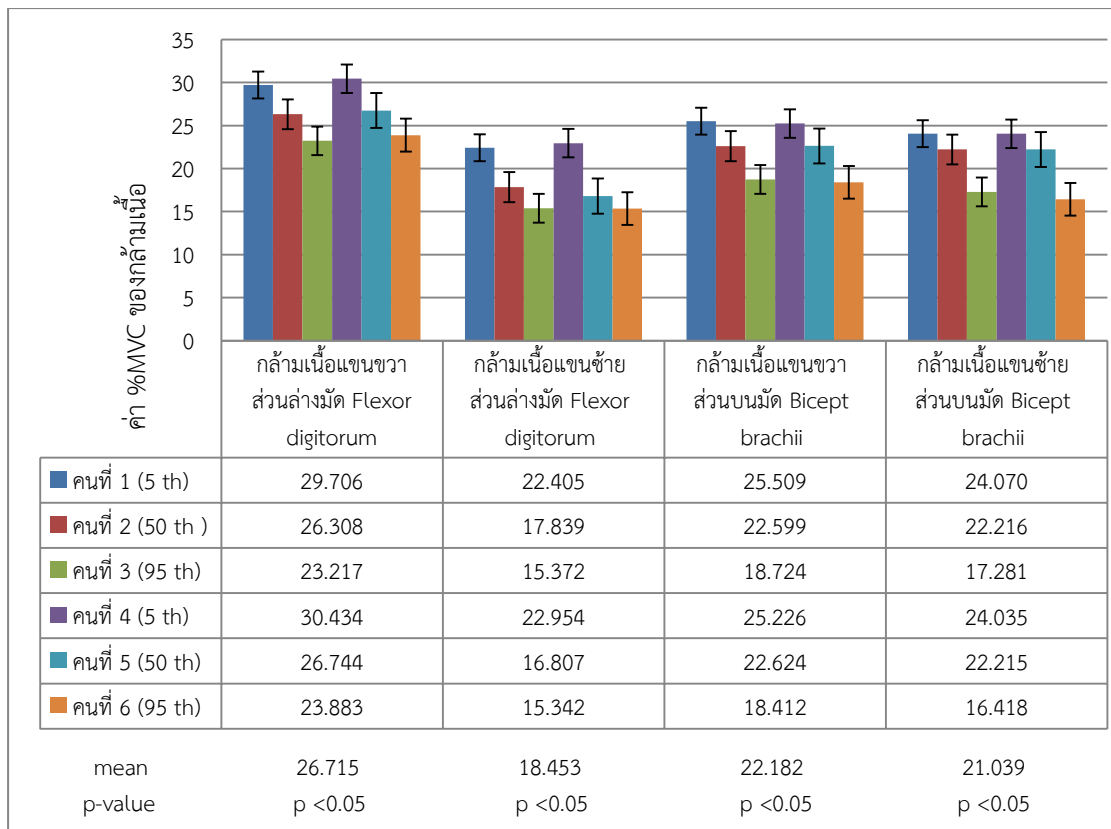


ภาพที่ 4.70 Interaction plot ของ Knife และ Height จากคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

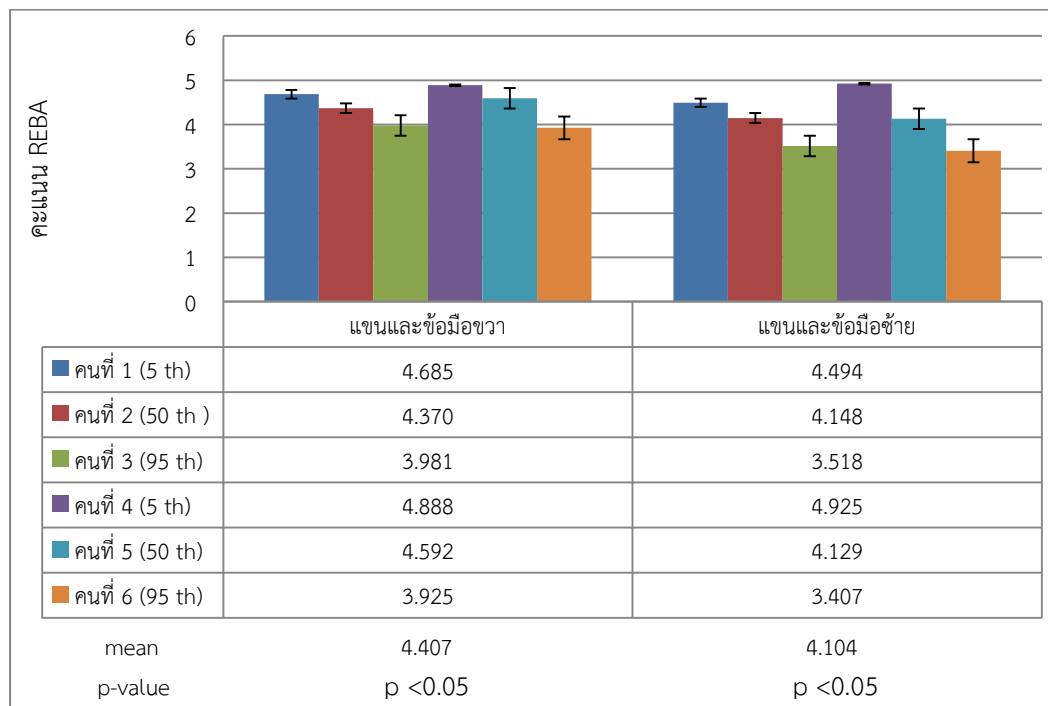
ผลในภาพประกอบที่ 4.96 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.25 พบว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อคะแนนของท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย คือ ชุดของมิตกรีดยาง โดยคะแนนท่าทางการทำงานมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปลี่ยนจากการใช้งานมิตกรีดยางชุดที่ 1 (แบบดั้งเดิม) ไปใช้งานมิตกรีดยางชุดที่ 2 (แบบใหม่) และผลจากภาพประกอบที่ 4.70 ร่วมกับผลในตารางที่ 4.25 ปัจจัยร่วมระหว่างชุดของมิตกรีดยางและระดับความสูงในการกรีดยาง ไม่มีผลต่อคะแนนของท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้าย

ผลการวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อแขนส่วนบนมัด Bicep brachii จากการใช้งานมิตกรีดยางแบบดั้งเดิมและมิตกรีดยางแบบใหม่ที่ประเมินด้วยค่าร้อยละของค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนสูงสุดโดยสมัครใจ (%MVC) และการวิเคราะห์คะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายทั้งซีกขวาและซีกซ้ายจากการใช้งานมิตกรีดยางแบบดั้งเดิมและมิตกรีดยางแบบใหม่ ด้วยค่าคะแนนท่าทางการทำงานที่ประเมินจากเทคนิค REBA พบว่าปัจจัยของอาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายต่างกันมีผลต่อภาระงานของกล้ามเนื้อแขนและคะแนนท่าทางการทำงาน ปัจจัยหลักที่มีผลต่อภาระงานของกล้ามเนื้อแขนและคะแนนท่าทางการทำงาน คือ ชุดของมิตกรีดยางและระดับความสูงในการกรีดยาง ซึ่งสามารถสรุปเป็นภาพรวมได้ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนและคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของอาสาสมัครแต่ละคนที่มีประสบการณ์ทำงานกรีดยางอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน แต่มีขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนขนาดมือ น้ำหนัก และความสูงที่แตกต่างกันอยู่ในช่วงระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 50 และ 95 ผลที่แสดงในภาพที่ 4.71 พบว่าค่าภาระของกล้ามเนื้อทั้งกล้ามเนื้อแขนส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อแขนส่วนบนมัด Bicep brachii จากการทำงานกรีดยางของอาสาสมัครแต่ละคนที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยอาสาสมัครคนที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายอยู่ที่ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 นั้นมีค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนสูงกว่าคนที่มีสัดส่วนร่างกายอยู่ที่ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 และอาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายอยู่ที่ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 นั้นมีค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนต่ำสุดและผลที่แสดงในภาพที่ 4.72 พบว่าอาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายแตกต่างกัน มีคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยอาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายอยู่ที่ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 มีคะแนนโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับที่ 2 ของเทคนิค REBA แสดงว่าท่าทางการทำงานมีปัญหาอยู่ในระดับน้อยกว่าอาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายอยู่ที่ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ซึ่งมีคะแนนท่าทางการทำงานโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับที่ 3 ของเทคนิค REBA แสดงว่าท่าทางการทำงานมีปัญหาอยู่ในระดับปานกลางต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการทำงาน

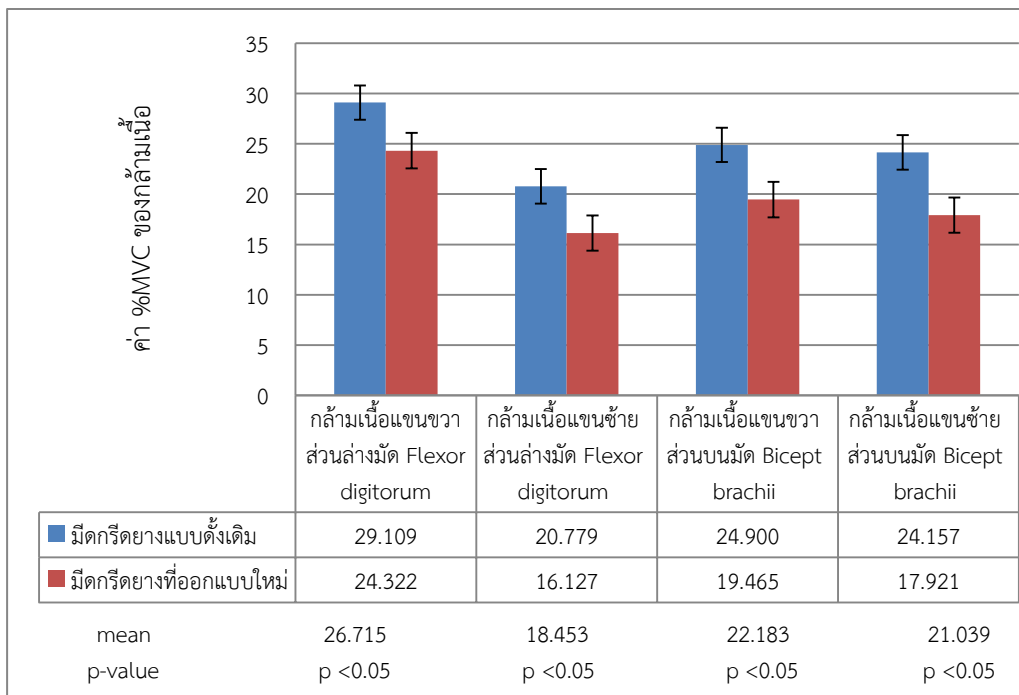


ภาพที่ 4.71 แผนภูมิแสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนที่มีผลมาจากการทำงานกรีดยางของอาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายแตกต่างกัน

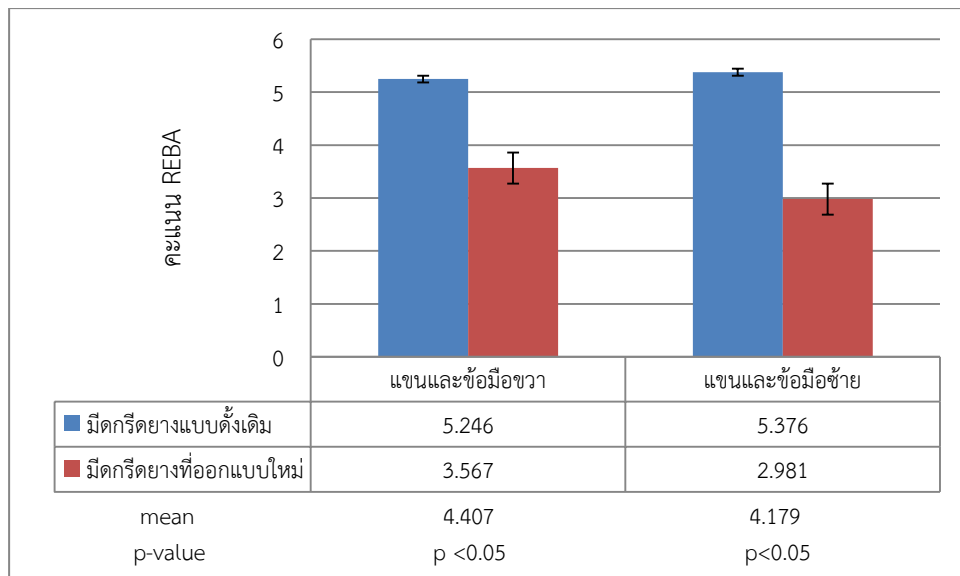


ภาพที่ 4.72 แผนภูมิแสดงค่าคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือที่มีผลมาจากการทำงานกรีดยางของอาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายแตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนและคางนท่ทำางการท่างานกริตยงในส่วนแขนและข้อมือของอาสาสมัครจากการใช้างานมิตกริตยงจ่ำนวน 2 ชุด โดยผลที่แสดงในภาพที่ 4.73 พบว่ค่าภาระของกล้ามเนื้อท่้งกล้ามเนื้อแขนส่วนล่ำนมิต Flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อแขนส่วนบนมิต Bicep brachii ในท่้งแขนขวาและแขนซ้ายมีความแตกต่างกันอย่ำนงมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) โดยการใช้างานมิตกริตยงแบบดั่งเดิม(มิตเจ๊ะบง) ท่ทำให้ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนสูงกว่การใช้างานมิตกริตยงที่ออกแบบใหม่และผลที่แสดงในภาพที่ 4.74 พบว่คางนท่ทำางการท่างานในส่วนแขนและข้อมือมีความแตกต่างกันอย่ำนงมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) โดยการใช้างานมิตกริตยงแบบดั่งเดิม(มิตเจ๊ะบง) ท่ให้ผลคางนท่โดยเฉลี้อยู่ในระดับที่ 3 ของเทคนิค REBA ที่แสดงว่ทำางการท่างานมีความเสี่ยงอยู่ในระดับปานกลางต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงงานเพิ่มเติม แต่การใช้างานมิตกริตยงที่ออกแบบใหม่มีคางนท่โดยเฉลี้อยู่ในระดับที่ 2 ของเทคนิค REBA แสดงว่ทำางการท่างานมีปัญหาน้อย ซึ่งผลจากภาพที่ 4.75 แลภาพที่ 4.76 พบว่ทำางการท่างานจากการใช้างานมิตกริตยงแบบดั่งเดิม(มิตเจ๊ะบง) ท่่าข้อมือท่้งสองข้างอยู่ในทำางข้อมือองไปท่งนิ้วก้อย(Ulnar deviation) ท่ทำให้ต้องออกแรงกล้ามเนื้อแขนในการท่างานกริตยงมากกว่าการใช้มิตกริตยงที่ออกแบบใหม่ที่ส่งผลให้ข้อมือท่้งสองข้างอยู่ในลักษณะตรงกับแขนท่อนล่ำนงได้มากในขณะท่างานกริตยง ซึ่งส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกน้อยกว่าการใช้มิตกริตยงแบบดั่งเดิม(มิตเจ๊ะบง)



ภาพที่ 4.73 แผนภูมิแสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนที่มีผลมาจากการใช้างานมิตกริตยงที่ออกแบบใหม่



ภาพที่ 4.74 แผนภูมิแสดงค่าคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือที่มีผลมาจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

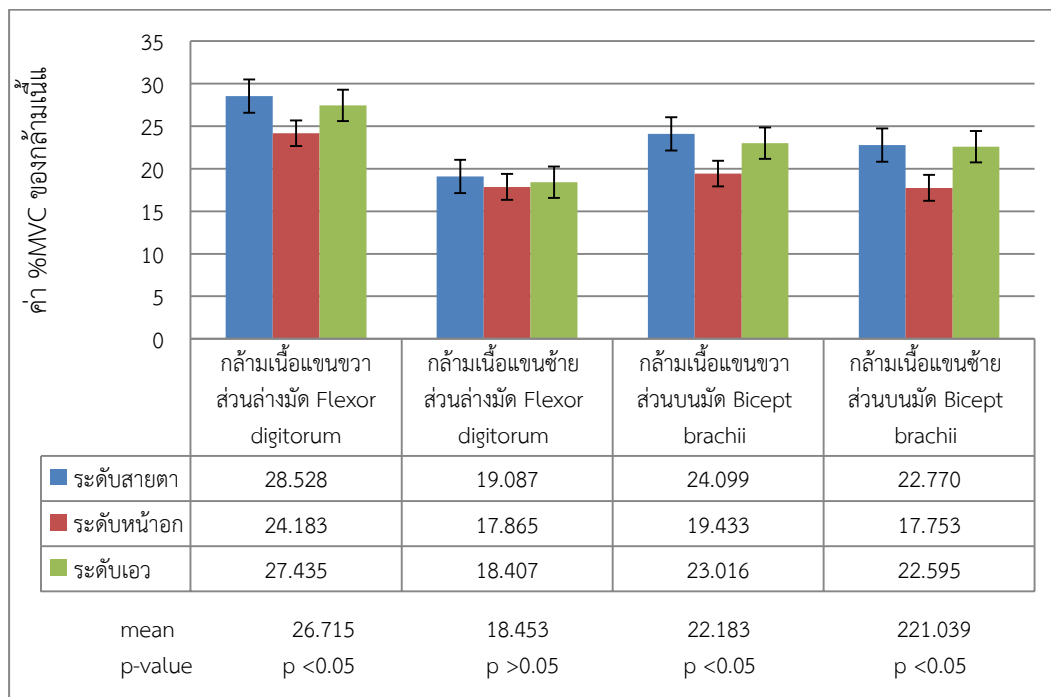


ภาพที่ 4.75 ท่าทางด้านข้างของการทำงานกรีดยางจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม (ซ้าย) และการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ (ขวา)

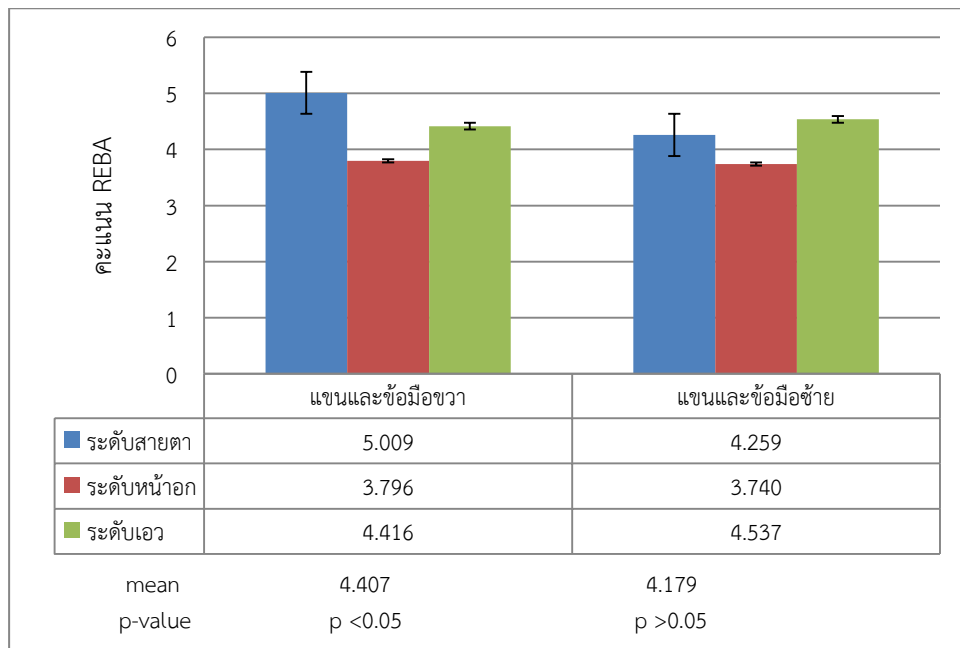


ภาพที่ 4.76 ท่าทางด้านบนของการทำงานกรีดยางจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม (ซ้าย) และการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ (ขวา)

ผลการวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนและคางนททำทงการทงงานกรรตยง ในส่วนแขนและข้อมือของอาสาสมัครจากการทดลองกรรตยงแบบใหม่ท้ความสูงต่างกััน 3 ระดับ โดย ผลท้แสดงในภาพท้ 4.77 พบว่ากรรตยงกรรตยงท้ระดับสายตา ระดับหน้าอก และระดับเอว ส่งผล ให้ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อท้กล้ามเนื้อแขนขวาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus และ กล้ามเนื้อแขนขวาและแขนซ้ายส่วนบนมัด Bicep brachii มีค่าท้แตกต่างกัันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus มีค่าท้แตกต่างกัันอย่าง ไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ซ้จกัการพิจารณาผลในภาพท้ 4.78 ร่วมกักับท้ทงการทงงานท้แสดงใน ภาพท้ 4.79 และภาพท้ 4.80 พบว่าเมื่อกักรรตยงในระดบัสายตาทำ้ท้ทงการทงงานของแขนขวามี การยกแขนส่วนบนในระดบัสูงมากและกรรตยงในระดบัสายตาและระดับเอวทำ้ให้มีการพับข้อศอกมาก ซ้้นเรอื่จกันค่ามุมการพับข้อศอกมีค่าต่างกัันมาก ส่งผลให้คางนททำทงการทงงานในส่วนแขนและ ข้อมือขวามีความแตกต่างกัันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และพบว่าท้ทงการทงงานของแขนซ้าย ส่วนล่างและแขนซ้ายส่วนบนมีลักษณะมุมการงอข้อศอกท้ต่างกัันไม่มาก ส่งผลให้คางนททำทงการ ทงงานในส่วนแขนและข้อมือซ้ายมีความแตกต่างกัันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยการกรรตยงท้ ความสูงระดับสายตาและระดับเอว ส่งผลให้ท้ทงของแขนและข้อมือมีคางนททำทงการทงงานโดย เฉลี่ยอยู่ในระดบัท้ 3 ของเทคนิค REBA แสดงว่าท้ทงการทงงานมีปัญหาระดบัปานกลางต้อง วิเคราะห์หาสาเหตุและปร้ปรุ้งการทงงาน และการกรรตยงในระดบัหน้าอกส่งผลให้ท้ทงในส่วนแขน และข้อมือมีคางนทโดยเฉลี่ยอยู่ในระดบัท้ 2 ของเทคนิค REBA แสดงว่าท้ทงการทงงานมีปัญหาระ ดบัน้อยซ้จกัสอดคล้อกักับค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนท้มีผลว่ากรรตยงท้ความสูงระดับสายตา และระดับเอวนั้นมีค่าภาระงานสูงกว่ากรรตยงท้ระดับหน้าอก



ภาพท้ 4.77 แผนภูมิแสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนท้มีผลมาจกัการกรรตยงท้ ความสูงระดับสายตา ระดับหน้าอกและระดับเอว



ภาพที่ 4.78 แผนภูมิแสดงค่าคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือที่มีผลมาจากการกรีดยางโดยใช้มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ที่มีความสูงในช่วงระดับสายตาถึงระดับเอว

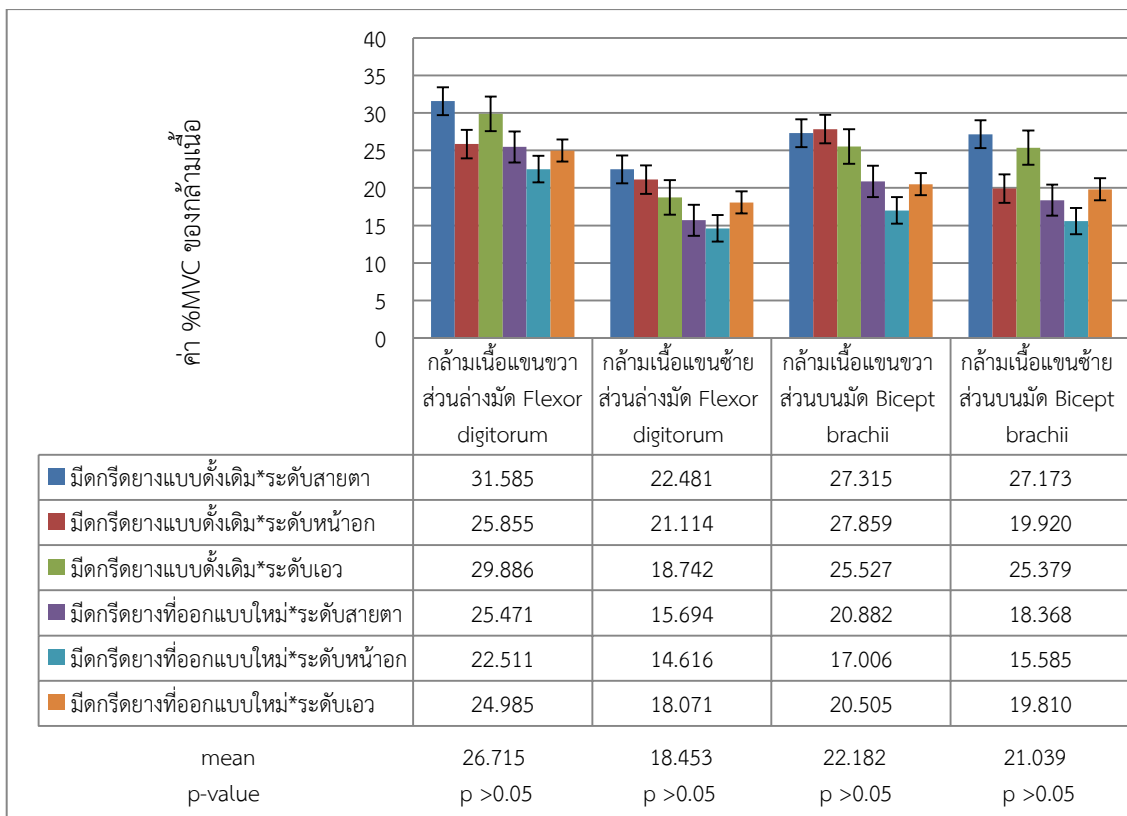


ภาพที่ 4.79 ท่าทางด้านขวาของการทำงานกรีดยางโดยใช้มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่กรีดยางที่มีความสูงระดับสายตา(ซ้าย) ระดับหน้าอก(กลาง) และระดับเอว(ขวา)

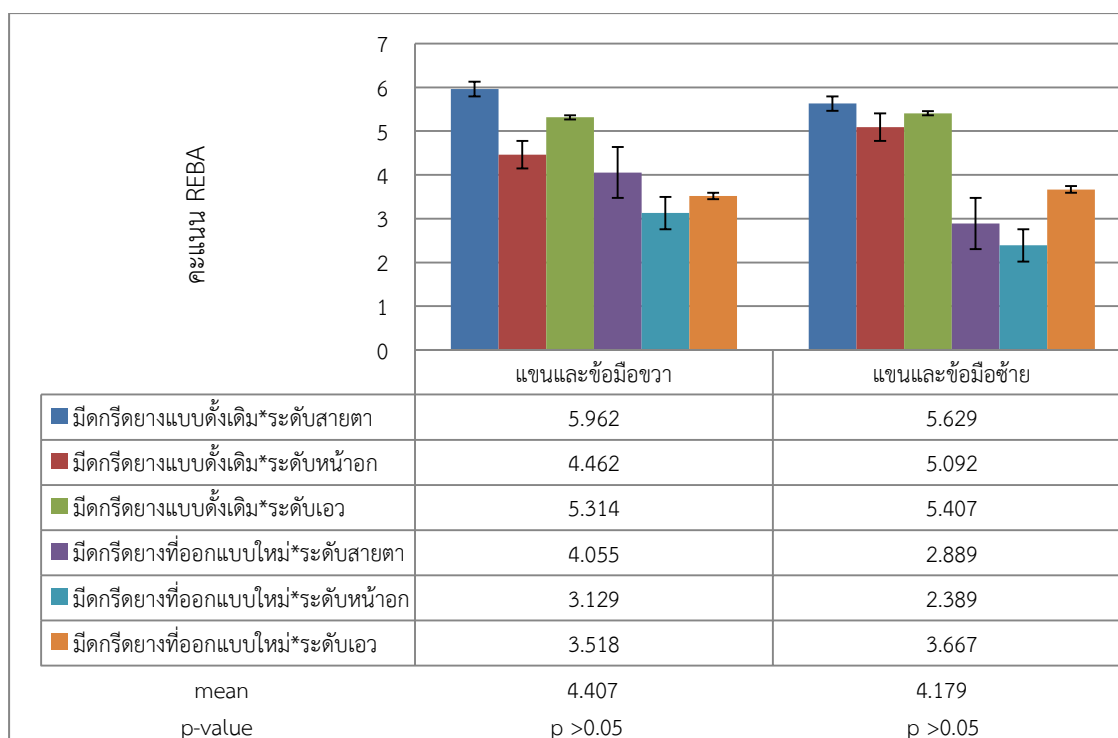


ภาพที่ 4.80 ท่าทางด้านซ้ายของการทำงานกรีดยางโดยใช้มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่กรีดยางที่มีความสูงระดับสายตา(ซ้าย) ระดับหน้าอก(กลาง) และระดับเอว(ขวา)

ผลการวิเคราะห์ค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนและคervical ท่าทางการทำงานกรีดยางในส่วนแขนและข้อมือของอาสาสมัครจากการทดลองใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมและมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ ร่วมกับการกรีดยางที่ความสูงต่างกัน 3 ระดับ โดยผลที่แสดงในภาพที่ 4.81 และภาพที่ 4.82 พบว่าแนวโน้มของผลจากการใช้มีดกรีดยางแบบดั้งเดิมและมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ ร่วมกับการกรีดยางที่ระดับความสูงต่างกัน มีความแตกต่างจากแนวโน้มของผลจากการพิจารณาปัจจัยหลักอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยการกรีดยางโดยใช้มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ที่ความสูงทุกระดับ ส่งผลให้ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนและคervical ท่าทางการทำงานต่ำกว่าการกรีดยางโดยใช้มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม (มีดเจาะบง) อีกทั้งการกรีดยางที่ความสูงทั้ง 3 ระดับโดยใช้มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ทั้ง 2 ชุดนั้นส่งผลให้การกรีดยางที่ความสูงระดับหน้าอกมีค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนและคervical ท่าทางการทำงานต่ำกว่าการกรีดยางที่ความสูงระดับสายตาและความสูงระดับเอว



ภาพที่ 4.81 แผนภูมิแสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนที่มีผลมาจากปัจจัยร่วมระหว่างแบบมีดกรีดยาง (มีดกรีดยางแบบใหม่และมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม) กับระดับความสูงในการกรีดยาง



ภาพที่ 4.82 แผนภูมิแสดงคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือจากปัจจัยร่วมระหว่างแบบมีดกรีดยาง (มีดกรีดยางแบบใหม่และมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม) กับระดับความสูงในการกรีดยาง

4.8.4 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ การวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมและมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ ในอาสาสมัครจำนวน 6 คน โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางประกอบด้วยคำถามทั้งหมด 5 ข้อ ตัวอย่างแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ค ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานมีดกรีดยางนั้นประเมินโดยใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ซึ่งผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.26 และสามารถอธิบายระดับความพึงพอใจของอาสาสมัครที่มีต่อมีดกรีดยางในด้านต่างๆได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.26 ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมและมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

รายการ	ระดับความพึงพอใจ	มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม	มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่
1.ความพึงพอใจเมื่อได้เห็นและสัมผัสก่อนการทดลองใช้งาน	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	2.83	2.50
	แปลผล	ปานกลาง	ปานกลาง
2. รูปร่างและขนาดด้ามมีดสามารถจับได้ถนัดมือ	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	2.50	3.33
	แปลผล	น้อย	มาก
3.รูปทรงตัวมีดมีความเหมาะสมกับด้ามมีด	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	3.00	3.33
	แปลผล	ปานกลาง	มาก

ตารางที่ 4.26 ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมและมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ (ต่อ)

รายการ	ระดับความพึงพอใจ	มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม	มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่
4.การเลือกใช้วัสดุในการจัดทำอุปกรณ์มีความเหมาะสม	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	2.83	3.50
	แปลผล	น้อย	มาก
5.มีความรู้สึกปลอดภัยขณะใช้งาน	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	2.67	3.17
	แปลผล	น้อย	มาก

ผลความพึงพอใจเมื่อได้เห็นและสัมผัสก่อนทดลองใช้งาน พบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่และมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ๊ะบง) อยู่ในระดับปานกลางเท่ากัน เนื่องจากอาสาสมัครบางคนยังไม่เคยทดลองใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ ที่ยังคงให้ความเชื่อถือในประสิทธิภาพของมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมที่เคยใช้มากก่อน แต่เมื่อสัมผัสแล้วรู้สึกสบายมือกว่าการจับด้ามมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมและมีอาสาสมัครบางคนที่เคยใช้มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ในการใช้มีดกรีดยางต้นแบบจึงมีความพึงพอใจต่อมีดกรีดยางทั้งสองแบบในระดับใกล้เคียงกัน

ผลความพึงพอใจต่อรูปทรงและขนาดของด้ามมีดสามารถจับได้ถนัดมือพบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อด้ามมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่อยู่ในระดับมาก และมีความพึงพอใจต่อด้ามมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมอยู่ในระดับน้อยเพราะด้ามมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่มีการออกแบบทำให้รูปทรงของด้ามมีดอยู่ในลักษณะโค้งงอสามารถรองรับอุ้งฝ่ามือรู้สึกถนัดและสบายมือเมื่อจับกำ ส่งผลให้สามารถกางแขนส่วนล่างได้อย่างเหมาะสม และทำให้ข้อมืออยู่ในลักษณะตรงกับแขนท่อนล่างมากกว่าด้ามมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมที่มีด้ามตรงและขนาดเส้นรอบวงของด้ามมีขนาดเล็กทำให้ต้องงอแขนและข้อมือในการจับกำด้ามมีด ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4.83



ภาพที่ 4.83 ทำทางการจับกำด้ามมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม (ซ้าย) และการจับกำด้ามมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ (ขวา)

ผลความพึงพอใจต่อรูปทรงของตัวมีดมีความเหมาะสมกับด้ามมีดพบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่อยู่ในระดับมาก และมีความพึงพอใจต่อมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ๊ะบง) อยู่ในระดับปานกลาง เพราะมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่มีการออกแบบให้มีหยักก่อนถึงใบมีดและไม่มีคมบริเวณสันด้านในทำให้สามารถลับใบมีดได้ง่ายขึ้นและเมื่อใช้งานรู้สึกว่าจะสามารถใช้กรีดยางใน

ตำแหน่งที่ต้องการได้แม่นยำมากขึ้นและไม่ต้องออกแรงมากในการบังคับคมใบมีดให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ ส่งผลให้รู้สึกเมื่อยล้าน้อยกว่าการใช้มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม (มีดเจ๊ะบง) ที่ต้องออกแรงจับกำมาก เพื่อประคองให้คมมีดอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการและต้องเคลื่อนย้ายตำแหน่งของมืออยู่เรื่อยๆ เนื่องจากด้ามมีดไม่มีการออกแบบไว้ให้มีพื้นที่สำหรับจับกำในตำแหน่งที่แน่นอนทำให้รู้สึกเมื่อยล้าได้เร็วกว่าการใช้มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ โดยรูปทรงความแตกต่างมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม (มีดเจ๊ะบง) และมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่แสดงดังภาพที่ 4.84



ภาพที่ 4.84 มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ (บน) และมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม (ล่าง)

ผลความพึงพอใจในการเลือกใช้วัสดุในการจัดทำอุปกรณ์ให้มีความเหมาะสมพบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่อยู่ในระดับมาก และมีความพึงพอใจต่อมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม (มีดเจ๊ะบง) อยู่ในระดับน้อย เพราะมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่กับมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมมีการเลือกใช้วัสดุในส่วนของตัวมีดเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนเหมือนกัน แต่ด้ามมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่นั้นมีการเลือกใช้วัสดุพลาสติก ABS ที่มีความแข็งแรงเหมาะสมกับการออกแรงกรีดยางทำให้ไม่หักงาย ประกอบกับผิวของด้ามมีดนั้นมีความหยาบละเอียดรู้สึกนึ่มมือกว่าการจับกำด้ามมีดที่เป็นเหล็กและทำให้ไม่หลุดมือเมื่อด้ามมีดเปียกซึ่งต่างจากด้ามมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม (มีดเจ๊ะบง) ที่ทำจากเหล็กผิวเรียบและลื่นเมื่อด้ามเปียกสามารถหลุดมือได้ง่าย

ผลความพึงพอใจในความรู้สึกลดทอนขณะใช้งาน พบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่อยู่ในระดับมากที่สุดและมีความพึงพอใจต่อมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม (มีดเจ๊ะบง) อยู่ในระดับน้อย เนื่องจากมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่มีการออกแบบให้ไม่มีส่วนคมบริเวณสันมีดด้านในและด้ามมีดมีรูปทรงโค้งงอประกอบกับขนาดเส้นรอบวงที่เหมาะสมกับขนาดมือผู้ใช้จึงไม่มีความกังวลในเรื่องของการบาดเจ็บจากการลื่นหลุดมือและโดนคมมีดบาด อีกทั้งไม่มีความกังวลในเรื่องของความเสียหายในการเกิดโรคอุโมงค์ข้อมืออักเสบจากการจับด้ามมีดที่ทำให้ข้อมืองอ ซึ่งต่างจากมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมนั้นยังมีส่วนคมที่สันมีดด้านในซึ่งเป็นส่วนที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บมือผู้ใช้งานมากที่สุดประกอบกับด้ามมีดที่มีลักษณะตรงและมีขนาดเส้นรอบวงเล็กทำให้ข้อมือบิดงอและลื่นหลุดมือได้ง่ายเมื่อใช้งานทำให้ผู้ใช้งานมีความกังวลในความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอุโมงค์ข้อมืออักเสบและเสี่ยงต่อการโดนคมมีดบาด

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การสำรวจสภาพปัญหาในการปฏิบัติงานกรีดยางของผู้ประกอบอาชีพกรีดยาง โดยมีการสำรวจ การบาดเจ็บและท่าทางการทำงานกรีดยางของอาสาสมัครผู้ประกอบอาชีพกรีดยางจำนวน 30 คน ที่ใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ๊ะบง) ในเขตพื้นที่อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนท่าทางการทำงานทั้งตัวของร่างกายซีกขวาและซีกซ้ายจากการประเมินด้วย เทคนิค REBA อยู่ที่ 9.1 คะแนน และ 8.7 คะแนน เป็นการบ่งชี้ว่าท่าทางการทำงานกรีดยางมีปัญหา อยู่ที่ระดับมากต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงท่าทางการทำงาน เมื่อพิจารณาค่าคะแนนในส่วน ของคอ ลำตัวและขาของร่างกายซีกขวาและซีกซ้ายมีค่าอยู่ที่ 5.7 คะแนน และ 5.2 คะแนน และคะแนนในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาและซีกซ้ายมีค่าอยู่ที่ 4.9 คะแนน และ 4.8 คะแนน ซึ่งเป็นการบ่งชี้ว่าท่าทางการทำงานในส่วนคอ ลำตัว ขาและในส่วนแขนและข้อมือมีปัญหาอยู่ที่ ระดับปานกลางต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการทำงาน และผลงานวิจัยของ บัณฑิต ชูบัวทอง 2553 [21] ได้ทำวิจัยแก้ปัญหาท่าทางการทำงานในส่วนคอ ลำตัวและขาที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรค กล้ามเนื้อและกระดูกที่สามารถลดค่าคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนคอ ลำตัว ขา และลดค่าภาระงาน กล้ามเนื้อหลังให้อยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ อีกทั้งในส่วนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและ ข้อมือได้มีการทำวิจัยแก้ปัญหาท่าทางการทำงานโดยการออกแบบอุปกรณ์มีดกรีดยางสำหรับลดความ เสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกในส่วนแขนและข้อมือไว้บางส่วนแล้ว แต่ยังมีจุดบกพร่อง พอสมควรที่สามารถปรับปรุงเพิ่มเติมได้ ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงเลือกที่จะศึกษาในขั้นการออกแบบ และการทดลองโดยการใช้อุปกรณ์มีดกรีดยางที่ออกแบบตามหลักการยศาสตร์มีผลต่อท่าทางการทำงาน กรีดยางในส่วนแขนและข้อมือ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดท่าทางการทำงานที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรค กล้ามเนื้อและกระดูกในส่วนแขนและข้อมือ อันเนื่องมาจากการทำงานกรีดยางและเพื่อเปรียบเทียบ คะแนนท่าทางการทำงานที่ประเมินด้วยเทคนิค REBA ค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนและระดับความพึง พอใจของอาสาสมัครจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ๊ะบง) และมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

5.1 ผลสรุปด้านข้อมูลทั่วไปที่ใช้ในการออกแบบมีดกรีดยาง

จากการเก็บข้อมูลทั่วไปจากอาสาสมัครจำนวน 180 คน พบว่าอาสาสมัครมีอายุเฉลี่ย อยู่ที่ 46 ปี น้ำหนักอยู่ในช่วง 39-122 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 65 กิโลกรัม ส่วนสูงอยู่ใน ช่วง 146-182 เซนติเมตร ส่วนสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 161 เซนติเมตร อายุการทำงานอยู่ในช่วง ต่ำกว่า 1-48 ปี อายุการทำงานเฉลี่ยอยู่ที่ 20 ปี ระยะเวลาการทำงานเฉลี่ยอยู่ที่ 6 ชั่วโมงต่อวัน ระดับ ความสูงในการทำงานกรีดยางอยู่ในช่วงระดับเข่าถึงระดับสูงกว่าศีรษะ แต่ระดับการกรีดยางโดยเฉลี่ย แล้วอยู่ที่ระดับหน้าอกและลักษณะพื้นที่ในการทำงานโดยส่วนใหญ่แล้วเป็นที่ราบ อีกทั้งจากสำรวจ ข้อมูลการบาดเจ็บร่างกายในส่วนแขนและมือพบว่าอาสาสมัครมีการบาดเจ็บสะสมเกิดขึ้นในบริเวณ แขนที่มีค่าเฉลี่ยความเจ็บปวดอยู่ในระดับปานกลางจำนวน 3 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งแขนส่วนบน ด้านขวา แขนส่วนล่างด้านขวา และข้อมือขวา อีกทั้งยังพบว่ามีบาดเจ็บที่จากการโดนคมมีดบาด

1 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งข้อต่อข้อที่ 2 ของนิ้วกลางข้างซ้ายมีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของความเจ็บปวดอยู่ในระดับมาก และยังพบว่ามีการบาดเจ็บสะสมบนฝ่ามือที่มีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของความเจ็บปวดอยู่ในระดับมากอยู่ 3 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งบนฝ่ามือขวาที่โคนนิ้วกลาง นิ้วนางและนิ้วก้อย และจากการเก็บข้อมูลขนาดสัดส่วนมือของกลุ่มอาสาสมัครจำนวน 11 สัดส่วน ที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลออกมาเป็นค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5, 50 และ 95 ซึ่งพบว่าอาสาสมัครเพศชายกับอาสาสมัครเพศหญิงมีขนาดสัดส่วนร่างกายในส่วนของเส้นรอบวงมือจับที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ($p>0.05$) แสดงว่าอาสาสมัครเพศชายกับอาสาสมัครเพศหญิงสามารถใช้งานอุปกรณ์ประเภทด้ามจับที่มีขนาดเท่ากันได้ และขนาดสัดส่วนมืออีกจำนวน 10 ตำแหน่ง มีขนาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p<0.05$)

5.2 ผลจากการศึกษาคุณสมบัติของมิดกรีตยางเบื้องต้น

การศึกษาตัวแปรรูปร่างของมิดกรีตยางเบื้องต้นจำนวน 3 แบบ ความสูงหน้ายางหน้าระดับสายตา ระดับหน้าอก และระดับเอว โดยนำมาทดลองใช้งานกับอาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายใกล้เคียงกันแต่มีประสบการณ์ทำงานแตกต่างกัน แล้วทำการประเมินท่าทางการทำงานของร่างกายด้วยเทคนิค REBA ในส่วนคอ ลำตัว ขาและในส่วนแขนและข้อมือ พบว่าอาสาสมัครที่มีประสบการณ์ทำงานต่างกันมีคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนคอ ลำตัว ขาและในส่วนแขนและข้อมือมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ($p>0.05$) โดยผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานกรีตยางอยู่ในช่วงไม่เกิน 1 ปี 2-10 ปี และ 11-20 ปี มีคะแนนในส่วนคอ ลำตัว ขาของร่างกายซีกขวาโดยเฉลี่ยเท่ากับ 7.5 คะแนน และร่างกายซีกซ้ายเท่ากับ 7.4 คะแนน และคะแนนในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาเท่ากับ 4.7 คะแนน และร่างกายซีกซ้ายเท่ากับ 4.4 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งคะแนนทั้งหมดอยู่ในระดับที่ 3 ของเทคนิค REBA ต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการทำงาน ผลจากปัจจัยระดับความสูงพบว่าระดับความสูงในการกรีตยางส่งผลให้ท่าทางการทำงานในส่วนคอ ลำตัว ขา และท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p<0.05$) และเมื่อพิจารณาคะแนนส่วนคอ ลำตัวและขาจากการกรีตยางในระดับสายตาและระดับหน้าอกส่งผลให้คะแนนท่าทางการทำงานของร่างกายซีกขวาและซีกซ้ายเท่ากับ 6.8, 6.2 คะแนนและ 7.8, 7.7 คะแนน ตามลำดับซึ่งอยู่ในระดับที่ 3 ของเทคนิค REBA แสดงว่าต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการทำงาน และเมื่อกรีตยางที่ระดับเอวส่งผลให้คะแนนท่าทางการทำงานของร่างกายซีกขวาและซีกซ้ายเท่ากับ 8.0, 8.2 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับที่ 4 ของเทคนิค REBA แสดงว่าต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการทำงาน เมื่อพิจารณาคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือจากการกรีตยางที่ระดับสายตาและระดับเอวของร่างกายซีกขวาและซีกซ้ายเท่ากับ 6.0, 5.6 คะแนน และ 4.5, 4.2 คะแนน ตามลำดับซึ่งอยู่ในระดับที่ 3 ของเทคนิค REBA แสดงว่าต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการทำงาน และเมื่อกรีตยางที่ระดับหน้าอกส่งผลให้มีคะแนนของร่างกายซีกขวาและซีกซ้ายเท่ากับ 3.7, 3.5 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับที่ 3 ของเทคนิค REBA แสดงว่าอาจจะต้องปรับปรุงงานเพิ่มเติม ซึ่งผลที่ได้ใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ บัณฑิต ชูบัวทอง 2553 [21] ที่พบว่าท่าทางการทำงานในส่วนคอ ลำตัวและขามีระดับความเสี่ยงระดับที่ต้องได้รับการแก้ไข และได้ปรับปรุงท่าทางการทำงานในส่วนหลังโดยการปรับจากท่าการยืนกรีตยางที่ระดับต่ำกว่าเอวที่ต้องก้มเป็นการย่อเข้าหรือคุกเข่าเพื่อให้หลังตรงทำให้สามารถลดค่าภาระงานกล้ามเนื้อหลังจนอยู่ในช่วงความเสี่ยงที่สามารถยอมรับได้ ผลจากปัจจัยรูปแบบของมิดกรีตยางที่มีรูปทรงแตกต่างกัน

ส่งผลให้ท่าทางการทำงานในส่วนคอ ลำตัวและขาของร่างกายทั้งซีกขวาและซีกซ้ายและท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือซ้ายมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ($p>0.05$) แต่ท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือขวามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p<0.05$) โดยการใช้มิต Anti-CTS ทำให้มีคะแนนท่าทางการทำงานของแขนและข้อมือขวาต่ำที่สุดเท่ากับ 3.8 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับที่ 2 ของเทคนิค REBA แสดงว่าอาจจะต้องปรับปรุงเพิ่มเติม อีกทั้งการใช้มิตกริตยางแบบดั้งเดิม(มิตเจ๊ะบง) และมิต Ergo-1 มีค่าคะแนนท่าทางการทำงานของแขนและข้อมือด้านขวาและด้านซ้ายเท่ากับ 5.7 คะแนน และ 4.7 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับที่ 3 ของเทคนิค REBA แสดงว่าต้องวิเคราะห์และปรับปรุงการทำงาน นอกจากนี้ยังมีเปรียบเทียบความรู้สึกพึงพอใจต่อการใช้งาน 5 ด้านด้วยกัน พบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจต่อการใช้มิต Anti-CTS มากกว่ามิต Ergo-1 และมิตกริตยางแบบดั้งเดิม(มิตเจ๊ะบง) ตามลำดับ

5.3 ผลจากการออกแบบและศึกษาคุณสมบัติของมิตกริตยางต้นแบบ

การออกแบบตัวมิตกริตยางต้นแบบเป็นการให้ความสำคัญในเรื่องการป้องกันการโดนคมมีดบาดบริเวณปลายนิ้วกลางของมือซ้ายและการลดค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขน ซึ่งใช้ข้อมูลจากการสืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบรูปทรงของตัวมิตให้มีความเหมาะสมกับงานตัดเนื้อร่วมกับข้อมูลการบาดเจ็บจากการใช้งานมิตกริตยางและข้อมูลขนาดของมิตกริตยางเบื้องต้น จึงนำมาสู่การออกแบบที่ได้ตัวมิตกริตยางที่มีรูปทรงแตกต่างกันจำนวน 3 แบบ ทั้งนี้ ในการออกแบบด้ามมิตกริตยางต้นแบบจะให้ความสำคัญในการป้องกันการบาดเจ็บสะสมบนฝ่ามือ โดยใช้หลักการยศาสตร์ในการออกแบบเครื่องมือที่ใช้มือจับและผลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบขนาดของด้ามมิตให้มีความเหมาะสมกับขนาดมือและการออกแบบขนาดมวงของด้ามมิตให้มีความเหมาะสมกับการทำงานกริตยางมากที่สุด โดยใช้ผลการพิจารณามุมของข้อมือจากการทดลองใช้มิตกริตยางเบื้องต้น ทำให้ด้ามมิตที่ออกแบบได้เป็นด้ามมิตกริตยางรูปทรงโค้งงอและมีพื้นที่หน้าตัดของด้ามมิตเป็นวงกลม 1 แบบ และด้ามมิตกริตยางที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงรีจำนวน 1 แบบรวมทั้งสิ้นจำนวน 2 แบบ ทั้งนี้เมื่อนำตัวมิตกริตยางต้นแบบมาประกอบรวมกับด้ามมิตกริตยางต้นแบบทำให้ได้มิตกริตยางต้นแบบจำนวน 6 ชุด ที่มีความแตกต่างกัน

การศึกษารูปทรงของตัวมิตกริตยางต้นแบบจำนวน 6 ชุด โดยนำมาทดลองใช้งานกับอาสาสมัครจำนวน 6 คน ที่มีประสบการณ์ทำงานและมีขนาดสัดส่วนร่างกายที่ใกล้เคียงกัน โดยกำหนดความสูงในการกริตยางที่ระดับหน้าอก ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนและการประเมินท่าทางการทำงานของร่างกายในส่วนแขนและข้อมือ พบว่าอาสาสมัครมีค่าคะแนนท่าทางการทำงานกริตยางและค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนจากการทำงานกริตยางที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ($p>0.05$) และยังพบว่าค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนขวาส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus ของอาสาสมัครโดยเฉลี่ยเท่ากับ 26.6 %MVC ซึ่งมากกว่า 26.3 %MVC ถ้าปฏิบัติงานติดต่อกันในระยะยาวอาจจะเป็นโรคกล้ามเนื้อและกระดูก แต่ค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus ของอาสาสมัครทุกคนมีค่าเฉลี่ย 16.9 %MVC ซึ่งน้อยกว่า 26.3 %MVC ถือว่ามีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูก และค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนขวาส่วนบนมัด biceps brachii ของอาสาสมัครโดยเฉลี่ยเท่ากับ 21.3 %MVC ซึ่งมากกว่า 21 %MVC ถ้าปฏิบัติงานติดต่อกันในระยะยาวอาจจะเป็นโรคกล้ามเนื้อและกระดูก และค่าภาระงาน

ของกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนบนมัด biceps brachii ของอาสาสมัครโดยเฉลี่ยเท่ากับ 20.8 %MVC ซึ่งน้อยกว่า 21 %MVC ถือว่ามีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูก อีกทั้งในส่วนของคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.3 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับที่ 3 ของเทคนิค REBA แสดงว่าต้องวิเคราะห์และปรับปรุงการทำงาน และคะแนนในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.1 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับที่ 2 ของเทคนิค REBA แสดงว่าการทำงานมีปัญหาบ่อยๆอาจจะต้องปรับปรุงเพิ่มเติม

ผลการวิเคราะห์รูปทรงของตัวมีตพบว่าตัวมีตกริดยางที่มีรูปทรงแตกต่างกันส่งผลให้ค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนและคะแนนท่าทางการทำงานกริดยางมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยตัวมีตกริดยางต้นแบบที่ 1 ที่มีรูปทรงสันมีดโค้งและมีหยักที่สันมีดทามุม 150 องศาระหว่างกันและไม่มีคมบริเวณสันมีดด้านในเป็นแบบที่ส่งผลให้ค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนและคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมืออยู่ในระดับมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูก น้อยกว่าตัวมีตกริดยางต้นแบบที่ 2 และตัวมีตกริดยางต้นแบบที่ 3 โดยมีค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนขวาและแขนซ้ายมัด Flexor digitorum profundus เท่ากับ 25.1 %MVC, 15.6 %MVC ซึ่งมิต้าน้อยกว่า 26.3 %MVC ถือว่ามีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูก และมีค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนขวาและแขนซ้ายมัด Biceps brachii เท่ากับ 19.0 %MVC, 18.6 %MVC ซึ่งมิต้าน้อยกว่า 21 %MVC ถือว่ามีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูก และคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาและซีกซ้ายเท่ากับ 3.7 คะแนน และ 2.5 คะแนน ซึ่งถือว่ามีความเสี่ยงน้อยกว่าตัวมีตกริดยางต้นแบบที่ 2 ซึ่งอยู่ในระดับที่ 2 ของเทคนิค REBA แสดงว่ามีปัญหาน้อยแต่อาจจะต้องปรับปรุงเพิ่มเติม

ผลการวิเคราะห์รูปทรงของด้ามมีตกริดยางต้นแบบพบว่าด้ามมีตกริดยางที่มีรูปทรงพื้นที่หน้าตัดต่างกันส่งผลให้ค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนและระดับคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยการใช้งานด้ามมีตกริดยางแบบที่ 2 ที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงรี ส่งผลให้ค่าคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือรวมทั้งค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนมีค่าน้อยกว่าการใช้ด้ามมีตกริดยางแบบที่ 1 ที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงกลม ซึ่งด้ามมีตกริดยางแบบที่ 2 ส่งผลให้ค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนขวาและแขนซ้ายมัด Flexor digitorum profundus เท่ากับ 25.2 %MVC, 15.7 %MVC ซึ่งมิต้าน้อยกว่า 26.3 %MVC ถือว่ามีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูก และมีค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนขวาและแขนซ้ายมัด Biceps brachii เท่ากับ 20.5 %MVC, 20.2 %MVC ซึ่งมิต้าน้อยกว่า 21 %MVC ถือว่ามีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูก

เมื่อพิจารณาในส่วนของมีตกริดยางต้นแบบแต่ละชุดพบว่ามีตกริดยางต้นแบบชุดที่ 2 ที่เกิดจากการประกอบระหว่างตัวมีตกริดยางแบบที่ 1 และด้ามมีตกริดยางแบบที่ 2 ส่งผลให้ค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนขวาและแขนซ้ายมัด Flexor digitorum profundus เท่ากับ 23.3 %MVC, 14.1 %MVC ซึ่งมิต้าน้อยกว่า 26.3 %MVC ถือว่ามีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูก และมีค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนขวาและแขนซ้ายมัด biceps brachii เท่ากับ 19.0 %MVC, 18.2 %MVC ซึ่งมิต้าน้อยกว่า 21 %MVC ถือว่ามีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูก และคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาและซีกซ้ายเท่ากับ 2.9 คะแนน และ 2.3 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับที่ 2 ของเทคนิค REBA แสดงว่ามีปัญหาน้อยๆอาจจะต้องปรับปรุงและ

จากการศึกษาความพึงพอใจของอาสาสมัครพบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจในตัวมีดกรีดยาง ต้นแบบชุดที่ 2 มากที่สุด

5.4 ผลจากการศึกษาคุณสมบัติของมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

การศึกษารูปทรงของมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่เปรียบเทียบกับการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ้ะบง) เพื่อกรีดยางที่ระดับบน(ระดับสายตา) ระดับกลาง(ระดับหน้าอก) และระดับล่าง(ระดับเอว) โดยการประเมินจากคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือและค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนของอาสาสมัครจำนวน 6 คน ที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายแตกต่างกันตามสภาพการทำงานจริงพบว่าอาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายต่างกันมีค่าคะแนนท่าทางการทำงานกรีดยางและค่าภาระงานของกล้ามเนื้อแขนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p < 0.05$) โดยอาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายที่ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และอาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายอยู่ที่ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 มีค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนขาส่วส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus มากกว่า 26.3 %MVC และค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนส่วนบนทั้งแขนขวาและแขนซ้ายมัด Biceps brachii มากกว่า 21 %MVC ถือว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกในส่วนแขนและข้อมือและค่าคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาและซีกซ้ายอยู่ในระดับที่ 3 ของเทคนิค REBA แสดงว่าการทำงานมีปัญหาในระดับปานกลางต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการทำงาน โดยอาสาสมัครที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายที่ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 มีค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนขวาและแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus น้อยกว่า 26.3 %MVC และค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนส่วนบนทั้งแขนขวาและแขนซ้ายมัด Biceps brachii น้อยกว่า 21 %MVC ถือว่ามีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูก และคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาและซีกซ้ายอยู่ในระดับที่ 2 ของเทคนิค REBA แสดงว่าการทำงานมีปัญหาในระดับน้อยอาจจะต้องปรับปรุงการทำงานเพิ่มเติม

ผลการวิเคราะห์รูปทรงของมีดกรีดยางแบบใหม่และมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจ้ะบง) พบว่า การใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิมส่งผลให้ค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนขาส่วส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus เท่ากับ 29.1 %MVC ซึ่งมากกว่า 26.3 %MVC ถ้าปฏิบัติงานติดต่อกันในระยะยาวอาจจะเป็นโรคกล้ามเนื้อและกระดูก ส่วนค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus เท่ากับ 19.0 %MVC ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 26.3 %MVC ถือว่ามีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกและค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนส่วนบนทั้งแขนขวาและแขนซ้ายมัด biceps brachii เท่ากับ 24.9 %MVC, 24.1 %MVC ซึ่งมากกว่า 21 %MVC ถ้าปฏิบัติงานติดต่อกันในระยะยาวอาจจะเป็นโรคกล้ามเนื้อและกระดูกและคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาและซีกซ้ายเท่ากับ 5.2 คะแนน และ 5.3 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับที่ 3 ของเทคนิค REBA แสดงว่างานมีปัญหาในระดับปานกลางต้องวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงการทำงาน แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ส่งผลให้ค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนขวาและแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus เท่ากับ 24.3 %MVC และ 16.1 %MVC ซึ่งน้อยกว่า 26.3 %MVC และค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนส่วนบนทั้งแขนขวาและแขนซ้ายมัด Biceps brachii เท่ากับ 19.4 %MVC และ 17.9 %MVC ซึ่งน้อยกว่า 21 %MVC และคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาและซีกซ้ายเท่ากับ 3.5 คะแนน และ 2.9 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับที่ 2 ของเทคนิค REBA แสดงว่า

การทำงานมีปัญหาระดับน้อยอาจจะต้องปรับปรุง จึงถือว่าการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกในระดับที่ยอมรับได้ ซึ่งมีความเสี่ยงน้อยกว่าการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจี๊ยะบง) และจากการศึกษาความพึงพอใจของอาสาสมัครพบว่าอาสาสมัครมีความพึงพอใจในการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่มากกว่ามีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจี๊ยะบง)

ผลการศึกษาระดับความสูงในการกรีดยางพบว่าการกรีดยางที่ความสูงระดับหน้าอกส่งผลให้มีความภาระงานกล้ามเนื้ออยู่ในระดับที่มีความเสี่ยงน้อยต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูก โดยค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนขวาและแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus เท่ากับ 24.1%MVC และ 17.8 %MVC ซึ่งน้อยกว่า 26.3 %MVC และค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนส่วนบนทั้งแขนขวาและแขนซ้ายมัด Biceps brachii เท่ากับ 19.4 %MVC และ 17.7 %MVC ซึ่งน้อยกว่า 21 %MVC และคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาและซีกซ้ายเท่ากับ 3.7 คะแนน และ 3.7 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับที่ 2 ของเทคนิค REBA แสดงว่างานมีปัญหาระดับน้อยอาจจะต้องปรับปรุง ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับผลจากการทดลองใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น และยังพบว่าการใช้มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ในการกรีดยางที่ความสูงระดับสายตา ระดับหน้าอกและระดับเอวมีความภาระงานกล้ามเนื้อแขนขวาและแขนซ้ายส่วนล่างมัด Flexor digitorum profundus น้อยกว่า 26.3 %MVC และค่าภาระงานกล้ามเนื้อแขนส่วนบนทั้งแขนขวาและแขนซ้ายมัด Biceps brachii มีค่าน้อยกว่า 21 %MVC และคะแนนท่าทางการทำงานในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาและซีกซ้ายอยู่ในระดับที่ 2 ของเทคนิค REBA แสดงว่าการทำงานมีปัญหาระดับน้อย จึงถือว่าการใช้มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกในส่วนแขนและข้อมืออยู่ในช่วงที่ยอมรับได้มากกว่าการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม(มีดเจี๊ยะบง)

5.5 ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

จากผลงานวิจัยในครั้งนี้ทำให้ทราบว่านอกจากการศึกษาและออกแบบมีดกรีดยางตามหลักการยศาสตร์แล้วยังคงมีปัจจัยความสัมพันธ์อีกบางส่วนที่ควรศึกษาเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

1) การศึกษาในครั้งนี้ได้ศึกษาในอาสาสมัครบางเขตพื้นที่เท่านั้น โดยการศึกษาอาสาสมัครในพื้นที่อื่นอาจมีความแตกต่างกันในส่วนของขนาดสัดส่วนร่างกาย ดังนั้นหากจะนำผลจากงานวิจัยนี้ไปใช้อาจจะต้องมีการปรับขนาดของอุปกรณ์ให้มีความเหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของอาสาสมัครในพื้นที่ที่จะศึกษา

2) ควรมีการจัดฝึกอบรมให้เกษตรกรผู้ประกอบอาชีพกรีดยางได้เห็นและรับรู้ถึงผลกระทบจากการใช้งานอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสมกับการทำงานและควรมีการฝึกอบรมการใช้งานอุปกรณ์มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ให้เกษตรกรก่อนจะนำไปใช้งานจริงในชีวิตประจำวันเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

3) การศึกษานี้ได้ศึกษาการใช้งานกับพันธุ์ยางเพียงชนิดเดียวเท่านั้น จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะของใบมีดที่มีผลกับการกรีดต้นยางที่มีชนิดแตกต่างกันและการศึกษารูปทรงของใบมีดที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตน้ำยางจากการกรีดยาง

บรรณานุกรม

- [1] W. T. Sir. 1912. The Tree that Changed the World One Century. In Thiselton-Dyer Kew Bulletin, P. 65 - 80.
- [2] องค์การมหาชน สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. 2556. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : <http://www.arda.or.th/kasetinfo/south/para/history/01-05.php> (10 พฤษภาคม 2558)
- [3] ประชุมอาเซียนวันยางพาราแห่งชาติ (ออนไลน์). 2556. สืบค้นจาก : <http://m.dailynews.co.th/News.do?contentId=38545> (9 พฤษภาคม 2558)
- [4] ตลาดสินค้าล่วงหน้าแห่งประเทศไทย(AFET) (ออนไลน์). 2556. สืบค้นจาก : <http://www.afet.or.th/2013/th/news/commodity/detail.php?id=6284> (9 พฤษภาคม 2558)
- [5] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2556. ธุรกิจยางพาราภาคใต้ (ออนไลน์). สืบค้นจาก : <http://www.ksmcare.com/> (10 พฤษภาคม 2558)
- [6] สำนักจัดการคุณภาพน้ำกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2556. รายงานสถานการณ์มลพิษทางน้ำจากการปลูกยางพารา (ออนไลน์). สืบค้นจาก : <http://www.pcd.go.th/public/publications/template/rubber56.pdf> (10 พฤษภาคม 2558)
- [7] บัญชา สมบูรณ์สุข. Benedicte, C. ไชยยะ คงมณี และกนกพร ภาชีรัตน์. 2552. ระบบกรีดยางและการจัดการแรงงานภายใต้ระบบการทำฟาร์มสวนยางพาราในภาคใต้ประเทศไทย. ว.ประชุมวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติ. ครั้งที่ 5. : 144-145.
- [8] สำนักงานสหกรณ์จังหวัดสุราษฎร์ธานี. 2556. กลุ่มอาชีพสมาชิกแยกตามพื้นที่อำเภอในจังหวัดสุราษฎร์ธานี (ออนไลน์). สืบค้นจาก : <http://webhost.cpd.go.th/suratthani/coopa1.html> (10 พฤษภาคม 2558)
- [9] ณรงค์ เบ็ญสอาด. 2547. สภาพการทำงานและความชุกของกลุ่มอาการปวดกล้ามเนื้อและกระดูกในผู้ประกอบการอาชีพกรีดยางพารา กรณีศึกษา ตำบลนาเกลือ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาอาชีวอนามัยสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [10] พรชัย ปารณ. 2552. รูปทรงและขนาดของด้ามมีดกรีดยางที่เหมาะสมต่อการใช้งานตามหลักการยศาสตร์ กรณีศึกษามีดกรีดยางที่ใช้ใน จ.ตรัง. วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [11] ยุภาภรณ์ จันทรมล. 2550. ภาวะสุขภาพและพฤติกรรมการป้องกันสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพกรีดยางพารา. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [12] S, Meksawai, B, Tangtrakulwanich and V. Chongsuvivatwong, 2012 “Musculoskeletal problems and ergonomic risk assessment in rubber tappers : A community-based study in southern Thailand”, Int. J. Ind. Ergon. Vol. 1 : 129-135.

- [13] ยงยุทธ ภู่อกุล. 2544. สิทธิบัตรมีดกรีดยางแบบเปลี่ยนใบมีด. กรมทรัพย์สินทางปัญญา. เลขที่ สิทธิบัตร : 10636. (1 พฤษภาคม 2558)
- [14] ยงยุทธ ภู่อกุล. 2551. สิทธิบัตรมีดกรีดยางแบบปรับมุมมีด. กรมทรัพย์สินทางปัญญา. เลขที่ สิทธิบัตร : 23862. (11 พฤษภาคม 2558)
- [15] คะนิงชาติ วงษ์วัฒนา. 2552. สิทธิบัตรมีดกรีดยางมอเตอร์ไฟฟ้า. กรมทรัพย์สินทางปัญญา. เลขที่สิทธิบัตร : 25696. (11 พฤษภาคม 2558)
- [16] ปรัชญกร เฉลิมพงศ์. 2555. สิทธิบัตรเครื่องกรีดยางพาราไฟฟ้า. กรมทรัพย์สินทางปัญญา. เลขที่สิทธิบัตร : 32064. (11 พฤษภาคม 2558)
- [17] นิภาพร กรรณสูตร. 2552. การลดอาการโรคอุโมงค์ข้อมือด้วยมีดกรีดยางทางการยศาสตร์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาชีวอนามัยและความปลอดภัย. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [18] ณีฎฐา จันทร์สุริยกุล. 2549. วิเคราะห์ท่าทางความเมื่อยล้าจากการทำงาน กรณีศึกษาพนักงาน ในการะบวนการทดสอบลายวงจร. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรม ความปลอดภัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [19] ชัยยุทธ วงศ์อัจฉริยา. 2555. การเปรียบเทียบวิธีการประเมินภาระทางการยศาสตร์ในสภาวะ แวดล้อมการทำงานในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร มหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [20] S.-H. Hsu, Y.-H. Chen. 2000 “Evaluation of bent-handled files”, *Int. J. Ind. Ergon.* Vol. 1 : 1–10.
- [21] บัณฑิต ชูบัวทอง. 2553. การลดอาการเจ็บปวดบริเวณหลังส่วนล่างของเกษตรกรผู้กรีด ยางพาราในขั้นตอนการกรีดยาง ในตำบลไชยราช อำเภอสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [22] P. Chandna, S. Deswal and A. Chandra, 2010 “An anthropometric data survey of industrial workers of the northern region of India”, *Int. J. ISE.* Vol. 1 : 110-128.
- [23] F. Sadeghi, A. Mazloumi. Z. Kazemi. 2015 “An anthropometric data bank for the Iranian working population with ethnic diversity”, *Appl. Ergon.* Vol. 1 : 95–103.
- [24] B. D. Gregor Harih, “Decision support system for generating optimal sized and shaped tool handles”, *Conf. Proc.*, 2012.
- [25] PubMed - NCBI. 2014. Effects of the resting time associated with the number of trials on the total and in dividual finger forcer in a maximum grasping task (Online). Available : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23849899> (25 September 2015)
- [26] F. Aghazadeh, A. Mital. 1987 “Injuries due to hand tools: Results of a questionnaire”, *Appl. Ergon.* Vol. 4 : 273–278.

- [27] S. S. Asfour. 2002 “Human factors in engineering and design : by Mark S. Sanders and Ernest J. McCormick, McGraw-Hill, Hightstown, NJ 08520, U.S.A, 6th edition, 1987, 664 pages, US\$49.95.”, *Int. J. Ind. Ergon.* Vol. 3 : 247-252.
- [28] นิวิธ เจริญใจ. 2547. การออกแบบเชิงการยศาสตร์ สำหรับมีดตัดแต่งขิงตอง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [29] M. Motamedzade, A. Choobineh, M. A. Mououdi and S. Arghami. 2007 “Ergonomic design of carpet weaving hand tools”, *Int. J. Ind. Ergon.* Vol. 7 : 581–587.
- [30] R. uillermo, S. Felknor, E. J. Cordoba, P. J. Caballero, and H. L. Barrero. 2012 “Hand anthropometry of the Colombian floriculture workers of the Bogota plateau”, *Int. J. Ind. Ergon.* Vol. 2 : 183-198.
- [31] P. K. Ng, Q. H. Boon, K. X. Chai, S. L. Leh, M. C. Bee and S. Adi. 2014. “The roles of shape and size in the pinch effort of screw knobs”, *Applied Mechanics and Materials* vol. 2 : 465-466.
- [32] R. Sancibrian, M. C. Gutierrez, C. Torre, M. A. Benito, C. Redondo and C. Manuel. 2014. “Design and evaluation of a new ergonomic handle for instruments in minimally invasive surgery”, *Journal of Surgical Research.* Vol. 1 : 88-99.
- [33] M. T. Fogleman, A. Freivalds and J. H. Goldberg. 1993 “An ergonomic evaluation of knives for two poultry cutting tasks”, *Int. J. Ind. Ergon.* Vol. 3 : 257–265.
- [34] S. Hsiang, R. McGorry, I. Bezverkhny. 1997 “The use of Taguchi’s methods for the evaluation of industrial knife design”, *Ergonomics.* Vol. 4 : 476–490.
- [35] อรทัย บัวผุด. 2554. การศึกษาทางด้านการยศาสตร์เกี่ยวกับปัจจัยของมีดที่มีผลต่องานตัดเฉือน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [36] J. Marsot, L. Claudon, M. Jacqmin. 2007 “Assessment of knife sharpness by means of a cutting force measuring system”, *Appl. Ergon.* Vol. 1 : 83–89.
- [37] J. Singh and A. A. Khan. 2014 “Effect of coating over the handle of a drill machine on vibration transmissibility”, *Appl. Ergon.* Vol. 2 : 239–246.
- [38] กรมส่งเสริมการเกษตร. 2556. ยางพารา (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.aftc.or.th/itc/products_analyze.php?id=142&fgpr_id=1&fmnu_id=6 (10 พฤษภาคม 2558)
- [39] Bobjer. 1989. *Advances in Industrial Ergonomics and Safety.* 1st edition. United Kingdom: Taylor & Francies.

- [40] วีธีกริตยง. 2556. การกริตยงพารา (ออนไลน์). สืบค้นจาก :
<http://www.parathai.info/226/%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%98%E0%B8%B5%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%94%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%87/> (10 พฤษภาคม 2558)
- [41] ชวลิตร หุ่นแก้ว. 2557. การกริตยง (ออนไลน์). สืบค้นจาก :
http://pnpanbest.com/pnp_book/pnp_book03.html (10 พฤษภาคม 2558)
- [42] สมดุลย์ พวกเกาะ. 2557. การกริตยงพารา (ออนไลน์). สืบค้นจาก :
<http://www.aopdr01.doae.go.th/aopdr01/tapping2.htm> (10 พฤษภาคม 2558)
- [43] รัตน์ภรณ์ อมรัตน์ไพจิตร. 2554. การยศาสตร์ในสถานที่ทำงาน (ออนไลน์). สืบค้นจาก :
http://ergo.engr.tu.ac.th/frameknow/know1_3.htm (12 พฤษภาคม 2558)
- [44] สุทธิ ศรีบุรพา. 2540. เออร์گونอมิกส์ : วิศวกรรมปัจจัยมนุษย์. บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัดมหาชน. กรุงเทพฯ.
- [45] อุ่น สังขพงศ์ และกลางเดือน โพนนา. 2556. การยศาสตร์และการประเมิน. ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- [46] Inner Body. 1999. Muscle system. (Online). Available :
<http://www.innerbody.com/image/musfov.html> (28 December 2015)
- [47] นิตกร แสงไขญา. 2544. การวัดขนาดมือของคนงานชายไทยที่ทำงานในอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [48] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. เครื่องมือทั่วไป (GENERAL HAND TOOL) (ออนไลน์). 2556. สืบค้นจาก : <http://www.eng.ubu.ac.th>. (12 พฤษภาคม 2558)
- [49] บัญชา ธนบุญสมบัติ. 2543. การออกแบบทางวิศวกรรม : การเลือกใช้วัสดุและกรรมวิธีการผลิต. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ.
- [50] เล็ก สีคง. 2540. วัสดุวิศวกรรมอุตสาหกรรม. ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- [51] กัลยา วานิชย์บัญชา. 2550. สถิติสำหรับงานวิจัย : หลักการเลือกใช้เทคนิคทางสถิติในงานวิจัย. ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- [52] T. Yamane. 1967. Statistics, An Introduction Analysis. 2nd edition. New York: Harper and Row.
- [53] ปราณีย์ สวัสดิ์สรรพ. 2554. การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย. ศูนย์บริการวิชาการ สถาบันส่งเสริมการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม.
- [54] ยุทธ ไกยวรรณ. 2551. สถิติวิจัย : เทคโนโลยีอุตสาหกรรม. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี. เพชรบุรี.
- [55] J. Neter, M. H. Kutner, C. J. Nachtsheim and W. Wasserman. 2005. Applied Linear Statistical Models. 4th edition. New York: McGraw-Hill.

- [56] ปฎิมา มั่นศิลป์. 2553. คู่มือการสร้างแบบสอบถามงานวิจัยทางสังคมของชุมชนในป่าชายเลน. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.
- [57] ชูศักดิ์ เวชแพศย์. 2523. อิเล็กทรอนิกส์ไมโครกราฟีย. : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ.
- [58] J. A. Cullough and K. V. Yadavalli. 2013. "Surface modification of fused deposition modeling ABS to enable rapid prototyping of biomedical microdevices", Journal of materials processing technology vol. 6: 947-954.
- [59] A. Finneran and L.O.Sullivan. 2012 "Effects of grip type and wrist posture on forearm EMG activity endurance time and movement accuracy", Appl. Ergon. Vol. 2 : 91-99.
- [60] N. Ahamed and K. Sundaraj 2012 "Analysis of right arm biceps brachii muscle activity with varying the electrode placement on three muscle age groups during isometric contraction using a wireless EMG sensor", Appl. Ergon. Vol.2 : 191-198.
- [61] D. Roman and T. Tokarski. 2002 "EMG of arm and forearm muscle activity with regard to handgrip force relation to upper limb location", Acta of Bioengineering and Biomechanics. Vol. 4. : 33-37.
- [62] พรทิพย์ ใจจง. 2557. ปัจจัยเสี่ยงของกลุ่มอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของรายบุคคลส่วนบนในผู้ประกอบอาชีพกรีดยางพารา. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาการพยาบาลอาชีวอนามัย. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [63] นิธิเศรษฐ เพชรจ. 2555. การลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บจากการทำงานโดยหลักการศาสตร์กรณีศึกษา: สหกรณ์กองทุนสวนยางพิจิตร จำกัด. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและระบบ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [64] H. M. Schmidt and U. Lanz. 2005. Surgical anatomy of the hand. USA: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- [65] J. Klamklay, A. Sungkhapong, N. Yodpijit and P. E. Patterson. 2008. "Anthropometry of the southern Thai population", Int. J. Ind. Ergon. vol. 38 : 111-118.
- [66] H. Jang. 2002. The effect of dynamic wrist workloads on risk of carpal tunnel syndrome. Thesis of Master of Engineering(Industrial Engineering). The Pennsylvania State University.
- [67] M. F. Donoghue. Reilly, D. S. and Walsh, M. T. 2012. "Wrist posture in the general population of computer users during a computer task", Appl. Ergon. Vol. 2 : 42-47.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
หนังสือรับรองจริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์



คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

หนังสือฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

รหัสโครงการ: REC:	58-117-19-2		
ชื่อโครงการ (ภาษาไทย):	การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางตามหลักการยศาสตร์		
ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ):	Design and Development of Ergonomic Rubber Tapping Knife		
ผู้วิจัยหลัก:	ผศ.ดร.อ๋อง สักขพงศ์	สังกัด:	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ร่วมวิจัย:	ผศ.เจริญ เจตวิจิตร	สังกัด:	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ร่วมวิจัย:	นพ.ชนนท์ กองกมล	สังกัด:	ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ร่วมวิจัย:	นายวรศักดิ์ สมบัติแก้ว	สังกัด:	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารที่รับรอง:

1. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เวอร์ชัน 2.0 ฉบับวันที่ 5 ตุลาคม 2558
2. โครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เวอร์ชัน 2.0 ฉบับวันที่ 5 ตุลาคม 2558
3. เอกสารชี้แจงอาสาสมัคร เวอร์ชัน 2.0 ฉบับวันที่ 5 ตุลาคม 2558
4. เอกสารแสดงเจตนายินยอมของอาสาสมัคร เวอร์ชัน 2.0 ฉบับวันที่ 5 ตุลาคม 2558
5. แบบบันทึกข้อมูล
6. ประวัติผู้วิจัย
7. ประวัติผู้วิจัย


ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ในการประชุมคณะกรรมการ วันที่ 4 กันยายน 2558 วาระที่ 4.2.02) โดยยึดหลักเกณฑ์ตามประกาศ เฮลซิงกิ (Declaration of Helsinki) และแนวทางการปฏิบัติการวิจัยทางคลินิกที่ดี (The International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice หรือ ICH-GCP) โดยขอให้รายงานความก้าวหน้าของโครงการวิจัยทุก 12 เดือน

ลงชื่อ.....

(รองศาสตราจารย์นายแพทย์บุญสิน ตั้งตระกูลวนิช)
ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

วันที่รับรอง: 19 ตุลาคม 2558

วันหมดอายุ: 18 ตุลาคม 2559

	Participant Information Sheet	
	หมายเลขโครงการวิจัย (สำหรับเจ้าหน้าที่) Version/date (สำหรับเจ้าหน้าที่)	Page 1 of 6

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย (อาสาสมัครอายุ 18 ปี ขึ้นไป)
 (Participant Information Sheet)

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การออกแบบและปรับปรุงมีดกรีดอย่างตามหลักการยศาสตร์ ระยะที่ 1


ชื่อผู้วิจัย ผศ.ดร.อรุณ สังขพงศ์

สถานที่วิจัย 1. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 2. อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ผู้ให้ทุน ได้รับทุนรายได้มหาวิทยาลัย จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ก่อนที่ท่านจะลงนามในหนังสือแสดงเจตนายินยอมร่วมวิจัย ท่านควรได้รับทราบว่

- โครงการนี้เป็นโครงการวิจัย ไม่ใช่ การรักษาตามปกติ
- ท่าน ไม่จำเป็นต้อง เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ และ สามารถถอนตัว ออกจากโครงการได้ทุกเมื่อ โดยจะไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพการบริการหรือการรักษาพยาบาลที่ท่านพึงได้รับตามสิทธิ
- ในเอกสารนี้อาจมีข้อความที่ท่านอ่านแล้วยังไม่เข้าใจ โปรดสอบถามหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้แทนให้ช่วยอธิบายจนกว่าจะเข้าใจดี
- นักวิจัยผู้ขอความยินยอมต้องให้ ข้อมูลและเวลาที่เพียงพอ ในการตัดสินใจอย่างอิสระ ก่อนที่ท่านจะเข้าร่วมโครงการวิจัย ท่านอาจจะขอเอกสารนี้กลับไปอ่านที่บ้านเพื่อปรึกษากับญาติพี่น้อง เพื่อนสนิท แพทย์ประจำตัวของท่าน หรือแพทย์ท่านอื่น เพื่อช่วยในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย

	Participant Information Sheet	
	หมายเลขโครงการวิจัย (สำหรับเจ้าหน้าที่) Version/date (สำหรับเจ้าหน้าที่)	Page 1 of 7

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย (อาสาสมัครอายุ 18 ปี ขึ้นไป)
 (Participant Information Sheet)

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การออกแบบและปรับปรุงมีดกรีดยางตามหลักการยศาสตร์ ระยะที่ 2


ชื่อผู้วิจัย ผศ.ดร.อรุณ สังข์พงศ์

สถานที่วิจัย 1. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 2. อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ผู้ให้ทุน ได้รับทุนรายได้มหาวิทยาลัย จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ก่อนที่ท่านจะลงนามในหนังสือแสดงเจตนายินยอมร่วมวิจัย ท่านควรได้รับทราบว่

- โครงการนี้เป็นโครงการวิจัย ไม่ใช่ การรักษาตามปกติ
- ท่าน ไม่จำเป็นต้อง เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ และ สามารถถอนตัว ออกจากโครงการได้ทุกเมื่อ โดยจะไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพการบริการหรือการรักษาพยาบาลที่ท่านพึงได้รับตามสิทธิ
- ในเอกสารนี้อาจมีข้อความที่ท่านอ่านแล้วยังไม่เข้าใจ โปรดสอบถามหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้แทนให้ช่วยอธิบายจนกว่าจะเข้าใจดี
- นักวิจัยผู้ขอความยินยอมต้องให้ ข้อมูลและเวลาที่เพียงพอ ในการตัดสินใจอย่างอิสระ ก่อนที่ท่านจะเข้าร่วมโครงการวิจัย ท่านอาจจะขอเอกสารนี้กลับไปอ่านที่บ้านเพื่อปรึกษาหารือกับญาติพี่น้อง เพื่อนสนิท แพทย์ประจำตัวของท่าน หรือแพทย์ท่านอื่น เพื่อช่วยในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย

	Participant Information Sheet	
	หมายเลขโครงการวิจัย (สำหรับเจ้าหน้าที่) Version/date (สำหรับเจ้าหน้าที่)	Page 1 of 7

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย (อาสาสมัครอายุ 18 ปี ขึ้นไป)
 (Participant Information Sheet)

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การออกแบบและปรับปรุงมีดกรีดยางตามหลักการยศาสตร์ ระยะที่ 3


ชื่อผู้วิจัย ผศ.ดร.อรุณ สังข์พงศ์

สถานที่วิจัย 1. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 2. อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ผู้ให้ทุน การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนรายได้มหาวิทยาลัย จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ก่อนที่ท่านจะลงนามในหนังสือแสดงเจตนายินยอมร่วมวิจัย ท่านควรได้รับทราบว่

- โครงการนี้เป็นโครงการวิจัย ไม่ใช้ การรักษาตามปกติ
- ท่าน ไม่จำเป็นจะต้องเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ และ สามารถถอนตัวออกจากโครงการได้ทุกเมื่อ โดยจะไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพการบริการหรือการรักษาพยาบาลที่ท่านพึงได้รับตามสิทธิ
- ในเอกสารนี้อาจมีข้อความที่ท่านอ่านแล้วยังไม่เข้าใจ โปรดสอบถามหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้แทนให้ช่วยอธิบายจนกว่าจะเข้าใจดี
- นักวิจัยผู้ขอความยินยอมต้องให้ ข้อมูลและเวลาที่เพียงพอ ในการตัดสินใจอย่างอิสระ ก่อนที่ท่านจะเข้าร่วมโครงการวิจัย ท่านอาจจะขอเอกสารนี้กลับไปอ่านที่บ้านเพื่อปรึกษากับญาติพี่น้อง เพื่อนสนิท แพทย์ประจำตัวของท่าน หรือแพทย์ท่านอื่น เพื่อช่วยในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย

	Informed Consent Form	
	หมายเลขโครงการวิจัย 58-117-19-2 Version 2.0 date 5 October 2015	Page 1 of 2

หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัย
(Informed Consent Form)

วันที่ 7 เดือน พ.ย. พ.ศ. 58

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) กัมภ นามสกุล แก้วเหล็ก อายุ 51 ปี
 อยู่บ้านเลขที่ 35/6 หมู่ 1 ตำบล พิชัย อำเภอ บ้านดงสาร
 จังหวัด สุราษฎร์ธานี ขอแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัย ในโครงการวิจัย
 เรื่อง การออกแบบและพัฒนาเม็ดกริตยางตามหลักการยศาสตร์

โดยข้าพเจ้าได้อ่านเอกสารคำอธิบายโครงการวิจัยและ/หรือได้รับฟังคำอธิบายจาก นายวรศักดิ์ สมบัติแก้ว และได้รับทราบถึงรายละเอียดของโครงการวิจัยเกี่ยวกับ วัตถุประสงค์และระยะเวลาที่ทำการวิจัย ขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติตัวที่ข้าพเจ้าต้องปฏิบัติ ผลประโยชน์ที่ข้าพเจ้าจะได้รับ ผลข้างเคียงหรืออันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมโครงการ ตลอดจนค่าตอบแทนที่จะได้รับ และค่าใช้จ่ายที่ข้าพเจ้าจะต้องรับผิดชอบจ่ายเอง

และข้าพเจ้ายินยอมให้ผู้วิจัยใช้ข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าที่ได้รับจากการวิจัย โดยให้นำเสนอเป็นข้อมูลโดยรวมจากการวิจัยนั้นแต่จะไม่เผยแพร่ต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล ทั้งนี้ข้าพเจ้าสามารถถอนตัวหรืองดเข้าร่วมการวิจัยได้ทุกเมื่อ โดยจะไม่มีผลกระทบและไม่เสียสิทธิ์ใดๆ ในการรับบริการและการรักษาพยาบาลที่ข้าพเจ้าจะได้รับต่อไปในอนาคต


หากข้าพเจ้ามี ข้อข้องใจเกี่ยวกับขั้นตอนของการวิจัยหรือเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัยกับตัวข้าพเจ้า ข้าพเจ้าสามารถติดต่อกับ ผศ.ดร.อุงนง สังข์พงศ์ ได้ที่ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โทรศัพท์ 074-287167 และมีมือถือ 081-367-4287 ได้ตลอด 24 ชั่วโมง

หากได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องคำปรึกษา/แจ้งเรื่อง/ร้องเรียน ได้ที่สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โทรศัพท์ 0-7445-1157 หรือทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ medpsu.ec@gmail.com

ข้าพเจ้า เข้าใจข้อความในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และหนังสือแสดงเจตนายินยอมนี้โดยตลอดแล้ว จึงได้ลงนามยินยอมเข้าร่วมโครงการ



คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

	Informed Consent Form	
	หมายเลขโครงการวิจัย 58-117-19-2 Version 2.0 date 5 October 2015	Page 2 of 2

ลายมือชื่อผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย สีมภาพ แก้วจนต
 (นาย สีมภาพ แก้วจนต)
 วันที่ 7 เดือน พ.ย. พ.ศ. 58

ลายมือชื่อผู้อธิบาย/ ผู้ขอความยินยอม ผศ.ดร. สิริ สอนิพัทธ์
 (นายกร สิริ สอนิพัทธ์)
 วันที่ 7 เดือน พ.ย. พ.ศ. 2558



คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
 คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ภาคผนวก ข
แบบประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี REBA

ภาคผนวก ค
สิทธิบัตรมีดกรีดยางที่อ้างในงานวิจัย

112

(19)



กรมทรัพย์สินทางปัญญา (11) เลขประกาศโฆษณา 37091
กระทรวงพาณิชย์ (43) วันประกาศโฆษณา 31 พ.ค. 2543

(12)

ประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์

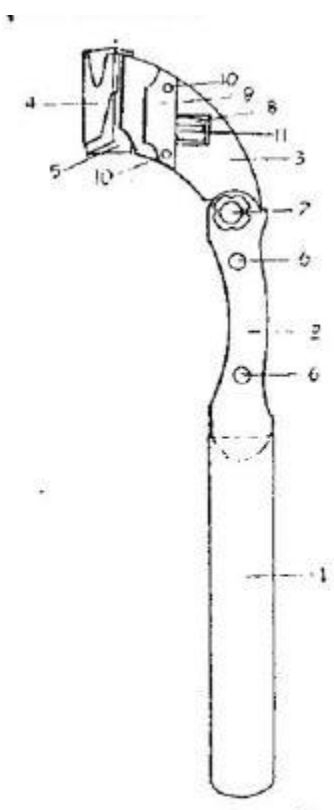
- (21) เลขที่คำขอ 039608
- (22) วันที่ยื่นคำขอ 5 กันยายน 2540
- (22) สัญลักษณจำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ Int.Cl.⁶ A 01 G 23/10
- (23) ผู้ขอรับสิทธิบัตร นายชงชุตท ภูตกุล
- (31) เลขที่คำขอที่ขึ้นครั้งแรก -
- (72) ผู้ประดิษฐ์ นายชงชุตท ภูตกุล
- (32) วันยื่นคำขอครั้งแรก -
- (74) ตัวแทน -
- (33) ประเทศที่อื่นคำขอครั้งแรก -
- (54) ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ มีดกรีดขางพาราแบบปรับมุมคมมีด
- (57) บทสรุปการประดิษฐ์

มีดกรีดขางพาราแบบปรับมุมคมมีดตามการประดิษฐ์นี้ เป็นมีดกรีดขางพาราที่ตามรอยปรับมุมคมมีด ให้กรีดขางพาราได้สูงกว่าการกรีดขางพาราในระดับความสูงเฉลี่ย 1.50 เมตรจากพื้นดิน ขึ้นไปไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร โดยมีดประดิษฐ์ให้คมมีดป้องกันกรีดบาดเนื้อไม้ มีอุปกรณ์กำหนดความหนาของเปลือกขางพาราที่กรีดออกได้ตามความต้องการ


(11) เลขที่ประกาศโฆษณา ¹¹³
37091

ข้อถ้อยสิทธิ

มีดกรีดขางพารา ที่สามารถปรับมุมคมมีดให้มุมคมมีดเหมาะสมกับการกรีดขางพารา เห็นว่ากรีดขางพารามีความสูงในระดับที่ต่างกัน มีดกรีดขางพาราแบบปรับมุมคมมีดประกอบด้วย ค้ำม 1 ที่มีเขนยื่นออกสองข้างที่ส่วนปลาย เพื่อประกอบโครงชุดประกอบใบมีด 3 โครงชุดประกอบใบมีด 3 ประกอบด้วยค้ำม 1 ระหว่างเขนสองข้างที่ปลายค้ำม 1 ด้วยการร้อยแถบหรือนอตขางพาราบนและโครงชุดประกอบใบมีด 3 โครงชุดประกอบใบมีด 3 ถูกยึดติดที่ปลายค้ำม 1 ด้วยแถบหรือขางของปลายค้ำม 1 ชุดยึดใบมีดและควบคุมมุมมีด 4 ประกอบติดกับโครงชุดประกอบใบมีด 3 ใบมีด 5 ที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้กับมีดกรีดขางพารา ความการประดิษฐ์นี้ มีใบมีดค้ำมเขนยื่นกับมุมมีดวางด้านซ้าย เพื่อป้องกันคมมีดบาดเนื้อไม้ต้นขางพาราขณะทำการกรีดขางพารา ใบมีด 5 สอดอยู่ในชุดยึดใบมีดและควบคุมมุมมีด 4 ชุดยึดใบมีดและควบคุมมุมมีด 4 สามารถปรับเข้าให้ชุดยึดใบมีดขณะใช้งาน กล่าวคือเพื่อปรับมุมมีดให้เฉือนหรือกรีดเปลือกขางพารา(ตามแนวเขน)ให้หนาหรือบางได้ตามต้องการ การปรับมุมคมมีดของมีดกรีดขางพาราแบบปรับมุมคมมีด กระทำโดยการคลายแถบหรือนอตที่ร้อยยึดโครงชุดประกอบใบมีดกับเขนที่ปลายค้ำม 1 สามารถปรับมุมโครงชุดประกอบใบมีด 3 โดยมีมุมตามต้องการ เพื่อให้ชุดยึดใบมีดและควบคุมมุมมีด 4 ที่ประกอบติดกับโครงชุดประกอบใบมีด 3 ใบมีด 5 ที่สอดอยู่ในชุดยึดใบมีดและควบคุมมุมมีดปรับมุมไปพร้อมกันด้วย



(ข้อถือสิทธิ์ 1 ข้อ,รูปเขียน 6 รูป)

- 1 5 7
- (19)  กรมทรัพย์สินทางปัญญา (11) เลขที่ประกาศโฆษณา 2 5 6 8 3
กระทรวงพาณิชย์ (43) วันประกาศโฆษณา 2 4 ส.ย. 2540

(12) ประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์

- (21) เลขที่คำขอ 025749 (22) วันที่ยื่นคำขอ 3 มีนาคม 2538
(51) ตัวยุติของจำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ INCLIP B27L 11/00
(71) ผู้ขอรับสิทธิบัตร (31) เลขที่คำขอที่ยื่นครั้งแรก
นายขยงยุทธ ภูสกุณ
(72) ผู้ประดิษฐ์ (32) วันยื่นคำขอครั้งแรก
นายขยงยุทธ ภูสกุณ
(74) ตัวแทน (33) ประเทศที่ยื่นคำขอครั้งแรก

(54) ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ มีกกรีกขางพาราแบบเปลี่ยนใบมีก

(57) บทสรุปการประดิษฐ์

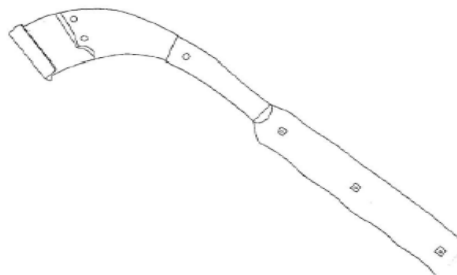
มีกกรีกขางพาราแบบเปลี่ยนใบมีก การการประดิษฐ์นี้ มีลักษณะเป็นมีกกรีกขางพาราที่แยกส่วนประกอบออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนใบมีก และส่วนก้านมีก โดยนำก้านมีกและใบมีกมาประกอบเข้าด้วยกันสามารถถอด เปลี่ยนใบมีกได้โดยสะดวก

1 5 8

(11) เลขที่ประกาศโฆษณา 2 5 6 8 3

ข้อถือสิทธิ

1. มีกกรีกขางพาราแบบเปลี่ยนใบมีกได้ โดยการนำใบมีกมาประกอบกับก้านมีก สามารถถอดเปลี่ยนใบมีกได้
2. ใบมีก การลักษณะโครงสร้าง การที่ปรากฏในภาพแสดงแบบซึ่งประดิษฐ์ ซึ่งยื่นมาพร้อมกันนี้




(ข้อถือสิทธิ 2 ข้อ, รูปเขียน 10 รูป)

250

เดิมจากเล่มที่ 39/49

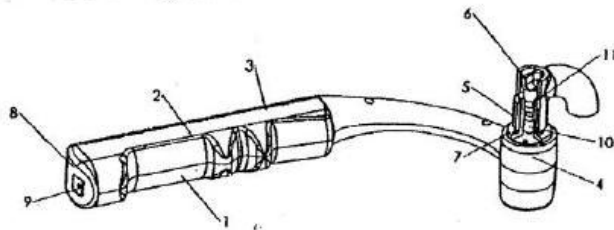
ใบแทรกหน้าที่ 2 ของเล่มที่ 41/49


- (19)  กรมทรัพย์สินทางปัญญา
กระทรวงพาณิชย์
- (11) เลขที่ประกาศโฆษณา 81249
(43) วันประกาศโฆษณา 16 พ.ย. 2549
- (12) ประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์
- (21) เลขที่คำขอ 0601001235 (22) วันที่ยื่นคำขอ 21 มีนาคม 2549
- (53) สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ Int. CL A01G 23/00
- (71) ผู้ขอรับสิทธิบัตร (31) เลขที่คำขอที่ยื่นครั้งแรก
นายคณิงชาติ วงษ์วัฒนา
นางสาวทศพร ชยานุเคราะห์
นางสาวเพียงคณิง วงษ์วัฒนา
- (72) ผู้ประดิษฐ์ (32) วันยื่นคำขอครั้งแรก
นายคณิงชาติ วงษ์วัฒนา และคณะ
- (74) ตัวแทน (33) ประเทศที่ยื่นคำขอครั้งแรก
- (54) ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ มีดกรีดยางมอเตอร์ไฟฟ้า

(55) บทสรุปการประดิษฐ์

มีดกรีดขางมอเตอร์ไฟฟ้า ประกอบด้วย ตัวโครงมีดที่มีผนังที่ครอบด้านส่วนปลายของโครงมีด จะติดตั้งด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า และ ชุดประกอบของมีด คือ เหล็ก ลูกปืน และใบมีด โดยจับยึดด้วยน็อต ติดกับ ส่วนหน้าของมอเตอร์ด้านบนของมีด จะมีสวิตช์ ปิด - เปิดการทำงานภายในของด้ามมีด จะมีแบตเตอรี่ ซึ่งต่อไปยังขั้วบวก - ลบ ของมอเตอร์ และส่วนของปลั๊กชาร์จไฟ สำหรับชาร์จไฟ ซึ่งติดตั้งอยู่ที่ฝาครอบด้านท้ายของตัวมีด

ในส่วนของชุดเหล็กจะมีที่ครอบซึ่งยึดติดด้วยน็อต กับ ส่วนหน้าของมอเตอร์ และ ในส่วนของใบมีดจะมีที่ครอบซึ่งด้านบนมีท่อกลมงอสำหรับให้เศษไม้พุ่งออกด้านหน้า จะเปิดออกเพื่อให้ใบมีดได้เฉือนเปลือกไม้ในแนวตั้งทำให้หน้าตัดขางพาราที่ถูกกรีดจะเรียบสม่ำเสมอ



- (19)  กรมทรัพย์สินทางปัญญา (11) เลขที่ประกาศโฆษณา 86050
กระทรวงพาณิชย์ (43) วันประกาศโฆษณา 20 ส.ค. 2550

(12) ประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์

(21) เลขที่คำขอ 0501003883 (103400) (22) วันที่ยื่นคำขอ 19 สิงหาคม 2548

(51) สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ Int.Cl.⁸ G01N 9/00

(71) ผู้ขอรับสิทธิบัตร (21)เลขที่คำขอที่ยื่นครั้งแรก

นายปรัชญกร เจริมพงศ์

-

(72) ผู้ประดิษฐ์ (32)วันยื่นคำขอครั้งแรก

นายปรัชญกร เจริมพงศ์

-

(74) ตัวแทน (33)ประเทศที่ยื่นคำขอครั้งแรก

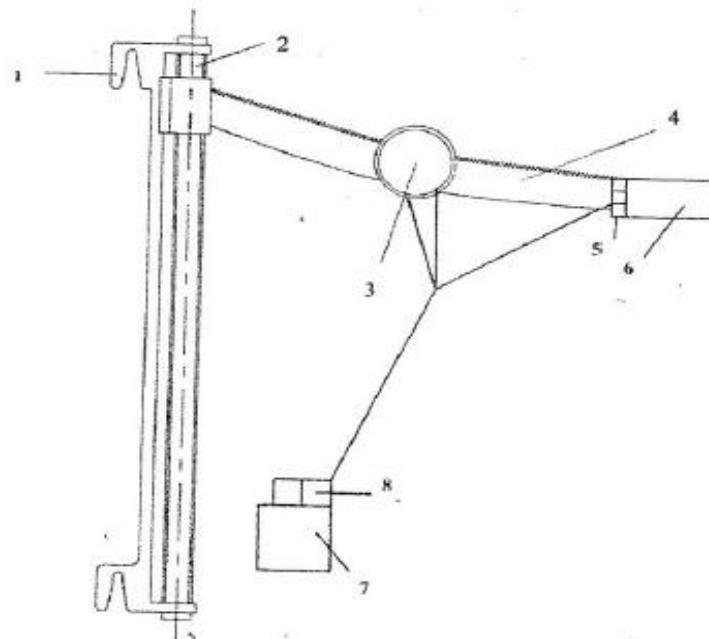
-

-

(54) ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ เครื่องกรีดขางพาราไฟฟ้า

(55) บทสรุปการประดิษฐ์

เครื่องกรีดขางพาราไฟฟ้าเครื่องนี้ มีลักษณะเป็นตะขอกึ่งขูดคั้นขางพารา ซึ่งทำด้วยเหล็กสแตนเลส มีความยาวประมาณ 14 นิ้ว มีสกรูปรับระดับแต่ละชั้น การกรีด เมื่อหมุน 1 รอบจะเท่ากับกรีดขางพารา 1 วัน โดยปล่อยกระแสไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ 12 V 1 ตัว ปังกรีเล็ 12 V 2 ตัว จะเป็นตัวส่งไฟฟ้าไปยังมอเตอร์เพื่อเป็นการทำงานของใบมีดในการกรีดหน้าขางพาราและมีลิ้มิตสวิทซ์ 3 ตัว ในการทำให้ใบมีดกรีดหน้าขางพาราวิ่งไป-กลับบนเฟืองบรรทัดเหล็กได้



(ชื่อถือสิทธิ 2 ข้อ. วุฒิชัยน 11 รูป)



(19) กรมทรัพย์สินทางปัญญา
กระทรวงพาณิชย์

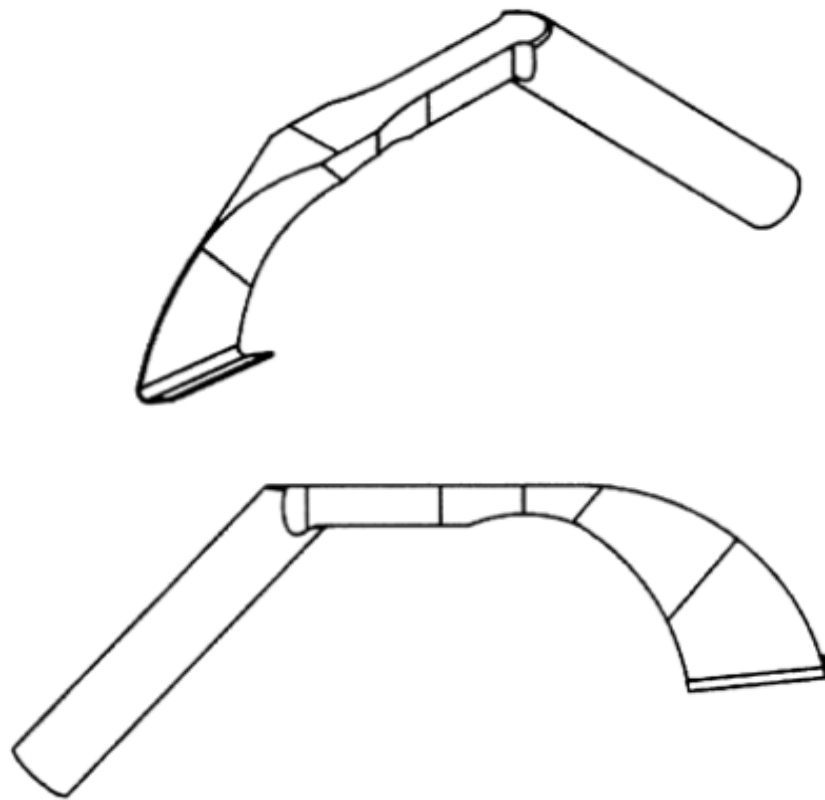
(11) เลขที่ประกาศโฆษณา 122755

(43) วันประกาศโฆษณา 18 เมษายน 2556

(12) ประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์

(21) เลขที่คำขอ 1002002348	(51) สัญลักษณ์จำแนกการออกแบบผลิตภัณฑ์ระหว่างประเทศ 08-03
(22) วันที่ยื่นคำขอ 16 สิงหาคม 2553	
(31) เลขที่คำขอที่ยื่นครั้งแรก -	(71) ผู้ขอรับสิทธิบัตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
(32) วันที่ยื่นคำขอครั้งแรก -	(72) ผู้ประดิษฐ์ ผศ.นพ. สิทธิโชค อนันตเสรี
(33) ประเทศที่ยื่นคำขอครั้งแรก -	(74) ตัวแทน -

(54) ชื่อที่แสดงถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์ มีคกริดลำต้นยาวพารา



(ข้ออธิษฐาน 1 ข้อ, รูปเขียน 7 รูป)

ภาคผนวก ง
แบบสอบถามที่ใช้ในการทำวิจัย

แบบสอบถามชุดที่ 1

แบบสอบถามเพื่อการสำรวจเออร์โกโนมิกส์
แบบสัมภาษณ์นี้จัดทำเพื่องานวิจัยโครงการการศึกษาด้านการยศาสตร์
ซึ่งข้อมูลนี้จะถูกนำไปใช้เพื่องานวิจัยเท่านั้น และถือว่าเป็นความลับส่วนบุคคล

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ID code
2. เพศ () ชาย () หญิง
3. อายุ ปี น้ำหนัก กก. ส่วนสูง ซม.
4. กิจกรรม/งานอื่นๆนอกเหนือจากการกรีดยาง () มี ระบุ
- () ไม่มี
5. โรคประจำตัว () มี ระบุ
- () ไม่มี
6. ประวัติการประสบอุบัติเหตุ () เคย ระบุ.....
- () ไม่เคย
7. ประวัติการบาดเจ็บที่มือ/ข้อมือ/แขน () มี ระบุ..... () ไม่มี
8. ประสบการณ์การทำงานกรีดยาง ปี เดือน
9. สถานะในการทำงานกรีดยาง () สอนตนเอง () ลูกจ้าง
10. เวลาในการกรีดยาง เริ่มตั้งแต่ น. ถึง น.
11. ความถี่ในการกรีดยาง () กรีด 3 วัน หยุด 1 วัน
- () กรีด 1 วัน เว้น 1 วัน
- () อื่นๆ ระบุ
12. จำนวนต้นยางที่กรีด/คน ต้น จำนวนพื้นที่กรีดทั้งหมด ไร่
- สภาพต้นยางที่กรีด () ยางอ่อนอายุ 7 - 15 ปี () ยางแก่อายุ 16 - 25 ปี
- () ยางหมดสภาพเตรียมตัดต้นขายอายุ 25 - 30 ปี หรือมากกว่า 30 ปี

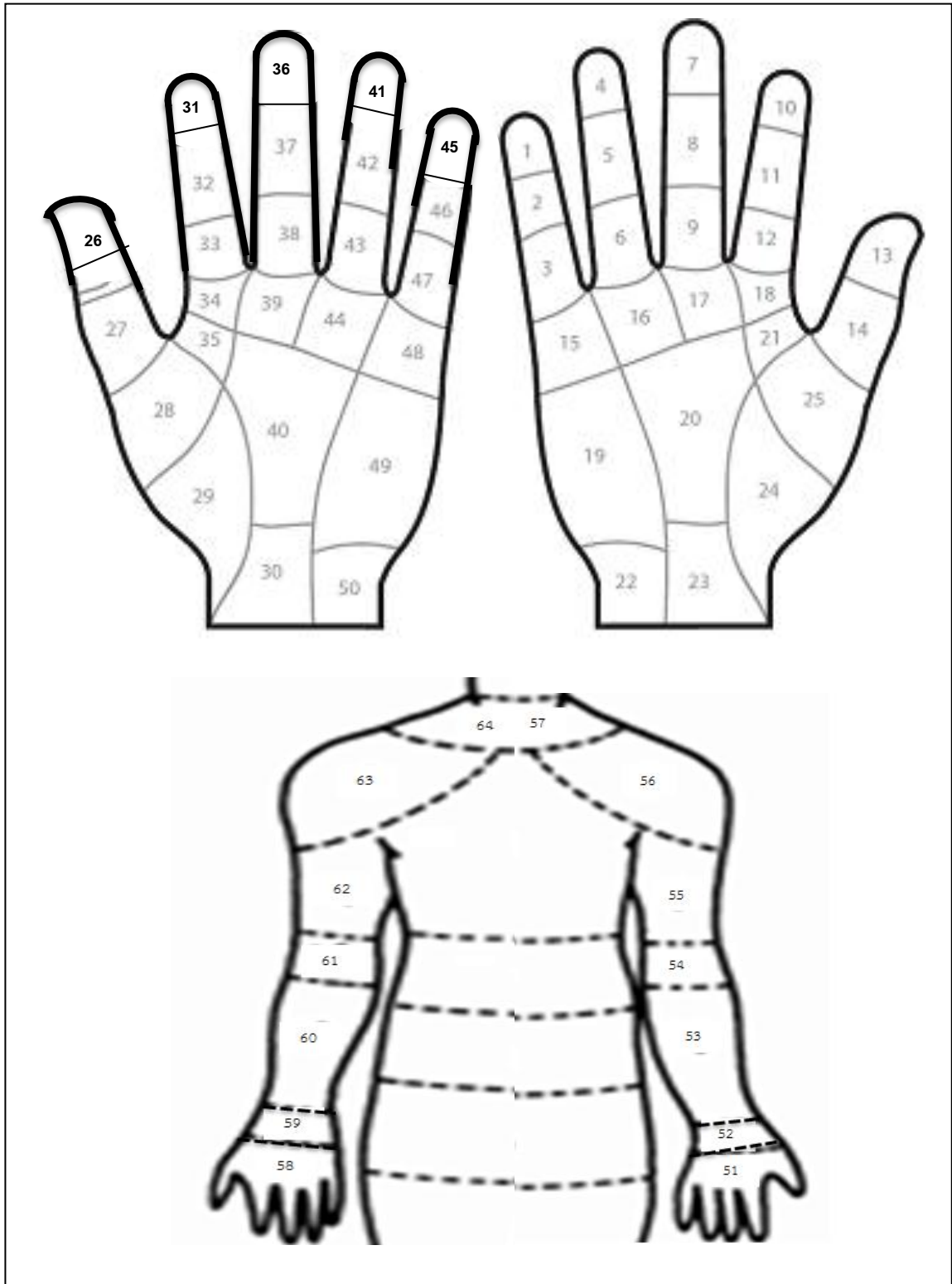
13. ท่าทางการกรีดยาง



14. สภาพพื้นที่ทำการกรีดยาง () ที่ราบ () ที่เนิน/พื้นที่ลาดเอียงมากกว่า 30 องศา
() ที่ราบสลับเนิน

ส่วนที่ 2 ความเจ็บปวดทางร่างกาย

ระบุหมายเลขตำแหน่งและระดับความเจ็บปวดของการบาดเจ็บสะสมหรือบาดเจ็บทันทีจากการใช้
มีดกรีดยางจากรูปที่ 1 ลงในช่องว่างตารางที่ 1



รูปที่ 1 ระบุส่วนที่เกิดการบาดเจ็บจากการทำงานกรีดยาง

ตารางที่ ง-1 ระดับความรุนแรงของการเจ็บปวดในแต่ละตำแหน่งบนร่างกาย

ตำแหน่ง	ชนิดการบาดเจ็บ		ระดับความเจ็บปวดและความไม่สะดวกสบาย				
	สะสม	ทันที	มากที่สุด (5)	มาก (4)	น้อย (3)	น้อยที่สุด (2)	ไม่เจ็บ (1)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							

ตารางที่ ง-1 ระดับความรุนแรงของการเจ็บปวดแต่ในละตำแหน่ง (ต่อ)

ตำแหน่ง	ชนิดการบาดเจ็บ		ระดับความเจ็บปวดและความไม่สะดวกสบาย				
	สะสม	ทันที	มากที่สุด (5)	มาก (4)	น้อย (3)	น้อยที่สุด (2)	ไม่เจ็บ (1)
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
59							
60							
61							
62							
63							
64							

หมายเหตุ :

ชนิดของการบาดเจ็บ

- 1) การบาดเจ็บทันที เป็นการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นทันทีที่เกิดบาดแผลการบอบช้ำ เช่น การถูกบาด ตัด ฉีกฉีก ทิ่มแทง สาเหตุอาจเกิดจากของมีคม หรือถูกหนีบด้วยชิ้นส่วนของอุปกรณ์
- 2) การบาดเจ็บแบบสะสม เป็นลักษณะการบาดเจ็บแบบสะสมที่เล็กน้อยเป็นเวลานาน เช่น การปวดจากการกดทับจนเกิดรอยช้ำในจุดเดิม หรือหนังด้านเกิดปมแข็งจากการเสียดสีและกดทับจุดเดิมซ้ำๆ เป็นต้น

ระดับความบาดเจ็บ

มากที่สุด อาการบาดเจ็บเกิดขึ้นตลอดเวลาทั้งเวลาทำงานกรีดยางและไม่ทำงานกรีดยาง

มาก อาการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นทุกครั้งขณะทำงานกรีดยาง

น้อย อาการบาดเจ็บเกิดขึ้นบ้างเป็นส่วนน้อยในขณะทำงานกรีดยาง

น้อยที่สุด อาการบาดเจ็บเกิดขึ้นบ้างเป็นส่วนน้อยมากในขณะทำงานกรีดยาง

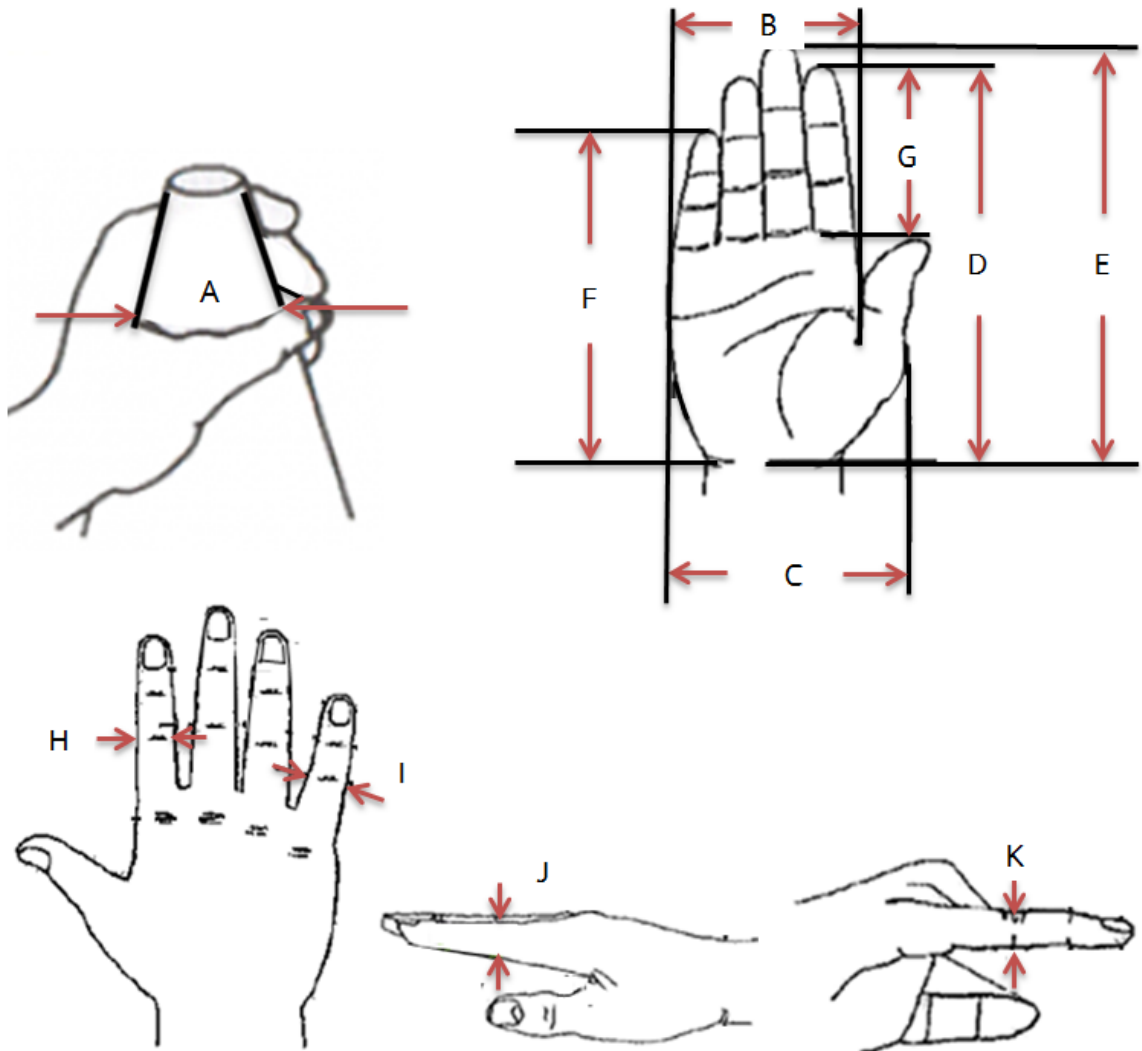
ไม่เจ็บ อาการบาดเจ็บไม่เกิดขึ้นเลยในขณะทำงานกรีดยาง

แบบสอบถามชุดที่ 2

แบบสอบถามเพื่อการสำรวจเออร์โกโนมิกส์
แบบสัมภาษณ์นี้จัดทำเพื่องานวิจัยโครงการการศึกษาด้านการยศาสตร์
ซึ่งข้อมูลนี้จะถูกนำไปใช้เพื่องานวิจัยเท่านั้น และถือว่าเป็นความลับส่วนบุคคล

1. ID code
2. เพศ () ชาย () หญิง
3. ส่วนสูง ซม. ความสูงระดับสายตา ซม. ความสูงระดับเอว ซม.

ส่วนที่ 1 วิธีการวัดขนาดสัดส่วนมือ



ส่วนที่ 2 รายการวัดขนาดสัดส่วนมือ

ตารางที่ ง-2 ผลการวัดขนาดสัดส่วนมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

ลำดับที่	รายการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย	ขนาดสัดส่วนร่างกาย (มิลลิเมตร)
1.	เส้นผ่านศูนย์กลางมือจับ (A)	
2.	ความกว้างฝ่ามือ (B)	
3.	ความกว้างมือ (C)	
4.	ความยาวมือวัดจากข้อมือถึงปลายนิ้วชี้ (D)	
5.	ความยาวมือวัดจากข้อมือถึงปลายนิ้วกลาง (E)	
6.	ความยาวมือวัดจากข้อมือถึงปลายนิ้วก้อย (F)	
7.	ความยาวนิ้วชี้ (G)	
8.	ความกว้างของนิ้วชี้ที่ข้อต่อข้อที่ 2 (H)	
9.	ความกว้างของนิ้วก้อยที่ข้อต่อข้อที่ 2 (I)	
10.	ความหนาของนิ้วชี้ที่ข้อต่อข้อที่ 2 (J)	
11.	ความหนาของนิ้วก้อยที่ข้อต่อข้อที่ 2 (K)	

แบบสอบถามชุดที่ 3

แบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับมิดและการใช้มิด

แบบสอบถามนี้จัดทำเพื่องานวิจัยโครงการการศึกษาด้านการยศาสตร์
ซึ่งข้อมูลนี้จะถูกนำไปใช้เพื่องานวิจัยเท่านั้น และถือว่าเป็นความลับส่วนบุคคล

1. ID code

2. เพศ () ชาย () หญิง

3. ส่วนสูง ซม. น้ำหนัก กก.

ตารางที่ ง-3 ระดับความเหมาะสมของมิดกรีดยางเบื้องต้นในด้านต่างๆ

รายการ	ระดับความ พึงพอใจ	คะแนน	มิดกรีดยางเบื้องต้น		
			มิดกรีดยาง แบบดั้งเดิม	มิด Ergo-1	มิด Anti-CTS
1. มีความพอใจเมื่อได้เห็น และสัมผัสก่อนการ ทดลองใช้งาน	มากที่สุด	5			
	มาก	4			
	ปานกลาง	3			
	น้อย	2			
	น้อยที่สุด	1			
	ไม่พอใจ	0			
2. ขนาดและรูปร่างของ ด้ามมิดสามารถจับได้ ถนัดมือ	มากที่สุด	5			
	มาก	4			
	ปานกลาง	3			
	น้อย	2			
	น้อยที่สุด	1			
	ไม่พอใจ	0			
3. รูปทรงตัวมิดมีความ เหมาะสมกับด้ามมิดเมื่อ ใช้งาน	มากที่สุด	5			
	มาก	4			
	ปานกลาง	3			
	น้อย	2			
	น้อยที่สุด	1			
	ไม่พอใจ	0			
4. การเลือกใช้วัสดุในการ จัดทำอุปกรณ์มีความ เหมาะสม	มากที่สุด	5			
	มาก	4			
	ปานกลาง	3			
	น้อย	2			
	น้อยที่สุด	1			
	ไม่พอใจ	0			

ตารางที่ ง-3 ระดับความเหมาะสมของมีดกรีดยางเบื้องต้นในด้านต่างๆ (ต่อ)

รายการ	ระดับความพึงพอใจ	คะแนน	มีดกรีดยางเบื้องต้น		
			มีดกรีดยางแบบดั้งเดิม	มีด Ergo-1	มีด Anti-CTS
5. มีความรู้สึกปลอดภัยขณะใช้งาน	มากที่สุด	5			
	มาก	4			
	ปานกลาง	3			
	น้อย	2			
	น้อยที่สุด	1			
	ไม่พอใจ	0			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถามชุดที่ 4

แบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับมิดและการใช้มิด

แบบสอบถามนี้จัดทำเพื่องานวิจัยโครงการการศึกษาด้านการยศาสตร์
ซึ่งข้อมูลนี้จะถูกนำไปใช้เพื่องานวิจัยเท่านั้น และถือว่าเป็นความลับส่วนบุคคล

1. ID code

2. เพศ () ชาย () หญิง

3. ส่วนสูง ซม. น้ำหนัก กก.

ตารางที่ ง-4 ระดับความเหมาะสมของมิดกรีดยางต้นแบบในด้านต่างๆ

รายการ	ระดับความ พึงพอใจ	คะแนน	มิดกรีดยางต้นแบบ					
			ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6
1. มีความพอใจเมื่อได้ เห็นและสัมผัสก่อน การทดลองใช้งาน	มากที่สุด	5						
	มาก	4						
	ปานกลาง	3						
	น้อย	2						
	น้อยที่สุด	1						
	ไม่เหมาะสม	0						
2. ขนาดและรูปร่าง ของด้ามมิดสามารถ จับได้ถนัดมือ	มากที่สุด	5						
	มาก	4						
	ปานกลาง	3						
	น้อย	2						
	น้อยที่สุด	1						
	ไม่เหมาะสม	0						
3. รูปทรงตัวมิดมีความ เหมาะสมกับด้าม มิดเมื่อใช้งาน	มากที่สุด	5						
	มาก	4						
	ปานกลาง	3						
	น้อย	2						
	น้อยที่สุด	1						
	ไม่เหมาะสม	0						
4. การเลือกใช้วัสดุใน การจัดทำอุปกรณ์มี ความเหมาะสม	มากที่สุด	5						
	มาก	4						
	ปานกลาง	3						
	น้อย	2						
	น้อยที่สุด	1						
	ไม่เหมาะสม	0						

แบบสอบถามชุดที่ 5

แบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับมิดและการใช้มิด

แบบสอบถามนี้จัดทำเพื่องานวิจัยโครงการการศึกษาด้านการยศาสตร์
ซึ่งข้อมูลนี้จะถูกนำไปใช้เพื่องานวิจัยเท่านั้น และถือว่าเป็นความลับส่วนบุคคล

1. ID code

2. เพศ () ชาย () หญิง

3. ส่วนสูง ซม. น้ำหนัก กก.

ตารางที่ ๕-5 ระดับความเหมาะสมของมิดกริตยางที่ออกแบบใหม่ในด้านต่างๆ

รายการ	ระดับความ พึงพอใจ	คะแนน	มิดกริตยาง	
			มิดกริตยางแบบดั้งเดิม	มิดกริตยางที่ออกแบบใหม่
1. มีความพอใจ เมื่อได้เห็นและ สัมผัสก่อนการ ทดลองใช้งาน	มากที่สุด	5		
	มาก	4		
	ปานกลาง	3		
	น้อย	2		
	น้อยที่สุด	1		
	ไม่พอใจ	0		
2. ขนาดและรูปร่างของ ด้ามมิดสามารถจับได้ ถนัดมือ	มากที่สุด	5		
	มาก	4		
	ปานกลาง	3		
	น้อย	2		
	น้อยที่สุด	1		
	ไม่พอใจ	0		
3. รูปทรงตัวมิดมีความ เหมาะสมกับด้ามมิด เมื่อใช้งาน	มากที่สุด	5		
	มาก	4		
	ปานกลาง	3		
	น้อย	2		
	น้อยที่สุด	1		
	ไม่พอใจ	0		
4. การเลือกวัสดุในการ จัดทำอุปกรณ์มีความ เหมาะสม	มากที่สุด	5		
	มาก	4		
	ปานกลาง	3		
	น้อย	2		
	น้อยที่สุด	1		
	ไม่พอใจ	0		

ตารางที่ ง-5 ระดับความเหมาะสมของมิติกริตรายที่ออกแบบใหม่ในด้านต่างๆ (ต่อ)

รายการ	ระดับความพึงพอใจ	คะแนน	มิติกริตราย	
			มิติกริตรายแบบดั้งเดิม	มิติกริตรายที่ออกแบบใหม่
5. มีความรู้สึกปลอดภัยขณะใช้งาน	มากที่สุด	5		
	มาก	4		
	ปานกลาง	3		
	น้อย	2		
	น้อยที่สุด	1		
	ไม่พอใจ	0		

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ
ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบมีดกรีตยาง

ตารางที่ จ-1 ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบตัวมีดกรีดยางต้นแบบ

	ส่วนของมีดกรีดยาง	ที่มา	รายการ
ตัวมีด	รูปทรงมีด	J. Marsot และคณะ. 2007	มีดที่ใช้งานกรีดในแนวตั้งที่มีมุมระหว่างด้ามกับคมมีด 105 องศา มีคุณสมบัติการตัดเฉือนที่ดีที่สุด
		Bobjer. 1989	ใบมีดเฉียงลงจากแกนมีดทำมุมกับแนวระดับ 15 องศา และปลายมีดแหลมเพื่อเพิ่มความแม่นยำ
		แบบสอบถามความเจ็บปวดร่างกายที่เกิดจากการกรีดยาง	ออกแบบมีดกรีดยางให้สามารถป้องกันการบาดเจ็บจากการใช้งาน อ้างอิงจากส่วนที่มีการบาดเจ็บในส่วนมือและแขน
		ข้อมูลด้านลักษณะของต้นยาง	ออกแบบมีดให้เหมาะสมกับลักษณะของต้นยาง
		ข้อมูลด้านลักษณะมีดกรีดยางแบบเดิม	การสำรวจสถิติบัตรและมีดกรีดยางที่มีขายในท้องตลาด
ความยาวของตัวมีด (แกนมีด+สันมีด)	S.Hsiang และคณะ.1997	ความได้เปรียบทางกลของแรง = (โมเมนต์ของแรงความพยายาม / โมเมนต์ของแรงต้าน)	
	อรทัย บัวผุด. 2554	มีดที่เหมาะสมต่อการใช้งานตัดเฉือนมีความยาว 100 มิลลิเมตร ทำให้มีการรับภาระกล้ามเนื้อน้อย	
ความกว้างของใบมีด	S.Hsiang และคณะ. 1997	การลดความกว้างและความหนาของใบมีด ทำให้แรงเสียดทานระหว่างมีดกับเนื้อวัสดุผู้น้อยลง ส่งผลให้ตัดง่ายและสิ้นเปลือง	
มุมร่องมีด (คลองมีด)	กรมส่งเสริมการเกษตร. 2556	มุมร่องมีดขนาด 70 องศา เหมาะสำหรับใช้กรีดต้นยางที่มีอายุมากกว่า 10 ปี	
ตัวมีด + ด้ามจับ	น้ำหนักมีดกรีดยาง	Greenberg และ Chaffin. 1997 อ้างโดย Strasser, H. N.	อุปกรณ์จับมือเดียวที่ขณะทำงานแขนทำมุมกับไหล่ 90 องศา ควรมีน้ำหนักไม่เกิน 2.3 กิโลกรัม และอุปกรณ์จับมือเดียวที่ใช้ในงานละเอียดควรมีน้ำหนักไม่เกิน 0.4 กิโลกรัม
		ข้อมูลด้านลักษณะมีดกรีดยางแบบเดิม	น้ำหนักมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ควรมีน้ำหนักใกล้เคียงกับน้ำหนักมีดกรีดยางแบบเดิมที่กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจ

ตารางที่ จ-2 ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบด้ามมีดกรีดยางต้นแบบ

	ส่วนของมีดกรีดยาง	ที่มา	รายการ
ด้ามจับ	ความยาวของด้าม	Motamedzade และคณะ. 2007	[(เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของความกว้างฝ่ามือเพศชาย + เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของความกว้างฝ่ามือเพศชาย) + เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของความกว้างฝ่ามือเพศหญิง] + ส่วนเผื่อ 15 มิลลิเมตร
	เส้นรอบวงด้ามมีด บริเวณกลางด้าม	Motamedzade และคณะ. 2007	[(เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของเส้นผ่านศูนย์กลางกำมือของเพศชาย + เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของเส้นผ่านศูนย์กลางกำมือของเพศชาย) + เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ของเส้นผ่านศูนย์กลางกำมือของเพศหญิง]/3
	เส้นรอบวงด้ามมีด บริเวณฟิงเกอร์การ์ด	อรทัย บัวผุด. 2554	50% ของความยาวนิ้วชี้ของกลุ่มตัวอย่างที่ เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50
	เส้นรอบวงด้ามมีด บริเวณแฮนเดิลการ์ด	อรทัย บัวผุด. 2554	50% ของค่าความยาวมือเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	ความกว้างของฟิงเกอร์การ์ด	อรทัย บัวผุด. 2554	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของค่าความกว้างนิ้วชี้เฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	ความกว้างของแฮนเดิลการ์ด	อรทัย บัวผุด. 2554	เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของค่าความกว้างนิ้วชี้เฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง และบวกค่าเผื่ออีก 2 มิลลิเมตร
	ความสูงของฟิงเกอร์การ์ด	อรทัย บัวผุด. 2554	ความหนาของนิ้วชี้ของกลุ่มตัวอย่างที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95
	ความสูงของแฮนเดิลการ์ด	อรทัย บัวผุด. 2554	ความหนาของนิ้วก้อยของกลุ่มตัวอย่างที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95
	วัสดุที่ใช้ทำผิวด้ามจับ	J.Singh และ A.Khan. 2014	ผิวด้ามมีดที่เคลือบด้วยยางช่วยลดแรงสะท้อนกลับจากการใช้งานเครื่องมือได้ดี
	ความแข็งของด้ามจับ	J. Marsot และคณะ. 2007	ด้ามมีดที่มีความแข็งน้อยกว่า 70 ShA ทำให้แรงบิดที่ดี โดยใช้เหล็กชนิด X70CrMo15-57 HRC +/-1
	มุมระหว่างคมมีดกับด้ามมีด	J. Marsot และคณะ. 2007	ด้ามมีดที่ทำมุมกับคมมีด 45 องศา ก่อให้เกิดการรับภาระกล้ามเนื้อน้อยลง
		วีดีโอบันทึกท่าทางและแบบสอบถามความพึงพอใจ	การวิเคราะห์คะแนนท่าทางการกรีดยางด้วยแบบประเมินทางการยศาสตร์ และความพึงพอใจจากการทดลองใช้มีดกรีดยางแบบเจี๊ยะบง มีดกรีดยางลดโรคอุโมงค์ข้อมืออักเสบ และมีดกรีดยางการยศาสตร์

ภาคผนวก ฉ

ตารางการออกแบบการทดลองและการบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ ฉ-1 ผลค่าเฉลี่ยคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกขวาจากการใช้
งานมีดกรีดยางเบื้องต้น

คนที่	แบบมีด	ระดับ ความสูง	ครั้งที่ทำซ้ำ									ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	1	1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7.00	0.00
2	1	2	6	5	5	5	6	6	5	5	5	5.33	0.50
3	1	3	7	7	7	6	7	7	7	7	7	6.89	0.33
4	2	1	4	4	4	5	5	5	5	4	5	4.56	0.53
5	2	2	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3.33	0.50
6	2	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4.11	0.33
7	3	1	7	6	6	6	6	5	5	6	7	6.00	0.71
8	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3.11	0.33
9	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.00	0.00
10	1	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6.00	0.00
11	1	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2.22	0.44
12	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.00	0.00
13	2	1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7.00	0.00
14	2	2	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3.67	0.50
15	2	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00
16	3	1	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4.22	0.44
17	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2.67	0.50
18	3	3	2	2	2	2	3	3	2	3	2	2.33	0.50
19	1	1	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6.11	0.33
20	1	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00
21	1	3	6	6	5	5	6	6	6	6	5	5.67	0.50
22	2	1	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4.22	0.44
23	2	2	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4.33	0.50
24	2	3	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3.56	0.53
25	3	1	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4.78	0.44
26	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2.89	0.33
27	3	3	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4.67	0.50

ตารางที่ ฉ-2 ผลค่าเฉลี่ยคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้
งานมีดกรีดยางเบื้องต้น

คนที่	แบบมีด	ระดับ ความสูง	ครั้งที่ทำซ้ำ									ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	1	1	7	9	7	8	7	8	6	7	7	7.33	0.87
2	1	2	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4.22	0.44
3	1	3	8	7	8	7	8	7	7	7	7	7.33	0.50
4	2	1	5	5	6	6	5	5	5	5	6	5.33	0.50
5	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2.78	0.44
6	2	3	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6.11	0.33
7	3	1	7	7	7	7	6	7	6	7	6	6.67	0.50
8	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2.67	0.50
9	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3.67	0.50
10	1	1	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4.56	0.53
11	1	2	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4.22	0.44
12	1	3	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4.44	0.53
13	2	1	8	7	7	8	7	7	6	7	7	7.11	0.60
14	2	2	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4.11	0.33
15	2	3	6	8	5	6	6	6	6	6	6	6.11	0.78
16	3	1	6	5	6	6	6	6	6	6	6	5.89	0.33
17	3	2	3	5	3	4	4	4	4	3	3	3.67	0.71
18	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3.22	0.44
19	1	1	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4.33	0.50
20	1	2	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3.78	0.44
21	1	3	5	6	6	6	6	6	5	6	5	5.67	0.50
22	2	1	5	5	5	5	6	5	5	6	5	5.22	0.44
23	2	2	6	5	5	6	5	5	5	5	5	5.22	0.44
24	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2.56	0.53
25	3	1	5	5	5	6	6	5	5	5	5	5.22	0.44
26	3	2	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3.33	0.50
27	3	3	4	4	5	5	5	4	4	3	4	4.22	0.67

ตารางที่ ฉ-3 ผลค่าเฉลี่ยคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนคอ ลำตัวและขาของร่างกายซึ่งขวจากการ
ใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น

คนที่	แบบมีด	ระดับ ความสูง	ครั้งที่ทำซ้ำ									ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	1	1	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8.22	0.42
2	1	2	9	8	9	9	8	9	8	9	9	8.67	0.47
3	1	3	9	9	8	9	8	9	9	8	8	8.56	0.50
4	2	1	6	7	6	7	7	7	7	6	6	6.56	0.50
5	2	2	8	8	7	8	8	7	8	8	8	7.78	0.42
6	2	3	7	8	7	8	8	7	9	8	7	7.67	0.67
7	3	1	7	7	7	7	6	7	6	7	7	6.78	0.42
8	3	2	7	8	8	8	7	7	7	8	7	7.44	0.50
9	3	3	7	6	6	7	7	7	6	6	6	6.44	0.50
10	1	1	6	6	6	6	5	5	6	6	6	5.78	0.42
11	1	2	8	7	8	7	8	7	7	7	7	7.33	0.47
12	1	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9.00	0.00
13	2	1	6	6	6	7	6	6	7	7	6	6.33	0.47
14	2	2	8	8	7	8	7	8	8	7	7	7.56	0.50
15	2	3	8	8	9	9	9	8	8	8	8	8.33	0.47
16	3	1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7.00	0.00
17	3	2	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7.11	0.31
18	3	3	7	8	7	8	7	7	7	7	7	7.22	0.42
19	1	1	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5.11	0.31
20	1	2	9	8	9	8	9	9	8	9	8	8.56	0.50
21	1	3	9	9	8	9	9	9	9	9	8	8.78	0.42
22	2	1	9	9	8	9	9	9	9	9	9	8.89	0.31
23	2	2	9	8	8	8	9	7	8	9	7	8.11	0.74
24	2	3	9	9	9	9	8	9	9	7	7	8.44	0.83
25	3	1	7	7	9	8	7	6	6	6	6	6.89	0.99
26	3	2	8	8	9	9	9	9	7	8	8	8.33	0.67
27	3	3	8	8	8	7	8	8	9	8	7	7.89	0.57

ตารางที่ ฉ-4 ผลค่าเฉลี่ยคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนคอ ลำตัวและขาของร่างกายซึ่งย้ายจากการ
ใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น

คนที่	แบบมีด	ระดับ ความสูง	ครั้งที่ทำซ้ำ									ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	1	1	6	6	6	4	5	6	6	6	6	5.67	0.67
2	1	2	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6.11	0.31
3	1	3	9	9	8	8	8	7	8	7	7	7.89	0.74
4	2	1	7	7	8	8	6	9	7	7	7	7.33	0.82
5	2	2	7	9	9	9	7	9	9	9	9	8.56	0.83
6	2	3	8	8	8	9	9	9	9	9	9	8.67	0.47
7	3	1	6	7	7	6	7	6	7	7	6	6.56	0.50
8	3	2	7	7	8	8	8	8	7	7	7	7.44	0.50
9	3	3	8	8	8	8	9	8	8	8	8	8.11	0.31
10	1	1	7	6	6	5	7	7	7	7	6	6.44	0.68
11	1	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9.00	0.00
12	1	3	8	8	8	9	9	9	9	8	8	8.44	0.50
13	2	1	7	7	6	6	7	6	6	6	6	6.33	0.47
14	2	2	7	6	7	6	6	6	6	6	6	6.22	0.42
15	2	3	7	8	8	8	8	8	8	9	8	8.00	0.47
16	3	1	5	5	5	6	6	5	5	5	5	5.22	0.42
17	3	2	8	8	9	7	7	7	7	9	8	7.78	0.79
18	3	3	7	7	7	8	8	7	7	7	7	7.22	0.42
19	1	1	6	5	4	6	5	5	5	5	5	5.11	0.57
20	1	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9.00	0.00
21	1	3	9	7	7	9	9	7	9	9	7	8.11	0.99
22	2	1	7	7	6	6	7	6	9	9	7	7.11	1.10
23	2	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9.00	0.00
24	2	3	9	9	9	8	9	9	9	9	9	8.89	0.31
25	3	1	7	8	7	6	7	7	7	7	6	6.89	0.57
26	3	2	6	6	6	6	6	8	7	7	9	6.78	1.03
27	3	3	8	8	9	9	9	9	9	9	9	8.78	0.42

ตารางที่ ฉ-5 ผลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อ biceps brachii ของแขนขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

คนที่	แบบตัวมีด	แบบด้ามมีด	กล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus			กล้ามเนื้อ biceps brachii		
			MVC	EMG	%MVC	MVC	EMG	%MVC
1	1	1	267.77	80.84	30.19	726.79	142.54	19.61
1	2	1	267.77	78.05	29.15	726.79	174.40	24.00
1	3	1	267.77	72.84	27.20	726.79	205.59	28.29
1	1	2	267.77	64.46	24.07	726.79	108.31	14.90
1	2	2	267.77	68.05	25.41	726.79	147.57	20.30
1	3	2	267.77	71.38	26.66	726.79	128.15	17.63
2	1	1	274.9	73.63	26.78	724.40	158.19	21.84
2	2	1	274.9	74.56	27.12	724.40	197.66	27.29
2	3	1	274.9	73.26	26.65	724.40	225.87	31.18
2	1	2	274.9	57.92	21.07	724.40	118.63	16.38
2	2	2	274.9	61.92	22.52	724.40	109.90	15.17
2	3	2	274.9	69.94	25.44	724.40	171.13	23.62
3	1	1	275.67	76.77	27.85	735.99	194.26	26.39
3	2	1	275.67	83.98	30.47	735.99	150.88	20.50
3	3	1	275.67	82.97	30.10	735.99	197.08	26.78
3	1	2	275.67	62.30	22.60	735.99	110.62	15.03
3	2	2	275.67	68.37	24.80	735.99	159.64	21.69
3	3	2	275.67	79.67	28.90	735.99	197.62	26.85
4	1	1	265.34	59.22	22.32	747.95	200.51	26.81
4	2	1	265.34	70.46	26.55	747.95	155.10	20.74
4	3	1	265.34	62.15	23.42	747.95	198.30	26.51
4	1	2	265.34	66.52	25.07	747.95	110.33	14.75
4	2	2	265.34	75.95	28.62	747.95	144.18	19.28
4	3	2	265.34	66.17	24.94	747.95	205.30	27.45

ตารางที่ ฉ-5 ผลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อ biceps brachii ของแขนขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ (ต่อ)

คนที่	แบบตัวมีด	แบบด้ามมีด	กล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus			กล้ามเนื้อ biceps brachii		
			MVC	EMG	%MVC	MVC	EMG	%MVC
5	1	1	277.31	66.82	24.09	744.39	173.60	23.32
5	2	1	277.31	88.09	31.77	744.39	165.00	22.17
5	3	1	277.31	85.90	30.97	744.39	212.30	28.52
5	1	2	277.31	63.85	23.03	744.39	93.68	12.59
5	2	2	277.31	80.00	28.85	744.39	186.57	25.06
5	3	2	277.31	67.45	24.32	744.39	155.04	20.83
6	1	1	266.89	80.66	30.22	755.10	167.11	22.13
6	2	1	266.89	76.77	28.76	755.10	163.25	21.62
6	3	1	266.89	83.91	31.44	755.10	191.80	25.40
6	1	2	266.89	64.97	24.34	755.10	121.79	16.13
6	2	2	266.89	79.33	29.72	755.10	185.95	24.63
6	3	2	266.89	63.67	23.86	755.10	209.75	27.78

ตารางที่ ฉ-6 ผลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อ biceps brachii ของแขนซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ

คนที่	แบบตัวมีด	แบบด้ามมีด	กล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus			กล้ามเนื้อ biceps brachii		
			MVC	EMG	%MVC	MVC	EMG	%MVC
1	1	1	239.37	38.31	16.01	669.21	159.31	23.81
1	2	1	239.37	54.21	22.65	669.21	160.60	24.00
1	3	1	239.37	42.24	17.65	669.21	198.36	29.64
1	1	2	239.37	31.59	13.20	669.21	145.89	21.80
1	2	2	239.37	35.56	14.85	669.21	138.88	20.75
1	3	2	239.37	46.91	19.60	669.21	169.02	25.26
2	1	1	242.81	43.32	17.84	637.09	135.33	21.24
2	2	1	242.81	51.20	21.08	637.09	161.48	25.35
2	3	1	242.81	47.04	19.37	637.09	174.28	27.36
2	1	2	242.81	31.57	13.00	637.09	143.94	22.59
2	2	2	242.81	34.96	14.40	637.09	144.92	22.75
2	3	2	242.81	36.26	14.94	637.09	136.40	21.41
3	1	1	235.61	39.76	16.87	628.21	154.52	24.60
3	2	1	235.61	39.71	16.85	628.21	169.25	26.94
3	3	1	235.61	39.94	16.95	628.21	163.65	26.05
3	1	2	235.61	33.42	14.19	628.21	138.50	22.05
3	2	2	235.61	38.19	16.21	628.21	169.53	26.99
3	3	2	235.61	45.84	19.46	628.21	146.03	23.25
4	1	1	242.22	39.45	16.29	674.80	168.26	24.94
4	2	1	242.22	48.80	20.15	674.80	195.60	28.99
4	3	1	242.22	35.97	14.85	674.80	183.78	27.23
4	1	2	242.22	32.11	13.26	674.80	107.92	15.99
4	2	2	242.22	47.95	19.80	674.80	150.58	22.31
4	3	2	242.22	41.51	17.14	674.80	139.70	20.70

ตารางที่ ฉ-6 ผลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อ biceps brachii ของแขนซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางต้นแบบ (ต่อ)

คนที่	แบบตัวมีด	แบบด้ามมีด	กล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus			กล้ามเนื้อ biceps brachii		
			MVC	EMG	%MVC	MVC	EMG	%MVC
5	1	1	238.80	48.54	20.33	633.12	160.40	25.34
5	2	1	238.80	49.11	20.57	633.12	168.16	26.56
5	3	1	238.80	39.67	16.61	633.12	170.23	26.89
5	1	2	238.80	38.90	16.29	633.12	117.76	18.60
5	2	2	238.80	37.57	15.73	633.12	125.89	19.88
5	3	2	238.80	35.65	14.93	633.12	183.64	29.01
6	1	1	224.71	35.31	15.71	626.28	137.14	21.90
6	2	1	224.71	40.94	18.22	626.28	127.22	20.31
6	3	1	224.71	40.46	18.01	626.28	175.18	27.97
6	1	2	224.71	33.40	14.86	626.28	126.10	20.14
6	2	2	224.71	37.41	16.65	626.28	174.08	27.80
6	3	2	224.71	34.15	15.20	626.28	142.02	22.68

ตารางที่ ฉ-7 ผลค่าคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายศึกษาจากการใช้งาน
มีดกรีดยางต้นแบบ

คนที่	แบบตัวมีด	แบบด้ามมีด	ครั้งที่ทำซ้ำ									ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	1	1	4	3	5	4	5	4	3	4	3	3.89	0.74
1	2	1	4	5	3	7	6	4	5	5	3	4.67	1.25
1	3	1	5	7	5	6	7	5	6	5	6	5.78	0.79
1	1	2	3	2	3	3	2	3	4	3	2	2.78	0.63
1	2	2	6	5	3	4	3	4	3	3	3	3.78	1.03
1	3	2	6	6	5	6	4	3	5	5	6	5.11	0.99
2	1	1	3	4	3	5	4	4	6	2	7	4.22	1.47
2	2	1	6	6	4	7	7	4	4	5	6	5.44	1.17
2	3	1	5	7	6	7	6	6	7	6	6	6.22	0.63
2	1	2	4	3	4	3	3	5	2	2	4	3.33	0.94
2	2	2	3	3	3	3	2	3	2	2	3	2.67	0.47
2	3	2	4	4	3	3	3	3	5	3	5	3.67	0.82
3	1	1	5	6	5	6	4	5	7	4	6	5.33	0.94
3	2	1	2	5	3	5	5	5	5	5	2	4.11	1.29
3	3	1	4	6	6	7	5	6	4	6	6	5.56	0.96
3	1	2	3	3	2	2	3	4	3	2	4	2.89	0.74
3	2	2	3	5	6	4	3	3	4	4	3	3.89	0.99
3	3	2	5	5	3	4	3	4	3	5	4	4.00	0.82
4	1	1	4	6	7	5	6	6	5	5	4	5.33	0.94
4	2	1	5	7	6	3	2	4	4	3	3	4.11	1.52
4	3	1	5	5	5	6	4	5	6	5	6	5.22	0.63
4	1	2	3	4	2	2	2	3	3	3	4	2.89	0.74
4	2	2	5	5	6	3	4	2	3	2	2	3.56	1.42
4	3	2	5	6	6	5	6	6	4	4	5	5.22	0.79

ตารางที่ ฉ-7 ผลค่าคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายศึกษาจากการใช้งาน
มีดกรีดยางต้นแบบ (ต่อ)

คนที่	แบบตัวมีด	แบบด้ามมีด	ครั้งที่ทำซ้ำ									ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
5	1	1	5	4	5	4	5	4	6	5	4	4.67	0.67
5	2	1	5	3	5	4	7	5	4	3	4	4.44	1.17
5	3	1	7	6	4	6	6	7	5	4	7	5.78	1.13
5	1	2	3	2	2	2	2	3	3	3	2	2.44	0.50
5	2	2	4	6	5	4	5	6	5	5	3	4.78	0.92
5	3	2	5	3	5	5	4	5	4	5	4	4.44	0.68
6	1	1	3	5	3	4	5	4	5	7	5	4.56	1.17
6	2	1	4	6	4	4	5	4	4	4	4	4.33	0.67
6	3	1	4	5	6	5	4	4	5	6	6	5.00	0.82
6	1	2	3	4	2	3	3	4	3	4	3	3.22	0.63
6	2	2	6	5	3	5	3	3	3	4	6	4.22	1.23
6	3	2	3	3	5	4	5	4	5	4	6	4.33	0.94

ตารางที่ ฉ-8 ผลค่าคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซึ่งถ่ายจากการใช้งาน
มีดกรีดยางต้นแบบ

คนที่	แบบตัวมีด	แบบด้ามมีด	ครั้งที่ทำซ้ำ									ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	1	1	3	3	2	4	4	2	3	5	4	3.33	0.94
1	2	1	3	4	3	3	4	5	6	3	3	3.78	1.03
1	3	1	3	5	3	6	4	5	5	5	5	4.56	0.96
1	1	2	6	7	4	5	6	4	5	4	4	5.00	1.05
1	2	2	6	6	6	4	6	5	5	5	5	5.33	0.67
1	3	2	7	7	5	6	4	6	6	6	5	5.78	0.92
2	1	1	6	2	2	6	5	3	4	5	4	4.11	1.45
2	2	1	5	5	4	6	5	6	5	6	4	5.11	0.74
2	3	1	6	4	6	5	6	4	4	6	4	5.00	0.94
2	1	2	3	5	2	4	5	3	3	4	3	3.56	0.96
2	2	2	5	2	4	3	3	5	4	4	3	3.67	0.94
2	3	2	5	4	5	3	5	4	6	3	6	4.56	1.07
3	1	1	5	6	4	4	2	5	4	4	5	4.33	1.05
3	2	1	3	7	4	3	6	4	2	4	3	4.00	1.49
3	3	1	5	7	5	5	4	5	3	4	5	4.78	1.03
3	1	2	5	3	3	4	4	3	3	2	4	3.44	0.83
3	2	2	4	5	3	3	7	6	5	4	4	4.56	1.26
3	3	2	3	3	4	5	6	5	6	6	6	4.89	1.20
4	1	1	4	6	3	5	6	5	4	5	4	4.67	0.94
4	2	1	5	4	6	3	2	4	2	3	3	3.56	1.26
4	3	1	5	6	5	4	5	5	6	5	7	5.33	0.82
4	1	2	3	4	3	2	4	3	4	5	5	3.67	0.94
4	2	2	5	5	6	3	4	2	3	2	2	3.56	1.42
4	3	2	5	4	6	4	4	6	7	4	5	5.00	1.05

ตารางที่ ฉ-8 ผลค่าคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซึ่งย้ายจากการใช้งาน
มีดกรีดยางต้นแบบ (ต่อ)

คนที่	แบบตัวมีด	แบบด้ามมีด	ครั้งที่ทำซ้ำ									ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
5	1	1	5	4	5	4	5	3	4	2	4	4.00	0.94
5	1	1	4	3	4	3	4	2	3	1	3	3.00	0.94
5	2	1	4	2	4	3	3	4	3	2	3	3.11	0.74
5	3	1	6	5	4	5	5	6	4	5	6	5.11	0.74
5	1	2	2	3	1	1	1	3	2	2	3	2.00	0.82
5	2	2	3	2	1	2	2	1	2	2	2	1.89	0.57
5	3	2	4	3	4	3	2	4	3	3	2	3.11	0.74
6	1	1	2	1	2	3	4	2	2	3	3	2.44	0.83
6	2	1	3	2	3	3	4	3	3	4	3	3.11	0.57
6	3	1	4	4	5	4	3	3	4	3	5	3.89	0.74
6	1	2	3	3	1	2	1	3	3	3	2	2.33	0.82
6	2	2	3	3	2	2	2	1	2	3	2	2.22	0.63
6	3	2	5	4	5	5	5	4	3	5	5	4.56	0.68
5	2	1	5	3	5	4	4	5	4	3	4	4.11	0.74
5	3	1	7	6	5	6	6	7	5	4	7	5.89	0.99
5	1	2	3	4	2	2	2	4	3	3	4	3.00	0.82
5	2	2	4	6	5	4	5	2	5	4	3	4.22	1.13
5	3	2	5	4	5	4	6	5	4	6	3	4.67	0.94
6	1	1	3	2	3	4	5	3	3	4	4	3.44	0.83
6	2	1	4	3	4	4	5	4	4	5	4	4.11	0.57
6	3	1	5	5	6	5	4	4	2	6	3	4.44	1.26
6	1	2	4	4	2	3	2	4	4	4	3	3.33	0.82
6	2	2	6	5	3	5	3	5	3	4	6	4.44	1.17
6	3	2	6	5	6	6	6	5	4	6	6	5.56	0.68

ตารางที่ ๑-9 ผลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อ biceps brachii ของแขนขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

คนที่	ระดับความสูง	แบบมีด	กล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus			กล้ามเนื้อ biceps brachii		
			MVC	EMG	%MVC	MVC	EMG	%MVC
1	1	1	239.47	89.01	37.17	552.55	166.66	30.16
1	2	1	239.47	81.67	34.11	552.55	129.92	23.51
1	3	1	239.47	84.35	35.22	552.55	158.91	28.76
1	1	2	239.47	61.55	25.70	552.55	132.48	23.98
1	2	2	239.47	43.86	18.32	552.55	96.43	17.45
1	3	2	239.47	66.38	27.72	552.55	113.60	20.56
2	1	1	268.87	96.66	35.95	739.13	176.62	23.90
2	2	1	268.87	65.99	24.54	739.13	184.89	25.01
2	3	1	268.87	77.73	28.91	739.13	199.88	27.04
2	1	2	268.87	63.58	23.65	739.13	125.26	16.95
2	2	2	268.87	49.77	18.51	739.13	136.31	18.44
2	3	2	268.87	70.66	26.28	739.13	162.26	21.95
3	1	1	328.68	71.86	21.86	993.79	233.18	23.46
3	2	1	328.68	73.33	22.31	993.79	142.06	14.29
3	3	1	328.68	100.08	30.45	993.79	216.56	21.79
3	1	2	328.68	76.54	23.29	993.79	164.05	16.51
3	2	2	328.68	72.22	21.97	993.79	157.83	15.88
3	3	2	328.68	63.84	19.42	993.79	116.73	11.75
4	1	1	231.26	80.16	34.66	582.22	229.36	39.39
4	2	1	231.26	63.33	27.39	582.22	115.30	19.80
4	3	1	231.26	82.62	35.73	582.22	195.91	33.65
4	1	2	231.26	59.61	25.78	582.22	99.60	17.11
4	2	2	231.26	62.48	27.02	582.22	95.89	16.47
4	3	2	231.26	74.08	32.03	582.22	103.55	17.79

ตารางที่ ฉ-9 ผลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อ biceps brachii ของแขนขวาจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ (ต่อ)

คนที่	ระดับความสูง	แบบมีด	กล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus			กล้ามเนื้อ biceps brachii		
			MVC	EMG	%MVC	MVC	EMG	%MVC
5	1	1	270.69	89.02	32.89	732.06	168.37	23.00
5	2	1	270.69	62.15	22.96	732.06	183.98	25.13
5	3	1	270.69	74.39	27.48	732.06	181.52	24.80
5	1	2	270.69	80.66	29.80	732.06	141.24	19.29
5	2	2	270.69	61.48	22.71	732.06	100.56	13.74
5	3	2	270.69	66.66	24.62	732.06	200.10	27.33
6	1	1	334.93	90.36	26.98	1022.79	236.51	23.12
6	2	1	334.93	79.79	23.82	1022.79	120.29	11.76
6	3	1	334.93	72.09	21.52	1022.79	166.06	16.24
6	1	2	334.93	82.43	24.61	1022.79	167.47	16.37
6	2	2	334.93	88.88	26.54	1022.79	117.91	11.53
6	3	2	334.93	66.40	19.83	1022.79	199.27	19.48

ตารางที่ ฉ-10 ผลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อ biceps brachii ของแขนซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

คนที่	ระดับความสูง	แบบมีด	กล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus			กล้ามเนื้อ biceps brachii		
			MVC	EMG	%MVC	MVC	EMG	%MVC
1	1	1	219.46	62.39	28.43	545.61	159.68	29.27
1	2	1	219.46	57.10	26.02	545.61	155.76	28.55
1	3	1	219.46	55.69	25.38	545.61	164.79	30.20
1	1	2	219.46	30.52	13.91	545.61	141.44	25.92
1	2	2	219.46	35.17	16.03	545.61	93.39	17.12
1	3	2	219.46	54.15	24.67	545.61	120.05	22.00
2	1	1	238.29	51.37	21.56	676.85	171.35	25.32
2	2	1	238.29	50.36	21.13	676.85	172.31	25.46
2	3	1	238.29	42.61	17.88	676.85	187.92	27.76
2	1	2	238.29	49.06	20.59	676.85	134.99	19.94
2	2	2	238.29	37.26	15.64	676.85	99.64	14.72
2	3	2	238.29	24.39	10.24	676.85	151.60	22.40
3	1	1	287.34	58.50	20.36	910.46	198.12	21.76
3	2	1	287.34	45.63	15.88	910.46	130.53	14.34
3	3	1	287.34	39.25	13.66	910.46	175.13	19.24
3	1	2	287.34	43.75	15.23	910.46	173.01	19.00
3	2	2	287.34	33.21	11.56	910.46	175.91	19.32
3	3	2	287.34	44.69	15.55	910.46	170.16	18.69
4	1	1	221.99	44.74	20.16	528.58	194.72	36.84
4	2	1	221.99	60.42	27.22	528.58	146.90	27.79
4	3	1	221.99	45.66	20.57	528.58	185.49	35.09
4	1	2	221.99	44.39	19.99	528.58	103.34	19.55
4	2	2	221.99	53.87	24.27	528.58	84.12	15.91
4	3	2	221.99	56.65	25.52	528.58	85.47	16.17

ตารางที่ ฉ-10 ผลค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus และกล้ามเนื้อ biceps brachii ของแขนซ้ายจากการใช้งานมีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ (ต่อ)

คนที่	ระดับความสูง	แบบมีด	กล้ามเนื้อ flexor digitorum profundus			กล้ามเนื้อ biceps brachii		
			MVC	EMG	%MVC	MVC	EMG	%MVC
5	1	1	241.31	66.15	27.41	629.04	145.58	23.14
5	2	1	241.31	39.36	16.31	629.04	124.62	19.81
5	3	1	241.31	39.46	16.35	629.04	149.04	23.69
5	1	2	241.31	38.85	16.10	629.04	158.88	25.26
5	2	2	241.31	34.58	14.33	629.04	125.77	19.99
5	3	2	241.31	24.93	10.33	629.04	149.99	23.84
6	1	1	295.63	50.18	16.98	890.11	245.39	27.57
6	2	1	295.63	59.50	20.13	890.11	135.35	15.21
6	3	1	295.63	55.03	18.61	890.11	152.91	17.18
6	1	2	295.63	24.67	8.34	890.11	139.02	15.62
6	2	2	295.63	17.38	5.88	890.11	133.27	14.97
6	3	2	295.63	65.38	22.11	890.11	177.37	19.93

ตารางที่ ฉ-11 ผลค่าคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายศึกษาจากการใช้งาน
มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

คนที่	ระดับความสูง	แบบมีด	ครั้งที่ทำซ้ำ									ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	1	1	7	7	7	7	6	7	7	7	6	6.78	0.44
1	2	1	4	4	4	4	3	5	5	5	5	4.33	0.71
1	3	1	6	6	7	7	7	6	6	6	6	6.33	0.50
1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.00	0.00
1	2	2	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3.22	0.44
1	3	2	4	4	5	3	3	3	3	3	3	3.44	0.73
2	1	1	6	6	5	7	7	7	7	7	7	6.56	0.73
2	2	1	5	4	4	5	5	6	5	6	4	4.89	0.78
2	3	1	6	5	5	5	6	6	5	5	6	5.44	0.53
2	1	2	4	3	4	3	4	4	4	4	3	3.67	0.50
2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2.67	0.50
2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.00	0.00
3	1	1	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6.11	0.33
3	2	1	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4.11	0.33
3	3	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.00	0.00
3	1	2	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3.78	0.44
3	2	2	3	2	3	2	2	3	3	4	3	2.78	0.67
3	3	2	3	2	2	2	3	5	4	3	4	3.11	1.05
4	1	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6.00	0.00
4	2	1	5	4	4	4	4	5	5	6	6	4.78	0.83
4	3	1	6	5	5	6	6	6	6	5	6	5.67	0.50
4	1	2	5	4	4	4	6	6	4	4	5	4.67	0.87
4	2	2	4	4	3	4	6	3	5	4	3	4.00	1.00
4	3	2	4	4	5	5	3	5	5	3	4	4.22	0.83

ตารางที่ ฉ-11 ผลค่าคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายศึกษาจากการใช้งาน
มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ (ต่อ)

คนที่	ระดับความสูง	แบบมีด	ครั้งที่ทำซ้ำ									ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
5	1	1	6	6	6	5	6	6	6	6	6	5.89	0.33
5	2	1	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33
5	3	1	6	6	6	6	5	6	6	5	6	5.78	0.44
5	1	2	3	5	4	3	3	4	5	5	3	3.89	0.93
5	2	2	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3.44	0.53
5	3	2	4	4	4	5	4	3	3	3	3	3.67	0.71
6	1	1	5	5	4	5	4	5	4	4	4	4.44	0.53
6	2	1	4	4	4	3	4	3	4	5	3	3.78	0.67
6	3	1	5	5	3	6	4	4	5	5	5	4.67	0.87
6	1	2	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4.33	0.50
6	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2.67	0.50
6	3	2	4	4	4	4	5	3	3	3	3	3.67	0.71

ตารางที่ ฉ-12 ผลค่าคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซึ่งย้ายจากการใช้งาน
มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่

คนที่	ระดับความสูง	แบบมีด	ครั้งที่ทำซ้ำ									ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	1	1	8	8	8	7	8	8	8	8	8	7.89	0.33
1	2	1	6	6	6	6	5	6	5	5	5	5.56	0.53
1	3	1	6	6	6	8	6	6	6	6	7	6.33	0.71
1	1	2	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4.11	0.33
1	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2.33	0.50
1	3	2	3	4	3	3	3	4	3	4	4	3.44	0.53
2	1	1	5	5	3	4	5	5	4	4	4	4.33	0.71
2	2	1	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4.33	0.50
2	3	1	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5.89	0.33
2	1	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3.11	0.33
2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.00	0.00
2	3	2	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4.22	0.44
3	1	1	5	5	4	5	4	5	5	4	4	4.56	0.53
3	2	1	5	6	6	6	6	6	5	6	6	5.78	0.44
3	3	1	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3.22	0.44
3	1	2	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1.44	0.53
3	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1.56	0.53
3	3	2	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4.56	0.53
4	1	1	8	8	8	8	8	8	9	8	8	8.11	0.33
4	2	1	6	5	6	6	6	6	6	6	6	5.89	0.33
4	3	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6.00	0.00
4	1	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3.22	0.44
4	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2.78	0.44
4	3	2	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3.56	0.53

ตารางที่ ฉ-12 ผลค่าคะแนนของแบบประเมิน REBA ในส่วนแขนและข้อมือของร่างกายซีกซ้ายจากการใช้งาน
มีดกรีดยางที่ออกแบบใหม่ (ต่อ)

คนที่	ระดับความสูง	แบบมีด	ครั้งที่ทำซ้ำ									ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
5	1	1	5	5	5	6	5	6	5	5	5	5.22	0.44
5	2	1	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4.11	0.33
5	3	1	5	6	6	5	5	5	6	6	6	5.56	0.53
5	1	2	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3.22	0.44
5	2	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3.11	0.33
5	3	2	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3.56	0.53
6	1	1	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3.67	0.50
6	2	1	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4.89	0.33
6	3	1	5	5	5	6	6	6	5	6	5	5.44	0.53
6	1	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2.22	0.44
6	2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	1.56	0.53
6	3	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2.67	0.50

ภาคผนวก ช

การบาดเจ็บร่างกายจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม

ตารางที่ ข-1 ข้อมูลการบาดเจ็บจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม

ตำแหน่งการบาดเจ็บ	ระดับการบาดเจ็บ	คะแนน	คน (ร้อยละ)	
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 2,5,8	มากที่สุด	5	0 (0.00)	
	มาก	4	0 (0.00)	
	ปานกลาง	3	0 (0.00)	
	น้อย	2	18 (10.00)	
	น้อยที่สุด	1	84 (46.67)	
	ไม่เจ็บ	0	0 (0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			2.00
	แปลผล			น้อยที่สุด
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 3,6,9	มากที่สุด	5	0 (0.00)	
	มาก	4	0 (0.00)	
	ปานกลาง	3	0 (0.00)	
	น้อย	2	14 (46.67)	
	น้อยที่สุด	1	12 (40.00)	
	ไม่เจ็บ	0	0 (0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			1.54
	แปลผล			น้อยที่สุด
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 10,11,12	มากที่สุด	5	0 (0.00)	
	มาก	4	6 (3.33)	
	ปานกลาง	3	42 (23.33)	
	น้อย	2	84 (46.67)	
	น้อยที่สุด	1	36 (20.00)	
	ไม่เจ็บ	0	0 (0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			2.11
	แปลผล			น้อย

ตารางที่ ข-1 ข้อมูลการบาดเจ็บจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม (ต่อ)

ตำแหน่งการบาดเจ็บ	ระดับการบาดเจ็บ	คะแนน	คน (ร้อยละ)	
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 15,16,17	มากที่สุด	5	0(0.00)	
	มาก	4	59(33.33)	
	ปานกลาง	3	77(43.33)	
	น้อย	2	30(16.67)	
	น้อยที่สุด	1	12(6.67)	
	ไม่เจ็บ	0	0(0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			3.03
	แปลผล			มาก
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 18	มากที่สุด	5	0 (0.00)	
	มาก	4	59 (33.33)	
	ปานกลาง	3	41 (23.33)	
	น้อย	2	30 (16.67)	
	น้อยที่สุด	1	23 (13.33)	
	ไม่เจ็บ	0	0 (0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			2.19
	แปลผล			น้อย
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 19,20	มากที่สุด	5	0 (0.00)	
	มาก	4	0 (0.00)	
	ปานกลาง	3	0 (0.00)	
	น้อย	2	30 (16.67)	
	น้อยที่สุด	1	84 (46.67)	
	ไม่เจ็บ	0	0 (0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			1.26
	แปลผล			น้อยที่สุด

ตารางที่ ข-1 ข้อมูลการบาดเจ็บจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบดั้งเดิม (ต่อ)

ตำแหน่งการบาดเจ็บ	ระดับการบาดเจ็บ	คะแนน	คน (ร้อยละ)	
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 25	มากที่สุด	5	0 (0.00)	
	มาก	4	0 (0.00)	
	ปานกลาง	3	0 (0.00)	
	น้อย	2	30 (16.67)	
	น้อยที่สุด	1	36 (20.00)	
	ไม่เจ็บ	0	0 (0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			1.45
	แปลผล			น้อยที่สุด
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 32,33,34	มากที่สุด	5	0 (0.00)	
	มาก	4	0 (0.00)	
	ปานกลาง	3	0 (0.00)	
	น้อย	2	18 (10.00)	
	น้อยที่สุด	1	138 (76.67)	
	ไม่เจ็บ	0	0 (0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			1.12
	แปลผล			น้อยที่สุด
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 39,44,48	มากที่สุด	5	0 (0.00)	
	มาก	4	0 (0.00)	
	ปานกลาง	3	0 (0.00)	
	น้อย	2	54 (30.00)	
	น้อยที่สุด	1	120 (66.67)	
	ไม่เจ็บ	0	0 (0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			1.31
	แปลผล			น้อยที่สุด

ตารางที่ ข-1 ข้อมูลการบาดเจ็บจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบตั้งเดิม (ต่อ)

ตำแหน่งการบาดเจ็บ	ระดับการบาดเจ็บ	คะแนน	คน (ร้อยละ)	
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 52	มากที่สุด	5	0 (0.00)	
	มาก	4	0 (0.00)	
	ปานกลาง	3	59 (33.33)	
	น้อย	2	0 (0.00)	
	น้อยที่สุด	1	0 (0.00)	
	ไม่เจ็บ	0	0 (0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			3
	แปลผล			น้อย
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 53	มากที่สุด	5	0 (0.00)	
	มาก	4	59 (33.33)	
	ปานกลาง	3	120 (66.67)	
	น้อย	2	0 (0.00)	
	น้อยที่สุด	1	0 (0.00)	
	ไม่เจ็บ	0	0 (0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			3.33
	แปลผล			มาก
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 54	มากที่สุด	5	0 (0.00)	
	มาก	4	0 (0.00)	
	ปานกลาง	3	0 (0.00)	
	น้อย	2	36 (20.00)	
	น้อยที่สุด	1	0 (0.00)	
	ไม่เจ็บ	0	0 (0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			2
	แปลผล			น้อยที่สุด

ตารางที่ ข-1 ข้อมูลการบาดเจ็บจากการใช้งานมีดกรีดยางแบบตั้งเดิม (ต่อ)

ตำแหน่งการบาดเจ็บ	ระดับการบาดเจ็บ	คะแนน	คน (ร้อยละ)	
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 55	มากที่สุด	5	0 (0.00)	
	มาก	4	23 (13.33)	
	ปานกลาง	3	48 (26.67)	
	น้อย	2	108 (60.00)	
	น้อยที่สุด	1	0 (0.00)	
	ไม่เจ็บ	0	0 (0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			2.53
	แปลผล			น้อย
การบาดเจ็บสะสมตำแหน่งที่ 56	มากที่สุด	5	0 (0.00)	
	มาก	4	36 (20.00)	
	ปานกลาง	3	48 (26.67)	
	น้อย	2	95 (53.33)	
	น้อยที่สุด	1	0 (0.00)	
	ไม่เจ็บ	0	0 (0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			2.67
	แปลผล			น้อย
การบาดเจ็บทันทีตำแหน่ง ที่ 37	มากที่สุด	5	0 (0.00)	
	มาก	4	95 (53.33)	
	ปานกลาง	3	0 (0.00)	
	น้อย	2	0 (0.00)	
	น้อยที่สุด	1	0 (0.00)	
	ไม่เจ็บ	0	0 (0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			4
	แปลผล			มาก

ภาคผนวก ซ
ความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยาง

ตารางที่ ซ-1 ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมิดกรีตยางเบื้องต้น

รายการ	ระดับความพึงพอใจ	คะแนน	มิดกรีตยางแบบดั้งเดิม	มิด Ergo-1	มิด Anti-CTS
1. ความพึงพอใจเมื่อได้เห็นและสัมผัสก่อนการทดลองใช้งาน	มากที่สุด	5	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	มาก	4	2 (7.40)	0 (0.00)	0 (0.00)
	ปานกลาง	3	25 (92.59)	24 (88.88)	26 (96.29)
	น้อย	2	0 (0.00)	2 (7.40)	0 (0.00)
	น้อยที่สุด	1	0 (0.00)	1 (3.70)	1 (3.70)
	ไม่พึงพอใจ	0	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก		3.07	2.85	2.93
	แปลผล		มาก	ปานกลาง	ปานกลาง
2. ขนาดและรูปร่างของด้ามมิดสามารถจับได้ถนัดมือ	มากที่สุด	5	0 (0.00)	0 (0.00)	8 (29.62)
	มาก	4	3 (11.11)	7 (25.92)	0 (0.00)
	ปานกลาง	3	8 (29.62)	20 (74.07)	19 (70.37)
	น้อย	2	16 (59.25)	0 (0.00)	0 (0.00)
	น้อยที่สุด	1	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	ไม่พึงพอใจ	0	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก		2.52	3.26	3.59
	แปลผล		ปานกลาง	มาก	มาก
3. รูปทรงตัวมิดมีความเหมาะสมกับด้ามมิด	มากที่สุด	5	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	มาก	4	0 (0.00)	22 (81.48)	26 (96.29)
	ปานกลาง	3	21 (77.77)	5 (18.51)	1 (3.70)
	น้อย	2	5 (18.51)	0 (0.00)	0 (0.00)
	น้อยที่สุด	1	1 (3.70)	0 (0.00)	0 (0.00)
	ไม่พึงพอใจ	0	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก		2.74	3.81	3.96
	แปลผล		ปานกลาง	มาก	มาก
4. การเลือกใช้วัสดุในการจัดทำอุปกรณ์มีความเหมาะสม	มากที่สุด	5	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	มาก	4	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	ปานกลาง	3	15 (55.55)	11 (40.74)	6 (22.22)
	น้อย	2	10 (37.03)	6 (22.22)	17 (62.96)
	น้อยที่สุด	1	2 (7.40)	10 (37.03)	4 (14.81)
	ไม่พึงพอใจ	0	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก		2.48	2.04	2.07
	แปลผล		น้อย	น้อย	น้อย

ตารางที่ ซ-1 ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมีดกรีดยางเบื้องต้น (ต่อ)

รายการ	ระดับความพึงพอใจ	คะแนน	มีดกรีดยางแบบตั้งเดิม	มีด Ergo-1	มีด Anti-CTS	
5.มีความรู้สึกปลอดภัยขณะใช้งาน	มากที่สุด	5	0 (0.00)	0 (0.00)	12 (44.44)	
	มาก	4	0 (0.00)	22 (81.48)	2 (7.40)	
	ปานกลาง	3	3 (11.11)	0 (0.00)	13 (48.14)	
	น้อย	2	14 (51.85)	5 (18.51)	0 (0.00)	
	น้อยที่สุด	1	10 (37.03)	0 (0.00)	0 (0.00)	
	ไม่พึงพอใจ	0	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			1.74	3.63	3.96
	แปลผล			น้อย	มาก	มาก

ตารางที่ ซ-2 ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมิดกรีตยาดันแบบ

รายการ	ระดับความพึงพอใจ	คะแนน	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6	
1.ความพึงพอใจเมื่อได้เห็นและสัมผัสก่อนการทดลองใช้งาน	มากที่สุด	5	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	
	มาก	4	5(83.33)	3(50.00)	1(16.67)	2(33.33)	4(66.67)	5(83.33)	
	ปานกลาง	3	1(16.67)	3(50.00)	5(83.33)	4(66.67)	1(16.67)	0(0.00)	
	น้อย	2	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	1(16.67)	1(16.67)	
	น้อยที่สุด	1	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	
	ไม่พอใจ	0	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			3.83	4.00	3.17	3.33	3.50	3.67
	แปลผล			มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก
2. รูปร่างและขนาดด้ามมีดสามารถจับได้ถนัดมือ	มากที่สุด	5	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	
	มาก	4	0(0.00)	3(50.00)	0(0.00)	1(16.67)	0(0.00)	3(50.00)	
	ปานกลาง	3	2(33.33)	3(50.00)	1(16.67)	5(83.33)	3(50.00)	2(33.33)	
	น้อย	2	4(66.67)	0(0.00)	5(83.33)	0(0.00)	2(33.33)	1(16.67)	
	น้อยที่สุด	1	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	1(16.67)	0(0.00)	
	ไม่พอใจ	0	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			2.33	3.50	2.17	3.16	2.33	3.33
	แปลผล			ปานกลาง	มาก	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง	มาก
3.รูปทรงตัวมิดมีความเหมาะสมกับด้ามมีด	มากที่สุด	5	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	
	มาก	4	5(83.33)	6(100.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	
	ปานกลาง	3	1(16.67)	0(0.00)	1(16.67)	2(33.33)	2(33.33)	2(33.33)	
	น้อย	2	0(0.00)	0(0.00)	5(83.33)	4(66.67)	1(16.67)	2(33.33)	
	น้อยที่สุด	1	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	3(50.00)	2(33.33)	
	ไม่พอใจ	0	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			3.83	4.00	2.17	2.33	1.83	2.00
	แปลผล			มาก	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	น้อย	น้อย
3.การเลือกใช้วัสดุในการจัดทำอุปกรณ์มีความเหมาะสม	มากที่สุด	5	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	
	มาก	4	1(16.67)	5(83.33)	4(66.67)	4(66.67)	0(0.00)	2(33.33)	
	ปานกลาง	3	5(83.33)	1(16.67)	2(33.33)	1(16.67)	6(100.00)	2(33.33)	
	น้อย	2	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	1(16.67)	0(0.00)	2(33.33)	
	น้อยที่สุด	1	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	
	ไม่พอใจ	0	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก				3.83	3.67	3.50	3.00	3.00
	แปลผล				มาก	มาก	มาก	มาก	มาก

ตารางที่ ซ-2 ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมิดกรีตยางต้นแบบ (ต่อ)

รายการ	ระดับความพึงพอใจ	คะแนน	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6
8.มีความรู้สึกปลอดภัยขณะใช้งาน	มากที่สุด	5	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
	มาก	4	3(50.00)	4(66.67)	1(16.67)	2(33.33)	0(0.00)	0(0.00)
	ปานกลาง	3	3(50.00)	2(33.33)	5(83.33)	4(66.67)	0(0.00)	1(16.67)
	น้อย	2	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	2(33.33)	1(16.67)
	น้อยที่สุด	1	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	4(66.67)	4(66.67)
	ไม่พอใจ	0	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก		3.50	3.66	3.17	3.33	1.33	1.50
	แปลผล		มาก	มาก	มาก	มาก	น้อย	น้อย

ตารางที่ ซ-3 ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมิดกรีตยางที่ออกแบบใหม่

รายการ	ระดับความพึงพอใจ	คะแนน	มิดกรีตยางแบบดั้งเดิม	มิดกรีตยางที่ออกแบบใหม่	
1. ความพึงพอใจเมื่อได้เห็นและสัมผัสก่อนการทดลองใช้งาน	มากที่สุด	5	0(0.00)	0(0.00)	
	มาก	4	1(16.67)	0(0.00)	
	ปานกลาง	3	3(50.00)	3(50.00)	
	น้อย	2	2(33.33)	3(50.00)	
	น้อยที่สุด	1	0(0.00)	0(0.00)	
	ไม่พอใจ	0	0(0.00)	0(0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			2.83	2.50
	แปลผล			ปานกลาง	ปานกลาง
2. ขนาดและรูปร่างของด้ามมิดสามารถจับได้ถนัดมือ	มากที่สุด	5	0(0.00)	0(0.00)	
	มาก	4	0(0.00)	2(33.33)	
	ปานกลาง	3	0(0.00)	4(66.67)	
	น้อย	2	3(50.00)	0(0.00)	
	น้อยที่สุด	1	3(50.00)	0(0.00)	
	ไม่พอใจ	0	0(0.00)	0(0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			1.50	3.33
	แปลผล			น้อย	มาก
3. รูปทรงตัวมิดมีความเหมาะสมกับด้ามมิด	มากที่สุด	5	0(0.00)	0(0.00)	
	มาก	4	1(16.67)	2(33.33)	
	ปานกลาง	3	4(66.67)	4(66.67)	
	น้อย	2	1(16.67)	0(0.00)	
	น้อยที่สุด	1	0(0.00)	0(0.00)	
	ไม่พอใจ	0	0(0.00)	0(0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			3.00	3.33
	แปลผล			ปานกลาง	มาก
4. การเลือกใช้วัสดุในการจัดทำอุปกรณ์มีความเหมาะสม	มากที่สุด	5	0(0.00)	0(0.00)	
	มาก	4	0(0.00)	3(50.00)	
	ปานกลาง	3	5(83.33)	3(50.00)	
	น้อย	2	1(16.67)	0(0.00)	
	น้อยที่สุด	1	0(0.00)	0(0.00)	
	ไม่พอใจ	0	0(0.00)	0(0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			2.83	3.5
	แปลผล			น้อย	มาก

ตารางที่ ซ-3 ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานมิดกรีตยางที่ออกแบบใหม่ (ต่อ)

รายการ	ระดับความพึงพอใจ	คะแนน	มิดกรีตยางแบบดั้งเดิม	มิดกรีตยางที่ออกแบบใหม่	
5.มีความรู้สึกปลอดภัยขณะใช้งาน	มากที่สุด	5	0(0.00)	0(0.00)	
	มาก	4	0(0.00)	2(33.33)	
	ปานกลาง	3	4(66.67)	3(50.00)	
	น้อย	2	2(33.33)	0(0.00)	
	น้อยที่สุด	1	0(0.00)	0(0.00)	
	ไม่พอใจ	0	0(0.00)	0(0.00)	
	ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก			2.67	3.17
	แปลผล			น้อย	มาก

ภาคผนวก ฅ
การทดสอบความน่าเชื่อถือในการประเมินคะแนนท่าทางการทำงาน

การทดสอบความน่าเชื่อถือในการประเมินคะแนนท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค REBA
จากผู้ประเมิน 2 คน

Two-sample T for อุ่น vs วรรศักดิ์

	N	Mean	StDev	SE Mean
อุ่น	27	7.74	1.81	0.35
วรรศักดิ์	27	7.65	1.50	0.29

Difference = μ (อุ่น) - μ (วรรศักดิ์)

Estimate for difference: 0.095

95% CI for difference: (-0.814, 1.004)

T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 0.21 P-Value = 0.835 DF = 50

ภาคผนวก ญ
การเผยแพร่งานวิทยานิพนธ์



CERTIFICATE OF ORAL PRESENTATION

Presented to


Worasak Sombatkaew

for the oral presentation entitled


“Economic Design of Rubber Tapping Knife”


2014 International Conference on Rubber

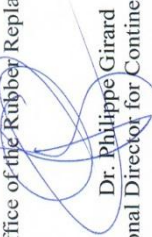
28 - 30 August 2014, Thaksin University, Phatthalung campus, Thailand


Assoc. Prof. Dr. Wichai Chummi
President of Thaksin University


Dr. Alain-Brauman
Head of LMI LUSES


Mr. Suthee Intraskul
Assistant Director of Rubber Research Institute Thailand


Mr. Prasit-Meadsen
Acting Director, Office of the Rubber Replanting Aid Fund, T


Dr. Philippe Girard
CIRAD Regional Director for Continental South East As



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ขอมอบเกียรติบัตรนี้เพื่อแสดงว่า

นายวรศักดิ์ สมบัติแก้ว

ได้เข้าร่วมนำเสนอผลงานประเภท Oral Presentation

เรื่อง “การออกแบบทางด้านการศึกษาศาสตร์เกี่ยวกับรูปทรงของด้ามมีดกรีดยาง
ที่มีผลต่อท่าทางการทำงานของผู้ประกอบอาชีพกรีดยาง”

ในการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 40

ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี
ให้ไว้ ณ วันที่ 20 ตุลาคม 2559

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีขนิมะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นามสกุล	วรศักดิ์ สมบัติแก้ว		
รหัสนักศึกษา	5610120098		
วุฒิการศึกษา			
วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา	
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2556	

ทุนการศึกษา

- 1) ทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- 2) ทุนเงินรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

- เจริญ เจตวิจิตร, อุ่น สันขพงศ์, พรชัย ปารณะ และวรศักดิ์ สมบัติแก้ว. 2557. การออกแบบมีดกรีดยางตามหลักการยศาสตร์. การประชุมวิชาการยางพารานานาชาติ พัทลุง, ประเทศไทย, 28-30 ส.ค. 2557. หน้า 58
- วรศักดิ์ สมบัติแก้ว, อุ่น สันขพงศ์. 2559. การออกแบบทางด้านการยศาสตร์เกี่ยวกับรูปทรงของด้ามมีดกรีดยางที่มีผลต่อการทำงานของผู้ประกอบการอาชีพกรีดยาง. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 40 สงขลา, ประเทศไทย, 20-21 ต.ค. 2559. หน้า 140-154