



การพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์สำหรับคนกรีดยางพารา
Development of an Ergonomic Risk Assessment Model for
Rubber Tappers

สุธีร์ อินทร์รักษา
Sutee Inraksa

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและระบบ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

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

2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



การพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์สำหรับคนกรีดยางพารา
Development of an Ergonomic Risk Assessment Model for
Rubber Tappers

สุธีร์ อินทร์รักษา
Sutee Inraksa

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและระบบ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

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

2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรุณ สังขพงศ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กลางเดือน โทชนา)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ.....

(นายสุธีร์ อินทร์รักษา)

นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และ
ไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายสุธีร์ อินทร์รักษา)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์สำหรับคนกรีดยางพารา
ผู้เขียน	นายสุธีร์ อินทร์รักษา
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ
ปีการศึกษา	2565

บทคัดย่อ

การประเมินความเสี่ยงสำหรับอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อกระดูกโครงร่าง (Musculoskeletal disorder: MSDs) โดยการใช้การสังเกตเป็นที่นิยมและใช้งานอย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตามยังไม่มีเครื่องมือที่สามารถประเมินได้ทุกการทำงานเนื่องจากปัจจัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานแตกต่างกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้น การนำหลักการทางการยศาสตร์ มาประยุกต์ใช้กับการกรีดยางพาราโดยมีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความถี่ของคนกรีดยางพาราและ (2) เพื่อพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์สำหรับคนกรีดยางพารา ผลการวิเคราะห์พบว่ามี 3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความถี่ของคนกรีดยางพารา คือ ระดับความสูงในการกรีด ความเอียงของพื้นที่สวนยางพารา และการกระตุกข้อมือกรีดยางพารา สำหรับการพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงโดยวิธีทางการยศาสตร์ โดยวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยใช้สมการตัวคูณ (Multiplier Equation) และพัฒนาเป็น แบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์สำหรับคนกรีดยางพารา (Ergonomics Risk Assessment Tool in Rubber Tappers : EART) โดยเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้มีความสะดวกและปลอดภัยในการใช้งาน สำหรับการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบประเมิน EART พบว่า การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (Inter rater reliability) และการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นภายในผู้ประเมิน (Intra rater reliability) พบว่าอยู่ในระดับดีมาก แบบประเมิน EART นี้ถูกพัฒนาให้ใช้งานได้ง่ายและสามารถระบุปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลต่ออาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อกระดูกโครงร่าง (MSDs) จากการกรีดยางพาราและสามารถแยกคนกรีดยางพาราที่มีอาการปวดหลังและไม่มีอาการปวดหลังได้อย่างถูกต้อง ที่ความเชื่อมั่น 99% ($p\text{-value} < 0.001$)

Thesis Title	Development of an Ergonomic Risk Assessment Model for Rubber Tappers
Author	Mr.Sutee Inraksa
Major Program	Industrial and Systems Engineering
Academic Year	2022

ABSTRACT

Risk assessment for the Musculoskeletal disorder (MSDs) by observation is popular and widely used. However, appropriate tool that can assess for all working factors and working environments is limited. Therefore, this research focuses on applying ergonomic principles to rubber tapping with two main objectives: (1) to analyze the factors affecting the fatigue of rubber tappers and (2) to develop a tool to assess the risk of rubber tappers. The results of the analysis revealed that the factors affecting the fatigue of rubber tapping were cutting height, inclination of plantation area and stroke of rubber tapping. The Ergonomic Risk Assessment tool in Rubber Tappers (EART) was developed accurately isolate without the need for cumbersome tools. The reliability analysis of the EART revealed that the Inter-rater reliability and Intra-rater reliability fall in very good level. The EART assessment tool is fullprove and able to identify the rubber tapping person with back pain and without back pain (p-value < 0.001).

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วย ความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.อรุณ สังข์พงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักและผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กลางเดือน โพนนา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่เสียสละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตรวจสอบแก้วิทยานิพนธ์อย่างละเอียดด้วยความเอาใจใส่ด้วยความเมตตาเสมอมา อีกทั้งยังคอยให้กำลังใจจนผู้วิจัยสามารถทำงานวิจัยสำเร็จลุล่วง ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.สลิธร เทพตระการพร รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาพรณ ไชยประพัทธ์ และอาจารย์ ดร.กุลภัสร์ ทองแก้ว ที่กรุณาตรวจแก้ไขและให้คำแนะนำ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณครอบครัวอันเป็นที่รัก คุณพ่อพิง และคุณแม่สมจิตร อินทร์รักษา ที่คอยอบรมสั่งสอน เลี้ยงดูด้วยความรัก และคอยเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยตลอดมา

สุธีร์ อินทร์รักษา

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
หน้าอำนวยการ.....	(2)
หนังสือรับรอง.....	(3)
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(5)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(6)
กิตติกรรมประกาศ.....	(7)
สารบัญ.....	(8)
สารบัญภาพ.....	(12)
สารบัญตาราง.....	(14)
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	4
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.4 ขอบเขตการวิจัย	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 การกรีดยางพารา.....	6
2.2 การประเมินความเสี่ยงทางการเกษตร.....	7
2.3 ความล้ากล้ามเนื้อ	8
2.4 การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ	8
2.5 การวิเคราะห์ค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ	9
2.6 การวิเคราะห์ค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด.....	9
2.7 โมเดลเชิงแนวคิดของความล้า.....	10
2.8 การออกแบบการทดลอง	12

2.8.1	ขั้นตอนในการออกแบบการทดลอง	13
2.8.2	การทดลองปัจจัยเดียว.....	14
2.9	สหสัมพันธ์ภายในชั้น.....	15
2.10	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	20
3.1	การกำหนดรูปแบบโมเดล	21
3.2	การวิเคราะห์พารามิเตอร์	22
3.2.1	การทดลองระดับความสูงกรีตยงพารา.....	27
3.2.2	การทดลองระดับขององศาพื้นที่กรีตยงพารา.....	28
3.2.3	การทดลองการกระตุกข้อมือกรีตยงพารา.....	29
3.2.4	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	30
3.3	การสร้างโมเดล	31
3.4	การตรวจสอบโมเดล.....	32
3.4.1	การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน.....	33
3.4.2	การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นภายในผู้ประเมิน	34
3.4.3	การนำแบบประเมินกับไปใช้กับชาวสวนยางพารา	34
บทที่ 4	ผลการวิจัย	36
4.1	ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการกรีตยงพารา	37
4.1.1	ผลการวิเคราะห์ระดับความสูงกรีตยงพารา.....	37
4.1.2	ผลการวิเคราะห์ระดับขององศาพื้นที่กรีตยงพารา	36
4.1.3	ผลการวิเคราะห์การกระตุกข้อมือกรีตยงพารา	37
4.2	ผลการวิเคราะห์ความล้าจากการกรีตยงพารา	37
4.2.1	การวิเคราะห์ปัจจัยระดับความสูงในการกรีตยงพารากับค่า EMG	37

4.2.2 การวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะพื้นที่ในการกรีดยางพารากับค่า EMG	43
4.2.3 การวิเคราะห์ปัจจัยการกระตุกข้อมือในการกรีดยางพารากับค่า EMG	46
4.3 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การออกแรงดิ่งสูงสุด (MVC).....	49
4.3.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การออกแรงดิ่งสูงสุด (MVC) ของกล้ามเนื้อในแต่ละระดับการกรีด	49
4.3.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การออกแรงดิ่งสูงสุด (MVC) ของกล้ามเนื้อในแต่ละลักษณะพื้นที่การกรีด.....	52
4.3.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การออกแรงดิ่งสูงสุด (MVC) ของกล้ามเนื้อในแต่ละระดับการกระตุกข้อมือในการกรีด	52
4.4 การสร้างแบบประเมินความล้าในการกรีดยางพารา.....	53
4.4.1 ปัจจัยตัวคุณระดับความสูงในการกรีด	53
4.4.2 ปัจจัยตัวคุณระดับพื้นที่ทำงาน	54
4.4.3 ปัจจัยตัวคุณการกระตุกข้อมือในการกรีด	54
4.4.4 การแปลผลแบบประเมินความล้าการกรีดยางพารา.....	53
4.5 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบประเมินความล้าการกรีดยางพารา.....	53
4.5.1 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน.....	53
4.5.2 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นภายในผู้ประเมิน.....	54
4.5.3 ผลการวิเคราะห์การประเมินความล้าการกรีดยางพาราของเกษตรกร.....	54
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	56
5.1 ระดับความสูงในการกรีดยางพารา	56
5.2 ลักษณะของพื้นที่ในการกรีดยางพารา	56
5.3 ระดับการกระตุกข้อมือในการกรีดยางพารา.....	56
5.4 แบบประเมินความล้าการกรีดยางพารา.....	57
5.5 ข้อเสนอแนะ	57

5.5.1 ข้อเสนอแนะการใช้งาน	58
5.5.2 ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป	58
5.6 ข้อจำกัดของแบบประเมิน.....	58
บรรณานุกรม.....	59
ภาคผนวก ก แบบประเมินความเสี่ยงการกรัดยางพารา.....	66
ภาคผนวก ข ผลการทดลองความถี่การกรัดยางพาราด้วยเครื่อง EMG.....	74
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์หาตัวคูณ Multiplier.....	86
ภาคผนวก ง เอกสารการตีพิมพ์.....	90
ประวัติผู้เขียน.....	104

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 พื้นที่ปลูกยางพาราในประเทศไทย	1
1.2 แนวคิดการประเมินความล่าช้าการกรีดยางพารา.....	5
2.1 ท่าทางการกรีดยางพารา.....	6
2.2 การก้าวเท้าในการกรีดยางพารา a-b-c-d	7
2.3 ขนาดสัญญาณคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ	9
2.4 ค่าแอมพลิจูดเพิ่มขึ้นเมื่อเกิดความล่า	10
2.5 โมเดลเชิงแนวคิดของความล่า.....	11
2.6 ปัจจัย กระบวนการ และ ตัวแปรตอบสนอง.....	13
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานการวิจัย	20
3.2 วิธีประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์	21
3.3 การจับยึดต้นยางพาราก่อนทำการกรีด	24
3.4 การเตรียมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกับ EMG	24
3.5 แผ่นอิเล็กโทรดสำหรับ EMG	25
3.6 ตำแหน่งติดตั้งแผ่นอิเล็กโทรดบนมัดกล้ามเนื้อ.....	25
3.7 การกรีดยางพาราที่ความสูงระดับไหล่.....	26
3.8 การกรีดยางพาราที่ระดับความสูงเหนือศรีษะ	26
3.9 การบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะกรีดยางพารา.....	27
3.10 การทดลองระดับความสูงกรีดยางพารา	28
3.11 การทดลองระดับขององศาพื้นที่กรีดยางพารา	29
3.12 การทดลองการกระตุกข้อมือกรีดยางพารา	30
3.13 การวิเคราะห์ค่า EMG ด้วยโปรแกรม Bioproc 2	31
3.14 ขั้นตอนการตรวจสอบโมเดล.....	32
4.1 การเปรียบเทียบค่า RMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ระดับการกรีดต่ำกว่าเข่า.....	38
4.2 การเปรียบเทียบค่า RMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ระดับการกรีดระดับเข่า-เอว	38
4.3 การเปรียบเทียบค่า RMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ระดับการกรีดระดับเอว-ไหล่	39

4.4 การเปรียบเทียบค่าRMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ระดับการกิริตระดับไหล่-ศีรษะ	40
4.5 การเปรียบเทียบค่า RMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ระดับการกิริตระดับเหนือศีรษะ	40
4.6 การเปรียบเทียบค่า% MVC ของกล้ามเนื้อแต่ละมัด	43
4.7 การเปรียบเทียบค่า RMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ระดับพื้นที่การกิริต 0 องศา.....	44
4.8 การเปรียบเทียบค่าRMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ระดับพื้นที่การกิริต 15 องศา.....	44
4.9 การเปรียบเทียบค่าRMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ระดับพื้นที่การกิริต 30 องศา.....	45
4.10 การเปรียบเทียบค่า% MVC ของกล้ามเนื้อแต่ละมัด	46
4.11 การเปรียบเทียบค่าRMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ Stroke 1 level	47
4.12 การเปรียบเทียบค่าRMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ Stroke 2 level	47
4.13 การเปรียบเทียบค่าRMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ Stroke 3 Level	48
4.14 การเปรียบเทียบค่า% MVC ของกล้ามเนื้อแต่ละมัด	49
ภาคผนวก ก 1 แบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์กิริตอย่างพารา (EART).....	67
ภาคผนวก ก 2 จุดติดตั้งแผ่น Electrode บริเวณหลังส่วนล่าง (Multifidus)	68
ภาคผนวก ก 3 จุดติดตั้งแผ่น Electrode บริเวณหลังส่วนล่าง (Erector Spinea).....	69
ภาคผนวก ก 4 แบบประเมิน RULA (Rapid Upper Limb Assessment)	70
ภาคผนวก ก 5 แบบประเมิน REBA (Rapid Entire Body Assessment).....	70

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 การเปรียบเทียบอาการ MSD ของการกรีดยางพารา	3
2.1 การทดลองปัจจัยเดียว	14
2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการทดลองปัจจัยเดียว.....	15
2.3 ปัจจัยเสี่ยงจากการกรีดยางพาราจากรายงานวิจัย.....	17
2.4 ปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ จากการกรีดยางพารา.....	18
2.5 การจัดกลุ่มปัจจัยเสี่ยงจากการกรีดยางพารา	19
3.1 การออกแบบการทดลองระดับความสูงกรีดยางพารา.....	28
3.2 การออกแบบการทดลองระดับขององศาพื้นที่กรีดยางพารา.....	29
3.3 การออกแบบการทดลองการกระตุกข้อมือกรีดยางพารา.....	30
3.4 ระดับความสอดคล้องตามแนวทางสถิติแคปลา.....	33
4.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับความสูงในการกรีดยางพารา.....	36
4.2 วิเคราะห์ระดับขององศาพื้นที่กรีดยางพารา.....	36
4.3 วิเคราะห์การกระตุกข้อมือกรีดยางพารา.....	37
4.4 วิเคราะห์การออกแรงกล้ามเนื้อสูงสุด (MVC) ก่อนกรีดยางพารา	41
4.5 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การออกแรงกล้ามเนื้อสูงสุด (MVC)	42
4.6 วิเคราะห์ค่า % MVC ที่ทุกระดับพื้นที่ของการกรีดยางพารา	46
4.7 วิเคราะห์ค่า % MVC ในแต่ละระดับการกระตุกข้อมือของการกรีดยางพารา	48
4.8 วิเคราะห์ค่า % MVC ที่ทุกระดับความสูงการกรีดยางพารา.....	49
4.9 ค่าเฉลี่ย % MVC ที่ทุกระดับพื้นที่ของการกรีดยางพารา.....	50
4.10 วิเคราะห์ค่า % MVC ในแต่ละระดับการกระตุกข้อมือของการกรีดยางพารา.....	50
4.11 ปัจจัยตัวคุณระดับความสูงในการกรีด (HM).....	51
4.12 ปัจจัยตัวคุณระดับพื้นที่ทำงาน (WM).....	52
4.13 ปัจจัยตัวคุณการกระตุกข้อมือในการกรีด (SM).....	52
4.14 ระดับความเสี่ยงในการประเมินกรีดยางพารา	53
4.15 ค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (n=30)	54

4.16 ค่าความเชื่อมั่นภายในผู้ประเมิน (n=30).....	54
4.17 วิเคราะห์ Chi-Square Test กลุ่มคนกริถียงพารา (n=60).....	55

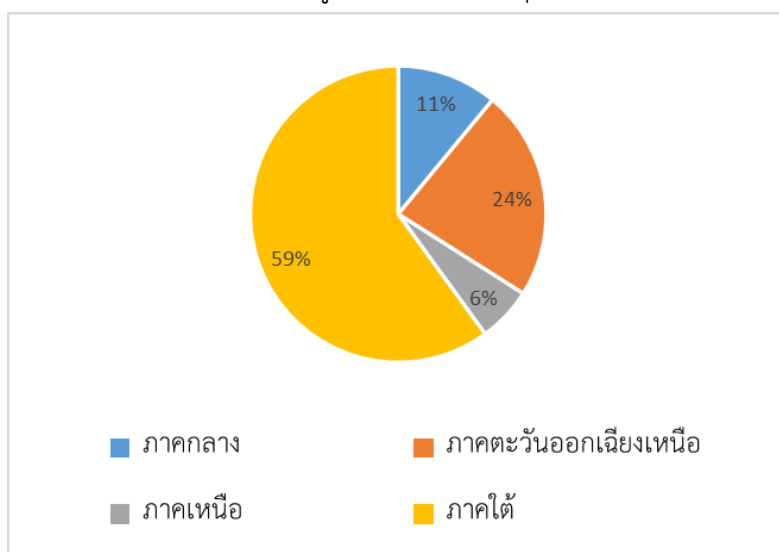
บทที่ 1

บทนำ

การทำวิจัยในครั้งนี้จะมุ่งเน้นศึกษาการทำงานของเกษตรกรชาวสวนยางพาราซึ่งเป็นอาชีพที่สำคัญของประชากรในภาคใต้ของประเทศไทย โดยมุ่งเน้นไปที่กระบวนการกรีดยางพาราเนื่องจากในปัจจุบันเป็นกระบวนการที่ต้องใช้คนในการทำงาน และไม่สามารถทดแทนด้วยเครื่องจักรได้ โดยมีความสำคัญและที่มาของปัญหาดังต่อไปนี้

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ยางพารามีการปลูกในหลายประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะในทวีปเอเชียซึ่งประเทศที่ปลูกยางพาราเป็นอันดับต้น ๆ คือ ไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย สำหรับประเทศไทยนั้นในปี พ.ศ. 2563 มีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 22,355,388 ไร่ โดยแบ่งออกเป็น 4 พื้นที่คือปลูกในภาคเหนือ 1,377,911 ไร่ ภาคกลาง 2,406,263 ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5,279,297 ไร่ และ ภาคใต้ 13,291,917 ไร่ ซึ่งในภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุดคิดเป็น 59 % [1] (ภาพที่ 1.1)



ภาพที่ 1.1 พื้นที่ปลูกยางพาราในประเทศไทย [1]

พื้นที่ปลูกยางพาราจำนวนมากทั่วประเทศส่งผลให้ ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกยางพาราอันดับหนึ่งของโลก[1] โดยในปี พ.ศ. 2562 ไทยเป็นประเทศผู้ผลิตยางพาราอันดับ 1 ของโลก มีผลผลิต 4.5 ล้านตัน คิดเป็นสัดส่วน 35.7% ของผลผลิตโลก รองลงมา คือ อินโดนีเซีย จีน อินเดีย และมาเลเซีย มีสัดส่วนการผลิต 26%, 7%, 6%, และ 5.5% ตามลำดับ โดยมีแรงงานกรีดยางพารามากกว่า 6 ล้านคน [2] อย่างไรก็ตามเกษตรกรชาวสวนยางพาราประสบปัญหาทางสุขภาพเกี่ยวกับอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal Disorders: MSD)[3] อันเนื่องมาจากความล้าในการทำงาน เนื่องจากกระบวนการกรีดยางพารานั้นเป็นการทำงานซ้ำ ๆ และท่าทางการทำงานไม่ถูกหลัก

ทางการยศาสตร์[3, 4]โดยเฉพาะกระบวนการกรีดยาง ที่ต้องมีการกระตุกข้อมือซ้ำๆ และมีการก้ม-เงย ศีรษะ การบิด-งอลำตัว[5]จากการทบทวนข้อมูลรายงานที่เกี่ยวข้องกับความล้าและ อาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในผู้ประกอบอาชีพทำสวนยางพารานั้นพบว่า ได้มีการสำรวจอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของการกรีดยางพารา ของชาวสวนยางในตำบลนาเกลือ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง[4] โดยเปรียบเทียบงานมากและงานน้อย มีข้อสรุปว่ามีอาการปวดหลังส่วนล่าง (55.8%), ปวดแขนและข้อมือ (29.9%) , ปวดขา (13.6%)นอกจากนี้ มีการศึกษาอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของชาวสวนยางพารา โดยศึกษาที่ อำเภอสวี จังหวัดชุมพร [3] ผลการศึกษาพบว่าส่วนมากมีอาการบาดเจ็บหลังส่วนล่าง (52.9%) หลังจากทีกรีดยางไปแล้ว 3 เดือน และยังพบว่ามีอาการเจ็บปวดที่ ขา แขนส่วนบน คอ ข้อมือ และแขนส่วนล่าง (14.8%, 8.9%, 3.0%, 2.3%, 2.1%) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามรายงานวิจัยข้างต้นก็ยังมีข้อจำกัดในการศึกษาสภาพการทำงาน สภาพพื้นที่ และช่วงความชุกที่ศึกษาทำให้ผลบางอย่างแตกต่างกันเช่น ในส่วนมือและข้อมือ [4] 23.8% แต่ [3] พบ 2.3% นอกจากนี้จากรายงานในประเทศมาเลเซีย [6] พบว่าอาการบาดเจ็บสูงสุดที่หลังส่วนล่าง(77.4%) ไหล่(53.5%) และ มือ-ข้อมือ(48.8%) ตามลำดับดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาเพิ่มเติมในพื้นที่ อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง พบว่า ชาวสวนยางพารามีอาการปวดหลังส่วนล่าง (77.6%) มือและข้อมือ (37.2%) ปวดหลังส่วนบน (34.4%) ปวดเข่า (31.6%) และยังพบอาการปวดส่วนอื่น ๆ ของร่างกายอีกด้วย [7] (ตารางที่ 1.1)

การกรีดยางพารานั้นเป็นอาชีพที่ต้องสัมผัสกับ อาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อกระดูกและมีความเสี่ยงทางสรีรศาสตร์เนื่องจากสภาวะท่าทางการทำงาน ที่ไม่เหมาะสมแม้ว่าในปัจจุบันจะมีการพัฒนาเทคโนโลยีในหลายๆ ด้าน แต่กระบวนการกรีดยางพารายังคงใช้แรงงานคนอยู่ และเมื่อสำรวจรายงานการวิจัยในส่วนการกรีดยางพารามาเปรียบเทียบกัน พบว่ามีผลที่สอดคล้องกันคือเกษตรกรชาวสวนยางพารามีอาการปวดหลังส่วนล่างมากที่สุด

ตารางที่ 1.1 การเปรียบเทียบอาการ MSD ของการกรีดยางพารา

Body part	Bensa-ard N, 2004[5]	S. Meksawi, 2012 [4]	S. Inraksa, 2014 [7]	Mohd Asyraf Che Doi, 2014
Lower back	55.1%	52.9%	77.6%	74.4%
Hand and Writs	23.8%	2.3%	37.2%	48.8%
Leg	10.3%	14.8%	26.8%	-
knee	9.2%	-	31.6%	-
Shoulder	7.0%	-	24.4%	53.5%
Foot or Ankle	6.5%	-	28.4%	-
Neck	6.0%	3%	26%	48.8%
Hip	5.4%	-	29.6%	-
Elbow	5.4%	-	8%	39.5%
Upper back	4.3%	-	34.4%	-
Arm	2.7%	Upper = 8.9%,Lower=2.1%	Upper = 17.2%,Lower=23.6%	

ในปัจจุบันเพื่อเป็นการป้องกันและลดอาการบาดเจ็บ หรือเจ็บปวดกล้ามเนื้อจากการทำงาน ได้มีการพัฒนาแบบประเมินสำหรับการประเมินความเสี่ยงจากการทำงานโดยแบบประเมินท่าทางการทำงานจะประกอบด้วยปัจจัยหลักๆ 2 ปัจจัย คือ 1) ปัจจัยเสี่ยงอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ เช่น การทำงานซ้ำ ๆ ท่าทาง การออกแรงหรือรับน้ำหนัก เวลาพัก เป็นต้น และ 2) ปัจจัยส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ส่วนมือ ลำตัว คอ แขน ขา เข่า เป็นต้น ซึ่งปัจจัยบางตัวอาจไม่เหมือนกันในแต่ละแบบประเมิน ดังนั้นเวลานำมาประเมินอาจจะให้ค่าความเสี่ยงหรือคำแนะนำที่ไม่สอดคล้องกัน เช่น ในการประเมินส่วน ๆ ของร่างกาย แบบประเมิน RULA[8] , REBA[9] ประเมินในส่วนของข้อมือและคอ แต่แบบประเมิน OWAS [10] ไม่ถูกนำมาใช้หรือในการประเมินปัจจัยเสี่ยงอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ แบบประเมิน RULA ประเมินในส่วนของการจับยึด แต่แบบประเมิน REBA, OWAS ไม่ถูกนำมาประเมิน (ภาคผนวก ก) อย่างไรก็ตามพบว่ายังมีปัจจัยที่สำคัญหลายปัจจัยที่แบบประเมินทั้ง 3 ไม่ได้นำมาใช้ เช่น เวลาในการทำงานต่อเนื่อง การสั่นสะเทือน ช่วงเวลาการทำงาน เป็นต้น นอกจากนี้การนำแบบประเมิน RULA และแบบสำรวจ MSD ในการกรีดยางพารา [11] พบว่าอาการบาดเจ็บที่พบสูงสุดคือหลังส่วนล่าง แบบประเมิน RULA ไม่สามารถระบุได้ว่าหลังส่วนล่างมีความเสี่ยงสูงสุด และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อ กระดูกโครงร่างกับค่าคะแนน RULA พบว่ามีความสัมพันธ์กันต่ำ (R-squared = 0.08) เนื่องจากอาจมีปัจจัยอื่นที่ส่งผล ทำให้ในปัจจุบันได้มีการออกแบบ แบบประเมินที่ตรงกับงานที่จะประเมิน เช่น

แบบประเมินการยก (NIOSH Lifting Equation)[12] แบบประเมินการทำงานกับคอมพิวเตอร์ (Rapid Office Strain Assessment: ROSA)[13] แบบประเมินการทำงานก่อสร้าง (Posture Activity Tools and Handling: PATH)[14] แบบประเมินทางการยศาสตร์สำหรับงานด้านการเกษตร (Agricultural Ergonomic Risk Assessment Tool: AERAT)[15, 16] ในปัจจุบันยังไม่มีการพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ สำหรับการกรีดยางพาราโดยตรงและแบบประเมินที่มีอยู่เดิมสามารถบอกความเสี่ยง แต่ไม่สามารถแยกแยะคนกรีดยางที่มีอาการปวดและไม่ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยจึงมุ่งให้ความสนใจการนำ หลักการทางการยศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับการกรีดยางพารา โดยเฉพาะการกำหนดภาระงาน ทางกายภาพและการประเมินความเสี่ยง ในการทำงานการกรีดยางพารา โดยมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์สำหรับการกรีดยางพารา โดยใช้หลักการทางการยศาสตร์เพื่อลดความเสี่ยง การเกิดความล้าและอาการบาดเจ็บจากการทำงาน และส่งผลให้คนกรีดยางพารามีสุขภาพดีมีความปลอดภัยและมีคุณภาพชีวิตที่ดีมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความล้าของคนกรีดยางพารา
2. เพื่อพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์สำหรับคนกรีดยางพารา

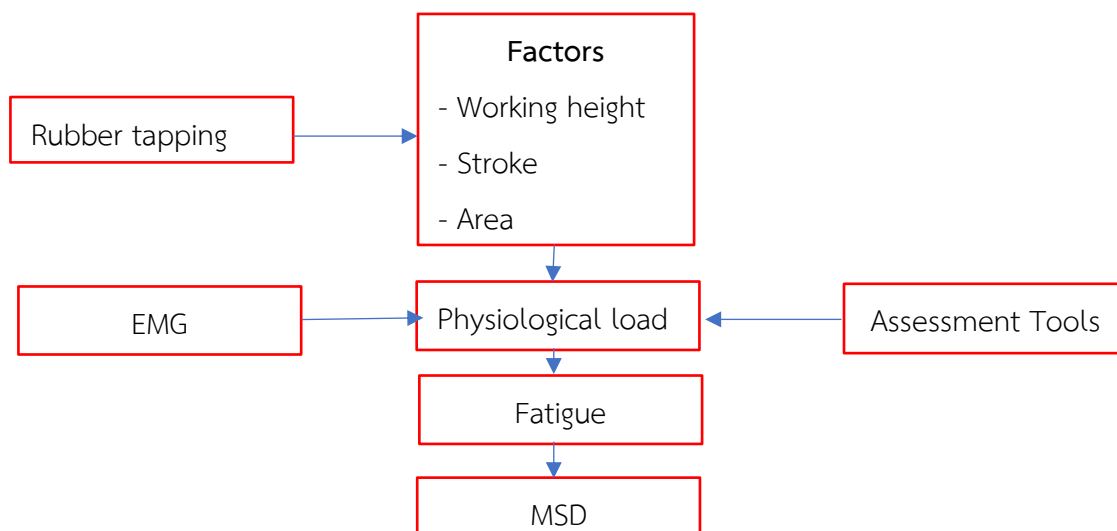
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีแนวทางสำหรับผู้กรีดยางพาราเพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อจากการกรีดยางพารา
2. ลดการใช้เครื่องมือที่มีความซับซ้อนยุ่งยากในการประเมินความล้ากล้ามเนื้อ

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงสำหรับการกรีดยางพารานั้น จะใช้รูปแบบการประเมินแบบสมการตัวคูณ (Multipliers equation assessment) โดยกลุ่มตัวอย่างจะเป็นเกษตรกรชาวสวนยางพาราที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง โดยจำลองสภาพการกรีดยางพารามาไว้ในห้องปฏิบัติการ ทำการกรีดยางพาราโดยใช้มีดเจ้บง (Je-bong knives) แบบด้ามเหล็ก โดยเส้นรอบวงต้นยางพารา 50 – 80 เซนติเมตรและความยาวรอยกรีด 15 – 30 เซนติเมตร กับปัจจัยที่ส่งผลต่อความล้าในการกรีดยางพารา และนำมาออกแบบการทดลองโดยใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography: EMG) วัดค่าความล้าที่กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง และวิเคราะห์ข้อมูลสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Root mean square: RMS) ด้วยโปรแกรม Bioproc 2 [17] โดยรอบแนวคิดการประเมินความล้าการกรีดยางพาราเกิดจากการรับภาระงานทางสรีระวิทยา (Physiological load) โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ ระดับความสูงกรีดยางพารา (Working height) การกระตุกข้อมือ (Stroke) และลักษณะพื้นที่สวนยางพารา (Area) โดยการวัดค่าที่กล้ามเนื้อโดยตรงจะใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) อย่างไรก็ดี

ตามการวัดค่าดังกล่าวมีความยุ่งยาก ใช้เวลายาวนานและต้นทุนสูง จึงได้คิดประยุกต์ใช้แบบประเมินความล้าการกรีดยางพาราขึ้นมาทดแทน ซึ่งสามารถประเมินได้รวดเร็วมากขึ้น ดังแสดงแนวคิดการประเมินความล้าการกรีดยางพารา (ภาพที่ 1.2)



ภาพที่ 1.2 แนวคิดการประเมินความล้าการกรีดยางพารา

บทที่ 2

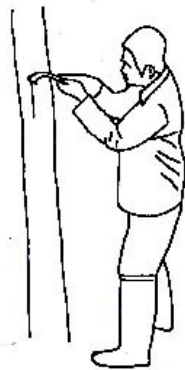
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ สำหรับการกรีดยางพาราและผลการประเมินจะช่วยให้การปรับปรุงวิธีการในการกรีดยางพาราและนำไปสู่การลดความล่าช้าจากการทำงานได้ โดยมีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 การกรีดยางพารา

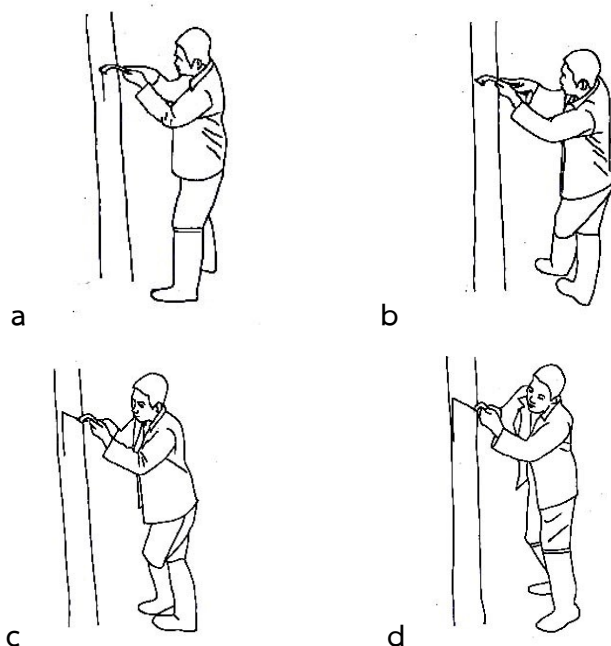
การกรีดยางพาราเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของกระบวนการผลิตยางพารา การกรีดยางที่ถูกวิธีจะทำให้ได้น้ำยางมากและกรีดได้นานหลายปี แต่ถ้ากรีดผิดวิธีจะได้น้ำยางน้อยหรือส่งผลให้ต้นยางพารายืนต้นตายได้ การกรีดยางควรกรีดโดยวิธีกระดูกมือ หรือการชอย เพราะเป็นวิธีการกรีดที่ดี [8] โดยปกติจะเริ่มเปิดกรีดยางพาราที่มีขนาดเส้นรอบวง 50 เซนติเมตรที่ความสูง 150 เซนติเมตรจากพื้นดิน ความลาดชันของรอยกรีดเอียงทำมุมจากซ้ายไปขวา 30-35 องศา กับแนวระดับ [9,10,11] การกรีดแบบวันเว้นวัน สลับเปลือกเปลือกแต่ละครั้งกรีดระหว่าง 1.7-2.5 มิลลิเมตรหรือ 25 เซนติเมตรต่อปี [10] และมีกรีดยางที่นิยมใช้ในภาคใต้และประเทศไทยคือมีดเจ๊ะบง [12] ซึ่งกรีดในทิศทางจากบนลงล่าง [13]

โดยขั้นตอนในการกรีดยางพาราคือ การใช้เครื่องมือที่จับด้ามมีดกระดูกมือเข้าหาตัว ให้ปลายเดือยตัดเปลือกไม้ขาดเป็นชิ้นๆ ยาวชิ้นละ ประมาณ 1 นิ้ว หนาประมาณ 2 มม. โดยแนวการตัดเป็นเส้นตรงออกจากลำต้น (ไม่ตัดโค้งไปตามรูปต้น) เมื่อจะกระดูกข้อมือครั้งต่อไปต้องถอยมีดกลับไป ในตำแหน่งเปลือกชั้นในสุดก่อน แล้วจึงกระดูกข้อมือให้เดือยมีดเริ่มตัดเปลือกจากเปลือกชั้นในสุดออกมา การกระดูกข้อมือทุกครั้งให้ตัดเปลือกไม้ขาดออกเป็นชิ้นๆ ทุกครั้ง ส่วนมือที่ประกองมีด ปล่อยให้มือให้เป็นอิสระ ไม่เกร็งข้อมือ เพื่อให้มีดเคลื่อนตัวได้คล่อง ปล่อยให้มือติดลำต้นตลอดเวลา ไม่ให้มีดหลุดออกจากรอยกรีด แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ท่าทางการกรีดยางพารา [8]

นอกจากนี้ในระหว่างกรีดยางพาราจะต้องก้าวเท้าให้ถูกต้อง(ภาพที่ 2.2) คือเมื่อกระทัดข้อมือ กรีดเปลือกยางจะต้องเคลื่อนตัวนำหน้ามีดไปด้วย และเมื่อสุดจังหวะของการเคลื่อนตัวจะต้องก้าวเท้าที่อยู่ด้านหน้าไขว้เลยเท้าที่อยู่ด้านหลังไปพอประมาณให้สามารถทรงตัวได้ดี ไม่ก้าวยาวหรือสั้นเกินไป ให้ลำตัวนำหน้ามีดไปตลอดเวลา หันหน้าเข้าหาลำต้นตลอดเวลา ไม่เอียงลำตัวเข้าหาลำต้น เพราะจะทำให้เสียการทรงตัวและปวดเมื่อยเมื่อกรีดไปนานๆ ไม่แนะนำให้เคลื่อนตัวด้วยวิธีการกระเียบเท้า (สับเท้า) เพราะจะทำให้ลำตัวโยกและหยุดในจังหวะที่กระเียบเท้าจะกรีดยางได้ช้าลง [8]



ภาพที่ 2.2 การก้าวเท้าในการกรีดยางพารา a-b-c-d [8]

2.2 การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์

การยศาสตร์ (Ergonomics) คือการศึกษาทฤษฎีเกณฑ์ในการทำงาน โดยมีเป้าหมายเพื่อที่จะปรับปรุงงานหรือสภาวะงานให้เข้ากับแต่ละบุคคล ซึ่งก็คือคนงานในสถานที่ทำงานต่าง ๆ และใช้ความรู้ตลอดจนกระบวนการหรือวิธีการต่าง ๆ โดยคำนึงถึงทางด้านร่างกายและจิตใจ [18] โดยที่ปัจจัยเสี่ยงทางการยศาสตร์คือ ผลจากสภาพแวดล้อมการทำงานได้แก่ ท่าทางการทำงานไม่เหมาะสม การทำงานซ้ำซาก กิจกรรมที่ใช้แรงมาก ความสั่นสะเทือน แรงกดเฉพาะที่ และกิจกรรมที่ใช้เวลานานที่ส่งผลต่ออาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อกระดูกโครงร่าง (Musculoskeletal disorders: MSD) [19]ซึ่งในการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์นั้นมีหลายวิธี เช่น แบบรายงานด้วยตนเอง (Self report) แบบสำรวจ(Observational methods) และ การวัดโดยตรง (Direct measurements) [20]

ปัจจุบันได้มีการนำแบบประเมินความเสี่ยงการทำงานภาคอุตสาหกรรมมาเพื่อความสะดวกและรวดเร็ว ซึ่งจากการสำรวจพบว่าแบบประเมินที่นำมาใช้คือ 1) วิธีประเมินท่าทางการทำงาน

(Ovako Working Posture Analysis System: OWAS) [10] 2) วิธีประเมินท่าทางการทำงานและแรงกระทำต่อร่างกายส่วนบน (Rapid Upper Limb Assessment: RULA) [[8] และ 3) วิธีประเมินทั่วทั้งร่างกายอย่างรวดเร็ว (Rapid Entire Body Assessment: REBA) [9] นอกจากนี้ยังพบว่ามีกรนำมาแบบประเมินดังกล่าวมาใช้ประเมินความเสี่ยงการทำงานของชาวสวนยางพารา เช่น การศึกษาแนวทางการปรับปรุงสถานที่ทำงานสำหรับกลุ่มรับซื้อน้ำยาง กรณีศึกษากลุ่มรับซื้อน้ำยางตำบลบ้านนา อำเภोजันนะ จังหวัดสงขลา [21] ซึ่งจากการการวิเคราะห์ท่าทางการทำงาน RULA ในการยกแกลลอนน้ำยางสด พบว่าผลการวิเคราะห์ RULA มีระดับคะแนน 6-7 คะแนน หมายถึง ท่าทางการทำงานที่ใช้มีโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อจำเป็นต้องมีการปรับปรุงแก้ไขทันที และ พบว่ามีรายงานการประเมินภาวะทางกายศาสตร์ของเกษตรกรชาวสวนยางพาราที่นวดยางแผ่นด้วยแรงงานคนและเครื่องนวดยางแผ่น[22] โดยใช้วิธีการ RULA และ REBA และสรุปได้ว่า RULA มีคะแนนเท่ากับ 7 หมายถึงมีปัญหาทางการยศาสตร์ต้องปรับปรุงการทำงานทันทีและผล REBA มีคะแนนเท่ากับ 11 หมายถึงการทำงานมีความเสี่ยงสูงต้องตรวจสอบและปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานทันที นอกจากนี้ มีรายงานที่ได้ศึกษาแนวทางแก้ปัญหาการปวดหลังในผู้ประกอบอาชีพกรีดยางพาราโดยใช้ RULA [23] พบว่า กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 25 มีความเสี่ยงการทำงานในระดับสูงสุด (Level 4) ควรปรับปรุงแก้ไขสภาพการทำงานโดยทันที และกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 50 มีความเสี่ยงการทำงานในระดับสูง (Level 3) ควรปรับปรุงแก้ไขสภาพการทำงานโดยเร็ว

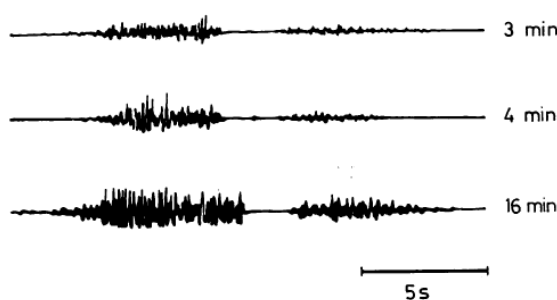
2.3 ความล้ากล้ามเนื้อ

ความล้ากล้ามเนื้อจะเป็นความเจ็บปวดซึ่งเกิดจากการที่กล้ามเนื้อออกแรงมากเกินไปและเกิดขึ้นเฉพาะแห่ง การที่ความสามารถหดตัวของกล้ามเนื้อลดลงเรียกว่า "ความล้ากล้ามเนื้อ" ในทางสรีระวิทยาอาการของความล้าไม่เป็นเพียงการลดลงของความสามารถเท่านั้นแต่ยังเป็นความเร็วและความแม่นยำของการเคลื่อนไหวลดลงด้วยทำให้มีการประสานงานระหว่างสายตากับมือหรือเท้าบกพร่องทำให้เพิ่มโอกาสที่จะเกิดความคลาดเคลื่อน ความผิดพลาดและอุบัติเหตุได้มากขึ้น [24]

2.4 การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

เซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดล้อมรอบด้วย membrane ซึ่งจะมีการแลกเปลี่ยนประจุ (ions) กันอยู่ตลอดเวลา ในขณะที่พัก ภายนอกเซลล์จะมีค่าเป็นบวกเมื่อเทียบกับภายใน การเปลี่ยนแปลงขั้วของเซลล์จะถูกกระตุ้นผ่านทางเส้นประสาทมายังเซลล์กล้ามเนื้อ ทำให้มีความต่างศักย์ไฟฟ้าที่สามารถบันทึกค่าได้โดยเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography : EMG) โดยค่าที่ได้จะเป็นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram) [23] โดยทั่วไปหลักการวิเคราะห์ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อด้วยค่า EMG มี 2 วิธีการ วิธีแรกใช้การเปรียบเทียบกับค่าศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้ขณะที่

กล้ามเนื้อหดตัวสูงสุด (Maximum voluntary contraction :MVC) ซึ่งเป็นค่าที่บันทึกได้จากการทดสอบให้กลุ่มตัวอย่างออกแรงดิ่งกับเครื่องทดสอบแรงดิ่ง(Isometric exercise test) หลังจากนั้นค่าของ MVC จะถูกใช้ในการเปรียบเทียบกับการทำงานในภาวะหนึ่ง ๆ เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงจากการทำงานต่อการบาดเจ็บหรือความล้าของกล้ามเนื้อ โดยทั่วไปการทำงานที่ใช้แรงกล้ามเนื้อต่ำกว่า 15-20% ของค่าสูงสุดนั้นการไหลเวียนเลือดจะยังคงปกติ ทำให้ไม่เกิดความล้าของกล้ามเนื้อ วิธีที่ 2 คือการเปรียบเทียบขนาดสัญญาณ(Magnitude) และความถี่ (Frequency) ของค่า EMG ซึ่งในการเปรียบเทียบขนาดสัญญาณนั้นกล้ามเนื้อที่มีความล้าจะมีขนาดของสัญญาณเพิ่มขึ้นในขณะที่ความถี่ของสัญญาณมีค่าลดลง โดยในภาพที่ 2.3 แสดงให้เห็นถึง สัญญาณไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น ที่ 3 นาที 4 นาที และ 16 นาที ทำให้ความล้ากล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น [24]



ภาพที่ 2.3 ขนาดสัญญาณคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ [24]

2.5 การวิเคราะห์ค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

การวิเคราะห์ค่าคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อในครั้งนี้จะใช้การวิเคราะห์ด้วย ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของค่าสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Root Mean Square: RMS) ซึ่งเป็นการพิจารณาสัญญาณบนแกนเวลา (Time domain) โดยมีสูตรดังนี้

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x_n^2}$$

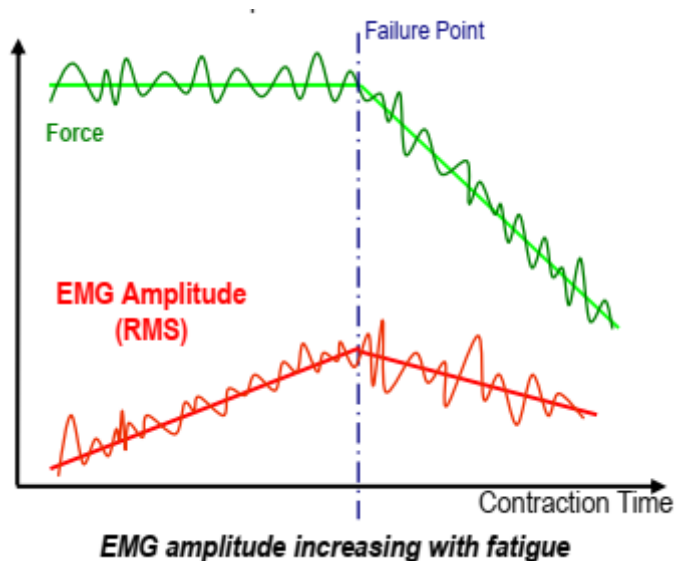
สมการที่ 2.1

2.6 การวิเคราะห์ค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด

การหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุดโดยสมัครใจ (Maximum Voluntary Contraction : MVC) เป็นการหดตัวโดยสมัครใจสูงสุดโดยดูได้จาก แอมพลิจูดเปรียบเทียบกับค่า MVC และสามารถปรับขนาดเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ของ MVC ได้ ซึ่งค่า MVC ที่นำมาวิเคราะห์จะต้องได้มาจากการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบ Isometric โดยจะต้องมีการวัดซ้ำหลายครั้งในตำแหน่งทดสอบกล้ามเนื้อ (ต้องทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง)

(ภาพที่ 2.4) โดยค่าสูงสุดของการทำซ้ำแต่ละครั้งจะนำมาเฉลี่ยเพื่อให้ได้ค่า MVC [25] และนำมาเปรียบเทียบกับค่า RMS เพื่อที่จะทราบว่าจุดที่เกิดความล้า (Muscle Fatigue) นั้นคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของค่า MVC

โดยที่ Muscle Fatigue เป็นพารามิเตอร์ควบคุมที่สำคัญมากสำหรับการป้องกันการบาดเจ็บหรือการบาดเจ็บซ้ำในการใช้งานทางคลินิก การยศาสตร์ และการเล่นกีฬา เมื่อกล้ามเนื้อเกิดความล้าจะส่งผลให้แอมพลิจูดของ EMG เพิ่มขึ้น ดังนั้นแอมพลิจูดของ EMG เป็นตัวบ่งชี้ความเหนื่อยล้าถูกใช้เมื่อจำเป็นต้องเคลื่อนไหว เช่น ในการออกกำลังกาย [25]

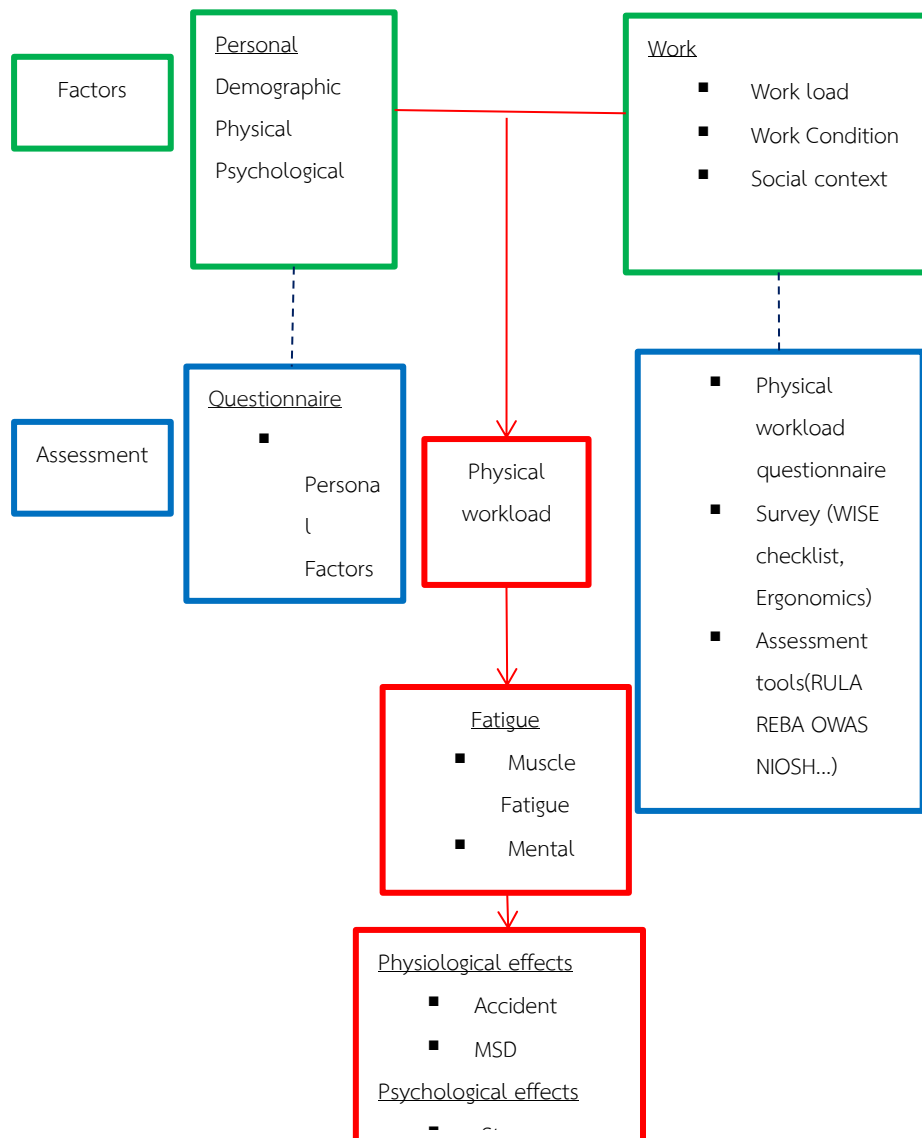


ภาพที่ 2.4 ค่าแอมพลิจูดเพิ่มขึ้นเมื่อเกิดความล้า

2.7 โมเดลเชิงแนวคิดของความล้า

การออกแบบการทำงานเพื่อลดความล้า นั้นถือว่าเป็นเรื่องสำคัญทางกายศาสตร์เนื่องจากความล้าส่งผลให้เกิดความไม่สบายกายและเป็นสาเหตุของอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อ ซึ่งความล้ากล้ามเนื้อทำให้ความสามารถในการออกแรงและการสนองตอบลดลง [26] และความล้ากล้ามเนื้อจะทำให้เกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ (MSD) [27] ซึ่งเป็นผลมาจากภาวะการทำงาน โดยการศึกษาความล้ากล้ามเนื้อนั้นได้มีการศึกษาทั้งในภาคอุตสาหกรรมและภาคการเกษตร [28-31] เนื่องจากค่าความล้าไม่สามารถวัดได้โดยตรง ดังนั้นจึงใช้วิธีเปรียบเทียบจากใช้เครื่องมือต่าง ๆ วัดสมรรถนะในการทำงานของมนุษย์และวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือการใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ electromyography (EMG) [32-34] ซึ่งเป้าหมายของการวัดความล้า นั้นเพื่อประเมินความล้าและนำไปสร้างเกณฑ์มาตรฐานในการทำงานต่อไป เนื่องจากความล้าในการทำงานแต่ละประเภทจะไม่เหมือนกัน จากการสำรวจพบว่าการนำเสนอโมเดลเชิงแนวคิด (Conceptual Model) ของ

ความล้า(Fatigue)และอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ(MSD)[35-39] ดังนั้นจึงได้พัฒนาโมเดลเชิงแนวคิดของความล้าขึ้นมาดังแสดงในภาพที่ 2.5 โดยมีปัจจัยหลัก 2 ปัจจัยคือ 1) ปัจจัยส่วนบุคคล เช่น ข้อมูลประชากร เพศ อายุ สถานภาพ เป็นต้น ข้อมูลด้านกายภาพเช่น ขนาดสัดส่วนร่างกาย และ 2) ปัจจัยด้านการทำงานเช่น การรับภาระงาน สภาพการทำงาน เป็นต้น ซึ่งเมื่อมีการทำงานจะทำให้เกิด Physical workload และส่งผลให้เกิดความล้า (Fatigue) ขึ้น และถ้ามีการทำงานต่อเนื่องจะส่งผลให้เกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อได้ ดังนั้นเพื่อป้องกันการเกิดอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อกระดูกโครงร่างจึงได้มีการศึกษาเรื่องความล้าขึ้น โดยในการประเมินความล้า นั้นจะมีเครื่องมือหลายแบบเช่น แบบสอบถาม แบบตรวจสอบ แบบประเมินความเสี่ยง หรือใช้เครื่องมือวัดเช่น EMG , Heart rate เป็นต้น



ภาพที่ 2.5 โมเดลเชิงแนวคิดของความล้า

2.7.1 การประเมินท่าทางการทำงาน

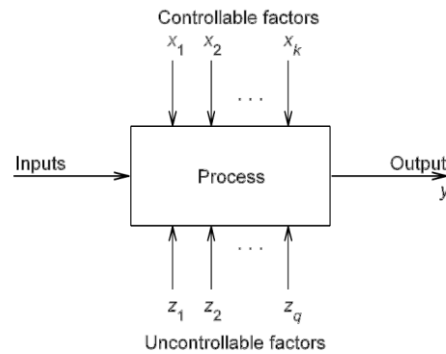
แบบประเมินท่าทางการทำงานจะประกอบด้วยปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย คือ 1) ปัจจัยเสี่ยงอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ เช่น การทำงานซ้ำ ๆ ทำทาง การออกแรงหรือรับน้ำหนัก เวลาพัก เป็นต้น และ 2) ปัจจัยส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ส่วนมือ ลำตัว คอ แขน ขา เข่า เป็นต้น ซึ่งปัจจัยบางตัวอาจไม่เหมือนกันในแต่ละแบบประเมิน ดังนั้น เมื่อนำมาประเมินอาจจะให้ค่าความเสี่ยงหรือคำแนะนำที่ไม่สอดคล้องกัน เช่น ในส่วนของร่างกาย แบบประเมิน RULA , REBA ประเมินในส่วนของ ข้อมือและคอ ในขณะที่แบบประเมิน OWAS ไม่ประเมินในส่วนของข้อมือและคอ นอกจากนี้แบบประเมิน RULA ประเมินในส่วนของกรับยึด แต่ไม่มีการประเมินส่วนของกรับยึด ใน REBA และ OWAS (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) อย่างไรก็ตามพบว่ายังมีปัจจัยที่สำคัญหลายปัจจัยที่แบบประเมินทั้ง 3 แบบ ไม่ได้นำมาใช้ในการประเมินความเสี่ยง เช่น ช่วงเวลาที่ทำงานอย่างต่อเนื่อง การสั่นสะเทือน เป็นต้น ทำให้ในปัจจุบันได้มีการออกแบบ แบบประเมินเฉพาะงานนั้น ๆ ออกมา เช่น แบบประเมินการยก (NIOSH Lifting Equation)[40] แบบประเมินการทำงานกับคอมพิวเตอร์ (Rapid Office Strain Assessment: ROSA)[41] แบบประเมินการทำงานก่อสร้าง (Posture Activity Tools and Handling: PATH)[42] เป็นต้น

2.8 การออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลองคือกระบวนการออกแบบหรือวางแผนการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องเหมาะสมโดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ [43]

การออกแบบการทดลองมีหลักการสำคัญ คือ การทำซ้ำ (Replication) การสุ่ม (Randomization) และการเพิ่มความเที่ยงตรง (Blocking) โดยที่การทำซ้ำมีเหตุผลเพื่อลดคลาดเคลื่อนจากการทดลองและนำค่าไปประเมินว่าปัจจัยใดมีผลต่อการทดลองบ้าง การสุ่มคือการทดลองแต่ละครั้งต้องมาจากการสุ่มโดยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่กระจายและมีความอิสระต่อกัน การเพิ่มความเที่ยงตรงคือการเพิ่มความเที่ยงตรงสำหรับการทดลองเช่นการใช้วัสดุที่มาจากชุดเดียวกันสำหรับการทดลอง เป็นต้น

การทดลองส่วนมากจะศึกษาถึงประสิทธิภาพของระบบ ดังภาพที่ 2.6 แสดงให้เห็นว่าตัวแปรเข้า (Input factors) ที่ใส่เข้าไปจะเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อกระบวนการโดยผลลัพธ์ (Output factors) ที่เกิดขึ้นจะบ่งบอกถึงกระบวนการได้ดีที่สุด ซึ่งตัวแปรที่อยู่ในกระบวนการนั้นบางตัวแปรสามารถควบคุมได้เช่น ชนิดวัตถุดิบ ความเร็ว น้ำหนัก เป็นต้น และตัวแปรบางตัวเราไม่สามารถควบคุมได้เช่น แรงโน้มถ่วง สภาพบรรยากาศ ฯ



ภาพที่ 2.6 ปัจจัย กระบวนการ และ ตัวแปรตอบสนอง[43]

2.8.1 ขั้นตอนในการออกแบบการทดลอง

การกำหนดหัวข้อปัญหา (Problem statement) โดยจะต้องเป็นปัญหาที่ชัดเจนและสามารถใช้แนวคิดของการออกแบบการทดลองมาแก้ไขปรับปรุงได้ โดยอาจจะต้องอาศัยหลายหน่วยงานมาวิเคราะห์ปัญหาเช่นฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายการผลิต ฝ่ายการตลาด ฯ

การเลือกปัจจัย (Factor) โดยเลือกจากปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการ และนำมากำหนดขอบเขตและระดับของปัจจัย และอาจจะมีการทดลองเพื่อกรองปัจจัยก่อนเพื่อให้ได้ปัจจัยที่สำคัญซึ่งจะส่งผลให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด

การเลือกตัวแปรตอบสนอง (Response) จะต้องแน่ใจว่าตัวแปรผลตอบคืออะไร และมีวิธีการวัดผลอย่างไร ก่อนที่จะทำการทดลอง

การเลือกแบบทดลอง (Experiment design) เป็นการพิจารณาสำหรับการออกแบบการทดลองเช่นการพิจารณาขนาดตัวอย่าง การทำซ้ำ หรือพิจารณาว่าต้องมีการบล็อกหรือไม่ ทั้งนี้อาจเกี่ยวข้องกับการกำหนดค่าใช้จ่ายด้วย

การดำเนินการทดลอง (Perform the Experiment) จะต้องดำเนินการติดตามการทดลองอย่างเคร่งครัด เพื่อให้การทดลองมีความถูกต้องตามแผน รวมถึงการควบคุมตัวแปรในการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) โดยการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ นอกจากนี้ต้องตรวจสอบลักษณะและคุณภาพของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การพิสูจน์ความถูกต้อง การวิเคราะห์ข้อมูลถ้านำความรู้ทางวิศวกรรมมาผนวกกับความรู้ทางสถิติจะทำให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

การสรุปผลการทดลองและข้อแนะนำ ในขั้นตอนนี้เมื่อทำการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว ต้องทำการสรุปผลและให้ข้อแนะนำเพื่อนำผลการทดลองไปใช้ นอกจากนี้อาจจะต้องทำการทดลองเพื่อยืนยันผลด้วยเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการทดลอง

2.8.2 การทดลองปัจจัยเดียว

การทดลองแบบปัจจัยเดียวหมายถึงศึกษาตัวแปรที่สนใจแค่ 1 ตัวและมีการเก็บข้อมูลจากการทดลองมากกว่า 2 กลุ่มขึ้นไปและการทดลองจะเป็นแบบสุ่มเพื่อหลีกเลี่ยงตัวแปรรบกวนที่ไม่ทราบค่าและข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ต้องมีการกระจายและเป็นอิสระต่อกัน สำหรับการทดสอบความเท่ากันของค่ามัชฌิมหลาย ๆ ค่าจะใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (Single factor analysis of variance) สามารถสร้างตารางบันทึกข้อมูลที่บันทึกค่าที่ได้ แสดงดัง ตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การทดลองปัจจัยเดียว

Treatment (Level)	Observations				Totals	Averages
1	y_{11}	y_{12}	...	y_{1n}	$y_{1.}$	$\bar{y}_{1.}$
2	y_{21}	y_{22}	...	y_{2n}	$y_{2.}$	$\bar{y}_{2.}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
a	y_{a1}	y_{a2}	...	y_{an}	$y_{a.}$	$\bar{y}_{a.}$
					$y_{..}$	$\bar{y}_{..}$

การเขียนตัวแบบทางสถิติเป็นสัญลักษณ์ สำหรับการออกแบบการทดลองปัจจัยเดียว แสดงดังสมการที่ 1 และการคำนวณผลค่าสถิติการทดสอบในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 2.2

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij} \quad \text{สมการที่ 2. 2}$$

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

โดย y_{ij} คือ ค่าสังเกตที่ j ภายใต้ระดับ i
 μ คือ ค่าเฉลี่ยทั้งหมด
 τ_i คือ พารามิเตอร์ที่ระดับ i
 ϵ_{ij} คือ ผลจากความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

ตารางที่ 2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการทดลองปัจจัยเดียว

Source of Variation	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F_0
Between treatments	$SS_{\text{Treatments}} = n \sum_{i=1}^a (\bar{y}_i - \bar{y}_{..})^2$	$a - 1$	$MS_{\text{Treatments}}$	$F_0 = \frac{MS_{\text{Treatments}}}{MS_E}$
Error (within treatments)	$SS_E = SS_T - SS_{\text{Treatments}}$	$N - a$	MS_E	
Total	$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2$	$N - 1$		

2.9 สหสัมพันธ์ภายในชั้น

สถิติที่ใช้วัดการสอดคล้องที่นิยมใช้[44] คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient : ICC) สหสัมพันธ์ภายในชั้นใช้วัดความสอดคล้องสำหรับข้อมูลชนิดต่อเนื่อง มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 สถิตินี้วัดความสอดคล้องกันของผู้ประเมินโดยผ่านค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งหากใช้ในกรณีเปรียบเทียบเครื่องมือวัดสองชนิด โดยสำหรับผู้ประเมินจะมีการวิเคราะห์ 2 แบบคือ

ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน ใช้กับผู้ประเมินตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป สังเกตสิ่งเดียวกันด้วยแบบสังเกตชุดเดียวกัน ผลการสังเกตที่ได้ควรจะสอดคล้องกัน ถ้าแบบสังเกตมีความน่าเชื่อถือ วิธีการคำนวณความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมินแบ่งได้เป็น 2 กรณี-กรณี 1 ผู้ประเมิน 2 คน ใช้การคำนวณสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสังเกตผู้ประเมินทั้งสองคน กรณี 2 ผู้ประเมินมากกว่า 2 คน ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทดสอบความแตกต่าง ระหว่างคะแนนเฉลี่ยจากผู้ประเมินแต่ละคน

ความเชื่อมั่นภายในผู้ประเมิน สะท้อนให้เห็นความผันแปรในการวัดที่ถูกวัดโดยเครื่องมือวัดภายใต้เงื่อนไขเดียวกันโดยผู้ประเมิน 1 คน จะทำการวัดค่าสองครั้ง ถ้าค่าตอบที่ได้ในสองครั้งเหมือนกันทุกประการ จะตีค่าความน่าเชื่อถือเป็น 1 โดยสถิติที่ใช้วิเคราะห์คือ สถิติแคปปา (Kappa Statistics) ซึ่งเป็นสถิติที่นิยมใช้ในการประเมิน IRR สำหรับข้อมูลระดับนามบัญญัติ (Nominal Scale) และข้อมูลระดับอันดับ (Ordinal Scale) [45, 46] สถิติแคปปา เป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบความสอดคล้อง (Consistency) กันของข้อมูล 2 กลุ่ม ในบางกรณีอาจใช้สำหรับเปรียบเทียบการประเมินค่าของข้อมูลชุดเดียวกันจากผู้ประเมิน 2 คน โดย Kappa coefficient นั้นไม่จำเป็นต้องอาศัยสมมุติฐานที่ว่าข้อมูลที่สนใจนั้นมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) หรือที่เรียกว่า Non-

parametric statistic ผลลัพธ์ที่ได้จาก Kappa coefficient นั้นจะอธิบายถึงความสอดคล้องระหว่างกันของ 2 ชุดข้อมูล

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสำรวจรายงานวิจัยปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บในการกรีดยางพารา พบว่ามี 9 ปัจจัยที่สำคัญ (ตารางที่ 2.3) คือ 1) ท่าทางการทำงาน (Work Posture) 2) การทำงานซ้ำ ๆ หรือจำนวนต้นยางที่กรีดต่อวัน (Repetitive work) 3) เวลาในการกรีดยางพารา(Working time hrs/day) 4) ระดับความสูงของหน้ายางในการกรีด (Working height) 5) การจับยึดมีดกรีดยางพารา (Hand grip) 6) การกระตุกมีดหรือการกรีด ซ้ำ ๆ (Repetitive hand / wrist) 7) อายุ (Age) 8) สภาพพื้นที่การกรีดยางพารา(Working area) และ9) ระบบการกรีด(Tapping system)

ตารางที่ 2.3 ปัจจัยเสี่ยงจากการกรีดยางพาราจากรายงานวิจัย

No.	References	Study population	Study design	Statistical	Result	Factors
1	ณรงค์ เบ็ญสอาด 2545 [47]	154 planters	Cross-sectional	Fisher's exact test	p= 0.014 p= 0.006 p= 0.007	Age Number day of tapping Tapping system
2	ยุทธภรณ์ จันทรมิลและคณะ 2550 [48]	380 workers	Descriptive research	Descriptive statistics	362(95.26%)	Repetitive posture
3	ศิริจิต พุ่งหว่า 2553 [49]	298 households	Quantitative study	T - test	t= 2.70 , p ≤ 0.01 t= 2.83 , p ≤ 0.01	Working area Working height
4	Chow Li Shan, 2012 [50]	419 male workers	Cross-sectional	Bivariate analysis	$\chi^2 = 4.107$, p= 0.043 $\chi^2 = 52.569$, p= 0.001 $\chi^2 = 81.147$, p= 0.001	Working time hrs/ day Repetitive motion Awkward postures
5	สุดาพร วงษ์พล 2555 [51]	114 workers	Cross-sectional descriptive study	Descriptive statistics	High risk level = 61.4% High risk level = 71.0% High risk level = 50.9%	working time walk/stand Repetitive hand / wrist Posture of hand
6	Supaporn Meksawi et al, 2012 [3]	427 workers	Cross-sectional survey	logistic regression	RULA = 5.25(1.4) 3.57(5.77,31.9) p< 0.001 2.07(1.07,3.99) p= 0.03	Posture Level of tapping Frequency of trunk twisting
7	รุ่งกานต์ พลายนแก้วและคณะ 2556 [52]	235 workers	Correlational descriptive study	Point biserial correlation, and chi-square	$r_{pb} = 0.151$, p = 0.020 80.43-99.57%	Working posture Repetitive hand / wrist
8	S. Inraksa et al, 2014 [7]	250 workers	Cross-sectional survey	logistic regression	3.16(1.11-8.95) p=0.031 3.18(0.09-0.58) p=0.001 2.07(1.04-6.30) p=0.039	Age Hand grip Number of trees tapping
9	พรทิพย์ ใจจงและคณะ 2557 [53]	209 workers	Descriptive correlation research	Odds ratio	1.947(1.104,3.433) 0.488(0.270-0.850)	Posture Hand grip
10	Chadayu UDOM et al, 2016 [54]	450 workers	Cross-sectional	Multivariate logistic regression	adjusted OR 2.64; 95% CI: 1.02-6.85	Level of tapping

ปัจจัยเสี่ยงเมื่อนำมาจัดกลุ่ม (ตารางที่ 2.5) สามารถจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่มคือ 1) กลุ่มปัจจัยเสี่ยง ได้แก่ ท่าทาง ระดับความสูงในการกรีต การกระตุกข้อมือ และ สภาพพื้นที่การกรีต 2) กลุ่มปัจจัยภาระงาน ได้แก่ จำนวนต้นยางพาราและเวลาในการกรีต เนื่องจากปัจจัยทั้ง 2 ตัวนี้ส่งผลซึ่งกันและกันจึงนำมารวมกลุ่มเดียวกัน และ 3) กลุ่มปัจจัยควบคุม ได้แก่ อายุ การจับมีดกรีต และระบบการกรีต เนื่องจากในเชิงการทดลองนั้นต้องมีการควบคุมปัจจัยทั้ง 3 ตัวนี้ โดยจะนำปัจจัยทั้ง 3 กลุ่มดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบการประเมินความเสี่ยงทางการเกษตรในการกรีตยางพาราต่อไป

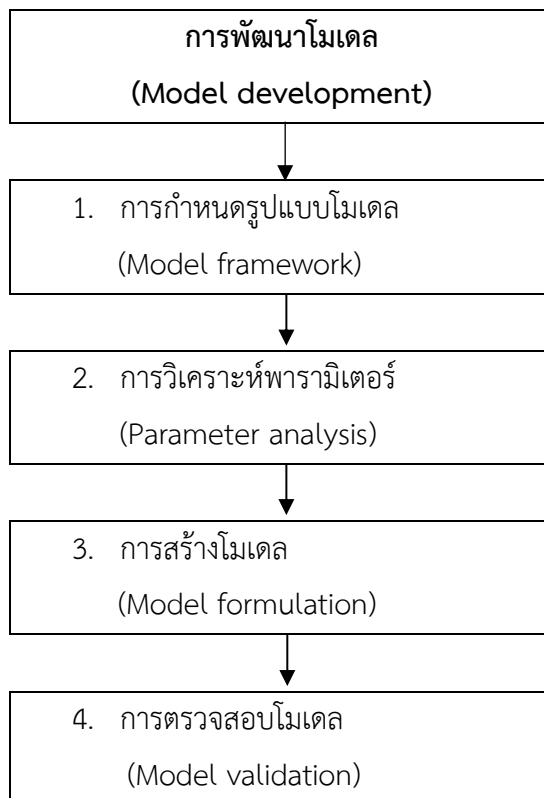
ตารางที่ 2.5 การจัดกลุ่มปัจจัยเสี่ยงจากการกรีตยางพารา

Factors Classification								
Factors				Work load		Control		
Posture	Working height	Stroke	Area	Number of trees	Time working	Age	Hand grip	Tapping system

ดังนั้นจากงานวิจัยข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความล้าของกล้ามเนื้อจากการกรีตยางพาราได้มาจากแบบสอบถาม และแบบสำรวจ ซึ่งค่าที่ได้อาจคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นจึงต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมโดยใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ความล้าจากกล้ามเนื้อโดยตรง เพื่อให้ได้ผลที่แม่นยำมากขึ้นและสามารถนำมาใช้เพื่อพยากรณ์ความล้ากล้ามเนื้อจากการกรีตยางพาราได้

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การทำวิจัยเพื่อสร้างแบบประเมินกรีดยางพารามีการศึกษาพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น ท่าทางการกรีดยางพารา และความล้า (Fatigue) จากการกรีดยางพารา โดยมีอาสาสมัครที่มีคุณสมบัติตามที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ในการร่วมทำวิจัยและเพื่อใช้เก็บข้อมูลเบื้องต้น ในการวิเคราะห์ความล้า นั้น กลุ่มตัวอย่างจะทำการทดลองกรีดยางพาราตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ตามแผนการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลค่ากิจกรรมการออกแรงกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง EMG และวิเคราะห์ผลตามลำดับ โดยขั้นตอนและวิธีการในการการทำวิจัย แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังแสดงภาพที่ 3.1

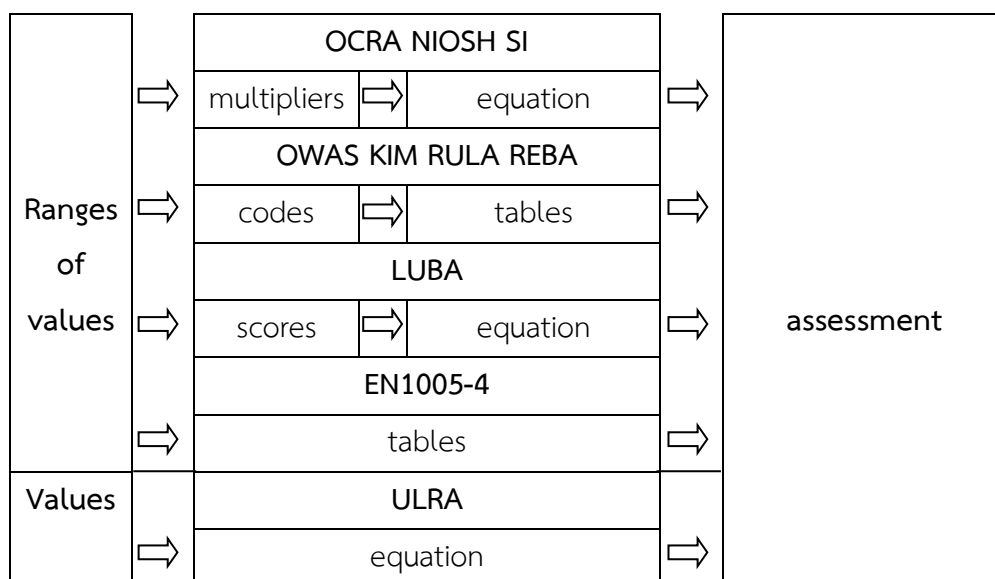


ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 การกำหนดรูปแบบโมเดล

ปัจจุบันแบบประเมินความเสี่ยงการทำงานจะเป็น การประเมินความเสี่ยงที่จะเกิดอาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อกระดูกโครงร่าง (Musculoskeletal disorders) หรือความล้า (Muscle fatigue) โดยแต่ละจะมีวิธีการป้อนข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ก่อนจะถึงขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย จะแตกต่างกันออกไปโดยจะกำหนดค่าทางเชิงปริมาณแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กำหนดช่วงของค่า (Ranges of values) โดยในระบบนี้จะแบ่งย่อยออกเป็น 4 เทคนิค คือ

- 1) กำหนดค่า เลือกตัวคูณ นำไปคิดในสมการและประเมินความเสี่ยง เช่นวิธี OCRA [55] NIOSH [12, 40] และ SI [56]
- 2) กำหนดค่า เข้มหัด และคำนวณในสมการ หลังจากนั้นนำไปประเมินความเสี่ยง เช่นวิธี OWAS[57] KIM RULA[8] REBA[9]
- 3) กำหนดค่า และนำไปให้คะแนน ต่อด้วยเปิดตารางและประเมินความเสี่ยง เช่นวิธี LUBA [58]
- 4) กำหนดค่า และนำไปเข้าสมการ และประเมินความเสี่ยง เช่นวิธี EN1005-4 [59] เป็นต้น กำหนดค่า (Values) โดยจะนำค่าที่ได้ไปเข้าสมการ และนำไปสู่การประเมินความเสี่ยงเช่นวิธี ULRA[60] ดังแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 วิธีประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์[61]

การกำหนดรูปแบบโมเดลที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะใช้เทคนิคแรก คือการกำหนดตัวคุณและสมการ เพื่อนำไปประเมินความเสี่ยง โดยใช้แนวคิดของสมการ NIOSH Lifting Equation[40] เนื่องจากสมการ NIOSH นอกจากจะบอกค่าความเสี่ยงแล้วยังสามารถบอกค่าภาระน้ำหนักที่เหมาะสมในสภาวะการทำงานนั้น ๆ อีกด้วย ทั้งนี้การทำงานที่เกินจากภาระของร่างกายและส่งผลต่อความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดการบาดเจ็บสามารถที่ไปลดค่าของปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสี่ยงได้ โดยประเมินความเสี่ยงการยกโดยใช้สมการ NIOSH นั้น NIOSH[62] ได้เสนอสมการการยกครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1981 ต่อมา NIOSH ได้มีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงสมการดังกล่าวให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น และในปี ค.ศ. 1991 จึงได้เสนอสมการการยกที่มีการปรับปรุงใหม่ (Revised NIOSH lifting equation) ซึ่งสมการนี้ก็ได้มีการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบันนี้ [63]สมการการยกของ NIOSH จะทำการประเมินโดยพิจารณาตามหลักการที่ว่า น้ำหนักของวัตถุสิ่งของที่ทำการยก (Load weight) จะต้องมีค่าไม่เกินค่าความสามารถของกล้ามเนื้อในท่าทางที่เหมาะสมของร่างกายหรือขีดจำกัดของน้ำหนักที่แนะนำ (Recommended Weight Limit, RWL) โดยในการนำมาปรับใช้กับการกรีดยางพารา นั้น ก็อาศัยหลักการที่ว่า การกรีดยางพาราจะต้องไม่เกินขีดจำกัดของร่างกายที่รับได้และไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บหรือความล่าช้าจากการทำงาน ทั้งนี้สามารถให้คำแนะนำที่จะลดค่าของปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงจากการกรีดยางพาราได้ทำให้การทำงานมีความเหมาะสมสภาพการทำงาน ทั้งนี้การวิเคราะห์โดยวิธี NIOSH เป็นการวิเคราะห์ที่ไม่ยุ่งยาก และทราบผลได้ทันที รวมถึงการปรับปรุงการทำงานสามารถทำได้ตามคำแนะนำ

3.2 การวิเคราะห์พารามิเตอร์

การวิเคราะห์พารามิเตอร์จะได้มาจาก การวิเคราะห์ความล้ากล้ามเนื้อโดยเครื่อง EMG โดยศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความล้า คือ ระดับความสูงในการกรีดยางพารา ระดับความเอียงของพื้นที่กรีดยางพาราและจำนวนการกระตุกข้อมือกรีดยางพารา ดังแสดงต่อไปนี้

การวิเคราะห์ความล้าทำการทดลองในห้องวิจัยการยศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์โดยทำการวัดความล้าด้วยเครื่อง EMG ที่หลังส่วนล่าง มี 3 ชุดการทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างทำการสุ่มโดยวิธีเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักศึกษา เพศชาย จำนวน 4 คน อายุ 20-24 ปีจากนักศึกษาที่ครอบครัวยุโรปประกอบอาชีพกรีดยางพาราและมีประสบการณ์กรีดยางพาราตั้งแต่ 1 ปี ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์ดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า

- มีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์
- สามารถอ่านและเขียนภาษาไทยได้ดี
- ไม่มีประวัติอาการบาดเจ็บและอาการปวดหลัง

เกณฑ์การคัดออก

- กลุ่มตัวอย่างที่ไม่สามารถเข้าร่วมได้ตลอดโครงการ
- เคยได้รับการผ่าตัดบริเวณไหล่ แขน มือ ลำตัว หน้าท้อง หลัง สะโพก หรือต้นขา

ขั้นตอนการทดลอง

การดำเนินการทดลองการวิเคราะห์ความล้าโดยเป้าหมายคือการหาค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ติดตั้งและจับยึดต้นยางพารากับชุดอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสำหรับกรีดยางพาราให้มีความมั่นคงพร้อมกรีดยางพารา (ภาพที่ 3.3)
- 2) กลุ่มตัวอย่างยึดและอบอุ่นกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ประมาณ 5 นาที
- 3) เตรียมเครื่อง EMG TMS International รุ่น Mobi 6 (ภาพที่ 3.4)
- 4) เตรียมแผ่นอิเล็กโทรด (ภาพที่ 3.5) และติดตั้งแผ่นอิเล็กโทรด ที่มัดกล้ามเนื้อเป้าหมาย คือกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง คือ มัดกล้ามเนื้อ Erector spinae ด้านซ้ายและด้านขวา และ มัดกล้ามเนื้อ Multifidus ด้านซ้ายและด้านขวา รวมทั้งหมด 4 มัดกล้ามเนื้อ (ภาพที่ 3.6)
- 5) ก่อนการกรีดยางทำการทดลองวัดค่าการออกแรงสูงสุด (Maximum Voluntary Contraction: MVC) โดยใช้เครื่อง วัดกำลังสถิติของ Jackson Strength และบันทึกค่า EMG
- 6) ทำการทดลองกรีดยางพาราตามการออกแบบการทดลองและบันทึกภาพพร้อมกันไปด้วยเป็นเวลา 20 นาทีต่อรอบการกรีดและบันทึกค่า EMG (ภาพที่ 3.7-ภาพที่ 3.8)
- 7) บันทึกค่า EMG (ภาพที่ 3.9) และนำค่า EMG ไปวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม Bioproc 2
- 8) เปรียบเทียบค่า EMG จากการกรีดยางพารากับค่า MVC



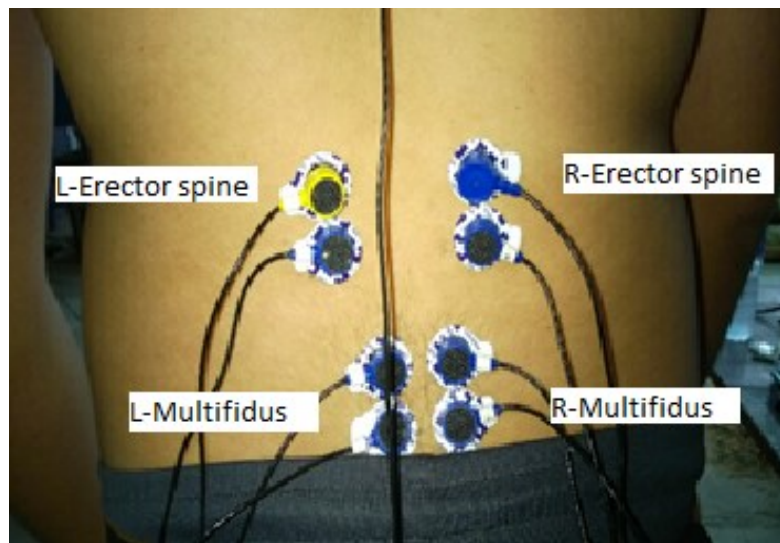
ภาพที่ 3.3 การจับยึดต้นยางพาราก่อนทำการกรีด



ภาพที่ 3.4 การเตรียมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกับ EMG



ภาพที่ 3.5 แผ่นอิเล็กโทรดสำหรับ EMG



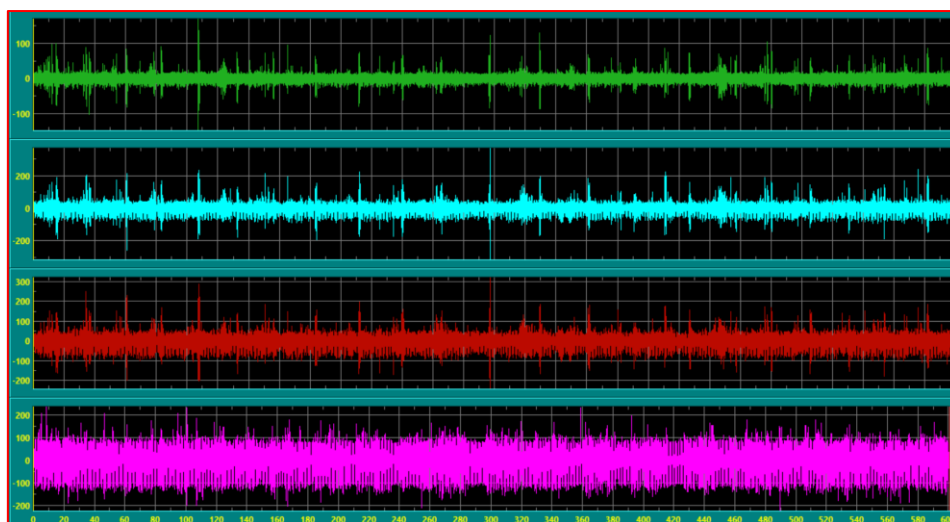
ภาพที่ 3.6 ตำแหน่งติดตั้งแผ่นอิเล็กโทรดบนมัดกล้ามเนื้อ



ภาพที่ 3.7 การกรีดยางพาราที่ความสูงระดับไหล่



ภาพที่ 3.8 การกรีดยางพาราที่ระดับความสูงเหนือศีรษะ



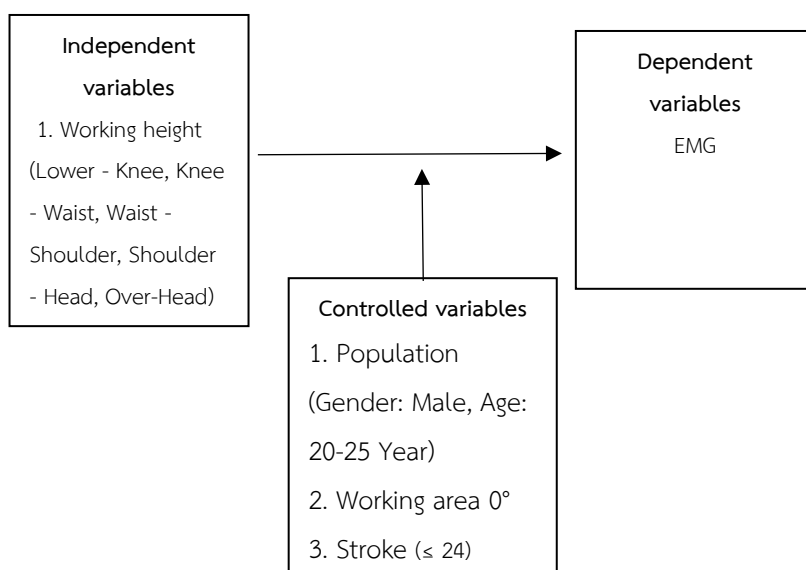
ภาพที่ 3.9 การบันทึกคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะกรีดยางพารา

การทดลองเพื่อวิเคราะห์ความล้าจากการกรีดยางพาราจะมีการทดลองทั้งหมด 3 ชุดคือ การทดลองเพื่อหาค่า EMG ที่ส่งผลต่อความล้าที่ระดับการกรีดยางพาราที่ต่างกัน การทดลองเพื่อหาความล้าการกรีดยางพาราที่ระดับองศาของพื้นที่กรีดยางพาราที่ต่างกันและการทดลองเพื่อหาความล้าการกรีดยางพาราจากการกระตุกข้อมือต่างกัน โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

3.2.1 การทดลองระดับความสูงกรีดยางพารา

การศึกษาระดับความสูงในการกรีดยางพาราที่แตกต่างกันที่มีผลต่อความล้า โดยใช้วิธี การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียว (Single Factor Experiments: Analysis of Variance (ANOVA) ผู้เข้าร่วมทดลองจำนวน 4 คนโดยตัวแปรต้นคือความสูงในการกรีดยางพารา มี 5 ระดับคือ (1) ต่ำกว่าเข่า (2) เข่าถึงเอว (3) เอวถึงไหล่ (4) ไหล่ถึงศีรษะ และ (5) เหนือศีรษะขึ้นไป โดยมีตัวแปรตามคือ คลื่นสัญญาณ EMG ของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง คือ erector spinae (lumbar region) และ multifidus (lumbar region) ดังแสดง

ภาพที่ 3.10 โดยในการทดลองมีการทำซ้ำ 3 ครั้ง โดยการทดลองจะเป็นแบบสุ่ม แสดงในตารางที่ 3.1



ภาพที่ 3.10 การทดลองระดับความสูงกรีดยางพารา

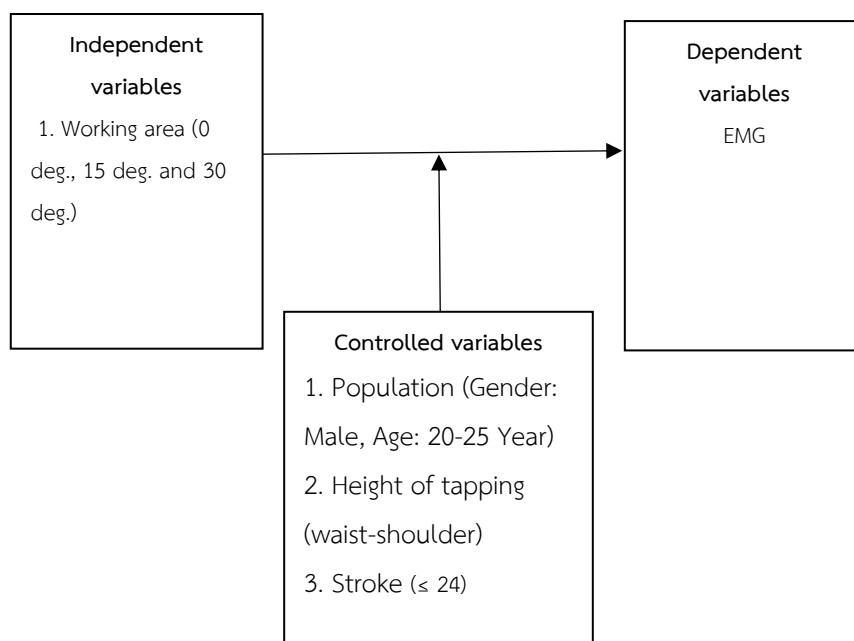
ตารางที่ 3.1 การออกแบบการทดลองระดับความสูงกรีดยางพารา

ลำดับ	ระดับความสูงในการกรีด	ความเอียงของพื้นที่	ครั้งที่ 1 (EMG)	ครั้งที่ 2 (EMG)	ครั้งที่ 3 (EMG)
1	พื้นถึงเข่า	0°			
2	เข่าถึงเอว	0°			
3	เอวถึงไหล่	0°			
4	ไหล่ถึงศีรษะ	0°			
5	เหนือศีรษะขึ้นไป	0°			

3.2.2 การทดลองระดับขององศาพื้นที่กรีดยางพารา

การศึกษาระดับความเอียงของพื้นที่ในการกรีดยางพาราที่แตกต่างกันที่มีผลต่อความล้า โดยใช้วิธี การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียว ผู้เข้าร่วมทดลองจำนวน 4 คนโดยตัวแปรต้นคือ ความเอียงของพื้นที่ในการกรีดยางพารา มี 3 ระดับคือ (1) 0 degrees (2) 15 degrees และ (3) 30

degrees ดังแสดงภาพที่ 3.11 โดยในการทดลองมีการทำซ้ำ 3 ครั้ง โดยการทดลองจะเป็นแบบสุ่ม (ตารางที่ 3.2)



ภาพที่ 3.11 การทดลองระดับขององศาพื้นที่กรีดยางพารา

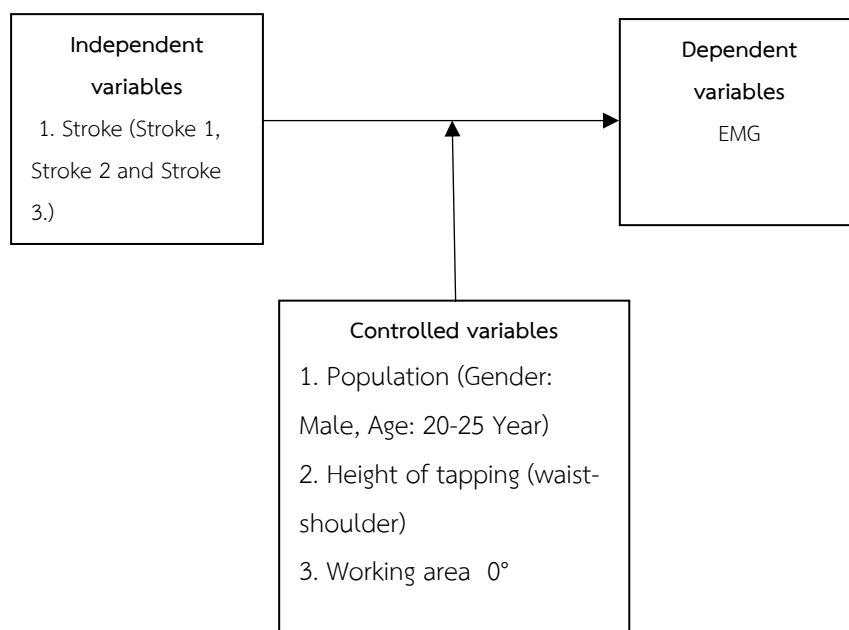
ตารางที่ 3.2 การออกแบบการทดลองระดับขององศาพื้นที่กรีดยางพารา

ลำดับ	ความเอียงของพื้นที่	ครั้งที่ 1 (EMG)	ครั้งที่ 2 (EMG)	ครั้งที่ 3 (EMG)
1	0°			
2	15°			
3	30°			

3.2.3 การทดลองการกระตุกข้อมือกรีดยางพารา

การศึกษาการกระตุกข้อมือ (Stroke) ในการกรีดยางพาราที่แตกต่างกันที่มีผลต่อความล่า โดยใช้วิธี การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียว ผู้เข้าร่วมทดลองจำนวน 4 คนโดยตัวแปรต้น คือจำนวนครั้งการกระตุกข้อมือในการกรีดยางพารา มี 3 ระดับคือ (1) Stroke 1 (2) Stroke 2 และ

(3) Stroke 3 โดยมีตัวแปรตามคือ คลื่นสัญญาณ EMG ของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง คือ erector spinae (lumbar region) และ multifidus (lumbar region) ดังแสดงภาพที่ 3.12 โดยในการทดลองมีการทำซ้ำ 3 ครั้ง โดยการทดลองจะเป็นแบบสุ่ม (ตารางที่ 3.3)



ภาพที่ 3.12 การทดลองการกระตุกข้อมือกรีดยางพารา

ตารางที่ 3.3 การออกแบบการทดลองการกระตุกข้อมือกรีดยางพารา

ลำดับ	การกระตุกข้อมือ (ครั้ง)	ครั้งที่ 1 (EMG)	ครั้งที่ 2 (EMG)	ครั้งที่ 3 (EMG)
1	Stroke 1 (≤ 24)			
2	Stroke 2 (25-36)			
3	Stroke 3 (≥ 37)			

3.2.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติวิเคราะห์ประกอบด้วย สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติเชิงอนุมาน สำหรับทดสอบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์

กับความล้าและวิเคราะห์ความล้ากล้ามเนื้อด้วยวิธี RMS[51] โดยโปรแกรม BioProc 2 ดังแสดงภาพที่ 3.13

Channel	Label	Mean	Std.Dev.	RMS	Minimum	and Time	Maximum	and Time	Range
Chan. 00	Chan. 00	0.0001	6.1785	6.1783	-79.6180	343.4693	93.0863	174.2080	172.7043
Chan. 01	Chan. 01	0.0000	16.3069	16.3062	-151.0273	425.6867	157.1894	169.3067	308.2166
Chan. 02	Chan. 02	0.0001	17.6747	17.6740	-169.9656	154.9787	216.3264	199.5080	386.2920
Chan. 03	Chan. 03	-0.0006	29.5885	29.5869	-258.5558	343.0680	491.4838	442.4693	750.0396

Trial code: Aum_15_Deg_1
From: 112424
 149.897 s
To: 337270
 449.692 s
n= 224847
t 299.795 s
Print
Integration Statistics
Exit

ภาพที่ 3.13 การวิเคราะห์ค่า EMG ด้วยโปรแกรม Bioproc 2

3.3 การสร้างโมเดล

การสร้างโมเดลในครั้งนี้จะใช้การกำหนดตัวคูณและสมการเพื่อนำไปประเมินความเสี่ยง โดยใช้วิธีการคำนวณค่าจากตัวคูณ โดยปรับปรุงจากสมการ NIOSH Lifting Equation[62] และในการปรับมาใช้กับโมเดลความล้าจากการกรีดยางพารา นั้นจะใช้หลักการที่ว่า จำนวนต้นยางที่กรีดต่อวันนั้นจะต้องไม่เกินค่าความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำงานหรือขีดจำกัด ของจำนวนต้นยางพาราที่แนะนำให้กรีดต่อวัน โดยที่ รูปแบบสมการความล้าการกรีดยางพาราจะเป็นดังนี้

Rubber Tapping Index = no. of trees/ Recommended trees limits

Recommended trees limits = LC × HM × SM × WM

LC = Load Constance (Maximum number of trees at suitable working conditions) คือ ค่าคงที่จำนวนต้นยางที่กรีดต่อวัน

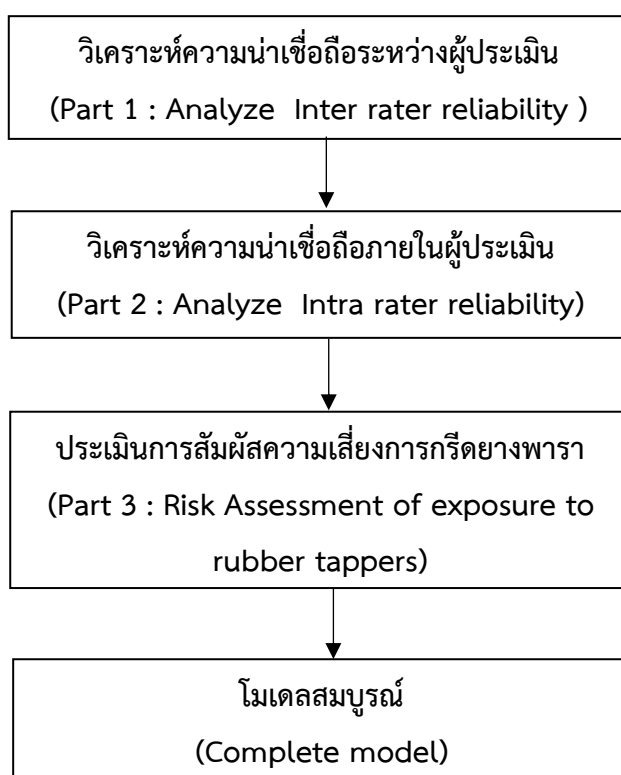
HM = Working height Multiplier คือ ตัวคูณระดับความสูงในการกรีดยางพารา

SM = Stroke Multiplier คือ ตัวคูณการกระตุกข้อมือในการกรีดยางพาราในหนึ่งหน้ายาง

WM = Work Area Multiplier คือ ลักษณะความเอียงของพื้นที่สวนยางพารา

3.4 การตรวจสอบโมเดล

การตรวจสอบโมเดลความถี่การกรีดยางพารานั้นเป็นขั้นตอนสุดท้ายหลังจากที่กำหนดค่าต่าง ๆ เรียบร้อยแล้วโดยนำโมเดลดังกล่าวมาตรวจสอบว่าสามารถใช้งานได้ถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังต่อไปนี้ (ดังแสดงในภาพที่ 3.14)



ภาพที่ 3.14 ขั้นตอนการตรวจสอบโมเดล

3.4.1 การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน

1.) นำโมเดลความถี่การกรีดยางพารา ไปใช้กับเกษตรกรชาวสวนยางพารา ที่อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง กลุ่มตัวอย่าง 30 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างทำการสุ่มโดยวิธีเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) จากชาวสวนยางพารา จำนวน 30 คน อายุ 20-60 ปีและมีประสบการณ์กรีดยางพาราตั้งแต่ 1 ปี ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์ดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า

- มีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์
- สามารถอ่านและเขียนภาษาไทยได้ดี
- ไม่มีประวัติอาการบาดเจ็บและอาการปวดหลัง

เกณฑ์การคัดออก

- เคยได้รับการผ่าตัดบริเวณไหล่ แขน มือ ลำตัว หน้าท้อง หลัง สะโพก หรือต้นขา
- กลุ่มตัวอย่างที่ไม่สามารถเข้าร่วมได้ตลอดเวลาในการทำโครงการตลอดโครงการ

2.) ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสำรวจ ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ที่มีอาการปวดหลังกรีดยางพารา โดยใช้แบบประเมินความถี่ทางการยศาสตร์สำหรับการกรีดยางพาราโดยปรับปรุงจาก Standardized Nordic Questionnaires [46]

3) ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการยศาสตร์ อาชีวอนามัยและความปลอดภัย สุขศาสตร์อุตสาหกรรม และความปลอดภัย จำนวน 4 คน ประเมินด้วยแบบประเมินความถี่การกรีดยางพารา

4) วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Intra-class Correlation (ICC)

5) วิเคราะห์ระดับความสอดคล้องตามแนวทางสถิติแคปปา (ตารางที่ 3.4)

ตารางที่ 3.4 ระดับความสอดคล้องตามแนวทางสถิติแคปปา(Kappa) [46]

สถิติแคปปา (Kappa)	ระดับความสอดคล้อง
0.00-0.19	ไม่มีความสอดคล้อง (None)
0.20-0.39	ความสอดคล้องน้อยมาก (Minimal)
0.40-0.59	ความสอดคล้องน้อย (Weak)
0.60-0.79	ความสอดคล้องปานกลาง (Moderate)
0.80-0.89	ความสอดคล้องมาก (Strong)
0.90-1.00	ความสอดคล้องมากที่สุด (Almost Perfect)

3.4.2 การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นภายในผู้ประเมิน

1.) นำโมเดลความถี่การกรีดยางพารา ไปใช้กับเกษตรกรชาวสวนยางพารา ที่อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างทำการสุ่มโดยวิธีเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) จากชาวสวนยางพารา จำนวน 30 คน อายุ 20-60 ปีและมีประสบการณ์กรีดยางพาราตั้งแต่ 1 ปี ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์ดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า

- มีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์
- สามารถอ่านและเขียนภาษาไทยได้ดี
- ไม่มีประวัติอาการบาดเจ็บและอาการปวดหลัง

เกณฑ์การคัดออก

- เคยได้รับการผ่าตัดบริเวณไหล่ แขน มือ ลำตัว หน้าท้อง หลัง สะโพก หรือต้นขา
- กลุ่มตัวอย่างที่ไม่สามารถเข้าร่วมได้ตลอดระยะเวลาในการทำโครงการ

2.) ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสำรวจ ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ที่มีอาการปวดหลังกรีดยางพารา โดยใช้แบบประเมินความถี่ทางการยศาสตร์สำหรับการกรีดยางพาราโดยปรับปรุงจาก Standardized Nordic Questionnaires [46]

3) ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการยศาสตร์ อาชีวอนามัยและความปลอดภัย สุขศาสตร์อุตสาหกรรม และความปลอดภัย จำนวน 4 คน ประเมินด้วยแบบประเมินความถี่การกรีดยางพารา

4) วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Intra-class Correlation (ICC)

5) วิเคราะห์ระดับความสอดคล้องตามแนวทางสถิติแคปปา ดังตาราง 3.5

3.4.3 การนำแบบประเมินกับไปใช้กับชาวสวนยางพารา

1.) นำโมเดลความถี่การกรีดยางพารา ไปใช้กับเกษตรกรชาวสวนยางพารา ที่อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง กลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างทำการสุ่มโดยวิธีเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) จากชาวสวนยางพารา จำนวน 30 คน อายุ 20-60 ปีและมีประสบการณ์กรีดยางพาราตั้งแต่ 1 ปี ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์ดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า

- มีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์
- สามารถอ่านและเขียนภาษาไทยได้ดี
- ไม่มีประวัติอาการบาดเจ็บและอาการปวดหลัง

เกณฑ์การคัดออก

- กลุ่มตัวอย่างที่ไม่สามารถเข้าร่วมได้ตลอดโครงการ
- 2.) ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสำรวจ ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ที่มีอาการปวดหลังกรีด ยางพารา โดยใช้แบบประเมินความล่าช้าทางการยศาสตร์สำหรับการกรีดยางพาราโดย ปรับปรุงจาก Standardized Nordic Questionnaires [46]
 - 3.) วิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผล
 - 4.) นำโมเดลความล่าช้าไปทดลองใช้กับกลุ่มเกษตรกรชาวสวนยางพารา ของ อ.เมืองพัทลุง จ. พัทลุง จำนวน 30 คน เพื่อยืนยันผล

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การทดลองในห้องปฏิบัติการสำหรับการกรีดยางพารา และเก็บข้อมูลจากการทำงานกรีดยางพาราของเกษตรกรชาวสวนยางพาราเพื่อนำไปสู่การพัฒนา แบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์สำหรับการกรีดยางพารานั้นสามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการกรีดยางพารา

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการกรีดยางพาราได้จากการออกแบบการทดลอง โดยวิเคราะห์ปัจจัย 3 ปัจจัยได้แก่ ระดับความสูงในการกรีดยางพารา ระดับขององศาพื้นที่กรีดยางพาราและการกระตุกข้อมือกรีดยางพาราโดยได้ผลดังนี้

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ระดับความสูงกรีดยางพารา

การวิเคราะห์ผลระดับความสูงในการกรีดยางพาราได้แบ่งระดับออกเป็น 5 ระดับคือ พื้นถึงเข่า เข่าถึงเอว เอวถึงไหล่ ไหล่ถึงศีรษะ และระดับเหนือศีรษะขึ้นไป ซึ่งผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับความสูงในการกรีดยางพารา

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Level	4	3376	844.0	5.14	0.001
Error	55	9022	164.0		
Total	59	12398			

ผลจากตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัยระดับความสูงกรีดยางพารา ซึ่งค่า F-ratio = 5.14 และค่า P-value = 0.001 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าระดับความสูงกรีดยางพารา มีผลต่อความล้าในการกรีดยางพารา

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ระดับขององศาพื้นที่กรีดยางพารา

การวิเคราะห์ระดับขององศาพื้นที่กรีดยางพาราโดยการทดลองที่ 3 ระดับคือ 0° 15° และ 30° ซึ่งผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์ระดับขององศาพื้นที่กรีดยางพารา

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Degree	2	2364	1181.9	6.15	0.005
Error	33	6338	192.1		
Total	35	8702			

ผลจากตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัยระดับขององศาพื้นที่กิริตยงพารา ซึ่งค่า F-ratio = 6.15 และค่า P-value = 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าระดับขององศาพื้นที่กิริตยงพารามีผลต่อความล่าในการกิริตยงพารา

4.1.3 ผลการวิเคราะห์การกระตุกข้อมือกิริตยงพารา

การวิเคราะห์การกระตุกข้อมือกิริตยงพาราโดยการทดลองที่ 3 ระดับคือ 1) ≤ 24 2) 25-36 และ 3) ≥ 37 ซึ่งผลวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 วิเคราะห์การกระตุกข้อมือกิริตยงพารา

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Stroke	2	2580	1290.1	7.15	0.003
Error	33	5953	180.4		
Total	35	8533			

ผลจากตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในปัจจัยการกระตุกข้อมือกิริตยงพาราซึ่งค่า F-ratio = 7.15 และค่า P-value = 0.003 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่าการกระตุกข้อมือกิริตยงพารามีผลต่อความล่าในการกิริตยงพารา

4.2 ผลการวิเคราะห์ความล่าจากการกิริตยงพารา

การวิเคราะห์ความล่าของกลุ่มตัวอย่างกิริตยงพาราจะถูกดำเนินการโดยทำการทดลองกิริตยงพาราและวัดค่า EMG ของกล้ามเนื้อหลังโดยผลการทดลอง 3 ชุดการทดลองคือ 1) การวิเคราะห์ความล่าที่ระดับความสูงของหน้ายางต่าง ๆ กัน 2) การวิเคราะห์ความล่าเมื่อระดับลักษณะพื้นที่ในการกิริตยงพาราต่างกัน และ 3) การวิเคราะห์ความล่าเมื่อการกระตุกข้อมือ (Stroke)

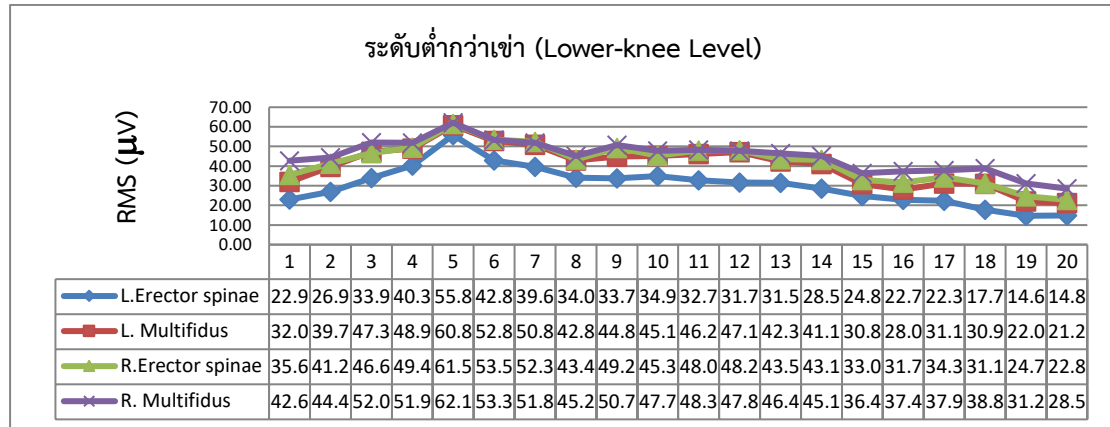
4.2.1 การวิเคราะห์ปัจจัยระดับความสูงในการกิริตยงพารากับค่า EMG

การวิเคราะห์ผลกระทบเนื่องจากระดับความสูงหน้ายางในการกิริตยงพารานั้น จะแบ่งออกเป็น 5 ระดับคือ 1) พื้นถึงเข่า 2) เข่าถึงเอว 3) เอวถึงไหล่ 4) ไหล่ถึงศีรษะ และ 5)เหนือศีรษะขึ้นไป มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

การวิเคราะห์ค่า EMG การกิริตยงพาราที่ระดับต่ำกว่าเข่า (Lower-knee Level)

ผลการวิเคราะห์ค่า EMG ที่ระดับต่ำกว่าเข่า (ภาพที่ 4.1) พบว่าค่า RMS ของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงนาที่ที่ 5 จะเป็นจุดที่มีค่าสูงสุดและหลังจากนั้นจะมีค่าลดลงจนครบการทดลองที่ 20 นาทีซึ่งหมายความว่าความล่าของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและพบว่ามีกล้ามเนื้อ 2 มัดที่มีค่าการออกแรงสูงกว่ากล้ามเนื้อมัดอื่นในการกิริตยงพาราที่ระดับ ต่ำกว่าเข่า(Lower-knee level) คือ กล้ามเนื้อหลัง

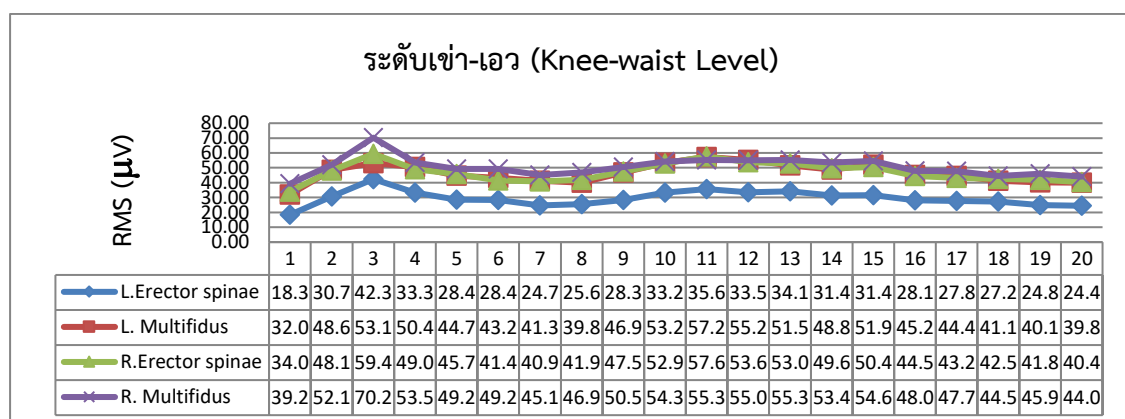
ส่วนลึกด้านขวา(R. Multifidus) และ กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างด้านขวา (R. Erector) มีค่าเท่ากับ 62.10 และ 61.52 μV



ภาพที่ 4.1 การเปรียบเทียบค่า RMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ระดับการกิริตต่ำกว่าเข่า

การวิเคราะห์ค่า EMG กกับการกิริตยงพาราที่ระดับเข่า-เอว (Knee-waist Level)

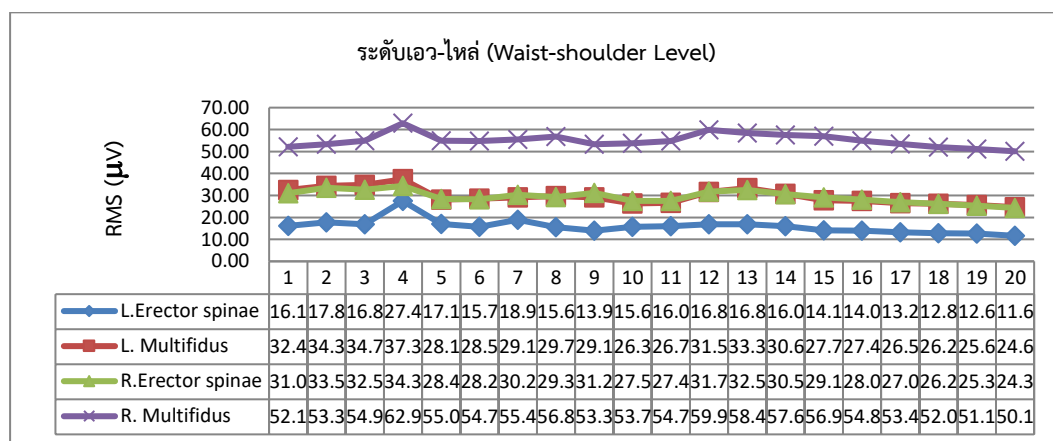
ผลการวิเคราะห์ค่า EMG ที่ระดับเข่า-เอว (ภาพที่ 4.2) พบว่าค่า RMS ของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงนาทีที่ 3 จะเป็นจุดที่มีค่าสูงสุดและหลังจากนั้นจะมีค่าลดลงจนครบการทดลองที่ 20 นาทีซึ่งหมายความว่ากล้ามเนื้อมีความล้าเพิ่มขึ้นและพบว่ามีกล้ามเนื้อ 2 มัดที่มีค่าการออกแรงสูงกว่ากล้ามเนื้อมัดอื่นในการกิริตยงที่ระดับเข่าถึงเอว (Knee-waist) คือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา R. Multifidus และ กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างด้านขวา R. Erector (70.27 และ 59.45 μV)



ภาพที่ 4.2 การเปรียบเทียบค่า RMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ระดับการกิริตระดับเข่า-เอว

การวิเคราะห์ค่า EMG กับการกริยงพาราที่ระดับเอว-ไหล่ (Waist-shoulder Level)

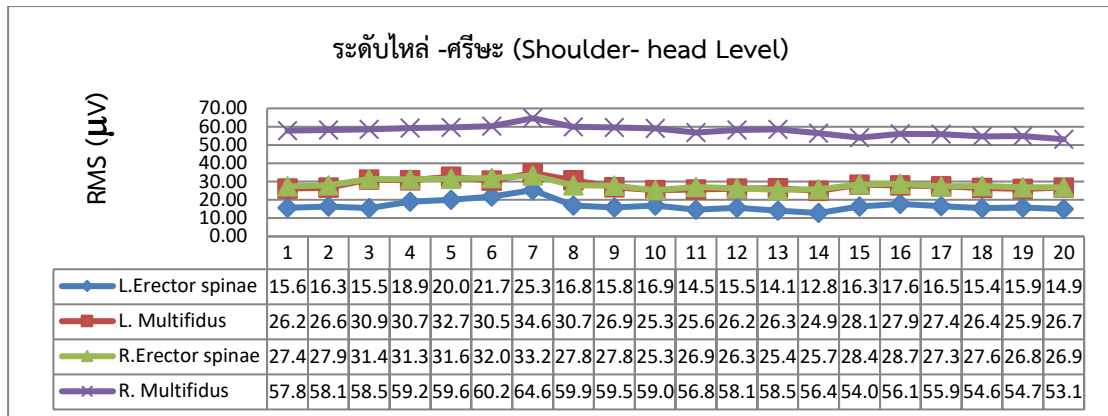
ผลการวิเคราะห์ค่า EMG ที่ระดับ เอว-ไหล่ (ภาพที่ 4.3) พบว่าค่า RMS ของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงนาทีที่ 4 จะเป็นจุดที่มีค่าสูงสุดและหลังจากนั้นจะมีค่าลดลงจนครบการทดลองที่ 20 นาทีซึ่งหมายความว่าความล้าของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและพบว่ามีกล้ามเนื้อ 1มัดที่มีค่าการออกแรงสูงกว่ากล้ามเนื้อมัดอื่นในการกริยงที่ระดับเอว-ไหล่(Waist-shoulder)คือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา (R. Multifidus) มีค่าเท่ากับ 62.90 μ V



ภาพที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่า RMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ระดับการกริยงระดับเอว-ไหล่

การวิเคราะห์ค่า EMG กับการกริยงพาราที่ระดับไหล่-ศีรษะ (Shoulder-head Level)

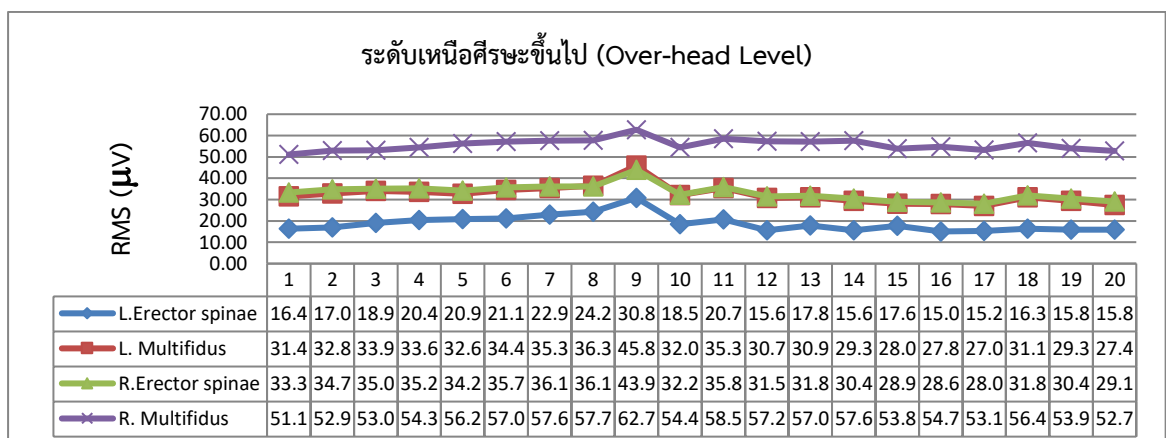
ผลการวิเคราะห์ค่า EMG ที่ระดับ ไหล่-ศีรษะ (ภาพที่ 4.4) พบว่าค่า RMS ของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงนาทีที่ 7 จะเป็นจุดที่มีค่าสูงสุดและหลังจากนั้นจะมีค่าลดลงจนครบการทดลองที่ 20 นาทีซึ่งหมายความว่าความล้าของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและพบว่ามีกล้ามเนื้อ 1มัดที่มีค่าการออกแรงสูงกว่ากล้ามเนื้อมัดอื่นในการกริยงที่ระดับไหล่-ศีรษะ(Shoulder-head level) คือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา R. Multifidus (64.61 μ V)



ภาพที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่า RMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ระดับการกิริยาระดับไหล่-ศีรษะ

การวิเคราะห์ค่า EMG กับกรรดิยงพาราที่ระดับเหนือศีรษะขึ้นไป (Over-head Level)

ผลการวิเคราะห์ค่า EMG ที่ระดับเหนือศีรษะขึ้นไป (ภาพที่ 4.5) พบว่าค่า RMS ของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงนาที่ที่ 9 จะเป็นจุดที่มีค่าสูงสุดและหลังจากนั้นจะมีค่าลดลงจนครบการทดลองที่ 20 นาทีซึ่งหมายความว่าความล้าของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและพบว่ามีกล้ามเนื้อ 1 มัดที่มีค่าการออกแรงสูงกว่ากล้ามเนื้อมัดอื่นในการกิริยาระดับเหนือศีรษะ (Over-head level) คือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา R. Multifidus (62.73 µV)



ภาพที่ 4.5 การเปรียบเทียบค่า RMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ระดับการกิริยาระดับเหนือศีรษะ

นอกจากนี้ก่อนการทดลองกริดยางพาราที่ระดับความสูงต่าง ๆ นั้นจะต้องทำการวัดค่ากล้ามเนื้อขณะออกแรงดึงสูงสุดเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า EMG ในแต่ละระดับการกริดยางพารา(จุดที่กล้ามเนื้อมีค่า EMG มากสุด) และนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าการออกแรงดึงสูงสุดดังต่อไปนี้

การออกแรงดึงสูงสุด MVC (Maximum Voluntary Contraction)

การวิเคราะห์การออกแรงดึงสูงสุด เป็นการทดลองเพื่อทราบว่าก่อนการทำงานแรงดึงสูงสุดของกล้ามเนื้อมีค่าเท่าไรแล้วนำมาเปรียบเทียบกับ ผลการออกแรงของกล้ามเนื้อหลังการทำงานโดยปกติในการทำงานค่าการออกแรงกล้ามเนื้อไม่ควรเกิน 30% ของค่า MVC ผลการวิเคราะห์การออกแรงดึงสูงสุด พบว่า กล้ามเนื้อที่มีค่าการออกแรงดึงสูงสุด MVC คือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านซ้าย (L. Multifidus) กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างด้านขวา (R. Erector) กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา (R. Multifidus) และกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างด้านซ้าย(L.Erector)ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 วิเคราะห์การออกแรงกล้ามเนื้อสูงสุด (MVC) ก่อนกริดยางพารา

ระดับความสูงกริด ยางพารา (Level of tapping)	การออกแรงกล้ามเนื้อสูงสุด (MVC) (μV)			
	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
1. เหนือศีรษะ (Over-head)	117.08	236.15	217.15	180.84
2. ไหล่-ศีรษะ (Shoulder-head)	111.42	209.56	182.90	132.89
3. เอว-ไหล่ (Waist-shoulder)	124.76	204.81	183.89	154.53
4. เข่า-เอว (Knee-waist)	105.41	171.93	156.97	131.94
5. ต่ำกว่าเข่า (Lower-knee)	143.54	201.10	190.88	143.53

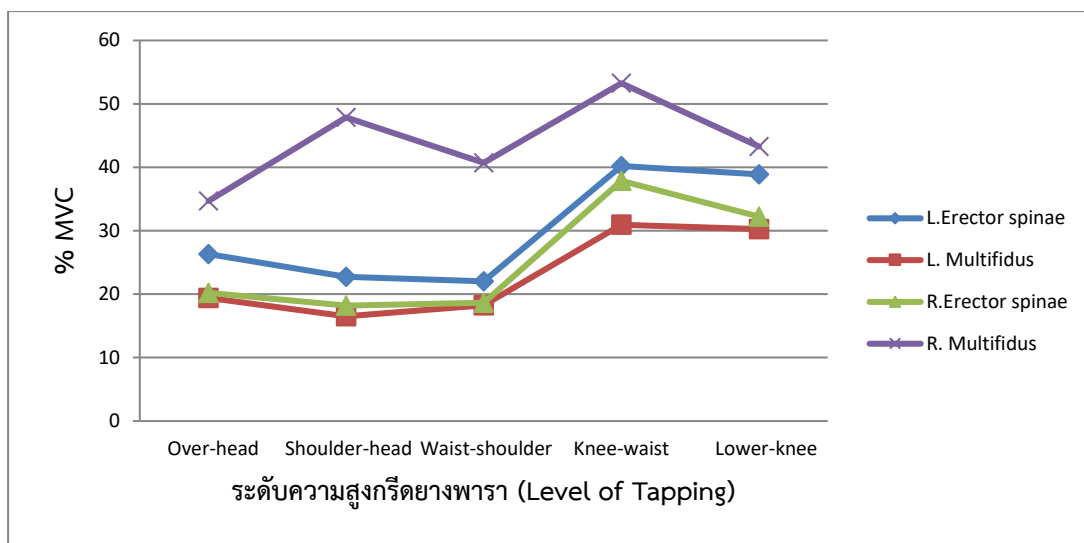
การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การออกแรงดึงสูงสุด (MVC) ของกล้ามเนื้อในแต่ละระดับการกริด

การเปรียบเทียบ % MVC (RMS) ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดนั้นจะนำผลการออกแรงดึงสูงสุดของกล้ามเนื้อมาเปรียบเทียบกับค่าของการกริดยางพาราที่ระดับความสูงต่าง ๆ ที่ค่าสูงสุดของการกริดยางพาราในแต่ละระดับความสูงพบว่าที่การกริดระดับเข่า-เอว (Knee-waist)มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (Mean=40.57) ระดับต่ำกว่าเข่า (Lower-knee) มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 36.16 ระดับไหล่ถึงศีรษะ ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 26.33 และระดับเหนือศีรษะมีค่าเท่ากับ 25.16 ตามลำดับ นอกจากนี้ในส่วนของมัดกล้ามเนื้อ

พบว่ากล้ามเนื้อที่มี % MVC มากที่สุดคือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา (R. Multifidus) มีค่าเท่ากับ 53.26 ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การออกแรงกล้ามเนื้อสูงสุด (MVC)

ระดับความสูงกรีด ยางพารา (Level of tapping)	เปอร์เซ็นต์การออกแรงกล้ามเนื้อสูงสุด (MVC) (μ V)			
	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
1. เหนือศีรษะ (Over-head)	26.31	19.42	20.23	34.69
2. ไหล่-ศีรษะ (Shoulder-head)	22.75	16.51	18.2	47.87
3. เอว-ไหล่ (Waist-shoulder)	22.03	18.25	18.67	40.7
4. เข่า-เอว (Knee-waist)	40.21	30.94	37.87	53.26
5. ต่ำกว่าเข่า (Lower-knee)	38.87	30.26	32.23	43.27



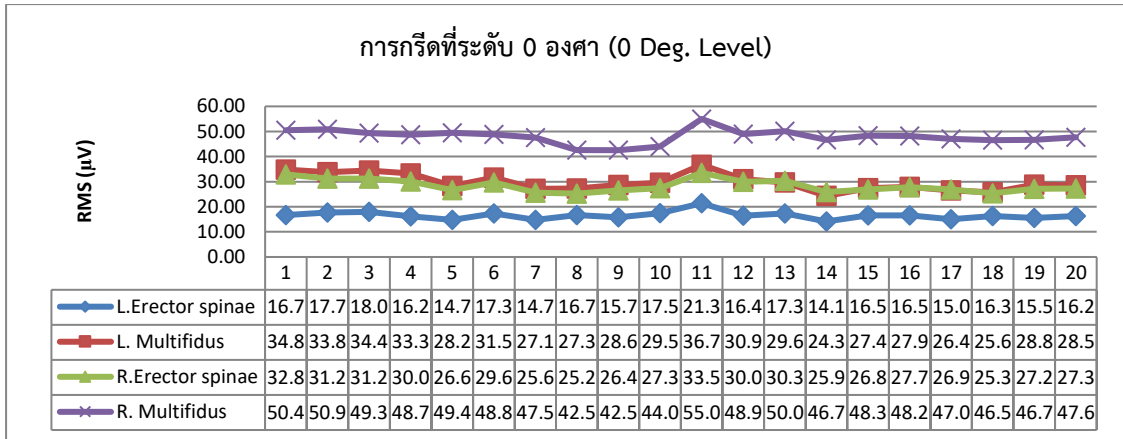
ภาพที่ 4.6 การเปรียบเทียบค่า% MVC ของกล้ามเนื้อแต่ละมัด

4.2.2 การวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะพื้นที่ในการกรดยางพารากับค่า EMG

การวิเคราะห์ปัจจัยลักษณะพื้นที่ในการกรดยางพารานั้นจะทดลองที่ 3 ระดับคือ 1) การกรดยางพาราที่ระดับ 0 องศา 2) การกรดยางพาราที่ระดับ 15 องศา และ 3) การกรดยางพาราที่ระดับ 30 องศา ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

การวิเคราะห์การกรดยางพาราตามพื้นที่การกรดยางพาราที่ระดับ 0 องศา (0 Deg. Level)

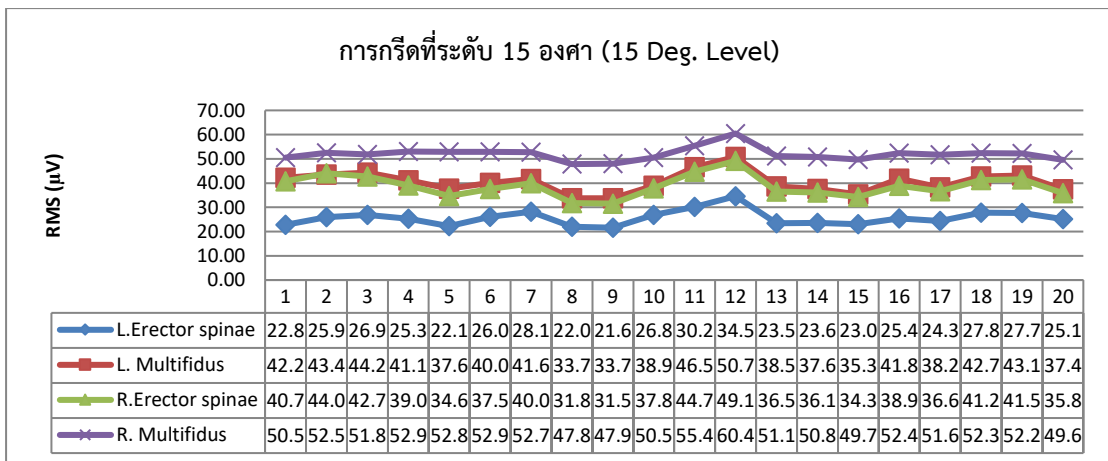
ผลการวิเคราะห์ค่า EMG ของลักษณะพื้นที่การกรดยางพาราที่ 0 องศา (ภาพที่ 4.7)พบว่าเมื่อเริ่มกรดยางพาราค่า RMS ของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงนาฬิกาที่ 11จะเป็นจุดที่มีค่าสูงสุดและหลังจากนั้นจะมีค่าลดลงจนสิ้นสุดการทดลองซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ความล้าของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและพบว่ามึกล้ามเนื้อที่มีค่าการออกแรงสูงกว่ากล้ามเนื้อมัดอื่นคือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา (R. Multifidus) ($55.00\mu\text{V}$)



ภาพที่ 4.7 การเปรียบเทียบค่า RMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ระดับพื้นที่การกรีด 0 องศา

การวิเคราะห์การกรีดยาวพาราตามพื้นที่การกรีดที่ระดับ 15 องศา (15 Deg. Level)

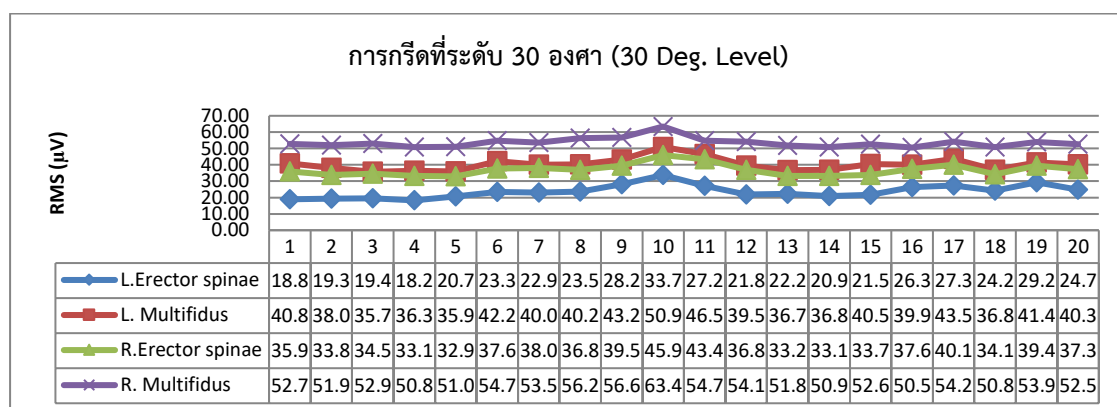
ผลการวิเคราะห์ค่า EMG ของลักษณะพื้นที่การกรีดที่ 15 องศา(ภาพที่ 4.8) พบว่าค่า RMS ของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆและมีค่าสูงสุดในนาที่ที่ 12 และหลังจากนั้นจะมีค่าลดลงจนครบการทดลองที่ 20 นาทีซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าความล้าของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและพบว่ามีมัดกล้ามเนื้อที่มีค่าการออกแรงสูงกว่ากล้ามเนื้อมัดอื่นที่พื้นที่การกรีด 15 องศาคือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา (R. Multifidus) (60.46μV)



ภาพที่ 4.8 การเปรียบเทียบค่าRMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ระดับพื้นที่การกรีด 15 องศา

การวิเคราะห์การกรดยางพาราตามพื้นที่การกริดที่ระดับ 30 องศา (30 Deg. Level)

ผลการวิเคราะห์ค่า EMG ของลักษณะพื้นที่การกริดที่ 30 องศา(ภาพที่ 4.9)พบว่าเมื่อเริ่มต้นทดลองค่า RMS ของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงนาที่ที่ 10ซึ่งเป็นจุดที่มีค่าสูงสุดและหลังจากนั้นจะมีค่าลดลงจนสิ้นสุดการทดลองซึ่งหมายความว่า ความล้าของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและพบว่ามัด ที่มีค่าการออกแรงสูงกว่ากล้ามเนื้อมัดอื่นพื้นที่การกริด 30 องศาคือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา (R. Multifidus) (63.40 μ V)



ภาพที่ 4.9 การเปรียบเทียบค่าRMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ระดับพื้นที่การกริด 30 องศา

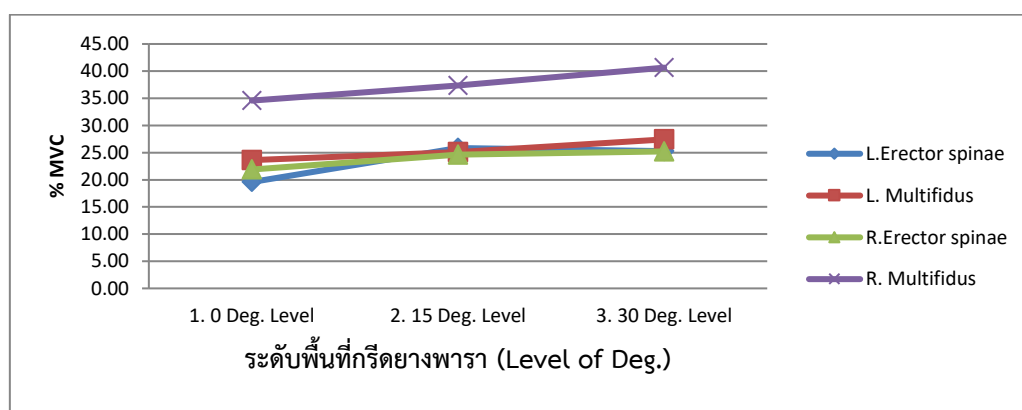
ก่อนการทดลองกรดยางพาราที่ระดับลักษณะพื้นที่กรดยางพาราที่ต่างกัน นั้นจะต้องทำการวัดค่ากล้ามเนื้อขณะออกแรงถึงสูงสุดเพื่อนำมาเปรียบเทียบค่า EMG ในแต่ละระดับการกรดยางพารา(จุดที่กล้ามเนื้อมีค่า EMG มากสุด) และนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าการออกแรงถึงสูงสุดดังต่อไปนี้

การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การออกแรงถึงสูงสุด (MVC) ของกล้ามเนื้อในแต่ละระดับพื้นที่การกริด

การเปรียบเทียบ % MVC (RMS) ของกล้ามเนื้อแต่ละมัด (ภาพที่ 4.10) พบว่าที่การกริดระดับ 30 องศา มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (Mean=29.64) ดังแสดงตารางที่ 4. โดยกล้ามเนื้อที่มี % MVC มากที่สุดคือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา (R. Multifidus) มีค่าเท่ากับ 40.64

ตารางที่ 4.6 วิเคราะห์ค่า % MVC ที่ทุกระดับพื้นที่ของการกรีดยางพารา

ระดับพื้นที่กรีด ยางพารา	มัดกล้ามเนื้อ Muscle Activity (%MVC) RMS (μ V)				Mean
	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus	
1. การกรีดที่ระดับ 0 องศา (0 Deg. Level)	19.59	23.62	21.89	34.58	24.92
2. การกรีดที่ระดับ 15 องศา (15 Deg. Level)	25.85	25.08	24.63	37.36	28.23
3. การกรีดที่ระดับ 30 องศา (30 Deg. Level)	25.27	27.43	25.22	40.64	29.64



ภาพที่ 4.10 การเปรียบเทียบค่า% MVC ของกล้ามเนื้อแต่ละมัด

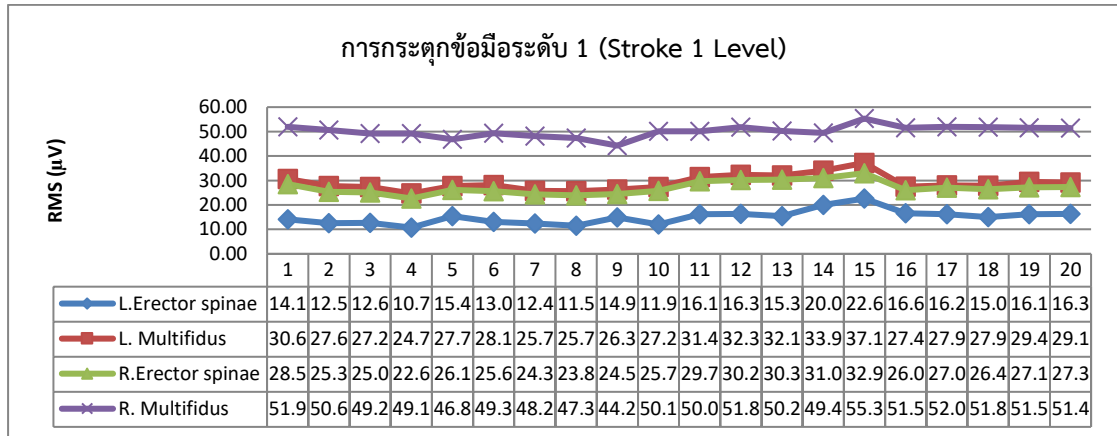
4.2.3 การวิเคราะห์ปัจจัยการกระตุกข้อมือในการกรีดยางพารา

การวิเคราะห์การกระตุกข้อมือในการกรีดยางพารานั้นจะทำการทดลองที่ 3 ระดับคือ 1) การกระตุกข้อมือระดับ 1 (≤ 24 ครั้งต่อหน้ายาง) 2) การกระตุกข้อมือระดับ 2 (25-36 ครั้งต่อหน้ายาง) และ 3) การกระตุกข้อมือระดับ 3 (≥ 37 ครั้งต่อหน้ายาง)ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

การวิเคราะห์การกรีดยางพาราตามการกระตุกข้อมือระดับ 1 (Stroke 1 Level)

ผลการวิเคราะห์ค่า EMG การกระตุกข้อมือในการกรีดยางพาราที่ระดับ 1 พบว่าค่า RMS ของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเมื่อเริ่มต้นกรีด จนถึงนาที่ที่ 15จะเป็นจุดที่มีค่าสูงสุดและหลัง

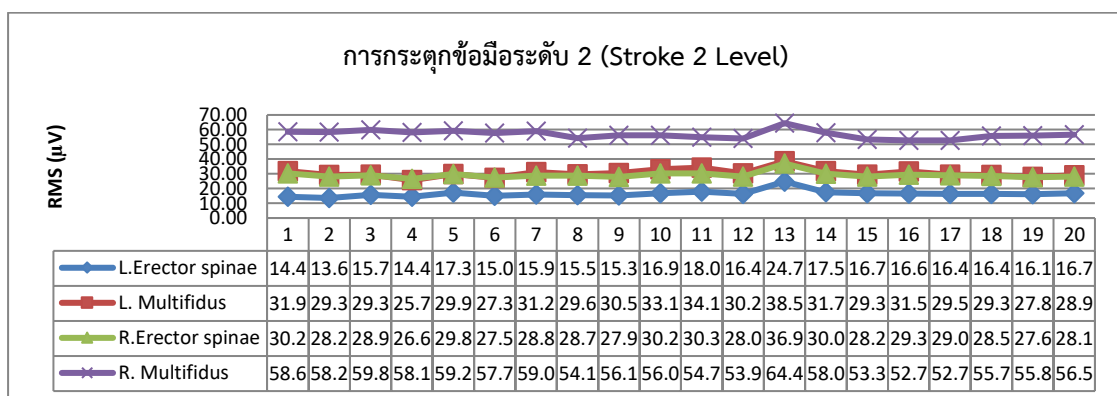
จากนั้นจะมีค่าลดลงจนสิ้นสุดการทดลองซึ่งอธิบายได้ว่าความล้าของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและพบว่ามึกล้ามเนื้อที่มีค่าการออกแรงสูงกว่ากล้ามเนื้อมัดอื่นที่ระดับ Stroke 1 level คือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา (R. Multifidus) ($55.32\mu\text{V}$) ดังแสดงภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 การเปรียบเทียบค่าRMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ Stroke 1 level

การวิเคราะห์การกริยียงพาราตามการกระตุกข้อมือระดับ 2 (Stroke 2 Level)

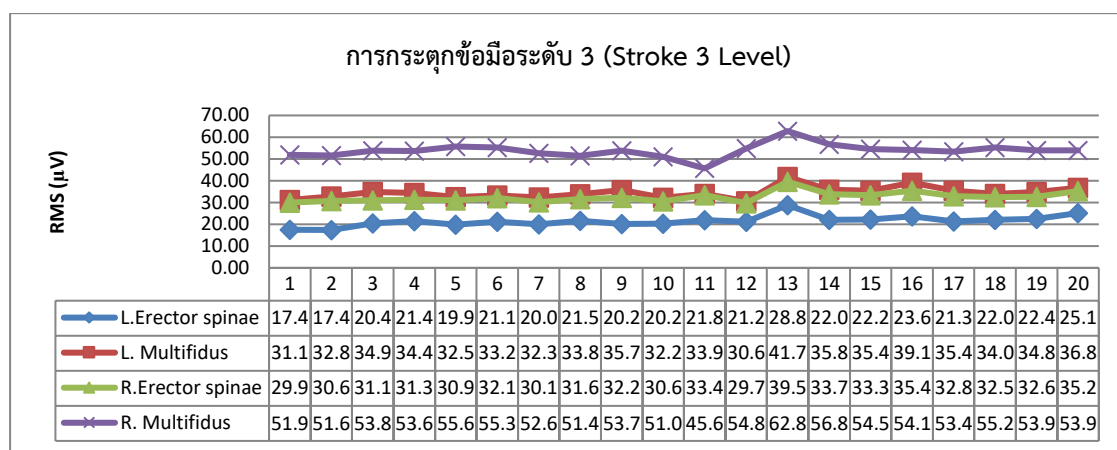
ผลการวิเคราะห์ค่า EMG การกระตุกข้อมือในการกริยียงพาราที่ระดับ 2 (ภาพที่ 4.12)พบว่าเมื่อเริ่มกริยียงพาราค่า RMS ของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดมีค่าเพิ่มขึ้นและจุดที่มีค่าสูงสุดคือนาทีที่ 15 หลังจากนั้นจะมีค่าลดลงจนครบการทดลองที่ 20 นาทีซึ่งหมายความว่าความล้าของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและพบว่ามึมัดกล้ามเนื้อ ที่มีค่าการออกแรงสูงกว่ากล้ามเนื้อมัดอื่นคือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา (R. Multifidus) ($64.42\mu\text{V}$)



ภาพที่ 4.12 การเปรียบเทียบค่าRMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ Stroke 2 level

การวิเคราะห์การกรีดยางพาราตามการกระตุกข้อมือระดับ 3 (Stroke 3 Level)

ผลการวิเคราะห์ค่า EMG การกระตุกข้อมือในการกรีดยางพาราที่ระดับ 3 (ภาพที่ 4.13) พบว่าเมื่อเริ่มต้นกรีดยางค่า RMS ของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัดมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงนาทิตี่ 13 ซึ่งเป็นจุดที่มีค่าสูงสุดและหลังจากนั้นจะมีค่าลดลงจนสิ้นสุดการทดลองซึ่งสามารถอธิบายความหมายได้ว่าความล้าของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและพบว่ามีกล้ามเนื้อ 1 มัด ที่มีค่าการออกแรงสูงกว่ากล้ามเนื้อมัดอื่น คือกล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา (R. Multifidus) (62.82 μV)



ภาพที่ 4.13 การเปรียบเทียบค่า RMS ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ Stroke 3 Level

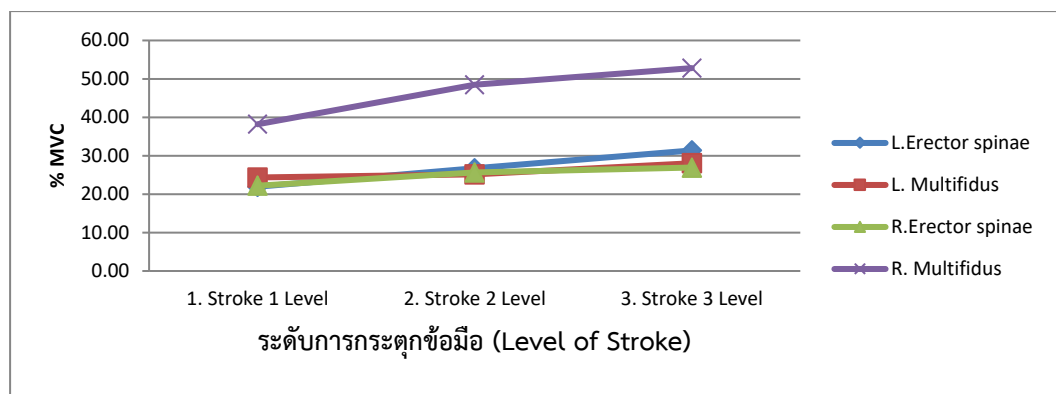
การทดลองกรีดยางพาราที่ระดับการกระตุกข้อมือที่ต่างกันนั้น ก่อนการทดลองจะต้องทำการวัดค่ากล้ามเนื้อขณะออกแรงถึงสูงสุด (MVC) เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า EMG ในแต่ละระดับการกระตุกข้อมือ (จุดที่กล้ามเนื้อมีค่า EMG มากสุด) และนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าการออกแรงถึงสูงสุดดังต่อไปนี้

การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การออกแรงถึงสูงสุด (MVC) ของกล้ามเนื้อในแต่ละระดับการกระตุกข้อมือ

การเปรียบเทียบ % MVC (RMS) ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดพบว่าที่การกระตุกข้อมือระดับ 3 (Stroke 3) มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (Mean=46.38) โดยกล้ามเนื้อที่มี % MVC มากที่สุดคือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา (R. Multifidus) ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.14

ตารางที่ 4.7 วิเคราะห์ค่า % MVC ในแต่ละระดับการกระตุกข้อมือของการกรีดยางพารา

ระดับการกระตุกข้อมือ (Stroke)	มัดกล้ามเนื้อ Muscle Activity RMS (μV)				Mean
	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus	
1. ระดับ 1 (Stroke 1)	21.93	24.34	22.21	38.19	35.55
2. ระดับ 2 (Stroke 2)	26.77	25.13	25.65	48.44	42.00
3. ระดับ 3 (Stroke 3)	31.37	28.04	26.93	52.80	46.38



ภาพที่ 4.14 การเปรียบเทียบค่า% MVC ของกล้ามเนื้อแต่ละมัด

4.3 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การออกแรงถึงสูงสุด (MVC)

การวิเคราะห์ครั้งนี้จะนำค่าเปอร์เซ็นต์การออกแรงถึงสูงสุด (MVC) โดยจะเปรียบเทียบที่ 3 ค่าคือ 1) ค่า % MVC ของกล้ามเนื้อในแต่ละระดับการกรีด 2) ค่า % MVC ของกล้ามเนื้อในแต่ละระดับลักษณะพื้นที่การกรีด 3) ค่า % MVC ของกล้ามเนื้อในแต่ละระดับการกระตุกข้อมือการกรีด โดยจะนำค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองไปวิเคราะห์ ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

4.3.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การออกแรงถึงสูงสุด (MVC) ของกล้ามเนื้อในแต่ละระดับการกรีด

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การออกแรงถึงสูงสุด% MVC (RMS)ของกล้ามเนื้อตัวอย่างทั้ง 4 คน พบว่าการกรีดระดับ เข่า-เอว (Knee-waist)มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด(Mean=56.45ดังแสดงตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 วิเคราะห์ค่า % MVC ที่ทุกระดับความสูงการกรีดยางพารา

ระดับการกรีดยางพารา(Level of Tapping)	กลุ่มตัวอย่าง				Mean
	No.1	No.2	No.3	No.4	
1. ต่ำกว่าเข่า (Lower-knee)	59.44	39.31	38.64	62.76	50.04
2. เข่า-เอว (Knee-waist)	65.42	49.01	42.15	69.24	56.45
3. เอว-ไหล่ (Waist-shoulder)	48.91	34.18	25.85	41.92	37.72
4. ไหล่-ศีรษะ (Shoulder-head)	37.81	31.80	26.34	39.72	33.92
5. เหนือศีรษะ (Over-head)	39.00	29.18	26.35	37.38	32.98

4.3.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การออกแรงดึงสูงสุด(MVC) ของกล้ามเนื้อในแต่ละระดับลักษณะพื้นที่การกรีต

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การออกแรงดึงสูงสุด% MVC (RMS)ของกล้ามเนื้อตัวอย่างทั้ง 4 คน พบว่าที่การกรีตระดับ 30 องศา มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (Mean=44.50) ดังแสดงตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ย % MVC ที่ทุกระดับพื้นที่ของการกรีตยางพารา

ลักษณะพื้นที่การกรีต	กลุ่มตัวอย่าง				Mean
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	
1. ระดับ 0 องศา (0 Deg.)	35.27	20.64	24.88	31.69	28.12
2. ระดับ 15 องศา (15 deg.)	43.73	24.98	31.51	45.54	36.44
3. ระดับ 30 องศา (30 Deg.)	50.34	30.60	37.04	60.02	44.50

4.3.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การออกแรงดึงสูงสุด (MVC) ของกล้ามเนื้อในแต่ละระดับการกระตุกข้อมือในการกรีต

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การออกแรงดึงสูงสุด% MVC (RMS)ของกล้ามเนื้อตัวอย่างทั้ง 4 คน พบว่าที่การกรีตระดับ Stroke 3 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (Mean=44.66) ดังแสดงตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 วิเคราะห์ค่า % MVC ในแต่ละระดับการกระตุกข้อมือของการกรีตยางพารา

ระดับการกระตุกข้อมือ (Stroke)	กลุ่มทดลอง				Mean
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	
1. ระดับ 1 (Stroke 1)	34.49	25.70	24.88	30.57	28.91
2. ระดับ 2 (Stroke 2)	45.49	30.82	31.51	38.71	36.63
3. ระดับ 3 (Stroke 3)	52.51	36.54	37.04	52.57	44.66

4.4 การสร้างแบบประเมินความล่าในการกรีตยางพารา

การวิเคราะห์ผลการวิจัยสามารถนำมาสร้างแบบประเมินความล่า ในการกรีตยางพารา (Ergonomics Risk Assessment Tool in Rubber Tappers: EART) ขึ้น โดยดัชนีความเสี่ยงการกรีตยางพารากำหนดจาก สัดส่วนของจำนวนต้นยางพาราที่กรีตต่อวัน (Rubber trees Tapping per Day: RTD) กับจำนวนต้นยางพาราที่แนะนำให้กรีต (Recommended Trees Limits: RTL) จะได้ว่า

$$EART = \frac{RTD}{RTL}$$

สมการที่ 4. 1

โดยที่

EART = ดัชนีความเสี่ยงในการกรีดยางพารา

RTD = จำนวนต้นยางพาราที่กรีดต่อวัน

RTL = จำนวนต้นยางพาราที่แนะนำให้กรีดต่อวัน (Recommended tree limit)

โดยในการคำนวณค่าจำนวนต้นยางพาราที่แนะนำให้กรีดต่อวัน (RTL) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2 และเมื่อได้ค่า RTL จะนำไปแทนค่าในสมการที่ 1 เพื่อหาค่าดัชนีความเสี่ยงในการกรีดยางพาราต่อไป

$$RTL = LC \times HM \times WM \times SM$$

สมการที่ 4. 2

เมื่อ

HM = ปัจจัยตัวคูณระดับความสูงในการกรีด (C multiplier factor)

WM = ปัจจัยตัวคูณระดับพื้นที่ทำงาน (working area multiplier factor)

SM = ปัจจัยตัวคูณการกระตุกข้อมือในการกรีด (stroke multiplier factor)

LC = ค่าคงที่ (load Constance) กำหนดค่าคงที่เท่ากับ 700 ต้น เป็นจำนวนการกรีดยางพาราต่อวันสำหรับระบบการกรีด 1/3 [64,65,66]

4.4.1 ปัจจัยตัวคูณระดับความสูงในการกรีด

การวิเคราะห์ระดับความสูงในการกรีดยางพาราเทียบกับร่างกาย ได้แบ่งระดับการกรีดออกเป็น 4 ระดับคือ 1) สูงกว่าไหล่ 2) เอว - ไหล่ 3) เข่า - เอว และ 4) ต่ำกว่าเข่า และได้กำหนดกำหนดปัจจัยตัวคูณระดับความสูงในการกรีด โดยที่การกรีดยางพาราที่ระดับสูงกว่าไหล่ใช้ตัวคูณเท่ากับ 0.93 การกรีดยางพาราที่ระดับสูงเอวถึงไหล่ใช้ตัวคูณเท่ากับ 1 การกรีดยางพาราที่ระดับสูงเข่าถึงเอวใช้ตัวคูณเท่ากับ 0.44 และ การกรีดยางพาราที่ระดับสูงต่ำกว่าเข่าใช้ตัวคูณเท่ากับ 0.60 ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ปัจจัยตัวคูณระดับความสูงในการกรีด (HM)

ลำดับที่ (No.)	ระดับกรีดยางพารา (Level of tapping)	ปัจจัยตัวคูณระดับความสูงในการกรีด (HM)
1	Over-Shoulder	0.93
2	Waist –shoulder	1
3	Knee-waist	0.44
4	Lower-knee	0.60

4.4.2 ปัจจัยตัวคูณระดับพื้นที่ทำงาน

การสำรวจพื้นที่สวนยางพาราและผลการทดลองการกรีดยางพารา ได้แบ่งระดับความเอียงพื้นที่ออกเป็น 4 ระดับคือ 1) 0-10° 2) 11-20° 3) 21-30° และ 4) >30° และได้กำหนดกำหนดปัจจัยตัวคูณระดับความเอียงพื้นที่ทำงาน โดยที่การกรีดยางพาราในพื้นที่ 0-10° ใช้ค่าตัวคูณเท่ากับ 1 การกรีดยางพาราในพื้นที่ 11-20° ใช้ตัวคูณเท่ากับ 0.71 การกรีดยางพาราในพื้นที่ 21-30° ใช้ค่าตัวคูณเท่ากับ 0.52 และการกรีดยางพาราในความเอียงพื้นที่ >30° ใช้ตัวคูณเท่ากับ 0.43 ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ปัจจัยตัวคูณระดับพื้นที่ทำงาน (WM)

ลำดับที่ (No.)	ระดับองศา (Degree)	ปัจจัยตัวคูณระดับพื้นที่ทำงาน (WM)
1	0-10°	1
2	11-20°	0.71
3	21-30°	0.52
4	>30°	0.43

4.4.3 ปัจจัยตัวคูณการกระตุกข้อมือในการกรีด

การสำรวจการกระตุกข้อมือในการกรีดยางพารา ของชาวสวนยางพาราและผลการทดลองการกระตุกข้อมือในการกรีด ได้กำหนดช่วงการกระตุกข้อมือออกเป็น 4 ช่วง โดยที่การกระตุกข้อมือ 10-20 ครั้งต่อหน้ายางกรีด มีค่าตัวคูณเท่ากับ 1 การกระตุกข้อมือระหว่าง 21-30 ครั้งต่อหน้ายางกรีด มีค่าตัวคูณเท่ากับ 0.80 การกระตุกข้อมือระหว่าง 31-40 ครั้งต่อหน้ายางกรีด มีค่าตัวคูณเท่ากับ 0.45 และการกระตุกข้อมือมากกว่า 40 ครั้งต่อหน้ายางกรีด มีค่าตัวคูณเท่ากับ 0.25 ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ปัจจัยตัวคูณการกระตุกข้อมือในการกรีด (SM)

ลำดับที่ (No.)	การกระตุกข้อมือ (Stroke)/หน้ายางกรีด	ปัจจัยตัวคูณการกระตุกข้อมือในการกรีด (SM)
1	10-20	1
2	21-30	0.80
3	31-40	0.45
4	>40	0.25

4.4.4 การแปลผลแบบประเมินความถี่การกรีดยางพารา

ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการประเมินการกรีดยางพารา จะนำมากำหนดเกณฑ์การประเมิน โดยสามารถออกเป็น 4 ระดับคือ ค่าดัชนี น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 หมายถึงไม่มีความเสี่ยงแสดงว่าการกรีดยางพารายอมรับได้ ค่าดัชนีอยู่ระหว่าง 1.1 – 2.5 หมายถึงมีความเสี่ยงต่ำแสดงว่าการกรีดยางพารายอมรับได้แต่อาจจะต้องมีการประเมินเพิ่มเติมเพื่อเฝ้าระวัง ค่าดัชนีอยู่ระหว่าง 2.6 – 3.5 หมายถึงมีความเสี่ยงปานกลางแสดงว่า การกรีดยางพาราจะต้องได้รับการปรับปรุงการทำงานและทำการประเมินอีกครั้ง ค่าดัชนีมากกว่าหรือเท่ากับ 3.6 หมายถึงมีความเสี่ยงสูงแสดงว่าการกรีดยางพารายอมรับไม่ได้ จะต้องมีการปรับปรุงการกรีดยางพาราโดยทันที ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ระดับความเสี่ยงในการประเมินการกรีดยางพารา

ดัชนีความเสี่ยง (Exposure index)	ระดับความเสี่ยง (Risk level)	การแปลผล (Action)
≤ 1	ไม่มีความเสี่ยง (Negligible)	การกรีดยางพารายอมรับได้ (the condition is acceptable)
1.1-2.5	เสี่ยงต่ำ (Low risk)	การกรีดยางพารายังไม่มีปัญหาในทันทีแต่จะต้องมีการประเมินเพิ่มเติมเป็นระยะ ๆ (The actions do not require immediately attention and might be evaluated in a medium term)
2.6-3.5	เสี่ยงปานกลาง (Moderate risk)	การกรีดยางพาราเริ่มมีปัญหาควรมีการศึกษาเพิ่มเติมและปรับปรุงการทำงาน (that the actions might be evaluated in a short term)
≥ 3.6	เสี่ยงสูง (High risk)	การกรีดยางพารามีปัญหาทางกายศาสตร์ ต้องมีปรับปรุงการทำงานโดยทันที (the actions should be improvement as soon as possible)

4.5 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบประเมินความถี่การกรีดยางพารา

การดำเนินการตรวจสอบผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นจะทำการวิเคราะห์ 2 แบบ คือการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน และการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นภายในผู้ประเมิน

4.5.1 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน

วิเคราะห์โดยเก็บข้อมูลจาก ผู้เชี่ยวชาญด้านการยศาสตร์ นักอาชีวอนามัยและความปลอดภัย นักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย และเจ้าหน้าที่สาธารณสุข จำนวน 4 คน กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรชาวสวนยางพาราจำนวน 30 คน ประเมินคนกรีดยางพาราด้วยแบบประเมินความถี่การ

กริตรายางพาราพบว่า ผลการวิเคราะห์ปัจจัยด้าน Working area อยู่ในระดับดี (ICC=0.667) ปัจจัยด้าน Working height อยู่ในระดับดีมาก (ICC=0.956) และปัจจัยด้าน Stroke อยู่ในระดับดีมาก (ICC=0.964) ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (n=30)

Score	ICC, 95%CI	P -value	SEM	Value
Working area	0.667(0.419 to 0.826)	< 0.001	0.027	Moderate
Working height	0.956(0.923 to 0.977)	< 0.001	0.042	Almost Perfect
Stroke	0.964(0.937 to 0.981)	< 0.001	0.036	Almost Perfect
RTI	0.927(0.872 to 0.962)	< 0.001	0.191	Almost Perfect

4.5.2 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นภายในผู้ประเมิน

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นภายในผู้ประเมินคนเดียวกันทำการประเมินซ้ำ 2 ครั้ง ในกลุ่มผู้กริตรายางพารากลุ่มเดิม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านกายศาสตร์ อาชีวอนามัยและความปลอดภัย สุขศาสตร์ อุตสาหกรรมและความปลอดภัย จำนวน 4 คน กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรชาวสวนยางพาราจำนวน 30 คน ประเมินด้วยแบบประเมินความถี่การกริตรายางพาราพบว่า ผลการวิเคราะห์ปัจจัยด้าน Working area อยู่ในระดับดีมาก (ICC=0.869) ปัจจัยด้าน Working height อยู่ในระดับดีมาก (ICC=0.896) และปัจจัยด้าน Stroke อยู่ในระดับดีมาก (ICC=0.948) ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ค่าความเชื่อมั่นภายในผู้ประเมิน (n=30)

Score	ICC, 95%CI	P -value	SEM	Value
Working area	0.789(0.558 to 0.900)	< 0.001	0.025	Strong
Working height	0.836(0.656 to 0.922)	< 0.001	0.043	Strong
Stroke	0.932(0.856 to 0.967)	< 0.001	0.036	Almost Perfect
RTI	0.947(0.888 to 0.975)	< 0.001	0.186	Strong

4.5.3 ผลการวิเคราะห์การประเมินความถี่การกริตรายางพาราของเกษตรกร

แบบประเมินความถี่การกริตรายางพาราที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว จะนำไปตรวจสอบความถูกต้อง โดยนำไปใช้กับเกษตรกรชาวสวนยางพารา อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง กลุ่มตัวอย่าง 60 คนและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Chi-Square Test พบว่า แบบประเมินความถี่ทางการเกษตรในการกริตรายางพารา

ยางพารา สามารถแยกแยะกลุ่มคนกรีดยางที่มีอาการปวดหลังจากการกรีดยางและไม่มีอาการปวดหลังจากการกรีดยางพาราได้อย่างถูกต้อง ($p\text{-value} < 0.001$) ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 วิเคราะห์ Chi-Square Test กลุ่มคนกรีดยางพารา ($n=60$)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	60.000 ^a	1	.000		
Continuity Correction ^b	56.067	1	.000		
Likelihood Ratio	83.178	1	.000		
Fisher's Exact Test				.000	.000
Linear-by-Linear Association	59.000	1	.000		
N of Valid Cases	60				

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 15.00.

b. Computed only for a 2x2 table

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างองค์ความรู้ใหม่สำหรับการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในการกรีดยางพารา โดยศึกษาปัจจัยจากการกรีดยางพาราที่ส่งผลต่อความล้าสำหรับการออกแรงของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างแล้วนำมาสร้างแบบประเมินเสี่ยงของเกษตรกรชาวสวนยางพารา โดยสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 ระดับความสูงในการกรีดยางพารา

การวิเคราะห์การกรีดยางพาราที่ระดับความสูงของหน้ายางพารา 5 ระดับคือ 1) ระดับต่ำกว่าเข่า (Lower-knee Level) พบว่ามัดกล้ามเนื้อ ที่มีค่าการออกแรงสูงสุด คือกล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา R. Multifidus และ กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างด้านขวา R. Erector spinae (62.10 และ 61.52 μV) 2) ระดับเข่า-เอว (Knee-waist Level) พบว่ามัดกล้ามเนื้อ ที่มีค่าการออกแรงสูงสุด คือกล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา R. Multifidus และ กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างด้านขวา R. Erector spinae (70.27 และ 59.45 μV) 3) ระดับเอว-ไหล่ (Waist-shoulder Level) พบว่ามัดกล้ามเนื้อ ที่มีค่าการออกแรงสูงสุด คือกล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา R. Multifidus (62.90 μV) 4) ระดับไหล่-ศีรษะ (Shoulder-head Level) พบว่ามัดกล้ามเนื้อ ที่มีค่าการออกแรงสูงสุด คือกล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา R. Multifidus (64.61 μV) และ 5) ระดับเหนือศีรษะขึ้นไป (Over head) พบว่ามัดกล้ามเนื้อ ที่มีค่าการออกแรงสูงสุด คือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา R. Multifidus (62.73 μV)

5.2 ลักษณะของพื้นที่ในการกรีดยางพารา

การวิเคราะห์ลักษณะพื้นที่กรีดยางพารา ที่ 3 ระดับดังนี้ 1) การกรีดที่ระดับ 0 องศา (0 Deg. Level) พบว่ากล้ามเนื้อที่มีค่าการออกแรงสูงสุดคือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา R. Multifidus (55.00 μV) 2) การกรีดที่ระดับ 15 องศา (15 Deg. Level) พบว่ากล้ามเนื้อที่มีค่าการออกแรงสูงสุดคือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา R. Multifidus (60.46 μV) และ 3) การกรีดที่ระดับ 30 องศา (30 Deg. Level) พบว่ากล้ามเนื้อที่มีค่าการออกแรงสูงสุดคือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา R. Multifidus (63.40 μV)

5.3 ระดับการกระตุกข้อมือในการกรีดยางพารา

การวิเคราะห์การกระตุกข้อมือที่ 3 ระดับได้แก่ 1) การกระตุกข้อมือระดับ 1 (≤ 24 ครั้งต่อหน้ายางกรีด) พบว่ากล้ามเนื้อที่มีค่าการออกแรงสูงสุดคือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา R. Multifidus (55.32 μV) 2) การกระตุกข้อมือระดับ 2 (25-36 ครั้งต่อหน้ายางกรีด) พบว่ากล้ามเนื้อที่มีค่าการออกแรงสูงสุดคือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา R. Multifidus (64.42 μV) และ 3) การกระตุกข้อมือระดับ 3 (≥ 37 ครั้งต่อหน้ายางกรีด) พบว่ากล้ามเนื้อที่มีค่าการออกแรงสูงสุดคือ กล้ามเนื้อหลังส่วนลึกด้านขวา R. Multifidus (62.82 μV)

5.4 แบบประเมินความล้าการกรีดยางพารา

แบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์สำหรับการกรีดยางพารา (Ergonomics Risk Assessment Tool in Rubber Tappers: EART) ได้รับการพัฒนาเพื่อให้วิธีการประเมินอย่างรวดเร็วเกี่ยวกับการสัมผัสกับปัจจัยเสี่ยงทางกายภาพที่เกี่ยวข้องกับ ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน (WMSDs) แบบประเมิน EART ประกอบด้วยปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลต่อการกรีดยางพาราคือ ระดับความสูงในการกรีด ความเอียงของพื้นที่ และการกระตุกข้อมือ โดยปัจจัยเสี่ยงดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกที่เกี่ยวข้องกับงาน (WMSDs) โดยเฉพาะกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง และแบบประเมินสามารถแนะนำจำนวนต้นยางพาราที่เหมาะสมในการกรีดต่อวัน รายละเอียดดูได้จากสมการ 4.1,4.2 (หน้า50) และแบบประเมิน EART สามารถแยกคนกรีดยางพาราที่มีอาการปวดหลังและไม่มีอาการปวดหลังจากการระบุค่าความเสี่ยงจากการประเมินได้อย่างถูกต้องซึ่งแตกต่างจากรายงานวิจัย[11] ที่พบว่าแบบประเมิน RULA ไม่สามารถระบุได้ว่าความเสี่ยงจากการประเมินส่งผลต่ออาการปวดหลัง โดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีความซับซ้อนและยุ่งยากในการใช้งาน เช่น เครื่อง EMG มาทำการประเมินความล้าของกล้ามเนื้อโดยตรง

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (Inter rater reliability) ของแบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์สำหรับการกรีดยางพารา (EART) พบว่าผลการประเมินอยู่ในระดับดีและดีมาก และการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นภายในผู้ประเมิน (Intra rater reliability) พบว่าอยู่ในระดับดีมาก แสดงให้เห็นว่าแบบประเมินนี้ สามารถนำไปประเมินงานกรีดยางพาราได้อย่างเที่ยงตรงและแม่นยำ นอกจากนี้จากการวิเคราะห์การนำแบบประเมินความล้าการกรีดยางพาราเพื่อแยกแยะกลุ่มที่มีอาการปวดหลังและไม่ปวดหลัง พบว่าแบบประเมินนี้สามารถแยกแยะชาวสวนยางพาราที่มีอาการปวดหลังและไม่ปวดหลังได้ที่ระดับความเชื่อมั่นสูงกว่า 99% ($p\text{-value} < 0.001$) ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบของแบบประเมินเนื่องจากปัจจัยที่นำมาใช้ในแบบประเมินนี้ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการกรีดยางพาราโดยตรง นอกจากนี้เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับแบบประเมินท่าทางการทำงานอื่น ๆ เช่น RULA และ REBA พบว่าแบบประเมิน นี้มีความง่ายในการใช้งานและสะดวกรวดเร็ว ไม่จำเป็นต้องฝึกรวมเชิงลึกในการใช้งาน

5.5 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ การทดลองไม่ได้ครอบคลุมในบางแง่มุม และได้มีการนำเสนอในข้อเสนอแนะซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แนวทางคือข้อเสนอแนะในการนำแบบประเมินไปใช้งานกับข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป

5.5.1 ข้อเสนอแนะการใช้งาน

การศึกษาครั้งนี้ได้แบบประเมิน การวิเคราะห์การกรีดยางพารา Ergonomics Risk Assessment tool in Rubber Tappers (EART) ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นมาใหม่ โดยเป็นการประเมินความเสี่ยงจากการกรีดยางพาราได้อย่างรวดเร็ว เพื่อเป็นการป้องกันอาการบาดเจ็บจากการทำงานเกินขีดจำกัดของร่างกายจากปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยโดยถ้าผลการวิเคราะห์พบว่าระดับความเสี่ยงในการกรีดยางพารามีความเสี่ยงแนะนำให้มีการเปิดกรีดแบบระบบกรีดสองรอยกรีด (Double Cut Alternative : DCA) โดยกรีดยางพาราที่หน้ายางสูงและหน้ายางต่ำสลับกัน สำหรับความเสี่ยงจากความเอียงของพื้นที่หรือสวนยางพาราในงานวิจัยนี้แนะนำให้เกษตรกรชาวสวนยางพาราปรับความเอียงของพื้นที่ให้ลดลงหรือใกล้เคียง 0° มากที่สุด และความเสี่ยงที่เกิดจากการกรูดข้อมือในการกรีดยางพาราในงานวิจัยนี้แนะนำให้ลดการกรูดข้อมือในการกรีดแต่ละหน้ายางให้ลดลงให้เหลือจำนวนครั้งน้อยที่สุดที่ทำได้

5.5.2 ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

การทำวิจัยในครั้งต่อไปควรวัดค่า EMG ในกล้ามเนื้อมัดอื่น ๆ ด้วยเช่นกล้ามเนื้อแขน กล้ามเนื้อคอ และกล้ามเนื้อขา เพื่อให้ผลของความล้ากล้ามเนื้อครอบคลุมมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในอนาคตควรศึกษาลักษณะพื้นผิวของพื้นที่สวนยางพาราในลักษณะต่างๆ รวมถึงสภาพสิ่งแวดล้อมเช่นแสงสว่างและอุณหภูมิขณะทำงาน นอกจากนี้การสำรวจกลุ่มตัวอย่างในภูมิภาคอื่น ๆ ร่วมด้วยจะได้ข้อมูลที่มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

5.6 ข้อจำกัดของแบบประเมิน

ข้อจำกัดแบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์สำหรับการกรีดยางพารา (Ergonomics Risk Assessment Tool in Rubber Tappers: EART) คือจะใช้งานสำหรับการใช้มีดเจาะบงสำหรับการกรีดยางพารา ระบบกรีด 1/3 ของลำต้น อายุของคนกรีดยางพารา 20-60 ปี และพื้นที่สวนยางพาราจะต้องมีความเอียงของพื้นที่เหมือนกันทั้งสวน นอกจากนี้การนำแบบประเมินนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีอาการกล้ามเนื้อกระดูกโครงร่างอาจได้ผลที่มีความคลาดเคลื่อนได้

บรรณานุกรม

1. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2563. 2564, กรุงเทพมหานคร.
2. Arphorn, S., et al., *A program for Thai rubber tappers to improve the cost of occupational health and safety*. *Industrial health*, 2010. **48**(3): p. 275-282.
3. Meksawi, S., B. Tangtrakulwanich, and V. Chongsuvivatwong, *Musculoskeletal problems and ergonomic risk assessment in rubber tappers: A community-based study in southern Thailand*. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2012. **42**(1): p. 129-135.
4. Bensa-Ard, N., P. Tuntiseranee, and S. Anuntaseree, *Work conditions and prevalence of musculoskeletal pain among para-rubber planters: a case study in Tambon Nakleua, Kantang District, Trang Province*. *Songklanagarind Medical Journal*, 2004. **22**(2): p. 101-110.
5. รุ่งกานต์ พลายแก้วและคณะ.ท่าทางการทำงานและกลุ่มอาการผิดปกติของโครงร่างและกล้ามเนื้อในผู้ประกอบอาชีพผลิตยางพารา. วารสารพยาบาล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2556. ปีที่ 40 ฉบับที่ 1
6. Doi, M.A.C., R.M. Yusuff, and Z. Leman, *A preliminary study of prevalence of musculoskeletal disorders among Malaysian Rubber Tappers*. *Age*, 2014. **45**: p. 25-78.
7. Inraksa, S., A. Sungkhapong, and K. Pochana, *Prevalence and risk factors of musculoskeletal disorders in rubber tappers: A case study in Phatthalung Province, Thailand*. *International Journal of Health and Medical Sciences*, 2017. **3**(1): p. 23-28.
8. McAtamney, L. and E.N. Corlett, *RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders*. *Applied ergonomics*, 1993. **24**(2): p. 91-99.
9. Hignett, S. and L. McAtamney, *Rapid entire body assessment (REBA)*. *Applied ergonomics*, 2000. **31**(2): p. 201-205.
10. Karhu, O., P. Kansj, and I. Kuorinka, *Correcting working postures in industry: a practical method for analysis*. *Applied ergonomics*, 1977. **8**(4): p. 199-201.

11. Meksawi, S., B. Tangtrakulwanich, and V. Chongsuvivatwong, *Musculoskeletal disorder and rapid upper limb assessment scoring among rubber tappers*. Ergonomics International Journal, 2018. **2**(6): p. 1-7.
12. Waters, T.R., et al., *Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks*. Ergonomics, 1993. **36**(7): p. 749-776.
13. MS, W.M.K., *Validity and Reliability of the Rapid Office Strain Assessment [ROSA] Thai Version*. Journal of the Medical Association of Thailand, 2018: p. 145.
14. Huaynui, T., *Effects of Double Cut Alternative Tapping System (DCA) on Production and Quality of Rubber, Clone RRIM 600*. 2009, MSc. thesis, Prince of Songkla University, Songkhla, Thailand.
15. Quirós, C.E.M. and L.J. Schulze, *Análisis de la herramienta de medición del riesgo ergonómico en agricultura (AERAT)*. Tecnología en Marcha, 2010. **23**(5): p. 4-17.
16. Schulze, L.J. and C. Madriz. *Agricultural Ergonomic Risk Assessment Tool (AERAT)*. in *Proceedings of 17th World Congress on Ergonomics*. 2009.
17. Robertson, D., *Bioproc 2 Data Processing System*. 2008, Version.
18. กิตติ อินทรานนท์.การยศาสตร์ (ERGONOMICS). วารสารวิชาการ อุตสาหกรรมศึกษา, 2553. ปีที่ 4 ฉบับที่ 1
19. Kroemer, K.H., H.B. Kroemer, and K.E. Kroemer-Elbert, *Ergonomics: how to design for ease and efficiency*. 2001: Pearson College Division.
20. David, G.C., *Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders*. Occupational medicine, 2005. **55**(3): p. 190-199.
21. ผจจจิต พิจิตบรรจง.แนวทางการปรับปรุงสถานที่ทำงานสำหรับกลุ่มรับซื้อน้ำยาง กรณีศึกษา กลุ่มรับซื้อน้ำยางตำบลบ้านนา อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา.การประชุมวิชาการ การพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน ประจำปี 2555 “ชุมชนท้องถิ่น ฐานรากการพัฒนาประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน” 16-19 กุมภาพันธ์ 2555. โรงแรมโฆะะ จังหวัดขอนแก่น.
22. วีระชัย มีภูธรักษ์. การประเมินภาวะทางการยศาสตร์ของเกษตรกรชาวสวนยางพาราที่นวดยางแผ่นด้วยแรงงานคนและเครื่องนวดยางแผ่น. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, 2554. ปีที่ 4 ฉบับที่ 1

23. บุญสิน ตั้งตระกูลวนิชและคณะ.รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการปวดหลังในผู้ประกอบอาชีพกรีดยางพารา. 2553: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.).กรุงเทพ ฯ.
24. Grandjean, E., *Fatigue in industry*. Occupational and Environmental Medicine, 1979. **36**(3): p. 175-186.
25. Konrad, P., *The ABC of EMG. A practical introduction to kinesiological electromyography 2005*. Noraxon Inc, USA, 2014.
26. Chaffin, D.B., G.B. Andersson, and B.J. Martin, *Occupational biomechanics*. 2006: John wiley & sons.
27. Ma, L., et al., *A novel approach for determining fatigue resistances of different muscle groups in static cases*. International Journal of Industrial Ergonomics, 2011. **41**(1): p. 10-18.
28. Earle-Richardson, G., et al., *Development and initial assessment of objective fatigue measures for apple harvest work*. Applied ergonomics, 2006. **37**(6): p. 719-727.
29. Freivalds, A., et al., *Effect of belt/bucket interface in apple harvesting*. International journal of industrial ergonomics, 2006. **36**(11): p. 1005-1010.
30. Earle-Richardson, G., et al., *An ergonomic intervention to reduce back strain among apple harvest workers in New York State*. Applied ergonomics, 2005. **36**(3): p. 327-334.
31. Kirk, P.M. and R.J. Parker, *Heart rate strain in New Zealand manual tree pruners*. International Journal of Industrial Ergonomics, 1996. **18**(4): p. 317-324.
32. Öberg, T., *Muscle fatigue and calibration of EMG measurements*. Journal of Electromyography and Kinesiology, 1995. **5**(4): p. 239-243.
33. Al-Mulla, M.R. and F. Sepulveda, *Novel feature modelling the prediction and detection of semg muscle fatigue towards an automated wearable system*. Sensors, 2010. **10**(5): p. 4838-4854.
34. Lin, M.-l., et al., *Electromyographical assessment on muscular fatigue—an elaboration upon repetitive typing activity*. Journal of electromyography and kinesiology, 2004. **14**(6): p. 661-669.

35. Armstrong, T.J., et al., *A conceptual model for work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders*. Scandinavian journal of work, environment & health, 1993: p. 73-84.
36. Westgaard, R. and J. Winkel, *Guidelines for occupational musculoskeletal load as a basis for intervention: a critical review*. Applied ergonomics, 1996. **27**(2): p. 79-88.
37. Westgaard, R. and J. Winkel, *Ergonomic intervention research for improved musculoskeletal health: a critical review*. International journal of industrial ergonomics, 1997. **20**(6): p. 463-500.
38. van der Beek, A.J. and M. Frings-Dresen, *Assessment of mechanical exposure in ergonomic epidemiology*. Occupational and environmental medicine, 1998. **55**(5): p. 291-299.
39. Council, N.R., *Musculoskeletal disorders and the workplace: low back and upper extremities*. 2001.
40. Waters, T.R., V. Putz-Anderson, and A. Garg, *Applications manual for the revised NIOSH lifting equation*. 1994.
41. Sonne, M., D.L. Villalta, and D.M. Andrews, *Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: ROSA–Rapid office strain assessment*. Applied ergonomics, 2012. **43**(1): p. 98-108.
42. Buchholz, B., et al., *PATH: A work sampling-based approach to ergonomic job analysis for construction and other non-repetitive work*. Applied ergonomics, 1996. **27**(3): p. 177-187.
43. Montgomery, D.C., *Design and analysis of experiments*. 2017: John wiley & sons.
44. สายวรรณ สุกท่าและคณะ. สหสัมพันธ์ภายในชั้น. ขอนแก่น, 2561.
45. ประสพชัย พสุนนท์. การประเมินความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินโดยใช้สถิติแคปปา. วารสารวิชาการศิลปศาสตร์ประยุกต์, 2558. ปีที่ **8** ฉบับที่ **1**.
46. McHugh, M.L., *Interrater reliability: the kappa statistic*. Biochemia medica, 2012. **22**(3): p. 276-282.
47. ณรงค์ เบ็ญสะอาด. สภาพการทำงานและกลุ่มอาการปวดกล้ามเนื้อและกระดูกในผู้ประกอบการอาชีพผลิตยางพารา กรณีศึกษา ตำบลนาเกลือ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง. คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม (อนามัยสิ่งแวดล้อม). 2545, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.





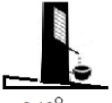
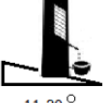
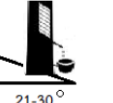

48. ยุภาภรณ์ จันทรมิมล.ภาวะสุขภาพและพฤติกรรมการป้องกันสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพผลิตยางพารา. วารสารวิชาการสาธารณสุข 2550. ปีที่ 16 ฉบับที่ 3
49. ศิริจิต พุงหว่า.เปรียบเทียบความคิดเห็นระหว่างผู้ทำสวนยางในเขตพื้นที่ราบสูงและพื้นที่ราบต่อผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพที่เกิดจากการปฏิบัติงานในสวนยางอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา. ประชุมสัมมนาวิชาการ ระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 6 ระบบเกษตรเพื่อความสมดุลของชีวิตและสิ่งแวดล้อม 2553. 2553. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
50. Shan, C.L., et al., *Prevalence of neck pain and associated factors with personal characteristics, physical workloads and psychosocial among male rubber workers in FELDA settlement Malaysia*. Global journal of health science, 2012. 4(1): p. 94.
51. สุตาทพร วงษ์พลและอุไรวรรณ อินทร์ม่วง.การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากกิจกรรมการทำสวนยางพาราของเกษตรกรสวนยางพารา อำเภอหนองแสง จังหวัดอุดรธานี. วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ 2555. ปีที่ 5 ฉบับที่ 1
52. รุ่งกานต์ พลายแก้วและคณะ.ท่าทางการทำงานและกลุ่มอาการผิดปกติของโครงร่างและกล้ามเนื้อในผู้ประกอบอาชีพผลิตยางพารา. พยาบาลสาร, 2556. ปีที่ 40 ฉบับที่ 1
53. พรทิพย์ ใจจงและคณะ.ปัจจัยเสี่ยงของกลุ่มอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของแรงงานคนสวนในผู้ประกอบอาชีพกรีดยางพารา. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ และนานาชาติ ครั้งที่ 2 “การพัฒนาองค์ความรู้เชิงบูรณาการสู่ประชาคมอาเซียน” 2557. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.
54. Udom, C., P. Janwantanakul, and R. Kanlayanaphotporn, *The prevalence of low back pain and its associated factors in Thai rubber farmers*. Journal of occupational health, 2016. 58(6): p. 534-542.
55. Occhipinti, E., *OCRA: a concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs*. Ergonomics, 1998. 41(9): p. 1290-1311.
56. Steven Moore, J. and A. Garg, *The strain index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders*. American Industrial Hygiene Association Journal, 1995. 56(5): p. 443-458.
57. Karhu, O., et al., *Observing working postures in industry: Examples of OWAS application*. Applied ergonomics, 1981. 12(1): p. 13-17.

58. Kee, D. and W. Karwowski, *LUBA: an assessment technique for postural loading on the upper body based on joint motion discomfort and maximum holding time*. Applied ergonomics, 2001. **32**(4): p. 357-366.
59. Standard, B., *Safety of machinery: Human physical performance*. BS EN, 2005: p. 1005-4.
60. Roman-Liu, D., *Upper limb load as a function of repetitive task parameters: part 1—a model of upper limb load*. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 2005. **11**(1): p. 93-102.
61. Roman-Liu, D., *Repetitive task indicator as a tool for assessment of upper limb musculoskeletal load induced by repetitive task*. Ergonomics, 2007. **50**(11): p. 1740-1760.
62. Biomedical, H.D.O. and B. Science, *Work practices guide for manual lifting*. 1981: US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers.
63. Dempsey, P.G. and S.E. Mathiassen, *On the evolution of task-based analysis of manual materials handling, and its applicability in contemporary ergonomics*. Applied Ergonomics, 2006. **37**(1): p. 33-43.
64. เกษราวัลธุ์ นิลวรางกูรและคณะ.โครงการ การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของชุมชนในการดูแลสุขภาพเกษตรกรสวนยางพารา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.2560.รายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว)
65. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.การกรีดยางและการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง.2550. กรุงเทพฯ ฯ.
66. สุกฤษดา พุ่มแก้ว และคณะ. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประกอบการของเกษตรกรชาวสวนยาง กรณีศึกษา ตำบลปากถ่อ อำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี.วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา,2560. ปีที่ 12 ฉบับที่ 1

ภาคผนวก

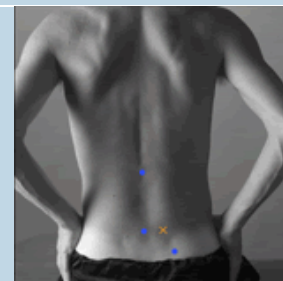
ภาคผนวก ก
แบบประเมินความเสี่ยงในการกรีดยางพารา

ภาพภาคผนวก ก 1 แบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์กรีดยางพารา (EART)

The Risk Assessment of exposure to rubber tappers																			
Name		Date		Time															
Risk Factors	Risk level																		
STEP 1. Level of Tapping	1.(over-Shoulder)  <input type="checkbox"/> HM = 0.93	2.(Waist-Shoulder)  <input type="checkbox"/> HM = 1	3.(Knee - Waist)  <input type="checkbox"/> HM = 0.44	4.(Lower knee)  <input type="checkbox"/> HM = 0.60	HM = <input type="text"/>														
STEP 2. Working area	0-10°  <input type="checkbox"/> WM= 1	11-20°  <input type="checkbox"/> WM = 0.71	21-30°  <input type="checkbox"/> WM = 0.52	>30°  <input type="checkbox"/> WM = 0.43	WM = <input type="text"/>														
STEP 3. Stroke of tapping	≤ 20 stroke/tap. <input type="checkbox"/> SM= 1	21-30 stroke/tap. <input type="checkbox"/> SM= 0.80	31-40 stroke/tap <input type="checkbox"/> SM= 0.45	>40 stroke/tap <input type="checkbox"/> SM= 0.25	SM = <input type="text"/>														
STEP 4 Recommended tree limits $RTL = LC \times HM \times WM \times SM$ $RTL = 700 \times \text{[]} \times \text{[]} \times \text{[]}$ $RTL = \text{[]}$			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Exposure index</th> <th>Risk level</th> <th>Action</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 1</td> <td>Negligible</td> <td>the condition is acceptable</td> </tr> <tr> <td>1.1-2.5</td> <td>Low risk</td> <td>The actions do not require immediately attention and might be evaluated in a medium term.</td> </tr> <tr> <td>2.6-3.5</td> <td>Moderate risk</td> <td>that the actions might be evaluated in a short term</td> </tr> <tr> <td>≥ 3.6</td> <td>High risk</td> <td>the actions should be improvement as soon as possible</td> </tr> </tbody> </table>		Exposure index	Risk level	Action	≤ 1	Negligible	the condition is acceptable	1.1-2.5	Low risk	The actions do not require immediately attention and might be evaluated in a medium term.	2.6-3.5	Moderate risk	that the actions might be evaluated in a short term	≥ 3.6	High risk	the actions should be improvement as soon as possible
Exposure index	Risk level	Action																	
≤ 1	Negligible	the condition is acceptable																	
1.1-2.5	Low risk	The actions do not require immediately attention and might be evaluated in a medium term.																	
2.6-3.5	Moderate risk	that the actions might be evaluated in a short term																	
≥ 3.6	High risk	the actions should be improvement as soon as possible																	
STEP 5 Rubber tapping index $RTI = \text{Rubber trees tapping per dad} / RTL = \text{[]} / \text{[]}$ $RTI = \text{[]}$ ∴ RTI ≤ 1 Negligible, 1.1-2.5 Low risk , 2.6-3.5 Moderate risk , ≥3.6 High risk																			

ภาพภาคผนวก ก 2 จุดติดตั้งแผ่น Electrode บริเวณหลังส่วนล่าง (Multifidus)

Recommendations for sensor locations in trunk or (lower) back muscles	
Muscle	
Name	Multifidus
Subdivision	
Muscle Anatomy	
Origin	Spinous processes L1 - L5
Insertion	Massillary processes L4-S1 Iliaccrest, dorsal surface of sacrum
Function	Extension
Recommended sensor placement procedure	
Starting posture	Prone with the lumbar vertebral columns slightly flexed.
Electrode size	Maximum size in the direction of the muscle fibres: 10 mm.
Electrode distance	Max. 20 mm.
Electrode placement	
- location	Electrodes need to be placed on and aligned with a line from caudal tip posterior spina iliaca superior to the interspace between L1 and L2 interspace at the level of L5 spinous process (i.e. about 2 - 3 cm from the midline).
- orientation	In the direction of the line described above.
- fixation on the skin	(Double sided) tape / rings.
- reference electrode	On the proc. spin. of C7.
Clinical test	Lifting the trunk from a prone position.
Remarks	

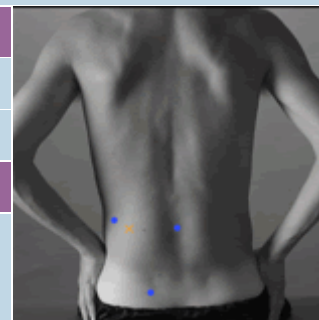


Click on image for larger view

ที่มา : <http://seniam.org/multifidus.html>

ภาพภาคผนวก ก 3 จุดติดตั้งแผ่น Electrode บริเวณหลังส่วนล่าง (Erector Spinae)

Recommendations for sensor locations in trunk or (lower) back muscles	
Muscle	
Name	Erector Spinae
Subdivision	Iliocostalis
Muscle Anatomy	
Origin	Anterior surface of broad tendon attached to medial crest of sacrum, spinous processes of lumbar and 11th and 12th thoracic vertebrae, posterior part of medial lip of iliac crest, supraspinous ligament and lateral crest of sacrum
Insertion	By tendons into inferior border of angles of lower 6 or 7 ribs.
Function	Extension, lateral binding (unilateral activity)
Recommended sensor placement procedure	
Starting posture	Prone with the lumbar vertebral columns slightly flexed.
Electrode size	Maximum size in the direction of the muscle fibres: 10 mm.
Electrode distance	20 mm
Electrode placement	
- location	The electrodes need to be placed 1 finger width medial from the line from the posterior spina iliaca superior to the lowest point of the lower rib, at the level of L2.
- orientation	In the direction of the line between the posterior spina iliaca superior and lowest point of the lower rib.
- fixation on the skin	(Double sided) tape / rings.
- reference electrode	On the proc. spin. of C7.
Clinical test	Lifting the trunk from a prone position.
Remarks	
ที่มา : http://seniam.org/erectorspinaeiliocostalis.html	



Click on image for larger view

ภาพภาคผนวก ก 4 แบบประเมิน RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

ERGONOMICS P1 11/15 **RULA Employee Assessment Worksheet** Task Name: _____ Date: _____

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

Step 1a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
If wrist is bent from midline: Add +1
If wrist is at or near end of range: +2

Step 4: Wrist Twist:
If wrist is twisted in mid-range: +1
If wrist is at or near end of range: +2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

Step 6: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held >10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 7: Add Force/Load Score
If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Step 8: Find Row in Table C
Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

Table A: Wrist Score

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

Table B: Neck, Trunk, Leg Score

Neck Posture Score	Trunk Posture Score					
	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	6	7
3	3	4	5	6	7	8
4	4	5	6	7	8	9
5	5	6	7	8	9	10
6	6	7	8	9	10	11

Table C: Neck, Trunk, Leg Score

Wrist / Arm Score	Neck, Trunk, Leg Score					
	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	6	7
3	3	4	5	6	7	8
4	4	5	6	7	8	9
5	5	6	7	8	9	10
6	6	7	8	9	10	11

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 11: Legs:
If legs and feet are supported: +1
If not: +2

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

Step 13: Add Muscle Use Score
If posture mainly static (i.e. held >10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 14: Add Force/Load Score
If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

Step 15: Find Column in Table C
Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

Scoring:
1 = Negligible Risk
2-3 = Low Risk. Change may be needed.
4-7 = Medium Risk. Further Investigation. Change Soon.
8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change
11+ = Very High Risk. Implement Change

ที่มา : <https://ergo-plus.com/wp-content/uploads/RULA.pdf>

ภาพภาคผนวก ก 5 แบบประเมิน REBA (Rapid Entire Body Assessment)

ERGONOMICS P1 11/15 **REBA Employee Assessment Worksheet** Task Name: _____ Date: _____

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

Step 1a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 2: Locate Trunk Position

Step 2a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 3: Legs

Adjust: +1, +2, +3, +4

Step 4: Look-up Posture Score in Table A
Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Step 5: Add Force/Load Score
If load < 11 lbs.: +0
If load 11 to 22 lbs.: +1
If load > 22 lbs.: +2
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Step 6: Score A, Find Row in Table C
Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

Table A: Neck

Legs	Neck				
	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	3	4	5	6
3	3	4	5	6	7
4	4	5	6	7	8
5	5	6	7	8	9

Table B: Lower Arm

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

Table C: Score A, Score B

Score A	Score B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	4	5	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	5	6	7	7	8	9	9	10	10	10
6	5	5	6	7	8	8	9	10	10	11	11	11
7	6	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12
8	7	7	8	9	10	10	11	12	12	12	12	12
9	8	8	9	10	11	11	12	12	12	12	12	12
10	9	9	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12
11	10	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Table C: Score A, Activity Score, REBA Score

Score A	Activity Score	REBA Score
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position:

Step 7a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Step 8: Locate Lower Arm Position:

Step 8a: Adjust...
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Step 9: Locate Wrist Position:

Step 9a: Adjust...
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Step 10: Look-up Posture Score in Table B
Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Step 11: Add Coupling Score
Well fitting Handle and mid range power grip: **good**: +0
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: **fair**: +1
Hand hold not acceptable but possible: **poor**: +2
No handles, awkward, unsafe with any body part, **Unacceptable**: +3

Step 12: Score B, Find Column in Table C
Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 5 to obtain Table C Score.

Step 13: Activity Score
+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Scoring:
1 = Negligible Risk
2-3 = Low Risk. Change may be needed.
4-7 = Medium Risk. Further Investigation. Change Soon.
8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change
11+ = Very High Risk. Implement Change

<https://ergo-plus.com/wp-content/uploads/REBA.pdf>

ตารางภาคผนวก ก 1 ค่า EMG ที่ได้จากการทดลองโดยบันทึกค่าในโปรแกรม Notepad

Sample Rate: 750.0000 Sample Rate: 750.0000 Sample Rate: 750.0000 Sample Rate:
750.0000

Source 1:Out Source 2:Out Source 3:Out Source 4:Out

-403.950-492.27 -524.82 81.812

-405.640-549.29 -573.76 80.056

-450.650-558.99 -601.00 101.250

-458.610-460.83 -439.72 242.870

-419.820-362.92 -414.31 250.570

-419.280-446.74 -499.66 216.150

-426.560-444.47 -465.62 185.990

-428.100-435.33 -470.21 115.970

-419.560-406.29 -440.98 119.970

-401.700-350.68 -390.61 111.300

-386.480-348.06 -348.78 172.320

-381.490-325.92 -336.86 180.430

-409.420-331.93 -386.84 175.140

-428.720-479.86 -502.49 176.200

-412.180-385.64 -330.61 220.460

-397.010-403.01 -431.98 175.700

-411.970-419.27 -410.03 158.810

-410.130-380.14 -358.17 246.920

-414.740-334.66 -326.07 285.930

-386.510-245.34 -247.42 295.430

แบบสอบถาม

การประเมินความล้มเหลวทางการยศาสตร์สำหรับการกรีดยางพารา

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง □ และกรอกข้อมูลให้ครบถ้วนตามความเป็นจริง

ชื่อ-นามสกุล..... วันที่.....

ที่อยู่..... หมู่บ้าน..... ตำบล..... อำเภอ.....

จังหวัด.....

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ □ 1. ชาย □ 2. หญิง

2. อายุ ปี

3. ท่านทำงานกรีดยางมาเป็นเวลา.....ปี

4. ท่านเริ่มกรีดยางตั้งแต่เวลา.....ถึง.....น.

5. ท่านกรีดยาง.....ต้น/วัน (ระบุจำนวนต้น)

6. ลักษณะพื้นที่สวนยางที่ท่านกรีดยางเป็นอย่างไร (ความเอียงของพื้นที่)

□ 1. ที่ราบ 0-10 องศา

□ 2. พื้นที่ลาดเอียง 11-20 องศา

□ 3. พื้นที่ลาดเอียง 21-30 องศา

□ 3. พื้นที่ลาดเอียง มากกว่า 30 องศา

องศา

7. ความสูงของหน้ายางที่ท่านกรีดยางอยู่ในระดับใด (เทียบกับตัวของท่านเอง)

□ 1. ต่ำกว่าเข่า

□ 2. เข่า-เอว

□ 3. เอว-ไหล่

□ 4. ไหล่-ศรีษะ

□ 5. สูงกว่าศรีษะ

8. ในการกรีดยาง 1 หน้ายางท่านกระตุกข้อมือจำนวน.....ครั้ง

ตอนที่ 2 ข้อมูลอาการเจ็บปวดกล้ามเนื้อ

ท่านรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อระหว่างกรีดยางหรือหลังกรีดยางหรือไม่

กรุณาระบุความรุนแรงของอาการเจ็บปวดกล้ามเนื้อลงในตาราง โดยระบุเป็นตัวเลขดังนี้-

0 = ไม่รู้สึก, 1 = รู้สึกนิดหน่อย, 2 = รู้สึกปานกลาง, 3 = รู้สึกมาก, 4 = รู้สึกมากเกินไป
จนไหว

ด้านซ้าย			ด้านขวา	
ส่วนของร่างกาย	คะแนน		ส่วนของร่างกาย	คะแนน
1 คอ		1 คอ		
2 ไหล่		2 ไหล่		
3 หลังส่วนบน		3 หลังส่วนบน		
4 หลังส่วนล่าง (เอว)		4 หลังส่วนล่าง (เอว)		
5 แขนส่วนบน		5 แขนส่วนบน		
6 ข้อศอก		6 ข้อศอก		
7 แขนส่วนล่าง		7 แขนส่วนล่าง		
8 มือ/ข้อมือ		8 มือ/ข้อมือ		
9 สะโพก/ต้นขา		9 สะโพก/ต้นขา		
10 หัวเข่า		10 หัวเข่า		
11 น่อง		11 น่อง		
12 เท้า		12 เท้า		

ภาคผนวก ข

ผลการทดลองความล้าการกรีดยางพาราด้วยเครื่อง EMG

ตารางภาคผนวก ข 1 ค่า EMG (μv) ระดับความสูงในการกรีดยางพารา กลุ่มตัวอย่างคนที่ 1

Set 1	Over-head	Shoulder-head	Waist-shoulder	Knee-waist	Lower-knee
L.Erector spinae	40.18	33.61	36.93	49.27	47.73
L. Multifidus	35.42	32.23	32.82	79.13	67.45
R.Erector spinae	35.49	29.51	31.64	74.94	63.99
R. Multifidus	59.07	63.55	61.30	96.80	78.29

Set 2	Over-head	Shoulder-head	Waist-shoulder	Knee-waist	Lower-knee
L.Erector spinae	27.48	31.03	37.06	42.90	42.88
L. Multifidus	28.41	30.78	62.95	62.21	63.32
R.Erector spinae	29.01	27.81	61.64	63.16	62.17
R. Multifidus	44.62	45.99	73.93	75.53	69.91

Set 3	Over-head	Shoulder-head	Waist-shoulder	Knee-waist	Lower-knee
L.Erector spinae	37.33	22.51	21.59	47.93	43.67
L. Multifidus	39.37	34.56	47.77	60.45	57.50
R.Erector spinae	35.84	38.23	49.42	58.91	53.83
R. Multifidus	55.81	63.98	69.88	73.77	62.51

ตารางภาคผนวก ข 2 ค่า EMG (μv) ระดับความสูงในการกรีดยางพารา กลุ่มตัวอย่างคนที่ 2

Set 1	Over-head	Shoulder-head	Waist-shoulder	Knee-waist	Lower-knee
L.Erector spinae	32.91	30.33	36.24	47.63	38.80
L. Multifidus	26.11	25.39	26.43	35.35	26.04
R.Erector spinae	24.00	23.36	25.35	37.31	23.73
R. Multifidus	38.68	36.00	40.30	51.63	42.64

Set 2	Over-head	Shoulder-head	Waist-shoulder	Knee-waist	Lower-knee
L.Erector spinae	36.71	34.05	42.65	58.15	49.68
L. Multifidus	24.24	18.99	24.79	56.14	38.59
R.Erector spinae	23.65	21.83	26.53	54.70	38.63
R. Multifidus	38.00	37.01	46.39	63.69	52.83

Set 3	Over-head	Shoulder-head	Waist-shoulder	Knee-waist	Lower-knee
L.Erector spinae	29.61	46.93	44.10	51.54	44.87
L. Multifidus	17.95	26.76	24.05	38.12	33.95
R.Erector spinae	19.78	30.32	27.31	38.69	36.18
R. Multifidus	38.53	50.58	46.03	55.12	45.77

ตารางภาคผนวก ข 3 ค่า EMG (μv) ระดับความสูงในการกรีดยางพารา กลุ่มตัวอย่างคนที่ 3

Set 1	Over-head	Shoulder-head	Waist-shoulder	Knee-waist	Lower-knee
L.Erector spinae	26.31	22.75	22.03	40.21	43.08
L. Multifidus	19.42	16.51	18.25	30.94	30.26
R.Erector spinae	20.23	18.2	18.67	37.87	32.23
R. Multifidus	34.69	47.87	40.7	53.26	43.27

Set 2	Over-head	Shoulder-head	Waist-shoulder	Knee-waist	Lower-knee
L.Erector spinae	19.10	17.65	19.48	39.71	35.93
L. Multifidus	19.87	21.15	18.61	37.69	36.77
R.Erector spinae	20.25	19.45	19.49	40.23	35.02
R. Multifidus	39.11	41.77	33.74	47.47	44.04

Set 3	Over-head	Shoulder-head	Waist-shoulder	Knee-waist	Lower-knee
L.Erector spinae	20.60	23.64	22.42	40.16	40.55
L. Multifidus	23.94	21.80	27.15	41.42	36.52
R.Erector spinae	22.85	20.64	23.59	40.28	40.24
R. Multifidus	49.81	44.69	46.04	56.52	49.94

ตารางภาคผนวก ข 4 ค่า EMG (μv) ระดับความสูงในการกรีดยางพารา กลุ่มตัวอย่างคนที่ 4

Set 1	Over-head	Shoulder-head	Waist-shoulder	Knee-waist	Lower-knee
L.Erector spinae	29.95	46.08	45.12	79.48	66.86
L. Multifidus	27.00	48.37	43.12	73.03	59.85
R.Erector spinae	28.43	47.34	42.15	71.38	68.10
R. Multifidus	49.14	76.88	63.95	81.64	74.71

Set 2	Over-head	Shoulder-head	Waist-shoulder	Knee-waist	Lower-knee
L.Erector spinae	44.98	24.50	39.17	56.37	55.59
L. Multifidus	39.88	23.82	39.58	54.45	58.23
R.Erector spinae	41.52	34.08	41.87	56.95	58.08
R. Multifidus	60.28	46.28	65.02	68.64	66.97

Set 3	Over-head	Shoulder-head	Waist-shoulder	Knee-waist	Lower-knee
L.Erector spinae	26.02	28.70	32.21	70.84	55.94
L. Multifidus	26.68	32.36	22.58	72.68	62.99
R.Erector spinae	35.72	35.31	23.78	66.31	62.01
R. Multifidus	38.95	32.99	44.55	79.14	63.81

ตารางภาคผนวก ข 5 ค่าเฉลี่ย EMG (μv) ระดับความสูงในการกรีดยางพารา

กลุ่มตัวอย่างที่ 1	Over-head	Shoulder-head	Waist-shoulder	Knee-waist	Lower-knee
L.Erector spinae	35.00	29.05	31.86	46.70	44.76
L. Multifidus	34.40	32.52	47.84	67.26	62.76
R.Erector spinae	33.45	31.85	47.57	65.67	60.00
R. Multifidus	53.16	57.84	68.37	82.03	70.24

กลุ่มตัวอย่างที่ 2	Over-head	Shoulder-head	Waist-shoulder	Knee-waist	Lower-knee
L.Erector spinae	33.08	37.10	41.00	52.44	44.45
L. Multifidus	22.77	23.71	25.09	43.20	32.86
R.Erector spinae	22.48	25.17	26.40	43.57	32.85
R. Multifidus	38.40	41.20	44.24	56.81	47.08

กลุ่มตัวอย่างที่ 3	Over-head	Shoulder-head	Waist-shoulder	Knee-waist	Lower-knee
L.Erector spinae	22.00	21.35	21.31	40.03	39.85
L. Multifidus	21.08	19.82	21.34	36.68	34.52
R.Erector spinae	21.11	19.43	20.58	39.46	35.83
R. Multifidus	41.20	44.78	40.16	52.42	45.75

กลุ่มตัวอย่างที่ 4	Over-head	Shoulder-head	Waist-shoulder	Knee-waist	Lower-knee
L.Erector spinae	33.65	33.09	38.84	68.90	59.46
L. Multifidus	31.19	34.85	35.09	66.72	60.35
R.Erector spinae	35.22	38.91	35.93	64.88	62.73
R. Multifidus	49.46	52.05	57.84	76.47	68.50

ตารางภาคผนวก ข 6 ค่า EMG (μv) ความเอียงพื้นที่ในการกรีดยางพารา กลุ่มตัวอย่างที่ 1

Set 1	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
0 Deg	27.83	23.86	24.49	44.47
15 deg	28.75	25.31	26.82	49.60
30 Deg	36.63	27.34	30.49	54.18

Set 2	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
0 Deg	48.31	36.89	36.37	49.59
15 Deg	46.53	34.85	40.67	69.00
30 Deg	53.18	48.44	53.45	75.56

Set 3	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
0 Deg	28.74	25.45	26.15	51.06
15 Deg	44.68	38.50	48.92	71.10
30 Deg	50.89	46.93	49.57	77.45

ตารางภาคผนวก ข 7 ค่า EMG (μv) ความเอียงพื้นที่ในการกรีดยางพารา กลุ่มตัวอย่างที่ 2

Set 1	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
0 Deg	26.17	17.04	18.27	34.78
15 Deg	26.48	20.26	21.19	39.65
30 Deg	39.58	25.49	22.92	42.83

Set 2	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
0 Deg	19.70	13.19	14.44	26.22
15 Deg	23.78	17.18	19.71	34.13
30 Deg	27.08	21.39	22.68	45.22

Set 3	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
0 Deg	19.14	14.73	15.95	28.03
15 Deg	21.88	18.52	19.63	37.32
30 Deg	29.18	22.30	23.48	45.00

ตารางภาคผนวก ข 8 ค่า EMG (μv) ความเียงพื้นที่ในการกรีดยางพารา กลุ่มตัวอย่างที่ 3

Set 1	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
1. 0 Deg.	19.59	23.62	21.89	34.58
2. 15 Deg.	25.85	25.08	24.63	37.36
3. 30 Deg.	25.27	27.43	25.22	40.64

Set 2	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
0 Degree	19.15	18.14	18.96	33.72
15 Degree	33.88	31.47	31.00	47.23
30 Degree	32.19	33.25	32.15	50.58

Set 3	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
0 Deg.	26.66	24.95	22.11	35.18
15 Deg.	28.29	24.49	23.35	45.45
30 Deg.	39.11	42.34	42.02	54.26

ตารางภาคผนวก ข 9 ค่า EMG (μv) ความเียงพื้นที่ในการกรีดยางพารา กลุ่มตัวอย่างที่ 4

Set 1	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
0 Deg	32.11	31.67	32.95	61.54
15 Deg	37.80	42.89	42.08	67.95
30 Deg	40.00	46.61	45.80	79.47

Se 2	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
0 Deg	16.88	19.58	21.81	42.09
15 Deg	38.05	35.93	36.22	59.85
30 Deg	78.66	75.08	53.04	84.22

Set 3	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
0 Deg	25.20	25.86	25.01	45.57
15 Deg	36.98	41.49	40.27	67.00
30 Deg	52.19	45.61	45.08	74.45

ตารางภาคผนวก ข 10 ค่าเฉลี่ย EMG (μv) ความเียงพื้นที่ในการกรีดยางพารา

กลุ่มตัวอย่างที่ 1	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
0 Deg	34.96	28.74	29.00	48.37
15 Deg	39.99	32.88	38.80	63.23
30 Deg	46.90	40.90	44.51	69.06

กลุ่มตัวอย่างที่ 2	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
0 Deg	21.67	14.99	16.22	29.68
15 Deg	24.05	18.65	20.18	37.03
30 Deg	31.95	23.06	23.03	44.35

กลุ่มตัวอย่างที่ 3	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
0 Deg.	21.80	22.24	20.99	34.49
15 Deg.	29.34	27.01	26.32	43.35
30 Deg.	32.19	34.34	33.13	48.49

กลุ่มตัวอย่างที่ 4	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
0 Deg	24.73	25.70	26.59	49.73
15 Deg	37.61	40.10	39.52	64.93
30 Deg	56.95	55.77	47.97	79.38

ตารางภาคผนวก ข 11 ค่า EMG (μv) การกระตุกข้อมือในการกรีดยางพารา กลุ่มตัวอย่างที่ 1

Set 1	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
Stroke 1 (13-24)	22.85	17.57	26.27	54.81
Stroke 2 (25-36)	31.38	33.91	31.68	57.74
Stroke 3 (37-48)	44.33	39.61	39.71	76.74

Set 2	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
Stroke 1 (13-24)	21.24	16.94	27.54	52.81
Stroke 2 (25-36)	44.05	44.27	40.68	72.11
Stroke 3 (37-48)	52.10	47.29	42.68	85.43

Set 3	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
Stroke 1 (13-24)	36.86	38.77	35.39	62.82
Stroke 2 (25-36)	40.51	41.37	37.13	71.07
Stroke 3 (37-48)	44.97	43.05	39.61	74.53

ตารางภาคผนวก ข 12 ค่า EMG (μv) การกระตุกข้อมือในการกรีดยางพารา กลุ่มตัวอย่างที่ 2

Set 1 ครั้งที่ 1	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
Stroke 1 (13-24)	23.26	11.99	13.06	27.07
Stroke 2 (25-36)	20.41	14.56	15.22	30.40
Stroke 3 (37-48)	24.69	19.05	19.76	38.21

Set 2 ครั้งที่ 2	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
Stroke 1 (13-24)	29.45	15.36	17.39	32.95
Stroke 2 (25-36)	44.50	21.84	23.92	49.11
Stroke 3 (37-48)	50.76	30.16	34.53	58.32

Set 3 ครั้งที่ 3	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
Stroke 1 (13-24)	42.92	26.26	25.66	51.08
Stroke 2 (25-36)	45.45	24.90	27.91	51.65
Stroke 3 (37-48)	46.27	28.54	32.94	55.22

ตารางภาคผนวก ข 13 ค่า EMG (μv) การกระตุกข้อมือในการกรีดยางพารา กลุ่มตัวอย่างที่ 3

Set 1	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
Stroke 1 (13-24)	17.15	13.45	14.32	38.19
Stroke 2 (25-36)	26.77	25.13	25.65	48.44
Stroke 3 (37-48)	31.37	28.04	26.93	52.80

Set 2	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
Stroke 1 (13-24)	18.35	14.16	15.20	38.73
Stroke 2 (25-36)	22.80	19.10	17.38	41.14
Stroke 3 (37-48)	27.26	20.52	22.39	47.48

Set 3	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
Stroke 1 (13-24)	23.15	18.85	18.91	43.43
Stroke 2 (25-36)	24.41	19.86	21.93	46.86
Stroke 3 (37-48)	29.53	22.96	23.92	49.03

ตารางภาคผนวก ข 14 ค่า EMG (μv) การกระตุกข้อมือในการกรีดยางพารา กลุ่มตัวอย่างที่ 4

Set 1	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
Stroke 1 (13-24)	30.97	25.03	26.16	39.32
Stroke 2 (25-36)	38.04	27.83	28.72	45.82
Stroke 3 (37-48)	57.29	44.41	44.89	88.23

Set 2	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
Stroke 1 (13-24)	40.31	31.98	31.45	55.58
Stroke 2 (25-36)	45.17	38.23	36.42	57.37
Stroke 3 (37-48)	55.94	39.10	40.22	81.50

Set 3	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
Stroke 1 (13-24)	21.94	16.42	17.38	30.32
Stroke 2 (25-36)	42.55	23.80	25.00	55.63
Stroke 3 (37-48)	45.12	32.54	34.61	66.98

ตารางภาคผนวก ข 15 ค่าเฉลี่ย EMG (μv) การกระตุกข้อมือในการกรีดยางพารา

กลุ่มตัวอย่างที่ 1	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
Stroke 1 (13-24)	26.98	24.43	29.73	56.81
Stroke 2 (25-36)	38.65	39.85	36.50	66.97
Stroke 3 (37-48)	47.14	43.32	40.67	78.90

กลุ่มตัวอย่างที่ 2	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
Stroke 1 (13-24)	31.87	17.87	18.70	37.03
Stroke 2 (25-36)	36.78	20.43	22.35	43.72
Stroke 3 (37-48)	40.57	25.92	29.08	50.59

กลุ่มตัวอย่างที่ 3	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
Stroke 1 (13-24)	19.55	15.49	16.14	40.12
Stroke 2 (25-36)	24.66	21.36	21.65	45.48
Stroke 3 (37-48)	29.39	23.84	24.41	49.77

กลุ่มตัวอย่างที่ 4	L.Erector spinae	L. Multifidus	R.Erector spinae	R. Multifidus
Stroke 1 (13-24)	31.07	24.48	25.00	41.74
Stroke 2 (25-36)	41.92	29.95	30.04	52.94
Stroke 3 (37-48)	52.78	38.69	39.91	78.90

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์หาตัวคูณ Multiplier

การวิเคราะห์หาตัวคูณ Multiplier

1. การวิเคราะห์หาตัวคูณระดับความสูงในการกรีดยางพารา

วิธีการวิเคราะห์หาตัวคูณ โดยใช้ค่า MVC มาสร้างเป็นสมการเชิงเส้นและนำไปวิเคราะห์ เพื่อเทียบกับค่าต่ำสุดในการกรีดยางพาราต่อวัน (300 ต้น) และค่าสูงสุดในการกรีดยางพาราต่อวันที่ยอมรับได้ (700ต้น) ได้ผลดังนี้

Level	% MVC (Y)	จำนวนต้น	จำนวนต้นที่คำนวณ	HM
0 (over-head)	46.19	700	659.34	0.94
1 (Sh-head)	46.44		654.47	0.93
2 (W.-Sh)	52.44		537.74	1.00
3 (Kn.-W.)	64.38		305.45	0.44
4 (Lower kn.)	58.48	300	420.23	0.60

โดยจากการวิเคราะห์ค่าความล้าพบว่า การกรีดยางพาราที่ระดับ เอว-ไหล่ เป็นระดับการกรีดยางที่ดีที่สุดคือมีความล้าน้อยที่สุดดังนั้นจึงกำหนดตัวคูณเป็น 1.0 ในสมการความล้า

2. การวิเคราะห์หาตัวคูณระดับพื้นที่ทำงาน

วิธีการวิเคราะห์หาตัวคูณ โดยใช้ค่า MVC ที่ได้จากการทดลองค่า EMG ระดับพื้นที่การทำงาน มาสร้างเป็นสมการเชิงเส้นและนำไปวิเคราะห์ เพื่อเทียบกับค่าต่ำสุดในการกรีดยางพาราต่อวัน (300 ตัน) และค่าสูงสุดในการกรีดยางพาราต่อวันที่ยอมรับได้ (700ตัน) ได้ผลดังนี้

$$\text{จำนวนตัน} = (((\% \text{ MVC (Y)} - 35.4) * (300 - 700)) / (\text{Max} - \text{Min})) + 700 \quad (\text{a})$$

และสูตรคำนวณตัวคูณ คือ

$$\text{WM} = \text{จำนวนตัน} / 700 \quad (\text{b})$$

Degree	% MVC (Y)	จำนวนตัน	จำนวนตันที่คำนวณ	WM
0	35.4	700	700.00	1.00
1	35.9		700.00	1.00
2	36.3		700.00	1.00
3	36.8		700.00	1.00
4	37.2		700.00	1.00
5	37.7		700.00	1.00
6	38.1		700.00	1.00
7	38.6		700.00	1.00
8	39.0		700.00	1.00
9	39.5		700.00	1.00
10	39.9		700.00	1.00
11	40.4		553.33	0.79
18	43.5		460.00	0.66
19	44.0		446.67	0.64
.
.
20	44.4		433.33	0.62
21	44.9		420.00	0.60
22	45.3		406.67	0.58
23	45.8		393.33	0.56
24	46.2		380.00	0.54
25	46.7		366.67	0.52
26	47.1		353.33	0.50
27	47.6		340.00	0.49
28	48.0		326.67	0.47
29	48.5		313.33	0.45
30	48.9	300	300.00	0.43

จากผลการวิเคราะห์พบว่าระดับการกรีดที่ดีที่สุดจะเป็นการกรีดในพื้นที่ราบ ดังนั้นการนำค่าไปใช้ในแบบประเมินจะเป็นการแบ่งช่วงและกำหนดให้ค่าที่ 0 -10° มีค่าตัวคูณเท่ากับ 1.0

3. การวิเคราะห์หาตัวคูณการกระตุกข้อมือ

วิธีการวิเคราะห์หาตัวคูณ โดยใช้ค่า MVC ที่ได้จากการทดลองค่า EMG การกระตุกข้อมือ มาสร้างเป็นสมการเชิงเส้นและนำไปวิเคราะห์ เพื่อเทียบกับค่าต่ำสุดในการกรีดยางพาราต่อวัน (300 ตัน) และค่าสูงสุดในการกรีดยางพาราต่อวันที่ยอมรับได้ (700ตัน) ได้ผลดังนี้

Stroke	% MVC (Y)	จำนวนตัน	จำนวนตันที่คำนวณ	SM
13	15.42	700	700.00	1.00
14	16.05		700.00	1.00
15	16.68		700.00	1.00
16	17.31		700.00	1.00
17	17.94		700.00	1.00
18	18.57		700.00	1.00
19	19.2		700.00	1.00
20	19.83		700.00	1.00
21	20.46		675.00	0.96
.
.
.
33	28.02		375.00	0.54
34	28.65		350.00	0.50
35	29.28		325.00	0.46
36	29.91		300.00	0.43
37	30.54		275.00	0.39
38	31.17		250.00	0.36
39	31.8		225.00	0.32
40	32.43		200.00	0.29
41	33.06		175.00	0.25
42	33.69		150.00	0.21
43	34.32		125.00	0.18
44	34.95		100.00	0.14
45	35.58		75.00	0.11
46	36.21		50.00	0.07
47	36.84		25.00	0.04
48	37.47	300	0.00	0.00

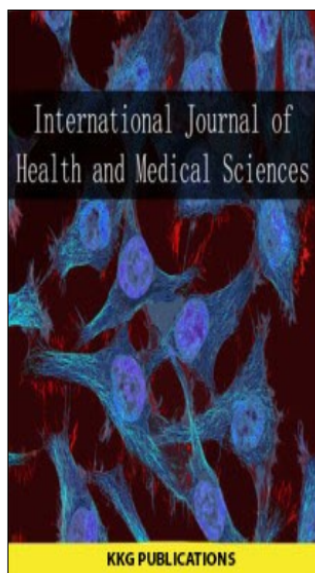
จากผลการวิเคราะห์พบว่าช่วงการกระตุกข้อมือที่ดีที่สุดจะเป็นช่วงน้อย ๆ ดังนั้นการนำค่าไปใช้ในแบบประเมินจะเป็นการแบ่งช่วงและกำหนดให้ค่าที่ ≤ 20 ต่อครั้ง กำหนดค่าตัวคูณเท่ากับ 1.0

ภาคผนวก ง
เอกสารการตีพิมพ์

This article was downloaded by:

Publisher: KKG Publications

Registered office: 18, Jalan Kenanga SD 9/7 Bandar Sri Damansara, 52200 Malaysia



Key Knowledge Generation

Publication details, including instructions for author and subscription information:

<http://kkgpublications.com/medical-sciences/>

Prevalence and Risk Factors of Musculoskeletal Disorders in Rubber Tappers: A Case Study in Phatthalung Province, Thailand

S. INRAKSA ¹, A. SUNGKHAPONG ², K. POCHANA ³

^{1,2,3} Department of Industrial Engineering, Prince of Songkla University, Songkhla, Thailand

¹ Faculty of Health and Sports Science, Thaksin University, Phatthalung, Thailand

Published online:



To cite this article: S. Inraksa, A. Sungkhapong and K. Pochana, "Prevalence and risk factors of musculoskeletal disorders in rubber tappers: A case study in Phatthalung Province, Thailand," *International Journal of Health and Medical Sciences*, vol. 3, no. 1, pp. 23-28, 2017.

DOI: <https://dx.doi.org/10.20469/ijhms.3.30004-1>

To link to this article: <http://kkgpublications.com/wp-content/uploads/2017/03/IJHMS-30004-1.pdf>

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

KKG Publications makes every effort to ascertain the precision of all the information (the "Content") contained in the publications on our platform. However, KKG Publications, our agents, and our licensors make no representations or warranties whatsoever as to the accuracy, completeness, or suitability for any purpose of the content. All opinions and views stated in this publication are not endorsed by KKG Publications. These are purely the opinions and views of authors. The accuracy of the content should not be relied upon and primary sources of information should be considered for any verification. KKG Publications shall not be liable for any costs, expenses, proceedings, loss, actions, demands, damages, expenses and other liabilities directly or indirectly caused in connection with given content.

This article may be utilized for research, edifying, and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, redistribution, reselling, loan, sub-licensing, systematic supply, or distribution in any form to anyone is expressly verboten.



PREVALENCE AND RISK FACTORS OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS IN RUBBER TAPPERS: A CASE STUDY IN PHATTHALUNG PROVINCE, THAILAND

S. INRAKSA ^{1*}, A. SUNGKHAPONG ², K. POCHANA ³

^{1,2,3} Department of Industrial Engineering, Prince of Songkla University, Songkhla, Thailand

¹ Faculty of Health and Sports Science, Thaksin University, Phatthalung, Thailand

Keywords:

Prevalence
Musculoskeletal Disorders
Rubber Tappers

Received: Accepted: Pub-
lished:

Abstract. This cross-sectional study presents the prevalence of Musculoskeletal Disorders (MSDs) among rubber tappers in Paphayom District, Phatthalung Province, Thailand. A total of 250 rubber tappers participated in this study. A general questionnaire was used to collect demographic background data and physical work characteristics while modified Nordic Musculoskeletal Questionnaire was used to determine the prevalence of MSDs (within 6 months). Descriptive statistics were used to describe the general data and prevalence. The factors affecting to MSDs and Odds Ratio (OR) were analyzed by inferential statistics at 95% confidence interval. The results showed that most participants were females (56.8%). The mean age of tappers was 42.1 ± 12.6 years. The average work experience and Body Mass Index (BMI) were 12.6 ± 8.3 years and 22.3 ± 3.5 , respectively. The prevalence of MSDs (in any body region) in last 6 months was 36.40 (95% CI 30.42-42.69). The highest prevalence rates of MSDs were reported in lower back, upper back, hip & thigh regions (30.4%, 6.8% and 6.0%, respectively). Risk factors which significantly resulted in MSDs were age of workers, work experience, and handedness behavior. The significant risk factors related to working conditions were plantation ground level, tapping light, handedness, grip tightness, standing posture, age of rubber tree, and tapping height. This study reveals that rubber tappers were suffering from acute MSD (for the past 6 months) on low back area. Various risk factors were found to be significant. Rubber tappers who were exposed to a combination of risk factors may have an increased risk of developing MSDs. Further study with comprehensive strategy is essential in order to determine the need of appropriate intervention and health promotion for rubber tapper.

©2017 KKG Publications. All rights reserved.

INTRODUCTION

Rubber has been grown on plantations in many countries around the world. Especially in Asia, the countries with rubber plantation early are Thailand, Indonesia and Malaysia. In Thailand (2014), the total area for rubber plantation was 3.74 million hectare. It was distributed into each part of the country i.e. 63.09% in the south, 20.23% in the northeast, 11.43% in the east and central, and 3.74% in the north. Currently, Thailand is the highest rubber producer in the world [1]. Thailand had the first rank in global rubber output and production. It was reported that the natural rubber exports were 3.65 million tons, equivalent to 5,057 million USD [1]. The rubber production process is known as a labor intensive process. Many reports revealed that rubber tappers were continuously suffering from health problems [2], [3], [4], [5]. Before getting raw latex for rubber product manufacturing, rubber tapping is the process by which field latex is collected from rubber tree when the circumference of the tree trunk reaches 50 cm. The current rubber tapping process is highly labor intensive. This process is manually done by rubber tappers. Since the rubber

tapping is a repetitive work and unable to be replaced by machine, it is regarded as an occupational risk for MSDs [3]. A community-based investigation in upper south of Thailand done by [3] showed that over half (52.9%) of the rubber tappers had low back pain during the previous 3 months. The pains in other parts of body such as legs, neck, hands and wrists were also reported [2], [3], [5], [6], [7]. Risk factors related to MSDs such as load and postures were found to have significant association with MSDs. However, the study of some risk factors related to physical work such as plantation ground level, number of trees tapped per day, tapping light etc. is limited. The aim of this study was to investigate the prevalence of MSDs and mentioned physical risk factors in order to recommend preventive care to reduce injuries in rubber tappers.

METHODOLOGY

This descriptive cross-sectional study was designed to investigate prevalence and risk factors of MSDs among rubber tappers in Phatthalung province, Thailand. The data were collected by face-to-face interview with structured questionnaire. The study was conducted from January 2013 until March 2014.

*Corresponding author: S. Inraksa
†Email: juk007@hotmail.com



Subject

The population of rubber tappers in Paphayom district, Phatthalung province, Thailand was 660. The simple sampling method [8] was used for selecting of 250 rubber tappers. The primary inclusion criteria for selection were ability of Thai communication, more than 6 months' working experience, and voluntary participation. The exclusion criteria was a past record of MSDs or congenital disease, the resulting musculoskeletal disorders, such as gout, rheumatoid, renal or a history of accidents and disorders affecting the skeletal system and muscles. The samples had been clarified on the objective of the study and the right to terminate the participation immediately on demand.

Questionnaire

The structural questionnaire was applied from [3]. The questionnaire consisted of three parts:

- 1) demographic characteristics,
- 2) physical work characteristics and
- 3) MSDs data (from the past 6 months) modified from Nordic Musculoskeletal Disorder Questionnaire [9].

Data Processing and Analysis

The data obtained were analyzed using Minitab 16 software. Descriptive statistics were used to generate frequency, percentage, mean and Standard Deviation (SD) for demographic characteristics and physical work characteristics. The prevalence of MSDs for the last 6 months was also descriptively analyzed for each body part. Total of MSDs was quantified for each individual who had complaint of pain in at least one part of the body. The results were tested for association with MSDs using binary logistic regression and OR at statistical significance of 0.05.

RESULTS

Demographic Characteristics

The data showed that participants were females slightly more than males. Average age, work experience and sleep per day were 42.1 ± 12.7 yr, 12.62 ± 8.35 yr and 5.62 ± 0.93 hrs, respectively. In addition, monthly income was 5,001-10,000 baht and the majority of education level was secondary school. It was found that one-fourth of them were non-smokers and one-third was non-drinker. Majority of the participants were Buddhists (99.2%), whereas two-thirds of them had been experienced on rubber tapping for more than 7 years, as shown in Table 1.

TABLE 1
DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS (n = 250)

Characteristic	n (%)	Characteristic	n (%)
Age(mean \pm SD) yrs = 42.1 ± 12.7			
Work experience(mean \pm SD) yrs = 12.6 ± 8.35			
Work time per day (mean \pm SD) hr = 3.2 ± 0.95			
Sleep per day(mean \pm SD) hr = 5.6 ± 0.93			
BMI (mean \pm SD) = 22.3 ± 3.54			
Gender		Exercise	
Male	108(43.2)	No	119(47.6)
Female	142(56.8)	Yes	131(52.4)
Educational level		Work experience	
Primary school	104(41.6)	≤ 7 yrs	80(32.0)
Secondary school	110(44.0)	>7 yrs	170(68.0)
Diploma	22(8.8)	Smoking	
Bachelor's degree or higher	14(5.6)	No	185(74.0)
Religion		Yes	65(26.0)
Buddha	248(99.2)	Drinking	
Islam	2(0.8)	No	174(69.6)
Ages		Yes	76(30.4)
≤ 27 yrs	34(13.6)		
>27 yrs	216(86.4)		

Physical Work Characteristics

The survey found that the most plantation ground level was flat (88.8%). The tapping height was normally at 51-100

cm (knee-waist). In addition, most working time was between 1 and 7 am with average breaking time of 15 min (max 30, min 5), as shown in Table 2.

TABLE 2
PHYSICAL WORK CHARACTERISTICS (n = 250)

Characteristics	n (%)	Characteristics	n (%)
Plantation ground level		Trees tapped per day	
Flat	222(88.8)	≤ 500	131(52.4)
Slope	28(11.2)	>500	119(47.6)
Tapping light		Handedness	
Sufficient	231(92.4)	Right	223(89.2)
Insufficient	19(7.6)	Left	27(10.8)
Break time		Grip tightness	
Yes	159(63.6)	Good fit	93(37.2)
No	91(36.4)	Tight	157(62.8)
Standing posture		Ages of trees	
Balance	211(84.4)	≤ 15 yrs	123(49.2)
Not balance	34(15.6)	>15 yrs	127(50.8)
Tapping height			
>100 cm	36(14.4)		
≤100 cm	214(85.6)		

The Prevalence of MSDs

The sixth month prevalence of MSDs in body regions of the participants was 36.40% (95% CI = 30.42-42.69). The

highest prevalence were of lower back pain, upper back pain, hip/thigh pain, shoulder pain and hand/wrist pain in percentage of 30.4, 6.8, 6.0, 5.2 and 4.8 respectively, as shown in Table 3.

TABLE 3
THE PREVALENCE OF MSDS IN BODY REGIONS

No.	Body Regions	Prevalence (%)	95% CI
1	Lower back	76(30.40)	(24.76-36.51)
2	Upper back	17(6.80)	(4.01-10.66)
3	Hip/ Thigh	15(6.00)	(3.39-9.70)
4	Shoulder	13(5.20)	(2.79-8.72)
5	Hand /wrist	12(4.80)	(2.50-8.23)
6	Upper arm	11(4.40)	(2.21-7.73)
7	Foot	10(4.00)	(1.93-7.23)
8	Lower arm	6(2.40)	(0.88-5.15)
9	Calves	6(2.40)	(0.88-5.15)
10	Neck	5(2.00)	(0.65-4.60)
11	Knee	3(1.20)	(0.24-3.46)
12	Elbow	2(0.80)	(0.09-2.85)

TABLE 4
THE MSDS AND ASSOCIATED FACTORS BY BINARY LOGISTIC REGRESSION (n = 250)

Factors	MSDs No.(%)		OR	95% CI	p
	Pain	No Pain			
1.Age (yr)					
≤ 27	7	27	2.45	1.02, 5.89	0.032
>27	84	132			
2. Work experience (yr)					
≤ 7	22	58	1.80	1.01, 3.21	0.042
>7	69	101			
3.Plantation ground level					
Flat	76	146	2.22	1.00, 4.90	0.049
Slope	15	13			
4.Tapping light					
Sufficient	78	153	4.25	1.56, 11.61	0.003
Insufficient	13	6			
5. Handedness					
Right	71	152	6.11	2.47, 15.13	0.000
Left	20	7			
6.Grip tightness					
Good fit	23	70	2.32	1.31-4.09	0.003
Tight	68	89			
7. Standing posture					
Balance	69	142	2.66	1.33, 5.34	0.006
Not balance	22	12			
8. Age of trees (yr)					
≤15	36	87	1.85	1.09, 3.21	0.021
>15	55	72			
9.Tapping height(cm)					
>100	7	29	2.67	1.12-6.38	0.017
≤ 100	84	130			

Statistic significant at $p < 0.05$

Factors Associated with Symptoms of MSDs

Binary logistic regression showed that the risk factors which were significant to the model were body age (OR = 2.45, 95% CI = 1.02-5.98), work experience (OR = 1.08, 95% CI = 1.01-3.21), plantation ground level (OR = 2.22, 95% CI = 1.00-4.90), tapping light (OR = 4.25, 95% CI = 1.56-11.61), handedness (OR = 6.11, 95% CI = 2.47-15.13), grip tightness (OR = 2.32, 95% CI = 1.31-4.09), standing posture (OR = 2.66, 95% CI = 1.33-5.34), age of trees (OR = 1.85, 95% CI = 1.09-3.21) and tapping height (OR = 2.67, 95% CI = 1.12-6.38) as shown in Table 4. Other selected factors such as exercise, smoking, drinking and break time were not significant risk factors for MSDs.

DISCUSSION

Demographic and Physical Work Characteristics

This study showed that the rubber tappers were more females than males. About half of the participants had body ages between 30 and 49 years which was also consistent with finding reported by [3], [10], [11]. Nevertheless, these findings were inconsistent with a previous study from (49-58 yrs) [6] and (41.50 yrs) [4]. Moreover, the study found that the levels of education were secondary and primary school (90.5%). This also corresponds with previous finding of 86.4% for the same educational level which was reported by [12], [3] (85.6%) and [5] (59.1%). This could be explained that skill of rubber tapping should be trained in their own family. This is the reason which showed that most of rubber tappers were not necessary to graduate at higher level of education. The participants were

smoking where by 26%, since the participants were women more than men. It was different from [6], who reported that number of smokers was at 54.2%, due to all participants being men.

The average of working time per day was 3.2 hrs., this is corresponding finding with [6], who found that it is less than 5 hrs. per day, however it is different from [3] (6.2 hrs.).

The Prevalence of MSDs

This study investigated the prevalence of musculoskeletal disorders (MSDs) during the previous 6 months. The results from this study support previous findings that this problem is common in rubber tappers.

The most prevalence was of the lower back (30.40%), which corresponds to reported research [3], [5]. In contrast, [6] reported that the prevalence was highest in neck-pain among male rubber workers in FELDA settlement Malaysia, because the level of rubber tapping was over-head.

Leg pain (hip/thigh and foot) was 10% in present study. Nevertheless, the findings from the study coincided with previous reports of 14.8% by [3], who investigated MSD problems among rubber tappers in Chumphon province, Thailand. It may be caused by the slope area which is often found in Chumphon more than Phatthalung province.

Factors Associated with Symptoms of MSDs

This study revealed that the demographic and physical work characteristics factors have significant association with MSDs.

In this study, rubber tappers with age more than 27 yrs. got more risk of MSDs, compared to younger rubber tappers. This finding was in contrast to [6] who showed that the young rubber workers in Malaysia were at greater risk than old rubber workers. In this study, working experience of more than 7 yrs. was reported as the risk factor associated with MSDs, compared to working experience of less than 7 yrs. In contrast, [12] reported that the rubber farmers with higher work-experience (average 20 yrs.) were no significant associate with low back pain. They reported that the long work experience might screen individuals who could no longer tolerate the work requirement for this profession. In addition, this study found that the left

hand was risk factor for MSDs in rubber tappers. Because the conventional tapping knives (je-bong) were appropriate to the right hand. The explanation was common as other study, reported by [13], showed that the left-handers were more likely to report an injury requiring medical attention. Because the power tools required use of the right hand. The grip tightness for tapping was significant risk factor for MSDs. It was indicated that the tightened grip resulted in muscle exertion strain on fingers, hand and wrist. On the other hand, when gripping tapping knives, use a firm grip that allows participants to control the knives smoothly, but don't grip it too tight. This finding was consistent with a study conducted by [14] who reported that there is higher discomfort as there are increased required forces. According to comparison of this research with other researches, it found that prevalence rates are highest in the lower back [2], [3], [5] and is subordinate to the hands/wrists and upper back, respectively.

CONCLUSION

The results of this study showed that the prevalence of musculoskeletal disorders in any body region in the last 6 months of rubber tappers was comparatively lower than the 1-year MSDs prevalence found in other researches. However, the similar results of high prevalence in lower back were found in this study and others. Among risk factors associated with working conditions, plantation ground level, tapping light and tapping height were shown to have significant relationship with MSDs prevalence. Awkward standing posture at work and inappropriate grip (grip tightness) were also resulted in association with MSDs. This study recommended that detailed study should be carried out on biomechanics in order to comprehensively understand the mechanism of MSDs. Furthermore, the design of working tools such as lighting lamp and cutting tools should be focused. However, the effective remedy i.e. health promotion activities and guidelines should be introduced to reduce MSDs and minimize the risks. This may result in an increase of quality of life for rubber tappers.

Acknowledgements

This study was supported financially by Graduate School, Prince of Songkla University, Songkhla, Thailand.

REFERENCES

- [1] Ministry and Information and Communication Technology. (2014). *Thailand Agricultural Statistic Year 2014* [Online]. Available: <https://goo.gl/eNqeF2>
- [2] N. Bensa-ard, P. Tuntiseranee and S. Anuntaseree, "Work conditions and prevalence of musculoskeletal pain among para-rubber planters: A case study in Tambon Nakleua, Kantang District, Trang Province," *Songklanagarind Medical Journal*, vol. 22, no. 2, pp. 101-110, 2004.

- [3] S. Meksawi, B. Tangtrakulwanich and V. Chongsuvivatwong, "Musculoskeletal problems and ergonomic risk assessment in rubber tappers: A community-based study in southern Thailand," *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 42, no. 1, pp. 129-135, 2012.
- [4] S. Arphorn, P. Chaonasuan, V. Pruktharathikul, V. Singhakajen and C. Chaikittiporn, "A program for Thai rubber tappers to improve the cost of occupational health and safety," *Industrial Health*, vol. 48, no. 3, pp. 275-282, 2010.
- [5] T. S. Nair, S. Garg and M. M. Singh, "A study of the health profile of rubber plantation workers in rural Kerala," *Asian Journal of Medical Sciences*, vol. 7, no. 3, pp. 103-107, 2015.
- [6] C. L. Shan, M. Y. B. Adon, A. B. A. Rahman, S. T. S. Hassan and K. B. Ismail, "Prevalence of neck pain and associated factors with personal characteristics, physical workloads and psychosocial among male rubber workers in FELDA settlement Malaysia," *Global Journal of Health Science*, vol. 4, no. 1, pp. 94-104, 2012.
- [7] V. D. Reddy, B. S. Kumar and N. Uzma, "Lung function parameters, neck pain and associated factors among male rubber tapping workers in Kerala," *International Journal of Pharma Medicine & Biological Sciences*, vol. 1, no. 2, pp. 43-48, 2012.
- [8] Y. Taro, *Statistics: An Introduction Analysis*. New York, NY: Harper & Raw, 1973.
- [9] I. Kuorinka, B. Jonsson, A. Kilbom, H. Vinterberg, F. Biering-Sorensen, G. Andersson and K. Jorgensen, "Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms," *Applied Ergonomics*, vol. 18, no. 3, pp. 233-237, 1987.
- [10] M. H. Y. Umar, O. E. Agbonaye, A. M. D. Uwumaronjie and G. Eboigbe, "Impact analysis of occupational hazard on the productivity of rubber tappers in Rubber Research Institute of Nigeria, Iyanomo, Benin city," *Direct Research Journal of Agriculture and Food Science*, vol. 4, no. 1, pp. 10-13, 2016.
- [11] K. Stankevitz, C. Staton, A. Schoenfisch, V. De Silva, H. Tharindra, M. Stroo and T. Ostbye, "Prevalence of occupational injury and its contributing factors among rubber tappers in Galle, Sri Lanka," *International Journal of Occupational and Environmental Health*, vol. 22, no. 4, pp. 333-340, 2016.
- [12] C. Udom, P. Janwantanakul and R. Kanlayanaphotorn, "The prevalence of low back pain and its associated factors in Thai rubber farmers," *Journal of Occupational Health*, vol. 58, no. 6, pp. 534-542, 2016.
- [13] S. Coren, "Left-handedness and accident-related injury risk," *American Journal of Public Health*, vol. 79, no. 8, pp. 1040-1041, 1989.
- [14] Y. K. Kong, D. M. Kim, K. S. Lee and M. C. Jung, "Comparison of comfort, discomfort, and continuum ratings of force levels and hand regions during gripping exertions," *Applied Ergonomics*, vol. 43, no. 2, pp. 283-289, 2012.

— This article does not have any appendix. —

Effect of Rubber Tapping Height on Trunk Muscle Effort

Sutee Inraksa¹

Department of Industrial Engineering
Prince of Songkla University, Thailand
Health and Sport Science, Thaksin University
E-mail:juk007@hotmail.com

Angoon Sungkha², and Klangduen Pochana³

Department of Industrial Engineering
Prince of Songkla University
Songkhla.(Thailand)

Abstract— Rubber tapping often causes musculoskeletal disorders (MSDs), especially to the Lower Back Pain (LBP). The aim of this study was to investigate the muscle effort of trunk muscle in rubber tapping. The scope of this study consisted of four male students of the Prince of Songkla University who participated in this study. The main inclusion criterions were that they must be habitually active, have no prior back complaints or pathological disorders. Surface Electromyography (sEMG) was used to record the activities both sides of muscles – Erector spinae and Multifidus - during a 20-minutes isometric contraction workout. A laboratory-based rubber tapping simulation conducted five-level working heights (lower-knee, knee-waist, waist-shoulder, shoulder-head, and over-head). Muscular effort in this study was calculated as the percentage of Maximal Voluntary Contraction (MVC). The MVC for the level of rubber tapping resulted in knee-waist, lower-knee, waist-shoulder, shoulder-head and over-head which were 63.5%, 53.7%, 46.0%, 44.6%, and 43.0%, respectively. The results indicate that the EMG increase in muscle activity levels at a low level of rubber tapping.

Keywords— Lower back pain, Musculoskeletal disorders, Electromyography, Rubber Tappers

INTRODUCTION

Work-related musculoskeletal disorders (MSDs), especially of the Lower back pain (LBP) are common among rubber tappers^{1, 4, 5}. Rubber tapping is physically demanding work with a high frequency of twisting, bending and extension of trunk⁴, awkward and static postures^{3, 7}, repetitive motion^{3, 7} and tapping levels^{2, 4}.

Several reports reviewed the prevalence of LBP among rubber tappers. Rubber tappers were reported to have a high prevalence of LBP 55% at 1 month¹, 52.9% at 3 months⁴, and 55.7%² and 66.2%⁶ at 12 months.

However, there is still no clear information about the tapping level among rubber tappers. The rubber tappers limited knowledge of physical capacity affects their ability to prevent problems.

The aim of this study was to investigate the muscle effort of trunk muscle in rubber tapping .The affect of

EMG with surface electrodes during rubber tapping were measured (isometric and dynamic contraction).

Methods and Procedures

Experiment Design

A repeated measures design was selected so that all interactions between the independent variables could be investigated effectively. The independent variable in this study was the working height. The working heights were the five level of Lowers - Knee, Knee - Waist, Waist - Shoulder, Shoulder – Head and Over-Head. The dependent variable was the resulting EMG signal. The control variables were Jabong knives tapping system and right hand rubber tapping.

Subject

Four male between the ages of 20 and 24 years participated .Main inclusion criteria's were they must be habitually active, had no prior back complaints or pathological disorders. Subjects were recruited from student of Prince of Songkla University. Prior to signing a consent form, all subjects were informed about the experimental procedure, potential risks and purpose of the study.

SEMG data acquisition

SEMG was taken from the following four trunk muscles: both sides of muscles – Erector spinae and Multifidus.Disposable Ag–AgCl solid–gel electrode strips of two electrodes with a circular uptake area of 1.6 cm diameter and an inter-electrode distance of 2.5 cm were used. All EMG signal recordings were carried out using a Mobi6-6b (TMS International BV,Netherlands). A band-pass filter of 20-500 Hz bandwidth and an amplifier with 19.5 times were used. The signals were sampled at a rate of 1024 Hz with 24-bit A/D resolution.



Fig.1 Surface EMG sensors location

EMG recordings

The EMG was recorded during work situations continuously for 20 minute. The participants in a series of rubber tapping's underwent isometric and dynamic contraction.



Fig.2 The simulation of rubber tapping in each of level.

EMG Analysis

In these experiments, the recorded EMG signals were analyzed using Bioproc 2 computation software. Both time and frequency domain analyses were conducted. Time domain analysis as mentioned earlier was used. There were many different time domains measured that characterize the signal. The Root Mean Square (RMS) values (in μV) of the row data was calculated.

Result

Muscle activity

The table.1 shows the result of the normalized mean values of the maximum muscle activity for difference height of rubber tapping. The data of EMG variables showed that the highest RMS value was (55.08 mV) for R. Multifidus with Knee-waist level. The lowest value (19.43 mV) for R.Erector spinae was at Shoulder –head level. The Fig.3 shows that difference of muscle activity in rubber tapping. It was also noticed that the R. Multifidus muscle was most active in the rubber tapping in all levels of tapping, and the Knee-waist level had the highest level of muscle activity.

Table 1 Difference of activity between the trunk muscles in rubber tapping

Level of Tapping	Muscles							
	L.Erector spinae		L. Multifidus		R.Erector spinae		R. Multifidus	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
1. Lower-knee	39.85	3.63	34.52	4.43	35.83	5.67	45.75	4.72
2. Knee-waist	40.03	0.28	36.68	7.41	39.46	1.71	55.08	1.60
3. Waist-shoulder	21.31	1.60	21.34	6.29	20.58	3.48	40.16	3.77
4. Shoulder-head	21.35	3.23	19.82	3.74	19.43	1.72	44.78	2.25
5. Over-head	22.00	3.80	21.08	3.19	21.11	1.86	41.20	10.69

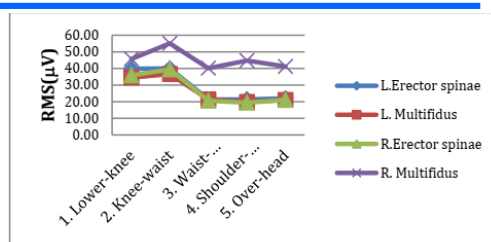


Fig. 3 Difference of muscle activities in rubber tapping

Maximum Voluntary Contraction (MVC)

The table. 2 shows the result of the comparative MVC percentages (Normalized Root Mean Square [RMS]) of trunk muscles in the levels of tapping. The MVC for a level of rubber tapping resulted in the knee-waist, lower-knee, waist-shoulder, shoulder-head and over-head were 63.5%, 53.7%, 46.0%, 44.6%, and 43.0%, respectively.

Table 2 Comparing MVC percentages (Normalized Root Mean Square [RMS]) of trunks muscles in level of tapping

Level	MVC % (Mean)	SD
1. Lower-knee	53.78	15.14
2. Knee-waist	63.57	15.55
3. Waist-shoulder	46.08	12.45
4. Shoulder-head	44.67	10.50
5. Over-head	43.02	7.82

Discussion

This study of 4 rubber tapper investigated the effects of five different level heights on lower back muscle activity and perceived exertion during a rubber tapping. Results of this study supported the hypothesis that there were differences in muscle activities and perception of exertion among different tapping heights. The findings of our present study agree with the results reported [2,4] that the association between tapping below knee level and LBP was in line with the association between tapping below waist level and LBP reported. Our study showed that lower back muscle activation levels were similar when the rubber tapping is adjusted to the Knee-waist level. As the height Knee-waist of the rubber tap, a trend of increasing EMG activities was observed, and muscle activation levels were highest when the rubber tapping was adjusted to Waist-shoulder level. These results might be due to some extent to increased trunk flexion movement, because it has been demonstrated that the

activity of R. Multifidus and R.Erector spinae muscles steadily rises as the degree of forward flexion increases, whereas the L. Multifidus and muscle is not very active in this movement. Similarly, The Maximum Voluntary Contraction (MVC) is increased when tapping in knee-waist level. This study had some limitations. Like, only a back muscle was selected, and the EMG data were recorded from a four subject. Future research should focus on defining the relationship between the EMG-moment, EMG-force and other parameters of the lower back muscle of individuals in different age groups.

Conclusion

The results of this study show that the different heights of level of the rubber tapping impact on the muscle activity in trunk muscles. Decreased level of rubber tapping height was associated with higher muscle activity levels. Therefore, in order to reduce muscle fatigue, the tapping height adjustment between waist to head level may be recommended. Further, these results could be used in rubber farmer to promote health care.

References

- 1 Anuntaseree S, Bensa-Ard N, And Tuntiseranee P, 'Work Conditions and Prevalence of Musculoskeletal Pain among Para-Rubber Planters: A Case Study in Tambon Nakleua, Kantang District, Trang Province', *Songkla Med J*, 22 (2004).
- 2 UDOM Chadayu, Prawit JANWANTANAKUL, and Rotsalai KANLAYANAPHOTPORN, 'The Prevalence of Low Back Pain and Its Associated Factors in Thai Rubber Farmers', *Journal of Occupational Health* (2016), 16-0044-OA.
- 3 Mohd Asyraf Che Doi, Rosnah Mohd Yusuff, and Zulkiflie Leman, 'A Preliminary Study of Prevalence of Musculoskeletal Disorders among Malaysian Rubber Tappers', in *Proceedings of Agriculture Ergonomics Development Conference* (International Ergonomics Association Press, 2007).
- 4 Supaporn Meksawi, Boonsin Tangtrakulwanich, and Virasakdi Chongsuvivatwong, 'Musculoskeletal Problems and Ergonomic Risk Assessment in Rubber Tappers: A Community-Based Study in Southern Thailand', *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42 (2012), 129-35.
- 5 Tapas Sadasivan Nair, Suneela Garg, and Mongjam Meghachandra Singh, 'A Study of the Health Profile of Rubber Plantation Workers in Rural Kerala', *Asian Journal of Medical Sciences* (E-ISSN 2091-0576; P-ISSN 2467-9100), 7 (2015), 103-07.
- 6 V Devender Reddy, B Santhosh Kumar, and Nazia Uzma, 'Lung Function Parameters, Neck Pain and Associated Factors among Male Rubber Tapping Workers in Kerala', *Int J Pharm Med & Bio Sc*, 1 (2012), 43-8.
- 7 Chow Li Shan, Mohd Yusoff Bin Adon, Anita Binti Abd Rahman, Syed Tajuddin Syed Hassan, and Kamal Bin Ismail, 'Prevalence of Neck Pain and Associated Factors with Personal Characteristics, Physical Workloads and Psychosocial among Male Rubber Workers in Felda Settlement Malaysia', *Global journal of health science*, 4 (2012), 94.



CERTIFICATE

— OF PRESENTATION —



connecting engineers...developing research

4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EMERGING TRENDS IN ENGINEERING, SCIENCE AND TECHNOLOGIES (ICETEST-2020) 26TH - 27TH FEBRUARY 2020 | BANGKOK

This is to certify that **S. Inraksa** of
Prince of Songkla University, Songkhla, Thailand presented his/her research
paper titled *Effect of Rubber Tapping Height on Trunk Muscle Effort*

..... in the "4th International

Conference on Emerging Trends in Engineering, Science and Technologies (ICETEST-2020)" Organized by Institute For
Engineering Research and Publication on 26th - 27th February 2020, Bangkok


Mr. Rudra Bhanu Satpathy
Chief Executive Officer
IFERP




Mr. Ankit Rath
Chief Scientific Officer
IFERP



Researching and Developing for Humanity

Certificate of Presentation

This is to certify that

Mr. Sutee Inraksa

Presented the research paper titled "**Prevalence and Risk Factors of Musculoskeletal Disorders in Rubber Tappers: A Case Study in Phatthalung Province, Thailand**" in the 3rd International Conference on "Multidisciplinary Innovation in Business Engineering Science & Technology" (MI-BEST-2017) held at Holiday Inn Bangkok Silom, Bangkok Thailand on April 05-06, 2017.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Farooq".

Dr. Farooq Ahmed Jam (Ph.D.)
Conference Chair
MI-BEST-2017 Secretariat
Director Global Operations
Global Illuminators



Researching and Developing for Humanity



CERTIFICATE OF ORAL PRESENTATION

Presented to

Sutee inraksa

for the oral presentation entitled

“Musculoskeletal Disorders among Rubber Tappers: Case Study Paphayom District Phatthalung Province”

2014 International Conference on Rubber

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

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

Mr. Suthae Intraskul
Assistant Director of Rubber Research Institute Thailand

Mr. Prajit Meadsen
Acting Director, Office of the Rubber Replanting Aid Fund, Thailand

Dr. Alain Brauman
Head of LMI LUSES

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

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล	สุธีร์ อินทร์รักษา	
รหัสประจำตัวนักศึกษา	61101300011	
วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2548
สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช	2552
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล	2542

ทุนการศึกษา

ทุนกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

อาจารย์ สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา
มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

S. Inraksa, A. Sungkhapong and K. Pochana (2017).Prevalence and risk factors of musculoskeletal disorders in rubber tappers: A case study in Phatthalung Province, Thailand. International Journal of Health and Medical Sciences, vol. 3,no. 1, 23-28.

Sutee Inraksa Angoon Sungkhapong and Klangduen Pochana (2020) .Effect of Rubber Tapping Height on Trunk Muscle Effort. Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST), Vol. 7 Issue 5, May – 2020.