ผลกระทบของสภาพการทำงานและพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของสตรีที่ยืนทำงานแบบไม่สมดุลเป็นเวลานาน

นายวทัญญู จูเกษม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2559

EFFECTS OF WORKING CONDITIONS AND SELF-CARE BEHAVIORS OF PROLONGED AND UNBALANCED STANDING FEMALE WORKERS

Vatanyoo Jukasem

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineer in Industrial Engineering

Suranaree University of Technology

Academic Year 2016

ผลกระทบของสภาพการทำงานและพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของสตรีที่ยืนทำงานแบบไม่สมดุลเป็นเวลานาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผศ. ดร.ปวีร์ ศิริรักษ์)
ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร.วีรชัย อาจหาญ)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(รศ. ดร.พรศิริ จงกล)
กรรมการ

(รศ. ดร.นิวิท เจริญใจ)
กรรมการ

(อ. ดร.นรา สมัตถภาพงศ์)
กรรมการ

(ศ. ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรม

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วทัญญู จูเกษม : ผลกระทบของสภาพการทำงานและพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของสตรีที่ยืนทำงานแบบไม่สมดุลเป็นเวลานาน (EFFECTS OF WORKING CONDITIONS AND SELF-CARE BEHAVIORS OF PROLONGED AND UNBALANCED STANDING FEMALE WORKERS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรชัย อาจหาญ, 89 หน้า.

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความไม่สบายของขาขณะยืนทำงาน 2) ประเมินความไม่สบายขณะยืนทำงานของผู้ถูกทดสอบ และ 3) หาแนวทางในการลดความเมื่อยล้าและความไม่สบายจากการยืนทำงาน โดยใช้เครื่องมือวัดดังนี้ คือ 1) เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) 2) เครื่องวัดความดันโลหิต (Blood Pressure) 3) เครื่องวัดการบวมของขา (Lower Extremities Volume) และ 4) ใช้แบบสอบถามความเมื่อยล้า เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นระหว่างการยืนทำงานในท่าทางการยืนทำงานกับช่วงเวลาการยืน การทดลองนี้มีตัวแปรอิสระมี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้ามี 3 ระดับ (Level) คือ 1) การวางตำแหน่งของเท้าทั้งสองข้างเสมอกัน 2) การวางตำแหน่งของเท้าที่วางเยื้องกัน และ 3) การวางตำแหน่งที่วางเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุมเครื่องจักร ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาการยืนทำงาน มี 2 ระดับ คือ 1) ยืน 2 ชั่วโมงแบบไม่มีการพัก 2) ยืน 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง ตัวแปรตามคือ อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต การบวมของขา และความรู้สึกไม่สบายของการยืนทำงาน

ผลการศึกษาของผู้ถูกทดสอบทั้งหมด 30 คน ที่เป็นเพศหญิงมีอายุอยู่ระหว่าง 21-33 ปี พบว่า ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้าทั้ง 3 แบบมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญ ผลการวิเคราะห์ความเมื่อยล้าและความยาก-ง่ายของการยืน พบว่าการยืนเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมงแบบไม่มีการนั่งพักผู้ถูกทดสอบให้คะแนนความเมื่อยล้ามากกว่าการยืน 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง ในลักษณะการยืนพบว่าการยืนในลักษณะเท้าเสมอกันผู้ถูกทดสอบให้คะแนนความเมื่อยล้ามากที่สุด และในส่วนของการสอบถามถึงความยาก-ง่ายของลักษณะท่าทางการยืนพบว่า ผู้ถูกทดสอบให้คะแนนการยืนลักษณะเท้าเยื้องกันเป็นท่าทางการยืนที่ยืนง่ายที่สุด โดยระบุว่าการยืนในลักษณะนี้เป็นการยืนที่ทรงตัวได้ง่ายกว่าท่าทางอื่น ๆ

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนักศึกษา วทัญญู จูเกษม

ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

VATANYOO JUKASEM : EFFECTS OF WORKING CONDITIONS AND SELF-CARE BEHAVIORS OF PROLONGED AND UNBALANCED STANDING FEMALE WORKERS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. WEERACHAI ARJHARN, Ph.D., 89 PP.

HEART RATE/BLOOD PRESSURE/LOWER EXTREMITIES VOLUME/ STANDING WORK

The objectives of this experimental study are 1) study factors affecting discomfort during standing work, 2) to evaluate discomfort level during standing work, and 3) to find way for reducing discomfort during standing work. The equipment used in this study are 1) heart rate monitor, 2) blood pressure monitor, 3) lower extremities volume measuring tape, and 4) questionnaire. There are two factors in the experiment: 1) foot position at 3 levels (parallel foot position, offset foot position, and offset foot position with stepping on machine control), and 2) standing period at 2 levels (standing for two hours without break, and standing for two hours with a five-minute break after the first hour). The responses are heart rate, blood pressure, lower extremities volume of both legs, and discomfort score. The subjects are 30 women with the age of 21-33 years old.

The results show that foot position affects the heart rate after standing for two hours. The discomfort score obtained from standing for two hours without break is greater than that with a five-minute break after the first hour. Considering foot position,

parallel foot position shows highest discomfort score. Based on the opinion of the subjects, offset foot position is the easiest standing position since it provides stability the most.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Industrial Engineering

Academic Year 2016

Student's Signature Vatanyou Jukasem

Advisor's Signature

Co-Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตากรุณาอย่างสูงจากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรชัย อาจหาญ และท่านรองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ จงกล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งให้โอกาสทางการศึกษา ให้ความรู้ทางวิชาการ และให้คำแนะนำในด้านต่าง ๆ คอยดูแลด้วยความเอาใจใส่ เป็นแรงกระตุ้นในการเรียนและการทำงาน ตลอดจนเสียสละเวลาที่มีค่าในการช่วยปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ท่านรองศาสตราจารย์ ดร.นิวิท เจริญใจ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาในการทำงานวิจัย และให้ข้อคิดคำแนะนำในด้านต่าง ๆ

ขอกราบขอบพระคุณ ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชัย จิตตะมัย ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปภากร พิทยชวาล ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีร์ ศิริรักษ์ และท่านอาจารย์ ดร.นรา สมัตถภาพงศ์ ที่เป็นผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ อบรมสั่งสอน ให้ข้อคิดและคำแนะนำต่าง ๆ ทั้งด้านการศึกษาและการดำเนินชีวิต ความคิด ศีลธรรมจรรยา ทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินชีวิตได้ในทางที่ถูกต้อง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณจำนงค์ ผายสระน้อย และ คุณโกวิทย์ แถมเกษม ที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือตลอดการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณอาสาสมัคร 21 คน ที่ได้ให้ความร่วมมือและให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เอื้อต่อการทำงานวิจัย จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และทุกคนในครอบครัวที่ให้การอุปการะเลี้ยงดู อบรมสั่งสอน และคอยเป็นกำลังใจให้ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ จนเป็นผลทำให้ประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

วทัญญู จูเกษม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ง

สารบัญ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญรูป ..... ญ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตงานวิจัย 2

1.4 กรอบแนวความคิดของงานวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 3

2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 การยืนทำงาน 4

2.1.1 อัตราการเต้นของหัวใจ 5

2.1.2 การบวมของขา 5

2.1.3 ความดันโลหิต 6

2.2 การออกแบบการทดลอง 8

2.3 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 9

3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 12

3.1 การวิจัยเชิงสำรวจ 12

3.2 การวิจัยโดยทำการทดลอง 12

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.1 การเตรียมการทดลอง 13
3.2.2 การออกแบบการทดลอง 13
3.2.3 วิธีดำเนินงานวิจัย 17
3.2.4 การบันทึกข้อมูล 18
3.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 22
4 ผลการศึกษา 23
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปและพฤติกรรมการดูแลตนเองเอง ของผู้ถูกทดสอบ 23
4.2 ผลการทดลอง 23
4.2.1 การวิเคราะห์ผลกระทบจากการยืนทำงาน จากอัตราการเต้นของหัวใจ 23
4.2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากอัตราการเต้นของหัวใจ 32
4.2.3 การวิเคราะห์ผลกระทบจากการยืนทำงาน จากความดันโลหิต 35
4.2.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากความดันโลหิต 43
4.2.5 การวิเคราะห์ผลกระทบจากการยืนทำงาน จากการบวมของขาบริเวณน่อง 45
4.2.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากการบวมของขา 51
4.3 ผลการวิเคราะห์ความเมื่อยล้าจากการยืนและความยากง่ายของการยืน 52
4.4 การสอบถามพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของพนักงานที่ทำงานในโรงงาน อุตสาหกรรม 54
5 สรุปผล 55
5.1 สรุปผลการวิจัย 55
5.2 การนำผลไปใช้ในทางปฏิบัติ 56
5.3 ข้อเสนอแนะในการทำงานวิจัยครั้งต่อไป 56

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รายการอ้างอิง.....57
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก แบบสอบถามเพื่อการวิจัยผลกระทบของสภาพการทำงานและพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของสตรีที่ยืนทำงานแบบไม่สมดุลเป็นเวลานาน.....60
ภาคผนวก ข ผลการทดสอบความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวความดันโลหิต และการบวมของขา.....75
ภาคผนวก ค รายชื่อบทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่.....82
ประวัติผู้วิจัย.....89

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตารางจำแนกความดันโลหิตสำหรับผู้ใหญ่ 6
3.1 ตารางบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ 18
3.2 ตารางบันทึกข้อมูลความดันโลหิต 19
3.3 ตารางบันทึกข้อมูลการบวมของขา 20
3.4 เกณฑ์การให้คะแนนความเมื่อยล้าจากการยืนทำงาน 21
3.5 เกณฑ์การให้คะแนนความยาก-ง่ายในการรับรู้ของลักษณะท่าทางการยืน 21
4.1 ค่าอัตราการเต้นของหัวใจของการยืน 2 ชั่วโมงแบบไม่มีการพัก 26
4.2 ค่าอัตราการเต้นของหัวใจของการยืน 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาที เมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง 29
4.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ เมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง 33
4.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ เมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง 34
4.5 ค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง 34
4.6 ค่าความดันโลหิตของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบไม่มีการพัก 37
4.7 ค่าความดันโลหิตของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาที เมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง 40
4.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าผลต่างความดันโลหิตซิสโตลิก 44
4.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าผลต่างความดันโลหิตไดแอสโตลิก 44
4.10 ค่าการบวมของขาบริเวณน่องของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบไม่มีการพัก 47
4.11 ค่าการบวมของขาบริเวณน่องของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาที เมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง 49

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการบวมของขาข้างซ้าย.....52
4.13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการบวมของขาข้างขวา.....52

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1.1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย 2
3.1 ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า 13
3.2 การวัดความดันโลหิตให้กับผู้ถูกทดสอบ 14
3.3 เครื่องวัดความดันโลหิตแบบพกพา 14
3.4 การใส่เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจให้กับผู้ถูกทดสอบขณะทำงาน 15
3.5 เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบพกพา 15
3.6 สายวัดเส้นรอบวงขา 16
3.7 การกำหนดตำแหน่งการวัดปริมาณของขาบริเวณน่อง 16

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก และทำให้จำนวนแรงงานในภาคอุตสาหกรรมเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย จากการสำรวจสภาวะการทำงานของประชากรชาวไทย ไตรมาสที่ 1 ของปี 2559 ประเทศไทยมีจำนวนแรงงานกว่า 38 ล้านคน มีช่วงอายุอยู่ระหว่าง 15 - 60 ปี เทียบเท่ากับครึ่งหนึ่งของประชากรทั้งประเทศ (สืบค้นจาก http://nlic.mol.go.th/th/index, วันที่ 23 พฤษภาคม 2559) และจากข้อมูลสถานการณ์ทำงานจากกระทรวงแรงงาน (2549) พบว่า อัตราการมีงานทำของสตรีสูงถึงร้อยละ 95.5 ของสตรีที่อยู่ในวัยทำงานและคิดเป็นร้อยละ 62.7 ของประชากรสตรีทั้งหมดที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป (สุสัณหา ยิ้มแย้ม, 2551) การทำงานของแรงงานจึงเป็นแรงขับเคลื่อนที่ส่งผลต่อสภาพเศรษฐกิจของประเทศไทย และผลสำรวจในหัวข้อ “Happiness Meter” ของบริษัท JobsDB ประเทศไทย (สืบค้นจาก http://th.jobsdb.com/th-th/articlesความสุขกับการทำงาน, วันที่ 23 พฤษภาคม 2559) ระหว่างเดือนเมษายน 2558 พบว่ามีปัจจัยที่ทำให้พนักงานทำงานไม่มีความสุขคือ ด้านสิทธิประโยชน์และผลตอบแทนอื่น ๆ ที่ยังไม่ครอบคลุม อาทิเช่น ด้านการเจ็บป่วย ด้านอุบัติเหตุ จึงจำเป็นต้องมีการช่วยเหลือแรงงานเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสังคม สภาพร่างกาย และสุขภาพจิตใจให้น้อยที่สุด รวมทั้งการคุ้มครองดูแล และช่วยเหลือให้แรงงานมีความรู้สึกถึงความมั่นคงในการประกอบอาชีพ

ในการประกอบอาชีพนั้น มีแรงงานที่เป็นเพศหญิงจำนวนมากที่จะต้องยืนทำงาน ในการยืนทำงานจะต้องใช้กล้ามเนื้อขาเป็นหลักและมีผลต่อความรู้สึกไม่สบายและความเมื่อยล้า นอกจากนี้แล้ว การยืนทำงานยังส่งผลต่อสภาพจิตใจและประสิทธิภาพการทำงานของแรงงานอีกด้วย วิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาเหล่านี้คือการปรับเปลี่ยนท่ายืนหรือการวางตำแหน่งของการวางเท้า (W. E. Mcllroy and B.E. Maki, 1997) และระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานเพื่อลดความเมื่อยล้า ซึ่งมีงานวิจัยที่ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของการยืนทำงานที่เกี่ยวกับความสะดวกสบายและความเมื่อยล้า และพบว่าปัญหาสุขภาพที่มีความรุนแรงเกี่ยวข้องกับการยืนในระยะเวลานาน (Redfern and Cham, 2000) จากการสำรวจงานวิจัยที่ผ่านมายังไม่พบว่ามีการศึกษาความไม่สบายที่เกิดจากการยืนโดยใช้เท้าควบคุมการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งเป็นสภาวะการทำงานที่พบเห็นได้โดยทั่วไป ดังนั้น

งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายหลักเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความไม่สบายของขาในขณะยืนทำงานแบบไม่สมดุลเป็นเวลานาน

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

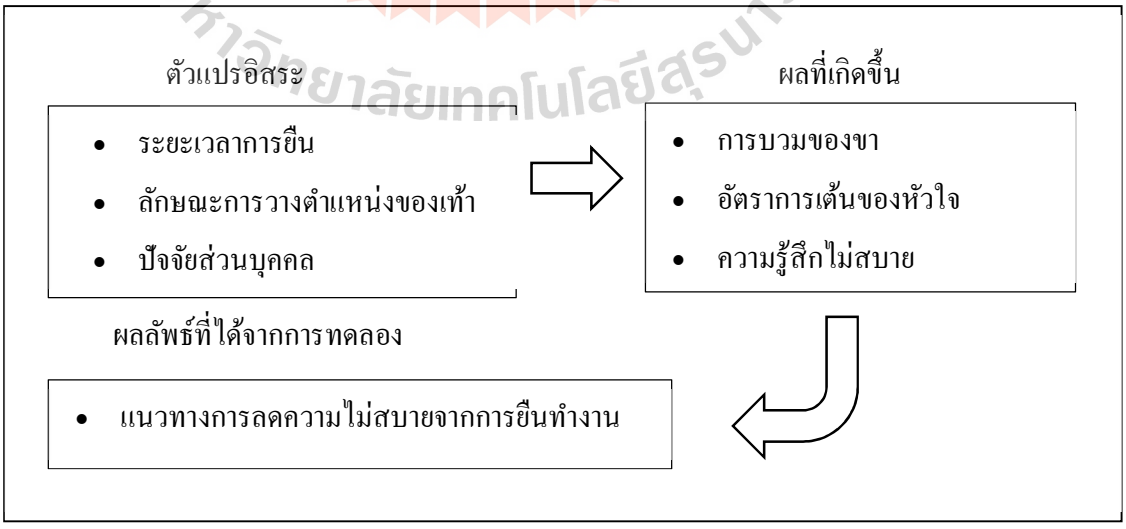
1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความไม่สบายของขาในขณะยืนทำงาน
2. เพื่อประเมินความไม่สบายขณะยืนทำงานของผู้ถูกทดสอบ
3. เพื่อหาแนวทางในการลดความเมื่อยล้าและความไม่สบายจากการยืนทำงาน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้จะทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ การบวมของขา และความดันโลหิตในลักษณะการยืนทำงานแบบไม่สมดุล กลุ่มผู้ถูกทดสอบคือกลุ่มบุคคลที่ไม่มีปัญหาที่เกี่ยวกับการยืน เช่น โรคเข่าเสื่อม โรคฝ่าเท้าอักเสบ และไม่เป็นโรคเกี่ยวกับระบบประสาท เป็นต้น มีอายุระหว่าง 20 – 35 ปี ที่เป็นเพศหญิง

1.4 กรอบแนวคิดของงานวิจัย

การศึกษาผลกระทบของสภาพการทำงานและพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของสตรีที่ยืนทำงานแบบไม่สมดุลเป็นเวลานาน เพื่อหาแนวทางในการลดความไม่สบายของขา กรอบแนวคิดของงานวิจัยนี้แสดงดังรูปที่ 1.1 โดยปัจจัยที่มีผลต่อความรู้สึกไม่สบายจากการยืนทำงาน ได้แก่ ระยะเวลาการยืน ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า และปัจจัยส่วนบุคคล



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจพะได้รับจากงานวิจัย

1. ได้ได้แนวทางในการลดความไม่สบายเนื่องจากการยืนทำงาน ซึ่งหน่วยงานทางภาคอุตสาหกรรมสามารถนำข้อมูลไปปรับใช้ในการทำงานของพนักงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน และเพื่อให้เกิดความรู้สึกสะดวกสบายแก่พนักงาน

2. ประชาชนทั่วไปสามารถนำเอาข้อมูลไปปรับใช้ในการประกอบอาชีพ การดำรงชีวิต ที่เกี่ยวข้องกับการยืนทำงานได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การยืนทำงาน

การยืนเป็นระยะเวลานานจะส่งผลต่อปัญหาสุขภาพ ได้แก่ เกิดความเมื่อยล้า ความรู้สึกไม่สบาย อันนำไปสู่โรคเส้นเลือดขอด ขาบวม ปวดหลัง และความเมื่อยล้าทั้งร่างกาย (Redfern and Cham, 2000) การศึกษาภาระงานของกล้ามเนื้อขา (Muscle workload) และความรู้สึกไม่สบายขณะยืน (Perceived discomfort) เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อใช้ในการปรับปรุงวิธีการทำงานให้เหมาะสมเพื่อให้พนักงานรู้สึกสบายและปลอดภัยในการทำงาน (Cham and Redfern,1999; Cook et al., 1993; Krumwiede et al.,1998; Redfern and Chaffin,1995 and Zhang et al.,1991) การยืนทำงานต้องใช้กล้ามเนื้อขาทั้งสองข้างและกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง ดังนั้นถ้าหากต้องยืนทำงานเป็นเวลานาน และไม่ได้เปลี่ยนท่าทางหรืออิริยาบทในการยืนทำงานทำให้เกิดผลกระทบต่อร่างกายของผู้ที่ยืนทำงานได้ดังนี้

1. เกิดอาการล้า และปวดเมื่อบริเวณกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง และบริเวณขา ซึ่งเกิดจากการที่กล้ามเนื้อบริเวณดังกล่าวมีการเกร็งอยู่ตลอดเวลาในขณะยืนทำงาน ทำให้เส้นเลือดไหลไปเลี้ยงกล้ามเนื้อน้อยลงจึงเกิดอาการล้าและอาการบาดเจ็บบริเวณดังกล่าว

2. อาจก่อให้เกิดภาวะเลือดคั่งบริเวณขาได้ ซึ่งจะมีผลทำให้เส้นเลือดดำมีอาการบวมโป่งหรือเป็นอาการของโรคเส้นเลือดขอด

3. อาจทำให้ข้อต่าง ๆ ของกระดูหลัง สะโพก หัวเข่า และข้อเท้า เกิดอาการชาชั่วคราว และอาจนำไปสู่โรคข้อเสื่อมที่เกิดจากเส้นเอ็นถูกทำลายได้ Redfern and Chaffin (1995) ได้เสนอแนะข้อควรปฏิบัติสำหรับผู้ที่ต้องยืนทำงานเป็นเวลานานดังนี้

- หลีกเลี่ยงการยืนท่าทางเดียวเป็นเวลานาน โดยควรจัดให้มีลักษณะท่าทางหลายลักษณะ เพื่อให้ใช้ท่าทางที่แตกต่างกันไปจะได้มีการใช้กล้ามเนื้อที่หลากหลาย
- จัดให้มีการหมุนเวียนงานหรือคน เพื่อลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อหรืออวัยวะที่ต้องทำงานแบบเดิมซ้ำ ๆ เป็นเวลานาน
- ควรมีการพักช่วงสั้น ๆ เพื่อผ่อนคลายกล้ามเนื้อที่มีการใช้งานและลดอาการปวดเมื่อย โดยช่วงที่มีการพักควรเปลี่ยนอิริยาบทจากการยืนเป็นการนั่ง

- ไม่ควรใส่รองเท้าที่มีส้นสูงเกินกว่า 1 นิ้ว เพราะการใส่รองเท้าส้นสูงจะทำให้มีอาการเกร็งหลังจึงเกิดอาการปวดหลังได้ นอกจากนี้ความสูงของรองเท้ายังมีผลกระทบต่ออาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อบริเวณน่องด้วย

2.1.1 อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate)

อัตราการเต้นของหัวใจหมายถึงความเร็วของการบีบตัวของหัวใจในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เพื่อสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (Vasan RS et al., 2001) มีหน่วยวัดเป็น ครั้งต่อนาที (Beat per minute) อัตราการเต้นของหัวใจถูกกำหนดให้เต้นเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความต้องการการไหลเวียนโลหิตขณะนั้น ๆ ซึ่งอัตราการเต้นของหัวใจสามารถเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับสรีระของร่างกายแต่ละคน ไม่ว่าจะเป็นการ ยืน นั่ง เดิน นอน สิ่งที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจได้แก่ การออกกำลังกาย การนอนหลับพักผ่อน การเจ็บป่วย ความเครียด เป็นต้น Fox et al. (2007) กล่าวว่าโดยทั่วไปแล้วอัตราการเต้นของหัวใจปกติอยู่ที่ 90 – 100 ครั้งต่อนาที Kolus et al. (2013) ได้กำหนดเกณฑ์การจำแนกประเภทงานจากอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้เกณฑ์ของ American Industrial Hygiene Association (AIHA), 1971. ที่ระบุว่า อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ 60 – 70 ครั้งต่อนาทีเป็นอัตราการเต้นของหัวใจขณะนั่ง อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ 75 – 100 ครั้งต่อนาทีเป็นอัตราการเต้นของหัวใจในลักษณะงานที่เบา อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ 100 – 125 ครั้งต่อนาทีเป็นอัตราการเต้นของหัวใจในลักษณะงานที่ระดับปานกลาง อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ 125 – 150 ครั้งต่อนาทีเป็นอัตราการเต้นของหัวใจในลักษณะงานที่หนัก และอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ที่ 150 – 180 ครั้งต่อนาทีเป็นอัตราการเต้นของหัวใจในลักษณะงานที่หนักมาก นอกจากนี้ Brouha (1967) ให้คำแนะนำว่าอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากหยุดงานไม่ควรเกิน 110 ครั้งต่อนาที นอกจากนี้อัตราการเต้นของหัวใจนอกจากจะบ่งชี้ความผิดปกติของร่างกายแล้วยังบ่งชี้สุขภาพของหัวใจได้คือ ถ้าอัตราการเต้นของหัวใจเต้นเร็วแสดงว่าประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อหัวใจไม่ดีพอที่จะสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ แต่ถ้าอัตราการเต้นของหัวใจเต้นช้าแสดงว่ากล้ามเนื้อหัวใจสามารถสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ได้โดยไม่ต้องมีการบีบตัวของหัวใจบ่อย ซึ่งในปัจจุบันมีเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจสมัยใหม่ที่สะดวกรวดเร็ว

2.1.2 การบวมของขา (Lower Extremities Volume)

การยืนเป็นเวลานานเป็นสาเหตุหนึ่งของอาการปวดเมื่อยบริเวณขาซึ่งอาจเกิดจากกล้ามเนื้อขาเมื่อยล้าจากการทำงานหดตัวเพื่อบีบเลือดกลับไปที่หัวใจ ถ้าหากยืนเป็นเวลานาน แรงโน้มถ่วงดึงเลือดให้ไหลลงทางด้านล่าง ถ้าไม่มีการขยับขาจะทำให้เกิดเลือดคั่งที่บริเวณขาและเท้า ซึ่งเกิดจากของเหลวในเลือดจะซึมออกนอกหลอดเลือดทำให้เกิดภาวะขาบวม (สุวินันท์, 2558) ซึ่งการเสื่อมสภาพของหลอดเลือดดำอาจเห็นได้ชัดเจน เช่น เส้นเลือดขอด เกิดลิ่มเลือดอุดตัน เป็นต้น

จากคู่มือการยศาสตร์ในสถานที่ทำงาน สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน สุดธิดา (2542) ได้แนะนำข้อปฏิบัติเมื่อต้องยืนเป็นเวลานานดังนี้

1. ไม่ควรยืนนิ่งเป็นเวลานาน ๆ ถ้ามีความจำเป็นต้องยืนเป็นเวลานานควรเปลี่ยนอิริยาบทบ่อย ๆ

2. หลีกเลี่ยงการยืนบนพื้นร้อน

3. ออกกำลังกายที่ช่วยให้กล้ามเนื้อและหลอดเลือดแข็งแรง

2.1.3 ความดันโลหิต (Blood Pressure)

ความดันโลหิตหรือความดันเลือด คือ ความดันในหลอดเลือดเมื่อหัวใจสูบฉีดเลือดเพื่อเข้าสู่หลอดเลือด ซึ่งแบ่งเป็นความดันโลหิตซิสโตลิก (Systolic Blood Pressure) คือ ค่าความดันโลหิตสูงสุดขณะที่หัวใจบีบตัว และความดันโลหิตไดแอสโตลิก (Diastolic Blood Pressure) คือ ค่าความดันโลหิตขณะที่หัวใจคลายตัว (James MD, 2014) ผลต่างของความดันโลหิตเฉลี่ยเป็นผลจากการไหลเวียนเลือดที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยแรงโน้มถ่วงมีผลต่อความดันโลหิตผ่านแรงอุทกสถิตช่วงระหว่างการยืน ค่าความดันโลหิตจะประกอบไปด้วยเลข 2 ค่าคือค่าความดันโลหิตซิสโตลิก (ความดันตัวบน) และค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิก (ความดันตัวล่าง) หน่วยวัดความดันโลหิต คือ มิลลิเมตรปรอท (mm Hg) เพราะเครื่องวัดความดันโลหิตที่ใช้ในระยะแรกก่อนวัดจากความดันเลือดที่สามารถดันสารปรอทให้เคลื่อนที่สูงเป็นหน่วยมิลลิเมตร ความดันโลหิตสัมพันธ์กับค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งสามารถบอกถึงสุขภาพที่บอกถึง โรคความดันโลหิตสูง การทำงานของหัวใจ และโรคหัวใจ ซึ่งสามารถจำแนกช่วงความดันโลหิตในวัยผู้ใหญ่ ได้ตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางจำแนกความดันโลหิตสำหรับผู้ใหญ่

หมวดหมู่	ความดันโลหิตช่วงหัวใจบีบตัว (mm Hg)	ความดันโลหิตช่วงหัวใจคลายตัว (mm Hg)
ความดันโลหิตระดับเหมาะสม	< 120	< 80
ความดันโลหิตปกติ	120 - 129	80 - 84
ความดันโลหิตสูงกว่าเกณฑ์ปกติ	130 - 139	85 - 89
ความดันโลหิตสูง ระดับที่ 1	140 - 159	90 -99
ความดันโลหิตสูง ระดับที่ 2	160 - 179	100 - 109
ความดันโลหิตสูง	≥ 180	≥ 110

(สืบค้นจาก http://www.thaihypertension.org, สืบค้นวันที่ 11 เมษายน 2560)

Cohen et al. (2016) กล่าวว่าการออกกำลังกายของกล้ามเนื้อมีบทบาทในการป้องกันความเสี่ยงต่อโรคความดันโลหิตสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งความดันโลหิตไดแอสโตลิก (ความดันตัวล่าง) นอกจากนี้ Franklin S. (2006) กล่าวว่าค่าความดันโลหิตซิสโตลิก (ความดันตัวบน) เป็นสิ่งที่ใช้ทำนายความเสี่ยงของโรคหัวใจและหลดเลือด แต่ความดันโลหิตไดแอสโตลิก (ความดันตัวล่าง) สามารถเป็นตัวพยากรณ์ความแข็งแรงของเส้นเลือดที่ส่งผลต่อความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด Mosenkis MD. and Townsend MD. (2004) พบว่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกมีค่าต่ำจะไปลดแรงกดดันของหลอดเลือดหัวใจจะทำให้เกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด และยังได้พบความเสี่ยงสูงของในการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดเมื่อค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกต่ำกว่า 70 มิลลิเมตรปรอท และมีความเสี่ยงเพิ่มเป็นสองเท่าเมื่อความดันไดแอสโตลิกต่ำกว่า 55 มิลิเมตรปรอท

2.2 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment)

การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการออกแบบวิธีการทดลอง โดยการเปลี่ยนแปลงค่าของปัจจัยต่าง ๆ ในกระบวนการที่ศึกษา เพื่อให้ได้ผลเป็นไปตามที่คาดหวังไว้ (สิน พันธ์พินิจ, 2552) ซึ่งส่วนประกอบของการออกแบบการทดลองประกอบไปด้วยดังนี้

1. วิธีปฏิบัติหรือทรีทเมนต์ (Treatment) คือ สิ่งที่เป็นข้อกำหนดสำหรับปัจจัยที่ศึกษาในการทดลองเพื่อวัดผลหรือเปรียบเทียบตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง

2. ปัจจัย (Factor) คือ สิ่งที่ผู้ทำการทดลองว่ามีผลต่อการทดลอง เป็นตัวแปรนำเข้า ปัจจัยอาจมีลักษณะเป็นเชิงคุณภาพหรือเชิงปริมาณก็ได้ ซึ่งปัจจัยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

- ปัจจัยที่ควบคุมได้ (Contorllable Factors) หมายถึง ปัจจัยที่สามารถกำหนดค่าได้ในการดำเนินการทดลอง โดยทั่วไปแล้วผู้ทำการทดลองจะกำหนดค่าต่าง ๆ ที่คิดว่ามีผลต่อการทดลอง
- ปัจจัยที่ไม่มามารถควบคุมได้ (Uncontrollble Factors) หมายถึงปัจจัยที่ไม่สามารถกำหนดค่าได้ อันเนื่องมาจากข้อจำกัดทางด้านเวลา วัสดุอุปกรณ์ เป็นต้น

3. ตัวแปรตอบสนอง (Responses) คือ ตัวแปรของผลลัพธ์ (Output) ที่ถูกสังเกตุหรือทำการวัดค่าในการทดลองหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าตัวแปรตาม ซึ่งในการทกลองนั้นอาจวัดค่าตัวแปรตามได้มากกว่า 1 ค่าได้ โดยที่ตัวแปรตามที่ดีควรมีความเชื่อถือได้

วิธีในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองสามารถทำได้ 3 วิธีคือ

วิธีที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น (Exploratory Data Analysis) เป็นการบรรยายลักษณะของกลุ่มตัวอย่างตามข้อมูลที่มีการเก็บรวบรวม ทำได้โดยวิเคราะห์ผ่านกราฟหรือตาราง ส่วนใหญ่จะเป็นการวิเคราะห์ทีละตัวแปร

วิธีที่ 2 การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) เป็นวิธีการทดสอบเพื่อหาข้อสรุปทางสถิติในการทดลองแสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปร การทดสอบสมมติฐานนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ 1) สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis: H_0) คือ สมมติฐานที่ต้องการพิสูจน์ว่าข้อความที่เดี่ยวกับพารามิเตอร์ที่อ้างถึงนั้นเป็นจริง และ 2) สมมติฐานรอง (Alternate Hypothesis: H_1) คือ สมมติฐานที่ตั้งให้แตกต่างจากสมมติฐานหลักซึ่งจะเป็นข้อความที่เสนอทางเลือกให้กับสมมติฐานหลักที่ตั้งไว้ว่าไม่เป็นจริง สำหรับวิธีการทดสอบสมมติฐานในทางสถิติจะมีความผิดพลาดอยู่เสมอ ดังนั้นจะต้องกำหนดระดับการทดสอบหรือระดับนัยสำคัญ (Significance Level) เพื่อพิจารณาความผิดพลาดในการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งระดับการทดสอบหรือระดับนัยสำคัญแบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้ ค่าความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I Error: α) คือ ความผิดพลาดเนื่องมาจากการไม่ยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) เมื่อสมมติฐานหลัก (H_0) เป็นจริง และค่าความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II Error: β) คือ ความผิดพลาดเนื่องมาจากการยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) เมื่อสมมติฐานหลัก (H_0) ไม่เป็นจริง โดยทั่วไปนิยมใช้ระดับความเชื่อมั่นกับ 0.95 หรือที่ α = 0.05 (สิน พันธ์พินิจ, 2552)

วิธีที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA) สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองแบบสุ่มในบล็อก โดยมีตัวแปรอิสระ 2 ตัวประกอบด้วยตัวแปรตามที่สามารถแบ่งออกเป็นหลายระดับ เราสามารถเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Factorial Design (สิน พันธ์พินิจ, 2552)

ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง

แหล่งความผันแปร	**df**	**SS**	**MS**	**F**
ตัวแปร A ตัวแปร B ความคลาดเคลื่อน ความคลาดเคลื่อนสุ่ม	r-1 c-1 (r-1)(c-1) rc(n-1)	SS_A SS_B SS_{AB} SS_E	$MS_A= SS_A/r-1$ $MS_B= SS_B/c-1$ $MS_{AB}= SS_{AB}/(r-1)(c-1)$ $MS_E= SS_E/rc(n-1)$	MS_A/MS_E MS_B/MS_E MS_{AB}/MS_E
รวม	rcn-1	SS_t		

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าตอบสนอง ปัจจัยในการทดลอง และความผิดพลาดของ 2 ปัจจัย แสดงความสัมพันธ์ได้ ดังสมการด้านล่างนี้

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

เมื่อ Y = ค่าตอบสนอง

μ = ค่าเฉลี่ยของตัวแปร

τ_i = ผลกระทบของตัวแปรที่ 1 ระดับที่ i ; i = 1, 2, 3,..., a

β_j = ผลกระทบของตัวแปรที่ 2 ระดับที่ j ; j = 1, 2, 3,..., b

$(\tau\beta)_{ij}$ = ผลกระทบของอันตรกิริยา (Interaction) ระหว่างตัวแปรที่ 1 ระดับที่ i กับตัวแปรที่ 2 ระดับที่ j

$\varepsilon_{ij..}$ = ความผิดพลาด (Error or Residuals)

2.3 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการยืนทำงานถ้าจำแนกตามอาชีพของผู้ถูกทดสอบพบว่าการยืนทำงานมีผลต่อผู้ปฏิบัติงาน ดังเช่นในกรณีของผู้ปฏิบัติงานในร้านสะดวกซื้อ Ryan, G.A. (1989) ได้พบว่าพนักงานงานที่ทำงานในร้านสะดวกซื้อ โดยเฉพาะพนักงานแคชเชียร์มีอุบัติการณ์สูงเกี่ยวกับความรู้สึกไม่สบายและปวดเมื่อยบริเวณขา และเชื่อมโยงกับอาการความรู้สึกไม่สบายและปวดบริเวณหลังส่วนล่าง และยังเกี่ยวข้องกับอาการลิ่มเลือดอุดตันในหลอดเลือดดำอีกด้วย Redfern, M.S., and D.B. Chaffin. (1995) ได้พบว่าพนักงานที่ทำงานในร้านสะดวกซื้อ โดยเฉพาะพนักงานแคชเชียร์ มีอุบัติการณ์สูงของความรู้สึกไม่สบายและปวดบริเวณขา และยังไปเชื่อมโยงกับอาการความรู้สึกไม่สบายและปวดบริเวณหลังส่วนล่าง นอกจากนี้ยังพบว่าส่งผลต่อความรู้สึกไม่สบายที่ขาและส่งผลต่ออาการลิ่มเลือดอุดตันในหลอดเลือดดำเช่นเดียวกัน

ผลการยืนของผู้ประกอบอาชีพอื่น ๆ เป็นดังนี้ Cook et al. (1993) เลือกศึกษาในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานด้านสุขภาพ รวมทั้ง พยาบาล ทันตแพทย์ และบุคลากรที่ทำอาชีพเกี่ยวกับขนม ซึ่งมีอัตราอุบัติการณ์สูงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาขาส่วนล่างและเชื่อมโยงไปยังปัญหาในหลังส่วนล่าง โดยเปรียบเทียบผลของการยืนอยู่บนพื้น 2 ชนิด (พื้นแข็งและพื้นที่เป็นพรม) ในขณะที่ผู้ถูกทดสอบสวมเฉพาะถุงเท้า จากนั้นประเมินผลกระทบของลักษณะพื้นในตำแหน่งความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อด้วยการวัดภาระงานของกล้ามเนื้อขา (Electromyography, EMG) ผู้ถูกทดสอบจำนวน 12 คน ยืน

เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง ในช่วงเวลาของการทดลองผลการศึกษาพบความเชื่อมโยงระหว่างการยืนเป็นเวลานานและอาการปวดหลังส่วนล่างผลการศึกษาวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ MacFarlane et al. (1997) ที่พบว่าการยืนนานกว่า 2 ชั่วโมง เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงที่จะเกิดอาการปวดหลังส่วนล่างและการศึกษาทางระบาดวิทยาแสดงให้เห็นความเชื่อมโยงระว่างการยืนเป็นเวลานานกับอาการปวดหลังส่วนล่าง

ต่อมา Hansen et al. (1998) ได้เล็งเห็นว่าคนงานในอุตสาหกรรมซักรีดที่ประเทศเยอรมันใช้เวลา 70-80 % ยืนทำงาน จึงได้ทำการศึกษาผลกระทบของการใส่รองเท้าที่มีพื้นแข็งและพื้นนุ่มยืนบนพื้น 2 ชนิด (พื้นแข็งและพื้นที่เป็นพรม) โดยศึกษาในห้องปฏิบัติการที่มีผู้ถูกทดสอบ 8 คน ยืนเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง แล้ววัดภาระงานของกล้ามเนื้อขา และบันทึกค่าอุณหภูมิผิวบริเวณที่หลังเท้า ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญ แต่ในขณะเดียวกันผลแสดงให้เห็นแนวโน้มว่ารองเท้านุ่มดีกว่ารองเท้าแข็ง และการที่ยืนอยู่บนพื้นแข็งดีกว่ายืนอยู่บนพื้นนุ่ม และถ้ามีการเดินและยืนสลับกัน อาการบวมที่ขาจะลดลงถึง 50 % เมื่อเทียบกับการยืนเพียงอย่างเดียว ต่อมา Rys and Kon. (1988) ได้ทำการเปรียบเทียบการยืนบนพื้น 2 ชนิด (พื้นแข็ง และพื้นที่เป็นพรม) โดยผู้ถูกทดสอบไม่ใส่รองเท้าซึ่งแตกต่างจากงานของ Hansen et al. (1998) โดยมีตัวแปรตามคือ ปริมาณการบวมของขาและเท้า อุณหภูมิผิวหนัง และอัตราการเต้นของหัวใจ ผู้ถูกทดสอบจำนวน 20 คนยืนบนพื้นทั้ง 2 ชนิดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง (จำลองระยะเวลาการยืนทำงาน) แล้ววัดปริมาณการบวมของขาและเท้าซึ่งวัดก่อนการทดสอบและวัด 3 ครั้งตลอดระยะเวลาการทดสอบ ในขณะที่การวัดอุณหภูมิผิวหนังโดยใช้เทคโนโลยีอินฟาเรด (Infrared,IR) ทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจทุก ๆ 20 นาทีในระหว่างการทดสอบ ผลการวิจัยพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในปริมาณของเท้า (อาการบวม) เมื่ออาสาสมัครยืนอยู่บนพื้นแข็ง (คอนกรีต) กับพื้นที่เป็นเสื่อหรือพรม แต่ไม่ได้ยืนยันว่าผลกระทบจากการปูพื้นให้ความรู้สึกไม่สบายที่หลังของอาสาสมัคร และไม่ได้ยืนยันว่าการยืนอยู่บนพื้นนุ่มจะช่วยลดความรู้สึกไม่สบายที่หลังส่วนล่าง

Madeleine et al. (1998) ได้ศึกษาเพิ่มเติมจาก Hansen et al. (1998) โดยให้ผู้ถูกทดสอบใส่รองเท้าที่มีมาตรฐาน ยี่ห้อ/รุ่น ของรองเท้าอย่างชัดเจน แล้วให้ระบุความเมื่อยล้าและการจัดอันดับความรู้สึกไม่สบายทุก ๆ 12 - 15 นาทีในระหว่างการยืน นอกจากนี้แล้วงานวิจัยนี้ได้วัด Center of pressure (COP) และภาระงานของกล้ามเนื้อขาตลอดทุก 1 นาทีในระหว่างการยืนทดสอบ แล้วตรวจสอบอาการบวมของขาและเท้าและจับภาพความร้อนของอุณหภูมิผิวโดยใช้เทคโนโลยีอินฟาเรดบริเวณหน้าแข้งในระหว่างการยืนทดสอบ ผลการศึกษาพบว่าพื้นมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ต่อการรับรู้ความรู้สึกไม่สบายในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในพนักงาน และชี้ให้เห็นว่าการยกข้อเท้ามีผลกระทบที่สำคัญเมื่อยืนอยู่บนพื้นแข็งเมื่อเทียบกับพื้นที่เป็นพรม แต่ผลการวิจัยยังไม่ชี้เห็นว่าการ

ยืนอยู่บนพื้นแข็งก่อให้เกิดการบวมที่บริเวณขา ต่อมา Zhang et al. (1991) ได้ศึกษาผลกระทบของการใส่รองเท้าเหมือนกับ Hansen et al. (1998) โดยไม่ได้ถามความรู้สึกไม่สบายที่ขาเพียงอย่างเดียว แต่ยังเจาะจงไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเช่น หลัง ขาส่วนบน เข่า ขาส่วนล่าง ข้อเท้า และ เท้าด้วย และได้ทำการทดสอบผลกระทบของสภาพพื้นกับรองเท้าด้วยการวัดค่า Center of pressure ศูนย์กลางแรงโน้มถ่วง และความกว้างของเท้าตลอดระยะเวลาในการยืนทดสอบ และวัดค่าภาระงานของกล้ามเนื้อ ที่บริเวณขา ผลพบว่าเงื่อนไขของ foot wear × พื้น , foot wear × เวลา และ foot wear × พื้น × เวลา มีนัยสำคัญ

Cham and Redfern (2000) ทดสอบผลกระทบของสภาพพื้น 7 อย่างเพิ่มเติมจากงานวิจัยอื่น ๆ โดยให้อาสาสมัครใส่รองเท้าที่มีมาตรฐาน ยี่ห้อ/รุ่น ที่ชัดเจนในการยืนทดสอบ แล้วสอบถามความไม่สบายที่ขา หลัง เข่า ข้อเท้า และเท้า โดยมีการวัดค่า Center of pressure ภาระงานของกล้ามเนื้อขา อาการของ และอุณหภูมิผิว 4 จุดที่บริเวณขา (กล้ามเนื้อ Soleus กล้ามเนื้อน่อง กล้ามเนื้อต้นขา และตรงเอ็นร้อยหวาย) พบว่าพื้นมีนัยสำคัญที่มีผลต่อการรับรู้ความไม่สบายในส่วนต่าง ๆ แต่ไม่มีผลต่อการบวมของขา ในขณะที่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวที่บริเวณขาอย่างมีนัยสำคัญ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

บทนี้นำเสนอวิธีการวิจัย ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) และ 2. การวิจัยโดยทำการทดลอง (Experimental Research)

3.1 การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research)

งานวิจัยนี้เป็นการสำรวจเกี่ยวกับความไม่สบายอันเกิดจากการยืนทำงานเป็นเวลานาน โดยมีวิธีการดังนี้

1. การใช้แบบสอบถาม ดังแสดงในภาคผนวก ก. ข้อมูลแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง การเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับการยืน การผ่าตัดที่บริเวณหลังส่วนล่างและขา การใช้ยาเมื่อมีอาการปวดเมื่อย และลักษณะของยาที่ใช้เมื่อมีอาการปวดเมื่อย ตอนที่ 2 การให้คะแนนความรู้สึกไม่สบายจากการยืนทำงานทั้งก่อนและหลังการทดลองทั้ง 6 เงื่อนไขการทดลอง โดยให้ผู้ถูกทดสอบประเมินความปวดเมื่อยหรือความเมื่อยล้าบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่เกี่ยวข้องกับการยืนดังนี้ บริเวณหลังส่วนล่าง ขาส่วนบน/ต้นขา หัวเข่า ขาส่วนล่าง/น่อง และข้อเท้า ซึ่งแบ่งเป็นระดับคะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนของ Weiner et al. (1993) และตอนที่ 3 การให้คะแนนความยากในท่าทางการยืน โดยให้ผู้ถูกทดสอบประเมินคะแนนความรู้สึกยากในการยืนทั้ง 3 ท่าทาง

2. การใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ความถี่ของข้อมูล และทดสอบความแปรปรวนของข้อมูล

3.2 การวิจัยโดยทำการทดลอง (Experimental Research)

งานวิจัยในส่วนของการทดลองนี้ แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมการทดลอง การออกแบบการทดลอง การบันทึกผล และการวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.1 การเตรียมการทดลอง

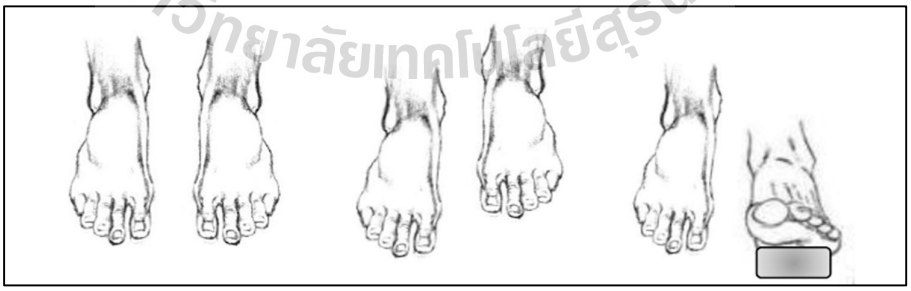
เพื่อให้การทดลองมีความถูกต้องและป้องกันความคลาดเคลื่อนจากการเก็บข้อมูลงานวิจัยนี้ได้กำหนดเงื่อนไขการยืนและควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. กำหนดท่าทางการยืนของผู้ถูกทดสอบให้ไปในทิศทางเดียวกัน2. ให้ผู้ถูกทดสอบใส่รองเท้าในลักษณะเดียวกันทั้งหมด เป็นรองเท้าแตะฟองน้ำจากยางพารา เพื่อป้องกันผลกระทบจากลักษณะพื้นรองเท้า

3. ก่อนที่จะเริ่มทำการทอลอง ให้ผู้ถกทดสอบนั่งพักเป็นเวลา 10 นาที เพื่อให้ร่างกายมีการผ่อนคลายจากอาการเหนื่อยล้า จากนั้นจึงเริ่มทำการทดลอง

3.2.2 การออกแบบการทดลอง

ในการศึกษานี้ใช้แผนการทดลองแบบเฟคทอเรียล (Factorial Design) โดยมีตัวแปรอิสระ (Independent Variable) และตัวแปรตาม (Dependent Variables) ดังนี้ ตัวแปรอิสระมี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า มี 3 ระดับ (Level) คือ 1) การวางตำแหน่งของเท้าทั้งสองข้างเสมอกัน 2) การวางตำแหน่งของเท้าที่วางเยื้องกัน และ 3) การวางตำแหน่งที่วางเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุมเครื่องจักร (โดยกำหนดให้มีการเหยียบปุ่มควบคุมเครื่องจักรทุก ๆ 10 นาที) ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาการยืนทำงาน มี 2 ระดับ คือ 1) ยืน 2 ชั่วโมงแบบไม่มีการพัก 2) ยืน 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง ตัวแปรตามคือ ความรู้สึกไม่สบายของการยืนทำงาน อัตราการเต้นของหัวใจ การบวมของขา และความดันโลหิต โดยในการทดสอบแต่ละเงื่อนไขเป็นการทดสอบแบบสุ่ม (Randomized)



1 2 3

รูปที่ 3.1 ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า

(ดัดแปลงจากเว็บไซต์ http://cartoondrawing.renrengang.com/)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การดำเนินการทดลอง

1) การวัดความดันโลหิต

การวัดความดันโลหิตในขณะนั่งพักก่อนการทดสอบเป็นการวัดหลังจากผู้ถูกทดสอบนั่งพักครบ 10 นาที แสดงดังรูปที่ 3.2 ในขณะที่การวัดความดันโลหิตในระหว่างการทดลองเป็นการวัดทุก 30 นาทีในขณะยืนตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้เครื่องวัดความดันโลหิตวัดความดันโลหิตที่ตำแหน่งแขนของผู้ถูกทดสอบ ยี่ห้อ OMRON รุ่น HEM-7121 ประกอบด้วยตัวเครื่อง และผ้าพันแขน แสดงดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.2 การวัดความดันโลหิตให้กับผู้ถูกทดสอบ

รูปที่ 3.3 เครื่องวัดความดันโลหิตแบบพกพา

2) การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

การวัดอัตราการเต้นของหัวใจทำได้โดยการให้ผู้ถูกทดสอบสวมเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากผู้ถูกทดสอบนั่งพักเป็นเวลา 10 นาที วัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบในขณะพัก (Resting Heart Rate) โดยให้ผู้ถูกทดสอบอยู่ในท่านั่ง เมื่อผ่านไป 10 นาที ให้ผู้ถูกทดสอบเริ่มยืนเพื่อทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะทำงาน (Working Heart Rate) อย่างต่อเนื่องเมื่อยืนเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมงและ 2 ชั่วโมง ตามเงื่อนไขที่กำหนด แสดงในรูปที่ 3.4 เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจยี่ห้อ POLAR รุ่น M 200 แสดงในรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.4 การใส่เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจให้กับผู้ถูกทดสอบขณะทำงาน

รูปที่ 3.5 เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบพกพา

3) การวัดการบวมของขา

การวัดการบวมของขาเป็นการบันทึกเส้นรอบวงของขาบริเวณน่อง ซึ่งวัดเส้นรอบวงของขาบริเวณน่องขณะเริ่มยืนและภายหลังการยืนครบ 2 ชั่วโมง ตามเงื่อนไขการทดสอบ โดยใช้สายวัดยี่ห้อ Kellogg's รุ่น TeamTop-SKU142273 แสดงในรูปที่ 3.6 ทั้งนี้กำหนดตำแหน่งการวัดที่ระดับ 9 – 12 เซนติเมตร จากข้อพับขาของผู้ถูกทดสอบ แสดงดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 สายวัดเส้นรอบวงขา

รูปที่ 3.7 การกำหนดตำแหน่งการวัดปริมาณของขาบริเวณน่อง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.3 วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการทำงานงายวิจัยมีการสำรวจและเก็บข้อมูลดังนี้

1. สำรวจลักษณะการยืนทำงานของผู้ถูกทดสอบเพื่อวิเคราะห์ท่าทางในการยืนทำงาน

2. วัดอัตราการเต้นของหัวใจ ในขณะนั่งพักก่อนการทดสอบ ขณะทำการทดสอบ โดยมีการวัดก่อนทำการทดสอบ 10 นาที

3. วัดการบวมของขาบริเวณน่องของผู้ทดสอบทั้งซ้ายและขวา โดยทำการวัดก่อนและหลังการทดสอบ

4. วัดความดันโลหิตของผู้ถูกทดสอบขณะนั่งพักก่อนการทดสอบ 10 นาทีก่อนเริ่มการทดสอบ และวัดในขณะทำการทดสอบทุก ๆ 30 นาทีที่ทำการทดสอบ

5. วิเคราะห์ผลกระทบจากการทดสอบของปัจจัยที่มีผลความล้าและความไม่สบายของขาในขณะยืนทำงาน

6. ใช้แบบสอบถามความล้าและความไม่สบายของร่างกาย (Weiner et al, 1993) ในการประเมินความล้าและความไม่สบายในส่วนต่าง ๆ ก่อนและหลังการทดสอบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.4 การบันทึกข้อมูล

ในงานวิจัยมีการบันทึกข้อมูลดังนี้

1. การบันทึกค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง ขณะยืนทำการทดลองเมื่อยืนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง และเมื่อยืนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ใช้ตารางบันทึกข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ

ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)					
คนที่	**เงื่อนไขการทดลอง**	**ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ**	**การวางตำแหน่งของเท้า**		
			ยืนปลายเท้าเสมอกัน	**ยืนปลายเท้าเยื้องกัน**	**ยืนปลายเท้าเยื้องกันและใช้เท้าเหยียบปุ่มควบคุม**
1	**ยืน 2 ชั่วโมง**	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง			
		เมื่อยืน 1 ชั่วโมง			
		เมื่อยืน 2 ชั่วโมง			
	ยืน 2 ชั่วโมง โดยมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง			
		เมื่อยืน 1 ชั่วโมง			
		เมื่อยืน 2 ชั่วโมง			
2	**ยืน 2 ชั่วโมง**	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง			
		เมื่อยืน 1 ชั่วโมง			
		เมื่อยืน 2 ชั่วโมง			
	ยืน 2 ชั่วโมง โดยมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง			
		เมื่อยืน 1 ชั่วโมง			
		เมื่อยืน 2 ชั่วโมง			
.	**ยืน 2 ชั่วโมง**	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง			
		เมื่อยืน 1 ชั่วโมง			
		เมื่อยืน 2 ชั่วโมง			
.	**ยืน 2 ชั่วโมง โดยมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง**	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง			
		เมื่อยืน 1 ชั่วโมง			
		เมื่อยืน 2 ชั่วโมง			
.					

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. การบันทึกค่าความดันโลหิต ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง และในขณะยืนทำการทดลอง ใช้ตารางบันทึกข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตารางบันทึกข้อมูลความดันโลหิต

ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท)									
คนที่	เงื่อนไขการทดลอง	ค่าความดันโลหิต	การวางตำแหน่งของเท้า						
			ยืนปลายเท้าเสมอกัน		ยืนปลายเท้าเยื้องกัน		ยืนปลายเท้าเยื้องกันและใช้เท้าเหยียบปุ่มควบคุม	
			ซิสโตลิก	ไดแอสโตลิก	ซิสโตลิก	ไดแอสโตลิก	ซิสโตลิก	ไดแอสโตลิก
1	ยืน 2 ชั่วโมง	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง						
		ขณะยืน(ค่าเฉลี่ยจากค่าที่วัดทุก ๆ 30 นาที)						
	ยืน 2 ชั่วโมง โดยมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง						
		ขณะยืน(ค่าเฉลี่ยจากค่าที่วัดทุก ๆ 30 นาที)						
2	ยืน 2 ชั่วโมง	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง						
		ขณะยืน(ค่าเฉลี่ยจากค่าที่วัดทุก ๆ 30 นาที)						
	ยืน 2 ชั่วโมง โดยมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง						
		ขณะยืน(ค่าเฉลี่ยจากค่าที่วัดทุก ๆ 30 นาที)						
.	ยืน 2 ชั่วโมง	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง						
		ขณะยืน(ค่าเฉลี่ยจากค่าที่วัดทุก ๆ 30 นาที)						
.	ยืน 2 ชั่วโมง โดยมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง						
.		ขณะยืน(ค่าเฉลี่ยจากค่าที่วัดทุก ๆ 30 นาที)						

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. การบันทึกเส้นรอบวงของขาเพื่อสังเกตการบวมของขาบริเวณน่อง ก่อนและหลังการทดสอบ ใช้ตารางบันทึกข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตารางบันทึกข้อมูลการบวมของขา

การบวมของขา (เซนติเมตร)									
ลำดับ	**เงื่อนไขการทดลอง**	**ค่าเส้นรอบวงของขา**	**การวางตำแหน่งของเท้า**					
			ยืนปลายเท้าเสมอกัน		**ยืนปลายเท้าเยื้องกัน**		**ยืนปลายเท้าเยื้องกันและใช้เท้าเหยียบปุ่มควบคุม**	
			ซ้าย	**ขวา**	**ซ้าย**	**ขวา**	**ซ้าย**	**ขวา**
1	**ยืน 2 ชั่วโมง**	ขณะเริ่มยืน						
		เมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง						
		ผลต่างระหว่างก่อนและหลัง						
	ยืน 2 ชั่วโมง โดยมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง	ขณะเริ่มยืน						
		เมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง						
		ผลต่างระหว่างก่อนและหลัง						
2	**ยืน 2 ชั่วโมง**	ขณะเริ่มยืน						
		เมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง						
		ผลต่างระหว่างก่อนและหลัง						
	ยืน 2 ชั่วโมง โดยมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง	ขณะเริ่มยืน						
		เมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง						
		ผลต่างระหว่างก่อนและหลัง						
. . .	**ยืน 2 ชั่วโมง**	ขณะเริ่มยืน						
		เมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง						
		ผลต่างระหว่างก่อนและหลัง						
	ยืน 2 ชั่วโมง โดยมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง	ขณะเริ่มยืน						
		เมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง						
		ผลต่างระหว่างก่อนและหลัง						

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. การให้คะแนนความเมื่อยล้าทำได้โดยการใช้แบบสอบถามเพื่อให้ผู้ถูกทดสอบลงคะแนน ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ระดับ ตั้งแต่ระดับคะแนน 1 ถึง 6 ซึ่งเป็นการให้คะแนนตามหลักของ Weiner et al. (1993) ดังแสดงในตารางที่ 3.4 การลงคะแนนความเมื่อยล้าให้ผู้ถูกทดสอบลงคะแนน 2 ครั้งในแต่ละเงื่อนไขของการทดลอง คือ ก่อน และหลังการยืน

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การให้คะแนนความเมื่อยล้าจากการยืนทำงาน (Weiner et al., 1993)

ระดับคะแนน	ความหมาย
1	ไม่มีความเมื่อยล้า
2	มีความเมื่อยล้าเล็กน้อย
3	มีความเมื่อยล้าพอทนได้
4	มีความเมื่อยล้า และเริ่มรู้สึกเจ็บปวด
5	มีความเมื่อยล้ามาก และเริ่มรู้สึกเจ็บปวดมาก
6	มีความเมื่อยล้ามากที่สุด และเริ่มรู้สึกเจ็บปวดจนทนไม่ได้

ต่อมาให้ผู้ถูกทดสอบระบุความยาก-ง่ายในการรับรู้ลักษณะของท่าทางการยืนแต่ลัท่าโดยการใช้แบบสอบถาม ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ระดับ ตั้งแต่ระดับคะแนน 1 ถึง 6 ตามหลักของ Weiner et al. (1993) ดังแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การให้คะแนนความยาก-ง่ายในการรับรู้ของลักษณะท่าทางการยืน (Weiner et al., 1993)

คะแนน	ความหมาย
1	ง่ายมาก ๆ
2	ง่าย
3	ปานกลาง
4	ยากเล็กน้อย
5	ยาก
6	ยากมาก ๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้ข้อมูลจากการทดลองมาแล้วนั้น ขั้นตอนต่อไปนำข้อมูลมาคำนวนหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเต้นของหัวใจ การบวมของขา และการบวมของขาและวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) โดยมีตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปรดังนี้

1) ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า มี 3 ระดับ ได้แก่ การวางตำแหน่งของเท้าทั้งสองข้างเสมอกัน การวางตำแหน่งของเท้าที่วางเยื้องกัน และการวางตำแหน่งเท้าที่วางเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุมเครื่องจักร

2) ระยะเวลาการยืนทำงาน มี 2 ระดับ คือ ยืน 2 ชั่วโมงแบบไม่มีการพัก และยืน 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง และตัวแปรตาม คือ อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต และการบวมของขาบริเวณน่อง โดยกำหนดให้ผู้ถูกทดสอบเป็นบล็อก (Block) ซึ่งงานวิจัยนี้มีสมมติฐานดังต่อไปนี้

สมมติฐานที่ 1 : ระยะเวลาการยืน

H_0 : ระยะเวลาการยืน**ไม่มี**ผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ การบวมของขา ความดันโลหิต และความรู้สึกไม่สบายของผู้ถูกทดสอบ

H_1 : ระยะเวลาการยืน**มี**ผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ การบวมของขา ความดันโลหิต และความรู้สึกไม่สบายของผู้ถูกทดสอบ

สมมติฐานที่ 2 : ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า

H_0 : ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า**ไม่มี**ผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ การบวมของขา ความดันโลหิต และความรู้สึกไม่สบายของผู้ถูกทดสอบ

H_1 : ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า**มี**ผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ การบวมของขา ความดันโลหิต และความรู้สึกไม่สบายของผู้ถูกทดสอบ

สมมติฐานที่ 3 : อันตรกิริยาระหว่างระยะเวลาการยืนกับลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า

H_0 : อันตรกิริยาระหว่างระยะเวลาการยืนกับลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า**ไม่มี**ผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ การบวมของขา ความดันโลหิต และความรู้สึกไม่สบายของผู้ถูกทดสอบ

H_1 : อันตรกิริยาระหว่างระยะเวลาการยืนกับลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า**มี**ผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ การบวมของขา ความดันโลหิต และความรู้สึกไม่สบายของผู้ถูกทดสอบ

บทที่ 4
ผลการศึกษา

ในบทนี้เป็นการแสดงผลการศึกษา แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ผลการวิจัยเชิงสำรวจใช้แบบสอบถามสำรวจข้อมูลทั่วไป การให้คะแนนความความเมื่อยล้าก่อนและหลังจากการยืนทำงานทั้ง 6 เงื่อนไขการทดลอง และการให้คะแนนความยาก-ง่ายของลักษณะท่าทางการยืน 3 ลักษณะ ส่วนที่ 2 ผลจากการทดลอง ได้แก่ การวิเคราะห์ผลกระทบของการยืนทำงานจากอัตราการเต้นของหัวใจยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง ($\Delta H1$) และ 2 ชั่วโมง ($\Delta H2$) การวิเคราะห์ผลกระทบของการยืนทำงานจากความดันโลหิต และการวิเคราะห์ผลกระทบของการยืนทำงานจากการบวมของขาบริเวณน่อง

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปและพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ถูกทดสอบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้ถูกทดสอบทั้งหมด 30 คน พบว่าผู้ถูกทดสอบมีอายุเฉลี่ย 23 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 58 กิโลกรัม และส่วนสูงเฉลี่ย 160 เซนติเมตร ผู้ถูกทดสอบทุกคนไม่เป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับการยืน เช่น โรคเข่าเสื่อม โรคฝ่าเท้าอักเสบ เส้นเลือดขอด เป็นต้น และไม่ผ่านการผ่าตัดที่บริเวณหลังส่วนล่างและบริเวณขา

ผลการสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการดูแลตนเองพบว่า ผู้ถูกทดสอบจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 43.3 ไม่มีการใช้ยาเมื่อมีอาการปวดเมื่อยจากการยืนทำงาน และผู้ถูกทดสอบจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 56.7 มีการใช้ยาชนิดทาเมื่อมีอาการปวดเมื่อย ปกติแล้วผู้ถูกทดสอบใส่รองเท้าผ้าใบหรือรองเท้าแตะในระหว่างการทำงานและนอกเวลางาน นอกจากนี้ผู้ถูกทดสอบไม่ได้มีการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ

4.2 ผลการการทดลอง

4.2.1 การวิเคราะห์ผลกระทบจากการยืนทำงานจากอัตราการเต้นของหัวใจ

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าอัตราการเต้นของหัวใจของการยืน 2 ชั่วโมงแบบไม่มีการพัก พบว่าการยืนในลักษณะที่ 1 คือ เท้าเสมอกันมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่

ในช่วง 60 - 98 ครั้งต่อนาที เมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมงมีค่าอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วง 70 - 144 ครั้งต่อนาที เมื่อยืนครบ 2 ชั่วโมงมีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วง 71 - 120 ครั้งต่อนาที ค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ΔH_1) อยู่ในช่วง 1 - 22 ครั้งต่อนาที และค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนครบ 2 ชั่วโมง (ΔH_2) อยู่ในช่วง 1 - 22 ครั้งต่อนาที การยืนในลักษณะที่ 2 คือ เท้าเยื้องกันมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 64 - 98 ครั้งต่อนาที เมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมงมีค่าอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วง 76 - 106 ครั้งต่อนาที เมื่อยืนครบ 2 ชั่วโมงมีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วง 76 - 102 ครั้งต่อนาที ค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ΔH_1) อยู่ในช่วง 4 - 19 ครั้งต่อนาที และค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนครบ 2 ชั่วโมง (ΔH_2) อยู่ในช่วง 1 - 24 ครั้งต่อนาที การยืนในลักษณะที่ 3 คือ เท้าเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุมทุก ๆ 10 นาทีมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 60 - 97 ครั้งต่อนาที เมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมงมีค่าอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วง 71 - 109 ครั้งต่อนาที เมื่อยืนครบ 2 ชั่วโมงมีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วง 72 - 108 ครั้งต่อนาที ค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ΔH_1) อยู่ในช่วง 3 - 22 ครั้งต่อนาที และค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนครบ 2 ชั่วโมง (ΔH_2) อยู่ในช่วง 1 - 23 ครั้งต่อนาที

ส่วนตารางที่ 4.2 แสดงค่าอัตราการเต้นของหัวใจของการยืน 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง พบว่าการยืนในลักษณะที่ 1 คือ เท้าเสมอกันมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 67 - 97 ครั้งต่อนาที เมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมงมีค่าอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วง 77 - 106 ครั้งต่อนาที เมื่อยืนครบ 2 ชั่วโมงมีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วง 77 - 105 ครั้งต่อนาที ค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ΔH_1) อยู่ในช่วง 2 - 20 ครั้งต่อนาที และค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนครบ 2 ชั่วโมง (ΔH_2) อยู่ในช่วง 2 - 18 ครั้งต่อนาที การยืนในลักษณะที่ 2 คือ เท้าเยื้องกันมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 68 - 97 ครั้งต่อนาที เมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมงมีค่าอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วง 71 - 111 ครั้งต่อนาที เมื่อยืนครบ 2 ชั่วโมงมีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วง 70 - 111 ครั้งต่อนาที ค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ΔH_1) อยู่ในช่วง 1 - 16 ครั้งต่อนาที และค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนครบ 2 ชั่วโมง (ΔH_2) อยู่ในช่วง 1 - 19 ครั้งต่อนาที การยืนในลักษณะที่ 3 คือ เท้าเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุมทุก ๆ 10 นาทีมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 68 - 99 ครั้งต่อนาที เมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมงมีค่าอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วง 73 - 108 ครั้งต่อนาที เมื่อยืนครบ 2 ชั่วโมงมีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วง 73 - 108 ครั้งต่อนาที ค่าการเพิ่มขึ้นของ

อัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมงอยู่ (ΔH_1) ในช่วง 1 - 24 ครั้งต่อนาที และค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนครบ 2 ชั่วโมง (ΔH_2) อยู่ในช่วง 1 - 25 ครั้งต่อนาที

ตารางที่ 4.1 ค่าอัตราการเต้นของหัวใจของการยืน 2 ชั่วโมงแบบ**ไม่มี**การพัก

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (ครั้งต่อนาที)														
	เท้าเสมอกัน					เท้าเยื้องกัน					เท้าเยื้องกันและเหยียบปุ่มควบคุม				
	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	ΔH_2 (H3 -H1)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1 ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	ΔH_2 (H3 -H1)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1 ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	ΔH_2 (H3 -H1)
1	89	91	90	2	1	89	95	94	6	5	93	99	98	6	5
2	90	100	98	10	8	93	102	99	9	6	93	102	99	9	6
3	70	74	77	4	7	70	76	77	6	7	67	71	72	4	5
4	92	106	104	14	12	77	92	92	15	15	92	107	108	15	16
5	93	97	96	4	3	78	89	89	11	11	81	96	95	15	14
6	74	83	88	9	14	75	82	82	7	7	78	86	85	8	7
7	90	101	95	11	5	88	99	96	11	8	85	90	91	5	6
8	60	72	75	12	15	64	77	78	13	14	65	87	88	22	23
9	83	102	101	19	18	90	96	95	6	5	83	89	88	6	5
10	92	101	103	9	11	98	102	99	4	1	90	95	94	5	4
11	90	96	99	6	9	90	96	97	6	7	90	102	97	12	7
12	92	102	98	10	6	94	99	99	5	5	91	97	96	6	5
13	85	91	92	6	7	73	79	76	6	3	85	94	92	9	7

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.1 ค่าอัตราการเต้นของหัวใจของการยืน 2 ชั่วโมงแบบ**ไม่มี**การพัก (ต่อ)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (ครั้งต่อนาที)														
	เท้าเสมอกัน					เท้าเยื้องกัน					เท้าเยื้องกันและเหยียบปุ่มควบคุม				
	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	ΔH_2 (H3 -H1)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1 ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	ΔH_2 (H3 -H1)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1 ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	ΔH_2 (H3 -H1)
14	98	114	120	16	22	87	97	100	10	13	87	91	92	4	5
15	89	96	97	7	8	90	102	101	12	11	88	99	99	11	11
16	74	87	86	13	12	81	85	85	4	4	79	83	82	4	3
17	72	80	83	8	11	80	85	83	5	3	60	78	79	18	19
18	86	103	101	17	15	93	101	102	8	9	95	100	98	5	3
19	72	81	84	9	12	70	83	86	13	16	70	77	77	7	7
20	72	81	81	9	9	76	86	87	10	11	75	87	87	12	12
21	84	97	93	13	9	85	99	100	14	15	84	87	85	3	1
22	90	105	105	15	15	80	96	96	16	16	77	88	84	11	7
23	89	101	102	12	13	92	99	95	7	3	84	97	99	13	15
24	62	70	71	8	9	68	78	78	10	10	79	87	83	8	4
25	89	99	99	10	10	94	101	96	7	2	87	95	94	8	7
26	79	89	88	10	9	76	90	91	14	15	76	90	88	14	12

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.1 ค่าอัตราการเต้นของหัวใจของการยืน 2 ชั่วโมงแบบ**ไม่มี**การพัก (ต่อ)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (ครั้งต่อนาที)														
	เท้าเสมอกัน					เท้าเยื้องกัน					เท้าเยื้องกันและเหยียบปุ่มควบคุม				
	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	ΔH_2 (H3 -H1)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1 ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	ΔH_2 (H3 -H1)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1 ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	ΔH_2 (H3 -H1)
27	85	91	92	6	7	84	96	95	12	11	77	91	92	14	15
28	95	107	104	12	9	90	106	102	16	12	97	109	108	12	11
29	80	93	95	13	15	78	97	102	19	24	86	98	97	12	11
30	79	97	96	18	17	76	88	91	12	90	96	94	6	4	90
ค่าเฉลี่ย	83	94	94	10	11	83	93	92	10	9	83	92	91	9	9
ค่ามากสุด	98	114	120	19	22	98	106	102	19	24	97	109	108	22	23
ค่าน้อยสุด	60	70	71	2	1	64	76	76	4	1	60	71	72	3	1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.2 ค่าอัตราการเต้นของหัวใจของการยืน 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (ครั้งต่อนาที)														
	เท้าเสมอกัน					เท้าเยื้องกัน					เท้าเยื้องกันและเหยียบปุ่มควบคุม				
	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	Δ_{H2} (H3 -H1)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1 ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	ΔH_2 (H3 -H1)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1 ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	ΔH_2 (H3 -H1)
1	75	82	83	7	8	89	95	95	6	6	92	100	103	8	11
2	89	105	100	16	11	82	89	84	7	2	82	90	87	8	5
3	73	77	77	4	4	69	71	70	2	1	73	77	74	4	1
4	83	95	95	12	12	97	111	110	14	13	93	98	100	5	7
5	79	91	91	12	12	84	96	95	12	11	83	95	94	12	11
6	86	90	92	4	6	73	81	79	8	6	76	82	81	6	5
7	83	100	97	17	14	88	98	95	10	7	94	95	96	1	2
8	86	96	96	10	10	82	98	98	16	16	84	92	92	8	8
9	81	90	89	9	8	80	95	95	15	15	81	94	91	13	10
10	85	93	94	8	9	84	91	91	7	7	81	89	88	8	7
11	90	92	92	2	2	88	94	96	6	8	86	93	91	7	5
12	81	97	92	16	11	92	102	98	10	6	80	90	89	10	9

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.2 ค่าอัตราการเต้นของหัวใจของการยืน 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่ง 5 พักเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ต่อ)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (ครั้งต่อนาที)														
	เท้าเสมอกัน					เท้าเยื้องกัน					เท้าเยื้องกันและเหยียบปุ่มควบคุม				
	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	ΔH_2 (H3 -H1)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1 ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	ΔH_2 (H3 -H1)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1 ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	ΔH_2 (H3 -H1)
13	83	100	96	17	13	78	90	85	12	7	80	89	86	9	6
14	83	103	101	20	18	94	110	111	16	17	89	98	96	9	7
15	89	96	92	7	3	90	102	102	12	12	88	99	98	11	10
16	77	85	84	8	7	80	87	86	7	6	79	85	83	6	4
17	74	83	83	9	9	73	77	76	4	3	69	73	73	4	4
18	97	99	99	2	2	89	93	95	4	6	99	108	108	9	9
19	77	88	89	11	12	84	87	93	3	9	74	93	94	19	20
20	67	84	83	17	16	75	88	86	13	11	70	76	75	6	5
21	88	103	105	15	17	87	97	100	10	13	86	93	94	7	8
22	74	90	92	16	18	75	76	76	1	1	85	96	96	11	11
23	89	106	105	17	16	88	103	107	15	19	79	93	96	14	17
24	77	85	79	8	2	79	89	86	10	7	68	79	78	11	10

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.2 ค่าอัตราการเต้นของหัวใจของการยืน 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่ง 5 พักเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ต่อ)

ผู้ถูกทดสอบ	อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (ครั้งต่อนาที)														
	เท้าเสมอกัน					เท้าเยื้องกัน					เท้าเยื้องกันและเหยียบปุ่มควบคุม				
	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	ΔH_2 (H3 -H1)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1 ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	ΔH_2 (H3 -H1)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (H1)	ผ่านไป 1 ชั่วโมง (H2)	ผ่านไป 2 ชั่วโมง (H3)	ΔH_1 (H2 -H1)	ΔH_2 (H3 -H1)
25	76	90	93	14	17	81	85	87	4	6	83	91	90	8	7
26	89	99	99	10	10	93	102	99	9	6	86	90	90	4	4
27	75	89	93	14	18	77	90	93	13	16	73	84	85	11	12
28	87	101	103	14	16	97	104	104	7	7	80	104	105	24	25
29	71	79	81	8	10	68	77	79	9	11	89	101	99	12	10
30	87	95	94	8	7	76	88	91	12	15	90	96	94	6	4
ค่าเฉลี่ย	82	93	92	11	11	83	92	92	9	9	82	91	91	9	8
ค่ามากสุด	97	106	105	20	18	97	111	111	16	19	99	108	108	24	25
ค่าน้อยสุด	67	77	77	2	2	68	71	70	1	1	68	73	73	1	1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากอัตราการเต้นของหัวใจ

จากข้อมูลการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจสามารถนำมาวิเคราะห์ผลกระทบจากการยืนทำงานต่ออัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งสามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

สมมติฐานที่ 1 : ระยะเวลาการยืนมีผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ΔH_1) และเมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง (ΔH_2)

สมมติฐานที่ 2 : ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้ามีผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ΔH_1) และเมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง (ΔH_2)

<u>การทดสอบสมมติฐาน</u>

สมมติฐานที่ 1

H_0 : ระยะเวลาการยืน**<u>ไม่มี</u>**ผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ΔH_1) และเมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง (ΔH_2)

H_1 : ระยะเวลาการยืน**<u>มี</u>**ผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ΔH_1) และยืนเมื่อผ่านไป 2 ชั่วโมง (ΔH_2)

สมมติฐานที่ 2

H_0 : ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า**<u>ไม่มี</u>**ผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ΔH_1) และเมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง (ΔH_2)

H_1 : ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า**<u>มี</u>**ผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ΔH_1) และเมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง (ΔH_2)

สมมติฐานที่ 3

H_0 : อันตรกิริยาระหว่างระยะเวลาการยืนกับลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า**<u>ไม่มี</u>**ผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ΔH_1) และเมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง (ΔH_2)

H_1 : อันตรกิริยาระหว่างระยะเวลาการยืนกับลักษณะการวางตำแหน่ง

ของเท้ามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ΔH_1) และเมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง (ΔH_2)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมงโดยใช้ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 แสดงดังตารางที่ 4.3 ผลพบว่าผู้ถูกทดสอบมีผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจอย่างมีนัยสำคัญโดยมีค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.001 ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า และระยะเวลาการยืนทำงาน ไม่มีผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ ส่วนตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อผู้ถูกทดสอบยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง พบว่าการวางตำแหน่งของเท้าทั้ง 3 แบบ และผู้ถูกทดสอบ มีผลต่อค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.0050 และ 0.000 ตามลำดับ ระยะเวลาการยืน ไม่มีผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ΔH_1 = H2 - H1)

แหล่งความแปรปรวน	ระดับขั้นความเสรี	ผลรวมกำลังสอง	ผลเฉลี่ยกำลังสอง	ค่าสถิติทดสอบ	ระดับนัยสำคัญ
ระยะเวลาการยืน	1	1.04	5.17	0.32	0.572
การวางตำแหน่งของเท้า	2	62.08	31.94	1.94	0.142
อันตรกิริยาระหว่างระยะเวลาการยืนกับการวางตำแหน่งของเท้า	2	13.23	6.61	0.41	0.664
บล็อก (ผู้ถูกทดสอบ)	29	1086.24	34.46	2.32	0.001*
ความคลาดเคลื่อน	145	2337.52	16.12		
รวม	179	3500.11			

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในค่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง (ΔH_2 = H3 - H1)

แหล่งความแปรปรวน	ระดับขั้นความเสรี	ผลรวมกำลังสอง	ผลเฉลี่ยกำลังสอง	ค่าสถิติทดสอบ	ระดับนัยสำคัญ
ระยะเวลาการยืน	1	0.04	3.59	0.18	0.674
การวางตำแหน่งของเท้า	2	123.14	61.59	3.05	0.050*
อันตรกิริยาระหว่างระยะเวลาการยืนกับการวางตำแหน่งของเท้า	2	0.59	0.29	0.01	0.986
บล็อก (ผู้ถูกทดสอบ)	29	1544.12	53.25	2.64	0.000*
ความคลาดเคลื่อน	145	2929.51	20.20		
รวม	179	4597.39			

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง (ΔH_2 = H3 - H1) พบว่าการวางเท้าทั้งสองข้างเสมอกันมีค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจมากที่สุด รองลงมาคือการวางเท้าทั้งสองข้างเยื้องกันกัน และสุดท้ายการวางเท้าทั้งสองข้างเยื้องกันกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจน้อยที่สุด

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง (ΔH_2 = H3 - H1)

แหล่งความแปรปรวน	ระดับปัจจัย	การเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ	
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
การวางตำแหน่งของเท้า	เท้าทั้งสองข้างเสมอกัน	10.517	0.618
	เท้าทั้งสองข้างวางเยื้องกัน	9.167	0.665
	เท้าทั้งสองข้างวางเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุม	8.533	0.663

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากเกณฑ์การจำแนกประเภทงานของ Kolus et al. (2013) โดยอ้างอิงจาก American Industrial Hygiene Association (AIHA) (1971) ระบุว่าอัตราการเต้นของหัวใจ 60 - 70 ครั้งต่อนาที เป็นอัตราการเต้นของหัวใจขณะนั่ง อัตราการเต้นของหัวใจ 75 - 100 ครั้งต่อนาที เป็นอัตราการเต้นของหัวใจของการทำงานในลักษณะงานเบา อัตราการเต้นของหัวใจ 125 - 150 ครั้งต่อนาที เป็นอัตราการเต้นของหัวใจของการทำงานในลักษณะงานหนัก และอัตราการเต้นของหัวใจ 150 - 180 ครั้งต่อนาที เป็นอัตราการเต้นของหัวใจของการทำงานในลักษณะงานหนักมาก แต่ผลจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยขณะยืนทำงานในงานวิจัยนี้อยู่ที่ 90 - 93 ครั้งต่อนาที ถือได้ว่าการยืนทำงาน 2 ชั่วโมงเป็นงานเบาเมื่อใช้เกณฑ์การจำแนกประเภทงานของ Kolus et al. (2013) จึงอาจทำให้ปัจจัยเกี่ยวกับระยะเวลาการยืนและการวางตำแหน่งของเท้าไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเต้นของหัวใจในขณะยืน

4.2.3 การวิเคราะห์ผลกระทบจากการยืนทำงานจากความดันโลหิต

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความดันโลหิตของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบไม่มีการพัก พบว่าการยืนในลักษณะที่ 1 คือ เท้าเสมอกันมีค่าความดันโลหิตซิสโตลิกขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 87 - 129 มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 58 - 82 มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตซิสโตลิกขณะยืนอยู่ในช่วง 90 – 124 มิลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกขณะยืนอยู่ในช่วง 69 - 90 มิลิเมตรปรอท การยืนในลักษณะที่ 2 คือ เท้าเยื้องกันมีค่าความดันโลหิตซิสโตลิกขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 86 - 118 มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 54 - 92 มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตซิสโตลิกขณะยืนอยู่ในช่วง 96 - 119 มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกขณะยืนอยู่ในช่วง 59 - 91 มิลลิเมตรปรอท การยืนในลักษณะที่ 3 คือ เท้าเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุมทุก ๆ 10 นาทีมีค่าความดันโลหิตซิสโตลิกขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 90 - 112 มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 53 - 85 มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตซิสโตลิกขณะยืนอยู่ในช่วง 91 - 120 มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกขณะยืนอยู่ในช่วง 68 - 92 มิลลิเมตรปรอท

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความดันโลหิตของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง พบว่าการยืนในลักษณะที่ 1 คือ เท้าเสมอกันมีค่าความดันโลหิตซิสโตลิกขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 91 - 112 มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 58 - 90 มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตซิสโตลิกขณะยืนอยู่ในช่วง 96 - 123 มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกขณะยืนอยู่ในช่วง 56 - 95

มิลลิเมตรปรอท การยืนในลักษณะที่ 2 คือเท้าเยื้องกันมีค่าความดันโลหิตซิสโตลิกขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 87 - 114 มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 58 - 86 มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตซิสโตลิกขณะยืนอยู่ในช่วง 95 - 121 มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกขณะยืนอยู่ในช่วง 67 - 92 มิลลิเมตรปรอท การยืนในลักษณะที่ 3 คือ เท้าเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุมทุก ๆ 10 นาทีมีค่าความดันโลหิตซิสโตลิกขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 85 - 119 มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกขณะนั่งพักก่อนการทดลองอยู่ในช่วง 52 - 83 มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตซิสโตลิกขณะยืนอยู่ในช่วง 99 -119 มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกขณะยืนอยู่ในช่วง 64 - 92 มิลลิเมตรปรอท

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.6 ค่าความดันโลหิตของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบ**ไม่มี**การพัก

ผู้ถูกทดสอบ	ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท)																	
	เท้าเสมอกัน						เท้าเยื้องกัน						เท้าเยื้องกันและเหยียบปุ่มควบคุม					
	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)
1	129	81	124	82	-5	1	107	78	117	86	10	8	117	85	120	92	3	7
2	100	68	115	87	15	19	103	65	117	59	14	-6	96	71	103	73	7	2
3	102	78	116	85	14	7	104	61	111	76	7	15	102	67	110	70	8	3
4	89	74	106	85	17	11	98	81	111	88	13	7	94	53	112	78	18	25
5	88	60	108	74	20	14	102	63	108	77	6	14	103	69	112	78	9	9
6	101	70	106	76	5	6	102	60	102	77	0	17	105	78	113	83	8	5
7	89	64	90	73	1	9	86	57	96	80	10	23	102	63	91	68	-11	5
8	95	68	98	71	3	3	94	54	103	83	9	29	98	65	103	74	5	9
9	101	65	103	78	2	13	99	67	104	91	5	24	95	57	100	73	5	16
10	106	82	115	85	9	3	115	74	119	85	4	11	122	82	109	83	-13	1
11	107	76	116	84	9	8	108	80	115	80	7	0	113	80	119	83	6	3
12	103	66	113	81	10	15	98	71	97	75	-1	4	108	80	110	86	2	6
13	112	76	114	85	2	9	104	79	106	77	2	-2	109	75	108	90	-1	15
14	107	77	113	90	6	13	116	92	113	88	-3	-4	109	67	108	84	-1	17
15	110	58	105	74	-5	16	100	71	107	72	7	1	114	62	104	73	-10	11
16	104	64	101	75	-3	11	105	65	99	74	-6	9	101	62	106	70	5	8

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.6 ค่าความดันโลหิตของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบ**ไม่มี**การพัก (ต่อ)

ผู้ถูกทดสอบ	ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท)																	
	เท้าเสมอกัน						เท้าเยื้องกัน						เท้าเยื้องกันและเหยียบปุ่มควบคุม					
	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)
17	87	63	105	82	18	19	97	64	103	78	6	14	93	59	100	76	7	17
18	105	70	104	79	-1	9	103	72	100	77	-3	5	101	67	108	80	7	13
19	98	61	108	86	10	25	103	68	104	72	1	4	100	67	104	76	4	9
20	95	66	108	79	13	13	101	65	116	78	15	13	96	64	98	73	2	9
21	98	70	103	69	5	-1	96	56	99	71	3	15	95	69	99	71	4	2
22	104	79	111	74	7	-5	102	70	113	73	11	3	100	57	112	77	12	20
23	113	72	116	80	3	8	105	74	113	81	8	7	102	61	116	81	14	20
24	109	65	113	70	4	5	98	67	109	70	11	3	90	78	108	87	18	9
25	116	76	116	86	0	10	118	74	119	84	1	10	113	76	110	80	-3	4
26	104	61	105	76	1	15	96	60	110	81	14	21	108	72	110	80	2	8
27	104	69	111	81	7	12	111	68	113	80	2	12	106	60	110	84	4	24
28	99	73	105	70	6	-3	99	87	102	77	3	-10	98	66	108	92	10	26
29	92	70	99	80	7	10	98	74	99	70	1	-4	92	79	102	77	10	-2
30	103	73	109	75	6	2	99	69	104	75	5	6	103	73	107	69	4	-4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.6 ค่าความดันโลหิตของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบ**ไม่มี**การพัก (ต่อ)

ผู้ถูกทดสอบ	ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท)																	
	เท้าเสมอกัน						เท้าเยื้องกัน						เท้าเยื้องกันและเหยียบปุ่มควบคุม					
	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)
ค่าเฉลี่ย	102	70	109	79	6	9	102	70	108	78	5	8	103	69	107	79	5	10
ค่ามากสุด	129	82	124	90	20	25	118	92	119	91	15	29	122	85	120	92	18	26
ค่าน้อยสุด	87	58	90	69	-5	-5	86	54	96	59	-6	-10	90	53	91	68	-13	-4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.7 ค่าความดันโลหิตของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง

ผู้ถูกทดสอบ	ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท)																	
	เท้าเสมอกัน						เท้าเยื้องกัน						เท้าเยื้องกันและเหยียบปุ่มควบคุม					
	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)
1	106	72	121	93	15	21	106	79	121	92	15	13	117	81	119	86	2	5
2	101	67	111	72	10	5	89	60	106	67	17	7	96	61	100	69	4	8
3	99	67	108	56	9	-11	98	72	105	75	7	3	103	70	107	70	4	0
4	108	59	121	92	13	33	105	82	112	77	7	-5	104	79	110	78	6	-1
5	106	70	110	78	4	8	106	75	105	75	-1	0	104	73	108	77	4	4
6	103	60	105	72	2	12	104	76	106	74	2	-2	102	66	104	75	2	9
7	93	65	96	79	3	14	101	71	104	84	3	13	97	69	100	77	3	8
8	93	66	103	75	10	9	87	58	96	73	9	15	97	65	111	73	14	8
9	91	59	100	74	9	15	97	63	107	72	10	9	104	58	106	71	2	13
10	112	88	117	95	5	7	112	77	110	82	-2	5	109	73	111	85	2	12
11	112	84	119	81	7	-3	103	64	110	81	7	17	102	83	116	92	14	9
12	100	71	106	75	6	4	107	78	108	75	1	-3	109	80	110	79	1	-1
13	107	78	123	92	16	14	99	80	106	84	7	4	101	72	118	88	17	16
14	107	86	113	93	6	7	103	79	113	89	10	10	105	81	110	87	5	6
15	98	63	100	72	2	9	103	73	114	74	11	1	106	66	110	69	4	3
16	98	70	101	73	3	3	107	71	105	76	-2	5	102	70	99	75	-3	5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.7 ค่าความดันโลหิตของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ต่อ)

ผู้ถูกทดสอบ	ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท)																	
	เท้าเสมอกัน						เท้าเยื้องกัน						เท้าเยื้องกันและเหยียบปุ่มควบคุม					
	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)
17	103	72	100	80	-3	8	95	58	104	76	9	18	92	63	104	75	12	12
18	101	90	98	73	-3	-17	98	64	102	75	4	11	98	71	103	79	5	8
19	101	70	102	79	1	9	107	72	106	74	-1	2	105	75	103	82	-2	7
20	92	62	102	69	10	7	87	61	95	68	8	7	109	63	112	70	3	7
21	95	62	101	70	6	8	101	75	107	73	6	-2	88	63	99	74	11	11
22	105	58	115	81	10	23	101	71	111	76	10	5	108	65	115	79	7	14
23	107	89	118	82	11	-7	108	86	114	83	6	-3	99	68	114	81	15	13
24	93	65	103	62	10	-3	103	58	113	70	10	12	99	52	110	64	11	12
25	104	69	116	87	12	18	114	74	113	78	-1	4	119	77	113	85	-6	8
26	102	78	106	77	4	-1	103	69	107	83	4	14	107	54	108	76	1	22
27	105	68	117	88	12	20	102	70	110	83	8	13	108	62	107	65	-1	3
28	105	58	111	77	6	19	99	73	104	75	5	2	106	75	108	73	2	-2
29	102	81	105	80	3	-1	99	72	97	73	-2	1	85	67	99	77	14	10
30	103	74	110	77	7	3	99	74	105	75	6	1	109	75	111	77	2	2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.7 ค่าความดันโลหิตของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ต่อ)

ผู้ถูกทดสอบ	ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท)																	
	เท้าเสมอกัน						เท้าเยื้องกัน						เท้าเยื้องกันและเหยียบปุ่มควบคุม					
	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ซิสโตลิก)	ขณะนั่งพักก่อนการทดลอง (ไดแอสโตลิก)	ขณะยืน (ซิสโตลิก)	ขณะยืน (ไดแอสโตลิก)	ผลต่าง (ซิสโตลิก)	ผลต่าง (ไดแอสโตลิก)
ค่าเฉลี่ย	102	71	109	78	4	8	101	71	107	77	6	6	103	69	108	77	5	8
ค่ามากสุด	112	90	123	95	16	33	114	86	121	92	17	18	119	83	119	92	17	22
ค่าน้อยสุด	91	58	96	56	-3	-17	87	58	95	67	-2	-5	85	52	99	64	-6	-2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากความดันโลหิต

จากข้อมูลของค่าผลต่างของความดันโลหิตสามารถนำมาวิเคราะห์ผลกระทบจากการยืนทำงานต่อความดันโลหิต ซึ่งสามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

สมมติฐานที่ 1 : ระยะเวลาการยืนมีผลกระทบต่อค่าผลต่างความดันโลหิตซิสโตลิก และผลต่างของค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิก

สมมติฐานที่ 2 : ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้ามีผลกระทบต่อค่าผลต่างความดันโลหิตซิสโตลิก และผลต่างของค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิก

<u>การทดสอบสมมติฐาน</u>

สมมติฐานที่ 1

H_0 : ระยะเวลาการยืน**<u>ไม่มี</u>**ผลต่อค่าผลต่างความดันโลหิตซิสโตลิกและค่าผลต่างความดันโลหิตไดแอสโตลิก

H_1 : ระยะเวลาการยืน**<u>มี</u>**ผลต่อค่าผลต่างความดันโลหิตซิสโตลิกและค่าผลต่างความดันโลหิตไดแอสโตลิก

สมมติฐานที่ 2

H_0 : ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า**<u>ไม่มี</u>**ผลต่อค่าผลต่างความดันโลหิตซิสโตลิกและค่าผลต่างความดันโลหิตไดแอสโตลิก

H_1 : ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า**<u>มี</u>**ผลต่อค่าผลต่างความดันโลหิตซิสโตลิกและค่าผลต่างความดันโลหิตไดแอสโตลิก

สมมติฐานที่ 3

H_0 : อันตรกิริยาระหว่างระยะเวลาการยืนกับลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า**<u>ไม่มี</u>**ผลต่อค่าผลต่างความดันโลหิตซิสโตลิกและค่าผลต่างความดันโลหิตไดแอสโตลิก

H_1 : อันตรกิริยาระหว่างระยะเวลาการยืนกับลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า**<u>มี</u>**ผลต่อค่าผลต่างความดันโลหิตซิสโตลิกและค่าผลต่างความดันโลหิตไดแอสโตลิก

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในค่าผลต่างความดันโลหิตซิสโตลิกและค่าผลต่างความดันโลหิตไดแอสโตลิก โดยใช้ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 แสดงดังตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าผลต่างความดันโลหิตซิสโตลิก พบว่าผู้ถูกทดสอบมีผลกระทบต่อค่าผลต่างความดันโลหิตซิสโตลิกอย่างมีนัยสำคัญโดยมีค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.000 ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้าและระยะเวลาการยืน ไม่มีผลกระทบต่อค่าผลต่างความดันโลหิตซิสโตลิก ส่วนตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าผลต่างความดันโลหิตไดแอสโตลิก พบว่าระยะเวลาการยืน ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า และผู้ถูกทดสอบ ไม่มีผลกระทบต่อค่าผลต่างความดันโลหิตไดแอสโตลิก

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าผลต่างความดันโลหิตซิสโตลิก

แหล่งความแปรปรวน	ระดับขั้นความเสรี	ผลรวมกำลังสอง	ผลเฉลี่ยกำลังสอง	ค่าสถิติทดสอบ	ระดับนัยสำคัญ
ระยะเวลาการยืน	1	14.45	14.45	0.54	0.465
การวางตำแหน่งของเท้า	2	87.10	43.55	1.62	0.202
อันตรกิริยาระหว่างระยะเวลาการยืนกับการวางตำแหน่งของเท้า	2	0.90	0.45	0.02	0.983
บล็อก (ผู้ถูกทดสอบ)	29	2076.45	71.60	2.66	0.000*
ความคลาดเคลื่อน	145	3902.05	26.91		
รวม	179	6080.95			

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าผลต่างความดันโลหิตไดแอสโตลิก

แหล่งความแปรปรวน	ระดับขั้นความเสรี	ผลรวมกำลังสอง	ผลเฉลี่ยกำลังสอง	ค่าสถิติทดสอบ	ระดับนัยสำคัญ
ระยะเวลาการยืน	1	184.02	184.02	3.06	0.082
การวางตำแหน่งของเท้า	2	98.80	49.40	0.82	0.442
อันตรกิริยาระหว่างระยะเวลาการยืนกับการวางตำแหน่งของเท้า	2	7.24	3.62	0.06	0.942
บล็อก (ผู้ถูกทดสอบ)	29	2231.13	76.94	1.28	0.173
ความคลาดเคลื่อน	145	8713.60	60.09		
รวม	179	11234.80			

ค่าความดันโลหิตซิสโตลิกเป็นค่าที่ใช้ทำนายความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด และความดันโลหิตไดแอสโตลิกสามารถเป็นค่าที่ใช้ในการพยากรณ์ความแข็งแรงของเส้นเลือดที่ส่งผลต่อความเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด (Franklin S., 2006) นอกจากนี้ Mosenkis MD. and Townsend MD. (2004) พบว่าเมื่อความดันโลหิตไดแอสโตลิกมีค่าต่ำ จะไปลดแรงกดดันของหลอดเลือดหัวใจจะทำให้เกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด และยังได้พบความเสี่ยงสูงของในการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดเมื่อค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกต่ำกว่า 70 มิลลิเมตรปรอท และมีความเสี่ยงเพิ่มเป็นสองเท่าเมื่อความดันโลหิตไดแอสโตลิกต่ำกว่า 55 มิลิเมตรปรอท แต่ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกของผู้ถูกทดสอบในขณะยืนทำงานอยู่ในช่วง 56 - 95 มิลลิเมตรปรอท ถือได้ว่ากลุ่มผู้ถูกทดสอบบางคนมีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดตามทฤษฎีของ Mosenkis and Townsend (2004) และยังพบว่าค่าผลต่างของค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกในการยืน 2 ชั่วโมงแบบไม่มีการพักมีค่าผลต่างของค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกเฉลี่ย 10 มิลลิเมตรปรอท และการยืน 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมงมีค่าผลต่างของค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิกเฉลี่ย 7 มิลลิเมตรปรอท อาจกล่าวได้ว่าการยืน 2 ชั่วโมงแบบไม่มีการพักมีค่าความดันไดแอสโตลิกสูงกว่าการยืน 2 ชั่วโมงแบบมีการพัก เพราะเมื่อผู้ถูกทดสอบยืนนานเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง กล้ามเนื้อขาจะหดตัวทำให้เลือดหมุนเวียนกลับได้น้อย ความดันไดแอสโตลิกจึงเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้เลือดหมุนเวียนกลับไปที่หัวใจได้มากขึ้น

4.2.5 การวิเคราะห์ผลกระทบจากการยืนทำงานจากการบวมของขาบริเวณน่อง

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าการบวมของขาบริเวณน่องของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบไม่มีการพัก พบว่าการยืนในลักษณะที่ 1 เท้าเสมอกันมีค่าการบวมของขาข้างซ้ายบริเวณน่องอยู่ในช่วง 0.1 - 1 เซนติเมตร ค่าการบวมของขาข้างขวาบริเวณน่องอยู่ในช่วง 0.1 - 1 เซนติเมตร การยืนในลักษณะที่ 2 เท้าเยื้องกันมีค่าการบวมของขาข้างซ้ายบริเวณน่องอยู่ในช่วง 0.2 - 1.3 เซนติเมตร ค่าการบวมของขาข้างขวาบริเวณน่องอยู่ในช่วง 0.2 - 1.2 เซนติเมตร การยืนในลักษณะที่ 3 เท้าเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุมทุก ๆ 10 นาทีมีค่าการบวมของขาข้างซ้ายบริเวณน่องอยู่ในช่วง 0.2 - 1.1 เซนติเมตร ค่าการบวมของขาข้างขวาบริเวณน่องอยู่ในช่วง 0.2 - 1 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าการบวมของขาบริเวณน่องของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง พบว่าการยืนในลักษณะที่ 1 เท้าเสมอกันมีค่าการบวมของขาข้างซ้ายบริเวณน่องอยู่ในช่วง 0.1 - 1.2 เซนติเมตร ค่าการบวมของขาข้างขวาบริเวณน่องอยู่ในช่วง 0.2 - 1 เซนติเมตร การยืนในลักษณะที่ 1 เท้าเยื้องกันมีค่าการบวมของขาข้างซ้ายบริเวณน่องอยู่ในช่วง 0.2 - 1 เซนติเมตร ค่าการบวมของขาข้างขวาบริเวณน่องอยู่ในช่วง 0.2 - 1

เซนติเมตร การยืนในลักษณะที่ 3 เท้าเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุมทุก ๆ 10 นาทีมีค่าการบวมของขาข้างซ้ายบริเวณน่องอยู่ในช่วง 0.2 - 1.2 เซนติเมตร ค่าการบวมของขาข้างขวาบริเวณน่องอยู่ในช่วง 0.1 - 1.3 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.10 ค่าการบวมของขาบริเวณน่องของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบ**ไม่มี**การพัก

ผู้ถูกทดสอบ	ค่าการบวมของขา (เซนติเมตร)																	
	เท้าแสมอกัน						เท้าเยื้องกัน						เท้าเยื้องกันและเหยียบปุ่มควบคุม					
	เริ่มยืน		ยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง		ผลต่าง		เริ่มยืน		ยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง		ผลต่าง		เริ่มยืน		ยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง		ผลต่าง	
	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา
1	43	43	43.5	43.1	0.5	0.1	43.5	42.2	43.9	42.8	0.4	0.6	44.5	42.3	44.7	42.8	0.2	0.5
2	31.7	31.5	32.1	31.9	0.4	0.4	32	31.7	32.3	32.1	0.3	0.4	31.8	31.6	32.3	32.1	0.5	0.5
3	37	36.8	37.6	37.4	0.6	0.6	37.1	36.9	37.6	37.5	0.5	0.6	36.9	36.6	37.7	37.2	0.8	0.6
4	41.5	40.2	42.3	40.9	0.8	0.7	41.2	40.1	42.5	41	1.3	0.9	41.5	40.6	42.1	41.1	0.6	0.5
5	40.1	39.5	40.4	39.9	0.3	0.4	40.2	39.8	41	40.5	0.8	0.7	40.2	39.5	40.8	39.9	0.6	0.4
6	34.9	34.6	35.5	35	0.6	0.4	35.1	34.9	35.9	35.5	0.8	0.6	35.1	34.5	35.8	35	0.7	0.5
7	37.7	37.6	38.4	38.1	0.7	0.5	37.4	37.2	38.2	37.6	0.8	0.4	37.6	37.6	38.5	38.3	0.9	0.7
8	32.8	32.6	33.2	33.3	0.4	0.7	32.4	32.1	33.3	33.3	0.9	1.2	32.5	32.2	33.1	32.9	0.6	0.7
9	33	33.1	33.6	33.7	0.6	0.6	33	33	33.3	33.5	0.3	0.5	32.7	32.9	33.2	33.3	0.5	0.4
10	40.3	40.1	40.9	40.6	0.6	0.5	40.7	40.8	41	41	0.3	0.2	40.8	40.8	41.4	41.1	0.6	0.3
11	33.2	33.3	33.3	33.4	0.1	0.1	33.1	33.3	33.3	33.6	0.2	0.3	33.3	32.7	33.5	33.5	0.2	0.8
12	34.5	33.6	35.1	34.1	0.6	0.5	34.1	33.2	35	33.6	0.9	0.4	34.7	33.9	34.9	34.2	0.2	0.3
13	36.5	36.5	37.3	37.2	0.8	0.7	36.5	36.8	37.3	37.3	0.8	0.5	36.5	36.2	36.8	36.9	0.3	0.7
14	33.5	33.5	33.9	33.8	0.4	0.3	33.8	33.9	34.2	34.8	0.4	0.9	33.4	34.1	34.1	34.9	0.7	0.8
15	37.2	37.4	37.7	37.8	0.5	0.4	36.8	37.2	37.5	38	0.7	0.8	36.8	36.9	37.6	37.2	0.8	0.3
16	32.3	32.6	32.9	33.1	0.6	0.5	32.5	32.2	33.8	32.7	1.3	0.5	32.3	32.6	33.1	32.9	0.8	0.3
17	40.2	40.9	40.6	41.3	0.4	0.4	40.9	40.6	41.2	41.1	0.3	0.5	41	40.8	41.3	41.2	0.3	0.4
18	34.3	33.6	34.8	34	0.5	0.4	34.1	33.5	34.5	34.1	0.4	0.6	33.9	33.2	35	33.8	1.1	0.6
19	33.3	33.7	34.1	34.3	0.8	0.6	33.2	33.7	33.9	34.1	0.7	0.4	33.2	33.5	34	34.4	0.8	0.9
20	36.7	38.1	37.2	38.5	0.5	0.4	36.4	37.2	37	37.9	0.6	0.7	36.6	38.2	37.2	38.8	0.6	0.6

ตารางที่ 4.10 ค่าการบวมของขาบริเวณน่องของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบ**ไม่มี**การพัก (ต่อ)

ผู้ถูกทดสอบ	ค่าการบวมของขา (เซนติเมตร)																	
	เท้าแสมอกัน						เท้าเยื้องกัน						เท้าเยื้องกันและเหยียบปุ่มควบคุม					
	เริ่มยืน		ยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง		ผลต่าง		เริ่มยืน		ยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง		ผลต่าง		เริ่มยืน		ยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง		ผลต่าง	
	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา
21	36.7	38.1	37.1	38.6	0.4	0.5	35.7	38	36.5	38.5	0.8	0.5	36.3	38	36.6	38.3	0.3	0.3
22	38.4	37.7	39.2	38.7	0.8	1	37.7	37.5	38.4	38.2	0.7	0.7	38	37.5	38.9	38.5	0.9	1
23	36.9	37	37.8	38	0.9	1	37.5	37.4	38	37.8	0.5	0.4	36.8	37	37.8	38	1	1
24	31.2	30.9	31.8	31.7	0.6	0.8	30.8	30.7	31.6	31.2	0.8	0.5	31.1	31	31.4	31.2	0.3	0.2
25	36.9	37	37.2	37.4	0.3	0.4	37	36.7	37.3	37.1	0.3	0.4	36.4	36.2	36.9	36.6	0.5	0.4
26	32.7	32.5	33.7	33.3	1	0.8	32.1	31.7	33	32.4	0.9	0.7	33	32.6	33.9	33	0.9	0.4
27	33.6	33.7	34.2	34	0.6	0.3	33.6	34.2	34.2	35	0.6	0.8	33.4	33.5	34.3	34.4	0.9	0.9
28	32	32.2	32.5	32.7	0.5	0.5	32.2	32.3	32.8	32.6	0.6	0.3	31.9	32.1	32.1	32.4	0.2	0.3
29	28.5	28.4	29.2	28.9	0.7	0.5	28.7	28.4	29.2	28.9	0.5	0.5	27.4	27.4	28.3	28.4	0.9	1
30	39.8	40.1	40.1	40.6	0.3	0.5	39.8	40.4	40.4	40.9	0.6	0.5	40	40.2	40.7	40.7	0.7	0.5
ค่าเฉลี่ย	35.7	35.7	36.2	36.2	0.6	0.5	35.6	35.6	36.3	36.2	0.6	0.6	35.7	35.5	36.3	36.1	0.6	0.6
ค่ามากสุด	43	43	43.5	43.1	1	1	43.5	42.2	43.9	42.8	1.3	1.2	44.5	42.3	44.7	42.8	1.1	1
ค่าน้อยสุด	28.5	28.4	29.2	28.9	0.1	0.1	28.7	28.4	29.2	28.9	0.2	0.2	27.4	27.4	28.3	28.4	0.2	0.2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.11 ค่าการบวมของขาบริเวณน่องของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง

ผู้ถูกทดสอบ	ค่าการบวมของขา (เซนติเมตร)																	
	เท้าแสมอกัน						เท้าเยื้องกัน						เท้าเยื้องกันและเหยียบปุ่มควบคุม					
	เริ่มยืน		ยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง		ผลต่าง		เริ่มยืน		ยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง		ผลต่าง		เริ่มยืน		ยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง		ผลต่าง	
	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา
1	43.5	43	43.8	43.2	0.3	0.2	44.3	43	44.5	43.7	0.2	0.7	44.2	43.2	44.9	44	0.7	0.8
2	31.7	31.5	32.4	32.2	0.7	0.7	31.7	31.5	32.4	32.1	0.7	0.6	31.8	31.2	32.2	31.9	0.4	0.7
3	37.4	37.1	37.8	37.7	0.4	0.6	37.3	37	38	37.5	0.7	0.5	37.1	36.8	37.8	37.5	0.7	0.7
4	41.3	40.3	42.5	41.2	1.2	0.9	41.2	40.1	42	40.8	0.8	0.7	41.1	40.2	42.3	41	1.2	0.8
5	40.2	39.7	41	40.2	0.8	0.5	40.2	39.9	40.9	40.2	0.7	0.3	40.2	39.8	40.9	40.3	0.7	0.5
6	35	34.6	35.5	35.4	0.5	0.8	34.9	34.7	35.6	35.2	0.7	0.5	34.9	34.4	35.6	35.4	0.7	1
7	37.4	37.3	37.8	37.8	0.4	0.5	37.7	37.5	38.3	38.5	0.6	1	38.1	38.2	38.8	38.7	0.7	0.5
8	32.4	32.6	33.3	33.4	0.9	0.8	32.9	32.5	33.6	33.4	0.7	0.9	33.5	32.1	34.3	33.4	0.8	1.3
9	32.4	32.7	33	33.6	0.6	0.9	33.2	33.6	33.7	34.2	0.5	0.6	32.8	32.6	33.3	33.1	0.5	0.5
10	40.2	40.2	40.6	40.5	0.4	0.3	40.3	39.6	40.7	40	0.4	0.4	40.9	40.4	41.2	40.7	0.3	0.3
11	32.9	33.1	33.4	33.4	0.5	0.3	32.9	33.2	33.3	33.5	0.4	0.3	32.8	33.3	33	33.4	0.2	0.1
12	33.9	31.1	34.5	31.6	0.6	0.5	34.5	33.7	35	33.9	0.5	0.2	34.1	33.5	34.4	33.8	0.3	0.3
13	36	36	36.8	36.7	0.8	0.7	36.2	36.3	36.8	36.7	0.6	0.4	36.2	36.4	36.9	37.2	0.7	0.8
14	33.6	34.1	34	34.3	0.4	0.2	33.3	33.9	33.8	34.1	0.5	0.2	33.4	34	33.8	34.5	0.4	0.5
15	36.6	37.1	36.8	37.5	0.2	0.4	36.4	36.6	36.8	37.2	0.4	0.6	36.6	36.9	36.9	37.4	0.3	0.5
16	32	32.1	32.6	32.8	0.6	0.7	32.2	32.4	33.2	33.4	1	1	32.2	32.4	32.7	32.9	0.5	0.5
17	40.5	41.1	41.1	41.4	0.6	0.3	40.9	40.8	41.1	41.1	0.2	0.3	40.8	40.7	41	41.1	0.2	0.4
18	34.1	34	34.7	34.2	0.6	0.2	34.3	33.7	34.9	34	0.6	0.3	34.2	33.4	35.1	33.8	0.9	0.4
19	33.1	33.1	34	34.1	0.9	1	32.7	32.9	33.4	33.6	0.7	0.7	33.6	33.1	33.8	33.9	0.2	0.8
20	36.6	37.5	36.7	37.7	0.1	0.2	36.8	37.7	37.2	37.9	0.4	0.2	37.2	38.1	37.7	38.5	0.5	0.4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.11 ค่าการบวมของขาบริเวณน่องของการยืนต่อเนื่อง 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง (ต่อ)

ผู้ถูกทดสอบ	ค่าการบวมของขา (เซนติเมตร)																	
	เท้าแสมอกัน						เท้าเยื้องกัน						เท้าเยื้องกันและเหยียบปุ่มควบคุม					
	เริ่มยืน		ยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง		ผลต่าง		เริ่มยืน		ยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง		ผลต่าง		เริ่มยืน		ยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง		ผลต่าง	
	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา
21	36.7	38.2	37.2	38.9	0.5	0.7	36.1	38	36.5	38.4	0.4	0.4	35.9	37.8	36.5	38.3	0.6	0.5
22	38	37.2	38.7	38	0.7	0.8	37.5	37.4	38.4	38	0.9	0.6	38.4	38	39	38.4	0.6	0.4
23	37.2	36.8	38.1	37.7	0.9	0.9	37.1	37.4	38	38	0.9	0.6	36.4	36.5	37	37	0.6	0.5
24	31.6	31.4	32.3	32	0.7	0.6	31.2	30.9	31.8	31.4	0.6	0.5	31.6	31.1	32	31.7	0.4	0.6
25	36.8	36.4	37.3	37	0.5	0.6	36.6	36.4	37.2	36.7	0.6	0.3	36.7	36.6	37.3	36.9	0.6	0.3
26	32.6	32.2	33.4	33	0.8	0.8	32.4	31.8	33.2	32.3	0.8	0.5	32.5	32.3	33.3	32.9	0.8	0.6
27	33.3	33.5	34	34.2	0.7	0.7	33.9	33.9	34.2	34.7	0.3	0.8	33.6	33.6	34.5	34.5	0.9	0.9
28	32.1	32.2	32.6	32.7	0.5	0.5	32.1	32.3	32.6	32.7	0.5	0.4	32.2	32.6	32.5	32.7	0.3	0.1
29	27.7	27.6	28.3	28.5	0.6	0.9	27.8	27.8	28.6	28.1	0.8	0.3	27.9	27.6	28.4	28.1	0.5	0.5
30	39.6	39.9	40.4	40.6	0.8	0.7	40.4	40.5	40.7	40.9	0.3	0.4	39.8	40.2	40.3	40.5	.5	0.3
ค่าเฉลี่ย	35.5	35.5	36.2	36.1	0.6	0.6	35.6	35.6	36.2	36.1	0.6	0.5	35.7	35.6	36.2	36.1	0.6	0.5
ค่ามากสุด	43.5	43	43.8	43.2	1.2	1	44.3	43	44.5	43.7	1	1	44.2	43.2	44.9	44	1.2	1.3
ค่าน้อยสุด	27.7	27.6	28.3	28.5	0.1	0.2	27.8	27.8	28.6	28.1	0.2	0.2	27.9	27.6	27.6	28.4	0.2	0.1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากการบวมของขา

จากข้อมูลการการบวมของขาสามารถนำมาวิเคราะห์ผลกระทบจากการยืนทำงานต่อการบวมของขา ซึ่งสามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

สมมติฐานที่ 1 : ระยะเวลาการยืนมีผลกระทบต่อการบวมของขาข้างซ้ายและข้างขวา

สมมติฐานที่ 2 : ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้ามีผลกระทบต่อการบวมของขาข้างซ้ายและข้างขวา

การทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐานที่ 1

H_0 : ระยะเวลาการยืน**ไม่มี**ผลต่อการบวมของขาข้างซ้ายและข้างขวา

H_1 : ระยะเวลาการยืน**มี**ผลต่อการบวมของขาข้างซ้ายและข้างขวา

สมมติฐานที่ 2

H_0 : ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า**ไม่มี**ผลต่อการบวมของขาข้างซ้ายและข้างขวา

H_1 : ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า**มี**ผลต่อการบวมของขาข้างซ้ายและข้างขวา

สมมติฐานที่ 3

H_0 : อันตรกิริยาระหว่างระยะเวลาการยืนกับลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า**ไม่มี**ผลต่อการบวมของขาข้างซ้ายและข้างขวา

H_1 : อันตรกิริยาระหว่างระยะเวลาการยืนกับลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า**มี**ผลต่อการบวมของขาข้างซ้ายและข้างขวา

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในค่าการบวมของขาข้างซ้ายและข้างขวา โดยใช้ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 แสดงในตารางที่ 4.13 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการบวมของขาข้างซ้าย พบว่าผู้ถูกทดสอบมีผลกระทบต่อการบวมของขาอย่างมีนัยสำคัญโดยมีค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.000 ระยะเวลาการยืน และการวางตำแหน่งของเท้า ไม่มีผลกระทบต่อการบวมของขาข้างซ้าย ส่วนตารางที่ 4.14 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการบวมของขาข้างขวา พบว่าผู้ถูกทดสอบมีผลกระทบต่อการบวมของขาอย่างมีนัยสำคัญโดยมีค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.000 ระยะเวลาการยืน และการวางตำแหน่งของเท้า ไม่มีผลกระทบต่อการบวมของขาข้างขวา

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการบวมของขาข้างซ้าย

แหล่งความแปรปรวน	ระดับขั้นความเสรี	ผลรวมกำลังสอง	ผลเฉลี่ยกำลังสอง	ค่าสถิติทดสอบ	ระดับนัยสำคัญ
ระยะเวลาการยืน	1	0.02450	0.02450	0.68	0.411
การวางตำแหน่งของเท้า	2	0.01478	0.00739	0.21	0.851
อันตรกิริยาระหว่างระยะเวลาการยืนกับการวางตำแหน่งของเท้า	2	0.11033	0.05517	1.53	0.220
บล็อก (ผู้ถูกทดสอบ)	29	4.66228	0.16077	4.46	0.000*
ความคลาดเคลื่อน	145	5.22206	0.03601		
รวม	179	10.03394			

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการบวมของขาข้างขวา

แหล่งความแปรปรวน	ระดับขั้นความเสรี	ผลรวมกำลังสอง	ผลเฉลี่ยกำลังสอง	ค่าสถิติทดสอบ	ระดับนัยสำคัญ
ระยะเวลาการยืน	1	0.00050	0.00050	0.01	0.909
การวางตำแหน่งของเท้า	2	001478	0.00739	0.19	0.824
อันตรกิริยาระหว่างระยะเวลาการยืนกับการวางตำแหน่งของเท้า	2	0.15100	0.07550	1.98	0.142
บล็อก (ผู้ถูกทดสอบ)	29	3.89161	0.13419	3.52	0.000*
ความคลาดเคลื่อน	145	5.53206	0.03815		
รวม	179	9.58994			

4.3 ผลการวิเคราะห์ความเมื่อยล้าจากการยืนและความยาก-ง่ายของการยืน

ผลการวิเคราะห์คะแนนความเมื่อยล้าตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเป็นดังนี้ คือ ผู้ถูกทดสอบไม่มีอาการปวดหรือเมื่อยล้าก่อนการทดสอบ แต่มีอาการดังกล่าวภายหลังการทดสอบทั้ง 6 เงื่อนไข โดยตำแหน่งที่ปวดเมื่อยและมีความเมื่อยล้าแตกต่างกัน ดังนี้

- เงื่อนไขการทดลองที่ 1 ยืนเท้าเสมอกันเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมงไม่มีการพัก พบว่าผู้ถูกทดสอบมีอาการเมื่อยล้าที่บริเวณน่อง และมีอาการเมื่อยล้าเล็กน้อยที่บริเวณหลังส่วนล่าง ต้นขา หัวเข่า และข้อเท้า

- เงื่อนไขการทดลองที่ 2 ยืนเท้าเยื้องกันเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมงไม่มีการพัก พบว่าผู้ถูกทดสอบมีอาการเมื่อยล้าในระดับที่พอทนได้ที่บริเวณหัวเข่า ข้อเท้า และน่อง แต่ไม่มีอาการเมื่อยล้าที่บริเวณหลังส่วนล่างและต้นขา
- เงื่อนไขการทดลองที่ 3 ยืนเท้าเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุมเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมงไม่มีการพัก พบว่าผู้ถูกทดสอบมีอาการเมื่อยล้าเล็กน้อยที่บริเวณหลังส่วนล่าง หัวเข่า ข้อเท้า และบริเวณน่อง แต่ไม่มีอาการเมื่อยล้าที่บริเวณต้นขา
- เงื่อนไขการทดลองที่ 4 ยืนเท้าเสมอกันเป็นเวลา 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง พบว่าผู้ถูกทดสอบมีอาการเมื่อยล้าเล็กน้อยที่บริเวณหลังส่วนล่าง ต้นขา หัวเข่า และบริเวณน่อง และมีอาการเมื่อยล้าในระดับที่พอทนได้ที่บริเวณข้อเท้า
- เงื่อนไขการทดลองที่ 5 ยืนเท้าเยื้องกันเป็นเวลา 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง พบว่าผู้ถูกทดสอบไม่มีอาการเมื่อยล้าที่บริเวณหลังส่วนล่าง ต้นขา และหัวเข่า แต่มีอาการเมื่อยล้าเล็กน้อยที่บริเวณข้อเท้า และน่อง
- เงื่อนไขการทดลองที่ 6 ยืนเท้าเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุมเป็นเวลา 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง พบว่าผู้ถูกทดสอบมีอาการเมื่อยล้าเล็กน้อยที่บริเวณหลังส่วนล่าง ต้นขา หัวเข่า น่อง และข้อเท้า

สรุปได้ว่า การยืนเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมงแบบไม่มีการพัก พบว่าผู้ถูกทดสอบให้คะแนนความเมื่อยล้ามากกว่าการยืนเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง และในส่วนของลักษณะการยืน พบว่าการยืนในลักษณะเท้าเสมอกันผู้ถูกทดสอบให้คะแนนความเมื่อยล้าบริเวณน่อง มากกว่าบริเวณอื่น ๆ และการยืนในลักษณะเท้าเยื้องกัน กับการยืนในลักษณะเท้าเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุมผู้ถูกทดสอบให้คะแนนความเมื่อยล้าบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายอยู่ในระดับความเมื่อยล้าเพียงเล็กน้อย

ผลการวิเคราะห์ความยากง่ายของลักษณะท่าทางการยืน พบว่าผู้ถูกทดสอบให้คะแนนการยืนในลักษณะเท้าเสมอกันอยู่ที่ระดับ 3 คือระดับปานกลาง ให้คะแนนการยืนในลักษณะเท้าเยื้องกันอยู่ที่ระดับ 1 คือง่ายมาก และให้คะแนนการยืนในลักษณะเท้าเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุมอยู่ที่ระดับ 2 คือง่าย จากการให้คะแนนของผู้ถูกทดสอบที่ให้คะแนนการยืนในลักษณะเท้าเยื้องกันเป็นการยืนที่ง่ายที่สุด อาจเป็นเพราะฐานรับน้ำหนัก (Base of Support) มีพื้นที่กว้าง จึงทำให้ผู้ถูกทดสอบรู้สึกว่าการยืนในลักษณะเท้าเยื้องกันมีการยืนที่มั่นคงกว่าท่าอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kirby et al. (1987) ที่ระบุว่าในขณะยืนร่างกายจะมีเสถียรภาพเมื่อน้ำหนักตกลงสู่จุดศูนย์กลางของร่างกายบริเวณพื้นที่ระหว่างเท้า ที่มีตำแหน่งห่างกัน 30 เซนติเมตร

4.4 การสอบถามพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของพนักงานที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม

ผลจากการสอบถามพนักงานจำนวน 207 คน ในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการยืนทำงาน แบ่งเป็นเพศหญิง 186 คน และเพศชาย 21 คน อายุเฉลี่ยของพนักงานอยู่ในช่วง 20 – 40 ปี โดยพนักงานส่วนใหญ่ปฏิบัติงาน 50 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 59 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 162 เซนติเมตร เมื่อสอบถามเกี่ยวกับการใช้ยาเมื่อทำงานเสร็จในแต่ละวันพบว่าพนักงานจำนวน 86 คน คิดเป็นร้อยละ 39.6 ไม่ต้องใช้ยา ในขณะที่พนักงาน 125 คน คิดเป็นร้อยละ 60.4 ต้องใช้ยาเมื่อทำงานเสร็จในแต่ละวัน ผู้ที่ใช้ยาส่วนใหญ่ใช้ทั้งยาทาบรรเทาอาการปวดและยารับประทาน ผู้ที่ใช้ยา 96 คน คิดเป็นร้อยละ 46.4 พบว่าอาการปวดเมื่อยหายไปเมื่อได้นอนพักแต่เมื่อกลับมาทำงานต่ออาการปวดเมื่อยก็กลับมาปวดอีก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุปผล

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความไม่สบายของขาในขณะยืนทำงาน 2) เพื่อประเมินความไม่สบายขณะยืนทำงานของผู้ถูกทดสอบ และ 3) เพื่อหาแนวทางในการลดความเมื่อยล้าและความไม่สบายจากการยืนทำงาน ทำการทดลองโดยออกแบบการทดลองแบบเฟคทอเรียล (Factorial Design) โดยมีตัวแปรอิสระ(Independent Variable) และตัวแปรตาม (Dependent Variables) ดังนี้ ตัวแปรอิสระมี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้ามี 3 ระดับ (Level) คือ 1.การวางตำแหน่งของเท้าทั้งสองข้างเสมอกัน 2.การวางตำแหน่งของเท้าที่วางเยื้องกัน และ การวางตำแหน่งที่วางเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุมเครื่องจักร (โดยกำหนดให้มีการเหยียบปุ่มควบคุมเครื่องจักรทุก ๆ 10 นาที) ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาการยืนทำงาน มี 2 ระดับ คือ 1. ยืน 2 ชั่วโมงแบบไม่มีการพัก 2. ยืน 2 ชั่วโมงแบบมีการพัก ตัวแปรตามคือ ความรู้สึกไม่สบายของการยืนทำงาน อัตราการเต้นของหัวใจ การบวมของขา และความดันโลหิต โดยในการทดสอบแต่ละเงื่อนไขเป็นการทดสอบแบบสุ่ม (Randomized)

ผลที่ได้จากการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. ผู้ถูกทดสอบจำนวน 30 คน เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 23 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 58 กิโลกรัม และส่วนสูงเฉลี่ย 160 เซนติเมตร ผู้ถูกทดสอบทุกคนไม่เป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับการยืน เช่น โรคเข่าเสื่อม โรคฝ่าเท้าอักเสบ เส้นเลือดขอด เป็นต้น และไม่ผ่านการผ่าตัดที่บริเวณหลังส่วนล่างและบริเวณขา

2. อัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง มีผลต่อการวางตำแหน่งของเท้าอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง ความดันโลหิตซิสโตลิก ความดันโลหิตไดแอสโตลิก และการบวมของขาบริเวณน่องทั้งข้างซ้ายและข้างขวา ไม่มีผลกระทบต่อระยะเวลาการยืนและการวางตำแหน่งของเท้า

3. อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยของผู้ถูกทดสอบในงานวิจัยนี้อยู่ในช่วง 91 – 94 ครั้งต่อนาที ถือได้ว่าการยืนทำงาน 2 ชั่วโมงเป็นงานเบาเมื่อใช้เกณฑ์การจำแนกประเภทงานของ Kolus et al. (2013) จึงอาจทำให้ปัจจัยเกี่ยวกับระยะเวลาการยืนและการวางตำแหน่งของเท้าไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเต้นของหัวใจในขณะยืน

4. การสอบถามความรู้สึกเมื่อยล้าในการยืนทำงานทั้ง 6 เงื่อนไขการทดสอบพบว่า การยืนเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมงแบบไม่มีการพัก ผู้ถูกทดสอบให้คะแนนความเมื่อยล้ามากกว่าการยืนเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมงแบบมีการนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง และในส่วนของลักษณะการยืน พบว่าการยืนในลักษณะเท้าเสมอกันผู้ถูกทดสอบให้คะแนนความเมื่อยล้าบริเวณน่อง มากกว่าบริเวณอื่น ๆ และการยืนในลักษณะเท้าเยื้องกัน กับการยืนในลักษณะเท้าเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุมผู้ถูกทดสอบให้คะแนนความเมื่อยล้าบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายอยู่ในระดับความเมื่อยล้าเพียงเล็กน้อย

5. จากการให้คะแนนความยากง่ายของลักษณะท่าทางการยืน พบว่าผู้ถูกทดสอบให้คะแนนการยืนในลักษณะเท้าเยื้องกันอยู่ในระดับง่ายมาก เพราะรู้สึกว่ายืนได้มั่นคงกว่าทาทางการยืนอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kirby et al. (1987) ที่ระบุว่าในขณะยืนร่างกายจะมีเสถียรภาพเมื่อน้ำหนักตกลงสู่จุดศูนย์กลางของร่างกายบริเวณพื้นที่ระหว่างเท้า ที่มีตำแหน่งห่างกันมากกว่า 1 ฟุต (ประมาณ 30 เซนติเมตร)

5.2 การนำผลไปใช้ในทางปฏิบัติ

จากการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต และการบวมของขาในงานวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้ในการประเมินการทำงานให้เหมาะสมกับร่างกายของพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรม หรือบุคคลอื่น ๆ หลีกเลี่ยงการยืนทำงานไม่ได้ เพื่อลดอาการเมื่อยล้าจากการยืนทำงานได้

5.3 ข้อเสนอแนะในการทำงานวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรหากลุ่มผู้ถูกทดสอบที่มีอายุที่หลากหลาย เพื่อเพิ่มความหลากหลายของข้อมูล

2. ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาการยืนทำงานเพียง 2 ชั่วโมง ควรทำศึกษาการยืนทำงานที่มากกว่า 2 ชั่วโมงเพื่อหาข้อสรุปว่าระยะเวลาการยืนทำงานนั้นมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ และการบวมของขาบริเวณน่องหรือไม่

รายการอ้างอิง

กระทรวงแรงงาน (2559). **ระบบศูนย์ข้อมูลแรงงานแห่งชาติ**. [ออนไลน์]. 23 พฤศภาคม 2560. ได้จาก http://nlic.mol.go.th/th/index.

สมาคมความดันโลหิตสูงแห่งประเทศไทย (2560). **โรคความดันโลหิตสูง**. [ออนไลน์]. 11 เมษายน 2560. ได้จาก. www.thaihypertension.org/hypertensiondetail.pho?n_id=296.

สุกธิดา กรุงไกวงศ์ และ รัตนาภรณ์ อมรรัตนไพจิตร (2542). **การยศาสตร์ในสภานที่ทำงาน**. สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน.

สิน พันธุ์พินิจ (2552). **เทคนิคการวิจัยทางวิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ บริษัท วิทยพัฒน์ จำกัด.

สุวินันท์ ทวีพิริยะจินดา (2558). **ท่าทางการทำงานที่เป็นอันตราย และความชุกของอาการผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่าง อันเกี่ยวเนื่องจากการทำงานในคนงาน โรงพยาบาลนราธิวาสราชนครินทร์**. ปริญานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาชีวเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Ahmet Kolus, Daniel Imbeau, Philippe-Antoine Dube, and Denise Dubeau (2016). **Classifying work rate from heart rate measurements using an adaptive neuro-fuzzy inference system**. Applied Ergonomics 54: 158-163.

Air Mosenkis, MD, Raymond, R., and Townsend, MD (2004). **Diastolic Blood Pressure Control: How Low Is Too Low?**. The Journal of Clinical Hypertension Vol. 6: 351-352.

Cham, R., and Redfern, M.S. (2000). **Impact of flooring characteristics on standing comfort and fatigue**. Human Factors. (In press).

Cook, J., T.P. Branch, T.J. Baranowski, and W.C. Hutton (1993). **The effect of surgical floor mats in prolonged standing**: An EMG study of the lumbar paraspinal and anterior tibialis muscles. J. Biomed. Engin. 15: 247–250.

Hansen, L., J. Winkel, and K. Jorgensen (1998). **Significance of mat and shoe softness during prolonged work in upright position: Based on measurements of low back muscle EMG, foot volume changes, discomfort and ground reactions**. Appl. Ergonom. 29: 217–224.

James, MD (2014). **2014 Evidence-Based Guideline for the Management of High Blood Pressure in Adults**. Editiorial pages 472, 474 and 477.

Macfarlane, G.J., E. Thomas, A.C. Papageorgiou and P.R. Croft, et al. (1997). **Employment and physical work activities as predictors of future low back pain**. Spine 22: 1147.

Madeleine, P., M. Voigt, and L. Arendt-Neilsen (1998). **Subjective, physiological and biomedical responses to prolonged manual work performed standing on hard and soft surfaces**. Eur. J. Appl. Physiol. 77: 1–9.

Mandy, R. Chester, Malgorzata, J. Rys and Stephan, A. Konz (2001). **Leg swelling, comfort and fatigue when sitting, standing, and sit/standing**. International Journal of Industrial Ergonomics 29: 289–296.

Mark, S. Redfern and Rakie Cham (2000). **The Influence of Flooring on Standing Comfort an Fatigue**. AIHA J - American Industrial Hygiene Association, 61:5, 700-708, DOI: 10.1080/15298660008984580.

Mcllroy, W,E. PhD and Maki, B.E. PhD (1997). **Preferred placement of the feet during quiet stance : development of a stsndardized foot placement for testing**. Clinical Biomechanics Vol. 12, No. 1, 66-70.

Kim Fox, MD, Jsffrey S. Borer, MD, A. John Camm, MD, Nicolas Danchin, MD, Roberto Ferrari, MD, Joes L. Lopez Sendon, MD, Philippe Gabrisl Steg, MD, Jean-Claude Tardif, MD, Luigi Tavazzi, MD, and Michal Temdera, MD (2007). **Resting Heart Rate in Cardiovascular Disease**. JACC Vol. 50, No. 9: 823-830.

R.L. Kirby, N.A. Price, and D.A. MacLeod (1987). **The influence of foot position on standing balance**, Journal of Biomechanics Vol. 20, Issue 4: 423-427.

Rys, M., and S. Konz (1988). **Standing work**: Carpet vs. concrete. In Proceedings of Human Factors Society 32nd Annual Meeting, Santa Monica, Calif., pp. 522–525.

Ryan, G.A. (1989). **The prevalence of musculoskeletal symptoms in supermarket workers**. *Ergonomics* 32: 359–370.

Redfern, M.S., and D.B. Chaffin (1995). **Influence of flooring on standing fatigue**. Human Factors 37:570–581.

Stanley, S. Franklin (2006). **Aeterial stiffness and diastolic blood pressure: what is the connection**. Heart Disease Prevention Program, C-240.

Su-Huang Chen, Yung-Hui Lee, Wen-Ko hiou, and Yi-Lang Chen (2010). **A pilot study examining seat heights and subjective ratings during rising and sitting**. International Journal of Industrial Ergonomics 40: 41-46.

Weiner, D.K., Long, R., Hughes, M.A., Chandler, J., and Studenski, S. (1993). **When older adults face tha chair challenge: a study of chair height availability anh height-modified chair-rise performance in the elderly**. Journal of the American Geriatrics Society 41: 6-10.

Zhang, L., C. Drury, and S. Wooley (1991). **Constrained standing**: Evaluating the foot/floor interface. Ergonomics 34: 175–1.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามเพื่อการวิจัยผลกระทบของสภาพการทำงานและพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของสตรีที่ยืนทำงานแบบไม่สมดุลเป็นเวลานาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หมายเลขแบบสอบถาม_____
วัน/เดือน/ปี ____/_____/_____

งานวิจัย

ผลกระทบของสภาพการทำงานและพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของสตรี
ที่ยืนทำงานแบบไม่สมดุลเป็นเวลานาน

คำชี้แจง: แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของสภาพการทำงานและพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของสตรีที่ยืนทำงานแบบไม่สมดุลเป็นเวลานาน

แบบสอบถามมีอยู่ 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 : การให้คะแนนความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้า**ก่อน**และ**หลัง**การทดสอบ

ตอนที่ 3 : การให้คะแนนความยากในการรับรู้ของลักษณะท่าทางการยืน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ-นามสกุล_____ อายุ_____ปี

เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง

น้ำหนัก_____กิโลกรัม ส่วนสูง_____เซนติเมตร

ระยะเวลาทำงาน_____ปี จำนวนชั่วโมงที่ปฏิบัติงาน_____ชั่วโมงต่อวัน

- ท่านเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับการยืนหรือไม่ อาทิเช่น โรคเข่าเสื่อม โรงฝ่าเท้าอักเสบ เส้นเลือดขอด

☐ เป็น ☐ ไม่เป็น

- ท่านเคยได้รับการผ่าตัดที่บริเวณหลังส่วนล่างหรือไม่

☐ เคย ☐ ไม่เคย

- ท่านเคยได้รับการผ่าตัดที่บริเวณขาหรือไม่

☐ เคย ☐ ไม่เคย

- ท่านเคยไปพบแพทย์หรือไม่เมื่อมีอาการปวดเมื่อยจากการยืนทำงาน

☐ เคย ☐ ไม่เคย

- ท่านเคยพักรักษาตัวอยู่ที่โรงพยาบาลเพราะอาการปวดเมื่อยจากการยืนทำงานหรือไม่

☐ เคย _____วัน ☐ ไม่เคย

- เมื่อมีอาการปวดเมื่อยจากการยืนทำงาน ท่านมีการใช้ยาหรือไม่

☐ ใช้ ☐ ไม่ใช้

- เมื่อท่านมีการ**ใช้**ยา ท่านใช้ยาลักษณะใด

☐ ยารับประทาน ☐ ยาทา ☐ ทั้งยารับประทานและยาทา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตอนที่ 2 การให้คะแนนความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้า**ก่อน**และ**หลัง**การทดสอบ

- การให้คะแนนความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้า**ก่อน**การทดสอบใน**เงื่อนไขการทดลองที่ 1**

คำชี้แจง ให้ผู้ถูกทดสอบใส่เครื่องหมาย ✓ ช่องระดับคะแนนในความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตามที่กำหนดไว้

เกณฑ์การให้คะแนน (Weiner et al.'s, 1993)

1 หมายถึง ไม่มีความเมื่อยล้า
2 หมายถึง มีความเมื่อยล้าเล็กน้อย
3 หมายถึง มีความเมื่อยล้าพอทนได้
4 หมายถึง มีความเมื่อยล้า และเริ่มรู้สึกเจ็บปวด
5 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามาก และรู้สึกเจ็บปวดมาก
6 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามากที่สุด และรู้สึกเจ็บปวดจนทนไม่ได้

ความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ	ระดับคะแนน					
	1	2	3	4	5	6
1. หลังส่วนล่าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.ขาส่วนบน/ต้นขา Rectus femoris						
2.1 ข้างซ้าย Rectus femoris(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.2 ข้างขวา Rectus femoris(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.เข่า						
3.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.ข้อเท้า						
4.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.ขาส่วนล่าง/น่อง Gastrocnemius						
5.1 ข้างซ้าย Gastrocnemius(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.2 ข้างขวา Gastrocnemius(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- การให้คะแนนความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้า**ก่อน**การทดสอบใน**เงื่อนไขการทดลองที่ 2**

คำชี้แจง ให้ผู้ถูกทดสอบใส่เครื่องหมาย✓ช่องระดับคะแนนในความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตามที่กำหนดไว้

เกณฑ์การให้คะแนน (Weiner et al.'s, 1993)

1 หมายถึง ไม่มีความเมื่อยล้า
2 หมายถึง มีความเมื่อยล้าเล็กน้อย
3 หมายถึง มีความเมื่อยล้าพอทนได้
4 หมายถึง มีความเมื่อยล้า และเริ่มรู้สึกเจ็บปวด
5 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามาก และรู้สึกเจ็บปวดมาก
6 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามากที่สุด และรู้สึกเจ็บปวดจนทนไม่ได้

ความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ	ระดับคะแนน					
	1	2	3	4	5	6
1. หลังส่วนล่าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.ขาส่วนบน/ต้นขา Rectus femoris						
2.1 ข้างซ้าย Rectus femoris(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.2 ข้างขวา Rectus femoris(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.เข่า						
3.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.ข้อเท้า						
4.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.ขาส่วนล่าง/น่อง Gastrocnemius						
5.1 ข้างซ้าย Gastrocnemius(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.2 ข้างขวา Gastrocnemius(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )

สำนักวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- การให้คะแนนความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้า**ก่อน**การทดสอบใน**เงื่อนไขการทดลองที่ 3**

คำชี้แจง ให้ผู้ถูกทดสอบใส่เครื่องหมาย✓ช่องระดับคะแนนในความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตามที่กำหนดไว้

เกณฑ์การให้คะแนน (Weiner et al.'s, 1993)

1 หมายถึง ไม่มีความเมื่อยล้า
2 หมายถึง มีความเมื่อยล้าเล็กน้อย
3 หมายถึง มีความเมื่อยล้าพอทนได้
4 หมายถึง มีความเมื่อยล้า และเริ่มรู้สึกเจ็บปวด
5 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามาก และรู้สึกเจ็บปวดมาก
6 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามากที่สุด และรู้สึกเจ็บปวดจนทนไม่ได้

ความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ	ระดับคะแนน					
	1	2	3	4	5	6
1. หลังส่วนล่าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.ขาส่วนบน/ต้นขา Rectus femoris						
2.1 ข้างซ้าย Rectus femoris(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.2 ข้างขวา Rectus femoris(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.เข่า						
3.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.ข้อเท้า						
4.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.ขาส่วนล่าง/น่อง Gastrocnemius						
5.1 ข้างซ้าย Gastrocnemius(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.2 ข้างขวา Gastrocnemius(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- การให้คะแนนความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้า**ก่อน**การทดสอบใน**เงื่อนไขการทดลองที่ 4**

คำชี้แจง ให้ผู้ถูกทดสอบใส่เครื่องหมาย✓ช่องระดับคะแนนในความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตามที่กำหนดไว้

เกณฑ์การให้คะแนน (Weiner et al.'s, 1993)

1 หมายถึง ไม่มีความเมื่อยล้า
2 หมายถึง มีความเมื่อยล้าเล็กน้อย
3 หมายถึง มีความเมื่อยล้าพอทนได้
4 หมายถึง มีความเมื่อยล้า และเริ่มรู้สึกเจ็บปวด
5 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามาก และรู้สึกเจ็บปวดมาก
6 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามากที่สุด และรู้สึกเจ็บปวดจนทนไม่ได้

ความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ	ระดับคะแนน					
	1	2	3	4	5	6
1. หลังส่วนล่าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.ขาส่วนบน/ต้นขา Rectus femoris						
2.1 ข้างซ้าย Rectus femoris(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.2 ข้างขวา Rectus femoris(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.เข่า						
3.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.ข้อเท้า						
4.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.ขาส่วนล่าง/น่อง Gastrocnemius						
5.1 ข้างซ้าย Gastrocnemius(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.2 ข้างขวา Gastrocnemius(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- การให้คะแนนความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้า**ก่อน**การทดสอบใน**เงื่อนไขการทดลองที่ 5**

คำชี้แจง ให้ผู้ถูกทดสอบใส่เครื่องหมาย✓ช่องระดับคะแนนในความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตามที่กำหนดไว้

เกณฑ์การให้คะแนน (Weiner et al.'s, 1993)

1 หมายถึง ไม่มีความเมื่อยล้า
2 หมายถึง มีความเมื่อยล้าเล็กน้อย
3 หมายถึง มีความเมื่อยล้าพอทนได้
4 หมายถึง มีความเมื่อยล้า และเริ่มรู้สึกเจ็บปวด
5 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามาก และรู้สึกเจ็บปวดมาก
6 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามากที่สุด และรู้สึกเจ็บปวดจนทนไม่ได้

ความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ	ระดับคะแนน					
	1	2	3	4	5	6
1. หลังส่วนล่าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.ขาส่วนบน/ต้นขา Rectus femoris						
2.1 ข้างซ้าย Rectus femoris(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.2 ข้างขวา Rectus femoris(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.เข่า						
3.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.ข้อเท้า						
4.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.ขาส่วนล่าง/น่อง Gastrocnemius						
5.1 ข้างซ้าย Gastrocnemius(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.2 ข้างขวา Gastrocnemius(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- การให้คะแนนความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้า**ก่อน**การทดสอบใน**เงื่อนไขการทดลองที่ 6**

คำชี้แจง ให้ผู้ถูกทดสอบใส่เครื่องหมาย✓ช่องระดับคะแนนในความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตามที่กำหนดไว้

เกณฑ์การให้คะแนน (Weiner et al.'s, 1993)

1 หมายถึง ไม่มีความเมื่อยล้า
2 หมายถึง มีความเมื่อยล้าเล็กน้อย
3 หมายถึง มีความเมื่อยล้าพอทนได้
4 หมายถึง มีความเมื่อยล้า และเริ่มรู้สึกเจ็บปวด
5 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามาก และรู้สึกเจ็บปวดมาก
6 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามากที่สุด และรู้สึกเจ็บปวดจนทนไม่ได้

ความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ	ระดับคะแนน					
	1	2	3	4	5	6
1. หลังส่วนล่าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.ขาส่วนบน/ต้นขา Rectus femoris						
2.1 ข้างซ้าย Rectus femoris(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.2 ข้างขวา Rectus femoris(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.เข่า						
3.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.ข้อเท้า						
4.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.ขาส่วนล่าง/น่อง Gastrocnemius						
5.1 ข้างซ้าย Gastrocnemius(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.2 ข้างขวา Gastrocnemius(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- การให้คะแนนความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้า**หลัง**การทดสอบใน**เงื่อนไขการทดลองที่ 1**

คำชี้แจง ให้ผู้ถูกทดสอบใส่เครื่องหมาย✓ช่องระดับคะแนนในความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตามที่กำหนดไว้

เกณฑ์การให้คะแนน (Weiner et al.'s, 1993)

1 หมายถึง ไม่มีความเมื่อยล้า
2 หมายถึง มีความเมื่อยล้าเล็กน้อย
3 หมายถึง มีความเมื่อยล้าพอทนได้
4 หมายถึง มีความเมื่อยล้า และเริ่มรู้สึกเจ็บปวด
5 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามาก และรู้สึกเจ็บปวดมาก
6 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามากที่สุด และรู้สึกเจ็บปวดจนทนไม่ได้

ความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ	ระดับคะแนน					
	1	2	3	4	5	6
1. หลังส่วนล่าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.ขาส่วนบน/ต้นขา Rectus femoris						
2.1 ข้างซ้าย Rectus femoris(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.2 ข้างขวา Rectus femoris(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.เข่า						
3.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.ข้อเท้า						
4.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.ขาส่วนล่าง/น่อง Gastrocnemius						
5.1 ข้างซ้าย Gastrocnemius(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.2 ข้างขวา Gastrocnemius(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- การให้คะแนนความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้า**หลัง**การทดสอบใน**เงื่อนไขการทดลองที่ 2**

คำชี้แจง ให้ผู้ถูกทดสอบใส่เครื่องหมาย✓ช่องระดับคะแนนในความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตามที่กำหนดไว้

เกณฑ์การให้คะแนน (Weiner et al.'s, 1993)

1 หมายถึง ไม่มีความเมื่อยล้า
2 หมายถึง มีความเมื่อยล้าเล็กน้อย
3 หมายถึง มีความเมื่อยล้าพอทนได้
4 หมายถึง มีความเมื่อยล้า และเริ่มรู้สึกเจ็บปวด
5 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามาก และรู้สึกเจ็บปวดมาก
6 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามากที่สุด และรู้สึกเจ็บปวดจนทนไม่ได้

ความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ	ระดับคะแนน					
	1	2	3	4	5	6
1. หลังส่วนล่าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.ขาส่วนบน/ต้นขา Rectus femoris						
2.1 ข้างซ้าย Rectus femoris(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.2 ข้างขวา Rectus femoris(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.เข่า						
3.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.ข้อเท้า						
4.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.ขาส่วนล่าง/น่อง Gastrocnemius						
5.1 ข้างซ้าย Gastrocnemius(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.2 ข้างขวา Gastrocnemius(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- การให้คะแนนความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้า**หลัง**การทดสอบใน**เงื่อนไขการทดลองที่ 3**

คำชี้แจง ให้ผู้ถูกทดสอบใส่เครื่องหมาย✓ช่องระดับคะแนนในความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตามที่กำหนดไว้

เกณฑ์การให้คะแนน (Weiner et al.'s, 1993)

1 หมายถึง ไม่มีความเมื่อยล้า
2 หมายถึง มีความเมื่อยล้าเล็กน้อย
3 หมายถึง มีความเมื่อยล้าพอทนได้
4 หมายถึง มีความเมื่อยล้า และเริ่มรู้สึกเจ็บปวด
5 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามาก และรู้สึกเจ็บปวดมาก
6 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามากที่สุด และรู้สึกเจ็บปวดจนทนไม่ได้

ความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ	ระดับคะแนน					
	1	2	3	4	5	6
1. หลังส่วนล่าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.ขาส่วนบน/ต้นขา Rectus femoris						
2.1 ข้างซ้าย Rectus femoris(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.2 ข้างขวา Rectus femoris(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.เข่า						
3.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.ข้อเท้า						
4.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.ขาส่วนล่าง/น่อง Gastrocnemius						
5.1 ข้างซ้าย Gastrocnemius(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.2 ข้างขวา Gastrocnemius(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- การให้คะแนนความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้า**หลัง**การทดสอบใน**เงื่อนไขการทดลองที่ 4**

คำชี้แจง ให้ผู้ถูกทดสอบใส่เครื่องหมาย✓ช่องระดับคะแนนในความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตามที่กำหนดไว้

เกณฑ์การให้คะแนน (Weiner et al.'s, 1993)

1 หมายถึง ไม่มีความเมื่อยล้า
2 หมายถึง มีความเมื่อยล้าเล็กน้อย
3 หมายถึง มีความเมื่อยล้าพอทนได้
4 หมายถึง มีความเมื่อยล้า และเริ่มรู้สึกเจ็บปวด
5 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามาก และรู้สึกเจ็บปวดมาก
6 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามากที่สุด และรู้สึกเจ็บปวดจนทนไม่ได้

ความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ	ระดับคะแนน					
	1	2	3	4	5	6
1. หลังส่วนล่าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.ขาส่วนบน/ต้นขา Rectus femoris						
2.1 ข้างซ้าย Rectus femoris(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.2 ข้างขวา Rectus femoris(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.เข่า						
3.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.ข้อเท้า						
4.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.ขาส่วนล่าง/น่อง Gastrocnemius						
5.1 ข้างซ้าย Gastrocnemius(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.2 ข้างขวา Gastrocnemius(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- การให้คะแนนความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้า**หลัง**การทดสอบใน**เงื่อนไขการทดลองที่ 5**

คำชี้แจง ให้ผู้ถูกทดสอบใส่เครื่องหมาย✓ช่องระดับคะแนนในความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตามที่กำหนดไว้

เกณฑ์การให้คะแนน (Weiner et al.'s, 1993)

1 หมายถึง ไม่มีความเมื่อยล้า
2 หมายถึง มีความเมื่อยล้าเล็กน้อย
3 หมายถึง มีความเมื่อยล้าพอทนได้
4 หมายถึง มีความเมื่อยล้า และเริ่มรู้สึกเจ็บปวด
5 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามาก และรู้สึกเจ็บปวดมาก
6 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามากที่สุด และรู้สึกเจ็บปวดจนทนไม่ได้

ความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ	ระดับคะแนน					
	1	2	3	4	5	6
1. หลังส่วนล่าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.ขาส่วนบน/ต้นขา Rectus femoris						
2.1 ข้างซ้าย Rectus femoris(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.2 ข้างขวา Rectus femoris(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.เข่า						
3.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.ข้อเท้า						
4.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.ขาส่วนล่าง/น่อง Gastrocnemius						
5.1 ข้างซ้าย Gastrocnemius(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.2 ข้างขวา Gastrocnemius(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- การให้คะแนนความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้า**หลัง**การทดสอบใน**เงื่อนไขการทดลองที่ 6**

คำชี้แจง ให้ผู้ถูกทดสอบใส่เครื่องหมาย✓ช่องระดับคะแนนในความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตามที่กำหนดไว้

เกณฑ์การให้คะแนน (Weiner et al.'s, 1993)

1 หมายถึง ไม่มีความเมื่อยล้า
2 หมายถึง มีความเมื่อยล้าเล็กน้อย
3 หมายถึง มีความเมื่อยล้าพอทนได้
4 หมายถึง มีความเมื่อยล้า และเริ่มรู้สึกเจ็บปวด
5 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามาก และรู้สึกเจ็บปวดมาก
6 หมายถึง มีความเมื่อยล้ามากที่สุด และรู้สึกเจ็บปวดจนทนไม่ได้

ความรู้สึกไม่สบาย/ความเมื่อยล้าในส่วนต่าง ๆ	ระดับคะแนน					
	1	2	3	4	5	6
1. หลังส่วนล่าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.ขาส่วนบน/ต้นขา Rectus femoris						
2.1 ข้างซ้าย Rectus femoris(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.2 ข้างขวา Rectus femoris(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.เข่า						
3.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.ข้อเท้า						
4.1 ข้างซ้าย	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.2 ข้างขวา	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.ขาส่วนล่าง/น่อง Gastrocnemius						
5.1 ข้างซ้าย Gastrocnemius(L)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.2 ข้างขวา Gastrocnemius(R)	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5.3 ทั้งสองข้าง	( )	( )	( )	( )	( )	( )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตอนที่ 3 การให้คะแนนความยากในการรับรู้ของลักษณะท่าทางการยืน

คำชี้แจง ให้ผู้ถูกทดสอบใส่เครื่องหมาย ✓ ช่องระดับคะแนนความยากในการรับรู้ของลักษณะท่าทางการยืนตามที่กำหนดไว้

เกณฑ์การให้คะแนน (Weiner et al.'s, 1993)

1 หมายถึง ง่ายมาก ๆ
2 หมายถึง ง่าย
3 หมายถึง ปานกลาง
4 หมายถึง ยากเล็กน้อย
5 หมายถึง ยาก
6 หมายถึง ยากมาก ๆ

ลักษณะท่าทางการยืน	ระดับคะแนน					
	1	2	3	4	5	6
	การวางตำแหน่งของเท้าทั้งสองข้างที่มีปลายเท้าเสมอกัน ( )	( )	( )	( )	( )	( )
	การวางตำแหน่งของเท้าทั้งสองข้างที่มีลักษณะวางเยื้องกัน ( )	( )	( )	( )	( )	( )
	การวางตำแหน่งของเท้าทั้งสองข้างที่มีลักษณะวางเยื้องกันและมีการใช้เท้าที่วางเยื้องไปด้านหน้าเหยียบปุ่มควบคุม ( )	( )	( )	( )	( )	( )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

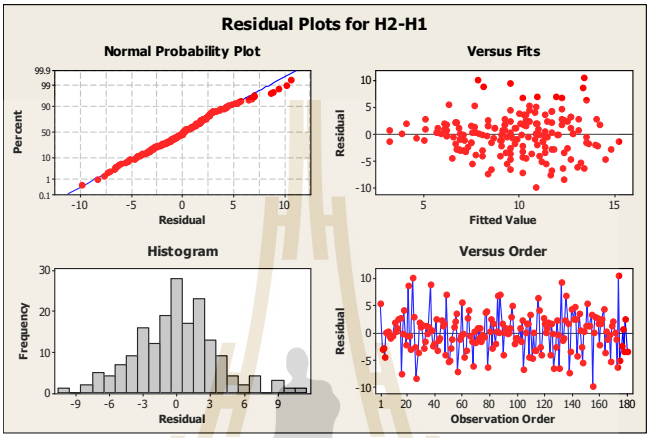
ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต และการบวมของขา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ข.1 ผลการทดสอบความแปรปรวนของการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ ของ 2 ปัจจัย คือ ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า และระยะเวลาการยืนทำงาน

ข.1.1 ผลการทดสอบความแปรปรวนของการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง



Analysis of Variance for อัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป **1** ชั่วโมง

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ระยะเวลาการยืน	1	1.04	5.17	5.17	0.32	0.572
การวางตำแหน่งของเท้า	2	62.08	63.87	31.94	1.98	0.142
ระยะเวลาการยืน*การวางตำแหน่งของเท้า	2	13.23	13.23	6.61	0.41	0.664
No	29	1086.24	1086.24	37.46	2.32	0.001
Error	145	2337.52	2337.52	16.12		
Total	179	3500.11				

S = 4.01508 R-Sq = 33.22% R-Sq(adj) = 17.56%

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

ระยะเวลาการยืน

	N	Mean	Grouping
ยืน 2 ชั่วโมงไม่มีการนั่งพัก	93	9.889	A
ยืน 2 ชั่วโมงนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง	87	9.544	A

Means that do not share a letter are significantly different.

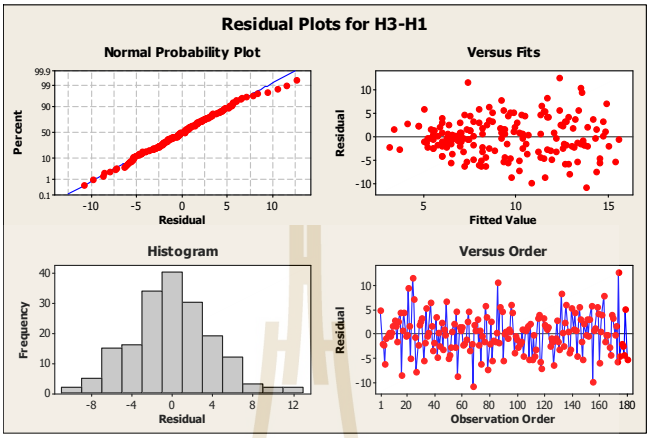
Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

การวางตำแหน่งของเท้า

	N	Mean	Grouping
เท้าทั้งสองข้างเสมอกัน	60	10.557	A
เท้าทั้งสองข้างเยื้องกัน	60	9.353	A
เท้าทั้งสองข้างเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุม	60	9.240	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ข.1.1 ผลการทดสอบความแปรปรวนของการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป 2 ชั่วโมง



Analysis of Variance for อัตราการเต้นของหัวใจเมื่อยืนผ่านไป **2** ชั่วโมง

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ระยะเวลาการยืน	1	0.04	3.59	3.59	0.18	0.674
การวางตำแหน่งของเท้า	2	123.14	123.19	61.59	3.05	0.050
ระยะเวลาการยืน*การวางตำแหน่งของเท้า	2	0.59	0.59	0.29	0.01	0.986
No	29	1544.12	1544.12	53.25	2.64	0.000
Error	145	2929.51	2929.51	20.20		
Total	179	4597.39				

S =4.49483 R-Sq =36.28% R-Sq(adj)=21.34%

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0%Confidence

ระยะเวลาการยืน

	N	Mean	Grouping
ยืน 2 ชั่วโมงไม่มีการนั่งพัก	93	9.544	A
ยืน 2 ชั่วโมงนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง	87	9.257	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0%Confidence

การวางตำแหน่งของเท้า

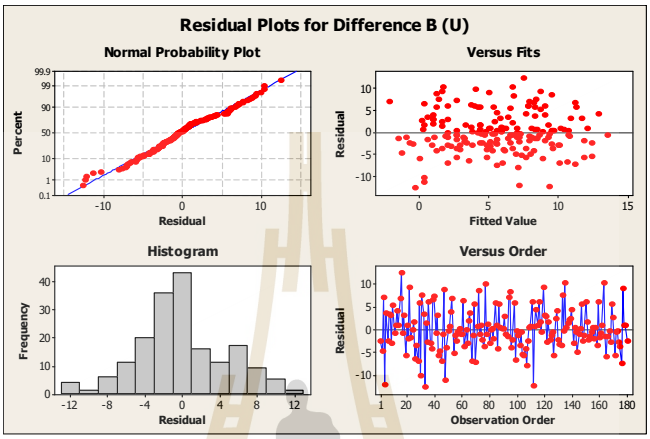
	N	Mean	Grouping
เท้าทั้งสองข้างเสมอกัน	60	10.513	A
เท้าทั้งสองข้างเยื้องกัน	60	9.159	A B
เท้าทั้งสองข้างเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุม	60	8.530	B

Means that do not share a letter are significantly different.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ข.2 ผลการทดสอบความแปรปรวนของค่าผลต่างความดันโลหิต ของ 2 ปัจจัย คือ ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า และระยะเวลาการยืนทำงาน

ข.2.1 ผลการทดสอบความแปรปรวนของค่าผลต่างความดันโลหิตซิสโตลิก



Analysis of Variance for ผลต่างของค่าความดันโลหิตซิสโตลิก (ตัวบน)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ระยะเวลาการยืน	1	14.45	14.45	14.45	0.54	0.465
การวางตำแหน่งของเท้า	2	87.10	87.10	43.55	1.62	0.202
ระยะเวลาการยืน*การวางตำแหน่งของเท้า	2	0.90	0.90	0.45	0.02	0.983
No	29	2076.45	2076.45	71.60	2.66	0.000
Error	145	3902.05	3902.05	26.91		
Total	179	6080.95				

S =5.18755 R-Sq =35.83% R-Sq(adj)=20.79%

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0%Confidence

ระยะเวลาการยืน

	N	Mean	Grouping
ยืน 2 ชั่วโมงนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง	90	5.933	A
ยืน 2 ชั่วโมงไม่มีการนั่งพัก	90	5.367	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0%Confidence

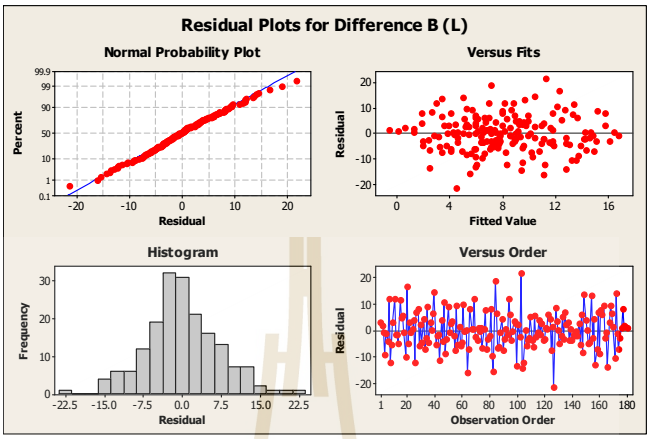
การวางตำแหน่งของเท้า

	N	Mean	Grouping
เท้าทั้งสองข้างเสมอกัน	60	6.533	A
เท้าทั้งสองข้างเยื้องกัน	60	5.583	A
เท้าทั้งสองข้างเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุม	60	4.833	A

Means that do not share a letter are significantly different

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ข.2.2 ผลการทดสอบความแปรปรวนของค่าผลต่างความดันโลหิตไดแอสโตลิก



Analysis of Variance for ผลต่างของค่าความดันโลหิตไดแอสโตลิก (ตัวล่าง)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ระยะเวลาการยืน	1	184.02	184.02	184.02	3.06	0.082
การวางตำแหน่งของเท้า	2	98.80	98.80	49.40	0.82	0.442
ระยะเวลาการยืน*การวางตำแหน่งของเท้า	2	7.24	7.24	3.62	0.06	0.942
No	29	2231.13	2231.13	76.94	1.28	0.173
Error	145	8713.60	8713.60	60.09		
Total	179	11234.80				

S =7.75202 R-Sq =22.44% R-Sq(adj)=4.25%

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0%Confidence

ระยะเวลาการยืน

	N	Mean	Grouping
ยืน 2 ชั่วโมงไม่มีการนั่งพัก	90	9.144	A
ยืน 2 ชั่วโมงนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง	90	7.122	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0%Confidence

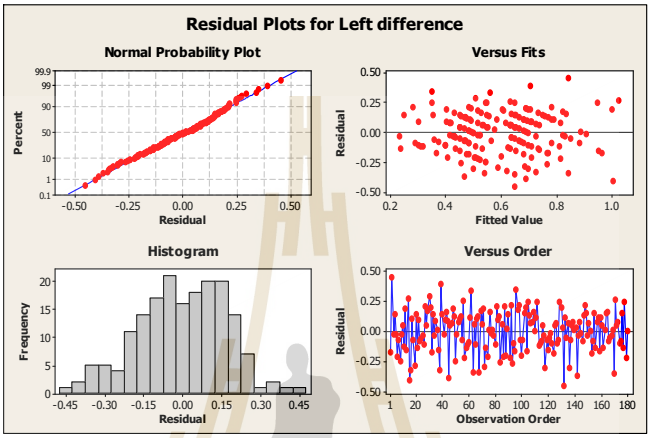
การวางตำแหน่งของเท้า

	N	Mean	Grouping
เท้าทั้งสองข้างเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุม	60	8.800	A
เท้าทั้งสองข้างเสมอกัน	60	8.500	A
เท้าทั้งสองข้างเยื้องกัน	60	7.100	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ข.3 ผลการทดสอบความแปรปรวนจากการบวมของขาบริเวณน่อง ของ 2 ปัจจัย คือ ลักษณะการวางตำแหน่งของเท้า และระยะเวลาการยืนทำงาน

ข.3.1 ผลการทดสอบความแปรปรวนจากการบวมของขาบริเวณน่องข้างซ้าย



Analysis of Variance for การบวมของขา (ข้างซ้าย)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ระยะเวลาการยืน	1	0.02450	0.02450	0.02450	0.68	0.411
การวางตำแหน่งของเท้า	2	0.01478	0.01478	0.00739	0.21	0.815
ระยะเวลาการยืน*การวางตำแหน่งของเท้า	2	0.11033	0.11033	0.05517	1.53	0.220
No	29	4.66228	4.66228	0.16077	4.46	0.000
Error	145	5.22206	5.22206	0.03601		
Total	179	10.03394				

S = 0.189774 R-Sq = 47.96% R-Sq(adj) = 35.75%

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

ระยะเวลาการยืน

	N	Mean	Grouping
ยืน 2 ชั่วโมงไม่มีการนั่งพัก	90	0.6022	A
ยืน 2 ชั่วโมงนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง	90	0.5789	A

Means that do not share a letter are significantly different.

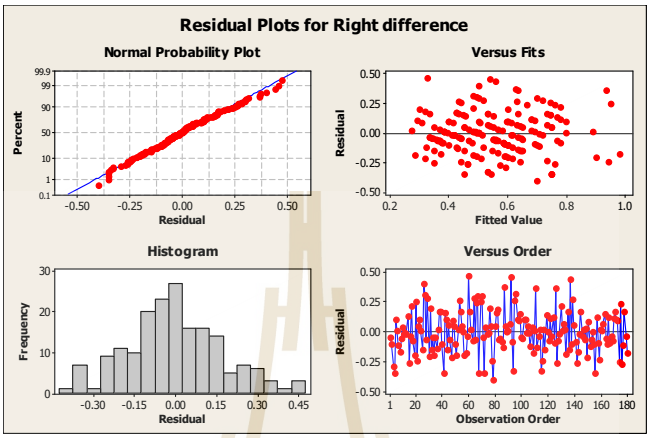
Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

การวางตำแหน่งของเท้า

	N	Mean	Grouping
เท้าทั้งสองข้างเยื้องกัน	60	0.6033	A
เท้าทั้งสองข้างเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุม	60	0.5850	A
เท้าทั้งสองข้างเสมอกัน	60	0.5833	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ข.3.2 ผลการทดสอบความแปรปรวนจากการบวมของขาบริเวณน่องข้างขวา



Analysis of Variance for การบวมของขา (ข้างซ้าย)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ระยะเวลาการยืน	1	0.00050	0.00050	0.00050	0.01	0.909
การวางตำแหน่งของเท้า	2	0.01478	0.01478	0.00739	0.19	0.824
ระยะเวลาการยืน*การวางตำแหน่งของเท้า	2	0.15100	0.15100	0.07550	1.98	0.142
No	29	3.89161	3.89161	0.13419	3.52	0.000
Error	145	5.53206	5.53206	0.03815		
Total	179	9.58994				

S =0.195326 R-Sq =42.31% R-Sq(adj)=28.79%

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0%Confidence

ระยะเวลาการยืน

	N	Mean	Grouping
ยืน 2 ชั่วโมงนั่งพัก 5 นาทีเมื่อยืนผ่านไป 1 ชั่วโมง	90	0.5511	A
ยืน 2 ชั่วโมงไม่มีการนั่งพัก	90	0.5478	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0%Confidence

การวางตำแหน่งของเท้า

	N	Mean	Grouping
เท้าทั้งสองข้างเสมอกัน	60	0.5567	A
เท้าทั้งสองข้างเยื้องกันและมีการเหยียบปุ่มควบคุม	60	0.5550	A
เท้าทั้งสองข้างเยื้องกัน	60	0.5367	A

Means that do not share a letter are significantly different.

ภาคผนวก ค

รายชื่อบทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

รายชื่อบทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

Jukasem, V., Arjharn, W. and Jongkol, P. (2017). **Improvement of Dried Noodle Packing Operation**. 11th South East Asean Technical University Consortium (SEATUC) Symposium. March 13-14, 2017, Ho Chi Minh, Vietnam.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

IMPROVEMENT OF DRIED NOODLE PACKING OPERATION

Vatanyoo Jukasem(1), Weerachai Arjharn(2), Pornsiri Jongkol(3)
Suranaree University of Technology, 111, University Avenue, Suranaree Subdistrict, Mueang Nakhon Ratchasima Thailand 30000
Email: myvatanyoo@hotmail.com

ABSTRACT

This paper presents the method of dried noodle packing improvement. The objective of this study is to investigate work process in packing department and to improve the packing operation. The selected work is a female with moderate work experience. The method of study can be divided into 5 steps as follows: 1) study the workflow in the packing process, 2) observe the placement of tools and equipment in the packing process, 3) study and analyze the workstation in the packing process, 4) design and improve works in the packing process, and 5) measure performance in the packing process. Cycle time before and after improvement were measured and compared. It is found that the worker makes an arm reach to get dried noodle and equipment in every work cycle because of inappropriate workstation layout. All equipment and dried noodle are distantly located from the worker. Thus, the layout of workstation is revised using the methods of motion study. After placing necessary items within normal working area, cycle time is measured. The result shows that working in the improved workstation layout takes 60.71 seconds per cycle compared to the old workstation layout with 65.75 seconds per cycle. The time reduction is 7.65 percent per cycle. The conclusion of this study is that improve workstation layout can increase productivity.

KEYWORDS: *Improvement workstation, Packaging process, Motion study*

1. INTRODUCTION

Ergonomics involves designing tasks, workstations, controls, lighting, and equipment to fit the worker's physical capabilities and limitations. It intends to maximize productivity by reducing worker fatigue and discomfort. Working in an ergonomic design workstation can produce high quality of work with high speed and also make the workers feel safe (Sofuoglu M. et al., 2015)

Thai vermicelli is made of rice flour which is turned into small noodle. It is a preferable and popular dish. Recently, dried Thai vermicelli is placed in the market to make it convenient for the consumers. A case study is this project is a small factory that produce dried Thai noodle. In Figure 1 show products of dried noodle. This factory mainly requires labor in a manufacturing process as shown in Figure 2. Due to a greater demand in this year, the management tries to increase productivity and decrease production time so that the product can be delivered to the customers faster. The problem found in the factory is that time requires in the packing process is longer than that in the sealing package process, resulting in bottle neck in the manufacturing process. The objective of this study is to investigate work process in packing department and to improve the packing operation.

Figure 1. Shown products of dried noodle

Figure 2. Shown labor in a manufacturing process

2. METHOD

Method of study is as follows.

2.1) Observe motion of the worker during the packing operation.

2.2) Divide the packing operation into elements. Measure cycle time and time spent for each element.

2.3) Measure the location of tools and equipment used in the packing workstation.

2.4) Draw the layout of packing workstation using Microsoft Office Visio 2007. Improve the packing workstation by arranging the tools and equipment based on ergonomics concept.

2.5) Ask the subject perform her work in the improved workstation. Measure time spent for each element. Then, compare work cycle before and after improvement.

3. ANALYSIS

- Before Improvement

The packing operation can be divided it into four elements as follows. (Figure 3.)

Step 1. Get and weigh the dried noodle until it reaches a specific weight.

Step 2. Hold the plastic package and put the plastic cone in it.

Step 3. Put the dried noodle (from Step 1) and the label in the package.

Step 4. Organize the dried noodle in the packages and leave them on the shelve waiting for the sealing operation.

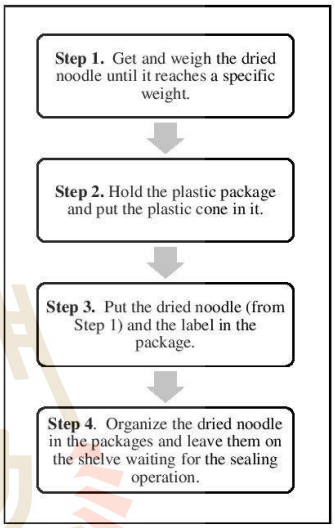


Figure 3. Steps in packing department

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Figure 4 shows the arrangement of tools and equipment used in the old workstation. The scale, the labels, and the plastic bags are on left hand side of the worker. A bulk of dried noodle is located at the same distance with the scale. The scale and the dried noodle are located in maximum reach of the worker, whereas the labels and the plastic bags are located in normal reach of the worker. The distance between the scale and the worker is 40 cm. The distance between the labels and the worker is 20 cm, whereas the distance between the plastic bags and the worker is 10 cm.

The cycle time of the packing operation is 66 s. The layout of the old workstation is considered as inappropriate since the frequent use materials and tools are placed in maximum reach instead of normal reach. This results in longer cycle time for the packing operation. The flow process chart of working in the old workstation is shown in Figure 5.

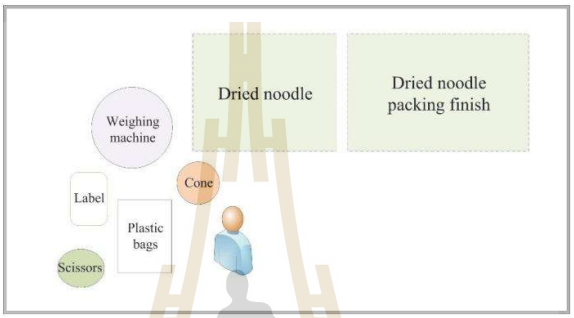


Figure 4. The arrangement of the old workstation

Location: Dried noodle plant	**Summary**			
Activity: Packing	**Event**	**Present**	**Proposed**	**Savings**
Date: 30th August 2016	Operation	4		
Operator: Labor Analyst: -	Transport	-		
Circle appropriate Method and Type:	Delay	-		
Method: (Present) Proposed	Inspection	-		
Type: (Worker) Material Machine	Storage	-		
Remarks:	Time (sec)	66		
	Distance (ft.)	-		
	Cost			

Event Description	**Symbol**	**Time (In sec)**	**Distance (In Cen)**	**Method Recommendation**
Step 1. Get and weigh the dried noodle until it reaches a specific weight.	● ⇨ D □ ▽	19.5	-	
Step 2. Hold the plastic package and put the plastic cone in it.	● ⇨ D □ ▽	13	-	
Step 3. Put the dried noodle (from Step 1) and the label in the package.	● ⇨ D □ ▽	25	-	
Step 4. Organize the dried noodle in the packages and leave them on the shelve waiting for the sealing operation.	● ⇨ D □ ▽	8.5	-	

Figure 5. The flow process chart of working in the old workstation.

- After Improvement

Figure 6 illustrates the improved workstation. All frequent use items are placed in the normal reach in order to decrease the reach distance and cycle time (Figure 7). The distance between the scale and the worker is decreased to 20 cm. The labels and the plastic bags are placed close to the worker.

The cycle time of packing operation is 60.85 s (Figure 7.) On average, the worker can pack 484 packages per day. As compared to the cycle time of the old workstation, the cycle time of the improved workstation is less. This results in 7% increase productivity.

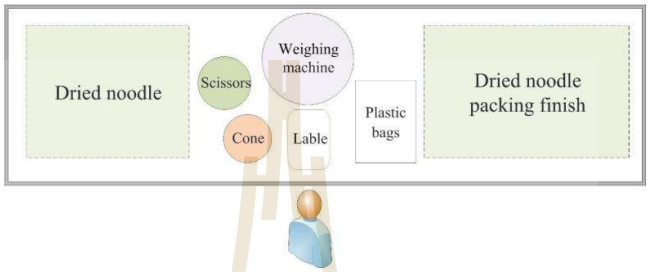


Figure 6. Layout of the improved workstation

Location: Dried noodle plant	**Summary**			
Activity: Packing	**Event**	**Present**	**Proposed**	**Savings**
Date: 30th August 2016	Operation		4	
Operator: Labor Analyst: -	Transport		-	
Circle appropriate Method and Type:	Delay		-	
Method: Present (Proposed)	Inspection		-	
Type: (Worker) Material Machine	Storage		-	
Remarks:	Time (sec)		59.5	
	Distance (ft.)		-	
	Cost			

Event Description	**Symbol**	**Time (In sec)**	**Distance (In Cen)**	**Method Recommendation**
Step 1. Get and weigh the dried noodle until it reaches a specific weight.	○ ⇨ D □ ▽	19.5	-	
Step 2. Hold the plastic package and put the plastic cone in it.	○ ⇨ D □ ▽	13	-	
Step 3. Put the dried noodle (from Step 1) and the label in the package.	○ ⇨ D □ ▽	25	-	
Step 4. Organize the dried noodle in the packages and leave them on the shelve waiting for the sealing operation.	○ ⇨ D □ ▽	2	-	

Figure 7. The flow process chart of working in the new workstation

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. CONCLUSIONS

The workstation of packing operation is improved using ergonomic approach. The result shows that placing frequent used items in the normal reach can decrease cycle time of packing. The productivity is increased by 7%. This can be concluded that ergonomic approach can increase productivity.

REFERENCES

Sofuoglu M., Cakir F., Gurgen S., and Kushan M., Operational Improvements in The Assembly Process of Lead Cable Using New Methods, Procedia - Social and Behavioral Sciences 195, 2576 – 2585, 2015

Freivalds A., and Nieble B., Niebel's Methods, Standards, and Work Design, McGraw-Hill, International Edition, Twelfth Edition, 2009.

PHOTOS AND INFORMATION

Vatanyoo Jukasem received the B.E. (2015) degrees in Industrial Engineering from Suranaree University of Technology.
He is currently continuing his study on Master Degree at Suranaree University of Technology, Thailand.

Weerachai Arjharn received the B.E. (1994), M.E. (1997), and D.E. (2001) degrees in agricultural and forest engineering from Tsukyba University.
He is a Assistant Professor, Department of Agricultural Engineering, Suranaree University of Technology, Thailand.

Pornsiri Jongkol received the B.E. (1989), M.E. (1991), and D.E. (2000) degrees in industrial engineering from Dalhousie University.
She is a Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Suranaree University of Technology, Thailand.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นายวทัญญู จูเกษม เกิดวันเสาร์ที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2536 เริ่มศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ที่โรงเรียนราษฎร์บำรุง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ที่โรงเรียนสระหลวงพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์ (วิศวกรรมอุตสาหการ) ในปี พ.ศ. 2558 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

ปี พ.ศ. 2558 เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทวิศวกรรมศาสตร์ (วิศวกรรมอุตสาหการ) ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารรับรองโครงการวิจัยในมนุษย์ ประเภทพิจารณางานวิจัยที่มีความเสี่ยงต่ำ

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ขอรับรองว่า

โครงการ	ผลกระทบของสภาพการทำงานและพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของสตรีที่ยืนทำงานแบบไม่สมดุลเป็นเวลานาน
รหัสโครงการ	EC-59-33
ชื่อหัวหน้าโครงการ	นายวทัญญู จูเกษม
สังกัด	สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ได้รับการพิจารณาและรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ว่าเป็นงานวิจัยที่มีความเสี่ยงต่ำ ไม่ขัดต่อหลักจริยธรรมสากล และเป็นไปตามคำประกาศเฮลซิงกิ

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการที่เสนอได้ ณ วันที่ 4 ธ.ค. 2559

ลงชื่อ.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองระอา)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ใบรับรองมีระยะเวลา 1 ปีหลังจากวันที่อนุมัติ

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
สำนักงาน : สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
โทรศัพท์ 0-4422-4757
โทรสาร 0-4422-4750

หมายเหตุ : โปรดอ่านคำเตือนด้านหลัง