การสืบค้นความเครียดทางสรีรวิทยาจากการตัดหญ้า

นพฉัตร วิริยานุกูล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2552

AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION INTO PHYSIOLOGICAL STRAIN FROM LAWN MOWING

Noppachat Wiriyanukul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Suranaree University of Technology

Academic Year 2009

การสืบค้นความเครียดทางสรีรวิทยาจากการตัดหญ้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____

(ผศ. ดร.ยงยุทธ เสริมสุธีอนุวัฒน์)
ประธานกรรมการ

_____

(ผศ. ดร.พรศิริ จงกล)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

_____

(ผศ. ดร.วารี วิดจายา)
กรรมการ

_____

(อ. ดร.พงษ์ชัย จิตตะมัย)
กรรมการ

_____

(ศ. ดร.ไพโรจน์ สัตยธรรม)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

_____

(รศ. น.อ. ดร.วรพจน์ ขำพิศ)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

นพฉัตร วิริยานุกูล : การสืบค้นความเครียดทางสรีรวิทยาจากการตัดหญ้า (AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION INTO PHYSIOLOGICAL STRAIN FROM LAWN MOWING) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ จงกล, 140 หน้า.

การปฏิบัติงานตัดหญ้าโดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายเป็นการปฏิบัติงานกลางแจ้งในสภาพอากาศร้อน และพนักงานตัดหญ้าต้องสะพายเครื่องตัดหญ้าตลอดในขณะปฏิบัติงาน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ประเมินระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายจากการปฏิบัติงานตัดหญ้า 2) ประเมินความหนักของงานตัดหญ้าโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นเกณฑ์ 3) วิเคราะห์ผลกระทบของฤดูกาลที่มีต่ออัตราการเต้นของหัวใจ และ 4) ประเมินภาระงานของกล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้อแขนของพนักงานตัดหญ้าโดยมีชนิดของเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายเป็นปัจจัย และผู้ถูกทดสอบคือ พนักงานตัดหญ้าที่ปฏิบัติงานภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นจำนวน 18 คน

ผลการวิจัยพบว่าพนักงานมีอาการเจ็บปวดที่บริเวณหลังส่วนล่างมากที่สุด และบริเวณสะโพกน้อยที่สุด ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นหัวใจในฤดูร้อนขณะพักก่อนปฏิบัติงาน และขณะปฏิบัติงานเท่ากับ 76 และ 117 ครั้งต่อนาที ตามลำดับ และในฤดูหนาวเท่ากับ 77 และ 111 ครั้งต่อนาที ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า ฤดูกาลมีผลกระทบต่ออัตราการเต้นของหัวใจในขณะปฏิบัติงานอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สำหรับค่าเฉลี่ยภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะจำลองการปฏิบัติงานตัดหญ้า พบว่ากล้ามเนื้อหลังส่วนล่างขวามีค่าเฉลี่ยภาระงานสูงสุด รองลงมาคือ กล้ามเนื้อหลังส่วนบนขวา กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างซ้าย กล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าความแตกต่างของเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายมีผลกระทบต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อกล้ามหลังส่วนล่างขวา และกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และมีผลกระทบต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างซ้ายอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีผลกระทบต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนบนขวาอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้คือ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการกำหนดระยะเวลาพักและเวลาการทำงานของแต่ละฤดูกาลในการปฏิบัติงานกลางแจ้ง รวมทั้งการออกแบบเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพาย วิธีการทำงานที่เหมาะสม และความปลอดภัยต่อทางสรีรวิทยาของพนักงานตัดหญ้าได้

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2552 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

NOPPACHAT WIRIYANUKUL : AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION INTO PHYSIOLOGICAL STRAIN FROM LAWN MOWING. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. PORNSIRI JONGKOL, Ph.D. 140 PP.

LAWN MOWING/OUTDOOR/SEASON/HEART RATE/ERECTOR SPINAE MUSCLES/TRAPEZIUS MUSCLES/FLEXOR CARPI REDIALIS MUSCLES

Lawn mowing task using a portable lawn mower is an outdoors operation, usually in hot weather. The operator must always put a strap of the machine on his shoulder to carry the load. This research aimed to 1) evaluate levels of pains occurring in different parts of the body caused by lawn mowing; 2) to evaluate the weight of lawn mowing task using the heart rate as criteria; 3) analyze the impact of seasons on the heart rate; and 4) evaluate the loads on back and arm muscles of the lawn mowing workers caused by a conventional portable lawn mower. The experimental group was 18 lawn mowing workers of Suranaree University of Technology.

It was found that the workers experienced pains most in erector spinae, and least in the hips. The average heart rate in hot season while resting before performance and during performance were 76 and 117 beats per minute (bpm) respectively; and in cold season, 77 and 111 bpm respectively. Analysis of variance suggested that seasons had an impact on the heart rate during performance very significantly. As for the average load of muscles, it was found that while simulating lawn mowing, the right erector spinae had the highest average of work load, next was the right trapezius, left erector spinae, and flexor carpi radialis, respectively. Analysis

of variance also demonstrated that differences in conventional portable lawn mowers had a very significant impact on the work load of the right erector spinae and flexor carpi radialis, a significant impact on the left erector spinae, but no significant impact on the right trapezius. Expected results obtained from the study can be exploited in determining rest-work cycles for outdoors performance in each season, and in designing portable lawn mowers and proper work methods, and finally for physiological safety of the workers.

School of Industrial Engineering Student's Signature _____

Academic Year 2009 Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับคำปรึกษา คำแนะนำ และความช่วยเหลือสนับสนุนอย่างดียิ่ง ทั้งด้านวิชาการ ด้านการดำเนินการวิจัย และอนุเคราะห์อุปกรณ์ดำเนินงานวิจัย จากคณาจารย์ และกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ดังนั้นผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงแด่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ จงกล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้โอกาสทางการศึกษา ให้คำแนะนำปรึกษา ช่วยแก้ปัญหาและให้กำลังใจ รวมทั้งทุนการศึกษาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด อีกทั้งยังช่วยตรวจทาน และแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ เสริมสุธีอนุวัฒน์ หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้โอกาสในการศึกษา ให้คำปรึกษาด้านวิชาการ แนวทางสำหรับการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ และตรวจสอบวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วารี วิดจายา และอาจารย์ ดร.พงษ์ชัย จิตตะมัย กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาด้านวิชาการ และตรวจสอบวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเรียบร้อยสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คุณปราณี กฐินใหม่ เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่แนะนำขั้นตอนการดำเนินการไปด้วยความเรียบร้อย และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณจริยาพร ศรีวิไลลักษณ์ เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป สำนักงานคณบดี สำนักวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำขั้นตอน และตรวจรูปเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเรียบร้อยสมบูรณ์

ขอขอบคุณ พนักงานตัดหญ้าทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเป็นผู้ถูกทดสอบ

ขอขอบคุณ คุณจักรภพ นิทัศนศาสน์ และนคุณธนาธิป สุคนธพงศ์ ที่ได้ให้แนวคิดสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ คุณกนกพร แสงตะวัน และคุณจักรี สังขะฤกษ์ ที่ได้ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ได้ให้โอกาสในการศึกษาความรู้ทางวิชาการ และแนวความคิดอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดา คือ นายเทียนชัย วิริยานุกูล มารดา คือ นางสุภางค์ วิริยานุกูล ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ได้สนับสนุนด้านการศึกษา ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และได้ถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีแก่ผู้วิจัยตลอดมา จนทำให้ประสบผลสำเร็จในชีวิต

นพฉัตร วิริยานุกูล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ฎ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ฐ

บทที่

1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมา 1
1.2 ความสำคัญของปัญหา 2
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย 3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย 3
1.5 ขั้นตอนการวิจัย 4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 4
2 **ปริทรรศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** 5
2.1 การปฏิบัติงานในที่มีอุณหภูมิสูง 5
2.2 อัตราการเต้นของหัวใจ 6
2.3 การประเมินภาระงานโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจ 6
2.4 ระบบกล้ามเนื้อ 9
2.5 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (electromyogram, EMG) 11
2.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน 12
2.7 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์อย่างง่าย 13
3 วิธีดำเนินการวิจัย 15
3.1 กล่าวนำ 15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 ผู้ถูกทดสอบ 17
3.3 การศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบ 17
3.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ 17
3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพ 17
3.4 ระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายของผู้ถูกทดสอบ 17
3.4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ 17
3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย 17
3.5 การวัดอุณหภูมิสภาพแวดล้อมบริเวณผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้า (ภาคสนาม) 19
3.5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ 19
3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิสภาพแวดล้อม 19
3.6 การประเมินภาระงานโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบ 20
3.6.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ 20
3.6.2 การเก็บข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบ 21
3.6.3 ข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบ 23
3.6.4 การวิเคราะห์ภาระงานอัตราการเต้นหัวใจของผู้ถูกทดสอบ 23
3.7 การประเมินระดับการทำงานของกล้ามเนื้อผู้ถูกทดสอบในขณะจำลองการปฏิบัติงานตัดหญ้า 25
3.7.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ 25
3.7.2 การเก็บข้อมูลภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนบน กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง และกล้ามเนื้อกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์ คาร์ไพ เรเดียลิส 27
3.7.3 กล้ามเนื้อที่ทำการศึกษา 30
3.7.4 การวัดภาระงานของกล้ามเนื้อ 30
3.7.5 การวัดการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum Voluntary Contraction ; %MVC) 33

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.7.6 การวัดภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะปฏิบัติงาน 35
3.7.7 การวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า 35
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล 38
4.1 กล่าวนำ 38
4.2 คุณลักษณะทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบ 38
4.3 ระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายของผู้ถูกทดสอบ 39
4.4 ผลการตอบแบบสอบถามของผู้ถูกทดสอบ 41
4.5 ผลของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบขณะพักก่อน ปฏิบัติงาน ขณะปฏิบัติงาน และหลังปฏิบัติงานตัดหญ้า 44
4.5.1 ผลการวัดค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบ ขณะพักก่อนปฏิบัติงาน 44
4.5.2 ผลการวัดค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบ ขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า 45
4.5.3 ผลการวัดค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบ หลังปฏิบัติงาน 51
4.6 การวัดภาระความร้อนของสภาพแวดล้อมแต่ละฤดูกาลขณะผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้า (กลางแจ้ง) 54
4.6.1 ผลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมของสภาพแวดล้อมขณะผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้า 54
4.6.2 ผลการวิเคราะห์ภาระงานอัตราการเต้นหัวใจของผู้ถูกทดสอบ 58
4.7 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบในขณะพักกับขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาว 59
4.8 ระดับการทำงานของกล้ามเนื้อผู้ถูกทดสอบในขณะจำลองการปฏิบัติงานตัดหญ้า 62
4.8.1 ภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง 62

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.8.2 ภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้ออ่อน 63
4.8.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายในขณะปฏิบัติงานมีผลต่อค่าระดับการทำงานของกล้ามเนื้อ..... 64
5 สรุปและข้อเสนอแนะ 68
5.1 สรุปผลการวิจัย 68
5.2 ข้อเสนอแนะ 71
5.3 วิธีการนำผลไปใช้ในทางปฏิบัติและความปลอดภัย 71
รายการอ้างอิง 73
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. การหาขนาดตัวอย่างผู้ถูกทดสอบ 75
ภาคผนวก ข. แบบสอบถามระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย 79
ภาคผนวก ค. แบบสอบถาม Standardized Nordic Questionnaires..... 82
ภาคผนวก ง. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างอายุกับอัตราการเต้นของหัวใจ..... 91
ภาคผนวก จ. ข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบในฤดูร้อน..... 95
ภาคผนวก ฉ. ข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบในฤดูหนาว..... 115
ภาคผนวก ช. ข้อมูลระดับการทำงานของกล้ามเนื้อ (% ของค่าสูงสุด) 135
ภาคผนวก ซ. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์และเผยแพร่ 138
ประวัติผู้เขียน 140

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 จำนวนผู้ประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงานจำแนกตามความร้ายแรง และโรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานหรือเนื่องจากการทำงาน พ.ศ. 2550 2

2.1 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักหลังจากการทำงานที่ระดับภาระหนึ่ง ๆ 8

2.2 เทคนิคที่ใช้สำหรับการประเมินความล้าของร่างกายจากการฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจ 8

3.1 อุณหภูมิขณะผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้าเป็นเวลา 60 นาที 20

3.2 การออกแบบการทดสอบค่าเฉลี่ยอัตราการของเต้นหัวใจของผู้ถูกทดสอบโดยมีฤดูกาลเป็นปัจจัย 24

3.3 การออกแบบการทดสอบภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนบนโดยมีเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายเป็นปัจจัย 36

4.1 คุณลักษณะทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบ 39

4.2 จำนวนของผู้ถูกทดสอบที่ให้ระดับคะแนนความเจ็บปวด 0 ถึง 5 โดยคิดเป็นร้อยละ 40

4.3 ผลการตอบแบบสอบถามของผู้ถูกทดสอบที่มีความรู้สึกเจ็บปวดหรือไม่สบายที่เกิดขึ้นกับอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายใน 12 เดือนหรือในช่วง 7 วัน ที่ผ่านมา 42

4.4 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบขณะพักก่อนปฏิบัติงานตัดหญ้า 44

4.5 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า 46

4.6 ผลต่างค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบในขณะปฏิบัติงานกับขณะพักก่อนปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน) 48

4.7 ผลต่างค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบในขณะปฏิบัติงานกับขณะพักก่อนปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว) 49

4.8 แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ P_1, P_2, P_3 และผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ P_1 กับ P_3 ของฤดูร้อน 51

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.9 แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจP_1, P_2, P_3 และผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ P_1 กับ P_3 ของฤดูหนาว 53

4.10 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และค่าความเร็วลมเฉลี่ย ในฤดูร้อนขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าของผู้ถูกทดสอบ 55

4.11 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และค่าความเร็วลมเฉลี่ย ในฤดูหนาวขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าของผู้ถูกทดสอบ 56

4.12 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และอัตราการเต้นของหัวใจขณะผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้า 57

4.13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าอัตราการเต้นของหัวใจ 59

4.14 การเปรียบเทียบผลต่างอุณหภูมิกับผลต่างอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักกับขณะปฏิบัติงานระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาว 59

4.15 แสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อต่าง ๆ ในขณะยืนปกติและขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายข้อแข็ง 62

4.16 แสดงค่าระดับการทำงานของกล้ามเนื้อต่าง ๆ ในขณะยืนปกติและขณะปฏิบัติงาน ตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายข้ออ่อน 63

4.17 แสดงค่าระดับการทำงานของกล้ามเนื้อต่าง ๆ ในขณะยืนปกติและขณะปฏิบัติงาน ตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายข้ออ่อน 64

4.18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าภาระงานกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างซ้าย 66

4.19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าภาระงานกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างขวา 66

4.20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าภาระงานกล้ามเนื้อหลังส่วนบนขวา 66

4.21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าภาระงานกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส 66

4.22 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าภาระงานกล้ามเนื้อ 67

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

3.1 แสดงแผนภาพขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย 16
3.2 แสดงตำแหน่งบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย 18
3.3 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม 19
3.4 เครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจ 21
3.5 ผู้ถูกทดสอบคาดแถบอิเล็คโทรดที่อกและสวมตัวรับสัญญาณที่ข้อมือ 22
3.6 ผู้ถูกทดสอบขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า 22
3.7 เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายแบบข้อแข็ง 26
3.8 เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายแบบข้ออ่อน 26
3.9 เครื่องอิเลคโตรไมโอแกรม (MEGA รุ่น ME3000P) 27
3.10 แสดงตำแหน่งในการเหวี่ยงจานใบมีดเครื่องตัดหญ้าของผู้ถูกทดสอบ 28
3.11 การเหวี่ยงจานใบมีดเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งไปยังตำแหน่งที่กำหนด 29
3.12 การเหวี่ยงจานใบมีดเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้ออ่อนไปยังตำแหน่งที่กำหนด 29
3.13 กล้ามเนื้อ Erector spinae (Noish, 1992) 31
3.14 กล้ามเนื้อ Trapezius (Niosh, 1992) 32
3.15 กล้ามเนื้อ Flexor carpi radialis (Niosh, 1992) 33
3.16 ผู้ถูกทดสอบอยู่ในท่ายืนตรงเตรียมออกแรงดึงโซ่ 34
3.17 ผู้ถูกทดสอบนอนราบกับพื้นแล้วออกแรงในการยกลำตัวท่อนบนขึ้นต้านแรงกดภายนอก 34
3.18 แสดงท่าทางการวัดการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ Flexor carpi radialis 35
4.1 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบคะแนนระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย 41
4.2 แผนภูมิแท่งแสดงการเรียงลำดับอวัยวะส่วนต่าง ๆ ที่ผู้ถูกทดสอบมีความรู้สึกเจ็บปวด 43

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.3 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบขณะพักก่อน ปฏิบัติงานตัดหญ้า 45
4.4 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า 47
4.5 แสดงผลต่างอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบขณะพักกับขณะ ปฏิบัติงานตัดหญ้าของฤดูร้อนและฤดูหนาว 61
4.6 กราฟแสดงค่าระดับการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยเครื่องตัดหญ้า แบบสายสะพายข้อแข็ง 63
4.7 ค่าระดับการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้ออ่อน 64
4.8 เปรียบเทียบภาระงานของกล้ามเนื้อ ขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า ด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งและข้ออ่อน 65

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

BPM	=	ครั้งต่อนาที
^{0}C	=	องศาเซลเซียส
HR	=	อัตราการเต้นของหัวใจ
MVC	=	การหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ
P_1	=	ระยะเวลาหลังจากหยุดงานระหว่างวินาทีที่ 30 ถึง 60
P_2	=	ระยะเวลาหลังจากหยุดงานระหว่างวินาทีที่ 90 ถึง 120
P_3	=	ระยะเวลาหลังจากหยุดงานระหว่างวินาทีที่ 150 ถึง 180
VO_2	=	อัตราการใช้ออกซิเจน

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้นำเทคโนโลยีขั้นสูงและเครื่องมือที่มีความทันสมัยเข้ามาใช้ในการทำงาน แต่อย่างไรก็ตามในการทำงานก็ยังคงต้องใช้แรงงานจากผู้ใช้แรงงานสำหรับการทำงาน เช่น การยกวัตถุหนัก การขนย้ายวัตถุเป็นระยะทางไกล ซึ่งการใช้แรงงานยังคงเป็นสิ่งที่จำเป็นในการทำงาน ผู้ใช้แรงงานที่ต้องปฏิบัติงานหนักจำเป็นต้องใช้พลังงานมากซึ่งจะทำให้เกิดความเครียดทางสรีรวิทยา (physiological strain) มากขึ้น เช่น อัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น ความดันโลหิตสูงขึ้น และอุณหภูมิภายในร่างกายสูงขึ้น เป็นต้น (Niebel and Freivalds, 1999) หากความเครียดทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นจากการทำงานนั้นมากเกินไปจะทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานได้ การทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงทำให้ร่างกายของผู้ปฏิบัติงานสัมผัสกับความร้อนเกิดการบาดเจ็บได้ และการที่สุขภาพต้องเสื่อมลงเนื่องจากสภาพแวดล้อมของการทำงานเป็นภาระงานที่หนักเกินกว่าความสามารถของร่างกายจะรับไว้ได้ ซึ่งเป็นผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในแต่ละสถานที่ของการปฏิบัติงาน รวมทั้งสภาพแวดล้อมในการทำงาน (Parsons, 1993)

นอกจากนี้การใช้แรงงานมนุษย์ในการทำงานหนักเกินความสามารถของร่างกาย อาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายของผู้ปฏิบัติงานขึ้นได้ เช่น เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและเอ็นตามบริเวณแขน ขา และลำตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบาดเจ็บบริเวณหลัง ซึ่งสาเหตุของการบาดเจ็บนั้นเกิดขึ้นจากผู้ปฏิบัติงานพยายามออกแรงมากเกินกว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ทำงานนั้น ๆ ถ้าหากผู้ปฏิบัติงานออกแรงในขณะทำงานด้วยท่าทางที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บในขณะทำงานเพิ่มสูงขึ้น พิจารณาจากข้อมูลสถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน จำแนกตามความร้ายแรงและโรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะ หรือสภาพของงานหรือเนื่องจากการทำงาน พ.ศ. 2550 (สำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม, 2550) ดังแสดงในตารางที่ 1.1 พบว่าผู้ที่มีอาการเจ็บป่วยจากการยกหรือเคลื่อนย้ายของหนักมีจำนวนสูงสุดคือ มีจำนวนมากถึง 4,205 คน หรือร้อยละ 58.08 และผู้ที่มีอาการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงานมีจำนวน 693 คน หรือร้อยละ 9.60

ตารางที่ 1.1 จำนวนผู้ประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน จำแนกตามความร้ายแรงและโรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานหรือเนื่องจากการทำงาน พ.ศ. 2550 (สำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม, 2550)

โรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงาน	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
โรคจากสารตะกั่วหรือสารประกอบของตะกั่ว	94	1.33
โรคจากคลอรีนหรือสารประกอบคลอรีน	1	0.05
โรคจากคาร์บอนไดมอนอกไซด์	1	0.05
โรคจากเสียง	4	0.09
โรคจากความร้อน	1	0.05
โรคจากความเย็น	6	0.11
โรคจากฝุ่น	15	0.24
โรคติดเชื้อจากการทำงาน	2	0.06
อาการบาดเจ็บจากการยกหรือเคลื่อนย้ายของหนัก	4,205	58.08
อาการเจ็บป่วยจากท่าทางการทำงาน	693	9.60
โรคผิวหนังจากการทำงาน	2,191	30.28
ยอดรวม	7,244	100

1.2 ความสำคัญของปัญหา

การปฏิบัติงานตัดหญ้าในบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นการปฏิบัติงานกลางแจ้งในสภาพอากาศร้อน พนักงานตัดหญ้าโดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งสำหรับการปฏิบัติงานตัดหญ้า โดยมีช่วงเวลาพักคั่นในช่วงเช้าและบ่ายเพิ่มนอกเหนือไปจากช่วงพักเที่ยง การทำงานดังกล่าวก่อให้เกิดผลต่อผู้ปฏิบัติงานตัดหญ้า ดังนี้

1.2.1 ความหนักของงานและสภาพอากาศร้อนส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น (Grandjean, 1988) เนื่องจากการตัดหญ้าเป็นการปฏิบัติงานกลางแจ้งและต้องสะพายเครื่องตัดหญ้าที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 10 กิโลกรัมติดตัวตลอดเวลาปฏิบัติงาน

1.2.2 พนักงานต้องบังคับเครื่องตัดหญ้าไปตามตำแหน่งของหญ้าโดยมีการใช้ลำตัวและการบังคับของมือ การปฏิบัติงานของพนักงานตัดหญ้าจึงใช้กล้ามเนื้อหลังในการรับน้ำหนักของเครื่องตัดหญ้า ออกแรงบิดเอี้ยวลำตัว และย้ายเครื่องตัดหญ้าไปมา ซึ่งการปฏิบัติงานดังกล่าวอาจส่งผลต่อภาระงานของกล้ามเนื้อหลังได้ (Snook, 1978; Ljungberg et al, 1982; Ayoub, 1992)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงได้มีการศึกษาผลกระทบลักษณะการปฏิบัติงานของพนักงานตัดหญ้าที่มีต่อความเครียดทางสรีรวิทยา เช่น อัตราการเต้นของหัวใจในขณะปฏิบัติงานเป็นเกณฑ์ และมีฤดูกาลเป็นปัจจัย ซึ่งสภาพอากาศอาจส่งผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ (กิตติ อินทรานนท์, 2548) นอกจากนี้ได้ศึกษาความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานตัดหญ้า และได้ทำการศึกษาภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนบน กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง และส่วนกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส โดยมีเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง และข้ออ่อนเป็นปัจจัย ซึ่งผลที่ได้จะไปใช้ในการวิเคราะห์ออกแบบวิธีการทำงาน และการกำหนดระยะเวลาพักที่เหมาะสม ความปลอดภัยต่อทางสรีรวิทยาของพนักงานตัดหญ้า และผู้ที่ปฏิบัติงานกลางแจ้งต่อไป

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.3.1 เพื่อประเมินระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่เกิดจากการปฏิบัติงานตัดหญ้า

1.3.2 เพื่อประเมินความหนักของงานตัดหญ้าโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นเกณฑ์

1.3.3 เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของฤดูกาลที่มีต่ออัตราการเต้นของหัวใจ

1.3.4 เพื่อประเมินภาระงานของกล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้อแขนของพนักงานตัดหญ้าในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในปัจจุบันมีพนักงานตัดหญ้าที่ได้ปฏิบัติงานตัดหญ้าตามสถานที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย และมีการใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งหลายขนาด และหลายมาตรฐาน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้จึงได้กำหนดขอบเขตการวิจัยดังนี้

1.4.1 สำรวจข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการตัดหญ้าของพนักงานตัดหญ้าเพศชาย 18 คน ในบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย

1.4.2 วัดอัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานตัดหญ้าก่อนปฏิบัติงาน ขณะปฏิบัติงาน และขณะพักหลังปฏิบัติงาน โดยที่พนักงานตัดหญ้าใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า พร้อมทั้งจับเวลาการปฏิบัติงาน บันทึกรายละเอียดสภาพแวดล้อมและวัดอุณหภูมิ

1.4.3 ศึกษาภาระงานของกล้ามเนื้อหลัง และกล้ามเนื้อแขนที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งและข้ออ่อน ซึ่งมีน้ำหนัก 10

กิโลกรัม โดยมีการใช้เครื่องอิเล็คโตรมัยโอกราฟฟีในการทดสอบ โดยจำลองการปฏิบัติงานตัดหญ้าของพนักงานเพศชาย 18 คน ซึ่งพนักงานตัดหญ้าได้รับการชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ และขั้นตอนวิธีการปฏิบัติงานตัดหญ้าขณะจำลองก่อนที่ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูล

1.5 ขั้นตอนการวิจัย

1.5.1 แนวการศึกษาวิทยานิพนธ์ และงานวิจัยที่ผ่านมา

1.5.2 การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์

1.5.3 กำหนดวัตถุประสงค์ และวิธีการทำวิทยานิพนธ์

1.5.4 กำหนดขอบเขตของการศึกษา

1.5.5 แนวทางการวิเคราะห์

1.5.6 การสำรวจและเก็บข้อมูลขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าภาคสนาม

1.5.7 การเก็บข้อมูลขณะจำลองการปฏิบัติงานตัดหญ้าในห้องปฏิบัติการการยศาสตร์

1.5.8 การวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนามและจำลองการปฏิบัติงานตัดหญ้า

1.5.9 สรุปผลและจัดทำรูปเล่มรายงานทางการดำเนินงาน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

จากการศึกษาวิจัยคาดว่าจะได้รับผลประโยชน์จากการตอบสนองภาระงานของพนักงานตัดหญ้าในทางสรีรวิทยาที่นำมาศึกษา ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1.6.1 ใช้เป็นแนวทางในการกำหนดระยะเวลาปฏิบัติงานและระยะเวลาพักของพนักงานที่ปฏิบัติงานกลางแจ้งในแต่ละอุณหภูมิสภาพแวดล้อม

1.6.2 เป็นประโยชน์ในการออกแบบเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายให้วิธีการทำงานมีความสะดวกและความปลอดภัยต่อสรีรวิทยาของผู้ที่ปฏิบัติงานตัดหญ้าในการใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายมากยิ่งขึ้น

1.6.3 เพื่อนำผลการวิจัยมาเป็นฐานข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาหรือวิจัยเพื่อพัฒนาหรือปรับปรุงงานสำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานกลางแจ้งต่อไปได้ในอนาคต

บทที่ 2
ปริทรรศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การปฏิบัติงานในที่มีอุณหภูมิสูง

ประเทศไทยมีจำนวนแรงงานมากที่ทำงานกลางแจ้งในสภาพอากาศร้อน เช่น ผู้ที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม (การทำนา ทำไร่ ทำสวน เลี้ยงสัตว์ และประมง) อาชีพรับจ้าง (คนงานก่อสร้าง คนงานตัดหญ้า) เป็นต้น ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่มีภูมิอากาศร้อนและมีความชื้นสูง โดยจากงานวิจัยของ Parsons (1993) สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงทำให้ความสามารถในการทำงานของบุคคลลดต่ำลง และประสิทธิภาพในการทำงานลดลง จึงต้องนำข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการทำงาน สภาพแวดล้อม และการตอบสนองทางสรีรวิทยาของผู้ปฏิบัติงานมาพิจารณา เพื่อให้บุคคลสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ การทำงานหนักจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นในร่างกาย เนื่องจากงานที่ต้องออกแรงใช้กำลังงานจำเป็นต้องใช้พลังงานสำหรับการทำงานของกล้ามเนื้อ เนื่องจากทำให้มีการเคลื่อนไหวของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายและมีความร้อนเกิดขึ้นด้วยในที่สุด เมื่อผนวกกับความร้อนจากสภาพแวดล้อมในการทำงานแล้ว จะส่งผลให้ความร้อนและอุณหภูมิภายในร่างกายสูงเพิ่มขึ้น

โดยเมื่อความร้อนภายในร่างกายเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลให้มีการขับเหงื่อมากขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจจะเพิ่มขึ้น และอุณหภูมิในร่างกายสูงขึ้นด้วย เมื่อสภาพแวดล้อมในที่ทำงานมีอุณหภูมิสูงขึ้น ร่างกายจะมีการตอบสนองดังนี้

- มีความล้าเพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพในการทำงานลดลง
- มีอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น
- มีความดันโลหิตเพิ่มขึ้น
- กิจกรรมย่อยอาหารลดลง
- อุณหภูมิในร่างกายจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และอุณหภูมิในผิวหนังเพิ่มขึ้น (เช่น อุณหภูมิผิวหนังอาจเพิ่มจาก 32 องศาเซลเซียส เป็น 36-37 องศาเซลเซียส)
- ปริมาณการไหลเวียนโลหิตเพิ่มขึ้น
- ปริมาณเหงื่อออกเพิ่มขึ้น และไหลโทรมทั่วกายเมื่ออุณหภูมิผิวหนังถึง 34 องศาเซลเซียสหรือมากกว่านั้น (Grandjean, 1988)

โดยรายงานการศึกษาวิจัยในประเทศตะวันตกสรุปว่าบุคคลรู้สึกสบายที่อุณหภูมิระหว่าง 21 ถึง 27 องศาเซลเซียส แม้ว่าจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงถึงร้อยละ 70 ก็ตาม ซึ่งต้องพิจารณาร่วมกับ

ลักษณะรูปร่างของตัวบุคคล ชนิดของเสื้อผ้าที่สวมใส่ กิจกรรมการทำงาน และเหตุปัจจัยอื่น ๆ ในที่ที่มีอุณหภูมิสูง 29.5 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 หรือมากกว่านั้น ผู้ปฏิบัติงานในกิจกรรมนั้นจะรู้สึกอึดอัดไม่สบายทั้งกายและใจ และถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นไป 33 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์สูงถึงร้อยละ 90 หรือมากกว่านั้น ซึ่งทำให้อุณหภูมิแกนในร่างกายอาจเพิ่มขึ้นได้ (Grandjean, 1988)

2.2 อัตราการเต้นของหัวใจ

การเต้นของหัวใจเกิดได้เองโดยอัตโนมัติ เนื่องจากมีกลุ่มเซลล์พิเศษที่สามารถสร้างคลื่นไฟฟ้าให้เกิดขึ้นเป็นจังหวะติดต่อกันไปได้อย่างสม่ำเสมอ คลื่นไฟฟ้าเหล่านี้จะแผ่กระจายไปทั่วหัวใจทำให้กล้ามเนื้อหัวใจหดตัวหรือเต้นเป็นจังหวะติดต่อกันไป ซึ่ง พริ้มเพรา ผลเจริญสุข (2537) สรุปว่าการเต้นของหัวใจ คือ การหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ระยะคือ

- ระยะหดตัว (Systole)
- ระยะคลายตัว (Diastole)

ซึ่งทั้ง 2 ระบบรวมกันเข้าเป็นหนึ่งวงจรการเต้นของหัวใจ (Cardiac Cycle) ซึ่งเป็นการเต้นของหัวใจ 1 ครั้ง คนปกติทั่วไปขณะพักอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate) เฉลี่ย 72 ครั้งต่อนาที ในผู้ชาย แต่ผู้หญิงเร็วกว่าประมาณร้อยละ 10 โดยเด็กแรกเกิดจะเต้นเร็วประมาณ 135 ครั้งต่อนาที นักกีฬาที่ฝึกฝนมานานหัวใจจะเต้นช้ากว่าคนทั่วไปเฉลี่ย 50 ครั้งต่อนาที ซึ่งอัตราการเต้นของหัวใจสามารถเปลี่ยนแปลงได้มาก โดยเร็วขึ้นหรือช้าลงตามสภาวะของร่างกาย ซึ่งสมาคมโรคหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดค่าปกติของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักอยู่ในช่วงระหว่าง 50-100 ครั้งต่อนาที แต่อย่างไรก็ตามมิได้หมายความว่าผู้ที่มีอัตราการเต้นของหัวใจต่ำกว่า หรือสูงกว่านี้แล้วจะมีความผิดปกติ ทั้งนี้ต้องพิจารณาเป็นราย ๆ ไป (สมนึก ตปนียวรวงศ์, 2549)

2.3 การประเมินภาระงานโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจ

สรีรวิทยามนุษย์ (Physiology) เป็นศาสตร์ที่อธิบายถึงการทำงานของร่างกายในแต่ละระบบภายในร่างกาย ความสัมพันธ์ของระบบในภาวะต่าง ๆ ของร่างกายตั้งแต่ช่วงของการพักผ่อนจนถึงช่วงของการเคลื่อนไหวทำงาน วัตถุประสงค์หลักของวิชาสรีรวิทยาในการทำงาน ในแนวทางการยศาสตร์นั้นก็เพื่อการหาหนทางใด ๆ ที่จะทำให้คนทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้พลังงานร่างกายอย่างประหยัดคุ้มค่าโดยไม่มีความปวดเมื่อย และความล้าภายในร่างกายหลังเลิกจากการทำงานแล้ว ทั้งนี้เพื่อให้การดำรงชีวิตหลังเลิกทำงานในแต่ละวันเป็นไปด้วยความปกติสุข

ภาระงานทางสรีรวิทยา เป็นการศึกษาการทำงานของอวัยวะภายในร่างกายมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับภาระงานของกล้ามเนื้อที่ถูกเกิดขึ้นเมื่อในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ นักสรีรวิทยาที่

ทำการศึกษา และวิจัยเรื่องของภาระงานทางสรีรวิทยา ได้กำหนดไว้ว่าการทำงานของมนุษย์ไม่ว่าในกรณีใด ๆ ก็ตามต้องไม่ส่งผลกระทบต่อความล้าที่สะสมมากเกินไป เพื่อว่าเมื่อสิ้นสุดการทำงานในแต่ละวันร่างกายสามารถพักฟื้นจากความล้าเหล่านั้น ซึ่งการตอบสนองทางสรีระของร่างกายที่เกิดขึ้นเมื่อร่างกายต้องทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ การใช้แรงของกล้ามเนื้อ พลังงานที่ร่างกายต้องใช้ อัตราการเต้นของหัวใจ และปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายต้องการ เป็นต้น (นริศ เจริญพร, 2543)

โดยภาระงานหนักเป็นลักษณะของงานที่มีการใช้พลังงานสูง ซึ่งส่งผลต่อหัวใจและปอด การใช้พลังงานและความสามารถของหัวใจถูกกำหนดเป็นขีดจำกัด ประสิทธิภาพของงานหนักและการตอบสนองทางสรีรวิทยา ซึ่งทั้งสองอย่างนี้ถูกใช้ในการประเมินระดับความรุนแรงของงานทางกายภาพ ซึ่งการวัดอัตราการเต้นของหัวใจเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการประเมินภาระงาน เพราะสามารถวัดได้ง่าย และอุปกรณ์เครื่องมือมีราคาไม่แพง (กิตติ อินทรานนท์, 2548)

Karrasch and Miller (1951) ได้ทำการศึกษาเพื่อที่หาขีดจำกัดสูงสุดของภาระงานที่สามารถยอมรับได้ สำหรับการทำงานที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และไม่ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มสูงขึ้นโดยไม่เข้าสู่ภาวะคงที่ และเมื่อหยุดงานแล้วอัตราการเต้นของหัวใจควรเข้าสู่อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักภายในระยะเวลา 15 นาที โดยพิจารณาภายใต้การทำงานที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่าขีดจำกัดสำหรับผู้ชายคือ การเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจขณะทำงานอย่างต่อเนื่องไม่ควรเกิน 30 ครั้งต่อนาที เมื่อเทียบกับอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก โดยการเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจนั้นเป็นการเปรียบเทียบในท่าทางที่เหมือนกัน เช่น ยืนทั้งคู่ หรือนั่งทั้งคู่ เพื่อทำให้ค่าของภาระงานสถิตจะมีค่าใกล้เคียงกัน

การศึกษารายละเอียดและระยะเวลาของอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อเป็นดัชนีในการบ่งชี้ค่าภาระงาน ซึ่งได้สรุปว่า ช่วงเวลาที่เหมาะสมของอัตราการเต้นหัวใจที่ข้อมือ เพื่อศึกษาอัตราการเต้นหัวใจขณะพัก คือ 30 วินาที โดยทำการวัดที่ระยะห่างหลังจากการหยุดงานแล้ว 3 ครั้งดังต่อไปนี้คือ หลังจากหยุดงาน 30 วินาทีถึง 1 นาที หลังจากหยุดงาน 1½ นาที ถึง 2 นาที และหลังจากหยุดงาน 2 ½ นาทีถึง 3 นาที แล้วทำการเทียบให้เป็นอัตราการเต้นของหัวใจต่อนาทีโดยการคูณด้วยสอง เช่น นำเอาอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากหยุดงาน 30 วินาที ถึง 1 นาที คูณด้วยสอง เป็นค่า P_1 (นริศ เจริญพร, 2543)

ตารางที่ 2.1 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักหลังจากการทำงานที่ระดับภาระหนึ่ง ๆ

อัตราการเต้นของหัวใจ	ระยะเวลาหลังจากหยุดงาน
P_1	ระหว่างวินาทีที่ 30-60
P_2	ระหว่างวินาทีที่ 90-120
P_3	ระหว่างวินาทีที่ 150-180

โดย Brouha (1967) ได้ให้เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความล้าไว้แสดงในตารางที่ 2.2 คือ การทำงานมีภาระงานอยู่ในระดับปกติ ถ้าอัตราการเต้นหัวใจที่วัดได้หลังการหยุดพักมีค่าน้อยกว่า 90 ครั้งต่อนาที (P1, P2 และ P3 $\leq$ 90) โดยความแตกต่างระหว่าง P_1-P_3 ไม่น้อยกว่า 10 ครั้งต่อนาที

ตารางที่ 2.2 เทคนิคที่ใช้สำหรับการประเมินความล้าของร่างกายจากการฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจ (นริศ เจริญพร, 2543)

สภาพของร่างกายภายหลังจากการทำงาน	เกณฑ์ในการประเมิน
ปกติไม่มีภาระงาน	P_1-$P_3 \geq 10$ ครั้งต่อนาที และ P_1, P_2 และ $P_3 \leq 90$ ครั้งต่อนาที
ภาระงานหนักไม่พบสัญญาณการฟื้นตัว	P_1-$P_3 < 10$ ครั้งต่อนาที และ$P_3 > 90$ ครั้งต่อนาที
อัตราการเต้นของหัวใจกลับสูงขึ้นขณะพัก แสดงว่าภาระงานหนักมาก	$P_3 > 90$ ครั้งต่อนาที และ P_1-$P_3 \leq 10$ ครั้งต่อนาที หรือ (P_3-$P_1 \geq 10$ ครั้งต่อนาที)
ภาระงานปกติไม่มีความล้า และทำได้ทั้งวัน	$P_1 \leq 110$ ครั้งต่อนาที และ P_1-$P_3 \geq 10$ ครั้งต่อนาที

ในการพิจารณาขีดจำกัดที่ปลอดภัย (safe limit) ทางสรีรวิทยา Astrand and Rodahl (1986) ได้สรุปว่าอายุของบุคคลเป็นปัจจัยสำคัญของอัตราการเต้นของหัวใจ และเสนอแนะว่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดของบุคคลไม่ควรเกิน 220 - อายุ ประกอบกับแนวคิดของ Bonjer and Bink (1962) ได้เสนอแนะว่าบุคคลควรทำงานได้ตลอด 8 ชั่วโมง โดยใช้พลังงานไม่เกิน 1/3 ของอัตราการเต้นของหัวใจ ด้วยเหตุนี้ จึงสรุปว่าบุคคลควรทำงานได้มากที่สุดเมื่ออัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นจากขณะพักไม่เกิน 1 ใน 3 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (220 - อายุ)

Kumar, R., Chaikumarn, and Kumar, S. (2005) ได้ศึกษาภาระงานของพนักงานทำความสะอาดโดยใช้ผู้ถูกทดสอบจำนวน 13 คน และออกแบบเครื่องมือทำความสะอาดขึ้นมา เพื่อใช้แทนเครื่องมือทำความสะอาดอันเดิม เมื่อมีการนำเครื่องมือทำความสะอาดอันใหม่มาใช้ทำให้ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนเท่ากับ 0.84 ลิตรต่อนาที เทียบกับอัตราการใช้ออกซิเจนเมื่อใช้เครื่องมือ

ชนิดเดิมมีค่าเท่ากับ 0.94 ลิตรต่อนาที ซึ่งค่าออกซิเจนลดลงจากเดิม 36% $VO_{2\ max}$ เป็น 31% $VO_{2\ max}$ และค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยของการใช้เครื่องมือใหม่เท่ากับ 101 ครั้งต่อนาที ลดลงจากค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อใช้เครื่องมือเดิม 105 ครั้งต่อนาที การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดขึ้นจากการออกแบบลักษณะท่าทางการทำงานให้เหมาะสมกับลักษณะงาน และลดภาระงานทางชีวกลศาสตร์

Tiwari and Gite (2005) ได้ศึกษาการทำงานของพนักงานเพาะปลูกในการใช้รถไถเดินตามจำนวน 5 คน ซึ่งเป็นการทำงานกลางแจ้งเพื่อที่จะหาระยะเวลาในการพักและเวลาการทำงานที่เหมาะสม ซึ่งได้ทำการทดลองออกแบบเวลาการทำงานเป็น 4 ช่วงคือ พนักงานทำงานติดต่อกันเป็นระยะเวลา 90 นาที 75 นาที 60 นาที และ 45 นาที โดยทำการศึกษาอัตราการเต้นของหัวใจและระดับความเจ็บปวดของบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทั้ง 4 ตำแหน่ง ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าพนักงานจำนวน 5 คน ที่มีระยะเวลาการทำงานติดต่อกันเป็นเวลา 60 นาที พนักงานมีค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 97 ครั้งต่อนาที และผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนปฏิบัติงานกับขณะปฏิบัติงานเท่ากับ 25.2 ครั้งต่อนาที และระดับความเจ็บปวดบริเวณตำแหน่งทุกส่วนของร่างกายเท่ากับ 7.4 คะแนน บริเวณแขนเท่ากับ 6.3 คะแนน บริเวณเอว 6.4 คะแนน และบริเวณขาเท่ากับ 7.1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน

Kristal, Harari, and Green (1997) ได้ศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลที่มีผลกระทบต่อความดันโลหิต และอัตราการเต้นของหัวใจเปรียบเทียบระหว่างในกลุ่มคนที่สูบบุหรี่ และกลุ่มคนที่ไม่สูบบุหรี่ โดยคณะวิจัยได้พิจารณาโดยใช้ความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ชายสุขภาพปกติที่อยู่ในช่วงอายุ 28 ถึง 63 ปี จำนวน 97 คน (73 คน ไม่สูบบุหรี่ และ 24 คน สูบบุหรี่) โดยเป็นการเก็บข้อมูลในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาว โดยจากงานวิจัยทั้งหมดนี้พบว่ากลุ่มคนที่สูบบุหรี่มีความแปรผันในความดันโลหิต และอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่ากลุ่มคนที่ไม่สูบบุหรี่ ซึ่งแสดงให้เห็นชัดเจนว่าการสูบบุหรี่ในฤดูหนาวมีผลกระทบต่อการตอบสนองของการสูบฉีดโลหิต

2.4 ระบบกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อเป็นเนื้อเยื่อที่มีมากที่สุดในร่างกาย โดยทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานเคมีไปเป็นพลังงานกลภายใต้อิทธิพลการทำงานของระบบประสาท (neural control) และฮอร์โมน (hormonal control) กล้ามเนื้อจะทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างระบบประสาท และสิ่งแวดล้อมจากภายนอก (external environment) เช่น การทำงานของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว (locomotion) การรักษาสมดุลของท่าทาง (maintain posture) และทำหน้าที่รักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อมภายใน (internal environment) เช่น การทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ และกล้ามเนื้อเรียบที่บุอวัยวะภายใน

นอกจากนี้กระบวนการหดตัวของกล้ามเนื้อยังทำให้เกิดความร้อนขึ้นมาจำนวนมาก และความร้อนนี้มีบทบาทสำคัญในกระบวนการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายอีก โดยกล้ามเนื้อสามารถทำหน้าที่ดังกล่าวต่อเนื่องจากกล้ามเนื้อ มีคุณสมบัติพิเศษดังนี้คือ (กนกพร จันทวร, 2542)

- ความไวต่อการกระตุ้น (excitability) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการรับและตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือตัวกระตุ้น ซึ่งสิ่งเร้าหรือตัวกระตุ้นนั้น หมายความรวมถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งต่อสิ่งแวดล้อมภายในและภายนอก
- ความสามารถในการหดตัว (contractility) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำให้เกิดแรงจากการหดตัว เมื่อได้รับสิ่งเร้าหรือตัวกระตุ้นที่แรงพอ
- ความสามารถในการยืด (extensibility) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อของการถูกยืดออก ซึ่งกล้ามเนื้อลายส่วนมากมีการจัดวางเป็นคู่ เมื่อกลุ่มหนึ่งหดตัวจะทำให้กล้ามเนื้ออีกกลุ่มหนึ่งที่อยู่ตรงข้ามคลายตัวและถูกยืดออก
- ความสามารถในการยืดหยุ่น (elasticity) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการกลับสู่สภาพเดิม หลังจากที่สิ้นสุดจากการหดตัว หรือถูกยืดออก

สุทธิ์ ศรีบูรพา (2540) กล่าวว่าในร่างกายนั้นมีกล้ามเนื้อมากกว่า 600 มัด มีน้ำหนักคิดเป็นร้อยละ 40-50 ของน้ำหนักตัว ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อกระดูกมากกว่า 400 มัด นอกนั้นเป็นกล้ามเนื้อเรียบและกล้ามเนื้อหัวใจ โดยกล้ามเนื้อแต่ละมัดมีหน้าที่เฉพาะที่แตกต่างกัน ซึ่งเกือบทั้งหมดเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของร่างกาย การทำงานของกล้ามเนื้อจะก่อให้เกิดแรง และโมเมนต์ที่กระทำกับข้อต่อส่วนต่าง ๆ มากน้อยตามแต่ภาระงาน (Physical work load) ที่ร่างกายต้องกระทำ โดยการควบคุมผ่านระบบประสาท ซึ่งกล้ามเนื้อมีคุณสมบัติหลักอยู่ 3 ประการคือ สามารถหดตัวได้ สามารถยืดหยุ่นและอ่อนตัวได้ และสามารถดำรงคงรูปอยู่ได้ ซึ่งกล้ามเนื้อในร่างกายมนุษย์แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ กล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อลาย และกล้ามเนื้อหัวใจ สำหรับในมุมมองของการยศาสตร์จะเน้นการศึกษาเฉพาะเรื่องของกล้ามเนื้อลาย เนื่องจากเป็นกล้ามเนื้อเดียวที่ทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

กล้ามเนื้อลาย (skeletal muscle) เป็นตัวจักรสำคัญที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่มีลายและยึดติดกับกระดูก ประกอบขึ้นเป็นกล้ามเนื้อส่วนใหญ่ของร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อแขน ขา และเป็นกล้ามเนื้อโครงสร้างส่วนนอกของร่างกายทั้งหมด โดยการหดตัวของกล้ามเนื้อลายจะทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกายของร่างกาย กล้ามเนื้อลายเกิดการหดตัวเมื่อได้รับการกระตุ้นจากไฟฟ้าของเส้นประสาทยนต์ (motor neurons) การทำงานจึงอยู่ภายใต้จิตใจ (ชุมพล ผลประมูล, 2539)

2.5 คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (electromyogram, EMG)

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ คือสัญญาณคลื่นไฟฟ้าที่เกิดขึ้นก่อนที่กล้ามเนื้อมีการหดตัว เนื่องจากการทำงานของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นภายใต้ผิวหนัง ซึ่งจำเป็นต้องบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ หรือต้องมีการวัดวัดศักย์ไฟฟ้าขณะกล้ามเนื้อทำงานโดยใช้ขั้วรับสัญญาณไฟฟ้า (ชูศักดิ์ เวชแพศย์, 2538) และอิเล็คโตรมัยโอกราฟฟี เป็นการวัดสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อมัดนั้น ๆ ในร่างกาย ซึ่งกล้ามเนื้อลาย (Striped or skeletal muscle) เป็นกล้ามเนื้อที่ทำงานภายใต้การควบคุมของจิตใจ สามารถหดตัวได้อย่างรวดเร็วทำหน้าที่เคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกา ร่วมกับกระดูก เอ็น และข้อต่าง ๆ ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้ทำการวัด EMG ของการทำงานกล้ามเนื้อลาย เพราะกล้ามเนื้อเรียบและกล้ามเนื้อหัวใจเป็นกล้ามเนื้อที่อยู่นอกเหนือการควบคุมจิตใจ (ธนเดช ศรีบุญลือ และดนัยศวร เรียนรัชตะ, 2546)

การใช้ EMG เพื่อตรวจดูการทำงานของกล้ามเนื้อ และดูความล้าที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อมัดนั้น ๆ คลื่นไฟฟ้าที่บันทึกได้จะขึ้นอยู่กับตัวแปรต่าง ๆ หลายตัวแปร เช่น การคัดเลือกกลุ่มผู้ทำการทดสอบ กล้ามเนื้อที่ทำการวัด ตำแหน่งการติดตั้งของกล้ามเนื้อ ขั้ววัด และภาระงานหนักหรือเบา ซึ่งลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อในแบบสถิตหรือแบบพลวัต ตลอดจนสภาพร่างกายและจิตใจของผู้ถูกทดสอบ EMG เป็นการวิเคราะห์จากการใช้ขั้ววัดหรืออิเล็คโทรดติดตั้งบนตำแหน่งใกล้เคียงกับกล้ามเนื้อที่ต้องศึกษา หรือเป็นกล้ามเนื้อที่ออกแรงทำงาน ซึ่งใช้เป็นมาตรฐานวิธีหนึ่ง เมื่อมีการทำงานกล้ามเนื้อมีการหดตัวหรือคลายตัว สัญญาณไฟฟ้านี้จะบันทึกไว้ ได้โดยการศึกษาการเคลื่อนไหว การหดตัวของกล้ามเนื้อ (กัมพล, 2541)

วิธีอิเล็คโตรมัยโอกราฟฟีเป็นการวัดศักย์ไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อที่ออกแรงทำงาน การวัดค่าศักย์ไฟฟ้าที่แพร่หลายในขณะนี้เป็นการวัดโดยใช้อิเล็คโทรดแบบแผ่นในการนำศักย์ไฟฟ้า จากนั้นมีการแปลงค่าสัญญาณดิบของค่าศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปวิเคราะห์ได้สะดวกขึ้น รูปแบบหนึ่งของค่าศักย์ไฟฟ้าที่นิยมใช้กันคือ การทำให้เป็นค่าปกติ (Normalization) โดยเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Isometric Maximum Voluntary Contraction : MVC) ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการทดสอบภายใต้เงื่อนไขในการออกแรงของกล้ามเนื้อใดกล้ามเนื้อหนึ่งในท่าทางเฉพาะที่ให้กล้ามเนื้อหดตัวมากที่สุด หลังจากนั้นค่าของ MVC ก็จะถูกใช้ในการเปรียบเทียบกับการทำงานในภาวะต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์หาเกณฑ์ที่เหมาะสมของการทำงานเพื่อไม่ให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้คือ การออกแรงในภาวะสถิต (Muscle Workload) จะทำให้การไหลเวียนของเลือดเข้าออกระหว่างกล้ามเนื้อทำได้จำกัดทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของแรงที่กล้ามเนื้อใช้ ถ้าใช้แรงร้อยละ 60 ของค่าแรงทำให้เลือดไม่สามารถไหลเวียนได้ การทำงานในลักษณะดังกล่าวต่อเนื่องกันจะส่งผลให้กล้ามเนื้อส่วนนั้นเกิดความล้า แต่ถ้าใช้แรงน้อยกว่า 15-20% ของค่าสูงสุด การไหลเวียนของเลือดยังสามารถทำงานเป็นปกติ

(Grandjean, 1995) อย่างไรก็ตามการใช้แรงในสภาวะสถิตของกล้ามเนื้อเท่ากับ 15-20% ของค่าสูงสุดอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ๆ ตลอดวัน เป็นเดือน ๆ อาจนำไปสู่ความล้าและอาการเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ (นริศ เจริญพร, 2543; กนกพร จันทวร, 2542) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในทางชีวกลศาสตร์สามารถนำมาอธิบายได้ดังนี้

- แรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ (the force/EMG signal relationship) โดยมีการพิจารณาจากความสูง (amplitude) ของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ คือ ถ้าความสูงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมากขึ้น แสดงว่าแรงที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อมีค่ามากขึ้นเช่นกัน
- ความล้าของกล้ามเนื้อ (EMG signal as a fatigue index) โดยพิจารณาจากความถี่ (frequency) และความสูงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ คือ ความถี่ของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อลดลงเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวนานมากขึ้น
- ช่วงจังหวะการทำงานของกล้ามเนื้อ (the activation timing of muscles) เพื่อแสดงถึงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการทำงานของกล้ามเนื้อมัดนั้น โดยพิจารณาจากความสูงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เช่น เมื่อต้องการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อหลัง (erector spine) ขณะย่อตัวลงเพื่อยกของขึ้น ความสูงของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจะแสดงถึงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดที่กล้ามเนื้อหลังทำงาน

2.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของประชากรที่มากกว่า 2 กลุ่มขึ้นไป ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบสมมติฐานที่มีหลักการวิเคราะห์ คือ แบ่งความแปรปรวนของข้อมูลออกเป็นส่วน ๆ ตามแหล่งที่มาหรือสาเหตุของความแปรปรวนนั้น (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2550) วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนนั้นจะมีความแตกต่างกันตามลักษณะการจำแนกของข้อมูล ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว เนื่องจากมีเพียงแค่ปัจจัยเดียวที่นำมาพิจารณา ยิ่งกว่านั้นลำดับในการทดลองเป็นแบบสุ่มเพื่อทำให้หน่วยการทดลอง (Experimental Unit) และต้องมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ดังนั้นการทดลองนี้จึงเป็นการออกแบบการทดลองที่เรียกว่าการออกแบบการสุ่มแบบสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) (ปารเมศ ชุติมา, 2545) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) เป็นการทดสอบเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระตัวเดียวกับตัวแปรตามเพียงตัวเดียว เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระว่าส่งผลอย่างไรกับตัวแปรตาม ตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

การวิเคราะห์ความแปรปรวนนี้เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยมีสมมติฐานทางสถิติที่ตั้งขึ้นเพื่อใช้ทดสอบว่าสมมติฐานทางการวิจัยที่ผู้วิจัยตั้งไว้เป็นจริงหรือไม่ โดยมีสมมติฐานหลักอยู่ในรูปของ H_0 (Null Hypothesis) เป็นสมมติฐานที่แสดงให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มหรือไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และสมมติฐานรองหรือสมมติฐานทางเลือก (Alternative Hypothesis) แทนด้วย H_1 เป็นสมมติฐานที่แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างระหว่างกลุ่มหรือมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2550) โดยวิธีการทดสอบสมมติฐานทำการทดสอบโดยใช้สถิติ F ซึ่งเป็นตัวที่ใช้ในการทดสอบอัตราส่วนของความแปรปรวนระหว่างกลุ่มทดสอบ และความแปรปรวนภายในกลุ่ม โดยผลที่ได้จากการเปรียบเทียบค่า F ที่คำนวณได้กับค่า F ที่ได้จากตารางมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

- ลักษณะที่ 1 ถ้า F คำนวณน้อยกว่า F ตาราง ซึ่งจะยอมรับ H_0 กรณีการวิจัยเชิงทดลองก็จะสรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระแต่ละประเภทที่จัดทำให้กลุ่มตัวอย่างต่าง ๆ นั้นให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่า P-Value > 0.05 จะสรุปได้ว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ)
- ลักษณะที่ 2 ถ้า F คำนวณมากกว่าหรือเท่ากับ F ตาราง จะปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 จึงสรุปได้ว่ามีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่า P-Value < 0.05 จะสรุปได้ว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ)

2.7 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์อย่างง่าย

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์อย่างง่าย หมายถึง การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรสองตัวซึ่งอาจจะมีความสัมพันธ์มากน้อยหรือไม่มีเลย และอาจจะสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน หรือทิศทางตรงข้ามกัน ซึ่งสามารถทราบถึงขนาดและทิศทางของความสัมพันธ์ได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) โดยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียรสัน หรือสหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) ใช้สัญลักษณ์ r โดยเครื่องหมายบวกและลบเป็นตัวบ่งชี้ถึงทิศทางของความสัมพันธ์ ซึ่งจะมีคุณสมบัติดังนี้

- ถ้า r มีค่าเป็นบวก แสดงว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ในทางเดียวกัน
- ถ้า r มีค่าเป็นลบ แสดงว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกัน

หรือขนาดของความสัมพันธ์สามารถดูได้จากค่า r ที่เป็นตัวเลข

- ถ้า r มีค่าสูง แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันมาก
- ถ้า r มีค่าต่ำ แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันน้อย
- ถ้า r มีค่าเป็นศูนย์ แสดงว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

โดยลักษณะของสมมติฐานที่ทำการทดสอบ (Hypothesis testing) ซึ่งในการทดสอบนั้นเป็นการทดสอบว่าตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และเป็นการทดสอบว่าตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์เชิงเส้น คือ ρ (rho) แทน r ซึ่งเขียนเป็นสมมติฐานทางสถิติ ได้ดังนี้

- H0 : $\rho = 0$ (ตัวแปรสองตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน)
- H1 : $\rho \neq 0$ (ตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์กัน)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กล่าวนำ

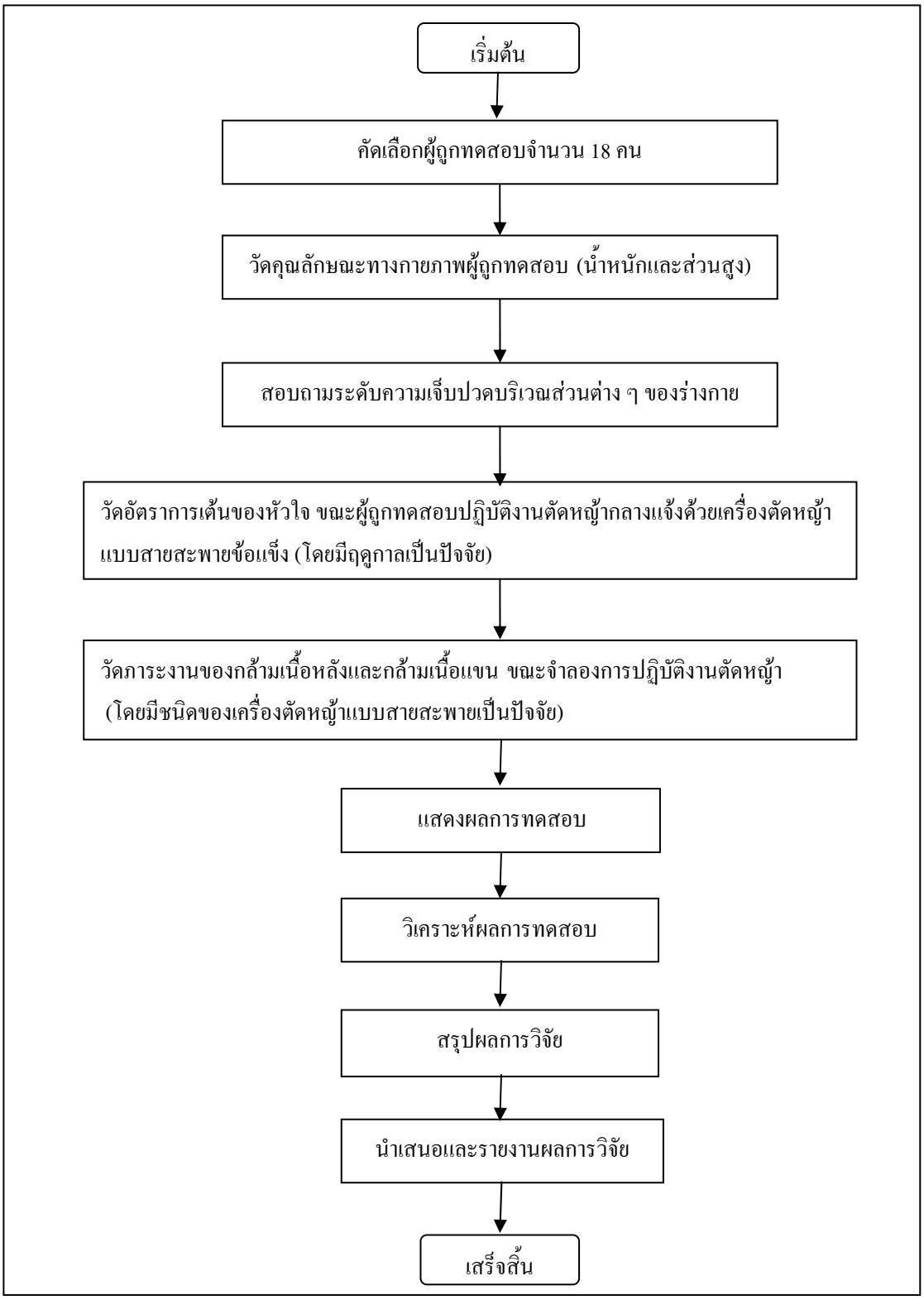
การปฏิบัติงานตัดหญ้าภาคสนามบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นการปฏิบัติงานกลางแจ้งในสภาพอากาศร้อน พนักงานตัดหญ้าต้องใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 10 กิโลกรัมติดตัวตลอดเวลาที่ปฏิบัติงานตัดหญ้า โดยมีช่วงเวลาพักคั่นในช่วงเช้าและบ่ายเพิ่มขึ้นนอกเหนือไปจากช่วงเวลาพักเที่ยง เนื่องจากการปฏิบัติงานดังกล่าวก่อให้เกิดผลต่อผู้ปฏิบัติงานตัดหญ้า คือ การปฏิบัติงานในสภาพอากาศร้อน และพนักงานต้องบังคับเครื่องตัดหญ้าไปตามตำแหน่งของหญ้าโดยใช้ลำตัวและการบังคับของมือ ซึ่งต้องใช้กล้ามเนื้อหลังในการรับน้ำหนักของเครื่องตัดหญ้า ออกแรงบิดเอี้ยวลำตัว และย้ายเครื่องตัดหญ้าไปมา ซึ่งการปฏิบัติงานดังกล่าวอาจส่งผลต่อภาระงานของกล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้อแขนได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลกระทบต่อการปฏิบัติงานของพนักงานตัดหญ้าที่มีต่อความเครียดทางสรีรวิทยา เช่น อัตราการเต้นของหัวใจในขณะปฏิบัติงานเป็นเกณฑ์มีฤดูกาลเป็นปัจจัย นอกจากนี้ได้ศึกษาความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานตัดหญ้า และได้ทำการศึกษาภาระงานของกล้ามเนื้อ Trapezius, Erector spinae และ Flexor Carpi Radialis โดยมีเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งและข้ออ่อนเป็นปัจจัย

โดยการดำเนินการบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดวิธีการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของการทดลอง ซึ่งได้แบ่งหัวข้อวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

- ผู้ถูกทดสอบจำนวน 18 คน
- การศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบ
- ระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายของผู้ถูกทดสอบ
- การวัดอุณหภูมิสภาพแวดล้อมบริเวณผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้า (ภาคสนาม)
- การประเมินภาระงานโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบ
- การประเมินระดับการทำงานของกล้ามเนื้อผู้ถูกทดสอบในขณะจำลองการปฏิบัติงานตัดหญ้า

โดยมีการแสดงแผนภาพลำดับขั้นตอนการดำเนินการของการวิจัยครั้งนี้โดยสังเขปตามที่ได้กล่าวมาในรูปภาพที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงแผนภาพขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

3.2 ผู้ถูกทดสอบ

โดยผู้ถูกทดสอบนั้นเป็นพนักงานตัดหญ้าเพศชายจำนวน 18 คน (จำนวนผู้ถูกทดสอบแสดงในภาคผนวก ก) อายุระหว่าง 20-50 ปี โดยพนักงานตัดหญ้าทั้ง 18 คนนี้มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงและไม่มีโรคประจำตัว มีประสบการณ์ปฏิบัติงานตัดหญ้าเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ปี ปฏิบัติงานตัดหญ้าภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งผู้ถูกทดสอบได้รับการชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ และวิธีการปฏิบัติงานก่อนที่ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูล เมื่อผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วผู้ถูกทดสอบได้รับค่าตอบแทนในการอนุเคราะห์ข้อมูล

3.3 การศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบ

วิธีการนี้เป็นการเก็บข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบประกอบด้วย อายุ น้ำหนัก และความสูง

3.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

1) เครื่องชั่งน้ำหนัก
2) เครื่องวัดส่วนสูง

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพ

คำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพ และค่าดัชนีมวลกายของผู้ถูกทดสอบทุกคน

3.4 ระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายของผู้ถูกทดสอบ

วิธีการนี้เป็นการเก็บข้อมูลระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย จากแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นมาและแบบสอบถามของ Standardised Nordic Questionnaires ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสอบถามข้อมูลระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายจากการปฏิบัติงานตัดหญ้า ณ ภาคสนามของผู้ถูกทดสอบจำนวน 18 คน

3.4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

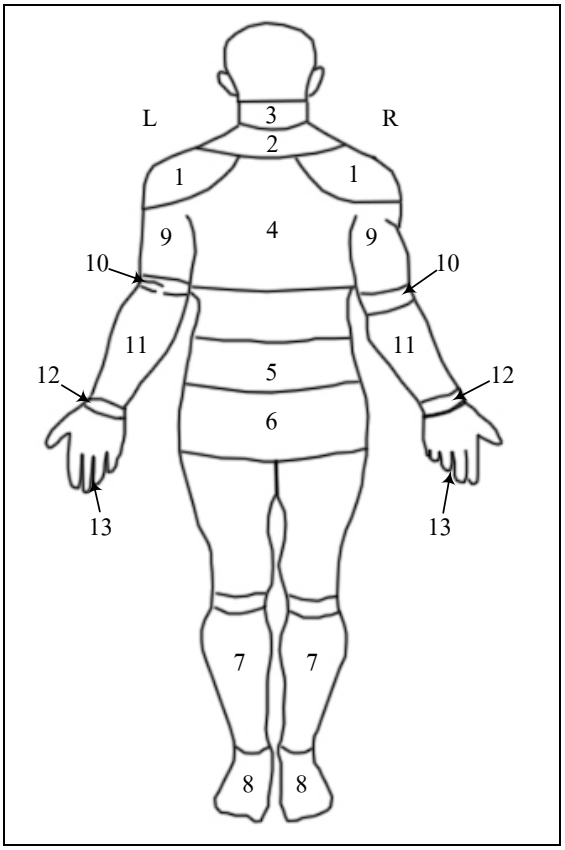
1) แบบสอบถามระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (ภาคผนวก ข.)
2) แบบสอบถาม Standardised Nordic Questionnaires (ภาคผนวก ค.)

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

1) สำรวจข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทั้งหมด 13 ตำแหน่ง คือ หัวไหล่ บ่า คอ หลังส่วนบน หลังส่วนล่าง

สะโพก ขา เท้า แขนท่อนบน ข้อศอก แขนท่อนล่าง ข้อมือ และนิ้ว ที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานตัดหญ้าของพนักงานตัดหญ้า (ผู้ถูกทดสอบ) จำนวน 18 คน โดยมีระดับของคะแนนความเจ็บปวด 0 ถึง 5 คะแนน โดย 0 คือ ไม่เจ็บปวดเลย และคะแนนที่ 5 คือ เจ็บปวดมากจนทนไม่ไหว

2) คำนวณหาค่าร้อยละระดับคะแนนความเจ็บปวดของแต่ละบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
3) ทำการเปรียบเทียบเรียงลำดับระดับคะแนนความเจ็บปวดของแต่ละบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทั้ง 13 ตำแหน่ง
4) นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม Standardized Nordic Questionnaires นั้นมาสรุปว่าผู้ถูกทดสอบมีความเจ็บปวดที่เกิดขึ้นกับอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายใน 12 เดือน และในช่วง 7 วัน ที่ผ่านมาหรือไม่ โดยเรียงลำดับอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทั้ง 9 ตำแหน่ง จากบริเวณตำแหน่งที่มีความรู้สึกเจ็บปวดมากที่สุดไปยังบริเวณตำแหน่งที่มีความรู้สึกเจ็บปวดน้อยที่สุด



รูปที่ 3.2 แสดงตำแหน่งบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย

3.5 การวัดอุณหภูมิสภาพแวดล้อมบริเวณผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้า (ภาคสนาม)

วิธีการการเก็บข้อมูลอุณหภูมิสภาพแวดล้อมในขณะผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้าติดต่อกันเป็นเวลา 60 นาที ณ ภาคสนาม โดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวัดอุณหภูมิสภาพแวดล้อมบริเวณผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้าทั้งฤดูร้อน และฤดูหนาวในนาทีที่ 15, 30, 45 และ 55 ตามลำดับ

3.5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

1) เครื่องมือวัดสภาพอากาศ 1 ชุด
2) นาฬิกาจับเวลา 1 อัน

รูปที่ 3.3 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม

3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิสภาพแวดล้อม

ทำการออกแบบตารางเก็บข้อมูลสำหรับการวัดภาระความร้อนของสภาพแวดล้อมขณะผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้า ณ ภาคสนามในฤดูร้อนและฤดูหนาว ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และทำการหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของแต่ละฤดูกาล

ตารางที่ 3.1 อุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าเป็นเวลา 60 นาที (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบคนที่	วัน เดือน ปี	เวลาที่เริ่มปฏิบัติงาน	อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม นาทีที่ 15	อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม นาทีที่ 30	อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม นาทีที่ 45	อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม นาทีที่ 55	อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม เฉลี่ย
1							
2							
3							
...							
18							
ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าในฤดูร้อน							

3.6 การประเมินภาระงานโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบ

การประเมินงานทางสรีรวิทยาเหมาะสมกับงานที่ต้องทำโดยใช้กล้ามเนื้อชุดใหญ่หรือหลายชุด เช่น งานที่เกี่ยวกับการขนย้ายวัสดุ งานที่ต้องอาศัยการเคลื่อนไหวมาก เป็นต้น โดยระดับความยากง่ายของการวิเคราะห์หรือการประเมินความล้าขึ้นอยู่กับเครื่องมืออุปกรณ์ที่มี และวิธีการ ซึ่งวิธีการประเมินงานทางสรีรวิทยาที่เป็นที่นิยมคือ การวัดอัตราการเต้นของหัวใจเป็นดัชนีวัด ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันมานานสำหรับการประเมินความล้ากายภาพ (physical fatigue) (กิตติ อินทรานนท์, 2548) ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกการวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าโดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งเป็นเวลา 60 นาที เพื่อเป็นการประเมินงานทางสรีรวิทยาของผู้ถูกทดสอบ

3.6.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

1) ชุดเครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบพกพา (POLAR) 1 ชุด
2) เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง
3) นาฬิกาจับเวลา 1 อัน

รูปที่ 3.4 เครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

3.6.2 การเก็บข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบ

โดยการวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบ เป็นการวัดอัตราการเต้นของหัวใจเป็นการวัดด้วยชุดเครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบพกพา (POLAR) (ดังแสดงในรูปที่ 3.4) ซึ่งประกอบด้วยแถบอิเล็คโทรดและตัวรับสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจ โดยผู้ถูกทดสอบคาดแถบอิเล็คโทรดที่อก และสวมตัวรับสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจไว้ที่ข้อมือ (ดังแสดงในรูปที่ 3.5) ซึ่งได้ทำการตั้งค่าการเก็บข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบทุก 15 วินาที จากนั้นทำการวัดและบันทึกค่าอัตราการเต้นของหัวใจทั้งขณะพักก่อนปฏิบัติงาน ขณะปฏิบัติงาน และขณะพักหลังปฏิบัติงานของผู้ถูกทดสอบทั้ง 18 คน ดังนี้

1) ทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบขณะพักเป็นเวลา 2 นาที ก่อนที่ผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้า 5 นาที

2) ทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบขณะปฏิบัติงาน โดยทำการสุ่มเวลาการปฏิบัติงาน ซึ่งแบ่งเป็นผู้ถูกทดสอบที่ปฏิบัติงานในช่วงเช้าจำนวน 9 คน โดยใช้เวลาในการปฏิบัติงานตั้งแต่ เวลา 08.30 น. ถึง 09.30 น. จำนวน 4 คน และเวลา 10.00 น. ถึง 11.00 น. จำนวน 5 คน และผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานในช่วงบ่ายจำนวน 9 คน โดยใช้เวลาในการปฏิบัติงานเวลา 13.00 น. ถึง 14.00 น. จำนวน 5 คน และเวลา 14.30 ถึง 15.30 น. จำนวน 4 คน ซึ่งระยะเวลาในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้ามีความต่อเนื่องกันเป็นเวลา 60 นาที (ดังแสดงในรูปที่ 3.4) และเวลาการปฏิบัติงานของผู้ถูกทดสอบเป็นช่วงเวลาและผู้ถูกทดสอบเป็นคน ๆ เดียวกันทั้งฤดูร้อนและฤดูหนาว

3) ทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบหลังจากนาทีที่ 60 ในขณะที่ผู้ถูกทดสอบหยุดพักหลังจากการปฏิบัติงานตัดหญ้าไปเป็นเวลาอีก 3 นาที โดยทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบภายหลังจากหยุดปฏิบัติงานช่วงวินาทีที่ 31 ถึง วินาทีที่ 60 ช่วงวินาทีที่ 91 ถึง วินาทีที่ 120 และช่วงวินาทีที่ 151 ถึง วินาทีที่ 180

รูปที่ 3.5 ผู้ถูกทดสอบคาดแถบอิเล็คโทรดที่อกและสวมตัวรับสัญญาณที่ข้อมือ

รูปที่ 3.6 ผู้ถูกทดสอบขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า

3.6.3 ข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบ

หลักในการปฏิบัติงานตัดหญ้าของผู้ถูกทดสอบเป็นดังนี้ คือ ทำการสุ่มเวลาการปฏิบัติงานทั้งฤดูร้อน และฤดูหนาวของผู้ถูกทดสอบก่อนทำการเก็บข้อมูลวัดอัตราการเต้นของหัวใจตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น จากนั้นทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบขณะพักก่อนปฏิบัติงาน 5 นาที จากนั้นให้ผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้าติดต่อกันเป็นเวลา 60 นาที ในบริเวณพื้นที่ราบของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา โดยที่ไม่มีการหยุดพักขณะปฏิบัติงาน แล้วขณะที่ผู้ถูกทดสอบกำลังปฏิบัติงานตัดหญ้าอยู่นั้นผู้วิจัยทำการวัดอุณหภูมิสภาพแวดล้อมบริเวณผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้าในนาทีที่ 15, 30, 45 และ 55 ตามลำดับ หลังจากผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานครบ 60 นาทีเป็นที่เรียบร้อยแล้วให้หยุดการทำงานทันทีแล้ววัดอัตราการเต้นของหัวใจในขณะพักหลังจากการปฏิบัติงานเป็นเวลา 3 นาที จากนั้นนำค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้ในแต่ละช่วงไปหาค่าเฉลี่ย ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้เป็นค่าอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบในฤดูกาลนั้นๆ ซึ่งข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจที่ใช้ในการวิเคราะห์มีดังนี้

1) ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบขณะพักก่อนปฏิบัติงาน
2) ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบขณะปฏิบัติงาน
3) ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบหลังปฏิบัติงาน โดยแบ่งเป็น
   - ช่วงที่ 1 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังจากหยุดปฏิบัติงาน วินาทีที่ 31 ถึงวินาทีที่ 60
   - ช่วงที่ 2 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังจากหยุดปฏิบัติงาน วินาทีที่ 91 ถึงวินาทีที่ 120
   - ช่วงที่ 3 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังจากหยุดปฏิบัติงาน วินาทีที่ 151 ถึงวินาทีที่ 180

3.6.4 การวิเคราะห์ภาระงานอัตราการเต้นหัวใจของผู้ถูกทดสอบ

การวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า (ภาคสนาม) โดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง โดยมีปัจจัยคือ ฤดูกาล ซึ่งมีจำนวน 2 ระดับ คือ ฤดูร้อนและฤดูหนาว ซึ่งได้กำหนดช่วงระยะเวลาในแต่ละฤดูกาล โดยให้มีสภาพแวดล้อมและลักษณะของหญ้าคล้ายคลึงกันคือมีใบหญ้าหนาและสีเขียวใกล้เคียงกันทั้ง 2 ฤดู เพื่อไม่ให้เกิดความแตกต่างลักษณะของใบหญ้าในการปฏิบัติงานตัดหญ้าของผู้ถูกทดสอบ โดยได้แบ่งเป็น ฤดูร้อน คือ ช่วงระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน และฤดูหนาว คือ ช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม สำหรับตัวแปรตาม คือ ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบ

ตารางที่ 3.2 การออกแบบทดสอบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบโดยมีฤดูกาลเป็นปัจจัย

ฤดูร้อน		ฤดูหนาว	
ผู้ถูกทดสอบ	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ	ผู้ถูกทดสอบ	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
16		16	
17		17	
18		18	

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยพิจารณาถึงองค์ประกอบการทดลอง 2 ส่วน คือ ปัจจัยการทดลองและความสามารถของผู้ถูกทดสอบ โดยปัจจัยการทดลองในงานวิจัยนี้มีปัจจัยเดียว คือ ฤดูกาล มี 2 ระดับ ฤดูร้อนและฤดูหนาว ส่วนความสามารถของผู้ถูกทดสอบ ผู้วิจัยได้พิจารณาความสามารถในการปฏิบัติงานตัดหญ้าของผู้ถูกทดสอบมีความเท่าเทียมกัน นอกจากนี้ยังพบว่าอายุของผู้ถูกทดสอบไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบ ดังแสดงในภาคผนวก ง ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยเดียว

(One-Way ANOVA) และการทดลองนี้เป็นการออกแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design)

3.7 การประเมินระดับการทำงานของกล้ามเนื้อผู้ถูกทดสอบในขณะจำลองการปฏิบัติงานตัดหญ้า

ความหนักของการปฏิบัติงานตัดหญ้าคือต้องสะพายเครื่องตัดหญ้าที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 10 กิโลกรัม ติดตัวตลอดเวลาที่ปฏิบัติงานตัดหญ้า พนักงานตัดหญ้าต้องบังคับเครื่องตัดหญ้าไปตามตำแหน่งของหญ้าโดยใช้ลำตัวและการบังคับของมือ การปฏิบัติงานของพนักงานตัดหญ้าจึงใช้กล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้อแขนในการรับน้ำหนักของเครื่องตัดหญ้า ออกแรงบิดเอี้ยวลำตัว และย้ายเครื่องตัดหญ้าไปมา ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาความล้าของกล้ามเนื้อ โดยทำการเปรียบเทียบด้วยค่าศักย์ทางไฟฟ้า (electromyography : EMG) ที่วัดได้ขณะที่กล้ามเนื้อหดตัวสูงสุด (maximal voluntary contraction : MVC) ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการทดสอบภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดโดยให้กล้ามเนื้อออกแรงในท่าทางหนึ่ง ๆ ที่ทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดในส่วนของกล้ามเนื้อที่ผู้วิจัยสนใจ คือ กล้ามเนื้อหลังส่วนบน (Trapezius) กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง (Erector spinae) และกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส (Flexor carpi radialis)

3.7.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

น้ำหนักของเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งมีหลายขนาด เช่น ขนาดน้ำหนัก 7.5, 8.7, 9.5, 10 และ 12.5 กิโลกรัม เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งขนาดน้ำหนัก 10 กิโลกรัม มาทำการทดสอบขณะจำลองการปฏิบัติงานตัดหญ้า เนื่องจากให้มีขนาดน้ำหนักเท่ากับเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้ออ่อน และพนักงานตัดหญ้าส่วนใหญ่ใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งขนาด 10 กิโลกรัมในการปฏิบัติงานตัดหญ้าภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยมีเครื่องมืออุปกรณ์ดังนี้

1) เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง (ขนาดน้ำหนัก 10 กิโลกรัม)
2) เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้ออ่อน (ขนาดน้ำหนัก 10 กิโลกรัม)
3) เครื่องอิเล็คโตรมัยโอกราฟฟี 1 เครื่อง (MEGA รุ่น ME3000P)
4) แผ่นอิเล็คโทรดจำนวน 12 แผ่นต่อผู้ถูกทดสอบ 1 คน
5) เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
6) นาฬิกาจับเวลา 1 อัน

รูปที่ 3.7 เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายแบบข้อแข็ง

รูปที่ 3.8 เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายแบบข้ออ่อน

รูปที่ 3.9 เครื่องอิเลคโตรไมโอแกรม (MEGA รุ่น ME3000P)

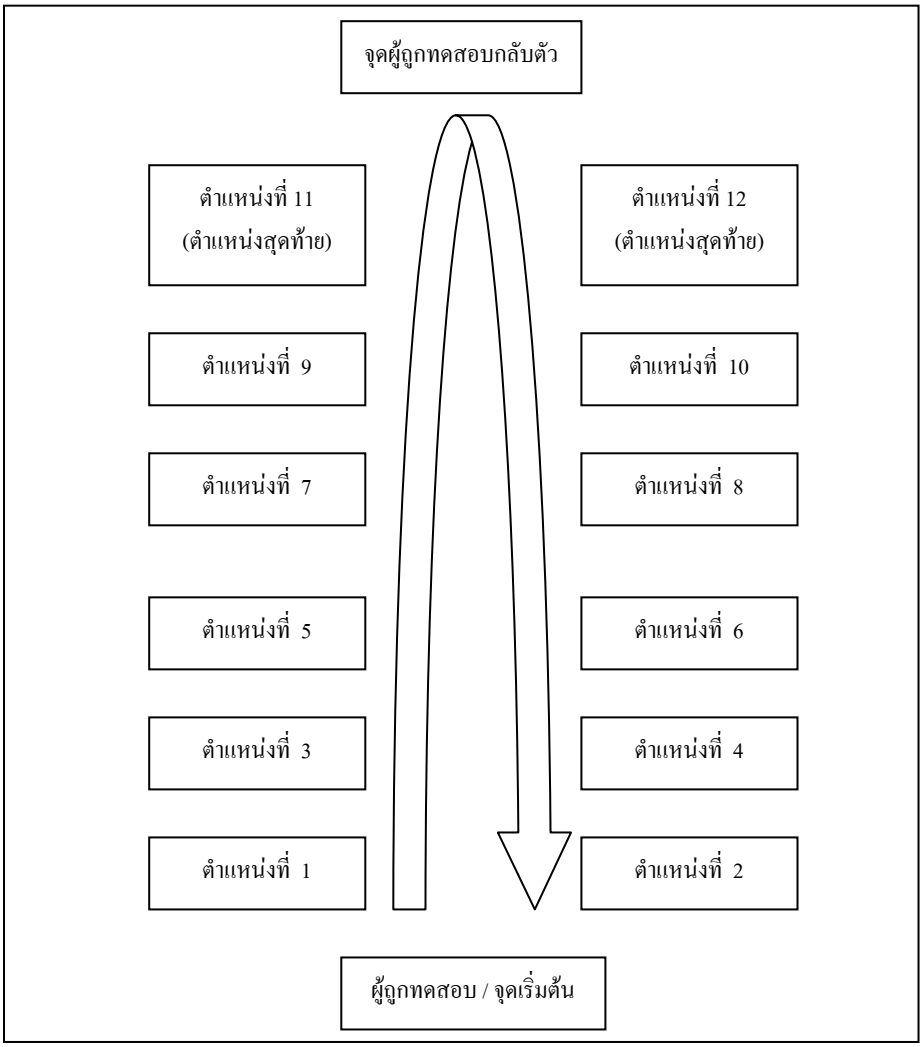
3.7.2 การเก็บข้อมูลภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนบน กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง และกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส

ผู้วิจัยได้จำลองสถานการณ์ขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าของผู้ถูกทดสอบบริเวณห้องปฏิบัติการการยศาสตร์ขึ้นมา โดยจำลองเหตุการณ์ของการปฏิบัติงานตัดหญ้าให้เหมือนกับท่าทางในการปฏิบัติงานตัดหญ้าภาคสนาม เนื่องจากขีดจำกัดของเครื่องมืออิเล็คโตรมัยโอกราฟฟีที่ไม่สามารถนำไปวัดภาระงานของกล้ามเนื้อผู้ถูกทดสอบในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าภาคสนามได้ ผู้วิจัยได้ทำการวัดภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนบน กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง และกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส ของผู้ถูกทดสอบทั้ง 18 คน โดยให้ผู้ถูกทดสอบใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายแบบข้อแข็งและข้ออ่อนในการปฏิบัติงาน โดยมีแนวทางในการปฏิบัติงานตัดหญ้าขณะจำลองเหตุการณ์ ดังนี้

1) ผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้าขณะจำลองโดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งเป็นเวลา 10 นาที เมื่อทำการทดสอบแบบสายสะพายข้อแข็งเสร็จให้ผู้ถูกทดสอบนั่งพักเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้าขณะจำลองโดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้ออ่อนเป็นเวลา 10 นาที

2) ขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าแบบจำลอง ผู้ถูกทดสอบเหวี่ยงจานใบมีดเครื่องตัดหญ้าสายสะพายทั้ง 2 แบบ ไปยังตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ โดยเริ่มต้นจากการเหวี่ยงจานใบมีดไปยังทางตำแหน่งด้านซ้ายก่อน (ตำแหน่งที่ 1) แล้วเหวี่ยงจานใบมีดไปทางด้านขวา (ตำแหน่งที่ 2) จากนั้นผู้ถูกทดสอบจึงเดินตรงต่อไป โดยที่ผู้วิจัยไม่ได้กำหนดระยะในการก้าวเท้าเดินของผู้ถูกทดสอบ แล้วทำการเหวี่ยงจานใบมีดไปยังตำแหน่งที่ 3 แล้วเหวี่ยงจานใบมีดไปยังตำแหน่งที่ 4 แล้วผู้ถูกทดสอบจึงเดินตรงต่อไปเพื่อทำการเหวี่ยงจานใบมีดไปยังตำแหน่งที่ 5 และ 6 ตามลำดับ ผู้ถูก

ทดสอบทำการเหวี่ยงจานใบมีดให้ครบตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ จนสิ้นสุดตำแหน่งสุดท้าย ให้ผู้ถูกทดสอบหมุนตัวกลับมาแล้วทำการเหวี่ยงจานใบมีดที่ตำแหน่งสุดท้ายทางด้านซ้าย (ตำแหน่งที่ 12) ของผู้ถูกทดสอบเป็นตำแหน่งแรก แล้วเหวี่ยงจานใบมีดไปทางตำแหน่งสุดท้ายด้านขวา (ตำแหน่งที่ 11) ของผู้ถูกทดสอบ แล้วทำการเหวี่ยงจานใบมีดไปยังตำแหน่งที่ 10 แล้วเหวี่ยงจานใบมีดไปยังตำแหน่งที่ 9 แล้วจึงเดินตรงต่อไปเพื่อทำการเหวี่ยงจานใบมีดไปยังตำแหน่งที่ 8 และ 7 ตามลำดับ ทำการเหวี่ยงจานใบมีดจนครบทุกตำแหน่งจนถึงจุดเริ่มต้นแล้ว ให้ผู้ถูกทดสอบทำการหมุนตัวกลับแล้วเดินตรงไปเหวี่ยงจานใบมีดไปยังตำแหน่งตามที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น ดังแสดงในรูปที่ 3.10 จนผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้าในขณะจำลองครบเป็นเวลา 10 นาทีทั้งเครื่องตัดหญ้าสายสะพายแบบข้อแข็งและข้ออ่อน



รูปที่ 3.10 แสดงตำแหน่งในการเหวี่ยงจานใบมีดเครื่องตัดหญ้าของผู้ถูกทดสอบ

รูปที่ 3.11 การเหวี่ยงจานใบมีดเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งไปยังตำแหน่งที่กำหนด

รูปที่ 3.12 การเหวี่ยงจานใบมีดเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้ออ่อนไปยังตำแหน่งที่กำหนด

3.7.3 กล้ามเนื้อที่ทำการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาข้อมูลภาระงานของกล้ามเนื้อ 4 ชุด คือ

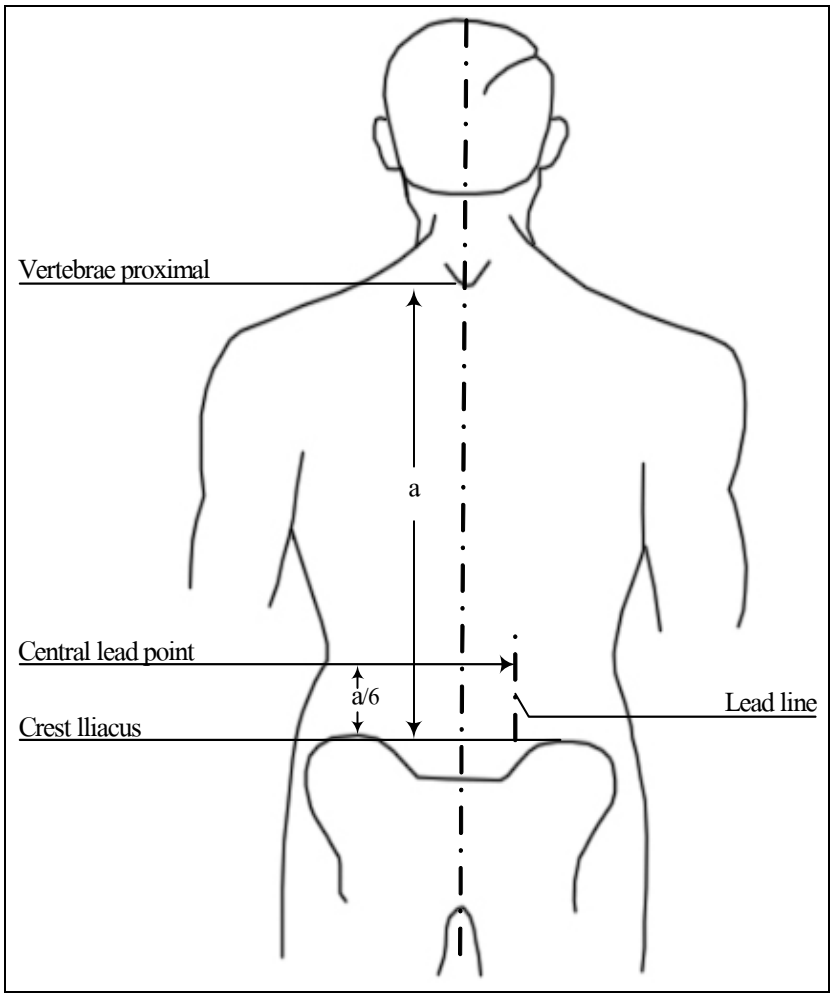
1) กล้ามเนื้ออิเรคเตอร์สไปนีเป็นกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง 2 ชุด คือ กล้ามเนื้อหลังล่างด้านซ้าย 1 ชุด และ กล้ามเนื้อหลังล่างด้านขวา 1 ชุด ดังแสดงในรูปที่ 3.13
2) กล้ามเนื้อทราพีเซียสเป็นกล้ามเนื้อหลังส่วนบน 1 ชุด ดังแสดงในรูปที่ 3.14
3) กล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส ด้านซ้าย 1 ชุด ดังแสดงในรูปที่ 3.15

ซึ่งกล้ามเนื้อทั้ง 4 ชุดนี้เป็นกล้ามเนื้อหลักในการออกแรงยกเครื่องตัดหญ้าทั้งแบบสะพายข้อแข็งและข้ออ่อนในการปฏิบัติงานตัดหญ้าของผู้ถูกทดสอบ

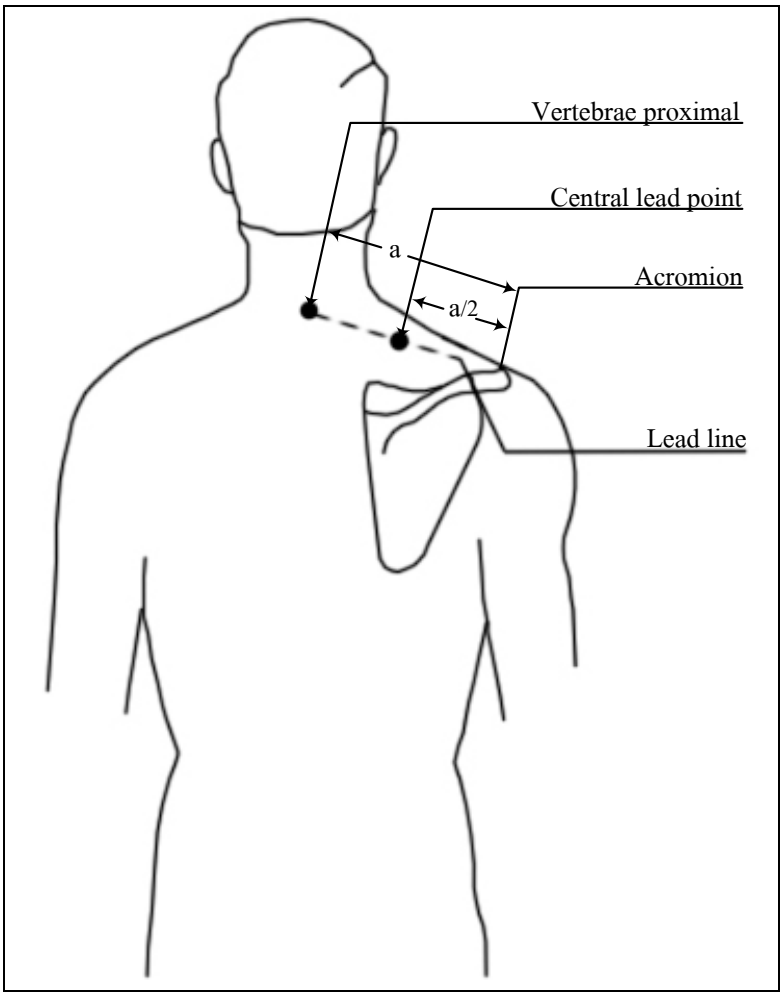
3.7.4 การวัดภาระงานของกล้ามเนื้อ

การวัดภาระงานของกล้ามเนื้อเป็นการวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ โดยใช้เครื่องอิเล็คโตรมัยโอกราฟฟี ซึ่งการวัดภาระงานของกล้ามเนื้อทั้ง 4 ชุดในงานวิจัยนี้ได้ติดแผ่นอิเล็คโทรดบนผิวหนังของผู้ถูกทดสอบตามตำแหน่งต่อไปนี้

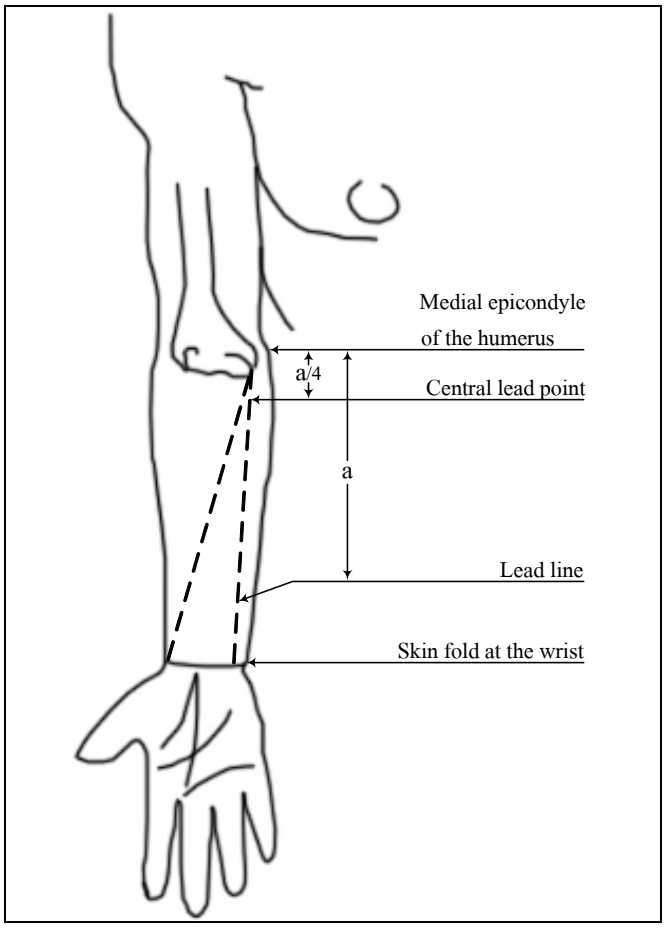
- กล้ามเนื้อ Erector spinae ขวา (หรือซ้าย) ทำการติดแผ่นอิเล็คโทรด 2 แผ่น ห่างจากกระดูกสันหลังไปทางด้านขวา (หรือซ้าย) ประมาณ 1 นิ้วโดยให้แผ่นล่างอยู่บริเวณกระดูกหลังส่วนล่างทอนที่ 4-5 (L4-5) และห่างจากขอบเอวกางเกงของผู้ถูกทดสอบประมาณ 1 นิ้ว จากนั้นติดแผ่นอิเล็คโทรดอีกแผ่นหนึ่ง (แผ่นกราวด์) ห่างจาก 2 แผ่นแรกเป็นระยะทางเท่า ๆ กัน ดังแสดงในรูปที่ 3.13
- กล้ามเนื้อ Trapezius ทำการติดแผ่นอิเล็คโทรด 2 แผ่นบนสะบักขวาในแนวทแยงจากซ้ายขึ้นไปขวา โดยให้แผ่นซ้ายอยู่ห่างจากกระดูกหลังช่วงอกท่อนที่ 3 (T3) ระยะประมาณ 1 นิ้ว ติดแผ่นขวาห่างจากแผ่นซ้ายประมาณ 1 นิ้ว จากนั้นติดแผ่นอิเล็คโทรดอีกแผ่นหนึ่ง (แผ่นกราวด์) ห่างจาก 2 แผ่นแรกเป็นระยะทางเท่า ๆ กัน ดังแสดงในรูปที่ 3.14
- กล้ามเนื้อ Flexor carpi radialis ทำการติดแผ่นอิเล็คโทรด 2 แผ่นห่างจากปุ่มกระดูกของข้อศอกแขนซ้ายด้านในของผู้ถูกทดสอบไปทางด้านปลายแขนประมาณ 1 นิ้ว จากนั้นติดแผ่นอิเล็คโทรดอีกแผ่นหนึ่ง (แผ่นกราวด์) ห่างจาก 2 แผ่นแรกเป็นระยะเท่า ๆ กัน ดังแสดงในรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.13 กล้ามเนื้อ Erector spinae (Noish, 1992)



รูปที่ 3.14 กล้ามเนื้อ Trapezius (Niosh, 1992)



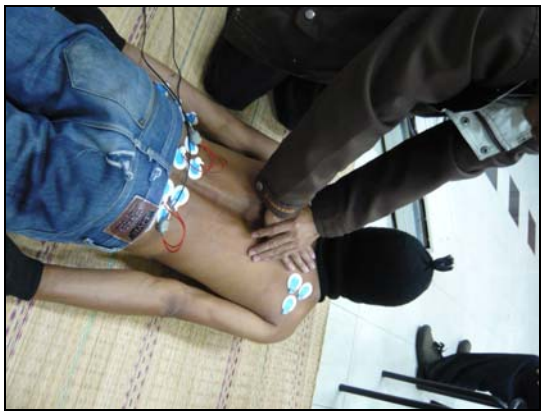
รูปที่ 3.15 กล้ามเนื้อ Flexor carpi radialis (Niosh, 1992)

3.7.5 การวัดการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum Voluntary Contraction ; %MVC)

การวัดการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อเป็นการใช้เครื่องอิเล็คโตรมัยโอกราฟฟีสำหรับการวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อในขณะที่กล้ามเนื้อทราพีเซียสออกแรงสูงสุด โดยให้ผู้ถูกทดสอบยืนตรงดังรูปที่ 3.16 แล้วปรับโซ่ให้มีความยาวในระดับที่ผู้ถูกทดสอบสามารถจับได้พอดีโดยที่แขนของผู้ถูกทดสอบตึง หลังจากนั้นให้ผู้ถูกทดสอบออกแรงดึงโซ่ให้มากที่สุดโดยใช้แรงจากหัวไหล่ทั้งสองข้างเป็นเวลา 5 วินาทีแล้วทำการบันทึกค่าสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากกล้ามเนื้อทราพีเซียส

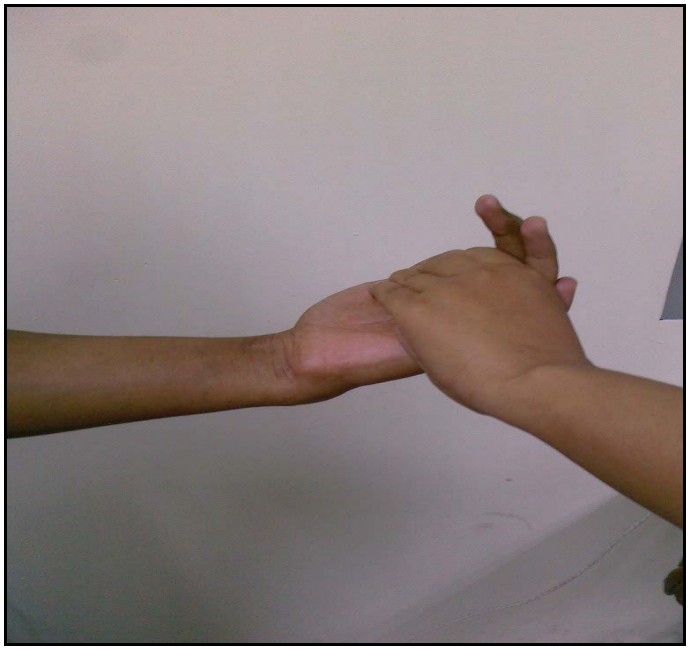
รูปที่ 3.16 ผู้ถูกทดสอบอยู่ในท่ายืนตรงเตรียมออกแรงดึงโซ่

การวัดการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์สไปนีนั้น ผู้ถูกทดสอบนอนราบกับพื้นแล้วออกแรงในการยกลำตัวท่อนบนขึ้นต้านแรงกดภายนอกเป็นเวลา 5 วินาที โดยที่ส่วนแขนขนานกับลำตัวทั้งสองข้าง ส่วนขาของผู้ถูกทดสอบวางราบอยู่กับพื้นและไม่ให้ผู้ถูกทดสอบยกขาขึ้นขณะออกแรง แล้วทำการบันทึกค่าสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์สไปนี ท่าทางของผู้ถูกทดสอบในขณะทำการวัดการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ ดังแสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ผู้ถูกทดสอบนอนราบกับพื้นแล้วออกแรงในการยกลำตัวท่อนบนขึ้นต้านแรงกดภายนอก

การวัดการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส ให้ผู้ถูกทดสอบอยู่ในท่าแขนซ้ายท่อนล่างตั้งฉากกับลำตัว แล้วให้ผู้ถูกทดสอบออกแรงงอข้อมือต้านแรงต้านของผู้ทดสอบให้มากที่สุด โดยปล่อยแขนขวาขนานกับลำตัว เป็นเวลา 5 วินาที แล้วทำการบันทึกค่าสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส ดังแสดงในรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 แสดงท่าทางการวัดการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส

3.7.6 การวัดภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะปฏิบัติงาน

การวัดภาระงานของกล้ามเนื้อขณะจำลองการปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งและข้ออ่อนทำได้โดยใช้เครื่องอิเล็คโตรมัยโอกราฟฟีในการวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อทั้งสี่ชุดจากการจำลองการปฏิบัติงานตัดหญ้าเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำค่าสัญญาณไฟฟ้าจากการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อทั้งสี่ชุดมาหารค่าสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทั้งสี่ชุดในขณะปฏิบัติงานแล้วคูณด้วย 100 ค่าที่ได้จึงเป็นค่าภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะปฏิบัติงานเมื่อเทียบกับขณะหดตัวสูงสุด (%MVC)

3.7.7 การวิเคราะห์ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า

การวัดภาระงานกล้ามเนื้อทั้งสี่ชุดของผู้ถูกทดสอบนั้นมีเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งและข้ออ่อนในการจำลองขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า โดยมีปัจจัยดังนี้

- เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายจำนวน 2 ระดับ คือ แบบข้อแข็งและแบบข้ออ่อน

- ตัวแปรตามคือภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนบน กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างซ้าย กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างขวา และกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส

ตารางที่ 3.3 การออกแบบการทดสอบภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนบนโดยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายเป็นปัจจัย

ชนิดของเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพาย			
ข้อแข็ง		ข้ออ่อน	
ผู้ถูกทดสอบ	ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนบน (%MVC)	ผู้ถูกทดสอบ	ค่าภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนบน (%MVC)
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		9	
10		10	
11		11	
12		12	
13		13	
14		14	
15		15	
16		16	
17		17	
18		18	

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลภาระงานกล้ามเนื้อของผู้ถูกทดสอบทั้ง 18 คน ผู้วิจัยพิจารณาถึงองค์ประกอบการทดลอง 2 ส่วน คือ ปัจจัยการทดลองและความสามารถของผู้ถูกทดสอบ โดยปัจจัยการทดลองในงานวิจัยนี้มีปัจจัยเดียวคือ เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพาย มี 2 ระดับ แบบข้อแข็งและแบบข้ออ่อน ส่วนความสามารถของผู้ถูกทดสอบ ผู้วิจัยได้พิจารณาความสามารถในการทำงานของผู้ถูกทดสอบเท่าเทียมกัน นอกจากนี้ยังพบว่าอายุของผู้ถูกทดสอบไม่มีผลต่อค่าภาระงานกล้ามเนื้อ ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยเดียว (One-Way ANOVA) และการทดลองนี้เป็นการออกแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล

4.1 กล่าวนำ

บทนี้เป็นการนำเสนอและรายงานผลการวิจัยที่ได้จากการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ พร้อมทั้งวิเคราะห์และอภิปรายถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น โดยแบ่งเป็นหัวข้อตามลำดับดังนี้

1) คุณลักษณะทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบ
2) ระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายของผู้ถูกทดสอบ
3) ผลการตอบแบบสอบถามของผู้ถูกทดสอบ
4) การประเมินอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า
5) สภาพอากาศของฤดูกาลที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจในการปฏิบัติงานตัดหญ้า
6) การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบในขณะพักและขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาว
7) ระดับการทำงานของกล้ามเนื้อในขณะจำลองการปฏิบัติงานตัดหญ้า โดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบข้อแข็งและข้ออ่อน

4.2 คุณลักษณะทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบ

จากข้อมูลของผู้ถูกทดสอบจำนวน 18 คนที่ปฏิบัติงานตัดหญ้ามีค่าเฉลี่ยของอายุเท่ากับ 32.67 ปี มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวเท่ากับ 57.44 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยของส่วนสูงเท่ากับ 169.17 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายเท่ากับ 20.02 ซึ่งสภาวะของร่างกายพนักงานตัดหญ้า (ผู้ถูกทดสอบ) มีความสมดุลกันระหว่างน้ำหนักตัวและส่วนสูงซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานโดยใช้ค่าดัชนีมวลกายเป็นเกณฑ์

ตารางที่ 4.1 คุณลักษณะทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบ

ผู้ถูกทดสอบ	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซนติเมตร)	ดัชนีมวลกาย (BMI)
1	31	62	167	22.23
2	26	48	162	18.29
3	43	65	175	21.22
4	23	60	173	20.05
5	47	60	168	21.26
6	41	58	171	19.84
7	26	52	169	18.21
8	27	65	175	21.22
9	41	53	165	19.47
10	34	55	168	19.49
11	22	63	176	20.34
12	49	61	172	20.62
13	32	59	173	19.73
14	27	68	177	21.71
15	21	62	169	21.71
16	36	50	160	19.53
17	40	47	161	18.13
18	22	53	164	19.71
ค่าเฉลี่ย	32.7±9.1	57.8±6.2	169.2±5.3	20.2±1.2

4.3 ระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายของผู้ถูกทดสอบ

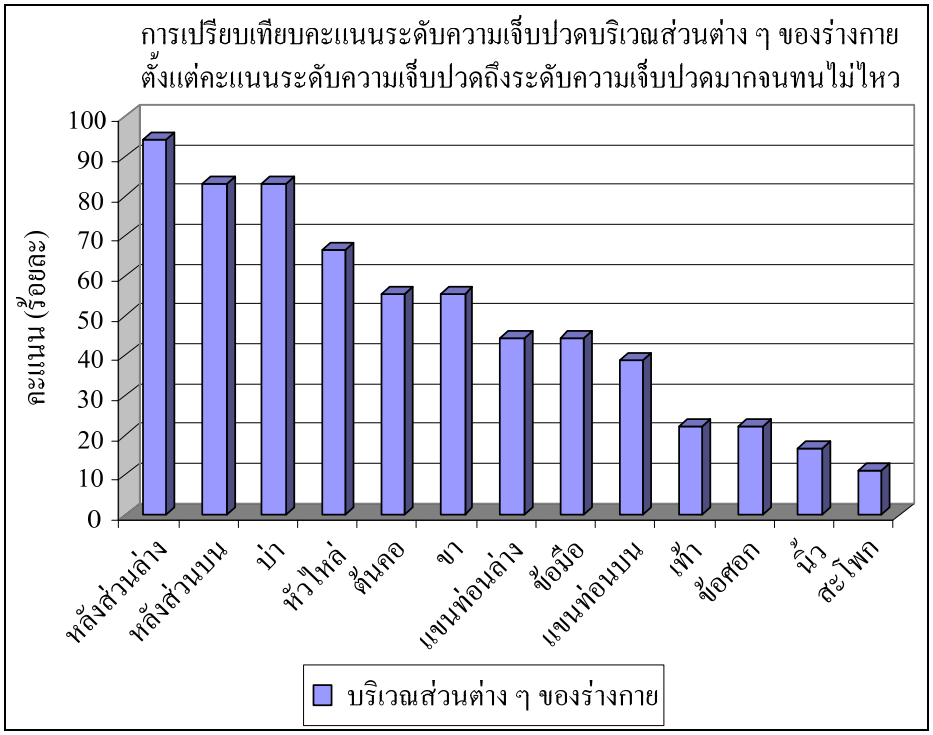
ผลของการตอบแบบสอบถามระดับคะแนนความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายของผู้ถูกทดสอบจำนวน 18 คนในการใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งปฏิบัติงานตัดหญ้าบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผู้ถูกทดสอบให้คะแนนระดับความเจ็บปวด 0 ถึง 5 บริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยคิดคะแนนเป็นร้อยละ

บริเวณร่างกาย	คะแนนระดับความเจ็บปวด						รวม
	ไม่เจ็บปวดเลย	เจ็บปวดเล็กน้อย	เจ็บปวด	เจ็บปวดปานกลาง	เจ็บปวดมาก	เจ็บปวดมากจนทนไม่ไหว	
หัวไหล่	27.77	5.55	5.55	38.88	16.66	5.55	100.00
บ่า	11.11	5.55	5.55	50.00	16.66	11.11	100.00
ต้นคอ	11.11	33.33	11.11	27.77	16.66	0.00	100.00
หลังส่วนบน	11.11	5.55	16.66	16.66	27.77	22.22	100.00
หลังส่วนล่าง	5.55	0.00	11.11	22.22	38.88	22.22	100.00
สะโพก	83.33	5.55	5.55	5.55	0.00	0.00	100.00
ขา	27.77	16.66	27.77	22.22	5.55	0.00	100.00
เท้า	66.66	11.11	11.11	11.11	0.00	0.00	100.00
แขนท่อนบน	33.33	27.77	11.11	27.77	0.00	0.00	100.00
ข้อศอก	66.66	11.11	5.55	16.66	0.00	0.00	100.00
แขนท่อนล่าง	44.44	11.11	16.66	27.77	0.00	0.00	100.00
ข้อมือ	33.33	22.22	11.11	33.33	0.00	0.00	100.00
นิ้ว	72.22	11.11	5.55	11.11	0.00	0.00	100.00

ผลระดับคะแนนความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายผู้ถูกทดสอบจำนวน 18 คน ที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 นั้น ผู้วิจัยได้นำคะแนนตั้งแต่ระดับความเจ็บปวดจนถึงคะแนนระดับความเจ็บปวดมากจนทนไม่ไหวมาทำการเปรียบเทียบบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทั้ง 13 ตำแหน่ง พบว่าบริเวณหลังส่วนล่างมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ 94.43% รองลงมาคือ บริเวณบ่าและบริเวณหลังส่วนบนมีคะแนนเฉลี่ย 83.32% บริเวณหัวไหล่มีคะแนนเฉลี่ย 66.64% บริเวณต้นคอและบริเวณขามีคะแนนเฉลี่ย 55.54% ตามลำดับ ส่วนบริเวณสะโพกมีระดับความเจ็บปวดเฉลี่ยต่ำสุดคือ 11.10% จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่าในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง ผู้ถูกทดสอบมีการบิดเอี้ยวลำตัวในการปฏิบัติงาน เพื่อช่วยในการเคลื่อนไหวเครื่องตัดหญ้าไปมาตามตำแหน่งของหญ้าตลอดเวลา จึงทำให้ผู้ถูกทดสอบเกิดการเจ็บปวดบริเวณหลังส่วนล่าง นอกจากนี้การสะพายเครื่องตัดหญ้าอยู่ตลอดเวลาทำให้น้ำหนักจากเครื่องตัดหญ้ากดทับบริเวณบ่า

หัวไหล่และหลังส่วนบน ส่วนบริเวณสะโพกนั้นผู้ถูกทดสอบมีความเจ็บปวดน้อยที่สุดเนื่องจากผู้ถูกทดสอบใช้บริเวณส่วนสะโพกน้อยกว่าบริเวณส่วนอื่น ๆ ของร่างกายในการปฏิบัติงานตัดหญ้า



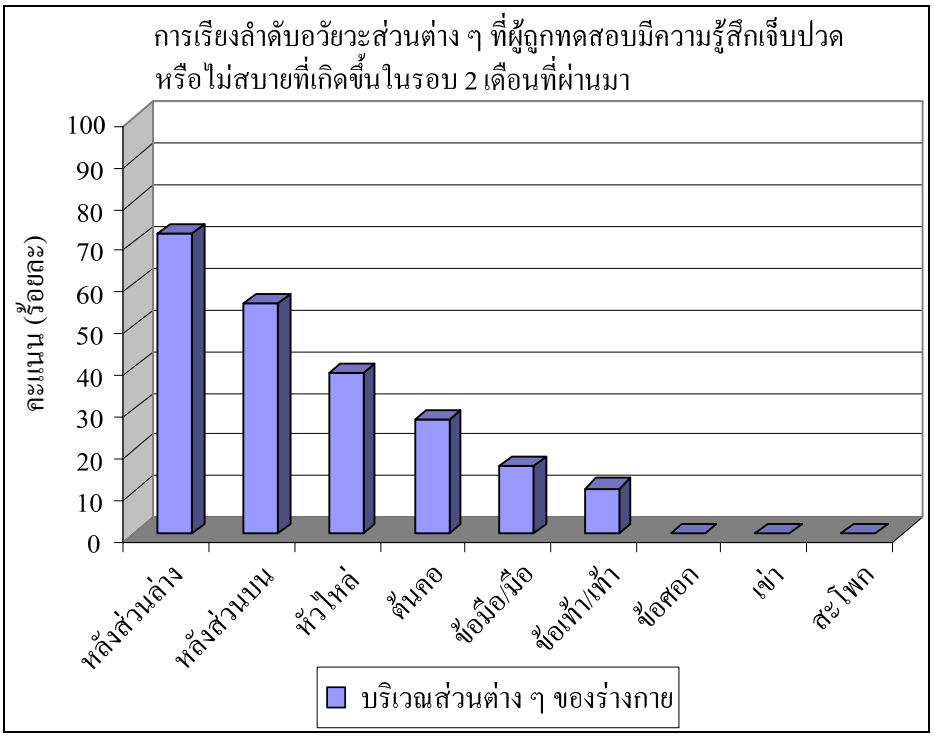
รูปที่ 4.1 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบคะแนนระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

4.4 ผลการตอบแบบสอบถามของผู้ถูกทดสอบ

ผลการตอบแบบสอบถามผู้ถูกทดสอบจำนวน 18 คนในการปฏิบัติงานตัดหญ้าบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่เคยมีความรู้สึกเจ็บปวดหรือไม่สบายเกี่ยวกับอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของผู้ถูกทดสอบในรอบ 12 เดือน และในช่วง 7 วัน ที่ผ่านมาหรือไม่ ซึ่งแบบสอบถามนี้แปลมาจากแบบสอบถาม Standardised Nordic Questionnaires for the analysis of musculoskeletal Symptoms (Kuorinka et al., 1987) และในตารางที่ 4.3 เป็นการสรุปผลการตอบแบบสอบถามของผู้ถูกทดสอบจำนวน 18 คน

ตารางที่ 4.3 ผลการตอบแบบสอบถามของผู้ถูกทดสอบที่มีความรู้สึกเจ็บปวดหรือไม่สบายที่เกิดขึ้นกับอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ใน 12 เดือน และในช่วง 7 วัน ที่ผ่านมา

อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามที่มีปัญหาเกี่ยวกับอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายจากจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 18 คน (100%)		
	ใน 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยรู้สึกเจ็บปวดหรือไม่สบายที่เกิดขึ้นกับอวัยวะส่วนต่าง ๆ หรือไม่	ใน 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยถูกห้ามไม่ให้ทำงานตามปกติ (ทั้งที่บ้านและที่ทำงาน) อันเนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นกับอวัยวะต่าง ๆ หรือไม่	คุณเคยมีปัญหาในช่วง 7 วันที่ผ่านมา หรือไม่
1. ต้นคอ	จำนวน 5 คน (27.78%)	ไม่มี	ไม่มี
2. หัวไหล่	จำนวน 7 คน (38.89%)	ไม่มี	ไม่มี
3. ข้อศอก	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
4. ข้อมือ/มือ	จำนวน 3 คน (16.67%)	ไม่มี	ไม่มี
5. หลังส่วนบน	จำนวน 10 คน (55.56%)	ไม่มี	ไม่มี
6. หลังส่วนล่าง	จำนวน 13 คน (72.22%)	จำนวน 2 คน (11.11%)	ไม่มี
7. สะโพกหรือต้นขา	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
8. เข่า	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
9. ข้อเท้าหรือเท้า	จำนวน 2 คน (11.11%)	จำนวน 1 คน (5.56%)	ไม่มี



รูปที่ 4.2 แผนภูมิแท่งแสดงการเรียงลำดับอวัยวะส่วนต่าง ๆ ที่ผู้ถูกทดสอบมีความรู้สึกเจ็บปวด

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลของการตอบแบบสอบถามผู้ถูกทดสอบ 18 คน ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมามีความรู้สึกเจ็บปวดหรือไม่สบายในส่วนของอวัยวะหลังส่วนล่างมากที่สุด ซึ่งมีผู้ถูกทดสอบจำนวน 13 คน และมีผู้ถูกทดสอบจำนวน 2 คนจาก 13 คน ที่เคยถูกห้ามไม่ให้ทำงานปกติอันเนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นกับอวัยวะหลังส่วนล่าง รองมาเป็นอวัยวะหลังส่วนบนจำนวน 10 คน อวัยวะหัวไหล่จำนวน 7 คน อวัยวะต้นคอจำนวน 5 คน อวัยวะข้อมือหรือมือจำนวน 3 คน อวัยวะข้อเท้าหรือเท้าจำนวน 2 คน และมีผู้ถูกทดสอบจำนวน 1 คนจาก 2 คน ที่เคยถูกห้ามไม่ให้ทำงานปกติอันเนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นกับอวัยวะข้อเท้าหรือเท้า ส่วนอวัยวะข้อศอก สะโพก และเข่า ของผู้ที่ถูกทดสอบไม่มีความรู้สึกเจ็บปวดหรือไม่สบายในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ผลข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามทั้ง 2 ชุดของผู้ถูกทดสอบ 18 คนที่ได้ตอบแบบสอบถามมีความเหมือนและสอดคล้องกัน ซึ่งเห็นได้ว่าบริเวณอวัยวะของร่างกายที่ผู้ถูกทดสอบมีความเจ็บปวดมากที่สุด คือ บริเวณหลังส่วนล่าง รองลงมาเป็นบริเวณหลังส่วนบน บ่า หัวไหล่ และต้นคอ ตามลำดับ ส่วนบริเวณสะโพกมีความเจ็บปวดน้อยที่สุด

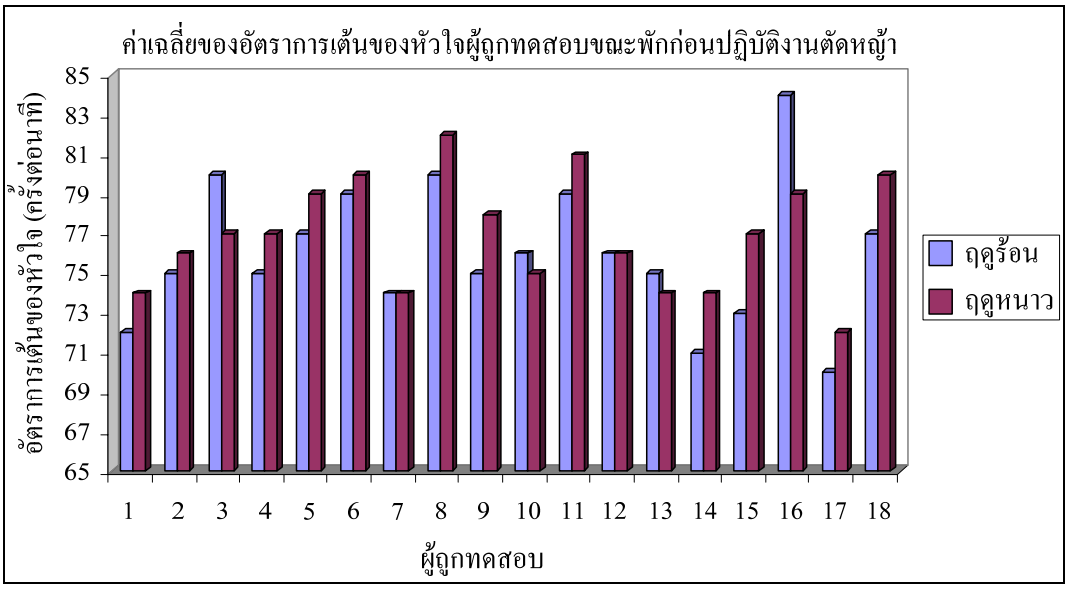
4.5 ผลของค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบขณะพักก่อนปฏิบัติงาน ขณะปฏิบัติงาน และหลังปฏิบัติงานตัดหญ้า

4.5.1 ผลการวัดค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบขณะพักก่อนปฏิบัติงาน

การวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบ 18 คนทั้งฤดูร้อนและฤดูหนาว ขณะพักก่อนที่ผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้าภาคสนาม ได้ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบขณะพักก่อนปฏิบัติงานตัดหญ้า

ผู้ถูกทดสอบ	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะพักก่อนปฏิบัติงาน ฤดูร้อน (BPM)	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะพักก่อนปฏิบัติงาน ฤดูหนาว (BPM)
1	72.0	74.0
2	75.0	76.0
3	80.0	77.0
4	75.0	77.0
5	77.0	79.0
6	79.0	80.0
7	74.0	74.0
8	80.0	82.0
9	75.0	78.0
10	76.0	75.0
11	79.0	81.0
12	76.0	76.0
13	75.0	74.0
14	71.0	74.0
15	73.0	77.0
16	84.0	79.0
17	70.0	72.0
18	77.0	80.0
ค่าเฉลี่ย	76.0	77.0



รูปที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบขณะพักก่อนปฏิบัติงานตัดหญ้า

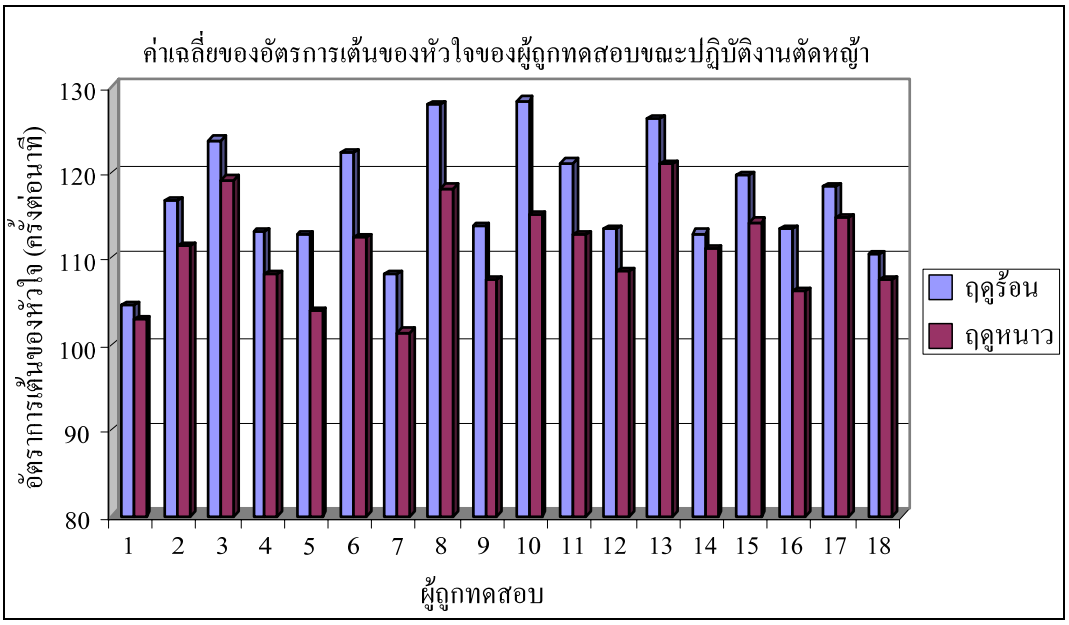
ผู้ถูกทดสอบทั้ง 18 คนมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนการปฏิบัติงานตัดหญ้าทั้งฤดูร้อนและฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 70-84 ครั้งต่อนาที จากตารางที่ 4.4 เห็นได้ว่าผู้ถูกทดสอบคนที่ 16 มีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจแตกต่างกันระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาวมากที่สุดคือ 5 ครั้งต่อนาที แต่ผู้ถูกทดสอบทั้งหมด 18 คนมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจแตกต่างกันระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาวเพียง 1 ครั้งต่อนาที ซึ่งผู้ถูกทดสอบทุกคนมีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในเกณฑ์ปกติ และค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจฤดูร้อนและฤดูหนาวของแต่ละคนมีความใกล้เคียงกัน จากการวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนปฏิบัติงานสามารถนำไปเปรียบเทียบกับผลของอัตราการเต้นของหัวใจในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าได้ เพื่อเป็นการประเมินภาระงานทางสรีรวิทยาของผู้ถูกทดสอบจากอัตราการเต้นของหัวใจในการปฏิบัติงานตัดหญ้า

4.5.2 ผลการวัดค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า

ผลของการวัดอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบทั้ง 18 คนขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งติดต่อกันเป็นเวลา 60 นาทีโดยที่ไม่มีการหยุดพักขณะปฏิบัติงานนั้น พบว่าการปฏิบัติงานตัดหญ้าในฤดูร้อนผู้ถูกทดสอบมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าในฤดูหนาว ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า

ผู้ถูกทดสอบ	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะปฏิบัติงาน (BPM) ฤดูร้อน	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะปฏิบัติงาน (BPM) ฤดูหนาว
1	104.6	102.9
2	116.6	111.4
3	123.8	119.2
4	113.1	108.1
5	112.8	103.9
6	122.4	112.3
7	108.1	101.4
8	128.0	118.2
9	113.8	107.4
10	128.4	115.1
11	121.1	112.7
12	113.3	108.5
13	126.2	120.9
14	112.9	111.1
15	119.7	114.2
16	113.5	106.2
17	118.3	114.8
18	110.5	107.4
ค่าเฉลี่ย	117.1	110.9



รูปที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า

จากข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 4.5 พบว่าขณะที่ผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้าในสภาพอากาศฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 117.1 ครั้งต่อนาที และในสภาพอากาศฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 110.9 ครั้งต่อนาที และเมื่อทำการเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบทั้ง 18 คนขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าฤดูหนาวเท่ากับ 6 ครั้งต่อนาที และไม่มีผู้ถูกทดสอบที่มีอัตราการเต้นของหัวใจขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าในฤดูหนาวสูงกว่าฤดูร้อน

สภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิอากาศ เมื่อต้องปฏิบัติงานในสภาพอากาศที่ร้อนจะส่งผลให้ร่างกายของผู้ที่ปฏิบัติงานมีความต้องการใช้พลังงานสูงขึ้น เนื่องจากร่างกายมีความพยายามในการรักษาสมดุลทางความร้อนภายในร่างกาย ทำให้อวัยวะหรือระบบทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานหนักมากขึ้น และการทำงานอยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งการทำงานในสภาพอากาศร้อนจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจให้สูงขึ้น (นริศ เจริญพร, 2548)

ตารางที่ 4.6 ผลต่างค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบในขณะปฏิบัติงานกับขณะพักก่อนปฏิบัติงานในฤดูร้อน

ผู้ถูกทดสอบ	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนปฏิบัติงาน (BPM)	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะปฏิบัติงาน (BPM)	ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนปฏิบัติงานกับขณะปฏิบัติงาน (BPM)
1	72.0	104.6	32.6
2	75.0	116.6	41.6
3	80.0	123.8	43.8
4	75.0	113.1	38.1
5	77.0	112.8	35.8
6	79.0	122.4	43.4
7	74.0	108.1	34.1
8	80.0	128.0	48.0
9	75.0	113.8	38.8
10	76.0	128.4	52.4
11	79.0	121.1	42.1
12	76.0	113.3	37.3
13	75.0	126.2	51.2
14	71.0	112.9	41.9
15	73.0	119.7	46.7
16	84.0	113.5	29.5
17	70.0	118.3	48.3
18	77.0	110.5	33.5
ค่าเฉลี่ย	76.0	117.1	41.1

จากข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 4.6 ผลค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบทั้งหมด 18 คน ในฤดูร้อน เมื่อพิจารณาอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนปฏิบัติงาน พบว่าผู้ถูกทดสอบทุกคนมีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในเกณฑ์ปกติ 71-84 ครั้งต่อนาที และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 76 ครั้งต่อนาที ขณะที่ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจในขณะปฏิบัติงานเท่ากับ 117 ครั้งต่อนาที จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะปฏิบัติงานกับขณะพักก่อนปฏิบัติงาน พบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะปฏิบัติงานมีค่าสูงกว่าขณะพักก่อนปฏิบัติงานถึง 41 ครั้งต่อนาที นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบในขณะปฏิบัติงานพบว่า ผู้ถูกทดสอบ 9 คนที่มีอัตราการเต้นของหัวใจขณะปฏิบัติงานสูงกว่า 115 ครั้งต่อนาที ซึ่ง Suggs and Splinter (1961) และ Brouha (1967) ได้ให้คำแนะนำว่าอัตราการเต้นของหัวใจในขณะทำงานไม่ควรเกิน 115 ครั้งต่อนาที หากการทำงานใดที่ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าค่าดังกล่าวจัดเป็นงานหนักและอาจเกิดอันตรายต่อคนที่ทำงานหากทำงานติดต่อกันเป็นเวลานาน

ตารางที่ 4.7 ผลต่างค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบในขณะปฏิบัติงานและขณะพักก่อนปฏิบัติงานในฤดูหนาว

ผู้ถูกทดสอบ	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนปฏิบัติงาน (BPM)	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะปฏิบัติงาน (BPM)	ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนปฏิบัติงานกับขณะปฏิบัติงาน (BPM)
1	72.0	102.9	28.9
2	76.0	111.4	35.4
3	77.0	119.2	42.2
4	77.0	108.1	31.1
5	79.0	103.9	24.9
6	80.0	112.3	32.3
7	74.0	101.4	27.4
8	82.0	118.2	36.2
9	78.0	107.4	29.4
10	75.0	115.1	40.1

ตารางที่ 4.7 ผลต่างค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบในขณะปฏิบัติงานและขณะพักก่อนปฏิบัติงานในฤดูหนาว (ต่อ)

ผู้ถูกทดสอบ	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนปฏิบัติงาน (BPM)	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะปฏิบัติงาน (BPM)	ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนปฏิบัติงานกับขณะปฏิบัติงาน (BPM)
11	81.0	112.7	31.7
12	76.0	108.5	32.5
13	74.0	120.9	46.9
14	74.0	111.1	37.1
15	77.0	114.2	37.2
16	79.0	106.2	27.2
17	72.0	114.8	42.8
18	80.0	107.4	27.4
ค่าเฉลี่ย	77.0	110.9	33.9

ผลค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบทั้งหมด 18 คนในฤดูหนาวที่แสดงข้อมูลในตารางที่ 4.7 เมื่อพิจารณาอัตราการเต้นของหัวใจของขณะพักก่อนปฏิบัติงาน พบว่าผู้ถูกทดสอบมีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในเกณฑ์ปกติ 72-82 ครั้งต่อนาที และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 77 ครั้งต่อนาที ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบขณะปฏิบัติงานเท่ากับ 111 ครั้งต่อนาที และค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะปฏิบัติงานมีค่าสูงกว่าขณะพักก่อนปฏิบัติงาน 34 ครั้งต่อนาที เมื่อพิจารณาอัตราการเต้นของหัวใจในขณะปฏิบัติงานพบว่า มีผู้ถูกทดสอบ 4 คน คือ ผู้ถูกทดสอบคนที่ 3, 8, 10 และ 13 ที่มีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจในขณะปฏิบัติงานสูงกว่า 115 ครั้งต่อนาที

จากการเปรียบเทียบค่าอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบขณะปฏิบัติงานสูงกว่าขณะพักก่อนปฏิบัติงานของฤดูหนาวอยู่ในช่วง 24.9 ครั้งต่อนาที ถึง 42.8 ครั้งต่อนาที แล้วเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับฤดูร้อนที่มีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วง 29.5 ครั้งต่อนาที ถึง 52.4 ครั้งต่อนาที ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่าการปฏิบัติงานตัดหญ้าภาคสนามในฤดูร้อนส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าในฤดูหนาวอย่างชัดเจน ซึ่งมีผลต่างระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนปฏิบัติงานกับขณะปฏิบัติงานอย่างน้อย 24.9 ครั้งต่อนาที และมีผลต่างของค่าเฉลี่ย

อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนปฏิบัติงานกับขณะปฏิบัติงานระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาวเท่ากับ 7.1 ครั้งต่อนาที ซึ่งผลของการวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tiwari and Gite (2005) ที่ได้ศึกษาการทำงานของพนักงานเพาะปลูกในการใช้รถไถเดินตามจำนวน 5 คน ซึ่งเป็นการทำงานกลางแจ้ง โดยทำการศึกษาอัตราการเต้นของหัวใจขณะผู้ถูกทดสอบทั้ง 5 คนปฏิบัติงานกลางแจ้งและระยะเวลาการทำงานติดต่อกันเป็นเวลา 60 นาที พบว่าผู้ถูกทดสอบมีค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 97 ครั้งต่อนาที และผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนปฏิบัติงานกับขณะปฏิบัติงานเท่ากับ 25.2 ครั้งต่อนาที

4.5.3 ผลการวัดค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบหลังปฏิบัติงาน

การวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบทั้งหมด 18 คน หลังจากผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง ได้เก็บข้อมูลหลังจากที่ปฏิบัติงานครบ 60 นาทีเป็นที่เรียบร้อยแล้วให้ผู้ถูกทดสอบหยุดการปฏิบัติงานทันที แล้วทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจในขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงานเป็นเวลา 3 นาที โดยแบ่งเป็น

- ช่วงที่ 1 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังจากหยุดปฏิบัติงานวินาทีที่ 30 ถึง วินาทีที่ 60 (P_1)
- ช่วงที่ 2 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังจากหยุดปฏิบัติงานวินาทีที่ 90 ถึง วินาทีที่ 120 (P_2)
- ช่วงที่ 3 ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังจากหยุดปฏิบัติงานวินาทีที่ 150 ถึง วินาทีที่ 180 (P_3)

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ P_1, P_2, P_3 และผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ P_1 กับ P_3 ของฤดูร้อน

ผู้ถูกทดสอบ	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของ P_1 (BPM)	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของ P_2 (BPM)	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของ P_3 (BPM)	ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของ P_1-P_3 (BPM)
1	99.5	98.0	99.0	0.5
2	97.5	96.0	92.0	5.5
3	98.0	97.0	93.5	4.5
4	94.5	87.5	92.0	2.5

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ P_1, P_2, P_3 และผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ P_1 กับ P_3 ของฤดูร้อน (ต่อ)

ผู้ถูกทดสอบ	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของ P_1 (BPM)	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของ P_2 (BPM)	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของ P_3 (BPM)	ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของ P_1-P_3 (BPM)
5	90.5	93.5	90.0	0.5
6	98.0	97.0	97.5	0.5
7	81.0	72.5	74.0	7.0
8	92.5	94.5	90.5	2.0
9	94.0	92.0	90.5	3.5
10	93.0	94.0	90.5	2.5
11	90.5	89.0	83.0	7.5
12	99.0	93.5	90.5	8.5
13	92.5	88.0	91.0	1.5
14	99.0	90.5	93.5	5.5
15	92.0	89.0	90.5	1.5
16	94.5	98.0	94.0	0.5
17	91.0	84.5	81.0	10.0
18	83.0	83.0	81.0	2.0
ค่าเฉลี่ย	93.2	91.0	90.0	3.2

จากข้อมูลในตารางที่ 4.8 ผลปรากฏว่าการปฏิบัติงานตัดหญ้าในฤดูร้อนของผู้ถูกทดสอบทั้งหมด 18 คนมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของ P_1 เท่ากับ 93.2 ครั้งต่อนาที ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ P_2 เท่ากับ 91.0 ครั้งต่อนาที และค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ P_3 90.0 ครั้งต่อนาที โดยมีผู้ถูกทดสอบจำนวน 4 คน คือผู้ถูกทดสอบคนที่ 7, 11, 17 และ 18 (คิดเป็นร้อยละ 22.22) ไม่เกิดความล้าแก่ร่างกาย การปฏิบัติงานตัดหญ้าของผู้ถูกทดสอบ 4 คนนี้มีภาระงานอยู่ในเกณฑ์ปกติ เพราะการฟื้นตัวอัตราการเต้นของหัวใจมีอัตราลดลงต่ำกว่า 90 ครั้งต่อนาที ส่วนผู้ถูกทดสอบอีกจำนวน 14 คน (คิดเป็นร้อยละ 77.78) มีค่า P_3 มากกว่า 90 ครั้งต่อนาที และค่า P_1-P_3

น้อยกว่า 10 ครั้งต่อนาที หมายความว่าร่างกายของผู้ถูกทดสอบ 14 คนนี้ไม่ฟื้นตัวภายหลังการปฏิบัติงานตัดหญ้าที่วัดจากการประเมินความล้าของร่างกาย โดยที่พิจารณาจากการฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจ (นริศ เจริญพร, 2543) ซึ่งการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการปฏิบัติงานตัดหญ้าในสภาพอากาศของฤดูร้อนเป็นการปฏิบัติงานที่หนัก และส่งผลให้ผู้ถูกทดสอบมีความล้าสะสมในร่างกาย

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ P_1, P_2, P_3 และผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ P_1 กับ P_3 ของฤดูหนาว

ผู้ถูกทดสอบ	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของ P_1 (BPM)	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของ P_2 (BPM)	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของ P_3 (BPM)	ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของ P_1-P_3 (BPM)
1	86.0	88.0	81.0	5.0
2	93.0	91.0	91.0	2.0
3	97.5	96.0	94.0	3.5
4	91.0	89.5	90.0	1.0
5	90.5	88.0	86.0	4.5
6	97.5	93.5	88.0	9.5
7	87.0	85.5	81.5	6.5
8	93.5	91.5	91.0	2.5
9	96.5	93.0	91.0	5.5
10	89.0	86.5	84.0	5.0
11	91.0	87.5	88.5	2.5
12	92.0	92.0	88.0	4.0
13	97.0	96.0	93.5	3.5
14	94.0	92.5	90.5	3.5
15	89.0	87.0	82.0	7.0
16	99.0	95.0	91.0	8.0
17	93.0	91.0	90.0	3.0
18	92.0	89.0	87.0	5.0
ค่าเฉลี่ย	92.7	90.7	88.2	4.5

จากตารางที่ 4.9 ผลปรากฏว่าการปฏิบัติงานตัดหญ้าในฤดูหนาวของผู้ถูกทดสอบทั้ง 18 คนมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของ P_1 เท่ากับ 92.7 ครั้งต่อนาที ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ P_2 เท่ากับ 90.7 ครั้งต่อนาที และค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ P_3 เท่ากับ 88.2 ครั้งต่อนาที โดยค่า P_3 ของผู้ถูกทดสอบ 9 คน คือ ผู้ถูกทดสอบคนที่ 1, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 15 และ 18 มีค่าต่ำกว่า 90 ครั้งต่อนาที ส่วนผู้ถูกทดสอบอีก 9 คน (คิดเป็นร้อยละ 50.00) มีค่า P_3 มากกว่า 90 ครั้งต่อนาที และค่า P_1-P_3 น้อยกว่า 10 ครั้งต่อนาที นั้นหมายความว่าร่างกายของพนักงาน 9 คนนี้ที่มีอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่า 90 ครั้งต่อนาทีไม่มีการฟื้นตัวภายหลังจากการปฏิบัติงานตัดหญ้าโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นเกณฑ์ในการประเมิน งานตัดหญ้านี้เป็นงานที่หนักและส่งผลต่อความล้าสะสมในร่างกายสำหรับผู้ถูกทดสอบทั้ง 9 คนนี้ ส่วนผู้ถูกทดสอบอีก 9 คนที่ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ P_3 ต่ำกว่า 90 ครั้งต่อนาที มีสภาพการฟื้นตัวของร่างกายเป็นปกติ จากการประเมินความล้าของร่างกายที่พิจารณาจากการฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน

4.6 การวัดภาระความร้อนของสภาพแวดล้อมแต่ละฤดูกาลขณะผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้า (กลางแจ้ง)

4.6.1 ผลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมของสภาพแวดล้อมขณะผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้า

ดัชนีที่ใช้วัดภาระความร้อน คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม ซึ่งเป็นดัชนีบรรยายภาระความร้อนที่มีการกล่าวถึงมากในประเทศไทย (กิตติ อินทรานนท์, 2544) การทำงานในที่อากาศร้อนมีอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อร่างกายแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นที่มีความสำคัญ ได้แก่ ความชื้นในอากาศ ความเร็วลม และเสื้อผ้าที่คนทำงานสวม (วรรธนะ ชลายนเดชะ, 2548) ซึ่งผลที่ได้จากการวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมของสภาพอากาศทั้งฤดูร้อนและฤดูหนาว ขณะผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้ากลางแจ้ง (ภาคสนาม) ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 4.10 และ 4.11

ตารางที่ 4.10 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และค่าความเร็วลมเฉลี่ยในฤดูร้อน ขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าของผู้ถูกทดสอบ

ผู้ถูกทดสอบคนที่	วัน เดือน ปี	เวลาที่เริ่มปฏิบัติงาน	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	ความเร็วลมเฉลี่ย (เมตร/วินาที)
1	4 ก.ค. 51	08.30 น.	30.8	71.5	0.3
2	14 ก.ค. 51	14.30 น.	36.0	64.4	0.4
3	15 ก.ค. 51	14.30 น.	34.9	59.8	0.3
4	30 ก.ค. 51	10.00 น.	32.6	64.8	0.9
5	31 ก.ค. 51	10.00 น.	29.9	62.4	1.0
6	1 ส.ค. 51	14.30 น.	34.3	64.5	0.8
7	2 ส.ค. 51	10.00 น.	29.9	77.7	1.4
8	7 ส.ค. 51	13.00 น.	31.3	68.6	2.3
9	8 ส.ค. 51	08.30 น.	28.7	77.5	1.5
10	11 ส.ค. 51	13.00 น.	31.8	65.6	0.3
11	14 ส.ค. 51	14.30 น.	33.6	63.7	0.4
12	15 ส.ค. 51	13.00 น.	33.8	58.6	2.3
13	18 ส.ค. 51	10.00 น.	32.1	69.2	1.7
14	21 ส.ค. 51	08.30 น.	29.6	75.7	0.6
15	25 ส.ค. 51	13.00 น.	34.9	59.7	0.4
16	26 ส.ค. 51	10.00 น.	32.7	73.3	0.3
17	1 ก.ย. 51	13.00 น.	34.0	66.2	2.1
18	2 ก.ย. 51	08.30 น.	29.8	80.0	0.3
ค่าเฉลี่ยของผู้ถูกทดสอบทั้ง 18 คน			32.26	67.96	0.96

ตารางที่ 4.11 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และค่าความเร็วลมเฉลี่ยในฤดูหนาว ขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าของผู้ถูกทดสอบ

ผู้ถูกทดสอบคนที่	วัน เดือน ปี	เวลาที่เริ่มปฏิบัติงาน	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	ความเร็วลมเฉลี่ย (เมตร/วินาที)
1	25 พ.ย. 51	08.30 น.	26.4	67.5	2.8
2	1 ธ.ค. 51	14.30 น.	28.1	49.0	3.3
3	11 ธ.ค. 51	14.30 น.	26.8	49.7	3.1
4	20 ธ.ค. 51	10.00 น.	23.7	58.6	2.6
5	2 ธ.ค. 51	10.00 น.	25.3	55.2	1.5
6	17 ธ.ค. 51	14.30 น.	27.3	47.6	3.6
7	12 ธ.ค. 51	10.00 น.	27.0	64.3	2.3
8	20 พ.ย. 51	13.00 น.	28.6	52.7	6.2
9	9 ธ.ค. 51	08.30 น.	24.2	67.4	2.2
10	25 ธ.ค. 51	13.00 น.	25.2	48.4	4.1
11	4 ธ.ค. 51	14.30 น.	26.3	50.0	3.1
12	24 พ.ย. 51	13.00 น.	26.0	58.2	3.9
13	23 ธ.ค. 51	10.00 น.	24.6	62.7	4.6
14	24 ธ.ค. 51	08.30 น.	22.9	71.2	2.6
15	8 ธ.ค. 51	13.00 น.	25.8	55.1	3.3
16	16 ธ.ค. 51	10.00 น.	25.4	65.7	4.4
17	3 ธ.ค. 51	13.00 น.	27.4	54.6	3.7
18	21 พ.ย. 51	08.30 น.	28.1	72.0	3.2
ค่าเฉลี่ยของผู้ถูกทดสอบทั้ง 18 คน			26.06	58.33	3.36

จากข้อมูลตารางที่ 4.10 และ 4.11 การวัดสภาพอากาศในฤดูร้อนและฤดูหนาว ขณะที่ผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้าภาคสนามด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง พบว่ามีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 22.6 ถึง 36.1 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิเฉลี่ยของฤดูร้อนเท่ากับ 32.26 องศาเซลเซียส และฤดูหนาวเท่ากับ 26.06 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 48.4 ถึง 80.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของฤดูร้อนและฤดูหนาวเท่ากับ 67.96 และ 58.33 เปอร์เซ็นต์

ส่วนความเร็วลมอยู่ในช่วง 0.3 ถึง 6.2 เมตรต่อวินาที ซึ่งความเร็วลมเฉลี่ยฤดูร้อนและฤดูหนาว เท่ากับ 0.96 และ 3.36 เมตรต่อวินาที จากผลของการเก็บข้อมูลสภาพอากาศ ขณะผู้ถูกทดสอบแต่ละคนปฏิบัติงานตัดหญ้าในช่วงเวลาเดียวกันแต่ฤดูกาลที่แตกต่างกัน พบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของฤดูร้อนสูงกว่าฤดูหนาว แต่ความเร็วลมของฤดูหนาวสูงกว่าฤดูร้อน

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างค่าอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ความเร็วลมเฉลี่ย กับค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของทั้งฤดูร้อนและฤดูหนาว ดังแสดงตารางที่ 4.12 พบว่าเมื่อค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของฤดูร้อนสูงกว่าฤดูหนาว ผู้ถูกทดสอบทั้งหมด 18 คนมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของฤดูร้อนสูงกว่าฤดูหนาวด้วยเช่นกัน จากผลการวิจัยนี้ พบว่าผลต่างอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักกับขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาวของผู้ถูกทดสอบ 18 คนมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น 7.2 ครั้งต่อนาที และอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น 6.2 องศาเซลเซียส (นริศ เจริญพร, 2543) การปฏิบัติงานในสภาพอากาศที่ร้อนจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจที่สูงขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความต้องการไหลเวียนของเลือดมีค่าสูงขึ้น เพื่อระบายความร้อนที่สะสมไว้ในร่างกายออกมาให้มากที่สุด

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และอัตราการเต้นของหัวใจขณะผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้า

ฤดูกาล	ช่วงระหว่างเดือน	ผลต่างค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะพักกับขณะปฏิบัติงาน (ครั้ง/นาที)	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	ความเร็วลมเฉลี่ย (เมตร/วินาที)
ฤดูร้อน	กรกฎาคม ถึง กันยายน	41.1	32.26	67.96	0.96
ฤดูหนาว	พฤศจิกายน ถึง ธันวาคม	33.9	26.06	58.33	3.36
ผลต่างของค่าเฉลี่ย		7.20	6.20	9.63	2.40

การวัดความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพอากาศขณะผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้า พบว่าฤดูร้อนมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงกว่าฤดูหนาว 9.63 เปอร์เซ็นต์ (กิตติ อินทรานนท์, 2544) ผู้ที่ทำงานในที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงจะรู้สึกอึดอัด เหนอะหนะไม่สบายกาย และหากว่ามีอุณหภูมิสูง

จะรู้สึกเกิดความล้าเร็วกว่าปกติ ซึ่งระบบไหลเวียนของเลือดพยายามที่จะปรับการทำงานเพื่อที่จะทำให้ระบบรักษาสมดุลความร้อนในร่างกายคงอยู่ได้โดยการเพิ่มความดันโลหิตและขยายหลอดเลือดฝอยที่บริเวณผิวหนัง นั่นคือการเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อเป็นการเพิ่มอัตราและปริมาณการไหลของเลือดไปยังผิวหนังเพื่อหวังผลในการระบายความร้อนออกจากร่างกาย ดังนั้นการปฏิบัติงานตัดหญ้ากลางแจ้งในฤดูร้อนที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าฤดูหนาว ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบในฤดูร้อนสูงกว่าฤดูหนาว

ความเร็วลมของฤดูหนาวเร็วกว่าฤดูร้อนอยู่ที่ 2.40 เมตรต่อวินาที ซึ่งความเร็วลมนั้นมีผลทำให้อุณหภูมิของร่างกายลดลงได้จากการพาความร้อน และทำให้เหงื่อระเหยได้ง่ายขึ้น การมีลมพัดจะช่วยให้คนทำงานกลางแดดที่มีอากาศร้อนรู้สึกสบายขึ้น (วรรธนะ ชลายนเดชะ, 2548) ดังนั้นความเหนื่อยและความล้าของผู้ถูกทดสอบน้อยกว่าฤดูร้อน จึงส่งผลให้ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของฤดูหนาวน้อยกว่าฤดูร้อน

การวัดอุณหภูมิ ความชื้นของอากาศ และความเร็วลม ซึ่งเป็นดัชนีภาระความร้อนของปัจจัยฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูหนาว) ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมการทำงานเพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบการตอบสนองทางสรีรวิทยาของผู้ปฏิบัติงาน (อัตราการเต้นของหัวใจ) ขณะปฏิบัติงานตัดหญ้ากลางแจ้ง พบว่าฤดูกาลมีอิทธิผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบ เนื่องจากอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบทั้ง 18 คน มีผลต่างอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักกับขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาวเท่ากับ 7.2 ครั้งต่อนาที

4.6.2 ผลการวิเคราะห์ภาระงานอัตราการเต้นหัวใจของผู้ถูกทดสอบ

การวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยของฤดูกาลที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจของผู้ที่ถูกทดสอบขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า ณ ภาคสนาม ด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข้ง ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ช่วง คือ

- วิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงข้อมูลเทียบกับการแจกแจงแบบปกติ
- การวิเคราะห์ความแปรปรวนปัจจัยเดียว

ผลการวิเคราะห์พบว่าการแจกแจงข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบมีรูปแบบการแจกแจงข้อมูลเป็นแบบปกติ ดังแสดงในรูปที่ 4.5 ส่วนผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปัจจัยเดียว แสดงดังตารางที่ 4.14 พบว่าค่า P-Value=0.005 ซึ่งน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.01 นั้นคือ ปัจจัยฤดูกาลมีผลกระทบต่ออัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าภาคสนามอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าอัตราการเต้นของหัวใจ

แหล่งความแปรปรวน	องศาอิสระ	ผลรวมค่ากำลังสอง	ค่าเฉลี่ยของค่ายกกำลังสอง	ค่าสถิติเอฟ	P-Value
ฤดูกาล	1	344.7	344.7	8.79	0.005**
ความคลาดเคลื่อน	34	1332.8	39.2		
รวม	35	1677.5			

** P-Value < 0.01

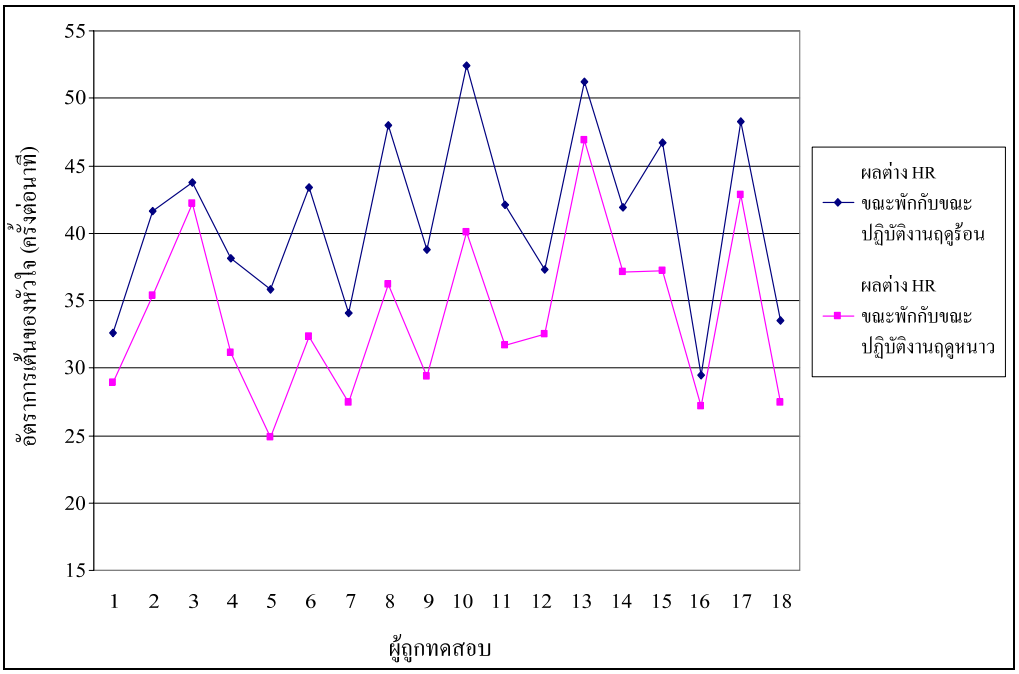
4.7 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบในขณะพักกับขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาว

ตารางที่ 4.14 การเปรียบเทียบผลต่างอุณหภูมิกับผลต่างอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักกับขณะปฏิบัติงานระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาว

ผู้ถูกทดสอบคนที่	เวลาปฏิบัติงาน	อุณหภูมิฤดูร้อน (°C)	ผลต่าง HR ขณะพักกับขณะปฏิบัติงานฤดูร้อน (BPM)	อุณหภูมิฤดูหนาว (°C)	ผลต่าง HR ขณะพักกับขณะปฏิบัติงานฤดูหนาว (BPM)	ผลต่างอุณหภูมิระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาว (°C)	ผลต่าง HR ขณะพักกับขณะปฏิบัติงานฤดูร้อนกับฤดูหนาว (BPM)
1	08.30 น.	30.78	32.6	26.4	28.9	4.4	3.7
2	14.30 น.	35.98	41.6	28.05	35.4	7.9	6.2
3	14.30 น.	34.88	43.8	26.8	42.2	8.1	1.6
4	10.00 น.	32.53	38.1	23.68	31.1	8.9	7.0
5	10.00 น.	29.83	35.8	25.3	24.9	4.5	10.9
6	14.30 น.	34.25	43.4	27.25	32.3	7	11.1
7	10.00 น.	29.85	34.1	26.98	27.4	2.9	6.7
8	13.00 น.	31.3	48	28.58	36.2	2.7	11.8
9	08.30 น.	28.68	38.8	24.15	29.4	4.5	9.4

ตารางที่ 4.14 การเปรียบเทียบผลต่างอุณหภูมิกับผลต่างอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก กับขณะปฏิบัติงานระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาว (ต่อ)

ผู้ถูกทดสอบคนที่	เวลาปฏิบัติงาน	อุณหภูมิฤดูร้อน (°C)	ผลต่าง HR ขณะพักกับขณะปฏิบัติงานฤดูร้อน (BPM)	อุณหภูมิฤดูหนาว (°C)	ผลต่าง HR ขณะพักกับขณะปฏิบัติงานฤดูหนาว (BPM)	ผลต่างอุณหภูมิระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาว (°C)	ผลต่าง HR ขณะพักกับขณะปฏิบัติงานฤดูร้อนกับฤดูหนาว (BPM)
10	13.00 น.	31.75	52.4	25.2	40.1	6.6	12.3
11	14.30 น.	33.53	42.1	26.23	31.7	7.3	10.4
12	13.00 น.	33.78	37.3	25.93	32.5	7.9	4.8
13	10.00 น.	32.05	51.2	24.6	46.9	7.5	4.3
14	08.30 น.	29.6	41.9	22.88	37.1	6.7	4.8
15	13.00 น.	34.83	46.7	25.78	37.2	9.1	9.5
16	10.00 น.	32.7	29.5	25.35	27.2	7.4	2.3
17	13.00 น.	33.95	48.3	27.4	42.8	6.6	5.5
18	08.30 น.	29.75	33.5	28.03	27.4	1.7	6.1
ค่าเฉลี่ย		32.3	41.1	26.1	33.9	6.2	7.2
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		2.2	6.6	1.6	6.2	2.2	3.3



รูปที่ 4.5 แสดงผลต่างอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบขณะพักกับขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าของฤดูร้อนและฤดูหนาว

จากตารางที่ 4.14 ผู้ถูกทดสอบทั้ง 18 คน มีผลต่างค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักกับขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าในฤดูร้อนมากกว่าฤดูหนาว 7.2 ครั้งต่อนาที ซึ่งพิจารณาได้ว่าฤดูกาลมีอิทธิผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจในการปฏิบัติงานตัดหญ้ากลางแจ้งอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อผู้วิจัยได้พิจารณารูปที่ 4.5 พบว่าปัจจัยฤดูกาลของผู้ถูกทดสอบคนที่ 3 และ 16 มีอิทธิผลต่อผลต่างอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักกับขณะปฏิบัติงานตัดหญ้ากลางแจ้งอย่างมีนัยสำคัญน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ถูกทดสอบคนอื่น ๆ ซึ่งผู้ถูกทดสอบคนที่ 3 และ 16 มีค่าผลต่างอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักกับขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าในฤดูร้อนเท่ากับ 1.6 และ 2.3 ครั้งต่อนาที (ตามลำดับ) ซึ่งเป็นผู้ถูกทดสอบที่มีผลต่างค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักกับขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาวน้อยที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทบทวนผลการทดลองและสภาพแวดล้อมขณะผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้าภาคสนาม พบว่าในฤดูหนาวผู้ถูกทดสอบคนที่ 3 และ 16 สูบบุหรี่ก่อนปฏิบัติงานตัดหญ้าและผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูล แต่ในขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบ 18 คนนั้น ทั้งขณะพักและขณะปฏิบัติงานในฤดูร้อนและฤดูหนาวไม่อนุญาตให้ผู้ถูกทดสอบสูบบุหรี่ขณะทำการเก็บข้อมูล แต่ผลจากการสูบบุหรี่ของผู้ถูกทดสอบคนที่ 3 และ 16 ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจในฤดูหนาวเพิ่มขึ้นในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า จึงทำให้ผลต่างอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักกับขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าแตกต่างกันไม่มาก

ระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาว ซึ่งมีผลเป็นไปตามการศึกษาของ (Estela, Harari, and Manfred, 1997) พบว่ากลุ่มคนที่สูบบุหรี่จะมีความแปรผันในความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่าในกลุ่มคนที่ไม่สูบบุหรี่ ซึ่งเห็นได้ชัดเจนว่าในฤดูหนาวการสูบบุหรี่มีผลกระทบต่อการสูบฉีดโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่าในฤดูร้อน

4.8 ระดับการทำงานของกล้ามเนื้อผู้ถูกทดสอบในขณะจำลองการปฏิบัติงานตัดหญ้า

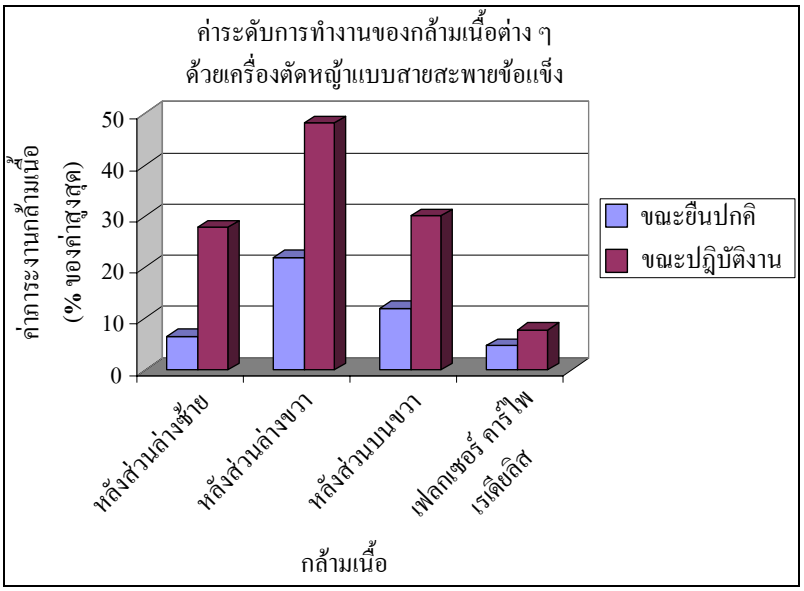
ผู้วิจัยได้จำลองสถานการณ์ขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าบริเวณห้องปฏิบัติการการยศาสตร์ขึ้นมา โดยจำลองเหตุการณ์ของการปฏิบัติงานตัดหญ้าให้เหมือนกับท่าทางในการปฏิบัติงานตัดหญ้าภาคสนาม ผู้วิจัยได้ทำการวัดภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนบน กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง และกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส ของผู้ถูกทดสอบทั้ง 18 คน โดยให้ผู้ถูกทดสอบใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งและข้ออ่อนในการปฏิบัติงาน

4.8.1 ภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง

ตารางที่ 4.15 พบว่าผู้ถูกทดสอบมีค่าเฉลี่ยของภาระงานมากสุดในการใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง คือ กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างขวามีค่า 48.25% ของค่าสูงสุด รองลงมาเป็นกล้ามเนื้อหลังส่วนบนขวา 30.10% ของค่าสูงสุด กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างซ้าย 27.87% ของค่าสูงสุด และกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส 7.87% ของค่าสูงสุด ตามลำดับ โดยกล้ามเนื้อทั้ง 4 ชุด มีค่าเฉลี่ยของภาระงานสูงกว่าขณะยืนปกติ ซึ่งขณะผู้ถูกทดสอบยืนปกติและสะพายเครื่องตัดหญ้าแบบข้อแข็งวัดค่าเฉลี่ยภาระงานของกล้ามเนื้อทั้ง 4 ชุด พบว่าภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างขวามากสุด รองลงมาเป็นหลังส่วนบนขวา หลังส่วนล่างซ้าย และกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส ตามลำดับ เป็นเหมือนกับขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าภาระงานของกล้ามเนื้อต่าง ๆ ในขณะยืนปกติและขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายข้อแข็ง

เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง	ค่าเฉลี่ยของภาระงานของกล้ามเนื้อ (% ของค่าสูงสุด) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างซ้าย	กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างขวา	กล้ามเนื้อหลังส่วนบนขวา	กล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพ เรเดียลิส
ขณะยืนปกติ	6.59±8.00	22.07±12.75	12.01±6.33	4.75±5.66
ขณะปฏิบัติงาน	27.87±10.09	48.25±17.17	30.10±18.33	7.87±3.62



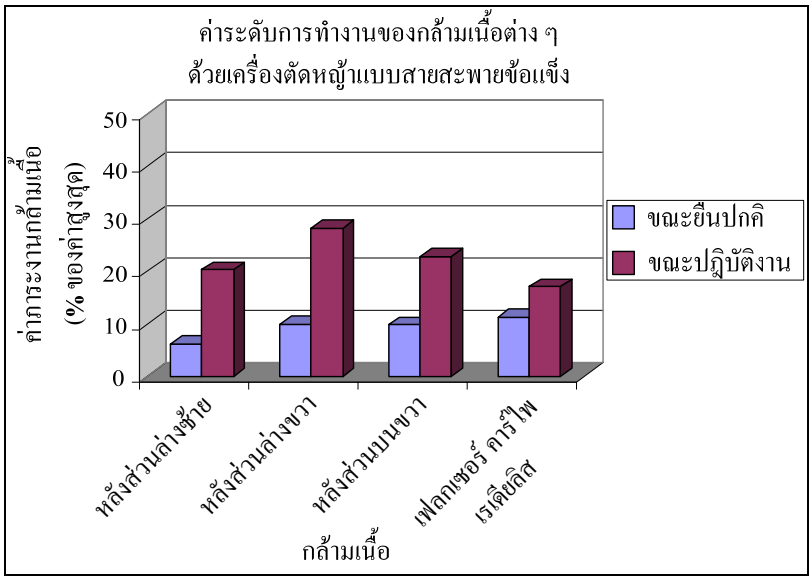
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่าระดับการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง

4.8.2 ภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้ออ่อน

ตารางที่ 4.16 พบว่าผู้ถูกทดสอบมีค่าเฉลี่ยภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะยืนปกติและขณะปฏิบัติงานมากสุด คือ กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างขวา รองลงมาเป็นกล้ามเนื้อหลังส่วนบนขวา กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างซ้าย และกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส ตามลำดับ และจากข้อมูลเห็นได้ว่ากล้ามเนื้อทั้ง 4 ชุดมีค่าเฉลี่ยภาระงานกล้ามเนื้อที่ใกล้เคียงกันในการใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้ออ่อน

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าระดับการทำงานของกล้ามเนื้อต่าง ๆ ในขณะยืนปกติและขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายข้ออ่อน

เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้ออ่อน	ค่าเฉลี่ยของภาระงานของกล้ามเนื้อ (% ของค่าสูงสุด) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างซ้าย	กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างขวา	กล้ามเนื้อหลังส่วนบนขวา	กล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพ เรเดียลิส
ขณะยืนปกติ	6.18 ± 6.66	9.98 ± 12.18	9.89 ± 5.46	11.32 ± 8.53
ขณะปฏิบัติงาน	20.34 ± 10.47	28.23 ± 13.01	22.84 ± 16.46	17.04 ± 8.15



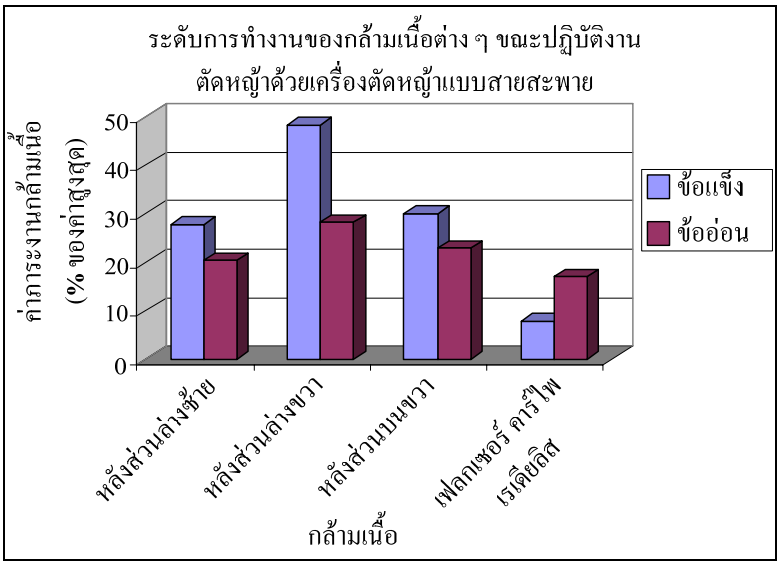
รูปที่ 4.7 ค่าระดับการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้ออ่อน

จากตารางที่ 4.15 และ 4.16 พบว่าผู้ถูกทดสอบมีค่าเฉลี่ยภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะยืนปกติและขณะปฏิบัติงาน ทั้งเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งและข้ออ่อนมากสุด คือ กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างขวา รองลงมาเป็นกล้ามเนื้อหลังส่วนบนขวา กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างซ้าย และกล้ามเนื้อปลายแขนซ้าย ตามลำดับ และในขณะปฏิบัติงานมีค่าเฉลี่ยภาระงานกล้ามเนื้อ (%ของค่าสูงสุด) ทั้ง 4 ชุดสูงกว่าในขณะยืนปกติประมาณ 2 เท่า

4.8.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายในขณะปฏิบัติงานมีผลต่อค่าระดับการทำงานของกล้ามเนื้อ

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยระดับการทำงานของกล้ามเนื้อในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า โดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายทั้ง 2 แบบ

กล้ามเนื้อ บริเวณส่วนต่าง ๆ	ค่าเฉลี่ยของภาระงานกล้ามเนื้อ (% ของค่าสูงสุด)	
	เครื่องตัดหญ้าแบบข้อแข็ง	เครื่องตัดหญ้าแบบข้ออ่อน
หลังส่วนล่างซ้าย	27.87±10.09	20.34±10.47
หลังส่วนล่างขวา	48.25±17.17	28.23±13.00
หลังส่วนบนขวา	30.11±18.33	22.84±16.46
เฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส	7.87±3.62	17.04±8.16



รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบภาระงานของกล้ามเนื้อ ขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งและข้ออ่อน

จากข้อมูลในตารางที่ 4.17 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า ระหว่างเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายแบบข้อแข็งและข้ออ่อน พบว่าเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งใช้กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างขวา หลังส่วนบนขวา และหลังส่วนล่างซ้ายมากกว่าแบบข้ออ่อน แต่กล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้ออ่อนมีค่าภาระงานของกล้ามเนื้อมากกว่าแบบข้อแข็ง และสรุปได้ว่าเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายทั้ง 2 ชนิดมีค่าเฉลี่ยภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างขวามากที่สุด และกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิสน้อยที่สุด

จากข้อมูลในตารางที่ 4.17 สังเกตได้ว่าเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้ออ่อนมีค่าเฉลี่ยภาระงานของกล้ามเนื้อทั้ง 4 ชุดใกล้เคียงกัน แต่เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งมีค่าเฉลี่ยภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างขวามากกว่ากล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิสอย่างชัดเจน คือ 40% ของค่าสูงสุด ซึ่งสามารถบ่งชี้ได้ว่าขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง กล้ามเนื้อหลังส่วนใช้ในการออกแรงและรองรับน้ำหนักเครื่องตัดหญ้า แล้วมีการบิดเอี้ยวลำตัวตัดหญ้ามากกว่าการใช้กล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยมีตัวแปรอิสระหลัก 1 ตัว คือ เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพาย (จำนวน 2 ระดับ คือ แบบข้อแข็งและข้ออ่อน) ส่วนตัวแปรตาม คือ ภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างซ้ายและขวา กล้ามเนื้อหลังส่วนบนขวา และกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส ของผู้ถูกทดสอบ ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าภาระงานกล้ามเนื้อทั้ง 4 ชุด ดังแสดงผลในตารางที่ 4.18-4.21

ตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าภาระงานกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างซ้าย

แหล่งความแปรปรวน	องศาอิสระ	ผลรวมค่ากำลังสอง	ค่าเฉลี่ยของค่ายกกำลังสอง	ค่าสถิติเอฟ	P-Value
ชนิดเครื่องตัดหญ้า	1	511	511	4.83	0.035
ความคลาดเคลื่อน	34	3596	106		
รวม	35	4107			

ตารางที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าภาระงานกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างขวา

แหล่งความแปรปรวน	องศาอิสระ	ผลรวมค่ากำลังสอง	ค่าเฉลี่ยของค่ายกกำลังสอง	ค่าสถิติเอฟ	P-Value
ชนิดเครื่องตัดหญ้า	1	3607	3607	15.55	0.000
ความคลาดเคลื่อน	34	7885	232		
รวม	35	11492			

ตารางที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าภาระงานกล้ามเนื้อหลังส่วนบนขวา

แหล่งความแปรปรวน	องศาอิสระ	ผลรวมค่ากำลังสอง	ค่าเฉลี่ยของค่ายกกำลังสอง	ค่าสถิติเอฟ	P-Value
ชนิดเครื่องตัดหญ้า	1	475	475	1.57	0.219
ความคลาดเคลื่อน	34	10314	303		
รวม	35	10789			

ตารางที่ 4.21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าภาระงานกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส

แหล่งความแปรปรวน	องศาอิสระ	ผลรวมค่ากำลังสอง	ค่าเฉลี่ยของค่ายกกำลังสอง	ค่าสถิติเอฟ	P-Value
ชนิดเครื่องตัดหญ้า	1	755.6	755.6	18.98	0.000
ความคลาดเคลื่อน	34	1353.2	39.8		
รวม	35	2108.8			

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าภาระงานกล้ามเนื้อทั้ง 4 ชุด ในตารางที่ 4.18-4.21 นำมาสรุปได้ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าภาระงานกล้ามเนื้อ

แหล่งความแปรปรวน	ค่า P-Value			
	กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างซ้าย	กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างขวา	กล้ามเนื้อหลังส่วนบนขวา	กล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส
เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพาย	0.035*	0.000**	0.219	0.000**

**P-Value < 0.01, **P-Value < 0.05

จากตารางที่ 4.22 แสดงการสรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปัจจัยเดียว พบว่าปัจจัยชนิดเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายมีอิทธิผลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อกล้ามหลังส่วนล่างขวา และกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส ในขณะที่มีอิทธิผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างซ้าย และพบว่าปัจจัยด้านชนิดเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายไม่มีอิทธิผลอย่างมีนัยสำคัญค่าภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนบนขวา

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การสืบค้นความเครียดทางสรีรวิทยาจากการตัดหญ้ามีวัตถุประสงค์ คือ

- เพื่อประเมินระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่เกิดจากการปฏิบัติงานตัดหญ้า
- เพื่อประเมินความหนักของงานตัดหญ้าโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นเกณฑ์
- เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของฤดูกาลที่มีต่ออัตราการเต้นของหัวใจ
- เพื่อประเมินภาระงานของกล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้อปลายแขนของพนักงานตัดหญ้าในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า

โดยงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบในการปฏิบัติงานตัดหญ้ากลางแจ้งในสภาพอากาศร้อนภายในบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง และทำการทดสอบภาระงานกล้ามเนื้อของผู้ถูกทดสอบขณะจำลองการปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งและข้ออ่อน บริเวณห้องปฏิบัติการกายศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ถูกทดสอบเป็นพนักงานตัดหญ้าเพศชายจำนวน 18 คน อายุระหว่าง 20-50 ปี โดยพนักงานตัดหญ้าทั้ง 18 คนนี้มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงและไม่มีโรคประจำตัว มีประสบการณ์ตัดหญ้าเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ปี ปฏิบัติงานตัดหญ้าภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องวัดส่วนสูง แบบสอบถามระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งและข้ออ่อน ชุดเครื่องมือวัดสภาพอากาศ ชุดเครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบพกพา (POLAR) และเครื่องอิเล็คโตรมัยโอกราฟฟี ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ผู้ถูกทดสอบจำนวน 18 คนพบว่า ค่าเฉลี่ยของอายุเท่ากับ 31.61 ปี ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวเท่ากับ 57.44 กิโลกรัม และค่าเฉลี่ยของส่วนสูงเท่ากับ 169.17 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายเท่ากับ 20.15
2) ผู้ถูกทดสอบได้ตอบแบบสอบถามความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทั้ง 13 ตำแหน่ง พบว่าผู้ถูกทดสอบมีความเจ็บปวดบริเวณหลังส่วนล่างมากที่สุดมีคะแนนเฉลี่ย 94.43% รองลงมาคือ บริเวณบริเวณบ่าและบริเวณหลังส่วนบนมีคะแนนเฉลี่ย

83.32% บริเวณหัวไหล่มีคะแนนเฉลี่ย 66.64% บริเวณต้นคอและบริเวณขามีคะแนนเฉลี่ย 55.54% ตามลำดับ ส่วนบริเวณสะโพกมีระดับความเจ็บปวดเฉลี่ยต่ำสุดคือ 11.10%

3) ผู้วิจัยสังเกตผู้ถูกทดสอบในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง ผู้ถูกทดสอบมีการบิดเอี้ยวลำตัวในการปฏิบัติงาน เพื่อช่วยในการเคลื่อนไหวเครื่องตัดหญ้าไปมาตามตำแหน่งของหญ้าตลอดเวลา จึงทำให้ผู้ถูกทดสอบเกิดการเจ็บปวดบริเวณหลังส่วนล่าง และการสะพายเครื่องตัดหญ้าอยู่ตลอดเวลาในขณะปฏิบัติงานทำให้น้ำหนักของเครื่องตัดหญ้ากดทับบริเวณบ่าหัวไหล่ และหลังส่วนบนของผู้ถูกทดสอบ จึงทำให้บริเวณดังกล่าวมีการเจ็บปวดมากกว่าบริเวณส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลคะแนนระดับความเจ็บปวดจากการตอบแบบสอบถามของผู้ถูกทดสอบ

4) อัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบทั้งฤดูร้อนและฤดูหนาว ขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง พบว่าฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักเท่ากับ 76 ครั้งต่อนาที ในขณะปฏิบัติงานเท่ากับ 117 ครั้งต่อนาที ส่วนฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยขณะพัก 77 ครั้งต่อนาที ในขณะปฏิบัติงานเท่ากับ 111 ครั้งต่อนาที ค่าเฉลี่ยผลต่างของอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบขณะพักก่อนปฏิบัติงานกับขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าในฤดูร้อนเท่ากับ 41 ครั้งต่อนาที และฤดูหนาวเท่ากับ 34 ครั้งต่อนาที สรุปผลได้ว่าการปฏิบัติงานตัดหญ้ากลางแจ้งจัดเป็นภาระงานที่หนัก เห็นได้จากข้อมูลผลต่างอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบขณะพักก่อนปฏิบัติงานกับขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า ซึ่งมีผลเป็นไปตามงานวิจัยของ Karrasch and Miller (1951) ได้ทำการศึกษาหาขีดจำกัดสูงสุดของภาระงานที่จะยอมรับได้ สำหรับผู้ชาย คือ การเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจขณะปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่องไม่ควรเกิน 30 ครั้งต่อนาที เมื่อเทียบกับอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนปฏิบัติงาน

5) เมื่อพิจารณาอัตราการเต้นของหัวใจในขณะปฏิบัติงาน พบว่ามีผู้ถูกทดสอบจำนวน 9 คน ในฤดูร้อน และจำนวน 4 คน ในฤดูหนาวที่มีอัตราการเต้นของหัวใจในขณะปฏิบัติงานสูงกว่า 115 ครั้งต่อนาที ซึ่ง Brouha (1967) และ Suggs and Splinter (1961) ได้ให้คำแนะนำว่าอัตราการเต้นของหัวใจในขณะทำงานไม่ควรเกิน 115 ครั้งต่อนาที หากงานใดที่ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าค่าดังกล่าวจัดเป็นงานหนัก และอาจเกิดอันตรายต่อคนที่ทำงานหากทำงานติดต่อกันเป็นเวลานาน

6) การวัดอุณหภูมิ ความชื้นของอากาศ และความเร็วลม ซึ่งเป็นดัชนีภาระความร้อนของปัจจัยฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูหนาว) ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมการทำงานเปรียบเทียบกับ

การตอบสนองทางสรีรวิทยาของผู้ปฏิบัติงาน (อัตราการเต้นของหัวใจ) ขณะปฏิบัติงานตัดหญ้ากลางแจ้ง พบว่าฤดูกาลมีอิทธิพลต่ออัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบ เนื่องจากอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบทั้ง 18 คน ขณะปฏิบัติงานตัดหญ้ากลางแจ้งในฤดูร้อนสูงกว่าฤดูหนาว และมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่า 6.2 ครั้งต่อนาที และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนปัจจัยเดียว พบว่าปัจจัยฤดูกาลมีค่า P-Value < 0.01 ดังนั้นฤดูกาลมีอิทธิพลต่ออัตราการเต้นของหัวใจผู้ถูกทดสอบขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

7) ขณะจำลองการปฏิบัติงานตัดหญ้าบริเวณห้องปฏิบัติการการยศาสตร์ เพื่อทำการวัดภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนบน กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง และกล้ามเนื้อปลายแขนของผู้ถูกทดสอบด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งและข้ออ่อน พบว่ากล้ามเนื้อหลังส่วนล่างขวามีค่าเฉลี่ยภาระงานสูงสุด รองลงมาคือ กล้ามเนื้อหลังส่วนบนขวา กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างซ้าย กล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบการใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายทั้ง 2 ชนิด พบว่าเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งใช้ภาระงานของกล้ามเนื้อมากกว่าเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้ออ่อน
8) การสะพายและตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้ออ่อนมีค่าเฉลี่ยภาระงานของกล้ามเนื้อทั้ง 4 ชุดใกล้เคียงกัน แต่เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งมีค่าเฉลี่ยภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างขวามากกว่ากล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิสอย่างชัดเจนประมาณ 40% ของค่าสูงสุด ซึ่งสามารถบ่งชี้ได้ว่าขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าผู้ถูกทดสอบใช้ภาระงานกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างในการออกแรง การบิดเอี้ยวลำตัวและรองรับน้ำหนักเครื่องตัดหญ้ามากกว่าใช้ภาระงานกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิสในการจับด้ามและเหวี่ยงจานใบมีดขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็ง
9) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปัจจัยเดียวพบว่า ปัจจัยด้านชนิดเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายมีอิทธิผลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อกล้ามหลังส่วนล่างขวา และกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส ในขณะที่ปัจจัยด้านชนิดเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายมีอิทธิผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างซ้าย และพบว่าปัจจัยด้านชนิดเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายไม่มีอิทธิผลอย่างมีนัยสำคัญค่าภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนบนขวา

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ในงานวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาความสามารถและภาระงานทางสรีรวิทยาในการปฏิบัติงานกลางแจ้งของพนักงานเพศหญิง เนื่องจากมีพนักงานเพศหญิงจำนวนไม่น้อยที่ปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง นอกจากนี้ควรขยายขอบเขตของอาชีพของผู้ถูกทดสอบให้กว้างขึ้น เช่น พนักงานอุตสาหกรรมก่อสร้าง เนื่องจากอาชีพดังกล่าวต้องออกแรงขณะปฏิบัติงานและปฏิบัติงานกลางแจ้งที่มีอุณหภูมิสูงกว่าการปฏิบัติงานในสถานประกอบการที่เป็นอาคาร
2) เครื่องมือและอุปกรณ์มีขีดจำกัด คือ เครื่องอิเล็คโตรมัยโอกราฟฟีไม่สามารถนำไปวัดภาระงานของกล้ามเนื้อผู้ถูกทดสอบในภาคสนามขณะปฏิบัติการตัดหญ้าได้จริง ประกอบกับการเก็บข้อมูลของเครื่องมืออิเล็คโตรมัยโอกราฟฟีสามารถวัดค่าภาระงานของกล้ามเนื้อได้เพียง 4 ชุดเท่านั้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องเลือกกล้ามเนื้อของผู้ถูกทดสอบที่มีความเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานตัดหญ้าได้เพียง 4 ชุด ในการวิจัยครั้งต่อไปควรทำการวัดภาระงานของกล้ามเนื้อบริเวณส่วนอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อจะได้ทราบว่าผลจากการตอบแบบสอบถามระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมีความสอดคล้องกับภาระงานของกล้ามเนื้อนั้น ๆ หรือไม่ขณะปฏิบัติงานตัดหญ้า

5.3 วิธีการนำผลไปใช้ในทางปฏิบัติและความปลอดภัย

การปฏิบัติงานตัดหญ้าหรืองานที่ต้องปฏิบัติหน้าที่กลางแจ้งในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงและปฏิบัติงานติดต่อกันเป็นเวลานาน ดังนั้นวิศวกรหรือหัวหน้างานที่เป็นผู้ออกแบบการทำงานควรพิจารณาระยะเวลาการทำงานและเวลาในการหยุดพักให้เหมาะสมแก่ผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งต้องพิจารณาภาระงานทางสรีรวิทยาของผู้ที่ปฏิบัติงานและสภาพแวดล้อมของสถานที่ปฏิบัติงาน เพื่อไม่ให้มีอาการบาดเจ็บหรือเป็นอันตรายต่อพนักงาน และพนักงานเกิดความล้าสะสมหากต้องปฏิบัติงานเป็นเวลานาน

ความเมื่อยล้าหรือความเจ็บปวดที่เกิดขึ้นกับบริเวณกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง หลังส่วนบน บ่าและหัวไหล่ของผู้ถูกทดสอบ เนื่องจากบริเวณกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ต้องรองรับน้ำหนักกดทับจากตัวเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายที่มีน้ำหนักมาก ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาภาระงานของกล้ามเนื้อจากการทดสอบกับเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้อแข็งและข้ออ่อน ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการออกแบบเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายทั้งข้อแข็งและข้ออ่อนได้ เพื่อเป็นการลดระดับการทำงานของกล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้อแขนได้ ส่วนในการที่จะเลือกใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายระหว่างแบบข้อแข็งและข้ออ่อนนั้น เมื่อพิจารณาในการเปรียบเทียบค่าระดับการทำงานของกล้ามเนื้อในการออกแรงยกและการเหวี่ยงเครื่องตัดหญ้าในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้านั้น

ควรเลือกใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายข้ออ่อน เพราะมีการถ่ายเทน้ำหนักของตัวเครื่องตัดหญ้าและตัวเครื่องตัดหญ้าอยู่ใกล้กับลำตัวมากกว่าแบบข้อแข็ง เนื่องจากการออกแรงเมื่อวัตถุที่ยกอยู่ใกล้กับลำตัวนั้นจะทำให้กล้ามเนื้อหลังและไหล่เกิดภาระงานน้อยกว่า ซึ่งจะส่งผลให้ความเสี่ยงในการได้รับการบาดเจ็บน้อยกว่า แต่ควรปรับเปลี่ยนด้ามจับของเครื่องตัดหญ้าแบบข้ออ่อนที่มีด้ามจับเพียงข้างเดียวนั้นให้มีด้ามจับเหมือนแบบข้อแข็งที่มีสองข้าง เพื่อจะได้มีการถ่ายเทภาระงานของกล้ามเนื้อแขนทั้ง 2 ข้าง และมีความสะดวก ความปลอดภัยต่อสรีรวิทยาของผู้ที่จะนำเครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายไปใช้งานให้มากยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

กนกพร จันทวร. (2542). **การวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อแขน ไหล่ และหลังส่วนบน ในท่าสแนทช์ของนักกีฬายกน้ำหนักเยาวชน**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กิตติ อินทรานนท์. (2548). **การยศาสตร์**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กัมพล วิเชียรโหตุ. (2541). **การแยกแยะสัญญาณกล้ามเนื้อเพื่อการควบคุมรถเข็น**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชุมพล ผลประมูล. (2539). **ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ**. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

ชูศักดิ์ เวชแพศย์. (2528). **อิเลคโตรมัยโอกราฟีย์**. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตรศิริราช พยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 10. บริษัท ไทยเนรมิตกิจ อินเตอร์ โปรเกรสซิฟ จำกัด

ธนเดช ศรีบุญลือ และ ดนัยศวร เรียนรัชตะ. (2546). **การวิเคราะห์และเปรียบเทียบกราฟ EMG เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ทางการยศาสตร์**. ปริญญานิพนธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

นริศ เจริญพร. (2543). **การยศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ปารเมศ ชุติมา. (2545). **การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พริ้มเพรา ผลเจริญสุข. (2537). **กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของมนุษย์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัท ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.

สมนึก ตปนียวรวงศ์. (2549).**อัตราการเต้นของหัวใจ**. [ออนไลน์] จาก : http://www.Thaiclinic.com/medicine/normal_hr.html.

สุทธิ์ ศรีบูรพา. (2545). **เออร์กอนอมิกส์ : วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย**. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด มหาชน.

สำนักงานกองทุนเงินทดแทน. (2550). **จำนวนผู้ประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน จำแนกตามความร้ายแรงและโรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานหรือเนื่องจากการทำงาน พ.ศ.2550**. สำนักงานประกันสังคม [ออนไลน์] จาก : http://www.sso.go.th/

Astrand, P. O. and Rodahl, K. (1986). **Textbook of work Physiology**. 3rd edition, New York McGraw-Hill.

Ayoub, M. M. (1992). **Problems and solutions in manual materials handling: the state of the art**. Ergonomics, pp. 713-728.

Bonjer, S. and Bink, B. (1962). **The physical working capacity in relation to working time and age**. Ergonomics, pp, 25–28.

Brouha, L. (1967). **Physiology in Industry**. Pergamon Press, Oxford.

Grandjean, E., (1995). Fitting The Task to The Man (4th ed). Taylor and Francis, London.

Karrasch, K. Muller, E. A. (1951). **Physiological basis of rest pauses in heavy work**. Quarterly Journal of Experimental Physiology, pp, 205–215.

Kristal-Boneh, E., Harari, G., and Green, M. S. (1997). **Seasonal Change in 24-hour Blood Pressure and Heart Rate Is Greater Among Smokers Than Nonsmokers**. Hypertension, pp, 436-441.

Kumar, R., Chaikumarn, M., and Kumar, S. (2005). **Physiological, subjective and postural loads in passenger train wagon cleaning using a conventional and redesigned cleaning tool**. International Journal of Industrial Ergonomics, pp, 931-938.

Kuorinka, R. S. and et al. (1987). **Standradised Nordic Questionnaires for the analysis of musculoskeletal Symptoms**, Applied Ergonomics, pp, 233-237.

Ljungberg, A. S., Gamberale, F., and Kilbom, A. (1982). **Horizontal lifting-physiological and psychological responses**. Ergonomics, pp, 741-757.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (1992). **Selected Topics in Surface Electromyography for Use in the Occupational Setting : Expert Perspectives**. U.S. Department of Health and Human Services, USA

Niebel, W. B. and Freivalds, A. (1999). **Methods, Standards, and Work Design**, 10th edition, Singapore, McGraw-Hill.

Parsons, K. C. (1993). **Human Thermal Enviroments**. Taylor and Francis, London.

Snook, S. (1978). **The design of manual handling tasks**. Ergonomics, pp, 1531-1540.

Tiwari, P. S. and Gite, L. P. (2005). **Evalution of work-rest schedules during operation of a rotary power tiller**. International Journal of Industrial Ergonomics, pp, 203-210

ภาคผนวก ก

การหาขนาดตัวอย่างของผู้ถูกทดสอบ

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองแบบ Pilot Study เพื่อหาขนาดตัวอย่างผู้ถูกทดสอบ โดยทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจพนักงานตัดหญ้าจำนวน 8 คน ขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าในฤดูร้อนและฤดูหนาว ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ข้อมูลดังนี้

ตาราง ก.1 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจในการทดลองแบบ Pilot Study

ผู้ถูกทดสอบ	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที) ฤดูร้อน (μs)	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที) ฤดูหนาว (μw)
1	110.81	94.29
2	117.71	114.59
3	124.68	118.82
4	110.16	104.15
5	114.17	100.93
6	104.34	97.6
7	107.69	94.41
8	113.67	107.27
เฉลี่ย	112.90	104.00

นำข้อมูลที่ได้ในตาราง ก.1 มาทดสอบสมมติฐานดังนี้

H0 : $\mu w = \mu s$

H1 : $\mu w \leq \mu s$

กำหนดให้ α =5%

$$\Pr\left(\bar{x} \leq \frac{\overline{x_a} - \mu s}{\sigma/\sqrt{n}}\right) = 0.05 \qquad \text{(ก1)}$$

$$\bar{x} \leq \frac{\overline{x_a} - \mu s}{\sigma/\sqrt{n}} = -1.6448 \qquad \text{(ก2)}$$

จากสมการที่ (ก2) จะได้

$$\overline{x_a} = -1.6448\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) + \mu s \qquad \text{(ก3)}$$

กำหนดให้ β =10%

$$\Pr\left(\bar{x} \geq \frac{\overline{x_a} - \mu w}{\sigma/\sqrt{n}}\right) = 0.10 \qquad \text{(ก4)}$$

$$\frac{\overline{x_a} - \mu w}{\sigma/\sqrt{n}} = 1.2815 \qquad \text{(ก5)}$$

จากสมการที่ (ก5) จะได้

$$\overline{x_a} = 1.2815\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) + \mu w \qquad \text{(ก6)}$$

เมื่อให้สมการที่ (ก3)=(ก6) จะได้

$$-1.6448\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) + \mu s = 1.2815\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) + \mu w \qquad \text{(ก7)}$$

$$n = \left(\frac{2.9263\sigma}{\mu_s - \mu_w}\right)^2 \qquad \text{(ก8)}$$

แทนค่าตัวแปลต่าง ๆ ลงในสมการที่ (ก8) เพื่อหาค่า n โดยที่

$\sigma = 8.8$ ครั้งต่อนาที

$\mu s = 112$ ครั้งต่อนาที

$\mu w = 104$ ครั้งต่อนาที

$$n = \left(\frac{2.9263(8.8)}{112-104} \right)^2 = 10.36 \qquad \text{(ก9)}$$

จากการคำนวณได้ค่า $n = 10.36$ เพราะฉะนั้นผู้วิจัยต้องใช้ขนาดตัวอย่างที่เป็นผู้ถูกทดสอบจำนวน 11 คน ซึ่งพนักงานตัดหญ้าของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมีจำนวน 24 คน แต่พนักงานตัดหญ้าที่มีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานตัดหญ้าตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไปมีจำนวน 18 คน ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้พนักงานตัดหญ้าทั้ง 18 คนนี้เป็นผู้ถูกทดสอบในการวิจัยครั้งนี้

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

แบบสอบถามระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

หมายเลขผู้ถูกทดสอบ.....

วัน.....เดือน.....ปี..... เวลา.....น.

ชื่อ.....นามสกุล..... อายุ.....ปี

น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร ปฏิบัติงานตัดหญ้ามาเป็นเวลา.....ปี

ปฏิบัติงานวันละ.....ชั่วโมง เวลาพักทุก.....ชั่วโมง โดยพักครั้งละ.....นาที

มีโรคประจำตัวหรือไม่ .....ไม่มี .....มี (โรค.....)

ดื่มสุราหรือของมึนเมาหรือไม่ .....ไม่ดื่ม .....ดื่ม (เมื่อวานได้ดื่มสุราหรือไม่)

สูบบุหรี่หรือไม่ .....ไม่สูบ .....สูบ วันละ.....มวน

รูปที่ ข.1 แบบสอบถามระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ตารางที่ ข.1 คะแนนระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ตำแหน่งการเจ็บปวดของร่างกาย	ระดับคะแนนความเจ็บปวด						หมายเหตุ
	0	1	2	3	4	5	
	ไม่เจ็บปวดเลย	เจ็บปวดเล็กน้อย	เจ็บปวด	เจ็บปวดปานกลาง	เจ็บปวดมาก	เจ็บปวดมากจนทนไม่ไหว	
1. หัวไหล่							
2. บ่า							
3. ต้นคอ							
4. หลัง							
5. เอว							
6. ก้น							
7. ขา							
8. เท้า							
9. แขนท่อนบน							
10. ข้อศอก							

ตารางที่ ข.1 คะแนนระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (ต่อ)

ตำแหน่งการเจ็บปวดของร่างกาย	ระดับคะแนนความเจ็บปวด						หมายเหตุ
	0	1	2	3	4	5	
	ไม่เจ็บปวดเลย	เจ็บปวดเล็กน้อย	เจ็บปวด	เจ็บปวดปานกลาง	เจ็บปวดมาก	เจ็บปวดมากจนทนไม่ไหว	
11. แขนท่อนล่าง							
12. ข้อมือ							
13. นิ้ว							

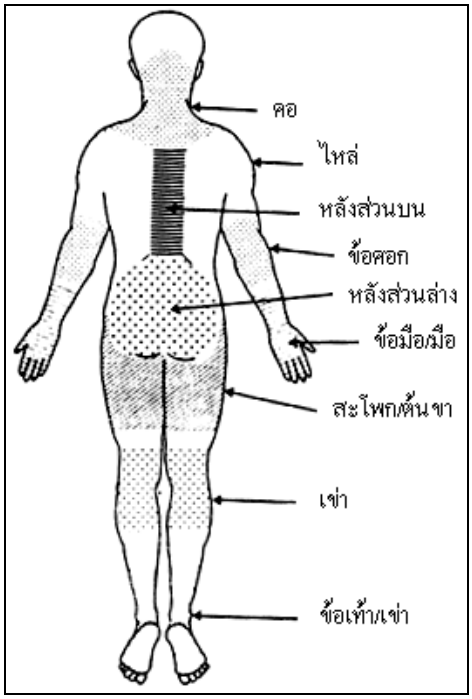
ภาคผนวก ค

แบบสอบถาม Standardized Nordic Questionnaires

วัน/เดือน/ปี ที่ตอบแบบสอบถาม	/ /
เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม	1. ☐ หญิง
	2. ☐ ชาย
ปีเกิด	_____
จำนวนปีและเดือนที่ปฏิบัติงานนี้	_____ปี _____เดือน
จำนวนชั่วโมงที่ปฏิบัติงานนี้ต่อสัปดาห์	_____ชั่วโมงต่อสัปดาห์
น้ำหนัก	_____กิโลกรัม
ส่วนสูง	_____เซนติเมตร
ถนัดมือขวาหรือมือซ้าย	1. ☐ ขวา
	2. ☐ ซ้าย

รูปที่ ค.1 แบบสอบถาม

<u>วิธีการตอบแบบสอบถาม</u> : กรุณาตอบแบบสอบถามโดยการ x ลงในช่อง ☐ ในแต่ละข้อ ให้ x เพียงอันเดียวเท่านั้น กรุณาตอบทุกข้อ ถึงแม้ไม่มีปัญหาการบาดเจ็บในส่วนใด ๆ ของร่างกาย



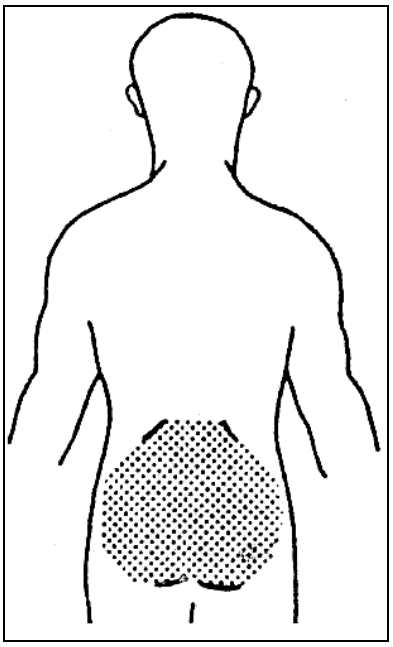
รูปที่ ค.2 แสดงตำแหน่งต่าง ๆ ของร่างกายโดยประมาณตามที่อ้างถึงในแบบสอบถาม

ตารางที่ ค.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นในอวัยวะส่วนแขนและขา

ปัญหาที่เกิดขึ้นในอวัยวะส่วนแขนและขา		
ใน 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยรู้สึกเจ็บปวดหรือไม่สบายในส่วนต่างๆ ดังนี้	ตอบโดยผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับอวัยวะ	
	ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมาคุณเคยถูกห้ามไม่ให้ทำงานตามปกติ (ทั้งที่บ้านและที่ทำงาน) อันเนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นกับอวัยวะต่าง ๆ หรือไม่	คุณเคยมีปัญหาในช่วง 7 วันที่ผ่านมาหรือไม่
คอ 1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่
ไหล่ 1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่ ที่ไหล่ข้างขวา 3. ❑ ใช่ ที่ไหล่ข้างซ้าย 4. ❑ ใช่ ที่ไหล่ทั้งสองข้าง	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่
ข้อศอก 1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่ ที่ข้อศอกข้างขวา 3. ❑ ใช่ ที่ข้อศอกข้างซ้าย 4. ❑ ใช่ ที่ข้อศอกทั้งสอง	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่
ข้อมือ/มือ 1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่ ที่ข้อมือ/มือ ขวา 3. ❑ ใช่ ที่ข้อมือ/มือ ซ้าย 4. ❑ ใช่ ที่ข้อมือ/มือทั้งสอง	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่
หลังส่วนบน 1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่
หลังส่วนล่าง 1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่
สะโพกหรือต้นขา (ข้างเดียวหรือทั้งสองข้าง) 1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่
เข่า (ข้างเดียวหรือทั้งสองข้าง) 1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่
ข้อเท้าหรือเท้า (ข้างเดียวหรือทั้งสองข้าง) 1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่	1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่

แบบสอบถามเกี่ยวกับความเจ็บปวดหลังส่วนล่าง

วิธีตอบแบบสอบถาม : กรุณาตอบแบบสอบถามโดยการ X ลงบนคำตอบที่เลือกในแต่ละข้อ ให้ X เพียงอันเดียวในแต่ละข้อ



รูปที่ ค.3 แสดงบริเวณหลังส่วนล่างตามที่อ้างถึงในแบบสอบถาม ปัญหาของหลังส่วนล่าง หมายถึงอาการเจ็บปวด หรือไม่สบาย ในบริเวณที่แรเงาไว้ในรูป ซึ่งอาจรวมไปถึงขาข้างเดียวหรือสองข้างก็ได้

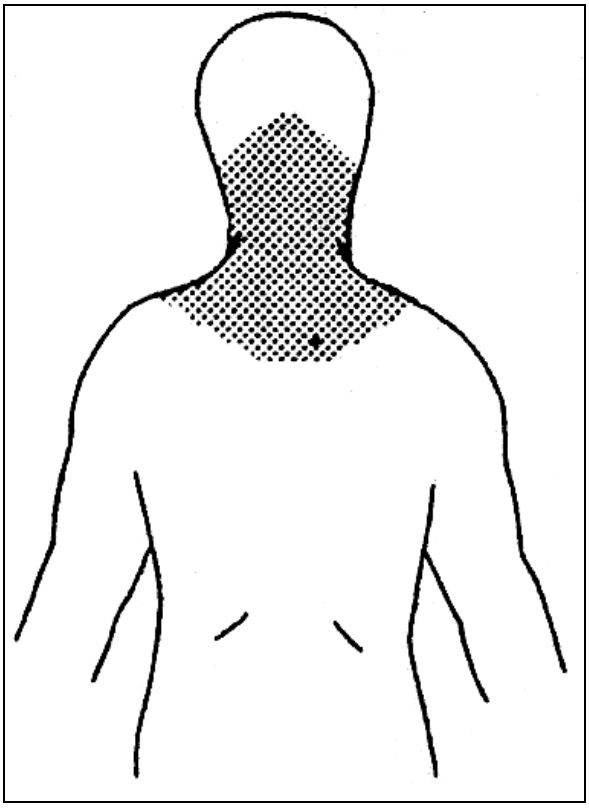
ตารางที่ ค.2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความเจ็บปวดหลังส่วนล่าง

ข้อ 1. คุณเคยมีปัญหาบริเวณหลังส่วนล่างหรือไม่ (เจ็บปวดหรือไม่สบาย) 1. ❑ ไม่เคย 2. ❑ เคย **ถ้าตอบข้อ 1 ว่าไม่เคย ไม่ต้องตอบข้อ 2-8	ข้อ 5. ปัญหาหลังส่วนล่าง ทำให้คุณต้องลดกิจกรรมต่าง ๆ ในช่วงเวลา 12 เดือนที่ผ่านมาหรือไม่ ก.) กิจกรรมการทำงาน (ทั้งที่บ้านหรือที่ทำงาน) 1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่ ข.) กิจกรรมสันทนาการ 1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่
ข้อ 2. คุณเคยพักรักษาตัวอยู่ที่โรงพยาบาลเพราะปัญหาหลังส่วนล่างหรือไม่ 1. ❑ ไม่เคย 2. ❑ เคย	
ข้อ 3. คุณเคยเปลี่ยนงานหรือหน้าที่ เพราะปัญหาหลังส่วนล่างหรือไม่ 1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่	ข้อ 6. ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยถูกห้ามไม่ให้ทำงานตามปกติ (ทั้งที่บ้านและที่ทำงาน) เพราะมีปัญหาหลังส่วนล่าง เป็นเวลากี่วัน 1. ❑ 0 วัน 2. ❑ 1-7 วัน 3. ❑ 8-30 วัน 4. ❑ มากกว่า 30 วัน
ข้อ 4. ระยะเวลาที่ปัญหาบริเวณหลังส่วนล่างที่เกิดขึ้นในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา 1. ❑ 0 วัน 2. ❑ 1-7 วัน 3. ❑ 8-30 วัน 4. ❑ มากกว่า 30 วัน (แต่อาจจะไม่ทุกวัน) 5. ❑ ทุกวัน	ข้อ 7. ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยไปพบแพทย์หรือนักกายภาพบำบัด เพราะปัญหาเกี่ยวกับหลังส่วนล่างหรือไม่ 1. ❑ ไม่เคย 2. ❑ เคย
ถ้าตอบข้อ 4 0 วัน ไม่ต้องตอบข้อ 5-9	ข้อ 8. คุณมีปัญหาบริเวณหลังส่วนล่าง ระยะเวลา 7 วันที่ผ่านมาหรือไม่ 1. ❑ ไม่เคย 2. ❑ เคย

แบบสอบถามเกี่ยวกับความเจ็บปวดบริเวณคอ

<u>วิธีตอบแบบสอบถาม</u> : ปัญหาเกี่ยวกับคอ ในที่นี้หมายถึงการเจ็บปวดหรือไม่สบายในบริเวณที่แรเงาดังรูป กรุณาพิจารณาเฉพาะบริเวณที่แรเงาเท่านั้น และไม่ต้องพิจารณาส่วนอื่น ๆ ที่อยู่บริเวณใกล้เคียง เนื่องจากมีแบบสอบถามอีกชุดไว้สำหรับบริเวณไหล่

กรุณาตอบแบบสอบถามโดยการ x ลงบนคำตอบที่เลือกในแต่ละข้อ ให้ x เพียงอันเดียวในแต่ละข้อ



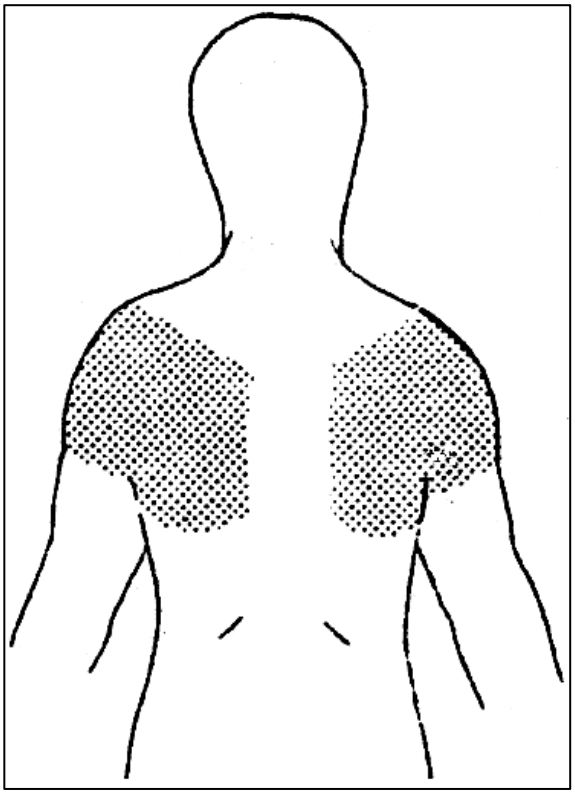
รูปที่ ค.4 แสดงบริเวณคอตามที่อ้างถึงในแบบสอบถาม

ตารางที่ ค.3 แบบสอบถามเกี่ยวกับความเจ็บปวดบริเวณคอ

<table>
<tr>
<td>ข้อ 1. คุณเคยมีปัญหาบริเวณคอหรือไม่ (เจ็บปวดหรือไม่สบาย)
1. ❑ ไม่เคย 2. ❑ เคย
ถ้าตอบข้อ 1 ไม่เคย ให้ข้ามไปทำข้อ 9</td>
<td rowspan="2">ข้อ 5. ปัญหาบริเวณคอ ทำให้คุณต้องลดกิจกรรม ต่าง ๆ ในช่วงเวลา 12 เดือนที่ผ่านมาหรือไม่
ก.) กิจกรรมการทำงาน (ทั้งที่บ้านหรือที่ทำงาน)
1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่
ข.) กิจกรรมสันทนาการ
1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่</td>
</tr>
<tr>
<td>ข้อ 2. คุณเคยเจ็บปวดบริเวณคอ เนื่องจากเกิดอุบัติเหตุบริเวณคอหรือไม่
1. ❑ ไม่เคย 2. ❑ เคย</td>
</tr>
<tr>
<td>ข้อ 3. คุณเคยเปลี่ยนงานหรือหน้าที่ เนื่องจากปัญหาเจ็บปวดบริเวณคอหรือไม่
1. ❑ ไม่เคย 2. ❑ เคย</td>
<td rowspan="2">ข้อ 6. ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยถูกห้ามไม่ให้ทำงานตามปกติ (ทั้งที่บ้านและที่ทำงาน) เพราะมีปัญหาบริเวณคอ เป็นเวลากี่วัน
1. ❑ 0 วัน
2. ❑ 1-7 วัน
3. ❑ 8-30 วัน
4. ❑ มากกว่า 30 วัน</td>
</tr>
<tr>
<td>ข้อ 4. ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา คุณมีปัญหาบริเวณคอ เป็นระยะเวลาเท่าใด
1. ❑ 0 วัน
2. ❑ 1-7 วัน
3. ❑ 8-30 วัน
4. ❑ มากกว่า 30 วัน (แต่อาจจะไม่ทุกวัน)
5. ❑ ทุกวัน</td>
</tr>
<tr>
<td rowspan="2">ถ้าข้อ 4 ตอบ 0 วัน ข้ามไปทำข้อ 9</td>
<td>ข้อ 7. ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยไปพบแพทย์หรือนักกายภาพบำบัด เพราะปัญหาเกี่ยวกับบริเวณคอ หรือไม่
1. ❑ ไม่เคย 2. ❑ เคย</td>
</tr>
<tr>
<td>ข้อ 8. คุณมีปัญหาบริเวณคอ ระยะเวลา 7 วันที่ผ่านมาหรือไม่
1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่</td>
</tr>
</table>

แบบสอบถามเกี่ยวกับความเจ็บปวดบริเวณไหล่

<u>วิธีตอบแบบสอบถาม</u> : ปัญหาเกี่ยวกับไหล่ ในที่นี้หมายถึงการเจ็บปวดหรือไม่สบายในบริเวณที่แรเงาดังรูป กรุณาพิจารณาเฉพาะบริเวณที่แรเงาเท่า



รูปที่ ค.5 แสดงบริเวณหัวไหล่ตามที่อ้างถึงในแบบสอบถาม

ตารางที่ ค.4 แบบสอบถามเกี่ยวกับความเจ็บปวดบริเวณคอ

ข้อ 1. คุณเคยมีปัญหาบริเวณไหล่หรือไม่ (เจ็บปวดหรือไม่สบาย)

1. ❑ ไม่เคย 2. ❑ เคย

ถ้าข้อ 1 ตอบไม่เคยไม่ต้องตอบข้อ 10-17

ข้อ 2. คุณเคยมีปัญหาบริเวณไหล่ เพราะเกิดอุบัติเหตุบริเวณไหล่หรือไม่

1. ❑ ไม่เคย 2. ❑ เคย บริเวณไหล่ข้างขวา
3. ❑ เคย บริเวณไหล่ข้างซ้าย
4. ❑ เคย บริเวณไหล่ทั้งสองข้าง

ข้อ 3. คุณเคยเปลี่ยนงานหรือหน้าที่ที่ทำให้มีปัญหาบริเวณไหล่หรือไม่

1. ❑ ไม่เคย 2. ❑ เคย

ข้อ 4. คุณเคยมีปัญหาบริเวณไหล่หรือไม่

1. ❑ ไม่เคย 2. ❑ เคย บริเวณไหล่ข้างขวา
3. ❑ เคย บริเวณไหล่ข้างซ้าย
4. ❑ เคย บริเวณไหล่ทั้งสองข้าง

ถ้าข้อ 4 ตอบไม่เคย ไม่ต้องทำข้อ 13-17

ข้อ 5. ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา คุณมีปัญหาบริเวณคอเป็นระยะเวลาเท่าใด

1. ❑ 0 วัน
2. ❑ 1-7 วัน
3. ❑ 8-30 วัน
4. ❑ มากกว่า 30 วัน

ข้อ 6. ปัญหาบริเวณไล่ ทำให้คุณต้องลดกิจกรรมต่าง ๆ ในช่วงเวลา 12 เดือนที่ผ่านมาหรือไม่

ก.) กิจกรรมการทำงาน (ทั้งที่บ้านหรือที่ทำงาน)

1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่

ข.) กิจกรรมสันทนาการ

1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่

ข้อ 7. ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยถูกห้ามไม่ให้ทำงานตามปกติ (ทั้งที่บ้านและที่ทำงาน) เพราะมีปัญหาบริเวณไหล่ เป็นเวลากี่วัน

1. ❑ 0 วัน
2. ❑ 1-7 วัน
3. ❑ 8-30 วัน
4. ❑ มากกว่า 30 วัน

ข้อ 8. ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยไปพบแพทย์หรือนักกายภาพบำบัด เพราะปัญหาเกี่ยวกับบริเวณไหล่หรือไม่

1. ❑ ไม่เคย 2. ❑ เคย

ข้อ 9. คุณมีปัญหาบริเวณไหล่ ระยะเวลา 7 วันที่ผ่านมาหรือไม่

1. ❑ ไม่ใช่ 2. ❑ ใช่

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างอายุกับอัตราการเต้นของหัวใจ

การวิเคราะห์ว่าอายุมีความสัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจหรือไม่ ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ เพื่อเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวโดยมีตัวแปรอิสระ 1 ตัว คือ อายุ และมีตัวแปรตามคือ ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบ

ตาราง ง.1 แสดงข้อมูลอายุและอัตราการเต้นของหัวใจขณะปฏิบัติงานของผู้ถูกทดสอบ

ผู้ถูกทดสอบ	อายุ (ปี)	อัตราการเต้นของหัวใจ (ฤดูร้อน)	อัตราการเต้นของหัวใจ (ฤดูหนาว)
1	31	104.6	102.9
2	26	116.6	111.4
3	43	123.8	119.2
4	23	113.1	108.1
5	47	112.8	103.9
6	41	122.4	112.3
7	26	108.1	101.4
8	27	128.0	118.2
9	41	113.8	107.4
10	34	128.4	115.1
11	22	121.1	112.7
12	49	113.3	108.5
13	32	126.2	120.9
14	27	112.9	111.1
15	21	119.7	114.2
16	36	113.5	106.2
17	40	118.3	114.8
18	22	110.5	107.4
ค่าเฉลี่ย	32.7	117.0	110.9

โดยมีการทดสอบสมมติฐาน ดังนี้คือ

สมมติฐานหลัก H_0 : อายุและอัตราการเต้นของหัวใจไม่มีความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น

สมมติฐานทางเลือก H_1 : อายุและอัตราการเต้นของหัวใจมีความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้น

ตาราง ง.2 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของอายุและอัตราการเต้นของหัวใจ (ฤดูร้อน)

		อายุ	อัตราการเต้นของหัวใจ
อายุ	Person Correlation	1.000	0.048**
	Sig.(2-tailed)	.	0.851*
	N	18	18
อัตราการเต้นของหัวใจ	Person Correlation	0.048**	1.000
	Sig.(2-tailed)	0.851	.
	N	18	18

ตาราง ง.3 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของอายุและอัตราการเต้นของหัวใจ (ฤดูหนาว)

		อายุ	อัตราการเต้นของหัวใจ
อายุ	Person Correlation	1.000	-0.025**
	Sig.(2-tailed)	.	0.921*
	N	18	18
อัตราการเต้นของหัวใจ	Person Correlation	-0.025**	1.000
	Sig.(2-tailed)	0.921	.
	N	18	18

อธิบายความหมายความหมายของตัวเลขที่ปรากฏในตาราง ง. 2 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของอายุและอัตราการเต้นของหัวใจ (ฤดูร้อน) ได้ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าเท่ากับ 0.048** ซึ่งมีค่าบวกและใกล้ 0 จึงสรุปได้ว่าอายุและอัตราการเต้นของหัวใจแทบจะไม่มีความสัมพันธ์กัน อยู่ในทิศทางเดียวกัน และได้ค่า Siginficance เท่ากับ 0.851* > 0.05 จึงสรุปว่ายอมรับ H_0 นั่นคือ อายุและอัตราการเต้นของหัวใจไม่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

อธิบายความหมายความหมายของตัวเลขที่ปรากฏในตาราง ง. 3 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของอายุและอัตราการเต้นของหัวใจ (ฤดูหนาว) ได้ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ -0.025** ซึ่งมีค่าบวกและใกล้ 0 จึงสรุปได้ว่าอายุและอัตราการเต้นของหัวใจแทบจะไม่มีความสัมพันธ์กัน อยู่ในทิศทางตรงกันข้าม และได้ค่า Siginficance เท่ากับ 0.921* > 0.05 จึงสรุปว่ายอมรับ H_0 นั่นคือ อายุและอัตราการเต้นของหัวใจไม่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ภาคผนวก จ

ข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบในฤดูร้อน

ตารางที่ จ.1 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบขณะพักก่อนปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
1	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	73	73	72	75	72	71	71	71	70	73	73	72
	0 : 00 : 00	73	72	74	73	77	75	79	75	78	73	72	74
	0 : 00 : 00	82	79	79	77	77	81	79	84	82	82	79	79
	0 : 00 : 00	75	78	76	77	73	76	75	73	73	75	78	76
	0 : 00 : 00	75	76	74	74	79	78	77	81	79	75	76	74
	0 : 00 : 00	79	80	83	81	75	83	78	76	76	79	80	83
	0 : 00 : 00	76	74	74	75	73	75	69	73	76	76	74	74
	0 : 00 : 00	78	81	83	82	77	78	78	79	83	78	81	83
	0 : 00 : 00	73	77	74	71	78	78	75	75	73	73	77	74
	0 : 00 : 00	76	80	79	73	75	77	78	71	75	76	80	79
	0 : 00 : 00	76	81	84	79	77	79	77	76	82	76	81	84
	0 : 00 : 00	74	74	75	78	78	77	77	76	75	74	74	75
	0 : 00 : 00	77	74	74	75	78	75	71	74	77	77	74	74
	0 : 00 : 00	69	72	75	73	71	71	68	68	71	69	72	75
	0 : 00 : 00	75	73	72	75	72	72	71	74	73	75	73	72
	0 : 00 : 00	86	84	85	83	85	83	83	82	84	86	84	85
	0 : 00 : 00	69	70	75	72	71	71	67	66	69	69	70	75
	0 : 00 : 00	74	73	69	79	78	82	83	82	73	74	73	69
	0 : 00 : 00	73	73	72	75	72	71	71	71	70	73	73	72
	0 : 00 : 00	73	72	74	73	77	75	79	75	78	73	72	74
ขณะพักหลังหยุด	0 : 00 : 00	82	79	79	77	77	81	79	84	82	82	79	79
	0 : 00 : 00	75	78	76	77	73	76	75	73	73	75	78	76

ตารางที่ จ.2 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 1 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
1	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	89	95	99	98	99	102	103	105	103	97	99	102
	0 : 03 : 00	106	106	103	106	104	113	116	116	111	113	115	113
	0 : 06 : 00	113	115	115	117	117	118	119	116	117	114	113	113
	0 : 09 : 00	114	113	115	117	116	113	112	112	114	113	115	111
	0 : 12 : 00	109	110	113	115	119	120	114	109	106	105	110	112
	0 : 15 : 00	114	116	117	119	122	123	123	122	120	120	113	114
	0 : 18 : 00	109	111	105	112	114	117	114	100	111	107	106	106
	0 : 21 : 00	108	111	103	99	96	108	96	99	105	105	109	108
	0 : 24 : 00	110	107	108	103	104	104	102	104	98	98	98	98
	0 : 27 : 00	102	98	97	99	102	101	97	97	99	101	100	97
	0 : 30 : 00	97	97	96	99	93	93	98	97	100	97	97	97
	0 : 33 : 00	97	96	98	101	102	96	96	100	105	106	104	102
	0 : 36 : 00	101	105	102	102	107	90	95	100	103	103	96	92
	0 : 39 : 00	95	90	93	93	87	85	88	89	86	90	87	85
	0 : 42 : 00	91	91	96	98	99	96	96	95	98	100	97	97
	0 : 45 : 00	103	100	102	101	102	103	106	101	101	97	97	104
	0 : 48 : 00	104	104	103	107	102	105	101	103	103	104	106	105
	0 : 51 : 00	102	106	103	111	118	120	109	109	107	104	102	104
	0 : 54 : 00	100	103	113	111	108	107	100	107	106	101	108	100
	0 : 57 : 00	104	105	109	109	106	104	109	106	111	113	108	108
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	110	104	102	100	99	97	98	98	98	96	95	93
	1 : 03 : 00	93											

ตารางที่ จ.3 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 2 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
2	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	93	103	105	107	113	115	108	108	112	112	104	98
	0 : 03 : 00	103	104	113	100	116	117	110	118	117	115	119	121
	0 : 06 : 00	120	113	115	111	108	105	109	109	111	114	114	117
	0 : 09 : 00	105	114	112	114	111	110	114	115	110	108	107	105
	0 : 12 : 00	102	105	103	103	101	103	113	115	117	114	106	104
	0 : 15 : 00	111	117	106	107	111	115	106	109	112	107	111	106
	0 : 18 : 00	101	106	105	100	100	99	100	109	101	105	100	102
	0 : 21 : 00	104	100	103	109	102	107	117	113	114	113	112	116
	0 : 24 : 00	120	112	114	110	129	128	130	136	136	132	131	131
	0 : 27 : 00	125	118	120	124	119	125	120	116	111	117	119	121
	0 : 30 : 00	122	123	124	125	127	128	129	130	131	120	120	123
	0 : 33 : 00	124	120	124	132	137	142	138	144	144	143	141	141
	0 : 36 : 00	142	142	142	146	145	144	143	142	139	136	133	135
	0 : 39 : 00	136	138	136	134	131	129	130	132	133	135	136	137
	0 : 42 : 00	139	140	129	118	122	119	119	134	123	135	136	129
	0 : 45 : 00	140	139	139	135	131	121	131	130	132	115	115	118
	0 : 48 : 00	119	120	117	114	113	114	109	106	104	102	104	100
	0 : 51 : 00	119	110	117	114	113	104	107	101	104	102	104	100
	0 : 54 : 00	105	103	108	111	103	102	103	99	106	104	97	101
	0 : 57 : 00	107	104	104	103	101	101	99	101	100	100	103	102
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	101	101	100	98	97	97	95	95	94	93	93	93
	1 : 03 : 00	91											

ตารางที่ จ.4 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 3 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
3	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	84	92	92	95	96	93	98	96	95	101	105	105
	0 : 03 : 00	109	108	109	112	109	111	111	112	111	115	114	110
	0 : 06 : 00	113	114	110	115	115	110	108	113	104	107	106	105
	0 : 09 : 00	113	115	115	115	113	112	117	111	115	113	118	115
	0 : 12 : 00	121	118	115	118	116	118	111	114	114	118	120	118
	0 : 15 : 00	117	115	112	115	116	112	119	113	114	116	114	116
	0 : 18 : 00	124	119	119	119	122	119	120	118	125	125	120	122
	0 : 21 : 00	124	125	127	132	125	135	125	135	137	149	140	154
	0 : 24 : 00	144	149	152	144	134	123	118	127	139	115	120	128
	0 : 27 : 00	128	129	126	124	127	128	124	122	127	131	128	129
	0 : 30 : 00	130	134	138	134	133	134	133	134	128	128	130	134
	0 : 33 : 00	135	132	133	134	134	138	138	138	136	139	138	139
	0 : 36 : 00	138	140	138	142	140	139	136	134	131	144	147	145
	0 : 39 : 00	142	139	136	136	138	138	142	142	139	139	140	139
	0 : 42 : 00	142	144	145	141	146	145	148	147	137	135	132	130
	0 : 45 : 00	135	134	134	134	134	138	138	138	136	139	138	139
	0 : 48 : 00	138	140	138	142	140	139	136	134	131	144	147	145
	0 : 51 : 00	132	139	130	134	133	132	133	124	121	119	118	115
	0 : 54 : 00	115	121	118	116	112	112	107	104	109	102	98	105
	0 : 57 : 00	108	105	104	103	98	96	96	95	99	100	97	96
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	95	95	94	93	92	92	92	91	90	91	91	91
	1 : 03 : 00	89											

ตารางที่ จ.5 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 4 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
4	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	95	99	96	95	100	104	109	108	102	98	98	95
	0 : 03 : 00	104	110	110	109	111	111	113	115	116	116	114	113
	0 : 06 : 00	117	117	119	112	109	109	110	111	110	113	109	106
	0 : 09 : 00	109	119	120	120	121	121	122	122	123	123	124	118
	0 : 12 : 00	107	108	109	109	109	111	112	114	110	109	108	109
	0 : 15 : 00	110	116	116	116	116	116	118	117	117	117	116	116
	0 : 18 : 00	116	116	115	115	115	115	114	114	114	114	114	120
	0 : 21 : 00	120	120	120	119	118	117	116	115	114	114	114	114
	0 : 24 : 00	114	114	116	116	116	116	112	112	115	115	114	118
	0 : 27 : 00	118	117	117	117	117	119	119	117	117	118	116	116
	0 : 30 : 00	114	113	113	110	110	110	113	114	112	114	114	111
	0 : 33 : 00	114	114	111	116	113	112	110	111	111	117	111	112
	0 : 36 : 00	114	114	115	114	112	114	112	111	114	110	110	113
	0 : 39 : 00	114	114	110	110	109	109	113	112	114	110	112	108
	0 : 42 : 00	110	115	115	119	121	115	115	110	111	110	110	114
	0 : 45 : 00	121	121	120	117	116	116	116	116	112	114	116	116
	0 : 48 : 00	116	117	121	118	118	120	120	126	121	117	115	115
	0 : 51 : 00	113	117	121	119	121	120	112	114	116	119	113	112
	0 : 54 : 00	107	105	105	108	109	108	111	111	111	104	104	104
	0 : 57 : 00	108	109	112	110	109	110	107	107	110	106	106	106
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	105	100	97	95	94	94	93	93	91	91	91	92
	1 : 03 : 00	92											

ตารางที่ จ.6 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 5 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
5	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	87	90	92	95	98	97	101	103	110	98	95	99
	0 : 03 : 00	100	101	97	102	106	118	109	103	102	101	104	102
	0 : 06 : 00	104	112	105	112	109	104	104	105	106	114	101	109
	0 : 09 : 00	108	108	99	106	107	102	104	106	107	109	110	108
	0 : 12 : 00	104	108	106	104	108	110	110	103	110	130	119	112
	0 : 15 : 00	111	115	119	117	115	115	121	128	120	121	128	125
	0 : 18 : 00	120	122	119	120	117	116	121	115	113	116	111	112
	0 : 21 : 00	110	114	115	111	115	114	115	113	114	116	110	111
	0 : 24 : 00	112	113	107	111	111	110	107	112	108	112	109	110
	0 : 27 : 00	113	108	111	111	110	115	110	108	110	107	107	113
	0 : 30 : 00	115	116	109	111	109	113	111	119	117	112	131	124
	0 : 33 : 00	128	125	123	124	126	122	119	125	117	114	113	118
	0 : 36 : 00	121	120	118	127	126	129	123	124	142	130	122	117
	0 : 39 : 00	117	121	117	114	117	113	116	116	118	116	116	113
	0 : 42 : 00	113	105	117	114	109	120	114	109	112	114	111	113
	0 : 45 : 00	110	106	108	112	111	115	117	115	117	115	114	115
	0 : 48 : 00	116	112	113	106	114	112	116	115	116	114	119	112
	0 : 51 : 00	115	111	113	113	111	115	111	120	117	119	116	116
	0 : 54 : 00	116	112	123	125	127	120	113	116	115	118	117	118
	0 : 57 : 00	119	118	115	115	115	113	112	111	109	109	106	105
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	103	100	98	97	96	95	95	94	93	93	91	91
	1 : 03 : 00	89											

ตารางที่ จ.7 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 6 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
6	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	93	99	99	100	102	103	108	113	116	114	113	111
	0 : 03 : 00	116	115	115	114	117	114	117	116	118	118	113	116
	0 : 06 : 00	114	115	119	120	115	115	110	113	116	116	117	120
	0 : 09 : 00	116	115	115	114	117	114	117	116	118	118	113	116
	0 : 12 : 00	118	121	120	119	116	112	113	115	112	113	114	116
	0 : 15 : 00	117	113	113	112	112	114	112	115	118	119	114	125
	0 : 18 : 00	122	122	126	122	122	122	121	126	124	124	126	126
	0 : 21 : 00	126	121	121	126	127	129	128	126	125	131	133	132
	0 : 24 : 00	131	134	132	132	133	137	141	136	135	130	128	132
	0 : 27 : 00	132	131	129	128	126	123	126	127	126	131	130	130
	0 : 30 : 00	127	124	137	131	131	132	116	111	117	122	121	125
	0 : 33 : 00	123	120	130	131	130	128	127	126	125	120	120	123
	0 : 36 : 00	128	123	126	127	128	123	127	124	124	128	130	132
	0 : 39 : 00	133	132	132	130	129	132	134	132	132	134	135	134
	0 : 42 : 00	131	136	132	132	131	136	137	136	135	135	137	133
	0 : 45 : 00	133	138	138	136	137	132	132	135	132	133	135	134
	0 : 48 : 00	134	134	131	135	134	134	135	130	133	137	137	135
	0 : 51 : 00	127	123	120	118	115	109	111	116	117	119	121	123
	0 : 54 : 00	115	113	113	111	116	114	111	110	115	113	112	105
	0 : 57 : 00	110	110	116	113	110	117	104	113	103	114	107	106
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	107	105	103	100	96	98	97	97	97	98	99	98
	1 : 03 : 00	96											

ตารางที่ จ.8 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 7 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
7	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	97	99	104	100	109	111	109	115	111	112	115	124
	0 : 03 : 00	124	106	104	103	102	111	108	116	102	106	108	111
	0 : 06 : 00	110	104	105	108	107	109	101	103	108	107	109	98
	0 : 09 : 00	105	109	103	102	113	109	98	100	104	106	111	127
	0 : 12 : 00	138	140	132	122	118	122	116	114	118	120	117	116
	0 : 15 : 00	106	116	104	109	112	116	106	114	106	106	110	101
	0 : 18 : 00	108	105	118	118	117	111	106	98	103	105	113	100
	0 : 21 : 00	102	107	100	104	102	102	99	104	102	106	102	103
	0 : 24 : 00	101	103	104	102	102	104	114	107	109	110	111	102
	0 : 27 : 00	110	118	107	107	104	102	101	106	104	108	101	103
	0 : 30 : 00	108	106	111	100	98	100	104	107	102	99	110	103
	0 : 33 : 00	119	106	101	105	110	103	111	106	104	113	105	102
	0 : 36 : 00	111	108	103	97	99	105	104	100	106	116	105	113
	0 : 39 : 00	100	104	109	112	118	125	124	136	125	105	99	100
	0 : 42 : 00	114	101	124	106	107	111	107	109	96	106	116	107
	0 : 45 : 00	102	107	107	114	108	109	117	125	105	106	106	101
	0 : 48 : 00	103	110	107	105	104	104	113	106	103	101	109	114
	0 : 51 : 00	98	103	108	126	106	110	112	114	100	105	106	101
	0 : 54 : 00	112	117	111	112	130	135	110	107	104	109	116	118
	0 : 57 : 00	120	109	109	109	102	100	98	96	96	94	94	91
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	93	90	88	86	85	85	85	83	81	80	79	78
	1 : 03 : 00	78											

ตารางที่ จ.9 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 8 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
8	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	94	98	105	102	113	100	108	105	104	107	106	106
	0 : 03 : 00	111	111	101	107	112	124	120	118	100	115	126	123
	0 : 06 : 00	112	120	125	131	137	124	141	129	139	133	134	129
	0 : 09 : 00	124	125	126	129	134	132	133	129	134	105	114	114
	0 : 12 : 00	116	122	115	117	119	114	114	120	108	111	115	122
	0 : 15 : 00	130	139	127	125	139	135	126	127	122	132	124	125
	0 : 18 : 00	128	133	136	135	134	131	140	138	138	145	144	133
	0 : 21 : 00	128	121	115	115	118	119	120	118	120	121	106	116
	0 : 24 : 00	108	115	124	131	134	139	143	145	137	130	130	132
	0 : 27 : 00	129	134	132	136	134	130	129	130	123	132	126	129
	0 : 30 : 00	121	129	129	136	136	138	140	140	142	131	134	139
	0 : 33 : 00	142	139	139	141	138	139	141	136	133	136	141	140
	0 : 36 : 00	142	136	134	132	136	136	142	145	148	146	143	144
	0 : 39 : 00	138	135	138	138	137	135	136	135	139	138	140	137
	0 : 42 : 00	139	138	136	135	135	139	136	137	137	135	133	137
	0 : 45 : 00	134	132	132	134	137	134	133	134	137	133	130	127
	0 : 48 : 00	128	131	137	134	140	135	133	134	135	133	132	134
	0 : 51 : 00	133	137	133	134	133	132	131	133	130	130	133	130
	0 : 54 : 00	117	122	120	122	113	129	125	121	112	114	110	118
	0 : 57 : 00	113	120	121	131	125	129	113	120	113	124	124	120
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	116	111	107	104	100	98	98	96	96	95	94	93
	1 : 03 : 00	92											

ตารางที่ จ.10 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 9 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
9	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	90	96	98	100	111	111	103	108	108	105	99	102
	0 : 03 : 00	105	100	101	100	108	117	125	125	131	130	132	130
	0 : 06 : 00	128	126	125	124	120	103	103	105	106	100	102	102
	0 : 09 : 00	103	104	107	105	103	105	109	106	109	112	110	108
	0 : 12 : 00	119	120	123	121	122	126	126	124	124	125	121	121
	0 : 15 : 00	117	120	120	119	118	117	117	116	119	123	123	123
	0 : 18 : 00	119	119	116	114	112	116	112	112	113	113	113	112
	0 : 21 : 00	115	114	116	114	114	113	112	112	111	110	116	122
	0 : 24 : 00	117	116	115	115	114	116	117	117	112	113	113	113
	0 : 27 : 00	114	116	118	114	114	114	115	115	119	119	118	117
	0 : 30 : 00	115	114	113	112	111	112	120	119	121	118	117	116
	0 : 33 : 00	113	115	114	113	116	118	119	118	117	117	116	115
	0 : 36 : 00	101	105	122	120	118	115	115	115	115	121	113	114
	0 : 39 : 00	115	113	114	116	117	120	116	114	112	113	115	113
	0 : 42 : 00	117	120	118	114	116	118	118	120	123	123	124	119
	0 : 45 : 00	114	120	120	118	116	114	113	112	110	112	112	109
	0 : 48 : 00	114	117	117	116	116	116	118	117	117	117	116	116
	0 : 51 : 00	105	106	110	110	111	111	112	112	113	114	114	112
	0 : 54 : 00	114	114	114	114	110	109	113	113	112	116	113	118
	0 : 57 : 00	116	109	100	97	100	102	100	101	99	100	100	100
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	100	99	98	96	92	92	92	93	92	91	91	91
	1 : 03 : 00	90											

ตารางที่ จ.11 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 10 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
10	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	84	96	98	108	114	114	112	118	115	114	119	117
	0 : 03 : 00	115	114	110	114	115	120	114	113	114	117	119	119
	0 : 06 : 00	119	121	126	124	123	133	128	128	129	125	123	124
	0 : 09 : 00	122	123	119	123	127	123	120	118	117	118	116	120
	0 : 12 : 00	115	110	116	116	119	122	126	125	121	118	119	118
	0 : 15 : 00	112	107	120	120	107	108	111	114	111	117	118	117
	0 : 18 : 00	122	122	132	130	134	138	140	141	136	133	131	132
	0 : 21 : 00	127	135	134	136	133	134	132	135	134	134	136	138
	0 : 24 : 00	139	141	142	149	140	141	140	149	145	145	148	151
	0 : 27 : 00	152	154	160	156	156	156	153	151	148	145	141	140
	0 : 30 : 00	134	128	127	131	132	133	133	134	134	134	133	132
	0 : 33 : 00	130	131	132	133	134	135	134	135	132	127	129	131
	0 : 36 : 00	131	128	127	130	125	122	129	129	128	127	125	123
	0 : 39 : 00	129	121	120	122	109	113	118	121	120	122	123	129
	0 : 42 : 00	135	141	140	138	134	130	138	147	155	154	153	151
	0 : 45 : 00	150	146	145	145	146	147	149	150	151	152	153	155
	0 : 48 : 00	156	157	158	160	155	151	146	140	136	137	134	128
	0 : 51 : 00	130	121	126	124	123	133	128	128	129	125	123	124
	0 : 54 : 00	113	110	111	120	116	114	113	115	108	118	115	119
	0 : 57 : 00	118	122	112	112	111	111	112	115	116	112	117	113
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	115	114	112	108	106	104	102	102	100	100	98	98
	1 : 03 : 00	96											

ตารางที่ จ.12 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 11 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
11	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	99	103	97	111	100	102	103	97	106	104	97	101
	0 : 03 : 00	102	105	103	103	101	103	113	115	117	114	106	104
	0 : 06 : 00	115	113	118	111	105	102	103	109	106	104	97	101
	0 : 09 : 00	105	114	112	114	111	110	114	115	110	108	107	105
	0 : 12 : 00	125	118	118	124	119	115	110	106	101	117	119	121
	0 : 15 : 00	111	117	106	107	111	115	116	119	122	117	118	116
	0 : 18 : 00	101	106	105	100	100	105	100	109	101	105	100	102
	0 : 21 : 00	139	140	129	118	122	119	119	134	123	135	136	129
	0 : 24 : 00	120	112	114	110	129	128	130	136	136	132	131	131
	0 : 27 : 00	140	139	138	146	146	145	145	146	148	149	150	156
	0 : 30 : 00	154	154	153	154	152	151	149	148	146	147	147	150
	0 : 33 : 00	150	150	151	151	152	152	150	148	146	144	142	140
	0 : 36 : 00	142	142	142	146	145	144	143	142	139	136	133	135
	0 : 39 : 00	136	138	136	134	131	129	130	132	133	135	136	137
	0 : 42 : 00	139	140	129	118	122	119	119	134	123	135	136	129
	0 : 45 : 00	140	139	139	135	131	121	131	130	132	115	115	118
	0 : 48 : 00	119	120	117	114	113	114	109	106	104	102	104	100
	0 : 51 : 00	119	110	117	114	113	104	107	101	104	102	104	100
	0 : 54 : 00	119	110	117	114	113	104	107	101	104	102	104	100
	0 : 57 : 00	113	106	107	101	104	104	109	112	105	109	108	104
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	101	96	94	91	90	91	90	90	88	88	86	86
	1 : 03 : 00	86											

ตารางที่ จ.13 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 12 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
12	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	93	95	99	98	99	104	105	104	107	104	108	107
	0 : 03 : 00	107	110	108	110	113	112	110	106	106	108	103	105
	0 : 06 : 00	105	111	109	105	107	103	100	105	107	103	102	104
	0 : 09 : 00	110	113	108	106	107	112	113	115	118	118	119	116
	0 : 12 : 00	117	117	114	114	119	120	118	123	121	123	129	129
	0 : 15 : 00	139	135	134	136	133	134	133	134	130	131	125	125
	0 : 18 : 00	123	128	132	132	129	121	118	119	119	112	110	118
	0 : 21 : 00	116	116	114	112	110	107	105	105	106	104	103	105
	0 : 24 : 00	106	108	104	116	126	127	127	123	121	119	122	126
	0 : 27 : 00	124	124	119	116	116	119	114	119	117	123	125	124
	0 : 30 : 00	117	119	120	118	117	120	117	121	120	121	123	124
	0 : 33 : 00	123	127	124	124	118	108	120	124	126	125	119	117
	0 : 36 : 00	118	121	123	122	124	124	123	119	112	115	124	127
	0 : 39 : 00	124	117	122	121	117	115	112	117	115	115	117	113
	0 : 42 : 00	111	115	111	111	113	107	105	100	101	107	105	103
	0 : 45 : 00	103	100	107	106	103	102	103	106	112	114	112	112
	0 : 48 : 00	119	111	115	105	102	107	105	100	103	109	105	112
	0 : 51 : 00	103	104	100	103	106	105	102	108	101	109	102	108
	0 : 54 : 00	113	111	110	111	109	106	106	103	105	109	102	108
	0 : 57 : 00	101	103	104	106	105	105	103	103	104	101	102	103
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	104	103	103	101	97	95	96	94	93	92	91	91
	1 : 03 : 00	90											

ตารางที่ จ.14 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 13 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
13	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	87	86	88	96	99	104	106	103	108	104	110	104
	0 : 03 : 00	105	104	102	104	106	105	104	105	102	101	106	102
	0 : 06 : 00	102	106	103	103	101	103	113	115	117	114	106	104
	0 : 09 : 00	111	117	106	107	111	115	106	109	112	107	111	116
	0 : 12 : 00	124	120	124	132	137	142	138	144	144	143	141	141
	0 : 15 : 00	142	142	142	146	145	144	143	142	139	136	133	135
	0 : 18 : 00	136	138	136	134	131	129	130	132	133	135	136	137
	0 : 21 : 00	139	140	129	118	122	119	119	134	123	135	136	129
	0 : 24 : 00	130	136	137	124	111	118	124	129	135	140	141	140
	0 : 27 : 00	140	139	138	146	145	143	143	144	146	146	148	152
	0 : 30 : 00	154	150	153	154	152	151	149	148	146	147	147	150
	0 : 33 : 00	150	150	151	151	152	152	150	148	146	144	142	140
	0 : 36 : 00	140	139	139	135	131	121	131	130	132	125	125	118
	0 : 39 : 00	119	110	117	114	113	104	107	101	104	112	114	120
	0 : 42 : 00	131	126	119	117	124	119	115	112	110	110	111	114
	0 : 45 : 00	108	102	100	105	107	100	120	125	128	129	130	132
	0 : 48 : 00	133	134	135	135	136	137	138	138	139	141	143	145
	0 : 51 : 00	147	141	135	133	135	138	140	143	145	147	148	150
	0 : 54 : 00	145	143	147	148	142	140	138	137	122	113	108	105
	0 : 57 : 00	110	106	104	101	115	107	109	104	102	105	102	104
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	107	105	102	100	99	97	95	94	92	92	91	91
	1 : 03 : 00	91											

ตารางที่ จ.15 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 14 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
14	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	84	89	95	99	100	100	101	102	98	100	102	103
	0 : 03 : 00	105	106	110	110	111	111	112	112	113	114	114	112
	0 : 06 : 00	117	116	115	115	114	116	117	117	112	113	113	113
	0 : 09 : 00	118	117	117	116	116	116	118	117	117	117	116	116
	0 : 12 : 00	120	120	123	121	122	126	126	124	124	125	121	121
	0 : 15 : 00	122	124	126	131	131	132	132	131	131	130	130	129
	0 : 18 : 00	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117
	0 : 21 : 00	117	117	117	117	117	117	120	120	120	123	122	122
	0 : 24 : 00	121	120	120	119	118	117	117	116	119	123	123	123
	0 : 27 : 00	121	119	116	114	112	116	112	112	113	123	132	142
	0 : 30 : 00	114	114	114	114	110	109	113	113	112	116	113	118
	0 : 33 : 00	116	109	100	97	100	102	100	101	99	102	100	102
	0 : 36 : 00	101	105	122	120	118	115	115	115	115	121	113	114
	0 : 39 : 00	115	113	114	116	117	120	116	114	112	113	115	113
	0 : 42 : 00	127	120	118	114	116	118	118	120	123	123	124	119
	0 : 45 : 00	114	120	120	118	116	114	113	112	110	112	112	109
	0 : 48 : 00	106	106	105	104	104	103	103	105	106	100	102	102
	0 : 51 : 00	103	104	107	105	103	105	109	106	109	112	110	108
	0 : 54 : 00	110	109	98	95	96	98	93	96	101	104	102	96
	0 : 57 : 00	104	105	105	103	102	102	100	103	103	104	102	103
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	102	102	101	100	98	97	96	95	95	95	94	94
	1 : 03 : 00	93											

ตารางที่ จ.16 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 15 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
15	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	83	86	88	90	96	95	95	98	102	100	103	102
	0 : 03 : 00	105	102	98	97	102	99	96	98	101	101	98	95
	0 : 06 : 00	101	100	102	99	101	100	100	106	107	107	109	112
	0 : 09 : 00	110	104	108	109	107	100	113	115	110	111	114	116
	0 : 12 : 00	124	124	119	116	116	119	114	119	117	123	125	124
	0 : 15 : 00	126	128	130	130	130	130	130	131	132	131	131	131
	0 : 18 : 00	131	127	125	124	126	125	120	121	122	126	119	113
	0 : 21 : 00	124	123	128	126	121	122	125	124	128	133	136	129
	0 : 24 : 00	128	120	121	120	120	112	113	115	118	118	119	116
	0 : 27 : 00	117	119	120	118	117	120	117	121	120	121	123	124
	0 : 30 : 00	123	127	124	124	118	108	120	124	126	125	119	117
	0 : 33 : 00	118	121	123	122	124	124	123	119	112	115	124	127
	0 : 36 : 00	129	132	135	134	123	130	127	125	130	135	138	141
	0 : 39 : 00	139	135	134	136	133	134	133	134	130	131	125	125
	0 : 42 : 00	123	128	132	132	129	121	118	119	119	112	110	118
	0 : 45 : 00	126	122	120	116	116	118	122	132	133	133	121	126
	0 : 48 : 00	124	121	125	130	136	129	127	127	130	138	135	134
	0 : 51 : 00	137	138	133	133	134	135	135	136	143	149	146	142
	0 : 54 : 00	132	133	130	130	134	129	142	129	118	112	113	110
	0 : 57 : 00	110	104	108	102	105	100	107	103	105	107	105	102
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	103	100	97	93	91	88	90	91	91	92	91	91
	1 : 03 : 00	90											

ตารางที่ จ.17 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 16 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
16	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	96	101	96	98	93	98	98	96	96	95	97	99
	0 : 03 : 00	109	105	105	108	109	108	111	111	111	104	104	104
	0 : 06 : 00	121	117	119	112	109	109	110	111	110	113	109	106
	0 : 09 : 00	110	119	120	120	121	121	122	122	123	123	124	118
	0 : 12 : 00	111	109	112	110	109	110	107	107	110	106	106	106
	0 : 15 : 00	109	116	116	116	116	116	118	117	117	117	116	116
	0 : 18 : 00	119	116	115	115	115	115	114	114	114	114	114	120
	0 : 21 : 00	123	120	123	120	125	127	116	119	117	118	114	114
	0 : 24 : 00	112	114	116	116	116	116	112	112	115	115	114	118
	0 : 27 : 00	116	117	117	117	117	119	119	117	117	118	116	116
	0 : 30 : 00	114	113	113	110	110	110	113	116	118	120	124	121
	0 : 33 : 00	119	116	111	116	113	112	110	111	111	117	111	112
	0 : 36 : 00	114	114	115	114	112	114	112	111	114	110	110	113
	0 : 39 : 00	112	114	116	118	119	119	115	112	114	110	112	108
	0 : 42 : 00	110	115	115	119	121	115	115	110	111	110	110	114
	0 : 45 : 00	121	121	120	117	116	116	116	116	112	114	116	116
	0 : 48 : 00	116	117	121	118	118	120	120	126	121	117	115	115
	0 : 51 : 00	113	117	121	119	121	120	112	114	116	119	117	119
	0 : 54 : 00	118	124	120	116	116	115	113	113	113	112	109	107
	0 : 57 : 00	109	114	112	109	104	104	104	103	98	101	107	109
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	107	103	100	98	96	97	95	95	94	93	94	93
	1 : 03 : 00	93											

ตารางที่ จ.18 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 17 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
17	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	85	88	91	93	96	98	97	95	103	108	114	112
	0 : 03 : 00	109	110	111	122	117	112	116	110	113	115	118	121
	0 : 06 : 00	113	116	118	121	111	119	116	114	113	121	122	122
	0 : 09 : 00	123	123	116	119	122	121	125	128	134	128	126	127
	0 : 12 : 00	125	125	124	122	122	124	128	130	129	122	129	134
	0 : 15 : 00	132	127	123	121	121	127	128	128	127	129	125	118
	0 : 18 : 00	118	119	114	115	117	121	113	117	109	111	113	110
	0 : 21 : 00	116	120	124	124	130	123	118	125	121	122	124	130
	0 : 24 : 00	131	132	134	134	133	133	135	135	136	132	128	128
	0 : 27 : 00	129	126	126	125	133	132	131	131	130	130	128	128
	0 : 30 : 00	132	126	125	125	125	127	121	119	123	131	126	126
	0 : 33 : 00	121	128	131	124	129	130	130	131	130	126	127	131
	0 : 36 : 00	125	125	124	123	126	126	127	125	123	119	120	119
	0 : 39 : 00	119	119	120	122	123	126	128	127	120	114	122	121
	0 : 42 : 00	129	121	122	124	123	127	124	123	123	125	122	124
	0 : 45 : 00	123	123	120	117	121	118	117	115	116	116	109	118
	0 : 48 : 00	109	109	107	107	109	115	104	107	109	103	106	104
	0 : 51 : 00	109	111	117	115	110	111	113	113	112	113	111	110
	0 : 54 : 00	105	107	102	95	97	95	106	107	100	95	101	107
	0 : 57 : 00	99	102	99	97	104	98	95	97	95	99	98	97
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	97	95	94	93	93	92	92	90	90	88	87	86
	1 : 03 : 00	86											

ตารางที่ จ.19 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 18 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูร้อน)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
18	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	99	102	99	97	104	98	95	97	95	99	98	102
	0 : 03 : 00	102	105	103	103	101	103	113	115	117	114	106	104
	0 : 06 : 00	115	113	118	111	105	102	103	109	106	104	97	101
	0 : 09 : 00	105	114	112	114	111	110	114	115	110	108	107	105
	0 : 12 : 00	109	110	111	122	117	112	116	110	113	115	118	121
	0 : 15 : 00	101	106	105	98	103	93	98	104	102	92	108	105
	0 : 18 : 00	101	106	105	100	100	105	100	109	101	105	100	102
	0 : 21 : 00	139	140	129	118	122	119	119	134	123	135	136	129
	0 : 24 : 00	120	112	114	110	129	128	130	136	136	132	131	131
	0 : 27 : 00	125	118	118	124	119	115	110	106	101	117	119	156
	0 : 30 : 00	111	117	106	107	111	115	116	119	122	117	118	150
	0 : 33 : 00	119	120	117	114	113	114	109	106	104	102	104	140
	0 : 36 : 00	119	110	117	114	113	104	107	101	104	102	104	135
	0 : 39 : 00	111	100	106	113	93	101	93	104	102	117	112	137
	0 : 42 : 00	111	108	108	97	103	105	115	105	111	117	116	129
	0 : 45 : 00	113	112	116	108	104	109	103	118	119	114	120	126
	0 : 48 : 00	103	104	113	100	116	117	110	99	97	100	109	100
	0 : 51 : 00	110	103	105	101	105	103	109	109	102	104	108	100
	0 : 54 : 00	119	110	117	114	113	104	107	101	104	102	104	100
	0 : 57 : 00	113	106	107	101	104	104	109	112	105	99	98	98
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	96	94	90	87	87	87	85	84	82	83	81	81
	1 : 03 : 00	81											

ภาคผนวก ฉ

ข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบในฤดูหนาว

ตารางที่ ฉ.1 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบขณะพักก่อนปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
18	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	75	72	73	75	72	74	76	74	74	75	72	73
	0 : 00 : 00	73	73	75	75	78	82	75	77	76	73	73	75
	0 : 00 : 00	80	83	79	76	75	75	77	73	75	80	83	79
	0 : 00 : 00	75	75	73	75	80	81	79	78	77	75	75	73
	0 : 00 : 00	75	75	80	84	82	82	80	78	76	75	75	80
	0 : 00 : 00	78	78	79	83	82	81	81	78	80	78	78	79
	0 : 00 : 00	75	74	75	75	73	75	70	73	76	75	74	75
	0 : 00 : 00	81	80	79	78	84	88	85	83	80	81	80	79
	0 : 00 : 00	76	79	82	80	75	81	78	74	77	76	79	82
	0 : 00 : 00	73	72	73	75	78	76	75	75	77	73	72	73
	0 : 00 : 00	79	78	80	83	82	81	82	80	83	79	78	80
	0 : 00 : 00	73	74	72	75	80	82	75	77	76	73	74	72
	0 : 00 : 00	74	71	76	77	80	75	70	70	74	74	71	76
	0 : 00 : 00	74	76	74	72	75	75	75	74	72	74	76	74
	0 : 00 : 00	74	78	75	75	78	81	79	77	76	74	78	75
	0 : 00 : 00	79	80	80	79	77	78	80	79	78	79	80	80
	0 : 00 : 00	74	73	72	75	72	70	68	74	71	74	73	72
	0 : 00 : 00	78	77	77	80	83	81	82	80	83	78	77	77
	0 : 00 : 00	75	72	73	75	72	74	76	74	74	75	72	73
	0 : 00 : 00	73	73	75	75	78	82	75	77	76	73	73	75
ขณะพักหลังหยุด	0 : 00 : 00	80	83	79	76	75	75	77	73	75	80	83	79
	0 : 00 : 00	75	75	73	75	80	81	79	78	77	75	75	73

ตารางที่ ฉ.2 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 1 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
18	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	85	89	91	92	95	91	96	97	93	101	105	109
	0 : 03 : 00	109	110	115	120	106	105	98	94	100	99	101	101
	0 : 06 : 00	107	104	103	102	100	105	99	101	101	104	100	101
	0 : 09 : 00	100	101	95	103	102	104	100	104	97	106	103	100
	0 : 12 : 00	98	102	104	96	99	100	100	103	104	100	102	98
	0 : 15 : 00	110	104	108	109	107	104	113	115	110	111	114	116
	0 : 18 : 00	103	103	100	103	106	105	102	98	101	109	102	108
	0 : 21 : 00	117	117	114	114	119	120	118	123	121	112	129	129
	0 : 24 : 00	124	117	122	121	117	110	100	101	105	105	107	103
	0 : 27 : 00	100	101	100	105	103	107	102	98	99	98	101	102
	0 : 30 : 00	105	102	103	102	102	99	96	98	101	101	98	95
	0 : 33 : 00	101	100	102	99	101	100	100	98	97	97	99	102
	0 : 36 : 00	97	97	99	103	109	113	103	100	99	98	104	108
	0 : 39 : 00	101	98	104	106	102	97	96	98	104	95	99	100
	0 : 42 : 00	100	106	108	108	109	107	108	105	109	105	107	106
	0 : 45 : 00	109	108	107	106	107	108	109	108	107	105	108	107
	0 : 48 : 00	108	109	108	109	103	101	100	98	96	95	99	94
	0 : 51 : 00	95	96	95	97	96	94	95	97	93	96	95	95
	0 : 54 : 00	95	95	92	92	93	95	95	96	96	102	107	109
	0 : 57 : 00	107	101	98	100	103	99	98	97	94	96	94	92
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	93	92	92	88	88	88	87	86	84	84	83	81
	1 : 03 : 00	81											

ตารางที่ ฉ.3 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 2 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
2	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	86	88	90	92	89	92	92	93	94	90	100	102
	0 : 03 : 00	96	92	92	98	99	98	102	104	105	106	105	104
	0 : 06 : 00	112	108	111	112	109	117	117	117	112	111	102	105
	0 : 09 : 00	97	107	118	106	112	108	98	104	105	118	118	113
	0 : 12 : 00	111	110	123	121	122	122	124	128	125	128	122	120
	0 : 15 : 00	123	120	124	122	127	124	122	119	121	120	122	124
	0 : 18 : 00	127	121	116	120	127	124	120	112	123	105	117	120
	0 : 21 : 00	111	108	115	112	114	118	114	114	125	117	115	117
	0 : 24 : 00	118	117	121	117	123	125	125	121	122	125	123	129
	0 : 27 : 00	117	122	118	121	119	112	120	128	109	112	117	119
	0 : 30 : 00	120	118	119	117	112	122	116	118	117	116	111	114
	0 : 33 : 00	115	115	114	113	118	115	120	117	117	117	117	115
	0 : 36 : 00	117	113	112	109	111	112	113	113	112	109	110	112
	0 : 39 : 00	112	110	113	114	113	112	108	107	105	109	119	117
	0 : 42 : 00	118	123	123	121	120	121	123	123	124	122	121	119
	0 : 45 : 00	119	116	120	116	116	115	116	124	124	118	114	123
	0 : 48 : 00	123	116	100	105	117	104	99	98	103	107	107	112
	0 : 51 : 00	112	99	104	103	98	101	103	92	85	90	100	114
	0 : 54 : 00	111	108	107	112	115	104	104	109	103	104	107	109
	0 : 57 : 00	103	102	112	105	104	101	103	100	101	99	103	102
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	103	100	100	98	96	94	93	92	92	91	90	91
	1 : 03 : 00	90											

ตารางที่ ฉ.4 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 3 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
3	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	90	94	95	94	99	102	96	97	99	105	104	106
	0 : 03 : 00	104	107	102	100	105	103	105	102	107	102	106	101
	0 : 06 : 00	114	117	114	111	119	117	119	117	115	112	116	112
	0 : 09 : 00	116	115	115	114	117	114	117	116	118	118	113	116
	0 : 12 : 00	118	121	120	119	116	112	113	115	112	113	114	116
	0 : 15 : 00	117	113	113	112	112	114	112	115	118	119	114	125
	0 : 18 : 00	128	123	126	127	128	123	127	124	124	128	130	132
	0 : 21 : 00	133	132	132	130	129	132	134	132	132	134	135	134
	0 : 24 : 00	141	146	142	142	141	136	132	132	132	130	130	135
	0 : 27 : 00	133	138	138	136	137	132	132	135	132	133	135	134
	0 : 30 : 00	134	134	131	135	134	134	135	130	133	137	137	135
	0 : 33 : 00	127	123	120	118	115	109	111	116	117	119	121	123
	0 : 36 : 00	132	131	129	128	126	123	126	127	126	131	130	128
	0 : 39 : 00	127	124	137	131	131	132	116	111	117	122	121	122
	0 : 42 : 00	123	120	130	131	130	128	127	126	125	120	120	116
	0 : 45 : 00	114	115	119	120	115	115	110	113	116	116	117	120
	0 : 48 : 00	120	117	116	115	117	112	116	113	114	117	105	102
	0 : 51 : 00	102	100	103	101	105	108	108	112	111	110	107	106
	0 : 54 : 00	107	109	109	114	113	116	119	119	118	118	120	115
	0 : 57 : 00	117	117	119	116	117	117	107	105	104	104	103	103
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	102	100	98	98	97	97	97	96	96	94	95	95
	1 : 03 : 00	93											

ตารางที่ ฉ.5 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 4 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
4	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	97	89	95	99	99	106	111	103	99	104	102	104
	0 : 03 : 00	102	103	103	103	101	103	113	115	117	114	106	104
	0 : 06 : 00	101	104	105	98	103	93	98	104	102	92	108	105
	0 : 09 : 00	105	113	112	114	111	110	114	115	110	108	107	105
	0 : 12 : 00	109	110	111	122	117	112	116	110	113	115	118	120
	0 : 15 : 00	113	109	113	100	116	117	110	99	97	100	109	100
	0 : 18 : 00	101	106	105	100	100	105	100	109	101	105	100	102
	0 : 21 : 00	115	113	118	111	105	102	103	109	106	104	97	101
	0 : 24 : 00	110	102	104	100	109	108	110	113	115	115	116	117
	0 : 27 : 00	115	118	118	124	119	115	110	106	101	117	119	115
	0 : 30 : 00	111	117	106	107	111	115	116	119	122	117	118	120
	0 : 33 : 00	116	120	115	114	113	114	109	106	104	102	104	116
	0 : 36 : 00	119	110	117	112	113	104	107	101	104	102	104	115
	0 : 39 : 00	111	100	106	113	93	101	93	104	102	117	112	117
	0 : 42 : 00	109	108	108	97	103	105	115	105	111	117	116	120
	0 : 45 : 00	113	112	116	108	104	109	103	118	119	114	120	116
	0 : 48 : 00	109	110	117	114	113	104	107	101	104	102	104	100
	0 : 51 : 00	110	103	105	101	105	103	109	109	102	104	108	100
	0 : 54 : 00	102	99	103	103	101	103	113	115	117	114	106	104
	0 : 57 : 00	111	105	106	107	111	113	106	109	112	107	102	96
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	97	96	96	94	90	90	90	89	88	87	86	85
	1 : 03 : 00	84											

ตารางที่ ฉ.6 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 5 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
5	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	83	92	92	95	95	97	96	96	84	84	91	99
	0 : 03 : 00	96	99	103	98	102	99	100	107	108	99	101	97
	0 : 06 : 00	103	106	92	99	114	106	93	90	110	107	111	109
	0 : 09 : 00	102	106	102	105	104	103	101	107	107	114	112	109
	0 : 12 : 00	114	113	108	114	110	107	108	106	105	103	97	105
	0 : 15 : 00	100	99	103	109	105	103	108	100	102	104	104	100
	0 : 18 : 00	102	110	110	103	103	95	98	103	103	103	102	98
	0 : 21 : 00	101	107	110	110	97	98	101	104	101	107	108	107
	0 : 24 : 00	112	110	111	109	116	114	113	115	108	118	115	109
	0 : 27 : 00	107	112	112	112	111	111	112	115	116	112	117	113
	0 : 30 : 00	109	107	112	108	100	98	96	94	99	103	110	105
	0 : 33 : 00	102	106	104	111	111	107	111	101	96	93	93	94
	0 : 36 : 00	93	95	97	97	106	111	111	114	108	111	111	112
	0 : 39 : 00	112	110	109	111	109	111	113	113	112	97	106	108
	0 : 42 : 00	111	111	112	105	107	104	99	103	101	105	108	103
	0 : 45 : 00	102	102	104	101	105	112	111	113	106	111	105	104
	0 : 48 : 00	97	108	104	100	103	94	98	104	103	104	102	101
	0 : 51 : 00	105	103	107	104	101	97	96	102	106	86	83	91
	0 : 54 : 00	105	101	96	100	101	105	106	108	97	102	98	102
	0 : 57 : 00	103	107	105	106	103	106	103	94	91	97	96	98
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	95	95	93	91	90	90	90	88	88	88	86	87
	1 : 03 : 00	85											

ตารางที่ ฉ.7 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 6 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
6	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	91	95	98	101	102	101	98	104	106	102	102	103
	0 : 03 : 00	103	101	100	105	103	107	102	104	105	104	107	104
	0 : 06 : 00	110	104	108	109	107	104	113	115	110	111	114	116
	0 : 09 : 00	113	111	110	108	106	105	102	103	101	109	102	108
	0 : 12 : 00	117	117	114	114	119	120	118	123	121	123	129	129
	0 : 15 : 00	139	135	134	136	133	134	133	134	130	131	125	125
	0 : 18 : 00	123	128	132	132	129	121	118	119	119	112	110	118
	0 : 21 : 00	116	116	114	112	110	107	105	105	106	104	103	105
	0 : 24 : 00	106	108	104	116	126	127	127	123	121	119	122	126
	0 : 27 : 00	124	124	119	116	116	119	114	119	117	123	125	124
	0 : 30 : 00	117	119	120	118	117	120	117	121	120	121	123	124
	0 : 33 : 00	123	127	124	124	118	108	120	124	126	125	119	117
	0 : 36 : 00	118	121	123	122	124	124	123	119	112	115	124	127
	0 : 39 : 00	124	117	122	121	117	115	112	117	115	115	117	113
	0 : 42 : 00	111	115	111	111	113	107	105	100	101	107	105	103
	0 : 45 : 00	98	100	99	102	103	107	102	96	98	111	118	116
	0 : 48 : 00	110	104	108	109	107	100	113	115	110	111	114	116
	0 : 51 : 00	103	94	100	103	106	105	102	98	101	109	102	108
	0 : 54 : 00	107	101	98	100	103	99	98	97	94	96	102	97
	0 : 57 : 00	105	111	109	105	107	103	100	97	95	100	99	100
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	98	99	98	98	97	96	96	94	93	92	90	89
	1 : 03 : 00	87											

ตารางที่ ฉ.8 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 7 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
7	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	76	77	83	84	83	86	84	81	84	85	91	84
	0 : 03 : 00	84	86	85	87	85	85	86	86	87	83	84	88
	0 : 06 : 00	92	92	90	91	93	90	94	92	96	95	101	104
	0 : 09 : 00	99	108	104	100	103	94	98	104	103	104	102	101
	0 : 12 : 00	105	103	107	104	101	97	96	102	106	86	83	91
	0 : 15 : 00	104	103	102	100	96	99	95	86	91	92	94	93
	0 : 18 : 00	94	98	96	107	103	103	100	99	99	89	94	96
	0 : 21 : 00	105	101	96	100	101	105	106	108	97	102	98	102
	0 : 24 : 00	113	107	105	106	113	116	103	104	101	97	86	88
	0 : 27 : 00	101	97	94	95	103	102	106	107	119	116	99	106
	0 : 30 : 00	99	97	99	97	97	100	99	98	101	95	107	100
	0 : 33 : 00	102	104	101	101	104	111	113	103	104	104	104	100
	0 : 36 : 00	103	100	103	103	106	114	118	124	118	111	111	112
	0 : 39 : 00	106	109	109	97	95	100	95	100	101	99	103	106
	0 : 42 : 00	104	111	106	111	108	104	100	119	121	119	122	123
	0 : 45 : 00	128	121	113	114	108	106	94	94	98	99	95	93
	0 : 48 : 00	97	96	100	94	102	109	116	122	123	128	122	121
	0 : 51 : 00	121	121	122	115	108	105	105	103	101	105	108	103
	0 : 54 : 00	102	102	104	101	105	112	111	113	106	111	105	104
	0 : 57 : 00	97	108	104	104	104	103	99	105	109	102	100	94
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	98	98	96	96	94	95	93	93	92	92	91	90
	1 : 03 : 00	90											

ตารางที่ ฉ.9 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 8 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
8	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	77	84	86	90	90	92	94	91	95	96	96	106
	0 : 03 : 00	111	115	113	111	113	114	114	114	112	111	112	113
	0 : 06 : 00	114	107	110	111	113	113	110	110	112	114	115	115
	0 : 09 : 00	119	116	120	116	116	115	116	124	124	118	114	123
	0 : 12 : 00	123	116	100	105	117	104	99	98	103	107	107	112
	0 : 15 : 00	112	99	104	103	98	101	103	102	105	100	100	114
	0 : 18 : 00	111	108	107	112	115	104	104	109	103	104	107	109
	0 : 21 : 00	112	108	111	112	109	117	117	117	112	111	102	105
	0 : 24 : 00	109	107	118	106	112	108	98	104	105	118	118	113
	0 : 27 : 00	111	110	123	121	122	122	124	128	125	128	122	120
	0 : 30 : 00	123	120	124	122	127	124	122	119	121	120	122	124
	0 : 33 : 00	127	121	116	120	127	124	120	112	123	105	117	120
	0 : 36 : 00	117	113	112	109	111	112	113	113	112	109	110	112
	0 : 39 : 00	112	110	113	114	113	112	108	107	105	109	119	117
	0 : 42 : 00	118	123	123	121	120	121	123	123	124	122	121	119
	0 : 45 : 00	111	108	115	112	114	118	114	114	125	117	115	117
	0 : 48 : 00	118	117	121	117	123	125	125	121	122	125	123	129
	0 : 51 : 00	117	122	118	121	119	112	120	128	109	112	117	119
	0 : 54 : 00	120	118	119	117	112	122	116	118	117	116	111	114
	0 : 57 : 00	116	117	112	113	112	112	111	105	102	105	104	107
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	106	105	104	101	100	100	97	95	95	93	93	92
	1 : 03 : 00	92											

ตารางที่ ฉ.10 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 9 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
9	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	91	96	99	99	99	101	109	115	111	112	115	114
	0 : 03 : 00	116	106	104	103	102	111	108	116	102	106	108	111
	0 : 06 : 00	110	104	105	108	107	109	101	103	108	107	109	98
	0 : 09 : 00	105	109	103	102	113	109	98	100	104	106	111	127
	0 : 12 : 00	127	130	122	122	118	112	116	114	118	120	117	116
	0 : 15 : 00	106	116	104	99	112	116	106	114	106	106	110	101
	0 : 18 : 00	108	105	108	108	107	98	98	98	103	105	113	100
	0 : 21 : 00	102	107	100	104	102	102	99	104	102	106	102	103
	0 : 24 : 00	101	103	104	102	102	104	104	107	109	110	111	102
	0 : 27 : 00	110	118	107	107	104	102	101	106	104	108	101	103
	0 : 30 : 00	108	106	111	100	98	100	104	107	102	99	110	103
	0 : 33 : 00	109	106	101	105	110	103	101	106	104	113	105	102
	0 : 36 : 00	111	108	103	97	99	105	104	100	106	116	105	113
	0 : 39 : 00	100	104	101	112	118	105	114	126	115	105	99	100
	0 : 42 : 00	114	101	114	106	107	111	107	109	96	106	116	107
	0 : 45 : 00	102	107	107	114	108	109	117	125	105	96	96	101
	0 : 48 : 00	103	110	107	105	104	104	113	106	103	101	109	104
	0 : 51 : 00	98	103	108	126	106	110	112	114	100	105	106	101
	0 : 54 : 00	112	107	111	112	120	115	110	107	104	109	116	118
	0 : 57 : 00	120	109	109	109	114	117	116	112	115	113	116	114
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	112	110	107	106	103	100	99	98	96	97	96	95
	1 : 03 : 00	95											

ตารางที่ ฉ.11 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 10 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
10	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	88	95	98	100	100	97	103	102	98	100	102	107
	0 : 03 : 00	109	119	120	120	121	121	122	122	123	123	124	118
	0 : 06 : 00	107	108	109	109	109	111	112	114	110	109	108	109
	0 : 09 : 00	110	116	116	116	116	116	118	117	117	117	116	116
	0 : 12 : 00	116	116	115	115	115	115	114	114	114	114	114	120
	0 : 15 : 00	122	124	126	131	131	132	132	131	131	130	130	129
	0 : 18 : 00	129	128	128	127	127	126	126	125	125	125	125	124
	0 : 21 : 00	124	124	124	122	120	120	120	120	120	123	124	125
	0 : 24 : 00	129	126	131	121	120	118	117	119	121	122	117	117
	0 : 27 : 00	117	117	117	116	116	115	115	115	115	115	115	114
	0 : 30 : 00	114	114	114	114	110	109	113	113	112	116	113	118
	0 : 33 : 00	116	109	100	97	100	102	100	101	99	102	100	102
	0 : 36 : 00	101	105	122	120	118	115	115	115	115	121	113	114
	0 : 39 : 00	115	113	114	116	117	140	116	114	112	113	115	113
	0 : 42 : 00	127	120	118	114	116	118	118	120	123	123	124	119
	0 : 45 : 00	114	120	120	118	116	114	113	112	110	112	112	116
	0 : 48 : 00	113	110	110	109	111	111	113	115	116	116	114	113
	0 : 51 : 00	117	117	119	112	109	109	110	111	110	113	109	106
	0 : 54 : 00	114	114	110	114	113	114	113	112	110	112	112	116
	0 : 57 : 00	113	110	110	109	111	111	113	111	110	110	106	105
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	104	100	98	98	97	97	96	96	94	93	92	92
	1 : 03 : 00	90											

ตารางที่ ฉ.12 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 11 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
11	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	90	97	99	93	92	99	96	108	97	98	106	96
	0 : 03 : 00	100	107	105	102	111	115	116	113	104	99	92	102
	0 : 06 : 00	107	124	117	121	121	108	111	111	113	105	108	118
	0 : 09 : 00	120	114	105	110	110	110	102	104	109	102	108	103
	0 : 12 : 00	97	106	104	98	97	100	99	114	105	107	112	103
	0 : 15 : 00	105	99	108	99	109	95	96	99	93	98	95	103
	0 : 18 : 00	101	106	117	114	110	112	127	122	118	111	118	115
	0 : 21 : 00	105	109	101	111	121	122	125	133	130	120	116	116
	0 : 24 : 00	112	112	117	116	126	118	123	111	103	105	101	106
	0 : 27 : 00	101	106	102	102	101	98	102	119	106	105	103	99
	0 : 30 : 00	104	100	103	100	102	105	101	108	129	95	117	124
	0 : 33 : 00	118	128	127	129	129	129	128	127	130	129	132	124
	0 : 36 : 00	123	124	112	95	92	94	95	108	114	121	128	131
	0 : 39 : 00	129	126	124	123	114	101	106	120	116	115	120	129
	0 : 42 : 00	128	126	121	122	129	129	130	131	127	125	129	128
	0 : 45 : 00	128	133	138	130	117	118	109	119	120	108	124	122
	0 : 48 : 00	129	127	126	124	124	122	127	124	122	119	122	127
	0 : 51 : 00	126	127	133	131	132	129	127	126	123	127	122	108
	0 : 54 : 00	117	117	118	115	120	113	103	114	101	104	103	95
	0 : 57 : 00	106	93	108	113	101	104	105	106	106	108	101	105
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	105	100	100	96	95	95	93	93	92	92	91	90
	1 : 03 : 00	90											

ตารางที่ ฉ.13 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 12 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
12	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	91	91	96	98	99	96	96	95	98	100	97	97
	0 : 03 : 00	106	106	103	106	104	113	116	116	111	113	115	113
	0 : 06 : 00	108	110	109	112	110	110	114	108	111	109	110	112
	0 : 09 : 00	108	107	113	109	108	111	108	121	125	126	113	110
	0 : 12 : 00	109	110	113	115	119	120	114	109	106	105	110	112
	0 : 15 : 00	114	112	111	109	112	113	113	112	110	110	113	114
	0 : 18 : 00	109	111	105	112	114	117	114	100	111	107	106	106
	0 : 21 : 00	108	111	103	99	96	108	96	99	105	105	109	108
	0 : 24 : 00	119	106	105	116	114	111	109	105	101	108	106	115
	0 : 27 : 00	116	109	109	113	113	110	109	107	105	104	107	103
	0 : 30 : 00	103	105	105	107	107	108	109	106	107	104	103	103
	0 : 33 : 00	104	103	105	107	106	103	112	112	114	113	115	111
	0 : 36 : 00	101	105	102	102	107	102	102	106	111	113	108	108
	0 : 39 : 00	104	104	103	107	102	105	101	103	103	104	106	105
	0 : 42 : 00	102	106	103	111	118	120	109	109	107	104	102	104
	0 : 45 : 00	100	103	113	111	108	107	100	107	106	101	108	100
	0 : 48 : 00	111	113	116	114	110	112	112	110	110	111	114	111
	0 : 51 : 00	112	112	117	118	112	114	123	118	119	123	123	125
	0 : 54 : 00	119	117	117	115	116	119	109	115	110	108	107	112
	0 : 57 : 00	112	116	107	107	106	105	107	105	103	98	100	100
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	100	98	97	95	93	91	91	90	90	89	88	88
	1 : 03 : 00	86											

ตารางที่ ฉ.14 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 13 ขณะปฏิบัติงานและขณะพัก หลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
13	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	87	91	96	105	95	98	100	105	104	105	105	106
	0 : 03 : 00	107	108	106	110	104	104	108	102	105	108	112	115
	0 : 06 : 00	114	124	126	121	122	128	128	130	130	129	123	119
	0 : 09 : 00	121	126	124	116	122	123	126	126	130	124	125	128
	0 : 12 : 00	126	131	129	129	131	133	133	127	119	114	118	127
	0 : 15 : 00	124	123	121	120	119	123	124	126	126	124	127	126
	0 : 18 : 00	126	125	123	124	124	123	124	127	127	121	123	124
	0 : 21 : 00	118	124	126	121	121	123	120	124	122	121	125	125
	0 : 24 : 00	118	123	116	121	120	123	116	116	119	123	124	132
	0 : 27 : 00	122	121	125	125	121	128	124	125	124	124	123	121
	0 : 30 : 00	121	126	129	126	123	120	123	122	120	124	124	127
	0 : 33 : 00	133	136	131	137	133	131	133	138	135	128	126	125
	0 : 36 : 00	131	136	136	138	137	135	135	132	131	129	126	127
	0 : 39 : 00	127	128	127	127	127	129	128	128	128	129	128	130
	0 : 42 : 00	132	123	123	127	130	127	125	128	126	125	123	121
	0 : 45 : 00	120	115	119	116	120	125	120	120	121	126	123	123
	0 : 48 : 00	121	122	119	119	119	123	120	108	115	117	118	120
	0 : 51 : 00	121	121	122	120	117	121	117	122	115	116	114	114
	0 : 54 : 00	112	110	107	111	113	116	109	109	110	114	112	111
	0 : 57 : 00	113	117	115	113	110	113	109	108	105	106	112	111
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	105	105	103	100	96	96	97	96	94	93	92	92
	1 : 03 : 00	91											

ตารางที่ ฉ.15 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 14 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
14	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	88	87	97	94	96	97	95	95	101	99	97	101
	0 : 03 : 00	107	109	110	115	117	120	117	121	120	121	123	124
	0 : 06 : 00	123	127	124	124	118	108	120	124	126	125	119	117
	0 : 09 : 00	118	121	123	122	124	124	123	119	112	115	124	127
	0 : 12 : 00	129	132	135	134	123	130	127	125	130	135	138	141
	0 : 15 : 00	139	135	134	136	133	134	133	134	130	131	125	125
	0 : 18 : 00	123	128	132	132	129	121	118	119	119	112	110	118
	0 : 21 : 00	116	107	106	107	103	107	105	105	106	104	103	99
	0 : 24 : 00	100	101	105	103	102	104	100	104	97	106	103	100
	0 : 27 : 00	103	101	100	105	103	107	102	98	99	98	101	102
	0 : 30 : 00	110	104	108	109	107	104	113	115	110	111	114	116
	0 : 33 : 00	103	103	100	103	106	105	102	98	101	109	102	108
	0 : 36 : 00	117	117	114	114	119	120	118	123	121	112	129	129
	0 : 39 : 00	124	117	122	121	117	115	112	107	105	105	107	103
	0 : 42 : 00	107	104	103	102	100	105	99	101	101	104	100	101
	0 : 45 : 00	101	98	104	106	102	103	106	104	104	102	99	100
	0 : 48 : 00	100	106	108	108	109	107	108	105	109	105	107	106
	0 : 51 : 00	109	108	107	106	107	108	109	108	107	105	108	107
	0 : 54 : 00	108	109	108	109	103	101	100	103	102	102	103	99
	0 : 57 : 00	106	107	106	107	103	105	105	105	106	103	103	101
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	101	98	97	96	95	94	93	93	91	88	86	85
	1 : 03 : 00	85											

ตารางที่ ฉ.16 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 15 ขณะปฏิบัติงานและขณะพัก หลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
15	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	92	96	88	100	111	111	103	108	108	105	99	102
	0 : 03 : 00	105	100	101	100	108	117	125	123	121	120	128	126
	0 : 06 : 00	124	123	121	129	131	123	124	126	108	109	109	109
	0 : 09 : 00	109	119	120	120	121	121	122	122	123	123	124	118
	0 : 12 : 00	107	108	109	109	109	111	112	114	110	109	108	109
	0 : 15 : 00	110	116	116	116	116	116	118	117	117	117	116	116
	0 : 18 : 00	116	116	115	115	115	115	114	114	114	114	114	120
	0 : 21 : 00	120	120	120	119	118	117	116	115	114	114	114	114
	0 : 24 : 00	114	114	116	116	116	116	112	112	115	115	114	118
	0 : 27 : 00	118	117	117	117	117	119	119	117	117	118	116	116
	0 : 30 : 00	114	113	113	110	110	110	113	114	112	114	114	111
	0 : 33 : 00	114	114	111	116	113	112	110	111	111	117	111	112
	0 : 36 : 00	114	114	115	114	112	114	112	111	114	110	110	113
	0 : 39 : 00	114	114	110	110	109	109	113	112	114	110	112	108
	0 : 42 : 00	110	115	115	119	121	115	115	110	111	110	110	114
	0 : 45 : 00	121	121	120	117	116	116	116	116	112	114	116	116
	0 : 48 : 00	116	117	121	118	118	120	120	126	121	117	115	115
	0 : 51 : 00	113	117	121	119	121	120	112	114	116	119	113	112
	0 : 54 : 00	120	116	116	113	113	116	110	111	112	112	114	115
	0 : 57 : 00	119	116	114	113	110	110	110	111	111	108	105	102
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	105	102	99	96	92	92	91	90	90	89	89	87
	1 : 03 : 00	86											

ตารางที่ ฉ.17 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 16 ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
16	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	87	99	93	103	107	104	102	102	102	102	97	106
	0 : 03 : 00	105	110	115	109	113	108	99	102	104	92	103	104
	0 : 06 : 00	105	95	97	97	106	100	103	103	109	102	105	110
	0 : 09 : 00	108	97	98	92	91	96	97	109	102	98	113	113
	0 : 12 : 00	115	113	108	114	110	107	108	106	105	103	97	105
	0 : 15 : 00	99	99	103	109	107	103	108	100	97	104	104	100
	0 : 18 : 00	102	110	110	103	103	95	98	103	103	103	102	98
	0 : 21 : 00	96	99	103	98	102	99	100	107	108	99	101	95
	0 : 24 : 00	103	106	92	99	114	106	93	90	110	117	111	109
	0 : 27 : 00	111	116	122	115	114	123	101	107	107	114	112	109
	0 : 30 : 00	110	107	112	108	97	93	96	94	99	103	120	115
	0 : 33 : 00	111	116	114	111	111	107	111	101	86	93	91	94
	0 : 36 : 00	95	89	90	90	102	94	85	94	106	103	100	99
	0 : 39 : 00	102	107	110	110	97	98	101	104	101	107	108	107
	0 : 42 : 00	113	110	111	120	116	114	113	115	108	118	115	109
	0 : 45 : 00	108	112	112	112	111	111	112	115	116	112	117	113
	0 : 48 : 00	113	106	109	105	110	106	103	104	110	115	119	118
	0 : 51 : 00	118	115	114	110	114	115	120	114	113	114	117	119
	0 : 54 : 00	109	111	116	114	113	123	118	118	119	115	113	114
	0 : 57 : 00	112	113	109	113	117	113	110	108	107	108	106	110
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	105	105	103	98	98	97	97	96	94	93	93	91
	1 : 03 : 00	91											

ตารางที่ ฉ.18 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 17 ขณะปฏิบัติงานและขณะพัก หลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
17	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	90	93	90	100	95	93	97	91	95	98	102	104
	0 : 03 : 00	115	111	113	113	111	115	111	120	117	119	116	116
	0 : 06 : 00	116	112	123	125	127	120	113	116	115	118	117	118
	0 : 09 : 00	113	108	111	111	110	115	110	108	110	107	107	113
	0 : 12 : 00	115	116	109	111	109	113	111	119	117	112	131	124
	0 : 15 : 00	111	115	119	117	115	115	121	128	120	121	128	125
	0 : 18 : 00	120	122	119	120	117	116	121	115	113	116	111	112
	0 : 21 : 00	110	114	115	111	115	114	115	113	114	116	110	111
	0 : 24 : 00	112	113	107	111	111	110	107	112	108	112	109	110
	0 : 27 : 00	113	105	117	114	109	120	114	109	112	114	111	113
	0 : 30 : 00	110	106	108	112	111	115	117	115	117	115	114	115
	0 : 33 : 00	128	125	123	124	126	122	119	125	117	114	113	118
	0 : 36 : 00	121	120	118	127	126	129	132	134	142	138	132	127
	0 : 39 : 00	124	121	117	114	117	113	116	116	118	116	116	113
	0 : 42 : 00	121	125	121	126	126	135	141	145	143	133	138	124
	0 : 45 : 00	130	131	129	124	126	135	127	127	120	126	123	106
	0 : 48 : 00	111	112	105	116	109	107	107	107	108	100	91	91
	0 : 51 : 00	115	111	113	113	111	115	111	120	117	119	116	116
	0 : 54 : 00	108	108	99	106	107	102	104	106	107	109	110	108
	0 : 57 : 00	104	108	106	104	108	110	110	107	110	110	109	105
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	103	100	98	95	93	93	91	90	90	90	89	88
	1 : 03 : 00	87											

ตารางที่ ฉ.19 อัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบคนที่ 18 ขณะปฏิบัติงานและขณะพัก หลังจากการหยุดปฏิบัติงาน (ฤดูหนาว)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)												
18	เวลา	+0 : 00	+0 : 15	+0 : 30	+0 : 45	+1 : 00	+1 : 15	+1 : 30	+1 : 45	+2 : 00	+2 : 15	+2 : 30	+2 : 45
ขณะปฏิบัติงาน	0 : 00 : 00	87	99	93	103	107	104	102	102	102	102	97	106
	0 : 03 : 00	105	110	115	109	113	108	99	102	104	92	103	104
	0 : 06 : 00	105	95	97	97	106	100	103	103	109	102	105	110
	0 : 09 : 00	108	97	98	92	91	96	97	109	102	98	113	113
	0 : 12 : 00	111	113	108	114	110	107	108	106	105	103	97	105
	0 : 15 : 00	109	111	116	114	113	113	118	118	119	115	113	114
	0 : 18 : 00	112	113	109	103	107	113	110	108	107	108	106	110
	0 : 21 : 00	115	110	116	116	119	112	116	115	117	108	109	108
	0 : 24 : 00	103	106	92	99	114	106	93	90	110	117	121	119
	0 : 27 : 00	111	116	112	115	114	113	101	107	107	114	112	109
	0 : 30 : 00	110	107	112	108	97	93	96	94	99	103	120	115
	0 : 33 : 00	111	106	104	106	111	107	103	101	96	93	91	94
	0 : 36 : 00	114	114	108	96	94	98	95	94	106	103	100	99
	0 : 39 : 00	102	107	110	110	107	108	111	114	111	117	118	117
	0 : 42 : 00	113	110	111	120	116	114	113	115	108	118	115	119
	0 : 45 : 00	118	122	112	112	111	111	112	115	116	112	117	113
	0 : 48 : 00	106	106	109	105	110	106	103	104	104	108	109	108
	0 : 51 : 00	108	105	104	110	114	115	110	114	113	114	117	109
	0 : 54 : 00	110	112	114	108	115	119	115	112	117	114	117	116
	0 : 57 : 00	114	103	100	98	97	99	106	102	102	96	91	95
ขณะพักหลังหยุด	1 : 00 : 00	97	95	95	94	94	93	92	92	90	90	89	89
	1 : 03 : 00	88											

ภาคผนวก ช

ข้อมูลระดับการทำงานของกล้ามเนื้อ (% ของค่าสูงสุด)

ตารางที่ ช.1 ค่าระดับการทำงานของกล้ามเนื้อต่าง ๆ ในขณะยืนสะพายเครื่องตัดหญ้าแบบข้อแข็งและข้ออ่อน

ขณะยืน	หลังส่วนล่างซ้าย (% ของค่าสูงสุด)		หลังส่วนล่างขวา (% ของค่าสูงสุด)		หลังส่วนบนขวา (% ของค่าสูงสุด)		เฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส (%ของค่าสูงสุด)	
ผู้ถูกทดสอบ	ข้ออ่อน	ข้อแข็ง	ข้ออ่อน	ข้อแข็ง	ข้ออ่อน	ข้อแข็ง	ข้ออ่อน	ข้อแข็ง
1	0.90	2.70	9.92	30.53	13.86	22.10	39.51	1.82
2	0.00	22.40	9.85	31.53	15.24	1.83	7.85	1.01
3	6.52	4.35	7.58	24.24	3.70	15.74	22.60	17.51
4	12.30	0.77	5.50	9.17	9.86	21.13	5.56	0.83
5	1.77	0.89	1.04	33.33	13.79	8.62	10.40	0.95
6	0.00	1.35	1.35	20.27	2.91	7.08	3.81	1.43
7	12.29	0.56	1.83	5.49	10.00	16.67	13.92	3.66
8	20.45	25.00	38.96	44.16	13.89	12.50	16.10	14.41
9	11.06	3.10	2.34	12.87	12.68	15.49	8.93	5.00
10	1.79	0.00	12.00	16.00	4.05	10.81	5.68	0.44
11	2.11	4.93	0.67	18.00	2.75	9.35	11.47	14.34
12	1.39	0.00	1.30	14.29	18.52	3.70	13.91	3.04
13	5.44	4.76	22.12	37.17	16.67	16.67	8.22	3.19
14	2.56	3.84	9.71	27.18	17.19	4.69	6.39	2.28
15	0.00	2.38	4.23	23.94	4.96	11.41	2.21	0.74
16	20.90	8.96	40.86	41.94	7.69	3.85	9.18	0.97
17	6.58	19.75	8.96	5.22	6.62	21.32	10.83	12.50
18	5.17	12.93	1.33	1.99	3.72	13.30	7.16	1.30
เฉลี่ย	6.18	6.59	9.98	22.07	9.89	12.01	11.32	4.75
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6.66	8.00	12.18	12.75	5.46	6.33	8.53	5.66

ตารางที่ ช.2 ค่าระดับการทำงานของกล้ามเนื้อต่าง ๆ ขณะปฏิบัติงานตัดหญ้าในการสะพายเครื่องตัดหญ้าแบบข้อแข็งและข้ออ่อน

ขณะปฏิบัติงาน	หลังส่วนล่างซ้าย (% ของค่าสูงสุด)		หลังส่วนล่างขวา (% ของค่าสูงสุด)		หลังส่วนบนขวา (% ของค่าสูงสุด)		เฟลกเซอร์คาร์ไพเรเดียลิส (% ของค่าสูงสุด)	
ผู้ถูกทดสอบ	ข้ออ่อน	ข้อแข็ง	ข้ออ่อน	ข้อแข็ง	ข้ออ่อน	ข้อแข็ง	ข้ออ่อน	ข้อแข็ง
1	11.71	18.92	29.77	58.78	10.86	7.12	27.05	8.21
2	15.63	43.75	23.64	43.84	15.24	11.59	16.20	1.27
3	39.13	32.61	30.30	46.97	17.59	27.78	16.38	10.73
4	16.15	16.15	19.27	38.53	64.08	39.44	10.56	2.50
5	28.31	36.28	40.63	79.16	24.14	39.65	7.09	7.56
6	9.46	17.57	18.92	64.86	15.83	24.16	10.48	3.81
7	24.02	27.93	18.90	35.37	15.00	40.00	17.95	9.89
8	31.82	42.05	40.26	85.71	15.27	22.22	38.14	10.17
9	26.99	29.20	39.18	53.22	53.52	61.97	25.00	9.29
10	17.86	23.21	26.00	44.00	12.16	25.68	16.16	7.42
11	17.61	23.24	10.67	43.33	10.44	12.64	10.04	7.53
12	12.50	13.89	7.79	44.16	16.67	53.70	13.04	16.09
13	23.13	31.97	44.25	50.44	54.17	66.67	22.37	9.59
14	21.79	34.62	43.69	43.69	22.66	20.31	26.02	10.05
15	5.56	13.49	28.17	38.03	13.40	10.42	9.19	5.15
16	43.28	46.27	53.76	59.14	17.95	47.44	14.01	7.73
17	9.05	25.51	19.70	22.69	22.05	12.50	19.17	11.25
18	12.07	25.00	13.32	16.64	10.10	18.61	7.78	3.46
เฉลี่ย	20.34	27.87	28.23	48.25	22.84	30.10	17.04	7.87
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	10.47	10.09	13.01	17.17	16.46	18.33	8.15	3.62

ภาคผนวก ซ

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์และเผยแพร่

รายชื่อบทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

พรศิริ จงกล และ นพฉัตร วิริยานุกูล. (2551). ***การสืบค้นความเครียดทางสรีรวิทยาจากการตัดหญ้า***. วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ., pp, 25-32

Noppachat Wiriyanukul and Pornsiri Jongkol. (2008). ***An Evaluation of Physiological Strain From Lawn Mowing***. The 9th Southeast Asian Ergonomics Society Conference 2008 (SEAES 2008). Achieving Organization Goals with Ergonomics: From Theories to Application & From Researchers to Practitioners. Grand Mercure Fortune Bangkok, Thailand; 22-24 October.

ประวัติผู้เขียน

นายนพฉัตร วิริยานุกูล เกิดเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2524 ที่โรงพยาบาลพิจิตร จังหวัดพิจิตร เริ่มการศึกษาระดับประถมศึกษาที่โรงเรียนอนุบาลพิจิตร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิจิตรพิทยาคม จังหวัดพิจิตร เมื่อปี พ.ศ. 2542 ภายหลังได้สอบเข้าเรียนต่อในระดับอุดมศึกษาที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ปีการศึกษา พ.ศ. 2543 ในสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สำเร็จการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2548 ภายหลังสำเร็จการศึกษาได้เข้าทำงานในตำแหน่งเจ้าหน้าที่วางแผนและพัฒนากระบวนการ บริษัท ซี. พี. ค้าปลีกและการตลาด จำกัด จังหวัดกรุงเทพมหานคร เป็นเวลา 2 ปี โดยรับผิดชอบในการปรับปรุงไลน์การผลิตและลดต้นทุนการผลิต จากนั้นมีความสนใจและเล็งเห็นความสำคัญในการหาความรู้เพิ่มเติมในด้านวิศวกรรมอุตสาหการ จึงได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปีการศึกษา 2550