

ผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนที่มีต่อการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
ในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย ไม่สังกัดภาควิชา/เทียบเท่า

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF MINI - TRAMPOLINE EXERCISE ON BALANCE AND MUSCULAR STRENGTH
IN POSTMENOPAUSE WOMEN



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Sports and Exercise Science

Common Course

FACULTY OF SPORTS SCIENCE

Chulalongkorn University

Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนที่มีต่อการทรง
ตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ในผู้หญิงวัยหมด
ประจำเดือน
โดย นายรุ่งกิจ นະพะศาลา
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสา โค้ดประเสริฐ

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา พงษ์พิบูลย์)

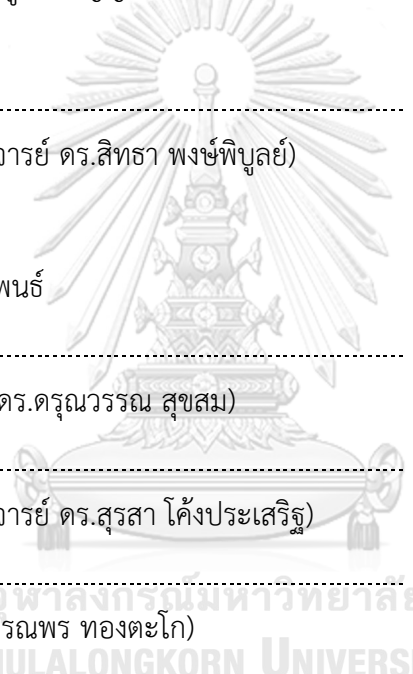
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ดรอุรวรรณ สุขสม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสา โค้ดประเสริฐ)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม)



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รุ่งกิจ นະพะศาลา : ผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแตรมโพลีนที่มีต่อการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน. (EFFECTS OF MINI - TRAMPOLINE EXERCISE ON BALANCE AND MUSCULAR STRENGTH IN POSTMENOPAUSE WOMEN) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.สุรสา โค้งประเสริฐ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแตรมโพลีนที่มีต่อการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน เป็นการวิจัยเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่าง คือ เพศหญิงวัยหมดประจำเดือนที่เป็นผู้อยู่อาศัยในจังหวัดกรุงเทพมหานคร อายุระหว่าง 45 – 59 ปี จำนวน 36 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองจำนวน 18 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 18 คน โดยการใช้ค่าคะแนนการประเมินการทรงตัว การเดินและกลับตัว 3 เมตร นำค่าระยะเวลาที่ได้มาเรียงลำดับ 1 – 36 แล้วแบ่งโดยการจับคู่ กลุ่มทดลองทำการฝึกออกกำลังกายด้วยมินิแตรมโพลีน ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมให้ดำเนินกิจวัตรประจำวันตามปกติ แล้วทำการทดสอบการทรงตัวขณะอยู่กับที่ และขณะเคลื่อนไหว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ก่อนการฝึกและหลังการฝึก แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลองโดยใช้สถิติแบบรายคู่ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกออกกำลังกายด้วยมินิแตรมโพลีน มีการเปลี่ยนแปลงที่ดีกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ การทรงตัวขณะอยู่กับที่ ขณะเคลื่อนไหว และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และมีค่าดัชนีการเขของการทรงตัวขณะอยู่กับที่บนพื้นโฟม การทรงตัวขณะเคลื่อนไหว และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยในครั้งนี้ได้นำการออกกำลังกายด้วยมินิแตรมโพลีนมาใช้กับผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกไม่เกิดการหกล้ม อันตราย หรือได้รับบาดเจ็บใดๆ ส่งผลให้การทรงตัว และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนดีขึ้น ดังนั้นการออกกำลังกายด้วยมินิแตรมโพลีนจึงเป็นรูปแบบที่เหมาะสมจะนำมาใช้เป็นทางเลือกที่ดีทางหนึ่งสำหรับผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย	ลายมือชื่อนิสิต
	กาย	
ปีการศึกษา	2562	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6178313139 : MAJOR SPORTS AND EXERCISE SCIENCE

KEYWORD: Mini – Trampoline, Balance, Muscular strength, Postmenopause women

Rungkij Napasala : EFFECTS OF MINI - TRAMPOLINE EXERCISE ON BALANCE AND MUSCULAR STRENGTH
IN POSTMENOPAUSE WOMEN. Advisor: Asst. Prof. SURASA KHONGPRASERT, Ph.D.

The purpose of this study was to examine effects of mini – trampoline exercise on balance and muscular strength in postmenopause women. Thirty six postmenopause women from Bangkok residents, ages between 45 – 59 years old. They were divided by matching Timed up and go test score to either the experimental group (n = 18) performing mini – trampoline exercise training 3 sessions/week for 12 weeks, or the control group (n = 18) did not participate in the mini – trampoline exercise training. The variables including static and dynamic balance, muscular strength were measured before and after 12-weeks of intervention period. The pair t-test and independent t-test were used to determine significant differences at .05 level.

After 12 weeks, the experimental group showed significant improvement on static balance, dynamic balance and muscular strength score that were better than before the study ($p < .05$). The experimental group showed significant improvement in static balance on foam surface that measured by sway index, dynamic balance and muscular strength score that was better than the control group. ($p < .05$).

This study used mini – trampoline exercise in postmenopause women. All session training does not have any fall or injury. Mini – trampoline exercise could lead to the improvement of static balance, dynamic balance and muscular strength. This study could be one of the exercise that suitable and safe for postmenopause women.



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study: Sports and Exercise Science

Student's Signature

Academic Year: 2019

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำแนะนำ คำปรึกษา ความเมตตา
กรุณา และเอาใจใส่ จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสา โควังประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ดรอุณวรรณ สุขสม อาจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก
และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้แนวคิด
คำแนะนำ และตรวจแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้อง และมีความสมบูรณ์
มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์และบุคลากรคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ ข้อคิดเห็นที่ดีเสมอมา และให้ความช่วยเหลือเอาใจใส่เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความ
อนุเคราะห์ เอื้อเฟื้อ เครื่องมือ และสถานที่การวิจัย สำหรับใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือในด้านต่างๆ ตลอดจนกำลังใจจากเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่คอย
ช่วยเหลือและเป็นห่วง ตลอดเวลาที่ศึกษาอยู่

และที่สำคัญผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัยทุกคน ที่คอยสนับสนุน
ทางด้านการศึกษา และการดำเนินชีวิต ให้กำลังใจและปรารถนาดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตา
กรุณาเป็นอย่างยิ่ง ด้วยคุณความดีและประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่อง
บูชาพระคุณบิดา มารดา ครูบาอาจารย์ อีกทั้งผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้การอบรมสั่งสอน ตลอดจน
สนับสนุนผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

รุ่งกิจ นະพะศาลา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ฎ
สารบัญแผนภูมิ.....	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
คำถามของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
คำจำกัดความของการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
1. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในวัยผู้ใหญ่และวัยหมดประจำเดือน	8
2. การทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพของหัวใจและปอด	11
3. การออกกำลังกาย	16
4. วิธีการทดสอบ	26
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ	31
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	39

ประชากร.....	39
กลุ่มตัวอย่าง	39
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	41
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	44
การเก็บรวบรวมข้อมูล	45
การวิเคราะห์ข้อมูล	47
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	48
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้าน เสรีวิทยาในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์	49
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถใน การทรงตัวในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์	55
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงของ กล้ามเนื้อในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์	67
ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพของ หัวใจและปอดในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์.....	84
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	88
สรุปผลการวิจัย.....	89
อภิปรายผลการวิจัย.....	91
ข้อเสนอแนะ	96
บรรณานุกรม.....	97
ภาคผนวก.....	105
ภาคผนวก ก ใบรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมและหนังสือแสดงความ ยินยอมเข้าร่วมการวิจัย	106
ภาคผนวก ข การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง.....	116

ภาคผนวก ค การประเมินความสามารถในการทรงตัว (Balance) ด้วยการทดสอบ การเดินและ กลับตัว 3 เมตร (Timed up and go)	117
ภาคผนวก ง แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย.....	119
ภาคผนวก จ การทดสอบความสามารถในการทรงตัวแบบ Modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance.....	120
ภาคผนวก ฉ การทดสอบการทรงตัวอยู่กับที่เอื้อมมือไปด้านหน้า (Functional Reach Test). 122	
ภาคผนวก ช การทดสอบความสามารถในการทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็กเคอร์ชัน (Star Excursion Balance test)	123
ภาคผนวก ซ การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ.....	125
ภาคผนวก ฌ แบบทดสอบสมรรถภาพของหัวใจและปอด โดยทดสอบการเดิน 6 นาที Six Minute Walk Test; 6MWT	127
ภาคผนวก ฎ แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ.....	130
ภาคผนวก ฏ โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน.....	133
ภาคผนวก ฐ แบบสอบถามประวัติสุขภาพ	161
ภาคผนวก ฑ แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบ.....	162
ประวัติผู้เขียน.....	164

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบจับคู่	40
ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไปของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง..	49
ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านสรีรวิทยาก่อน และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่มควบคุม	50
ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านสรีรวิทยาก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่มทดลอง	51
ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านสรีรวิทยาก่อนการทดลองระหว่าง กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	52
ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านสรีรวิทยาหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	53
ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรความสามารถในการทรงตัวก่อน และหลัง การทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่มควบคุม	55
ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรความสามารถในการทรงตัวก่อน และหลัง การทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่มทดลอง	56
ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรความสามารถในการทรงตัวก่อนการ ทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง.....	57
ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรความสามารถในการทรงตัวหลังการ ทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง.....	58
ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความสามารถใน การทรงตัวหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง.....	59
ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก่อน และ หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่มควบคุม	67
ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก่อน และ หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่มทดลอง.....	68

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก่อนการทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง.....	69
ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง.....	70
ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง.....	71
ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสมรรถภาพของหัวใจและปอดก่อน และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่มควบคุม	84
ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสมรรถภาพของหัวใจและปอดก่อน และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่มทดลอง.....	84
ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสมรรถภาพของหัวใจและปอดก่อนการทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง.....	85
ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสมรรถภาพของหัวใจและปอดหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง.....	85
ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพของหัวใจและปอดหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง	86

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 กลไกควบคุมการทรงตัวเป็นการทำงานร่วมกันของ 3 ระบบ.....	13
รูปที่ 2 การควบคุมบริเวณข้อสะโพกและข้อเท้า	15
รูปที่ 3 ตารางประเมินความเหนื่อยของร่างกาย (BORG-CR10).....	24
รูปที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบ BORG-RPE และ BPRGE-CR10	25
รูปที่ 5 เครื่องมือและหน้าจอแสดงผลของ Balance system SD.....	27
รูปที่ 6 แสดงทิศทางทั้ง 8 ทิศ ในขณะที่ยืนด้วยเท้าด้านซ้ายและขวา.....	28
รูปที่ 7 วิธีทดสอบการทรงตัวอยู่กับที่เอื้อมมือไปด้านหน้า (Functional Reach Test).....	29
รูปที่ 8 Isokinetic dynamometer	29
รูปที่ 9 วิธีการทดสอบ Six Minute Walk Test; 6MWT.....	30
รูปที่ 10 ระดับความเหนื่อย	31
รูปที่ 11 กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....	38
รูปที่ 12 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	44
รูปที่ 13 การคำนวณกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*power version 3.1	116
รูปที่ 14 การประเมินการทรงตัว การเดินและกลับตัว 3 เมตร (Timed up and go).....	117
รูปที่ 15 เครื่องมือทดสอบ Biodex balance system.....	120
รูปที่ 16 Functional Reach Test	122
รูปที่ 17 Star Excursion Balance test.....	123
รูปที่ 18 เครื่อง Isokinetic Dynamometers ยี่ห้อ BIODEX.....	125
รูปที่ 19 วิธีการทดสอบ Six Minute Walk Test	127
รูปที่ 20 ระดับความเหนื่อย	129

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง	54
แผนภูมิที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง	54
แผนภูมิที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีการเซการยืนด้วยขาสองข้าง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง.....	60
แผนภูมิที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีการเซการยืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลังตา ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง	60
แผนภูมิที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีการเซการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง	61
แผนภูมิที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีการเซการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลังตา ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง	62
แผนภูมิที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีการเซโดยเฉลี่ย ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง.....	63
แผนภูมิที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยการทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง	64
แผนภูมิที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยการทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านขวา ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง.....	65
แผนภูมิที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยการทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านซ้าย ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง	66
แผนภูมิที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเอวเข้าข้างขวา ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง	72
แผนภูมิที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ยค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเอวเข้าข้างซ้าย ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง	73

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากสภาพสังคมของประเทศไทยในปัจจุบัน บุคคลวัยทำงานที่มีทั้งในภาครัฐ ภาคเอกชน และรัฐวิสาหกิจ ถือเป็นวัยที่มีความสำคัญต่อชาติในเรื่องของการพัฒนาประเทศและพัฒนาด้านเศรษฐกิจ ก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 - 2564 แล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในอีกไม่เกิน 4 ปีข้างหน้าประเทศไทยกำลังจะก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ (Aging society) บุคลากรวัยทำงานเหล่านี้ จะเริ่มเข้าสู่วัยผู้สูงอายุที่เต็มไปด้วยประสบการณ์ มีศักยภาพ ในการทำงานและมีตำแหน่งหน้าที่การงานที่มีความรับผิดชอบแต่ขาดการดูแล เรื่องสุขภาพและการออกกำลังกาย ที่ถูกต้องโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้หญิงวัยทำงานที่มีอายุระหว่าง 45 - 59 ปี (สุรัสวดี, 2561) ซึ่งถือเป็นวัยหมดประจำเดือน ที่จะมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายอย่างมีนัยสำคัญและส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต โดยจากการศึกษาพบว่าประเทศไทยมีผู้หญิงที่อยู่ในช่วงวัยหมดประจำเดือน ถึง 10 ล้านคนและมีการคาดการณ์ว่าได้รับรายงานว่าใน ปีพ.ศ. 2563 ผู้ชายและผู้หญิงที่อยู่ในวัยทองจะมีถึงร้อยละ 35.2 ของประชากรทั้งหมดของประเทศ (สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล, 2553) ส่งผลให้ผู้หญิงกลุ่มนี้ต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงในระยะหมดประจำเดือนซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นไปตามธรรมชาติไม่สามารถหลีกเลี่ยงหรือห้ามไม่ให้เกิดขึ้นได้

ผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนจะมีการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนต่าง ๆ ในร่างกาย ในช่วงแรกร่างกาย จะผลิตฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen Hormone) และโพรเจสเตอโรน (Progesterone Hormone) ลดลง ส่วนฮอร์โมนฟอลลิเคิล สติมิวเลติงฮอร์โมน (Follicle stimulating hormone หรือ FSH) และลูทีไนซิงฮอร์โมนหรือแอลเอช (Luteinizing hormone หรือ LH) เพิ่มขึ้น (Pasquali et al., 1997) การลดลงของฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen Hormone) จะส่งผลกระทบต่อระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาท ทำให้มวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง เพศหญิงในวัยหมดประจำเดือนส่วนใหญ่จะอายุในช่วงอายุประมาณ 45 ปีขึ้นไป ซึ่งในวัยนี้เป็นวัยที่มีการเสื่อมลงของระบบต่าง ๆ ในร่างกายความยืดหยุ่นและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นลดลงในวัย 50 - 60 ปี กำลังของกล้ามเนื้อจะลดน้อยกว่าวัยหนุ่มสาวประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ และยิ่งลดลงมากในวัย 70 ปี เป็นสาเหตุของการหกล้มในผู้สูงอายุได้ ระบบการรับรู้ความรู้สึกต่าง ๆ ลดลง รวมถึงการรับรู้ความรู้สึกของร่างกายลดลงร่วมกับความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดการฉีกขาดของกล้ามเนื้อได้ง่าย ทำให้ความสามารถในการเคลื่อนไหวลดลง และอาจมีอาการเจ็บขณะเคลื่อนไหวข้อต่าง ๆ ก่อให้เกิดปัญหา

ด้านการทรงตัว จึงมีผลต่อการใช้ชีวิตประจำวันและการออกกำลังกายตามมา ซึ่งปัญหาที่พบบ่อยคือการลื่นล้มขณะเดินหรือวิ่ง (Fukuchi et al., 2008; Fukuchi et al., 2014) หรือแม้กระทั่งการก้าวเท้าไม่พ้นสิ่งกีดขวาง (Yao-Ting Chang et al., 2015) จากการศึกษาในปี 2010 พบว่าความแข็งแรงของมนุษย์จะลดลงปีละประมาณร้อยละ 1 หลังเข้าสู่ช่วงอายุ 30 ปี โดยเฉพาะกล้ามเนื้อขาและกล้ามเนื้อมัดเล็กรอบข้อเท้า ดังจะเห็นได้ว่า ภาวะความถดถอยของร่างกายหรือความเสื่อมนั้นส่งผลสำคัญในเรื่องของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่เป็นปัจจัยหนึ่งในเรื่องของการทรงตัว อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุจากการหกล้ม (Kay, 2010) นอกจากนี้ปัญหาในเรื่องของกล้ามเนื้อแล้วในผู้สูงอายุวัยหมดประจำเดือนจะมีปัญหาในเรื่องของกระดูกบางและกระดูกพรุนจึงเป็นอันตรายหากเกิดการล้มโดยส่วนใหญ่การล้มมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์จะมีกระดูกสะโพกแตก การล้มเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เป็นโรค และอาจเสียชีวิตในที่สุด (Naessen et al., 2007; Scheffer et al., 2008)

นอกเหนือจากระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ระบบอื่นๆในร่างกายก็เชื่อมลงด้วยเช่นกัน ระบบการรับรู้ความรู้สึกต่าง ๆ ลดลง ทั้งในระบบประสาทการรับรู้ฮอร์โมนไปส่งผลการลดลงของโดปามีน (Dopamine :DA) ที่สเตรียตัม (Striatum) ในเบซัลแกงเกลีย (Basal Ganglia) สัมพันธ์กับความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหว เพราะการส่งกระแสประสาทเกิดการลดการสังเคราะห์ การเก็บ การหลั่งของสารโดปามีน (ปนัดดา หัตถ์โชติ และบพิตร กลางกัลยา, 2549) รวมถึงการรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อ การทำงานของระบบหูชั้นในที่เสื่อม จึงส่งผลให้ผู้สูงอายุวัยหมดประจำเดือนมีความสามารถการทรงตัวลดลง เมื่อการทรงตัวลดลง ก็เป็นสาเหตุแรกที่ทำให้เกิดการหกล้ม (Gillespie et al., 2009)

กอปรกับผู้สูงอายุที่อายุ 40-59 ปี อยู่ระหว่างการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่วัยหมดประจำเดือน และมีกิจกรรมทางกายอยู่ในระดับที่ต่ำร่วมด้วย (Nitz et al., 2007) จากการทรงตัวที่ลดลงสัมพันธ์กับความแข็งแรงของระยางค์ส่วนล่าง (Lower limb) ทั้งกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps) กล้ามเนื้อต้นขาด้านนอก (Hip abductor) (Low Choy et al., 2007) และความยืดหยุ่นของร่างกาย (Flexibility) ที่ลดลง (Nitz et al., 2004) ดังนั้น การออกกำลังกาย จึงเป็นวิธีการที่จะเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อความสามารถในการทรงตัว และสมรรถภาพทางกาย

การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความสามารถในการทรงตัวนั้นต้องประกอบไปด้วยท่าออกกำลังกายที่רבกวนสมดุลหรือท้าทายความสามารถในการรักษาสมดุลของร่างกาย ดังนั้นจะต้องใส่ใจเรื่องความปลอดภัยให้มาก เนื่องจากผู้ที่ถูกฝึกอาจเสียการทรงตัวได้ในขณะฝึก ควรประเมินความสามารถในการทรงตัว ของแต่ละบุคคลก่อนการฝึกและออกแบบท่าออกกำลังกายให้เหมาะสมปลอดภัย หากบุคคลนั้นยังไม่สามารถทำท่าในระดับที่ง่ายกว่าได้ ไม่ควรเพิ่มระดับความยาก วิธีการฝึกการทรงตัวสามารถทำได้หลายวิธี เช่น จากการศึกษาในปี 2003 ศึกษาในผู้สูงอายุโดยเปรียบเทียบคน

สองกลุ่มคือ กลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยลูกบอลออกกำลังกาย (Physioball) และกลุ่มที่ออกกำลังกายบนพื้นปกติ ผลการทดลองพบว่า กลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยลูกบอลออกกำลังกาย มีคะแนนด้านการทรงตัวที่ดีที่กว่า (Cosio-Lima et al., 2003) ในปี 2014 ศึกษาผลของการฝึกด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality) ในผู้สูงอายุ พบว่า มีการพัฒนาของพื้นที่จุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย (Center of Gravity) ในขณะเปิดตาและปิดตา (GyeongHee Cho et al., 2014) ในปี 2016 ศึกษาผลของการฝึกการทรงตัวที่พื้นผิวไม่เรียบในผู้หญิง โดยกลุ่มแรกใช้บอลครึ่งวงกลม (BOSU ball) กลุ่มที่สองใช้สแต็ป (Step Platforms) พบว่า กลุ่มที่ฝึกโดยบอลครึ่งวงกลม มีพัฒนาการทรงตัวแบบคงที่ดีกว่า (Nepocaty ch et al., 2016) นอกจากนี้มีการรายงานการออกกำลังกายฝึกทรงตัวด้วยแตรมโพลีน (Trampoline) หรือ มินิแตรมโพลีน (Mini-trampoline) ในปี 2011 ศึกษาความสัมพันธ์การออกกำลังกายบนมินิแตรมโพลีนต่อกลไกของการพัฒนาความสามารถในการทรงตัวแบบเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุ 33 คน พบว่ากลุ่มทดลองสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไตรเซปซิวเรย์ (Triceps surae) ได้ร้อยละ 10 มีพัฒนาการทรงตัวของผู้สูงอายุในระหว่างที่จะล้มไปด้านหลังได้ร้อยละ 35 (Aragao et al., 2011) การศึกษาในปี 2013 ศึกษาในเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา อายุ 10.3 ± 1.6 ปี ออกกำลังกายโดยมินิแตรมโพลีนเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ครั้งละ 20 นาที พบว่ากลุ่มทดลองมีการพัฒนาการทรงตัวและประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อได้อย่างมีนัยสำคัญ (Paraskevi et al., 2013) และยังส่งผลในกลุ่มเป้าหมายที่หลากหลายช่วยกระตุ้นระบบรับรู้กล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อ พัฒนาความสามารถในการทรงตัวของแต่ละบุคคล โดยถูกแนะนำว่าเป็นสิ่งที่ราคาไม่แพง ขนย้ายได้ ง่ายต่อการใช้งานจัดเตรียมง่ายเป็นการส่งเสริมร่างกายให้เตรียมพร้อมต่อวัยและการเปลี่ยนแปลงที่จะมาถึง ผู้วิจัยจึงสนใจผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแตรมโพลีนที่มีต่อการทรงตัว และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนเพื่อให้มีความสามารถในการทรงตัวที่ดีขึ้น ป้องกันการหกล้มที่จะเป็นสาเหตุทำให้บาดเจ็บส่งผลกระทบต่อสุขภาพทางกายและจิตใจตามมา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์หลัก

1. เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแตรมโพลีนที่มีต่อการทรงตัวในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน
2. เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแตรมโพลีนที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน

วัตถุประสงค์รอง

เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนที่มีต่อสมรรถภาพของหัวใจและปอดในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน

คำถามของการวิจัย

โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนมีผลต่อความสามารถในการทรงตัวในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนหรือไม่

โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนมีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนหรือไม่

โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนมีผลต่อสมรรถภาพของหัวใจและปอดในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนหรือไม่

สมมติฐานของการวิจัย

ผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนส่งผลให้พัฒนาการทรงตัวความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพของหัวใจและปอดในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนที่มีผลต่อการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ เพศหญิงวัยหมดประจำเดือน

กลุ่มตัวอย่าง คือ เพศหญิงวัยหมดประจำเดือนที่เป็นผู้อยู่อาศัยในจังหวัดกรุงเทพมหานคร อายุระหว่าง 45 - 59 ปี จำนวน 36 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มควบคุม (Control group) ที่ดำเนินกิจวัตรประจำวันตามปกติ จำนวน 18 คน

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มทดลอง (Experimental group) ออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน จำนวน 18 คน

ขอบเขตด้านเนื้อหา

ตัวแปรต้น (Independent variables) คือ การออกกำลังกายโดยฝึกบนมินิแทรมโพลีน ใช้เวลา 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 60 นาที

ตัวแปรตาม (Dependent variables)

1. การทรงตัวทดสอบด้วยเครื่อง Balance System SD โปรแกรม Modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance (m-CTSIB) แสดงผลเป็นค่าดัชนีการเคลื่อนจุดศูนย์กลางมวลออกจาก ฐานรองรับ (Sway index) และทดสอบด้วย Star excursion balance test (SEBT) นำค่าที่ได้ในหน่วยเซนติเมตรในแต่ละตำแหน่งคำนวณร่วมกับขนาดของความยาวขา ได้เป็นคะแนน SEBT score และแบบทดสอบ Functional Reach Test

2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring) และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps) ทดสอบด้วยเครื่องไอโซไคเนติก (Isokinetic dynamometer) เพื่อประเมินค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ และกำลังกล้ามเนื้อ

3. ทดสอบสมรรถภาพของหัวใจและปอด โดยใช้การทดสอบการเดิน 6 นาที (6 minute walk test)

ขอบเขตด้านสถานที่

สถานที่ ในการวิจัยและเก็บข้อมูล คือ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประมาณ 3 เดือน

คำจำกัดความของการวิจัย

ผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน (Postmenopausal women) หมายถึง ผู้หญิงที่ไม่มีประจำเดือน ติดต่อกันเป็น ระยะเวลา 12 เดือน อายุระหว่าง 45 – 59 ปี

การทรงตัว (Balance) หมายถึง ความสามารถในการทำให้จุดศูนย์กลางของร่างกาย (Center of Gravity) ตกอยู่ภายในฐานรองรับของร่างกาย (Base of support) กลไกควบคุมการทรงตัวเป็นการทำงานร่วมกันของ 3 ระบบ คือ ระบบรับรู้ความรู้สึก (Sensory system) ระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system) ระบบควบคุมการเคลื่อนไหว (Motor control) โดยระบบรับรู้ความรู้สึก ประกอบด้วย 3 ระบบย่อย ได้แก่ ระบบการมองเห็น (Visual system) ระบบของหูชั้นใน

(Vestibular system) และระบบประสาทรับความรู้สึกทั่วร่างกาย (Somatosensory system) ที่มีระบบรับรู้กล้ามเนื้อ เอ็นและข้อต่อ (Proprioceptive system) เมื่อร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงสมดุล ระบบรับความรู้สึกจะส่งสัญญาณไปสู่ระบบประสาทส่วนกลางเพื่อประมวลผล เลือกรับการเคลื่อนไหว เพื่อรักษาสมดุลโดยสั่งการมายังระบบควบคุมการเคลื่อนไหวให้กล้ามเนื้อทำงาน

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength) หมายถึง ความสามารถในการออกแรง ยก ดัน ดึง หรือบีบวัตถุที่มีแรงต้านให้วัตถุนั้นสามารถเคลื่อนที่ไปได้สูงสุดเพียงครั้งเดียว

มินิแตรัมโพลีน (Mini trampoline) คือ อุปกรณ์ออกกำลังกายประเภทหนึ่งประกอบไปด้วย ผืนผ้าใบซึ่งตึง คาดยึดที่เป็นเหล็ก และสปริงที่ทำหน้าที่ในการซึ่งให้ผืนผ้าใบติดติดกับโครงเหล็กที่แข็งแรง มีหลายขนาดอยู่ที่ใช้การเลือกใช้ สามารถรับน้ำหนักได้ประมาณ 80-120 กิโลกรัม โดยมีตั้งแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 122-140 เซนติเมตร (1.22-1.40 เมตร) ขาตั้งมีความสูงจากพื้นตั้งแต่ 21.5-28 เซนติเมตร โดยมีจำนวนขาตั้งประมาณ 6-8 ตัว สปริงยึดความมั่นคงและเพิ่มความยืดหยุ่น มีตั้งแต่ 30-44 ตัว และแผ่นรองมินิแตรัมโพลีนซึ่งมีทั้งแบบทอสานด้วยเส้นใยในลอน และแบบโพลีเอสเตอร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงการออกกำลังกายด้วยมินิแตรัมโพลีนต่อความสามารถในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพของหัวใจและปอดสำหรับหญิงวัยหมดประจำเดือน
2. สามารถใช้แบบการออกกำลังกายด้วยมินิแตรัมโพลีนไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการออกกำลังกายเพื่อฝึกการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากหนังสือ วารสาร เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศโดยนำเสนอตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในวัยผู้ใหญ่และวัยหมดประจำเดือน

1.1 การเปลี่ยนแปลงในวัยผู้ใหญ่และวัยหมดประจำเดือน

1.2 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวกับการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

2. การทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพของหัวใจและปอด

2.1 ความหมายและความสำคัญของการทรงตัว

2.2 สมดุลของการทรงตัว

2.3 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

2.4 สมรรถภาพของหัวใจและปอด

3. กิจกรรมทางกายและการออกกำลังกาย

3.1 การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความสามารถในการทรงตัว

3.2 การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

3.3 การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มสมรรถภาพของหัวใจและปอด

3.4 การออกกำลังกายบนมินิแทรมโพลีน

4. วิธีการทดสอบ

4.1 วิธีการทดสอบการทรงตัวของร่างกาย

4.2 วิธีการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

4.3 วิธีการทดสอบสมรรถภาพของหัวใจและปอด

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในวัยผู้ใหญ่และวัยหมดประจำเดือน

1.1 การเปลี่ยนแปลงในวัยผู้ใหญ่และวัยหมดประจำเดือน

ถนนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร และสิทธา พงษ์พิบูลย์ (2553) กล่าวว่าวัยผู้ใหญ่ คือ ผู้ที่เจริญเติบโตเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ ได้ผ่านพัฒนาการตามวัยมาแล้วหลายขั้นตอนแต่ละวัยที่ผ่านมาทั้งพัฒนาการทางร่างกาย สติปัญญา จิตใจ อารมณ์และสังคม

วัยผู้ใหญ่แต่ละช่วงอายุมีพัฒนาการต่างกันซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ช่วงอายุ คือ

วัยผู้ใหญ่ตอนต้นหรือวัยหนุ่มสาว (Early adulthood) อายุ 20-35 ปี

วัยผู้ใหญ่ตอนกลางหรือวัยกลางคน (Middle adulthood) อายุ 36-60 ปี

วัยผู้ใหญ่ตอนปลายหรือวัยผู้สูงอายุ (Late adulthood) อายุ 60 ปีขึ้นไป

การเปลี่ยนแปลงของร่างกายที่เห็นได้ชัดเจน คือ การทำงานของระบบต่าง ๆ ลดลง ระบบกระดูก และกล้ามเนื้อที่มีการเสื่อมถอย ความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลดลง การทำงานของการตอบสนองอัตโนมัติ การทำงานระบบประสาทมีการเสื่อมลง ส่งผลต่อความคิด ความจำช้าลง มีการเปลี่ยนแปลงในการมองเห็น คือสายตาวางยาวขึ้น ระบบไหลเวียนเลือดมีปัญหา หลอดเลือดมีความยืดหยุ่นน้อยลง โดยเฉพาะหลอดเลือดโคโรนารีเป็นเหตุให้วัยกลางคนเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดหัวใจ ในช่วงอายุ 40-50 ปี ในเพศหญิงเองจะมีความแตกต่างจากเพศชาย เนื่องจากในช่วงวัยผู้ใหญ่จะมีปัญหาในเรื่องของการหมดประจำเดือน การหมดประจำเดือนในเพศหญิง ผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนจะมีการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนต่าง ๆ ในร่างกาย (ถนนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร และ สิทธา พงษ์พิบูลย์, 2553)

ในช่วงแรกร่างกายจะผลิตฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen hormone) และโพรเจสเทอโรน (Progesterone Hormone) ลดลงส่งผลให้ สมอส่วนหน้า (Pituitary anterior) กระตุ้นการสร้างฮอร์โมนฟอลลิเคิล สติมิวเลตติงฮอร์โมน (Follicle stimulating hormone หรือ FSH) และลูทีไนซิงฮอร์โมนหรือแอลเอช (Luteinizing hormone หรือ LH) เพิ่มขึ้น (Pasquali et al., 1997) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนที่เกิดขึ้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของร่างกายหลายอย่าง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System) (Gunendi et al., 2007) การคิดอ่านด้านกระบวนการรับรู้ (Cognitive) มีภาวะกระดูกบางและกระดูกพรุน รวมถึงความสามารถในการทรงตัวที่ลดลงทั้งจากปัจจัยทางความเสื่อมของทางด้านร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ลดลง ระบบการรับรู้ความรู้สึกที่ลดลง ร่วมกับปัจจัยจากการหมดประจำเดือนที่ส่งผล

ต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทส่วนกลางที่ทำหน้าที่ควบคุมการทรงตัวเช่นกัน เมื่อการทรงตัวลดลง ก็เป็นสาเหตุแรกของการหกล้ม ซึ่งในเพศหญิงในวัยหมดประจำเดือนที่มีปัญหาในเรื่องของกระดูกบางและกระดูกพรุนจึงเป็นอันตรายหากเกิดการล้ม ซึ่งโดยส่วนใหญ่การล้มมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์จะมีกระดูกสะโพกแตก การล้มเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เป็นโรคและอาจเสียชีวิตในที่สุด (Naessen et al., 2007; Scheffer et al., 2008)

อาการในระยะแรกของการหมดประจำเดือน (อายุประมาณ 45-50 ปี) มีประจำเดือนมาไม่ปกติ มีร้อนวูบวาบตามตัว (Hot flushes) มีการตื่นกลางดึก นอนไม่หลับ เหงื่อออกมากผิดปกติ วิงเวียนศีรษะ หลงลืมได้ง่าย

เมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นรูปแบบการเคลื่อนไหวจะแตกต่างจากวัยหนุ่มสาว เนื่องจากความยืดหยุ่นและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ลดลง ก่อให้เกิดปัญหาด้านการทรงตัว จึงมีผลต่อการใช้ชีวิตประจำวันและการออกกำลังกาย ซึ่งปัญหาที่พบมากคือการลื่นล้มขณะเดินหรือวิ่ง (Fukuchi et al., 2008; Fukuchi et al., 2014) หรือแม้กระทั่งการก้าวเท้าไม่พ้นสิ่งกีดขวาง (Yao-Ting Chang et al., 2015) จากการศึกษาในปี 2010 พบว่าความแข็งแรงของมนุษย์จะลดลงปีละประมาณร้อยละ 1 หลังจากเข้าสู่ช่วงอายุ 30 ปี โดยเฉพาะกล้ามเนื้อขาและกล้ามเนื้อเอ็กแมดเล็กรอบข้อเท้า ปัญหาการเสื่อมนี้ส่งผลสำคัญในเรื่องของความสามารถในการทรงตัว อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุจากการหกล้ม (Kay, 2010)

มีรายงานว่า หญิงที่อยู่ระหว่างการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่วัยหมดประจำเดือน อายุ 40-60 ปี มีกิจกรรมทางกายได้ระดับที่ต่ำ (Nitz et al., 2007) เนื่องจากการทรงตัวที่ลดลงสัมพันธ์กับความแข็งแรงของส่วนล่าง (Lower limb) ในกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps) กล้ามเนื้อต้นขาด้านนอก (Hip abductor) หน้าที่ของการรับรู้ความรู้สึก (Somatosensory function) (Low Choy et al., 2007) และความยืดหยุ่นของร่างกาย (Flexibility) ที่ลดลง (Nitz et al., 2004)

1.2 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัว

เมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นร่างกายจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทางเสื่อมลง การเปลี่ยนแปลงของอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกายแต่ละคนจะเกิดขึ้นไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น กรรมพันธุ์ สิ่งแวดล้อม ความเครียด การออกกำลังกาย เป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงในระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวและการทรงตัว ดังนี้

ระบบโครงร่างกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal system)

1. กระดูก มีการลดลงของฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen) จึงไปกระตุ้น ให้ฮอร์โมนจากต่อมพาราไทรอยด์ (Parathyroid gland) เพิ่มสูงขึ้น จึงเกิดการสลายของแคลเซียมจากกระดูกมากขึ้น เกิดปัญหาภาวะกระดูกพรุนตามมา (ปนัดดา หัตถโชติ และบพิตร กลางกัลยา, 2549)

2. กล้ามเนื้อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและมวลกล้ามเนื้อเริ่มลดลง เมื่อทำการเปรียบเทียบการลดลงของมวลกล้ามเนื้อระหว่างรยางค์ส่วนบนกับรยางค์ส่วนล่างพบว่า รยางค์ส่วนล่างมีมวลกล้ามเนื้อลดลงมากกว่ารยางค์ส่วนบนเกิดจากเมื่อเซลล์กล้ามเนื้อตายไป จะมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue) และไขมัน (Fat) สร้างขึ้นมาแทนที่ และเมื่อเปรียบเทียบการลดลงของเส้นใยกล้ามเนื้อระหว่างเส้นใยชนิดที่ 1 (Slow-oxidative twitch) ซึ่งเป็นเส้นใยที่หดตัวในการทำกิจกรรมระยะเวลานาน หรือใช้เกี่ยวข้องกับการทรงตัวของร่างกายและเส้นใยชนิดที่ 2 (Fast twitch) เป็นเส้นใยที่หดตัวในกิจกรรมที่มีการทำงานอย่างรวดเร็ว พบว่า เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 2 มีอัตราการลดลงเร็วกว่าชนิดที่ 1

3. องศาการเคลื่อนไหว มุมองศาเคลื่อนไหวของข้อต่อเริ่มลดลง สูญเสียความยืดหยุ่นของร่างกาย (Flexibility) จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายเริ่มเลื่อนมาด้านหน้า

ระบบประสาท (Nervous system)

การทำงานของระบบประสาทเริ่มลดลงความเร็วของการนำกระแสประสาทลดลง เวลาสำหรับใช้ในการตอบสนอง (Reaction time) เพิ่มขึ้น การประมวลผลจากระบบประสาทส่วนกลางไปยังกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น (Shumway-Cook et al., 2012)

1. ระบบรีเฟล็กซ์

การทำงานของรีเฟล็กซ์ยืด (Stretch reflex) จะเป็นตัวกำหนดระดับการยืดของกล้ามเนื้อ และจะป้องกันไม่ให้เส้นใยกล้ามเนื้อยืดยาวออกมาเกิน โดยอาศัยกลไกการทำงานของตัวรับความรู้สึกของกล้ามเนื้อ ตัวรับความรู้สึกภายในกล้ามเนื้อ จะรับรู้ถึงอัตราและขนาดการยืดยาวออก และประสาทรับความรู้สึกของตัวรับความรู้สึกภายในกล้ามเนื้อ จะส่งสัญญาณประสาทไปยังประสาทสั่งการในไขกระดูกสันหลัง และประสาทสั่งการนี้จะเป็นตัวส่งสัญญาณประสาทที่มายังกล้ามเนื้อที่ยืดยาวออกอีกครั้ง การหดกลับเพื่อป้องกันการยืดยาวออกที่มากเกินไปและบาดเจ็บ

ภายในกล้ามเนื้อจะประกอบด้วยองค์ประกอบที่ทำหน้าที่หดตัวซึ่งจะเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อ และส่วนที่ไม่ได้ทำหน้าที่ในการหดตัว แต่จะเป็นองค์ประกอบที่ทำหน้าที่ยืดหยุ่น เมื่อมีการยืดออกขององค์ประกอบที่ทำหน้าที่ยืดหยุ่น ขณะที่กล้ามเนื้อมีความยืดยาวออก จะก่อให้เกิดพลังงานศักย์ เหมือนกับการทำงานของสปริง เมื่อพลังงานศักย์มีการปลดปล่อยจะทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของพลังงานในการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ การทำงานลักษณะดังกล่าว จะพบได้ในการเคลื่อนไหวในการกระโดด เมื่อกล้ามเนื้อมีการยืดยาวออกอย่างรวดเร็วขององค์ประกอบที่ทำหน้าที่ยืดหยุ่นจะมีการยืดยาวออก ดังนั้นจะมีการสะสมปริมาณของแรงในรูปแบบพลังงานศักย์และการปลดปล่อยพลังงานศักย์ที่สะสมไว้ จะเกิดขึ้นขณะที่กล้ามเนื้อมีการหดตัวสั้นเข้ามา โดยจะปล่อยออกมาในรูปแบบของรีเฟล็กซ์ยืด (สนธยา สีละมุด, 2547)

2. ระบบการมองเห็นเริ่มแย่งลง เกิดความเสื่อมของโครงสร้างตา แสงเข้าสู่เรตินาน้อยลง ส่งผลให้ลานการมองเห็นลดลง (Visual field) ความถูกต้อง ความคมชัดของภาพลดลงรายละเอียดของภาพลดลง ส่งผลต่อการเคลื่อนไหวหรือทำกิจวัตรประจำวัน

3. ระบบการรับรู้และการทรงตัวของหูชั้นในเริ่มลดลง การทำงานของเซลล์ขนรับความรู้สึกในหูชั้นใน (Vestibular hair) และเซลล์ประสาท (Nerve cell) ลดลง

4. ระบบประสาทรับความรู้สึกทั่วร่างกาย การทำงานของระบบประสาทรับความรู้สึกทั่วร่างกายเริ่มลดลง การรับความรู้สึกสัมผัส (Tactile) การรับรู้แรงกด (Pressure) การรับรู้การสั่น (Vibration) การรับรู้ในข้อต่อ (Proprioception) เนื่องจากเซลล์ตัวรับ (Receptors) เริ่มลดลง เส้นใยประสาทที่ส่งสัญญาณประสาท (Sensory fibers) มีจำนวนลดลง

2. การทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพของหัวใจและปอด

2.1 ความหมายและความสำคัญของการทรงตัว

การทรงตัว หมายถึง ความสามารถทำให้จุดศูนย์กลางถ่วงของร่างกาย (Center of mass หรือ Center of gravity) อยู่ภายใต้ฐานรองรับน้ำหนัก (Base of support) โดยมีการใช้ระบบรับความรู้สึก ระบบสั่งการ ในการทำให้ทรงตัวอยู่ได้ในท่าตรง (Upright หรือ Postural control) หรือสามารถทรงตัวได้ระหว่างทำกิจกรรมต่าง ๆ

การควบคุมการทรงตัว (Postural control) หมายถึง การควบคุมและรักษาจุดศูนย์กลางถ่วงของร่างกาย (Center of mass) ให้อยู่บริเวณฐานรับน้ำหนักร่างกาย (Base of support) ในขณะนั่ง ยืน หรือในขณะเคลื่อนไหว รวมไปถึงตอบสนองต่อแรงกระทำภายนอกที่เข้ามากระทำต่อร่างกาย เช่น

แรงชน แรงผลักร ทั้งนี้มีปัจจัยที่กระทบต่อระบบการควบคุมสมดุลของร่างกายไม่ว่าจะเป็นความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ การมองเห็น การรู้สึกสัมผัส การรับรู้การเคลื่อนไหวของข้อต่อ ความไวในการตอบสนองของระบบเวสติบูลาร์ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในผู้สูงอายุมากขึ้น จะพบว่าปัจจัยเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงไป จึงส่งผลให้ความสามารถในการรักษาสมดุลและการทรงตัวลดลง

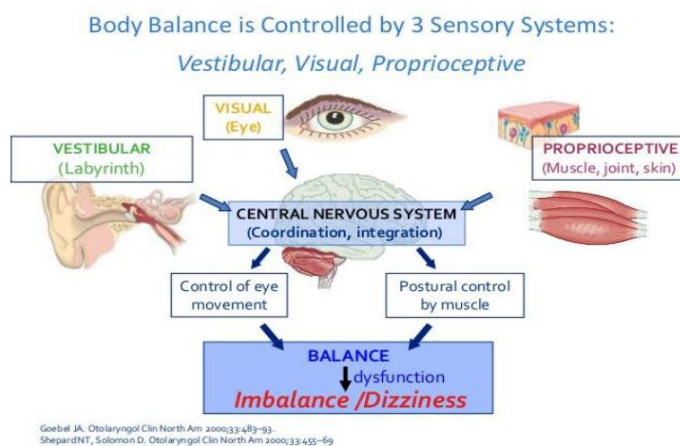
ฐานรับน้ำหนักร่างกาย (Base of support) หมายถึง พื้นที่ภายในเส้นขอบระหว่างร่างกายกับพื้นสัมผัส เช่น เมื่ออยู่ในท่ายืน ฐานรับน้ำหนักร่างกาย คือ เส้นขอบระหว่างเท้าทั้งสองข้างกับพื้น ถ้าหากยืนบนพื้นเรียบ ฐานรับน้ำหนักร่างกายนี้จะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม แต่เมื่อก้าวขาข้างหนึ่งไปข้างหน้า เช่น ในขณะที่ก้าวเดิน ฐานรับน้ำหนักจะมีความกว้างลดลง แต่จะมีลักษณะยาวมากขึ้น ซึ่งการที่ฐานรับน้ำหนักมีความกว้างน้อยลงร่างกายก็จะมีควมมั่นคง (Stability) น้อยลงไปด้วย

จุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย (Center of gravity) หมายถึง จุดสมดุลระหว่างขนาดของร่างกายส่วนบน (ระยะตั้งแต่ศีรษะถึงกลางตัวลำตัว) และขนาดของร่างกายส่วนล่าง (ระยะตั้งแต่กลางลำตัวถึงปลายเท้า) ซึ่งในผู้ที่มีขนาดร่างกายปกติตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงร่างกายจะอยู่ที่ระดับสะดือ

กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องในการควบคุมจุดศูนย์ถ่วงร่างกาย การที่ร่างกายสามารถอยู่นิ่งหรือเอื้อมหยิบสิ่งของได้โดยไม่ล้ม เนื่องมาจากการทำงานอย่างประสานสัมพันธ์กันระหว่างกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับ การรักษาท่าทาง (Postural muscle) ทั้งด้านหน้า และด้านหลังของร่างกายซึ่งในขณะที่ร่างกายมีการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อหลักเหล่านี้จะทำหน้าที่รักษา และควบคุมจุดศูนย์ถ่วงร่างกาย โดยอยู่ภายในฐานรับน้ำหนักร่างกาย แต่เมื่อมีอายุมากขึ้นกล้ามเนื้อเหล่านี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลง บางมัดมีแนวโน้มที่จะตึงตัว (Tightness) และบางมัดมีแนวโน้มที่จะอ่อนแรง (Weakness) ซึ่งสามารถแก้ไขและป้องกันได้โดยการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อรวมถึงการรักษาท่าทางในการทำงานให้อยู่ในท่าทางที่ดีและถูกต้อง

กลไกควบคุมการทรงตัวเป็นการทำงานร่วมกันของ 3 ระบบ คือ ระบบรับรู้ความรู้สึก (Sensory system) ระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system) ระบบควบคุมการเคลื่อนไหว (Motor control) โดยระบบรับรู้ความรู้สึกประกอบด้วย 3 ระบบย่อย ได้แก่ ระบบการมองเห็น (Visual system) ระบบของหูชั้นใน (Vestibular system) และระบบประสาทรับความรู้สึกทั่วร่างกาย (Somatosensory) ที่มีระบบรับรู้กล้ามเนื้อ เอ็นและข้อต่อ (Proprioceptive system) เมื่อร่างกายมี

การเปลี่ยนแปลงสมดุล ระบบรับรู้สีกจะส่งสัญญาณไปสู่ระบบประสาทส่วนกลางเพื่อประมวลผล เลือกรการเคลื่อนไหว เพื่อรักษาสมดุลโดยสั่งการมายังระบบควบคุมการเคลื่อนไหวให้กล้ามเนื้อทำงาน



รูปที่ 1 กลไกควบคุมการทรงตัวเป็นการทำงานร่วมกันของ 3 ระบบ

ที่มา: Goebel JA, 2000

2.2 สมดุลของการทรงตัว

ความสมดุลของการทรงตัว เป็นกระบวนการของร่างกายในการควบคุมแนวจุดศูนย์กลางร่างกายให้อยู่ภายในบริเวณเขตจำกัดฐานรับน้ำหนักร่างกายทั้งขณะที่ร่างกายมีขณะอยู่นิ่งและมีการเคลื่อนไหว ความสมดุลของการทรงตัวจึงสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ความสมดุลขณะอยู่กับที่ (Static balance) ซึ่งหมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลในการรักษา และควบคุมร่างกายให้อยู่ในท่าที่ต้านต่อแรงดึงดูดโลกภายในฐานรับน้ำหนักร่างกาย และสมดุลขณะเคลื่อนไหว (Dynamic balance) ซึ่งหมายถึง ความสามารถของปฏิกิริยาตอบสนองอัตโนมัติของร่างกายในการควบคุมจุดศูนย์กลางร่างกายให้อยู่ในฐานรับน้ำหนักร่างกาย อิทธิพลของปัจจัยด้านอายุคือ เมื่ออายุมากขึ้นความสมดุลในขณะที่จะลดลง และสมดุลขณะเคลื่อนไหวก็มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน

ปฏิกิริยาการควบคุมการทรงตัวอัตโนมัติ (Automatic postural reaction) ตามปกติแล้วร่างกายจะมีการปรับตัว เพื่อการควบคุมสมดุลของร่างกายโดยให้มีการทำงานของกล้ามเนื้อ และใช้พลังงานของร่างกายน้อยที่สุดแต่เมื่อเกิดการรบกวนจนทำให้แนวจุดศูนย์กลางร่างกายออกนอกเขตจำกัดฐานรับน้ำหนักร่างกายจะมีการกระตุ้นให้ร่างกายเกิดกระบวนการปรับสมดุล โดยการดึงให้จุดศูนย์กลางร่างกาย กลับเข้าสู่ฐานรับน้ำหนักร่างกายใหม่อย่างรวดเร็ว เพื่อไม่ให้เกิดการหกล้มขึ้น เรียกกระบวนการนี้ว่า การตอบสนองของปฏิกิริยา การควบคุมการทรงตัวอัตโนมัติ โดยลักษณะ

การตอบสนองของปฏิกิริยานี้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของการเปลี่ยนจุดศูนย์ถ่วงร่างกาย ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงปฏิกิริยาการควบคุมการทรงตัว อัตโนมัตินขณะยืน ซึ่งสามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 วิธีการ

1. การควบคุมบริเวณข้อเท้า (Ankle strategy)

ในกรณีที่ได้รับการรบกวนให้แนวจุดศูนย์ถ่วงร่างกายออกนอกเขตจำกัดฐานรับน้ำหนักร่างกายเพียงเล็กน้อย การตอบสนองของปฏิกิริยาการควบคุมท่าทางอัตโนมัติจะเกิดขึ้นบริเวณที่ข้อเท้าจะตอบสนอง โดยการเคลื่อนไหวข้อเท้าในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเปลี่ยนของแนวจุดศูนย์ถ่วงร่างกาย เพื่อดึงให้ร่างกายกลับสู่ตำแหน่งปกติจะเห็นได้จากกรณีที่มีการโน้มตัวไปทางด้านหน้าจนเลยเขตจำกัดของฐานการรับน้ำหนักปลายเท้าจะจิกพื้นไว้เพื่อช่วยในการทรงตัว ซึ่งเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อที่อยู่ทางด้านหลังข้อเท้า ในทำนองเดียวกันนี้กรณีที่มีการเอนตัวไปทางด้านหลังมากจนเกินเขตจำกัดฐานรับน้ำหนักร่างกายจะมีการกระดกข้อเท้าขึ้นเพื่อช่วยในการทรงตัวซึ่งเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าแข้งที่อยู่ด้านหน้าข้อเท้า

2. การควบคุมบริเวณข้อสะโพก (Hip strategy)

การตอบสนองของปฏิกิริยาการควบคุมการทรงตัวอัตโนมัติโดยการเคลื่อนไหวข้อสะโพกจะเกิดขึ้นเมื่อแนวจุดศูนย์ถ่วงร่างกายถูกรบกวนด้วยแรงภายนอกขนาดปานกลางถึงมาก ทำให้การเคลื่อนไหวที่ข้อเท้าไม่สามารถรักษาสสมดุลของร่างกายไว้ได้ ร่างกายจะปรับใช้การเคลื่อนไหวของข้อสะโพกมาช่วยดึงให้แนวจุดศูนย์ถ่วงร่างกายอยู่ในตำแหน่งสมดุลใหม่อีกครั้ง ในกรณีจะเกิดขึ้นขณะที่ยืนอยู่บนพื้นแคบ หรือมีการเคลื่อนไหว เช่น การยืนบนรถโดยสาร หรือถูกผลัก ถูกชนโดยไม่รู้ตัว ร่างกายจะเกิดการตอบสนองโดยการงอ หรือการเหยียดสะโพกอย่างรวดเร็ว เพื่อรักษาให้จุดศูนย์ถ่วงอยู่ภายในฐานรับน้ำหนัก การตอบสนองนั้นมีการเคลื่อนไหวข้อสะโพกไปในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเปลี่ยนแปลงของแนวจุดศูนย์ถ่วงร่างกายเช่นเดียวกับที่เกิดขึ้นในการควบคุมบริเวณข้อเท้า

	Ankle strategy	Hip strategy
Forward sway		
Backward sway		

รูปที่ 2 การควบคุมบริเวณข้อสะโพกและข้อเท้า

ที่มา: LessonBuilder S, 2019

3. การควบคุมโดยการก้าวเท้าไปข้างหน้า (Stepping strategy)

การตอบสนองของปฏิกิริยาการควบคุมการทรงตัวอัตโนมัติ เพื่อการทรงตัวโดยการก้าวไปข้างหน้า เป็นการปรับสมดุลร่างกายโดยการเปลี่ยนเขตจำกัดฐานรับน้ำหนักใหม่ ในกรณีนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีการรบกวนต่อแนวจุดศูนย์ถ่วงร่างกายด้วยแรงภายนอกอย่างมากจนจุดศูนย์ถ่วงร่างกายออกนอกเขตจำกัดฐานรับน้ำหนักร่างกาย และไม่สามารถชดเชยได้โดยการเคลื่อนไหวบริเวณสะโพก เช่น ขณะที่ยืนอยู่บนรถโดยสารที่วิ่งด้วยความเร็วสูงแล้วรถหยุดกะทันหัน เป็นต้น (สมนึก กุลสถิตพร, 2549)

2.3 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) หมายถึง ความสามารถในการออกแรง ยก ดัน ดึง หรือบีบวัตถุที่มีแรงต้านให้วัตถุนั้นสามารถเคลื่อนที่ไปได้สูงสุดเพียงครั้งเดียว มีอยู่ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ความแข็งแรงอยู่กับที่ (Isometric or Static strength) หมายถึง ลักษณะของการใช้แรง จำนวนสูงสุดในครั้งเดียวที่บุคคลสามารถกระทำต่อแรงต้านชนิดอยู่กับที่ในขณะที่กล้ามเนื้อมีการหดเกร็ง โดยไม่มีการเคลื่อนไหวร่างกาย

2. ความแข็งแรงแบบไม่อยู่กับที่ (Isotonic or Dynamic strength) หมายถึง จำนวนความต้านทานที่บุคคลสามารถกระทำให้ผ่านพ้นไปได้ระหว่างการใช้แรงในขณะที่เคลื่อนที่อย่างเต็มแรงข้อต่อเฉพาะแห่งหรือข้อต่อหลาย ๆ แห่งของร่างกายรวมอยู่ด้วย

2.4 สมรรถภาพของหัวใจและปอด

สมรรถภาพของหัวใจและปอด หมายถึง ความสามารถของระบบไหลเวียนโลหิต และระบบทางเดินหายใจที่จะส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อในระหว่างการออกกำลังกายได้อย่างต่อเนื่อง การวัดหลัก ๆ ของสมรรถภาพของหัวใจและปอด คือ อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen consumption) หรือ $VO_2\max$ การออกกำลังกายเป็นประจำทำให้สมรรถภาพของหัวใจและปอดมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการขยายของกล้ามเนื้อหัวใจ ทำให้สูบฉีดเลือดได้ปริมาณมากขึ้นในแต่ละจังหวะ และเพิ่มจำนวนหลอดเลือดแดงเล็กในกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกฝนซึ่งส่งเลือดไปยังกล้ามเนื้อที่ใช้งานได้มากขึ้น การออกกำลังกายยังช่วยกระตุ้นการเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่หายใจเข้าไป และกระจายไปยังเนื้อเยื่อของร่างกาย

3. การออกกำลังกาย

3.1 การออกกำลังกายเพื่อพัฒนาความสามารถในการทรงตัว

ในการทำกิจวัตรประจำวันต่าง ๆ ไม่ว่าจะอยู่ในท่านั่ง นอน ยืน หรือเดิน จำเป็นต้องอาศัยการทรงตัว เพื่อไม่ให้ตัวเราเสียหลักหรือล้มลง การที่คนเราสามารถทรงตัวอยู่ได้ เนื่องจากมีการประสานงาน ระหว่างสมอง อวัยวะทรงตัวในหู การมองเห็น และการตอบสนองแบบเฉียบพลันของข้อต่อและกล้ามเนื้อ เมื่ออายุมากขึ้น เกิดความอ่อนแรง ความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อลดลง (Fukuchi et al., 2014) มีการลดลงของทักษะการเคลื่อนไหว (Motor skill) (Granacher, 2013) มีการเปลี่ยนแปลงของการควบคุมท่าทาง จึงมีผลให้การทรงตัวเสียไปด้วย แต่ทั้งนี้สามารถกระตุ้นหรือฝึกให้โครงสร้างของร่างกายที่สูญเสียหน้าที่ไปนั้น เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้นได้ด้วยการออกกำลังกายหลักการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความสามารถในการทรงตัว

โปรแกรมการฝึกการทรงตัว ควรมีความถี่เริ่มตั้งแต่ 2 วันต่อสัปดาห์ขึ้นไป และใช้ระยะเวลา 4 – 12 สัปดาห์ ระยะเวลาในการฝึกอย่างน้อย 10 นาทีต่อวัน และความถี่ 3 วันต่อสัปดาห์ โดยฝึกต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ขึ้นไป สามารถทำให้การทรงตัวในผู้สูงอายุเปลี่ยนแปลง (Granacher et al., 2011)

โปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความสามารถในการทรงตัวนั้นต้องประกอบไปด้วยท่าออกกำลังกายที่רבกวนสมดุลหรือท้าทายความสามารถในการรักษาสมดุลของร่างกาย ดังนั้นจะต้องใส่ใจเรื่องความปลอดภัยให้มาก เนื่องจากผู้ที่ถูกฝึกอาจเสียการทรงตัวได้ในขณะฝึก ควรประเมินความสามารถในการทรงตัวของแต่ละบุคคลก่อนการฝึกและออกแบบท่าออกกำลังกาย

ให้เหมาะสม ไม่ควรเพิ่มระดับความยากหากบุคคลนั้นยังไม่สามารถทำได้ในระดับที่ง่ายกว่าได้อย่างปลอดภัย

วิธีปรับระดับความยากเพื่อเพิ่มความสามารถในการทรงตัว มีดังนี้

1. ปรับกิจกรรมที่ทำ (Task demands) เช่น

- 1.1 เปลี่ยนพื้นผิว support surface เช่น จากเก้าอี้เป็นลูกบอล
- 1.2 ปรับขนาด base of support เช่น จากยืนเท้าห่างเป็นเท้าชิด
- 1.3 เปลี่ยนตำแหน่งของจุดศูนย์รวมมวล เช่น เพิ่มการเคลื่อนไหวของส่วนอื่นของร่างกาย

ร่วมด้วย หรือมีการพลิก ดึง

- 1.4 ปรับปริมาณหรือรอบวนระบบประสาทรับความรู้สึก เช่น หลับตา ยืนบนพื้นนุ่ม
- 1.5 ลดการเกาะ พุง เช่น จากมือจับเก้าอี้เป็นมือทอดก
- 1.6 เพิ่มงานที่สอง หรือให้ทำหลายอย่างขณะทรงตัว
- 1.7 ให้ทรงตัวพร้อมกับออกกำลังกายแบบ resistance exercise
- 1.8 เพิ่มจำนวนครั้งของการออกกำลังกาย
- 1.9 ปรับความเร็วในการออกกำลังกาย

2. ปรับสิ่งแวดล้อม (Environment constraints)

- 2.1 ปรับปริมาณหรือรอบวนระบบประสาทรับความรู้สึก เช่น ทริไฟในห้อง
- 2.2 เปลี่ยนสถานที่ในการฝึก เช่น จากในห้อง (Indoor) เป็นนอกห้อง (Outdoor) จากห้องเงียบเป็นห้องที่มี ผู้คนผ่านไปมาหรือมีสิ่งเบี่ยงเบนความสนใจ

เทคนิคการฝึกทรงตัวจากคำแนะนำของสถาบันเวชศาสตร์การกีฬาประเทศสหรัฐอเมริกา (ACSM, 2010) มีดังนี้

1. ปรับลดฐานรองรับน้ำหนัก (Base of support)
2. การปรับเปลี่ยนพื้นผิว (Ground support)
3. การเปลี่ยนแปลงจุดศูนย์กลางมวลร่างกาย (Center of mass)
4. การฝึกระบบการทรงตัวของหูชั้นใน (Vestibular system)
5. การฝึกระบบรับรู้ของข้อต่อ (Proprioceptive system)

การออกกำลังกายทำให้ระบบต่าง ๆ ภายในร่างกายเกิดความสมดุลสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถควบคุมการทรงตัวในขณะอยู่กับที่และเคลื่อนที่หรืออยู่ในอิริยาบถต่าง ๆ

ส่งผลให้มีสมรรถภาพทางกายที่ดีการประกอบกิจกรรมทำให้ระบบต่าง ๆ ภายในร่างกาย สามารถทำงานประสานกัน ระหว่างระบบประสาทกับกล้ามเนื้อในขณะที่ร่างกายปฏิบัติงาน ระบบกล้ามเนื้อที่แข็งแรงจะสามารถทรงตัวในท่าต่าง ๆ ได้ ด้วยมือหรือเท้าการรักษาสมดุลของร่างกายต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การออกกำลังกายเป็นกิจกรรมที่ช่วยในการรักษาสมดุลในร่างกายให้ดีขึ้น ออกกำลังกายเป็นประจำสม่ำเสมอ วันละไม่ต่ำกว่า 45 นาที มีผลทำให้การทรงตัวและรักษาสมดุลของร่างกายมีสมรรถภาพทางกายที่ดี

3.2 การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strength training) คือ ชนิดของการออกกำลังกายที่มุ่งเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ และเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มต่าง ๆ ของร่างกาย โดยให้กล้ามเนื้อได้ออกแรงไปที่ละกลุ่มมัด ด้วยท่าออกกำลังกายแบบต่าง ๆ ซึ่งแต่ละท่าใช้ฝึกกล้ามเนื้อแต่ละกลุ่ม แต่ละท่าจะใช้วิธีทำซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้ง โดยอาจมีหรือไม่มีอุปกรณ์ช่วยต่าง ๆ เช่น ยางยืด ดัมเบล หรือการใช้น้ำหนักตัวเองเป็นแรงต้าน (Bodyweight exercises) เป็นต้น

หลักพื้นฐานของการฝึกกล้ามเนื้อ

1. หลักหน่วยนับพื้นฐาน (Basic index) โดยผู้ที่ฝึกกล้ามเนื้อ ควรทำความเข้าใจหน่วยนับพื้นฐานในการออกกำลังกายชนิดนี้ คือ

ท่า (Sets) หมายถึงแบบหรือวิธีออกกำลังกายที่มุ่งเจาะจงให้มีการใช้งานกล้ามเนื้อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเป็นการเฉพาะ แต่ละท่าอาจจะใช้มือเปล่า ใช้น้ำหนักตัว หรือใช้อุปกรณ์เช่นดัมเบลหรือสปริงยืด ก็ได้ ในการฝึกกล้ามเนื้อแต่ละครั้ง ควรหมุนเวียนเปลี่ยนท่าให้ทำให้ได้ประมาณ 8-15 ท่า

การทำซ้ำในแต่ละท่า (Reps) เนื่องจากการฝึกกล้ามเนื้อมุ่งให้กล้ามเนื้อได้ทำงานมากกว่าที่เคยทำมาก่อน ในแต่ละท่าจึงมีการทำซ้ำหลายครั้ง จำนวนครั้งที่ทำซ้ำในหนึ่งท่าเรียกว่า reps ส่วนใหญ่แต่ละท่าจะออกแบบให้ทำซ้ำ 8-15 ครั้ง เมื่อทำครบแล้วกล้ามเนื้อกลุ่มนั้นก็หมดแรงพอดี หากทำถึง 8-15 reps แล้วยังไม่ล้าหรือยังไม่หมดแรง แสดงว่าท่าที่ออกแบบไว้นั้นอาจจะเบาเกินไปสำหรับการฝึกกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตาม ธรรมชาติของท่าออกกำลังกายบางท่าไม่สามารถเพิ่มน้ำหนักต้านได้ เช่นการรำกระบองเพื่อออกกำลังกายกล้ามเนื้อหลัง การเพิ่มจำนวน reps จึงเป็นทางเดียวที่จะเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ในกรณีเช่นนี้ท่าเดียวอาจจะต้องทำซ้ำถึง 100 ครั้ง เป็นต้น

2. หลักเตรียมความพร้อม (Warm up) การให้กล้ามเนื้อออกแรงมาก ๆ ทันทีทันใด อาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะมีอาการบาดเจ็บ หรือปวดคงอยู่นานหลายสัปดาห์หรือ

อาจเป็นเดือน บางครั้งอาจเป็นเหตุให้ต้องเลิกออกกำลังกายในทำนองนั้นไปเลย ก่อนฝึกกล้ามเนื้อจึงต้องเตรียมความพร้อมโดยการอุ่นเครื่อง (Warm up) เช่นออกกำลังกายแบบเคลื่อนไหวเบา ๆ ก่อน แล้วจึงยืดกล้ามเนื้อไปที่ละกลุ่ม เพื่อให้เวลากล้ามเนื้อปรับตัวและป้องกันการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ

3. หลักรีดกล้ามเนื้อ (Overload) การจะสร้างมวลกล้ามเนื้อให้มากกว่าเดิม ต้องให้กล้ามเนื้อฝืนออกแรงมากกว่าที่กล้ามเนื้อเคยออกอยู่เดิม ต้องให้ได้ออกแรงหนักที่สุดเท่าที่จะทำได้ ดังนั้นจึงต้องใส่แรงต้านให้กล้ามเนื้อหมดแรงพอดีเมื่อทำซ้ำได้สัก 8-15 ครั้ง

4. หลักทำเพิ่มขึ้น (Progression) โดยธรรมชาติของกล้ามเนื้อหากต้องออกแรงประมาณเท่าเดิม (Plateaus) ซ้ำ ๆ กล้ามเนื้อจะปรับตัว (Adaptation) โดยไม่ต้องเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ การจะบังคับให้มีการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อจึงต้องเพิ่มแรงต้านขึ้นไปทุกสัปดาห์ หรือทุกเดือน โดยวิธีเช่นเพิ่มน้ำหนักที่ยก เพิ่มสปริงที่ดึง เพิ่มจำนวนท่า หรือเพิ่มจำนวนการทำซ้ำในแต่ละท่า เป็นต้น

5. หลักพักและฟื้น (Rest and recovery) คือ เมื่อออกกำลังกายกลุ่มกล้ามเนื้อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งจนล้าและหมดแรงแล้ว ต้องเว้นให้กลุ่มกล้ามเนื้อนั้นได้พักไปอย่างน้อยหนึ่งวัน เพื่อให้เวลากล้ามเนื้อได้ซ่อมแซม เติบโต และปรับเปลี่ยนตัวเอง ดังนั้นในการออกกำลังกายทุกวัน จะต้องวางแผนเน้นหนักกลุ่มกล้ามเนื้อไม่เหมือนกัน เช่น เน้นกล้ามเนื้อท่อนบนของร่างกายในวันคู่ สลับกับกล้ามเนื้อท่อนล่างของร่างกายในวันคี่ เป็นต้น

6. หลักไม่พึ่งแรงเหวี่ยง (No momentum effect) กล่าวคือในการออกกำลังกายที่อาศัยแรงต้าน เช่นน้ำหนักที่ยก สปริงที่ดึง หากเราจับตัวก่อนแรงต้าน เช่นลูกตุ้มเหล็กหรือสปริงยืด ให้เคลื่อนไหวเร็ว ๆ โดยธรรมชาติจะมีแรงมาผลักดันให้การเคลื่อนไหวนั้นดำเนินต่อไปในทิศทางเดิม แรงนี้เรียกว่าโมเมนตัม เช่น หากเราดึงสปริงอย่างรวดเร็วในทันทีทันใด เราจะใช้แรงกล้ามเนื้อน้อยกว่าการค่อย ๆ ดึงสปริงออกอย่างช้า ๆ เนื่องจากการออกแรงดึงอย่างรวดเร็ว เกิดแรงโมเมนตัมมาช่วย การฝึกกล้ามเนื้อที่ดี ต้องไม่พึ่งพาแรงโมเมนตัมให้ทำงานแทนกล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถทำได้โดยการเคลื่อนไหวให้ช้า ๆ ทั้งขาขึ้น ขาลง ทั้งในขณะยืดกล้ามเนื้อ และหดตัว

ข้อเสียของการเคลื่อนไหวเร็วจนเกิดโมเมนตัมอีกประการหนึ่งคือหากเคลื่อนไหวเร็ว ณ จุดปลายสุดของการเคลื่อนไหวเราจะต้องออกแรงฉุดเพื่อหยุดการเคลื่อนไหว เพราะมีแรงเฉื่อยที่จะพาน้ำหนัก หรือสปริงนั้นเคลื่อนไหวต่อไป การออกแรงฉุดนี้บางครั้งเป็นเหตุให้กล้ามเนื้อบาดเจ็บได้

7. หลักไม่กลั้นหายใจ (Breathing) การที่ตั้งใจออกแรงหนัก ๆ มักจะพลอกกลั้นหายใจ หรือพลอแบ่ง การทำเช่นนั้นก็มีข้อเสีย คือทำให้กล้ามเนื้อต้องทำงานในบรรยากาศที่ไม่มีออกซิเจน ทำให้มี

กรดคั่งในกล้ามเนื้อ เป็นเหตุให้ปวดเมื่อย นอกจากนั้นการเบ่งยังทำให้เกิดความเครียดขึ้นกับระบบร่างกาย เช่น ทำให้ความดันเลือดขึ้นสูง เป็นต้น การฝึกกล้ามเนื้อที่ดีต้องค่อย ๆ ทำซ้ำ ๆ ประกอบกับการหายใจเข้าออกเป็นจังหวะให้เข้ากับท่าที่ทำ ในการทำซ้ำแต่ละครั้ง (Reps) ควรมีการหายใจเข้าออกหนึ่งรอบ โดยเจาะจงเลือกหายใจออกในจังหวะที่ต้องออกแรงมาก เช่น ท่ายกดัมเบลขึ้นลงให้หายใจออกขณะยกขึ้น หายใจเข้าขณะลดดัมเบลลง เป็นต้น

8. หลักรเคลื่อนไหวให้สุดพิสัย (Range of motion) กล้ามเนื้อแต่ละกลุ่มมีหน้าที่ก่อให้เกิดการเคลื่อนไหวอวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่ง เมื่อเราเจาะจงทำท่าออกกำลังกายกล้ามเนื้อกลุ่มใด ควรให้กล้ามเนื้อกลุ่มนั้นได้ออกกำลังกาย จนอวัยวะที่เกี่ยวข้องได้เคลื่อนไหวไปจนสุดพิสัยของการเคลื่อนไหวตามธรรมชาติของมัน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อความยืดหยุ่นและการทรงตัวของร่างกายอย่างเต็มที่ และเป็นการป้องกันโรคบางชนิดที่เกิดจากการจำกัดพิสัยการเคลื่อนไหว เช่น โรคข้อไหล่ติด เป็นต้น

9. หลักร่าง (Posture) ปัญหาที่เกิดจากการใช้ชีวิตประจำวันของคนเราในปัจจุบันนี้ มีสองประการคือ (1) มักใช้ท่าร่างที่มีแนวโน้มจะงอตัวลงและหลังโก่ง ซึ่งนำไปสู่ภาวะกระดูกสันหลังหัก (Compression fracture) และหลังค่อมในวัยชรา ไม่มีโอกาสที่กล้ามเนื้อหน้าท้องได้ออกกำลังกาย ทำให้กล้ามเนื้อหน้าท้องหย่อน ในการออกกำลังกายเพื่อฝึกกล้ามเนื้อ จะต้องใส่ใจกับท่าร่างขณะออกกำลังกายเพื่อแก้ข้อเสียสองประการนี้เสมอ กล่าวคือต้องรักษาท่าร่างที่ลำตัว (Body) ได้ยืดตรงขึ้นเสมอ ต้องเกร็งหน้าท้องไว้ตลอดเวลา ทั้งในจังหวะหายใจเข้าและหายใจออกต้องเกร็งหน้าท้องตลอด ไม่มีพองสลับบุบ เพื่อให้กล้ามเนื้อหน้าท้องได้ร่วมออกกำลังกายในทุก ๆ ท่า ต้องยืนแบบกางขาออกจากกันเล็กน้อยและย่อเข่าชนิดหนึ่งเสมอในทุกท่า เพื่อให้กล้ามเนื้อหน้าขา (Quadriceps) หลังขา (Hamstring) และน่อง (Gastrocnemius) ได้ร่วมออกแรงตลอดเวลา

เนื่องจากท่าร่างมีความสำคัญมากในการฝึกกล้ามเนื้อ จึงควรฝึกกล้ามเนื้อในสถานที่ที่มีกระจกเงาไว้ตรวจสอบท่าร่างของตัวเองอยู่เสมอ

10. หลักรฝึกให้ครบกลุ่มกล้ามเนื้อ (Specificity) เนื่องจากกล้ามเนื้อหลักของร่างกาย ที่ควรฝึกควรฝึกให้ได้ทุกกลุ่ม เพียงแต่ว่าบางครั้งอาจจะเน้นบางกลุ่มเป็นพิเศษ ท่าออกกำลังกายที่ดีมักออกแบบให้กล้ามเนื้อได้ออกกำลังกายพร้อมกันหลาย ๆ กลุ่มในท่าเดียว (สันต์ ใจยอดศิลป์, 2555)

การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมี 2 แบบ ดังนี้

1. การฝึกแบบอยู่กับที่ หมายถึง การฝึกกล้ามเนื้อโดยให้กล้ามเนื้อหดตัวอยู่กับที่ โดยข้อต่อไม่มีการเคลื่อนไหว หรือเป็นการกด ดึง ดันกำแพงอยู่กับที่ เช่น เอามือสองข้างดันกัน หรือใช้อุปกรณ์เชือก ผ่า การฝึกความแข็งแรงแบบไม่เคลื่อนที่นั้น จะต้องออกแรงเกร็งให้มากที่สุด โดยเกร็งค้างไว้ประมาณ 6-10 วินาที แต่การฝึกแบบนี้ไม่สามารถเพิ่มความแข็งแรงตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ แต่จะเกิดบริเวณมุมข้อต่อที่มีการหดเกร็งของกล้ามเนื้อเกิดขึ้น แต่อาจเป็นอันตรายสำหรับผู้สูงอายุ โดยเฉพาะผู้ที่มีความดันโลหิตสูง เพราะมีการกลั่นหายไจระหว่างเกร็งกล้ามเนื้อ

2. การฝึกแบบเคลื่อนที่ หมายถึง การออกแรงต้านต่อวัตถุ โดยให้กล้ามเนื้อหดตัวดึงข้อต่อทำให้เกิดการเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นการทำงานแบบมีการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบสั้นเข้า และกล้ามเนื้อหดตัวแบบยืดออก โดยการยกหรือหย่อนน้ำหนักขึ้นลง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

2.1 Isotonic training คือ การฝึกน้ำหนักในรูปแบบการใช้บาร์เบล ดัมเบล รวมถึงน้ำหนักหรือส่วนของร่างกาย เช่น การฝึกยกน้ำหนัก การบริหารกล้ามเนื้อโดยใช้น้ำหนักหรือส่วนของร่างกาย และการใช้รอกน้ำหนัก แรงที่กระทำต่อกล้ามเนื้อเปลี่ยนไปตามความเร็ว มุมข้อต่อ และความยาวของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อจะทำงานหนักหรือออกแรงมากที่สุดตอนเริ่มต้นยกน้ำหนักขึ้น หรือผ่อนน้ำหนักลง

2.2 Isokinetic training คือ การออกกำลังยกน้ำหนัก หรือต้านวัตถุ โดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สามารถปรับเปลี่ยนน้ำหนักให้มากขึ้นหรือลดลงได้

3.3 การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มสมรรถภาพของหัวใจและปอด

การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มสมรรถภาพของหัวใจและปอด คือ การออกกำลังกายเพื่อมุ่งเป้าหมายไปที่การทำงานของระบบไหลเวียน ได้แก่ หัวใจ ปอด และหลอดเลือด โดยวิธีที่ปลอดภัย และได้ผลดีที่สุดวิธีหนึ่งก็คือ การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise)

การออกกำลังกายแบบแอโรบิก คือ การออกกำลังกายด้วยความหนักเล็กน้อยถึงปานกลางมากเพียงพอให้เกิดการกระตุ้นระบบไหลเวียนโลหิตด้วยกิจกรรมต่าง ๆ เช่น เดินเร็ว วิ่งเหยาะ ว่ายน้ำ ซี่จักรยาน เต้นแอโรบิก รวมไปถึงกิจกรรมอื่น ๆ ที่สามารถทำให้เกิดกระตุ้นมากเพียงพออย่างต่อเนื่องเป็นต้น

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นการออกกำลังกายที่ร่างกายต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมาก และต้องทำติดต่อกันเป็นเวลาดู่นาน ซึ่งจะมีผลให้ระบบการทำงานของหัวใจ ปอด หลอดเลือด และการไหลเวียนเลือดทั่วร่างกายแข็งแรงขึ้น และมีประสิทธิภาพในการทำงานดีกว่าเดิมอย่างชัดเจน

หรือกล่าวได้ว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นการออกกำลังกายที่ทำให้ร่างกายเพิ่มความสามารถสูงสุดในการรับออกซิเจนซึ่งมีผลทำให้ปอดมีประสิทธิภาพ หัวใจแข็งแรง และ หลอดเลือดแข็งแรง การออกกำลังกายประเภทนี้ ได้แก่ การว่ายน้ำ การเดินเร็ว การวิ่งเหยาะ ๆ การขี่จักรยาน ฯลฯ การออกกำลังกายแบบแอโรบิก เป็นการออกกำลังกายที่ให้ประโยชน์ต่อสุขภาพ ดีกว่าทุกประเภทที่กล่าวมา ถือว่าเป็นการออกกำลังกายที่สมบูรณ์แบบที่สุดในปัจจุบัน ที่สร้างความแข็งแรงให้กับร่างกายคนทุกเพศ ทุกวัย และเป็นการออกกำลังกายที่ช่วยลดอัตราเสี่ยงในการป่วยเป็นโรคหัวใจ เกี่ยวกับหลอดเลือดเลี้ยงหัวใจ และโรคเกี่ยวกับระบบไหลเวียนเลือดได้อย่างแน่นอน การออกกำลังกายแบบแอโรบิกนี้จะเกิดผลดี ต้องมาจากผลของการฝึก คือ จะต้องมีการฝึกปฏิบัติเป็นประจำ เพื่อให้เข้าใจการออกกำลังกายแบบแอโรบิก จึงควรศึกษาเรื่องออกกำลังกายแบบแอโรบิกมากยิ่งขึ้น เพราะการออกกำลังกายแบบแอโรบิก เป็นการออกกำลังกายที่สมบูรณ์ ทำให้ปอดและหัวใจแข็งแรง ทนทาน และเป็นการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพที่ดี

“แอโรบิก” หมายถึง ความต้องการอากาศเพื่อดำรงชีวิต ในการทำงานของร่างกาย จะต้องมีการใช้ออกซิเจนอย่างต่อเนื่อง ยังต้องมีการออกแรงหรือมีการเคลื่อนไหวมากขึ้น ร่างกายก็ต้องใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น ร่างกายจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในการใช้พลังงานจากไขมัน และไกลโคเจนที่เป็นพลังงานซึ่งสะสมไว้ รวมทั้งน้ำตาลในเลือดที่เป็นพลังงานที่จะใช้ได้ทันที ก็จะต้องใช้ออกซิเจนในการสะสมเพื่อให้เกิดพลังงาน กล้ามเนื้อที่ขาดการออกกำลังกายจะมีไขมันแทรก ส่วนกล้ามเนื้อที่มีการออกกำลังกายสม่ำเสมอ จะดูสะอาด ไม่มีไขมันแทรก และมีการไหลเวียนของออกซิเจนอย่างคล่องตัว ในการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

ดังนั้นการออกกำลังกายแบบแอโรบิก จึงหมายถึงการออกกำลังกายชนิดใดก็ได้ที่กระตุ้นให้หัวใจและปอดต้องทำงานมากขึ้นถึงจุดจุดหนึ่ง และด้วยระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งนานเพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายได้

จากความหมายของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ผู้ที่จะออกกำลังกายแบบนี้ให้ได้ผลนั้น ต้องศึกษาและทำความเข้าใจถึงวิธีการปฏิบัติให้ถูกต้อง เช่น การออกกำลังกายแบบนี้จะกระตุ้นให้หัวใจและปอดทำงานมากขึ้นถึงจุดจุดหนึ่ง ซึ่งจะต้องเข้าใจด้วยว่าการที่จะออกแรงกระตุ้นให้หัวใจปอด ทำงานมากขึ้นนั้นจะต้องออกกำลังกายให้หนักเพิ่มขึ้นจริง ๆ การที่เราต้องออกกำลังกายให้หนักเพิ่มขึ้น หรือต้องให้เหนื่อยนั้น เกณฑ์ที่จะใช้เป็นตัวชี้วัดได้ คือ อัตราการเต้นของชีพจรมีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมถึงเป้าหมาย หรือหัวใจเต้นเร็วขึ้นจนถึงอัตราที่เป้าหมาย ดูรายละเอียดวิธีการหา

อัตราการเต้นของชีพจรที่เป็นเป้าหมาย นอกจากออกกำลังกายให้หนักพอจนอัตราการเต้นของชีพจรถึงเป้าหมายแล้ว ลักษณะของการออกกำลังกายจะต้องมีลักษณะการปฏิบัติที่ต่อเนื่องในระยะเวลาหนึ่งประมาณ 15 – 45 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสมรรถภาพของแต่ละบุคคล ความเหมาะสมของช่วงเวลา ความหนักเบาของกิจกรรมอาจจะแตกต่างกันไป นอกจากนี้สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การฝึกปฏิบัติต้องทำเป็นประจำสม่ำเสมออย่างน้อยที่สุด 3 – 5 ครั้งต่อสัปดาห์

สรุปการออกกำลังกายแบบแอโรบิก มีดังนี้

- ออกกำลังกายให้หนัก ร่างกายมีอัตราการเต้นของชีพจรถึงเป้าหมาย
- ออกกำลังกายให้ต่อเนื่องกันเป็นเวลาประมาณ 15 – 45 นาทีขึ้นไป
- ออกกำลังกายเป็นประจำ 3 – 5 ครั้ง ต่อสัปดาห์

ชีพจรกับการออกกำลังกาย

“ชีพจร” (Pulse) หมายถึง คลื่นที่เกิดขึ้นจากการขยายตัว และหดตัวของหลอดเลือดแดง เนื่องจากการไหลผ่านเลือด ซึ่งตรงกับการเต้นของหัวใจ หรือ ชีพจร คือ การหดตัวและขยายตัวของหลอดเลือดแดง ซึ่งเกิดจากการบีบตัวของหัวใจ ทำให้มีความกดดันเกิดขึ้นในหลอดเลือดแดง ซึ่งความดันนี้จะไปดันผนังของหลอดเลือดแดงให้ขยายในขณะที่ผ่านไปตามหลอดเลือด ถ้าเอามือจับหลอดเลือดแดงจะรู้สึกได้ว่า หลอดเลือดแดงขยายตัวและหดตัวสลับกันทุก ๆ ครั้งที่หัวใจห้องล่างหดตัว จะมีชีพจรใหม่เกิดขึ้นเป็นคลื่น ดังนั้น จึงสามารถจับชีพจรได้ที่เส้นเลือดแดง อยู่ใกล้ผิวหนังตามข้อพับต่าง ๆ บริเวณขมับ ด้านข้างของลำคอ ใต้ข้อมือ ข้อเท้า ขาหนีบ เป็นต้น

ความหนักของการออกกำลังกาย

ความหนักของการออกกำลังกาย คือพลังงานที่ใช้ในการออกกำลัง จะขึ้นกับชนิดของการออกกำลังกาย และระยะเวลาที่ออกกำลังกาย เราสามารถแบ่งการออกกำลังกายได้เป็น 3 ระดับ คือ ออกกำลังกายระดับเบา ออกกำลังกายระดับปานกลาง และออกกำลังกายระดับหนัก

โดยสามารถประเมินความหนักของการออกกำลังกาย โดยการทดสอบการพูด (Talk test) ได้ดังนี้

- ออกกำลังกายชนิดเบา สามารถร้องเพลงขณะออกกำลังกายได้
- ออกกำลังกายปานกลาง สามารถพูดจาโต้ตอบได้ในขณะออกกำลังกาย
- ออกกำลังกายอย่างหนัก ไม่สามารถพูดโต้ตอบได้อย่างปกติ

โดยสามารถประเมินโดยใช้คะแนน แบ่งออกเป็น 0 ถึง 10 คะแนน (BORG-CR10) ได้ดังนี้

ตารางประเมินความเหนื่อยของร่างกาย	
คะแนน	ระดับความเหนื่อย
0	สบายดี ไม่เหนื่อย
0.5	เริ่มรู้สึกผิดปกติ
1	เหนื่อยน้อยมาก
2	เหนื่อยเล็กน้อย
3	เหนื่อยปานกลาง
4	เหนื่อยค่อนข้างมาก
5-6	เหนื่อยมาก
7-9	เหนื่อยมาก ๆ
10	เหนื่อยมากที่สุด เหมือนจะขาดใจ

รูปที่ 3 ตารางประเมินความเหนื่อยของร่างกาย (BORG-CR10)

วิธีการประเมิน Borg Rating of Perceived Exertion (RPE)

แบ่งตั้งแต่ 6-20 ระดับ

- ระดับ 6 หมายถึง ไม่ได้ออกกำลังกาย
- ระดับ 7-8 หมายถึง ออกอย่างเบา ๆ
- ระดับ 9 หมายถึง ออกกำลังกายอย่างเบา เช่นการเดินตามปกติ
- ระดับ 10-11 หมายถึง ออกกำลังกายอย่างเบา
- ระดับ 12-13 หมายถึง ออกกำลังกายหนักเล็กน้อย คนยังสามารถออกกำลังกายได้อย่างต่อเนื่อง
- ระดับ 14-15 หมายถึง ออกกำลังกายหนัก
- ระดับ 16-17 หมายถึง ออกกำลังกายหนักมาก คนออกจะเหนื่อย คนที่แข็งแรงจะออกต่อได้ แต่คนที่ไม่แข็งแรงจะหยุด
- ระดับ 18-19 หมายถึง ออกกำลังกายหนักมากเกินไป

โดยสามารถนำมาเทียบกับ BORG-CR10 ได้ดังนี้ (Arney et al., 2019)

BORG-RPE	BORG-CR10	
	Incremental	Interval
6	0.0	0.0
7	1.0	1.0
8	1.5	1.5
9	2.0	2.0
10	2.5	2.5
11	3.0	3.0
12	3.5	3.5
13	4.0	4.0
14	5.0	5.0
15	5.5	5.5
16	6.5	6.5
17	7.5	7.5
18	8.0	8.5
19	9.0	9.5
20	10.0	11.0

รูปที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบ BORG-RPE และ BPRGE-CR10

โดยสามารถแปลผลเป็นความหนักของการออกกำลังกายได้ ดังนี้

- ระดับเบา (Low intensity exercise) อยู่ที่ 10 –11 คะแนน (หรือ 2 คะแนนของ BORG-CR10)
- ระดับปานกลาง (Moderate intensity) อยู่ที่ 12–13 คะแนน (หรือ 3–4 คะแนนของ BORG-CR10)
- ระดับหนัก (High intensity) อยู่ที่ 14–16 คะแนน (หรือ 4–6 คะแนนของ BORG-CR10)

(Mackinnon et al, 2003).

และสามารถนำมาเทียบกับอัตราการเต้นของหัวใจ โดยการคูณด้วย 10 เช่น ระดับของ BORG-RPE อยู่ที่ 12 ได้ $12 \times 10 = 120$ หมายความว่าอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ 120 ครั้งต่อนาที (Centers for Disease Control and Prevention, 2020)

3.4 การออกกำลังกายบนมินิแตรampoline

มินิแตรampoline (Mini-trampoline) หรือรีเบาเดอร์ (Rebounder) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถใช้ในการออกกำลังกายได้ ลักษณะของมินิแตรampoline พื้นผิวของอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย

จะมีความไม่มั่นคง จึงเหมาะสำหรับการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการทรงตัว มินิแตรัมโพลีมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 1 เมตร หรือประมาณ 3 ฟุต 3 นิ้ว และมีความสูงจากพื้น ประมาณ 30 เซนติเมตรหรือ 12 นิ้ว ส่วนใหญ่จะใช้ฝึกในโรงยิมเนเซียมและใช้ฝึกเพื่อพัฒนาทางด้านสุขสมรรถนะ (Health related fitness) ของร่างกาย ช่วยลดแรงกระแทกที่มีต่อเข่าและข้อต่อ สำหรับมินิแตรัมโพลีไม่ควรกระโดดสูงจนเกินไปในกิจกรรมประเภทนั้นหนากการและไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในกิจกรรมประเภทแข่งขัน (Wikipedia, 2017) มีการศึกษาผลของการออกกำลังกายโดยแตรัมโพลีหรือมินิแตรัมโพลีในหลายช่วงอายุ ยกตัวอย่าง ในปี 2013 ศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยแตรัมโพลีต่อความสามารถในการทรงตัว และการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อในเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา พบว่ากลุ่มทดลองที่มีการฝึกด้วยแตรัมโพลีนั้น มีพัฒนาการทรงตัวและสั่งการกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญ (Paraskev et al., 2013) ในปี 2016 ศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยแตรัมโพลีต่อร่างกายและการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อในนักเรียนช่วงวัยรุ่น พบว่ากลุ่มทดลองที่มีการฝึกด้วยแตรัมโพลีนั้นมีร้อยละของไขมันในร่างกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Aalizadeh et al., 2016) และในปี 2011 ศึกษาผลการฝึกออกกำลังกาย ด้วยมินิแตรัมโพลีเพิ่มความสามารถในการทรงตัวของผู้สูงอายุ พบว่า กลุ่มทดลองเพิ่มความแข็งแรงของ กล้ามเนื้อไตรเซปซัวร์เรย์ (Triceps surae) ร้อยละ 10 เพิ่มการทรงตัวระหว่างจะหกล้มไปด้านหลัง ร้อยละ 35 (Aragao et al., 2011)

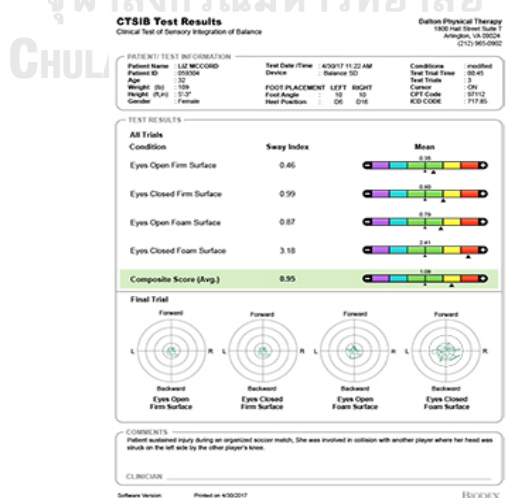
4. วิธีการทดสอบ

4.1 วิธีการทดสอบการทรงตัวของร่างกาย

การศึกษาของ Hrysomallis ปี 2011 เป็นการวิเคราะห์สรุปผลจากผลการศึกษาวิจัยในนักกีฬาที่ผ่านมา พบว่าการศึกษาวิจัยเชิงปฏิบัติการในการทดสอบความสามารถทางการทรงตัวแบบอยู่นิ่ง (Static balance) ส่วนมากจะใช้วิธีการวัดจากการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางแรงกด (Center of pressure) บนแผ่นรับแรง (Force platform) ในเวลาที่กำหนดด้วยการยืนนิ่งแบบสองขาและยืนนิ่งบนขาข้างเดียวในเงื่อนไขการทดสอบแบบหลับตาและลืมตา ซึ่งถือว่าเป็นวิธีการทดสอบที่มีมาตรฐานสูงสุด (Gold standard measure) เนื่องจากการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางแรงกดเพียงเล็กน้อย สามารถบ่งบอกถึงความสามารถของการทรงตัวที่ดีที่สุด ส่วนการทดสอบความสามารถทางการทรงตัวแบบเคลื่อนไหว (Dynamic balance) ในรูปแบบภาคสนามสามารถใช้วิธีการทดสอบด้วยการยืนขาข้างเดียวบนพื้นไม่มั่นคงจากนั้นจะนับจำนวนครั้งที่ทำสัมผัสพื้นภายใน 30 วินาทีหรือการใช้วิธีทดสอบ Star excursion balance test (SEBT) ด้วยรูปแบบการยืนขาข้างเดียวจากนั้นจะยืนขาอีก

ข้างให้สุดไปตามทิศทางที่กำหนดนอกจากความสามารถทางการทรงตัวแล้วการทดสอบนี้ยังบ่งบอกถึง ความแข็งแรง ความอ่อนตัว และการทำงานประสานกันของร่างกายได้ด้วย นอกจากนี้การวัด ความสามารถทางการทรงตัวแบบเคลื่อนไหวยังมีเครื่องมือทดสอบ Biodex balance system ซึ่งเป็น เครื่องมือที่สามารถวัดการเคลื่อนที่ของศูนย์กลางแรงกด (Center of pressure) บนแผ่นรับแรง (Force platform) และสามารถปรับให้มีการเคลื่อนไหวของแผ่นรับแรงได้

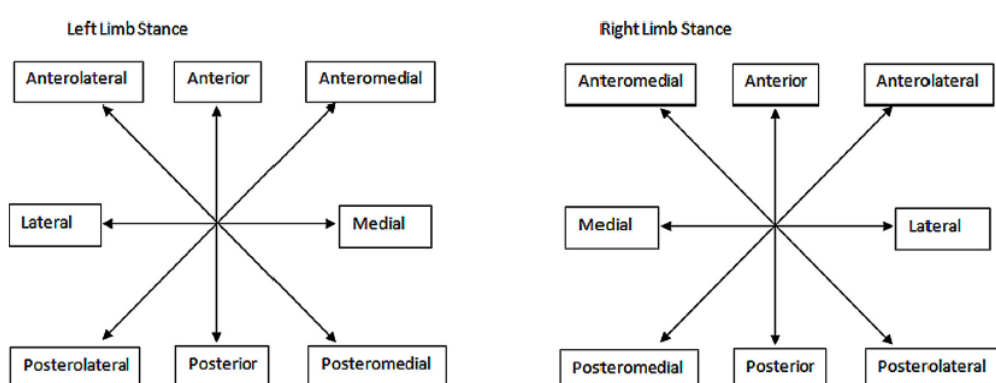
วิธีทดสอบความสามารถในการทรงตัว รูปแบบ Modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance (m-CTSIB) ด้วยเครื่องทดสอบ Balance system SD ประกอบด้วย 4 เงื่อนไข ทดสอบ ดังนี้ 1. ทดสอบด้วยการยืนด้วยขาสองข้าง (Eyes open firm surface) 2. ทดสอบด้วยการยืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลับตา (Eyes closed firm surface) 3. ทดสอบด้วยการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม (Eyes open foam surface) และ 4. ทดสอบด้วยการยืนด้วยขา สองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลับตา (Eyes closed foam surface) การทดสอบ จะกระทำที่ละเงื่อนไข ตามลำดับ ก่อนทำการทดสอบต้องกรอกค่ากำหนดบนหน้าจอของเครื่องทดสอบ ได้แก่ ชื่อ อายุ น้ำหนัก และส่วนสูงของผู้ถูกทดสอบ จากนั้นจึงให้ ยืนบนพื้นรับน้ำหนักของเครื่องทดสอบโดยให้ สมดุลตามจุดกำหนดและวัดตำแหน่งการวางเท้าทั้งสองข้าง และนำค่าที่ได้กรอกในช่องบนหน้าจอ และทำการทดสอบที่ละเงื่อนไขตามลำดับด้วยเวลา 30 วินาทีต่อเงื่อนไขทดสอบ เมื่อทดสอบเสร็จ หน้าจอจะแสดงผลเป็นค่าดัชนีการเคลื่อนจุดศูนย์กลางมวลออกจากฐานรองรับ (Sway index) ทั้ง 4 เงื่อนไขทดสอบซึ่งแสดงถึงค่าความสามารถในการทรงตัวของผู้ถูกทดสอบ



รูปที่ 5 เครื่องมือและหน้าจอแสดงผลของ Balance system SD

ที่มา: Biodex medical system, 2018

วิธีทดสอบ Star excursion balance test (SEBT) ใช้เทปขาวจำนวน 4 เส้นติดที่พื้นในลักษณะ + และ x โดยแต่ละเส้นทำมุม 45 องศา จากนั้นยืนด้วยขาข้างเดียวที่จุดกึ่งกลางของเส้นที่ลากมาตัดกัน มือทั้ง 2 ข้างเท้าเอว จากนั้นเหยียดขาอีกข้างหนึ่งไปแตะใน 8 ทิศทาง ได้แก่ Anterolateral anterior anteromedial medial posteromedial posterior posterolateral lateral แต่ละทิศให้ได้ไกลที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยใช้ปลายเท้าไปแตะเบา ๆ เริ่มแตะจากทิศทางด้านหน้า (Anterior) ด้านใน (Medial) และ ด้านนอก (Lateral) บันทึกหน่วยเป็นเซนติเมตร หากเสียการทรงตัวเท้าสัมผัสพื้นให้เริ่มทำใหม่ ประเมินการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวทั้ง 8 ทิศทางของขาทั้งสองข้าง นำค่าที่ได้ในหน่วยเซนติเมตรในแต่ละตำแหน่ง มาคำนวณร่วมกับขนาดของความยาวขา ตามสูตร $SEBT\ score = (Anterolateral\ distance + anterior\ distance + anteromedial\ distance + medial\ distance + posteromedial\ distance + posterior\ distance + posterolateral\ distance + lateral\ distance) \times 100 / 8 (Leg\ length)$ ได้เป็นคะแนน SEBT score แสดงถึงความสามารถในการทรงตัว (Hertel et al., 2006)

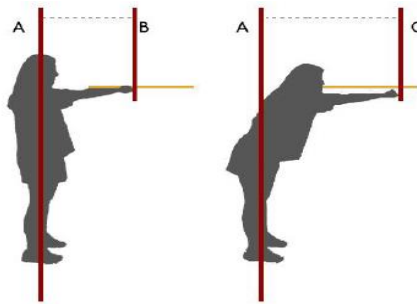


รูปที่ 6 แสดงทิศทางทั้ง 8 ทิศ ในขณะที่ยืนด้วยเท้าด้านซ้ายและขวา

ที่มา: Hertel et al., 2019

วิธีทดสอบการทรงตัวอยู่กับที่เอื้อมมือไปด้านหน้า (Functional reach test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ประเมินความมั่นคงของร่างกายขณะเริ่มต้นที่จะเกิดการเคลื่อนไหว สามารถทำได้โดยให้ผู้เข้าทดสอบ ยกแขนขนานพื้นไปด้านหน้า ให้หัวไหล่ทำมุม 90 องศากับลำตัว จากนั้นให้ผู้ทดสอบพยายามเอื้อมมือไป ด้านหน้าให้ไกลที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยให้เท้าทั้งสองข้างแนบติดพื้นอยู่ตลอด วัดระยะทางที่สามารถเอื้อมไปได้เป็นนิ้ว ทดสอบ 3 ครั้ง และนำค่าเฉลี่ยของครั้งที่ 2 และ 3

มาคิดเป็นระยะทาง บันทึกระยะทางที่ทำได้ในหน่วยนิ้ว การทดสอบนี้ถูกทดสอบแล้วว่าค่าความเที่ยงอยู่ที่ระดับ .89 จากการทดสอบซ้ำและมีความเชื่อมั่นที่ระดับ .98 (Duncan et al., 1990)



รูปที่ 7 วิธีทดสอบการทรงตัวอยู่กับที่เอื้อมมือไปด้านหน้า (Functional reach test)

ที่มา: Zenither, 2019

4.2 วิธีการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

การทดสอบความแข็งแรงกล้ามเนื้อแบบไอโซไคนेटิก (Isokinetic) เพื่อประเมินค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ และกำลังกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อข้อเท้า และเหยียดข้อเท้าของทั้งข้างขวา และข้างซ้ายตลอดช่วงการเคลื่อนไหว โดยผู้ทำการทดสอบจะเป็นผู้ควบคุมความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที (Degree/sec) โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งบนเก้าอี้ชนิดพนักพิง รับความสูงเบาๆให้เหมาะสมกับแต่ละคน ใช้สายยึดรัดบริเวณข้อเท้า ไหล่ทั้งสองข้าง สะโพก และต้นขาของข้างที่จะทำการทดสอบ ให้ส่วนของเข่าสามารถเคลื่อนไหวได้เพียงข้อต่อเดียว จัดข้อเข่าให้ตรงกับแนวแกนหมุนของ Dynamometer ทำการทดสอบทีละข้าง ออกแรงเตะขาและงอเข่าสูงสุดจำนวน 3 ครั้ง มีการรายงานค่าออกมาเป็นตัวเลขมีหน่วยคือ นิวตันเมตร และวัตต์



รูปที่ 8 Isokinetic dynamometer

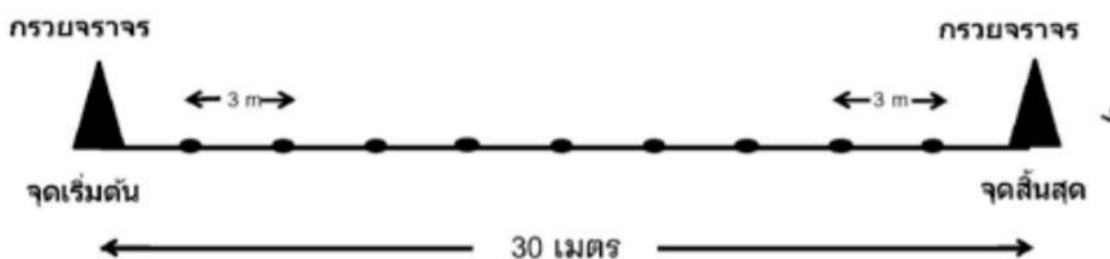
4.3 วิธีการทดสอบสมรรถภาพของหัวใจและปอด

การเดิน 6 นาที (Six Minute Walk Test; 6MWT) การทดสอบมีดังนี้

4.3.1 การเตรียมสถานที่ สถานที่ที่ใช้ทำการทดสอบต้องเป็นสถานที่ที่อยู่ ในอาคาร มีทางเดินที่ยาวไม่มีสิ่งกีดขวาง โดยกำหนดระยะทางจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสิ้นสุด 30 เมตร และทำเครื่องหมายกำหนดจุดทุก ๆ 3 เมตร แต่สิ่งสำคัญคือไม่สามารถใช้ลู่วิ่ง (treadmill) เพื่อทำ 6MWT แทนการเดินพื้นราบได้ เนื่องจากการศึกษาพบว่า การเดินบนลู่วิ่งซึ่งมีความลาดเอียง หากผู้ป่วยเดินใน 6 นาทีจะทำให้มีระยะทางน้อยกว่า ผู้ป่วยที่เดินใน 6 นาทีที่เดินในทางเดินพื้นราบ

4.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. กรวยจราจร 2 อันเพื่อวางที่จุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุด
2. นาฬิกาสำหรับจับเวลาการเดิน
3. เครื่องวัดความดันโลหิต
4. แก้วน้ำที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ สำหรับนั่งพักระหว่างการเดิน
5. ระดับประเมินความเหนื่อย (Borg scale) ระดับคะแนนที่ 0 – 10 คะแนน ที่ผู้ถูกทดสอบมองเห็นได้ชัดเจน เพื่อประเมินความเหนื่อย ก่อนและหลังทำการทดสอบ



รูปที่ 9 วิธีการทดสอบ Six Minute Walk Test; 6MWT

ที่มา: ปาริฉัตร ฉัตรศิรินทร, 2562

ตารางประเมินความเหนื่อยของร่างกาย	
คะแนน	ระดับความเหนื่อย
0	สบายดี ไม่เหนื่อย
0.5	เริ่มรู้สึกผิดปกติ
1	เหนื่อยน้อยมาก
2	เหนื่อยเล็กน้อย
3	เหนื่อยปานกลาง
4	เหนื่อยค่อนข้างมาก
5-6	เหนื่อยมาก
7-9	เหนื่อยมาก ๆ
10	เหนื่อยมากที่สุด เหมือนจะขาดใจ

รูปที่ 10 ระดับความเหนื่อย

ที่มา: ปารีฉัตร ฉัตรศิรินทร, 2562

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ

1. งานวิจัยในประเทศ

ไพลิน แซ่ลิ้ม (2554) ศึกษาการพัฒนาขลุ่ยฟู้เพื่อลดการแตกหักของกระดูกสะโพกในผู้สูงอายุ โดยการพัฒนาวัสดุขลุ่ยฟู้ ซึ่งประกอบด้วย 3 ชั้น คือชั้นล่างสุดเป็นชั้นของฐานรองรับ เป็นชั้นที่มีการผสมซีลีเนียมเข้าไปเพื่อลดต้นทุน ชั้นตรงกลางเป็นชั้นของโพลีเอทิลีนซึ่งมี 2 รูปแบบ คือรูปแบบแรกทำจากน้ำยางชั้น เดิมสารแอมโมเนียมโอเลอิต และรูปแบบที่สองทำจากยางแผ่นรมควันเดิมสารฟูลเวอเนล ส่วนชั้นบนสุดเป็นส่วนของชั้นหุ้มผิว ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มชั้นของโพลีเอทิลีนสามารถลดแรงกระแทกที่เกิดจากหกล้มได้ เนื่องจากลักษณะของโพลีเอทิลีนมีรูพรุนจำนวนมากจะช่วยดูดซับแรงกระแทกได้ดี และขลุ่ยฟู้ที่สามารถลดแรงกระแทกได้ดีที่สุดคือขลุ่ยฟู้ที่โพลีเอทิลีนทำจากแผ่นรมควัน โดยสามารถลดแรงกระแทกได้ร้อยละ 39

ไชยวัฒน์ นามบุญลือ (2554) ศึกษาผลของการฝึกเดินแอโรบิกบนมินิแทรมโพลีเอทิลีนต่อการสลายมวลกระดูก วิตามินดี สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงวัยทำงาน กลุ่มตัวอย่างเป็นหญิงวัยทำงานอายุระหว่าง 35-45 ปี และเป็นบุคลากรภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 54 คน ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มฝึกเดินแอโรบิกบนมินิแทรมโพลีเอทิลีนในร่ม 17 คน กลุ่มฝึกเดินแอโรบิกบนมินิแทรมโพลีเอทิลีนกลางแจ้ง 17 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน โดยทำการฝึกเดินแอโรบิกประกอบจังหวะดนตรีบนมินิแทรมโพลีเอทิลีน พร้อมกับคาดเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ความหนักของการออกกำลังกายคือ 60-80% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ครั้งละ 40 นาที 3 ครั้ง

ต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 12 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าการสลายมวลกระดูกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าการสร้างกระดูกไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง และกลุ่มควบคุม ค่าระดับวิตามินดีในกลุ่มฝึกเดินแอโรบิกบนมินิแทรมโพลีกลางแจ้งดีขึ้น โดยมีค่าแคลซิโดออลเพิ่มขึ้นเพียงกลุ่มเดียวเมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง กลุ่มฝึกเดินแอโรบิกบนมินิแทรมโพลีในร่ม และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ค่าความอ่อนตัว ความแข็งแรง และความอดทนของกล้ามเนื้อ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และการทรงตัว ของกลุ่มฝึกเดินแอโรบิกบนมินิแทรมโพลีในร่มและกลางแจ้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับก่อนการทดลองและกลุ่มควบคุม

นิรุทธิ์ สุขดี (2554) ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายโดยใช้โบซบอลที่มีผลต่อการทรงตัวความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและระบบไหลเวียนโลหิตของเด็กออทิสติก อายุระหว่าง 13 ปี ถึง 18 ปี เพศชาย จำนวน 15 คน เปรียบเทียบผลการทดลองจากการทดสอบก่อนการทดลอง หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 6 และสัปดาห์ที่ 8 พบว่าอัตราค่าเฉลี่ยความสามารถในการทรงตัวและอัตราค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง ผลการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อมรเทพ วันดี (2554) ศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยไทชิที่มีผลในการทรงตัวของผู้สูงอายุเพศหญิงด้วยการเดิน ทดสอบประสิทธิภาพของการออกกำลังกายด้วยการเดินที่พัฒนาขึ้น โดยการเปรียบเทียบกับ ท่ารำไทชิ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุเพศหญิงอายุระหว่าง 60-69 ปี จำนวน 51 คน ออกกำลังกายด้วยการเดินร่วมกับการใช้น้ำหนัก 26 คน และออกกำลังกายด้วยไทชิ 25 คน กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มทำการทดลอง 3 วันต่อสัปดาห์ วันละ 30 นาที อบอุ่นร่างกาย 5 นาที คลาย อบอุ่นร่างกาย 5 นาที เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มทำการทดสอบการทรงตัวด้วยวิธี Timed Up and Go test และ Berg Balance Scale ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 และ 8 สัปดาห์ตามลำดับ วิเคราะห์สถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ และใช้การทดสอบค่าทีในการหาความแตกต่าง ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ผลการทดลองพบว่ารูปแบบการออกกำลังกายด้วยการเดินร่วมกับการใช้น้ำหนักสามารถพัฒนากล้ามเนื้อในการทรงตัวขณะเคลื่อนที่มากกว่าการออกกำลังกายด้วยไทชิ การทรงตัวในขณะเคลื่อนที่ของกลุ่มออกกำลังกายด้วย

การเดินร่วมกับการใช้น้ำหนักดีขึ้นหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แต่การออกกำลังกายด้วยไทชิไม่มีการพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม หลังการทดลอง 8 สัปดาห์พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ออกกำลังกาย ด้วยการเดินร่วมกับการใช้น้ำหนัก สามารถพัฒนาการทรงตัวในขณะที่เคลื่อนที่ได้ดีกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ออกกำลังกายด้วยไทชิ แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ในการทรงตัวขณะอยู่กับที่

วิทวัส สุขแก้ว (2555) ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลของการฝึกเดินแอโรบิกบนมินิแทรมโพลีนและบนพื้นแข็งต่อการสลายมวลกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงวัยทำงาน โดยกลุ่มตัวอย่าง เป็นอาสาสมัครหญิงวัยทำงานที่มีอายุระหว่าง 35-45 ปี และเป็นบุคลากรภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 63 คนโดยเข้ากลุ่มตามความสมัครใจ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มฝึกเดินแอโรบิกบนมินิแทรมโพลีน 21 คน กลุ่มฝึกเดินแอโรบิกบนพื้นแข็ง 21 คน และกลุ่มควบคุม 21 คน ความหนักของการออกกำลังกายคือ 60-80% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ครั้งละ 40 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมใช้ชีวิตประกอบกับกิจกรรมทางกายตามปกติ เก็บข้อมูลทั้งก่อนและหลังการทดลอง ผลการวิจัยพบว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าการสลายมวลกระดูกลดลง และค่าการสร้างมวลกระดูกเพิ่มขึ้น รวมทั้งสุขสมรรถนะ และการทรงตัวดีขึ้น เมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่กลุ่มที่เดิน แอโรบิกบนมินิแทรมโพลีน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เดินแอโรบิกบนพื้นแข็งพบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และการทรงตัวดีกว่า และยังพบแรงกดของเท้าบนมินิแทรมโพลีนมีน้อยกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิศากร ตันติวิบูลชัย (2557) ศึกษาผลของการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะและการทรงตัวในหญิงสูงอายุ กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครผู้สูงอายุเพศหญิง อายุระหว่าง 60-77 ปี ที่อาศัยอยู่ในสถานสงเคราะห์คนชรา จำนวน 40 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม จำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุม ได้รับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม จำนวน 20 คน กลุ่มตัวอย่างทุกคนได้รับวิตามิน กลุ่มทดลองฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกได้รับการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละ 40 นาที เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ที่ระดับความหนัก 60-75% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด กลุ่มควบคุมสามารถดำเนินกิจกรรมประจำวันได้ตามปกติ ผลการวิจัยพบว่าค่าการสลายของกระดูก ความดันโลหิต ขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก สุขสมรรถนะในด้านความอ่อนตัว

ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ แขนและขา ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และการทรงตัว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Teomana และคณะ (2004) ศึกษาผลของการออกกำลังกายที่มีต่อสมรรถภาพทางกาย และคุณภาพชีวิตในสตรีวัยหมดประจำเดือน โดยออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยาน ก้าวขึ้น ลงสแตป ฟีกด้วยน้ำหนัก ฟีกความอ่อนตัว และฟีกด้วยแตรมโพลีนที่ระดับความหนัก 65-70 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ระยะเวลา 40 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอในสตรีวัยหมดประจำเดือนจะทำให้มีสมรรถภาพทางกาย และคุณภาพชีวิตดีขึ้น

Sovelius และคณะ (2006) ศึกษาเปรียบเทียบการออกกำลังกายด้วยแตรมโพลีนและการฟีกความแข็งแรงเพื่อลดภาวะอาการเคล็ดของคอในนักบินรบของกองทัพอากาศประเทศฟินแลนด์ แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ฟีกความแข็งแรงอายุระหว่าง 22.1 ± 0.6 ปี ทำการฟีกการเคลื่อนไหวของคอในลักษณะการก้มลง การเงยขึ้น การหดตัวแบบคงความยาว และกลุ่มที่ฟีกด้วยแตรมโพลีน อายุระหว่าง 22.6 ± 0.9 ปี ทำการฟีกกระโดดขึ้น ลงบนแตรมโพลีน เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ผลการศึกษา พบว่า การฟีกด้วยแตรมโพลีนจะช่วยเพิ่มความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหว การทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้

Anwar AbdelgayedEbid และคณะ (2012) ศึกษาผลของโปรแกรมการฟีก whole body vibration ต่อความแข็งแรงในกล้ามเนื้อขาในผู้ป่วยแผลไฟไหม้ที่ได้รับการรักษา 31 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้ระยะเวลาการทดลอง 8 สัปดาห์ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ กลุ่มทดลองได้รับโปรแกรมการฟีก whole body vibration กลุ่มควบคุมได้รับโปรแกรมการรักษาพื้นฐานที่ปราศจากการฟีกโดย vibration โดยใช้เครื่องไอโซโคเนติกในการวัดค่า (Isokinetic dynamometer) 150 องศาต่อวินาที พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps) และกล้ามเนื้อน่อง (Calf muscle) มีการพัฒนาของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเหยียดเข่า (Knee extensor) และกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวของข้อเท้า (Ankle planter flexor) อย่างมีนัยสำคัญ

Martínezและคณะ (2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการฟีกปฏิริยาตอบสนอง 12 สัปดาห์ที่มีต่อการทรงตัว ท่าทางการเดินและความมั่นคงของร่างกายในผู้สูงอายุ โดยทำการวิเคราะห์ระหว่างความอ่อนตัว การทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณสะโพกกับความสามารถของการทรง

ตัวและความเสี่ยงต่อการล้ม กลุ่มตัวอย่างใช้โปรแกรมการฝึกแบบเฉพาะเจาะจง โดยโบซบอลและสวิสบอลเป็นอุปกรณ์ในการฝึก ในแต่ละครั้งของการฝึกจะทำการฝึก 50 นาที แบ่งเป็นช่วงการอบอุ่นร่างกาย 10 นาที ยืดเหยียดกล้ามเนื้อและข้อต่อ 10 นาที การฝึกปฏิบัติการตอบสนอง 30 นาที ผลการทดลองพบว่า ความอ่อนตัว การทรงตัว และความแข็งแรงกล้ามเนื้อบริเวณ สะโพกในผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การหมุนข้อต่อสะโพก การทรงตัวขณะเคลื่อนที่และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณสะโพกมีความสัมพันธ์กันกับการทรงตัว และความเสี่ยงในการหกล้มของผู้สูงอายุ เป็นไปในทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ .05

Marcio และคณะ (2014) ได้ศึกษาผลของชนิดของการออกกำลังกายที่แตกต่างกันต่อการทรงตัวในผู้สูงอายุ โดยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 74 คน อายุเฉลี่ย 69 ± 4 ปี สุ่มตัวอย่างเข้าการทดลอง 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่มมินิแทรมโพลีน 23 คน กลุ่มยิมนาสติกในน้ำ 28 คน และกลุ่มยิมนาสติกบนพื้นปกติ 23 คน โปรแกรมการออกกำลังกายทั้งสามกลุ่มใช้เวลา 60 นาทีต่อครั้ง 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ทั้งหมด 12 สัปดาห์ โดยเป็นการฝึกในปริมาณที่เพิ่มขึ้นไม่ใช้การเพิ่มความหนัก ใช้อุปกรณ์ที่ราคาไม่แพงและสลับกัน เช่น แถบยางยืด (Elastic band) ดัมเบล (Dumbell) ถ่วงน้ำหนักที่ข้อเท้าสูงสุด 2 กิโลกรัม ลูกบอล (Ball) เป็นต้น ในการฝึกทั้งหมด 24 ครั้ง โดยแบ่งรอบในการฝึกในปริมาณที่เพิ่มขึ้นเป็น 4 วนรอบ (Cycle) แต่ละรอบจะเพิ่ม จำนวนการซ้ำขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ จากวนรอบเดิม การทดสอบใช้แผ่นรองรับแรง (Force platform) 5 เงื่อนไข คือ 1. ยืนขาสองข้างและเปิดตา 2. ยืนขาสองข้างแล้วปิดตา 3. ยืนเขมิตานเดิม (Semi-tandem) แล้วเปิดตา 4. ยืนเขมิตานเดิมแล้วปิดตา 5. ยืนขาเดียว ทำท่าละ 30 วินาที ผลการทดลองพบว่า ทั้ง 3 กลุ่ม มีการพัฒนาด้านการทรงตัวอย่างมีนัยสำคัญ

Muelas Perez และคณะ (2014) ได้ทำการศึกษาทดลองเปรียบเทียบความสามารถทางสมดุล การทรงตัวระหว่างนักเต้นรำ (Contemporary dancer) จำนวน 18 คน และผู้ที่ไม่ได้เป็นนักเต้นรำ จำนวน 30 คน ด้วยเครื่องทดสอบสมดุลการทรงตัวของร่างกาย Stabiliometer โดยให้ผู้ทดลองยืนบนแผ่นรองรับแรง (Platform) จากนั้นจะทดสอบทั้งหมด 2 เงื่อนไขคือ ยืนลิ้มตา และยืนหลับตาบนพื้นระนาบ เป็นเวลา 30 วินาทีต่อการทดสอบหนึ่งเงื่อนไข และพักระหว่างการทดสอบเป็นเวลา 3 นาที โดยเครื่องมือจะวัดผลเวลาที่เกิดการเซขณะการทดสอบ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถทางสมดุลการทรงตัวของ ร่างกายในนักเต้นรำมีค่าสูงกว่าในเงื่อนไขการทดสอบขณะยืนลิ้มตา และการใช้งานที่ซับซ้อนของขาทั้งสอง ข้างขณะทดสอบยืนหลับตาในนักเต้นรำมีการลดลง

จึงสรุปว่าความสามารถในการควบคุมท่าทางเพื่อรักษาสมดุลการทรงตัวของร่างกายสำหรับนักเต้นรำ นั้นขึ้นอยู่กับ การรับรู้ความรู้สึกทางระบบประสาทรับภาพ (Visual system) เป็นสำคัญ

Rahal และคณะ (2015) ทำการวิเคราะห์ผลของการฝึกไทชิ (Tai chi chuan) และการเดิน ลีลาศต่อความสามารถทางสมดุลการทรงตัวแบบอยู่นิ่งและเคลื่อนไหวในผู้สูงอายุ จำนวนทั้งหมด 76 คนมีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไปที่ต้องผ่านการทดสอบเบื้องต้น เช่น การเดิน การเดินขึ้นบันได เป็นต้น แบ่งผู้ทดลองทั้งหมดเป็นกลุ่มไทชิ (Tai chi chuan) และกลุ่มเต้นลีลาศ อย่างละเท่า ๆ กัน ผู้ทดลอง แต่ละกลุ่มต้องฝึกอย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ต่อเนื่องเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี จากนั้นจึงทำการ ทดสอบความสามารถทางสมดุลการทรงตัวแบบอยู่นิ่ง (Static balance) ด้วยเครื่อง NeuroCom Balance Master force platform system แบบหลายเงื่อนไขการทดสอบ เช่น ยืนลืมตา ยืนหลับตา ยืนขาข้างเดียว ยืนบนพื้นโฟม เป็นต้น ส่วนการวัดความสามารถทางสมดุลการทรงตัว แบบเคลื่อนไหว (Dynamic balance) ใช้วิธีการทดสอบต่าง ๆ เช่น Walk across test, Step width, Sit to stand test เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่าการทดสอบความสามารถทางสมดุลการทรงตัวแบบอยู่ นิ่งบนพื้นปกติในกลุ่มไทชิ มีอาการเขินน้อยกว่ากลุ่มเต้น ลีลาศทั้งลืมตาและหลับตาเมื่อทดสอบ และ ให้ผลเช่นกันเมื่อทดสอบบนพื้นโฟมขณะหลับตา ส่วนการทดสอบด้วยการยืนขาข้างเดียวพบว่ากลุ่มไท ชิมีอาการเขินน้อยกว่าขณะลืมตาทดสอบ และกลุ่มเต้นลีลาศมีอาการเขินน้อยกว่าขณะหลับตาทดสอบ ขณะที่การวัดความสามารถทางสมดุลการทรงตัวแบบเคลื่อนไหว พบว่ากลุ่มไทชิใช้ความเร็วการ เคลื่อนที่สูงกว่าในวิธี Walk across test และใช้เวลาการเคลื่อนที่น้อยกว่า พร้อมกับมีสมดุลการทรง ท่าดีกว่ากลุ่มเต้นลีลาศด้วยวิธี Sit to stand test

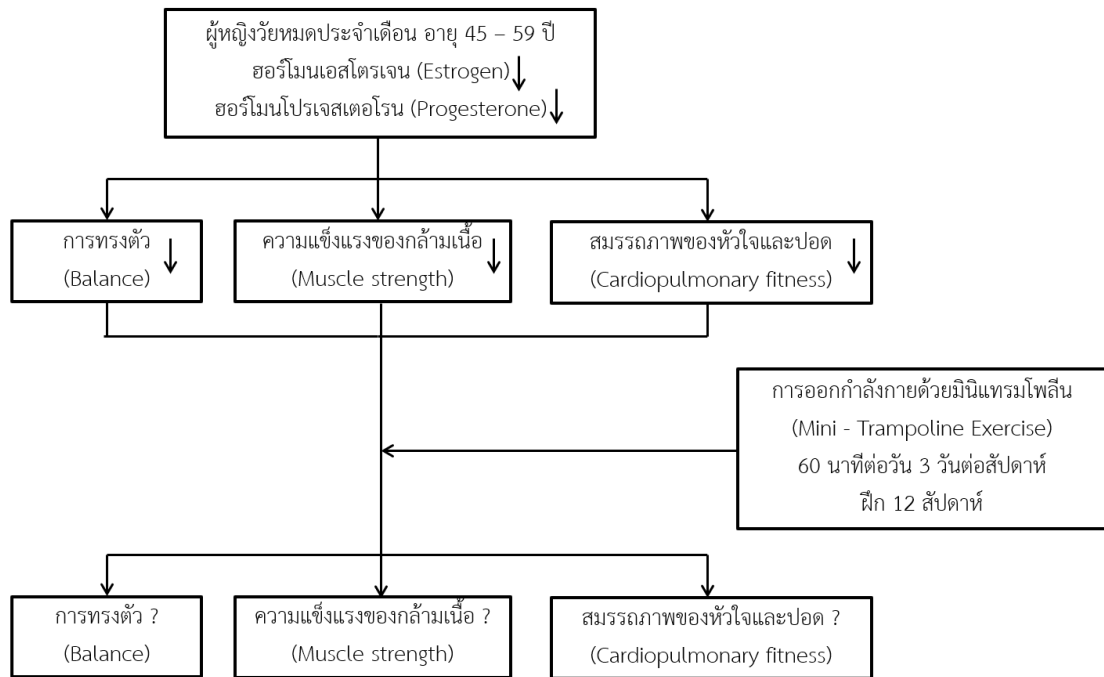
Kilroy และคณะ (2016) ได้เปรียบเทียบความสามารถทางสมดุลการทรงตัวของร่างกายแบบ อยู่นิ่ง ระหว่างนักเต้นรำกับกลุ่มที่ไม่ใช่ นักเต้นรำ โดยทดสอบด้วยการยืนขาข้างเดียวบนขาข้างถนัด กับไม่ถนัด และทดสอบด้วยการใส่รองเท้ากับเท้าเปล่า บนแผ่นรับแรงด้วยการวัดแรงปฏิกิริยาสูงสุด กับศูนย์กลางแรง กดทั้งในแนว Medio-lateral และ Antero-posterior ผลการศึกษาพบว่า ทั้ง 2 กลุ่มการทดลองมีความแตกต่างกันของเวลาการรักษาสมดุลการทรงตัวของร่างกายในทุกเงื่อนไข การทดสอบ และมีความแตกต่างกันของการวัดแรงปฏิกิริยาในแนว Medio-lateral และ Antero-posterior เมื่อสิ้นการทดสอบในครั้งแรก (ทดสอบ 3 ครั้ง ครั้งละ 30 วินาที) จึงสรุปผลได้ว่ากลุ่มที่ ไม่ใช่ นักเต้นรำมีความสามารถทางสมดุลการทรงตัวของร่างกายไม่ดี และผลการทดสอบเป็นหลักฐาน

ทางวิทยาศาสตร์ให้กำบังการฟื้นฟูสมรรถภาพและวงการกีฬาว่าสามารถใช้การฝึกเดินร่ำบ่าบัดสำหรับป้องกันกระบาดเจ็บและการฟื้นฟูสมรรถภาพได้

BahmanAalizadehและคณะ (2016) ศึกษาผลของการออกกำลังกายโดยแทรมโพลีนในนักเรียนวัยรุ่นต่อการสัดสัดส่วนของร่างกายและประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 28 คน อายุระหว่าง 11-14 ปี โดยแบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลอง 19 คน ให้การฝึกออกกำลังกายบนแทรมโพลีน เป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์ 4 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละ 1.5 ชั่วโมง ส่วนกลุ่มควบคุม 19 คน เรียนคลาสในโรงเรียน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละ 45 นาที ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองมีร้อยละของไขมันในร่างกาย (Body fat) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

13. กรอบแนวความคิดในการวิจัย

ผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนเป็นช่วงวัยที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน ซึ่งจะส่งผลต่อระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาท ทำให้มวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงรวมถึงส่งผลในเรื่องของความสามารถในการทรงตัวที่ลดลง ซึ่งจะเป็นปัญหามากขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น จึงจำเป็นต้องทำการศึกษาเพื่อเพิ่มความสามารถในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการเดิน 6 นาทีในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน งานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะทำการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ว่าจะมีผลอย่างไรต่อความสามารถในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการเดิน 6 นาทีในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน ดังรูปที่ 9



รูปที่ 11 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนที่มีต่อการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนเป็นวิธีการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) โดยทำการทดลองทั้งหมด 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 60 นาที ออกแบบการทดลองให้มี การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test) และหลังการทดลอง (Post-test) และได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย COA No. 113/2563 รับรองเมื่อวันที่ 29 เมษายน 2563 (ภาคผนวก ก) โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากร

ผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน อายุระหว่าง 45 - 59 ปี

กลุ่มตัวอย่าง

เพศหญิงวัยหมดประจำเดือนที่เป็นผู้อยู่อาศัยในจังหวัดกรุงเทพมหานคร อายุระหว่าง 45 - 59 ปี ที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงสามารถเข้าร่วมโครงการวิจัยได้ตามระยะเวลาที่กำหนด มีความพร้อมในการออกกำลังกาย และผ่านการประเมินแบบคัดเลือกอาสาสมัครก่อนเข้าร่วมการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน ใช้หลักการการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*Power version 3.1 จำนวนผลการศึกษาจาก Marci และคณะ 2014 ค่าแอลฟาระดับนัยสำคัญ (α) เท่ากับ 0.05 ค่าอำนาจการทดสอบ (1- β) เท่ากับ 0.75 และขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ 0.609 ได้กลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งหมด 32 คน และเนื่องจากงานวิจัยมีระยะเวลาในการทดลอง 12 สัปดาห์ ผู้วิจัยจึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างเพื่อป้องกันการสูญหาย (Drop out) โดยเพิ่มกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 2 คน ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างมีทั้งหมด จำนวน 36 คน รายละเอียดดังภาคผนวก ข โดยกำหนดให้

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มควบคุม (Control group) ที่ดำเนินกิจวัตรประจำวันตามปกติ จำนวน 18 คน เป็นเวลา 12 สัปดาห์

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มทดลอง (Experimental group) ออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน จำนวน 18 คน เป็นเวลา 12 สัปดาห์

การสุ่มตัวอย่าง

การสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง โดยการสุ่มค่าคะแนนการประเมินการทรงตัว การเดินและกลับตัว 3 เมตร (Timed up and go) นำค่าระยะเวลาที่ได้มาเรียงลำดับ 1 – 36 แล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 18 คน โดยการจับคู่ (Match by pair) เพื่อให้แต่ละกลุ่มมีความเท่าเทียมกันมากที่สุด (ดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบจับคู่

	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ลำดับที่	1	2
	4	3
	5	6
	8	7
	↓	↓
	36	35
รวม	18 คน	18 คน

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย (Inclusion criteria)

1. เพศหญิง อายุ 45 - 59 ปี ที่อยู่ในวัยหมดประจำเดือน โดยไม่มีประจำเดือนติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน ซึ่งไม่ได้มีสาเหตุมาจากการผ่าตัดรังไข่หรือมดลูก
2. ออกกำลังกายน้อยกว่า 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยไม่ได้ออกกำลังกายอย่างเป็นระบบในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา
3. ไม่มีโรคประจำตัว ได้แก่ โรคหลอดเลือดสมอง โรคข้ออักเสบ โรคที่เกี่ยวข้องกับข้อต่อและกระดูก ไม่มีปัญหาการมองเห็น โดยใช้แบบสอบถามประวัติสุขภาพ
4. ไม่มีภาวะการทรงตัวบกพร่อง ประเมินโดยใช้การทดสอบ การเดินและกลับตัว 3 เมตร (Timed up and go) ระยะเวลาอยู่ที่ 10 – 20 วินาที

5. ผ่านการประเมินความพร้อมออกกำลังกายโดยใช้แบบประเมินสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย (PAR-Q)

6. มีความสมัครใจเข้าร่วมในการวิจัยและยินดียินยอมเข้าร่วมการวิจัย

7. มีโทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากงานวิจัย (Exclusion criteria)

1. ขาดการออกกำลังกายตามโปรแกรมติดต่อกันมากกว่าร้อยละ 20 ในขณะที่ทำการทดลอง คือ ขาดการออกกำลังกายมากกว่า 8 ครั้งจากทั้งหมด 36 ครั้ง (สำหรับกลุ่มทดลอง)

2. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

เตรียมการสร้างโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. ทบทวนเอกสารและศึกษาการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความสามารถในการทรงตัว และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยมินิแทรมโพลีน

2. ผู้วิจัยศึกษาทำฝึกรองเท้าต่าง ๆ และการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความสามารถในการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจากการทบทวนวรรณกรรม เอกสาร สื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ

3. พัฒนารูปแบบการออกกำลังกายเพื่อสร้างรูปแบบการออกกำลังกายให้เหมาะสม โดยเลือกท่าการออกกำลังกายเพื่อฝึกรองเท้ารูปแบบต่าง ๆ ที่ทำท่ายการทรงตัวด้วยการรบกวนระบบประสาทรับรู้ลึก การเปลี่ยนแปลงจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย การลดพื้นฐานรองรับ และพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัวได้

4. นำรูปแบบการออกกำลังกายไปวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of congruence; IOC) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตามความเชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 3 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านกายภาพบำบัด จำนวน 1 ท่าน

แพทย์ทางด้านระบบข้อต่อและกล้ามเนื้อ จำนวน 1 ท่าน

นำมาหาค่าเฉลี่ย ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.90 จึงถือว่ารูปแบบการออกกำลังกายมีความตรงเชิงเนื้อหาที่ยอมรับได้ (ภาคผนวก ญ)

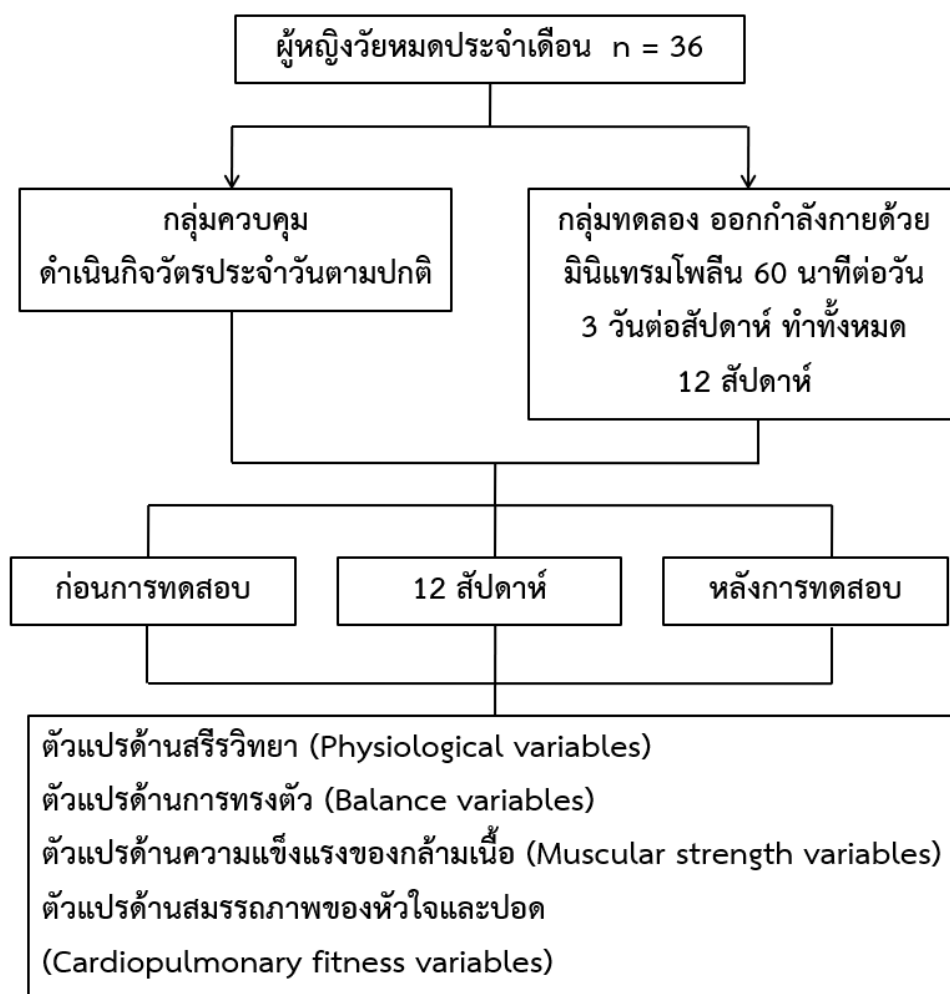
5. ปรับปรุงโปรแกรมการออกกำลังกายตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ
6. การประชาสัมพันธ์เพื่อรับสมัครอาสาสมัครผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยโดยไปประชาสัมพันธ์ทางสื่อออนไลน์ คือ เฟซบุ๊ก ไลน์ อินสตาแกรม โดยสามารถติดต่อเพื่อเข้าร่วมการวิจัยได้ด้วยเบอร์โทรศัพท์ของผู้วิจัยที่ระบุในเอกสารประชาสัมพันธ์ เพื่อนัดวัน และเวลาให้ผู้สนใจเข้าร่วมการวิจัยเข้ามาที่คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7. ผู้วิจัยคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยตามเกณฑ์คัดเข้าและคัดออก โดยใช้แบบสอบถามคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกาย (PAR-Q) และแบบสอบถามประวัติสุขภาพ (ภาคผนวก ง)
8. ชี้แจงให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบถึงวัตถุประสงค์ วิธีการทดลองของงานวิจัยและขอความร่วมมือให้ ผู้เข้าร่วมวิจัยปฏิบัติตามข้อกำหนดและลงนามยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย
9. ผู้เข้าร่วมวิจัยผ่านเกณฑ์และยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
10. สุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองโดยการสุ่มค้อนการประเมินการทรงตัว การเดินและกลับตัว 3 เมตร (Timed up and go) นำค่าระยะเวลาที่ได้มาเรียงลำดับ 1 – 36 แล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 18 คน โดยการจับคู่ (Match by pair)
11. กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองได้รับการทดสอบค่าตัวแปรก่อนการทดลองประกอบด้วย การชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดความดันโลหิต การทดสอบการทรงตัวด้วยโปรแกรม Modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance (m-CTSIB) ซึ่งมีรูปแบบการทดสอบ 4 เงื่อนไข คือ
 1. ทดสอบด้วยการยืนด้วยขาสองข้าง (Eyes open firm surface) 2. ทดสอบด้วยการยืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลับตา (Eyes closed firm surface) 3. ทดสอบด้วยการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม (Eyes open foam surface) และ 4. ทดสอบด้วยการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลับตา (Eyes closed foam surface) โดยใช้เครื่องมือ Biodex balance system (ภาคผนวก จ) ทดสอบการทรงตัวแบบอยู่กับที่ด้วยการยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า (Functional Reach Test) (ภาคผนวก ฉ) และทดสอบการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ด้วยแบบทดสอบ Star excursion balance test (SEBT) (ภาคผนวก ช) ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดเข่า (Quadriceps) และกลุ่มงอเข่า (Hamstrings) ด้วยเครื่อง Isokinetic dynamometer (ภาคผนวก ซ) ทดสอบสมรรถภาพของหัวใจและปอด โดยใช้แบบทดสอบการเดิน 6 นาที (Six minute walk test) (ภาคผนวก ฎ) การทดสอบทั้งหมด

ใช้เวลาประมาณ 60 นาที หลังจากนั้นทำการสอนการใช้มินิแตรัมโพลีนในการออกกำลังกายให้กับกลุ่มทดลอง ณ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

12. ผู้วิจัยทำการส่งมินิแตรัมโพลีน ลูกบอล และเอกสารการออกกำลังกายด้วยมินิแตรัมโพลีนไปยังที่พักของกลุ่มทดลอง มีการส่งวิดีโอการออกกำลังกายด้วยมินิแตรัมโพลีนให้ไปทางไลน์ แอปพลิเคชัน (Line application) การติดตามการออกกำลังกายคือการสร้างกลุ่มไลน์ (Line Group) ในไลน์แอปพลิเคชันเป็นของกลุ่มทดลอง จะมีการให้ผู้เข้าร่วมวิจัยถ่ายวิดีโอขณะออกกำลังกายส่งให้ผู้วิจัยหรือนัดตรวจสอบความถูกต้องผ่านโปรแกรม Zoom Cloud Meeting ทุกสัปดาห์

13. กลุ่มควบคุม (Control group) ดำเนินกิจวัตรประจำวันตามปกติ กลุ่มทดลอง (Experimental group) ออกกำลังกายด้วยมินิแตรัมโพลีน วันละ 60 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยทำการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยมินิแตรัมโพลีน ตามระยะเวลาที่กำหนด 3 ขั้นตอน ได้แก่ การอบอุ่นร่างกาย 10 นาที ขั้นตอนการฝึกตามโปรแกรม 40 นาที และการยืดเหยียดร่างกายหลังการฝึก 10 นาที (ภาคผนวก ฎ)

14. กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองได้รับการทดสอบค่าตัวแปรหลังการทดลองประกอบด้วย การชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดความดันโลหิต การทดสอบการทรงตัวด้วยโปรแกรม Modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance (m-CTSIB) ซึ่งมีรูปแบบการทดสอบ 4 เงื่อนไข คือ 1. ทดสอบด้วยการยืนด้วยขาสองข้าง (Eyes open firm surface) 2. ทดสอบด้วยการยืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลับตา (Eyes closed firm surface) 3. ทดสอบด้วยการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม (Eyes open foam surface) และ 4. ทดสอบด้วยการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลับตา (Eyes closed foam surface) โดยใช้เครื่องมือ Biodex balance system ทดสอบการทรงตัวแบบอยู่กับที่ด้วยการยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า (Functional Reach Test) และทดสอบการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ด้วยแบบทดสอบ Star excursion balance test (SEBT) ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดเข่า (Quadriceps) และกลุ่มงอเข่า (Hamstrings) ด้วยเครื่อง Isokinetic dynamometer ทดสอบสมรรถภาพของหัวใจและปอด โดยใช้แบบทดสอบการเดิน 6 นาที (Six minute walk test) และการทดสอบทั้งหมดใช้เวลาประมาณ 60 นาที ณ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 12 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1 การทดสอบ การเดินและกลับตัว 3 เมตร (Timed up and go) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย (ภาคผนวก ค)
 - 1.2 แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (ภาคผนวก ง)
2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
 - 2.1 โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน (ภาคผนวก ฎ)
 - 2.2 มินิแทรมโพลีน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.22 เมตร รับน้ำหนักได้ประมาณ 100 กิโลกรัม
 - 2.3 ลูกบอล

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 เครื่องมือที่ใช้ทดสอบค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา

3.1.1 เครื่องวัดส่วนสูง

3.1.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก

3.1.3 เครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิตอล (OMRON) ประเทศญี่ปุ่น

3.2 เครื่องมือในการทดสอบความสามารถในการทรงตัว

3.2.1 เครื่อง Balance System SD (BIODEX) ประเทศสหรัฐอเมริกา (ภาคผนวก จ)

3.2.2 ไม้บรรทัด

3.2.3 เทปกาว

3.2.4 สายวัดความยาว

3.3 เครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

3.3.1 เครื่อง Isokinetic Dynamometers (BIODEX) (ภาคผนวก ซ)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยเป็นผู้เก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีผู้ช่วยวิจัยเป็นนิสิตปริญญาตรี จำนวน 2 คน ทำหน้าที่จับเวลาและบันทึกข้อมูล โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้อธิบายรูปแบบการฝึกและการเก็บข้อมูลให้ผู้ช่วยวิจัยเข้าใจอย่างชัดเจน

2. สถานที่ในการเก็บข้อมูล คือ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. กลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองจะต้องอยู่ในโครงการแบ่งเป็น ช่วงทำการทดสอบผลก่อนการทดลอง ช่วงทดลอง 12 สัปดาห์ และช่วงทำการทดสอบผลหลังการทดลอง โดยขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งตามกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง รายละเอียดมีดังนี้

กลุ่มควบคุม มีกิจกรรม คือ

ครั้งที่ 1 : กลุ่มตัวอย่างได้รับการสุ่มเลือกเข้ากลุ่มควบคุม โดยได้รับการทดสอบค่าตัวแปรก่อนการทดลองประกอบด้วย การชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดความดันโลหิต การทดสอบการทรงตัวด้วยโปรแกรม Modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance (m-CTSIB) โดยใช้เครื่องมือ Biodex balance system ทดสอบการทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า (Functional Reach Test) ทดสอบการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ด้วย Star excursion balance test (SEBT) ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง Isokinetic dynamometer ทดสอบสมรรถภาพของหัวใจและปอด โดยใช้แบบทดสอบการเดิน 6 นาที (Six minute walk test) ณ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ครั้งที่ 2 : กลุ่มควบคุมดำเนินกิจกรรมประจำวันตามปกติ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

ครั้งที่ 3 : กลุ่มควบคุมได้รับการทดสอบค่าตัวแปรหลังการทดลองประกอบด้วย การชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดความดันโลหิต การทดสอบการทรงตัวด้วยโปรแกรม Modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance (m-CTSIB) โดยใช้เครื่องมือ Biodex balance system ทดสอบการทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า (Functional Reach Test) ทดสอบการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ด้วย Star excursion balance test (SEBT) ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง Isokinetic dynamometer ทดสอบสมรรถภาพของหัวใจและปอด โดยใช้แบบทดสอบการเดิน 6 นาที (Six minute walk test) ณ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มทดลอง มีกิจกรรม คือ

ครั้งที่ 1 : กลุ่มตัวอย่างได้รับการสุ่มเลือกเข้ากลุ่มทดลอง โดยได้รับการทดสอบค่าตัวแปรก่อนการทดลองประกอบด้วย การชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดความดันโลหิต การทดสอบการทรงตัวด้วยโปรแกรม Modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance (m-CTSIB) โดยใช้เครื่องมือ Biodex balance system ทดสอบการทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า (Functional Reach Test) ทดสอบการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ด้วย Star excursion balance test (SEBT) ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง Isokinetic dynamometer ทดสอบสมรรถภาพของหัวใจและปอด โดยใช้แบบทดสอบการเดิน 6 นาที (Six minute walk test) และมีการสอนการใช้มินิแทรมโพลีนในการออกกำลังกาย ณ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ครั้งที่ 2 - 37 : กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน 3 วันต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลา 36 ครั้ง 12 สัปดาห์ โดยกลุ่มตัวอย่างจะออกกำลังกาย ณ ที่พักของผู้เข้าร่วมวิจัย ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับ มินิแทรมโพลีน ลูกบอลและวิดีโอโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน เพื่อนำไปใช้ในการฝึกออกกำลังกาย และจะมีการให้ผู้เข้าร่วมวิจัยถ่ายวิดีโอขณะออกกำลังกายส่งให้ผู้วิจัย หรือนัดตรวจสอบความถูกต้องผ่านโปรแกรม Zoom Cloud Meeting ทุกสัปดาห์

ครั้งที่ 38 : กลุ่มตัวอย่างได้รับการทดสอบค่าตัวแปรหลังการทดลองประกอบด้วย การชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดความดันโลหิต การทดสอบการทรงตัวด้วยโปรแกรม Modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance (m-CTSIB) โดยใช้เครื่องมือ Biodex balance system ทดสอบการทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า (Functional Reach Test) ทดสอบการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ด้วย Star excursion balance test (SEBT) ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง Isokinetic dynamometer ทดสอบสมรรถภาพของหัวใจและปอด โดยใช้แบบทดสอบการเดิน 6 นาที (Six minute walk test) ณ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลทั้งหมดที่ทำการวัดและทดสอบมาหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, SD) ของทุกตัวแปร
2. เปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยได้ตรวจสอบการแจกแจงข้อมูลด้วย Shapiro-Wilk Test กรณีข้อมูลแจกแจงปกติใช้สถิติ Paired t-test กรณีข้อมูลแจกแจงแบบไม่ปกติใช้สถิตินอนพาราเมตริก คือ Wilcoxon Signed-Rank test
3. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยได้ตรวจสอบการแจกแจงข้อมูลด้วย Shapiro-Wilk Test กรณีข้อมูลแจกแจงปกติใช้สถิติ Independent t-test กรณีข้อมูลแจกแจงแบบไม่ปกติใช้สถิตินอนพาราเมตริก คือ Mann-Whitney U test โดยนำค่าความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลองในแต่ละกลุ่มมาทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม
4. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ เวอร์ชัน 22 (Statistical Package for The Social Science ; SPSS, Version 22) โดยกำหนดค่าความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน ที่มีต่อการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน โดยทำการทดสอบ ก่อน และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม และภายในกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองได้รับโปรแกรมการฝึกการทรงตัวบนมินิแทรมโพลีน จำนวน 18 คน กลุ่มควบคุมดำเนินชีวิตประจำวันปกติโดยไม่ได้รับโปรแกรมการฝึกการทรงตัวบนมินิแทรมโพลีน จำนวน 18 คน โดยนำข้อมูลจากการทดสอบมาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติ โดยทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล โดยใช้ Shapiro-Wilk and Levene's test วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแตกต่างภายในกลุ่ม ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กรณีข้อมูล แจกแจงปกติใช้สถิติแบบรายคู่ (Paired samples t-test) กรณีข้อมูลแจกแจงไม่ปกติใช้สถิติ นอนพาราเมตริก คือ Wilcoxon Signed-Rank test วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 กรณีข้อมูลแจกแจง ปกติใช้สถิติ Independent samples t-test กรณีข้อมูลแจกแจงไม่ปกติใช้สถิติ นอนพาราเมตริก คือ Mann-Whitney U test นำเสนอผลการศึกษาในรูปแบบตาราง แผนภูมิ ประกอบความเรียง โดยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร ด้านสรีรวิทยาในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ความสามารถในการทรงตัวในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพ ของหัวใจและปอดในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร
ด้านสรีรวิทยาในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไปของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p-value
	(n = 18)		(n = 18)			
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
อายุ (ปี)	50.39	3.534	51	3.308	-0.536	0.596
การเดินและกลับตัว 3 เมตร (วินาที)	11.23	0.8	11.37	0.86	-0.49	0.628

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ การเดินและกลับตัว
3 เมตร ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านสรีรวิทยาก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 12 สัปดาห์		t	% Change	p-value
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD			
	น้ำหนัก (กก.)	59.36	8.87	60.04			
ดัชนีมวลกาย (กก./ม ²)	23.8	3.12	24.07	3.36	-2.139	1.134	0.047*
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	81.61	9.72	82	11.89	-0.0148	0.478	0.884
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มม.ปรอท)	123.56	20.43	121.39	19.14	0.631	-1.756	0.536
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มม.ปรอท)	81.17	16.35	78.67	16.14	1.128	-3.08	0.275

*แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสรีรวิทยา ได้แก่ น้ำหนัก และค่าดัชนีมวลกายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านสรีรวิทยาก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 12 สัปดาห์		t	% Change	p-value
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD			
	น้ำหนัก (กก.)	59.23	7.25	58.51			
ดัชนีมวลกาย (กก./ม ²)	23.69	2.49	23.42	2.6	2.214	-1.14	0.041*
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	76.89	10.93	75.56	12.39	0.481	-1.73	0.637
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มม.ปรอท)	124.67	17.75	125.56	17.51	-0.373	0.714	0.714
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มม.ปรอท)	82.89	11.33	80.67	10.58	0.964	-2.678	0.348

*แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสรีรวิทยา ได้แก่ น้ำหนัก และค่าดัชนีมวลกายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวของกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านสรีรวิทยาก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p-value
	n = 18		n = 18			
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
น้ำหนัก (กก.)	59.36	8.87	59.23	7.25	0.049	0.961
ดัชนีมวลกาย (กก./ม ²)	23.8	3.12	23.69	2.49	0.117	0.908
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	81.61	9.72	76.89	10.93	1.37	0.180
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มม.ปรอท)	123.56	20.43	124.67	17.75	-1.74	0.863
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มม.ปรอท)	81.17	16.35	82.89	11.33	-0.367	0.716

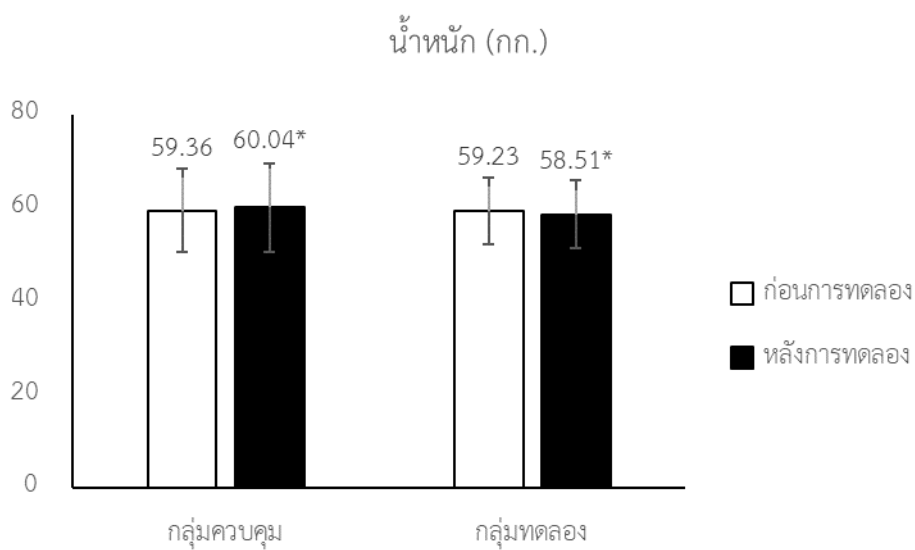
จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสรีรวิทยา ได้แก่ น้ำหนัก ค่าดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



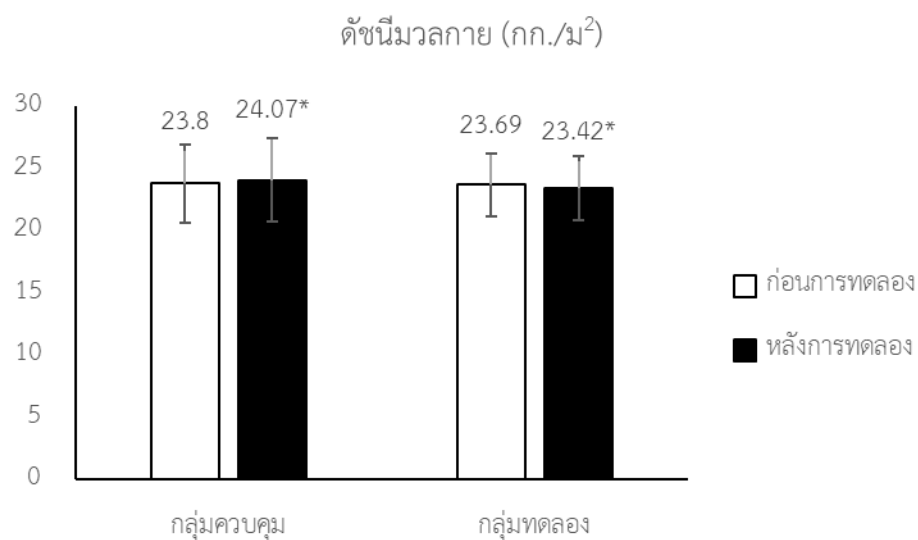
ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านสรีรวิทยาหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p-value
	n = 18		n = 18			
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
น้ำหนัก (กก.)	60.04	9.47	58.51	7.23	0.548	0.587
ดัชนีมวลกาย (กก./ม ²)	24.07	3.36	23.42	2.6	0.655	0.517
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	82	11.89	75.56	12.39	1.592	0.121
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มม.ปรอท)	121.39	19.14	125.56	17.51	-0.681	0.500
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มม.ปรอท)	78.67	16.14	80.67	10.58	-0.440	0.663

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสรีรวิทยา ได้แก่ น้ำหนัก ค่าดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์
ของ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



แผนภูมิที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์
ของ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ
ความสามารถในการทรงตัวในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรความสามารถในการทรงตัวก่อนและ
หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 12 สัปดาห์		t	% Change	p-value
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD			
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้าง	0.57	0.12	0.56	0.11	0.39	-1.76	0.701
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลับตา	0.82	0.25	0.78	0.16	0.861	-4.88	0.401
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม	0.99	0.27	0.98	0.15	0.249	-1.01	0.806
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลับตา	2.61	0.54	2.55	0.52	0.936	-2.3	0.363
ดัชนีการเขโดยเฉลี่ย	1.23	0.21	1.21	0.18	0.314	-1.63	0.757
การทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า (เซนติเมตร)	13.61	1.93	12.99	1.43	1.929	-4.56	0.071
การทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านขวา	69.16	7.19	71.96	5.91	-1.696	4.05	0.108
การทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านซ้าย	68.72	7.46	70.58	6.68	-1.427	2.71	0.172

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยตัวแปรความสามารถในการทรงตัว ได้แก่ ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้าง ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลับตา ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลับตา ดัชนีการเขโดยเฉลี่ย การทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า การทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านขวา และการทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านซ้าย ของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรความสามารถในการทรงตัวก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	% Change	p-value
	ทดลอง		12 สัปดาห์				
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD			
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้าง	0.58	0.16	0.49	0.11	5.8	-15.52	0.000*
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลังตา	0.84	0.24	0.76	0.21	3.271	-9.52	0.008*
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม	1.04	0.3	0.88	0.19	2.882	-15.38	0.002*
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลังตา	2.53	0.62	2.25	0.33	2.224	-11.07	0.006*
ดัชนีการเขโดยเฉลี่ย	1.25	0.25	1.09	0.16	4.36	-12.8	0.000*
การทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า (เซนติเมตร)	13.56	1.51	14.65	2.06	-2.17	8.04	0.044*
การทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านขวา	69.36	7.38	87.28	7.69	-9.781	25.84	0.000*
การทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านซ้าย	67.16	8.58	86.97	6.87	-9.377	28.5	0.000*

* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยตัวแปรความสามารถในการทรงตัว ได้แก่ ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้าง ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลังตา ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลังตา ดัชนีการเขโดยเฉลี่ยดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า การทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านขวา และการทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านซ้าย ของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรความสามารถในการทรงตัวก่อนการทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p-value
	n = 18		n = 18			
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้าง	0.57	0.12	0.58	0.16	-0.247	0.806
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลังตา	0.82	0.25	0.84	0.24	-0.314	0.975
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม	0.99	0.27	1.04	0.3	-0.466	0.800
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลังตา	2.61	0.54	2.53	0.62	0.455	0.764
ดัชนีการเขโดยเฉลี่ย	1.23	0.21	1.25	0.25	-0.365	0.718
การทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า (เซนติเมตร)	13.61	1.93	13.56	1.51	0	1.000
การทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านขวา	69.16	7.19	69.36	7.38	-0.082	0.935
การทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านซ้าย	68.72	7.46	67.16	8.58	0.584	0.563

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยตัวแปรความสามารถในการทรงตัว ได้แก่ ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้าง ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลังตา ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลังตา ดัชนีการเขโดยเฉลี่ย การทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า การทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านขวา และการทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านซ้าย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรความสามารถในการทรงตัวหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p-value
	n = 18		n = 18			
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้าง	0.56	0.11	0.49	0.11	1.962	0.058
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลับตา	0.78	0.16	0.76	0.21	0.329	0.744
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม	0.98	0.15	0.88	0.19	1.61	0.034*
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลับตา	2.55	0.52	2.25	0.33	2.043	0.050*
ดัชนีการเขโดยเฉลี่ย	1.21	0.18	1.09	0.16	2.112	0.042*
การทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า (เซนติเมตร)	12.99	1.43	14.65	2.06	-2.819	0.008*
การทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอซันด้านขวา	71.96	5.91	87.28	7.69	-6.698	0.000*
การทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอซันด้านซ้าย	70.58	6.68	86.97	6.87	-7.257	0.000*

* แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

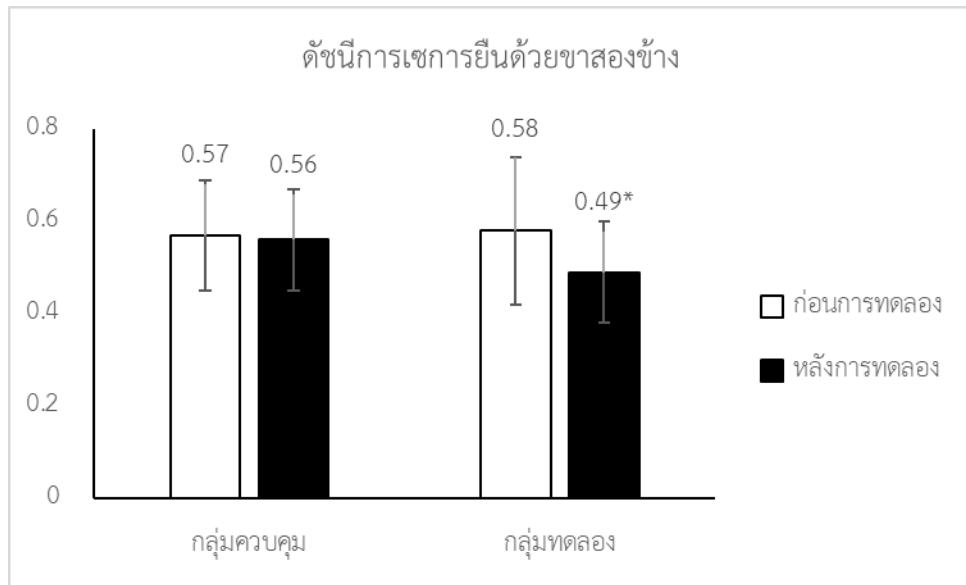
จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยตัวแปรความสามารถในการทรงตัว ได้แก่ ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลับตา ดัชนีการเขโดยเฉลี่ย การทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า การทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอซันด้านขวา และการทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอซันด้านซ้าย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ค่าดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้าง ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลับตา ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความสามารถในการทรงตัวหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p-value
	n = 18		n = 18			
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้าง	0.44	22.11	-15.12	8.4	2.791	0.011*
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลังตา	0.009	21.88	-9.23	14.63	1.489	0.155
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม	7.21	45.79	-12.55	14.24	1.749	0.094
ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลังตา	-1.98	10.06	-2.36	47.54	0.033	0.01*
ดัชนีการเขโดยเฉลี่ย	0.18	13.95	-11.71	9.18	3.022	0.009*
การทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า (เซนติเมตร)	-3.59	11.14	8.93	16.57	-2.66	0.009*
การทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านขวา	4.75	10.65	26.7	13.3	-5.465	0.000*
การทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านซ้าย	3.15	8.41	31.04	16.61	-6.357	0.000*

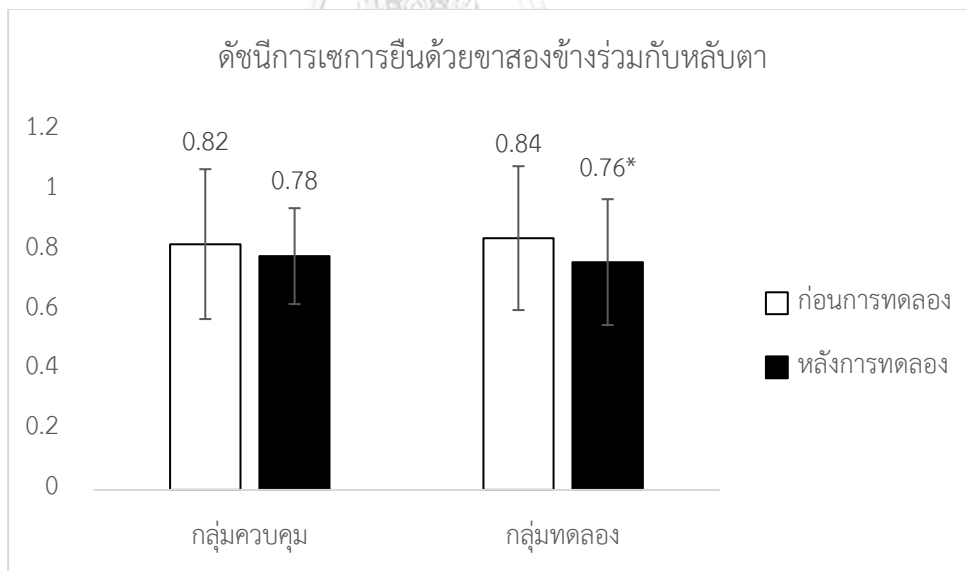
* แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความสามารถในการทรงตัว ได้แก่ ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้าง ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลังตา ดัชนีการเขโดยเฉลี่ย การทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า การทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านขวา และการทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านซ้าย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลังตา ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



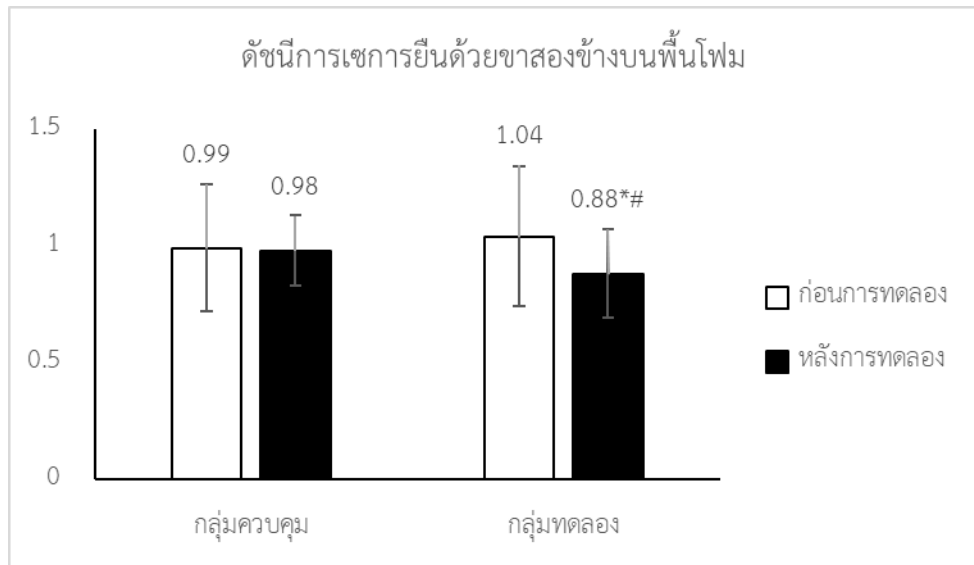
* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีการเซการยื่นด้วยขาสองข้าง ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

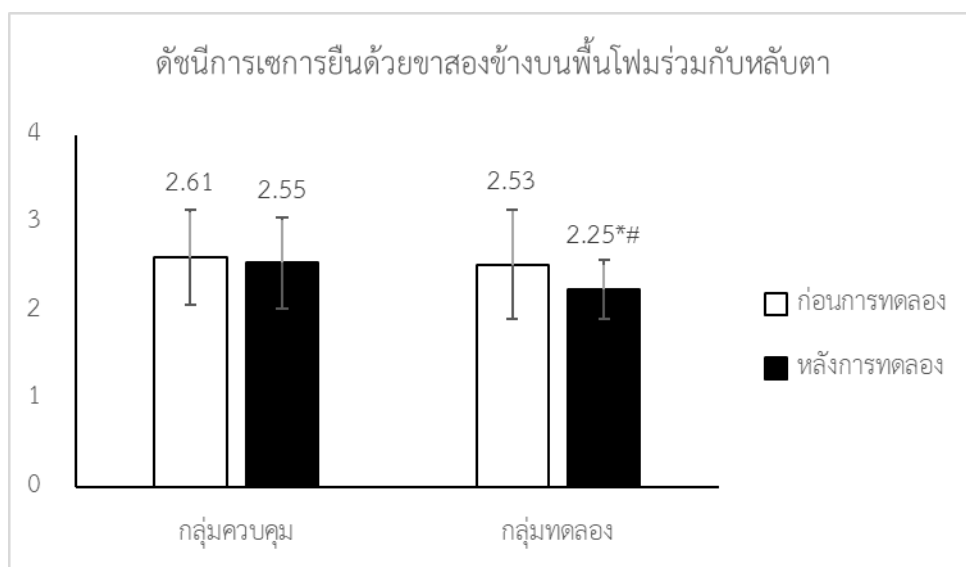
แผนภูมิที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีการเซการยื่นด้วยขาสองข้างร่วมกับหลังตา ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

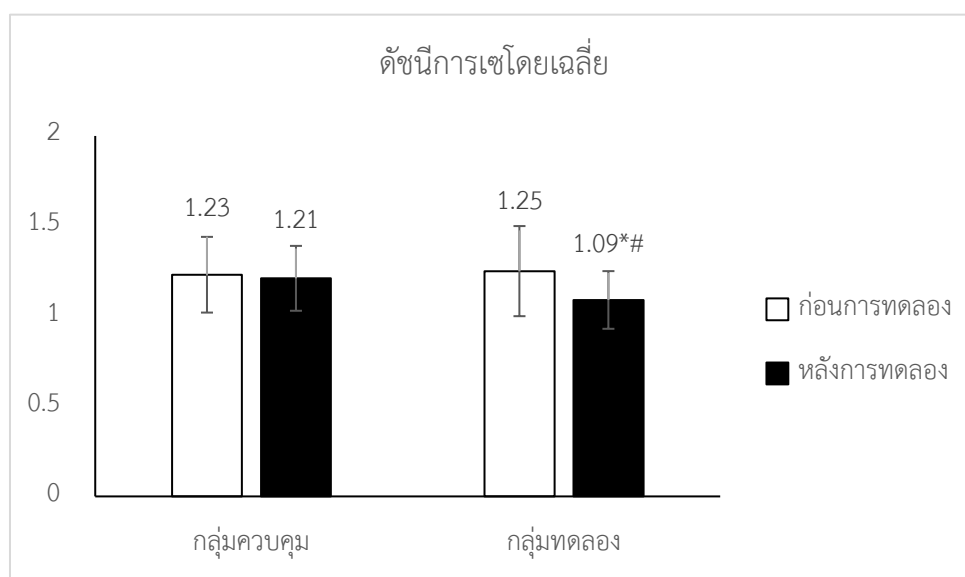
แผนภูมิที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีการเซกรีนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

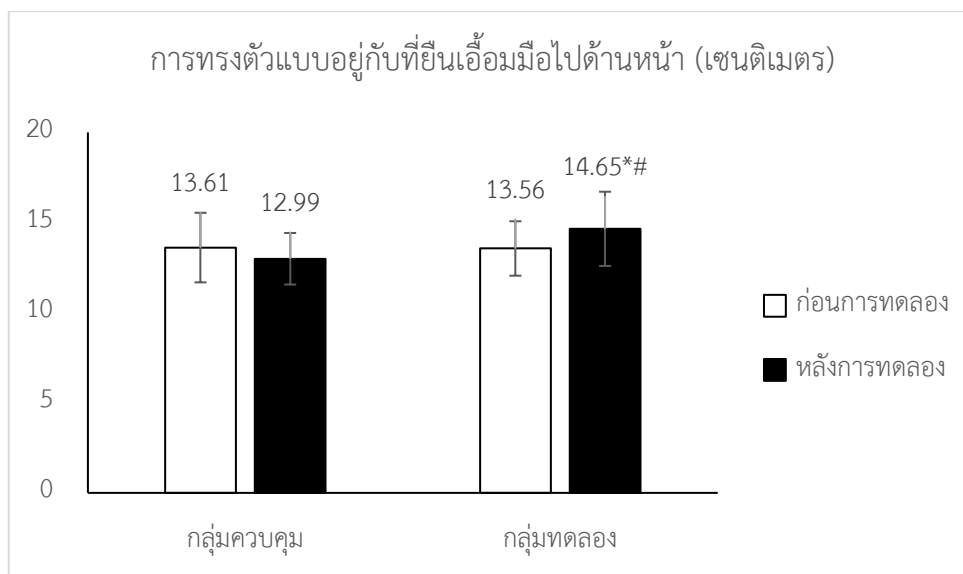
แผนภูมิที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีการเซกรายืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลับตา ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

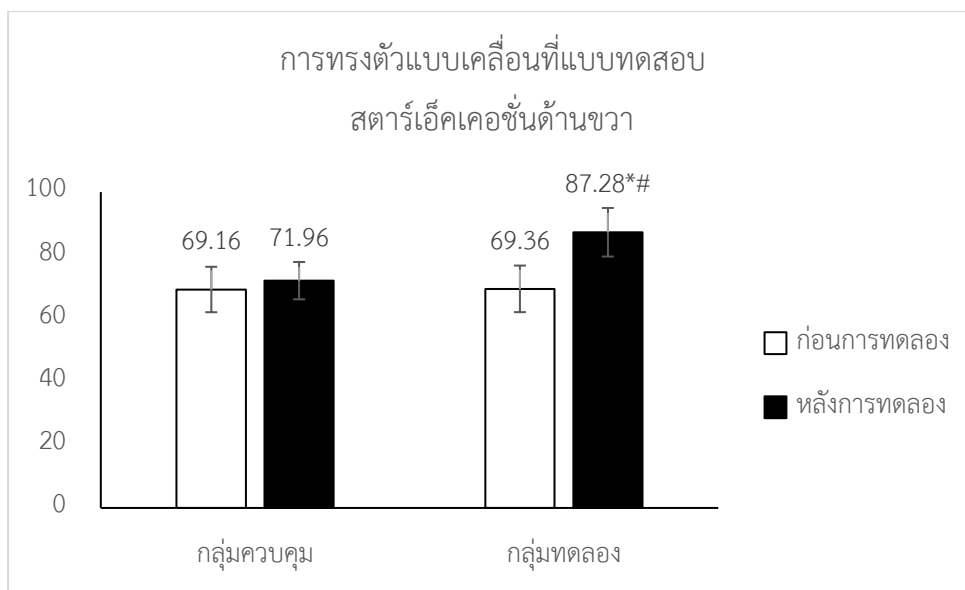
แผนภูมิที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีการเซโดยเฉลี่ย ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

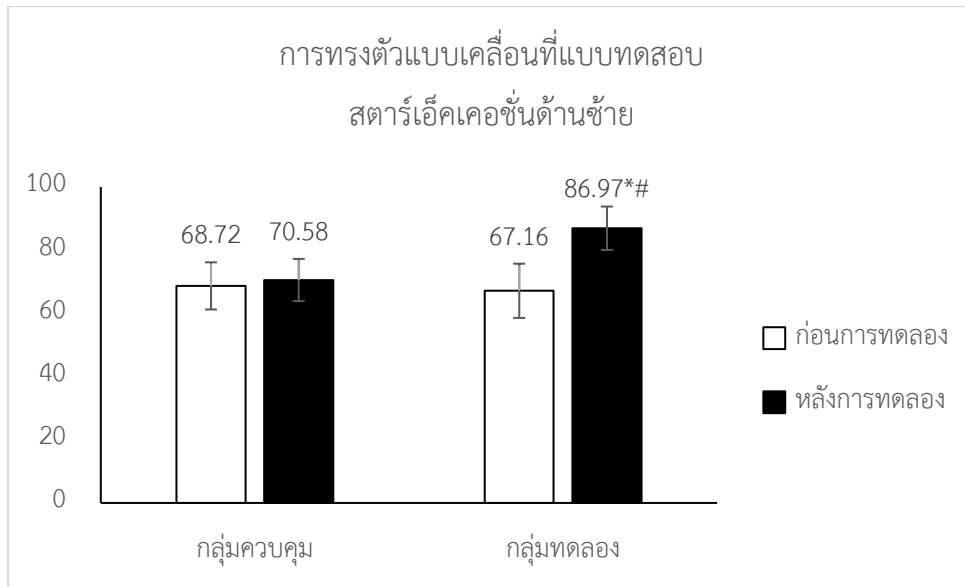
แผนภูมิที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยการทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยการทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เฮ็คเคอชั่นด้านขวา ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยการทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านซ้าย ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความ
แข็งแรงของกล้ามเนื้อในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก่อนและ
หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 12 สัปดาห์		t	% Change	p-value
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD			
ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (นิวตัน-เมตร)							
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเข่าข้างขวา	20.22	11.26	15.84	9.57	2.325	-21.66	0.033*
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเข่าข้างซ้าย	22.22	10.86	18.39	9.6	2.111	-17.24	0.05*
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าข้างขวา	41.37	18.66	40.13	16.38	0.28	-3	0.783
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าข้างซ้าย	40.27	15.18	37.16	18.96	1.049	-7.72	0.309
ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (นิวตัน-เมตร)							
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเข่าข้างขวา	18.02	10.47	14.22	9.3	2.24	-21.09	0.039*
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเข่าข้างซ้าย	19.71	10.01	16.83	9.35	1.625	-14.61	0.123
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าข้างขวา	34.64	16.82	35.11	14.84	-0.122	1.36	0.904
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าข้างซ้าย	32.79	13.33	31.65	15.79	0.481	-3.48	0.637
กำลังกล้ามเนื้อ (วัตต์)							
- กำลังกล้ามเนื้ออเข่าข้างขวา	12.74	7.48	10.74	6.78	1.364	-15.7	0.094
- กำลังกล้ามเนื้ออเข่าข้างซ้าย	14.23	6.93	12.1	6.76	1.516	-14.97	0.148
- กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข่าข้างขวา	21.66	9.58	22.79	10.39	-0.465	5.22	0.648
- กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข่าข้างซ้าย	21.02	8.35	21.92	11.95	-0.421	4.28	0.679

* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเข่าข้างขวา ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเข่าข้างซ้าย ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเข่าข้างขวาของกลุ่มควบคุมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยของค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าข้างขวา ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าข้างซ้าย ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเข่าข้างขวา ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเข่าข้างซ้าย ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าข้างขวา ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเข่าข้างซ้าย ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าข้างขวา ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าข้างซ้าย กำลังกล้ามเนื้ออเข่าข้างขวา กำลังกล้ามเนื้ออเข่าข้างซ้าย กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข่าข้างขวา กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข่าข้างซ้ายของกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	% Change	p-value
	12 สัปดาห์		12 สัปดาห์				
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD			
ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (นิวตัน-เมตร)							
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างขวา	33.18	17.58	39.38	17.19	-3.009	18.69	0.008*
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างซ้าย	33.16	12.21	37.24	12.72	-2.435	12.3	0.037*
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา	58.91	22.88	66.62	15.29	-2.122	13.09	0.049*
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย	56.6	20.12	66.07	17.33	-2.267	16.73	0.037*
ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (นิวตัน-เมตร)							
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างขวา	28.7	15.12	34.73	14.73	-4.096	21.01	0.001*
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างซ้าย	28.41	13	34.09	11	-2.951	19.99	0.010*
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา	49.06	18.71	58.94	15.33	-2.627	20.14	0.018*
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย	48.22	19.23	59.95	17.3	-2.669	24.33	0.016*
กำลังกล้ามเนื้อ (วัตต์)							
- กำลังกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างขวา	23.91	13.03	28.52	9.92	-2.458	19.28	0.025*
- กำลังกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างซ้าย	24.05	8.88	28.08	9.64	-3.056	16.76	0.007*
- กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา	32.91	12.7	46.52	13.87	-5.935	41.36	0.000*
- กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย	31.68	11.23	46.53	15.35	-5.707	46.88	0.000*

* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างขวา ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างซ้าย ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างขวา ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างซ้าย ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย กำลังกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างขวา กำลังกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างซ้าย กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้ายของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก่อนการทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p-value
	n = 18		n = 18			
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (นิวตัน-เมตร)						
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างขวา	20.22	11.26	33.18	17.58	-2.635	0.013*
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างซ้าย	22.22	10.86	33.16	12.21	-2.84	0.008*
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา	41.37	18.66	58.91	22.88	-2.519	0.017*
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย	40.27	15.18	56.6	20.12	-2.75	0.009*
ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (นิวตัน-เมตร)						
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างขวา	18.02	10.47	28.7	15.12	-2.464	0.019*
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างซ้าย	19.71	10.01	28.41	13	-2.251	0.031*
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา	34.64	16.82	49.06	18.71	-2.431	0.021*
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย	32.79	13.33	48.22	19.23	-2.799	0.008*
กำลังกล้ามเนื้อ (วัตต์)						
- กำลังกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างขวา	12.74	7.48	23.91	13.03	-3.152	0.004*
- กำลังกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างซ้าย	14.23	6.93	24.05	8.88	-3.697	0.001*
- กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา	21.66	9.58	32.91	12.7	-2.999	0.005*
- กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย	21.02	8.35	31.68	11.23	-3.231	0.003*

* แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างขวา ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างซ้าย ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างขวา ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างซ้าย ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย กำลังกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างขวา กำลังกล้ามเนื้ออเอเข้าข้างซ้าย กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้ายของกลุ่มทดลองแตกต่างจากและกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p-value
	n = 18		n = 18			
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (นิวตัน-เมตร)						
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างขวา	15.84	9.57	39.38	17.19	-5.075	0.000*
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างซ้าย	18.39	9.6	37.24	12.72	-5.019	0.000*
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา	40.13	16.38	66.62	15.29	-5.017	0.000*
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย	37.16	18.96	66.07	17.33	-4.776	0.000*
ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (นิวตัน-เมตร)						
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างขวา	14.22	9.3	34.73	14.73	-4.995	0.000*
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างซ้าย	16.83	9.35	34.09	11	-5.071	0.000*
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา	35.11	14.84	58.94	15.33	-4.739	0.000*
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย	31.65	15.79	59.95	17.3	-5.127	0.000*
กำลังกล้ามเนื้อ (วัตต์)						
- กำลังกล้ามเนื้ออกเข้าข้างขวา	10.74	6.78	28.52	9.92	-6.277	0.000*
- กำลังกล้ามเนื้ออกเข้าข้างซ้าย	12.1	6.76	28.08	9.64	-5.759	0.000*
- กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา	22.79	10.39	46.52	13.87	-5.81	0.000*
- กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย	21.92	11.95	46.53	15.35	-3.68	0.000*

* แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

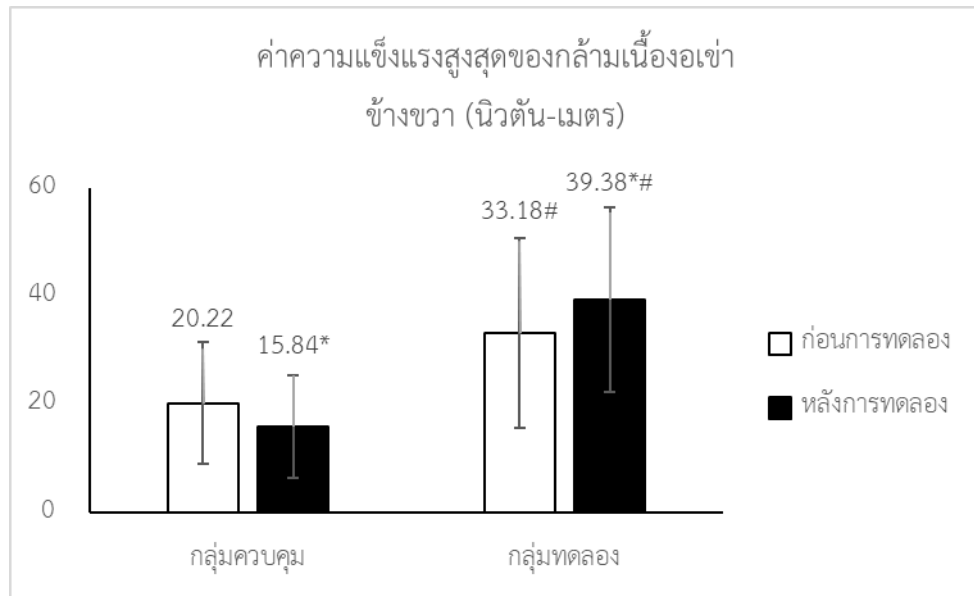
จากตารางที่ 15 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างขวา ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างซ้าย ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างขวา ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างซ้าย ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย กำลังกล้ามเนื้ออกเข้าข้างขวา กำลังกล้ามเนื้ออกเข้าข้างซ้าย กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้ายของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p-value
	n = 18		n = 18			
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (นิวตัน-เมตร)						
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างขวา	-15.52	37.16	29.59	40.84	-3.466	0.001*
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างซ้าย	-12.45	36.4	16.9	30.61	-2.618	0.014*
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา	8.64	59.2	44.18	118.84	-1.136	0.146
- ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย	-2.77	51.72	27.02	43.64	-1.867	0.008*
ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (นิวตัน-เมตร)						
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างขวา	-15.9	37.99	33.45	41.53	-3.72	0.001*
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างซ้าย	-9.98	39.91	67.88	201.81	-1.606	0.019*
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา	13.03	56.71	57.23	143.84	-1.213	0.184
- ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย	4.53	62.08	38	54.2	-1.723	0.012*
กำลังกล้ามเนื้อ (วัตต์)						
- กำลังกล้ามเนื้ออกเข้าข้างขวา	4.76	88.69	45.88	67.14	-1.568	0.01*
- กำลังกล้ามเนื้ออกเข้าข้างซ้าย	-4.19	62.42	25.01	50.8	-1.54	0.008*
- กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา	14.62	66.18	75.59	135.96	-1.711	0.021*
- กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย	13.81	79.31	57.25	51.2	-1.952	0.003*

* แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

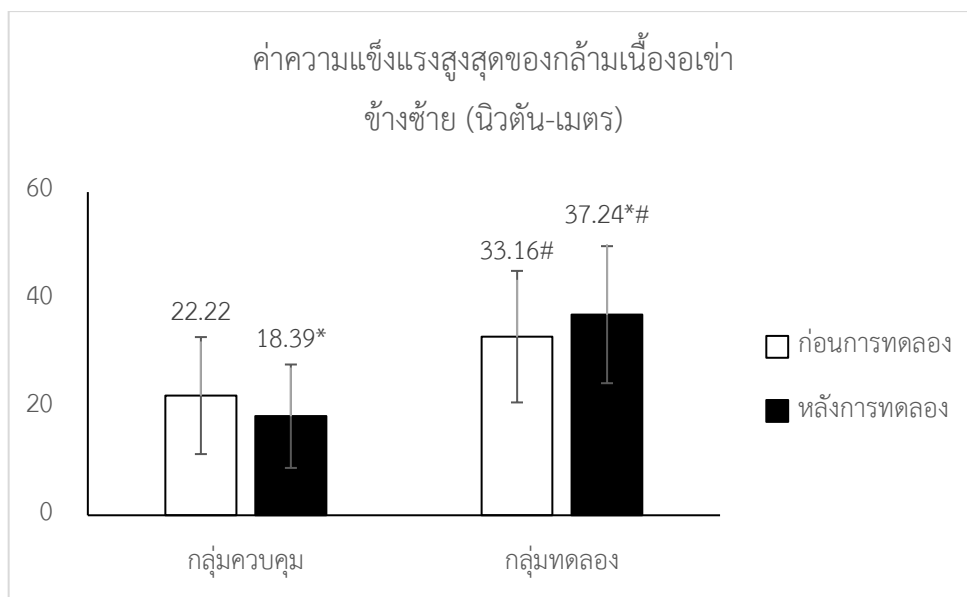
จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างขวา ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างซ้าย ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างขวา ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างซ้าย ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย กำลังกล้ามเนื้ออกเข้าข้างขวา กำลังกล้ามเนื้ออกเข้าข้างซ้าย กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้ายของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวาไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

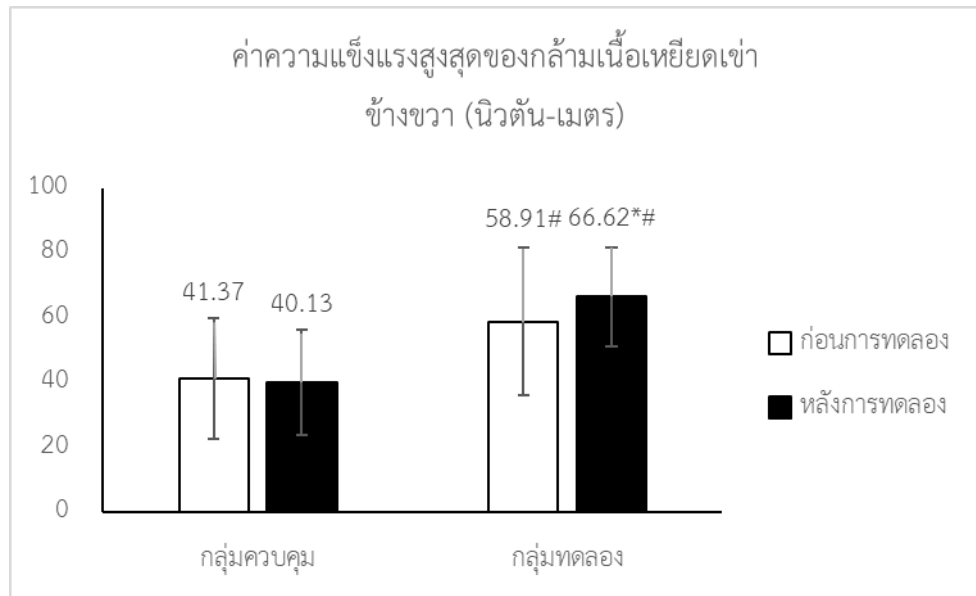
แผนภูมิที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเอเข้าข้างขวา ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

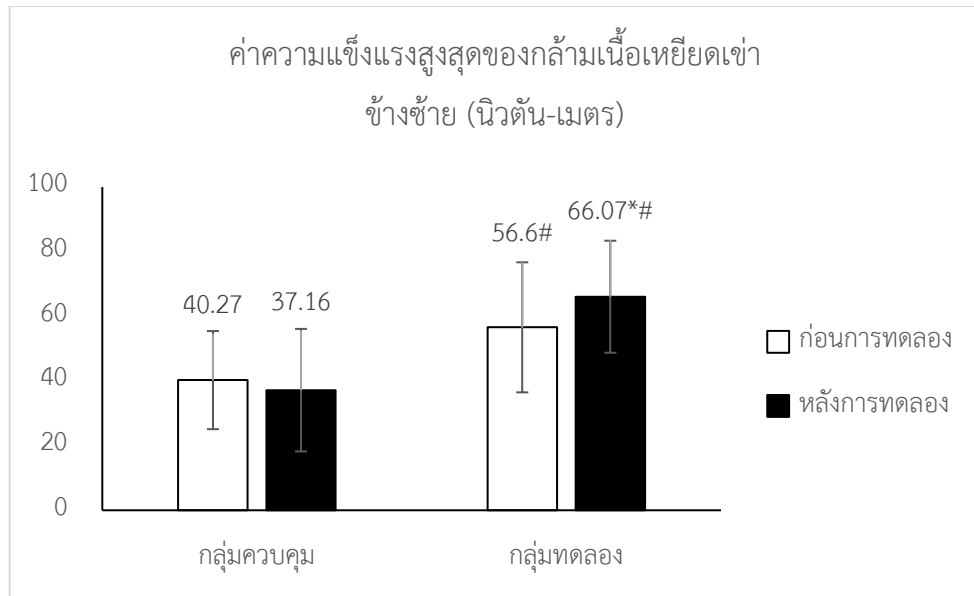
แผนภูมิที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ยค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างซ้าย ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

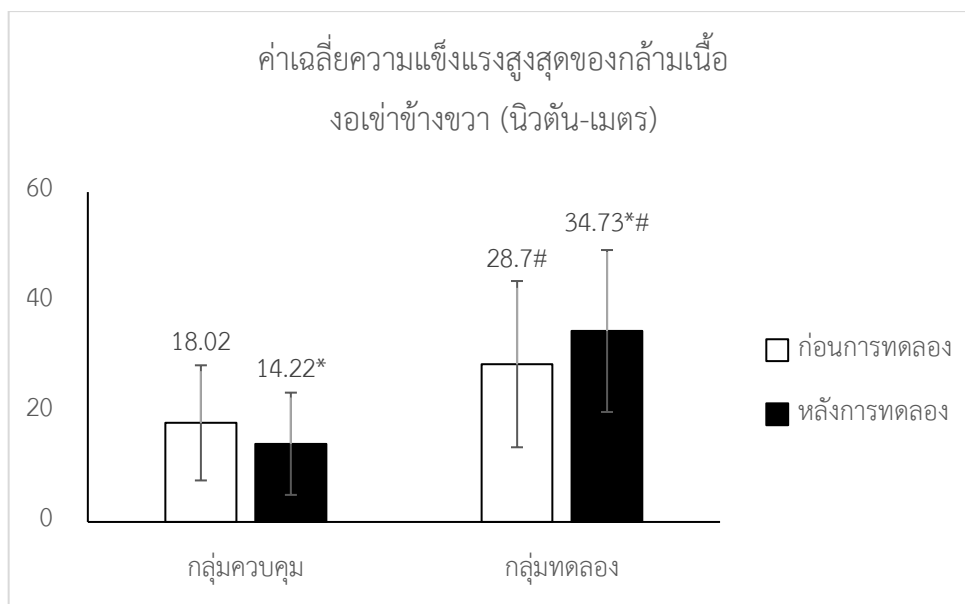
แผนภูมิที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

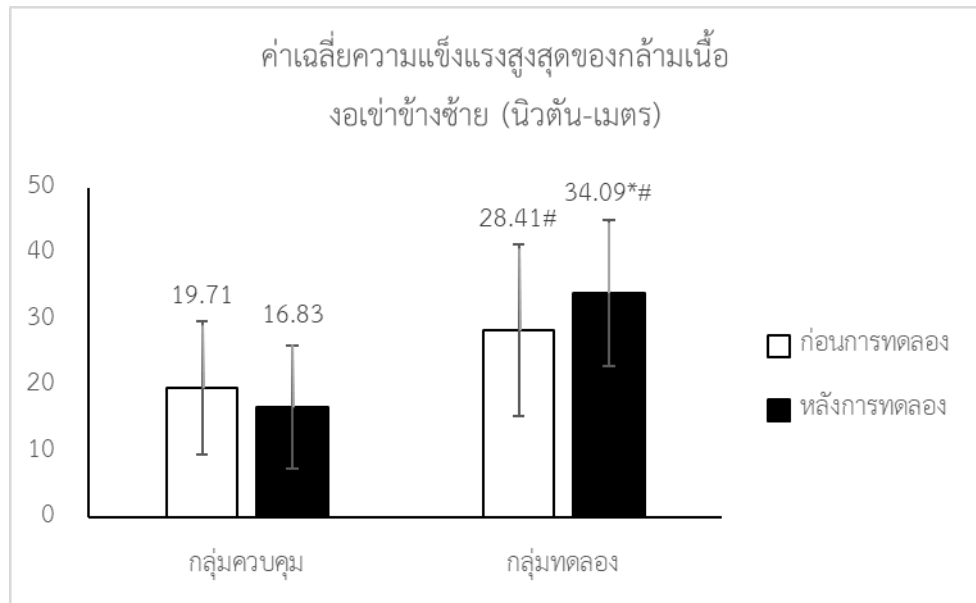
แผนภูมิที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ยค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

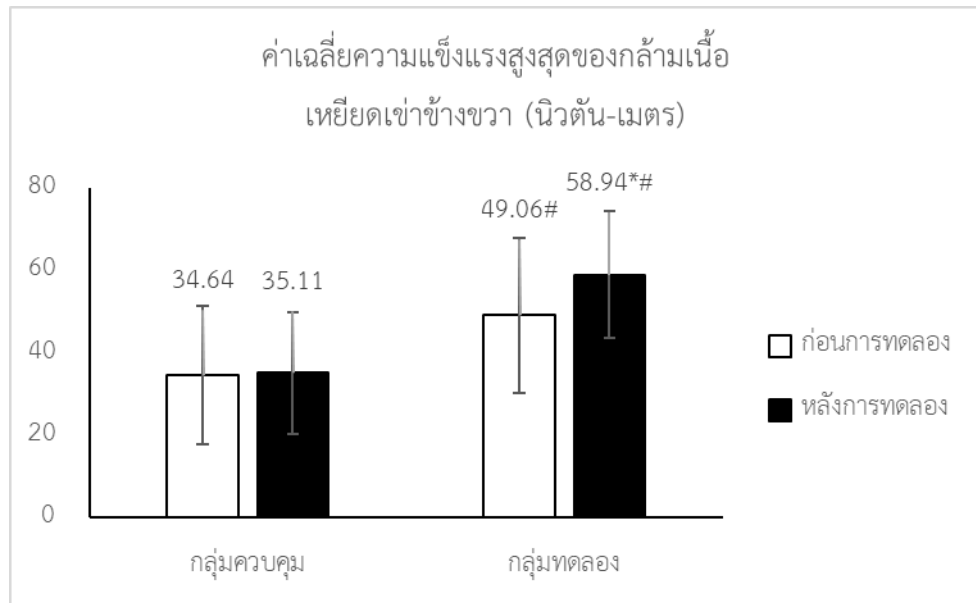
แผนภูมิที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอเข้าข้างขวา ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

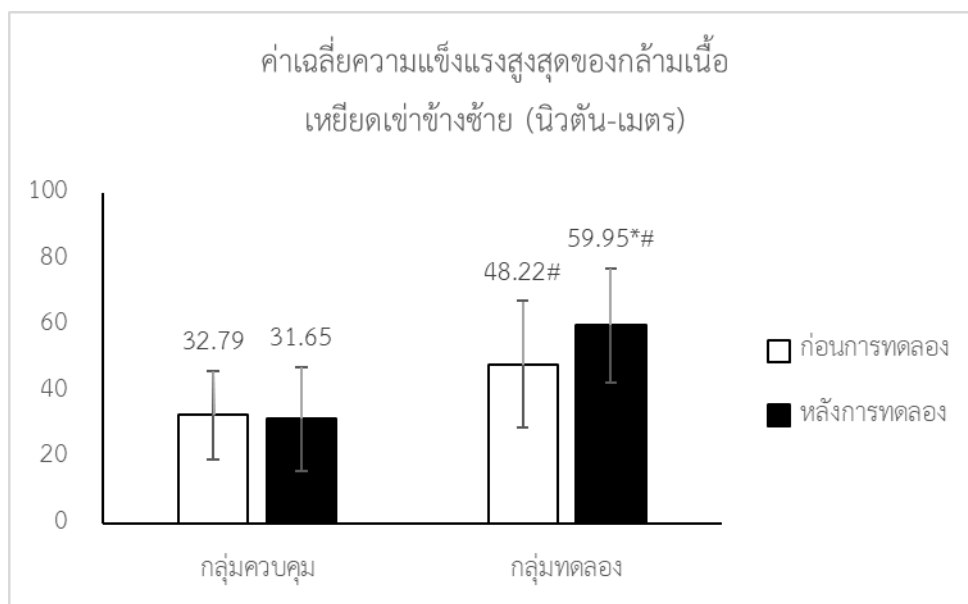
แผนภูมิที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอเข้าข้างซ้าย ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

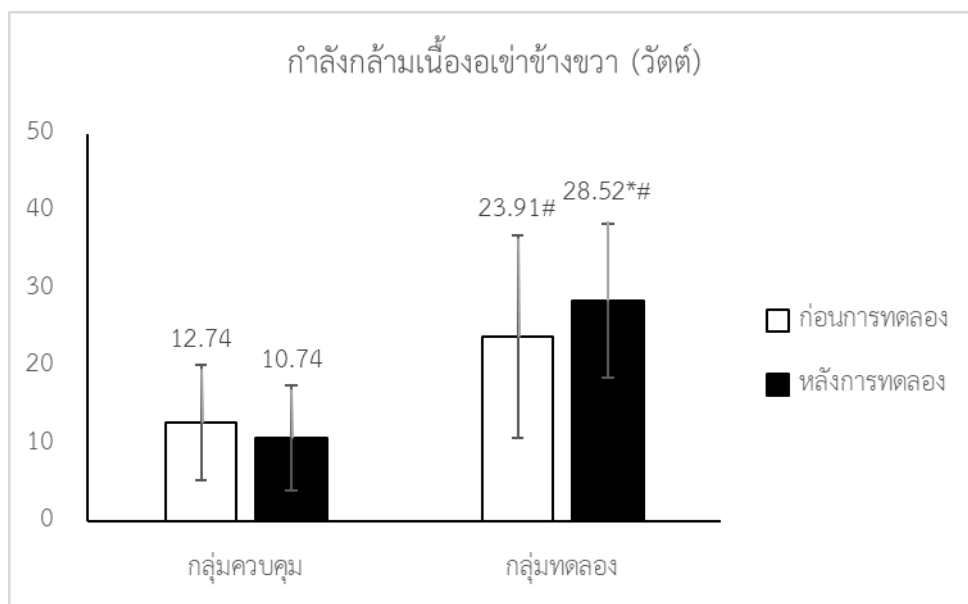
แผนภูมิที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

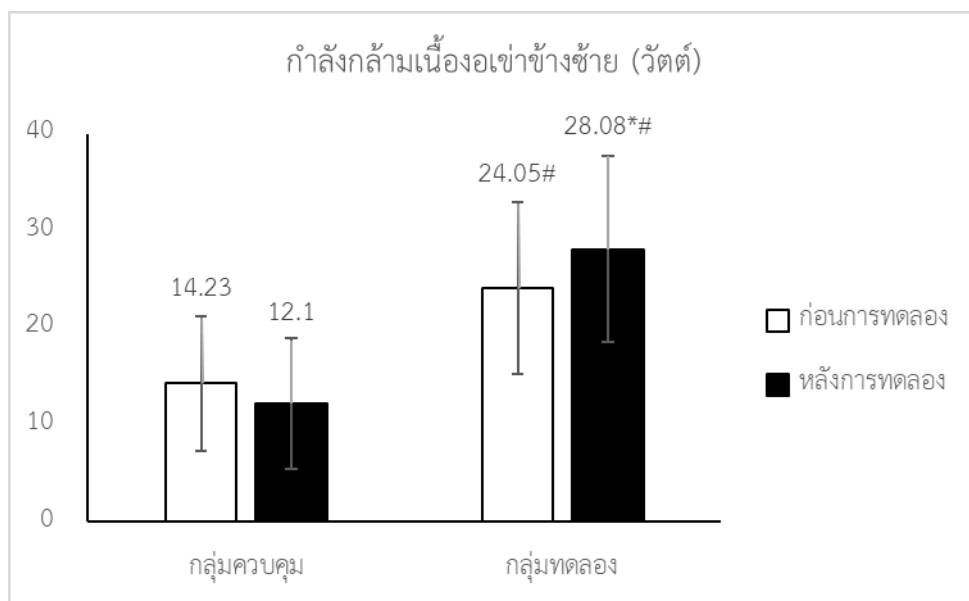
แผนภูมิที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

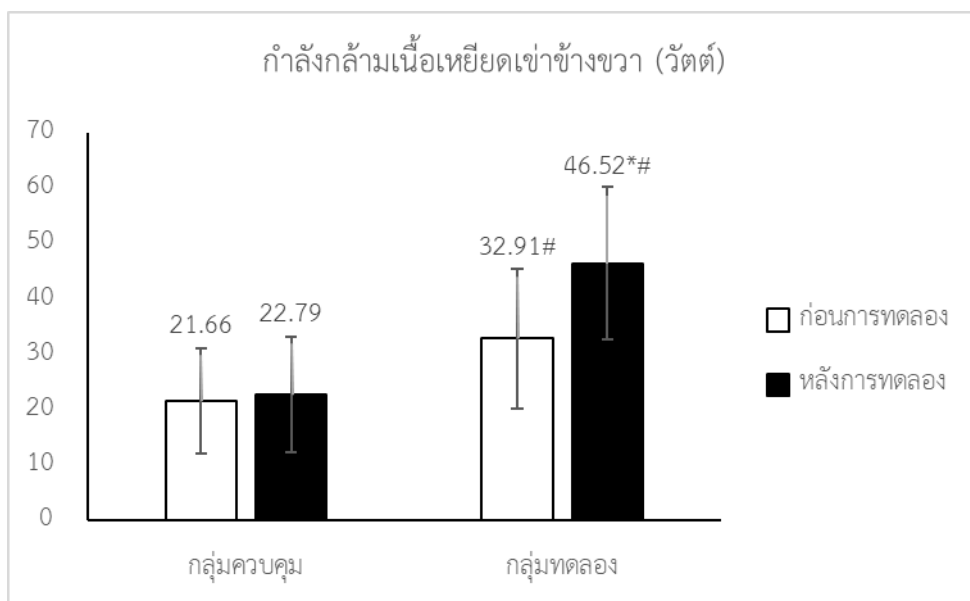
แผนภูมิที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยกำลังกล้ามเนื้อเอนกเข้าข้างขวา ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

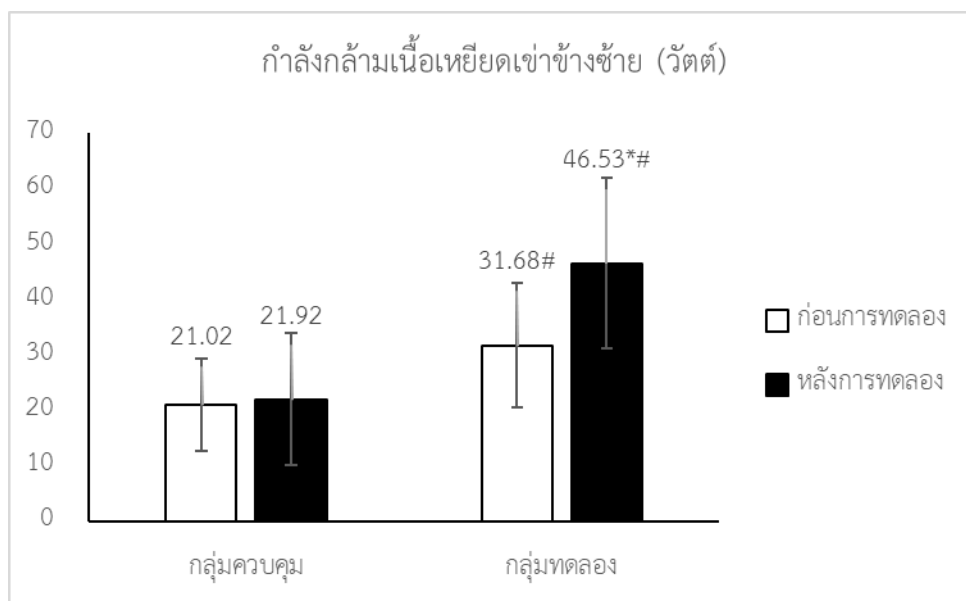
แผนภูมิที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ยกำลังกล้ามเนื้อเอวเข้าข้างซ้าย ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 21 แสดงค่าเฉลี่ยกำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 22 แสดงค่าเฉลี่ยกำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสมรรถภาพของหัวใจและปอดในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสมรรถภาพของหัวใจและปอดก่อนและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 12 สัปดาห์		t	p-value
	ทดลอง		12 สัปดาห์			
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
ทดสอบการเดิน 6 นาที (เมตร)	437.72	43.55	444.39	42.68	-0.589	0.564
อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	31.68	3.44	31.64	4.07	0.72	0.943

จากตารางที่ 17 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยตัวแปรสมรรถภาพของหัวใจและปอด ได้แก่ ทดสอบการเดิน 6 นาที และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสมรรถภาพของหัวใจและปอดก่อน และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ของกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 12 สัปดาห์		t	p-value
	ทดลอง		12 สัปดาห์			
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
ทดสอบการเดิน 6 นาที (เมตร)	452.61	48.55	565.78	63.52	-10.153	0.000*
อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	32.85	3.71	35.71	2.7	-5.067	0.000*

* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 18 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยตัวแปรสมรรถภาพของหัวใจและปอด ได้แก่ ทดสอบการเดิน 6 นาที และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสมรรถภาพของหัวใจและปอดก่อนการทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p-value
	n = 18		n = 18			
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
ทดสอบการเดิน 6 นาที (เมตร)	437.72	43.55	452.61	48.55	-0.969	0.340
อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	31.68	3.44	32.85	3.71	-0.985	0.332

จากตารางที่ 19 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยตัวแปรสมรรถภาพของหัวใจและปอด ได้แก่ ทดสอบการเดิน 6 นาที และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสมรรถภาพของหัวใจและปอดหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p-value
	n = 18		n = 18			
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
ทดสอบการเดิน 6 นาที (เมตร)	444.39	42.68	565.78	63.52	-6.73	0.000*
อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	31.64	4.07	35.71	2.7	-3.54	0.001*

* แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

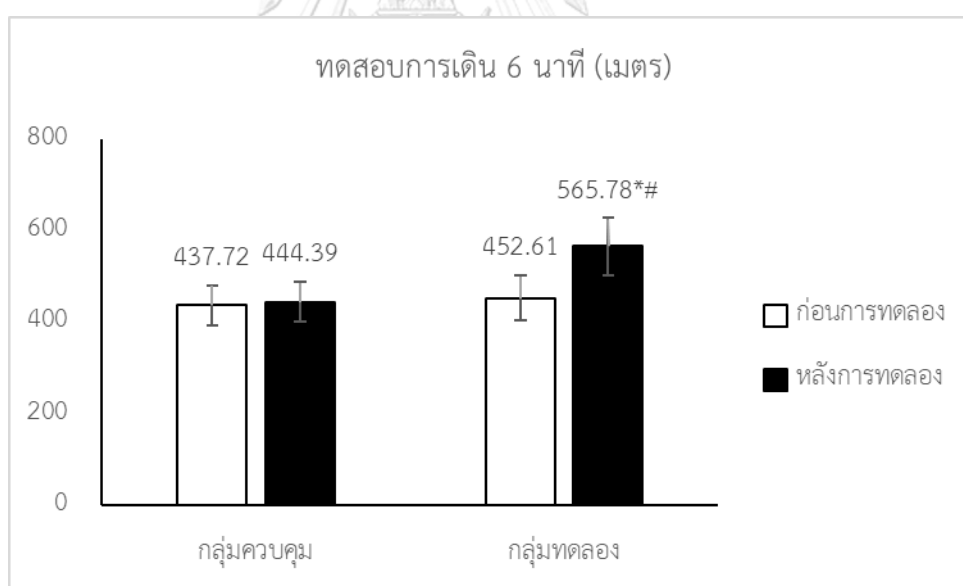
จากตารางที่ 20 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยตัวแปรสมรรถภาพของหัวใจและปอด ได้แก่ ทดสอบการเดิน 6 นาที และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพของหัวใจและปอดหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p-value
	n = 18		n = 18			
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
ทดสอบการเดิน 6 นาที (เมตร)	2.07	10.18	25.44	11.56	-6.438	0.000*
อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิตร/กิโลกรัม/นาที)	-0.07	6.79	9.37	8.4	-3.707	0.001*

* แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

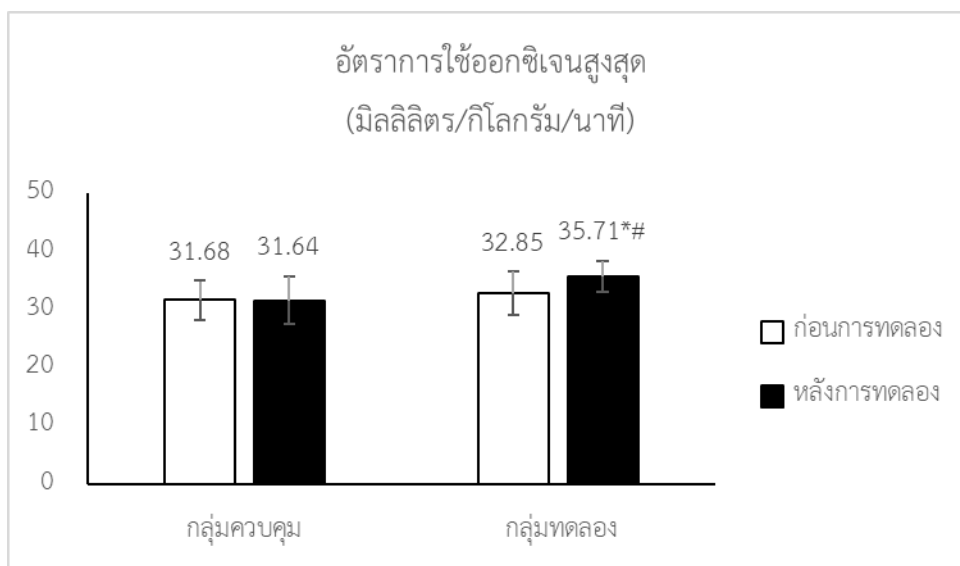
จากตารางที่ 21 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยตัวแปรสมรรถภาพของหัวใจและปอด ได้แก่ ทดสอบการเดิน 6 นาที และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 23 แสดงค่าเฉลี่ยการทดสอบการเดิน 6 นาที ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 24 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแตรัมโพลีนที่มีต่อการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ เพศหญิงวัยหมดประจำเดือนที่เป็นผู้อยู่อาศัยในจังหวัดกรุงเทพมหานคร อายุระหว่าง 45 - 59 ปี การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*Power version 3.1 คำนวณผลการศึกษาจาก Marcio และคณะ (2014) ค่าแอลฟาในระดับนัยสำคัญ (α) เท่ากับ 0.05 ค่าอำนาจการทดสอบ ($1-\beta$) เท่ากับ 0.75 และขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ 0.609 ได้กลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งหมด 30 คน และเนื่องจากงานวิจัยมีระยะเวลาในการทดลอง 12 สัปดาห์ เพื่อป้องกันการขาดหายไปของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจึงเพิ่มกลุ่มตัวอย่างเป็น 36 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง 18 คน และกลุ่มควบคุม 18 คน การสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง โดยการใช้ค่าคะแนนการประเมินการทรงตัว การเดินและกลับตัว 3 เมตร (Timed up and go) นำค่าระยะเวลาที่ได้มาเรียงลำดับ 1 - 36 แล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยการจับคู่ (Match by pair) ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มควบคุม (Control group) ที่ดำเนินกิจวัตรประจำวันตามปกติ จำนวน 18 คน กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มทดลอง (Experimental group) ออกกำลังกายด้วยมินิแตรัมโพลีน จำนวน 18 คน โดยกลุ่มทดลองที่ออกกำลังกายด้วยมินิแตรัมโพลีน ทำการออกกำลังกายด้วยมินิแตรัมโพลีน วันละ 60 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยทำการฝึกตามรูปแบบและระยะเวลาที่กำหนด 3 ขั้นตอน ได้แก่ การอบอุ่นร่างกาย 10 นาที ขั้นตอนการฝึกตามโปรแกรม 40 นาที และการยืดเหยียดร่างกายหลังการฝึก 10 นาที ทั้งกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองได้รับการทดสอบค่าตัวแปรก่อนการทดลองประกอบด้วย การชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดความดันโลหิต การทดสอบการทรงตัวด้วยโปรแกรม Modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance (m-CTSIB) โดยใช้เครื่องมือ Biodex balance system ทดสอบการทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืน เอื้อมมือไปด้านหน้า (Functional Reach Test) ทดสอบการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ด้วย Star excursion balance test (SEBT) ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง Isokinetic

dynamometer ทดสอบสมรรถภาพของหัวใจและปอด โดยใช้แบบทดสอบการเดิน 6 นาที (Six minute walk test) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

นำข้อมูลจากการทดสอบมาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติ โดยทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลโดยใช้ Shapiro-Wilk and Levene's test วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแตกต่างภายในกลุ่มระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กรณีข้อมูลแจกแจงปกติใช้สถิติแบบรายคู่ (Paired samples t-test) กรณีข้อมูลแจกแจงไม่ปกติใช้สถิตินอนพาราเมตริก คือ Wilcoxon Signed-Rank test วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 กรณีข้อมูลแจกแจงปกติใช้สถิติ Independent samples t-test กรณีข้อมูลแจกแจงไม่ปกติใช้สถิตินอนพาราเมตริก คือ Mann-Whitney U test

สรุปผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า

1.1 ภายในกลุ่มทดลอง

1.1.1 มีค่าเฉลี่ยดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้าง ค่าเฉลี่ยดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลังตา ค่าเฉลี่ยดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม ค่าเฉลี่ยดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลังตา ค่าเฉลี่ยดัชนีการเขโดยเฉลี่ย ดีขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.1.2 ค่าเฉลี่ยการทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.1.3 ค่าเฉลี่ยการทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านขวา ค่าเฉลี่ยการทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอชั่นด้านซ้าย เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.1.4 ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างขวา อกเข้าข้างซ้าย เขยียดเข้าข้างขวา เขยียดเข้าข้างซ้าย เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.1.5 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ งอเข้าข้างขวา งอเข้าข้างซ้าย เหยียดเข้าข้างขวา เหยียดเข้าข้างซ้าย เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

1.1.6 หลังการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน กำลังกล้ามเนื้องอเข้าข้างขวา, กำลังกล้ามเนื้องอเข้าข้างซ้าย, กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา, กำลังกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.1.7 หลังการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน ทดสอบการเดิน 6 นาที เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2 ภายในกลุ่มควบคุม

1.2.1 ไม่มีความแตกต่างของค่าดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้าง, ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลังตา, ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม, ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลังตา, ดัชนีการเขโดยเฉลี่ย

1.2.2 ไม่มีความแตกต่างของค่าการทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า

1.2.3 ไม่มีความแตกต่างของค่าการทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอซันด้านขวา และด้านซ้าย

1.2.4 ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอเข้าข้างขวา งอเข้าข้างซ้าย ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แต่ไม่พบความเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา และเหยียดเข้าข้างซ้าย

1.2.5 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอเข้าข้างขวา ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แต่ไม่พบความเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้องอเข้าข้างซ้าย เหยียดเข้าข้างขวา เหยียดเข้าข้างซ้าย

1.2.6 ไม่มีความแตกต่างของค่ากำลังกล้ามเนื้องอเข้าข้างขวา กล้ามเนื้องอเข้าข้างซ้าย กล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวา และกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย

1.2.7 ไม่มีความแตกต่างของค่าทดสอบการเดิน 6 นาที

2. การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า

2.1 ค่าดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม, ดัชนีการเขการยืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลังตา ดัชนีการเขโดยเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.2 ค่าการทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.3 ค่าการทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอซันด้านขวา และด้านซ้าย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.4 ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างขวา อกเข้าข้างซ้าย เขยียดเข้าข้างขวา เขยียดเข้าข้างซ้าย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.5 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้ออกเข้าข้างขวา อกเข้าข้างซ้าย เขยียดเข้าข้างขวา เขยียดเข้าข้างซ้าย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.6 ค่ากำลังกล้ามเนื้ออกเข้าข้างขวา, กำลังกล้ามเนื้ออกเข้าข้างซ้าย, กำลังกล้ามเนื้อเขยียดเข้าข้างขวา, กำลังกล้ามเนื้อเขยียดเข้าข้างซ้าย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.7 ค่าทดสอบการเดิน 6 นาที เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนส่งผลให้พัฒนาการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้สามารถอภิปรายผลในประเด็นสำคัญได้ดังต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของข้อมูลทั่วไปก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง มีอายุเฉลี่ย 51.00 ปี และ 50.39 ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 157.83 เซนติเมตร และ 158.06 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 59.36 กิโลกรัม และ 59.23 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย 23.80 และ 23.69 ค่าคะแนนการประเมินการทรงตัว การเดินและกลับตัว 3 เมตร (Timed up and go) เฉลี่ย 11.37 วินาที และ 11.23 วินาที ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองกลุ่ม

แสดงให้เห็นว่าทั้งสองกลุ่มมีความเหมือนกัน (Homogeneous) ซึ่งสามารถใช้เปรียบเทียบเพื่อดูประสิทธิภาพของโปรแกรมการออกกำลังกายได้อย่างน่าเชื่อถือ (Ekstrom, 1961)

2. ผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนที่มีต่อการทรงตัวในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน

หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ในกลุ่มทดลองที่ออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนมีค่าการทรงตัวที่ดีขึ้นภายในกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ดัชนีการเซกรายืนด้วยขาสองข้าง ดัชนีการเซกรายืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลับตา ดัชนีการเซกรายืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟม และดัชนีการเซกรายืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลับตา และดีขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ดัชนีการเซกรายืนด้วยขาสองข้างบนพื้นโฟมร่วมกับหลับตา ดัชนีการเซโดยเฉลี่ย การทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหน้า การทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอซันด้านขวา การทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็คเคอซันด้านซ้าย

โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนส่งผลทำให้การทรงตัวในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนดีขึ้นเนื่องจาก มินิแทรมโพลีนเป็นอุปกรณ์การฝึกที่มีลักษณะของพื้นผิวสัมผัสที่ไม่มั่นคงเมื่อนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับท่าออกกำลังกายแบบเฉพาะเพื่อฝึกการทรงตัวที่มีการยืนขาคู่ ขาเดียว การยืนด้วยปลายเท้า เป็นการลดฐานการรองรับ (Base of support) จึงช่วยส่งเสริมการกระตุ้นระบบประสาทรับรู้ทางกาย (Proprioception) ที่ฝ่าเท้าถึงความไม่สม่ำเสมอของพื้นที่ไม่มั่นคง โดยกระตุ้นผ่านเส้นประสาทไขสันหลัง (Spinal cord) ส่งข้อมูลไปยังระบบประสาทกลางผ่านเส้นใยประสาทนำเข้า (Afferent nerve fiber) ไปยังสมองส่วนซีรีเบลลัม (Cerebellum) โดยสมองจะรับรู้และส่งกระแสประสาทสั่งการลงมายังกล้ามเนื้อควบคุมความตึงของกล้ามเนื้อ (Muscle tone) ส่งผลต่อการควบคุมกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทรงตัวได้ดีขึ้น (Anderson & Behm, 2005) โดยเฉพาะตัวแปรการควบคุมการทรงตัวด้วยการทดสอบยืนบนพื้นโฟมที่มีค่าดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม เนื่องจากผลของการฝึกออกกำลังกายบนมินิแทรมโพลีนที่มีลักษณะของพื้นผิวที่ยืดหยุ่นไม่สม่ำเสมอซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการยืนบนพื้นโฟม ถึงแม้การทดสอบดัชนีการเซกรายืนด้วยขาสองข้าง ดัชนีการเซกรายืนด้วยขาสองข้างร่วมกับหลับตาบนพื้นเรียบ จะไม่แตกต่างกันในระหว่างกลุ่มแต่พบว่าค่าของกลุ่มทดลองมีแนวโน้มที่ดีขึ้น อีกทั้งโปรแกรมการออกกำลังกายยังมีการรบกวนการมองเห็น (Visual) ซึ่งส่งผลต่อค่าการทดสอบความมั่นคงแบบหลับตาดีขึ้น เนื่องจากการตัดการทำงานของระบบรับรู้การมองเห็น (Visual) ร่างกายจะพยายามใช้งานระบบรับรู้การทรงตัวอื่น ๆ เช่น ระบบรับรู้การทรงตัวในหูชั้นในและประสาทส่วนกลาง (Vestibular system) และระบบกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อ (Proprioceptive system) มากขึ้นเพื่อทดแทนการมองเห็น (Visual) ที่สูญเสียไป เพื่อที่จะส่งข้อมูลประมวลผลไปยังสมองให้ได้มากที่สุด จึงทำให้เกิดการกระตุ้น

การทำงานของระบบรับรู้ทั้ง 2 เพิ่มมากขึ้น เกิดการทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular coordination) ดีขึ้น อีกทั้งการออกกำลังกายด้วยมินิแตรัมโพลีนยังมีการฝึกซ้ำ ๆ ยังทำให้สมองรับรู้การเคลื่อนไหวข้อต่อ (Proprioception) ดีขึ้นและส่งผลให้ควบคุมการหดคลายของกล้ามเนื้อ (Motor control) เพื่อรักษาสมดุลได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของทัศนธิตา ตาลงามดี (ทัศนธิตา ตาลงามดี, 2554) ที่ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบวงจรที่มีต่อการทรงตัว พบว่าค่าดัชนีการเซของการทรงตัวดีขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mitsiou และคณะที่ได้ทำการทดลอง ผลของโปรแกรมฝึกโดยใช้แตรัมโพลีนในการทรงตัวของเด็กที่มีปัญหาความบกพร่องของพัฒนาการในด้านทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อ (Developmental coordination disorder, DCD) หลังการทดลองนักวิจัยได้สรุปว่าการฝึกโดยใช้แตรัมโพลีนสามารถพัฒนาการทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular Coordination) ให้ดีขึ้นได้ (Mitsiou, Sidiropoulou, Giagkazoglou, & Tsimaras, 2011) อีกทั้งการทดสอบการทรงตัวแบบอยู่กับที่ยืนเอื้อมมือไปด้านหลังดีขึ้น โดยโปรแกรมการฝึกมีการถ่ายน้ำหนักควบคุมการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อ อีกทั้งมีการกระตุ้นเช่น การลดหรือการย้ายฐานรับน้ำหนัก (Base of support) การย้ายตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วง (Center of gravity) เช่น ทำยืนบนมินิแตรัมโพลีนและถือลูกบอลยื่นไปหน้าลำตัว ทำให้ตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วง (Center of gravity) จะถูกเลื่อนจากเท้าไปข้างยั้งหน้าลำตัว สมองจะรับรู้และสั่งการควบคุมกล้ามเนื้อให้พยายามรักษาสมดุลอยู่ในฐานรับน้ำหนัก (Base of support) เพื่อไม่ให้ร่างกายสูญเสียการทรงตัว ทำให้เกิดการควบคุมระบบสั่งการของกล้ามเนื้อไปยังกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องในการรักษาสมดุลการทรงตัว เช่น กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstrings) ให้หดตัวในทำยืนเอื้อมมือไปด้านหลัง (Kim, Kim, & Gong, 2011) ส่งผลต่อการควบคุมการทรงตัวที่ดีขึ้น และทำให้ค่าการทดสอบยืนเอื้อมมือไปด้านหลังในกลุ่มทดลองดีขึ้น

3. ผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแตรัมโพลีนที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน

หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ในกลุ่มทดลองที่ออกกำลังกายด้วยมินิแตรัมโพลีนมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ กำลังกล้ามเนื้อที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลจากการเสื่อมสภาพของร่างกายเนื่องจากอายุที่มากขึ้น รวมถึงระดับฮอร์โมนเอสโตรเจนที่ลดลงในผู้หญิงซึ่งหมดประจำเดือน ส่งผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ลดลง (Tiidus, 2011) การออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนส่งผลทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงซึ่งหมดประจำเดือนดีขึ้นเนื่องจากการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน มีท่าทางการออกกำลังกาย เช่น ท่าย่อเข้าค้ำไว้เป็นการใช้กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps) มีลักษณะการออกกำลังกายที่คล้ายคลึงกับการออกกำลังกาย โดยใช้ร่างกายเป็นแรงต้าน (Bodyweight exercises) ในท่าสควอช (Squat) ส่งผลทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps) เพิ่มขึ้น รวมถึงท่าย่อเข้าค้ำไว้ขณะยืนขาเดียวช่วยส่งผลให้เกิดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstrings) อีกทั้งท่ากระโดดในขณะจังหวะลงพื้นและเหยียดเข้าขึ้น กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังจะทำงานในรูปแบบ Eccentric และ Concentric ส่งผลทำให้เกิดการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น (Padulo et al., 2013) อีกทั้งการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนยังมีการใช้กลุ่มมัดกล้ามเนื้อจากการหดเกร็งค้ำ (Isometric) จากการที่ร่างกายพยายามรักษาการทรงตัวจากพื้นที่ไม่มั่นคง โดยเกิดจากการทำงานประสานกันของกลุ่มกล้ามเนื้อทำงาน (Agonist) และกล้ามเนื้อทำงานตรงกันข้าม (Antagonist) อย่างสมดุลเพื่อรักษาการทรงตัว เช่น ท่ายืนถือลูกบอลไปด้านหลัง ตำแหน่งของจุดศูนย์ (Center of gravity) ถ่วงจะย้ายออกจาก Base of support ไปด้านหน้าร่างกายจะสูญเสียสมดุลไปด้านหน้า กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring) จะทำงาน (Agonist) ในรูปแบบ Concentric และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps) จะทำงานตรงกันข้าม (Antagonist) ในรูปแบบ Eccentric เพื่อให้ร่างกายรักษาสมดุลไว้ได้โดยไม่เกิดภาวะล้ม จึงเกิดการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring) เพิ่มขึ้น อีกทั้งในระหว่างการออกกำลังกายมีการถ่ายน้ำหนักไปยังขาข้างใดข้างหนึ่งเพียงข้างเดียว เป็นการเพิ่มแรงต้านที่มากกว่าปกติภายในกล้ามเนื้อ คล้ายกับการออกกำลังกายโดยใช้ร่างกายเป็นแรงต้าน (Bodyweight exercises) กล้ามเนื้อจะทำงานเพื่อที่จะรองรับน้ำหนักของร่างกายทั้งหมด จะเกิดการกระตุ้นการระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อมาใช้ในการทำงาน ส่งผลทำให้เกิดการพัฒนาการของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยเกิดจากการครูดกันของเซลล์กล้ามเนื้อแอกติน (Actin) และไมโอซิน (Myosin) ที่หนักกว่าปกติ จะทำให้เซลล์เกิดความเสียหาย และกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์โปรตีนในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เกิดการรวมตัวของโปรตีนเข้าสู่เซลล์ ส่งผลทำให้เกิดการเจริญเติบโตของเส้นใยกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น (Mark, 2003) จึงเป็นผลทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps) และ

กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring) เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิทวัส สุขแก้วและคณะ (วิทวัส สุขแก้ว, 2555) ได้ทำการทดลองผลของการฝึกเดินแอโรบิกบนมินิแทรมโพลีน พบว่าสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกล้ามเนื้อขาได้ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยิ่งไปกว่านั้นพบว่ากลุ่มควบคุมมีค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 อาจเป็นเหตุผลอันเนื่องมาจากกิจกรรมทางกายที่ลดลงของกลุ่มควบคุมอันเนื่องมาจากการไม่ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกาย และหรือในขณะการทดลองกลุ่มควบคุมพบกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ที่จำกัดการออกไปนอกที่อยู่อาศัย เพื่อควบคุมการระบาดของโรค จึงยิ่งอาจส่งผลต่อกิจกรรมทางกายที่ลดลงส่งผลทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงอีกด้วย (Rolland et al, 2007)

4. ผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนที่มีต่อสมรรถภาพของหัวใจและปอด ในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน

หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ในกลุ่มทดลองที่ออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนมีสมรรถภาพของหัวใจและปอด ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และดีขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิจกรรมทางกายที่ลดลงส่งผลต่อสมรรถภาพของหัวใจและปอด ในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนที่ลดลง (Church, Earnest, Skinner, & Blair, 2007) การออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนเป็นรูปแบบการออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง 40 นาที จึงอาจนับได้ว่าเป็นการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic exercise) และเมื่อนำข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์เปรียบเทียบพบว่า ในขณะที่ออกกำลังกาย ระดับความหนักของการออกกำลังกายจากการสอบถามจาก BORG-CR10 พบว่า อยู่ในระดับคะแนน 3-4 คะแนน ซึ่งเทียบได้ว่าเป็นการออกกำลังกายในระดับปานกลาง (Moderate intensity) ซึ่งส่งผลต่อสมรรถภาพปอดและหัวใจ จึงเป็นผลทำให้ค่าระยะทางในการทดสอบการเดิน 6 นาทีดีขึ้น ซึ่งหมายถึงสมรรถภาพปอดและหัวใจที่ดีขึ้น (Harada, Chiu, Stewart, & rehabilitation, 1999) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rodrigues และคณะ (Rodrigues et al., 2018) ที่ศึกษาผลของมินิแทรมโพลีนที่ช่วยเพิ่มการตอบสนองของสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือดพบว่า การออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนอยู่ในระดับปานกลาง (Moderate intensity) ถึงระดับหนัก (Vigorous intensity) ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มสมรรถภาพของหัวใจ และปอดให้ดีขึ้นได้

สรุปงานวิจัย

ผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน มีการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนส่งผลทำให้การทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพของหัวใจและปอดลดลง การออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน ช่วยเพิ่มการทรงตัว ความแข็งแรง และสมรรถภาพของหัวใจและปอด เนื่องจากมินิแทรมโพลีนมีพื้นผิวที่ไม่มันคง อีกทั้งโปรแกรมการออกกำลังกายยังมีท่าทางที่ลดฐานรองรับของร่างกาย (Base of Support) ระบบการมองเห็น (Visual system) และระบบของหูชั้นใน (Vestibular system) และกระตุ้นระบบรับรู้ของกล้ามเนื้อ และข้อต่อ (Proprioceptive system) มีการเพิ่มความยาก อีกทั้งยังเปลี่ยนตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย (Center of Gravity) ส่งผลทำให้การทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพของหัวใจและปอดเพิ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. เนื่องด้วยการวิจัยการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนในครั้งนี้ ส่วนใหญ่เป็นการออกกำลังกายที่บ้าน เนื่องจากเกิดสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้กลุ่มทดลองอาจต้องกักตัวอยู่ในที่พักอาศัยเป็นเวลานาน ทำให้การออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนเป็นกิจกรรมที่สามารถทำได้ง่าย จึงทำให้การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ไม่พบผู้ที่ออกจากงานวิจัยในระหว่างการดำเนินงานวิจัย (Drop out)
2. การออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนเป็นการออกกำลังกายแบบแรงกระแทกต่ำจึงเหมาะกับทุกเพศ ทุกวัย ถึงอย่างนั้นควรระวังเรื่องการบาดเจ็บจากการล้มออกจากมินิแทรมโพลีน เนื่องจากเป็นพื้นที่ไม่มันคง ดังนั้นควรค่อย ๆ ฝึกเพื่อทำความคุ้นเคย ไม่ควรรีบร้อนหรือหักโหมในการฝึก

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาสมรรถภาพด้านอื่น ๆ เพิ่มเติม ในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน
2. ควรมีการศึกษาตัวแปร อื่น ๆ เพิ่มเติม เนื่องจากการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน มีการกระโดด เกิดแรงกระแทก ซึ่งอาจส่งผลต่อตัวแปรในด้านอื่น ๆ เช่น ตัวแปรมวลกระดูก เป็นต้น
3. ในอนาคตอาจศึกษาการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนในวัยอื่น ๆ

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- ไชยวัฒน์ นามบุญลือ. (2554). การเปรียบเทียบผลของการฝึกเดินแอโรบิกบนมินิแทรมโพลีนในร่ม และ กลางแจ้งต่อการสลายมวลกระดูกและวิตามินดีในหญิงวัยทำงาน. วารสารวิทยาศาสตร์การ กีฬาและสุขภาพ, 13(3), 77-88.
- ถนนอมวงศ์ กฤษณ์เพชร และ สิทธา พงษ์พิบูลย์. (2553). เอกสารคำสอน วิชาสรีรวิทยาการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทัศนธิดา ตาลงามดี. (2559). ผลของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบวงจรที่มีต่อการทรงตัว และ คุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ. วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, 18(3), 95-106.
- นิรุตดี สุขดี. (2554). ผลของการออกกำลังกายโดยใช้ไบซอบอลที่มีต่อการทรงตัว ความแข็งแรงของ กล้ามเนื้อและระบบไหลเวียนโลหิตของเด็กกอล์ฟ. OJED, 10(2), 335-349.
- นิตากร ต้นดีวิบูลชัย. (2554) ผลของการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิคร่วมกับการเสริมวิตามินดี และ แคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงสูงอายุ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา, คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ปนัดดา หัตถโชติ และบพิตร กลางกัลยา. (2549). หนังสือการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในผู้สูงอายุ, 37-61. CHULALONGKORN UNIVERSITY
- โพลีน แซ่ลิม, ธเนศ รัตนวิไล, วิริยะ ทองเรือง และสุกฤทธิรา รัตนวิไล. (2552). การพัฒนาางปูพื้นเพื่อ ลดแรงกระแทกที่เกิดจากการล้มในการประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม, หน้า 1242-1245. 21 - 22 ตุลาคม 2552 ขอนแก่น.
- วิหวัศ สุขแก้ว. (2555). การเปรียบเทียบระหว่างผลของการฝึกเดินแอโรบิกบนมินิแทรมโพลีนและบน พื้นแข็งต่อการสลายมวลกระดูก, สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงวัยทำงาน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา, คณะวิทยาศาสตร์ การกีฬา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล. (2553). **ประชากรและสังคม 2553**. นครปฐม :
มหาวิทยาลัยมหิดล.

สนธยา สีละมาต. (2547). **หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมนึก กุลสถิตพร. (2549). **กายภาพบำบัดในผู้สูงอายุ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ออฟเซ็ท เพรส.

สันต์ ใจยอดศิลป์ (2555). **การออกกำลังกายแบบฝึกกล้ามเนื้อ (Strength Training)**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา
<http://visitdrsant.blogspot.com/2012/10/strength-training.html>.

สุรัสวดี ลินวัต, โฉมสิต แพงสร้อย และศาสตรา เหล่าอรุณคะ. (2561). การพัฒนาวิธีการรักษาสตรีวัยทอง
ด้วย การแพทย์แผนไทยประยุกต์โรงพยาบาลพระปกเกล้าจังหวัดจันทบุรี. **วารสารวิชาการ
MFU Connexion**, 7(1), 1-23.

อมรเทพ วันดี. (2554). **การเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยการเดินร่วมกับการใช้น้ำหนัก
และไทชิที่มีผลในการทรงตัวของผู้สูงอายุเพศหญิง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต,
สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา, คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

American College of Sports Medicine.(2014). **ACSM's guidelines for exercise testing and
prescription**. 9th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Anderson, K.; and Behm, D.G. (2005). Trunk muscle activity increases with unstable squat
movements. **Canadian Journal of Applied Physiology**. 30(1): 33-45.

Anwar AbdelgayedEbida, Mohamed TaherAhmed, MarwaMahmoudEida, Mohamed Salah,
EldienMohamed. (2012). Effect of whole body vibration on leg muscle strength
after healed burns: A randomized controlled trial. **Burns**, 38(7) (November),
1019-1026.

- Aragao, F. A., Karamanidis, K., Vaz, M. A., and Arampatzis, A. (2011). Mini-trampoline exercise related to mechanisms of dynamic stability improves the ability to regain balance in elderly. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, 21(3), 512–518.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2020). **Perceived Exertion (Borg Rating of Perceived Exertion Scale)**. [Online]. 2020. Available from: <https://www.cdc.gov/physicalactivity/basics/measuring/exertion.htm>.
- Church, T. S., Earnest, C. P., Skinner, J. S., & Blair, S. N. (2007). Effects of Different Doses of Physical Activity on Cardiorespiratory Fitness Among Sedentary, Overweight or Obese Postmenopausal Women With Elevated Blood Pressure A Randomized Controlled Trial. **JAMA**, 297(19), 2081-2091. doi:10.1001/jama.297.19.2081 %J JAMA
- Figueroa, A., Park, S. Y., Seo, D. Y., Sanchez-Gonzalez, M. A., & Baek, Y. H. (2011). Combined resistance and endurance exercise training improves arterial stiffness, blood pressure, and muscle strength in postmenopausal women. **Menopause**, 18(9), 980-984.
- BahmanAalizadeh, Hassan Mohammadzadeh, Ali Khazani, Ali Dadras. (2016). Effect of a Trampoline Exercise on the Anthropometric Measures and Motor Performance of Adolescent Students. **International Journal of Preventive Medicine**, 7, 91.
- Cohen H, Blatchly CA, and Gombash LL. (1993). A study of the clinical test of sensory interaction and balance. **PhysTher**, 73, 346-351.
- Cosio-Lima LM, Reynolds KL, Winter C, Paolone V, and Jones MT. (2003). Effects of physioball and conventional floor exercises on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women. **J Strength Cond Res**, 17(4), 721-5.
- Duncan, P.W.; Weiner D.K.; Chandler J.; and Studenski S. (1990). Functional reach: A new clinical measure of balance. **Journal of Gerontology**, 45, M192- M197.

- Ekstrom, R. B. (1961). Experimental studies of homogeneous grouping: A critical review. **The School Review**, 69(2), 216-226.
- Fukuchi, R. K. and M. Duarte (2008). Comparison of three-dimensional lower extremity running kinematics of young adult and elderly runners. **J Sports Sci**, 26(13), 1447-1454.
- Fukuchi, R. K., et al. (2014). Flexibility, muscle strength and running biomechanical adaptations in older runners. **ClinBiomech (Bristol, Avon)**, 29(3), 304-310.
- Gillespie LD, et al. (2009). Interventions for preventing falls in older people living in the community. **Cochrane Database Syst Rev**, 15(2), CD007146.
- Granacher, U., Lacroix, A., Muehlbauer, T., Roettger, K., and Gollhofer, A. (2013). Effects of Core Instability Strength Training on Trunk Muscle Strength, Spinal Mobility, Dynamic Balance and Functional Mobility in Older Adults. **Gerontology**, 59(2), 105-113.
- GyeongHee Cho, GakHwangbo, HyungSoo Shin. (2014). The Effects of Virtual Reality-based Balance Training on Balance of the Elderly. **J PhysTher Sci**, 26(4), 615-617.
- Harada, N. D., Chiu, V., Stewart, A. L. J. A. o. p. m., & rehabilitation. (1999). Mobility-related function in older adults: assessment with a 6-minute walk test. 80(7), 837-841.
- Hertel J, Braham RA, Hale SA, Olmsted-Kramer LC. (2006). Sim-plifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability. **J Orthop Sports PhysTher**, 36, 131-137.
- Hrysomallis, C. (2011). Balance ability and athletic performance. **Sports Med**, 41(3), 221-232.
- Kay, A.V.N. (2010). **Exercise and wellness for older adults: practical programming strategies**. 2nded.

- Keogh, J. W., Kilding, A., Pidgeon, P., Ashley, L., & Gillis, D. (2009). Physical benefits of dancing for healthy older adults: a review. **Journal of aging and physical activity**, 17(4), 479-500.
- Kilroy, E. A., Crabtree, O. M., Crosby, B., Parker, A., and Barfield, W. R. (2016). The Effect Of Single-Leg Stance on Dancer and Control Group Static Balance. **International Journal of Exercise Science**, 9(2), 110-120.
- Kim, Y., Kim, E., & Gong, W. (2011). The effects of trunk stability exercise using PNF on the functional reach test and muscle activities of stroke patients. **Journal of Physical Therapy Science**, 23(5), 699-702.
- Lee, H. M., Cheng, C. K., & Liao, J. J. (2009). Correlation between proprioception, muscle strength, knee laxity, and dynamic standing balance in patients with chronic anterior cruciate ligament deficiency. **The Knee**, 16(5), 387-391.
- Low Choy NL, Brauer SG, and Nitz JC. (2007). Age-related changes in strength and somato sensation during midlife – rationale for targeted preventive intervention programs. **Ann NY AcadSci**, 1114, 180–93.
- Mabuchi, K., Szvetko, D., Pinter, K., & Sreter, F. J. A. J. o. P.-C. P. (1982). Type IIB to IIA fiber transformation in intermittently stimulated rabbit muscles. 242(5), C373-C381.
- Mackinnon, L. T., Ritchie, C. B., Hooper, S. L., & Abernethy, P. J. (2003). **Exercise management: concepts and professional practice**. Human Kinetics.
- Marcio R. de Oliveira, Rubens A. da Silva, Juliana B. Dascal, Denilson C. Teixeira. (2014). Effect of different types of exercise on postural balance in elderly women: A randomized controlled trial. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, 59, 506–514.
- Mabuchi, K., Szvetko, D., Pinter, K., & Sreter, F. J. A. J. o. P.-C. P. (1982). Type IIB to IIA fiber transformation in intermittently stimulated rabbit muscles. 242(5), C373-C381.

Mark A. W. Andrews. (2003). **How does exercise make your muscles stronger?**

Scientificamerican. [online]. 2017. Available from:

<https://www.scientificamerican.com/article/how-does-exercise-make-yo>.

Martínez-Amat, A., Hita-Contreras, F., Lomas-Vega, R., Caballero-Martínez, I., Alvarez, P. J., and Martínez-López, E. (2013). Effects of 12-week proprioception training program on postural stability, gait, and balance in older adults: a controlled clinical trial. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 27(8), 2180-2188.

Mitsiou, M., Sidiropoulou, M., Giagkazoglou, P., & Tsimaras, V. (2011). Effect of trampoline-based intervention program in static balance of children with developmental coordination disorder. **British Journal of Sports Medicine**, 45(2), e1-e1.

Muelas Perez, R., Sabido Solana, R., Barbado Murillo, D., and Moreno Hernandez, F. J. (2014). Visual availability, balance performance and movement complexity in dancers. **Gait Posture**, 40(4), 556-560.

Naessen T, Lindmark B, and Larsen HC. (2007). Hormone therapy and postural balance in elderly women. **Menopause**, 14, 1020-4.

Nitz JC, Low Choy NL. (2004). The relationship between ankle dorsiflexion range, falls and activity level in women aged 40 to 80 years. **N J Physiotherapy**, 32, 121-5.

Nitz JC, Low Choy NL. (2007). **Changes in activity level in women aged 40-80 years**. *Climacteric*, 10, 408-15.

Padulo, J., Tilocca, A., Powell, D., Granatelli, G., Bianco, A., & Paoli, A. (2013). EMG amplitude of the biceps femoris during jumping compared to landing movements. **Springerplus**, 2(1), 1-7.

- ParaskeviGiagazoglou, DimitriosKokaridas, Maria Sidiropoulou, AsteriosPatsiaouras, ChrisanthiKarra, and KonstantinaNeofotistou. (2013). Effects of a trampoline exercise intervention on motorperformance and balance ability of children with intellectual disabilities. **Research in Developmental Disabilities**, 34, 2701–2707
- Pasquali R., Vicennatia V., Bertazzoa D., Casimirria F., Pascala G., Tortellia O., &Labatea A. M. M., (1997). Determinants of sex hormone—binding globulin blood concentrations in premenopausal and postmenopausal women with different estrogen status, **Metabolism**, 5-9.
- Pinckard, K., Baskin, K. K., & Stanford, K. I. (2019). Effects of exercise to improve cardiovascular health. **Frontiers in Cardiovascular Medicine**, 6, 69.
- Rahal, M. A., Alonso, A. C., Andrusaitis, F. R., Rodrigues, T. S., Speciali, D. S., Greve, J.M., and Leme, L. E. (2015). Analysis of static and dynamic balance in healthy elderly practitioners of Tai Chi Chuan versus ballroom dancing. **Clinics (Sao Paulo)**, 70(3), 157-161.
- Rodrigues, G. A., Rodrigues, P. C., da Silva, F. F., Nakamura, P. M., Higino, W. P., & de Souza, R. A. J. B. o. s. (2018). Mini-trampoline enhances cardiovascular responses during a stationary running exergame in adults. **Biology of sport**, 35(4), 335.
- Rolland, Y. M., Perry Iii, H. M., Patrick, P., Banks, W. A., & Morley, J. E. (2007). Loss of appendicular muscle mass and loss of muscle strength in young postmenopausal women. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, 62(3), 330-335.
- Schardong, J., Kuinchtner, G. C., Sbruzzi, G., Plentz, R. D. M., & da Silva, A. M. V. (2017). Functional electrical stimulation improves muscle strength and endurance in patients after cardiac surgery: a randomized controlled trial. **Brazilian journal of physical therapy**, 21(4), 268-273.

- Scheffer AC, Schuurmans MJ, van Dijk N, van der Hooft T, and de Rooij SE. (2008). Fear of falling: Measurementstrategy, prevalence, risk factors and consequences among older persons. **Age Ageing**, 37, 19-24.
- Shumway-Cook, A., and Woollacott, M. H. (2012). **Motor control translating research into clinical practice**. 351 West Camden Street Baltimore, MD 21201: Lippincott Williams & Wilkins.
- Sovelius R., Oksa J., Rintala H., Huhtala H., Ylinen J., and Siitonen S. (2006). Trampoline exercise vs. strength training to reduce neck strain in fighter pilots. **Aviat Space Environ Med**, 77(1).
- Svetlana Nepocatyč, Caroline J Ketcham, Srikant Vallabhajosula, Gytis Balilionis. (2016). The effects of unstable surface balance training on postural sway, stability, functional ability and flexibility in woman. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 58(1-2), 27-34.
- Teomana N., Ozcan A., and Acar B. (2004). The effect of exercise on physical fitness and quality of the in postmenopausal women. **Maturitas**, 47, 71-77.
- Tiidus, P. M. J. T. E. j. o. m. (2011). Benefits of estrogen replacement for skeletal muscle mass and function in post-menopausal females: evidence from human and animal studies. 43(2), 109.
- WHO, WMO, UNEP, and ICNRP. **Global Solar UV Index. A Joint Recommendation of the WHO, WMO, UNEP and ICNRP, Geneva. (2002)**. Wikipedia.
<http://en.wikipedia.org/wiki/Trampoline>. [online]. 2017. Available from: Trampoline. [20 May 2017]
- World Health Organization. **Research on the menopause in the 1990s**. Technical Report Series 866.
- Yao-Ting Chang, J.-C.C., et al. (2015). Effects of Tai Chi Chuan exercise on crossing obstacle in Elder. **Research in Sports Medicine**, 23(3), 315-329.



ภาคผนวก ก

ใบรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมและหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

AF 02-12

 คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: 0-2218-3202, 0-2218-3049 E-mail: eccu@chula.ac.th

COA No. 113/2563

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 048.1/63 : ผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนที่มีต่อการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงซึ่งหมดประจำเดือน

ผู้วิจัยหลัก : นายรุ่งกิจ นະพะศาลา

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้พิจารณา โดยใช้หลัก ของ Belmont Report 1979, Declaration of Helsinki 2013, Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOM) 2016, มาตรฐานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน (มคจ.) 2560, นโยบายแห่งชาติและแนวทางปฏิบัติการวิจัยในมนุษย์ 2558 อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัย เรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม ลงนาม
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปริดา ทัดสินประดิษฐ์) (รองศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนวงศาโรจน์)
ประธาน กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 29 เมษายน 2563 วันหมดอายุ : 28 เมษายน 2564

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

- 1) โครงการวิจัย
- 2) เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและหนังสือแสดงความยินยอมของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
- 3) ผู้วิจัย
- 4) แบบสอบถาม
- 5) ใบประชาสัมพันธ์



เลขที่โครงการวิจัย..... 048.1/63
วันที่รับรอง..... 29 เม.ย. 2563
วันหมดอายุ..... 28 เม.ย. 2564

เงื่อนไข

1. ข้าพเจ้ารับทราบว่าเป็นการสมัครใจ หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่จะระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลหรือข้อมูลจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 02-14) และบทความผลการศึกษาวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทความผลการศึกษาวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 โทร.0-2218-3202
 ที่ จว113...../2563 วันที่ 13 พฤษภาคม 2563
 เรื่อง แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เอกสารแจ้งผ่านการรับรองผลการพิจารณา

ตามที่นิสิต/บุคลากรในสังกัดของท่านได้เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นั้น ในกรณี กรรมการผู้ทบทวนหลักได้เห็นสมควรให้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยได้ ดังนี้

โครงการวิจัยที่ 048.1/63 เรื่อง ผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนที่มีต่อการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน (EFFECTS OF MINI-TRAMPOLINE EXERCISE ON BALANCE AND MUSCULAR STRENGTH IN POSTMENOPAUSE WOMEN) ของ นาย รุ่ง กิจนะพะศาลา นิสิตระดับมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนวงศาโรจน์)

กรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
 กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและหนังสือแสดงยินยอมเข้าร่วมการวิจัยของกลุ่มทดลอง

ชื่อโครงการวิจัย... ผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนที่มีต่อการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงซึ่งหมดประจำเดือน.....

ชื่อผู้วิจัย..... นายรุ่งกิจ..... นະพะศาลา..... ตำแหน่ง..... นิสิตรมหาบัณฑิต.....

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) กองการกีฬา 44 ถนนมิตรไมตรี แขวงดินแดง เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร 10400

(ที่บ้าน) 126 ซ.เจริญกรุง 67 แขวงยานนาวา เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120. เลขที่โครงการวิจัย 048-1/63

โทรศัพท์ที่บ้าน 02-2123063

วันที่รับรอง 29 เม.ย. 2563

โทรศัพท์มือถือ 080-5993685 E-mail : rungkijbcc161@gmail.com

วันหมดอายุ 28 เม.ย. 2564

เรียน อาสาสมัครทุกท่าน

ขอเรียนเชิญเข้าร่วมการวิจัยก่อนท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัยนี้ โปรดทำความเข้าใจในงานวิจัยนี้ว่าเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสามารถสอบถามเพิ่มเติมกับผู้วิจัยได้ตลอดเวลาผู้วิจัยจะอธิบายจนกว่าจะเข้าใจอย่างชัดเจน

1. งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับอะไรและทำเพื่อวัตถุประสงค์ใด

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ เพื่อดูผลที่เกิดกับความสามารถในการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงซึ่งหมดประจำเดือน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนที่มีต่อการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงซึ่งหมดประจำเดือน

2. รายละเอียดของผู้เข้าร่วมการวิจัยและคุณสมบัติ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาในอาสาสมัครที่เป็นเพศหญิง ที่มีอายุระหว่าง 45 - 59 ปี ที่อยู่ในวัยซึ่งหมดประจำเดือน จำนวนทั้งสิ้น 36 คน โดยมีระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย 12 สัปดาห์ โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกเข้าและเกณฑ์การคัดออก ดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย (Inclusion criteria)

1. เพศหญิง อายุ 45 - 59 ปี ที่อยู่ในวัยซึ่งหมดประจำเดือน โดยไม่มีประจำเดือนติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน ซึ่งไม่ได้มีสาเหตุมาจากการผ่าตัดรังไข่หรือมดลูก
2. ออกกำลังกายน้อยกว่า 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยไม่ได้ออกกำลังกายอย่างเป็นระบบในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา
3. ไม่มีโรคประจำตัว ได้แก่ โรคหลอดเลือดสมอง โรคข้ออักเสบ โรคที่เกี่ยวข้องกับข้อต่อและกระดูก ไม่มีปัญหาการมองเห็น โดยใช้แบบสอบถามประวัติสุขภาพ
4. ไม่มีภาวะการทรงตัวบกพร่อง ประเมินโดยใช้แบบประเมิน Timed up and go ระยะเวลาอยู่ที่ 10 - 20 วินาที
5. ผ่านการประเมินความพร้อมออกกำลังกายโดยใช้แบบประเมินสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย (PAR-Q)

6. มีความสมัครใจเข้าร่วมในการวิจัยและยินยติลงลายมือชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

7. มีโทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากงานวิจัย (Exclusion criteria)

1. ขาดการออกกำลังกายตามโปรแกรมติดต่อกันมากกว่าร้อยละ 20 ในขณะที่ทำการทดลอง คือ ขาดการออกกำลังกายมากกว่า 8 ครั้งจากทั้งหมด 36 ครั้ง (สำหรับกลุ่มทดลอง)
2. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้

วิธีการได้มาและการเข้าถึงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

การประชุมสัมมนาเพื่อรับสมัครอาสาสมัครผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยโดยไปประชาสัมพันธ์ทางสื่อออนไลน์ คือ เฟซบุ๊ก ไลน์ อินสตาแกรม โดยสามารถติดต่อเพื่อเข้าร่วมการวิจัยได้ตามที่อยู่และเบอร์โทรศัพท์ของผู้วิจัยที่ระบุในเอกสารประชาสัมพันธ์

การแบ่งกลุ่มผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

การแบ่งกลุ่มผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยโดยการสุ่มผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการใช้ค่าคะแนนการประเมินความสามารถในการทรงตัว โดยการเดินเป็นระยะทาง 3 เมตร นำค่าระยะเวลาที่ได้มาเรียงลำดับ 1 – 36 แล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 18 คน โดยการจับคู่ เพื่อให้แต่ละกลุ่มมีความเท่าเทียมกันมากที่สุด

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ดำเนินชีวิตประจำวันปกติ และไม่ได้ออกกำลังกายด้วยมินิแรมโพลีนเป็นเวลา 12 สัปดาห์ จำนวน 18 คน

กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลอง ได้ออกกำลังกายด้วยมินิแรมโพลีนเป็นเวลา 12 สัปดาห์ จำนวน 18 คน

3. การคัดกรองผู้มีส่วนร่วมฯ ตามเกณฑ์การคัดเข้า-คัดออก

อาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยจะต้องทำแบบทดสอบคัดกรองเข้าร่วมการวิจัย โดยผู้วิจัยจะดำเนินการทดสอบความสามารถในการทรงตัว โดยการเดินเป็นระยะทาง 3 เมตร เพื่อคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย โดยค่าคะแนนอยู่ที่ 11 – 20 วินาที และประเมินตามเกณฑ์คัดเข้าและคัดออก สำหรับผู้ที่ไม่ผ่านการคัดกรองและไม่ได้รับการคัดเลือก ทางผู้วิจัยจะมอบของที่ระลึกเป็นผ้าเช็ดตัวเพื่อแสดงความขอบคุณ

4. การเข้าร่วมงานวิจัยมีการดำเนินการกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยอย่างไร

1. ผู้วิจัยจะอธิบายถึงวัตถุประสงค์ของงานวิจัย และกระบวนการขั้นตอนการวิจัยแก่ผู้ที่มีส่วนร่วมในการคัดเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยจะขอให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยลงชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

2. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะถูกสุ่มเข้าการทดลอง ในกลุ่มทดลอง จำนวน 18 คน ได้รับการออกกำลังกายด้วยมินิแรมโพลีนเป็นเวลา 12 สัปดาห์

3. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะได้รับการทดสอบแปรผันการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพทางกาย ก่อนการให้โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยมินิแรมโพลีน ที่คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยควรสวมเสื้อผ้าที่สบายควรเป็นเสื้อและกางเกง ตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้รับการชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก

3.2 ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้รับการทดสอบความสามารถในการทรงตัว

3.2.1 การทรงตัวขณะอยู่นิ่ง ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการทดสอบความสามารถในการทรงตัว โดยมีการทดสอบทั้งสิ้น 4 รูปแบบ คือ ยืนลิ้มตาบนพื้นแข็ง ยืนหลับตาบนพื้นแข็ง ยืนลิ้มตาบนพื้นนุ่ม และยืนหลับตาบนพื้นนุ่ม

3.2.2 การทรงตัวขณะเคลื่อนไหว ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการทดสอบความสามารถในการทรงตัว โดยการยืนด้วยขาข้างเดียวที่จุดกึ่งกลางของเส้นที่ลากมาตัดกัน 8 เส้น มือทั้ง 2 ข้างทำเอว จากนั้นเหยียดขาอีกข้างหนึ่งไปแตะใน 8 ทิศทางให้ไกลที่สุดเท่าที่สามารถทรงตัวอยู่ได้ และทำการทดสอบการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวโดยการยืนและเอื้อมมือไปทางด้านหน้าให้ไกลที่สุดเท่าที่สามารถทรงตัวอยู่ได้

3.3 ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้รับการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยการนั่งงอเข่าและเหยียดเข่าและมีต้านแรงตลอดช่วงการเคลื่อนไหวโดยใช้เครื่องไอโซโคเนติก



เลขที่โครงการวิจัย 026.143 ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้รับการทดสอบสมรรถภาพทางกาย โดยการใช้แบบประเมินการเดิน 6 นาที

วันที่รับรอง 29 เมษายน 2564 อัตราการเต้นของหัวใจและประเมินระดับความเหนื่อยเพื่อมาคำนวณหาค่าสมรรถภาพทางกาย

วันหมดอายุ 28 เม.ย. 2564

4. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่เป็นกลุ่มทดลองจะได้รับมินิแทรมโพลีน ลูกบอลและวีดีโอโปรแกรมการออกกำลังกาย เพื่อยืมนำไปใช้ในการฝึกออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน ณ ที่พักของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย โดยทำการฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 1 ชั่วโมง และจะมีการนำออกกำลังกายผ่านทางโปรแกรมออนไลน์ทุกสัปดาห์สำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่สนใจจะออกกำลังกายร่วมกัน ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยควรสวมเสื้อผ้าที่เหมาะสมสำหรับการออกกำลังกาย ควรเป็นเสื้อกับกางเกง และรับประทานอาหารก่อนการฝึกอย่างน้อย 1 - 2 ชั่วโมง การฝึกออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน ณ ที่พักของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย แนะนำการวาง มินิแทรมโพลีนติดกับผนังมห้อง เพื่อให้มีที่จับทั้ง 2 ด้านหากมีการเลี้ยวการทรงตัวเพื่อความปลอดภัย



5. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการประเมินค่าตัวแปรความสามารถใน การทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพทางกาย หลังการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

5. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะเก็บเป็นความลับ

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยอย่างรอบคอบ โดยการปกปิดข้อมูลทุกข้อมูลของท่านในการทดลองครั้งนี้ จะไม่มีการระบุชื่อของผู้เข้าร่วมวิจัย จะมีเพียงหมายเลขระบุลำดับการเข้าร่วมการวิจัยเท่านั้น จะมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

6. เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้ว ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทั้งหมดจะถูกทำลาย

7. ความเสี่ยง/อันตราย และความไม่สะดวกต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมงานวิจัย

ความเสี่ยงเกี่ยวกับการทำวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน มีลักษณะการออกกำลังกายที่เป็นแรงกระแทกต่ำ ซึ่งทำให้เกิดความเสี่ยงในการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและข้อต่อที่น้อย แต่มีความเป็นไปได้ที่กลุ่มตัวอย่างอาจเกิดการล้า ก่อนการให้โปรแกรมการออกกำลังกาย ผู้วิจัยจะมีการสอนการใช้มินิแทรมโพลีนอย่างถูกต้องและปลอดภัย แต่หากมีการได้รับบาดเจ็บเกิดขึ้น ผู้วิจัยจะทำการติดต่อสถานพยาบาลใกล้เคียงให้ได้รับการดูแลจากผู้เชี่ยวชาญต่อไป และผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะถูกตัดออกจากการวิจัย และผู้วิจัยจะให้คำแนะนำในการดูแลตนเองเบื้องต้น รวมถึงรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลทั้งหมด

8. ประโยชน์ในการเข้าร่วมการวิจัยและของงานวิจัย

ในการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ท่านจะได้ออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน เพื่อเพิ่มความสามารถในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพทางกาย และยังเป็นประโยชน์ทางวิชาการต่อส่วนรวมที่จะเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัยของท่านในครั้งนี้ ผลการวิจัยจะนำไปประยุกติใช้ในการพัฒนาความสามารถในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและสมรรถภาพทางกายได้



เลขที่โครงการวิจัย... 048.1/63
วันที่รับรอง... 29 เม.ย. 2563
วันหมดอายุ... 28 เม.ย. 2564

AF 04-07

9. การแสดงความขอบคุณผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผู้วิจัยจะแสดงความขอบคุณผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นเงินค่าพาหนะเดินทางและค่าชดเชยการเสียเวลา เป็นจำนวนเงิน 2000 บาท ในกลุ่มทดลอง และผู้วิจัยจัดเตรียมเครื่องดื่มและอาหารว่างให้กับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยหลังการออกกำลังกาย

10. การเข้าร่วมการวิจัยเป็นโดยสมัครใจ สามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผล ไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ และไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้เข้าร่วมวิจัย

11. หากมีข้อสงสัย โปรดสอบถามเพิ่มเติมจากผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

12. หากได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามข้อมูลดังกล่าว สามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202, 0-2218-3049 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัย และเข้าใจข้อมูลดังกล่าวข้างต้นทุกประการแล้ว
จึงลงนามยินยอม/ยินยอมด้วยวาจา เข้าร่วมการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ และได้รับเอกสารไว้

1 ชุดแล้ว

กรณีขอเก็บตัวอย่างชีวภาพที่เหลือไว้เพื่อการวิจัยในอนาคต ข้าพเจ้า

ยินยอมให้เก็บไว้ใช้เป็นเวลา....ปี เพื่อใช้ศึกษาเกี่ยวกับ..... ไม่ยินยอม

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้วิจัยหลัก
วันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้เข้าร่วมการวิจัย
วันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน
วันที่...../...../.....



เลขที่โครงการวิจัย 048-1/63
วันที่รับรอง 29 เม.ย. 2563
วันหมดอายุ 28 เม.ย. 2564

เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและหนังสือแสดงยินยอมเข้าร่วมการวิจัยของกลุ่มควบคุม

ชื่อโครงการวิจัย...ผลของกรรออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนที่มีต่อการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงซึ่งหมดประจำเดือน.....

ชื่อผู้วิจัย.....นายรุ่งกิจ.....นงพะศาลา.....ตำแหน่ง..... นิสิตมหาบัณฑิต.....

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) กองการกีฬา 44 ถนนมิตรไมตรี แขวงดินแดง เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร 10400 (ที่บ้าน) 126 ซ.เจริญกรุง 67 แขวงยานนาวา เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120

โทรศัพท์ที่บ้าน 02-2123063

โทรศัพท์มือถือ 080-5993685 E-mail : rungkijbcc161@gmail.com

เรียน อาสาสมัครทุกท่าน

ขอเรียนเชิญเข้าร่วมการวิจัยก่อนท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัยนี้ โปรดทำความเข้าใจในงานวิจัยนี้ว่าเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสามารถสอบถามเพิ่มเติมกับผู้วิจัยได้ตลอดเวลาผู้วิจัยจะอธิบายจนกว่าจะเข้าใจอย่างชัดเจน

1. งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับอะไรและทำเพื่อวัตถุประสงค์ใด

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ เพื่อดูผลที่เกิดกับความสามารถในการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงซึ่งหมดประจำเดือน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนที่มีต่อการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงซึ่งหมดประจำเดือน

2. รายละเอียดของผู้เข้าร่วมการวิจัยและคุณสมบัติ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาในอาสาสมัครที่เป็นเพศหญิง ที่มีอายุระหว่าง 45 - 59 ปี ที่อยู่ในวัยซึ่งหมดประจำเดือน จำนวนทั้งสิ้น 36 คน โดยมีระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย 12 สัปดาห์ โดยมีเกณฑ์การคัดเลือก และเกณฑ์การคัดออก ดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย (Inclusion criteria)

1. เพศหญิง อายุ 45 - 59 ปี ที่อยู่ในวัยซึ่งหมดประจำเดือน โดยไม่มีประจำเดือนติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน ซึ่งไม่ได้มีสาเหตุมาจากการผ่าตัดรังไข่หรือมดลูก
2. ออกกำลังกายน้อยกว่า 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยไม่ได้ออกกำลังกายอย่างเป็นระบบในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา
3. ไม่มีโรคประจำตัว ได้แก่ โรคหลอดเลือดสมอง โรคข้ออักเสบ โรคที่เกี่ยวข้องกับข้อต่อและกระดูก ไม่มีปัญหาการมองเห็น โดยใช้แบบสอบถามประวัติสุขภาพ
4. ไม่มีภาวะการทรงตัวบกพร่อง ประเมินโดยใช้แบบประเมิน Timed up and go ระยะเวลาอยู่ที่ 10 - 20 วินาที
5. ผ่านการประเมินความพร้อมออกกำลังกายโดยใช้แบบประเมินสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย (PAR-Q)

6. มีความสมัครใจเข้าร่วมในการวิจัยและยินยอมให้ลายมือชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

7. มีโทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากงานวิจัย (Exclusion criteria)

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัย

วิธีการได้มาและการเข้าถึงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย



เลขที่โครงการวิจัย 018.1/63
วันที่รับรอง 29 มิ.ย. 2563
วันหมดอายุ 28 มิ.ย. 2564

การประชุมสัมมนาเพื่อรับสมัครอาสาสมัครผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยโดยไปประชาสัมพันธ์ทางสื่อออนไลน์ คือ เฟซบุ๊ก ไลน์ อินสตาแกรม โดยสามารถติดต่อเพื่อเข้าร่วมการวิจัยได้ตามที่อยู่และเบอร์โทรศัพท์ของผู้วิจัยที่ระบุในเอกสารประชาสัมพันธ์

การแบ่งกลุ่มผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

การแบ่งกลุ่มผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยโดยการสุ่มผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการใช้ค่าคะแนนการประเมินความสามารถในการทรงตัว โดยการเดินเป็นระยะทาง 3 เมตร นำค่าระยะเวลาที่ได้มาเรียงลำดับ 1 – 36 แล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 18 คน โดยการจับคู่ เพื่อให้แต่ละกลุ่มมีความเท่าเทียมกันมากที่สุด

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ดำเนินชีวิตประจำวันปกติ และไม่ได้ออกกำลังกายด้วยมินิแตรมโพลีนเป็นเวลา 12 สัปดาห์ จำนวน 18 คน

กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลอง ได้ออกกำลังกายด้วยมินิแตรมโพลีนเป็นเวลา 12 สัปดาห์ จำนวน 18 คน

3.การคัดกรองผู้มีส่วนร่วมฯ ตามเกณฑ์การคัดเข้า-คัดออก

อาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยจะต้องทำแบบทดสอบคัดกรองเข้าร่วมการวิจัย โดยผู้วิจัยจะดำเนินการทดสอบความสามารถในการทรงตัว โดยการเดินเป็นระยะทาง 3 เมตร เพื่อคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย โดยค่าคะแนนอยู่ที่ 11 – 20 วินาที และประเมินตามเกณฑ์คัดเข้าและคัดออก สำหรับผู้ที่ไม่ผ่านการคัดกรองและไม่ได้รับการคัดเลือก ทางผู้วิจัยจะมอบของที่ระลึกเป็นผ้าเช็ดตัวเพื่อแสดงความขอบคุณ

4.การเข้าร่วมงานวิจัยมีการดำเนินการกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยอย่างไร

1. ผู้วิจัยจะอธิบายถึงวัตถุประสงค์ของงานวิจัย และกระบวนการขั้นตอนการวิจัยแก่ผู้ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยจะขอให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยลงชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

2. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะถูกสุ่มเข้าการทดลอง ในกลุ่มควบคุม จำนวน 18 คน ดำเนินชีวิตประจำวันปกติ และไม่ได้รับการออกกำลังกายด้วยมินิแตรมโพลีนเป็นเวลา 12 สัปดาห์

3. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะได้รับการทดสอบแปรผันการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพทางกาย ที่คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยควรสวมเสื้อผ้าที่สบาย ควรเป็นเสื้อและกางเกง ตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้รับการชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก

3.2 ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้รับการทดสอบความสามารถในการทรงตัว

3.2.1 การทรงตัวขณะอยู่นิ่ง ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการทดสอบความสามารถในการทรงตัว โดยมีการทดสอบทั้งสิ้น 4 รูปแบบ คือ ยืนลิ้มตาบนพื้นแข็ง ยืนหลับตาบนพื้นแข็ง ยืนลิ้มตาบนพื้นนุ่ม และยืนหลับตาบนพื้นนุ่ม

3.2.2 การทรงตัวขณะเคลื่อนไหว ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการทดสอบความสามารถในการทรงตัว โดยการยืนด้วยขาข้างเดียวที่จุดกึ่งกลางของเส้นที่ลากมาตัดกัน 8 เส้น มือทั้ง 2 ข้างเท้าเอว จากนั้นเหยียดขาอีกข้างหนึ่งไปแตะใน 8 ทิศทางให้ไกลที่สุดเท่าที่สามารถทรงตัวอยู่ได้ และทำการทดสอบการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวโดยการยืนและเอื้อมมือไปทางด้านหน้าให้ไกลที่สุดเท่าที่สามารถทรงตัวอยู่ได้

3.3 ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้รับการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยการนั่งงอเข้าและเหยียดเข้าและมีต้านแรงตลอดช่วงการเคลื่อนไหวโดยใช้เครื่องไอโซโคเนติก

3.4 ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้รับการทดสอบสมรรถภาพทางกาย โดยการใช้แบบประเมินการเดิน 6 นาที และวัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจและประเมินระดับความเหนื่อยเพื่อมาคำนวณค่าสมรรถภาพทางกาย

4. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่เป็นกลุ่มควบคุมจะให้ดำเนินการชีวิตประจำวันปกติ โดยไม่ได้รับการออกกำลังกายด้วยมินิแตรมโพลีน เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์



048.1/63
วันที่รับรอง 29 เม.ย. 2563
วันที่มอบหมาย 28 เม.ย. 2564

AF 04-07

5. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการประเมินค่าตัวแปรความสามารถใน การทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพทางกาย หลังครบ 12 สัปดาห์

5. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะเก็บเป็นความลับ

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยอย่างรอบคอบ โดยการปกปิดข้อมูลทุกข้อมูลของท่านในการทดลองครั้งนี้ จะไม่มีการระบุชื่อของผู้เข้าร่วมวิจัย จะมีเพียงหมายเลขระบุลำดับการเข้าร่วมการวิจัยเท่านั้น จะมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

6. เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้ว ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทั้งหมดจะถูกทำลาย

7. ความเสี่ยง/อันตราย และความไม่สะดวกต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมงานวิจัย

ความเสี่ยงเกี่ยวกับการทำวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากมีการประเมินหลายเครื่องมือวิจัย มีความเป็นไปได้ที่กลุ่มตัวอย่างอาจเกิดการล้า แต่หากมีการได้รับบาดเจ็บเกิดขึ้น ผู้วิจัยจะทำการติดต่อสถานพยาบาลใกล้เคียงให้ได้รับการดูแลจากผู้เชี่ยวชาญต่อไป และผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะถูกตัดออกจากกรวิจัย และผู้วิจัยจะให้คำแนะนำในการดูแลตนเองเบื้องต้น รวมถึงรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาทั้งหมด

8. ประโยชน์ในการเข้าร่วมการวิจัยและของงานวิจัย

ในการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ท่านจะได้ทดสอบความสามารถในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพทางกาย และยังเป็นประโยชน์ทางวิชาการต่อส่วนรวมที่จะเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัยของท่านในครั้งนี้ ผลการวิจัยจะนำไปประมณไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความสามารถในการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและสมรรถภาพทางกายได้ และหากผลการดำเนินการวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ทางผู้วิจัยจะให้เอกสารแนะนำการออกกำลังกายเพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

9. การแสดงความขอบคุณผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผู้วิจัยจะแสดงความขอบคุณผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นเงินค่าพาหนะเดินทางและค่าชดเชยการเสียเวลา เป็นจำนวนเงิน 300 บาท

10. การเข้าร่วมการวิจัยเป็นโดยสมัครใจ สามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผล ไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ และไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้เข้าร่วมวิจัย

11. หากมีข้อสงสัย โปรดสอบถามเพิ่มเติมจากผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

12. หากได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามข้อมูลดังกล่าว สามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202, 0-2218-3049 E-mail: eccu@chula.ac.th



เลขที่โครงการวิจัย..... 048-1/63
วันที่รับรอง..... 29 เม.ย. 2563
วันหมดอายุ..... 28 เม.ย. 2564

AF 04-07

ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัย และเข้าใจข้อมูลดังกล่าวข้างต้นทุกประการแล้ว
จึงลงนามยินยอม/ยินยอมด้วยวาจา เข้าร่วมการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ และได้รับเอกสารไว้

1 ชุดแล้ว

กรณีขอเก็บตัวอย่างชีวภาพที่เหลือไว้เพื่อการวิจัยในอนาคต ข้าพเจ้า

ยินยอมให้เก็บไว้ใช้เป็นเวลา.....ปี เพื่อใช้ศึกษาเกี่ยวกับ..... ไม่ยินยอม

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้วิจัยหลัก
วันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้เข้าร่วมการวิจัย
วันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน
วันที่...../...../.....

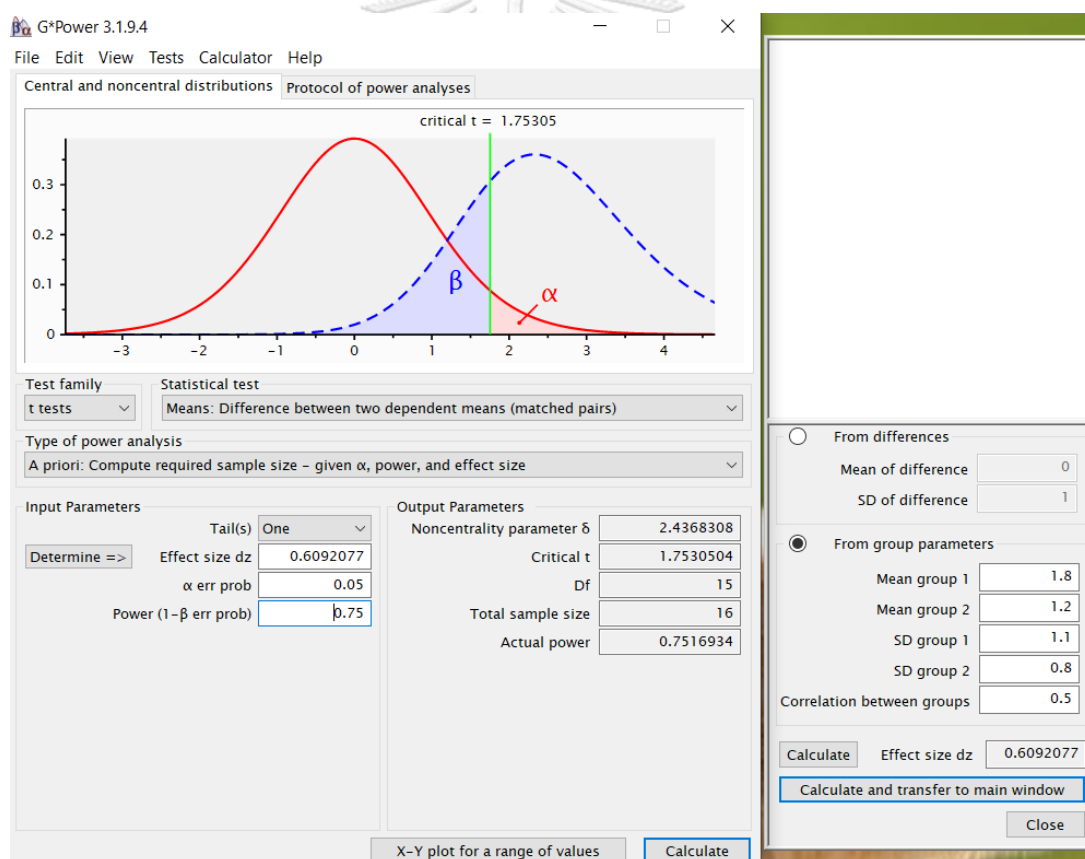


เลขที่โครงการวิจัย... 048.1/63
วันที่รับรอง... 29 เม.ย. 2563
วันหมดอายุ... 28 เม.ย. 2564

ภาคผนวก ข

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง

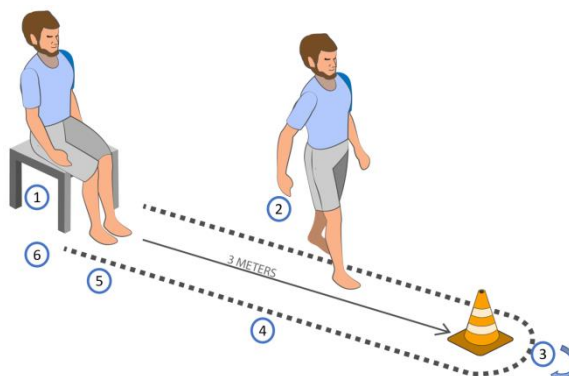
การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*Power version 3.1 คำนวณผลการศึกษาจาก Marci และคณะ 2014 ค่าแอลฟาระดับนัยสำคัญ (α) เท่ากับ 0.05 ค่าอำนาจการทดสอบ ($1-\beta$) เท่ากับ 0.75 และขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ 0.609 ได้กลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งหมด 30 คน และเนื่องจากงานวิจัยมีระยะเวลาในการทดลอง 12 สัปดาห์ ผู้วิจัยจึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างเพื่อป้องกันการสูญหาย (Drop out) โดยเพิ่มกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 2 คน ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างมีทั้งหมด จำนวน 36 คนคือ กลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการฝึกการทรงตัวบนมินิแทรมโพลีน กับกลุ่มควบคุมที่ดำเนินกิจกรรมประจำวันตามปกติ



รูปที่ 13 การคำนวณกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*power version 3.1

ภาคผนวก ค

การประเมินความสามารถในการทรงตัว (Balance) ด้วยการทดสอบ
การเดินและกลับตัว 3 เมตร (Timed up and go)



รูปที่ 14 การประเมินการทรงตัว การเดินและกลับตัว 3 เมตร (Timed up and go)

ที่มา: Ortega-Bastidas et al., 2019

วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อประเมินการทรงตัวใช้เป็นเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการทดสอบ การเดินและกลับตัว 3 เมตร (Timed up and go) ระยะเวลาอยู่ที่ 10-20 วินาทีซึ่งแสดงให้เห็นว่าการทรงตัวของผู้ทดสอบอยู่ในระดับปานกลาง การทรงตัวไม่ได้ดี (น้อยกว่า 10 วินาที) หรือผิดปกติ (มากกว่า 20 วินาทีขึ้นไป) สามารถเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมกับการวิจัยครั้งนี้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. เก้าอี้
2. ทางเดินยาว 3 เมตร
3. กรวย
4. นาฬิกาจับเวลา
5. เทปวัดระยะทาง

วิธีการทดสอบและบันทึกผล

1. ผู้เข้ารับการทดสอบนั่งบนเก้าอี้ที่มีพนักพิง
2. ผู้ทำการทดสอบให้สัญญาณเริ่ม และกดจับเวลา ให้ผู้เข้ารับการทดสอบลุกขึ้นยืนจากเก้าอี้ เดินไปข้างหน้าเป็นระยะทาง 3 เมตร ไปถึงกรวย วนรอบกรวยเดินกลับมานั่งที่เก้าอี้กดหยุดเวลา
3. ผู้วิจัยทำการบันทึกเวลาที่เดินได้หน่วยเป็นวินาที



ภาคผนวก ง

แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย

Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q)

รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย

โปรดอ่านอย่างละเอียดและตอบคำถามตามความเป็นจริงที่ตรงกับท่านในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา

	ใช่	ไม่ใช่
1. แพทย์เคยบอกว่าท่านมีปัญหาเรื่องหัวใจและต้องระมัดระวังถ้าต้องออกกำลังกาย และควรปรึกษาแพทย์ก่อน		
2. เวลาท่านออกกำลังกายรู้สึกเจ็บ แน่นหน้าอก		
3. ในช่วงประมาณ 1 เดือน ที่ผ่านมา ท่านมีอาการเจ็บ แน่นหน้าอก ทั้ง ๆ ที่ไม่ได้ออกกำลังกาย		
4. ท่านเคยเสียการทรงตัว เนื่องจากอาการหน้ามืด วิงเวียน หรือเคย หหมดสติ		
5. ท่านมีปัญหาเรื่องกระดูกและข้อ และการออกกำลังกายจะทำให้ อาการหนักขึ้น		
6. ปัจจุบันท่านรับประทานยาลดความดันโลหิต หรืออาการเกี่ยวกับหัวใจ ซึ่งแพทย์เป็นผู้สั่งยา		
7. ท่านมีเหตุผลอื่น ๆ ที่ทำให้ท่านไม่ควรออกกำลังกาย		

ที่มา: ACSM, 2014.

ภาคผนวก จ

การทดสอบความสามารถในการทรงตัวแบบ Modified Clinical Test of Sensory
Integration and Balance



รูปที่ 15 เครื่องมือทดสอบ Biodex balance system

วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อประเมินความสามารถในการทรงตัวในการยืนอยู่กับที่ แต่มีการรบกวนระบบรับรู้ความรู้สึก (Sensory system) คือระบบรับรู้ของกล้ามเนื้อ และข้อต่อ (Proprioceptive system) โดยการเปลี่ยนจากพื้นเรียบเป็นพื้นโฟม และรบกวนระบบการมองเห็น (Visual system) โดยมีการให้หลับตา ซึ่งสอดคล้องกับการออกกำลังกายบนมินิแทรมโพลีนที่ผู้วิจัยให้มีการยืนบนมินิแทรมโพลีนที่มีพื้นไม่มั่นคงเหมือนพื้นโฟม และมีการหลับตาในการฝึกด้วย การทดสอบการทรงตัวนี้จึงเหมาะสมกับการนำมาวัดเป็นตัวแปรว่าค่าการทรงตัวของกลุ่มทดลองดีขึ้นหรือไม่

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

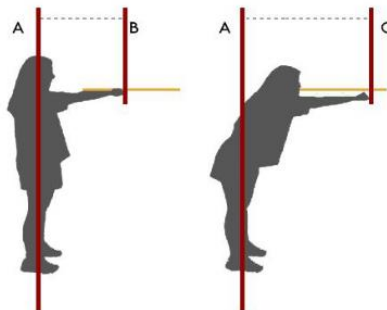
1. เครื่อง Biodex balance system
2. พื้นโฟม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 21 นิ้ว หนา 4 นิ้ว

วิธีการทดสอบและบันทึกผล

1. ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์และเซตโปรแกรม
2. ผู้เข้ารับการทดสอบขึ้นไปยืนบนเครื่อง และหาจุดกึ่งกลางพร้อมบันทึกตำแหน่งของเท้า และข้อมูลผู้เข้ารับการทดสอบ
3. ผู้เข้ารับการทดสอบทำการทดสอบ Modified Clinical Test of Sensory Interaction in Balance (CTSIB-M) 4 เงื่อนไข
 - 3.1 ยืนลืมตาบนพื้นแข็ง 3 ครั้ง ครั้งละ 30 วินาที พัก 10 วินาที
 - 3.2 ยืนหลับตาบนพื้นแข็ง 3 ครั้ง ครั้งละ 30 วินาที พัก 10 วินาที
 - 3.3 ยืนลืมตาบนพื้นนุ่ม 3 ครั้ง ครั้งละ 30 วินาที พัก 10 วินาที
 - 3.4 ยืนหลับตาบนพื้นนุ่ม 3 ครั้ง ครั้งละ 30 วินาที พัก 10 วินาที
4. ผู้ทำการทดสอบบันทึกข้อมูลในโปรแกรม โดยบันทึกค่าการเคลื่อนไหวของจุดศูนย์กลางแรงกดที่เท้า (Center of pressure; COP) โดยแสดงเป็นค่าดัชนีการเซ (Sway index)

ภาคผนวก ฉ

การทดสอบการทรงตัวอยู่กับที่เอื้อมมือไปด้านหน้า (Functional Reach Test)



รูปที่ 16 Functional Reach Test

ที่มา: Zenither, 2019

วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อประเมินความสามารถในการทรงตัวในการยืนอยู่กับที่และเอื้อมมือไปด้านหน้า เป็นการดูการคุมการทรงท่าขณะจุดศูนย์กลางถ่วงของร่างกาย (Center of gravity) มีการเคลื่อนไปไกลออกนอกฐานรองรับของร่างกาย (Base of support) คล้ายกับท่าในการฝึก เช่น ท่าถือลูกบอลยื่นไปด้านหน้า ทำให้จุดศูนย์กลางถ่วงของร่างกายถูกเคลื่อนจากเท้าไปด้านหน้ามากขึ้น

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

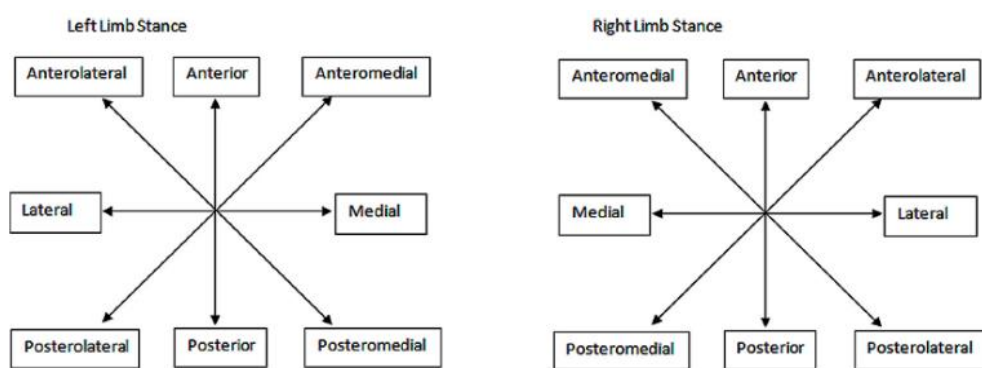
1. เทปขาว

วิธีการทดสอบและบันทึกผล

ยกแขนขนานพื้นไปด้านหน้า ให้หัวไหล่ทำมุม 90 องศากับลำตัว จากนั้นให้ผู้ทดสอบพยายามเอื้อมมือไปด้านหน้าให้ไกลที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยให้เท้าทั้งสองข้างแนบติดพื้นอยู่ตลอด วัดระยะทางที่สามารถเอื้อมไปได้เป็นเซนติเมตร ทดสอบ 3 ครั้ง และนำค่าเฉลี่ยของครั้งที่ 2 และ 3 มาคิดเป็นระยะทาง บันทึกระยะทางที่ทำได้ในหน่วยเซนติเมตร

ภาคผนวก ข

การทดสอบความสามารถในการทรงตัวแบบเคลื่อนที่แบบทดสอบสตาร์เอ็กเคชัน
(Star Excursion Balance test)



รูปที่ 17 Star Excursion Balance test

ที่มา: Hartel et al., 2019

วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อประเมินความสามารถในการทรงตัว เป็นการทดสอบการควบคุมการทรงท่าขณะทีลดฐานรองรับของร่างกาย (Base of support) จากเท้า 2 ข้างเหลือเพียงข้างเดียว คล้ายกับท่าฝึกที่มีการเคลื่อนไหวไปทั้งด้านหน้า ด้านข้าง และด้านหลังที่ใช้ขาที่ละข้างในการเคลื่อนไหวไปในทิศทางต่าง ๆ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. เทปกาว

วิธีการการทดสอบและบันทึกผล

ใช้เทปกาว จำนวน 4 เส้นติดที่พื้นในลักษณะ + และ x โดย แต่ละเส้นทำมุม 45 องศา

วิธีการ ยืนด้วยขาข้างเดียวที่จุดกึ่งกลางของเส้นที่ลากมาตัดกัน มือทั้ง 2 ข้างทำเอว จากนั้นเหยียดขาอีกข้างหนึ่ง ไปแตะใน 8 ทิศทาง ให้ได้ไกลที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยใช้ปลายเท้าไปแตะเบา ๆ เริ่ม แตะจากทิศทางด้านหน้า (Anterior) ด้านใน (Medial) และด้านนอก (Lateral) บันทึกหน่วยเป็นเซนติเมตร หากเสียการทรงตัว เท้าสัมผัสพื้น หรือยกมือออกจากที่เท้าเอวให้เริ่มทำใหม่ ประเมินการทรง ตัวขณะเคลื่อนไหวทั้ง 8 ทิศทาง (ด้านหน้า (Anterior), ด้านหน้าค่อนมาด้านใน (Anteromedial), ด้านใน (Medial), ด้านหลังค่อนมาด้านใน (Posteromedial), ด้านหลัง (Posterior), ด้านหลังค่อนมาด้านนอก (Posterolateral), ด้านนอก (Lateral), ด้านหน้าค่อนมา

ด้านนอก (Anterolateral) ของขาทั้งสองข้าง ทดสอบทั้งชายและขวา จากนั้นจะนำค่าที่ได้มา คำนวณหาค่า SEBT score ตาม สูตรคำนวณดังนี้

SEBTscore = (Anterolateral distance+anterior distance + anteromedial distance + medial distance + posteromedial distance + posterior distance + posterolateral distance + lateral distance) x 100 / 8 (Leg length)



ภาคผนวก ซ
การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 18 เครื่อง Isokinetic Dynamometers ยี่ห้อ BIODEX

วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เป็นการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ทำงานขณะทรงตัว กล้ามเนื้อหลักในการงอเข้า และเหยียดเข้า แบ่งเป็นค่าหลัก 3 อย่างคือ ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ และกำลังกล้ามเนื้อตลอดช่วงการเคลื่อนไหว โดยผู้ทำการทดสอบจะเป็นผู้ควบคุมความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที (Degree/sec)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

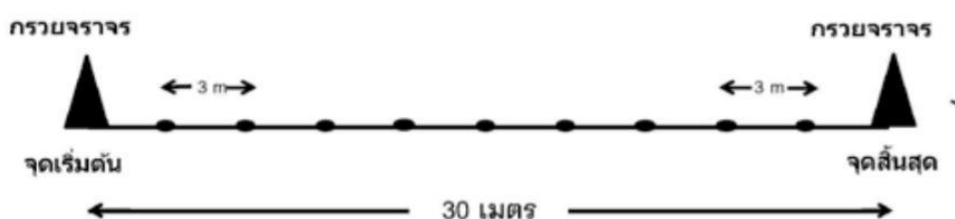
1. Isokinetic dynamometer

วิธีการทดสอบและบันทึกผล

1. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งบนเก้าอี้ชนิดพนักพิง รับความสูงเบาะให้เหมาะสมกับแต่ละคน
2. ใช้สายยึดรัดบริเวณข้อเท้า ไหล่ทั้งสองข้าง สะโพก และต้นขาของข้างที่จะทำการทดสอบ ให้ส่วนของเข่าสามารถเคลื่อนไหวได้เพียงข้อต่อเดียว
3. จัดข้อเข่าให้ตรงกับแนวแกนหมุนของ Dynamometer
4. ทำการทดสอบทีละข้าง ออกแรงเตะขาและงอเข่าสูงสุด จำนวน 3 ครั้ง
5. ผู้ทำการทดสอบบันทึกข้อมูลจากโปรแกรม



ภาคผนวก ญ
แบบทดสอบสมรรถภาพของหัวใจและปอด
โดยทดสอบการเดิน 6 นาที Six Minute Walk Test; 6MWT



รูปที่ 19 วิธีการทดสอบ Six Minute Walk Test

ที่มา: ปาริฉัตร ฉัตรศิรินทร, 2562

วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อประเมินสมรรถภาพของหัวใจและปอด เป็นการทดสอบการเดินของผู้เข้าทดสอบ เพื่อดูระยะทาง และสามารถเอาระยะทางมาคำนวณเป็นค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. กรวยจราจร 2 อันเพื่อวางที่จุดเริ่มต้นและ จุดสิ้นสุด
2. นาฬิกาสำหรับจับเวลาการเดิน
3. เครื่องวัดความดันโลหิต
4. เก้าอี้ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ สำหรับนั่งพักระหว่างการเดิน
5. ระดับประเมินความเหนื่อย (Borg scale) ระดับคะแนนที่ 0 – 10 คะแนน ที่ ผู้ถูกทดสอบ

มองเห็นได้ชัดเจน เพื่อประเมินความเหนื่อย ก่อนและหลังทำการทดสอบ

วิธีการการทดสอบและบันทึกผล

1. วัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) และความดัน (Blood pressure) สอบถามถาม ระดับประเมินความเหนื่อย (Borg scale) ขณะพักก่อนเริ่มทำการทดสอบ บันทึกค่าไว้ทั้งหมด
2. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเดินไปอ้อมกรวยเดินกลับมา ไป-กลับ เป็นเวลา 6 นาที ขณะที่เดินให้เดินเร็วที่สุดเท่าที่ทำได้ แต่ไม่ใช่การวิ่ง

3. ในขณะที่ทำการทดสอบ จะทำการบอกเวลาผู้เข้าร่วมวิจัยทุก ๆ 1 นาทีถ้าผู้เข้าทดสอบมีอาการหอบ เหนื่อยมาก ผู้เข้าทดสอบสามารถหยุดพักเหนื่อยได้ แต่จะไม่ทำการหยุดเวลา ถ้าอาการเหนื่อย ของผู้เข้าทดสอบดีขึ้นแล้วและเวลาในการทดสอบยังไม่หมด ผู้เข้าทดสอบสามารถทำการเดินทดสอบต่อไปได้จนหมดเวลา

4. เมื่อครบเวลาทดสอบ 6 นาที บันทึกค่าระยะทางที่เดินได้ ให้ผู้เข้าทดสอบนั่งลงและทำการอัตราการเต้นของหัวใจ และความดัน และสอบถามถามระดับประเมินความเหนื่อยทันที และวัดซ้ำอีกครั้งเพื่อดูการฟื้นตัว (Recovery) เมื่อครบ 3 นาที และถ้าหากครบ 3 นาที แล้วค่าของ อัตราการเต้นของหัวใจ และความดันของผู้เข้าร่วมวิจัยยังสูงมาก อาจให้ผู้ทดสอบนั่งพักต่ออีก 3 นาที แล้ววัดซ้ำอีกครั้ง

วิธีการคำนวณ VO_2 max เพศหญิง

$VO_2 \text{ max} = 70.161 + (0.023 \times 6MWD) - (0.276 \times \text{weight}) - (6.79) - (0.193 \times RHR) - (0.191 \times \text{age})$ โดย $VO_2 \text{ max}$ คือ อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/ กิโลกรัม/นาที่), 6MWD คือ ระยะทางที่เดินได้ใน 6 นาที (เมตร), Weight คือ น้ำหนักตัว (กก.), RHR คือ ชีพจรขณะพัก (ครั้ง/ นาที), Age คือ อายุ (ปี) และ BMI คือ ดัชนีมวลกาย (body mass index) (กิโลกรัม/เมตร²)

คะแนน	ระดับความเหนื่อย
0	สบายดี ไม่เหนื่อย
0.5	เริ่มรู้สึกผิดปกติ
1	เหนื่อยน้อยมาก
2	เหนื่อยเล็กน้อย
3	เหนื่อยปานกลาง
4	เหนื่อยค่อนข้างมาก
5-6	เหนื่อยมาก
7-9	เหนื่อยมาก ๆ
10	เหนื่อยมากที่สุด เหมือนจะขาดใจ



ภาคผนวก ฅ

แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ

ค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence; IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา 3 ท่าน

- รศ.ดร.วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์
- ดร.นภัสกร ชื่นศิริ
- ดร.คุณัญญา มาสโตใส

ผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด 1 ท่าน

- ผศ.ดร.วรินทร์ กฤตยาเกียรติ

แพทย์ทางด้านระบบข้อต่อและกล้ามเนื้อ 1 ท่าน

- นพ.กรกฎ ชรากร

ผลการพิจารณารวม 0.90 ผ่านการพิจารณา (ผลการพิจารณาแต่ละประเด็นต้องไม่ต่ำกว่า 0.5)

เนื้อหาโปรแกรมการฝึก	ผลการพิจารณา
1.โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีนโดยภาพรวม	
1.โปรแกรมการฝึกช่วยเสริมสร้างการทรงตัวในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน	1
2.โปรแกรมการฝึกช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน	0.6
3.โปรแกรมการฝึกช่วยเสริมสร้างการเดิน 6 นาทีในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน	1
4.โปรแกรมการฝึกมีการเรียงลำดับเหมาะสม	1
5.ระยะเวลาในการฝึก 60 นาทีต่อวัน	1
6.ความถี่ในการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์	1
7.ระยะเวลารวมในการฝึก 12 สัปดาห์	1
2.ขั้นตอนการอบอุ่นร่างกายก่อนการฝึก 10 นาที	
1. ท่าที่ใช้ในการอบอุ่นร่างกายมีความเหมาะสม	1
2. ระยะเวลาของการอบอุ่นร่างกาย	1
3. การอบอุ่นร่างกายมีการใช้กล้ามเนื้อและข้อต่อครบทุกส่วน	1
3.ขั้นตอนการฝึกตามโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน	
สัปดาห์ที่ 1 ถึง 4	

เนื้อหาโปรแกรมการฝึก	ผลการพิจารณา
1. โปรแกรมการฝึกมีความเหมาะสม	1
2. โปรแกรมการฝึกช่วยเสริมสร้างการทรงตัวในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน	1
3. โปรแกรมการฝึกช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน	0.8
4. โปรแกรมการฝึกช่วยเสริมสร้างการเดิน 6 นาทีในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน	0.8
5. ระยะเวลาในการฝึก	1
6. จำนวนครั้งต่อท่าออกกำลังกาย	0.6
สัปดาห์ที่ 5 ถึง 8	
1. โปรแกรมการฝึกมีความเหมาะสม	1
2. โปรแกรมการฝึกช่วยเสริมสร้างการทรงตัวในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน	1
3. โปรแกรมการฝึกช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน	0.8
4. โปรแกรมการฝึกช่วยเสริมสร้างการเดิน 6 นาทีในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน	0.8
5. ระยะเวลาในการฝึก	1
6. จำนวนครั้งต่อท่าออกกำลังกาย	0.6
สัปดาห์ที่ 9 ถึง 12	
1. โปรแกรมการฝึกมีความเหมาะสม	1
2. โปรแกรมการฝึกช่วยเสริมสร้างการทรงตัวในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน	1
3. โปรแกรมการฝึกช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน	0.8
4. โปรแกรมการฝึกช่วยเสริมสร้างการเดิน 6 นาทีในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน	0.8
5. ระยะเวลาในการฝึก	0.8
6. จำนวนครั้งต่อท่าออกกำลังกาย	0.6

เนื้อหาโปรแกรมการฝึก	ผลการพิจารณา
4.ขั้นตอนการคลายอุ้งร่างกายหลังการฝึก 10 นาที	
1. ท่าที่ใช้ในการคลายอุ้งร่างกายมีความเหมาะสม	1
2. ระยะเวลาของการคลายอุ้งร่างกาย	1
3. การคลายอุ้งร่างกายมีการใช้กล้ามเนื้อและข้อต่อครบทุกส่วน	1



ภาคผนวก ก

โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยมินิแทรมโพลีน

ระยะเวลา 12 สัปดาห์ 3 วันต่อสัปดาห์ วันละ 60 นาที สัปดาห์ที่ 1 – 4

กิจกรรม	รายละเอียด	ระยะเวลา	วัตถุประสงค์
อบอุ่นร่างกาย (Warm up)	<p>การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ แบบ Dynamic</p> <p>1. กลุ่มกล้ามเนื้อคอ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ยืนขาตรง ก้มศีรษะลง เงยหน้าขึ้น 10 ครั้ง - ยืนขาตรง เอียงศีรษะไปด้านขวา เอียงศีรษะไปด้านซ้าย 10 ครั้ง <p>2. กลุ่มกล้ามเนื้อหน้าอก</p> <ul style="list-style-type: none"> - กางแขนออกด้านข้างแขนตั้งขนาดกบพื้น เหยียดแขนเข้าออกโดยใช้หัวไหล่เป็นจุดหมุน 10 ครั้ง <p>3. กลุ่มกล้ามเนื้อไหล่และแขน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ประสานมือทั้ง 2 ข้างด้านหน้า ยกแขนขึ้นเหนือศีรษะ ข้อศอกเหยียดตรง งอศอกลงและเหยียดขึ้นสลับกัน 10 ครั้ง <p>4. กลุ่มกล้ามเนื้อลำตัวและหลัง</p> <ul style="list-style-type: none"> - ยืนขาตรง หมุนตัวไปข้างขวา จากนั้นหมุนตัวไปด้านซ้าย 10 ครั้ง - ยืนขาตรง ยกแขนซ้ายขึ้นเหนือศีรษะ และเอียงตัวไปข้างขวา จากนั้นทำสลับข้าง 10 ครั้ง <p>5. กลุ่มกล้ามเนื้อขา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ยกเข่าขวา แล้วสลับด้วยยกเข่าซ้าย 20 ครั้ง - ยกส้นเท้าขวา งอเข่าไปทางสะโพกด้านหลัง ทำสลับอีกข้าง 20 ครั้ง 	10 นาที	ช่วยลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เอ็น ข้อต่อ
การฝึก (Training) บนมินิแทรมโพลีน	<p>1. ยืนขาคู่ พร้อมกับถ่ายน้ำหนักไปทางด้านซ้าย/ขวา 10 วินาที ทำท่าละ</p> <p>2. ยืนแยกเท้า ห่างระดับความกว้างของหัวไหล่ แล้วยกส้นเท้าขึ้นให้สูงสุดเท่าที่ทำได้ 2 ครั้ง</p>	40 นาที	<ul style="list-style-type: none"> - ระบบประสาท - Proprioceptive - ระบบประสาท - Vestibular - ลด BOS

กิจกรรม	รายละเอียด	ระยะเวลา	วัตถุประสงค์
การฝึก (Training) บนมินิแทรม โพลีน	3. ยืนแยกเท้า ห่างระดับความกว้างของหัวไหล่ แล้วยกปลายเท้าขึ้นให้สูงสุดเท่าที่ทำได้ 4. ยืนเท้าชิดกัน ยกส้นเท้าขึ้น 5. ยืนเท้าชิดกัน ยกปลายเท้าขึ้น 6. ยืนเท้าชิดกัน หันหน้าไปทางขวา/ซ้าย 7. ยืนต่อเท้าโดยส้นเท้าขวาแตะปลาย นิ้วโป้ง ซ้าย 8. ยืนต่อเท้าโดยส้นเท้าซ้ายแตะปลาย นิ้วโป้งขวา - พัก 1 นาที 9. งอเข่าขวาไปทางด้านหลัง 30 องศา ย่อ ขาซ้ายลงเล็กน้อย กางแขนทั้งสอง ไป ด้านข้าง 10. ทำสลับข้าง 11. กางขาขวาไปทางด้านข้าง 30 องศา ย่อ ขาซ้ายลงเล็กน้อย กางแขนทั้งสอง ไป ด้านข้าง 12. ทำสลับข้าง 13. ยกขาขวามาทางด้านหน้าโดยงอเข่า งอสะโพก 30 องศา ย่อขาซ้ายลงเล็กน้อย กางแขนทั้งสองไปด้านข้าง 14. ทำสลับข้าง - พัก 2 นาที 15. ทำซ้ำข้อ 2 - 14 โดยเปลี่ยนข้อ 9 - 14 จาก การกางแขนเป็นกอดอก	10 วินาที ทำสลับขา 2 ครั้ง	
คลายอุ่น ร่างกาย (Cool down)	การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1. กลุ่มกล้ามเนื้อคอ - ยืนขาตรง ก้มศีรษะลง ประสานมือทั้ง 2 ข้าง จับกดที่ท้ายทอย ค้างไว้	10 นาที 15 วินาที	ช่วยลดการ บาดเจ็บของ กล้ามเนื้อเอ็น ข้อต่อ

กิจกรรม	รายละเอียด	ระยะเวลา	วัตถุประสงค์
คลายอุ่น ร่างกาย (Cool down)	- ยืนขาตรง เอียงศีรษะไปด้านขวา ใช้มือขวา กดศีรษะเหนือใบหูซ้าย ค้างไว้ จากนั้นทำสลับ ข้าง 2. กลุ่มกล้ามเนื้อหน้าอก	15 วินาที	
	- มือประสานกันด้านหลัง บีบสะบัก เปิดหน้าอก ออกเหยียดแขนตึง ค้างไว้	15 วินาที	
	3. กลุ่มกล้ามเนื้อไหล่และแขน - ยืนขาตรง ตั้งศอกขวาด้านหน้า ใช้แขนซ้าย สอดด้านในวางไว้บนข้อศอกขวา ใช้แขนซ้าย ดึงแขนขวาเข้าหาลำตัวแล้วกดนิ่ง ค้างไว้ จากนั้นทำสลับข้าง	15 วินาที	
	- ยืนขาตรง ประสานมือทั้ง 2 ข้างทางด้านหน้า ยกแขนขึ้นเหนือศีรษะ ข้อศอกเหยียดตรง ค้างไว้	15 วินาที	
	4. กลุ่มกล้ามเนื้อลำตัวและหลัง - ยืนขาตรง หมุนตัวไปข้างขวา ค้างไว้ จากนั้น ทำสลับข้าง	15 วินาที	
	- ยืนขาตรง ยกแขนซ้ายขึ้นเหนือศีรษะ และ เอียงตัวไปข้างขวา ค้างไว้ จากนั้นทำสลับข้าง	15 วินาที	
	5. กลุ่มกล้ามเนื้อขา - ยืนขาตรง เท้าห่างกันพอประมาณ ใช้มือซ้าย จับเก้าอี้ หรือโต๊ะที่มั่นคง มือขวาจับที่ข้อเท้า ขวาและงอเข่าขวาขึ้นขาซ้ายเหยียดตรง ค้างไว้ จากนั้นทำสลับข้าง	15 วินาที	
	- ยืนขาตรง เท้าห่างกันพอประมาณ วางส้นเท้า ขวาทางด้านหน้าเข่าขวาเหยียดตรง กระจก ปลายเท้าขวาขึ้น โน้มลำตัวลง และใช้มือขวา แตะไปที่ส่วนปลายเท้า หรือเท้าที่จะทำได้ ค้างไว้ จากนั้นทำสลับข้าง	15 วินาที	

สัปดาห์ที่ 5 - 8

กิจกรรม	รายละเอียด	ระยะเวลา	วัตถุประสงค์
อบอุ่นร่างกาย (Warm up)	<p>การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ แบบ Dynamic</p> <p>1. กลุ่มกล้ามเนื้อคอ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ยืนขาตรง ก้มศีรษะลง เงยหน้าขึ้น 10 ครั้ง - ยืนขาตรง เอียงศีรษะไปด้านขวา เอียงศีรษะไปด้านซ้าย 10 ครั้ง <p>2. กลุ่มกล้ามเนื้อหน้าอก</p> <ul style="list-style-type: none"> - กางแขนออกด้านข้าง แขนตั้งขนาดกบกับพื้น เหยียดแขนเข้าอกโดยใช้หัวไหล่เป็นจุดหมุน 10 ครั้ง <p>3. กลุ่มกล้ามเนื้อไหล่และแขน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ประสานมือทั้ง 2 ข้างด้านหน้า ยกแขนขึ้นเหนือศีรษะ ข้อศอกเหยียดตรง งอศอกลงและเหยียดขึ้นสลับกัน 10 ครั้ง <p>4. กลุ่มกล้ามเนื้อลำตัวและหลัง</p> <ul style="list-style-type: none"> - ยืนขาตรง หมุนตัวไปข้างขวา จากนั้นหมุนตัวไปด้านซ้าย 10 ครั้ง - ยืนขาตรง ยกแขนซ้ายขึ้นเหนือศีรษะ และเอียงตัวไปข้างขวา จากนั้นทำสลับข้าง 10 ครั้ง <p>5. กลุ่มกล้ามเนื้อขา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ยกเข้าขวา แล้วสลับด้วยยกเข้าซ้าย 20 ครั้ง - ยกส้นเท้าขวา งอเข้าไปทางสะโพกด้านหลัง ทำสลับอีกข้าง 20 ครั้ง 	10 นาที 10 ครั้ง 10 ครั้ง 10 ครั้ง 10 ครั้ง 10 ครั้ง 20 ครั้ง 20 ครั้ง	<p>ช่วยลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เอ็นข้อต่อ</p>
การฝึก (Training) บนมินิ แทรมโพลีน	<p>1. ยืนขาคู่ พร้อมกับถ่ายน้ำหนักไปทางด้านซ้าย/ขวาและถือลูกบอลสองมือขึ้นเหนือศีรษะเอียงตัวไปซ้าย/ขวา 30 องศา</p> <p>2. ยืนแยกเท้า ห่างระดับความกว้างของหัวไหล่ แล้วยกส้นเท้าขึ้นให้สูงสุดเท่าที่ทำได้ ถือลูกบอล</p>	40 นาที 10 วินาที ทำท่าละ 2 ครั้ง	<ul style="list-style-type: none"> - ควบคุมระบบ Proprioceptive - ควบคุมระบบ Vestibular - ลด BOS - เพิ่มงาน (Task) ที่สอง

กิจกรรม	รายละเอียด	ระยะเวลา	วัตถุประสงค์
การฝึก (Training) บนมินิ แทรมโพลีน	<p>สองมือขึ้นเหนือศีรษะเอียงตัว ไปซ้าย/ขวา 30 องศา</p> <p>3. ยืนแยกเท้า ห่างระดับความกว้างของหัวไหล่ แล้วยกปลายเท้าขึ้นให้สูงสุดเท่าที่ทำได้ ถือลูกบอลสองมือขึ้นเหนือศีรษะ เอียงตัวไปซ้าย/ขวา 30 องศา</p> <p>4. ยืนเท้าชิดกัน ยกส้นเท้าขึ้น ถือลูกบอลสองมือขึ้นเหนือศีรษะ เอียงตัวไปซ้าย/ขวา 30 องศา</p> <p>5. ยืนเท้าชิดกัน ยกปลายเท้าขึ้น ถือลูกบอลสองมือขึ้นเหนือ ศีรษะ เอียงตัวไปซ้าย/ขวา 30 องศา</p> <p>6. ยืนเท้าชิดกัน ถือลูกบอลสองมือยื่นไปด้านหน้า หันหน้าไปทางขวา/ซ้าย</p> <p>7. ยืนต่อเท้าโดยส้นเท้าขวาแตะปลายนิ้วโป้งซ้าย ถือลูกบอลสองมือขึ้นเหนือศีรษะเอียงตัวไปซ้าย/ขวา 30 องศา</p> <p>8. ยืนต่อเท้าโดยส้นเท้าซ้ายแตะปลายนิ้วโป้งขวา ถือลูกบอลสองมือขึ้นเหนือศีรษะเอียงตัวไปซ้าย/ขวา 30 องศา</p> <p>- พัก 1 นาที</p> <p>9. งอเข่าขวาไปทางด้านหลัง 30 องศา ย่อขาซ้ายลงเล็กน้อย ถือลูกบอลสองมือขึ้นเหนือศีรษะเอียงตัวไปซ้าย/ขวา 30 องศา</p> <p>10. ทำสลับข้าง</p> <p>11. กางขาขวาไปทางด้านข้าง 30 องศา ย่อขาซ้ายลงเล็กน้อย ถือลูกบอลสองมือขึ้นเหนือศีรษะเอียงตัวไปซ้าย/ขวา 30 องศา</p> <p>12. ทำสลับข้าง</p> <p>13. ยกขาขวามาทางด้านหน้าโดยงอเข่า งอสะโพก 30 องศา ย่อขาซ้ายลงเล็กน้อย ถือลูก</p>	<p>10 วินาที</p> <p>ทำสลับขา 2 ครั้ง</p>	<p>ได้แก่ การถือลูกบอล</p>

กิจกรรม	รายละเอียด	ระยะเวลา	วัตถุประสงค์
การฝึก (Training) บนมินิ แทรมโพลีน	บอลสองมือขึ้นเหนือศีรษะ เอียงตัวไปซ้าย/ขวา 30 องศา 14. ทำสลับข้าง - พัก 2 นาที 15. ทำซ้ำข้อ 2 - 14 โดยเปลี่ยนข้อ 9 - 14 จากการย่อขาซ้ายลงเล็กน้อย เป็นการยืนขาตรง	10 วินาที ทำสลับขา 2 ครั้ง	
คลายอุ่น ร่างกาย (Cool down)	การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1. กลุ่มกล้ามเนื้อคอ - ยืนขาตรง ก้มศีรษะลง ประสานมือทั้ง 2 ข้าง จับกอดที่ท้ายทอย ค้างไว้ - ยืนขาตรง เอียงศีรษะไปด้านขวา ใช้มือขวา กัด ศีรษะเหนือใบหูซ้าย ค้างไว้ จากนั้นทำสลับข้าง 2. กลุ่มกล้ามเนื้อหน้าอก - มือประสานกันด้านหลัง บีบสะบัก เปิดหน้าอก ออก เหยียดแขนตั้ง ค้างไว้ 3. กลุ่มกล้ามเนื้อไหล่และแขน - ยืนขาตรง ตั้งศอกขวาด้านหน้า ใช้แขนซ้าย สอดด้านในวางไว้บนข้อศอกขวา ใช้แขนซ้ายดึง แขนขวาเข้าหาลำตัวแล้วกอดนิ่ง ค้างไว้ จากนั้น ทำสลับข้าง - ยืนขาตรง ประสานมือทั้ง 2 ข้างทางด้านหน้า ยกแขนขึ้นเหนือศีรษะ ข้อศอกเหยียดตรง ค้างไว้ 4. กลุ่มกล้ามเนื้อลำตัวและหลัง - ยืนขาตรง หมุนตัวไปข้างขวา ค้างไว้ จากนั้น ทำสลับข้าง - ยืนขาตรง ยกแขนซ้ายขึ้นเหนือศีรษะ และเอียง ตัวไปข้างขวา ค้างไว้ จากนั้นทำสลับข้าง 5. กลุ่มกล้ามเนื้อขา	10 นาที 15 วินาที 15 วินาที 15 วินาที 15 วินาที 15 วินาที 15 วินาที 15 วินาที 15 วินาที	ช่วยลดการ บาดเจ็บของ กล้ามเนื้อเอ็น ข้อต่อ

กิจกรรม	รายละเอียด	ระยะเวลา	วัตถุประสงค์
คลายอุ่นร่างกาย (Cool down)	<p>- ยืนขาตรง เท้าห่างกันพอประมาณ ใช้มือซ้ายจับเก้าอี้ หรือโต๊ะที่มั่นคง มือขวาจับที่ข้อเท้าขวา และงอเข่าขวาขึ้นขาซ้ายเหยียดตรง ค้างไว้ จากนั้นทำสลับข้าง</p> <p>- ยืนขาตรง เท้าห่างกันพอประมาณ วางส้นเท้าขวาทางด้านหน้าเข่าขวาเหยียดตรง กระดกปลายเท้าขวาขึ้น โน้มลำตัวลง และใช้มือขวาแตะไปที่ส่วนปลายเท้า หรือเท้าที่จะทำได้ ค้างไว้ จากนั้นทำสลับข้าง</p>	15 วินาที	

สัปดาห์ที่ 9 - 12

กิจกรรม	รายละเอียด	ระยะเวลา	วัตถุประสงค์
อบอุ่นร่างกาย (Warm up)	<p>การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ แบบ Dynamic</p> <p>1. กลุ่มกล้ามเนื้อคอ</p> <p>- ยืนขาตรง ก้มศีรษะลง เงยหน้าขึ้น 10 ครั้ง</p> <p>- ยืนขาตรง เอียงศีรษะไปด้านขวา เอียงศีรษะไปด้านซ้าย 10 ครั้ง</p> <p>2. กลุ่มกล้ามเนื้อหน้าอก</p> <p>- กางแขนออกด้านข้างแขนตึงขนาดกับพื้น เหยียดแขนเข้าอกโดยใช้หัวไหล่เป็นจุดหมุน 10 ครั้ง</p> <p>3. กลุ่มกล้ามเนื้อไหล่และแขน</p> <p>- ประสานมือทั้ง 2 ข้างด้านหน้า ยกแขนขึ้นเหนือศีรษะ ข้อศอกเหยียดตรง งอศอกลงและเหยียดขึ้นสลับกัน 10 ครั้ง</p> <p>4. กลุ่มกล้ามเนื้อลำตัวและหลัง</p> <p>- ยืนขาตรง หมุนตัวไปข้างขวา ไปข้างซ้าย 10 ครั้ง</p> <p>- ยืนขาตรง ยกแขนซ้ายขึ้นเหนือศีรษะ และเอียงตัวไปข้างขวา จากนั้นทำสลับข้าง 10 ครั้ง</p>	<p>10 นาที</p> <p>10 ครั้ง</p> <p>10 ครั้ง</p> <p>10 ครั้ง</p> <p>10 ครั้ง</p> <p>10 ครั้ง</p> <p>10 ครั้ง</p>	<p>ช่วยลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เอ็น ข้อต่อ</p>

กิจกรรม	รายละเอียด	ระยะเวลา	วัตถุประสงค์
อบอุ่นร่างกาย (Warm up)	5. กลุ่มกล้ามเนื้อขา - ยกเข่าขวา แล้วสลับด้วยยกเข่าซ้าย - ยกส้นเท้าขวา งอเข่าไปทางสะโพกด้านหลัง ทำสลับอีกข้าง	20 ครั้ง 20 ครั้ง	

กิจกรรม	รายละเอียด	ระยะเวลา	วัตถุประสงค์
การฝึก (Training) บนมินิแทรมโพลีน	1. ยืนขาคู่ พร้อมกับถ่ายน้ำหนักไปทางด้านซ้าย/ขวาและหลังตา 2. ยืนแยกเท้า ห่างระดับความกว้างของหัวไหล่แล้วยกส้นเท้าขึ้นให้สูงสุดเท่าที่ทำได้ และหลังตา 3. ยืนแยกเท้า ห่างระดับความกว้างของหัวไหล่แล้วยกปลายเท้าขึ้นให้สูงสุดเท่าที่ทำได้ และหลังตา 4. ยืนเท้าชิดกัน ยกส้นเท้าขึ้น และหลังตา 5. ยืนเท้าชิดกัน ยกปลายเท้าขึ้น และหลังตา 6. ยืนเท้าชิดกัน หันหน้าไปทางขวา/ซ้าย 7. ยืนต่อเท้าโดยส้นเท้าขวาแตะปลายนิ้วโป้งซ้าย และหลังตา 8. ยืนต่อเท้าโดยส้นเท้าซ้ายแตะปลายนิ้วโป้งขวา และหลังตา - พัก 1 นาที 9. งอเข่าขวาไปทางด้านหลัง 90 องศา และหลังตา 10. ทำสลับข้าง 11. กางขาขวาไปทางด้านข้าง 45 องศา และหลังตา 12. ทำสลับข้าง	40 นาที 10 วินาที ทำท่าละ 2 ครั้ง 10 วินาที ทำสลับขา 2 ครั้ง	- ควบคุมระบบ Proprioceptive - ควบคุม ระบบ Vestibular - ควบคุมระบบ Visual - ลด BOS - เพิ่มงาน (Task) ที่สอง ได้แก่ การถือลูกบอล

กิจกรรม	รายละเอียด	ระยะเวลา	วัตถุประสงค์
การฝึก (Training) บนมินิแท รมโพลีน	13. ยกขาขวาทางด้านหน้าโดยงอเข่า อก สะโพก 90 องศา และหลังตา 14. ทำสลับข้าง - พัก 2 นาที 15. ทำซ้ำข้อ 2 - 14 โดยเปลี่ยนข้อ 9 - 14 ให้ถือลูกบอลสองมือไว้เหนือศีรษะเอียงตัวไป ทางซ้าย/ขวา 30 องศาแทนการหลังตา - พัก 2 นาที 16. กระโดดอยู่กับที่ 17. ก้าวเท้าขวาไปด้านข้างแตะพื้นแล้วลากเท้า ซ้ายมาชิด ทำสลับอีกข้าง 18. ก้าวเท้าขวาไปด้านหน้าแตะพื้น ยกเท้า กลับ แล้วก้าวเท้าขวาไปด้านหลังแตะพื้น ยก เท้ากลับ ทำสลับอีกข้าง 19. กระโดดไปด้านหน้าและหลังด้วยเท้าทั้ง 2 ข้าง 20. กระโดดไปด้านข้างขวาและซ้ายด้วยเท้า ทั้ง 2 ข้าง 21. ก้าวเท้าขวาไปด้านหน้า 1 ก้าวแล้วก้าว เท้าซ้ายตาม ก้าวเท้าขวากลับที่เดิมแล้วก้าว เท้าซ้ายตาม ทำสลับอีกข้าง 22. ยกเข่าขวา แล้วสลับด้วยยกเข่าซ้าย 23. ยกส้นเท้าขวา งอเข่าไปทางสะโพก ด้านหลัง ทำสลับอีกข้าง	20 ครั้ง 20 ครั้ง 20 ครั้ง 20 ครั้ง 20 ครั้ง 20 ครั้ง 20 ครั้ง 20 ครั้ง	
คลายอุ่น ร่างกาย (Cool down)	การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 1. กลุ่มกล้ามเนื้อคอ - ยืนขาตรง ก้มศีรษะลง ประสานมือ ทั้ง 2 ข้างจับกอดที่ท้ายทอย ค้างไว้	10 นาที 15 วินาที 15 วินาที	ช่วยลดการ บาดเจ็บของ กล้ามเนื้อเอ็นข้อ ต่อ

กิจกรรม	รายละเอียด	ระยะเวลา	วัตถุประสงค์
คลายอุณหภูมิร่างกาย (Cool down)	- ยืนขาตรง เอียงศีรษะไปด้านขวา ใช้มือขวา กดศีรษะเหนือใบหูซ้าย ค้างไว้ จากนั้น ทำสลับข้าง		
	2. กลุ่มกล้ามเนื้อหน้าอก - มือประสานกันด้านหลัง บีบสะบัก เปิดหน้าอกออกเหยียดแขนตึง ค้างไว้	15 วินาที	
	3. กลุ่มกล้ามเนื้อไหล่และแขน - ยืนขาตรง ตั้งศอกขวาด้านหน้า ใช้แขนซ้าย สอดด้านในวางไว้บนข้อศอกขวา ใช้แขนซ้าย ดึงแขนขวาเข้าหาลำตัวแล้วกดนิ่ง ค้างไว้ จากนั้นทำสลับข้าง	15 วินาที	
	- ยืนขาตรง ประสานมือทั้ง 2 ข้างทางด้านหน้า ยกแขนขึ้นเหนือศีรษะ ข้อศอกเหยียดตรง ค้างไว้		
	4. กลุ่มกล้ามเนื้อลำตัวและหลัง	15 วินาที	
	- ยืนขาตรง หมุนตัวไปข้างขวา ค้างไว้ จากนั้น ทำสลับข้าง	15 วินาที	
	- ยืนขาตรง ยกแขนซ้ายขึ้นเหนือศีรษะ และเอียงตัวไปข้างขวา ค้างไว้ จากนั้นทำสลับข้าง	15 วินาที	
	5. กลุ่มกล้ามเนื้อขา - ยืนขาตรง เท้าห่างกันพอประมาณ ใช้มือซ้ายจับเก้าอี้ หรือโต๊ะที่มั่นคง มือขวาจับที่ข้อเท้าขวาและงอเข่าขวาขึ้นขาซ้ายเหยียดตรง ค้างไว้ จากนั้นทำสลับข้าง - ยืนขาตรง เท้าห่างกันพอประมาณ วางสันเท้าขวาทางด้านหน้าเข่าขวาเหยียดตรง กระดกปลายเท้าขวาขึ้น โน้มลำตัวลง และใช้มือขวาแตะไปที่ส่วนปลายเท้า หรือเท้าที่จะทำได้ ค้างไว้ จากนั้นทำสลับข้าง	15 วินาที	



เดินย่อเท้า พร้อมแกว่งแขนอยู่กับที่



กระโดดอยู่กับที่



ยืนแยกเท้า ห่างระดับความกว้างของหัวไหล่แล้วยกส้นเท้าขึ้นให้สูงสุดเท่าที่ทำได้



ยืนแยกเท้าห่างระดับความกว้างของหัวไหล่แล้วยกปลายเท้าขึ้นให้สูงสุดเท่าที่ทำได้



ยืนเท้าชิดกัน ยกส้นเท้าขึ้น



ยืนเท้าชิดกัน ยกปลายเท้าขึ้น



ยืนเท้าชิดกัน หันหน้าไปทางขวา/ซ้าย



ยืนต่อเท้าโดยส้นเท้าขวาแตะปลายนิ้วโป้งซ้าย



ยืนต่อเท้าโดยส้นเท้าซ้ายแตะปลายนิ้วโป่งขวา



งอเข่าขวาไปทางด้านหลัง 30 องศา ย่อขาซ้ายลงเล็กน้อย กางแขนทั้งสองไปด้านข้าง/ทำสลับข้าง



กางขาขวาไปทางด้านข้าง 30 องศา ย่อขาซ้ายลงเล็กน้อย กางแขนทั้งสองไปด้านข้าง/ทำสลับข้าง



ก้าวเท้าขวาไปด้านข้างแตะพื้นแล้วลากเท้าซ้ายมาชิด ทำสลับอีกข้าง



ก้าวเท้าขวาไปด้านหน้าแตะพื้น ยกเท้ากลับ แล้วก้าวเท้าขวาไปด้านหลังแตะพื้น ยกเท้ากลับ
ทำสลับอีกข้าง



กระโดดไปด้านหน้าและหลังด้วยเท้าทั้ง 2 ข้าง



กระโดดไปด้านข้างขวาและซ้ายด้วยเท้าทั้ง 2 ข้าง



ก้าวเท้าขวาไปด้านหน้า 1 ก้าวแล้วก้าวเท้าซ้ายตาม ก้าวเท้าขวากลับที่เดิมแล้วก้าวเท้าซ้ายตาม
ทำสลับอีกข้าง



ยกเข่าขวา แล้วสลับด้วยยกเข่าซ้าย



ยกส้นเท้าขวา งอเข่าไปทางสะโพกด้านหลัง ทำสลับอีกข้าง



ยืนขาคู่พร้อมกับถ่ายน้ำหนักไปทางด้านซ้าย/ขวาและถือลูกบอลขึ้นเหนือศีรษะเอียงไปซ้าย/
ขวา 30 องศา



ยืนแยกเท้า ห่างระดับความกว้างของหัวไหล่แล้วยกส้นเท้าขึ้นให้สูงสุดเท่าที่ทำได้ ถือลูกบอลขึ้นเหนือ
ศีรษะเอียง ไปซ้าย/ขวา 30 องศา



ยืนแยกเท้า ห่างระดับความกว้างของหัวไหล่แล้วยกปลายเท้าขึ้นให้สูงสุดเท่าที่ทำได้ ถือลูกบอลขึ้นเหนือศีรษะ เอียงไปซ้าย/ขวา 30 องศา



ยืนเท้าชิดกัน ยกส้นเท้าขึ้น ถือลูกบอลขึ้นเหนือศีรษะ เอียงไปซ้าย/ขวา 30 องศา



ยืนเท้าชิดกัน ยกปลายเท้าขึ้น ถือลูกบอลขึ้นเหนือ ศีรษะเอียงไปซ้าย/ขวา 30 องศา



ยืนเท้าชิดกัน หันหน้าไปทางขวา/ซ้าย ถือลูกบอลไว้



ยืนต่อเท้าโดยส้นเท้าขวาและปลายนิ้วโป่งซ้าย ถือลูกบอลขึ้นเหนือศีรษะเอียงไปซ้าย/ขวา 30 องศา



ยืนต่อเท้าโดยส้นเท้าซ้ายและปลายนิ้วโป่งขวา ถือลูกบอลขึ้นเหนือศีรษะเอียงไปซ้าย/ขวา 30 องศา



งอเข่าขวาไปทางด้านหลัง 30 องศา ย่อขาซ้ายลงเล็กน้อย ถือลูกบอลขึ้นเหนือศีรษะเอียงไปซ้าย/ขวา
30 องศา / ทำสลับข้าง



กางขาขวาไปทางด้านข้าง 30 องศา ย่อขาซ้ายลงเล็กน้อย ถือลูกบอลขึ้นเหนือศีรษะเอียงไปซ้าย/ขวา
30 องศา / ทำสลับข้าง



ยกขาขวามาทางด้านหน้าโดยย่อเข่า งอสะโพก 30 องศา ย่อขาซ้ายลงเล็กน้อย ถือลูกบอลขึ้นเหนือศีรษะ เอียงไปซ้าย/ขวา 30 องศา/ทำสลับข้าง



ยืนขาคู่ พร้อมกับถ่ายน้ำหนักไปทางด้านซ้าย/ขวาและหลังตา



ยืนแยกเท้า ห่างระดับความกว้างของหัวไหล่แล้วยกส้นเท้าขึ้นให้สูงสุดเท่าที่ทำได้ และหลับตา



ยืนแยกเท้า ห่างระดับความกว้างของหัวไหล่แล้วยกปลายเท้าขึ้นให้สูงสุดเท่าที่ทำได้ และหลับตา



ยืนเท้าชิดกัน ยกส้นเท้าขึ้น และหลับตา



ยืนเท้าชิดกัน ยกปลายเท้าขึ้น และหลับตา



ยืนเท้าชิดกัน หันหน้าไปทางขวา/ซ้าย



ยืนต่อเท้าโดยส้นเท้าขวาแตะปลายนิ้วโป้งซ้าย และหลับตา

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามประวัติสุขภาพ

คำชี้แจง แบบประเมินฉบับนี้ใช้ประเมินสภาวะสุขภาพ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 ข้อมูลสภาวะสุขภาพ

กรุณากรอกข้อมูลที่ตรงกับความเป็นจริงจากการสัมภาษณ์หรือตรวจประเมินหรือทำ
เครื่องหมาย / ลงในช่องที่กำหนดให้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. วัน/เดือน/ปีเกิด..... อายุ.....ปี รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย
2. ระดับการศึกษา () ไม่ได้ศึกษา () ประถมศึกษา () มัธยมศึกษาต้น/ปลาย () ปวช/ปวส
() ปริญญาตรี () สูงกว่าระดับปริญญาตรี ระบุ.....
3. อาชีพ () ข้าราชการ/พนักงานของรัฐ () พนักงานรัฐวิสาหกิจ () ค้าขาย/ประกอบธุรกิจส่วนตัว
() พนักงานบริษัท () อื่น ๆ ระบุ.....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลสภาวะสุขภาพ

1. น้ำหนัก.....กก. ส่วนสูง.....ซม. ดัชนีมวลกาย.....
กก./เมตร²
2. ภาวะหมดประจำเดือน () มีประจำเดือนตามปกติ () ไม่มีประจำเดือนมานาน้อยกว่า 12 เดือน
() ไม่มีประจำเดือนมาตั้งแต่ 12 เดือนขึ้นไป
3. โรคประจำตัว () ไม่มี
() มี ระบุ () โรคหลอดเลือดสมอง () โรคข้ออักเสบ () โรคกระดูกและข้อต่อ
() อื่น ๆ.....
4. การออกกำลังภายใน 6 เดือนที่ผ่านมา () ไม่ออกกำลังกาย
() ออกกำลังกาย จำนวนความถี่.....ต่อสัปดาห์
5. ปัญหาการมองเห็น () ไม่มี () มี ระบุ.....

ภาคผนวก รฐ
แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบ

รหัส.....

วันที่.....

1. BP = mmHg Resting HR = bpm
2. Timed up and go = sec.
3. การทดสอบความสามารถในการทรงตัว

3.1 แบบประเมิน Modified Clinical Test of Sensory Interaction in Balance
(CTSIB-M)

รายการ	Sway Index	Position (L/R)
1. Eye open firm surface		
2. Eye closed firm surface		
3. Eye open foam surface		
4. Eye closed foam surface		
5. Average		

3.2 แบบประเมิน Functional reach test

ครั้งที่ 1 = Inch

ครั้งที่ 2 = Inch ค่าเฉลี่ยครั้งที่ 2 กับ 3 = Inch

ครั้งที่ 3 = Inch

3.2 แบบประเมิน Star Excursion Balance test (SEBT)

	Right (cm.)	Left (cm.)
1. ความยาวขา		
2. ทิศทาง		
2.1 Anterior		
2.2 Anteromedial		
2.3 Medial		
2.4 Posteromedial		
2.5 Posterior		

	Right (cm.)	Left (cm.)
2.6 Posterolateral		
2.7 Lateral		
2.8 Anteriolateral		
3. SEBT score		

4. การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Isokinetic Dynamometers)

Chair settings	Left	Right
Chair Front/Back		
Chair Height		
Dynamometer Left/Right		
Seat Back Fore/Aft		

กล้ามเนื้อ	Right	Left
1. Knee flexion (Hamstrings)		
1.1 Torque max (Nm)		
1.2 Torque max average (Nm)		
1.3 Power average (W)		
2. Knee extension (Quadriceps)		
1.1 Torque max (Nm)		
1.2 Torque max average (Nm)		
1.3 Power average (W)		

5. การทดสอบการเดิน 6 นาที (Six Minute Walk Test; 6MWT)

รายการ	Pre-test	Post-test	3 min later
1. Heart rate (bpm)			
2. Blood pressure (mmHg)			
3. Borg scale			

ระยะทาง = เมตร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	รุ่งกิจ นະพะศาลา
วัน เดือน ปี เกิด	24 กันยายน 2538
สถานที่เกิด	
วุฒิการศึกษา	- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย ปีการศึกษา 2556 - สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี (เกียรตินิยมอันดับ 1) จากคณะ วิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2560
ที่อยู่ปัจจุบัน	126 ซ.เจริญกรุง 67 แขวงยานนาวา เขตสาทร กรุงเทพมหานคร

