การศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ขณะปฏิบัติงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด

AN EMPIRICAL STUDY ON PERSONAL FACTORS AFFECTING TOPOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF EMG ACTIVITY IN THE UPPER TRAPEZIUS MUSCLE WHILE OPERATING THE OPEN SYSTEM RUBBER TWO – ROLL MILL MIXER MACHINE

ว่าที่ร้อยตรีหญิงลัดดา โม้วงษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ขณะปฏิบัติงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด

ว่าที่ร้อยตรีหญิงลัดดา โม้วงษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ขณะปฏิบัติงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด An Empirical Study on Personal Factors Affecting Topographical Distribution of EMG Activity in the Upper Trapezius Muscle While Operating the Open System Rubber Two-roll Mill Mixer Machine
ชื่อ – นามสกุล	ว่าที่ร้อยตรีหญิงลัดดา โม้วงษ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ปรกช สิริสุวัณณ์, Ph.D.
ปีการศึกษา	2563

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระพี กาญจนะ, D.Eng.)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ประจวบ กล่อมจิตร, D.Eng.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กิตติพงษ์ กิมะพงศ์, Ph.D.)

..... กรรมการ
(อาจารย์ปรกช สิริสุวัณณ์, Ph.D.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิวกร อ่างทอง, Ph.D.)
วันที่ 1 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2564

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ขณะปฏิบัติงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด
ชื่อ – นามสกุล	ว่าที่ร้อยตรีหญิงลัดดา โม้วงษ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ปรกช สิริสุวัณณ์, Ph.D.
ปีการศึกษา	2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลทางการยศาสตร์ คือ ส่วนสูง น้ำหนัก แรงบีบมือ ท่าทางการทำงานส่วนคอ และท่าทางการทำงานของแขนส่วนบน ที่มีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ของนักศึกษาฝึกทักษะการทำงานบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด

ขั้นตอนการดำเนินงาน ได้แก่ 1) ประยุกต์ใช้แบบประเมินความเสี่ยง อาการผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูกเพื่อเก็บผลและวิเคราะห์หากลุ่มตัวอย่าง 2) ทดสอบคุณภาพเครื่องมือของแบบประเมินที่ประยุกต์ใช้เพื่อหาความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม 3) หาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยวิเคราะห์ค่าอัลฟ่าครอนบาช 4) เก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบประเมินความเสี่ยง อาการผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก 5) เก็บผลจากการวัดด้วยคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ 6) ประเมินท่าทางการการทำงานด้วยวิธี Repid Entire Body Assessment (REBA) เพื่อประเมินท่าทางการทำงานในส่วนคอและแขนส่วนบน 7) วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรมมินิแท็ป โดยสถิติที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้มี 2 สถิติ ได้แก่ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Correlation Coefficient, r คือ ค่าที่หาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปร ด้วยวิธีการ สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และสถิติ two-sample t-test เพื่อทดสอบสมมติฐานด้วยค่าเฉลี่ยสำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

ผลการวิเคราะห์ พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ ส่วนสูง ท่าทางการทำงานส่วนคอ และท่าทางการทำงานแขนส่วนบน มีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน (%MVC) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพัน์ (r) เท่ากับ 0.906 0.888 และ 0.948 แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับสูงมาก หมายความว่า ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ ส่วนสูง ท่าทางการทำงานส่วนคอ และท่าทางการทำงานแขนส่วนบน เพิ่มขึ้น จะมีคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน (%MVC) เพิ่มขึ้นในระดับสูงมาก และพบว่าปัจจัยส่วนบุคคลด้านน้ำหนัก มีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน (%MVC) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพัน์ (r) เท่ากับ -0.888 แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามในระดับสูง หมายความว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านน้ำหนักเพิ่มขึ้น จะมีคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน (%MVC) ลดลงในระดับสูง จากการวิเคราะห์ผลควรมีการปรับปรุงตำแหน่งยืนให้มีระดับความสูงเหมาะสมทางด้านการยศาสตร์

คำสำคัญ: ปัจจัยส่วนบุคคล คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ทราพีเซียสบน

Thesis Tittle	An Empirical Study on Personal Factors Affecting Topographical Distribution of EMG Activity in the Upper Trapezius Muscle While Operating the Open System Rubber Two - roll Mill Mixer Machine
Name – Surname	Acting Sub Lieutenant Ladda Mowong
Program	Industrial and Manufacturing Engineering
Thesis Advisor	Miss Porakoch Sirisuwan, Ph.D.
Academic Year	2020

ABSTRACT

The purpose of this research was to investigate personal ergonomic factors, e.g., height, weight, grip strength, neck movement, and upper arm movement affecting topographical distribution of EMG activity in the upper trapezius muscle of male student trainees during the operation of open system rubber two-roll mill mixer machine.

The procedures of the experiment were: 1) modifying risk assessment checklist for musculoskeletal disorders in order to collect and analyze data and identifying samples, 2) evaluating validity of modified questionnaire, 3) evaluating reliability of questionnaire by analyzing Cronbach's alpha, 4) collecting data of the samples using risk assessment checklist for musculoskeletal disorders, 5) collecting EMG data of trapezius muscle in order to analyze the maximum voluntary muscle contractions, 6) evaluating postures of upper arm and neck with Repid Entire Body Assessment (REBA), and 7) analyzing data using Minitab. Two statistical analysis techniques used in this research were Pearson's correlation implemented to measure correlation coefficient through; r and the two-sample t-test if two population means are equal.

The results revealed that there was significant relationship between (height, neck movement, and upper arm movement) and topographical distribution of EMG activity in the upper trapezius muscle (%MVC) of male student trainees for a statistically significance level of .05 whereas r values were 0.906, 0.888 and 0.948 respectively. Thus, it could be interpreted from this result that increasing the impact of height, neck movement, and upper arm movement tended to increase the topographical distribution of EMG activity in the upper trapezius muscle. Concerning weight factor, there was a significant relationship with topographical distribution of EMG activity in the upper trapezius muscle (%MVC) for a statistically significance level of .05 whereas r values were -0.888 meaning that when the impact of weight factor was

increased, the topographical distribution of EMG activity in the upper trapezius muscle would highly be lessen. In conclusion, the results indicated for a strong ergonomics integration to prevent injuries and increase productivity of user during operating the Open System Rubber Two-roll Mill Mixer Machine, appropriate standing posture of user should be improved.

Keywords: personal factors, electromyography, upper trapezius muscle

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ได้ด้วยความอนุเคราะห์ของ ดร.ปรกช สิริสุวัณณ์ ที่เสียสละเวลาให้คำปรึกษา แนะนำและชี้แนะแนวทางในการปรับปรุงข้อบกพร่องจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร ผู้ทรงคุณวุฒิจากมหาวิทยาลัยศิลปากร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพี กาญจนะ เป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติพงษ์ กิมะพงษ์ ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์และเสียสละเวลาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศรีไร จารุภิญโญ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันธุ์พงษ์ คงพันธุ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาให้คำแนะนำในเรื่องสถิติสำหรับการวิเคราะห์ผลของวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ในการในเก็บผลการทดลอง

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สำนักงานบัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำระเบียบการจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว ญาติพี่น้อง เพื่อนพ้องและคณะครู-อาจารย์ที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุน รวมทั้งประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์นี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจ หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้วิจัยต้องขออภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ลัดดา โม้วงษ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... (3)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... (4)

กิตติกรรมประกาศ..... (6)

สารบัญ..... (7)

สารบัญตาราง..... (10)

สารบัญรูป..... (12)

บทที่ 1 บทนำ..... 16

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 16

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย..... 21

1.3 สมมุติฐานการวิจัย..... 21

1.4 ขอบเขตการวิจัย..... 21

1.5 กรอบแนวคิดของการวิจัย..... 22

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 22

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 23

2.1 ความสำคัญของการยศาสตร์..... 24

2.2 ขอบข่ายของการยศาสตร์..... 25

2.3 หลักการของการยศาสตร์ (Ergonomics)..... 26

2.4 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์..... 28

2.5 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำงานของมนุษย์ในทางการยศาสตร์..... 29

2.6 การตรวจสอบคุณรูปเครื่องมือ..... 37

2.7 การวัดค่าสัญญาณไฟฟ้า (Electromyography)..... 41

2.8 กล้ามเนื้อทราพีเซียส (Trapezius)..... 44

2.9 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength)..... 45

2.10 หลักการประเมินด้านการยศาสตร์..... 45

2.11 การวัดแรงบีบมือ (Grip strength)..... 56

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.12 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง 58
2.13 สถิติที่เกี่ยวข้อง 60
2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 65
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 70
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 71
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 72
3.3 การตรวจสอบเครื่องมือ 76
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 79
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 81
3.6 อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย 82
บทที่ 4 ผลการวิจัย 84
4.1 ผลการประยุกต์ใช้แบบประเมินความเสี่ยง อาการผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก 84
4.2 ผลการทดสอบคุณรูปของแบบประเมินความเสี่ยง อาการผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก 86
4.3 การหาความเชื่อมั่นของแบบประเมิน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมินิแท็บ Minitab 86
4.4 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลของนักศึกษาที่ขณะปฏิบัติงาน 87
4.5 ผลการวัดด้วยคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน 102
4.6 ประเมินท่าทางการการทำงานด้วยวิธี Repid Entire Body Assessment (REBA) เพื่อประเมินท่าทางการทำงานในส่วนคอและแขนส่วนบน 104
4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 107
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 120
5.1 สรุปผลการวิจัย 120
5.2 ข้อเสนอแนะ 121
บรรณานุกรม 124

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก..... 128
ภาคผนวก ก แบบประเมินความเสี่ยงอาการผิดปกติของระบบโครงร่างกระดูกและ
และกล้ามเนื้อ..... 128
ภาคผนวก ข แบบประเมินเพื่องานวิจัย (IOC)..... 133
ภาคผนวก ค การทดสอบคุณรูปเครื่องมือ..... 142
ภาคผนวก ง การวัดความเชื่อมั่นของแบบประเมิน..... 146
ภาคผนวก จ แสดงผลค่าการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน
ขณะปฏิบัติงาน(%MVC)..... 150
ภาคผนวก ฉ แสดงผลการประเมินความเสี่ยงด้วยเทคนิค REBA..... 162
ภาคผนวก ช เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ..... 168
ภาคผนวก ซ ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่..... 174
ประวัติผู้เขียน..... 190

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงชนิด ศักย์ไฟฟ้าและความถี่ที่ตอบสนองของสัญญาณไฟฟ้าสมอง หัวใจ และกล้ามเนื้อ..... 41
ตารางที่ 2.2 แสดงคะแนนประเมินส่วนคอในวิธี REBA..... 47
ตารางที่ 2.3 แสดงคะแนนประเมินในส่วนลำตัวในวิธี REBA..... 48
ตารางที่ 2.4 แสดง คะแนนประเมินส่วนขาในวิธี REBA..... 48
ตารางที่ 2.5 แสดงการประเมินคะแนนท่าทางในกลุ่ม A ในวิธี REBA (ตาราง A)..... 49
ตารางที่ 2.6 แสดงคะแนนการประเมินเป็นแรงและภาระงานโดยวิธี REBA..... 50
ตารางที่ 2.7 แสดงคะแนนการประเมินแขนส่วนบนในวิธี REBA..... 50
ตารางที่ 2.8 แสดงคะแนนการประเมินแขนส่วนล่างในวิธี REBA..... 51
ตารางที่ 2.9 แสดงคะแนนการประเมินข้อมือในวิธีREBA..... 52
ตารางที่ 2.10 แสดงการประเมินคะแนนท่าทางในกลุ่ม B วิธี REBA (ตารางB)..... 53
ตารางที่ 2.11 แสดงคะแนนการประเมินการจับยึดวัตถุในวิธีREBA..... 53
ตารางที่ 2.12 แสดง การเคลื่อนไหวและกิจกรรมของงานในวิธี REBA..... 54
ตารางที่ 2.13 แสดงการหาค่าคะแนน C ในวิธี REBA (ตารางC)..... 54
ตารางที่ 2.14 แสดงการแปลผลคะแนนความเสี่ยงรวมในวิธี REBA..... 55
ตารางที่ 2.15 แรงบีบมือ หน่วย : กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว เกณฑ์มาตรฐานสมรรถรูปทางกาย สำหรับประชาชนทั่วไปเพศหญิง..... 57
ตารางที่ 2.16 แรงบีบมือ หน่วย : กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว เกณฑ์มาตรฐานสมรรถรูปทางกาย สำหรับประชาชนทั่วไปเพศชาย..... 58
ตารางที่ 2.17 เปรียบเทียบการทดสอบแบบพาราเมตริกและแบบนอนพาราเมตริก..... 61
ตารางที่ 2.18 ตีความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าได้ตั้งแต่ -1 ถึง +1..... 63
ตารางที่ 2.19 แปลผลระดับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)..... 63
ตารางที่ 2.20 แนวทางในการเลือกสถิติเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร..... 64
ตารางที่ 2.21 แนวทางในการเลือกสถิติเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปร..... 65
ตารางที่ 2.22 สรุปผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 69

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 4.1	ข้อคำถามที่ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย.....	84
ตารางที่ 4.2	จำนวนค่าความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามข้อมูลทั่วไป.....	87
ตารางที่ 4.3	จำนวนค่าความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามสภาวะสุขภาพ มีความเสี่ยงส่งผลต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก.....	89
ตารางที่ 4.4	จำนวนค่าความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามอาการผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ.....	94
ตารางที่ 4.5	ผลการวิเคราะห์ของผู้ปฏิบัติงานที่มีอาการปวดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน โดยวิธี REBA.....	96
ตารางที่ 4.6	ผลการวิเคราะห์ของผู้ปฏิบัติงานที่มีไม่มีอาการปวดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน โดยวิธี REBA.....	96
ตารางที่ 4.7	ข้อมูลตัวแปรต้นและตัวแปรตามของผู้ปฏิบัติงานที่มีอาการปวด กล้ามเนื้อทราพีเซียสบน.....	97
ตารางที่ 4.8	ข้อมูลตัวแปรต้นและตัวแปรตามของผู้ปฏิบัติงานที่ไม่มีอาการปวด กล้ามเนื้อทราพีเซียสบน.....	98
ตารางที่ 5.1	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด.....	120

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1	ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง	18
รูปที่ 1.2	เครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด Open System Rubber Two-Roll Mill Mixer Machine	19
รูปที่ 1.3	ลักษณะท่าทางการยืนทำงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบ Open System Rubber Two-Roll Mill Mixer Machine	20
รูปที่ 1.4	กรอกแนวคิดของการวิจัย	22
รูปที่ 2.1	วงจรแสดงกระบวนการทำงานในเครื่องจักรและระบบคน	25
รูปที่ 2.2	ท่าทางการใช้มือและข้อมือทำงานในขณะปฏิบัติงาน	30
รูปที่ 2.3	ท่าทางการใช้มือและข้อมือทำงานในขณะปฏิบัติงาน	31
รูปที่ 2.4	ท่าทางการใช้มือทำงานในขณะทำงาน	32
รูปที่ 2.5	ท่าทางการใช้มือทำงานในขณะปฏิบัติทำงาน	32
รูปที่ 2.6	ท่าทางการใช้มือทำงานในขณะปฏิบัติทำงาน	33
รูปที่ 2.7	การเคลื่อนไหวของส่วนคอ	34
รูปที่ 2.8	ท่าทางการเคลื่อนไหวส่วนหลัง	34
รูปที่ 2.9	ท่าทางการยืนทำงาน	35
รูปที่ 2.10	ท่าทางการยืนทำงาน	35
รูปที่ 2.11	ท่าทางการทำงานเคลื่อนย้ายวัสดุชิ้นงาน	36
รูปที่ 2.12	ท่าทางการทำงานเคลื่อนย้ายวัสดุชิ้นงาน	36
รูปที่ 2.13	ท่าทางการยืนและออกแรงทำงาน	37
รูปที่ 2.14	ข้อมูลตัวอย่าง	38
รูปที่ 2.15	การกรอกข้อมูลเข้า Minitab	38
รูปที่ 2.16	เลือกใช้สถิติ Item Aanlysis	39
รูปที่ 2.17	หน้าต่างแสดง Item Anaysis	39
รูปที่ 2.18	การนำข้อมูลเข้าวิเคราะห์ผล	40
รูปที่ 2.19	ผลของ Cronbach’s alpha	40

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 2.20	แสดงลักษณะของอิเล็กโทรดที่ใช้สำหรับบันทึกสัญญาณอีเอ็มจี A:ชนิดสองขั้วยึดติดกัน B:ชนิดโลหะกลม C:ชนิดแผ่นกาวสำเร็จรูป D:ชนิดเข็มแบบขั้วเดียว E:แบบเข็มฉีดยาปลายตัดแกนเดียว F:เข็มฉีดยาปลายตัดสองแกน	42
รูปที่ 2.21	แสดงผังอุปกรณ์เครื่องตรวจวัดสัญญาณไฟฟ้าอีเอ็มจีเครื่องหนึ่ง	43
รูปที่ 2.22	การติดเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า Electromyography (EMG) กล้ามเนื้อที่ต้องการวัด	44
รูปที่ 2.23	กล้ามเนื้อทราพีเซียส (Trapezius)	44
รูปที่ 2.24	รูปแสดงลักษณะการประเมินส่วนคอในวิธี REBA	47
รูปที่ 2.25	แสดงการประเมินส่วนลำตัวในวิธี REBA	48
รูปที่ 2.26	แสดงลักษณะการประเมินส่วนขาในวิธี REBA	49
รูปที่ 2.27	แสดงลักษณะท่าทางการประเมินแขนส่วนบนในวิธี REBA	51
รูปที่ 2.28	แสดงลักษณะการประเมินแขนส่วนล่างในวิธี REBA	51
รูปที่ 2.29	แสดงลักษณะการประเมินข้อมือในวิธี REBA	52
รูปที่ 2.30	เครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อมือ (Grip Dynamometer) รุ่น Takei T.K.K 5001 ยี่ห้อ Takei	56
รูปที่ 2.31	ลักษณะการถือเครื่องมือวัดผู้ทดสอบ	57
รูปที่ 3.1	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	70
รูปที่ 3.2	โปรแกรม Noraxon MR3	75
รูปที่ 3.3	ประเมินความเสี่ยงโดยวิธีการ Rapid Entire Body Assessment (REBA) Worksheet	80
รูปที่ 3.4	ประเมินส่วนคอ (Neck)	80
รูปที่ 3.5	การประเมินแขนส่วนบน (Upper arm)	81
รูปที่ 3.6	ตัวแปรต้นและตัวแปรตาม	81
รูปที่ 3.7	การทดสอบสมมติฐานสำหรับประชากร 2 กลุ่มด้วยวิธี Two-Sample T-Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปมินิแท็ป (Minitab)	82

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 3.8	การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ด้วยวิธี Pearson Correlation ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปมินิแท็ป (Minitab).....	83
รูปที่ 3.9	มีดสำหรับกีดยางบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด.....	83
รูปที่ 3.10	ยางSTR 20 สำหรับผสมบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด.....	83
รูปที่ 4.1	ค่าของ Cronbach's Alpha 0.9391 วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมมินิแท็ป (Minitab).....	86
รูปที่ 4.2	การเตรียมชิ้นยางเข้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด.....	87
รูปที่ 4.3	การกรีดยางบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด.....	88
รูปที่ 4.4	ลักษณะการยืนกรีดผสมยางบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิดด้านข้าง.....	88
รูปที่ 4.5	บอกตำแหน่งที่มีอาการปวดคอ และมีค่าคะแนนอาการปวดที่ 4 คะแนน ควรจัดการความเจ็บปวด.....	92
รูปที่ 4.6	ค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด 100% Maximum Voluntary Contraction (%MVC) ของคนที่ปวดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ลำดับที่ 1 เก็บผลครั้งที่ 2.....	93
รูปที่ 4.7	ค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด 100% Maximum Voluntary Contraction (%MVC) ของคนที่ไม่ปวดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ลำดับที่ 1 เก็บผลครั้งที่ 2.....	93
รูปที่ 4.8	การประเมินทางการยศาสตร์โดยแบบประเมินด้วยวิธี REBA 1 ประเมินเฉพาะท่าทางการทำงานในส่วนคอและแขนส่วนบน ของกลุ่มที่มีอาการปวดคอหรือ กล้ามเนื้อทราพีเซียสบน คนที่ 3.....	95
รูปที่ 4.9	การประเมินทางการยศาสตร์โดยแบบประเมินด้วยวิธี REBA 1 ประเมินเฉพาะท่าทางการทำงานในส่วนคอและแขนส่วนบน ของกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอหรือ กล้ามเนื้อทราพีเซียสบน คนที่ 3.....	95
รูปที่ 4.10	การทดสอบสถิติของ Kolmogorov-Smirnov ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด..	99
รูปที่ 4.11	การทดสอบสถิติของ Levene ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด.....	100
รูปที่ 4.12	การทดสอบสถิติของ Kolmogorov-Smirnov ของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่พบอาการปวด.....	100
รูปที่ 4.13	การวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมมินิแท็ป (Minitab) ด้วยสถิติ Two-Sample T-Test	102

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงบีบมือ กับ ค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด 100% Maximum Voluntary Contraction (%MVC) ของคนที่ปวดคอ..... 104

รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่าง ดัชนีมวลกาย (BMI) กับ ค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด 100% Maximum Voluntary Contraction (%MVC) ของคนที่ปวดคอ..... 105

รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่าง ส่วนสูง กับ ค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด 100% Maximum Voluntary Contraction (%MVC) ของคนที่ปวดคอ..... 107

รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่าง ท่าทางการทำงานของร่างกายส่วนคอ (Neck) กับ ค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด 100% Maximum Voluntary Contraction (%MVC) ของคนที่ปวดคอ..... 108

รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่าง ท่าทางการทำงานของร่างกายแขนส่วนบน (Upper Arm) กับ ค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด 100% Maximum Voluntary Contraction (%MVC) ของคนที่ปวดคอ..... 110

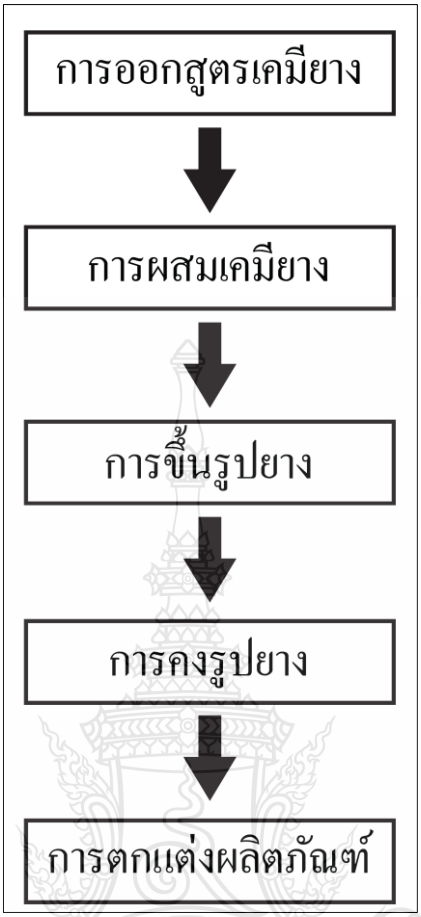
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ยาง คือวัสดุที่มีสมบัติเด่น โดยเฉพาะสมบัติความยืดหยุ่นที่ให้ความความเหนียวในการหักงอ ความทนทานต่อการสึกหรอ และความสามารถในการดูดซับแรงกระแทกหรือพลังงานที่เกิดจากการสั่นสะเทือนหรือการเกิดเสียง นอกจากนี้ยางยังสามารถยึดติดกับสิ่งทอและโลหะ (เช่น ผ้าใบ เส้นใย ฯลฯ) ได้ด้วย ซึ่งการยึดติดยางกับวัสดุเหล่านี้ยางจะมีความแข็งแรงสูงขึ้นทำให้สามารถนำยางไปใช้ประโยชน์ในงานทางด้านวิศวกรรมได้มากยิ่งขึ้น ปัจจุบันได้มีการนำยางไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวันต่าง ๆ มากมาย เช่น ยางอุดขอบประตู ยางล้อเครื่องบิน ยางล้อรถยนต์ พื้นรองเท้า ยางอุดขอบกระจก ยางโอริง ปะเก็น สายพาน ท่อยาง ยางแท่นเครื่อง ฯลฯ ยางสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด คือยางธรรมชาติ (หรือยางพารา) และยางสังเคราะห์ ยางธรรมชาติเป็นยางที่ได้จากต้นยางสายพันธุ์ Heavea Braziliensis

ปัจจุบันประเทศไทยผลิตยางธรรมชาติได้มากเป็นอันดับหนึ่งของโลกตามมาด้วยประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซียตามลำดับ ส่วนยางสังเคราะห์เป็นยางที่ได้จากการสังเคราะห์โดยใช้วัตถุดิบที่ได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีมาทำให้เกิดการสังเคราะห์ผ่านปฏิกิริยาที่เรียกว่า พอลิเมอร์ไรเซชั่น (Polymerization) ยางสังเคราะห์สามารถแบ่งออกได้หลายชนิดขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่นำมาเพื่อสังเคราะห์และยางสังเคราะห์แต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน ผู้ผลิตชิ้นส่วนยางหรือผลิตภัณฑ์ยางมีความจำเป็นต้องศึกษาพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับสมบัติของยางแต่ละชนิดเพื่อให้ทราบถึงสมบัติของยางและนำความรู้ที่มีไปเลือกใช้ชนิดของยางให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของแต่ละผลิตภัณฑ์ สมบัติของยางที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ คือ ยางมีสมบัติคงรูปหรือเรียกว่ายางวัลคาไนซ์ (Vulcanized Rubber) เพราะยางดิบ (Raw Rubber) คือ ยางที่ยังไม่ผ่านกระบวนการแปรรูปจะไหลได้ง่ายไม่มีเสถียรภาพทางรูปร่างและมีความยืดหยุ่นต่ำทำให้เราไม่สามารถนำยางดิบไปใช้งานได้โดยตรงจำเป็นต้องทำปฏิกิริยาทางเคมีก่อน คือ การทำให้ยางเปลี่ยนสภาพจากที่เคยเป็นยางดิบ โดยอาศัยปฏิกิริยาวัลคาไนเซชันหรือปฏิกิริยาคงรูป (Vulcanization Reaction) เพื่อทำให้ยางคงรูปหรือเป็นยางสุก ผลที่ได้ยางจะมีความยืดหยุ่นและคงรูปทำให้สมบัติเชิงกลต่าง ๆของยางสูงขึ้น ผลิตภัณฑ์ยางที่เรานำมาใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ถุงยางอนามัย ยางล้อรถยนต์ ถุงมือยาง จุกหัวนมยาง ฯลฯ เป็นการผ่านกระบวนการแปรรูปเพื่อให้เกิดการคงรูป เพราะยางที่ผ่านกระบวนการแปรรูปจะมีความสามารถในการรักษาสมบัติและรูปร่างอุณหภูมิที่ต่ำมาก ๆหรือสูงได้ดีขึ้น สามารถนำยางไปใช้ในอุณหภูมิที่กว้างกว่าเดิมมากขึ้น การแปรรูปจากยางดิบไปเป็นผลิตภัณฑ์ มีขั้นตอนหลักๆอยู่ 5 ขั้นตอน ดังรูปที่ 1.1 คือ ขั้นตอนที่ 1 การออกสูตรเคมียาง ขั้นตอน

การผลิตผลิตภัณฑ์ยางเป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญต่อคุณภาพและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ยาง และยังมีผลในส่วนของราคาต้นทุนในการผลิต ผู้ผลิตจึงจะต้องให้ความสำคัญเพราะเกี่ยวข้องไปจนถึงสูตรที่ทำให้การผลิตมีต้นทุนต่ำด้วย การสร้างสูตรเคมีทางด้านยางนั้นจึงทำให้เกิดขั้นตอนที่ค่อนข้างยากเพราะการสร้างสูตรเคมีที่ดีต้องมีความรู้เกี่ยวกับการใช้งานและสมบัติของยางแต่ละชนิดด้วย ร่วมทั้งมีความจำเป็นต้องรู้หน้าที่ขององค์ประกอบชนิดต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่การผสมสารเคมี ขั้นตอนที่ 2 การผสมสารเคมี เราจะทำหลังจากมีการออกแบบหรือสร้างสูตรการผสมเคมียางเสร็จเรียบร้อยแล้ว ลำดับถัดมาคือการผสมสารเคมียาง เป็นขั้นตอนที่ต้องนำยางและสารเคมีชนิดต่าง ๆ ที่ออกแบบไว้ที่เป็นองค์ประกอบในสูตรมาทำการผสมเข้าด้วยกันโดยใช้เครื่องผสมระบบปิด (Kneader) หรือเครื่องแบนบูรี่ (Banbury Internal Mixer) หรือใช้เครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด (Open System Rubber Two-Roll Mill Mixer Machine) ยางที่ทำการผสมตามสูตรกับสารเคมีเรียบร้อยแล้วจะเรียกชื่อทางเทคนิคว่า ยางคอมพาวด์ (Rubber Compound) การผสมยางเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนที่ 3 การขึ้นรูปยาง ยางคอมพาวด์ที่ทำการผสมเสร็จจะถูกทำการรีดแผ่นยางเพื่อระบายความร้อนหลังจากการผสม ทำการขึ้นรูปโดยการใช้แม่พิมพ์ในการขึ้นรูปพร้อมทั้งใช้แรงอัดและความร้อนในการขึ้นรูปด้วย แม่พิมพ์ที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน การขึ้นรูปแม่พิมพ์สามารถแบ่งได้ 3 วิธี ได้แก่ การขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์แบบฉีด (Injection Mould) การขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์แบบกึ่งฉีด (Transfer Mould) และการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์แบบกดอัด (Compession Mould) ขั้นตอนที่ 4 การคงรูปยาง ขั้นตอนในการขึ้นรูปและขั้นตอนในการคงรูปยางต้องมีการทำไปพร้อมๆ กัน ยางที่ได้รับการขึ้นรูปแล้วจะถูกส่งต่อไปยังเครื่องคงรูปยาง เพื่อทำหน้าที่ให้ยางคงรูป เครื่องคงรูปยางสามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิดใหญ่ คือ เครื่องคงรูปยางสำหรับกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Process) และเครื่องคงรูปยางสำหรับกระบวนการผลิตไม่ต่อเนื่อง (Non Continuous Process) ขั้นตอนที่ 5 การตกแต่งผลิตภัณฑ์ หลังจากขั้นตอนการขึ้นรูปและอบยางให้สุกต้องมีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ก่อนทำการบรรจุหีบห่อเพื่อส่งมอบสู่ขั้นตอนการจำหน่ายต่อไป [1]



รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง [1]

จากขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง อุตสาหกรรมด้านรีดบดผสมยางเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อภาคเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งประเทศไทยถือว่าเป็นผู้ผลิตและส่งออกยางธรรมชาติที่มากที่สุดในโลกเพราะมีความได้เปรียบทางด้านวัตถุดิบ การผลิตผลิตภัณฑ์ยางส่วนใหญ่จะมีการบด รีด ผสมยาง เพื่อให้ได้ยางที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับความต้องการของตลาด ในขั้นตอนการบด รีด ผสมยาง อาจส่งผลผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และก่อให้เกิดปัจจัยเสี่ยงต่ออุบัติเหตุ และความปลอดภัยจากการทำงาน [2] เครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด (Open System Rubber Two-Roll Mill Mixer Machine) ประกอบด้วยลูกกลิ้ง 2 ลูก เรียงตัวในแนวนอนที่ขนานกันมีการเคลื่อนหมุนเข้าหากันด้วยความเร็วต่างกัน ดังรูปที่ 1.2

รูปที่ 1.2 เครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด (Open System Rubber Two-Roll Mill Mixer Machine)

ทำให้เกิดแรงเฉือนที่มีความสำคัญในการการบดผสมยางกับสารเคมียาง การผสมยางกับสารเคมียางจะใส่ยางลงช่องระหว่างลูกกลิ้ง ยางจะถูกลูกกลิ้งรีดออกมาเป็นแผ่นหมุนรอบลูกกลิ้งด้านหน้า เมื่อหมุนรอบจึงเติมสารเคมียางที่ออกแบบสูตรไว้ โดยผู้ผสมมีหน้าที่ทำการกรีดยางแผ่นยางเพื่อทำให้สามารถพับไปมาในขณะที่เติมสารเคมีลงไปในยาง ซึ่งยางที่ถูกตัดพับไปจะถูกใส่วนกลับเข้าไปยังช่องระหว่างลูกกลิ้ง แรงเฉือนที่เกิดขึ้นจะทำให้สารเคมีต่างๆ กระจายตัวผสมเข้ากับเนื้อยางได้ดี แต่เครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิดใช้ผสมยางในปริมาณไม่มาก เนื่องจากมีข้อจำกัดพนักงานต้องมีความรู้ความชำนาญและกำลังคนในการผสม [3] อย่างไรก็ตามในบางครั้งผู้ทำหน้าที่ประจำเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด อาจมีการจัดท่าทางการยืนทำงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิดที่ไม่ถูกต้อง ดังรูปที่ 1.3 เป็นเหตุให้มีอาการปวดตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย ความเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพแรงงานกรีดยางมีทั้งหมด 6 ด้าน คือ ชีวภาพ จิตสังคม เคมี การยศาสตร์ อุบัติเหตุและการบาดเจ็บ [4]

รูปที่ 1.3 ลักษณะท่าทางการยืนทำงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด (Open System Rubber Two-Roll Mill Mixer Machine)

ในงานวิจัยนี้ จึงมีความสนใจศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลทางการยศาสตร์ คือ ส่วนสูง น้ำหนัก แรงบีบมือ และท่าทางการทำงานของร่างกาย ที่มีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียส บน (Upper Trapezius) ของนักศึกษาฝึกทักษะการทำงานบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด คือ ส่วนสูง น้ำหนัก แรงบีบมือ และท่าทางการทำงานของร่างกายที่มีความเกี่ยวข้องกับการแสดงความรู้สึกเจ็บปวด ท่าทางการทำงานยืนกรีดยางหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด (Open System Rubber Two-Roll Mill Mixer Machine) ขณะปฏิบัติงาน เนื่องจากการเก็บข้อมูลในเจ้าหน้าที่หน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิดในโรงงานมีข้อจำกัดของโรงงานและไม่สามารถบันทึกผลและวีดีโอได้ จึงได้มีการศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในกลุ่มของนักศึกษาฝึกทักษะการทำงานบนเครื่องผสมยางระบบเปิด กลุ่มเพศชาย ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ สาขาวิศวกรรมพอลิเมอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่กำลังศึกษาวิชาการแปรรูปยาง (Rubbers Processing) โดยเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด (Open System Rubber Two-Roll Mill Mixer Machine) ซึ่งในการศึกษาข้อมูลทางด้านการยศาสตร์ (Ergonomics) มีความเกี่ยวข้องในส่วนของการทำงานของกล้ามเนื้อ การออกแรงของกล้ามเนื้อจะบันทึกค่ากล้ามเนื้อไฟฟ้าในลักษณะของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography) โดยการแสดงค่าแรงสะท้อนออกมาในลักษณะการหดตัวของ

กล้ามเนื้อ คลื่นไฟฟ้าที่ได้เป็นคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อที่ถูกควบคุมโดยสั่งการจากเซลล์ประสาท นิยมเก็บการบันทึกผลคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบชนิดผิวพื้น (Surface Electromyography) เพราะสามารถทำได้สะดวกและมีความง่ายที่จะบันทึกค่า ซึ่งเรียกว่า ภาพคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram: EMG) [5] การศึกษาในครั้งนี้เพื่อป้องกันการบาดเจ็บและการปวดเมื่อยจากการทำงาน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งจะส่งผลให้พนักงานประจำเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด รู้สึกถึงความปลอดภัยที่มากขึ้น ลดอุบัติเหตุและความเมื่อยล้าจากการทำงาน ขณะเดียวกันก็ยังทำให้กิจกรรมที่ทำอยู่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลทางการยศาสตร์ คือ ส่วนสูง น้ำหนัก แรงบีบมือ และท่าทางการทำงานของร่างกาย ที่มีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน (Upper Trapezius) ของนักศึกษาฝึกทักษะการทำงานบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด ในกลุ่มเพศชาย

1.2.2 เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปเป็นแนวทางแก้ไข ช่วยลดการบาดเจ็บ และการปวดเมื่อยจากการทำงาน ในขั้นตอนการทำงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด (Open System Rubber Two-Roll Mill Mixer Machine) ของนักศึกษาฝึกทักษะการทำงานบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด ในกลุ่มเพศชาย

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ปัจจัยส่วนบุคคล คือ ส่วนสูง น้ำหนัก แรงบีบมือ และท่าทางการทำงานของร่างกาย มีความสัมพันธ์ต่อผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

1.3.2 ผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด มีค่ามากกว่า ผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่พบอาการปวด

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ทำการศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล คือ ส่วนสูง น้ำหนักแรงบีบมือ และท่าทางการทำงานของร่างกายที่มีความเกี่ยวข้องกับตำแหน่งที่แสดงอาการปวด

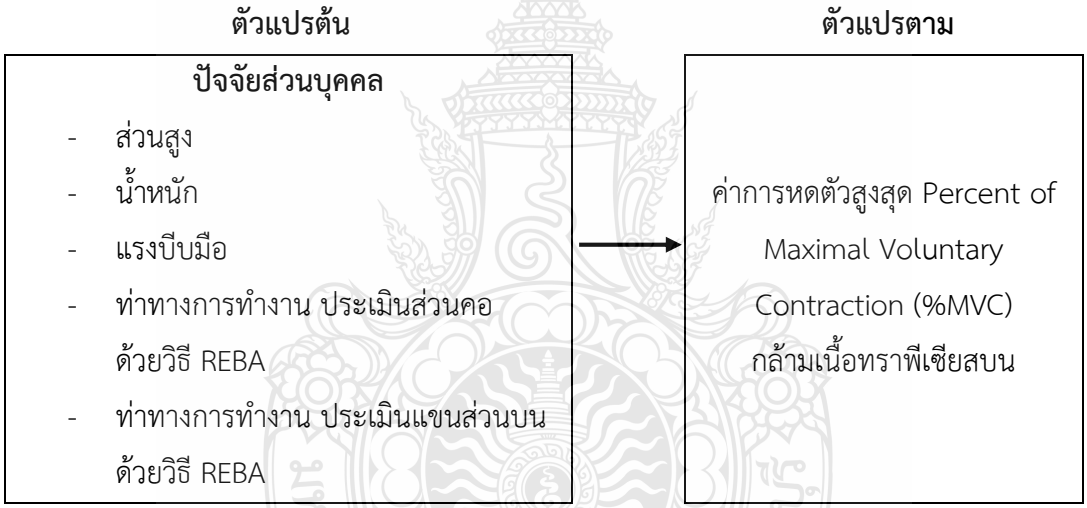
1.4.2 กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ สาขาวิศวกรรมพอลิเมอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี กำลังศึกษาวิชาการแปรรูปยาง

(Rubbers Processing) ที่ใช้เครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด (Open System Rubber Two-Roll Mill Mixer Machine) เพศชาย ที่มีความถนัดมือขวา เท่านั้น (ข้อมูล ณ วันที่ 24 พฤศจิกายน 2563)

1.4.3 ทำการเก็บข้อมูลสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) โดยเก็บผลคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเฉพาะ มัดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน (Upper Trapezius) ข้างขวาเท่านั้น

1.4.4 ทำการประเมินส่วนคอ (Neck) และ การประเมินแขนส่วนบน (Upper arm) การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี Rapid Entire Body Assessment (REBA) ขณะปฏิบัติงานยืนกรีดยางหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด (Open System Rubber Two-Roll Mill Mixer Machine)

1.5 กรอบแนวคิดของการวิจัย



รูปที่ 1.4 ตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่กำหนด

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถทราบถึงปัจจัยส่วนบุคคล และแนวทางการลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อที่มีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ท่าทางการยืนกรีดยางหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด

1.6.2 สามารถนำผลการวิจัยมาเป็นฐานข้อมูล เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและงานวิจัยในการพัฒนาปรับปรุงการทำงานได้ในอนาคต

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ได้ศึกษาค้นคว้า แนวคิดทฤษฎี เอกสาร ตำรา บทความ งานวิจัย และฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง มาสรุปสาระสำคัญเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาในประเด็นที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้ ตามรายละเอียดดังนี้

2.1 ความสำคัญของการยศาสตร์
2.2 ขอบข่ายของการยศาสตร์
2.3 หลักการของการยศาสตร์ (Ergonomics)
2.4 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์
2.5 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำงานของมนุษย์ในทางการยศาสตร์
2.6 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
2.7 การวัดค่าสัญญาณไฟฟ้า Electromyography (EMG)
2.8 กล้ามเนื้อทราพีเซียส (Trapezius)
2.9 ภาระงานของกล้ามเนื้อ
2.10 หลักการประเมินด้านการยศาสตร์
2.11 การวัดแรงบีบมือ (Grip Strength)
2.12 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง
2.13 ทฤษฎีหลักการคำนวณทางสถิติ
2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.15 สรุปผลการศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในเรื่องของการยศาสตร์ การเก็บผลจากแบบประเมินความเสี่ยง อาการผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก การเก็บผลกล้ามเนื้อด้วยเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบไร้สาย การประเมินทางการยศาสตร์ด้วยเทคนิค Rapid Entire Body Assessment (REBA) และ การวิเคราะห์ผลทางสถิติ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab ได้ถูกจัดรวบรวมเพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลทางการยศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบนขณะปฏิบัติงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด และนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปเป็นแนวทางช่วยลดการบาดเจ็บและการปวดเมื่อยจากการทำงาน ในขั้นตอนการทำงานหน้าเครื่องผสมยางสอง

ลูกกลิ้งระบบเปิด โดยรวบรวมเอกสาร ตำรา บทความ งานวิจัย และฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องแล้วนำข้อมูลที่รวบรวมได้ มาสรุปสาระสำคัญเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาในประเด็นที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้

2.1 ความสำคัญของการยศาสตร์

จากความแตกต่างของบุคคล ด้านสติปัญญา ร่างกาย อารมณ์ สังคม และจิตใจ ไม่สามารถเป็นไปตามความต้องการได้แม้ว่าปัจจุบันจะมีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การที่บุคคลจะทำกิจกรรมหรือทำงานใดก็ตามที่ยังต้องอาศัยเครื่องมือและอุปกรณ์ในการช่วยให้มีความสะดวกจะต้องคำนึงในส่วนของความเหมาะสมในการใช้งาน เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อปัญหาทางด้านสุขภาพแต่ละด้านหรือให้มีความเสี่ยงต่ออันตรายน้อยที่สุด

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีที่มีการประดิษฐ์คิดค้น การออกแบบเครื่องจักร และกระบวนการในการผลิตต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตและเพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของงานในขั้นตอนกระบวนการของงาน ซึ่งคนเป็นทรัพยากรที่มีค่ามากที่สุดของหน่วยงาน ดังนั้นการพยายามปรับคนให้เข้ากับงาน (fit the man to the job) นั้น เป็นลักษณะของภาวะจำยอมเพราะการลงทุนทางทางด้านเครื่องจักรและวัสดุเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นมาก่อนแล้วโดยไม่ได้คำนึงถึงความสะดวกสบายของผู้ที่จะมาทำงาน ซึ่งอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุ ความเมื่อยล้า ส่งผลกับสุขภาพของคนที่ทำงานทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพของการทำงาน ในทางตรงกันข้ามถ้าหากการออกแบบเครื่องจักร หรือเครื่องอำนวยความสะดวก วัสดุอุปกรณ์ ในการทำงานคำนึงถึงข้อจำกัด และความต้องการของบุคคลที่ต้องทำงานในรูปแบบของการปรับงานให้เหมาะสมกับคน (fit the job to the man) โดยให้ความสำคัญของความแตกต่างกันของบุคคลจะสามารถเป็นแนวทางการลดความไม่ปลอดภัยในการทำงานและอัตราความเสี่ยงของการเกิดความเสียหาย ยังช่วยเพิ่มผลผลิตทั้งด้านคุณภาพและปริมาณให้กับหน่วยงานได้ ซึ่งจะต้องหาข้อมูลประกอบ ได้แก่

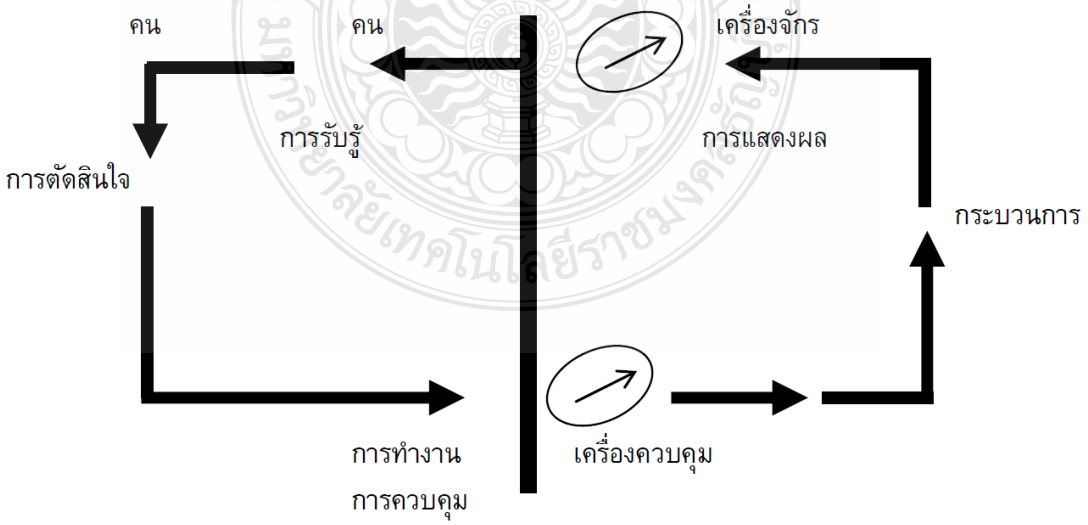
1. ความชำนาญที่จำเป็นต่อการทำงาน
2. บุคคลที่เหมาะสมกับงาน
3. เพศที่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน
4. ตำแหน่งหรือจุดที่เหมาะสมสำหรับการควบคุมเครื่องจักรในการทำงาน
5. ลักษณะการเคลื่อนไหวระหว่างปฏิบัติงาน
6. ระยะเวลาที่ต้องปฏิบัติงานของคนเปรียบเทียบกับความยากง่ายของงานเปรียบเทียบ
7. สภาพแวดล้อมในการทำงาน

ข้อดีของการออกแบบงานให้เหมาะสมกับคน

1. ช่วยลดความผิดพลาดต่างๆ ที่เกิดจากการทำงาน
2. ช่วยลดความเมื่อยล้าและอุบัติเหตุจากการทำงาน
3. ช่วยลดต้นทุนการผลิต จากการสูญเสียลดลงและวัตถุดิบน้อยลง โดยที่ไม่จำเป็น
4. ช่วยลดงบประมาณและระยะเวลาในการฝึกอบรมและการควบคุมงาน
5. เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและความพึงพอใจ
6. ช่วยให้ขั้นตอนการทำงานลดลงและสามารถตัดสินใจในการทำงานง่ายและรวดเร็วขึ้น [4]

2.2 ขอบข่ายของการยศาสตร์

การยศาสตร์เกี่ยวข้องกับแนวคิดวิธีการที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักรอุปกรณ์ ดังรูปที่ 2.1 ลักษณะการทำงานส่วนใหญ่จะมีลักษณะการทำงานที่ทำโดยใช้เครื่องจักรอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวก ลักษณะการทำงานหรือความสามารถการทำงานจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของสภาพแวดล้อมของวัฒนธรรม เศรษฐกิจ สังคม และสภาวะทางจิตใจกับระบบการทำงานนั้นๆ คือระบบคนกับเครื่องจักร คนจะทำงานในระบบที่มีกระบวนการทำงานเป็นวงจรปิด โดยคนจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อได้รับการป้อนข้อมูลผ่านการรับรู้ และการตอบสนองของกล้ามเนื้อ หู ตา ข้อต่อ ผิวหนัง และอวัยวะรับความรู้สึกอื่นๆ ลักษณะคล้ายกับการปฏิกิริยาชีวเคมีภายในร่างกาย ดังนั้น เพื่อให้การปฏิบัติงานบรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เครื่องจักรอุปกรณ์ควรได้รับการออกแบบสร้างและพิจารณาถึงข้อจำกัดของผู้ควบคุมและสมรรถภาพเป็นองค์ประกอบสำคัญด้วย



รูปที่ 2.1 วงจรแสดงกระบวนการทำงานในเครื่องจักรและระบบคน [6]

โดยสรุปได้ดังนี้ หลักการของการยศาสตร์ ก็คือการจัดงานให้เหมาะสมกับคน โดยคำนึงถึงความสำคัญของคนที่ทำงาน และพยายามที่จะออกแบบสร้างเครื่องมืออุปกรณ์และจัดระบบงานให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับสมรรถนะและความสามารถของแต่ละบุคคล ซึ่งในประเทศที่พัฒนาแล้วถือเป็นสหวิทยาการ คือการนำเอาความรู้หลากหลายสาขาวิชามาเป็นประโยชน์ในการศึกษาทางด้านการยศาสตร์ ได้แก่ ความรู้จากกายวิภาคศาสตร์และวิชาสรีรวิทยา

ก่อให้เกิดความเข้าใจถึงการทำงานของอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย และ สัดส่วน โครงสร้างของร่างกาย จากการศึกษาวิชาจิตวิทยาร่วมกันก็ทำให้มีความรู้เกี่ยวกับเรื่องการทำงานของระบบสมองและประสาท ทำให้รู้พฤติกรรมมนุษย์ ความรู้จากวิชาวิศวกรรมศาสตร์ทำให้เข้าใจถึงข้อจำกัดและเทคนิคต่างๆ สำหรับการทำงานการผลิตกับเทคโนโลยี และความรู้ความเข้าใจของวิชาอาชีวอนามัยจะช่วยให้มีความสามารถในการประเมินสภาพการทำงานที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ได้ นักการยศาสตร์จะเป็นผู้ประสานปรับเปลี่ยนและประยุกต์โดยการเชื่อมความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพกับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ในการประเมินผลกระทบกับคน และสภาวะคนทำงาน ตลอดจนเสนอแนะแนวทางในการแก้ไข ความรู้พื้นฐานได้มาจากการที่ได้ศึกษาอบรมจากวิชาชีววิทยา วิศวกรรมศาสตร์ อุตสาหกรรมวิทยาศาสตร์ สุขศาสตร์ สังคมสงเคราะห์ จิตวิทยา จากการศึกษาวิชาเหล่านี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับธุรกิจอุตสาหกรรมได้ เช่น

1) การออกแบบเพื่อการควบคุมปัจจัยต่างๆ ให้ทำงานได้อย่างความปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ เช่น เสียง ความสั่นสะเทือน แสง เป็นต้น

2) การออกแบบ การวางผังสถานประกอบการหรือโรงงาน เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายและ ความรวดเร็วของการทำงาน รวมทั้งการดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องจักร

3) การออกแบบ การเปลี่ยนแปลง การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและการผลิต ให้มีคุณภาพชีวิตที่ดี

4) การออกแบบเพื่อการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระบบในการทำงานโดยใช้อุปกรณ์เครื่องจักรและอำนวยความสะดวก อย่างถูกต้องเหมาะสมกับสมรรถนะของบุคคลในองค์กรนั้นๆ [6]

2.3 หลักการของการยศาสตร์ (Ergonomics)

การยศาสตร์เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องระหว่างคนกับเครื่องมืออุปกรณ์และเครื่องจักร เครื่องอำนวยความสะดวกในการทำงาน ลักษณะการทำงานที่มีองค์ประกอบขนาดรูปร่างของคนทำงานและท่าทางการทำงาน

2.3.1 ท่าทางการทำงาน

ในการทำงานร่างกายของผู้ที่ทำงานต้องอยู่ในลักษณะท่าทางที่สบายและมั่นคงในการทำงาน โดยเฉพาะในส่วนของการออกแรงในการทำงาน ดังนั้น ควรมีการคำนึงถึงท่าทางของการเคลื่อนไหวในการทำงานให้มีมาตรฐานที่ดี จะสามารถช่วยลดการเกิดอันตรายและอุบัติเหตุ ที่อาจจะก่อให้เกิดจากการทำงานลงได้

ความสำคัญของท่าทางที่เหมาะสมกับการทำงานในแต่ละลักษณะงาน ได้แก่

1) การยืนทำงาน เป็นลักษณะการออกแรงในการทำงานที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพและสะดวกในการทำงาน ในทางตรงกันข้ามถ้ายืนทำงานบนพื้นที่ที่ไม่มีความมั่นคง จะก่อให้เกิดความกังวลของคนที่ทำงานในลักษณะท่าทางการยืนทำงานและทำให้ผู้ที่ทำงานต้องพยายามรักษาสมดุลของร่างกายอยู่ตลอดเวลา ทำให้ผู้ที่ยืนทำงานต้องสูญเสียพลังงานของร่างกายไปโดยไม่มีความจำเป็นและและยังเป็นสาเหตุของการเกิดความผิดพลาด หรือประสิทธิภาพของการยืนทำงานลงลงได้

2) ลักษณะท่าทางการทำงานที่เหมะสมจะสามารถช่วยให้การทำงานมีประสิทธิผลและประสิทธิภาพ โดยการใช้น้ำหนักของร่างกายเป็นหลักในการออกแรง คือวิธีการที่ร่างกายมีที่พิงในขณะออกแรง

3) ลักษณะท่าทางการทำงานจะต้องมีความสัมพันธ์หรือตำแหน่งงานควรอยู่ระดับเดียวกันกับสายตาสำหรับการมองเห็น คือ ท่าทางการทำงานที่มั่นคงนั้น สายตาต้องมองเห็นในแนวระนาบ เพื่อลดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อหลังและคอ

4) ลักษณะท่าทางการทำงานของร่างกายที่ดีนั้น จะต้องช่วยให้มีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างร่างกายของผู้ทำงานกับสิ่งแวดล้อมในการทำงานได้อย่างเหมาะสม โดยมีการขับเหงื่อที่เหมาะสมกับความร้อนที่เกิดจากงานหรือความหนักของงาน

5) ลักษณะท่าทางการทำงานของร่างกายที่ดี ต้องไม่ส่งผลหรือขัดขวางกระบวนการทำงานของอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น ระบบไหลเวียนโลหิต ระบบการย่อยอาหาร และระบบหายใจ

ท่าทางการทำงานโดยส่วนใหญ่จะต้องถูกกำหนดโดยขนาดและข้อจำกัดของเครื่องจักรจุดควบคุมต่างๆ บริเวณของสถานที่ เป็นต้น

2.3.2 หลักการจัดท่าทางการทำงานในลักษณะการยืนทำงาน

1) ควรมีการปรับระดับความสูงของพื้นที่ยืนทำงานสำหรับการทำงานของผู้ปฏิบัติงานที่มีความสูงแตกต่างกัน

2) ควรจัดให้มีที่นั่งพัก เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถปรับเปลี่ยนอิริยาบถได้หรือปรับเปลี่ยนน้ำหนักขาในท่าทางการยืนเป็นครั้งคราวเพื่อลดความเครียดบริเวณขาและหลังของผู้ปฏิบัติงาน

3) ควรจัดให้มีแผ่นปูรองพื้นที่เป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น ไม่ลื่น สะอาดและได้ระดับ จัดทำที่เก็บเพื่อรองรับชิ้นงาน ปรับระดับพื้นสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่มีความสูงแตกต่างกัน ให้สามารถยืนทำงานได้อย่างเหมาะสม

4) ควรจัดให้บริเวณการทำงานสามารถขยับท่าทางการยืนทำงานได้อิสระ สามารถเคลื่อนเท้าไปข้างๆ ถอยหลัง และไปข้างหน้าในแนวราบได้ โดยไม่มีสิ่งของมากีดขวาง

5) ควรจัดให้มีที่นั่งพักหรือเก้าอี้ สำหรับการนั่งพักของผู้ปฏิบัติงานระหว่างช่วงเวลาพัก

6) ผู้ปฏิบัติงานไม่ควรทำงานในลักษณะที่ต้องเอนตัวไปข้างหลัง ข้างๆ หรือการยื่นทำงานในลักษณะที่ต้องเอียงหรือหมุนลำตัวไปด้านข้าง

7) ผู้ปฏิบัติงานไม่ควรต้องเอื้อมมือสูงหรือต่ำกว่าระดับของไหล่มากเกินไป และไม่ควรให้มีการก้มศีรษะหรือแหงนศีรษะมากเกินไป

8) ผู้ปฏิบัติงานควรสวมรองเท้าที่มีความเหมาะสมพอดีเพื่อรองรับและพยุงบริเวณที่เป็นส่วนโค้งของเท้าให้กระชับ

2.3.3 หลักในการออกแบบโต๊ะทำงานสำหรับการยืนทำงานนั้น ต้องอิงตามความสูงของผู้ทำงานและมือทั้งสองจะต้องอยู่บนโต๊ะทำงาน ปกติจะต้องต่ำกว่าระดับความสูงของข้อศอกประมาณ 5-10 เซนติเมตร พร้อมทั้งออกแบบพื้นที่เผื่อสำหรับสิ่งของที่จำเป็นและวางเครื่องมืออุปกรณ์ และเผื่อพื้นที่โต๊ะสำหรับการวางข้อศอกบนพื้นโต๊ะทำงานด้วย และจะต้องมีการยกระดับให้สูงขึ้นพอดีกับข้อศอกด้วย

2.3.4 สำหรับการยืนทำงานที่เท้าข้างหนึ่งจะต้องกดบังคับเครื่องจักรตลอดเวลา เป็นท่าทางการยืนที่ไม่มีความเหมาะสมเป็นอย่างมาก เนื่องจากจะทำให้เกิดการกดทับน้ำหนักลงที่ขาและสะโพกอีกข้างหนึ่งทำให้เกิดความล้าและอาการปวดเมื่อยได้ ควรปรับปรุงพื้นให้อยู่ในระดับเดียวกัน เพื่อให้สามารถยืนบนเท้าทั้งสองข้างได้ และสามารถสลับเท้าบังคับได้ [6]

2.4 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์

ปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องทางการยศาสตร์ สามารถแยกออกได้เป็น 2 ปัจจัยดังนี้

2.4.1 ปัจจัยภายนอก ได้แก่

2.4.1.1 ลักษณะงาน การทำงานที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายในลักษณะซ้ำๆ การทำงานที่อยู่กับที่นานๆ

2.4.1.2 สภาพแวดล้อมทั่วไป เช่น อากาศ เสียง การสั่นสะเทือน แสง อุณหภูมิ

2.4.1.3 สภาพแวดล้อมในการทำงาน เช่น เครื่องมือ เครื่องจักร โต๊ะ เก้าอี้

2.4.2 ปัจจัยภายใน ได้แก่

2.4.2.1 ปัจจัยด้านจิตสังคม เช่น ความพึงพอใจในการทำงาน บุกคลิกภาพ ความเครียดที่ได้รับจากการทำงาน สัมพันธภาพของการทำงาน

2.4.2.2 ปัจจัยส่วนบุคคล เช่น เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง สัดส่วนของร่างกาย แรงบีบมือ น้ำหนักและท่าทางในการทำงาน [7]

2.5 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำงานของมนุษย์ในทางการยศาสตร์

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของมนุษย์ โดยมีทั้งปัจจัยในตัวของมนุษย์เอง เช่นความถนัด สุขภาพกาย สุขภาพจิต เป็นต้น และปัจจัยภายนอก เช่น สิ่งแวดล้อมทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ซึ่งได้แก่ อาคารสถานที่ บุคคล ลักษณะการทำงาน องค์กร เป็นต้น

การนำเอาหลักการทางการยศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในสำหรับจัดสภาพแวดล้อม เพื่อลดผลกระทบต่อการทำงานของผู้ทำงานนั้น โดยส่วนใหญ่มีความเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ที่มีความสัมพันธ์กับส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการถูกใช้งานมีความมากน้อยไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับงานและลักษณะการทำงานของอาชีพนั้นและตัวบุคคลด้วย อวัยวะในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายจะต้องทำงานร่วมกัน การผิดปกติของอวัยวะที่เกิดขึ้นกับส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายจะส่งผลกระทบต่ออวัยวะอีกส่วนหนึ่งเสมอ ดังนั้น การศึกษาถึงลักษณะการทำงานของอวัยวะแต่ละส่วน การหาวิธีหลีกเลี่ยงเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการทำงาน และการเข้าใจถึงวิธีการทำงานมีความเกี่ยวข้องซึ่งกันและกันใน การใช้โครงสร้างส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการทำงาน ซึ่งมี 5 ส่วนของร่างกายที่มักถูกใช้งานอยู่เสมอ คือ ส่วนของดวงตา ส่วนของมือและข้อมือ ส่วนของคอและหลัง ส่วนของแขนและไหล่ ส่วนของเข่าและขา จึงเป็นสิ่งจำเป็นในการเพิ่มสรรมถภาพการทำงานของร่างกายมนุษย์ โครงสร้างหลักของมนุษย์ 5 ส่วน ที่มักถูกใช้งานอยู่ตลอดเวลานั้นอาจอธิบายได้ดังนี้

2.5.1 มือและข้อมือ

ลักษณะโครงสร้างของมือและข้อมือ ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ คือกล้ามเนื้อและส่วนของกระดูกที่ช่วยในการเคลื่อนไหวกับส่วนของระบบประสาทสามารถทำให้รับรู้ความรู้สึกได้ ในการใช้มือและข้อมือทำงานควรคำนึงถึงหลักการยศาสตร์ เพื่อสุขภาพและความปลอดภัย โดยต้องคำนึงถึงการท่าทางการจับถือ และการออกแรง ในการทำงานมือและข้อมือควรอยู่ในตำแหน่งปกติที่เป็นธรรมชาติในลักษณะเป็นแนวตรงคล้ายกับการจับมือทักทายกัน ดังรูปที่ 2.2 และ รูปที่ 2.3

ข้อควรระวังในการใช้มือและข้อมือ คือ พยายามหลีกเลี่ยงการงอข้อมือและการกดข้อมือที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งเกินไป ควรระวังในเรื่องของการออกแรงมากเกินความจำเป็น หาอุปกรณ์ช่วยในการจับเช่น ถุงมือ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บในการทำงานถ้ามีความจำเป็น

ท่าควรหลีกเลี่ยง

ท่าที่เหมาะสม

ท่าควรหลีกเลี่ยง

ท่าที่เหมาะสม

รูปที่ 2.2 ท่าทางการใช้มือและข้อมือทำงานในขณะปฏิบัติงาน [8]

ท่าทางควรหลีกเลี่ยง

รูปที่ 2.3 ท่าทางการใช้มือและข้อมือทำงานในขณะปฏิบัติงาน [8]

2.5.2 แขนและไหล่

แขนและไหล่เป็นโครงร่างของร่างกายที่ต้องทำงานร่วมกันกับข้อมือและมือ แขนและไหล่มีความสามารถในการเคลื่อนไหวได้หลากหลายทิศทาง เช่น การที่แขนและไหล่เคลื่อนไปทางด้านหลัง (Extension) ซึ่งทำงานตรงกันข้ามกับการเคลื่อนไหวโดยเหยียดแขนและไหล่ตรงออกไปข้างหน้า (Flexion) รวมทั้งการเหยียดแขนตรงไปทางด้านข้างของลำตัว (Abduction) และงอแขนกลับเข้าหาลำตัว (Adduction) การทำงานควรให้แขนและไหล่อยู่ในท่าทางที่ปกติหรือใกล้เคียงท่าปกติ คือให้อยู่ใน

ระดับของการจับมือทักทายกัน ข้อศอกควรอยู่แนบลำตัวและเมื่อทำงานข้อศอกควรอยู่ในระดับต่ำ หรือระดับที่รองรับน้ำหนักในการทำงานของท่อนแขนเพื่อให้ท่อนแขนทำงานได้สะดวก

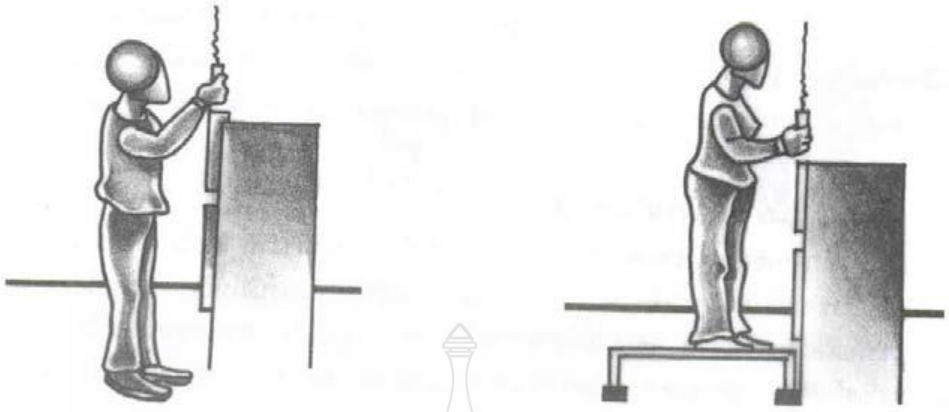
ข้อควรระวังในการทำงานของไหล่และแขน คือ ควรหลีกเลี่ยงการเอื้อมมือไปจับสิ่งของแบบสุดมือ จัดวางสิ่งของที่ใช้บ่อยให้อยู่ใกล้ตัวหรือวางไว้ตรงหน้าเพื่อลดความถี่ของการเอื้อมหยิบจับสิ่งของ หลีกเลี่ยงการยกหรือโยกสิ่งของเหนือศีรษะ ไม่ควรเร่งการออกแรงแบบรวดเร็วในการเคลื่อนไหวซ้ำๆแบบสม่ำเสมอ ควรมีการขยับแขนและขาเพื่อหลีกเลี่ยงการทำงานท่าทางเดิมๆ มีการคลายตัวของกล้ามเนื้อ ขยับกล้ามเนื้อไหล่และแขนอยู่เรื่อยๆ ใช้เครื่องมือในการช่วยหยิบจับสิ่งของ เป็นต้น

ท่าที่ควรหลีกเลี่ยง ท่าที่เหมาะสม

รูปที่ 2.4 ท่าทางการใช้มือทำงานในขณะทำงาน [8]

ท่าที่ควรหลีกเลี่ยง ท่าที่เหมาะสม

รูปที่ 2.5 ท่าทางการใช้มือทำงานในขณะปฏิบัติทำงาน [8]



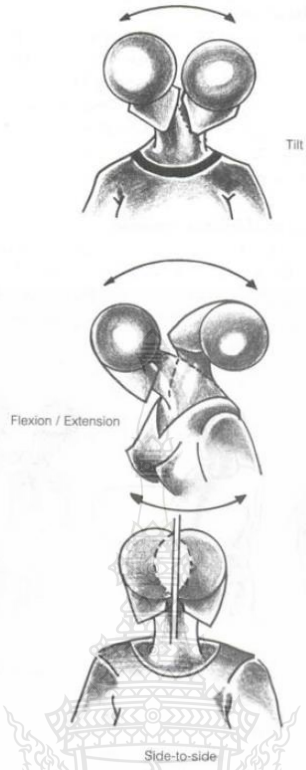
ท่าที่ควรหลีกเลี่ยง ท่าที่เหมาะสม

รูปที่ 2.6 ท่าทางการใช้มือทำงานในขณะปฏิบัติทำงาน (ต่อ) [8]

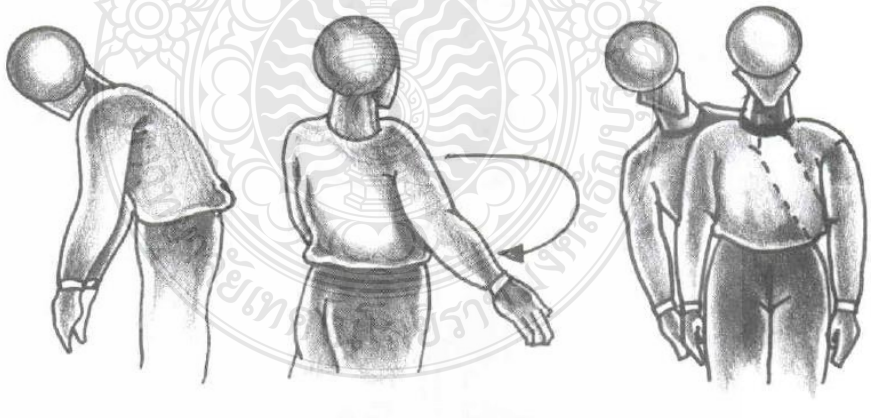
2.5.3 หลังและคอ

โครงสร้างหลังและคอของมนุษย์จะมีกระดูกย่อยๆประกอบด้วยมากมายจนกลายเป็นกระดูกสันหลังและมีกล้ามเนื้อเอ็นช่วยยึดส่วนต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกัน ในลักษณะท่าทางการอยู่กระดูกสันหลังจะมีลักษณะคล้ายรูปตัวเอส โดยโค้งสลับกัน คือ กระดูกสันหลังส่วนเอวและคอจะโค้งไปด้านหน้า ส่วนลำตัว สะโพกและก้นกบจะโค้งไปตามด้านหลัง กระดูกสันหลังคือแกนกลางของร่างกายส่วนบนเป็นที่อยู่ของเส้นประสาทและเส้นเลือด หากส่วนนี้ได้รับการบาดเจ็บจะมีอาการที่ทรมานและเจ็บปวดที่สุด

การเคลื่อนไหวของคอที่บ่อยๆครั้งเป็นอันตรายและควรหลีกเลี่ยงการเคลื่อนไหวที่บ่อยครั้ง การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง ได้แก่ การก้มเงยคอ (Flexion และ Extension) การเอียงคอ (Tilt) ไปทางด้านข้าง ไปมา การหันหน้าไปมา (Side to Side) ซึ่งจะทำให้กระดูกส่วนคอซ้อนหมุนทับกันไปมา ทำให้เกิดแรงกดบนหมอนรองกระดูก ไม่ควรมีการเคลื่อนไหวส่วนหลังที่บ่อยครั้งมากเกินไป คือ การงอหลังหรือการโน้มตัวไปทางด้านหน้า (Forward Bending) การบิดเอี้ยวตัวตรงกระดูกส่วนเอว (Lumbar Twisting) และการเอียงลำตัวไปทางด้านใดด้านหนึ่ง (Lateral Back Movement)



รูปที่ 2.7 การเคลื่อนไหวของส่วนคอ [8]

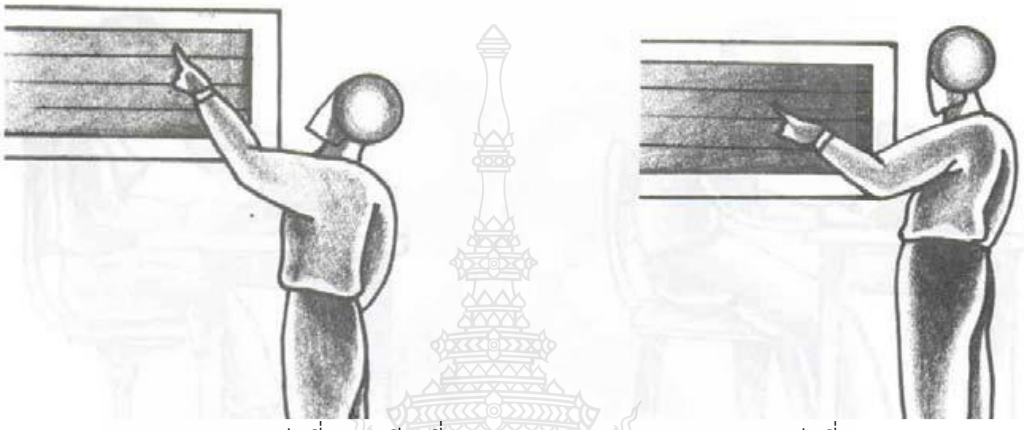


Forward bending Lumbar twisting Lateral back

Movement

รูปที่ 2.8 ท่าทางการเคลื่อนไหวส่วนหลัง [8]

การยืนทำงานมีท่าทางที่กระดูกจัดเรียงกันได้อย่างความเหมาะสม จัดว่างเครื่องมืออุปกรณ์ได้ใกล้ตัวหยิบจับได้ง่าย ไม่ควรทำท่าทางการยืนในลักษณะที่ลำตัวมีการโค้งงอ ยืนในลักษณะที่ร่างกายมีความสมดุลกันสามารถเคลื่อนไหวร่างกายไปมาได้สะดวก พื้นที่ยืนปรับระดับการสูงต่ำได้มีความเหมาะสม และสามารถใช้วิธีกายบริหารเพื่อผ่อนคลายกล้ามเนื้อบริเวณหลัง

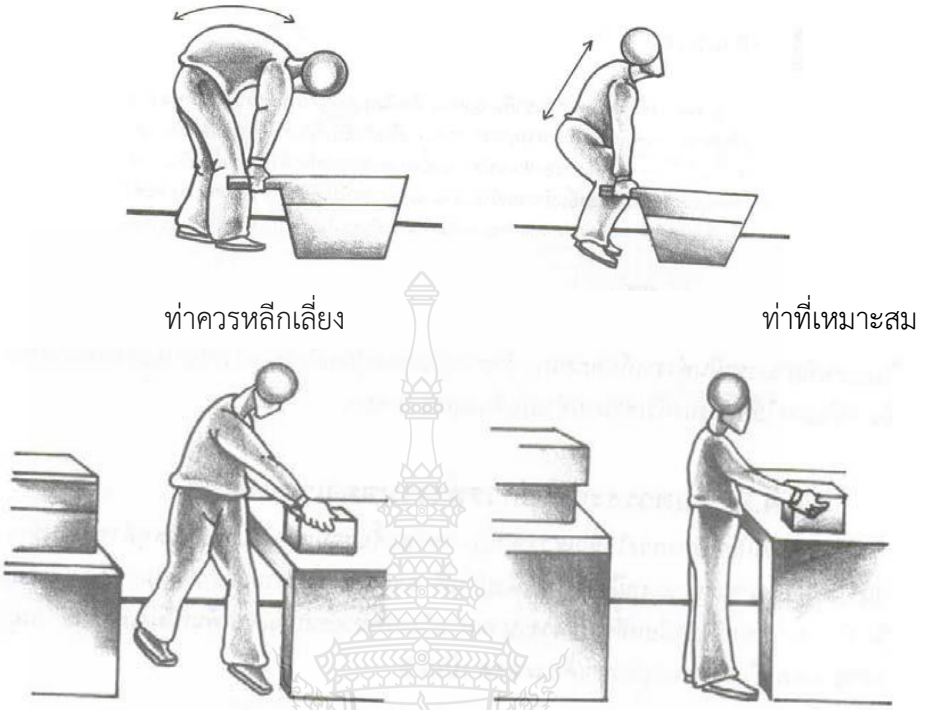


ท่าที่ควรหลีกเลี่ยง ท่าที่เหมาะสม

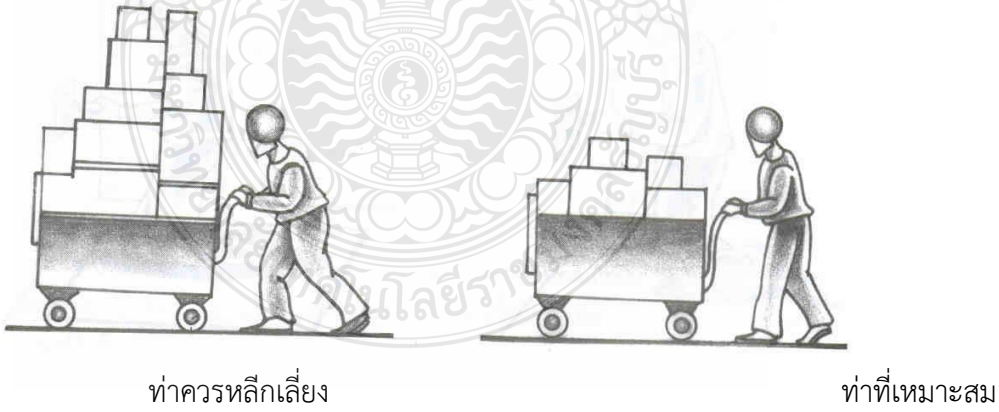
รูปที่ 2.9 ท่าทางการยืนทำงานและการก้มเงยคอ [8]

ท่าที่ควรหลีกเลี่ยง ท่าที่เหมาะสม

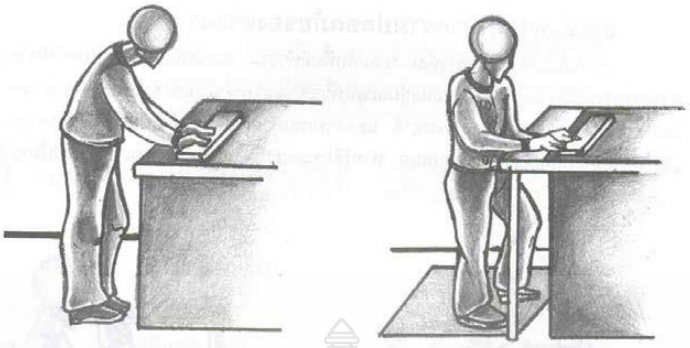
รูปที่ 2.10 ท่าทางการยืนทำงานและตำแหน่งของแขน [8]



รูปที่ 2.11 ท่าทางการทำงานเคลื่อนย้ายวัสดุชิ้นงานโดยการยก [8]



รูปที่ 2.12 ท่าทางการทำงานเคลื่อนย้ายวัสดุชิ้นงานโดยการเข็น [8]



ท่าควรหลีกเลี่ยง ท่าที่เหมาะสม

รูปที่ 2.13 ท่าทางการยืนและออกแรงทำงาน [8]

2.6 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.6.1 ความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (Validity) มีความสำคัญที่ต้องทำการวัดเพื่อให้ข้อคำถามที่สร้างขึ้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยนำแบบประเมินที่นักวิจัยออกแบบ ทำการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาความเที่ยงตรงของเนื้อหาต้องมีผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาการให้คะแนนไม่น้อยกว่า 3 คนขึ้นไป และทำการพิจารณาเนื้อหาข้อคำถามให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่นักวิจัยต้องการวัด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ [8]

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

หลังจากนั้นหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามที่ต้องการวัดของแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ มีสมการดังนี้ [9]

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \tag{2.1}$$

โดย $\sum R$ แทน คะแนนรวมของข้อคำถามนั้นจากผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนของผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา

เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดค่า IOC คือ ถ้าค่า IOC มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป คำถามที่เอามาทำการวัดในข้อนั้นๆ สามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ หรือ ข้อคำถามนั้นสามารถนำมาใช้ถามในแบบประเมินได้

2.6.2 การหาค่าความเชื่อมั่นแบบครอนบาคโดยใช้โปรแกรม Minitab (Cronbach's alpha using Minitab)

การหาค่าความเชื่อมั่นแบบครอนบาค ใช้ในแบบสอบถามแบบมาตรประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ การคำนวณด้วยโปรแกรม Minitab มีวิธีการดังนี้

ตัวอย่าง การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจ มีข้อคำถามจำนวน 20 ข้อ มีผู้ตอบคำถาม 30 คน โดยคำถามเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับของ Likert จากน้อยที่สุด ถึง มากที่สุด

1) เตรียมข้อมูลในโปรแกรม Excel โดยตั้งชื่อข้อคำถาม no1 no2 จนถึง no20 และทำการลงคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามดังรูปที่ 2.14

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
	no1	no2	no3	no4	no5	no6	no7	no8	no9	no10	no11	no12	no13	no14	no15	no16	no17	no18	no19	no20
1	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5
2	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4
3	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5
4	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5
6	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5
7	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
8	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
9	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5

รูปที่ 2.14 ข้อมูลตัวอย่าง [10]

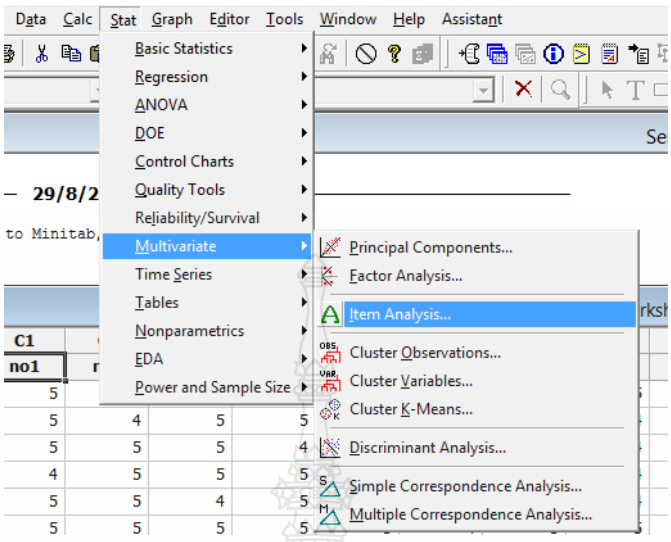
2) เปิดโปรแกรม Minitab ขึ้นมาแล้วคัดลอกข้อมูลไปวางใน worksheet ดังรูปที่ 2.15

Worksheet 1 ***

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
	no1	no2	no3	no4	no5	no6	no7	no8	no9	no10	no11	no12	no13
1	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5
2	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4
3	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4
4	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4
5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4
6	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5
7	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5
8	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	5
9	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
10	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5
11	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4
12	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4
13	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
14	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5
15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
16	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
17	5	4	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4

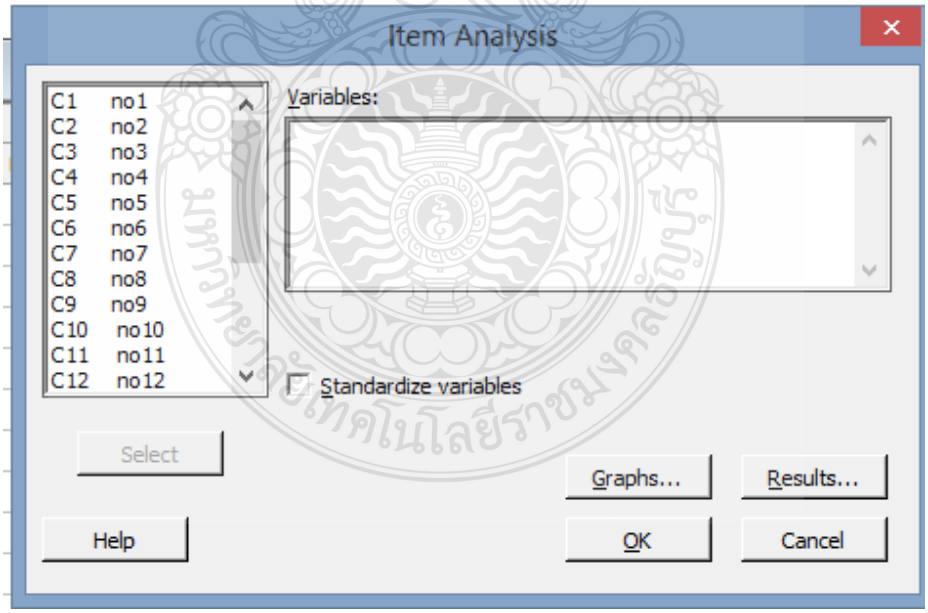
รูปที่ 2.15 การกรอกข้อมูลเข้า Minitab [10]

3) ไปที่เมนู Stat > Multivariate > Item Analysis ดังรูปที่ 2.16



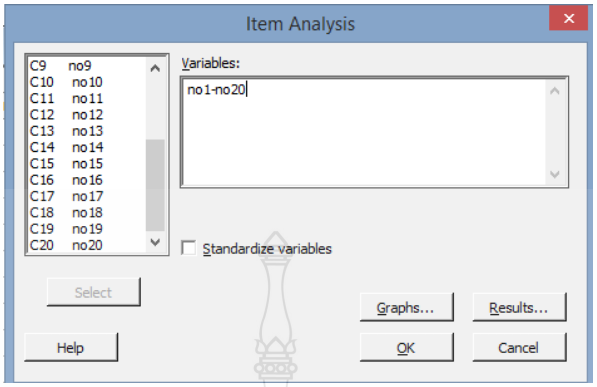
รูปที่ 2.16 เลือกใช้สถิติ Item Analysis

4) จะแสดง Item Analysis Dialogue Box: ขึ้นมาดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 หน้าต่างแสดง Item Analysis [10]

ให้ทำการระบายทึบตรงข้อคำถามแล้วกดปุ่ม Select เพื่อนำข้อคำถามไปไว้ในช่อง Variables ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 การนำข้อมูลเข้าวิเคราะห์ผล [10]

5) จากนั้นกดปุ่ม Result จะปรากฏกล่อง Item Analysis - Result ขึ้นมาดังรูปที่ 2.19 เพื่อให้เราเลือกผลลัพธ์ที่ต้องการ เมื่อเลือกเสร็จกดปุ่ม OK และปุ่ม OK อีกครั้งโปรแกรมก็จะทำการคำนวน ได้ผลออกมา ดังนั้น Cronbach's Alpha ต้องมีค่า 0.7 ขึ้นไป [10]

Cell Contents: Pearson correlation

Item and Total Statistics

Variable	Total Count	Mean	StDev
no1	30	4.733	0.450
no2	30	4.800	0.407
no3	30	4.633	0.490
no4	30	4.867	0.346
no5	30	4.467	0.507
no6	30	4.667	0.479
no7	30	4.700	0.466
no8	30	4.633	0.490
no9	30	4.900	0.305
no10	30	4.567	0.504
no11	30	4.667	0.479
no12	30	4.800	0.407
no13	30	4.633	0.490
no14	30	4.833	0.379
no15	30	4.633	0.490
no16	30	4.700	0.466
no17	30	4.767	0.430
no18	30	4.767	0.430
no19	30	4.833	0.379
no20	30	4.667	0.479
Total	30	94.267	3.118

Cronbach's Alpha = 0.6194

รูปที่ 2.19 ผลของ Cronbach's Alpha [10]

2.7 การวัดค่าสัญญาณไฟฟ้า Electromyography (EMG)

การวัดค่ากล้ามเนื้อไฟฟ้า เป็นการศึกษากระบวนการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยแสดงค่าออกมาในรูปแบบลักษณะของกระแสไฟฟ้า โดยมีลักษณะของกล้ามเนื้อมีการเกิดประจุไฟฟ้าที่เซลล์กล้ามเนื้อโดยค่านั้นวัดออกมาเป็นค่า Electromyography (EMG) คือ กระแสไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นในขณะกล้ามเนื้อกำลังทำงาน แสดงออกมาได้ทั้งค่าลบและค่าบวก ทำให้สามารถทราบว่ากล้ามเนื้อมีการทำงานหนักเท่าไร

สมอง เส้นประสาท และกล้ามเนื้อนับว่าเป็นเนื้อเยื่อที่รับความรู้สึกได้ไวต่อสิ่งเร้า โดยการสร้างสัญญาณไฟฟ้าและส่งผ่านสัญญาณเมื่อถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าจะทำการส่งสัญญานไปยังเส้นใยประสาท การตรวจอีเอ็มจีหรือคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ คือ เทคนิคที่ใช้ตรวจวัดสัญญาณไฟฟ้าที่สร้างจากกล้ามเนื้อและเส้นประสาท เพื่อใช้ในพยากรณ์พยาธิสภาพและการวินิจฉัยที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อหรือเส้นประสาท โดยมีลักษณะคล้ายกับการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง และคลื่นไฟฟ้าหัวใจ แต่จะมีความแตกต่างกันเฉพาะขนาดของศักย์ไฟฟ้และความถี่ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงชนิด ศักย์ไฟฟ้าและความถี่ที่ตอบสนองของสัญญาณไฟฟ้าสมอง หัวใจ และกล้ามเนื้อ [11]

ชนิดของสัญญาณไฟฟ้า	ความถี่ตอบสนอง(Hz)	ศักย์ไฟฟ้า
สมอง(EEG)	0.02-100	0.001-0.1
หัวใจ (ECG,EKG)	0.1-30	0.02-3.0
กล้ามเนื้อ (EMG)	2-10,000	0.003-5.0

2.7.1 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดคลื่นกล้ามเนื้อ

ประกอบด้วยตัวเครื่องและอิเล็กโทรดบันทึกสัญญาณเข้า ตัวเครื่องมักมีอุปกรณ์/วงจรไฟฟ้าโดยมีหน้าที่ขยายสัญญาณ และส่วนแสดงผลกลับไปที่คอมพิวเตอร์

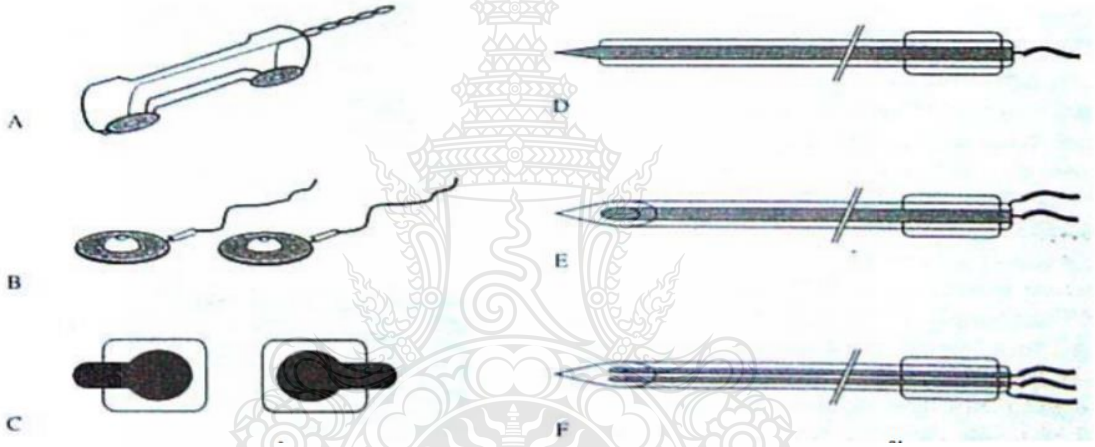
2.7.1.1 อิเล็กโทรด

ขั้วไฟฟ้าหรืออิเล็กโทรดที่ทำหน้าที่ตรวจจับคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ ขั้วไฟฟ้าสำหรับบันทึกสัญญาณไฟฟ้า และขั้วไฟฟ้าสำหรับกระตุ้น ขั้วไฟฟ้าแบบกระตุ้นจะมีลักษณะขนาดของตัวกระตุ้นขนาดเล็กและเป็นชนิดสองขั้ว (Bipolar Electrode) ยึดติดกัน

ส่วนอิเล็กโทรดทำหรับบันทึกสัญญาณไฟฟ้านั้น สามารถแบ่งได้ 2 ชนิด คือ อิเล็กโทรดที่มีลักษณะคล้ายเข็ม (Needleelectrode) ทำหน้าที่แทงเข้าไปในกล้ามเนื้อเพื่อบันทึกสัญญาณ/ศักย์ไฟฟ้าที่ใยกล้ามเนื้อโดยตรงใช้เพื่อการวินิจฉัยโรคของคลินิก และอิเล็กโทรดแบบวางบน

ผิวหนัง (Surface Electrode) เป็นแผ่นขั้วไฟฟ้าที่วางที่ผิวหนังตำแหน่งที่ต้องการวัดค่ากล้ามเนื้อ โดยอิเล็กโทรดแบบนี้เป็นที่ใช้กันอย่างมากสำหรับการวัดค่าไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เพราะอิเล็กโทรดแบบวางบนผิวหนังมีน้ำหนักที่เบาและสามารขยับได้ตามการหดตัวของกล้ามเนื้อ และยังใช้สำหรับการบันทึกสัญญาณไฟฟ้าเพื่อเปรียบเทียบความเร็วของการนำสัญญาณประสาท (Nerve Conduction Velocity)

อิเล็กโทรดแบบเข็มที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ อิเล็กโทรดแบบแกนเดียว (Single Coaxial Needle Electrode หรือ Concentric Needle Electrode) โดยมีลักษณะคล้ายเข็มฉีดยา ใช้วัดศักย์ไฟฟ้าระหว่างสองจุด (จุดหนึ่งคือตัวเข็ม อีกจุดคือแกนลวดโลหะ) มีขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร และมีอิเล็กโทรดอีกชนิดเป็นแบบสองแกน (Double Coaxial Needle หรือ Bipolar Needle Electrode) ซึ่งใช้ลวดโลหะสองเส้นสอดเข้าไปในเข็มฉีดยา อิเล็กโทรดชนิดนี้วัดค่าศักย์ไฟฟ้าของสัญญาณประสาทได้ในลักษณะที่แคบกว่า ส่วนใหญ่ใช้กับบางรายที่ต้องใช้ในการตรวจเท่านั้น



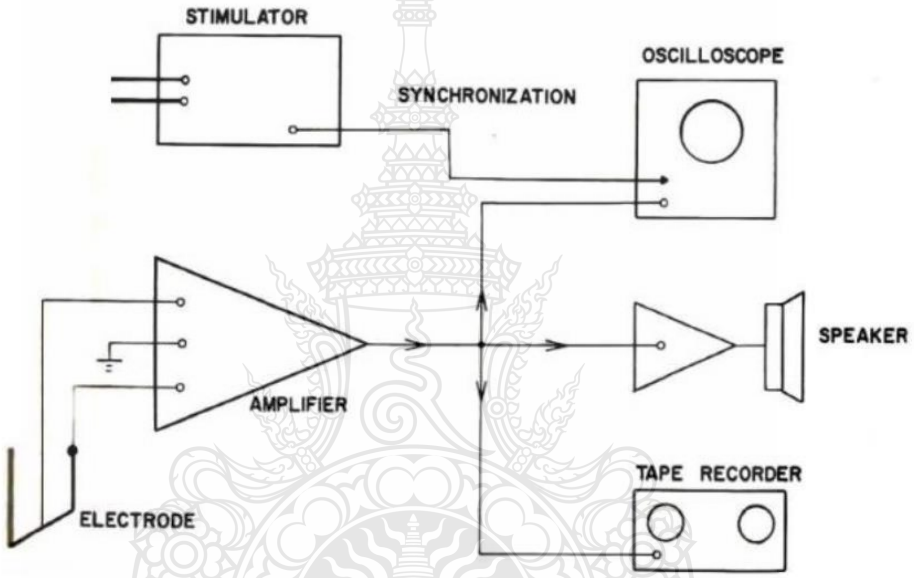
รูปที่ 2.20 แสดงลักษณะของอิเล็กโทรดที่ใช้สำหรับบันทึกสัญญาณอีเอ็มจี A: ชนิดสองขั้วยึดติดกัน B: ชนิดโลหะกลม C: ชนิดแผ่นกาวสำเร็จรูป D: ชนิดเข็มแบบขั้วเดียว E: แบบเข็มฉีดยาปลายตัดแกนเดียว F: เข็มฉีดยาปลายตัดสองแกน [11]

2.7.1.2 ส่วนขยายสัญญาณ (Amplifier)

สัญญานไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อและเส้นประสาท มีขนาดที่เล็กและไม่ค่อยมาก ตัวเครื่องวัดควรจะมีส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยทำหน้าที่ในการขยายสัญญาไฟฟ้าและทำการบันทึกผลให้มีขนาดที่ใหญ่พอในการเก็บข้อมูล ส่วนที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาจะต้องมีกำลังขยายที่สูงและมีค่าสม่ำเสมอช่วงศักย์ไฟฟ้าในย่านที่ตรวจวัด สามารถกรองสัญญาณหรือสามารถตัดสัญญานรบกวนที่ไม่ต้องการใช้งานออกได้

2.7.1.3 ส่วนแสดงและบันทึกผล

ค่าสัญญานไฟฟ้ากล้ามเนื้อและเส้นประสาท มีค่าความถี่ที่ตอบสนองค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับสัญญาณไฟฟ้าสมอง และหัวใจ ดังตารางที่ 2.1 จึงไม่ค่อยนิยมจดบันทึกผลหรือข้อมูลลงในกระดาษเพราะอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการบันทึกค่าได้ แต่มักจะแสดงผ่านจอภาพออสซิลโลสโคปและผ่านสัญญาณเสียง ทำให้การบันทึกค่าหรือการแปรผลมีความแม่นยำ และปัจจุบันยังสามารถบันทึกผลออกมาผ่านโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง และสามารถนำไฟล์ข้อมูลออกมาในรูปแบบ รูปภาพ ค่าเฉลี่ยไฟฟ้า หรือ กราฟคลื่นไฟฟ้าได้อีกด้วย



รูปที่ 2.21 แสดงผังอุปกรณ์เครื่องตรวจวัดสัญญาณไฟฟ้าอีเอ็มจีเครื่องหนึ่ง [11]

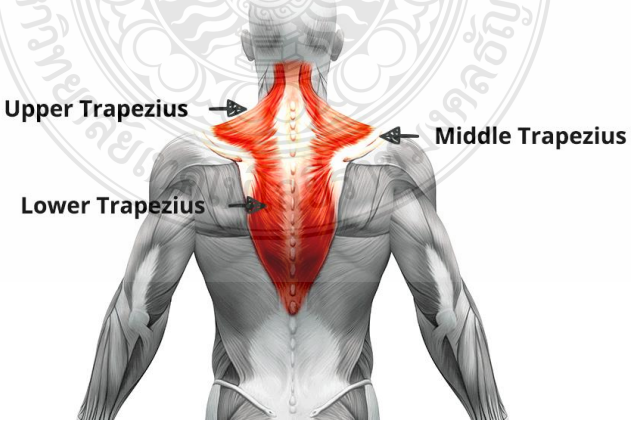
2.7.2 วิธีการตรวจวัดสัญญาณไฟฟ้า Electromyography (EMG)

ลักษณะท่าทางของผู้ที่ถูกวัดจัดด้วยท่าทางที่ผ่อนคลาย ทำความสะอาดผิวหนังบริเวณที่ต้องการวัดด้วยแอลกอฮอล์ ทำการตรวจสอบกล้ามเนื้อที่ต้องการวัด ดังรูปที่ 2.22 จุดเกาะต้น จุดเกาะปลาย ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ต้องการวัด ต้องการวัดโดยใช้ขั้วติดที่ผิวหนัง (Surface Electrode) โดยส่วนใหญ่จะติดตรงกับตำแหน่งของจุดมอเตอร์และสัญญาณอีเอ็มจีที่บันทึกจะเป็นลักษณะที่เป็นกลุ่มของการทำงานของกล้ามเนื้อ [11]

รูปที่ 2.22 การติดเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า Electromyography (EMG) กล้ามเนื้อที่ต้องการวัด

2.8 กล้ามเนื้อทราพีเซียส (Trapezius)

กล้ามเนื้อทราพีเซียส Trapezius ลักษณะของกล้ามเนื้อมีความคล้ายรูปสามเหลี่ยมคลุมบริเวณคอด้านหลังลากยาวลงมาถึงหลังโดยจับยึดเกาะแนวกลางของแผ่นหลังส่วนบนไปเกาะที่กระดูกไหปลาร้าทั้งซ้ายและขวา ทำหน้าที่ดึงกระดูกสะบักเข้ามาข้างหลัง หัวไหล่จะยกขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อส่วนบนมีลักษณะหดตัว ดึงสะบัก 2 ข้างเข้ามาหากัน เมื่อส่วนกลางมีการหดตัว ไหล่จะถูกดึงลงเมื่อส่วนล่างมีการหดตัว โดยสามารถแบ่ง กล้ามเนื้อทราพีเซียสออกได้ 3 โซน คือ กล้ามเนื้อทราพีเซียสบน (Upper Trapezius) กล้ามเนื้อทราพีเซียสกลาง (Middle Trapezius) และ กล้ามเนื้อทราพีเซียสล่าง (Lower Trapezius) ดังรูปที่.2.23



รูปที่ 2.23 กล้ามเนื้อทราพีเซียส (Trapezius) [12]

2.9 ภาระงานของกล้ามเนื้อ

การวัดภาระงานของกล้ามเนื้อเป็นอีกหนึ่งวิธีที่ได้นำมาใช้ในออกแบบและปรับปรุงท่าทางการทำงาน เพื่อไม่ให้กล้ามเนื้อนั้นมีภาระงานที่มากจนเกินไปอาจก่อให้เกิดความล้าในขณะที่กำลังปฏิบัติงาน ซึ่งทำการวัดด้วยวิธีอิเล็กโทรดมัยโอกราฟฟี Electromygoraphy (EMG)

วิธีอิเล็คโตรมัยโอกราฟฟีเป็นการวัดศักย์ไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อที่ออกแรงทำงาน การวัดค่าศักย์ไฟฟ้าที่แพร่หลายในขณะนี้เป็นการวัดโดยใช้อิเล็คโทรดแบบแผ่นในการนำศักย์ไฟฟ้า จากนั้นมีการแปลงค่าสัญญาณดิบของค่าศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปวิเคราะห์ได้สะดวกขึ้น รูปแบบหนึ่งของค่าศักย์ไฟฟ้าที่นิยมใช้กันคือ การทำให้เป็นค่าปกติ (Normalization) โดยเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ Maximum Voluntary Contraction (MVC) [13]

2.10 หลักการประเมินด้านการยศาสตร์

การทำงานแต่ละงานล้วนมีท่าทางที่ส่งผลต่อร่างกายและสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน โดยขึ้นอยู่กับลักษณะการทำงาน ระยะเวลาในการทำงาน รวมถึงตัวผู้ปฏิบัติงาน เช่น เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง พื้นฐานสุขภาพ ดังนั้นควรมีการประเมินการยศาสตร์ในการทำงานให้แก่ผู้ปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยง เพื่อที่จะได้ทำการแก้ไขปรับปรุงสภาพการทำงาน กำหนดรายละเอียดของเนื้องานวิธีการจับถือและการใช้งานอุปกรณ์ การติดตั้ง เพื่อกำหนดตารางการทำงานได้อย่างเหมาะสม

2.10.1 การประเมินความเสี่ยงโดยวิธี Rapid Entire Body Assessment (REBA)

วิธีการประเมินทั่วทั้งร่างกาย (Rapid Entire Body Assessment, REBA) เป็นการประเมินท่าทางการทำงานที่เป็นการประเมิน ตั้งแต่ส่วนของ คอ ลำตัว ขา แขน และมือ เป็นเทคนิคที่คิดค้นโดย ซู ฮิกเน็ท (Sue Hignett) ซึ่งเป็นนักการยศาสตร์ของโรงพยาบาลแห่งเมือง Nottingham ประเทศ สหราชอาณาจักร และ Lyn Mc Atamney ผู้อำนวยการของบริษัทที่ให้บริการทางด้านการยศาสตร์และอาชีวอนามัย (Occupational health and ergonomic services Ltd.) ในประเทศสหราชอาณาจักรเช่นกัน การประเมินด้วยวิธี REBA จะเหมาะสำหรับการประเมินส่วนต่างๆ ของร่างกายสำหรับงานที่มีลักษณะเปลี่ยนท่าทางอย่างรวดเร็วหรืองานที่ไม่อยู่กับที่ งานที่ไม่นั่งหรือยืนปฏิบัติงานในท่าทางเดิมๆซ้ำๆ ตลอดเวลา รวมถึงงานที่มีท่าทางการทำงานที่ไม่สามารถคาดเดาได้ เช่นงานบริการ เป็นต้น วิธี REBA ได้ถูกนำมาใช้ในการประเมินท่าทางการทำงานของพนักงานในภาคอุตสาหกรรมด้วย เช่น โรงงานเลื่อยไม้ [14] เป็นต้น การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี REBA ควรมีการดำเนินการตามลำดับดังนี้

2.10.1.1 การเตรียมการ

ในขั้นตอนนี้ผู้ประเมินควรต้องชี้แจงผู้ปฏิบัติงานที่จะได้รับการประเมินเพื่อสื่อสารวัตถุประสงค์ของการประเมินให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับทราบ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานอย่างเป็นปกติ ไม่เกิดการเกร็ง หรือทำงานเป็นท่าทางที่แตกต่างไปจากการปฏิบัติงานประจำ หลังจากนั้นผู้ประเมินควรต้องสัมภาษณ์ลักษณะงานและขั้นตอนการทำงานของผู้ปฏิบัติงานรวมทั้งสังเกตการณ์ทำงาน ท่าทางการเคลื่อนที่ของผู้ปฏิบัติงาน หลายๆรอบของการทำงานเพื่อให้เข้าใจลำดับและขั้นตอนการทำงาน รอบเวลาที่ใช้ตำแหน่ง และท่าทางผู้ปฏิบัติงาน รวมถึงอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้งานประกอบการปฏิบัติงาน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถประเมินได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2.10.1.2 การเลือกงานที่จะประเมิน

การประเมินด้วยวิธี REBA สามารถประเมินได้อย่างรวดเร็วจึงทำให้สามารถประเมินได้หลายตำแหน่งและหลายงานในรอบของการทำงาน การประเมินด้วย REBA สามารถประเมินเพียงร่างกายด้านซ้าย หรือด้านขวาเพียงด้านเดียวก็ได้ หรือในกรณีที่จำเป็นอาจจะประเมินทั้ง 2 ด้านก็ได้ การเลือกท่าทางที่จะประเมินอาจพิจารณาดังนี้

1) เป็นท่าทางหรืองานที่ยากที่สุด (จากการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานและจากการสังเกตของผู้ประเมิน)

2) เป็นท่าทางที่ใช้เวลานานที่สุด

3) เป็นท่าทางที่ต้องมีการใช้แรงมากที่สุด

2.10.1.3. การประเมินด้วยแบบประเมิน REBA

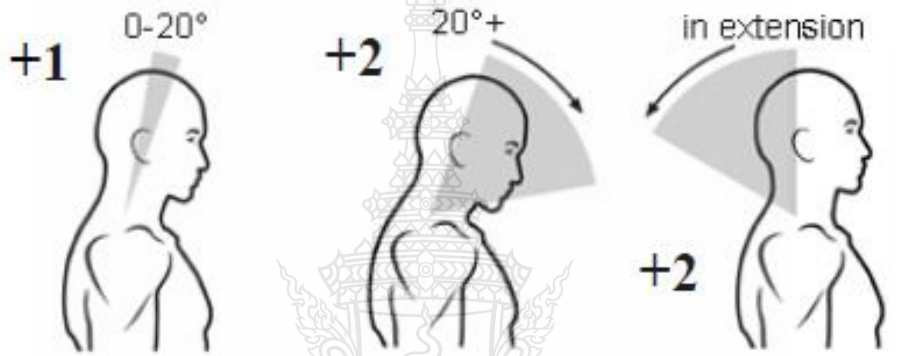
การประเมินด้วย REBA ได้มีการจัดทำเป็นรูปแบบ แบบประเมินเพื่อให้ง่ายต่อผู้ประเมินในการประเมินในพื้นที่ปฏิบัติงาน มีการประเมินเป็น 2 กลุ่มหลักคือ กลุ่ม A ประกอบด้วยการประเมินคอ ลำตัว และขา และกลุ่ม B ประกอบด้วยการประเมินส่วนแขนและข้อมือ โดยการประเมินแบ่งเป็น 15 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินส่วนคอ (Neck)

การประเมินส่วนคอจะพิจารณาจากมุมของคอที่เทียบกับแนวตั้งของร่างกาย ท่าทางการทำงานของผู้ปฏิบัติงานที่มีมุมของคอที่ก้มหรือเงยมากเกินไปจะทำให้อาจจะมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อบริเวณคอได้ นอกจากนั้น ลักษณะของคอที่มีการบิด หรือเอียงก็ทำให้เกิดความเสี่ยงต่ออาการปวดเมื่อยได้เช่นกัน การให้คะแนนการประเมินส่วนคอมีการให้คะแนน ดังตารางที่ 2.2 และรูปที่ 2.24 โดยมีวิธีการให้คะแนนหลักก่อนโดยเลือกคะแนนหลักได้เพียงข้อเดียวที่มีความสอดคล้องกับท่าการทำงานมากที่สุด จากนั้นจะพิจารณาให้คะแนนเพิ่มเติมจากท่าทางที่มีความเสี่ยงโดยสามารถเพิ่มได้มากกว่า 1 ข้อ ในขั้นตอนนี้มีคะแนนสูงสุดไม่เกิน 4 คะแนน

ตารางที่ 2.2 แสดงคะแนนประเมินส่วนคอในวิธี REBA [15]

ส่วน	คะแนน	ท่าทาง
คะแนนหลัก	1	ก้มคอ โดยมีมุม 0-20°
	2	ก้มคอ โดยมีมุม มากกว่า 20°
	2	เงยหน้า (คอเอนไปด้านหลัง) มากกว่า 20°
คะแนนปรับเพิ่ม	+1	มีการหมุนคอ
	+1	มีการเอียงคอไปด้านข้าง



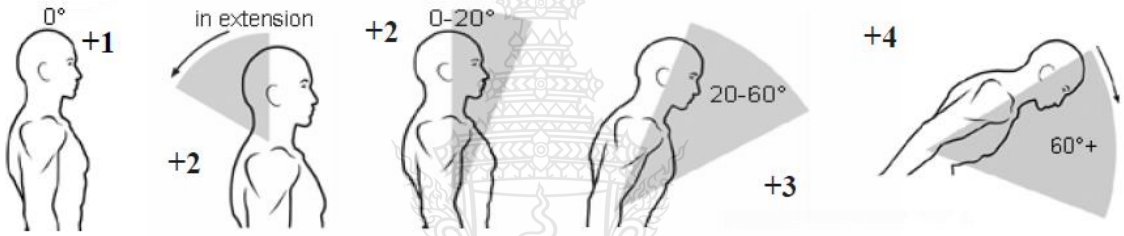
รูปที่ 2.24 ลักษณะการประเมินส่วนคอในวิธี REBA [16]

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินส่วนลำตัว (Trunk)

การประเมินส่วนลำตัวจะเป็นการประเมินมุมการเอียงของลำตัว ทั้งการเอียงไปด้านหน้าและด้านหลัง ตำแหน่งของลำตัวที่มีความเหมาะสมคือการที่ลำตัวอยู่ในตำแหน่งตั้งตรง ผู้ปฏิบัติงานที่มีท่าทางการเอียงตัวด้านหน้าและด้านหลังมากเกินไปจะทำให้มีโอกาสในการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อบริเวณลำตัวได้ นอกจากนั้นถ้าลำตัวของผู้ปฏิบัติงานจำเป็นที่จะต้องมีการบิดหรือเอี้ยวตัวหรือเอียงตัวไปด้านข้างด้านใดด้านหนึ่ง ก็จะทำให้ยิ่งมีความเสี่ยงต่อการปวดเมื่อยร่างกายมากขึ้นด้วย การประเมินคะแนนในส่วนของลำตัว มีรายละเอียดดังตารางที่ 2.3 และรูปที่ 2.25 โดยมีคะแนนสูงสุดได้ไม่เกิน 6 คะแนน

ตารางที่ 2.3 แสดงคะแนนประเมินในส่วนลำตัวในวิธี REBA [15]

ส่วน	คะแนน	ท่าทาง
คะแนนหลัก	1	ลำตัวตั้งตรง
	2	เอนตัวไปด้านหลัง
	2	เอนตัวไปด้านหน้า 0-20°
	3	เอนตัวไปด้านหน้า 20-60°
	4	เอนตัวไปด้านหน้า มากกว่า 60°
คะแนนปรับเพิ่ม	+1	มีการหมุนตัว
	+1	มีการเอนตัวไปด้านข้าง



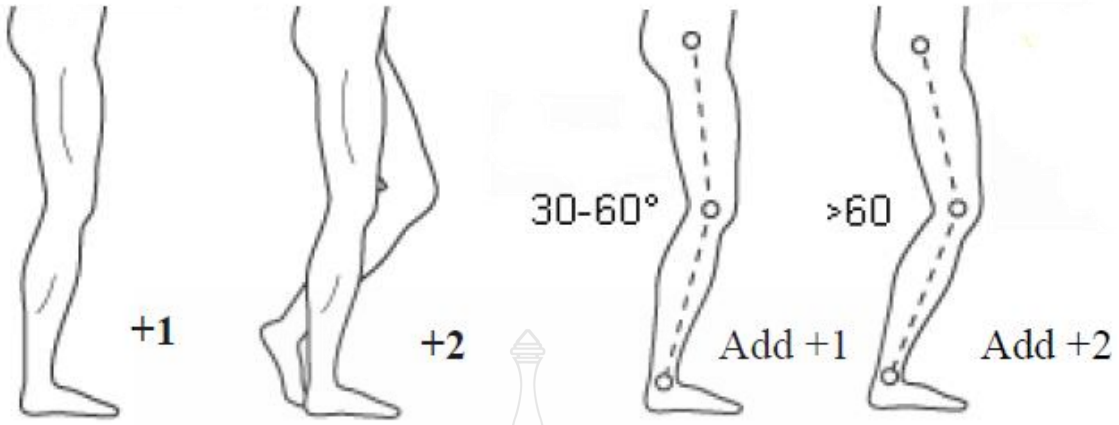
รูปที่ 2.25 แสดงการประเมินส่วนลำตัวในวิธี REBA [16]

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินส่วนขา (Legs)

ในส่วนของการประเมินขาของผู้ปฏิบัติงาน ถ้าผู้ปฏิบัติงานยืนขาตรงอยู่เสมอและอยู่ในลักษณะสมดุล จะถือว่าเป็นท่าทางที่เหมาะสม แต่ในการปฏิบัติงานอาจจะมีการเคลื่อนไหวส่วนขาซึ่งจะทำให้มีความเสี่ยงในการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อบริเวณขาได้ และในกรณีที่มีการย่อเข่าก็จะทำให้ความเสี่ยงเพิ่มมากขึ้น การประเมินส่วนของขามีรายละเอียดดังตารางที่ 2.4 และรูปที่ 2.26 โดยมีคะแนนสูงสุดได้ไม่เกิน 4 คะแนน

ตารางที่ 2.4 แสดง คะแนนประเมินส่วนขาในวิธี REBA [15]

ส่วน	คะแนน	ท่าทาง
คะแนนหลัก	1	ลักษณะขายืนอยู่ในแนวดิ่งตรงและสมดุลทั้ง 2 ข้าง
	2	ขายืนไม่สมดุล
คะแนนปรับเพิ่ม	+1	มีการย่อเข่าระหว่าง 30-60°
	+2	มีการย่อเข่า มากกว่า 60°



รูปที่ 2.26 แสดงลักษณะการประเมินส่วนขาในวิธี REBA [16]

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินคะแนนของท่าทางในกลุ่ม A จากคะแนนที่ได้ในขั้นตอนที่ 1-3 นำค่าที่ได้มาอ่านค่าในตารางการประเมินท่าทางในกลุ่ม A ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงการประเมินคะแนนท่าทางในกลุ่ม A ในวิธี REBA (ตาราง A) [15]

		คอ											
		1				2				3			
ลำตัว	ขา	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1		1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2		2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3		2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4		3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5		4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

ขั้นตอนที่ 5 แรงที่ใช้หรือภาระงาน (Force/Load)

ภาระงานหรือแรงที่ใช้ในการปฏิบัติงานเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความเมื่อยล้ามากยิ่งขึ้น และจะยิ่งมีความเสี่ยงต่อการปวดเมื่อย หรือทำให้เกิดความล้ามากขึ้นถ้าเป็นการใช้แรงแบบกระแทก หรือกระชากเร็วๆ รายละเอียดของการประเมินภาระงาน หรือแรงที่ใช้ แสดงในตารางที่ 2.6 โดยมีคะแนนสูงสุดไม่เกิน 3 คะแนน

ตารางที่ 2.6 แสดงคะแนนการประเมินเป็นแรงและภาระงานโดยวิธี REBA [15]

ส่วน	คะแนน	ท่าทาง
คะแนนหลัก	0	แรงหรือภาระงานที่ใช้น้อยกว่า 11 ปอนด์
	1	แรงหรือภาระงานที่ใช้อยู่ระหว่าง 11-22 ปอนด์
	2	แรงหรือภาระงานที่ใช้มากกว่า 22 ปอนด์
คะแนนปรับเพิ่ม	+1	ถ้าแรงเป็นแบบกระแทกหรือกระชากเร็วๆ

ขั้นตอนที่ 6 การสรุปคะแนนรวมในกลุ่ม A

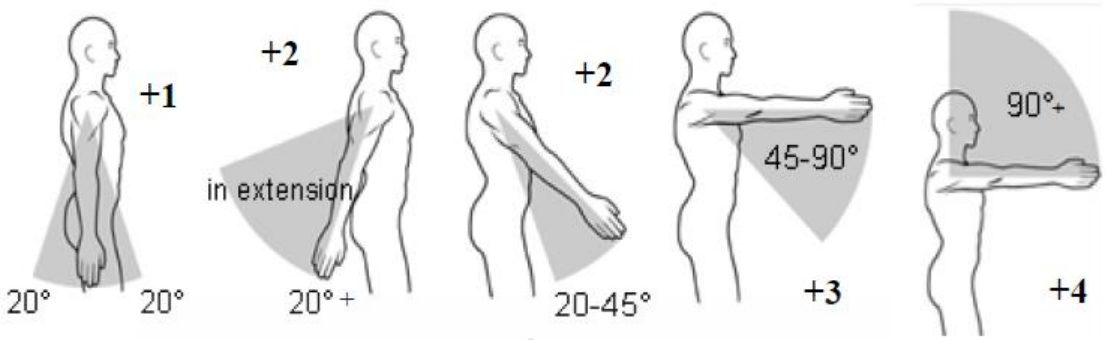
จากคะแนนการประเมินท่าทางในกลุ่ม A ซึ่งได้มาจากขั้นตอนที่ 4 นำมารวมกับคะแนนในขั้นตอนที่ 5 จะได้เป็นคะแนนรวมของการประเมินในกลุ่ม A ซึ่งจะนำมาใช้ในการประเมินคะแนนรวมของวิธี REBA

ขั้นตอนที่ 7 การประเมินแขนส่วนบน (Upper arm)

ในขั้นตอนที่ 7-11 จะเป็นการประเมินในกลุ่ม B ซึ่งประกอบด้วยแขน และข้อมือ โดยการประเมินในส่วนนี้สามารถประเมินด้านซ้ายและด้านขวา แยกกันหรือประเมินด้านที่มีความเสี่ยงมากกว่าก็ได้ ในขั้นตอนที่ 7 จะประเมินเฉพาะในส่วนของแขนส่วนบน นั่นคือการพิจารณาเฉพาะแขนตั้งแต่หัวไหล่ จนถึงข้อศอกว่ามีมุมอย่างไรเมื่อเทียบกับระดับแนวดิ่งของลำตัว โดยระดับมุมที่มีความเสี่ยงน้อยคือ ท่าทางที่มีมุมอยู่ระหว่าง 20° ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของลำตัว แต่ถ้าผู้ปฏิบัติงานมีการยกแขนทั้งด้านหน้าและด้านหลัง มากกว่า 20° จะมีความเสี่ยงมากต่อการปวดเมื่อย โดยระดับมุมที่มากขึ้นจะทำให้มีความเสี่ยงมากขึ้นตามลำดับ รายละเอียดของคะแนนการประเมินในส่วนแขนส่วนบนแสดงดังตารางที่ 2.7 และรูปที่ 2.27 คะแนนของการประเมินในส่วนนี้มีค่าสูงสุดได้ไม่เกิน 6 คะแนน

ตารางที่ 2.7 แสดงคะแนนการประเมินแขนส่วนบนในวิธี REBA [15]

ส่วน	คะแนน	ท่าทาง
คะแนนหลัก	1	แขนอยู่ในตำแหน่งไปข้างหน้า-หลังไม่เกิน20°
	2	แขนอยู่ด้านหลัง เกิน 20°
	2	แขนอยู่ด้านหน้า 20-45°
	3	แขนอยู่ด้านหน้า 45-90°
คะแนนปรับเพิ่ม	+1	มีการยกหัวไหล่
	+1	หัวไหล่กางออก
	-1	ถ้ามีที่วางแขน หรือสามารถพาดแขนได้



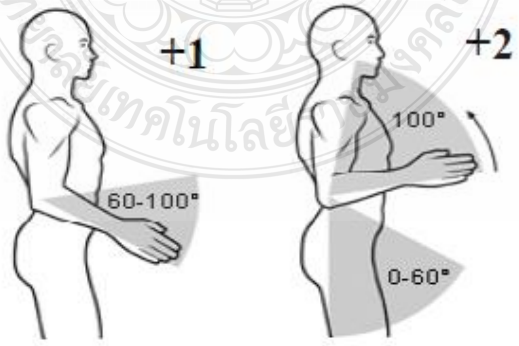
รูปที่ 2.27 แสดงลักษณะท่าทางการประเมินแขนส่วนบนในวิธี REBA [16]

ขั้นตอนที่ 8 การประเมินแขนส่วนล่าง (Lower arm หรือ Forearm)

แขนส่วนล่างคือบริเวณตั้งแต่ข้อศอกไปจนถึงข้อมือของผู้ปฏิบัติงาน ลักษณะตำแหน่งของแขนส่วนล่างที่มีความเสี่ยงต่ออาการปวดเมื่อยมากถ้าแขนไม่ได้อยู่ในแนวระดับ หรือตั้งฉากกับร่างกาย ถ้าแขนงอขึ้นข้างบน หรือแขนตกลงต่ำมากเกินไปจะทำให้มีโอกาสปวดเมื่อยมากยิ่งขึ้น รายละเอียดของคะแนนการประเมินแขนส่วนล่าง แสดงดังตารางที่ 2.8 และรูปที่ 2.28 คะแนนสูงสุดของขั้นนี้ไม่เกิน 2 คะแนน

ตารางที่ 2.8 แสดงคะแนนการประเมินแขนส่วนล่างในวิธี REBA [15]

ส่วน	คะแนน	ท่าทาง
คะแนนหลัก	1	แขนส่วนล่างอยู่ในระดับที่มีมุมระหว่าง 60-100° เมื่อเทียบกับแนวดิ่ง
	2	แขนส่วนล่างตกลงมาด้านล่างโดยมีมุมน้อยกว่า 60° หรือแขนอยู่ในตำแหน่งยกขึ้นด้านบนทำมุมมากกว่า 100° เมื่อเทียบกับแนวดิ่ง



รูปที่ 2.28 แสดงลักษณะการประเมินแขนส่วนล่างในวิธี REBA [15]

ขั้นตอนที่ 9 การประเมินข้อมือ (Wrist)

การประเมินลักษณะท่าทางของข้อมือจะดูจากท่าทางการใช้มือของผู้ปฏิบัติงานในระหว่างการทำงาน ลักษณะของข้อมือที่เคลื่อนไหวถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ควรจะอยู่ในแนวระดับเดียวกับแขนส่วนล่างนั่นคือ อยู่ในลักษณะข้อมือตรง หรืออาจจะมีการบิดงอได้ประมาณ ±15° ขึ้นหรือลง เมื่อเทียบกับแนวแขนส่วนล่าง ถ้าข้อมือไม่ได้อยู่ในระดับดังกล่าว จะทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดการปวดเมื่อยได้ รายละเอียดการประเมินท่าทางของข้อมือ แสดงดังตารางที่ 2.9 และรูปที่ 2.29 คะแนนสูงสุดของการประเมินในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 4 คะแนน

ตารางที่ 2.9 แสดงคะแนนการประเมินข้อมือในวิธี REBA [15]

ส่วน	คะแนน	ท่าทาง
คะแนนหลัก	1	ตำแหน่งของข้อมือ (แนวกระดูกฝ่ามือ) อยู่ในแนวเดียวกับแขนส่วนล่างหรืองอขึ้น หรือลงได้ไม่เกิน 15°
	2	ตำแหน่งของข้อมือ (แนวกระดูกฝ่ามือ) ลงมากกว่า 15° เมื่อเทียบกับแนวแขนส่วนล่าง
คะแนนปรับเพิ่ม	+1	มีการหมุนข้อมือ
	+1	มีการเอียงข้อมือไปด้านข้าง (ซ้าย-ขวา)

รูปที่ 2.29 แสดงลักษณะการประเมินข้อมือในวิธี REBA [16]

ขั้นตอนที่ 10 การประเมินคะแนนของท่าทางในกลุ่ม B

จากคะแนนที่ได้ในขั้นตอนที่ 7-9 นำค่าที่ได้มาอ่านค่าในตารางการประเมินท่าทางในกลุ่ม B แขนและข้อมือ แสดงดังตารางที่ 2.10 ในกรณีที่มีการประเมินแขนและข้อมือ ทั้งซ้ายและขวา ก็ให้อ่านค่าทั้ง 2 ค่า

ตารางที่ 2.10 แสดงการประเมินคะแนนท่าทางในกลุ่ม B วิธี REBA (ตาราง B) [15]

		แขนส่วนล่าง					
แขน		1			2		
ส่วนบน	ข้อมือ	1	2	3	1	2	3
1		1	2	3	1	2	3
2		1	2	3	2	3	4
3		3	4	5	4	5	5
4		4	5	5	5	6	7
5		6	7	8	7	8	8
6		7	8	8	8	9	9

ขั้นตอนที่ 11 การประเมินการจับยึดวัตถุ (Coupling)

ในกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานมีการจับยึดวัตถุ เช่น เครื่องมืออุปกรณ์ชิ้นงาน หรือชิ้นส่วนต่างๆ จะต้องมีการประเมินลักษณะการจัดยึดวัตถุนั้นๆ กรณีที่วัตถุที่มีมือจับที่สามารถยึดกำได้รอบอย่างถนัดมือจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้สะดวกและใช้แรงในการจับยึดค่อนข้างน้อย ซึ่งจะทำให้มีโอกาสในการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อน้อย แต่ถ้าวัตถุที่จับยึดไม่มีมือจับ กำได้ไม่รอบ มีลักษณะของมือจับไม่เหมาะสม หรือวัตถุมีลักษณะที่จับยึดได้ลำบาก จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องออกแรงในการจับยึดมากขึ้นก็จะทำให้มีโอกาสในการปวดเมื่อยมากขึ้นเช่นกัน รายละเอียดของการประเมินการจับยึดวัตถุแสดงดังตารางที่ 2.11 คะแนนสูงสุดไม่เกิน 3 คะแนน

ตารางที่ 2.11 แสดงคะแนนการประเมินการจับยึดวัตถุในวิธี REBA [15]

ส่วน	คะแนน	ท่าทาง
คะแนนหลัก	0	วัตถุจับยึดมีมือจับ ผู้ปฏิบัติสามารถจับยึดได้ถนัดมือสามารถกำได้รอบมือ
	1	วัตถุจับยึดมีมือจับ แต่ไม่เหมาะสม ผู้ปฏิบัติไม่สามารถกำได้รอบมือ
	2	ไม่มีมือจับแต่มีจุดที่สามารถสอดนิ้วมือหรืองอนิ้วมือเพื่อจับยึดได้
	3	ไม่มีมือจับและวัตถุจับยึดได้ยากเช่น เปลี่ยนรูปร่างได้เป็นก้อนกลมใหญ่ ผิวลื่นมัน เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 12 การสรุปคะแนนรวมในกลุ่ม B

จากคะแนนการประเมินท่าทางในกลุ่ม B จะได้มาจากการรวมคะแนนของขั้นตอนที่ 10 และ 11 เข้าด้วยกัน เพื่อนำไปใช้ในการเปิดตารางรวมคะแนนสุดท้าย

ขั้นตอนที่ 13 การประเมินการเคลื่อนไหวและกิจกรรมของงาน

การประเมินในขั้นตอนนี้จะเป็นการพิจารณาถึงลักษณะของงานที่ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการว่ามีการเคลื่อนไหวร่างกายอย่างไร หรือมีลักษณะงานเป็นอย่างไร ในกรณีที่งานดังกล่าวมีการเคลื่อนไหวซ้ำๆ มากกว่า 4 ครั้งต่อนาที หรือมีร่างกายส่วนใดส่วนหนึ่งอยู่กับที่นานกว่า 1 นาที หรือมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของร่างกายมากและเร็ว หรือมีการทรงตัวที่ไม่ดี ลักษณะดังกล่าวจะส่งผลให้มีโอกาสที่ผู้ปฏิบัติงานจะมีอาการปวดเมื่อยได้ การประเมินในส่วนของการเคลื่อนไหวหรือกิจกรรมของงานมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.12 ในกรณีที่งานไม่ได้มีลักษณะดังกล่าวก็ไม่มีคะแนนในส่วนนี้ คะแนนในขั้นตอนนี้มีค่าสูงสุดไม่เกิน 1 คะแนน

ตารางที่ 2.12 แสดงการเคลื่อนไหวและกิจกรรมของงานในวิธี REBA [15]

ส่วน	คะแนน	ท่าทาง
คะแนนหลัก	1	ร่างกายส่วนใดส่วนหนึ่งอยู่กับที่นานกว่า 1 นาที
	1	มีการเคลื่อนไหวร่างกายส่วนใดส่วนหนึ่งซ้ำๆ มากกว่า 4 ครั้งต่อนาที
	1	มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งท่าทางของร่างกายมากและเร็ว หรือมีการทรงตัวไม่ดี

ขั้นตอนที่ 14 การหาค่าคะแนน C

การหาค่าคะแนน C จะได้มาจากการเปิดตาราง C โดยนำค่าคะแนนประเมินรวมของกลุ่ม A (จากขั้นตอนที่ 6) และคะแนนประเมินรวมของกลุ่ม B (จากขั้นตอนที่ 12) มาอ่านค่าจากตาราง C ดังแสดงในตารางที่ 2.13 และ ตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.13 แสดงการหาค่าคะแนน C ในวิธี REBA (ตาราง C) [15]

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

ตารางที่ 2.13 แสดงการหาค่าคะแนน C ในวิธี REBA (ตาราง C) (ต่อ) [15]

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

ขั้นตอนที่ 15 การหาค่าคะแนนความเสี่ยงรวมและการสรุปผลคะแนน

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการประเมินด้วยวิธี REBA ผู้ประเมินนำคะแนนจากตาราง C (จากขั้นตอนที่ 14) มารวมกับคะแนนที่ได้จากการประเมินการเคลื่อนไหว และกิจกรรมของงาน (จากขั้นตอนที่ 13) ก็จะได้คะแนนความเสี่ยงรวม โดยการแปลผลค่าคะแนนความเสี่ยงรวม [15] แสดงดังตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 แสดงการแปลผลคะแนนความเสี่ยงรวมในวิธี REBA [15]

คะแนน	การแปลผล
1	ความเสี่ยงน้อยมาก
2-3	ความเสี่ยงน้อย ยังต้องมีการปรับปรุง
4-7	ความเสี่ยงปานกลาง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรได้รับการปรับปรุง
8-10	ความเสี่ยงสูง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรรีบปรับปรุง
≥11	ความเสี่ยงสูงมาก ควรปรับปรุงทันที

2.11 การวัดแรงบีบมือ (Grip Strength)

สำหรับการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนและมือ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

เครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อมือ (Grip Dynamometer) แสดงดังรูปที่ 2.30

รูปที่ 2.30 เครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อมือ (Grip Dynamometer) รุ่น Takei T.K.K.5001 ยี่ห้อ Takei

วิธีการทดสอบ

1) ผู้รับการทดสอบยืนในลักษณะลำตัวยืนตรง ทำการเหยียดแขนทั้งสองข้างไว้ข้างในลักษณะทิ้งแขนตรงข้างลำตัว ทดสอบแขนข้างที่ถนัด ข้อศอกอยู่ในลักษณะเยียดตรงข้างลำตัว แขนวางแนบข้างลำตัวในท่าคว่ำมือ ดังรูปที่ 2.31

2) ผู้รับการทดสอบถือเครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อมือ และทำการกางแขนออกประมาณ 15 องศา เมื่อผู้เก็บผลทำการให้สัญญาน “เริ่ม” ให้ผู้ทดสอบทำการออกแรงบีบเครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อมือให้แรงมากที่สุด แล้วทำการปล่อยมือ

การบันทึกคะแนน

วัดแรงบีบมือมีหน่วยเป็นกิโลกรัม โดยให้ทำการเก็บข้อมูลเป็นจำนวน 2 ครั้ง และบันทึกผลการทดสอบของครั้งที่บีบมือได้แรงมากที่สุด [17]

รูปที่ 2.31 ลักษณะการถือเครื่องมือวัดผู้ทดสอบ [17]

ตารางที่ 2.15 แรงบีบมือ หน่วย : กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายสำหรับประชาชนทั่วไปเพศหญิง [18]

กลุ่มอายุ (ปี)	เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายเพศหญิง แรงบีบมือ (Hand Grip Strength) (กิโลกรัม / น้ำหนักตัว)				
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
19-21	0.40 ลงมา	0.41-0.48	0.49-0.55	0.56-0.63	0.64 ขึ้นไป
25-29	0.40 ลงมา	0.41-0.49	0.50-0.58	0.59-0.67	0.68 ขึ้นไป
30-34	0.42 ลงมา	0.43-0.52	0.53-0.62	0.63-0.68	0.69 ขึ้นไป
35-39	0.37 ลงมา	0.38-0.45	0.46-0.54	0.55-0.62	0.63 ขึ้นไป
40-44	0.36 ลงมา	0.37-0.44	0.45-0.53	0.54-0.61	0.62 ขึ้นไป
45-49	0.35 ลงมา	0.36-0.43	0.44-0.52	0.53-0.60	0.61 ขึ้นไป
50-54	0.32 ลงมา	0.33-0.39	0.40-0.46	0.47-0.53	0.54 ขึ้นไป
55-59	0.30 ลงมา	0.31-0.38	0.39-0.45	0.46-0.51	0.52 ขึ้นไป

ตารางที่ 2.16 แรงบีบมือ หน่วย : กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายสำหรับประชาชนทั่วไปเพศชาย [18]

กลุ่มอายุ (ปี)	เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายเพศชาย แรงบีบมือ (Hand Grip Strength) (กิโลกรัม / น้ำหนักตัว)				
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
19-21	0.50 ลงมา	0.51-0.60	0.61-0.69	0.70-0.79	0.80 ขึ้นไป
25-29	0.51 ลงมา	0.52-0.61	0.62-0.70	0.71-0.80	0.81 ขึ้นไป
30-34	0.51 ลงมา	0.53-0.61	0.62-0.70	0.71-0.79	0.80 ขึ้นไป
35-39	0.50 ลงมา	0.51-0.59	0.60-0.68	0.69-0.77	0.78 ขึ้นไป
40-44	0.41 ลงมา	0.42-0.51	0.52-0.62	0.63-0.72	0.73 ขึ้นไป
45-49	0.36 ลงมา	0.37-0.49	0.50-0.60	0.61-0.71	0.72 ขึ้นไป
50-54	0.35 ลงมา	0.36-0.47	0.48-0.58	0.59-0.68	0.69 ขึ้นไป
55-59	0.34 ลงมา	0.35-0.46	0.47-0.57	0.58-0.68	0.69 ขึ้นไป

2.12 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดกลุ่มตัวอย่างมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บข้อมูลกับประชากรทุกหน่วยอาจทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายที่สูงมากและบางครั้งเป็นเรื่องที่ต้องตัดสินใจภายในเวลาจำกัดการเลือกศึกษาเฉพาะบางส่วนของประชากรจึงเป็นเรื่องที่มีความจำเป็น เพื่อให้มีความเข้าใจในการเลือกตัวอย่าง จะขอนำเสนอความหมายของคำที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ประชากร (Population) หมายถึง สมาชิกทุกหน่วยของสิ่งที่สนใจศึกษา ซึ่งไม่ได้หมายถึงคนเพียงอย่างเดียว ประชากรอาจจะเป็นสิ่งของ เวลา สถานที่ ฯลฯ เช่นถ้าสนใจว่าความคิดเห็นของคนไทยที่มีต่อการเลือกตั้ง ประชากร คือคนไทยทุกคน หรือถ้าสนใจอายุการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ยี่ห้อหนึ่ง ประชากรคือเครื่องคอมพิวเตอร์ยี่ห้อนั้นทุกเครื่อง แต่การเก็บข้อมูลกับประชากรทุกหน่วยอาจทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายที่สูงมากและบางครั้งเป็นเรื่องที่ต้องตัดสินใจภายในเวลาจำกัด การเลือกศึกษาเฉพาะบางส่วนของประชากรจึงเป็นเรื่องที่มีความจำเป็น เรียกว่ากลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง (Sample) หมายถึง ส่วนหนึ่งของประชากรที่นำมาศึกษาซึ่งเป็นตัวแทนของประชากร การที่กลุ่มตัวอย่างจะเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรเพื่อการอ้างอิงไปยังประชากรอย่างน่าเชื่อถือได้นั้น จะต้องมีการเลือกตัวอย่างและขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม ซึ่งจะต้องอาศัยสถิติเข้ามาช่วยในการสุ่มตัวอย่างและการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่าง (Sampling) หมายถึง กระบวนการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่มีความเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร

ประเภทของการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.12.1 การสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Nonprobability sampling) เป็นการเลือกตัวอย่างโดยไม่คำนึงว่าตัวอย่างแต่ละหน่วยมีโอกาสถูกเลือกมากน้อยเท่าไร ทำให้ไม่ทราบความน่าจะเป็นที่แต่ละหน่วยในประชากรจะถูกเลือก การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบนี้ไม่สามารถนำผลที่ได้อ้างอิงไปยังประชากรได้ แต่มีความสะดวกและประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายมากกว่า ซึ่งสามารถทำได้หลายแบบ ดังนี้

2.12.1.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ได้จำนวนตามต้องการโดยไม่มีหลักเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างจะเป็นใครก็ได้ที่สามารถให้ข้อมูลได้

2.12.1.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบโควต้า (Quota sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยคำนึงถึงสัดส่วนองค์ประกอบของประชากร เช่นเมื่อต้องการกลุ่มตัวอย่าง 100 คน ก็แบ่งเป็นเพศชาย 50 คน หญิง 50 คน แล้วก็เลือกแบบบังเอิญ คือเจอใครก็เลือกจนครบตามจำนวนที่ต้องการ

2.12.1.3 การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาจากการตัดสินใจของผู้วิจัยเอง ลักษณะของกลุ่มที่เลือกเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงต้องอาศัยความรอบรู้ ความชำนาญและประสบการณ์ในเรื่องนั้นๆของผู้ทำวิจัย การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า Judgement sampling

2.12.2 การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็น (Probability sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยสามารถกำหนดโอกาสที่หน่วยตัวอย่างแต่ละหน่วยถูกเลือก ทำให้ทราบความน่าจะเป็นที่แต่ละหน่วยในประชากรจะถูกเลือก การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบนี้สามารถนำผลที่ได้อ้างอิงไปยังประชากรได้ สามารถทำได้หลายแบบ ดังนี้

2.12.2.1 การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยถือว่าทุกๆหน่วยหรือทุกๆสมาชิกในประชากรมีโอกาสจะถูกเลือกเท่าๆกัน การสุ่มวิธีนี้จะต้องมีรายชื่อประชากรทั้งหมดและมีการให้เลขกำกับ วิธีการอาจใช้วิธีการจับสลากโดยทำรายชื่อประชากรทั้งหมด หรือใช้ตารางเลขสุ่มโดยมีเลขกำกับหน่วยรายชื่อทั้งหมดของประชากร

2.12.2.2 การสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยมีรายชื่อของทุกหน่วยประชากรมาเรียงเป็นระบบตามบัญชีเรียกชื่อ การสุ่มจะแบ่งประชากร

ออกเป็นช่วงๆที่เท่ากันอาจใช้ช่วงจากสัดส่วนของขนาดกลุ่มตัวอย่างและประชากร แล้วสุ่มประชากรหน่วยแรก ส่วนหน่วยต่อๆไปนับจากช่วงสัดส่วนที่คำนวณไว้

2.12.2.3 การสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยแยกประชากรออกเป็นกลุ่มประชากรย่อยๆ หรือแบ่งเป็นชั้นภูมิก่อน โดยหน่วยประชากรในแต่ละชั้นภูมิจะมีลักษณะเหมือนกัน (Homogeneous) แล้วสุ่มอย่างง่ายเพื่อให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนของขนาดกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มประชากร

2.12.2.4 การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยแบ่งประชากรออกตามพื้นที่โดยไม่จำเป็นต้องทำบัญชีรายชื่อของประชากร และสุ่มตัวอย่างประชากรจากพื้นที่ดังกล่าวตามจำนวนที่ต้องการ แล้วศึกษาทุกหน่วยประชากรในกลุ่มพื้นที่นั้นๆ หรือจะทำการสุ่มต่อเป็นลำดับขั้นมากกว่า 1 ระดับ โดยอาจแบ่งพื้นที่จากภาค เป็นจังหวัด จากจังหวัดเป็นอำเภอ และเรื่อยไปจนถึงหมู่บ้าน [19]

2.13 ทฤษฎีหลักการคำนวณทางสถิติ

ในงานวิจัยทั่วไปนั้น โดยทั่วไปแล้วผู้วิจัยจะไม่สามารถทำการศึกษาประชากรทั้งหมดได้เพราะมีความยุ่งยากในการจัดเก็บข้อมูล สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย เวลา ฯลฯ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องทำการสุ่มตัวอย่างจากประชากรตามวิธีการสุ่มตัวอย่างทางสถิติเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่เป็น ตัวแทนของประชากรที่จะศึกษา หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการกลุ่มตัวอย่าง และใช้หลักการทางสถิติที่เรียกว่าการอนุมาน เพื่อกลับไปอ้างอิงถึงลักษณะของประชากรการอนุมานทางสถิติจะประกอบไปด้วยการทดสอบสมมติฐานและการประมาณค่า

ลักษณะของประชากรที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา มักเป็นสิ่งที่ผู้วิจัยไม่สามารถทราบได้ ในทางสถิติเราเรียกลักษณะของประชากรนี้ว่าพารามิเตอร์ ส่วนลักษณะที่ผู้วิจัยสามารถพบได้จากกลุ่มตัวอย่างเราเรียกว่าค่าสถิติ เมื่อใดก็ตามที่ผู้วิจัยต้องการทดสอบสมมติฐานเพื่อนำค่าสถิติที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างไปอ้างอิงถึงค่าประชากร (พารามิเตอร์) ที่ผู้วิจัยต้องการศึกษาจะใช้สถิติที่เรียกว่า สถิติพาราเมตริก (Parametric Statistics) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า สถิติที่ใช้พารามิเตอร์ อย่างไรก็ตามในการใช้สถิติพาราเมตริกนั้น จะต้องเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบที่จะใช้เสียก่อน ซึ่งโดยทั่วไปข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญจะได้แก่

1) กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ
2) ข้อมูลจะต้องอยู่ในมาตรวัดระดับ Inter หรือ Ratio

นอกจากนี้ยังมีรายละเอียดที่มีข้อตกลงเฉพาะในตัวสถิติแต่ละแบบอีก ซึ่งเมื่อไรก็ตามที่ข้อมูลที่ผู้วิจัยได้มาไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นเหล่านี้ก็จะไม่สามารถใช้สถิติแบบพาราเมตริกได้ เพื่อแก้ไข

ปัญหานี้จึงได้มีการคิดสถิติแบบนอนพาราเมตริก (Nonparametric Statistics) ขึ้น ซึ่งใช้ข้อตกลงน้อยกว่าสามารถใช้ได้ทั้งข้อมูลที่มาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ หรือไม่ปกติก็ได้และใช้ได้กับข้อมูลที่อยู่ในมาตรวัดตั้งแต่นามบัญญัติ (Nominal) ขึ้นไป อย่างไรก็ตามแม้ว่าสถิติแบบนอนพาราเมตริกจะสามารถใช้ได้สะดวกกว่าสถิติพาราเมตริก แต่อำนาจในการวิเคราะห์ (Power of Test) ในการแปรผลจะลดลง ดังนั้นโดยทั่วไปแล้วถ้าในการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถเป็นไปตามเงื่อนไขของสถิติพาราเมตริกได้เราจะพยายามใช้สถิติพาราเมตริกมากกว่านอนพาราเมตริก [20] ดังตารางที่ 2.17

ตารางที่ 2.17 เปรียบเทียบการทดสอบแบบพาราเมตริกและแบบนอนพาราเมตริก [20]

ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง / การทดสอบ	สถิติพาราเมตริก	สถิตินอนพาราเมตริก	
One sample	Z – test	Chi-square	Kolmogorov – Smirnov
	t – test	Runs test	Sign test
		Binomia	Wilcoxon signed-ranks test
			Cox – Stuart test for trend
2 - Independent sample	Z – test	Fisher exact	Median test
	t – test	probability test	Mann - Whitney U test
		Chi-square	Kolmogorov - Smirnov 2 sample
			Wald - Wolfowitz Runs test
			Mood test
			Siegel – Tukey test
			Moses
2 - Related sample	t – test	McNemar	Sign test
			Wilcoxon Matched pairs
			Marginal Homogeneity test

ตารางที่ 2.17 เปรียบเทียบการทดสอบแบบพาราเมตริกและแบบนอนพาราเมตริก (ต่อ) [20]

ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง / การทดสอบ	สถิติพาราเมตริก	สถิตินอนพาราเมตริก	
K - Independent sample	ANOVA	Chi-square	Kruskal-Wallis One-way ANOVA Jonckheere-Terpstra test Median Test
K - Related sample	ANOVA	Cochran Q	Friedman Two-way ANOVA Durbin test for BIBD
Correlation Coefficient	Pearson Product Moment Partial Correlation Eta (norminal-interval)	Chi-square test for independent Cram'er & Phi Contingency Lambda Gamma Somer' d Spearman Rank Kendall Rank , Kendall Partial Rank Kendall coefficient of concordance	

2.13.1 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานสำหรับประชากร 2 กลุ่ม มีการแจกแจงข้อมูลแบบปกติ Two-Sample T-Test มีประเภทการทดสอบสมมุติฐานดังนี้

2.13.1.1 การทดสอบแบบสองทาง (Two Tail Test,Not equal)

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$
$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

2.13.1.2 การทดสอบทางเดียวแบบมากกว่า (One Tail Test,Greater than)

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$
$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

2.13.1.3 การทดสอบแบบทางเดียวแบบน้อยกว่า (One Tail Test,Less than)

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$
$$H_1: \mu_1 < \mu_2$$

โดย μ คือ ค่าเฉลี่ย กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 [21]

2.13.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยไม่ได้แปลความหมายว่าตัวแปรหนึ่งเป็นเหตุ (ตัวแปรต้น) และอีกตัวแปรเป็นผล (ตัวแปรตาม) สามารถบอกได้แค่ว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และทำให้ทราบว่ามีขนาดความสัมพันธ์กันมากน้อยขนาดไหน

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์จะใช้วิธีการอ่านค่าแปลผลดังตารางที่ 2.18 และตารางที่ 2.19 โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, r) คือค่าที่วัดหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปร โดยมองในแง่ของความสอดคล้อง,ความเกี่ยวข้อง,สัมพันธ์กันหรือการแปรผันร่วมกัน โดยสมการสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีสมการดังนี้

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}} \qquad (2.2)$$

เมื่อ n = จำนวนตัวอย่าง

$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของตัวแปร x

$\bar{y}$ = ค่าเฉลี่ยของตัวแปร y

ตารางที่ 2.18 ตีความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าได้ตั้งแต่ -1 ถึง +1 [17]

	ตีความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)
$0 < r \leq 1$	คือ ข้อมูลทั้งสองชุดมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางเดียวกัน (เชิงบวก)
$-1 < r \leq 0$	คือ ข้อมูลทั้งสองชุดมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางตรงกันข้าม (เชิงลบ)
$r = 1$	คือ ข้อมูลทั้งสองชุดมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางเดียวกันอย่างสมบูรณ์
$r = -1$	คือ ข้อมูลทั้งสองชุดมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางตรงกันข้ามอย่างสมบูรณ์
$r = 0$	คือ ข้อมูลทั้งสองชุดไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน

ตารางที่ 2.19 แปลผลระดับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) [32]

ค่า r	แปลผลระดับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)
0.90 ถึง 1.00 (-0.90 ถึง -1.00)	มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก
0.70 ถึง 0.90 (-0.70 ถึง -0.90)	มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
0.50 ถึง 0.70 (-0.50 ถึง -0.70)	มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
0.30 ถึง 0.50 (-0.30 ถึง -0.50)	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ
0.00 ถึง 0.30 (-0.00 ถึง -0.30)	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

การเลือกใช้สถิติเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ [21]

แผนภาพการกระจายทำให้ทราบถึงลักษณะและทิศทางของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร แต่ถ้าต้องการ คำนวณขนาดความสัมพันธ์จำเป็นต้องใช้สถิติในการวิเคราะห์ ซึ่งมีให้เลือกมากมาย ผู้วิจัยต้องเลือกให้ เหมาะสมโดยพิจารณาจากมาตรวัดและจำนวนตัวแปรที่นำมาหาความสัมพันธ์ ในที่นี้จะนำเสนอการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เป็น 2 ประเภท คือ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ตารางที่ 2.20 และความสัมพันธ์ระหว่างชุดของ ตัวแปร ตารางที่ 2.21

ตารางที่ 2.20 แนวทางในการเลือกสถิติเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร [21]

มาตรวัดของตัวแปร		สถิติที่ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์
มาตรวัดของตัวแปรตัวที่ 1	มาตรวัดของตัวแปรตัวที่ 2	
Interval scale หรือ Ratio scale	Interval scale หรือ Ratio scale	Pearson Correlation (linear correlation)
Ordinal scale	Ordinal scale	Spearman Rank Correlation
Ordinal scale (สองอันดับ)	Ordinal scale (สองอันดับ)	Tetrachoric correlation
Ordinal scale (มากกว่าสองอันดับ)	Ordinal scale (มากกว่าสองอันดับ)	Polychoric correlation Polyserial correlation
Nominal scale (สองกลุ่ม)	Nominal scale (สองกลุ่ม)	Phi Correlation
Nominal scale (มากกว่าสองกลุ่ม)	Nominal scale (มากกว่าสองกลุ่ม)	Cramer's V, Contingency Coefficient
Nominal scale (สองกลุ่มตามธรรมชาติ เช่น เพศ)	Interval scale หรือ Ratio scale	Point-biserial correlation
Nominal scale (สองกลุ่มที่เกิดจากการจัดกระทำ เช่น วัยแบ่งตามช่วงอายุ)	Interval scale หรือ Ratio scale	Biserial correlation
Nominal scale (สองกลุ่ม)	Ordinal scale (มากกว่าสองอันดับ)	Rank biserial correlation

ตารางที่ 2.21 แนวทางในการเลือกสถิติเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปร [21]

จำนวนแปร		สถิติที่ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์
ตัวแปรชุดที่ 1	ตัวแปรชุดที่ 2	
หลายตัว (X1, X2, X3, ...,Xn) Interval scale หรือ Ratio scale	1 ตัว (Y) Interval scale หรือ Ratio scale	Multiple correlation
หลายตัว (X1, X2, X3, ...,Xn) Interval scale หรือ Ratio scale	หลายตัว (Y1, Y2, Y3, ..., Ym) Interval scale หรือ Ratio scale	Canonical correlation

2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน งานวิจัยที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับ ปัจจัยด้านการยศาสตร์ การใช้แบบประเมินความเสี่ยงอาการผิดปกติของระบบโครงร่างกระดูกและกล้ามเนื้อ เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบไร้สายขณะทำงานด้วย Electromyography (EMG) การประเมินด้านการยศาสตร์ด้วยวิธีแบบประเมิน Rapid Entire Body Assessment (REBA) และสถิติที่ใช้ในงานวิจัย

พฤทธิพงศ์ สามสังข์ และคณะ [23] ได้ศึกษาปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์กับอาการไม่สบายตัวทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ กรณีศึกษา กลุ่มผู้ทำเครื่องเบญจรงค์บ้านดอนไก่ดี จังหวัดสมุทรสาคร โดยใช้แบบประเมินอาการไม่สบายทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ประเมินกกล้ามเนื้อ 10 ส่วน ได้แก่ คอ ไหล่ หลังส่วนบน หลังส่วนล่าง แขนส่วนบน ข้อศอก แขนส่วนล่าง มือ/ข้อมือ สะโพก/ต้นขา หัวเข่า น่อง และเท้า ภายใน 7 วันที่ผ่านมา และ 12 เดือนที่ผ่านมาทั้งข้างซ้ายและขวา ตัวชี้วัดปัจจัยเสี่ยงส่วนบุคคล สัดส่วนร่างกาย น้ำหนัก ส่วนสูง น้ำหนักแรงบีบมือ ท่าทางการทำงาน ตัวชี้วัดปัจจัยเสี่ยงด้านกายภาพ โดยประเมินในส่วนของสถานนีงาน และตัวชี้วัดปัจจัยเสี่ยงด้านจิตสังคม ระยะเวลาในการทำงานต่อวัน สัดส่วนอัตราการทำงานต่อการพัก ระยะเวลานั่งทำงาน และความเครียดที่เกิดขึ้น อาการไม่สบายทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ประเมินโดยใช้ Nordic musculoskeletal questionnaire จากผลการศึกษาพบว่า อาการไม่สบายทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อภายใน 7 วัน 3 อันดับแรก ได้แก่ มือและข้อมือ หลังส่วนล่าง ไหล่และแขนส่วนบน ตามลำดับ และในส่วนของอาการไม่สบายทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อภายใน 12 เดือนที่ผ่านมา 3 ลำดับแรก ได้แก่ หลังส่วนล่าง เข่า ไหล่และมือ/ข้อมือ ควรมีการปรับปรุงท่าทางการทำงาน

หร่อกีบ๊ะ บุญโส๊ะ และคณะ [24] ได้ศึกษาการพัฒนาและประเมินผลความเป็นไปได้ในการนำแนวทางปฏิบัติไปใช้ในการจัดการกับความปวดหลังผ่าตัดในห้องพักฟื้น โดยใช้แบบสอบถามความเป็นไปได้ของการนำแนวปฏิบัติไปใช้ โดยลักษณะของการตอบคำถามเป็นมาตราส่วนประเมิน ระดับจาก 1 (ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง) ถึง 5 (เห็นด้วยอย่างยิ่ง) แบบสอบถามความพึงพอใจของพยาบาลผู้ใช้แนวปฏิบัติจากคะแนน 1 (พึงพอใจระดับต่ำ) ถึง 5 (พึงพอใจมากที่สุด) แบบบันทึกการดูแลผู้ป่วย ประเมินความปวดโดยประเมินคะแนนความปวด จากการศึกษาพบว่าหลังจัดการความเจ็บปวดตามแนวปฏิบัติ และประเมินความเจ็บปวดซ้ำก่อนส่งผู้ป่วยกลับหอ แนวทางห้องปฏิบัติสามารถนำไปใช้ในการจัดการความเจ็บปวดหลังผ่าตัดได้

ศิโรรัตน์ มลัยจันทร์ และคณะ [25] ได้ทำการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของงานสาวอวน ในกลุ่มชาวประมงพื้นบ้าน เขตเทศบาลนครแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี โดยการเก็บข้อมูลแบบภาคตัดขวาง เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง เก็บข้อมูลด้วยแบบประเมินดัชนีความเสี่ยงของมือ Strain Index (SI) แบบสัมภาษณ์อาการปวดบริเวณมือ และเครื่องวัดแรงบีบมือ จากการศึกษาพบว่างานสาวอวนจับสัตว์น้ำเป็นงานที่มีความเสี่ยงมาก กลุ่มตัวอย่างมีอาการปวดมือภายในระยะเวลา 12 เดือน มือซ้ายและมือขวามีแรงบีบมือที่พอใช้ จากผลสรุปงานสาวอวนจับสัตว์น้ำเป็นงานที่มีความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ และควรมีการปรับปรุงการทำงาน

ภัทริยา อินทร์โท่โล่ และคณะ [26] ได้ทำการศึกษาผลของท่าทางในขณะใช้งานแท็บแล็ตต่ออาการปวดและการทำงานของกล้ามเนื้อในคนทำงานสำนักงาน โดยกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมในการศึกษาเป็นเพศหญิงจำนวน 25 คน ก่อนทำการเก็บข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกซักถามเกี่ยวระดับอาการปวด บอกความรุนแรงและตำแหน่งของอาการปวด ด้วยเครื่องมือ Visual analog Scale (VAS) และ Body Pain Chart ภายหลังจากที่ใช้แท็บแล็ต 20 นาที วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยเครื่อง Electromyography (EMG) ที่กล้ามเนื้อ Cervical erector spinae-CES, Upper trapezius-UT, Middle trapezius-MT และ Wrist extensor-WT หลังจากนั้นทำการคำนวณค่า Normalization ของ ค่า EMG ภายหลังจากขบวนการ Rectify และ Smooth ของ EMG กล้ามเนื้อ การเปรียบเทียบระดับอาการปวด ก่อนและหลังการใช้งานโดยใช้สถิติ Paired-t-test และ การเปรียบเทียบระดับอาการปวดและ EMG ระหว่าง 3 ท่าทางโดยใช้สถิติการทดสอบความแปรปรวนทางเดียว ชนิดวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measure) จากผลการศึกษาพบว่า คนทำงานสำนักงานเมื่อใช้แท็บแล็ต 20 นาที ทำให้เกิดอาการปวดเกิดขึ้นที่บริเวณคอและบ่ามากที่สุด และท่าวางแท็บแล็ต บนตักทำให้เกิดอาการปวดคอระดับสูงที่สุด

กนกวรรณ พันกับ และคณะ [27] ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงสถานีทำงานเพื่อลดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อของผู้ปฏิบัติงานกลุ่มคนงานหญิงในงานหัตถกรรมผลิตกระดาษสา โดยมีการประเมินความรู้สึกเมื่อยล้าด้วยแบบสอบถาม และวัดคลื่นกล้ามเนื้อไฟฟ้าด้วยเครื่อง Electromyography

(EMG) ขณะที่กลุ่มตัวอย่างกำลังปฏิบัติหน้าที่ ทำการวัดทั้งก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ทุกๆ 1 ชั่วโมง เป็นจำนวน 12 ชั่วโมงตลอดระยะเวลาทำงาน จากการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทำให้ทราบว่าเกิดความล้าที่กล้ามเนื้อไหล่ (Deltoideus) และกล้ามเนื้อหลัง (Erector Spinae) มีค่าน้อยกว่าก่อนการปรับปรุงสถานี และยังเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตหลังปรับปรุงสถานีงานสูงกว่าก่อนปรับปรุงสถานีงาน โดยใช้เวลาหลังปรับปรุงเท่ากับ 60 วินาที/แผ่น ลดเวลาได้ดีกว่าเดิม 10 วินาที/แผ่น ทำงานได้เร็วขึ้น และเพิ่มจำนวนการผลิตได้ดีเร็วขึ้นกว่าเดิม 14 แผ่น/วัน

ปริญญาภรณ์ แก้วยศ และ สุนิสา ชายเกลี้ยง [28] ได้ศึกษาความล้าของกล้ามเนื้อและการประเมินความเสี่ยงต่อการปวดหลังจากการทำงานในพนักงานยกเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ในโรงงานอุตสาหกรรม โดยทำศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 12 คน เก็บข้อมูลโดยประเมินท่าทางการทำงานโดย Rapid Entire Body Assessment (REBA) และ NIOSH Lifting's Equation โดยใช้เมตริกความเสี่ยงด้านสุขภาพต่อการปวดหลัง วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยเครื่อง Electromyography (EMG) นำคลื่นไฟฟ้าที่ได้มาทำการหาค่าความชันของกราฟความถี่ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อกับระยะเวลา และความล้า จากการศึกษาพบว่าพนักงานยกเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ในโรงงานอุตสาหกรรม มีการล้าของกล้ามเนื้อขณะทำการยกของเคลื่อนย้าย และมีความเสี่ยงต่อการปวดหลังระดับปานกลาง จงควรมีการแนะนำพนักงานให้หลีกเลี่ยงท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม คือ ไม่ควรยกของเหนือไหล่และควรประคองน้ำหนักให้แน่นระดับอกหรือเหนือเอวเล็กน้อยควรมีการปรับระดับของเครื่องสำหรับการลำเลียงให้มีความถี่มากขึ้นเพื่อให้เครื่องลำเลียงได้ระดับหน้างานที่เหมาะสมกับสรีระ

ชนิกาพร ใหม่ตัน และคณะ [29] ได้ทำการศึกษาการประเมินความเสี่ยงในงานยกย้ายในการผลิตโถสุขภัณฑ์แบบนั่งยอง โดยใช้แบบสอบถามอาการบาดเจ็บของ Standerdized Nordic และการประเมินท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค Rapid Entire Body Assessment (REBA) ผลจากการศึกษาพบว่า ท่าทางการทำงานของพนักงานส่วนใหญ่มีลักษณะงานเป็นแบบก้มลงแล้วยกขึ้น พบว่าบริเวณหลังมีค่าความเสี่ยงสูงมากกว่าบริเวณอื่น จึงได้เสนอแนวทางเพื่อลดความเสี่ยงทางการยศาสตร์ โดยการปรับปรุงสถานีงานและปรับปรุงท่าทางการทำงานให้เหมาะสม ออกแบบอุปกรณ์เพื่อช่วยในการเคลื่อนย้าย ในการออกแบบต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของสรีระของพนักงานด้วย

นิลเนตร พานิชสิติ และคณะ [30] ได้ทำการศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ลและเทมโพราลิสในผู้ป่วยที่มีความสัมพันธ์ของระบบโครงกระดูกแบบที่สาม โดยทำการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Electromyography (EMG) กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เคยได้รับการจัดฟันที่มีโครงสร้างแบบที่สาม จำนวน 30 คน และกลุ่มตัวอย่างแบบควบคุมที่มีโครงสร้างแบบที่หนึ่ง จำนวน 30 คน ผลที่ได้พบว่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะกัดแรงเต็มที่บนสำลีม้วน และขณะกัดแรงเต็มที่ ผู้วิจัยนำค่าสูงสุดของการกัดแรงสูงสุดบนสำลีก้อนมาเป็นค่ามาตรฐานเทียบกับค่าที่ได้จากการกัดแรงเต็มที่ นำค่าที่ได้มาทำการวิ

เคราะข้อมูลทางสถิติการทดสอบ Two-sample T-test พบว่ากลุ่มโครงสามแบบที่สามมีค่าพีโอซีของกล้ามเนื้อแมสซีเตอร์ น้อยกว่า กลุ่มโครงสร้างแบบที่หนึ่งอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบความแตกต่างของค่าพีโอซีของกล้ามเนื้อเทมโพราลิสและทีซี สรุปได้ว่า กลุ่มโครงสร้างแบบที่ 3 มีความไม่สมมาตรของการทำงานในกล้ามเนื้อแมสซีเตอร์มากกว่ากลุ่มโครงสร้างแบบที่หนึ่ง

วิภาดา ศรีเจริญ และ นิธิพงศ์ ศรีเบญจมาศ [31] ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปวดหลังของบุคลากร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดยกลุ่มตัวอย่างที่เป็นบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุน จำนวน 228 คน ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับลักษณะประชากรและพฤติกรรมสุขภาพ ความรุนแรงของอาการปวดหลัง การยศาสตร์การทำงาน ปัจจัยด้านจิตวิทยาสังคม มีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปวดหลังด้วยการหาค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Correlation) และ สถิติทดสอบไคสแควร์ (Chi-Square) จากการศึกษาพบว่า น้ำหนัก ความเครียดทั่วไป โรคประจำตัว การยศาสตร์ของการทำงาน มีความสัมพันธ์กับการปวดหลังของบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.05 จากการศึกษาครั้งนี้สามารถบอกถึงปัญหาที่พบได้ว่าอาการปวดหลังของบุคลากรรวมถึงปัจจัยส่วนบุคคล ด้านการทำงานและด้านสุขภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงาน

2.15 สรุปผลการศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สิ่งที่ได้และนำไปใช้สำหรับงานวิจัยสามารถสรุปเป็นหัวข้อตามขั้นตอนได้ดังนี้

1) ในหัวข้อการประยุกต์ใช้แบบประเมินความเสี่ยง อาการผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก ได้นำแนวทางจากการศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมากำหนดวิธีการสร้างแบบสอบถามและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในด้านความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (Validity) การหาค่าความเชื่อมั่นแบบครอนบาค มาทำการตรวจคุณภาพของแบบสอบถาม

2) ได้นำหลักการประเมินด้านการยศาสตร์โดยวิธี Rapid Entire Body Assessment (REBA) มาใช้ประเมินท่าทางการทำงานที่มีความเสี่ยง โดยนำหลักการวิเคราะห์การประเมินด้านการยศาสตร์มากำหนดตำแหน่งเฉพาะจุดที่จะทำการประเมินท่าทางที่สัมพันธ์กับการทำงาน

3) การกำหนดปัจจัยตัวแปรต้นได้ถูกกำหนดให้ใช้ปัจจัยด้านบุคคลทางการยศาสตร์ แม้ว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้านการยศาสตร์จะรวมทั้งปัจจัยด้านกายภาพและปัจจัยด้านจิตสังคม แต่เนื่องจาก

ปัจจัยด้านบุคคล อันได้แก่ ส่วนสูง น้ำหนัก แรงบีบมือ และท่าทางการทำงาน มีความเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ที่มีความสัมพันธ์กับส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการถูกใช้งานเป็นหลัก

4) เข้าใจถึงวิธีการการเก็บผลด้วยวิธีการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) โดยเลือกกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการทำงานใช้มีดกรีดยางได้อย่างเหมาะสมโดยวิธีการคัดเลือกจากแบบประเมิน ตรงกับลักษณะท่าทางในการทำงาน อีกทั้งทำให้ทราบข้อจำกัดและข้อควรระวังในการเก็บข้อมูล

5) หลักการวิเคราะห์ผลทางสถิติ Two-Sample T-Test และ Pearson Correlation ถูกนำมาใช้ในการหาความแตกต่างของข้อมูล 2 กลุ่มตัวอย่าง และ หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยและผลได้ โดยใช้ปัจจัยด้านบุคคลทางการยศาตร์เป็นตัวแปรต้น และค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) เป็นตัวแปรตาม โดยใช้โปรแกรม Minitab เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ผล

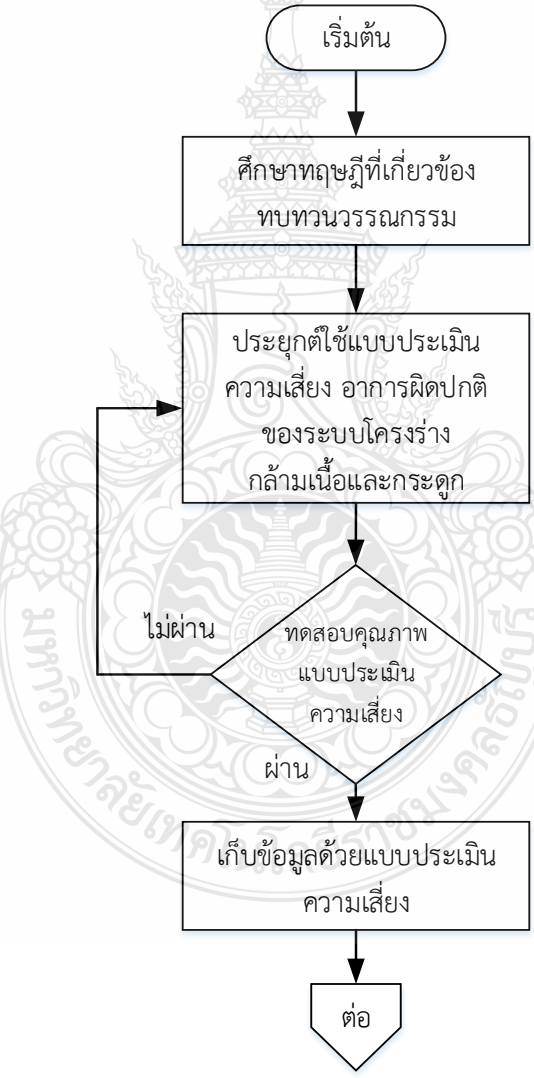
6) สรุปผลการศึกษา วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้ตามตารางที่ 2.22 ดังนี้

ตารางที่ 2.22 สรุปผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

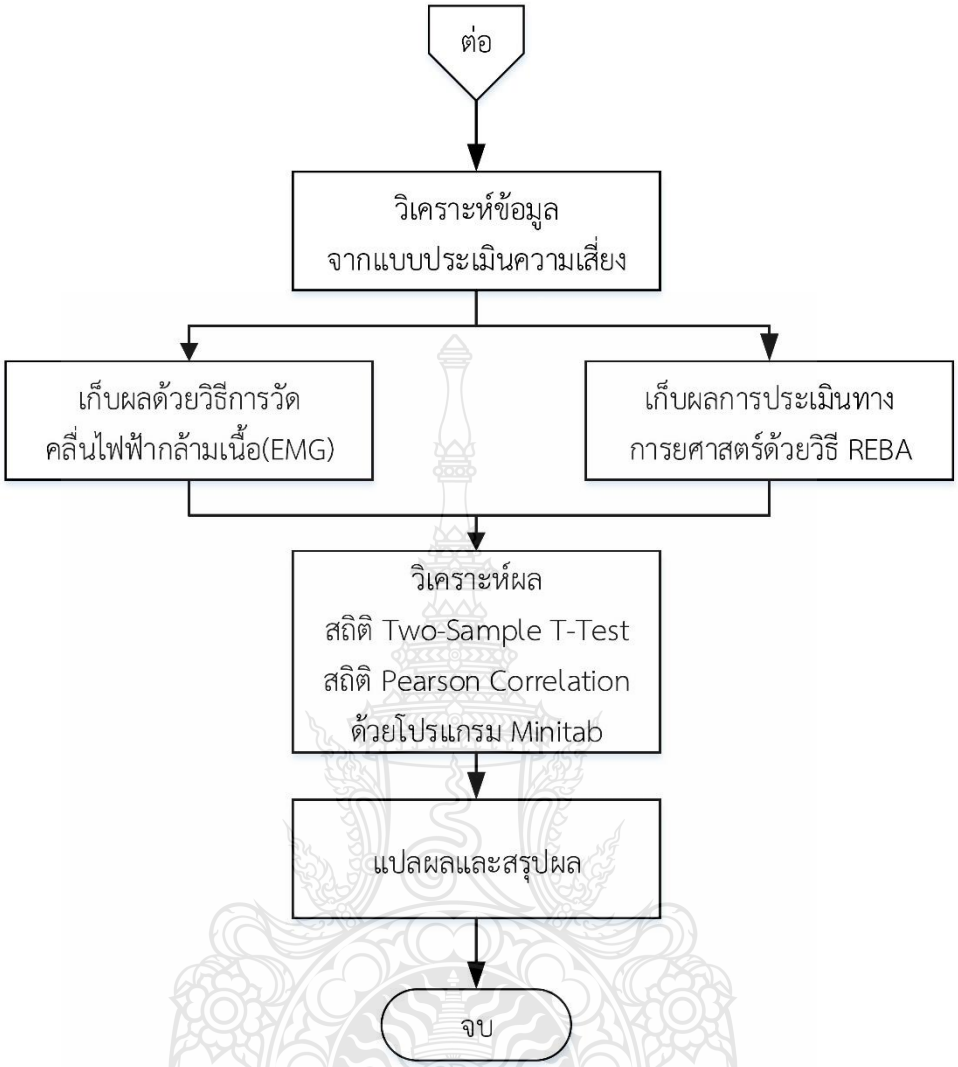
ผู้วิจัย	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง								
	ปัจจัยการยศาสตร์			การใช้แบบประเมินความเสี่ยงโครงร่างกระดูกและกล้ามเนื้อ	Numerical Rating Scales	วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Electromyography (EMG)	ประเมินวิธีการ REBA	สถิติงานวิจัย	
	ปัจจัยด้านบุคคล	ปัจจัยด้านกายภาพ	ปัจจัยด้านจิตสังคม					Two-sample T-test	Pearson Correlation
[23]	X	X	X	X					
[24]					X				
[25]	X			X					
[26]						X			
[27]						X			
[28]						X	X		
[29]							X		
[30]						X		X	
[31]	X	X	X			X			X

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลทางการยศาสตร์ คือ ส่วนสูง น้ำหนัก แรงบีบมือ และท่าทางการทำงานของร่างกาย ที่มีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ขณะปฏิบัติงานของนักศึกษาฝึกทักษะการทำงานรายวิชาการแปรรูปยาง Rubbers Processing โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ สาขาวิศวกรรมพอลิเมอร์ ระดับชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่กำลังศึกษาวิชาการแปรรูปยาง (Rubbers Processing) เพศชาย มีความถนัดทางด้านขวา จำนวน 20 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ สาขาวิศวกรรมพอลิเมอร์ ระดับชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่กำลังศึกษาวิชาการแปรรูปยาง (Rubbers Processing) เพศชาย มีความถนัดทางด้านขวา แบ่ง

ออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มที่แสดงอาการเจ็บปวดส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายมากที่สุด และกลุ่มที่ 2 คือกลุ่มที่ไม่แสดงอาการเจ็บปวดส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่เลือกเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย พิจารณาจากแบบประเมินความเสี่ยง อาการผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อ ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่นักวิจัยต้องการศึกษา

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 ประยุกต์ใช้ประเมินความเสี่ยง อาการผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก ที่จัดทำขึ้นโดยคณาจารย์จากคณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล และแพทย์อาชีวอนามัยสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม [24] เพื่อให้ข้อคำถามในแบบประเมินความเสี่ยงมีข้อคำถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในงานวิจัย โดยกลุ่มตัวอย่างจะทำการเลือกจากแบบประเมินที่มีลักษณะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ แบบประเมินความเสี่ยงอาการผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังภาคผนวก ก ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ชื่อ-นามสกุล เพศ อายุ เพศ สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ น้ำหนัก ส่วนสูง มือข้างที่ถนัด และแรงบีบมือ จำนวน 9 ข้อ

ส่วนที่ 2 สภาวะสุขภาพที่มีความเสี่ยงส่งผลต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก จำนวน 2 ข้อ

ส่วนที่ 3 ประเมินอาการเจ็บปวดโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก ระหว่างทำงานหรือเลิกงาน โดยแบ่งระดับความเจ็บปวดของอาการที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนของร่างกายในตารางเป็นตัวเลข จำนวน 12 ข้อ การประเมินอาการปวดที่นิยมใช้กันคือ Numerical rating scale โดยกลุ่มตัวอย่างจะเป็นผู้ให้คะแนนตามความเจ็บปวดที่ตนเองรู้สึก (ตั้งแต่ 0 คะแนน คือไม่มีอาการปวดเลย จนถึง 10 คะแนน คือมีอาการปวดมากที่สุด) การแบ่งค่าระดับความเจ็บปวดแบบ Numeric Rating Scale (NRS) แบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ

คะแนน	0	หมายถึง ไม่ปวดเลย ,ขยับตัวก็ไม่ปวด
คะแนน	1 – 3	หมายถึง ปวดเล็กน้อยพอทนได้นอนเฉยๆไม่ปวด,ขยับแล้วปวดเล็กน้อย
คะแนน	4 – 6	หมายถึง ปวดปานกลางนอนเฉยๆก็ปวด ,ขยับก็ปวด
คะแนน	7–10	หมายถึง ปวดมากที่สุดจนทนไม่ได้แม้นอนนิ่งๆ [25]

ส่วนที่ 4 ประเมินสภาพการแวดล้อมการทำงาน จำนวน 16 ข้อ ประกอบด้วย สภาพทั่วไป จำนวน 5 ข้อ ท่าทางการทำงาน จำนวน 4 ข้อ การเคลื่อนไหวซ้ำๆ จำนวน 2 ข้อ การยกของ จำนวน

5 ข้อ ประกอบด้วยข้อคำถาม ใช่ และ ไม่ใช่ ซึ่งเป็นข้อคำถามเชิงลบและเชิงบวก พิจารณาเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ใช่ = 0 คะแนน

ไม่ใช่ = 1 คะแนน

3.2.2 เครื่องวัดสัญญานคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบไร้สายขณะปฏิบัติงาน

เครื่อง TeleMyo Mini DTS System เป็นเครื่องวัดสัญญาณ Electromyography (EMG) แบ่งออกเป็น 2 เครื่อง คือ เครื่องรับสัญญาณ Model 585 Mini DTS Receiver เป็นอุปกรณ์ที่รับสัญญาณแบบไร้สายซึ่งใช้ความถี่การรับสัญญาณอยู่ที่ 2403-2472 MHz และ เครื่องวัดสัญญาณ Model 548 DTS EMG Sensors เป็นอุปกรณ์วัดและส่งสัญญาณของกล้ามเนื้อขณะปฏิบัติงาน ดังภาคผนวก ช

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

ขนาดของเครื่องวัดสัญญาณ Model 548 DTS EMG Sensors

เซนเซอร์ EMG มีขนาด ยาว 3.4 เซนติเมตร กว้าง 2.4 เซนติเมตร สูง 1.4 เซนติเมตร

น้ำหนักของเซนเซอร์อยู่ที่ 14 กรัม

ขนาดของเครื่องรับสัญญาณ Model 585 Mini DTS Receiver

เครื่องรับสัญญาณ มีขนาด ยาว 7.66 เซนติเมตร กว้าง 10.18 เซนติเมตร สูง 3.55 เซนติเมตร

น้ำหนักของเซนเซอร์อยู่ที่ 120 กรัม

คุณสมบัติของเครื่อง

เอาต์พุตของเซนเซอร์และ ความถี่การส่งสัญญาณ

เอาต์พุต 2.5 มิลลิวัตต์

ระยะการส่งสัญญาณ 20 เมตร

ย่านความถี่การส่งสัญญาณ 2403-2472 MHz 24 ช่อง

สัญญาณเอาต์พุตแบบ อนาล็อก (Analog)

ไฟล์ข้อมูลเป็นชนิด raw

ระบบการใช้งานของเซนเซอร์ EMG

ระบบ 16 bit

สามารถเลือกกรองสัญญาณด้านความถี่ต่ำได้ตั้งแต่ 500/1000/1500 Hz

สามารถเลือกความถี่ในการใช้งานได้ 2 ความถี่คือ 1500 Hz และ 3000 Hz

การสื่อสารผ่านระบบไร้สายที่ความถี่ 100 Hz

การเลือกใช้งานแบบ 2 ช่องสามารถใช้ความถี่สูงสุดที่ 3000 HZ

การเลือกใช้งานแบบ 4 ช่องสามารถใช้ความถี่สูงสุดที่ 1500 HZ

เซนเซอร์ EMG

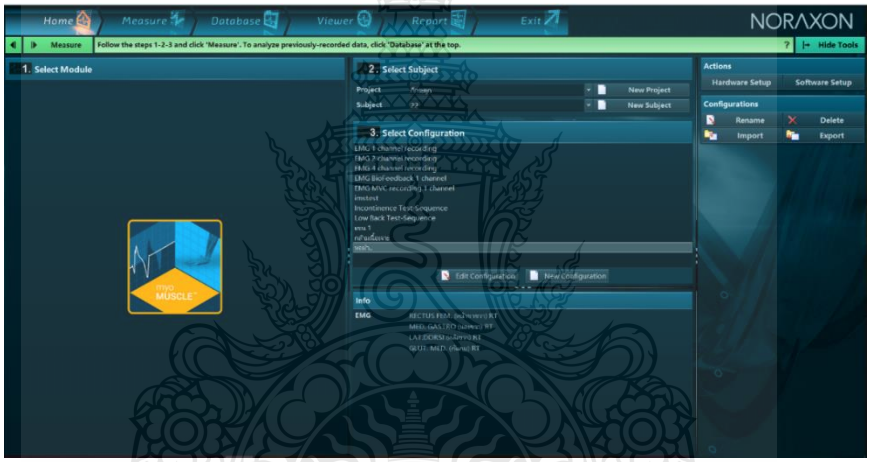
ไม่สามารถกรองความถี่ที่ (50/60 Hz)

การกรองความถี่สูงควรตั้งค่าที่ 10 +-2Hz

เส้นอ้างอิงต้องมีสัญญาณรบกวนน้อยกว่า 5 uV RMS

แรงดันอินพุต +/- 5mV

3.2.3 โปรแกรม Noraxon MR3 คือ โปรแกรมที่ทำหน้าประมวลผลคลื่นสัญญานไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ดังรูปที่ 3.2 ที่ได้รับจากเครื่องรับสัญญาณ Model 585 Mini DTS Receiver และ เครื่องวัดสัญญาณ Model 548 DTS EMG Sensors



รูปที่ 3.2 โปรแกรม Noraxon MR3

3.2.4 แบบประเมินความเสี่ยงโดยวิธีการ Rapid Entire Body Assessment (REBA) Worksheet ใช้ในการประเมินทางการยศาสตร์และตรวจสอบท่าทางการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง โดยบันทึกวีดีโอ และถ่ายภาพขณะที่กำลังปฏิบัติงาน เพื่อนำไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงแบบ REBA 15 ขั้นตอน ดังรูปที่ 3.3 โดยใช้แบบฟอร์มตารางมาตรฐานการประเมิน REBA ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินส่วนคอ (Neck)

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินส่วนลำตัว (Trunk)

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินส่วนขา (Legs)

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินคะแนนของท่าทางในกลุ่ม A

ขั้นตอนที่ 5 แรงที่ใช้หรือภาระงาน (Force/Load)

ขั้นตอนที่ 6 การสรุปคะแนนรวมในกลุ่ม A

ขั้นตอนที่ 7 การประเมินแขนส่วนบน (Upper arm) ในขั้นตอนที่ 7-11

ขั้นตอนที่ 8 การประเมินแขนส่วนล่าง (Lower arm หรือ forearm)

ขั้นตอนที่ 9 การประเมินข้อมือ (Wrist)

ขั้นตอนที่ 10 การประเมินคะแนนของท่าทางในกลุ่ม B

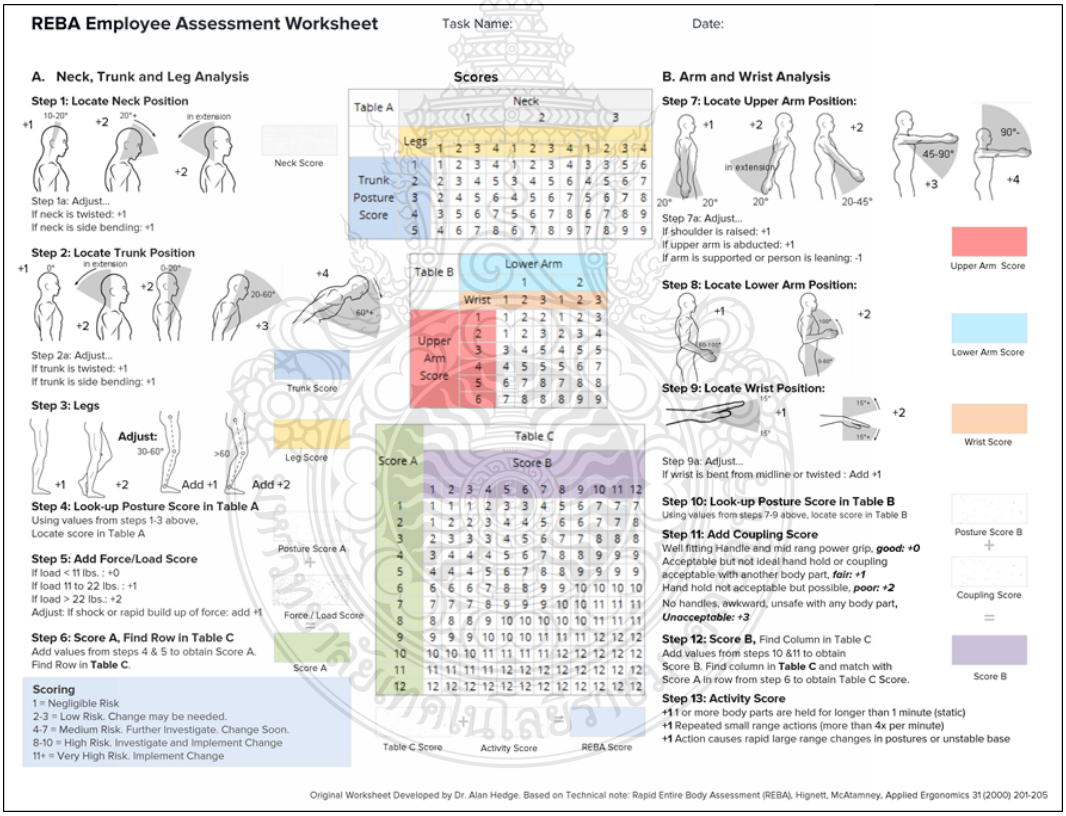
ขั้นตอนที่ 11 การประเมินการจับยึดวัตถุ (Coupling)

ขั้นตอนที่ 12 การสรุปคะแนนรวมในกลุ่ม B

ขั้นตอนที่ 13 การประเมินการเคลื่อนไหวและกิจกรรมของงาน

ขั้นตอนที่ 14 การหาค่าคะแนน C

ขั้นตอนที่ 15 การหาค่าคะแนนความเสี่ยงรวมและการสรุปผลคะแนน



รูปที่ 3.3 ประเมินความเสี่ยงโดยวิธีการ Rapid Entire Body Assessment (REBA) Worksheet [16]

3.2.5 วิเคราะห์ผลทางสถิติ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.2.5.1 สถิติ Two-Sample T-Test ใช้สำหรับทดสอบสมมติฐานสำหรับประชากร 2 กลุ่ม มีการแจกแจงข้อมูลแบบปกติ เพื่อสรุปผลว่าค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มนั้นแตกต่างกันหรือไม่

3.2.5.2 สถิติ Pearson Correlation ใช้สำหรับหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป เพื่อทำให้ทราบว่าตัวแปรทั้ง 2 ตัว มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และสามารถบอกระดับความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ตัวแปร

3.3 การตรวจสอบเครื่องมือ

การวัดความเที่ยงตรงของแบบประเมิน (Validility) ที่ประยุกต์ใช้ มีขั้นตอนดังนี้

3.3.1. การสร้างแบบประเมิน นักวิจัยออกแบบประเมินเสร็จสิ้น จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่มีความเกี่ยวข้องกับแบบประเมินที่ศึกษา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบว่าแบบประเมินมีความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดหรือไม่ ดังภาคผนวก ข

ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแบบประเมินของงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. นางสาวจุฑามาศ เกสร ตำแหน่ง นักกายภาพบำบัดชำนาญการ โรงพยาบาลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี อายุ 33 ปี ประสบการณ์การทำงาน 11 ปี

2. นางสาวณัฐกฤตา แซ่ซื้อ ตำแหน่ง นักกายภาพบำบัดปฏิบัติการ โรงพยาบาลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี อายุ 29 ปี ประสบการณ์การทำงาน 7 ปี

3. นางสาวภัทร์ธีนันท์ ทองเขื่อนขันธ์ ตำแหน่ง นักกายภาพบำบัด โรงพยาบาลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี อายุ 32 ประสบการณ์การทำงาน 6 ปี

4. นายศักรินทร์ กัลยามาศ ตำแหน่ง นักกายภาพบำบัด โรงพยาบาลสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด อายุ 33 ปี ประสบการณ์การทำงาน 5 ปี

3.3..2 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยนำแบบประเมินที่นักวิจัยออกแบบ ทำการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาความเที่ยงตรงของเนื้อหา และทำการพิจารณาเนื้อหาข้อคำถามให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่นักวิจัยต้องการวัด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน	+1	ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
ให้คะแนน	0	ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
ให้คะแนน	-1	ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

หลังจากนั้นหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามที่ต้องการวัดของแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ มีสมการดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \qquad (3.1)$$

โดย $\sum R$ แทน คะแนนรวมของข้อคำถามนั้นจากผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนของผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา

เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดค่า IOC คือ ถ้าค่า IOC มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป คำถามที่เอามาทำการวัดในข้อนั้นๆ สามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ หรือ ข้อคำถามนั้นสามารถนำมาใช้ถามในแบบประเมินได้

3.3.3 การทดสอบคุณภาพเครื่องมือ

หลังจากได้มีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และปรับแก้แบบสอบถามเรียบร้อยแล้ว นักวิจัยนำแบบประเมินไปทดลองประเมินกับนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ชุด โดยนักวิจัยจะนำผลของคำถามที่ได้วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมิน เพื่อให้ข้อคำถามในแบบประเมินความเสี่ยงมีข้อคำถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในงานวิจัย โดยกลุ่มตัวอย่างนักวิจัยจะทำการเลือกจากแบบประเมินที่มีลักษณะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ แบบประเมินความเสี่ยงอาการผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังภาคผนวก ค

เกณฑ์การแปลความหมาย มีดังนี้

ค่า IOC $\geq$ 0.50 หมายความว่า ข้อคำถามนั้นตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย

ค่า IOC $<$ 0.50 หมายความว่า ข้อคำถามนั้นไม่ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย

จากตารางที่ ค.1 ข้อคำถามของแบบประเมินในส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป มีจำนวนทั้งหมด 10 ข้อ นักกายภาพบำบัดผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาข้อคำถามที่ได้ตั้งคำถามตรงตามวัตถุประสงค์ หรือไม่ ผลที่ได้ทำให้ทราบว่า ข้อที่ 1.5 มีค่า IOC คือ -1 จากเกณฑ์ของค่า IOC ที่น้อยกว่า 0.50 แปลความหมายว่าข้อคำถามนั้นไม่ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย ข้อที่ 1.5 จึงได้ทำการตัดข้อคำถามทิ้ง ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป มีจำนวนข้อคงเหลือ 9 ข้อ คือ 1.1-1.4 และ 1.6 -1.10

จากภาคผนวก ตารางที่ ค.2 ข้อคำถามของแบบประเมินในส่วนที่ 2 สภาวะสุขภาพที่มีความเสี่ยงส่งผลต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก มีจำนวนทั้งหมด 2 ข้อ นักกายภาพบำบัดผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาข้อคำถามที่ได้ตั้งคำถามตรงตามวัตถุประสงค์ หรือไม่ ผลที่ได้ทำให้นักวิจัยทราบ

ว่า ข้อที่ 2.1 และ 2.2 มีค่า IOC มากกว่า 0.50 จากเกณฑ์ของค่า IOC ที่มากกว่า 0.50 แปลความหมายว่า ข้อคำถามนั้นตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย จึงได้คงข้อคำถาม ส่วนที่ 2 สภาวะสุขภาพที่มีความเสี่ยงส่งผลต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก จำนวน 2 ข้อ ไว้เช่นเดิม

จากภาคผนวก ตารางที่ ค.3 ข้อคำถามของแบบประเมินในส่วนที่ 3 ประเมินอาการเจ็บปวดโครงร่างกล้ามเนื้อ มีจำนวนทั้งหมด 13 ข้อ นักกายภาพบำบัดผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาข้อคำถาม ได้ตั้งคำถามตรงตามวัตถุประสงค์ หรือไม่ ผลที่ได้ทำให้นักวิจัยทราบว่า ข้อที่ 3.1, 3.2 และ 3.4 – 3.5 มีค่า IOC น้อยกว่า 0.05 จากเกณฑ์ของค่า IOC ที่น้อยกว่า 0.50 แปลความหมายว่า ข้อคำถามนั้นไม่ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย ข้อที่ 3.1, 3.2 และ 3.4 – 3.5 จึงได้ทำการตัดข้อคำถามทิ้ง ส่วนที่ 3 ประเมินอาการเจ็บปวดโครงร่างกล้ามเนื้อ มีจำนวนข้อคงเหลือ 1 ข้อ คือ ข้อที่ 3.3 แต่เนื่องจากข้อที่ 3.3 มีข้อย่อยทั้งหมด 12 ข้อ นักกายภาพบำบัดผู้เชี่ยวชาญ จึงมีข้อเสนอแนะในช่องหมายเหตุ ว่าข้อที่ 3.3. ควรเป็นส่วนที่ 3 และให้นำข้อคำถามย่อยตั้งเป็นข้อคำถามใหญ่ในส่วนที่ 3

จากภาคผนวก ตารางที่ ค.4 ข้อคำถามของแบบประเมินในส่วนที่ 4 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน มีจำนวนข้อใหญ่ทั้งหมด 4 ข้อ ข้อย่อยทั้งหมด 17 ข้อ นักกายภาพบำบัดผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาข้อคำถามที่นักวิจัยได้ตั้งคำถามตรงตามวัตถุประสงค์ หรือไม่ ผลที่ได้ทำให้นักวิจัยทราบว่า ข้อย่อยที่ 4.2.5 มีค่า IOC คือ 0 จากเกณฑ์ของค่า IOC ที่น้อยกว่า 0.50 แปลความหมายว่าข้อคำถามนั้นไม่ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย ข้อย่อยที่ 4.2.5 จึงได้ทำการตัดข้อคำถามทิ้ง ส่วนที่ 4 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน มีจำนวนคงเหลือ 4 ข้อใหญ่ และคงเหลือ 16 ข้อย่อย

3.3.4 การวัดความเชื่อมั่นของแบบประเมิน

จากปรับแก้แบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ สามารถนำแบบสอบถามหาค่าความเชื่อมันของแบบประเมิน จากกลุ่มทดลองแบบประเมิน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยมีข้อมูลของแบบประเมิน ดังภาคผนวก ง การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมิน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab เพื่อทำการหาค่าความเชื่อมั่นแบบครอนบาค (Cronbach’s alpha Using Minitab) ผลวิเคราะห์ต้องมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.70 ขึ้นไป [26] จึงจะสามารถนำแบบประเมินไปใช้ในการเก็บข้อมูล เรื่องการศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบนขณะปฏิบัติงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด ข้อมูลสำหรับนำไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นคือค่าคะแนนวัดระดับความเจ็บปวดที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนของร่างกาย วัดระดับความเจ็บปวดแบบ Numeric Rating Scale (NRS) ค่าคะแนนตั้งแต่ 0 - 10

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลของนักศึกษาที่ปฏิบัติงานของวิชา Rubbers Processing โดยการเก็บข้อมูลได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ คือ 1) การเก็บผลจากแบบประเมินความเสี่ยง อาการผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก 2) การเก็บผลจากการวัดด้วยเคลื่อนไฟฟ้าของกล้ามเนื้อแบบไร้สายขณะทำงาน (Electromyography : EMG) 3) การประเมินทางการยศาสตร์ด้วยเทคนิค Rapid Entire Body Assessment (REBA)

3.4.1 การเก็บผลของแบบประเมินความเสี่ยง แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.1.1 เก็บรวบรวมข้อมูล นำผลที่ได้จากแบบประเมิน ทำการวิเคราะห์หาตำแหน่งของส่วนที่ร่างกายแสดงอาการความเจ็บปวดมากที่สุดจากแบบประเมิน เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์หาตำแหน่งของกล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณที่แสดงอาการเจ็บปวดของกลุ่มตัวอย่าง ตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม

3.4.1.2 แบ่งกลุ่มตัวอย่าง ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มที่แสดงอาการความเจ็บปวดของส่วนนั้นๆของร่างกายมากที่สุด คือ คอ สามารถระบุกล้ามเนื้อส่วนนั้นได้คือกล้ามเนื้อมัดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน (Trapezius) [27] กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่ไม่แสดงอาการความเจ็บปวดส่วนต่างๆของร่างกาย

3.4.2 การเก็บผลจากการวัดด้วยเคลื่อนไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ โดยแบ่งขั้นตอนการเก็บผลเป็น 2 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

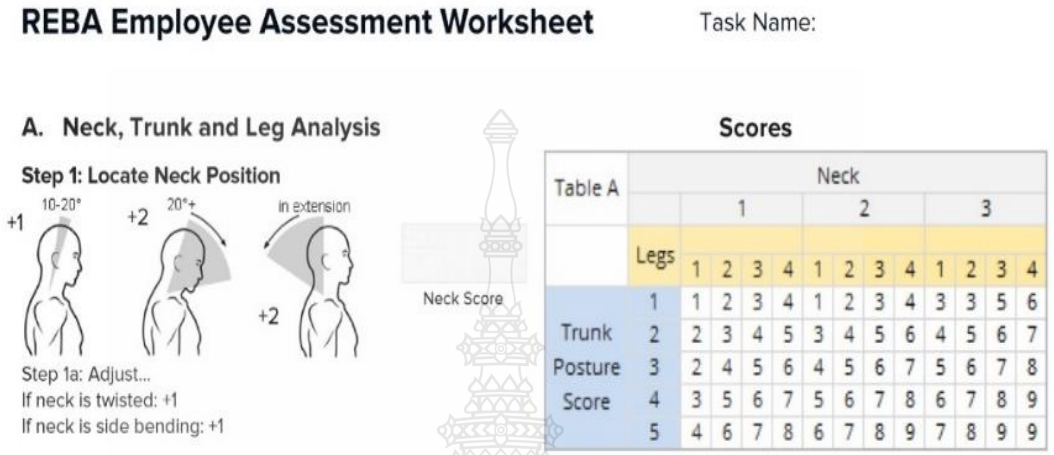
3.4.2.1 การวิเคราะห์หาตำแหน่งของกล้ามเนื้อที่แสดงอาการความเจ็บปวดมากที่สุดจากแบบประเมินความเสี่ยง ทำการติดตั้งเครื่องมือ เก็บข้อมูลสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ที่ตำแหน่งมัดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน (Trapezius) ของนักศึกษาฝึกทักษะการทำงานโดยเครื่อง Two Roll Rubber Open Systems

3.4.2.2 เริ่มทำการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการออกแรงกรีดยางบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด เพื่อทำการเก็บผลการทดลองของค่ากล้ามเนื้อทราพีเซียส (Trapezius) ในลักษณะที่กำลังกรีดยางมากที่สุด (100% Maximum Voluntary Contraction) จากนั้นวัดค่าสัญญาณทางไฟฟ้าตลอดการทำงานของนักศึกษาที่กีดยางบนเครื่อง Two Roll Rubber Open Systems เพื่อบันทึกผลสัญญาณทางไฟฟ้าของกล้ามเนื้อที่ทำการหดตัวที่มากที่สุด จากโปรแกรม Noraxon MR3

3.4.3 การประเมินความเสี่ยงโดยวิธี Rapid Entire Body Assessment (REBA) Worksheet โดยใช้ในการประเมินทางการยศาสตร์และตรวจสอบท่าทางการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง โดยบันทึกวีดีโอและถ่ายภาพขณะที่กำลังปฏิบัติงานเพื่อนำไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงแบบ Rapid Entire Body Assessment (REBA) เฉพาะการประเมินส่วนคอ (Neck) และ การประเมินแขนส่วนบน (Upper arm)

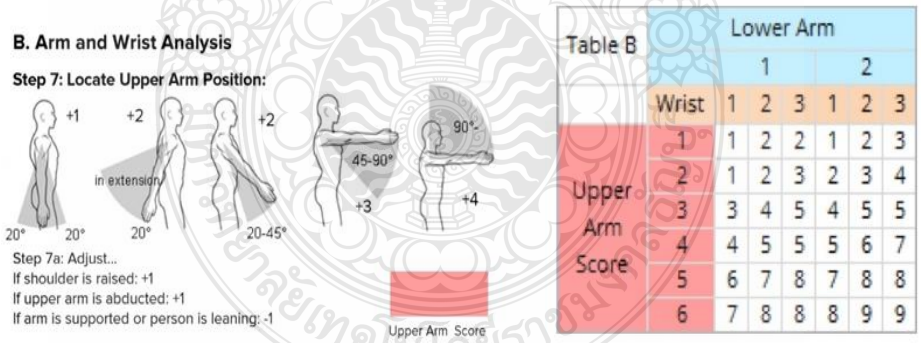
ขณะปฏิบัติงานยืนกรีดยางหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด (Open System Rubber Two-Roll Mill Mixer Machine)

3.4.3.1 ประเมินส่วนคอ (Neck) โดยมีคะแนนระหว่าง 1 – 3 ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ประเมินส่วนคอ (Neck) [16]

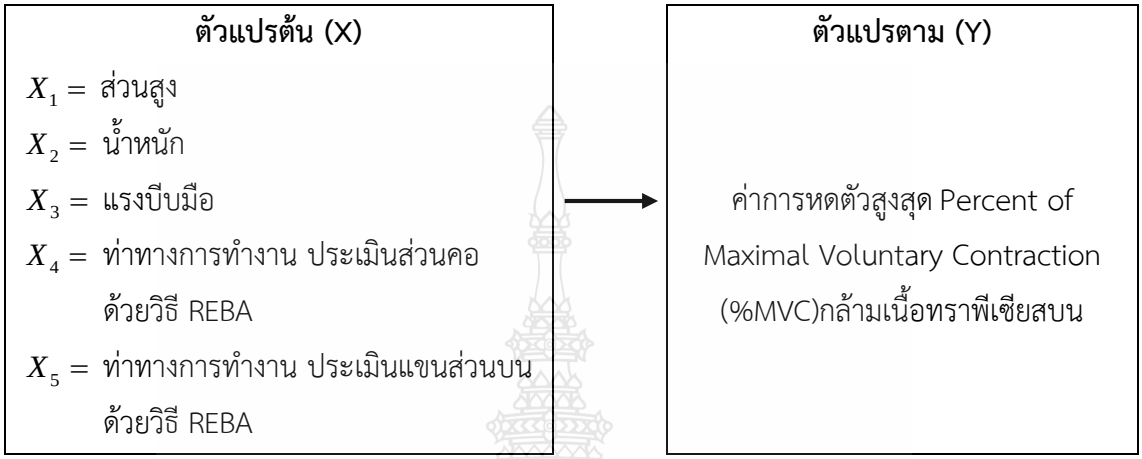
3.4.3.2 การประเมินแขนส่วนบน (Upper arm) โดยมีคะแนนระหว่าง 1 – 6 ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การประเมินแขนส่วนบน (Upper arm) [16]

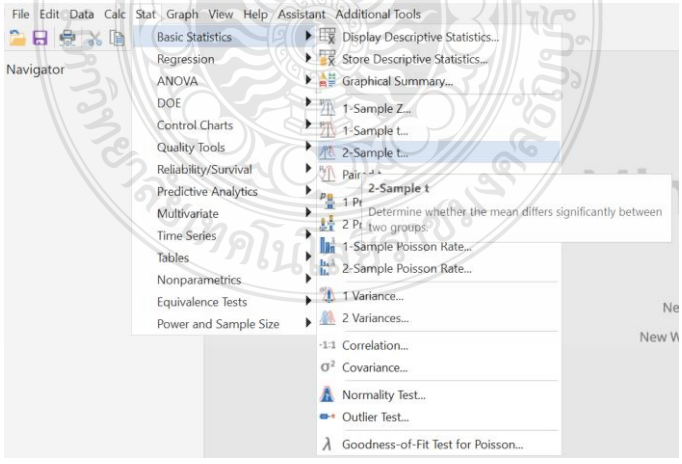
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

กำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามเพื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรมมินิแท็ป (Minitab) ดังรูปที่ 3.6



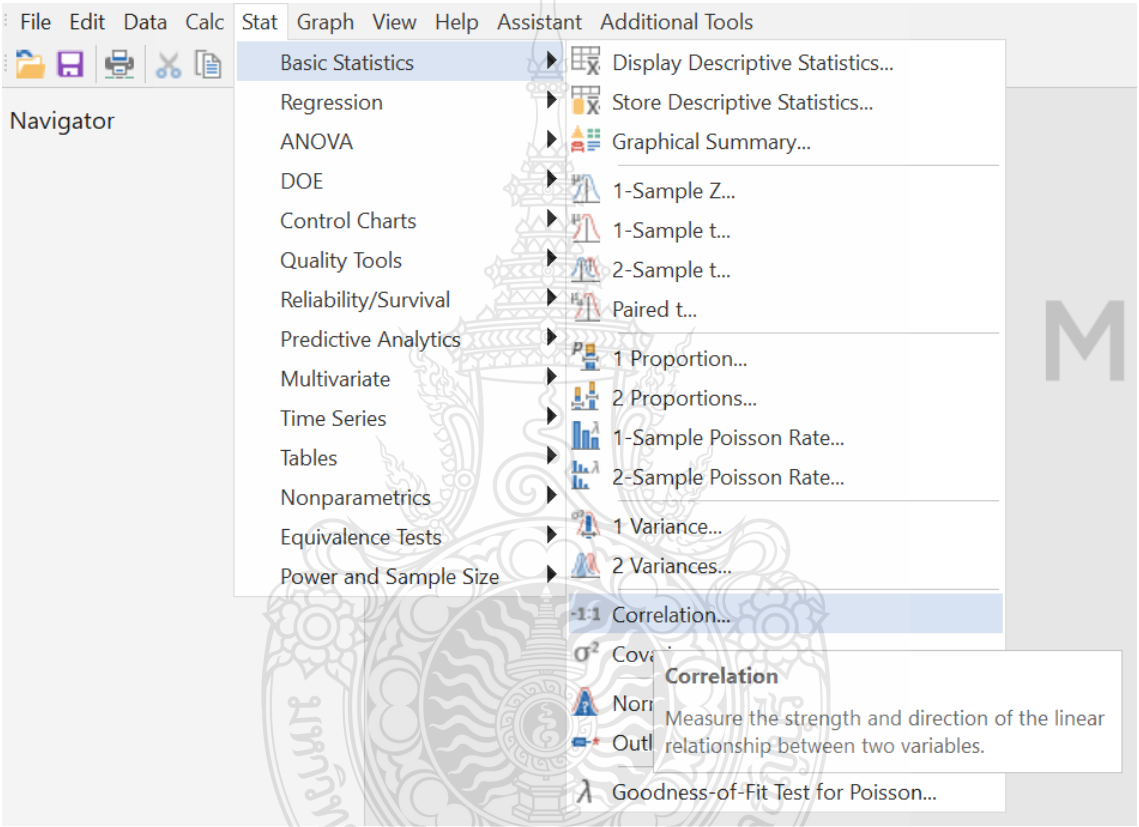
รูปที่ 3.6 ตัวแปรต้นและตัวแปรตาม

3.5.1 สถิติ Two-Sample T-Test ที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานสำหรับประชากร 2 กลุ่ม มีการแจกแจงข้อมูลแบบปกติ สามารถวิเคราะห์ขอมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปมินิแท็ป (Minitab) ได้ ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การทดสอบสมมติฐานสำหรับประชากร 2 กลุ่มด้วยวิธี Two-Sample T-Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปมินิแท็ป (Minitab)

3.5.2 สถิติ Pearson Correlation ใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยไม่ได้แปลความหมายว่าตัวแปรหนึ่งเป็นเหตุ (ตัวแปรต้น) และอีกตัวแปรเป็นผล (ตัวแปรตาม) สามารถวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปมินิแท็ป (Minitab) ได้ ดังรูปที่ 3.8 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์จะใช้วิธีการอ่านค่าแปลผล โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, r) คือค่าที่วัดหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปร โดยมองในแง่ของความสอดคล้อง,ความเกี่ยวข้อง, สัมพันธ์กันหรือการแปรผันร่วมกัน



รูปที่ 3.8 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปด้วยวิธี Pearson Correlation ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปมินิแท็ป (Minitab)

3.6 อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

อุปกรณ์การปฏิบัติงานบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิดดังรูปที่ 1.2 ซึ่งการผสมยางบนเครื่องจำเป็นต้องใช้มีดสำหรับกรีดยางโดยเฉพาะดังรูปที่ 3.9 เพื่อไม่ให้เกิดการเสียหายแก่ลูกกลิ้งของเครื่องจักร และลักษณะของยางที่นำมาผสมที่ใช้สำหรับเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิดดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.9 มีดสำหรับกรีดยางบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด

รูปที่ 3.10 ยาง STR 20 สำหรับผสมบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ขณะปฏิบัติงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปเป็นแนวทางแก้ไข ช่วยลดอาการบาดเจ็บและการปวดเมื่อยจากการทำงาน ในขั้นตอนการทำงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด โดยมีผลการวิจัย และรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการประยุกต์ใช้แบบประเมินความเสี่ยง อาการผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก

การประยุกต์ใช้แบบประเมินความเสี่ยง อาการผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก ได้ทำการประยุกต์ใช้แบบสอบถาม ที่จัดทำขึ้นโดยคณาจารย์จากคณะกายภาพบำบัดของมหาวิทยาลัยมหิดล และแพทย์อาชีวอนามัยสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ข้อคำถามในแบบประเมินความเสี่ยงมีข้อคำถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในงานวิจัย โดยกลุ่มตัวอย่างนักวิจัยจะทำการเลือกจากแบบประเมินที่มีลักษณะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ แบบประเมินความเสี่ยงอาการผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก ข้อคำถามที่ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย ดังตารางที่ 4.1

เกณฑ์การแปลความหมาย มีดังนี้

ค่า IOC $\geq$ 0.50 หมายความว่า ข้อคำถามนั้นตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย

ค่า IOC $<$ 0.50 หมายความว่า ข้อคำถามนั้นไม่ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย

ตารางที่ 4.1 ข้อคำถามที่ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย

ข้อที่	คะแนน IOC	ข้อเสนอแนะ
ส่วนที่ 1		
1.5	-1	ตัดทิ้ง
ส่วนที่ 3		
3.1	0	ตัดทิ้ง
3.2	0	ตัดทิ้ง
3.3	1	แก้เป็นขอคำถามส่วนที่ 3

ตารางที่ 4.1 ข้อคำถามที่ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย (ต่อ)

ข้อที่	คะแนน IOC	ข้อเสนอแนะ
3.4	0.25	ตัดทิ้ง
3.5	0.25	ตัดทิ้ง
3.6	0	ตัดทิ้ง
3.7	-0.5	ตัดทิ้ง
3.8	-0.25	ตัดทิ้ง
3.9	-0.5	ตัดทิ้ง
3.10	-1	ตัดทิ้ง
3.11	0	ตัดทิ้ง
3.12	0.25	ตัดทิ้ง
3.13	0.25	ตัดทิ้ง
ส่วนที่ 4		
4.2.5	0	ตัดทิ้ง

จากตารางที่ 4.1 ข้อคำถามที่มีค่า IOC น้อยกว่า 0.50 คือ ข้อคำถามนั้นไม่ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย ส่วนที่ 1 ได้แก่ ข้อ 1.5 ค่า IOC เท่ากับ -1 ตัดทิ้ง ส่วนที่ 3 ได้แก่ ข้อ 3.1 ค่า IOC เท่ากับ 0 ตัดทิ้ง ข้อ 3.2 ค่า IOC เท่ากับ 0 ตัดทิ้ง ข้อ 3.3 ค่า IOC เท่ากับ 1 กรรมการมีข้อแนะนำให้เปลี่ยนแปลงจากข้อย่อยที่ 3.3 เป็นข้อคำถามใหญ่ในส่วนที่ 3 ข้อ 3.4 ค่า IOC เท่ากับ 0.25 ตัดทิ้ง ข้อ 3.5 ค่า IOC เท่ากับ 0.25 ตัดทิ้ง ข้อ 3.6 ค่า IOC เท่ากับ 0 ตัดทิ้ง ข้อ 3.7 ค่า IOC เท่ากับ -0.5 ตัดทิ้ง ข้อ 3.8 ค่า IOC เท่ากับ -0.25 ตัดทิ้ง ข้อ 3.9 ค่า IOC เท่ากับ –0.5 ตัดทิ้ง ข้อ 3.10 ค่า IOC เท่ากับ -1 ตัดทิ้ง ข้อ 3.11 ค่า IOC เท่ากับ 0 ตัดทิ้ง ข้อ 3.12 ค่า IOC เท่ากับ 0.25 ตัดทิ้ง ข้อ 3.13 ค่า IOC เท่ากับ 0.25 ตัดทิ้ง และส่วนที่ 4 ได้แก่ ข้อ 4.2.5 ค่า IOC เท่ากับ 0 ตัดทิ้ง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป มีจำนวนข้อคงเหลือ 9 ข้อ คือ 1.1-1.4 และ 1.6 -1.10

ส่วนที่ 2 สภาวะสุขภาพที่มีความเสี่ยงส่งผลต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก จำนวน 2 ข้อ ไว้เช่นเดิม

ส่วนที่ 3 ประเมินอาการเจ็บปวดโครงร่างกระดูกและกล้ามเนื้อ มี 12 ข้อ

ส่วนที่ 4 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน มีจำนวนคงเหลือ 4 ข้อใหญ่ และคงเหลือ 16 ข้อย่อย

4.2 ผลการทดสอบคุณภาพของแบบประเมินความเสี่ยง อาการผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก

จากปรับแก้แบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ สามารถนำแบบสอบถามทำการทดลองประเมินเพื่อหาค่าความเชื่อมันของแบบประเมิน ด้วยโปรแกรมมินิแท็ป (Minitab) โดยกลุ่มทดสอบ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยมีข้อมูลของแบบประเมิน ดังตารางที่ 3.5

การประเมินอาการปวดที่นิยมใช้กันคือ Numerical rating scale คือ ค่าคะแนนตามความเจ็บปวดที่ผู้ประเมินรู้สึก (ตั้งแต่ 0 คะแนน คือไม่มีอาการปวดเลย จนถึง 10 คะแนน คือมีอาการปวดมากที่สุด)

4.3 ผลการหาความเชื่อมั่นของแบบประเมิน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมินิแท็ป (Minitab)

การหาค่าความเชื่อมันของแบบประเมินโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมินิแท็ป (Minitab) โดยข้อมูลของกลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน ที่ทำแบบประเมิน นำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมันแบบอัลฟ่าครอนบาช (Cronbach's alpha Using Minitab) โดยที่ค่าของแบบประเมินต้องมากกว่า 0.7 ขึ้นไป ถึงจะสามารถนำแบบประเมินมาใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้ จากการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบสอบถามในส่วนที่ 3 แบบประเมินอาการเจ็บปวดโครงร่างกล้ามเนื้อ มีจำนวนทั้งหมด 12 ข้อ ด้วยโปรแกรม Minitab ผลของค่าอัลฟ่าครอนบาช (Cronbach's alpha) คือ 0.9391 ดังรูปที่ 4.1 เป็นแบบประเมินที่มีความเชื่อถือได้ สามารถนำแบบประเมินนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษาได้

Cronbach's Alpha

Alpha
0.9391

Omitted Item Statistics

Omitted Variable	Adj. Total Mean	Adj. Total StDev	Item-Adj. Total Corr	Squared Multiple Corr	Cronbach's Alpha
คอ	11.83	13.13	0.5622	0.6263	0.9397
ไหล่	12.20	13.12	0.6569	0.7438	0.9364
หลังส่วนบน	11.67	12.61	0.7370	0.8218	0.9335
หลังส่วนล่าง	11.30	12.67	0.6755	0.7280	0.9357
แขนส่วนบน	12.70	12.99	0.8765	0.9100	0.9284
ข้อศอก	13.07	13.42	0.7646	0.8688	0.9325
แขนส่วนล่าง	12.83	13.10	0.9104	0.9561	0.9272
มือ/ข้อเท้า/นิ้วมือ	12.40	13.24	0.7189	0.6786	0.9342
สะโพก/ต้นขา	12.33	12.88	0.6775	0.8721	0.9356
หัวเข่า	12.63	13.59	0.5376	0.4206	0.9405
น่อง	12.57	13.00	0.7832	0.8989	0.9318
เท้า	12.23	12.89	0.8129	0.8079	0.9308

รูปที่ 4.1 ค่าของ Cronbach's Alpha 0.9391 วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมมินิแท็ป (Minitab)

4.4 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลของนักศึกษาที่ขณะปฏิบัติงาน

4.4.1 ผลการสำรวจข้อมูลโดยใช้ แบบประเมินความเสี่ยงอาการผิดของระบบโครงร่างกระดูกและกล้ามเนื้อ นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ สาขาวิศวกรรมพอลิเมอร์ ระดับชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่กำลังศึกษาวิชาการแปรรูปยาง (Rubbers Processing) เพศชาย มีความถนัดทางด้านขวา จำนวน 20 คน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

จากการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน ประกอบไปด้วย อายุ เพศ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา ลักษณะงานหลัก(อาชีพ)ที่ทำในชีวิตประจำวัน น้ำหนัก ส่วนสูง และมือข้างที่ถนัด โดยการหาค่าความถี่และร้อยละ มีผลวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 จำนวนค่าความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามข้อมูลทั่วไป

(n=20)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
อายุ		
22 ปี	3	15.00
23 ปี	12	60.00
24 ปี	4	20.00
25 ปี	1	5.00
รวม	20	100
เพศ		
ชาย	20	100.00
หญิง	0	0.00
รวม	20	100
สถานภาพสมรส		
โสด	20	100.00
สมรส	0	0.00
ม่าย แยก หย่าร้าง	0	0.00
รวม	20	100

ตารางที่ 4.2 จำนวนค่าความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามข้อมูลทั่วไป (ต่อ)

(n=20)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
ระดับการศึกษา		
ไม่ได้เรียน	0	0.00
ประถมศึกษา	0	0.00
มันธยมศึกษาตอนต้น	0	0.00
มัธยมศึกษาตอนปลาย อาชีวศึกษา หรือเทียบเท่า	0	0.00
ปริญญาตรี หรือสูงกว่า	20	100.00
รวม	20	100
ลักษณะงาน (อาชีพ)		
ใช้แรง เช่น ทำไร่ ทำนา ทำสวน รับจ้างทั่วไป เป็นต้น	0	0.00
ค้าขาย / ทำธุรกิจ	0	0.00
รับราชการ / พนักงานรับวิสาหกิจ	0	0.00
พนักงานโรงงาน / บริษัทเอกชน	0	0.00
นักเรียน / นักศึกษา	20	100.00
อื่นๆ		
รวม	20	100
น้ำหนัก		
51 - 60	4	20.00
61 - 70	6	30.00
มากกว่า 70	10	50.00
รวม	20	100
ส่วนสูง		
151 -160	1	5.00
161 - 170	6	30.00
มากกว่า 170	13	65.00
รวม	20	100
มือข้างที่ถนัด		
ซ้าย	0	0.00
ขวา	20	100.00
รวม	20	100

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป พบว่า ส่วนใหญ่ มีอายุ 23 ปี คิดเป็นร้อยละ 60.00 เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 100.00 มีสถานภาพโสด คิดเป็นร้อยละ 100.00 กำลังศึกษาอยู่ระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 100.00 มีลักษณะงาน (อาชีพ) นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 100.00 มีน้ำหนัก มากกว่า 70 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 50.00 มีส่วนสูง มากกว่า 170 เซนติเมตร คิดเป็นร้อยละ 65.00 และมีความถนัดทางด้านขวา คิดเป็นร้อยละ 100.00

ส่วนที่ 2 สภาวะสุขภาพที่มีความเสี่ยงส่งผลต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก

จากการสำรวจสภาวะสุขภาพที่มีความเสี่ยงส่งผลต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูกของผู้ตอบแบบประเมิน โดยการหาค่าความถี่และร้อยละ มีผลวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 จำนวนค่าความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามสภาวะสุขภาพที่มีความเสี่ยงส่งผลต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก

(n=20)

สภาวะสุขภาพที่มีความเสี่ยงส่งผลต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก	จำนวน	ร้อยละ
2.1 ท่านมีโรคประจำตัว ดังต่อไปนี้ หรือไม่		
ไม่มี	18	90.00
มี	2	10.00
รวม	20	100
2.2 ท่านเคยประสบอุบัติเหตุรุนแรงจนทำให้เกิดการบาดเจ็บของอวัยวะต่าง ๆ หรือไม่		
ไม่เคย	16	80.00
เคย	4	20.00
รวม	20	100

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์สภาวะสุขภาพที่มีความเสี่ยงส่งผลต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก ส่วนใหญ่พบว่า ไม่มีโรคประจำตัว คิดเป็นร้อยละ 90.00 และ ไม่เคยประสบอุบัติเหตุรุนแรง คิดเป็นร้อยละ 80.00

ส่วนที่ 3 การสำรวจอาการผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ

จากการสำรวจอาการผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของผู้ตอบแบบประเมินอาการเจ็บปวดโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก โดยแบ่งระดับความเจ็บปวดของอาการที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนของร่างกายในตารางเป็นตัวเลข จำนวน 12 ข้อ การประเมินอาการปวดที่นิยมใช้กันคือ Numerical rating scale โดยกลุ่มตัวอย่างจะเป็นผู้ให้คะแนนตามความเจ็บปวดที่ตนเองรู้สึก (ตั้งแต่ 0 คะแนน คือ ไม่มีอาการปวดเลย จนถึง 10 คะแนน คือมีอาการปวดมากที่สุด) โดยการหาค่าความถี่และร้อยละ มีผลวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 จำนวนค่าความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามอาการผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ

(n=20)

สำรวจอาการผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ	จำนวน	ร้อยละ
3.1 คอ		
คะแนนอาการปวด		
0 คะแนน	7	35.00
1 – 3 คะแนน	8	40.00
4 – 6 คะแนน	5	25.00
7 – 10 คะแนน	0	0.00
รวม	20	100
3.2 ไหล่		
คะแนนอาการปวด		
0 คะแนน	7	35.00
1 – 3 คะแนน	11	55.00
4 – 6 คะแนน	2	10.00
7 – 10 คะแนน	0	0.00
รวม	20	100
3.3 หลังส่วนบน		
คะแนนอาการปวด		
0 คะแนน	5	25.00
1 – 3 คะแนน	13	65.00
4 – 6 คะแนน	2	10.00
7 – 10 คะแนน	0	0.00
รวม	20	100

ตารางที่ 4.4 จำนวนค่าความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามอาการผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (ต่อ)

(n=20)

สำรวจอาการผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ	จำนวน	ร้อยละ
3.4 หลังส่วนล่าง		
คะแนนอาการปวด		
0 คะแนน	9	45.00
1 – 3 คะแนน	7	35.00
4 – 6 คะแนน	4	20.00
7 – 10 คะแนน	0	0.00
รวม	20	100
3.5 แขนส่วนบน		
คะแนนอาการปวด		
0 คะแนน	8	40.00
1 – 3 คะแนน	10	50.00
4 – 6 คะแนน	2	10.00
7 – 10 คะแนน	0	0.00
รวม	20	100
3.6 ข้อศอก		
คะแนนอาการปวด		
0 คะแนน	14	70.00
1 – 3 คะแนน	6	30.00
4 – 6 คะแนน	0	0.00
7 – 10 คะแนน	0	0.00
รวม	20	100
3.7 แขนส่วนล่าง		
คะแนนอาการปวด		
0 คะแนน	11	55.00
1 – 3 คะแนน	9	45.00
4 – 6 คะแนน	0	0.00
7 – 10 คะแนน	0	0.00
รวม	20	100

ตารางที่ 4.4 จำนวนค่าความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามอาการผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (ต่อ)

(n=20)

สำรวจอาการผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ	จำนวน	ร้อยละ
3.8 มือ/ข้อมือ/นิ้วมือ		
คะแนนอาการปวด		
0 คะแนน	12	60.00
1 – 3 คะแนน	7	35.00
4 – 6 คะแนน	1	5.00
7 – 10 คะแนน	0	0.00
รวม	20	100
3.9 สะโพก/ต้นขา		
คะแนนอาการปวด		
0 คะแนน	13	65.00
1 – 3 คะแนน	7	35.00
4 – 6 คะแนน	0	0.00
7 – 10 คะแนน	0	0.00
รวม	20	100
3.10 หัวเข่า		
คะแนนอาการปวด		
0 คะแนน	13	65.00
1 – 3 คะแนน	7	35,00
4 – 6 คะแนน	0	0.00
7 – 10 คะแนน	0	0.00
รวม	20	100
3.11 น่อง		
คะแนนอาการปวด		
0 คะแนน	11	55.00
1 – 3 คะแนน	8	40.00
4 – 6 คะแนน	1	5.00
7 – 10 คะแนน	0	0.00
รวม	20	100

ตารางที่ 4.4 จำนวนค่าความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามอาการผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (ต่อ)

(n=20)

สำรวจอาการผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ	จำนวน	ร้อยละ
3.12 เท้า		
คะแนนอาการปวด		
0 คะแนน	11	55.00
1 – 3 คะแนน	7	35.00
4 – 6 คะแนน	2	10.00
7 – 10 คะแนน	0	0.00
รวม	20	100

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์อาการผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ส่วนใหญ่พบว่า คอมีอาการปวดเล็กน้อยพอทนได้ คิดเป็นร้อยละ 40.00 ไหล่มีอาการปวดเล็กน้อยพอทนได้ คิดเป็นร้อยละ 55.00 หลังส่วนบนมีอาการปวดเล็กน้อยพอทนได้ คิดเป็นร้อยละ 65.00 หลังส่วนล่างไม่มีอาการปวด คิดเป็นร้อยละ 45.00 แขนส่วนบนมีอาการปวดเล็กน้อยพอทนได้ คิดเป็นร้อยละ 50.00 ข้อศอกไม่มีอาการปวด คิดเป็นร้อยละ 70.00 แขนส่วนล่างไม่มีอาการปวด คิดเป็นร้อยละ 55.00 มือ/ข้อมือ/นิ้วมือไม่มีอาการปวด คิดเป็นร้อยละ 60.00 สะโพก/ต้นขาไม่มีอาการปวด คิดเป็นร้อยละ 65.00 หัวเข่าไม่มีอาการปวด คิดเป็นร้อยละ 65.00 น่องไม่มีอาการปวด คิดเป็นร้อยละ 55.00 และเท้าไม่มีอาการปวด คิดเป็นร้อยละ 55.00

ส่วนที่ 4 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน

จากการประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน ประกอบไปด้วย สภาพทั่วไป ท่าทางทำงาน การเคลื่อนไหวซ้ำๆ และการยกของ โดยการหาค่าความถี่และร้อยละ มีผลวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 จำนวนค่าความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามแบบประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน

(n=20)

แบบประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน	จำนวน	ร้อยละ
1. สภาพทั่วไป		
1.1 ท่านทำงานอยู่ในตำแหน่งหรือจุดใด จุดหนึ่งที่คงที่เป็นเวลามากกว่า 20 นาที		
ใช่	18	90.00
ไม่ใช่	2	10.00
รวม	20	100
1.2 ท่านคิดว่าท่าทางในการทำงานของท่านมีผลต่อการเจ็บปวดของกระดูกข้อและกล้ามเนื้อ		
ใช่	17	85.00
ไม่ใช่	3	15.00
รวม	20	100
1.3 ลักษณะการทำงานของท่านทำให้ท่านจะต้องอยู่ในท่าที่กล้ามเนื้อจะต้องแข็งเกร็งคงที่เป็น เวลานาน ๆ หรือต้องออกแรงเป็นเวลา 3 – 5 นาที		
ใช่	16	80.00
ไม่ใช่	4	20.00
รวม	20	100
1.4 ลักษณะงานที่ท่านทำจะต้องออกแรงมากกว่าความสามารถที่ท่านมีตลอดเวลา		
ใช่	6	30.00
ไม่ใช่	14	70.00
รวม	20	100
1.5 ลักษณะงานที่ทำจำเป็นที่จะต้อง เพ่ง จดจ่อเป็นอย่างมากเป็นเวลา 3 – 5 นาที		
ใช่	17	85.00
ไม่ใช่	3	15.00
รวม	20	100

ตารางที่ 4.5 จำนวนค่าความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามแบบประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน(ต่อ)

(n=20)

แบบประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน	จำนวน	ร้อยละ
2. ท่าทางการทำงาน		
2.1 ท่านต้องยืนทำงานเป็นเวลาอย่างน้อยมากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงานทั้งหมด		
ใช่	17	85.00
ไม่ใช่	3	15.00
รวม	20	100
2.2 ท่านต้องมีการเอื้อมมือหยิบจับสิ่งของหรือเครื่องมือเสมอ ๆ		
ใช่	6	30.00
ไม่ใช่	14	70.00
รวม	20	100
2.3 ท่านต้องมีการบิดตัวหรือเอี้ยวตัวเสมอ ๆ		
ใช่	19	95.00
ไม่ใช่	1	5.00
รวม	20	100
2.4 ท่านต้องมีการลงน้ำหนักของตัวไปข้างใดข้างหนึ่ง หรืออยู่ในท่าที่ไม่สมดุลเสมอๆ		
ใช่	16	80.00
ไม่ใช่	4	20.00
รวม	20	100
3. การเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ		
3.1 ลักษณะการทำงานจะต้องมีการใช้มือหรือแขนอยู่ในท่าที่ทำงานหรือมีลักษณะเคลื่อนไหวซ้ำกัน หรือเหมือนกันตลอดเวลา หรือเป็นช่วงจังหวะของการทำงานที่มีความถี่อย่างรวดเร็ว (น้อยกว่า 30 วินาที)		
ใช่	15	75.00
ไม่ใช่	5	25.00
รวม	20	100

ตารางที่ 4.5 จำนวนค่าความถี่และร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามแบบประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน (ต่อ)

(n=20)

แบบประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน	จำนวน	ร้อยละ
3.2 กรณีที่มีลักษณะของการทำงานดังในข้อ 3.1 ท่านจำเป็นต้องออกแรงในการบีบหรือ จับของมือในการเคลื่อนไหว		
ใช่	16	80.00
ไม่ใช่	4	20.00
รวม	20	100
4. การยกของ		
4.1 ขณะที่ทำงานมีการยกของที่มีน้ำหนักมากกว่า 30 กก.		
ใช่	0	0.00
ไม่ใช่	20	100.00
รวม	20	100
4.2 ขณะที่ทำงาน มีการยกของที่มีน้ำหนักมากกว่า 10 กก. บ่อยๆ		
ใช่	0	0.00
ไม่ใช่	20	100.00
รวม	20	100
4.3 ของที่ยกมีลักษณะเป็นก้อนใหญ่เทอะทะ ไม่มั่นคง และของที่ไม่มีที่จับถือลำบาก		
ใช่	0	0.00
ไม่ใช่	20	100.00
รวม	20	100
4.4 ขณะที่ทำการยกของ ท่านต้องยกของห่างจากลำตัว		
ใช่	0	0.00
ไม่ใช่	20	100.00
รวม	20	100
4.5 เป็นการยกของที่มีอยู่เหนือไหล่หรือมืออยู่ต่ำกว่าเข่า		
ใช่	0	0.00
ไม่ใช่	20	100.00
รวม	20	100

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน สภาพทั่วไปส่วนใหญ่พบว่า มีท่าทางทำงานอยู่ในตำแหน่งหรือจุดใด จุดหนึ่งที่คงที่เป็นเวลามากกว่า 20 นาที คิดเป็นร้อยละ 90.00 มีท่าทางการทำงานที่มีผลต่อการเจ็บปวดกระดูกและกล้ามเนื้อ คิดเป็นร้อยละ 85.00 มีลักษณะการทำงานที่อยู่ในท่าที่กล้ามเนื้อจะต้องแข็งเกร็งคงที่เป็น เวลานานๆ หรือต้องออกแรงเป็นเวลา 3 – 5 นาที คิดเป็นร้อยละ 80.00 มีลักษณะงานที่ไม่ต้องออกแรงมากกว่าความสามารถที่ต้องทำตลอดเวลา คิดเป็นร้อยละ 70.00 ท่าทางการทำงานต้องยืนทำงานเป็นระยะเวลานานมากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลางานทั้งหมด 85.00 ไม่ต้องเอื้อมมือหยิบสิ่งของหรือเครื่องมือเสมอๆ คิดเป็นร้อยละ 70.00 มีท่าทางการทำงานบิดตัวหรือเอี้ยวตัวเสมอๆ คิดเป็นร้อยละ 95.00 มีท่าทางการทำงานลงน้ำหนักตัวไปข้างใดข้างหนึ่ง หรืออยู่ในท่าที่ไม่สมดุลเสมอๆ คิดเป็นร้อยละ 80.00 มีลักษณะการทำงานจะต้องมีการใช้มือหรือแขนอยู่ในท่าที่ทำงานหรือมีลักษณะเคลื่อนไหวซ้ำกัน หรือเหมือนกันตลอดเวลา หรือเป็นช่วงจังหวะของการทำงานที่มีความถี่อย่างรวดเร็ว (น้อยกว่า 30 วินาที) คิดเป็นร้อยละ75.00 มีลักษณะของการทำงานที่จำเป็นต้องออกแรงในการบีบหรือจับของมือในการเคลื่อนไหว คิดเป็นร้อยละ 80.00 ขณะที่ทำการยกของไม่ใช่การมีการยกของที่มีน้ำหนักมากกว่า 30 กก. คิดเป็นร้อยละ 100.00 ขณะที่ทำการยกของไม่มีการยกของที่มีน้ำหนักมากกว่า 10 กก. บ่อยๆ คิดเป็นร้อยละ 100.00 ของที่ยกไม่ใช่ลักษณะเป็นก้อนใหญ่เทอะทะ ไม่มั่นคง และของที่ยกไม่มีที่จับถือลำบาก คิดเป็นร้อยละ 100.00 ขณะที่ทำการยกของไม่ใช่ลักษณะต้องยกของห่างจากลำตัว คิดเป็นร้อยละ 100.00 และการยกของไม่ใช่ลักษณะของการยกอยู่เหนือไหล่หรือมืออยู่ต่ำกว่าเข่า คิดเป็นร้อยละ 100.00

4.4.2 ขั้นตอนการใช้เครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด

การผสมยางเป็นวิธีการเตรียมยางเพื่อขึ้นรูปโดยการเตรียมยางดิบเพื่อเข้าขั้นตอนการขึ้นรูปโดยใช้เครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด ผสมยางให้มีคุณสมบัติพร้อมขึ้นรูป โดยขั้นตอนการใช้เครื่องมีอยู่ 2 ขั้นตอน คือ

1) การเตรียมชิ้นยางเพื่อขึ้นรูป

การเตรียมชิ้นยางโดยการตัดชิ้นยางตามน้ำหนักของความต้องการในการขึ้นรูปเพื่อผสมกับสารเคมีที่เตรียมขึ้นรูปชิ้นงานนั้นๆดังรูปที่ 4.2 โดยยางที่ใช้มีน้ำหนัก 300 กรัม

2) การผสมยางบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด

การกรีดยางบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิดเป็นขั้นตอนที่ผสมยางโดยการกรีดเพื่อให้ยางขาดออกจากกันและผสมใหม่บนลูกกลิ้ง ทำการกรีดซ้ำอย่างต่อเนื่องเป็นแนวเฉียงลงสลับกันซ้ายและขวาดังรูปที่ 4.3 และดังรูปที่ 4.4 เพื่อให้คุณสมบัติของยางพร้อมเข้าสู่กระบวนการเติมสารเคมี ที่มีการออกแบบสูตรการเติมสารเคมีไว้ก่อนหน้า

รูปที่ 4.2 การเตรียมชิ้นยางเข้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด

รูปที่ 4.3 การกรีดยางบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด

(ก) (ข)

รูปที่ 4.4 ลักษณะการยืนกรีดผสมยางบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิดด้านข้าง

4.4.3 เก็บรวบรวมข้อมูล นำแบบประเมินแบบประเมินความเสี่ยง อาการผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินมาวิเคราะห์หาตำแหน่งของส่วนที่ร่างกายแสดงอาการความเจ็บปวดมากที่สุด เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์หาตำแหน่งของกล้ามเนื้อที่แสดงอาการเจ็บปวดของกลุ่มตัวอย่าง ตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม ดังตารางที่ 4.6 เนื่องจากการหาค่าความเชื่อมั่นของโปรแกรม Minitab โดยป้อนข้อมูลเป็นตัวเลขหรือลำดับของคะแนน โดยการจัดทำค่าตัวเลขการแบ่งระดับค่าความเจ็บปวดแบบ Numeric Rating Scale (NRS)

คะแนน 0 หมายถึง ไม่ปวดเลย ,ขยับตัวก็ไม่ปวด

คะแนน 1 – 3 หมายถึง ปวดเล็กน้อยพอทนได้นอนเฉยๆไม่ปวด,ขยับแล้วปวดเล็กน้อย

คะแนน 4 – 6 หมายถึง ปวดปานกลางนอนเฉยๆก็ปวด ,ขยับก็ปวด

คะแนน 7 – 10 หมายถึง ปวดมากที่สุดจนทนไม่ได้แม้นอนนิ่งๆ

การแบ่งระดับค่าความเจ็บปวดแบบ Numeric Rating Scale (NRS) คะแนนอาการปวดตั้งแต่ 4 ขึ้นไปควรจัดการความ

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลแบบประเมินความเสี่ยงของนักศึกษาขณะฝึกทักษะการทำงานวิชาการแปรรูปยาง (Rubbers Processing)

คนที่	ส่วนต่างของร่างกาย					
	คอ	ไหล่	หลังส่วนบน	หลังส่วนล่าง	แขนส่วนบน	ศอก
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	2	1	1	0	1	0
4	2	3	4	4	1	0
5	4	2	2	0	2	0
6	1	1	1	5	1	0
7	5	5	4	4	4	0
8	4	2	3	2	1	1
9	0	1	1	0	1	1
10	1	1	1	0	0	0
11	0	1	1	1	1	0
12	1	0	1	1	0	0
13	1	1	1	1	1	3
14	0	0	0	0	0	0
15	4	2	3	2	1	1
16	3	4	1	6	4	3
17	4	0	2	2	0	0
18	1	1	1	1	3	3
19	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลแบบประเมินความเสี่ยงของนักศึกษาขณะฝึกทักษะการทำงานวิชาการแปรรูปยาง (Rubbers Processing) (ต่อ)

คนที่	ส่วนต่างของร่างกาย					
	แขนส่วนล่าง	มือ/ข้อเท้า/นิ้วมือ	สะโพก/ต้นขา	หัวเข่า	น่อง	เท้า
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	3	0	0
4	3	2	2	1	1	3
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	3	5	3	3	5	5
8	1	2	0	0	1	1
9	1	2	1	0	0	1
10	0	0	0	1	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	1	1
13	3	3	1	3	3	3
14	0	0	0	0	0	0
15	1	2	0	0	1	1
16	3	3	2	1	3	4
17	2	0	0	0	3	0
18	1	3	1	1	1	3
19	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0

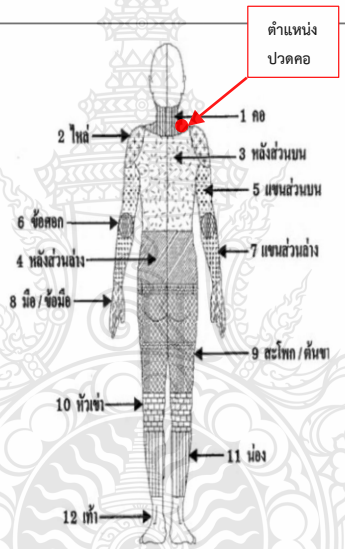
จากตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม คือ มีกลุ่มตัวอย่าง 20 คน กลุ่มตัวอย่างที่ไม่แสดงอาการปวดบริเวณใดเลย จำนวน 5 คน กลุ่มตัวอย่างที่แสดงอาการปวดที่คะแนนระดับ 4 ขึ้นไป ส่วนต่างๆ ของร่างกาย ดังนี้ คอจำนวน 5 คน ไหล่จำนวน 2 คน หลังส่วนบนจำนวน 2 คน หลังส่วนล่าง จำนวน 4 คน แขนส่วนบนจำนวน 3 คน มือจำนวน 1 คน น่องจำนวน 1 คน และเท้าจำนวน 2 คน การศึกษาครั้งนี้ต้องการศึกษาหากลุ่มตัวอย่างที่มีอาการปวดส่วนใดส่วนหนึ่งมากที่สุด ผลที่ได้จากการ

วิเคราะห์ทำให้ทราบว่า มีกลุ่มที่ปวดมากที่สุดคือบริเวณคอ จำนวน 5 คน และเนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ต้องการศึกษาหาความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกลุ่มที่มีอาการปวด และกลุ่มที่ไม่มีอาการปวด จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการประยุกต์ใช้ประเมินความเสี่ยง อาการผิดปกติของระบบโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก พบว่ามีนักศึกษาที่ไม่แสดงอาการปวด ทั้ง 12 ข้อ ของร่างกายเลย จำนวน 5 คน จึงนำข้อมูลที่ได้ทำการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในลำดับถัดไป

4.4.4 วิเคราะห์หาตำแหน่งของกล้ามเนื้อ ที่แสดงอาการปวด

จากผลของแบบประเมินฯ ทำให้ทราบว่า บริเวณที่มีอาการเจ็บปวดมากที่สุดคือ บริเวณคอ จากการเก็บผลแบบประเมินได้ให้กลุ่มตัวอย่างทำวงกลมตำแหน่งที่แสดงอาการเจ็บ ดังรูปที่ 4.5 เพื่อเป็นข้อมูลในการหาตำแหน่งของมัดกล้ามเนื้อ

ด้านซ้าย	
ส่วนร่างกาย	คะแนน
1.คอ	4
2.ไหล่	2
3.หลังส่วนบน	3
4.หลังส่วนล่าง	2
5.แขนส่วนบน	1
6.ข้อศอก	1
7.แขนส่วนล่าง	1
8.มือ/ข้อมือ/นิ้วมือ	2
9.สะโพก/ต้นขา	0
10.หัวเข่า	0
11.น่อง	1
12.เท้า	1



ด้านขวา	
ส่วนร่างกาย	คะแนน
1.คอ	4
2.ไหล่	2
3.หลังส่วนบน	3
4.หลังส่วนล่าง	2
5.แขนส่วนบน	1
6.ข้อศอก	1
7.แขนส่วนล่าง	1
8.มือ/ข้อมือ/นิ้วมือ	2
9.สะโพก/ต้นขา	0
10.หัวเข่า	0
11.น่อง	1
12.เท้า	1

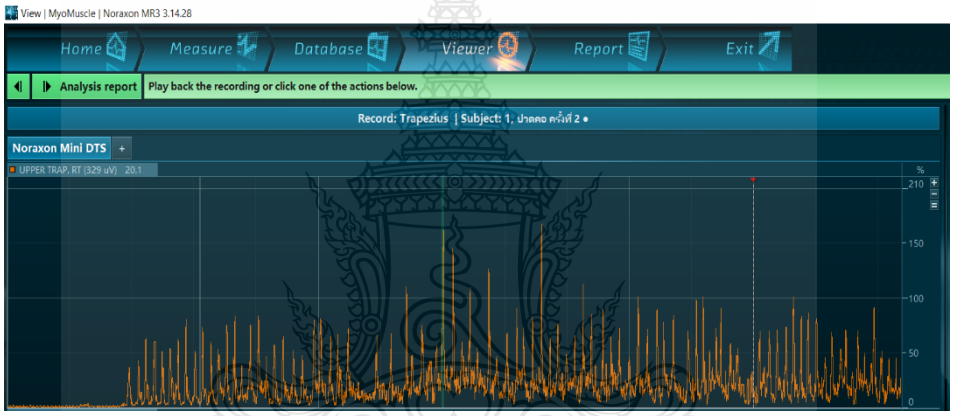
หมายเหตุ : ผู้ทำแบบประเมินหันหน้าเข้ากระดาษ
คะแนนอาการปวดตั้งแต่ 4 ขึ้นไป ควรจัดการความเจ็บปวด
ให้วงกลมส่วนร่างกายที่ท่านมีอาการเจ็บปวด

รูปที่ 4.5 บอกตำแหน่งที่มีอาการปวดคอ และมีค่าคะแนนอาการปวดที่ 4 คะแนน ควรจัดการความเจ็บปวด

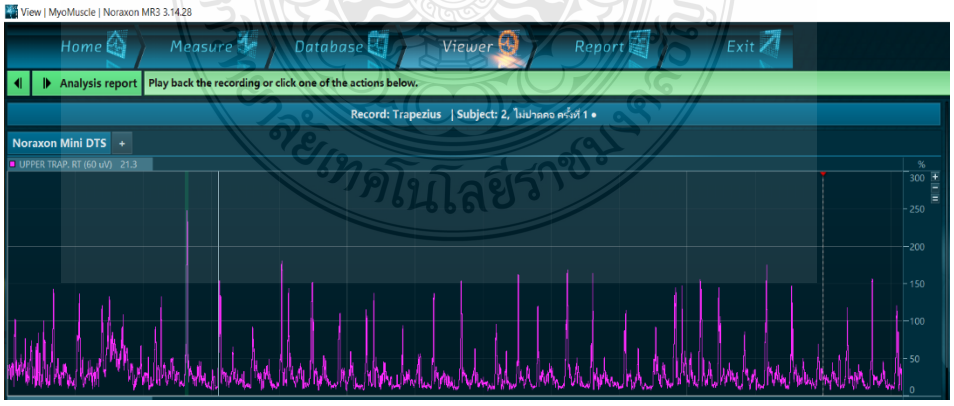
4.5 ผลการวัดด้วยคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน

การเก็บผลจากการวัดด้วยคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อแบบไร้สายขณะทำงาน (electromyography : EMG) แบ่งกลุ่มตัวอย่าง ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่แสดงอาการความเจ็บปวดที่ควรจัดการความเจ็บปวดของร่างกายมากที่สุด คือ คอจำนวน 5 คน สามารถระบุกล้ามเนื้อ

ส่วนนั้นได้คือ กล้ามเนื้อทราพีเซียสบน (Upper Trapezius) ดังรูปที่ 2.23 กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่ไม่แสดงอาการความเจ็บปวด จำนวน 5 คน โดยใช้เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) เพื่อทำการเก็บผลของกล้ามเนื้อขณะกลุ่มตัวอย่างกำลังกรีดยางจะแสดงอยู่ในรูปแบบของ ค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด 100% Maximum Voluntary Contraction (%MVC) จากโปรแกรม Noraxon MR3 ดังรูปที่ 4.6 บอกลักษณะและค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด ของกล้ามเนื้อในรูปแบบคลื่นไฟฟ้า ขณะปฏิบัติงานของกลุ่มตัวอย่างที่มีอาการปวดคอ ดังรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7 บอกลักษณะและค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุดของกล้ามเนื้อในรูปแบบคลื่นไฟฟ้า ขณะปฏิบัติงานของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีอาการปวดคอ ค่าเฉลี่ยของคลื่นกล้ามเนื้อไฟฟ้าของกลุ่มมีอาการปวดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ดังตารางที่ 4.3 และค่าเฉลี่ยของคลื่นกล้ามเนื้อไฟฟ้าของกลุ่มไม่มีอาการปวดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ดังตารางที่ 4.4



รูปที่ 4.6 ค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด 100% Maximum Voluntary Contraction (%MVC) ของคนที่ปวดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ลำดับที่ 1 เก็บผลครั้งที่ 2



รูปที่ 4.7 ค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด 100% Maximum Voluntary Contraction (%MVC) ของคนที่ไม่ปวดกล้ามเนื้อทราพเซียสบน ลำดับที่ 2 เก็บผลครั้งที่ 2

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองของผู้ปฏิบัติงานที่มีอาการปวดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ดังภาคผนวก จ

คนที่	ID	%MVC (μV)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	1	154	329	288	257.00
2	2	289	191	136	205.33
3	3	189	208	239	212.00
4	4	167	139	136	147.33
5	5	221	167	234	207.33

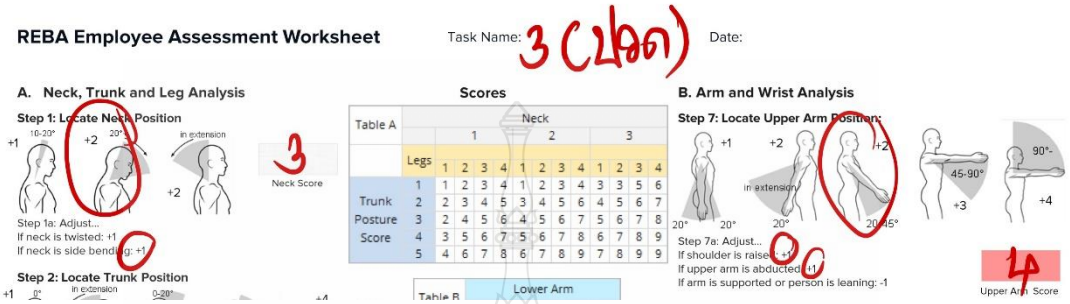
ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองของผู้ปฏิบัติงานที่ไม่มีอาการปวดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ดังภาคผนวก จ

คนที่	ID	%MVC (μV)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	1	207	133	150	163.33
2	2	60	102	156	106.00
3	3	80	238	141	153.00
4	4	181	147	205	177.67
5	5	105	67	93	88.33

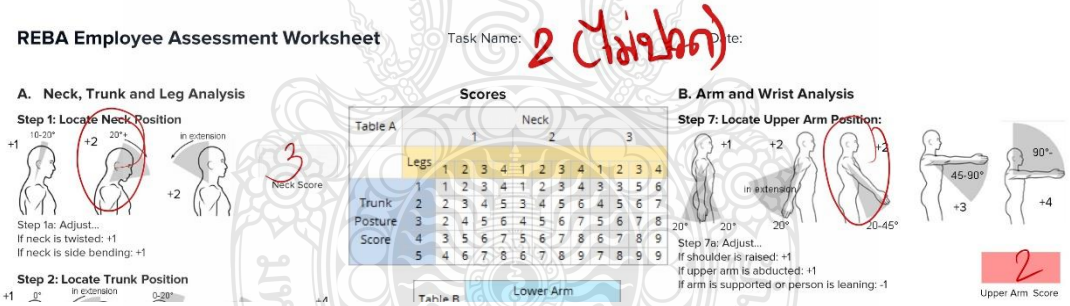
4.6 ประเมินท่าทางการการทำงานด้วยวิธี Repid Entire Body Assessment (REBA) เพื่อประเมินท่าทางการทำงานในส่วนคอและแขนส่วนบน

การประเมินความเสี่ยงโดยวิธีการ Rapid Entire Body Assessment (REBA) Worksheet โดยใช้ในการประเมินทางการยศาสตร์และตรวจสอบท่าทางการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง โดยบันทึกวีดีโอและถ่ายภาพขณะที่กำลังปฏิบัติงาน เพื่อนำไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงแบบ REBA 15 ขั้นตอน โดยใช้แบบฟอร์มตารางมาตรฐานการประเมิน REBA ผลการประเมินความเสี่ยงของผู้ปฏิบัติงานที่มีอาการปวดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ประเมินเฉพาะท่าทางการทำงานในส่วนคอและแขนส่วนบน ดังรูปที่ 4.8 และผู้ปฏิบัติงานที่มีไม่มีอาการปวดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ประเมินเฉพาะท่าทางการทำงานในส่วนคอ

และแขนส่วนบนดังภาคผนวก ฉ ดังรูปที่ 4.9 ของผู้ปฏิบัติงานที่มีอาการปวดคอ ดังตารางที่ 4.7 และคะแนนการประเมินของผู้ปฏิบัติงานที่ไม่มีอาการปวดคอ ดังตารางที่ 4.8 โดยมีเกณฑ์การประเมินด้วยวิธี REBA ดังตารางที่ 2.2 และตารางที่ 2.7



รูปที่ 4.8 การประเมินทางการยศาสตร์โดยแบบประเมินด้วยวิธี REBA 1 ประเมินเฉพาะท่าทางการทำงานในส่วนคอและแขนส่วนบน ของกลุ่มที่มีอาการปวดคอ หรือ กล้ามเนื้อทราพีเซียสบน คนที่ 3



รูปที่ 4.9 การประเมินทางการยศาสตร์โดยแบบประเมินด้วยวิธี REBA ประเมินเฉพาะท่าทางการทำงานในส่วนคอและแขนส่วนบน ของกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอ หรือ กล้ามเนื้อทราพีเซียสบน คนที่ 2

จากตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6 การประเมินท่าทางการทำงานของร่างกายส่วนคอจะพิจารณาจากมุมองศาของคอโดยในลักษณะเทียบกับแนวตั้งของร่างกาย ท่าทางการทำงานของผู้ปฏิบัติงานที่มีมุมองศาของการก้มคอหรือเงยคอที่มากเกินไป อาจจะทำให้มีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อบริเวณคอได้ นอกจากนั้นลักษณะของคอที่มีการบิด หรือเอียงก็ทำให้เกิดความเสี่ยงต่ออาการปวดเมื่อยได้เช่นกัน นักศึกษาที่มีคะแนนส่วนคอ เท่ากับ 1 หมายถึง ก้มคอขณะทำงาน โดยมีมุม 0 - 20 องศา

คะแนนเท่ากับ 2 มีการก้มคอ มีมุมมากกว่า 20 องศา และ คะแนนเท่ากับ 3 หมายถึงนักศึกษา มีการหมุนคอหรือเอียงคอเพิ่มไปด้านข้างขณะก้มคอทำงานที่มุมมากกว่า 20 องศา

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ของผู้ปฏิบัติงานที่มีอาการปวดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน โดยวิธี REBA

ลำดับ	ID	REBA (คะแนน)	
		คอ (Neck)	แขนส่วนบน (Upper Arm)
1	1	3	5
2	2	2	3
3	3	3	4
4	4	1	2
5	5	2	4

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ของผู้ปฏิบัติงานที่มีไม่มีอาการปวดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน โดยวิธี REBA

ลำดับ	ID	REBA (คะแนน)	
		คอ (Neck)	แขนส่วนบน (Upper Arm)
1	1	3	2
2	2	3	2
3	3	1	3
4	4	1	3
5	5	2	2

จากตารางที่ 4.9 และตารางที่ 4.10 การประเมินท่าทางการทำงานของร่างกายแขนส่วนบน จะพิจารณาเฉพาะแขนตั้งแต่หัวไหล่ จนถึงข้อศอกว่ามีมุมอย่างไรเมื่อเทียบกับระดับแนวดิ่งของลำตัว โดยระดับมุมที่มีความเสี่ยงน้อยคือ ท่าทางที่มีมุมอยู่ระหว่าง 20 องศา ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของลำตัว แต่ถ้าผู้ปฏิบัติงานมีการยกแขนทั้งด้านหน้าและด้านหลัง มากกว่า 20 องศา จะมีความเสี่ยงมาก

ต่อการปวดเมื่อย โดยระดับมุมที่มากขึ้นจะทำให้มีความเสี่ยงมากขึ้นตามลำดับ โดยระดับคะแนนของแขนส่วนบนของนักศึกษาที่มีอาการปวดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ในระดับ 2 ถึง 5 คะแนน หมายถึง นักศึกษามีการยกแขนไปด้านหน้ามากกว่า 20 องศา และยังมีการยกหัวไหล่ขณะทำงานเพิ่มไปด้วย ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อการปวดเมื่อยมากยิ่งขึ้น

4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลอยู่สองวิธีดังนี้

1) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป คือ Pearson Correlations โดยไม่ได้แปลความหมายว่าตัวแปรหนึ่งเป็นเหตุ (ตัวแปรต้น) และอีกตัวแปรเป็นผล (ตัวแปรตาม) สามารถบอกได้แค่ว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และทำให้ทราบว่ามีขนาดความสัมพันธ์กันมากน้อยขนาดไหน ข้อมูลสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.11

2) สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานด้วยค่าเฉลี่ยสำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ Two-Sample T-Test ข้อมูลสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.11 และตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลตัวแปรต้นและตัวแปรตามของผู้ปฏิบัติงานที่มีอาการปวดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน

คนที่	ID	ตัวแปรต้น (X)					ตัวแปรตาม (Y)
		ส่วนสูง (cm)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	แรงบีบมือ (กก./ม^2)	REBA (คะแนน) Neck	REBA (คะแนน) Upper Arm	%MVC (μV)
1	1	180	69	38.2	3	5	257.00
2	2	175	70	40.0	2	3	205.33
3	3	176	83	34.5	3	4	212.00
4	4	174	110	35.8	1	2	147.33
5	5	176	82	36.4	2	4	207.33

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลตัวแปรต้นและตัวแปรตามของผู้ปฏิบัติงานที่ไม่มีอาการปวดกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน

คนที่	ID	ตัวแปรต้น (X)					ตัวแปรตาม (Y)
		ส่วนสูง (cm)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	แรงบีบมือ (กก./ม^2)	REBA (คะแนน) Neck	REBA (คะแนน) Upper Arm	%MVC (μV)
1	1	170	53	39.6	3	2	163.33
2	2	168	62	36.4	3	2	106.00
3	3	162	53.3	36.3	1	3	153.00
4	4	163	73	43.4	1	3	177.67
5	5	165	51	37.9	2	2	88.33

4.7.1 ปัจจัยส่วนบุคคล คือ ส่วนสูง น้ำหนัก แรงบีบมือ ท่าทางการทำงานของร่างกายส่วนคอ และ ท่าทางการทำงานของร่างกายแขนส่วนบน มีความสัมพันธ์กับ ผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

การหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปร จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์จะใช้วิธีการอ่านค่าแปลผล โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, r) คือค่าที่วัดหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปรขึ้นไป โดยมองในแง่ของความสอดคล้อง,ความเกี่ยวข้อง,สัมพันธ์กันของข้อมูล เนื่องจากข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ จึงได้เลือกใช้วิธีการ Pearson Correlation ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ผลในโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab ดังตารางที่ 4.11 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ในโปรแกรมสำเร็จรูปมินิแท็ป (Minitab) การแปรผลระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, r) ดังตารางที่ 2.18 และตารางที่ 2.19

สมมติฐาน

H_0 : ตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1 : ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน

หรือ

$H_0: \rho = 0$

$H_1: \rho \neq 0$

4.7.1.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ส่วนสูง กับ ผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

สมมติฐาน

H_0a : ปัจจัยส่วนบุคคลด้านส่วนสูง ไม่มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

H_1a : ปัจจัยส่วนบุคคลด้านส่วนสูง มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

หรือ

$H_0a : \rho = 0$

$H_1a : \rho \neq 0$

WORKSHEET 1

Correlation: ส่วนสูง, %MVC (ปวดคอ)

Correlations

	ส่วนสูง
%MVC (ปวดคอ)	0.906

Pairwise Pearson Correlations

Sample 1	Sample 2	N	Correlation	95% CI for ρ	P-Value
%MVC (ปวดคอ)	ส่วนสูง	5	0.906	(0.118, 0.994)	0.034

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	ส่วนสูง	น้ำหนัก	แรงบีบมือ	ประเมินส่วนคอ	ประเมินแขนส่วนบน	%MVC (ปวดคอ)
1	180	69	38.2	3	5	257.00
2	175	70	40.0	2	3	205.33
3	176	83	34.5	3	4	212.00
4	174	110	35.8	1	2	147.33
5	176	82	36.4	2	4	207.33

รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่าง ส่วนสูง กับ ค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด 100% Maximum Voluntary Contraction (%MVC) ของคนที่ปวดคอ

จากการวิเคราะห์ผล พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านส่วนสูงมีค่า P-Value เท่ากับ 0.034 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0a) และ ยอมรับสมมติฐานรอง (H_1a) หมายความว่าปัจจัยส่วนบุคคลด้านส่วนสูง มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)

เท่ากับ 0.906 แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับสูงมากหมายความว่าเมื่อกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวดมีส่วนสูงที่เพิ่มขึ้น จะมีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ(Electromyogram : EMG) เพิ่มขึ้นในระดับสูงมาก ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ดังรูปที่ 4.10

4.7.1.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนัก กับ ผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

สมมติฐาน

H_0b : ปัจจัยส่วนบุคคลด้านน้ำหนัก ไม่มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

H_1b : ปัจจัยส่วนบุคคลด้านน้ำหนัก มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

หรือ

$H_0b : \rho = 0$

$H_1b : \rho \neq 0$

WORKSHEET 1

Correlation: น้ำหนัก, %MVC (ปวดคอ)

Correlations

	น้ำหนัก
%MVC (ปวดคอ)	-0.888

Pairwise Pearson Correlations

Sample 1	Sample 2	N	Correlation	95% CI for ρ	P-Value
%MVC (ปวดคอ)	น้ำหนัก	5	-0.888	(-0.993, -0.026)	0.044

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	ส่วนสูง	น้ำหนัก	แรงบีบมือ	ประเมินส่วนคอ	ประเมินแขนส่วนบน	%MVC (ปวดคอ)
1	180	69	38.2	3	5	257.00
2	175	70	40.0	2	3	205.33
3	176	83	34.5	3	4	212.00
4	174	110	35.8	1	2	147.33
5	176	82	36.4	2	4	207.33

รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนัก กับ ค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด 100% Maximum Voluntary Contraction (%MVC) ของคนที่ปวดคอ

จากการวิเคราะห์ผล พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านน้ำหนักมีค่า P-Value เท่ากับ 0.044 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0b) และ ยอมรับสมมติฐานรอง (H_1b) หมายความว่า

ปัจจัยส่วนบุคคลด้านน้ำหนัก มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.888 แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามในระดับสูง หมายความว่าเมื่อกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวดมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น จะมีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ลดลงในระดับสูง ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ดังรูปที่ 4.11

4.7.1.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงบีบมือ กับ ผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

สมมติฐาน

H_0c : ปัจจัยส่วนบุคคลด้านแรงบีบมือไม่มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

H_1c : ปัจจัยส่วนบุคคลด้านแรงบีบมือมีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

หรือ

$H_0c : \rho = 0$

$H_1c : \rho \neq 0$

WORKSHEET 1

Correlation: แรงบีบมือ, %MVC (ปวดคอ)

Correlations

	แรงบีบมือ
%MVC (ปวดคอ)	0.339

Pairwise Pearson Correlations

Sample 1	Sample 2	N	Correlation	95% CI for ρ	P-Value
%MVC (ปวดคอ)	แรงบีบมือ	5	0.339	(-0.775, 0.940)	0.576

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	ส่วนสูง	น้ำหนัก	แรงบีบมือ	ประเมินส่วนคอ	ประเมินแขนส่วนบน	%MVC (ปวดคอ)
1	180	69	38.2	3	5	257.00
2	175	70	40.0	2	3	205.33
3	176	83	34.5	3	4	212.00
4	174	110	35.8	1	2	147.33
5	176	82	36.4	2	4	207.33

รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงบีบมือ กับ ค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด 100% Maximum Voluntary Contraction (%MVC) ของคนที่ปวดคอ

จากการวิเคราะห์ผล พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านแรงบีบมือ มีค่า P-Value เท่ากับ 0.576 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0c) และปฏิเสธสมมติฐานรอง (H_1c) หมายความว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านแรงบีบมือ ไม่มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ดังรูปที่ 4.12

4.7.1.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ท่าทางการทำงานของร่างกายส่วนคอ (Neck) กับ ผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

สมมติฐาน

H_0d : ปัจจัยส่วนบุคคลด้านท่าทางการทำงานของร่างกายส่วนคอ (Neck) ไม่มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

H_1d : ปัจจัยส่วนบุคคลด้านท่าทางการทำงานของร่างกายส่วนคอ (Neck) มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

หรือ

$H_0d : \rho = 0$

$H_1d : \rho \neq 0$

WORKSHEET 1

Correlation: ประเมินส่วนคอ, %MVC (ปวดคอ)

Correlations

	ประเมินส่วนคอ
%MVC (ปวดคอ)	0.888

Pairwise Pearson Correlations

Sample 1	Sample 2	N	Correlation	95% CI for ρ	P-Value
%MVC (ปวดคอ)	ประเมินส่วนคอ	5	0.888	(0.026, 0.993)	0.044

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	ส่วนสูง	น้ำหนัก	แรงบีบมือ	ประเมินส่วนคอ	ประเมินแขนส่วนบน	%MVC (ปวดคอ)
1	180	69	38.2	3	5	257.00
2	175	70	40.0	2	3	205.33
3	176	83	34.5	3	4	212.00
4	174	110	35.8	1	2	147.33
5	176	82	36.4	2	4	207.33

รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่าง ท่าทางการทำงานของร่างกายส่วนคอ (Neck) กับ ค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด 100% Maximum Voluntary Contraction (%MVC) ของคนที่ปวดคอ

จากการวิเคราะห์ผล พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านท่าทางการทำงานของร่างกายส่วนคอ (Neck) มีค่า P-Value เท่ากับ 0.044 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0d) และ ยอมรับสมมติฐานรอง (H_1d) หมายความว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านท่าทางการทำงานของร่างกายส่วนคอ (Neck) มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.888 แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับสูง หมายความว่าเมื่อกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวดมีคะแนนท่าทางการทำงานของร่างกายส่วนคอ (Neck) เพิ่มขึ้น จะมีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) เพิ่มขึ้นในระดับสูง ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ดังรูปที่ 4.13

4.7.1.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ท่าทางการทำงานของร่างกายแขนส่วนบน (Upper Arm) กับ ผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

สมมติฐาน

H_0e : ปัจจัยส่วนบุคคลด้านท่าทางการทำงานของร่างกายแขนส่วนบน (Upper Arm) ไม่มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

H_1e : ปัจจัยส่วนบุคคลด้านท่าทางการทำงานของร่างกายแขนส่วนบน (Upper Arm) มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

หรือ

$H_0e : \rho = 0$

$H_1e : \rho \neq 0$

WORKSHEET 1

Correlation: ประเมินแขนส่วนบน, %MVC (ปวดคอ)

Correlations

	ประเมินแขนส่วนบน
%MVC (ปวดคอ)	0.948

Pairwise Pearson Correlations

Sample 1	Sample 2	N	Correlation	95% CI for ρ	P-Value
%MVC (ปวดคอ)	ประเมินแขนส่วนบน	5	0.948	(0.403, 0.997)	0.014

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	ส่วนสูง	น้ำหนัก	แรงบีบมือ	ประเมินส่วนคอ	ประเมินแขนส่วนบน	%MVC (ปวดคอ)	
1	180	69	38.2	3	5	257.00	
2	175	70	40.0	2	3	205.33	
3	176	83	34.5	3	4	212.00	
4	174	110	35.8	1	2	147.33	
5	176	82	36.4	2	4	207.33	

รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่าง ท่าทางการทำงานของร่างกายแขนส่วนบน (Upper Arm) กับ ค่าการหดตัวกล้ามเนื้อสูงสุด 100% Maximum Voluntary Contraction (%MVC) ของคนที่ปวดคอ

จากการวิเคราะห์ผล พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านท่าทางการทำงานของร่างกายแขนส่วนบน (Upper Arm) มีค่า P-Value เท่ากับ 0.014 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0e) และยอมรับสมมติฐานรอง (H_1e) หมายความว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านท่าทางการทำงานของร่างกายแขนส่วนบน (Upper Arm) มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.948 แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับสูงมาก หมายความว่าเมื่อกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวดมีคะแนนท่าทางการทำงานของร่างกายแขนส่วนบน (Upper Arm) เพิ่มขึ้น จะมีคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) เพิ่มขึ้นในระดับสูงมาก ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ดังรูปที่ 4.14

4.7.2 ผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด มีค่ามากกว่า ผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่พบอาการปวด

จากการเก็บคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ของกลุ่มที่มีอาการปวดคอ และ กลุ่มไม่มีอาการปวดคอ ดังนั้นเพื่อให้สรุปผลได้ว่า ผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG)

ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด มีค่ามากกว่า ผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่พบอาการปวด จึงเลือกใช้วิธีการทดสอบในเรื่องของความเท่ากันของค่าเฉลี่ยระหว่าง 2 ประชากร (Two-Sample T-Test) เพื่อทดสอบหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่มีอาการปวดคอ และกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอ โดยการทดสอบสถิติดังกล่าว มีข้อกำหนดเบื้องต้น (Assumptions) 4 ข้อดังต่อไปนี้

ข้อกำหนดที่ 1 ชุดข้อมูลมีการวัดระดับช่วงมาตรา (Interval Scale) หรือ การวัดระดับอัตราส่วนมาตรา (Ratio Scale) – พิจารณาจากลักษณะของข้อมูลโดยตรง

ข้อกำหนดที่ 2 ชุดข้อมูลมีความอิสระของตัวอย่างภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม - พิจารณาจากชุดข้อมูลโดยตรง

ข้อกำหนดที่ 3 ชุดข้อมูลแต่ละกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) – สามารถทำการทดสอบได้ด้วยสถิติทดสอบหลายวิธีการ โดยในงานวิจัยนี้เลือกทำการทดสอบด้วยสถิติของ Kolmogorov-Smirnov

ข้อกำหนดที่ 4 ชุดข้อมูลแต่ละกลุ่มมีความแปรปรวนเท่ากัน (Equality of Variances) – สามารถทำการทดสอบได้ด้วยสถิติทดสอบหลายวิธีการ โดยในงานวิจัยนี้เลือกทำการทดสอบด้วยสถิติของ Levene

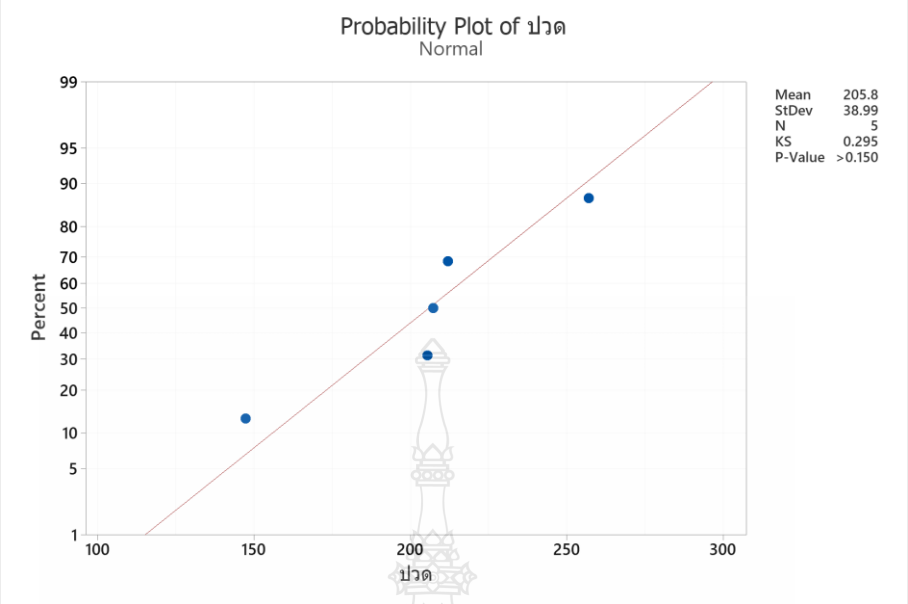
เพื่อให้การสรุปผลทำได้อย่างถูกต้องตามหลักการทดสอบทางสถิติดังนั้นข้อมูลต้องมีลักษณะไปตามข้อกำหนดทุกข้อ หากข้อมูลมีคุณลักษณะไม่เป็นไปตามข้อกำหนดใดข้อกำหนดหนึ่งดังกล่าวข้างต้น จำต้องเลือกใช้วิธีการทดสอบทางสถิติอื่น ๆ ที่มีความสามารถเทียบเคียงกันได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้สถิติแบบพาราเมตริกด้วยวิธี Two-Sample T-test เพื่อทำการวิเคราะห์ผลข้อมูล

4.7.2.1 ผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด จากการทดสอบคุณลักษณะของข้อมูลพบว่า

ข้อกำหนดที่ 1 ชุดข้อมูลมีการวัดระดับช่วงมาตรา

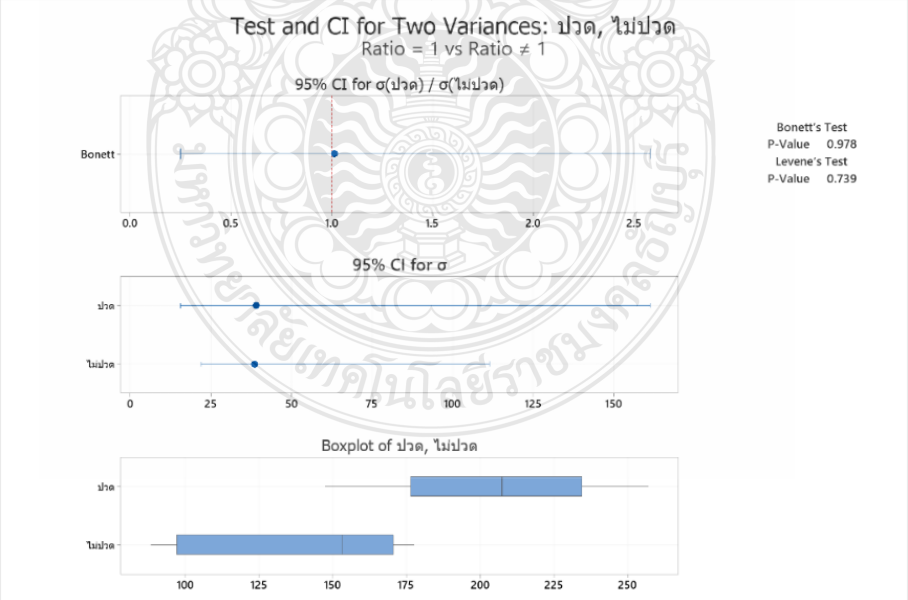
ข้อกำหนดที่ 2 ชุดข้อมูลมีความอิสระของตัวอย่างภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม

ข้อกำหนดที่ 3 จากตารางที่ 4.8 ผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวดมีการแจกแจงแบบปกติ เนื่องจากมีค่า P-Value มากกว่า 0.05 ของการทดสอบสถิติของ Kolmogorov-Smirnov ดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 การทดสอบสถิติของ Kolmogorov-Smirnov ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

ข้อกำหนดที่ 4 จากตารางที่ 4.11 และตารางที่ 4.12 ความแปรปรวนของตัวอย่างทั้งสองกลุ่มดังกล่าวข้างต้นไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากมีค่า P- P-Value มีค่ามากกว่า 0.05 ดังรูปที่ 4.16



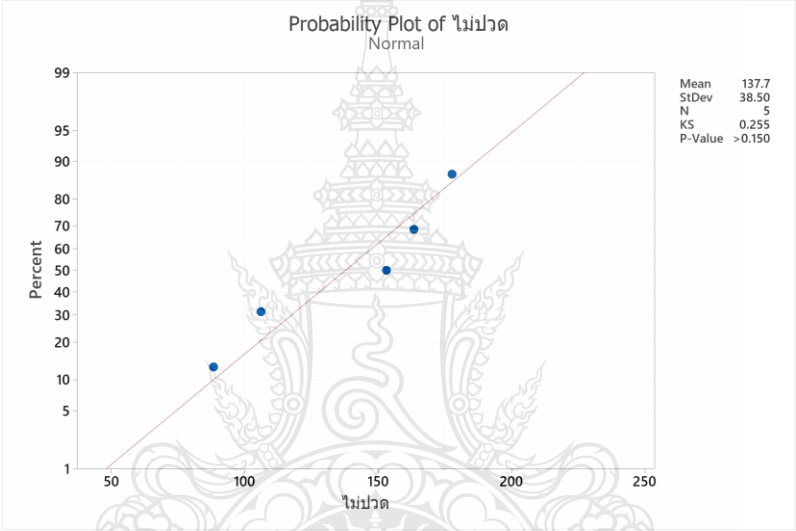
รูปที่ 4.16 การทดสอบสถิติของ Levene ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

4.7.2.2 ผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่พบอาการปวด จากการทดสอบคุณลักษณะของข้อมูลพบว่า

ข้อกำหนดที่ 1 ชุดข้อมูลมีการวัดระดับช่วงมาตรา

ข้อกำหนดที่ 2 ชุดข้อมูลมีความอิสระของตัวอย่างภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม

ข้อกำหนดที่ 3 จากตารางที่ 4.11 ผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวดมีการแจกแจงแบบปกติ เนื่องจากมีค่า P-Value มากกว่า 0.05 ของการทดสอบสถิติของ Kolmogorov-Smirnov ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 การทดสอบสถิติของ Kolmogorov-Smirnov ของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่พบอาการปวด

ข้อกำหนดที่ 4 จากตารางที่ 4.11 และตารางที่ 4.12 ความแปรปรวนของตัวอย่างทั้งสองกลุ่มดังกล่าวข้างต้นไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากมีค่า P- P-Value มีค่ามากกว่า 0.05 ดังรูปที่ 4.17

จากการทดสอบเรื่องข้อกำหนดทั้ง (Assumption) ทั้ง 4 ข้อ ของการทดสอบสถิติในเรื่องการทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยระหว่างประชากร 2 กลุ่ม (Two-Sample T-Test) พบว่าสามารถเลือกใช้สถิติดังกล่าวได้ ในการทดสอบชุดข้อมูลพบว่าข้อมูลผ่านข้อกำหนด ทั้ง 4 ข้อ จึงสามารถเลือกใช้สถิติแบบพาราเมตริกด้วยวิธี (Two-Sample T-Test) เพื่อใช้ในการทดสอบแทนโดยสามารถกำหนดสมมุติฐานได้ดังนี้

สมมติฐาน

H_0 : ค่าเฉลี่ยของผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด เท่ากับ ค่าเฉลี่ยของผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่พบอาการปวด

H_1: ค่าเฉลี่ยของผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด มากกว่า ค่าเฉลี่ยของผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่พบอาการปวด

หรือ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

โดยที่

μ_1 คือ ค่าเฉลี่ยของผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยของผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่พบอาการปวด

WORKSHEET 1

Two-Sample T-Test and CI: %MVC (ปวด), %MVC (ไม่ปวด)

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
%MVC (ปวด)	5	205.8	39.0	17
%MVC (ไม่ปวด)	5	137.7	38.5	17

Estimation for Difference

Difference	Pooled StDev	95% Lower Bound for Difference
68.1	38.7	22.6

Test

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

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

T-Value	DF	P-Value
2.78	8	0.012

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	%MVC (ปวด)	%MVC (ไม่ปวด)				
1	257.00	163.33				
2	205.33	106.00				
3	212.00	153.00				
4	147.33	177.67				
5	207.33	88.33				

รูปที่ 4.18 การวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมมินิแท็ป (Minitab) ด้วยสถิติ Two-Sample T-Test

การวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมมินิแท็ป (Minitab) ด้วยสถิติ Two-Sample T-Test ค่าเฉลี่ยของ %MVC (ปวด) และ ค่าเฉลี่ยของ %MVC (ไม่ปวด) มีค่าเท่ากับ 205.8 และ 137.7 ตามลำดับ ค่า P – Value มีค่าเท่ากับ 0.012 ดังรูปที่ 4.18 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก และยอมรับสมมติฐานรอง คือ ค่าเฉลี่ยของผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด มากกว่า ค่าเฉลี่ยของผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่พบอาการปวด (Electromyogram : EMG) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ขณะปฏิบัติงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปเป็นแนวทางแก้ไข ช่วยลดการบาดเจ็บ และการปวดเมื่อยจากการทำงาน ในขั้นตอนการทำงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด (Open System Rubber Two-Roll Mill Mixer Machine) ซึ่งมีผลการศึกษาลักษณะท่าทางในการปฏิบัติงาน และวิเคราะห์ผลจากสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ(EMG) โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 จากการศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของนักศึกษาฝึกทักษะการทำงานบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

ปัจจัยส่วนบุคคล	ผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด			
	Pearson Correlation	P – Value	ทิศทาง	ระดับความสัมพันธ์
1. ส่วนสูง	0.906	0.034	เดียวกัน	สัมพันธ์สูงมาก
2. น้ำหนัก	-0.888	0.044	ตรงกันข้าม	สัมพันธ์สูง
3. แรงบีบมือ	0.339	0.576	เดียวกัน	ไม่มีความสัมพันกัน
4. ท่าทางการทำงานประเมินส่วนคอ	0.888	0.044	เดียวกัน	สัมพันธ์สูง
5. ท่าทางการทำงานประเมินแขนส่วนบน	0.948	0.014	เดียวกัน	สัมพันธ์สูงมาก

จากตารางที่ 5.1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ ส่วนสูง น้ำหนัก แรงบีบมือ ท่าทางการทำงานประเมินส่วนคอ และท่าทางการทำงานประเมินส่วนแขน โดยผลตามสมมติฐานสามารถสรุปได้ ดังนี้

5.1.1.1 ปัจจัยส่วนบุคคลด้านส่วนสูง มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

ผลจากการทดสอบสมมติฐาน คือ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก และยอมรับสมมติฐานรอง หมายความว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านส่วนสูง มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.1.1.2 ปัจจัยส่วนบุคคลด้านน้ำหนัก มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

ผลจากการทดสอบสมมติฐาน คือปฏิเสธสมมติฐานหลัก และ ยอมรับสมมติฐานรองหมายความว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านน้ำหนัก มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.1.1.3 ปัจจัยส่วนบุคคลด้านแรงบีบมือมีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

ผลจากการทดสอบสมมติฐาน คือ ยอมรับสมมติฐานหลัก และปฏิเสธสมมติฐานรอง หมายความว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านแรงบีบมือ ไม่มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.1.1.4 ปัจจัยส่วนบุคคลด้านท่าทางการทำงานของร่างกายส่วนคอ (Neck) มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

ผลจากการทดสอบสมมติฐาน คือ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก และ ยอมรับสมมติฐานรอง หมายความว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านท่าทางการทำงานของร่างกายส่วนคอ (Neck) มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.1.1.5 ปัจจัยส่วนบุคคลด้านท่าทางการทำงานของร่างกายแขนส่วนบน (Upper Arm) มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด

ผลจากการทดสอบสมมติฐาน คือ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก และ ยอมรับสมมติฐานรอง หมายความว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านท่าทางการทำงานของร่างกายแขนส่วนบน (Upper Arm) มีความสัมพันธ์กับผลวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ของกลุ่มตัวอย่างที่พบอาการปวด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.1.2 ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่า การทำงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด มีปัจจัยส่วนบุคคลด้าน ส่วนสูง น้ำหนัก ท่าทางการทำงานของร่ายกายส่วนคอ และท่าทางการทำงานของร่ายกายแขนส่วนบน ทำให้เกิดการทำงานของกล้ามเนื้อทราพีเซียสที่สูงขึ้นอันจะส่งผลต่ออาการปวดที่เกิดขึ้นในภายหลัง จากผลที่ได้จึงเสนอแนวทางในการแก้ไขส่วนนี้ เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานมีส่วนสูงที่ไม่เท่ากันแต่เครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิดมีความสูงที่คงที่ ดังนั้นควรมีการปรับปรุงสถานที่ทำงานให้มีความเหมาะสมกับเจ้าหน้าที่ [33] ในลักษณะตำแหน่งการยืนทำงานให้มีระดับความสูงที่เหมาะสมทางด้านการยศาสตร์ โดยสามารถปรับระดับในการยืนทำงานได้ การยืนทำงานของเจ้าหน้าที่ ที่มีส่วนสูงมากส่งผลให้มีท่าทางการทำงานในลักษณะของการก้มและการยกแขนส่วนบน มาที่ตำแหน่งของชิ้นงาน จะช่วยลดการบาดเจ็บ และการปวดเมื่อยจากการทำงาน ในขั้นตอนการทำงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาที่ได้สามารถนำข้อมูลที่ได้เป็นแนวทางในการออกแบบปรับปรุงอุปกรณ์เสริมในการยืนทำงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด เพื่อให้เกิดความเหมาะสมในท่าทางการยืนทำงานตามหลักการยศาสตร์

ผู้ที่มีความสนใจในการศึกษาวัดของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyogram : EMG) ควรตรวจสอบเรื่องอุณหภูมิสถานที่ในการเก็บข้อมูลเนื่องจากการเก็บผลต้องมีการติดเครื่องมือและอุปกรณ์กับผิวหนังของกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นปัญหาที่พบคือเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีเหงื่อออกในปริมาณมากจะทำให้การติดเครื่องมืออุปกรณ์ได้ยาก ทำให้ล่าช้าในการเก็บผล

การเก็บผลวิจัยในครั้งต่อไปควรมีการเก็บผลคลื่นกล้ามเนื้อไฟฟ้าของแขนส่วนบนด้วยเพื่อมาเป็นข้อมูลในการในการหาความสัมพันธ์กับปัจจัยส่วนบุคคลทางการยศาสตร์ และควรเพิ่มปัจจัยกายภาพและปัจจัยด้านจิตสังคม ทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้หลากหลายและครอบคลุมยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

[1] พงษ์ธร แซ่อุย และนาวาตรี เสวียง เถื่อนบุญ, “ยางกับการประยุกต์ใช้งาน,” วารสารกรมอู่ทหารเรือ, นน. 147-154, ปี 2556.

[2] อุตสาหกรรมโรงงานที่มีกระบวนการรีด บด ผสมยาง, diw (online), เข้าถึงได้จาก : http://www2.diw.go.th/i_standard/web/pane_files/industry19.asp. (21 กุมภาพันธ์ 2021)

[3] เทคโนโลยีการผสมยาง, rubber (online), เข้าถึงได้จาก: http://rubber.oie.go.th/Article.aspx?aid=3403, (21 กุมภาพันธ์ 2021)

[4] สุทธิพงษ์ อุสาหะพงษ์สิน, อาภรณ์ทิพย์ บัวเพ็ชร์ และ กุลทัต หงส์ชยางกูร, “การประยุกต์ใช้แผนผังวิเคราะห์ความเสี่ยงเพื่อพัฒนาโปรแกรมการจัดการความเสี่ยงจากการทำงานของแรงงานกรีดยางพาราโดยชุมชนมีส่วนร่วม,” AL-NURบัณฑิตวิทยาลัย, ปีที่ 12, ฉบับที่ 22, นน. 119-132, มกราคม-มิถุนายน 2560.

[5] สุธีรา เตชะธนะวัฒน์, ธิดา ตังตระกูลไพศาล, “การศึกษาเปรียบเทียบภาพคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ขณะปฏิบัติงานทางทันตกรรม ระหว่างทันตแพทย์ ที่มีอาการและไม่มีอาการปวดบริเวณกล้ามเนื้อหลังส่วนบน,” ว.ทันต.มศว, ปีที่ 5, ฉบับที่ 1, พ.ศ. 2555.

[6] จันทร์จารี เกตุมาโร, “การยศาสตร์ (Ergonomics),” ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, น. 32-46, 2556.

[7] กลุ่มอาชีวอนามัยสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค, “แนวทางการจัดบริการอาชีวอนามัยให้กับแรงงานในชุมชนด้านการยศาสตร์,” ปี 2560, เข้าถึงได้จาก: http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/media/manual/Guidelines_Health_Services.pdf, (25 กุมภาพันธ์ 2021)

[8] เนตรชนก เจริญสุข, “ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำงานของมนุษย์ในทางการยศาสตร,” วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 7 ฉบับที่ 1, น. 116-126, 2550

[9] ธีรพงษ์ จันทรโสภณ, “การหาค่าความเชื่อมั่นแบบครอนบาคโดยใช้โปรแกรม Minitab(Cronbach’s alpha using Minitab),” stmath09.wordpress (online), เข้าถึงได้จาก:https://stmat09.wordpress.com/2015/08/30/cronbachs-alpha-using minitab/, (27 เมษายน 2021)

บรรณานุกรม (ต่อ)

[9] ธีรพงษ์ จันทรโสภณ, “การหาค่าความเชื่อมั่นแบบครอนบาคโดยใช้โปรแกรม Minitab (Cronbach’s alpha using Minitab),” stmath09.wordpress (online), เข้าถึงได้จาก:https://stmath09.wordpress.com/2015/08/30/cronbachs-alpha-using-minitab/, (27 เมษายน 2021)

[10] Solution Center, “Minitab Certied Trainning Provider,” solutioncenterminitab (online), เข้าถึงได้จาก: www.solutioncenterminitab.com/web/, (27 เมษายน 2021)

[11] สมชาย รัตนทองคำ, “การตรวจประสาท-กล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า,” เอกสารประกอบการบรรยาย วิชา 471 231 ไฟฟ้าบำบัดและเครื่องมือการภาพบำบัด, ภาควิชากายภาพบำบัดคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่, 2555.

[12] S. Choudhary, “Project Manager at Arihant Publications,” ปี 2014, เข้าถึงได้จาก:https://www.quora.com/How-many-muscles-make-up-the-trapezius-muscle, (20 พฤษภาคม 2021)

[13] F. Gamberale, A. S. Ljungberg, G. Annwall and A. Kilbom, “An experimental evaluation of paychophysical criteria for repetitive lifting work,” Applied Ergonomics, Vol 18, pp 311-321, december 1987.

[14] T. Jones and S. Kumar, “Comparison of Ergonomic Risk Assessment Output in Four Sawmill Jobs,” International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, Vol. 16, No. 1, pp.105–111, Jan 2015.

[15] “หลักการประเมินทางด้านการยศาสตร์,” (online), เข้าถึงได้จาก : http://thai-ergonomic-assessment.blogspot.com/search/label/REBA, (26 กันยายน 2561).

[16] S. Hignett and L. McAtamney, “Rapid Entire Body Assessment (REBA),” Applied Ergonomics 31, pp.201-205, 2020.

[17] “เครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อมือ (Grip Dynamometer),” (online), เข้าถึงได้จาก:https://www.nana supplier.com/officesmiles/p-171020, (1 ตุลาคม 2561).

[18] สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬากรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, “แบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของประชาชน อายุ 19 - 59 ปี,” ปี 2562, (online), เข้าถึงได้จาก: https://www.dpe.go.th/manual-files-411291791796, (20 พฤษภาคม 2021)

บรรณานุกรม (ต่อ)

[19] กัลยา วานิชย์บัญชา, “การวิเคราะห์สถิติ : สถิติเพื่อการตัดสินใจ,” พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์วิทยาลัย, ปี 2542

[20] อรุณ จิรวัฒน์กุลม, “สถิติทางวิทยาศาสตร์สุขภาพเพื่องานวิจัย,” ปี 2558, วิทยพัฒน์, พิมครั้งที่ 4, กรุงเทพฯ: บริษัท ส. เอเชียเพรส (1989) จำกัด 2558.

[21] สุภมาส อังศุโชติ, “เทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร,” (Online), เข้าถึงได้จาก: https://www.stou.ac.th/offices/ore/info/cae/uploads/pdf/636366560441132172.pdf, (21 พฤษภาคม 2021)

[22] ยุทธ ไกยวรรณ์, “สถิติเพื่อการวิจัย,” พิมพ์ครั้งที่ 2, ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ, ปีที่ 2549

[23] ธนกฤต ธนวงศ์โภคิน และคณะ, “การศึกษาปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์กับอาการไม่สบายทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อกรณีศึกษา กลุ่มผู้ทำเครื่องเบญจรงค์บ้านดอนไก่ดี จ.สมุทรสาคร,” สำนักวิจัยและพัฒนา สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน), ปี 2562

[24] หร่อกีบ๊ะ บุญโส๊ะ, สุมาลี ฉันทวิลาส และมาริสา สุวรรณราช, “การพัฒนาและประเมินผลความเป็นไปได้ในการนำแนวปฏิบัติไปใช้ในการจัดการกับความปวดหลังผ่าตัดในห้องพักฟื้น,” วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้, ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 (ฉบับปฐมฤกษ์), นน. 43-64ม,มกราคม - เมษายน 2557.

[25] T. Yingratanasuk, “THE ERGONOMIC RISK ASSESSMENT OF TRAWLING TASK AMONG LOCALFISHERMEN IN LAEMCHABANG CITY MUNICIPALITY, CHONBURI PROVINCE,” 12th National Conference "Health and Wellness, pp.107-115, March 2017.

[26] ภัทริยา อินทร์โท่โล่ และ คมสัน ปลั่งสิริ, “ผลของท่าทางในขณะใช้งานแท็บเล็ตต่ออาการปวดและการทำงานของกล้ามเนื้อในคนทำงานสำ นักงาน,” วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ ปีที่ 20 ฉบับที่ 1 (มกราคม-เมษายน 2562)

[27] กนกวรรณ พัน เลิศชัย ระตะนะอาพรและนฤมล วงศ์ธนาสุนทร, “การปรับปรุงสถานีทำงานเพื่อลดความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อของผู้ปฏิบัติงานกลุ่มคนงานหญิงในงานหัตถกรรมการผลิตกระดาษสา,” วิศวกรรมสาร ม.ก., ฉบับที่ 73, หน้าที่ 85-94, ปีที่ 23 สิงหาคม - ตุลาคม 2553

[28] ปริญญาภรณ์ แก้วยศและคณะ, “ความล้าของกล้ามเนื้อและการประเมินความเสี่ยงต่อการปวดหลังจากการทำงานในพนักงานยกเคลื่อนย้ายผลิตภันฑ์ในโรงงานอุตสาหกรรม,” วารสารเทคการแพทย์และกายภาพบำบัด, ฉบับที่ 31, หน้าที่ 439-454, กันยายน-ธันวาคม 2562

บรรณานุกรม (ต่อ)

[29] ชนิกาพร ใหม่ตันและนิวิท เจริญใจ, “การประเมินความเสี่ยงในงานยกย้ายในการผลิตโถสุขภัณฑ์แบบนั่งยอง Risk Assessment in Lifting Task in the Squat Toilet Production,” วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการไทย, ปีที่ 1 ฉบับที่ 1, หน้าที่ 31-36, มกราคม-มิถุนายน2558

[30] นิลเนตร พานิชสิติ ธนพรรณ วัฒนชัยและบุญศิวา ซูซูกิ, “คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแมสซีเตอร์และเทมโพราลิสในผู้ป่วยที่มีความสัมพันธ์ของโครงกระดูกแบบที่สาม Masseter and Temporalis Muscle Activityin Patients with Class III Skeletal Relationships,” ชม. ทันตสาร ปีที่ 39 ฉบับที่ 2 หน้าที่ 57-67, ปี 2561.

[31] วิภาดา ศรีเจริญและนิธิพงศ ศรีเบญจมาศ, “ปัจจัยที่มีความสัมพันธกับการปวดหลังของบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม FACTORS RELATED TO BACK PAIN AMONG PERSONNEL AT PIBULSONGKRAM RAJABHAT UNIVERSITY,” Rajabhat J. Sci. Humanit. Soc. Sci., ปีที่17 ฉบับที่ 2, หน้าที่ 252-260, 2016

[32] M.M Mukaka, “Statistics Corner: A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research,” Malawi Medical Journal; 24(3): 69-71 September 2012.

[33] เนตรชนก เจริญสุข, “การยืนและนั่ง..แบบการยศาสตร์ การยืนและนั่ง..แบบการยศาสตร์,” วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย, ฉบับที่ 7 เล่มที่ 1, มกราคม – มิถุนายน 2556

ภาคผนวก ก

แบบประเมินความเสี่ยงอาการผิดปกติของระบบโครงร่างกระดูกและกล้ามเนื้อ

แบบประเมินความเสี่ยงอาการผิดปกติของระบบโครงร่างกระดูกและกล้ามเนื้อ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1.1 ชื่อ – นามสกุล .....

1.2 อายุ ..... ปี

1.3 เพศ [ ] ชาย [ ] หญิง

1.4 สถานภาพสมรส [ ] โสด [ ] สมรส [ ] ม่าย แยก หย่าร้าง

1.5 ระดับการศึกษา

[ ] ไม่ได้เรียน [ ] มัธยมศึกษาตอนปลาย อาชีวศึกษา หรือเทียบเท่า

[ ] ประถมศึกษา [ ] ปริญญาตรี หรือสูงกว่า

[ ] มันธยมศึกษาตอนต้น

1.6 ลักษณะงานหลัก (อาชีพ) ที่ทำในชีวิตประจำวันเป็นแบบใด

[ ] ใช้แรง เช่น ทำไร่ ทำนา ทำสวน รับจ้างทั่วไป เป็นต้น

[ ] ค้าขาย / ทำธุรกิจ

[ ] รับราชการ / พนักงานรับวิสาหกิจ

[ ] พนักงานโรงงาน / บริษัทเอกชน

[ ] นักเรียน / นักศึกษา

[ ] อื่น ๆ .....

1.7 น้ำหนัก ..... กิโลกรัม ส่วนสูง ..... เซนติเมตร

1.8 มือข้างที่ถนัด [ ] ซ้าย [ ] ขวา

ส่วนที่ 2 สภาวะสุขรูปที่มีความเสี่ยงส่งผลต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก

2.1 ท่านมีโรคประจำตัว ดังต่อไปนี้ หรือไม่ [ ] ไม่มี [ ] มี โปรดตอบคำถามข้อล่าง

[ ] โรคเบาหวาน [ ] โรคไต

[ ] โรครูมาตอยด์ [ ] โรคข้อเสื่อมหรืออักเสบ

[ ] โรควัณโรคของกระดูก [ ] โรคไขมันในเลือดสูง

[ ] โรคความดันโลหิตสูง [ ] โรคอ้วน

[ ] โรคมะเร็ง ระบุอวัยวะ .....

[ ] โรคอื่น ๆ ระบุ .....

2.2 ท่านเคยประสบอุบัติเหตุรุนแรงจนทำให้เกิดการบาดเจ็บของอวัยวะต่าง ๆ หรือไม่

[ ] ไม่เคย

[ ] เคย ระบุอวัยวะที่บาดเจ็บ .....ง

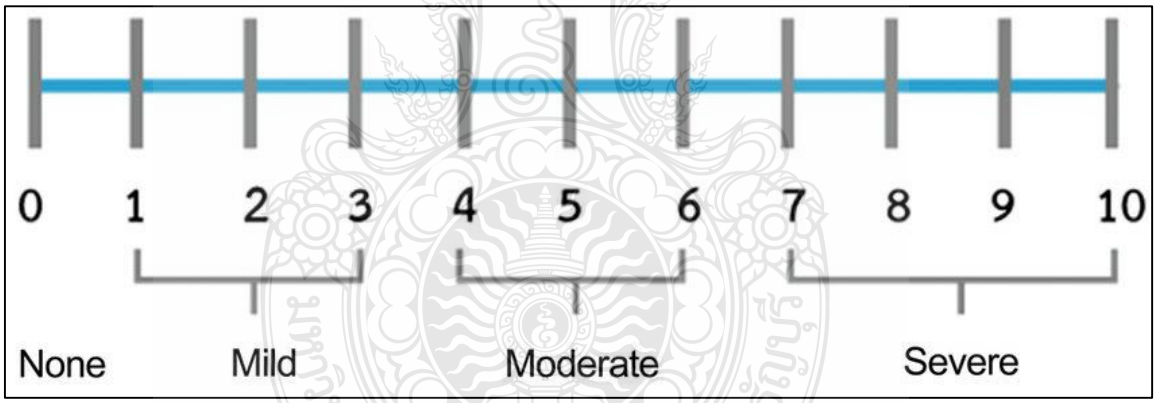
อุบัติเหตุครั้งดังกล่าวทำให้มีอาการปวดอยู่หรือไม่ [ ] มี [ ] ไม่มี

ส่วนที่ 3 การสำรวจอาการความผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ

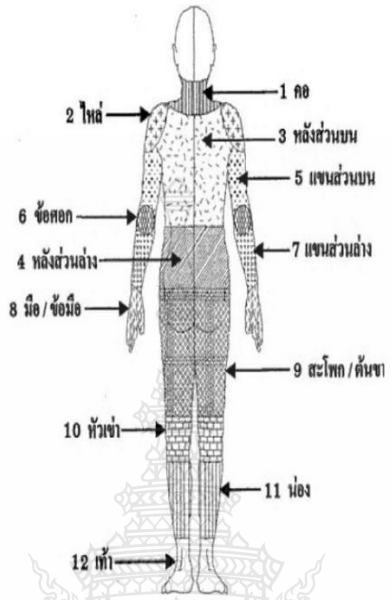
ประเมินอาการเจ็บปวดโครงร่างกระดูกและกล้ามเนื้อระหว่างทำงานหรือเลิกงานในรอบ 1 ปี ที่ผ่านมาจนถึง ปัจจุบัน แบ่งค่าระดับความเจ็บปวดของอาการที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนของร่างกายในตารางเป็นตัวเลข แบบ Numeric Rating Scale (NRS) แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

0 = ไม่ปวด 4 – 6 = ปวดรู้สึกปานกลาง รบกวนชีวิตประจำวัน

1 -3 = ปวดรู้สึกน้อย ไม่รบกวนชีวิตประจำวัน 7 -10 = ปวดรู้สึกมากจนทนไม่ได้



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



หมายเหตุ : ผู้ทำแบบประเมินหันหน้าเข้ากระดาษ
คะแนนอาการปวดตั้งแต่ 4 ขึ้นไป ควรจัดการความเจ็บปวด
ให้วงกลมส่วนร่างกายที่ท่านมีอาการเจ็บปวด

ส่วนที่ 4 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน

1. สภาพทั่วไป	ใช่	ไม่ใช่
1.1 ท่านทำงานอยู่ในตำแหน่งหรือจุดใด จุดหนึ่งที่คงที่เป็นเวลามากกว่า 20 นาที		
1.2 ท่านคิดว่าท่าทางในการทำงานของท่านมีผลต่อการเจ็บปวดของกระดูกข้อและกล้ามเนื้อ		
1.3 ลักษณะการทำงานของท่านทำให้ท่านจะต้องอยู่ในท่าที่กล้ามเนื้อจะต้องแข็งเกร็งคงที่เป็น เวลานาน ๆ หรือต้องออกแรงเป็นเวลา 3 – 5 นาที		
1.4 ลักษณะงานที่ท่านทำจะต้องออกแรงมากกว่าความสามารถที่ท่านมีตลอดเวลา		

1.5 ลักษณะงานที่ทำจำเป็นที่จะต้อง เพ่ง จดจ่อเป็นอย่างมากเป็นเวลา 3 – 5 นาที		
2. ท่าทางการทำงาน	**ใช่**	**ไม่ใช่**
2.1 ท่านต้องยืนทำงานเป็นเวลาอย่างน้อยมากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงานทั้งหมด		
2.2 ท่านต้องมีการเอื้อมมือหยิบจับสิ่งของหรือเครื่องมือเสมอ ๆ		
2.3 ท่านต้องมีการบิดตัวหรือเอี้ยวตัวเสมอ ๆ		
2.4 ท่านต้องมีการลงน้ำหนักของตัวไปข้างใดข้างหนึ่ง หรืออยู่ในท่าที่ไม่สมดุลเสมอๆ		
3. การเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ	**ใช่**	**ไม่ใช่**
3.1 ลักษณะการทำงานจะต้องมีการใช้มือหรือแขนอยู่ในท่าที่ทำงานหรือมีลักษณะเคลื่อนไหวซ้ำกัน หรือเหมือนกันตลอดเวลา หรือเป็นช่วงจังหวะของการทำงานที่มีความถี่อย่างรวดเร็ว (น้อยกว่า 30 วินาที)		
3.2 กรณีที่มีลักษณะของการทำงานดังในข้อ 3.1 ท่านจำเป็นต้องออกแรงในการบีบหรือ จับของมือในการเคลื่อนไหว		
4. การยกของ	**ใช่**	**ไม่ใช่**
4.1 ขณะที่ทำงานมีการยกของที่มีน้ำหนักมากกว่า 30 กก.		
4.2 ขณะที่ทำงาน มีการยกของที่มีน้ำหนักมากกว่า 10 กก. บ่อย		
4.3 ของที่ยกมีลักษณะเป็นก้อนใหญ่เทอะทะ ไม่มั่นคง และของที่ไม่มีที่จับถือลำบาก		
4.4 ขณะที่ทำการยกของ ท่านต้องยกของห่างจากลำตัว		
4.5 เป็นการยกของที่มีอยู่เหนือไหล่หรือมืออยู่ต่ำกว่าเข่า		

ภาคผนวก ข

แบบประเมินเพื่องานวิจัย (IOC)

แบบประเมินเพื่องานวิจัย (IOC)

แบบสัมภาษณ์นี้สร้างขึ้นสำหรับผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาของนักวิจัยเรื่อง “การศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์ จากการทำงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด”

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้ อยู่ในขั้นตอนการศึกษาเรื่อง การศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์ จากการทำงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด

2. แบบประเมินฉบับนี้มุ่งตรวจสอบข้อคำถาม เพื่อหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) โดยอาศัยหลักการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) ของแบบสอบถามและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนาไปปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่มีความเกี่ยวข้องกับแบบประเมินที่ศึกษา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบว่าแบบประเมินมีความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดหรือไม่

3. แบบสอบถามฉบับนี้ มีทั้งหมด 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 สภาวะสุขรูปที่มีความเสี่ยงส่งผลต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก

ส่วนที่ 3 ประเมินอาการเจ็บปวดโครงร่างกล้ามเนื้อและกระดูก

4. ขอความกรุณาผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิ พิจารณาเนื้อหาข้อคำถามว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่นักวิจัยต้องการวิจัยเรื่องนี้หรือไม่ ด้วยการให้คะแนนในแต่ละข้อคำถามด้วยวิธีการ IOC โดยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง

เกณฑ์การให้คะแนนด้วยวิธีการ IOC

ให้คะแนน	+1	ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
ให้คะแนน	0	ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
ให้คะแนน	-1	ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

5.ผู้วิจัยขอความกรุณาผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิ ให้ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในบางข้อคำถามที่ยังไม่สมบูรณ์ โดยกรุณาเขียนเสนอแนะไว้ท้ายข้อคำถามนั้นๆ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความกรุณาของท่านมา ณ โอกาส นี้

ว่าที่ร้อยตรีหญิงลัดดา โม้วงษ์
นักศึกษาปริญญาโท วิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบประเมิน : กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ลงใน [ ] หรือเติมข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ : โปรดพิจารณาว่าข้อความเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน ผู้ตอบแบบประเมินเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
1.1	ชื่อ – นามสกุล				
1.2	อายุ				
1.3	เพศ [ ] ชาย [ ] หญิง				
1.4	สถานภาพสมรส [ ] โสด [ ] สมรส [ ] ม่าย แยก หย่าร้าง				
1.5	ที่อยู่ปัจจุบัน				
1.6	ระดับการศึกษา [ ] ไม่ได้เรียน [ ] ประถมศึกษา [ ] มัธยมศึกษาตอนต้น [ ] มัธยมศึกษาตอนปลาย อาชีวศึกษา หรือเทียบเท่า [ ] ปริญญาตรี หรือสูงกว่า				
1.7	ลักษณะงานหลัก (อาชีพ) ที่ทำในชีวิตประจำวันเป็นแบบใด [ ] ใช้แรง เช่น ทำไร่ ทำนา ทำสวน รับจ้างทั่วไป เป็นต้น [ ] ค้าขาย / ทำธุรกิจ [ ] รับราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ [ ] พนักงานโรงงาน / บริษัทเอกชน [ ] นักเรียน / นักศึกษา [ ] อื่น ๆ				
1.8	น้ำหนัก ..... ส่วนสูง ..... เซนติเมตร				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
1.9	ข้างที่ถนัด [ ] ซ้าย [ ] ขวา				
1.10	แรงบีบ				

ส่วนที่ 2 สภาวะสุขรูปที่มีความเสี่ยงส่งผลต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
2.1	ท่านมีโรคประจำตัวดังต่อไปนี้หรือไม่ [ ] ไม่มี [ ] มี โปรดตอบคำถามข้อล่าง [ ] โรคเบาหวาน [ ] โรคไต [ ] โรครูมาตอยด์ [ ] โรคข้อเสื่อมหรืออักเสบ [ ] โรควัณโรคของกระดูก [ ] โรคไขมันในเลือดสูง [ ] โรคความดันโลหิตสูง [ ] โรคอ้วน [ ] โรคมะเร็ง ระบุอวัยวะ ..... [ ] โรคอื่น ๆ ระบุ				
2.2	ท่านเคยประสบอุบัติเหตุรุนแรงจนทำให้เกิดการบาดเจ็บของอวัยวะต่าง ๆ หรือไม่ [ ] ไม่เคย [ ] เคย ระบุอวัยวะที่บาดเจ็บ..... อุบัติเหตุครั้งดังกล่าวทำให้มีอาการปวดอยู่หรือไม่ [ ] มี [ ] ไม่มี				

ส่วนที่ 3 การสำรวจอาการ ความผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
3.1	ท่านรู้สึกเมื่อยล้าหลังเลิกงานบ่อยหรือไม่ [ ] ไม่เคยเลย [ ] เป็นบางครั้ง [ ] เป็นบ่อย ๆ [ ] เป็นประจำ				
3.2	ในช่วง 1 ปี ที่ผ่านมา จนถึง ปัจจุบัน ท่านมีอาการเจ็บปวด หรือรู้สึกไม่สบายส่วนต่าง ๆของร่างกายหรือไม่ [ ] ไม่เคยเลย [ ] เป็น				
3.3	ประเมินอาการเจ็บปวดโครงร่างกระดูกและกล้ามเนื้อระหว่างทำงานหรือเลิกงานในรอบ 1 ปี ที่ผ่านมา จนถึง ปัจจุบัน แบ่งค่าระดับความเจ็บปวดของอาการที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนของร่างกายในตารางเป็นตัวเลข แบบ Numeric Rating Scale (NRS) แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้ 0 = ไม่ปวด 1 -3 = ปวดรู้สึกน้อย ไม่รบกวนชีวิตประจำวัน 4 – 6 = ปวดรู้สึกปานกลาง รบกวนชีวิตประจำวัน 7 -10 = ปวดรู้สึกมากจนทนไม่ได้				
	ซ้าย – ขวา				
3.3.1	คอ				
3.3.2	ไหล่				
3.3.3	หลังส่วนบน				
3.3.4	หลังส่วนล่าง				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
3.3.5	แขนส่วนบน				
3.3.6	ข้อศอก				
3.3.7	แขนส่วนล่าง				
3.3.8	มือ/ข้อมือ/นิ้วมือ				
3.3.9	สะโพก/ต้นขา				
3.3.10	หัวเข่า				
3.3.11	น่อง				
3.3.12	เท้า				
3.4	อาการผิดปกติบริเวณที่เป็นมากที่สุดและบ่อยครั้งที่สุด คือ ..... [ ] เจ็บหรือปวด [ ] ชาไม่มีความรู้สึก [ ] อ่อนแรงขยับไม่ได้ [ ] ปวดแสบปวดร้อน [ ] บวม [ ] มีอาการร้าวชา แขน หรือ ขา [ ] เป็นตะคริว [ ] ขัด ยอก [ ] ผิวหนังเปลี่ยนสี [ ] รู้สึกเจ็บเหมือนมีเข็มแทง [ ] มีอาการอื่นๆ ระบุ				
3.5	อาการดังกล่าว เริ่มเป็นเมื่อ วัน .....เดือน .....พ.ศ.				
3.6	อาการผิดปกติที่เป็นในแต่ละครั้งกินระยะเวลานานประมาณ [ ] ..... ชั่วโมง [ ] ..... วัน [ ] ..... เดือน				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
3.7	ในรอบปีที่ผ่านมาอาการผิดปกติดังกล่าวเกิดขึ้น ..... ครั้ง				
3.8	ท่านคิดว่าความผิดปกติดังกล่าวเกิดจากสาเหตุ				
3.9	ในช่วง 7 วัน ที่ผ่านมาท่านมีอาการเจ็บปวดหรือไม่สบายที่อวัยวะดังกล่าวหรือไม่ [ ] ไม่ [ ] มี				
3.10	ให้ท่านให้คะแนนความรุนแรงของอาการเจ็บปวดในครั้งล่าสุดว่าอยู่ที่ ..... คะแนน				
3.11	ให้ท่านให้คะแนนความรุนแรงของอาการเจ็บปวดในครั้งที่มีอาการมากที่สุดอยู่ที่ ..... คะแนน				
3.12	เมื่อมีปัญหาของอาการความเจ็บปวด ท่านดูแลรักษาตนเองอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) [ ] ไม่ได้ทำอะไร [ ] ใช้การบีบนวด โดย ..... [ ] ซื้อยาแก้อาการเจ็บปวดมากินเอง โปรดระบุชื่อยา ..... [ ] ไปพบแพทย์หรือเจ้าหน้าที่สาธารณสุข [ ] อื่น ๆ ระบุ				
3.13	เมื่อมีอาการเจ็บปวดในแต่ละครั้ง ทำให้ท่านต้องงดกิจกรรมดังต่อไปนี้หรือไม่ [ ] ไม่ได้งดกิจกรรมอะไร [ ] หยุดทำงาน ..... วัน				

ส่วนที่ 4 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการทำงาน

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
1	**สภาพทั่วไป**				
1.1	ท่านทำงานอยู่ในตำแหน่งหรือจุดใด จุดหนึ่งที่คงที่เป็นเวลามากกว่า 20 นาที				
1.2	ท่านคิดว่าท่าทางในการทำงานของท่านมีผลต่อการเจ็บปวดของกระดูกข้อและกล้ามเนื้อ				
1.3	ลักษณะการทำงานของท่านทำให้ท่านจะต้องอยู่ในท่าที่กล้ามเนื้อจะต้องแข็งเกร็งคงที่เป็นเวลานาน ๆ หรือต้องออกแรงเป็นเวลา 3 – 5 นาที				
1.4	ลักษณะงานที่ท่านทำจะต้องออกแรงมากกว่าความสามารถที่ท่านมีตลอดเวลา				
1.5	ลักษณะงานที่ทำจำเป็นที่จะต้อง เพ่ง จดจ่อเป็นอย่างมากเป็นเวลา 3 – 5 นาที				
2	**ท่าทางการทำงาน**				
2.1	ท่านต้องยืนทำงานเป็นเวลาอย่างน้อยมากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงานทั้งหมด				
2.2	ท่านต้องมีการเอื้อมมือหยิบจับสิ่งของหรือเครื่องมือเสมอ ๆ				
2.3	ท่านต้องมีการบิดตัวหรือเอี้ยวตัวเสมอ ๆ				
2.4	ท่านต้องมีการลงน้ำหนักของตัวไปข้างใดข้างหนึ่ง หรืออยู่ในท่าที่ไม่สมดุลเสมอๆ				
2.5	ท่านต้องนั่งทำงานเป็นเวลาอย่างน้อยมากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงานทั้งหมด				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
3	**การเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ**				
3.1	ลักษณะการทำงานจะต้องมีการใช้มือหรือแขนอยู่ในท่าที่ทำงานหรือมีลักษณะเคลื่อนไหวซ้ำกัน หรือเหมือนกันตลอดเวลา หรือเป็นช่วงจังหวะของการทำงานที่มีความถี่อย่างรวดเร็ว (น้อยกว่า 30 วินาที)				
3.2	กรณีที่มีลักษณะของการทำงานดังในข้อ 3.1 ท่านจำเป็นต้องออกแรงในการบีบหรือ จับของมือในการเคลื่อนไหว				
4	**การยกของ**				
4.1	ขณะที่ทำงานมีการยกของที่มีน้ำหนักมากกว่า 30 กก.				
4.2	ขณะที่ทำงาน มีการยกของที่มีน้ำหนักมากกว่า 10 กก. บ่อย				
4.3	ของที่ยกมีลักษณะเป็นก้อนใหญ่เทอะทะ ไม่มั่นคง และของที่ไม่มีที่จับถือลำบาก				
4.4	ขณะที่ทำการยกของ ท่านต้องยกของห่างจากลำตัว				
4.5	เป็นการยกของที่มีอยู่เหนือไหล่หรือมีออยู่ต่ำกว่าเข่า				

ภาคผนวก ค

วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC

ตารางที่ ค.1 การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบประเมินส่วนที่ 1

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)				คะแนนเฉลี่ย	IOC	แปลความหมาย	หมายเหตุ
	1	2	3	4				
ส่วนที่ 1								
1.1	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
1.2	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
1.3	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
1.4	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
1.5	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ใช้ไม่ได้	
1.6	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
1.7	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
1.8	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
1.9	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
1.10	1	0	1	1	3	0.75	ใช้ได้	

ตารางที่ ค.2 การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบประเมินส่วนที่ 2

ข้อที่		ผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)				คะแนนเฉลี่ย	IOC	ความหมาย	หมายเหตุ
		1	2	3	4				
ส่วนที่ 2									
2.1		1	1	0	1	3	0.75	ใช้ได้	
2.2		1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	

ตารางที่ ค.3 การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบประเมินส่วนที่ 3

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)				คะแนนเฉลี่ย	IOC	ความหมาย	หมายเหตุ
	1	2	3	4				
ส่วนที่ 3								
3.1	0	-1	0	1	0	0	ใช้ไม่ได้	
3.2	0	0	0	0	0	0	ใช้ไม่ได้	
3.3								ส่วนที่ 3
3.3.1	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
3.3.2	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
3.3.3	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
3.3.4	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
3.3.5	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
3.3.6	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
3.3.7	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
3.3.8	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
3.3.9	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
3.3.10	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
3.3.11	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
3.3.12	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
3.4	1	0	0	0	1	0.25	ใช้ไม่ได้	
3.5	0	0	0	1	1	0.25	ใช้ไม่ได้	
3.6	0	1	0	-1	0	0	ใช้ไม่ได้	
3.7	-1	-1	0	0	-2	-0.5	ใช้ไม่ได้	
3.8	0	0	0	-1	-1	-0.25	ใช้ไม่ได้	
3.9	0	0	-1	-1	-2	-0.5	ใช้ไม่ได้	
3.10	-1	-1	-1	-1	-4	-1	ใช้ไม่ได้	
3.11	0	0	0	0	0	0	ใช้ไม่ได้	
3.12	0	1	0	0	1	0.25	ใช้ไม่ได้	
3.13	0	0	0	1	1	0.25	ใช้ไม่ได้	

ตารางที่ ค.4 การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบประเมินส่วนที่ 4

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)				คะแนนเฉลี่ย	IOC	ความหมาย	หมายเหตุ
	1	2	3	4				
ส่วนที่ 4								
4.1								
4.1.1	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
4.1.2	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
4.1.3	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
4.1.4	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
4.1.5	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
4.2								
4.2.1	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
4.2.2	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
4.2.3	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
4.2.4	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
4.2.5	0	0	0	0	0	0	ใชไม่ได้	
4.3								
4.3.1	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
4.3.1	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
4.3.2	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
4.4								
4.4.1	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
4.4.2	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
4.4.3	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
4.4.4	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	
4.4.5	1	1	1	1	4	1	ใช้ได้	

ภาคผนวก ง

วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมิน

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลการทดลองแบบประเมินเพื่อหาค่าความเชื่อมันของนักศึกษา จำนวน 30 คน ส่วนที่ 3 ประเมินอาการเจ็บปวดโครงร่างกล้ามเนื้อ คอ ไหล่ หลัง หลังส่วนบน หลังส่วนล่าง แขนส่วนบน และข้อศอก

คนที่	ส่วนต่างของร่างกาย					
	คอ	ไหล่	หลังส่วนบน	หลังส่วนล่าง	แขนส่วนบน	ข้อศอก
1	0	2	0	0	0	0
2	3	3	2	0	0	0
3	4	3	1	4	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	1	1	0	0
6	0	3	3	3	3	0
7	2	2	2	5	2	1
8	5	1	4	5	2	0
9	0	0	0	1	0	1
10	2	2	0	2	0	0
11	0	0	3	6	0	0
12	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0
18	2	0	3	0	0	0
19	3	3	3	3	1	0
20	3	0	0	2	0	0
21	2	0	0	0	0	0
22	0	0	0	1	0	0

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลการทดลองแบบประเมินเพื่อหาค่าความเชื่อมันของนักศึกษา จำนวน 30 คน ส่วนที่ 3 ประเมินอาการเจ็บปวดโครงร่างกล้ามเนื้อ คอ ไหล่ หลัง หลังส่วนบน หลังส่วนล่าง แขนส่วนบน และข้อศอก (ต่อ)

คนที่	ส่วนต่างของร่างกาย					
	คอ	ไหล่	หลังส่วนบน	หลังส่วนล่าง	แขนส่วนบน	ข้อศอก
23	0	0	4	4	1	1
24	1	3	5	5	1	0
25	5	5	5	5	5	4
26	4	3	2	2	1	0
27	3	1	0	2	0	0
28	2	1	6	4	0	0
29	2	0	4	4	1	0
30	5	5	5	5	5	4

ตารางที่ ง.2 ข้อมูลการทดลองแบบประเมินเพื่อหาค่าความเชื่อมันของนักศึกษา จำนวน 30 คน ส่วนที่ 3 ประเมินอาการเจ็บปวดโครงร่างกล้ามเนื้อ แขนส่วนล่าง มือ/ข้อเท้า/นิ้วมือ สะโพก/ต้นขา หัวเข่า น่อง เท้า

คนที่	ส่วนต่างของร่างกาย					
	แขนส่วนล่าง	มือ/ข้อเท้า/นิ้วมือ	สะโพก/ต้นขา	หัวเข่า	น่อง	เท้า
1	0	0	0	2	0	0
2	0	0	0	1	0	0
3	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	2	1	0
5	0	2	0	0	0	0
6	2	2	3	0	3	2
7	1	1	0	0	0	3
8	1	2	4	3	1	2

ตารางที่ ง.2 ข้อมูลการทดลองแบบประเมินเพื่อหาค่าความเชื่อมันของนักศึกษา จำนวน 30 คน ส่วนที่ 3 ประเมินอาการเจ็บปวดโครงร่างกล้ามเนื้อ แขนส่วนล่าง มือ/ข้อเท้า/นิ้วมือ สะโพก/ต้นขา หัวเข่า น่อง เท้า (ต่อ)

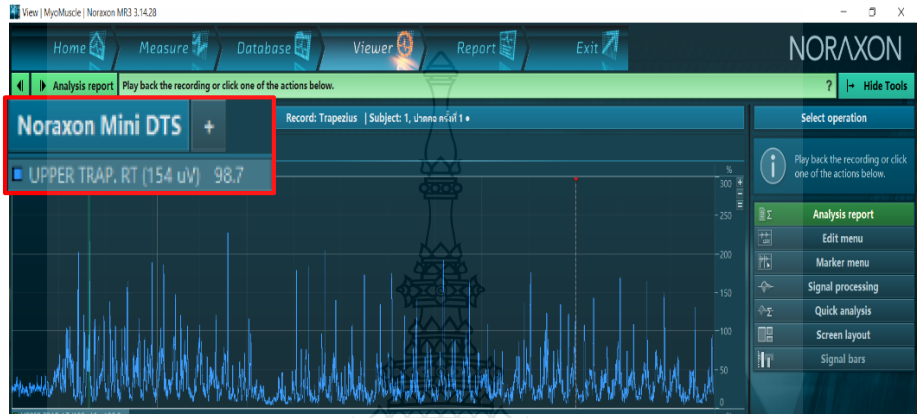
คนที่	ส่วนต่างของร่างกาย					
	แขนส่วนล่าง	มือ/ข้อเท้า/นิ้วมือ	สะโพก/ต้นขา	หัวเข่า	น่อง	เท้า
9	0	0	0	1	1	0
10	0	1	0	3	0	1
11	0	0	0	0	0	0
12	0	1	1	0	1	0
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	1	2	0	0	0	1
20	0	0	0	1	0	0
21	0	0	0	0	0	0
22	0	4	1	0	0	2
23	2	2	5	2	5	6
24	1	0	0	1	0	2
25	4	4	3	3	5	4
26	0	2	2	0	0	2
27	0	1	0	1	1	2
28	1	2	6	0	3	3
29	0	1	4	1	1	1
30	5	4	4	3	4	4

ภาคผนวก จ

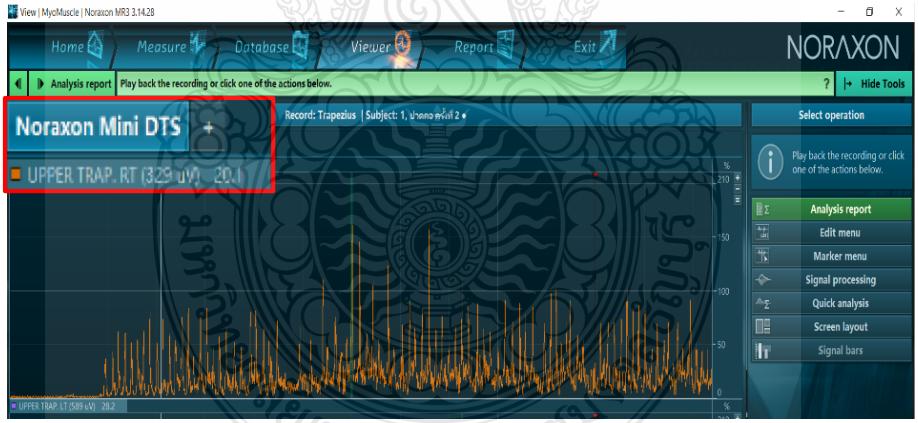
แสดงผล ค่าการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน ขณะปฏิบัติงาน (%MVC)

กลุ่มตัวอย่างที่มีอาการปวดคอ

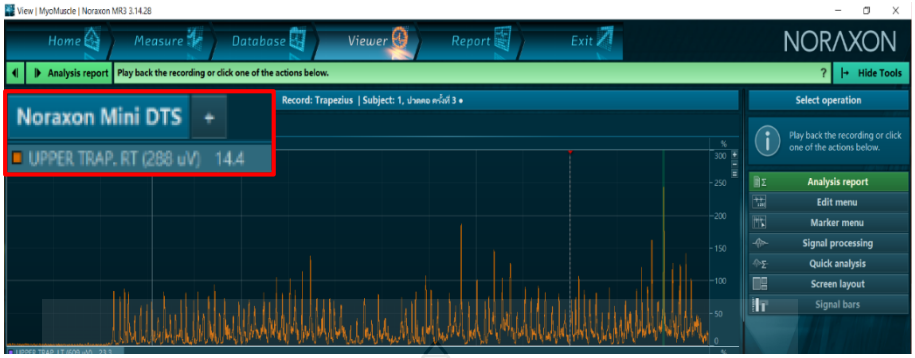
ผลการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกลุ่มตัวอย่างทีมีอาการปวดคอขณะปฏบัติงานบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิดโดยการบันทึกข้อมูลแบ่งเป็นการบันทึกข้อมูลบุคคลละ 3 ครั้งเพื่อเพิ่มความเที่ยงตรงของผล



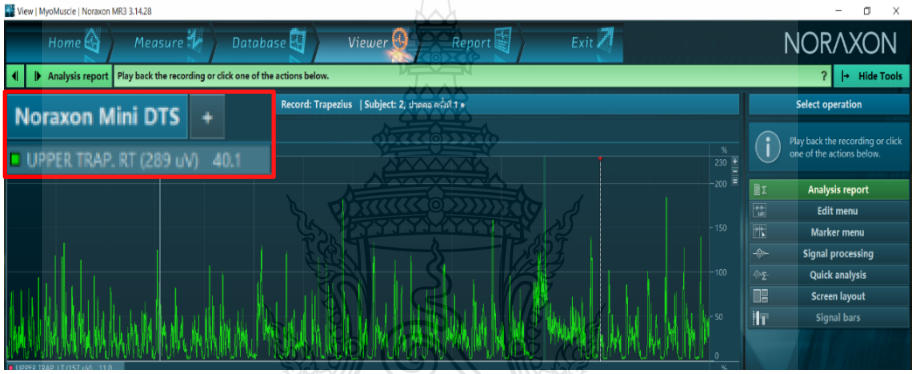
รูปที่ จ.1 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่มีอาการปวดคอคนที่ 1 ครั้งที่ 1



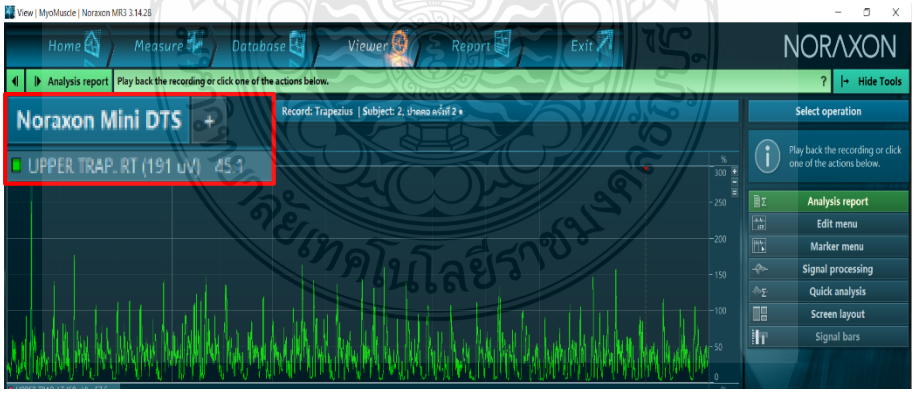
รูปที่ จ.2 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่มีอาการปวดคอคนที่ 1 ครั้งที่ 2



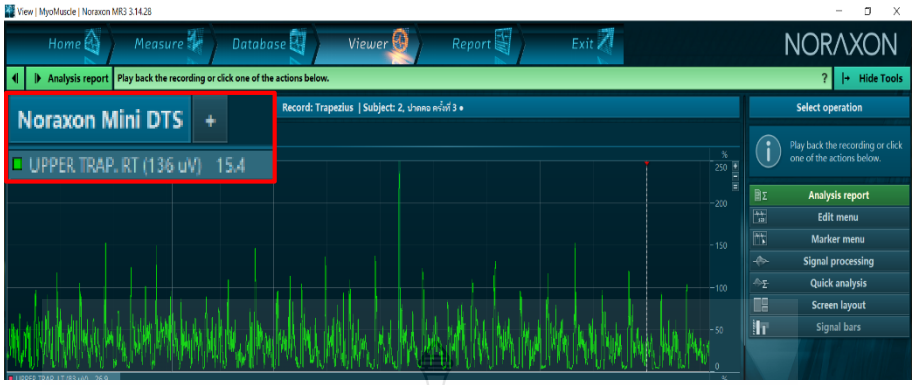
รูปที่ จ.3 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่มีอาการปวดคอคนที่ 1 ครั้งที่ 3



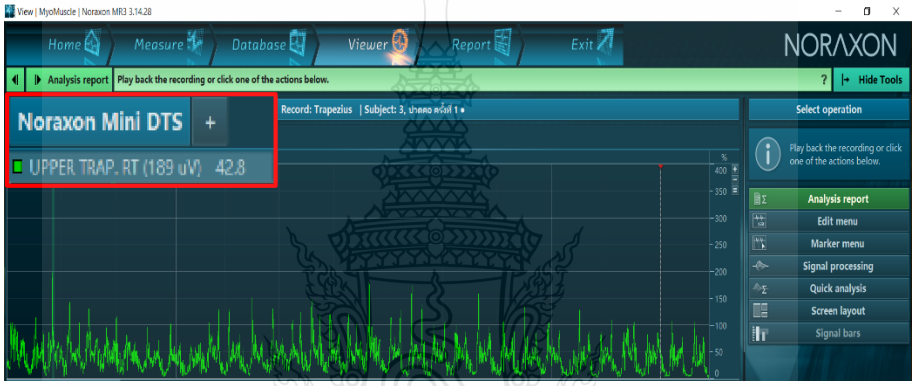
รูปที่ จ.4 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่มีอาการปวดคอคนที่ 2 ครั้งที่ 1



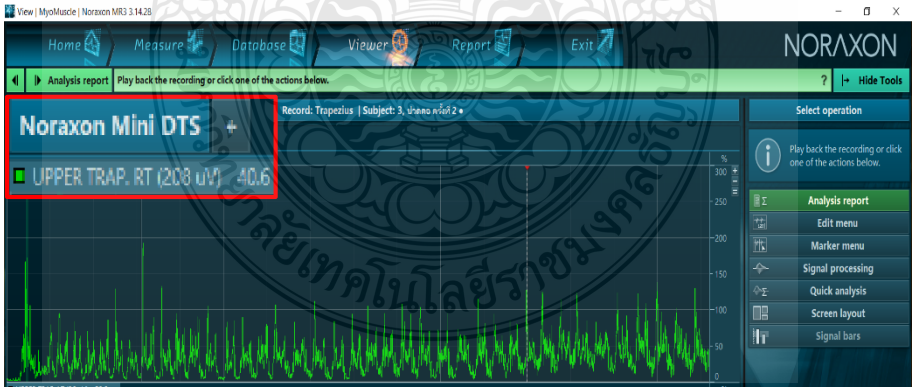
รูปที่ จ.5 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่มีอาการปวดคอคนที่ 2 ครั้งที่ 2



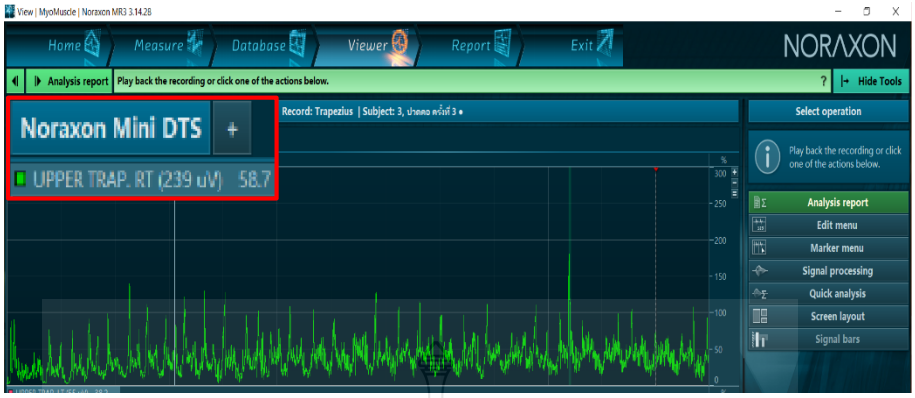
รูปที่ จ.6 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่มีอาการปวดคอคนที่ 2 ครั้งที่ 3



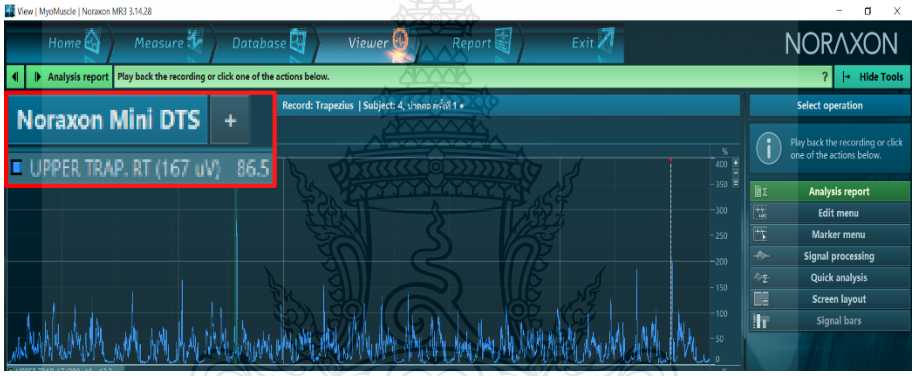
รูปที่ จ.7 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่มีอาการปวดคอคนที่ 3 ครั้งที่ 1



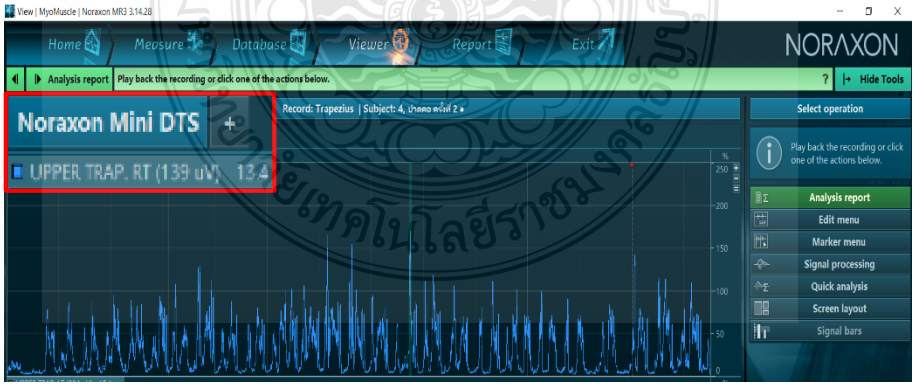
รูปที่ จ.8 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่มีอาการปวดคอคนที่ 3 ครั้งที่ 2



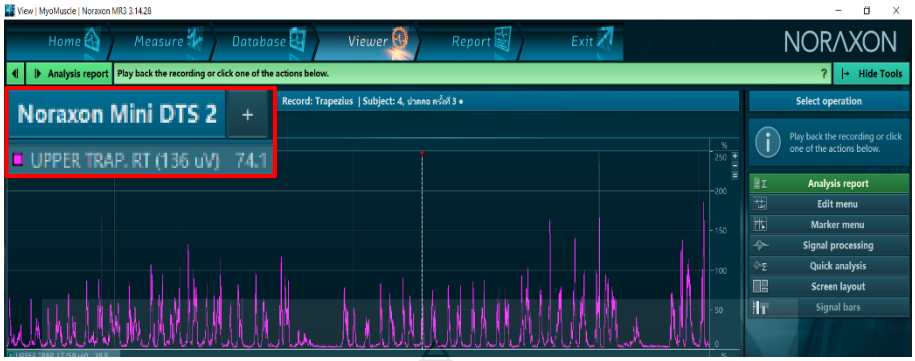
รูปที่ จ.9 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่มีอาการปวดคอคนที่ 3 ครั้งที่ 3



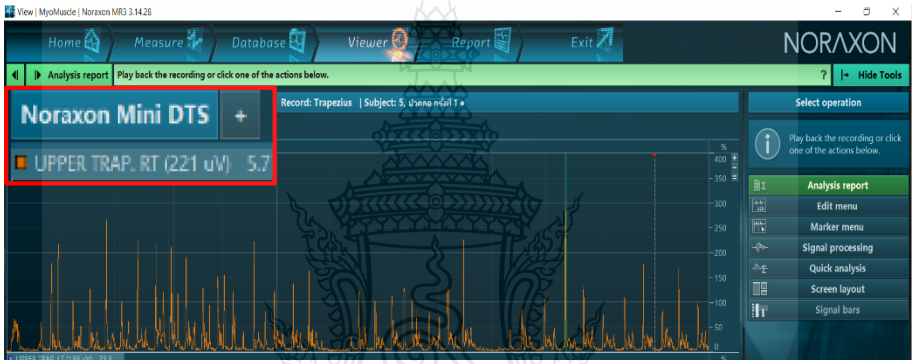
รูปที่ จ.10 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่มีอาการปวดคอคนที่ 4 ครั้งที่ 1



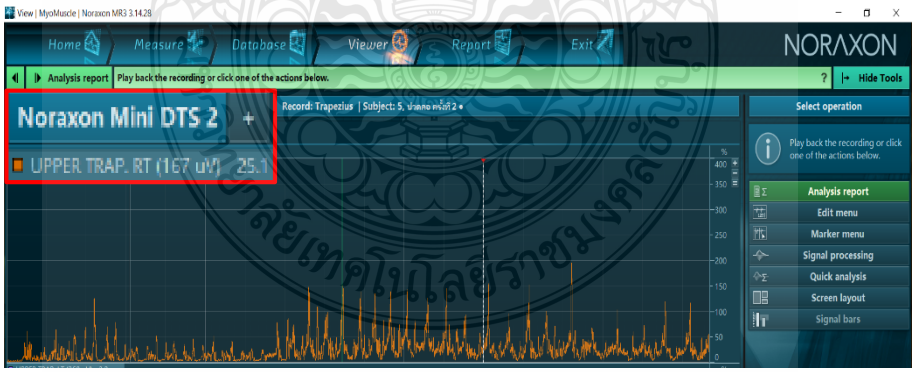
รูปที่ จ.11 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่มีอาการปวดคอคนที่ 4 ครั้งที่ 2



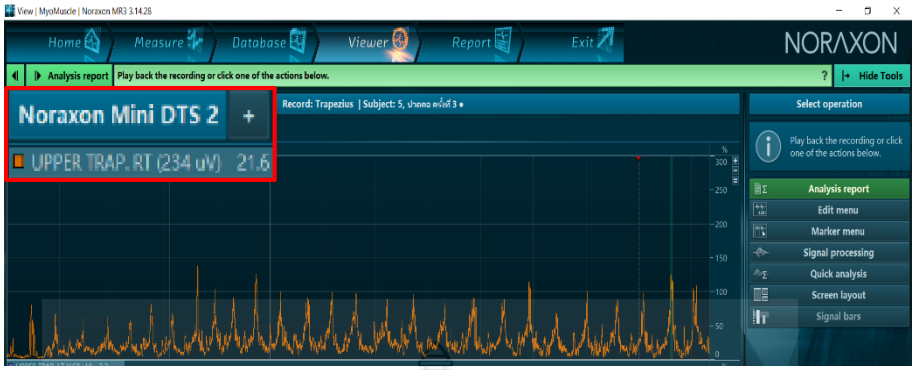
รูปที่ จ.12 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่มีอาการปวดคอคนที่ 4 ครั้งที่ 3



รูปที่ จ.13 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่มีอาการปวดคอคนที่ 5 ครั้งที่ 1



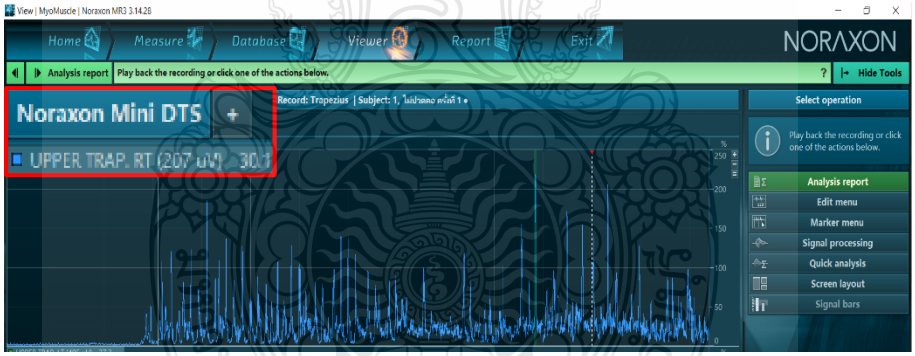
รูปที่ จ.14 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่มีอาการปวดคอคนที่ 5 ครั้งที่ 2



รูปที่ จ.15 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่มีอาการปวดคอคนที่ 5 ครั้งที่ 3

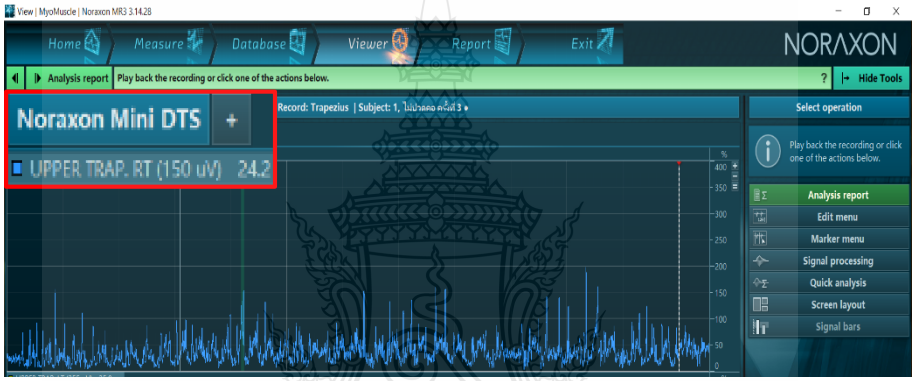
กลุ่มตัวอย่างที่มีอาการปวดคอ

ผลการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกลุ่มตัวอย่างทีไม่มีอาการปวดคอขณะปฏบัติงานบนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิดโดยการบันทึกข้อมูลแบ่งเป็นการบันทึกข้อมูลบุคคลละ 3 ครั้งเพื่อเพิ่มความเที่ยงตรงของผล

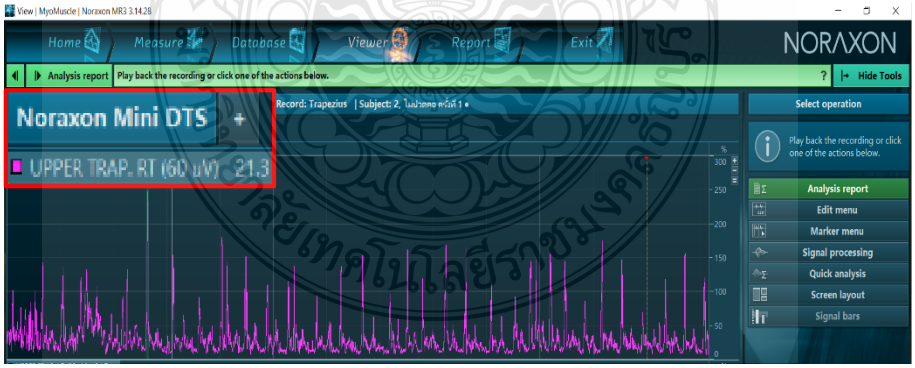


รูปที่ จ.16 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 1 ครั้งที่ 1

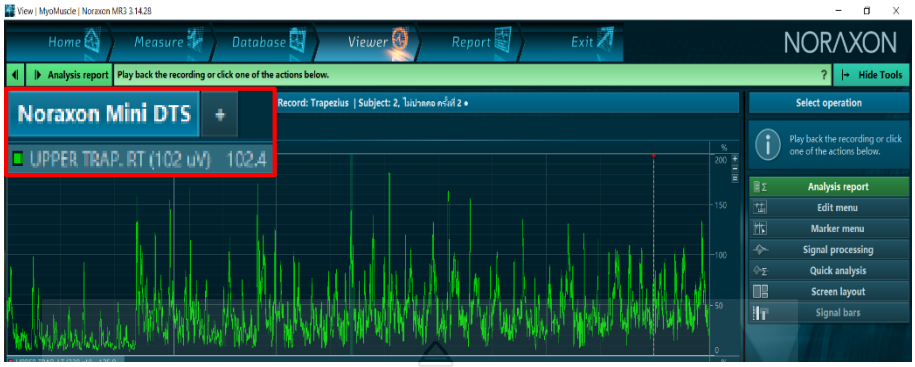
รูปที่ จ.17 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 1 ครั้งที่ 2



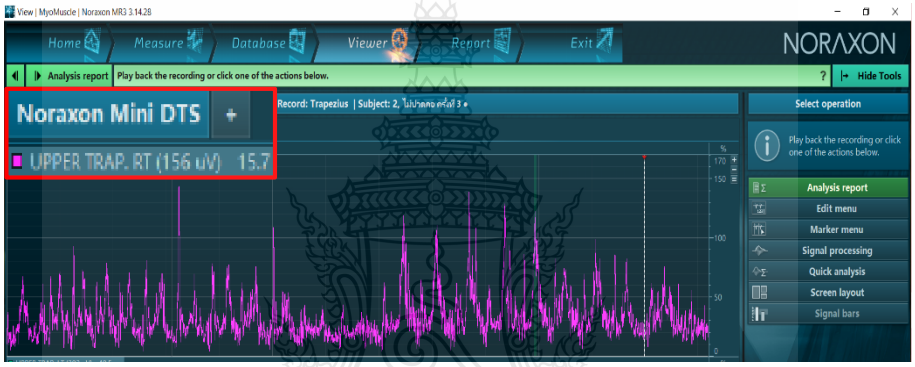
รูปที่ จ.18 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 1 ครั้งที่ 3



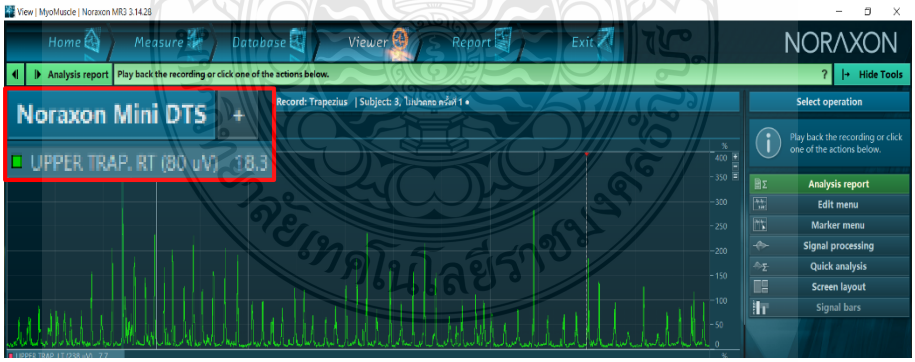
รูปที่ จ.19 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 2 ครั้งที่ 1



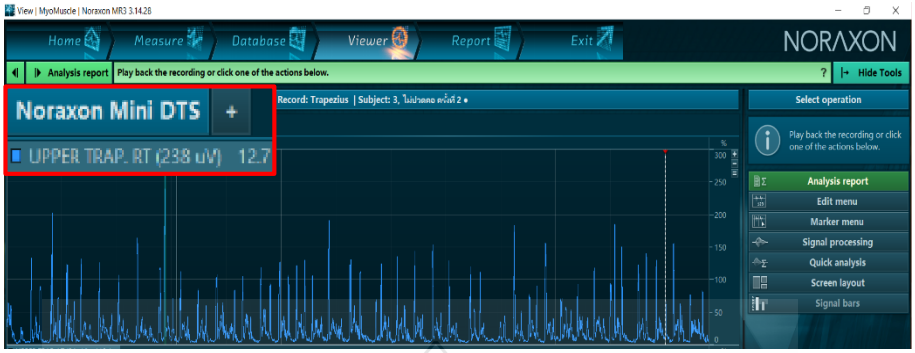
รูปที่ จ.20 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 2 ครั้งที่ 2



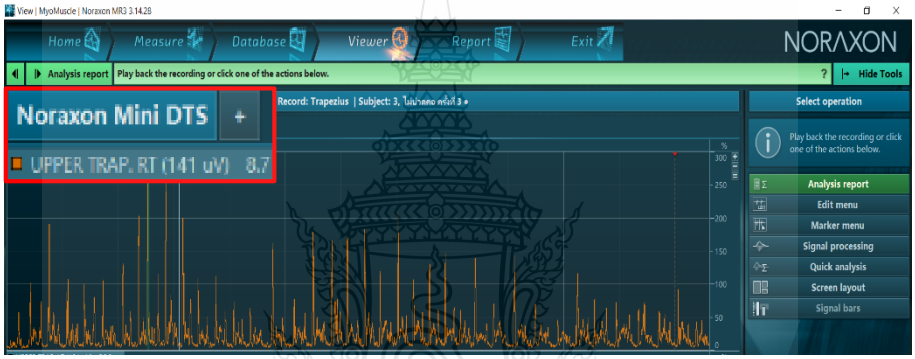
รูปที่ จ.21 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 2 ครั้งที่ 3



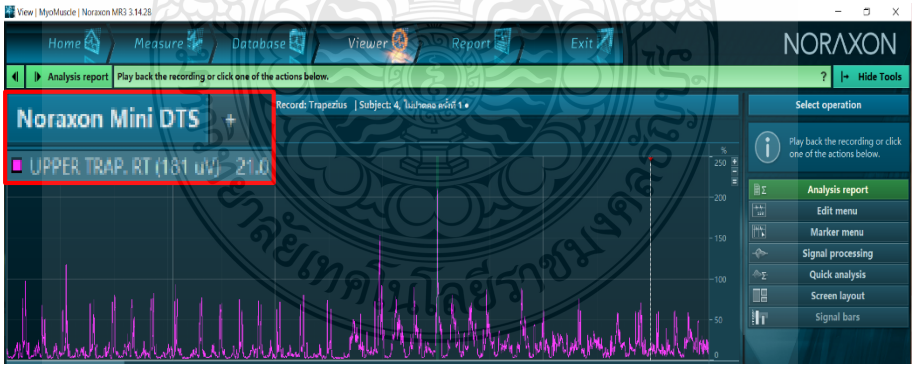
รูปที่ จ.22 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 3 ครั้งที่ 1



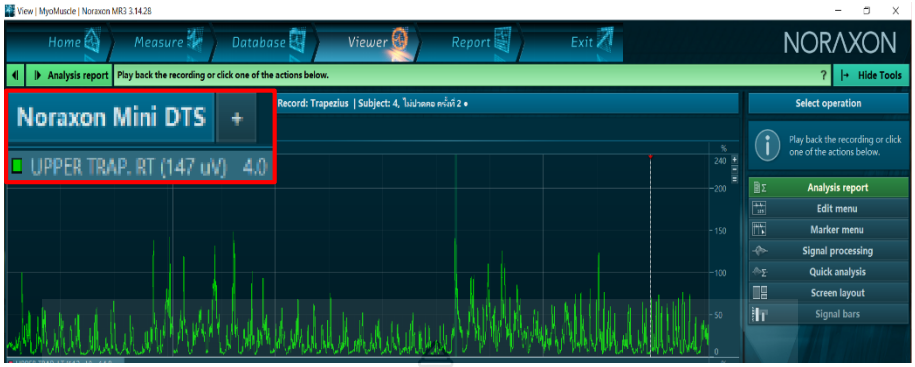
รูปที่ จ.23 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 3 ครั้งที่ 2



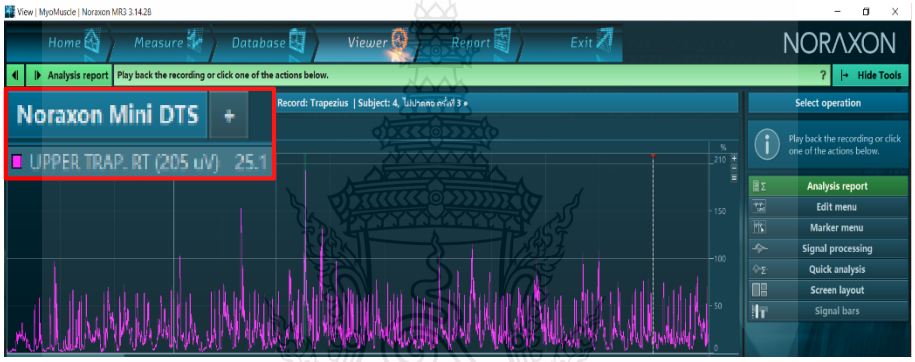
รูปที่ จ.24 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 3 ครั้งที่ 3



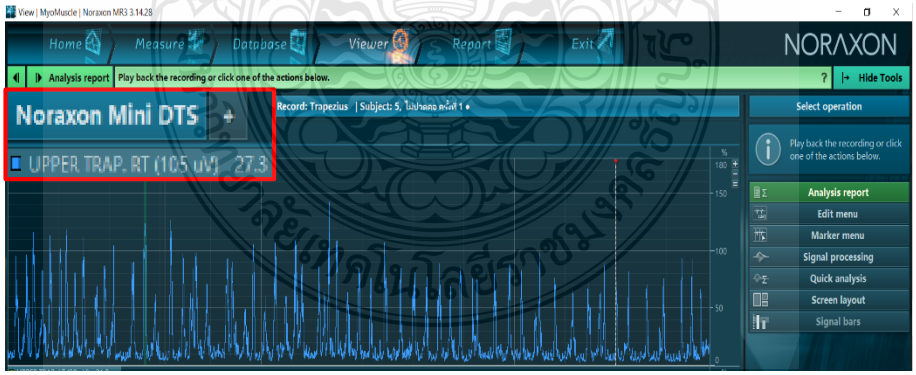
รูปที่ จ.25 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 4 ครั้งที่ 1



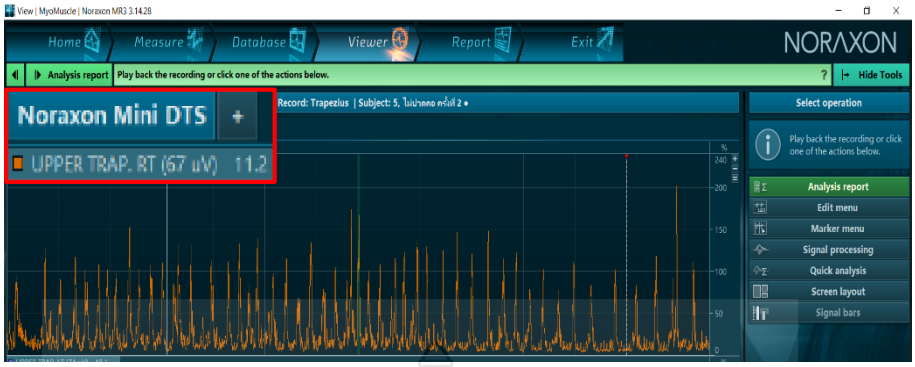
รูปที่ จ.26 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 4 ครั้งที่ 2



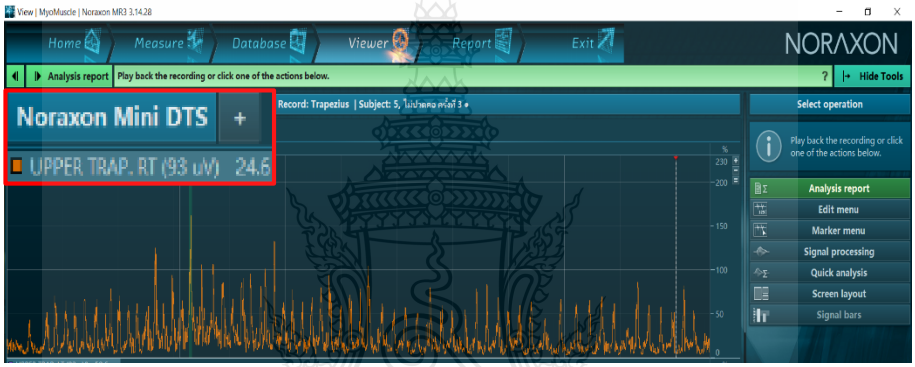
รูปที่ จ.27 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 4 ครั้งที่ 3



รูปที่ จ.28 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 5 ครั้งที่ 1



รูปที่ จ.29 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 5 ครั้งที่ 2

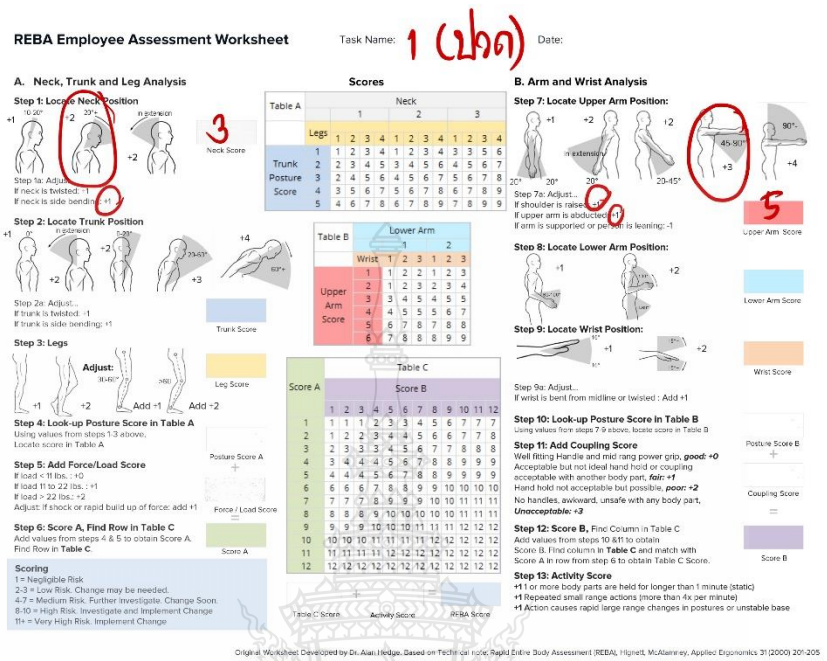


รูปที่ จ.30 ผลการวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 5 ครั้งที่ 3

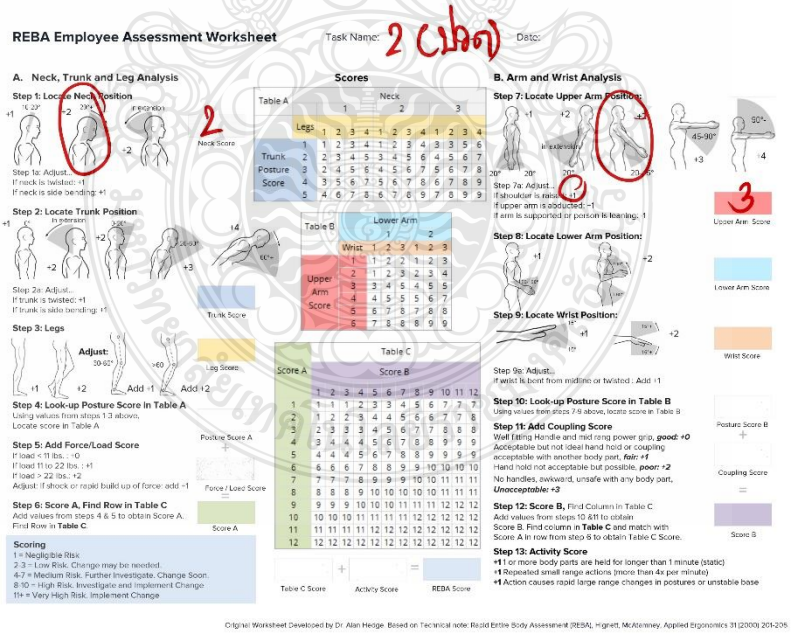
ภาคผนวก ฉ

แสดงผลการประเมินความเสี่ยงด้วยเทคนิค REBA

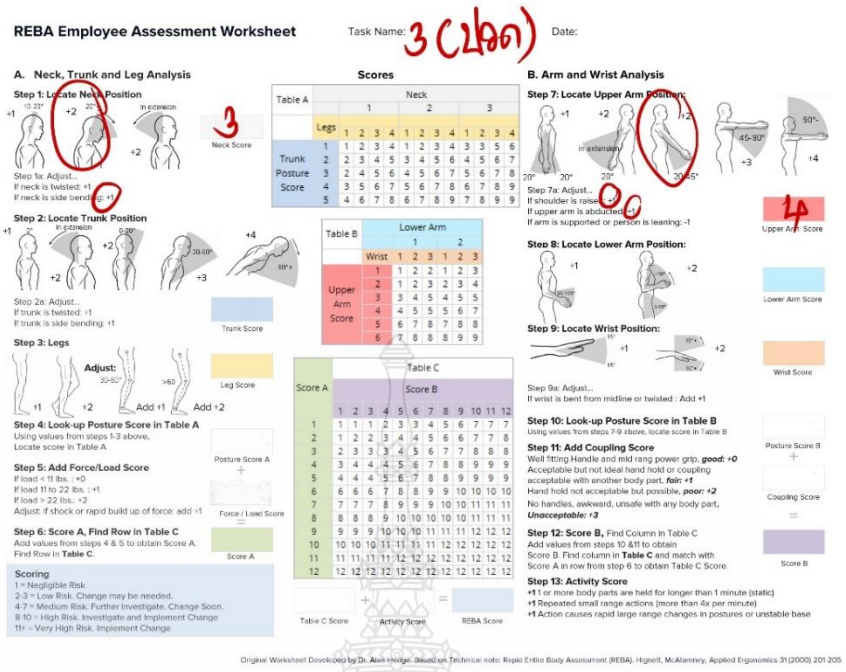
กลุ่มตัวอย่างที่มีอาการปวดคอ



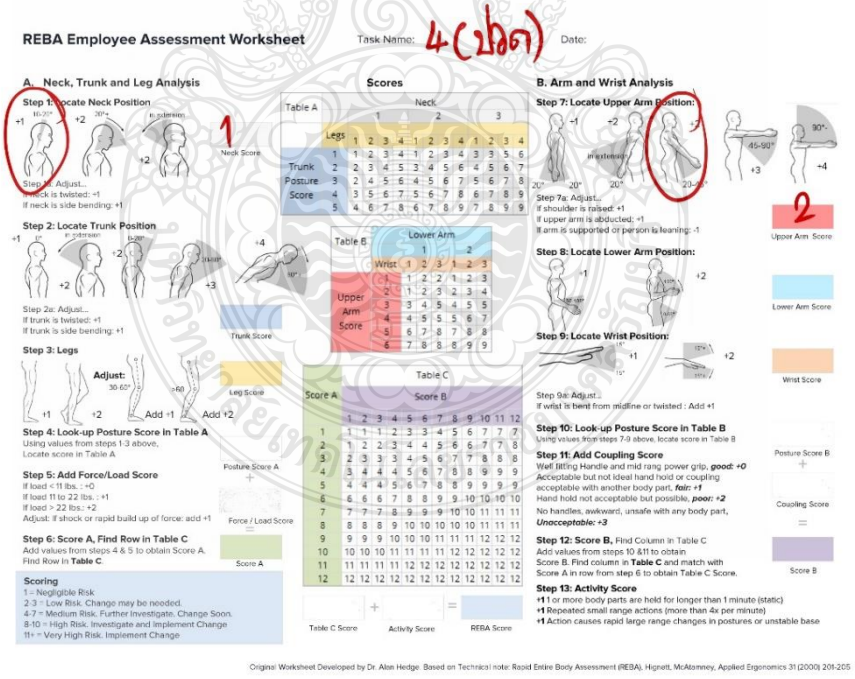
รูปที่ ฉ.1 การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี REBA ของกลุ่มตัวอย่างที่มีอาการปวดคอคนที่ 1



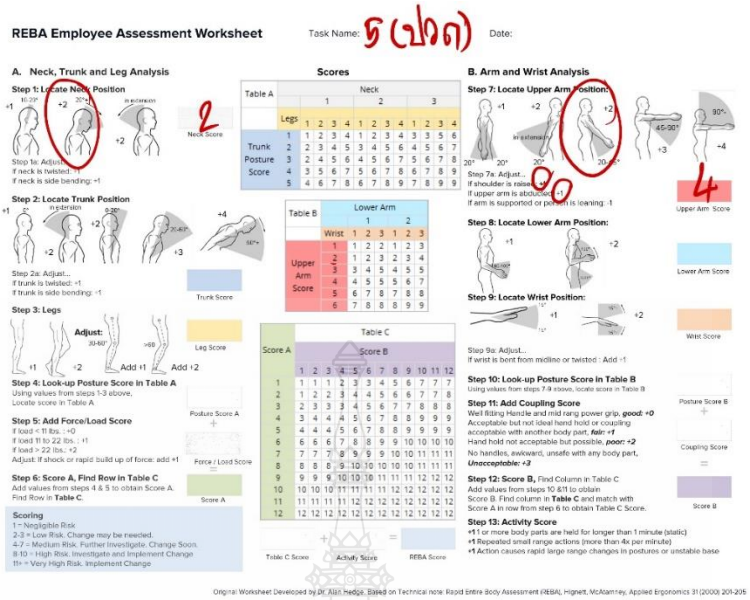
รูปที่ ฉ.2 การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี REBA ของกลุ่มตัวอย่างที่มีอาการปวดคอคนที่ 2



รูปที่ ฉ.3 การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี REBA ของกลุ่มตัวอย่างที่มีอาการปวดคอคนที่ 3

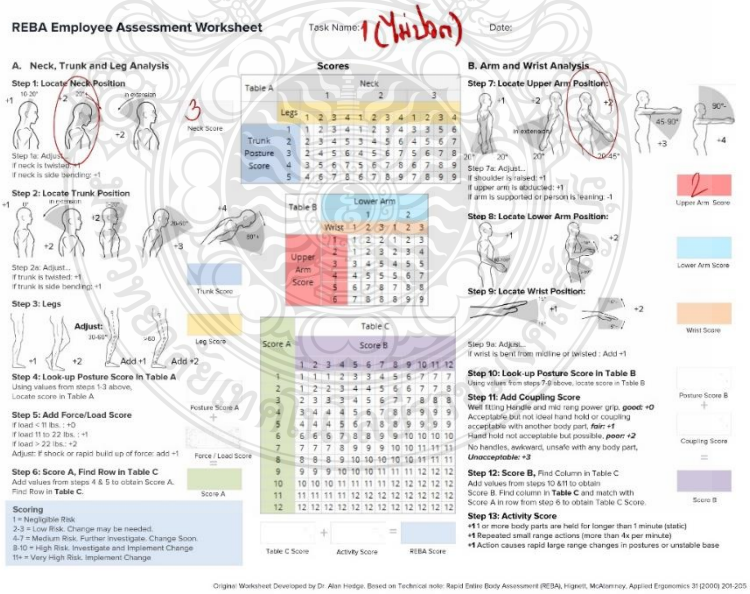


รูปที่ ฉ.4 การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี REBA ของกลุ่มตัวอย่างที่มีอาการปวดคอคนที่ 4

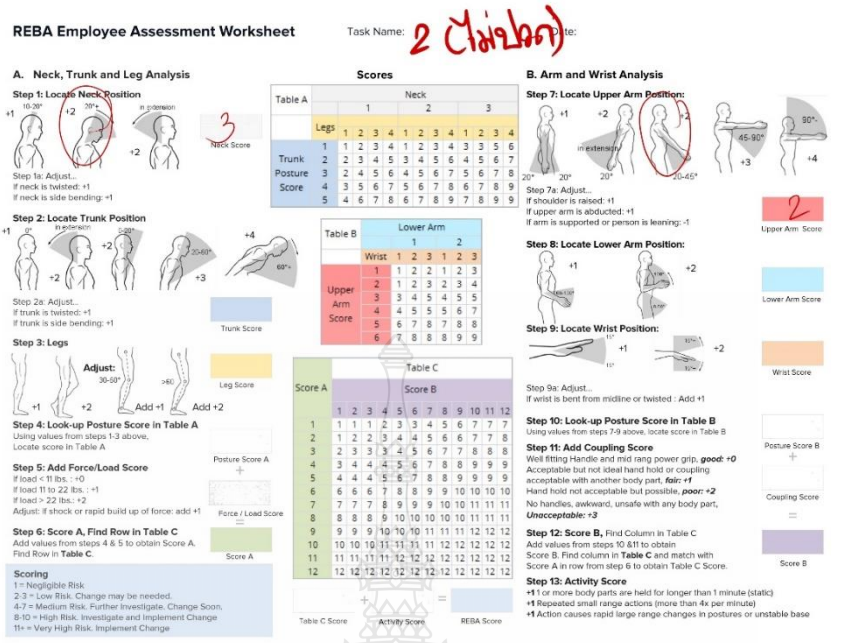


รูปที่ ฉ.5 การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี REBA ของกลุ่มตัวอย่างที่มีอาการปวดคอคนที่ 5

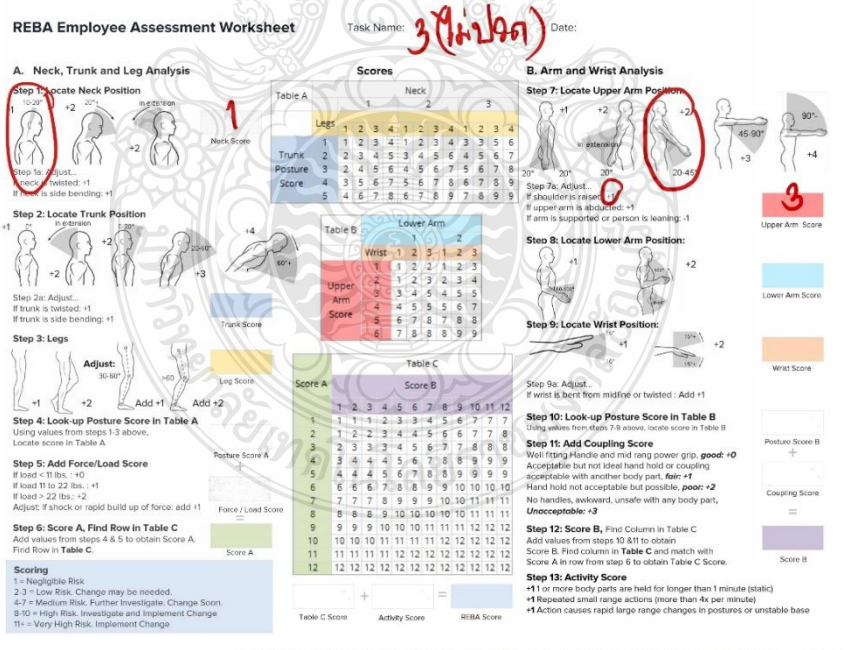
กลุ่มตัวอย่างที่มีอาการปวดคอ



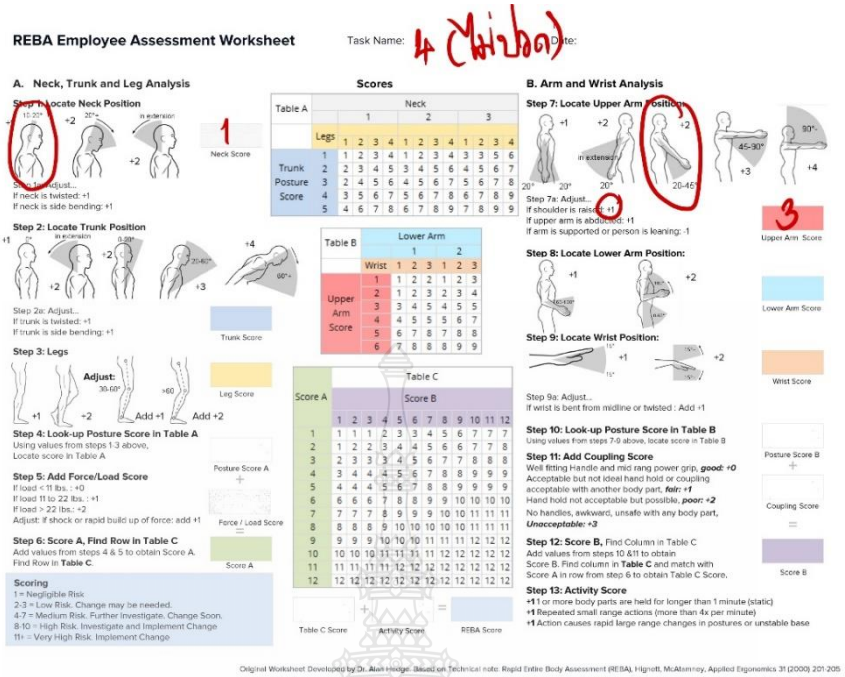
รูปที่ ฉ.6 การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี REBA ของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 1



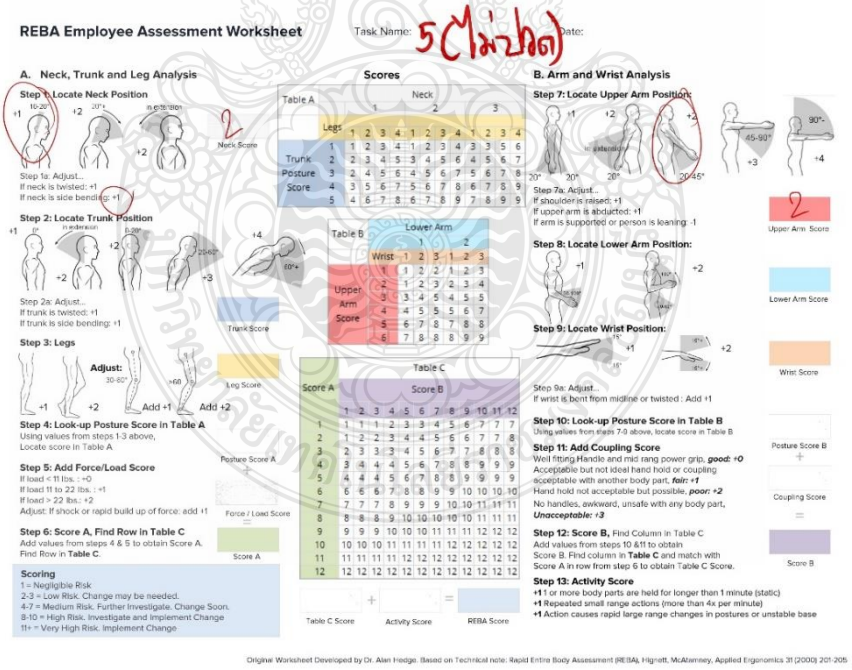
รูปที่ ฉ.7 การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี REBA ของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 2



รูปที่ ฉ.8 การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี REBA ของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 3



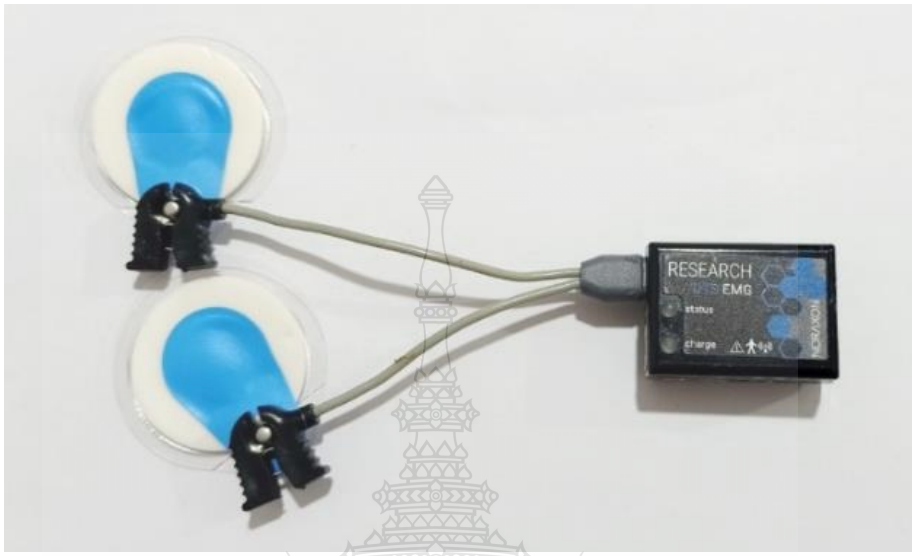
รูปที่ ฉ.9 การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี REBA ของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 4



รูปที่ ฉ.10 การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี REBA ของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีอาการปวดคอคนที่ 5

ภาคผนวก ช
เครื่องวัดคลื่นกล้ามเนื้อไฟฟ้า EMG

อุปกรณ์ที่ใช้วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทราพีเซียสบนของกลุ่มผู้ปฏิบัติงานบนเครื่องเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด



รูปที่ ช.1 เซนเซอร์วัดสัญญากล้ามเนื้อ และเครื่องส่งสัญญาณ Model 548 DTS EMG Sensors

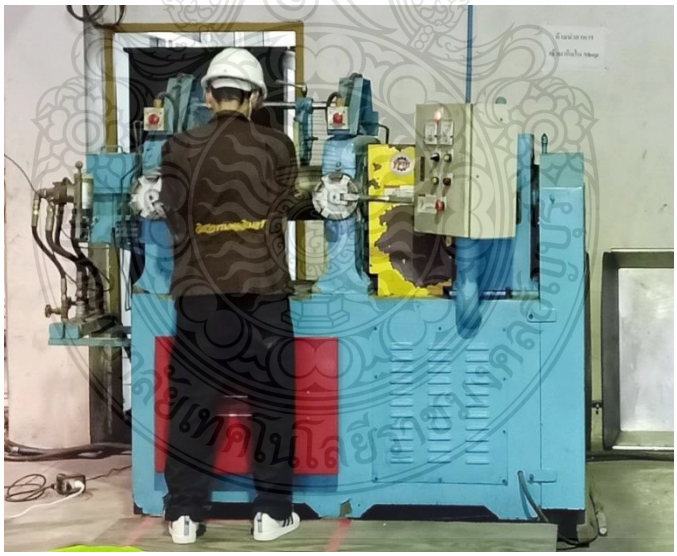
รูปที่ ช.2 เครื่องชาร์จเซนเซอร์ Model 548 DTS EMG Sensors

รูปที่ ช.3 สายวัดสัญญาติดเข้ากับแผ่นอิเล็กโทรดสำหรับติดบนผิวหนัง

รูปที่ ช.4 แผ่นอิเล็กโทรด สำหรับติดบนผิวหนัง

รูปที่ ช.5 เครื่องรับสัญญาณ MINI DTS คลื่นไฟฟ้ากล้มเนื้อเพื่อส่งข้อมูลบันทึกค่าไปที่โปรแกรม Noraxon MR3

รูปที่ ช.6 ลักษณะการติดเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทราพีเซียสบน บริเวณส่วนหลังของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการเก็บผลคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ



รูปที่ ช.6 ท่าทางการยืนทำงานหน้าเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด (Open System Rubber Two-Roll Mill Mixer Machine)

รูปที่ ช.7 ลักษณะการพันรอบลูกกลิ้งของยาง STR 20 บนเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด (Open System Rubber Two-Roll Mill Mixer Machine)

ภาคผนวก ซ

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

RMTC 2019

Rajamangala Manufacturing and Management Technology Conference 2019

PROCEEDINGS

การประชุมวิชาการราชมงคลด้านเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ

CONFERENCE 2019

Precision Manufacturing, Materials and Industrial Education

The Empress Chiang Mai Hotel
CHAING MAI, THAILAND

MAY 30 - 31, 2019
www.rmtc2019.org

<u>คณะกรรมการดำเนินงาน</u>

ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ศีลศิริ สง่าจิตร	ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมโภชน์ กูลศิริศรีตระกูล	รักษาราชการแทน คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรินทร์ สิทธิเจริญ	หัวหน้าสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

คณะกรรมการดำเนินงานประชุมวิชาการ RMTC 2019 ประจำเครือข่าย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริชัย ต่อสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร. อนินท์ มีมนต์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาสพิรุฬห์ วัชรศรีสำเริง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สัญญา คำจริง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิชัย จันทรมณี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
อาจารย์ ดร. ฤทธิชัย เภาเนียม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรัตน์ วรรณศรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวิทย์ ธรรมแสง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พิสิษฐ์ ศรีน้อย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นทีชัย ผัสดี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. แมน ตุ้ยแพร่	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พันธ์เดช นนท์แสงโรจน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จตุพร ใจดำรงค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชูไฮดี สนิ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิวัฒน์ มูเก็ม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณัฐศักดิ์ พรพุฒิศิริ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์ ดร. คณน สุจารี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์ ดร. พิษณุ ทองขาว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประธานคณะกรรมการดำเนินงานประชุมวิชาการ RMTC 2019

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วัชรินทร์ สิทธิเจริญ

คณะกรรมการดำเนินงานประชุมวิชาการ RMTC 2019

อาจารย์ ดร. กิจจา ไชยทนุ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมโภชน์ กูลศิริศรีตระกูล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
รองศาสตราจารย์ ดร. โกศล โอฬารไพโรจน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
รองศาสตราจารย์ ดร. อุเทน คำน่าน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประชา ยืนยงกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วัชรินทร์ สิทธิเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. แมน ตุ้ยแพร่	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นเรศ อินต๊ะวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรเจิด แสงจันทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพงศ์ บางพาน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาคภูมิ จารุภูมิ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤษดา ยิ่งขยัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พีรพันธ์ บางพาน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พัชรนันท์ ยิ่งขยัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เกรียงไกร ธารพรศรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เชษฐ อุทธิยัง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นทีชัย ผัสดี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชา ช่างย้อม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มนวิภา อาวิพันธุ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วัชรากร ชัยวัฒนพิพัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิช มาเทศน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศุภชัย อัครนรากุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรเชษฐ์ หวานเสียง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร. ชัยวัฒน์ กิตติเดชา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร. ไกรลาศ ดอนชัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร. สามารถ ยะเชียงคำ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร. นภดล มณีเทียร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ วิสุทธิ์ บัวเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ อภิชาติ ชัยกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ สิงห์คาน แสนยากุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ขัติพงษ์ จิโนสุวัตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

อาจารย์ วีระศักดิ์ ปัญญาราช	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ กนต์ธีร์ สุขตากจันทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ คำรณ แก้วผัด	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ พุทสายัน นราพินิจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ธีระยุทธ ขอดแก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ สมหมาย สารมาท	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ธีรวัฒน์ แสงกาศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ มานิตย์ อินทร์คำเชื้อ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ชัยภูมิ สีมา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ นริศ อินต๊ะวงค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ อดิเรก ชัยนวกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ณัชชาสิทธิ์ ชูเกียรติขจร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ มนตรี แก้วอยู่	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ พิพัฒน์ หมื่นเป็ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ วิวัฒน์ สิงใส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

เลขานุการดำเนินงานประชุมวิชาการ RMTC 2019

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แมน ตุ้ยแพร่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาคภูมิ จารุภูมิ

ผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาบทความ

ศาสตราจารย์ ดร.กอบวุฒิ รุจิจนากุล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย ฉัตรทินวัฒน์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.นิวิท เจริญใจ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมสันติ โชคถวาย	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.สิทธิชัย วิโรจนุปถัมภ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติ คำเมืองลือ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.บพิธ บุปผโชติ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทิพาพร คำแดง	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำพร ปัญโญใหญ่	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
อาจารย์ ดร.สุรศักดิ์ กุยมาลี	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
อาจารย์ ดร.สุภาพร ดาวทอง	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะนันท์ เจริญสวรรค์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร.สันติรัฐ นันสะอาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์พันธ์ แก้วตาทิพย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.วารุณี เปรมานนท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ เอกชัย วิมลมาลา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ธีระศักดิ์ หมากผิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร. จรัมพร หรรษมนตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ หาญณรงค์ชัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประเสริฐ ศรีบุญจันทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ ดร.ปิยะ กรกชจินตนาการ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ ดร.ภูตินันท์ เอื้อวงษ์สุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ ดร.อทิตยา โต๊ะสัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ ดร.ณรงฤทธิ์ สนใจธรรม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.สมเจตน์ พัชรพันธ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ จันทร์ฑา นาควชิรตระกูล	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภกิจ สุทธิเรืองวงศ์	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.ณัฐวุฒิ ธาราวดี	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กลยุทธ บุญเช่ง	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ต่อสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยยะ ปราณีตพลกรัง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรพงษ์ ภวสุปรีย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุรัตน์ ตรัยวนพงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพี กาญจนะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร.อนินท์ มีมนต์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร.กุลชาติ จุลเพ็ญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.วิชาญ ช่วยพันธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพบูลย์ หาญมนต์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาสพิรุฬห์ วัชรศรีสำเริง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พัชระ กัญจนกาญจน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.วิษณุ เจริญถนอม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.บุญส่ง ฤทธิ์ตา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จงกล ศรีธร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปภากร พิทยชวาล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
อาจารย์ ดร.ประเสริฐ เอ่งฉ้วน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รองศาสตราจารย์ ดร.จารุวัฒน์ เจริญจิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
รองศาสตราจารย์ สุรสิทธิ์ ระวังวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรธนพร ชีววุฒิพงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ซูไฮดี สนิ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จตุพร ใจดำรงค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรินทร์ สิทธิเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แมน ตุ้ยแพร่	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ อินต๊ะวงค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาคภูมิ จารุภูมิ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรเจิด แสงจันทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพงศ์ บางพาน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประชา ยืนยงกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา ยิ่งขยัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชินานาฏ วิทยาประภากร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร.ไกรลาศ ดอนชัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ กิตติเดชา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร.ภาสินี ศิริประภา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร.ปริดา จิ่วปัญญา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เกรียงไกร ธารพรศรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เชษฐ อุทธิยัง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นทีชัย ผัสดี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชา ช่างย้อม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรเชษฐ์ หวานเสียง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มนวิภา อาวิพันธุ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พัชรนันท์ ยิ่งขยัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พงศกร สุรินทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศุภชัย อัครนรากุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พีรพันธ์ บางพาน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วัชรากร ชัยวัฒนพิพัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
POM007	การศึกษาและปรับปรุงวิธีการทำงาน แผนกคลังสินค้าสำเร็จรูป บริษัทผลิตท่อและข้อต่อพลาสติก *กรกช ศิลา, ภานุพงษ์ สวัสดิ์รุ่ง, อลงกรณ์ หาญหัตถกิจ และปรียานุช แย้มจินดา*	545
POM009	การปรับปรุงประสิทธิภาพของผังกระบวนการผลิตแผ่นเมทัลชีท *ชัชชัย สีตา, พีรวัตร ลือสัก, วรพจน์ ศิริรักษ์ และอำนวย คำบุญ*	554
POM010	การลดรอบเวลาในการเคลื่อนย้ายวัสดุโดยใช้การปรับปรุงสินค้าคงคลัง *สุเวช อยู่น้อย, รติสรณ์ พฤฒิศาลิกร*	559
POM012	การพัฒนาอุปกรณ์ขึ้นรูปแผ่นข้าวแต๋น: กรณีศึกษากลุ่มแปรรูปอาหารแม่บ้านเกษตรกรบ้านต้นงิ้ว *สมหมาย สารมาท และชัยวัฒน์ กิตติเดชา*	568
POM013	การจำลองสถานการณ์ในการปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตของผลิตภัณฑ์ตัวกรองอากาศในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ *ปฏิภาณ โพธิ์ศรีสุข, จารุพงษ์ บรรเทา*	574
POM015	การพยากรณ์ความต้องการสินค้าสำหรับการวางแผนการผลิต กรณีศึกษาการผลิตมันฝรั่งทอดกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรเจดีย์แม่ครัว *ธีระยุทธ ขอดแก้ว*	583
POM019	การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ช่วยอบชุบแข็งใบมีดของเครื่องบดย่อย *วรวิทย์ ศรีวิทยากูล, วิชัย ประยูร, ลิขิต วรรณพงศ์ และ สุรพล ชูสวัสดิ์*	589
POM020	การปรับปรุงสายการผลิตเครื่องเล่นซีดีในรถยนต์รุ่น A และ B ด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิค ECRS และ MTM-2 เพื่อลดต้นทุนการผลิต *วัชนะชัย จูมผา, จิรวัฒน์ ณ พัทลุง, ชจรศักดิ์ เทพกาษร, อรวรรณ ศรีตระกูล และวนัสนันท์ อวนศรี*	596
POM021	การออกแบบและสร้างเครื่องเจาะดิน ขนาดหลุมเจาะ 250 มิลลิเมตร *สุรพล ชูสวัสดิ์, วิชัย ประยูร*	603
POM022	การปรับปรุงกระบวนการตัดกระยาสารท กลุ่มวิสาหกิจชุมชนขนมไทยบ้านตาก *ชยันต์ คำบรรลือ, นรุตม์ คล้ายเคลื่อน, ธันย์นรี พรไพรเพชร และสถิรศักดิ์ รังสินานนท์*	610
POM024	การศึกษาปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บจากการทำงานยืนกรีดแผ่นยางสำหรับเครื่องบดยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด *ลัดดา โม้วงษ์, ปรกช สิริสุวัณณ์*	614

POM024

การศึกษาปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บจากการทำงานยืนกรีดแผ่นยางสำหรับเครื่องบดยางสองลูกกลิ้งระบบเปิด

The Study Affected of Ergonomics to Injuries Standing Rubber Tapping of Two Roll Mill Rubber Open System

ลัดดา โม้วงษ์[1*] และปรกช สิริสุวัณณ์[2]
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Ladda Mowong[1*] Porakoch Sirisuwan[2]
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Thunyaburi
E-mail: Ladda_m@mail.rmutt.ac.th *

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยด้านการยศาสตร์ที่มีผลต่อการบาดเจ็บจากท่าทางการทำงานในการกรีดแผ่นยางด้วยเครื่องบดยางสองลูกกลิ้ง ระบบเปิด และเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงวิธีการทำงานและป้องกันการบาดเจ็บอาจจะเกิดขึ้น Rapid Entire Body Assessment (REBA) ถูกนำไปใช้ในการตรวจสอบและประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ การวิเคราะห์ด้วย REBA มี 15 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 คะแนนเป็น 2, ขั้นตอนที่ 2 คะแนนเป็น 3, ขั้นตอนที่ 3 คะแนนเป็น 2, ขั้นตอนที่ 4 คะแนนเป็น 5, ขั้นตอนที่ 5 คะแนนเป็น 0, ขั้นตอนที่ 6 คะแนนเป็น 5, ขั้นตอนที่ 7 คะแนนเป็น 4 ขั้นตอนที่ 8 คะแนนเป็น 2 ขั้นตอนที่ 9 คะแนนเป็น 3 ขั้นตอนที่ 10 คะแนนเป็น 7 ขั้นตอนที่ 11 คะแนนเป็น 0, ขั้นตอนที่ 12 คะแนนเป็น 7, ขั้นตอนที่ 13 คะแนนเป็น 2, ขั้นตอนที่ 14 คะแนนเป็น 8 และขั้นตอนที่ 15 สรุปคะแนนรวม ผลการวิจัยพบว่าค่าคะแนนความเสี่ยงรวมเป็น 10 ซึ่งหมายความว่าท่ายืนในการกรีดยางมีปัญหาด้านการยศาสตร์ที่มีความเสี่ยงสูง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรปรับปรุงท่าทางการทำงานโดยเร็ว ผลการวิเคราะห์นี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการแนะนำการออกแบบทางวิศวกรรมหรือการปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานตามหลักการยศาสตร์

คำหลัก: การบาดเจ็บ, การยศาสตร์, การปรับปรุงการทำงาน, วิธี REBA

Abstract

The objective of this research are to study the ergonomic factors that affect injuries from working posture in tapping rubber sheets with the two roll mill in an open system and to find out the guideline for improving work methods and preventing injuries may occur. Rapid Entire Body Assessment (REBA) is applied to investigate and ergonomics risk assessment. There are 15 steps to analyze in REBA namely: step 1 score was 2, step 2 score was 3, step 3 score was 2, step 4 score was 5, step 5 score was 0, step 6 score was 5, step 7 score was 4, step 8 score was 2, step 9 score was 3, step 10 score was 7, step 11 score was 0, step 12 score was 7, step 13 score was 2, step 14 score was 8 and step 15 was total score. The results showed that the total risk score was 10 that means the working posture in tapping rubber sheets has affect to ergonomic with high risk, should be further analyzed and improve working posture immediately. This

analysis result can be used as a guideline to suggest engineering design or modify working posture according to ergonomics.

Keywords: Injuries, Ergonomics, Work Improvement, REBA Technique

.

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตยางธรรมชาติรายใหญ่ที่สุดของโลกต่อเนื่องมานานไม่ต่ำกว่า 20 ปี โดยมีการผลิตอยู่ที่ 3.82 ล้านตันต่อปี รองลงมาคือประเทศอินโดนีเซีย 2.54 ล้านตัน ประเทศเวียดนาม 1.31 ล้านตัน ประเทศจีน 1.29 ล้านตัน และประเทศอินเดีย 1.18 ล้านตัน โดยยางพาราที่ไทยสามารถผลิตได้ไม่ว่าจะเป็นยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง ยางเครป ยางผึ่งแห้ง หรือ น้ำยางข้น ถือเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปอื่น ๆ เช่น ยางรถยนต์ ถุงมือยาง ท่อยาง [1] ปัจจุบันอาชีพสวนยางพาราได้ขยายพื้นที่ในการเพาะปลูกเพิ่มมากขึ้นในภาคตะวันออก ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ไม่ได้มีเพียงแต่ภาคใต้เท่านั้น ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางในประเทศมีจำนวนทั้งสิ้น 418 โรงงาน โรงงานส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 52 จะตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพฯ และ ปริมณฑล นอกจากนี้กระจายตัวอยู่ในภาคกลาง ร้อยละ 27 ภาคตะวันออก ร้อยละ 9 ภาคใต้ร้อยละ 7 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ร้อยละ 4 และภาคเหนือร้อยละ 1 จากข้อมูลเบื้องต้นแสดงให้ทราบถึงความสำคัญของอุตสาหกรรมยาง ที่มีอิทธิพลต่ออุตสาหกรรมในประเทศไทยและนำไปสู่การจ้างงาน และการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน ประเภทกิจการ การผลิตผลิตภัณฑ์ยาง ตำแหน่งหน้าที่ที่มีจำนวนการประสบอันตรายสูงสุด คือ ผู้ควบคุมเครื่องจักรผลิตผลิตภัณฑ์ยาง เฉลี่ยร้อยละ 63.07 ต่อปี และโรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานที่มีจำนวน การประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงานสูงสุด คือ โรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูก ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานจำเพาะหรือมีปัจจัยเสี่ยงสูงในสิ่งแวดล้อมการทำงาน เฉลี่ยร้อยละ 1.74 ต่อปี [2]

ในอุตสาหกรรมยาง มีกระบวนการทำงานที่สำคัญ คือ กระบวนการแปรรูป เพื่อนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ เครื่องมือทางด้านกระบวนการแปรรูปมีหลากหลายเครื่องมือ เช่น เครื่องผสมแบบเปิด (Two Roll Rubber Open Systems) เครื่องผสมยางแบบปิด (Internal mixer) เครื่องอัดเบ้า (Compression Machine) ทดสอบความหนืดของยาง (Mooney viscosity) ทดสอบการสุกของยาง (Moving die Rheometer) ALPHA, USA และทดสอบการไหลของยาง (Rubber Process Analyzer) ALPHA, USA ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาปัญหาทางด้านการยศาสตร์ของเครื่อง Two Roll Rubber Open Systems เนื่องจากเครื่อง Two Roll Rubber Open Systems เป็นการทำงานและออกคำสั่งโดยต้องมีผู้ควบคุมเครื่องและทำการผสมยางในระหว่างที่เครื่องทำงาน ทำให้เกิดอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน คือ โรคระบบกล้ามเนื้อ โครงสร้างกระดูก และการบาดเจ็บจากการใช้เครื่องมือ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการศึกษาปัจจัยทางด้านการยศาสตร์ ที่มีผลต่อท่าทางการยืนกรีดแผ่นยาง การออกแรงของกล้ามเนื้อ ความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ ในส่วนของแขน ข้อศอก ข้อมือ มือ และนิ้วมือ โดยเครื่อง Two Roll Rubber Open Systems เพื่อป้องกันการเกิดโรคระบบกล้ามเนื้อ โครงสร้างกระดูก และการบาดเจ็บจากการใช้เครื่องมือที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงาน ป้องกันการปวดเมื่อยและเพิ่มประสิทธิภาพจากการทำงาน ซึ่งจะส่งผลให้ ลูกจ้างทำงานด้วยความสุข รู้สึกสบาย ลดอุบัติเหตุและความเมื่อยล้าอันเนื่องมาจากการทำงาน ขณะเดียวกันก็ยังทำให้กิจกรรมที่ทำอยู่นั้นมีประสิทธิภาพสูงขึ้นอันจะเป็นการทำให้เกิดการเพิ่มผลผลิตขึ้นตามลำดับ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยทางด้านการยศาสตร์ ที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บจากการทำงานยืนกรีดแผ่นยาง สำหรับเครื่องบดยางสองลูกกลิ้ง ระบบเปิด การออกแรงของกล้ามเนื้อ และความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ ในส่วนของแขน ข้อศอก ข้อมือ มือ และนิ้วมือ

2.2 เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินใจในการหาแนวทางการปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อช่วยแก้ปัญหาการบาดเจ็บที่พบกับผู้ปฏิบัติงานดังกล่าว

3. วิธีการศึกษา

การดำเนินงานวิจัย ประกอบด้วยขั้นตอนในการศึกษาประชากรและกลุ่มตัวอย่างโดยเลือกเก็บข้อมูลเฉพาะนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและเทคโนโลยีการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 10 คน (เลือกกลุ่มตัวอย่างเฉพาะเพศชายในการวิเคราะห์ข้อมูล) วัสดุ/อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ และการวิเคราะห์ท่าทางการทำงานการวิเคราะห์กระบวนการทำงาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการศึกษา

การศึกษาข้อมูลการทำงานรายละเอียดในส่วนของการยืนกรีดยางบนเครื่องบดยางสองลูกกลิ้ง ระบบเปิดดังรูปที่ 1 เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้ เช่น 1) TWO ROLL MILL RUBBER OPEN SYSTEM 2) ยางและสารที่ใช้ในกระบวนการผสมของกลุ่มตัวอย่าง 3) มีดสำหรับการกรีดยางในกระบวนการผสมยางและสาร ดังแสดงในรูปที่ 2 และ 3 จากนั้นทำแบบสัมภาษณ์และแบบสำรวจสุขภาพเพื่อประเมินสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง และทำการตรวจสอบและประเมินสภาวะทางด้านการยศาสตร์ด้วยวิธี REBA แล้วสรุปผลพร้อมกับเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงการทำงาน

รูปที่ 1 ท่าทางการยืนกรีดแผ่นยาง สำหรับเครื่องบดยางสองลูกกลิ้ง ระบบเปิด

รูปที่ 2 เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ สำหรับการยืนกรีดยางบนเครื่องบดยางสองลูกกลิ้ง ระบบเปิด

รูปที่ 3 มีดสำหรับการยืนกรีดยางบนเครื่องบดยางสองลูกกลิ้ง ระบบเปิด

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

โดยศึกษาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่เรียนวิชาวิชา Rubber Technology นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและเทคโนโลยีการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 10 คน (เลือกกลุ่มตัวอย่างเฉพาะเพศชายในการวิเคราะห์ข้อมูล)

จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นขั้นตอนการยืนกรีดแผ่นยางบนเครื่องบดยางสองลูกกลิ้ง ระบบเปิด ของกลุ่มตัวอย่างมีท่าทางที่ไม่แตกต่างกัน

3.3 วัสดุ/อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้

3.3.1 แบบฟอร์มประเมินความเสี่ยง Rapid Entire Body Assessment (REBA) [3] ใช้เพื่อตรวจสอบและประเมินสภาวะทางด้านการยศาสตร์

3.3.2 แบบสัมภาษณ์และแบบสำรวจสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง

3.3.3 ภาพถ่ายและวีดีโอบันทึกข้อมูล จำนวน 5 วีดีโอ และ ทิศทางของมุมกล้อง จำนวน 5 ทิศทาง ได้แก่ 1) มุมด้านซ้าย 2) มุมด้านขวา 3) มุมหน้าตรง 4) มุมด้านหลัง 5) มุมเหนือระดับสายตา ของกรณีศึกษาเพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ และเกณฑ์การประเมินผลด้วยวิธี REBA

ตารางที่ 1 เกณฑ์การแปลผลคะแนนความเสี่ยงรวมในวิธีการ REBA [4]

คะแนน	การแปลผล
1	ความเสี่ยงน้อยมาก
2-3	ความเสี่ยงน้อย ยังต้องมีการปรับปรุง
4-7	ความเสี่ยงปานกลาง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรได้รับการปรับปรุง
8-10	ความเสี่ยงสูง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรรีบปรับปรุง
≥11	ความเสี่ยงสูงมาก ควรปรับปรุงทันที

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ทางด้านการยศาสตร์เป็นไปตามเกณฑ์การประเมินด้วยวิธี REBA [5] เก็บตัวอย่างท่าทางการทำงานของกลุ่มตัวอย่างแต่ละราย จำนวน 10 ราย โดยการถ่ายภาพขณะที่นักศึกษากำลังปฏิบัติงาน เพื่อนำไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงแบบ REBA 15 ขั้นตอน โดยใช้แบบฟอร์มตารางมาตรฐานการประเมิน REBA ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินส่วนคอ (Neck)
ขั้นตอนที่ 2 การประเมินส่วนลำตัว (Trunk)
ขั้นตอนที่ 3 การประเมินส่วนขา (Legs)
ขั้นตอนที่ 4 ประเมินคะแนนของท่าทางในกลุ่ม A
ขั้นตอนที่ 5 แรงที่ใช้หรือภาระงาน (Force/Load)
ขั้นตอนที่ 6 การสรุปคะแนนรวมในกลุ่ม A
ขั้นตอนที่ 7 การประเมินแขนส่วนบน (Upper arm) ในขั้นตอนที่ 7-11
ขั้นตอนที่ 8 การประเมินแขนส่วนล่าง (Lower arm หรือ forearm)
ขั้นตอนที่ 9 การประเมินข้อมือ (Wrist)
ขั้นตอนที่ 10 การประเมินคะแนนของท่าทางในกลุ่ม B
ขั้นตอนที่ 11 การประเมินการจับยึดวัตถุ (Coupling)
ขั้นตอนที่ 12 การสรุปคะแนนรวมในกลุ่ม B
ขั้นตอนที่ 13 การประเมินการเคลื่อนไหวและกิจกรรมของงาน
ขั้นตอนที่ 14 การหาค่าคะแนน C
ขั้นตอนที่ 15 การหาค่าคะแนนความเสี่ยงรวมและการสรุปผลคะแนน

4. ผลการศึกษา

ผลจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเพื่อการปรับปรุงการทำงานในกระบวนการ ยืนกรีดแผ่นยาง สำหรับเครื่องบดยางสองลูกกลิ้ง ระบบเปิด ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลทางการยศาสตร์ด้วยแบบประเมิน REBA โดยมีรายละเอียด คือ ผลการวิเคราะห์ทางการยศาสตร์ ด้วยวิธี REBA ในการตรวจสอบและการประเมินความเสี่ยงโดยวิธี Rapid Entire Body Assessment (REBA) มีคำอธิบายและขั้นตอนตามผลการสรุป ดังรูปที่ 4

ขั้นตอนที่ 1 ท่าทางของศีรษะลักษณะการทำงานของศีรษะ ก้มศีรษะโดยมีมุมมากกว่า 20 องศา คะแนนเป็น 2 ไม่มีการหมุนศีรษะหรือเอียงคอ สรุปคะแนนเป็น 2

ขั้นตอนที่ 2 ท่าทางของลำตัวลักษณะการทำงานของลำตัว เอนตัวไปด้านหน้าระหว่าง 20 – 60 องศา มีคะแนนเป็น 3 ลำตัวไม่มีการหมุนหรือเอนตังไปด้านข้าง สรุปคะแนนเป็น 3

ขั้นตอนที่ 3 ท่าทางของขาลักษณะของขา ลักษณะของขาอยู่ในแนวดิ่งตรงและสมดุลทั้ง 2 ข้าง มีคะแนนเป็น 1 มีการย่อเข่าระหว่าง 30 – 60 องศา จึงเพิ่ม +1 สรุปคะแนน

เป็น 2

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินคะแนนของท่าทางในกลุ่ม A ท่าทางของศีรษะขั้น ในตอนที่ 1 มีคะแนนเป็น 5 ท่าทางของลำตัว ในขั้นตอนที่ 2 มีคะแนนเป็น 3 ท่าทางของขา ใน

ขั้นตอนที่ 3 มีคะแนนเป็น 2 นำค่าไปเปิดตาราง Table A (รูปที่ 4) จึงได้ระดับคะแนน 5

ขั้นตอนที่ 5 ภาระงานที่ทำได้แก่ แรงที่ใช้หรือน้ำหนักที่ถือน้อยกว่า 11 ปอนด์ สรุปคะแนนเป็น 0

ขั้นตอนที่ 6 สรุปผลรวมคะแนนจากขั้นตอนที่ 4 ซึ่งมีคะแนนเป็น 5 และขั้นตอนที่ 5 ซึ่งมีคะแนนเป็น 0 สรุปคะแนนรวมเป็น 5 โดยเป็นคะแนนไว้สำหรับเปิดค่าใน Table C (รูปที่ 4) ต่อไป

ขั้นตอนที่ 7 ท่าทางของแขนส่วนบนซึ่งมีมุมอยู่ระหว่าง 20 - 45 องศา มีระดับคะแนนเป็น 2 มีการยกหัวไหล่ จึงเพิ่ม +1 และหัวไหล่กางออก จึงเพิ่ม +1 (ซ้ายมือและขวามือทำงานไม่ต่างกันมาก สลับมือมีอาการปวดเมื่อย) สรุปคะแนนเป็น 4

ขั้นตอนที่ 8 ท่าทางของแขนส่วนล่างมีมุมน้อยกว่า 60 องศา หรือ แขนอยู่ในตำแหน่งยกขึ้นด้านบนทำมุมมากกว่า 100 องศา เมื่อเทียบกับแนวดิ่ง 1 (ซ้ายมือและขวามือทำงานไม่ต่างกันมาก สลับมือมีอาการปวดเมื่อย) สรุปคะแนนเป็น 2

ขั้นตอนที่ 9 ท่าทางของมือและข้อมือมีมุมมากกว่า 15 องศา มีคะแนนเป็น 2 มีการเอียงข้อมือไปด้านข้างซ้ายขวา จึงเพิ่ม +1 (ซ้ายมือและขวามือทำงานไม่ต่างกันมาก สลับมือมีอาการปวดเมื่อย) สรุปคะแนนเป็น 3

ขั้นตอนที่ 10 ท่าทางของแขนส่วนบนในขั้นตอนที่ 7 มีคะแนนเป็น 4 แขนส่วนล่างในขั้นตอนที่ 8 มีคะแนนเป็น 2 ท่าท่ามือและข้อมือในขั้นตอนที่ 9 มีคะแนนเป็น 3 นำไปเปิด Table B (รูปที่ 4) จึงมีระดับคะแนน 7

ขั้นตอนที่ 11 ประเมินการพิจารณาจากการยึดจับชิ้นงานอยู่ในระดับ ผู้ปฏิบัติจับยึดได้ถนัดมือ สามารถกำได้รอบมือ จึงมีระดับคะแนนเป็น 0

ขั้นตอนที่ 12 สรุปผลรวมคะแนนจาก ขั้นตอนที่ 10 ซึ่งมีคะแนนเป็น. 7 และขั้นตอนที่ 11 ซึ่งมีคะแนนเป็น 0 สรุปรวมเป็น 7 โดยเป็นคะแนนไว้สำหรับเปิดค่าใน Table C ต่อไป

ขั้นตอนที่ 13 มีการทำงานอยู่ในท่าเดิมมากกว่า 1 นาที และมีการเคลื่อนไหวร่างการส่วนหนึ่งส่วนใดซ้ำๆมากกว่า 4 ครั้งต่อนาที จึงเพิ่ม +1 สรุปคะแนนเป็น 2

ขั้นตอนที่ 14 จากคะแนนที่ได้ในขั้นตอนที่ 6 ซึ่งมีคะแนนเป็น 5 และคะแนนในขั้นตอนที่ 12 ซึ่งมีคะแนนเป็น 7 นำค่าไปเปิด Table C จึงได้ระดับคะแนนเป็น 8

ขั้นตอนที่ 15 ข้อมูลจาก Table C มีคะแนนเท่ากับ 8 และจากขั้นตอนที่ 13 มีคะแนนเท่ากับ 2 สรุปคะแนน Final Score เท่ากับ 10 ตามการแปลความหมาย คือการทำงานนั้นมีปัญหาทางการยศาสตร์ ความเสี่ยงสูง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรรีบปรับปรุงโดยเร็ว

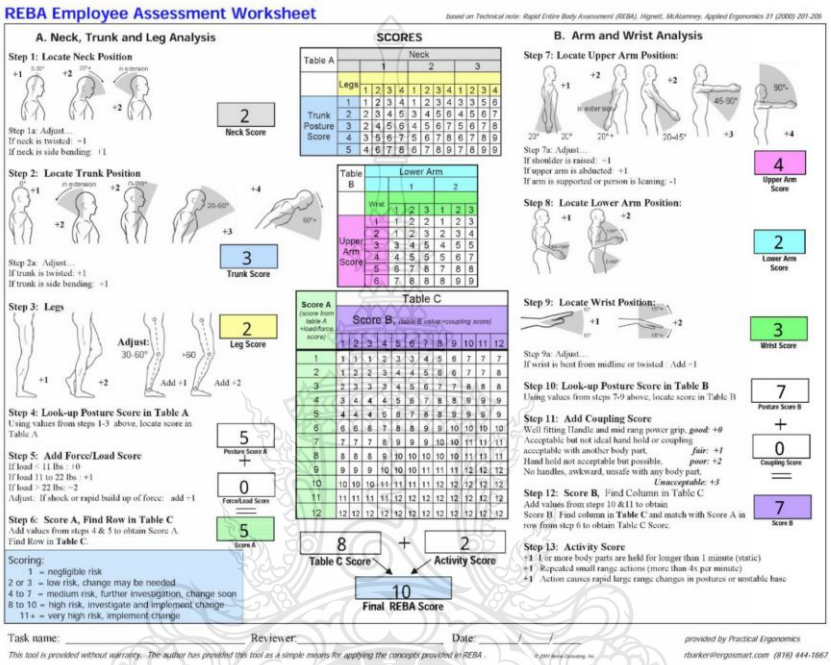
โดยสรุปข้อมูลในรูปที่ 4 แสดงคะแนนแต่ละขั้นตอนและความหมายของการประเมินโดยวิธี REBA .ในการประเมินผลการทำงานยืนกรีดแผ่นยาง สำหรับเครื่องบดยางสองลูกกลิ้ง ระบบเปิด

จากการวิเคราะห์การทำงานด้วยวิธี REBA มีทั้งหมด 15 ขั้นตอน พบว่า ขั้นตอนที่ 1 คะแนนเป็น 2 ขั้นตอนที่ 2 คะแนนเป็น 3 ขั้นตอนที่ 3 คะแนนเป็น 2 ขั้นตอนที่ 4 คะแนนเป็น 5 ขั้นตอนที่ 5 คะแนนเป็น 0 ขั้นตอนที่ 6 คะแนนเป็น 5 ขั้นตอนที่ 7 คะแนนเป็น 4 ขั้นตอนที่ 8 คะแนนเป็น 2 ขั้นตอนที่ 9 คะแนนเป็น 3 ขั้นตอนที่ 10 คะแนนเป็น 7 ขั้นตอนที่ 11 คะแนนเป็น 0 ขั้นตอนที่ 12 คะแนนเป็น 7 ขั้นตอนที่ 13 คะแนนเป็น 2

ขั้นตอนที่ 14 คะแนนเป็น 8 และขั้นตอนที่ 15 ซึ่งมีคะแนนความเสี่ยงรวมเท่ากับ 10 หมายถึง การทำงานนั้นมีปัญหาทางการยศาสตร์ ความเสี่ยงสูง ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมและควรรีบปรับปรุงท่าทางการทำงานโดยเร็ว ทั้งนี้การวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถนำไปเป็นข้อสรุปผลเพื่อเป็นการนำเสนอแนะแนวทางในการออกแบบทางวิศวกรรมหรือการปรับปรุงวิธีการทำงาน ให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ ในงานวิจัยครั้งต่อไป

ในการประเมินท่าทางการทำงานยืนกรีดแผ่นยางสำหรับเครื่องบดยางสองลูกกลิ้ง ระบบเปิด ทั้งนี้การวิเคราะห์ดังกล่าวมีข้อควรระวังคือ คะแนนที่ได้รับจากการประเมินโดยวิธี REBA เป็นเพียงความเสี่ยงของลักษณะการ

ทำงาน หากคะแนนมีค่าน้อยไม่ได้หมายความว่าลักษณะการทำงานนั้นไม่มีความเสี่ยงที่จะเกิดการบาดเจ็บหรืออันตรายจากการทำงาน ในทางตรงกันข้ามเช่นกันคะแนนที่มีค่ามากก็มิใช่การยืนยันเสมอไปว่าลักษณะงานที่ทำอยู่นั้นจะมีปัญหาที่รุนแรง ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลควรใช้ข้อมูลอื่นๆ ประกอบการพิจารณาด้วย รวมถึงปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อลักษณะการทำงาน เช่น สภาพแวดล้อมในการทำงาน เป็นต้น



รูปที่ 4 คะแนนแต่ละขั้นตอนและความหมายของการประเมินโดยวิธี REBA

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผลสรุปในการปรับปรุงการทำงานครั้งนี้คือการออกแบบเครื่องมือ/อุปกรณ์เพื่อช่วยให้เหมาะสมต่อท่าทางการยืนทำงานที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บ แนวทางแก้ปัญหาทางด้านการยศาสตร์ โดยมีการออกแบบและการสร้างอุปกรณ์ที่เหมาะสม โดยเป็นงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป

โดยในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้ คือ

5.1 การวิเคราะห์ผลทางด้านการยศาสตร์ หากมีวิธีการหรือเครื่องมืออื่นๆทางด้านการยศาสตร์ เช่น เครื่อง Electromyography (EMG) เป็นต้น เพื่อเป็นข้อมูลที่ประกอบการพิจารณาที่หลากหลายและมีความละเอียดแน่ชัดขึ้น

5.2 การเก็บข้อมูลที่ดีจะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้อย่างถูกต้องทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเครื่องมือ วิธีการ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้และการร่วมมือของกลุ่มตัวอย่าง

5.3 ควรมีการศึกษาความพร้อมและสภาพร่างกายของกลุ่มตัวอย่างด้วย เช่น ปัจจัยทางด้านจิตใจ ของกลุ่มตัวอย่าง การระบุเพศของกลุ่มตัวอย่าง อายุ และตัวแปรอื่นๆ เพื่อทำให้งานวิจัยมีความละเอียดมากยิ่งขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมเศรษฐกิจระหว่างประเทศ กระทรวงการต่างประเทศ, ข้อมูลจาก http://www.thaibiz.net/th/business/67/ ยางพารา (วันที่สืบค้นข้อมูล 23 มีนาคม 2562)

[2] สำนักงานประกันสังคม, ข้อมูลจากhttps://www.sso.go.th/wpr (วันที่สืบค้นข้อมูล 23 มีนาคม 2562)

[3] ไวยวิทย์ ไวยกาญจน์ นันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร และสรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์, “การประเมินทางการยศาสตร์สำหรับงานยกในโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์,” การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการประจำปี พ.ศ.2555, 17-19 ตุลาคม 2555 ชะอำ เพชรบุรี, (2555), หน้า 492 – 502.

[4] วีรชัย มัฏฐารักษ์, เดช เหมือนขาว, ยงยุทธ ดุลยกุล, “การศึกษาทางการยศาสตร์เพื่อปรับปรุงการทำงานในกระบวนการผลิตน้ำตาลโตนด”, วารสารวิศวกรรมศาสตร์ราชมงคลธัญบุรี, (2554), หน้า 49 – 58.

[5] หลักการประเมินด้านการยศาสตร์, ข้อมูลจาก http://thai-ergonomic-assessment.blogspot.com/search/label/REBA (วันที่สืบค้นข้อมูล 23 มีนาคม 2562)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	ว่าที่ร้อยตรีหญิงลัดดา โม้วงษ์
วัน เดือน ปีเกิด	3 พฤษภาคม 2535
ที่อยู่	261/661 หมู่ 4 ต.รังสิต อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110
การศึกษา	ปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีอุตสาหการ สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
ประสบการณ์การทำงาน	วิศวกรฝ่ายขาย บริษัท ยูมิคก้าร์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
เบอร์โทรศัพท์	092-693-5197
อีเมล์	Ladda_m@mail.rmutt.ac.th