

การเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อการเผาผลาญพลังงานและสุขสมรรถนะของหญิงภาวะน้ำหนักเกิน



นางสาวเสาวลักษณ์ สุนทรลักษณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARISON BETWEEN THE EFFECTS OF AEROBIC EXERCISE AND AEROBIC EXERCISE  
COMBINED WITH RESISTANCE EXERCISE TRAINING ON ENERGY EXPENDITURE AND  
HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS IN OVERWEIGHT WOMEN



Miss Saowaluck suntraluck

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

School of Sports Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก  
และการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรง  
ต้านที่มีต่อการเผาผลาญพลังงานและสุขสมรรถนะของหญิง  
ภาวะนั้นักเกิน

โดย

นางสาวเสาวลักษณ์ สุนทรลักษณ์

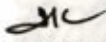
สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์การกีฬา

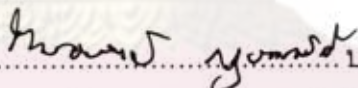
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

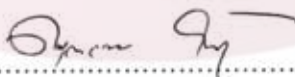
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตรุณวรรณ สุขสม

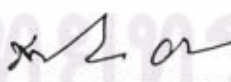
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้แนบวิทยานิพนธ์ฉบับ  
นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

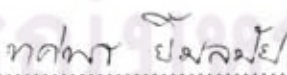
  
.....คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจลิม ชัยวัชรภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธนอมวงศ์ กฤษณ์เพชร)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตรุณวรรณ สุขสม)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชินนัทชัย อินทிரภรณ์)

  
..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย)

เสาวลักษณ์ สุนทรลักษณ์ : การเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อการเผาผลาญพลังงานและสุขสมรรถนะของหญิงภาวะน้ำหนักเกิน. ((A COMPARISON BETWEEN THE EFFECTS OF AEROBIC EXERCISE AND AEROBIC EXERCISE COMBINED WITH RESISTANCE EXERCISE TRAINING ON ENERGY EXPENDITURE AND HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS IN OVERWEIGHT WOMEN)) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร.ดรณวรรณ สุขสม, 127หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อการเผาผลาญพลังงาน สุขสมรรถนะและการไหลของเลือดชั้นผิวหนังในหญิงน้ำหนักปกติและหญิงน้ำหนักเกิน อาสาสมัครเป็นนิสิตหญิง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 42 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มน้ำหนักปกติ จำนวน 20 คน และกลุ่มน้ำหนักเกิน จำนวน 22 คน ทั้งสองกลุ่ม แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่ กลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกโดยการปั่นจักรยาน (กลุ่มน้ำหนักปกติจำนวน 10 คน และกลุ่มน้ำหนักเกินจำนวน 11 คน) และกลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านโดยการปั่นจักรยานพร้อมกับการใช้ยางยืด (กลุ่มน้ำหนักปกติจำนวน 10 คน และกลุ่มน้ำหนักเกินจำนวน 11 คน) การออกกำลังกายทั้งสองรูปแบบใช้ความหนักของการออกกำลังกายที่ 64-76 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นระยะเวลา 30 นาที ทำการประเมินการเผาผลาญพลังงานของการออกกำลังกายแต่ละรูปแบบก่อนการนำไปใช้ฝึกออกกำลังกาย ก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกาย (3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์) ทำการวัดตัวแปรพื้นฐานทางสรีรวิทยาทั่วไป สุขสมรรถนะ และการไหลของเลือดชั้นผิวหนังหลังการปิดกั้นการไหลของเลือด นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างก่อนและหลังการออกกำลังกายโดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างกลุ่มการทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ผลการวิจัยพบว่า

1. การเผาผลาญพลังงานของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีค่าสูงกว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน

2. กลุ่มน้ำหนักเกินที่ได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีเปอร์เซ็นต์ไขมันลดลงและเปอร์เซ็นต์มวลที่ปราศจากไขมันเพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้าสูงขึ้นมากกว่ากลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน แต่องศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ ทั้งการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีผลทำให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลง และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังจากการฝึกทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน

3. กลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของเวลาที่ใช้กลับสู่สภาวะพักของการทดสอบการไหลของเลือดชั้นผิวหนังที่แตกต่างไปในทางที่ดีกว่าการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน

ผลจากการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีประสิทธิภาพในการเพิ่มการเผาผลาญพลังงาน รวมถึงพัฒนาสุขสมรรถนะและการไหลของเลือดชั้นผิวหนังได้มากกว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวทั้งในบุคคลที่มีน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน

สาขาวิชา..... วิทยาศาสตร์การกีฬา.....

ลายมือชื่อนิสิต..... เสาวลักษณ์ สุนทรลักษณ์

ปีการศึกษา :..... 2551.....

ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก..... อ.ดร.ดรณวรรณ สุขสม

# # 5078635939 : MAJOR SPORTS SCIENCE

KEYWORDS : AEROBIC EXERCISE COMBINED WITH RESISTANCE EXERCISE TRAINING / ENERGY EXPENDITURE / HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS  
SAOWALUCK SUNTRALUCK : A COMPARISON BETWEEN THE EFFECTS OF AEROBIC EXERCISE COMBINED WITH RESISTANCE EXERCISE TRAINING ON ENERGY EXPENDITURE AND HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS IN OVERWEIGHT.  
ADVISOR: ASST. PROF. DAROONWAN SUKSOM, Ph.D.,127 pp.

The purpose of this study was to compare the effects of aerobic exercise and aerobic combined with resistance exercise training on energy expenditure, health-related physical fitness and cutaneous blood flow in normal weight and overweight women. Forty-two women participants, the students of Chulalongkorn university, volunteered for the study and were categorized into two groups : normal weight group (n=20) and overweight group (n=22). Both groups were further divided into two sub-groups : aerobic exercise training (cycling ergometer:AE) and aerobic combined with resistance exercise training (cycling ergometer with rubber band: AE+RE). Exercise intensity was set at 64-76 % of maximal heart rate for 30 minutes per session. Energy expenditure of exercise in each program was determined before training (3 times per week for 8 weeks). Before and after exercise training, variables of general physiological data, health-related physical fitness and cutaneous blood flow after occlusion were measured. All values were expressed as means and standard deviations. Paired t-test and One way analysis of variance with repeated measure were used to determine the significant differences between before and after exercise and among groups of exercise, respectively.

The results were as followed :

1. Energy expenditure of AE+RE was significantly higher than AE ( $p < 0.05$ ) in both normal weight and overweight groups.
2. AE+RE of overweight group showed decreased ( $p < .05$ ) in percentage of body fat ( $p < .05$ ) and increased in percentage of fat free mass ( $p < .05$ ). While, muscular strength of biceps of AE+RE were significantly higher than AE in both normal weight and overweight groups. The range of motion was not significantly different between AE and AE+RE. In addition, AE and AE+RE had significantly increased maximal oxygen uptake and decreased resting heart rate in both normal weight and overweight groups.
3. For cutaneous blood flow examination, the percent change in recovery time of AE+RE was higher than that of AE in both normal weight and overweight groups.

Our results indicated that aerobic exercise combined with resistance exercise training has more effective in increasing energy expenditure and improving health-related physical fitness as well as cutaneous blood flow than aerobic exercise alone in both normal weight and overweight persons.

Field of Study : .....

Student's Signature Saowaluck Suntraluck

Academic Year : .....

Advisor's Signature Daroonwan Siksom

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้โดยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดรณวรรณ สุขสม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลา ให้คำแนะนำและคำปรึกษา ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มการวิจัยด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพชร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรินทร์ชัย อินทிரามภรณ์ อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลัมย์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ข้อคิด คำแนะนำ ปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ ส่งผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์และถูกต้อง

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพชร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรินทร์ชัย อินทிரามภรณ์ รองศาสตราจารย์เจริญ กระจบวงษ์รัตน์ รองศาสตราจารย์ นพ.สมพล สงวนรังศิริกุล และอาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลัมย์ที่ได้ให้ความกรุณาในการตรวจพิจารณาเครื่องมือและให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านที่ให้ความรู้ และคำแนะนำต่างๆ ที่ดีตลอดมา

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่าน และนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ความร่วมมือในการวิจัย อันส่งผลให้งานวิจัยฉบับนี้ประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณเพื่อนๆ นิสิตบัณฑิตศึกษา สำหรับความช่วยเหลือและให้กำลังใจ และให้คำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบคุณทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนทุนการวิจัยครั้งนี้ ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดาที่ให้การสนับสนุนในเรื่องการศึกษาตลอดมา ส่งผลให้ประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
สารบัญแผนภูมิ.....	ฏ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	3
สมมุติฐานการวิจัย.....	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	5
ข้อจำกัดของงานวิจัย.....	5
คำจำกัดความของการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
ภาวนำหนักเกิน.....	9
การเผาผลาญพลังงาน.....	13
การออกกำลังกาย.....	17
หน้าที่การทำงานของเซลล์เยื่อบุหลอดเลือด.....	25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	27

บทที่	หน้า
กรอบแนวคิด.....	36
3  วิธีการดำเนินวิจัย.....	37
กลุ่มตัวอย่าง.....	37
เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	38
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	38
ขั้นตอนในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	39
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	44
4  ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	45
5  สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	77
สรุปผลการวิจัย.....	78
อภิปรายผล.....	79
ข้อเสนอแนะ.....	85
รายการเอกสารอ้างอิง.....	86
ภาคผนวก.....	94
ภาคผนวก ก.....	95
ภาคผนวก ข.....	97
ภาคผนวก ค.....	99
ภาคผนวก ง.....	103
ภาคผนวก จ.....	105
ภาคผนวก ฉ.....	108
ภาคผนวก ช.....	110
ภาคผนวก ซ.....	117
ภาคผนวก ฌ.....	119
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	127



## สารบัญญัตินำ

ตารางที่		หน้า
1	ตารางมาตรฐานของดัชนีมวลกายและความเสี่ยงของการเป็นโรค.....	10
2	โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการออกกำลังกายแบบแอโรบิก พร้อมกับการใช้แรงต้านที่ใช้ในงานวิจัยนี้.....	44
3	การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาจากการให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับแบบสอบถามความเหมาะสมดานองค์ประกอบของการฝึกออกกำลัง กายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน.....	46
4	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา ระหว่างกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน.....	47
5	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการใช้พลังงานในการ ออกกำลังกาย 30 นาที เปรียบเทียบระหว่างการฝึกการออกกำลังกายแบบแอโร บิกและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงภาวะ น้ำหนักปกติและหญิงน้ำหนักเกิน.....	48
6	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา กลุ่มน้ำหนักปกติ.....	49
7	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา กลุ่มน้ำหนักเกิน.....	50
8	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาระหว่างหญิงน้ำหนัก ปกติและหญิงน้ำหนักเกิน.....	51
9	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงระหว่าง ก่อนและ หลังการฝึกการออกกำลังกายของตัวแปรทางด้านสุขสมรรถนะระ หว่างการฝึกการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการออกกำลังกายแบบแอโรบิก พร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงภาวะน้ำหนักปกติ.....	55
10	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงระหว่าง ก่อนและหลังการฝึกการออกกำลังกายของตัวแปรทางด้านสุขสมรรถนะระหว่าง การฝึกการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการออกกำลังกายแบบแอโรบิก พร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงน้ำหนักปกติ.....	56

ตารางที่		หน้า
11	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายของตัวแปรทางด้านสุขสมรรถนะระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงน้ำหนักปกติและหญิงน้ำหนักเกิน.....	58
12	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง ก่อนและหลังการฝึกระหว่างการฝึกการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงน้ำหนักปกติ.....	69
13	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง ก่อนและหลังการฝึกระหว่างการฝึกการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงน้ำหนักเกิน.....	70
14	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของค่าการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง ก่อนและหลังการฝึกระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงน้ำหนักปกติและหญิงน้ำหนักเกิน.....	71



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดของงานวิจัย.....	36
2	ขั้นตอนการศึกษามูลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน.	41
3	การวัดการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง.....	43



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก.....	52
2	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของดัชนีมวลกาย.....	52
3	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก.....	53
4	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว.....	53
5	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว.....	54
6	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของไขมัน.....	60
7	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมวลที่ปราศจากไขมัน.....	60
8	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า.....	61
9	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า.....	61
10	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง.....	62
11	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของท่าข้อไหล่ขวา.....	62
12	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของท่าข้อไหล่ซ้าย.....	63
13	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของท่าเหยียดข้อไหล่ขวา.....	63
14	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของท่าเหยียดข้อไหล่ซ้าย.....	64
15	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของท่ากางข้อไหล่ขวา.....	64
16	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของท่ากางข้อไหล่ซ้าย.....	65
17	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของท่าอสะโพกขวา.....	65
18	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของท่าอสะโพกซ้าย.....	66
19	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของท่าเหยียดสะโพกขวา.....	66
20	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของท่าเหยียดสะโพกซ้าย.....	67
21	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของท่ากางสะโพกขวา.....	67
22	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของท่ากางสะโพกซ้าย.....	68
23	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด.....	68
24	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดขณะพัก.....	72
25	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของเลือดขณะถูกปิดกั้น.....	72
26	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดสูงสุดหลังการปิดกั้น.....	73
28	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของเวลาการไหลของเลือดสูงสุด.....	74

29	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดที่เวลา 30 วินาที.....	74
30	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดที่เวลา 60 วินาที.....	75
31	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดที่เวลา 90 วินาที.....	75
32	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของเวลาที่ใช้กลับสู่สภาวะพัก.....	76



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้รุดหน้าไปมาก ทำให้เกิดสิ่งอำนวยความสะดวกมากมาย ซึ่งมีผลทั้งด้านบวกและด้านลบ คือ เกิดความสะดวกมากขึ้นแต่ก็เกิดผลเสียทางด้านสุขภาพ โดยการพึ่งพาสิ่งอำนวยความสะดวกนี้ ทำให้คนเรามีกิจกรรมทางกายน้อยลง ผลที่ตามมาก็คือ มีภาวะน้ำหนักเกิน ภาวะน้ำหนักเกิน คือ ภาวะที่มีน้ำหนักเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยเกณฑ์ที่ใช้จะเป็นอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักตัวต่อส่วนสูงซึ่งก็คือค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index : BMI) ดัชนีมวลกายที่ใช้ในการจำแนกภาวะน้ำหนักเกินอยู่ระหว่าง 25-29.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (American college of sport medicine, 2006)

การมีภาวะน้ำหนักเกินได้มีการสำรวจทั่วโลกโดยมีการประเมินสถานการณ์ว่าผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินจะมีจำนวนถึง 750 ล้านคน และผู้ที่มีภาวะโรคอ้วนประมาณ 300 ล้านคน ซึ่งภาวะโรคอ้วนเป็นสาเหตุอันดับ 2 ของการเสียชีวิตในอเมริกา (McArdle, 2007) ในประเทศไทยเองนั้นได้มีการสำรวจสภาวะสุขภาพอนามัยของประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกาย ครั้งที่ 3 พ.ศ.2546-2547 ในทุกกลุ่มอายุ ซึ่งเพศหญิงมีภาวะน้ำหนักเกินมากกว่าเพศชาย (วิชัย เอกพลากร, 2550) สาเหตุของการมีภาวะน้ำหนักเกินมักมาจากดุลพลังงานที่ไม่เท่ากัน (Intake output imbalance) คือการเกิดความไม่สมดุลระหว่างพลังงานที่รับเข้าไปจากสารอาหารกับพลังงานที่ใช้ในการเผาผลาญสารอาหาร ทำให้มีไขมันสะสมอยู่ภายในร่างกาย ซึ่งไขมันที่สะสมมากขึ้นนั้น มาจากการเพิ่มของเซลล์ไขมัน โดยจะมีการเพิ่มทั้งขนาดหรือจำนวนเซลล์ ปริมาณไขมันที่มากขึ้นทำให้มีรูปร่างที่อ้วนเกิดความผิดปกติทางเมตาบอลิซึม และมีการหลั่งของกรดไขมันอิสระและเปปไทด์ฮอริโมนต่างๆ อย่างผิดปกติจากเซลล์ไขมัน (Brook and fahey, 1984) ทำให้เกิดโรคเรื้อรังต่างๆ ตามมา เช่น โรคเบาหวาน นิ่วในถุงน้ำดี ข้อเสื่อม โรคหัวใจ และการเพิ่มอุบัติการณ์ของการเกิดมะเร็งบางชนิด (ธเนศ ชิตาพนารักษ์ และคณะ, 2548)

การออกกำลังกายถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่สามารถป้องกันและแก้ไขภาวะน้ำหนักเกิน ซึ่งจะส่งผลในการลดภาวะเสี่ยงต่อโรคต่างๆที่ตามมาได้ การออกกำลังกายเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของการเริ่มโปรแกรมในการลดน้ำหนักและยังเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ในทางบวกของการรักษาน้ำหนักให้คงที่ในระยะยาว (Van Itallie et al, 1985) จากการศึกษาของวูด และคณะ (Wood et al, 1991) ในผู้หญิงและผู้ชายที่มีภาวะน้ำหนักเกิน โดยเปรียบเทียบการลดน้ำหนักระหว่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ควบคุมอาหารเพียงอย่างเดียวและกลุ่มที่ควบคุมอาหารร่วมกับการออก

กำลังกาย พบว่ากลุ่มที่ควบคุมอาหารร่วมกับการออกกำลังกายมีการลดไขมันในร่างกายมากขึ้น โดยเฉพาะไขมันบริเวณหน้าท้อง นอกจากนี้ การออกกำลังกายช่วยให้น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายลดลง เพิ่มความแข็งแรงของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Santos et al, 2005, Nemet et al, 2005, Carrel et al, 2005)

การออกกำลังกายมีหลากหลายประเภท ประเภทของการออกกำลังกายสำหรับบุคคลทั่วไปที่แนะนำให้ปฏิบัติเพื่อการมีสุขภาพดี ได้แก่ การออกกำลังกายแบบแอโรบิก และการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน การออกกำลังกายแบบแอโรบิก คือ การออกกำลังกายโดยใช้ออกซิเจนเป็นกระบวนการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อซึ่งต้องใช้ออกซิเจนช่วยในการสันดาป (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชรและคณะ, 2544) ส่วนการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน คือ การออกกำลังกายที่ใช้ น้ำหนักต้านกับการออกแรงของการหดตัวของกล้ามเนื้อ (ACSM, 2006) ซึ่งทั้งการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านต่างมีประโยชน์ต่อการเพิ่มสมรรถภาพทางกายของผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน (Nassis et al, 2005, Sarsan et al, 2006) ในปี 2007 เคิร์กวูดและคณะ (Kirkwoods et al, 2007) พบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกมีผลต่อการลดลงของน้ำหนักตัว รอบเอวและคอเรสเตอรอล และในปี 2008 สเตรสเซอร์และคณะ (Strasser et al, 2008) โอคุระ และคณะ (Okura et al, 2008) พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการควบคุมอาหารทำให้มีการลดลงของน้ำหนักตัวดีกว่าการควบคุมอาหารเพียงอย่างเดียว ส่วนการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านนั้น เมื่อไม่นานมานี้มีงานวิจัย พบว่า การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านสามารถทำให้ ไขมันช่วงลำตัวมีการลดลง แต่มวลที่ปราศจากไขมันยังคงเท่าเดิม และมีความแข็งแรงของกลุ่มกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Hunter et al, 2008, Lockwood et al, 2008)

นอกจากนี้ การศึกษาวิจัยที่ผ่านมายังได้บ่งชี้ถึงผลดีของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน โดยงานวิจัยของเครเมอร์ และคณะ (Kraemer et al, 2001) พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ( $VO_2$  peak) และความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ต่อมา อาไซโร และคณะ (Arciero et al, 2008) พบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านมีประโยชน์ในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและผู้ที่ย้ำวนโดยทำให้น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมันทั้งร่างกายและหน้าท้อง และไตรกลีเซอไรด์ลดลง โดยงานวิจัยดังกล่าว และงานวิจัยส่วนใหญ่ที่ผ่านมาเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน (Norton et al, 2001, Volek et al, 2001) เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกก่อนการใช้แรงต้าน หรือเป็นการใช้แรงต้านก่อนการออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั้งสิ้น อย่างไรก็ตามการ ศึกษาวิจัยของดรูดวอร์ด สุกสมและอาพรณชนิต ศิริแพพย์ (2550) พบว่า การฝึกออกกำลังกาย

ด้วยไม้ยืดหยุ่น ซึ่งเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านในครั้งเดียว วันละ 40 นาที 4 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ มีผลทำให้มีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก และความดันโลหิตลดลง สุขสมรรถนะดีขึ้น และยังช่วยทำให้หน้าที่ของเซลล์บุผนังหลอดเลือดดีขึ้นในทุกกลุ่มวัย

จากการที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นการเพิ่มการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อและการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านเป็นการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อทำให้มีการเผาผลาญพลังงานเพิ่มขึ้น (Sarsan et al, 2006) จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจการนำการออกกำลังกายทั้งสองรูปแบบมารวมกันในการออกกำลังกายครั้งเดียว โดยได้ออกแบบการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน ซึ่งเป็นการปั่นจักรยานพร้อมกับการใช้ยางยืด เป็นที่น่าสนใจว่า รูปแบบการออกกำลังกายใหม่ที่คิดค้นขึ้น จะมีผลต่อการเผาผลาญพลังงานอย่างไรและมีการเผาผลาญพลังงานที่มากกว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียว (การปั่นจักรยาน) หรือไม่ในผู้ที่มีน้ำหนักปกติและผู้ที่มีน้ำหนักเกิน นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังสนใจศึกษาถึงสุขสมรรถนะและการไหลของเลือดชั้นผิวหนังทั้งก่อนและหลังการฝึกการออกกำลังกายของการออกกำลังกายแต่ละรูปแบบ เพื่อประเมินสมรรถภาพทางกายและหน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือด (Endothelial function) อีกด้วย ผลที่ได้จากการศึกษาจะทำให้ทราบถึงค่าการเผาผลาญพลังงาน สุขสมรรถนะและการไหลเวียนเลือดชั้นผิวหนังของแต่ละรูปแบบการออกกำลังกาย เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ และการลดน้ำหนักของผู้ที่มีน้ำหนักเกิน อีกทั้งยังเป็นฐานข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าวิจัยด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกายในอนาคตต่อไป

### คำถามของการวิจัย

การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวกับการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน จะมีผลอย่างไรต่อการเผาผลาญพลังงาน สุขสมรรถนะและการไหลของเลือดชั้นผิวหนังและแตกต่างกันหรือไม่ในหญิงที่มีภาวะน้ำหนักปกติและหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

### สมมติฐานของการวิจัย

1. การออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านให้ผลดีต่อการเผาผลาญพลังงานมากกว่าการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวในหญิงที่มีภาวะน้ำหนักปกติและหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน



2. การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการฝึกออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านให้ผลดีต่อสุขสมรรถนะ และการไหลของเลือดชั้นผิวหนังมากกว่าการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวในหญิงที่มีภาวะน้ำหนักปกติและหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อการเผาผลาญพลังงาน สุขสมรรถนะและการไหลของเลือดชั้นผิวหนังในหญิงที่มีภาวะน้ำหนักปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อการเผาผลาญพลังงาน สุขสมรรถนะและการไหลของเลือดชั้นผิวหนังในหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน
3. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อการเผาผลาญพลังงาน สุขสมรรถนะและการไหลของเลือดชั้นผิวหนังระหว่างหญิงที่มีภาวะน้ำหนักปกติและหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

### ขอบเขตของการวิจัย

1. การศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการเปรียบเทียบการออกกำลังกาย 2 รูปแบบ ได้แก่ การออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียว โดยการปั่นจักรยาน และการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยการปั่นจักรยานพร้อมกับการใช้ยางยืด
2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นอาสาสมัครนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศหญิง อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 42 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มน้ำหนักปกติ มีค่าดัชนีมวลกาย  $\geq 18.5 \leq 24.99$  กิโลกรัมต่อตารางเมตร และกลุ่มน้ำหนักเกิน มีค่าดัชนีมวลกาย  $\geq 25 \leq 29.9$  กิโลกรัมต่อตารางเมตร
3. ตัวแปรที่จะศึกษาครั้งนี้
  - 3.1 ตัวแปรต้น (Independent Variables) คือ การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก และการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่ความหนักของการออกกำลังกายอยู่ในช่วง 64-76 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ระยะเวลา 30 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

### 3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables)

- ตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิต อายุ และดัชนีมวลกาย
- การเผาผลาญพลังงานขณะออกกำลังกายเป็นเวลา 30 นาที
- สุขสมรรถนะ ได้แก่ องค์ประกอบร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ แขนและขา ความยืดหยุ่น และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด
- ตัวแปรจากการทดสอบการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง ได้แก่ อัตราการไหลของเลือดขณะพัก อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังขณะปิดกั้นการไหล อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุด อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุดต่อขณะพัก เวลาของอัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุด อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังภายหลังการปิดกั้น และเวลาที่ใช้ในการกลับสู่สภาวะพัก

#### ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยสมัครใจเข้าร่วมการทดลอง
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับคำชี้แจงขั้นตอนต่างๆของการดำเนินงานวิจัยและการปฏิบัติตัวโดยละเอียด และต้องลงชื่อในใบยินยอมของผู้เข้าร่วมในงานวิจัยก่อนเข้าร่วมการทดลอง
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการออกกำลังกายตามลำดับวิธีดำเนินการวิจัย ในสภาวะแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน
4. ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการออกกำลังกายตามโปรแกรมและมีการดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ

#### ข้อจำกัดของการวิจัย

ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมการประกอบกิจกรรมประจำวันของผู้เข้าร่วมวิจัยให้เหมือนกันได้ เช่น การรับประทานอาหาร และการพักผ่อน เป็นต้น

## คำจำกัดความของการวิจัย

การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise training) หมายถึง การออกกำลังกายโดยใช้ออกซิเจนเป็นกระบวนการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อซึ่งต้องใช้ออกซิเจนช่วยในการสันดาป การออกกำลังกาย สำหรับการวิจัยนี้ใช้รูปแบบการปั่นจักรยาน

การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน (Aerobic combined with resistance exercise training) หมายถึง การฝึกออกกำลังกายที่มีการใช้ออกซิเจนร่วมกับการฝึกออกกำลังกายที่มีแรงต้านของการหดตัวของกล้ามเนื้อสำหรับงานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการปั่นจักรยานพร้อมกับการใช้ยางยืด

ภาวะน้ำหนักปกติ (Normal weight) หมายถึง น้ำหนักตัวปกติที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดสำหรับบุคคลโดยเฉพาะที่มีพื้นฐานต่ออายุ ความสูงและขนาดร่างกาย สำหรับงานวิจัยนี้ใช้เกณฑ์ดัชนีมวลกาย  $\geq 18.5 \leq 24.9$  กิโลกรัมต่อตารางเมตร

ภาวะน้ำหนักเกิน (Overweight) หมายถึง น้ำหนักตัวซึ่งมากเกินไปหรือน้ำหนักมาตรฐานสำหรับบุคคลโดยเฉพาะที่มีพื้นฐานต่ออายุ ความสูงและขนาดร่างกาย สำหรับงานวิจัยนี้ใช้เกณฑ์ดัชนีมวลกาย  $\geq 25 \leq 29.9$  กิโลกรัมต่อตารางเมตร

การเผาผลาญพลังงาน (Energy expenditure) หมายถึง การเผาผลาญอาหารที่ร่างกายได้รับให้เป็นพลังงานแล้วนำพลังงานนี้ใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ ในที่นี้จะกล่าวถึง การใช้พลังงานขณะที่มีการออกกำลังกายแบบแอโรบิก (การปั่นจักรยาน) กับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน (การปั่นจักรยานพร้อมกับการใช้ยางยืด) ในช่วงระยะเวลา 30 นาที

สุขภาพสมรรถนะ (Health related physical fitness) หมายถึง สมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับการมีสุขภาพดี มีความสามารถในการปฏิบัติภารกิจประจำวันอย่างต่อเนื่องด้วยความกระฉับกระเฉงและตื่นตัว ปราศจากความเหนื่อยล้าและช่วยป้องกันโรคภัยไข้เจ็บ สำหรับการวิจัยนี้ จะกล่าวถึง องค์ประกอบของร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ยางยืด (Rubber band) หมายถึง สารโพลิเมอร์ (Polymer) ที่มีการเปลี่ยนรูปมาเป็นยางยืดหรือยางที่มีความยาวที่ประกอบขึ้นเป็นเส้นที่มีความยืดหยุ่นสำหรับใช้ในการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน สำหรับการวิจัยนี้ได้ใช้ยางยืด ยี่ห้อ Duraband สีเขียว มีความหนากระดัดปานกลาง ยาว 2 เมตร กว้าง 0.15 เมตร

การไหลของเลือดชั้นผิวหนัง (Cutaneous blood flow) หมายถึง อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังที่วัดจากผลของความเร็วและความเข้มข้นเฉลี่ยของเม็ดเลือดแดงในปริมาณเนื้อเยื่อตัวอย่าง (Flux) โดยใช้เครื่องเลเซอร์ ดอปเลอร์ สำหรับการวิจัยนี้วัดการไหลเวียนเลือดชั้นผิวหนัง

ด้วยวิธีโพสออกคลูซีฟ รีแอกทีฟ ไฮเปอร์รีเมีย (Post occlusive reactive hyperemia) โดยทำการวัด Flux ขณะพัก ขณะมีการปิดกั้นการไหลของเลือด และขณะปล่อยคืนสู่สภาวะปกติ ที่บริเวณข้อมือซ้าย

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการฝึกแบบใช้แรงต้านที่มีต่อการเผาผลาญพลังงาน สุขสมรรถนะและการไหลเวียนเลือดชั้นผิวหนัง ทั้งในผู้ที่มีน้ำหนักปกติและผู้ที่มีน้ำหนักเกิน
2. ได้ทราบถึงความแตกต่างของการเผาผลาญพลังงาน สุขสมรรถนะ และการไหลเวียนเลือดชั้นผิวหนังระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านทั้งในผู้ที่มีน้ำหนักปกติและผู้ที่มีน้ำหนักเกิน
3. มีรูปแบบการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพที่เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการออกกำลังกาย สำหรับผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและบุคคลทั่วไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการฝึกการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่มีผลการเผาผลาญพลังงานและสุขสมรรถนะของหญิงภาวระน้ำหนักเกิน โดยได้ทำการทบทวนวรรณกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง สรุปเป็นเนื้อหาสาระสำคัญใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย มีหัวข้อสำคัญดังนี้

1. ภาวระน้ำหนักเกิน
  - มาตรฐานของดัชนีมวลกายในการจำแนกประเภทของน้ำหนักตัว
  - สาเหตุของภาวระน้ำหนักเกิน
  - แนวทางปฏิบัติเพื่อแก้ไขภาวระน้ำหนักเกิน
2. การใช้เผาผลาญพลังงาน
  - ความสมดุขของพลังงาน
  - ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงาน
  - วิธีการวัดพลังงาน
  - แหล่งพลังงานและระบบพลังงานกับการออกกำลังกาย
3. การออกกำลังกาย
  - หลักการออกกำลังกาย
  - สุขสมรรถนะ
  - การออกกำลังกายแบบแอโรบิก
  - การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน
    - : การออกกำลังกายโดยใช้ยางยืด
  - การออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน
4. เซลล์บุผนังหลอดเลือด
  - หน้าที่ของเซลล์บุผนังหลอดเลือด
  - การสูญเสียหน้าที่ของเซลล์บุผนังหลอดเลือด
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - งานวิจัยภายในประเทศ
  - งานวิจัยต่างประเทศ

## 1. ภาวะน้ำหนักเกิน

ในร่างกายมนุษย์ประกอบไปด้วยสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไม่ได้ (Body constituent) เช่น จำนวนของกระดูก จำนวนของอวัยวะต่างๆ และสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้ (Body composition) เช่น ขนาดของกล้ามเนื้อ ปริมาณของไขมันที่เก็บสะสมไว้ใต้ผิวหนัง ปริมาณของแร่ธาตุในกระดูก ส่วนประกอบของร่างกายที่เปลี่ยนแปลงได้ยังแบ่งออกเป็น ส่วนที่ไม่มีบทบาทสำคัญ (ไม่ active) ในการสร้างพลังงาน เช่น ปริมาณของแร่ธาตุที่สะสมไว้ในกระดูกและไขมันที่สะสมไว้ใต้ผิวหนัง และส่วนที่มีบทบาทสำคัญ (Active) ในการสร้างพลังงาน (ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการเคลื่อนไหวร่างกาย) อันได้แก่ กล้ามเนื้อ ปริมาณของไขมันที่สะสมอยู่ใต้ผิวหนังมักเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญที่จะทำให้น้ำหนักของเราเปลี่ยนแปลงไปหรือจะพูดอีกอย่างหนึ่งก็คือ น้ำหนักที่มักเปลี่ยนแปลงนั้นมักขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันที่สะสมอยู่ (ประทุม ม่วงมี, 2527)

ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน จัดเป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคทางเมตาบอลิซึม โรคมะเร็งบางประเภท เกิดความผิดปกติในการนอนหลับ รวมไปถึงโรคทางกระดูกและกล้ามเนื้อ การมีน้ำหนักตัวเกินเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น เกิดจากพยาธิสภาพของระบบต่อมไร้ท่อ หรือในกรณีที่ไม่มีความผิดปกติทางพยาธิสภาพมักเป็นผลจากการใช้พลังงานน้อยกว่าพลังงานที่ได้รับ ในแง่ของความสมดุลของพลังงานหากการรับพลังงานมีมากกว่าการใช้พลังงานของร่างกาย จะส่งผลให้ร่างกายได้รับพลังงานเกินขนาดและทำให้มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น (วิฑูร แสงศิริสุวรรณ และ ไถ่ออน ชินธเนศ, 2006)

### มาตรฐานของดัชนีมวลกายในการจำแนกประเภทของน้ำหนักตัว

เกณฑ์ในการวัดค่าของผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน (ACSM, 2006) โดยทั่วไปนิยมใช้การอ้างอิงจากค่าดัชนีมวลกาย ซึ่งจะคำนวณได้จาก

$$\text{ค่าดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร}^2\text{)} = \text{น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)} / \text{สวนสูง (เมตร}^2\text{)}$$

โดยกำหนดให้คนปกติมีค่าดัชนีมวลกาย 18.5-24.9 กิโลกรัม/เมตร<sup>2</sup> สำหรับผู้ที่มีค่าน้อยกว่า 18.5 กิโลกรัม/เมตร<sup>2</sup> และมากกว่า 25 กิโลกรัม/เมตร<sup>2</sup> อยู่ในประเภทน้ำหนักตัวน้อยกว่าปกติ และน้ำหนักตัวมากกว่าปกติ ตามลำดับ และได้แบ่งความรุนแรงออกเป็น 4 ระดับ คือ เริ่มอ้วนหรือภาวะน้ำหนักเกิน อ้วนระดับที่ 1 อ้วนระดับที่ 2 อ้วนระดับที่ 3 โดยกำหนดให้มีค่าดัชนีมวลกายเท่ากับ 25.0-29.9 30.0-34.9 35.0-39.9 และมากกว่า 40.0 กิโลกรัม/เมตร<sup>2</sup> ตามลำดับ

น้ำหนักต่ำกว่าปกติ คือ การมีน้ำหนักที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าดัชนีมวลกายที่ต่ำกว่า 18.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

น้ำหนักปกติ คือ การมีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปกติ โดยมีค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 18.5-24.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

ภาวะน้ำหนักเกิน คือ ภาวะที่มีน้ำหนักเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยมีค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 25 – 29.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

อ้วนเกินกว่าปกติ คือ การมีน้ำหนักมากเกินในระดับที่ 1 โดยมีค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 30.0-34.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

อ้วนที่มากเกิน คือ การมีน้ำหนักมากเกินในระดับที่ 2 โดยมีค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 35.0-39.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

อ้วนมาก คือ การมีน้ำหนักมากเกินในระดับที่ 3 โดยมีค่าดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 40.0 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

ปัจจุบันนี้มีจำนวนผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ประชากรของประเทศไทยเกิดภาวะโรคอ้วนตามมา การที่มีภาวะน้ำหนักเกินทำให้เกิดการมีไขมันที่มากเกินไปซึ่งจะทำให้เพิ่มปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรค อันได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคถุงน้ำดี โรคข้อกระดูก โรคมะเร็งและโรคหัวใจ นอกจากนี้การเคลื่อนไหวร่างกายมีความแคล่วคล่องว่องไวลดลง เกิดอุบัติเหตุล้มได้ง่ายกว่าคนที่น้ำหนักปกติ

#### ตารางที่ 1 มาตรฐานของดัชนีมวลกายและความเสี่ยงของการเป็นโรค

น้ำหนัก	ดัชนีมวลกาย	ระดับ	ชาย ≤ 102 ซม.	ชาย > 102 ซม.
			หญิง ≤ 88 ซม.	หญิง > 88 ซม.
น้ำหนักต่ำกว่าปกติ	<18.5		-	-
น้ำหนักปกติ	18.5-24.9		-	-
น้ำหนักเกิน	25-29.9		↑	↑↑
อ้วนเกินกว่าปกติ	30.0-34.9	I	↑↑	↑↑↑
	35-39.9	II	↑↑↑	↑↑↑
อ้วนมาก	≥40.0	III	↑↑↑↑	↑↑↑↑

ดัดแปลงจาก American college of sport medicine (ACSM, 2006)

## สาเหตุของภาวะน้ำหนักเกิน (Roberg et al, 1997)

การมีภาวะน้ำหนักเกินมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย โดยสามารถอธิบายได้ ดังนี้

1. ทฤษฎีของเซลล์ไขมัน (Fat Cell Theory) ทฤษฎีนี้เกี่ยวข้องกับจำนวนของไขมันที่สะสมในเซลล์ไขมันและจำนวนเซลล์ไขมันที่มีอยู่ในร่างกาย (Knittle, 1972) ขนาดและจำนวนเซลล์ไขมันในร่างกายเป็นสาเหตุของความอ้วน เซลล์ไขมันเป็นที่สะสมพลังงาน ร่างกายมีการสะสมไขมันได้ 2 ทาง คือ การเพิ่มจำนวนของเซลล์ไขมันและการเพิ่มขนาดของเซลล์ไขมัน ซึ่งเชื่อว่าการที่ร่างกายมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนไขมันระหว่างที่เป็นเด็กและระหว่างที่เจริญเติบโตในช่วงวัยรุ่น โดยเซลล์ไขมันมักจะขยายเพื่อเก็บสะสมหรือเผาผลาญพลังงาน การที่มีเซลล์ไขมันมากจะมีอัตราเสี่ยงของการเป็นโรคอ้วนเพิ่มขึ้น

2. ทฤษฎีจุดที่กำหนด (Set Point) ซึ่งเป็นต้นแบบสำหรับการอธิบายโรคอ้วน โดยน้ำหนักของแต่ละบุคคลควบคุมโดยผ่านสัญญาณจากไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) ในรูปแบบของจุดที่กำหนด คือ ถ้าน้ำตาลในเลือด การสะสมไขมันและน้ำหนักตัวที่เป็นปกติจะส่งสัญญาณผ่านไปไฮโปทาลามัสโดยควบคุมไม่ให้เกิดความอยากอาหาร แต่ถ้าไฮโปทาลามัสส่งสัญญาณลดระดับน้ำตาลในเลือดหรือกรดไขมันลดลง จะกระตุ้นความอยากอาหารโดยสร้างพลังงานใหม่

3. พันธุกรรม (Genetic) มีความสัมพันธ์สูงระหว่างการมีภาวะน้ำหนักเกินและการมีพ่อแม่ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน ครอบครัวมีอิทธิพลต่อสุขภาพและสถานะของน้ำหนักเกิน ถ้าพ่อหรือแม่คนใดคนหนึ่งอ้วนเด็กมีโอกาสอ้วน 40 % ถ้าทั้งพ่อและแม่อ้วนเด็กมีโอกาสอ้วนถึง 80 %

4. อัตราการเผาผลาญ (Metabolic Rate) โรคอ้วนสามารถมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเผาผลาญ ผลของความร้อนจากอาหารแสดงให้เห็นประมาณ 10 % ของพลังงานที่ต้องการทั้งหมดซึ่งจะเกิดในผู้ที่วิถีทางการย่อยอาหารที่ไม่มีประสิทธิภาพ หนึ่งในทฤษฎีที่จะช่วยอธิบายคือการมีเซลล์ไขมันสีน้ำตาลที่ไม่สมดุล เนื้อเยื่อไขมันสีน้ำตาล (Brown Fat Tissue) คือ เซลล์ไขมันที่มีความเฉพาะสูงที่ทำหน้าที่ผลิตความร้อน ลักษณะที่แตกต่างของเนื้อเยื่อไขมันสีน้ำตาลคือทำให้เกิดการปลดปล่อยของออกซิเดทีฟ ฟอสโฟริเลชัน (Oxidative Phosphorylation) ซึ่งจะเพิ่มความร้อนผลิตอะดีโนซีน ไตรฟอสเฟต (Adenosine Triphosphate) ขึ้นมาใหม่ ผู้ที่ผอมจะมีเปอร์เซ็นต์ของไขมันสีน้ำตาลสูงกว่าคนที่อ้วน

5. องค์ประกอบทางการบริโภค เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่ผอมกับผู้ที่อ้วนโดยส่วนใหญ่ผู้ที่อ้วนจะทานเยอะ อีกทั้งยังทานอาหารที่มีไขมันสูงและสารประกอบคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนต่ำ มิลเลอร์และคณะ (1990) ได้เปรียบเทียบระหว่างคนผอมกับคนอ้วนพบว่าไม่มีความแตกต่างของจำนวนแคลอรีที่บริโภค กลุ่มที่ผอมได้พลังงานจากไขมัน 29% และ 53% จากคาร์โบไฮเดรต ส่วนกลุ่มอ้วนได้พลังงานจากไขมัน 35% และจากคาร์โบไฮเดรต 46% จึงพบว่าในกลุ่มคนอ้วนเปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่ได้จากไขมันเพิ่มและแคลอรีจากคาร์โบไฮเดรตลดลง



6. การขาดการทำกิจกรรมทางกาย จากหลักฐานของการขาดการมีกิจกรรมทางกาย มี การงานที่มากเกินไปเป็นสาเหตุที่เป็นโรคอ้วน การสู่มัจฉานวนในการทดลองผู้ชายที่มีกิจกรรมทาง กายต่ำให้มาวิ่งเหยาะๆ มีการลดไขมันในร่างกาย อย่างไรก็ตามก็มีการเพิ่มแคลอรีน้ำเข้า (Wood, 1993) ผู้ที่มีนิสัยขาดการทำกิจกรรมทางกายมีความโน้มเอียงต่ออัตราเสี่ยงเป็นโรคอ้วน

7. ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ปัจจัยที่เกี่ยวข้องทำให้เด็กอ้วน คือจำนวนเวลาที่ใช้ในการดู โทรทัศน์ ยิ่งดูมากขึ้นจะยิ่งทำให้มีโอกาสอ้วนมากขึ้น

8. การบริโภค การจำกัดอาหารที่ปราศจากการออกกำลังกายซึ่งเป็นผลเสียต่ออัตราการ เมาผลลาญ เมื่อร่างกายรับรู้การลดแคลอรีที่บริโภคก็จะลดอัตราการเผาผลาญโดยอัตโนมัติเพื่อ พยายามรักษากำลังงาน ดังนั้นถ้าผู้ที่พยายามลดน้ำหนัก จำกัดอาหารเพียงอย่างเดียวซึ่งเป็น ทางเลือกที่ไม่เหมาะสม การจำกัดการบริโภคบ่อยๆมักจะเรียกว่า โย-โย ไดเอทติ้ง (Yo-Yo Dieting) หรือวงจรของน้ำหนัก (Weight Cycle) ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่ามีการเพิ่มของโรคอ้วน (Kuczmarski et al, 1994) หลังจากวงจรการจำกัดอาหารจะทำให้อัตราของการลดน้ำหนักจะช้า กว่าและอัตราการเพิ่มน้ำหนักจะเร็วกว่า (Robergs et al, 1997)

### แนวทางปฏิบัติเพื่อแก้ไขภาวะน้ำหนักเกิน

1. ให้ความรู้ด้านโภชนาการ โดยแนะนำอาหารที่ดีทั่วๆ ไปเช่น ทานอาหารที่มีไขมัน น้ำตาลหรือเกลือปริมาณต่ำและทานคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนสูง จะแนะนำให้ทานพวกเมล็ดธัญพืช ที่มีเส้นใยสูง ผลไม้หรือผัก ที่จริงคนส่วนใหญ่มักจะพยายามลดแคลอรีที่บริโภคเข้าไปแต่เฉลี่ยแล้ว ในแต่ละวันแคลอรีที่บริโภคเข้าไปจะเพิ่มขึ้น (Hand et al, 1990)

2. การจัดการเรื่องการบริโภค พฤติกรรมการทานมีอิทธิพลจากจิตวิทยา สังคมและปัจจัย ทางอารมณ์ การควบคุมการทานจะต้องให้เข้าใจถึงเหตุผลในการทานและแรงกระตุ้นในการทาน จากนั้นจะปรับปรุงพฤติกรรมที่เป็นพื้นฐานในการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม การที่จะเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมในการจัดการเรื่องบริโภคจะต้องได้รับการสนับสนุนจากครอบครัว เพื่อน นักโภชนาการ สังคมและกลุ่มที่ลดน้ำหนักซึ่งจะได้ผลที่ดีขึ้น

3. การออกกำลังกาย การดูโทรทัศน์เป็นการลดระดับของการทำกิจกรรมทางกายและมี ผลต่อเรื่องการบริโภค เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เป็นโรคอ้วนโดยเฉพาะในเด็กและวัยรุ่น (Gortmaker et al, 1990) ความสำคัญของการจัดการเรื่องน้ำหนักคือการออกกำลังกายไม่ใช่เรื่องการบริโภค การ ออกกำลังกายเป็นส่วนที่สำคัญในการเริ่มลดน้ำหนัก การออกกำลังกายจะช่วยลดไขมันในร่างกาย ได้ดีกว่าการควบคุมเรื่องทานในระยะยาว

## 2. การเผาผลาญพลังงาน (Energy expenditure) (McArdle et al, 2001)

การเผาผลาญพลังงาน หมายถึง การที่ร่างกายนำพลังงานที่ได้จากการเผาผลาญพลังงานมาทำให้เกิดกิจกรรมทางกาย ซึ่งพลังงานที่ว่านี้ได้มาจากกระบวนการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย

### ความสมดุลของพลังงาน (Energy balance) (McArdle et al, 2007)

ตามกฎข้อที่หนึ่งของการเปลี่ยนกลับไปและกลับมาของความร้อน คือ พลังงานสามารถที่จะเปลี่ยนไปจากระบบหนึ่งไปอีกระบบหนึ่งในหลายรูปแบบแต่ไม่สามารถที่จะสร้างหรือทำลายได้ในมนุษย์เรานั้น สมดุลพลังงานชี้ให้เห็นว่ามวลร่างกายที่คงไว้ให้คงที่เมื่อมีการนำเข้าพลังงานเท่ากับการเผาผลาญพลังงาน การที่มีการนำพลังงานออกไปและการนำเข้าไม่สมดุลจะทำให้น้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลง

โดยมี 3 ทางที่จะทำให้สมการพลังงานไม่สมดุลซึ่งจะทำให้ น้ำหนักลดลงได้ คือ

1. การลดลงของการนำเข้าพลังงานต่ำกว่าความเหมาะสมที่จะได้รับพลังงานในแต่ละวัน
2. การรักษาการนำเข้าของพลังงานและเพิ่มอัตราการเผาผลาญพลังงานโดยการมีกิจกรรมทางกายเหนือกว่าพลังงานที่ได้รับในแต่ละวัน
3. การลดลงของการนำเข้าพลังงานและเพิ่มการเผาผลาญพลังงานในแต่ละวัน

### ปัจจัยที่มีผลต่อการเผาผลาญพลังงาน (McArdle et al, 2007)

ปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการเผาผลาญพลังงานคือ กิจกรรมทางกาย การผลิตความร้อนจากอาหารที่ได้รับ ภูมิภาค และการตั้งครรรภ์

1. กิจกรรมทางกาย (Physical activity) กิจกรรมทางกายพบว่ามีผลสำคัญต่อการเผาผลาญพลังงานในมนุษย์ นักกีฬาระดับโลกจะมีอัตราการเผาผลาญพลังงานประมาณสองเท่าของการฝึกออกกำลังกายอย่างหนักในเวลา 3 หรือ 4 ชั่วโมง คนทั่วไปส่วนใหญ่สามารถรักษาอัตราการเผาผลาญโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 10 เท่าของขณะพักโดยการออกกำลังกายที่ใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ เช่น การเดินเร็ว การวิ่ง การปั่นจักรยาน และการว่ายน้ำ กิจกรรมทางกายจะมีค่าอยู่ระหว่าง 15 และ 30% ของการใช้พลังงานทั้งหมดในแต่ละวันของบุคคล

2. การผลิตความร้อนจากอาหารที่ได้รับ (Dietary-induced thermogenesis) การบริโภคอาหารเป็นการเพิ่มการสร้างพลังงานจากกระบวนการที่ได้รับพลังงานของการย่อย การดูดซึมและการคลุกเคล้าสารอาหาร การผลิตความร้อนจากอาหารจะสูงสุดภายใน 1 ชั่วโมงหลังจากทานอาหารซึ่งจะขึ้นกับปริมาณและชนิดของอาหารด้วย จำนวนของการผลิตความร้อนจากอาหารจะอยู่ในช่วงระหว่าง 10 และ 35% พลังงานอาหารที่ถูกย่อยโปรตีนอย่างเดียวในมื้อหนึ่งๆจะดึงความร้อนเท่ากับ 25% ของแคลอรีทั้งหมดของมื้อ บางคนบริโภคโปรตีนโดยจะมีผลต่อการดึงความร้อน

ที่สูงเพื่อช่วยในการลดน้ำหนัก อย่างไรก็ตามได้มีความคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับปัจจัยที่พิจารณาให้ เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมการลดน้ำหนักที่จะส่งผลกระทบต่อหน้าที่ของไตและตับซึ่งมี สารอาหารโปรตีนที่มากเกินไป โดยเกิดการกระตุ้นคลอเลสเทอรอลทำให้มีจำนวนของกรดไขมันที่ มาก โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของอาหารที่มีสารอาหารโปรตีนสูง การบริโภคคาร์โบไฮเดรตที่ให้ พลังงานเพื่อการออกกำลังกายและรักษาเนื้อเยื่อที่ปราศจากไขมัน ซึ่งมักจะลดลงเมื่อมีการจำกัด อาหาร บุคคลที่มีการควบคุมน้ำหนักที่มากเกินไปมักจะสูญเสียความร้อนที่ตอบสนองกับการ ทาน

3. ภูมิอากาศ (Climate) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่ออัตราการเผาผลาญขณะพัก การเผาผลาญขณะพักของผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตร้อนเฉลี่ยที่ 5-20% สูงกว่าผู้ที่อยู่ในเขตอบอุ่น การออก กกำลังกายในที่อากาศร้อนมักจะเพิ่มการเผาผลาญเล็กน้อย สาเหตุการเกิดประมาณ 5% ของการ เพิ่มขึ้นของการใช้ออกซิเจนเปรียบเทียบกับ การออกกำลังกายในที่อุณหภูมิปกติ และยังมาจาก ความร้อนโดยตรงที่มีผลต่อการเพิ่มของอุณหภูมิแกนกลาง พลังงานที่ถูกเพิ่มนี้เพื่อการทำงานของ ต่อมเหงื่อและการเปลี่ยนแปลงระบบการไหลเวียน สิ่งแวดล้อมที่เย็นสามารถส่งผลอย่างเห็นได้ชัด ต่อการเปลี่ยนแปลงพลังงานขึ้นอยู่กับการมีชั้นไขมันของแต่ละบุคคลและคุณภาพของเสื้อผ้า ระหว่างที่มีความเย็นมาก ๆ อัตราการสร้างพลังงานขณะพักสามารถเป็น 2 เท่าหรือ 3 เท่าเพราะ การสั่นจะเพิ่มความร้อนเพื่อรักษาอุณหภูมิแกนให้คงที่ ผลของการออกกำลังกายในที่เย็น กลายเป็นหลักฐานที่สำคัญในการออกกำลังกายในน้ำเย็นว่าเป็นการยากที่จะรักษาอุณหภูมิ แกนกลางให้คงที่ได้ในสิ่งแวดล้อมแบบนี้ได้

4. การตั้งครรภ์ (Pregnancy) ปัจจุบันนี้นักวิจัยได้เข้าใจถึงผลกระทบของการออกกำลังกาย ที่มีต่อทั้งแม่และทารกในครรภ์ การเปลี่ยนแปลงของระบบหัวใจและหลอดเลือดจะตอบสนอง เป็นปกติตามรูปแบบของการออกกำลังกาย การออกกำลังกายระดับปานกลางไม่ได้ทำให้เกิด ความกดดันต่อมารดา มากกว่าการเพิ่มน้ำหนักที่ได้รับหรือกีดขวางเนื้อเยื่อของตัวอ่อน ซึ่งเป็นการ เพิ่มอัตราการหายใจสำรองได้ดีขึ้น

### วิธีการวัดการเผาผลาญพลังงาน (McArdle et al, 2001)

1. การวัดพลังงานทางตรง (Direct calorimetry) ซึ่งเป็นการวัดพลังงานความร้อนจากร่างกายต่อ หน่วยเวลา ผู้ถูกทดสอบจะเข้าไปอยู่ในเครื่องวัดความร้อน และความร้อนจากร่างกายของผู้ถูก ทดสอบจะทำให้อุณหภูมิในเครื่องสูงขึ้น จึงสามารถคำนวณอัตราการใช้พลังงานได้
2. การวัดพลังงานทางอ้อม (Indirect calorimetry) โดยการวัดออกซิเจนของบุคคลระหว่างมีกิจ กรรมทางกายซึ่งมีความถูกต้องและแม่นยำจากการประเมินการเผาผลาญพลังงาน (Brook et al, 1984, Snell et al, 1983) การวัดแบบทางอ้อมยังแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 การวัดปริมาณอากาศแบบวงจรปิด (Closed circuit spirometry) ซึ่งจะเป็นการหายใจโดยใช้ก๊าซที่บรรจุในเครื่อง อากาศที่หายใจเข้าและออกจะอยู่ภายในนี้

2.2 การวัดปริมาณอากาศแบบวงจรเปิด (Open-circuit spirometry) เป็นการหายใจเอาอากาศจากภายนอก การเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ในการหายใจออกจะเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของการหายใจเข้า ในการวัดทางอ้อมสะท้อนให้เห็นกระบวนการเผาผลาญพลังงานที่ดำเนินในช่วงเวลานั้นๆ ดังนั้นการวิเคราะห์จึงขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัย ได้แก่ปริมาณอากาศที่หายใจระหว่างช่วงเวลานั้น และการวัดการใช้ออกซิเจนและสรุปการเผาผลาญพลังงาน

การวัดปริมาณอากาศแบบวงจรเปิดยังแบ่งได้ 3 แบบ ดังนี้

2.2.1 การวัดอากาศแบบเครื่องพกพา (Portable spirometry) มีมาตรฐานการวัดการหายใจเข้าออก โดยวัดปริมาณการหายใจออกทั้งหมดและการสะสมแก๊สตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ โดยสรุปการใช้ออกซิเจน การเผาผลาญพลังงานสำหรับการวัดในช่วงเวลานั้นๆ

2.2.2 เทคนิคแบบกระเป่า (Bag technique) จะวัดปริมาณอากาศที่ปอด โดยวัดออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผ่านเครื่อง สามารถพกพาไปได้สะดวก

2.2.3 การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ผล (Computerized instrumentation) เป็นการทำงานที่ตอบสนองได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว โดยอาศัยการทำงาน 3 อย่าง คือ ระบบที่บรรจุตัวอย่างของการหายใจออกของกลุ่มตัวอย่าง การวัดการไหลเวียนอากาศเพื่อบันทึกปริมาณอากาศที่หายใจและตัววิเคราะห์ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อวัดแก๊สที่หายใจออก คอมพิวเตอร์จะปฏิบัติการคำนวณการเผาผลาญและเสนอข้อมูลออกมาเป็นรูปภาพ

### **แหล่งพลังงานและระบบพลังงานกับการออกกำลังกาย (McArdle et al, 2007)**

แหล่งพลังงานที่สำคัญได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีน เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานเพื่อรักษาการทำงานของทั้งร่างกายขณะพักและมีกิจกรรมทางกาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrates) เป็นพลังงานแหล่งแรก โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างการออกกำลังกายอย่างหนัก พลังงานได้มาจากการเปลี่ยนแปลงในร่างกายเป็นกลูโคสและไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ การบริโภคคาร์โบไฮเดรตในแต่ละวันเพื่อการทำงานของร่างกายในแต่ละคนจะต้องได้รับในระดับที่มีความสัมพันธ์ของการสะสมไกลโคเจนในร่างกาย หากการสะสมไปถึงจุดความสามารถสูงสุดที่จะเก็บไกลโคเจนได้ น้ำตาลที่มากเกินไปจะถูกเปลี่ยนและสะสมในรูปของไขมัน

2. ไขมัน (Lipids) เป็นแหล่งพลังงานที่เก็บสำรองไว้ โดยไขมันให้พลังงานมากถึง 80-90 เปอร์เซ็นต์ในขณะพัก ไขมันสามารถให้ปริมาณพลังงานได้มากกว่าน้ำหนักตัวในหนึ่งหน่วย

สามารถขนส่งและสะสมได้ง่าย เป็นแหล่งพลังงานได้ตลอดเวลา 1 กรัมของไขมันให้พลังงานเป็นสองเท่าของคาร์โบไฮเดรตหรือโปรตีนในปริมาณที่เท่ากัน

3. โปรตีน (Proteins) ช่วยในการสร้างเนื้อเยื่อหรือเป็นส่วนประกอบในการเผาผลาญขนส่งและระบบฮอร์โมน โปรตีนเป็นแหล่งพลังงานที่สามารถใช้ได้สูงสุดในการออกกำลังกายเมื่อไกลโคเจนหมดไป โดยเป็นแหล่งพลังงานสำรองที่ดีเท่ากับคาร์โบไฮเดรตอีกตัวหนึ่ง

การดึงพลังงานออกมาจากสารอาหารที่สะสมในรูปของสารอาหารขนาดใหญ่และการเคลื่อนย้ายพลังงานไปยังโปรตีนที่ช่วยในการหดตัวของกล้ามเนื้อซึ่งมีอิทธิพลอย่างยิ่งเมื่อมีการออกกำลังกาย แต่เราไม่สามารถให้ความหมายของพลังงานในรูปนามธรรมได้ เช่น ขนาด รูปร่างหรือมวลสาร รูปแบบของพลังงานค่อนข้างที่จะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาซึ่งมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการทำงาน ในร่างกายของมนุษย์มีความต้องการพลังงานเคมีเพื่อปฏิบัติหน้าที่ในหลายรูปแบบที่มีความซับซ้อน พลังงานที่ได้มาจากปฏิกิริยาออกซิเดชันกับอาหารไม่สามารถที่จะปลดปล่อยออกมาได้อย่างรวดเร็วเพราะร่างกายของมนุษย์ไม่ได้เหมือนเครื่องจักรกล

การเปลี่ยนแปลงพลังงานในร่างกายเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนพลังงานในรูปของพันธะเคมีโดยมีระบบพลังงานที่สำคัญดังนี้

1. แหล่งพลังงานจากระบบเอทีพี พีซีอาร์ (ATP-PCr system) เป็นช่วงสั้นๆของการออกกำลังกายที่มีความหนักสูงและได้รับพลังงานอย่างรวดเร็ว ซึ่งมาจากสารพลังงานสูงจากฟอสเฟต (Phosphates) สารประกอบฟอสฟอรัส (Phosphagens) อะดีโนซีน ไตรฟอสเฟต (Adenosine triphosphates : ATP) และฟอสเฟตครีเอทีน (Phosphatecreatine) ภายในกล้ามเนื้อ

2. แหล่งพลังงานจากระบบกรดแลคติก (The lactic acid system) เป็นการสังเคราะห์ขึ้นมาอีกครั้งหนึ่งของสารพลังงานสูงจากฟอสเฟตจะต้องเกิดจากอัตราการออกกำลังกายอย่างหนักและรวดเร็ว พลังงานจากฟอสฟอริเลต เอดีพี (Phosphorylate ADP) ระหว่างการออกกำลังกายอย่างหนัก ส่วนใหญ่มาจากการสะสมของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อผ่านกระบวนการไกลโคไลซิสแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Glycolysis) ทำให้เกิดกรดแลคติกขึ้น ในอีกแง่หนึ่งคือกระบวนการไกลโคไลซิสแบบไม่ใช้ออกซิเจนเป็นการซื้อเวลา โดยจะมีการปล่อย ATP อย่างรวดเร็วด้วยการฟอสโฟรีเลชันระดับสารคงเหลือในปฏิกิริยา (Substrate-level Phosphorylation) ซึ่งผ่านการขนส่งออกซิเจนที่ยังคงไม่เพียงพอและความต้องการพลังงานอยู่เหนือกว่าความสามารถของการสังเคราะห์ขึ้นกลับมาอีก

3. แหล่งพลังงานจากระบบการใช้ออกซิเจน (The aerobic system) เป็นปฏิกิริยาของกระบวนการไกลโคไลซิสที่ผลิตเอทีพี (ATP) เล็กน้อย ด้วยเหตุนี้การใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญจะให้พลังงานส่วนใหญ่เมื่อมีการออกกำลังกายอย่างหนักเป็นเวลานาน

### 3. การออกกำลังกาย

#### หลักการออกกำลังกาย (ACSM, 2006)

องค์ประกอบของการออกกำลังกายประกอบด้วย 3 ประเภท

- การอบอุ่นร่างกาย (Warm up) ความเหมาะสมของการอบอุ่นร่างกายสามารถช่วยปรับปรุงสมรรถภาพและลดอันตรายจากการขาดเลือดมาเลี้ยงและการเสียจังหวะการเต้นของหัวใจ

- ช่วงที่มีการกระตุ้น เป็นช่วงที่มีการออกกำลังกายโดยจะเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกหรือการใช้น้ำหนัก

- การผ่อนคลาย (Cool-down) จะให้ประโยชน์ในการช่วยกำจัดของเสียที่มาจากขบวนการเผาผลาญออกจากกล้ามเนื้อ

การอบอุ่นร่างกายและการผ่อนคลายเป็นช่วงของขบวนการเผาผลาญและระบบปอดและหัวใจปรับตัวจากขณะพักไปเป็นการออกกำลังกายและการออกกำลังกายไปสู่ขณะพัก ดังนั้นชนิดที่เหมาะสมที่สุดของการอบอุ่นร่างกายและการผ่อนคลาย คือ กิจกรรมที่คล้ายกับสภาพของกิจกรรมที่กระตุ้น, สมรรถภาพที่ประมาณ 50 % ของความหนักที่กระตุ้น การอบอุ่นร่างกายและการผ่อนคลายควรจะทำประมาณ 5-15 นาที ขึ้นกับอายุและความเสี่ยงของแต่ละคน

#### การเพิ่มความหนักของโปรแกรม (ACSM, 2006)

การเพิ่มความหนักโดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ

1. ระยะเริ่มต้น (Initiation stage) ความหนักที่เหมาะสมอยู่ในช่วงของ 40% ของ  $VO_{2\text{ reserve}}$  ระยะเวลา 12 นาที จนถึง 40 นาที

2. ระยะการปรับปรุง (Improvement stage) จะมีการเพิ่มขึ้นของความหนัก ระยะเวลาโดยทั่วไปความถี่และระยะเวลาจะไม่เพิ่มในสัปดาห์แรก

3. ระยะการรักษาสุขภาพ (Maintenance stage) จะคงการฝึกไว้ที่ระดับความหนัก 65 -75 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ความถี่ 3 วันต่อสัปดาห์ เวลาที่ออกกำลังกาย 30 นาที

#### สุขสมรรถนะ (ดร.คุณวราพร สุขสม และ อาพรพรชนิต ศิริแพทย์, 2550)

สุขสมรรถนะ (Health-related fitness) คือ สมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับการมีสุขภาพดี มีความสามารถในการปฏิบัติภารกิจประจำวันต่อเนื่องด้วยความกระฉับกระเฉง ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ สุขสมรรถนะและทักษะสมรรถนะ ในการวิจัยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะสุขสมรรถนะ ซึ่งประกอบด้วย

1. สัดส่วนของร่างกาย หมายถึงองค์ประกอบที่มีอยู่ในร่างกาย ได้แก่ น้ำหนักร่างกาย ปลอดภัยไขมัน (Lean body mass) ไขมันร่างกาย (Body fat) และส่วนที่ไม่ใช่ไขมัน (กระดูกกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่ออื่น) ทดสอบได้โดยวิธีการทางห้องปฏิบัติการ (Laboratory methods) ได้แก่ การชั่งน้ำหนักใต้น้ำ (Hydrostatic Weighting) การสแกนโดยฉายรังสีด้วยเครื่อง Dual-Energy X-ray absorptionmetry เป็นต้น หรือทดสอบได้โดยวิธีการทางภาคสนาม (Field methods) ได้แก่ การวัดไขมันใต้ผิวหนังโดยใช้สกินโฟลด์แคลิเปอร์ (Skinfold caliper) และวิธีการวัดองค์ประกอบร่างกายโดยใช้การส่งอิเล็กตรอนผ่านร่างกายด้วยวิธีการ Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) โดยใช้เครื่อง BIA analyzer

2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำให้เกิดแรงดึงสูงสุด ทดสอบได้โดยวิธีไอโซเมตริก (Isometric muscle testing) ได้แก่ การวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อแขนและมือโดยเครื่องวัดแรงบีบมือ (Hand grip dynamometer) การวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อหลังและขาโดยเครื่องวัดแรงดึงหลังและขา (Hand grip dynamometer) เป็นต้นหรือ ทดสอบได้โดยวิธีไดนามิก (Dynamic muscle testing) ได้แก่ การวัดน้ำหนักสูงสุดที่สามารถดันหรือดึงได้ใน 1 ครั้ง (1 RM) การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแต่ละส่วนด้วยเครื่องไอโซคิเนติก (Isokinetic dynamometer)

3. ความอดทนของกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อ ในการออกแรงทำงานได้ต่อเนื่องช่วงระยะเวลาหนึ่ง ทดสอบได้โดยการวัดความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องโดยการลุกนั่ง (Sit-up) การวัดความอดทนของกล้ามเนื้อแขนโดยการดันพื้น (Push up) หรือดึงข้อ (Pull up) ดึงข้อศอก (Flex Arm hang)

4. ความอ่อนตัว หมายถึง พิกัดการเคลื่อนไหวของข้อต่อ หรือความสามารถของข้อต่อในการเคลื่อนไหวได้อย่างกว้างขวาง สามารถทดสอบได้โดยการวัดโดยตรง (Direct method) ด้วยเครื่องวัดมุม (Goniometer/Flexometer) หรือทดสอบได้โดยการวัดโดยอ้อม (Indirect method) โดยการทดสอบนั่งเหยียดขาพับตัว (Sit and reach test)

5. ความอดทนของระบบหัวใจ และหายใจ หมายถึง ความสามารถของการทำงานหัวใจ ปอด หลอดเลือด และเซลล์ต่างๆ ในการทำให้มีการไหลเวียนเลือดและนำออกซิเจนไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ รวมถึงความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะใช้ออกซิเจนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการระบายของเสียออกจากกล้ามเนื้อ ส่วนใหญ่ใช้การทดสอบหาค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen consumption) เป็นค่าที่สำคัญ ทดสอบได้โดยการออกกำลังกายสูงสุด (Maximal exercise test) ด้วยวิธีการเดิน/วิ่งบนลู่วิ่งของบรูซ (Bruce treadmill protocol) วิธีการเดิน/วิ่งบนลู่วิ่งของบัลเก้ (Balke treadmill protocol) วิธีการปั่นจักรยาน (Bicycle ergometer exercise test protocol) ของออสตรานด์ (Astrand) ฟอกซ์ (Fox) และแมคอาเดิล (MacArdle) หรือทดสอบได้

โดยการออกกําลังกายเกือบสูงสุด (Submaximal exercise test) แล้วใช้อัตราการเต้นของหัวใจทำนายค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ได้แก่ วิธีการเดิน/วิ่งบนลู่วิ่งของบรูซ (Bruce treadmill protocol) วิธีการปั่นจักรยาน (Bicycle ergometer exercise test protocol) ของออสตรานด์ (Astrand) วายเอ็มซีเอ (YMCA) และเอซีเอสเอ็ม (ACSM) เป็นต้น

### การออกกําลังกายแบบแอโรบิก

การออกกําลังกายแบบแอโรบิก คือ การออกกําลังกายแบบใช้ออกซิเจน เป็นกระบวนการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อซึ่งต้องใช้ออกซิเจนช่วยในการสันดาปเป็นการฝึกที่ใช้ระยะเวลานานติดต่อกันอย่างน้อย 20 นาที (ACSM, 2006) จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง การออกกําลังกายแบบแอโรบิกมีประโยชน์ที่เหมือนและแตกต่างต่อการมีภาวะน้ำหนักเกิน ได้ดังนี้คือ

ณัฐพล ไตรเพิ่ม (2546) การออกกําลังกายแบบแอโรบิกในปริมาณงานที่ต่างกัน พบว่าความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตเพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายลดลง

เพียรชัย คำวงษ์และคณะ (2547) ได้ศึกษาการออกกําลังกายในน้ำแบบแอโรบิก พบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายและอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกําลังกายลดลง

ซานโตสและคณะ (Santos et al, 2005) การออกกําลังกายแบบแอโรบิกในคนอ้วนที่ห้องพบว่า ค่าสมรรถภาพของการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น มีสมรรถภาพของระบบปอด หัวใจ และหลอดเลือดดีขึ้น

### ประเภทของการออกกําลังกายแบบแอโรบิก

การออกกําลังกายแบบแอโรบิกสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของการเผาผลาญพลังงานเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การออกกําลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) เป็นการออกกําลังกายแบบใช้ออกซิเจน ที่เป็นกระบวนการเผาผลาญพลังงานของกล้ามเนื้อซึ่งต้องใช้ออกซิเจนช่วยในการสันดาปเป็นการฝึกที่ใช้ระยะเวลานานติดต่อกันอย่างน้อย 20 นาที (ACSM, 2006) และการออกกําลังกายแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic exercise) จะไม่ใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญพลังงาน (วีรพัฒน์ ยอดกมลศาสตร์, 2550)

โปรแกรมการออกกําลังกายจะประกอบไปด้วยความถี่ ความหนัก ระยะเวลาและชนิดของการออกกําลังกาย โดยเอซีเอสเอ็ม (ACSM, 2006) ได้แนะนำเพื่อที่จะเพิ่มสมรรถภาพทางด้านการหายใจและหัวใจ ได้แก่

- ความถี่ : 3 - 5 วัน/สัปดาห์
- ความหนัก : 65 – 95 %ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หรือ 50 – 85 %ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสำรอง ( $VO_{2\text{ reserve}}$  หรือ Heart rate reserve) สำหรับบุคคลที่ไม่แข็งแรง



ควรใช้ความหนักประมาณ 40 - 49 % ของ  $VO_{2\text{ reserve}}$  หรือ Heart rate reserve หรือ 55 - 65 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

- เวลา : 20 – 60 นาที หรือหลายนาทีในแต่ละครั้งทำต่อเนื่องหรือกิจกรรมที่ทำให้ต่อเนื่อง ระดับความหนักของการฝึกที่เริ่มมีการปรับตัวของความแข็งแรงของระบบหายใจและหัวใจประมาณ 50 % ของ  $VO_{2\text{ reserve}}$  หรือ 65 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด คนที่ค่อนข้างไม่แข็งแรงผลที่ได้รับจะเห็นเมื่อฝึกที่ความหนัก 40 % ของ  $VO_{2\text{ reserve}}$

ความสำคัญในการแบ่งชนิดของการฝึกสำหรับคนอ้วน คือ แรงกระแทกต่ำเช่น ปั่นจักรยาน ว่ายน้ำ พายเรือ

### ประโยชน์ของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

ประโยชน์ของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกมีหลายประการดังนี้

1. ระบบหัวใจและหลอดเลือดแข็งแรง เนื่องมาจากหัวใจมีขนาดใหญ่ขึ้นทำให้ปริมาตรเลือดออกจากหัวใจในแต่ละครั้งเพิ่มมากขึ้นแต่ปริมาตรเลือดที่ออกจากหัวใจใน 1 นาทีไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากอัตราการเต้นของหัวใจช้าลง หลอดเลือดมีการหดขยายตัวได้ดีขึ้น
2. กล้ามเนื้อแข็งแรงและทนทาน เส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวช้า (Slow Twitch) มีการตอบสนองต่อการออกกำลังกายโดยขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อจะใหญ่ขึ้น จำนวนหลอดเลือดฝอยที่กล้ามเนื้อเยาะขึ้นเลือดที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น จึงทำให้กล้ามเนื้อผลิตพลังงานได้มากขึ้น การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อร่วมกับการปรับตัวของระบบขนส่งออกซิเจนซึ่งเหนี่ยวนำให้มีการปรับปรุงความทนทาน
3. ความอ่อนตัว เนื่องมาจากมีการยืดเหยียดของกล้ามเนื้อรอบๆ ข้อต่อ
4. องค์ประกอบทางกาย ช่วยลดไขมันตลอดทั้งร่างกายโดยเผาผลาญไขมันได้มากขึ้น ด้วยความหนักระดับปานกลาง

### การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน

การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน คือ การออกกำลังกายรูปแบบหนึ่งที่ใช้แรงต้านกับการออกแรงของการหดตัวของกล้ามเนื้อ จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านมีประโยชน์เหมือนและแตกต่างต่อการมีภาวะน้ำหนักเกิน ดังนี้

ฉิติ ญาณปริษาเศรษฐ (2550) การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านที่ส่งผลต่อการมีภาวะน้ำหนักเกิน พบว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของร่างกาย ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน และความหนาของไขมันใต้ผิวหนังเพิ่มขึ้น

ชาร์ซานและคณะ (2006) การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านที่ส่งผลต่อการมีภาวะอ้วน พบว่า ทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

เจอร์ฟและคณะ (2008) การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านช่วยในการปรับปรุงสมรรถภาพของการใช้ออกซิเจนสูงสุดและหน้าที่การทำงานของเซลล์บุหลอดเลือด

### ประเภทของการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน (Baechle and Earle, 2000)

การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. ไอโซเมตริก (Isometric exercise) การออกกำลังกายแบบไอโซเมตริกไม่ได้เพิ่มความแข็งแรงตลอดของสภาวะเคลื่อนไหวของข้อต่อ การฝึกแบบไอโซเมตริกไม่มีการปรับปรุงความสามารถที่จะออกแรงได้อย่างรวดเร็ว นักกีฬาบางครั้งจะใช้ไอโซเมตริกเพื่อช่วยในการเอาชนะจุดยึดเกาะ (Stick point) ของมุมองศาการเคลื่อนไหวของการออกกำลังกาย ตัวอย่างเช่น นักกีฬาผู้ซึ่งมีการยกน้ำหนักที่หนักจากตำแหน่งที่ต่ำในท่าสควอท (Squat) จะแสดงออกมาในการออกกำลังกายแบบไอโซเมตริกในจุดที่แสดงออกมาได้ยาก ประโยชน์ของการออกกำลังกายแบบไอโซเมตริกจะเกิดระหว่างช่วงแรกของการฝึก การหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดมีความสำคัญสำหรับผลที่น่าพอใจและระยะเวลาของการหดตัวของกล้ามเนื้อจะยาวนานพอที่จะรวบรวมหลายๆเส้นใยกล้ามเนื้อ การได้รับความแข็งแรงเกิดขึ้นเมื่อมีการฝึกไอโซเมตริกหลายครั้งในหนึ่งวัน อย่างไรก็ตาม เนื่องมาจากการเทคนิคการฝึกความแข็งแรงอื่นๆ การได้รับการฝึกที่มากไปจะนำไปสู่สมรรถภาพที่เสื่อมลง

2. ไอโซโทนิค (Isotonic exercise) เป็นเทคนิคที่ใช้เป็นส่วนใหญ่ในนักกีฬาและผู้ฝึกสอน ไอโซโทนิคเป็นวิธีที่ประกอบด้วยความคงที่ ตัวแปร เอ็คเซนตริก (Eccentric) พลัยโอเมตริก (Plyometric) ความเร็วของแรงต้าน

ความคงที่ของการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน จะเป็นความหนักที่ได้รับมีความคงที่สม่ำเสมอแต่ยากที่จะเอาชนะแรงต้านที่ผันแปรไปกับมุมของข้อต่อ ยกตัวอย่างเช่น (Free weight) ในท่าเบนช์ เพรส (Bench press) จะง่ายต่อการเคลื่อนไหวของน้ำหนักในท่าจับของมุมการเคลื่อนไหวมากกว่าตอนที่น้ำหนักอยู่ที่อก บาร์เบลล์ (Barbells) และดัมเบลล์ (Dumbbells) เป็นอุปกรณ์ที่มีความคงที่และต่อเนื่องที่ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงและกำลังสูงสุดที่สามารถแสดงออกมาได้

ตัวแปรในการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านถูกทำขึ้นโดยการออกแบบเครื่องเล่นยกน้ำหนักที่จะช่วยกำหนดการเพิ่มน้ำหนักตลอดมุมการเคลื่อนไหวเพื่อที่จะมีความกดดันที่คงที่มากกว่าที่เกิดขึ้นบนกล้ามเนื้อ การทำให้สมบูรณ์โดยการเปลี่ยนความสัมพันธ์ของคานและจุดที่ตั้งฉากระหว่างจุดรองรับน้ำหนักของคานถึงจุดที่น้ำหนักมากกระทบในเครื่องเล่นยกน้ำหนักเหมือนกับ

การเพิ่มการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามแนวคิดการจัดกลุ่มกล้ามเนื้อภายใต้ความสัมพันธ์ที่มีรูปแบบความกดดันเหมือนกันขององศาการเคลื่อนไหวเป็นเหตุผลที่น่าสนใจ

การฝึกแบบแอคเซ็นตริก คือ การหดตัวของกล้ามเนื้อที่ความยาวเพิ่มขึ้น มีการศึกษาพบว่าสิ่งที่มีประสิทธิภาพหมายถึงการได้รับความแข็งแรงถึงแม้ว่าจะไม่ดีกว่าเทคนิคอื่นๆ ของไอโซโทนิค ข้อเสียของการฝึกแบบแอคเซ็นตริก คือ ทำให้กล้ามเนื้อบาดเจ็บมากกว่าวิธีอื่น แอคเซ็นตริกจึงไม่เป็นที่นิยมของการฝึก

การฝึกแบบพลัยโอเมตริกเป็นการฝึกแบบพลังระเบิดซึ่งกล้ามเนื้อได้รับความหนักอย่างรวดเร็วและรับแรงการดึงขยายก่อนที่จะสามารถหดตัวและทำให้เกิดการเคลื่อนไหว ยกตัวอย่างเช่น การกระโดดจากกล่องลงสู่พื้น หรือกระโดดข้ามกล่อง อย่างไรก็ตามการฝึกแบบพลัยโอเมตริกได้แสดงให้เห็นว่าเพิ่มความแข็งแรงและความสามารถในการกระโดด แต่ก็จะเพิ่มความเสี่ยงของการบาดเจ็บได้เหมือนกัน พลัยโอเมตริกได้รับความนิยมในนักกีฬาวิ่งประเภทลู่วิ่งและลาน แต่หลายงานวิจัยต้องได้รับการประเมินถึงประสิทธิภาพและความปลอดภัย

ความเร็วเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวในการต้านแรงเร็วเท่าที่จะสามารถทำได้ หลายงานวิจัยพบว่า ความเร็วคงที่ของการออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านแบบไอโซโทนิคมีความเหนือกว่าในเรื่องของความเร็วเพื่อได้รับความแข็งแรง

การรับรู้ภายในกายของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Proprioceptive neuromuscular) คือ การออกกำลังกายที่มีการต้านทานที่มีการใช้ประโยชน์จากการผสมผสานแบบไอโซโทนิคและไอโซเมตริก เป็นเทคนิคที่ใช้กว้างขวางโดยนักกายภาพบำบัดและผู้ฝึกนักกีฬาในการรักษาและป้องกันการบาดเจ็บ

3. ไอโซคิเนติก (Isokinetic exercise) การออกกำลังกายแบบไอโซคิเนติกเป็นการควบคุมอัตราของการทำให้กล้ามเนื้อหดสั้นลง บางครั้งเรียกว่าแรงต้านที่ช่วยเหลือเพราะว่าแรงพยายามที่จะต่อต้านโดยเท่ากับแรงจากเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การฝึกแบบไอโซคิเนติกกลายเป็นที่นิยมในการฝึกเพราะมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของข้อต่อน้อย นอกจากนั้นเครื่องวัดกำลังไอโซคิเนติกมีการให้ความเร็วเฉพาะเจาะจงเป็นการชี้บอกความแข็งแรงสัมบูรณ์ของกลุ่มกล้ามเนื้อ ประสิทธิภาพการได้รับความแข็งแรงมากที่สุดมาจากการฝึกที่ใช้ความเร็วที่ช้า

สมาคมวิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาของประเทศสหรัฐอเมริกา (ACSM, 2006) ได้แนะนำโปรแกรมออกกำลังกายเพื่อที่จะเสริมสร้างสมรรถภาพกล้ามเนื้อ ดังนี้

ความหนัก : 40 -60 %ของความสามารถในการยกน้ำหนักมากที่สุดใน 1 ครั้ง (1 RM) แต่ถ้า 80 - 100 %ของ 1 RM จะมีการได้รับความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว เบรทท์และคณะ (2006) ได้แนะนำสำหรับการใช้ความหนักสำหรับกลุ่มกล้ามเนื้อส่วนบนที่ 30-40%

จำนวนท่า : 8 -10 ท่า

จำนวนชุด : 2 – 3 ชุด

จำนวนครั้ง : 8 -12 ครั้ง ในแต่ละชุด

ความถี่ : อย่างน้อย 2 วัน/สัปดาห์

การออกกำลังกายใช้แรงต้านเพื่อลดน้ำหนักจะเป็นการใช้จำนวนครั้งที่มากขึ้นประมาณ 12-15 ครั้ง จำนวนชุด จะเพิ่มขึ้น

### การออกกำลังกายโดยการใช้อย่างยืด (เจริญ กระบวนรัตน์, 2550)

การออกกำลังกายโดยใช้อย่างยืดเป็นการออกกำลังกายประเภทหนึ่งของการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านโดยอุปกรณ์ที่ใช้นี้จะเป็นยางยืด (Rubber band) การออกกำลังกายด้วยยางยืดทำได้หลายท่าและสามารถออกได้ในเกือบทุกสัดส่วน ไม่ว่าจะกล้ามเนื้ออก ไหล่ หลัง ต้นแขน ลำตัว หน้าท้อง ขาด้านหน้า ด้านหลัง ฯลฯ แต่อาจจะต้องใช้เวลาฝึกบ้างเพื่อให้คุ้นเคย จนสามารถออกกำลังกายได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ คุณสมบัติของยางยืดคือจะมีปฏิกิริยาสะท้อนกลับหรือมีแรงดึงกลับจากการถูกดึงให้ยืดออก ที่เรียกว่าสเตรทซ์รีเฟล็กซ์ (Stretch Reflex) ทุกครั้งที่ยางถูกดึงให้ยืดจึงช่วยกระตุ้นระบบประสาทรับรู้ความรู้สึกของกล้ามเนื้อ เป็นผลดีต่อการพัฒนาและบำบัดรักษา ระบบการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ และช่วยป้องกันการเสื่อมสภาพของระบบประสาทกล้ามเนื้อ เอ็นกล้ามเนื้อ รวมทั้งข้อต่อกระดูก นอกจากนี้ ช่วยในการพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อได้มากมายหลากหลายรูปแบบ ช่วยในการบำบัดรักษาฟื้นฟู และเสริมสร้างสุขภาพและสมรรถภาพทางกาย รวมทั้งช่วยลดไขมันในร่างกาย ทำให้กล้ามเนื้อมีความตึงตัว กระชับได้สัดส่วนสวยงาม ส่งผลให้ผู้ออกกำลังกายเกิดความมั่นใจในรูปร่างทรวดทรง ช่วยพัฒนาบุคลิกภาพ และความสัมพันธ์ในการเคลื่อนไหว ส่งผลให้ดูกระฉับกระเฉง คล่องแคล่วว่องไวขึ้น ยิ่งไปกว่านั้น การออกกำลังกายประเภทนี้ จะช่วยกระตุ้นให้เกิด การสะสมแคลเซียมเก็บไว้ในกระดูก ทำให้กระดูกมีความหนาแน่น (Bone Density) และแข็งแรงเพิ่มขึ้น ช่วยป้องกันปัญหาโรคกระดูกบาง โรคกระดูกพรุน อาการข้อติดและข้อเสื่อม รวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับระบบโครงสร้างของร่างกาย

### ประโยชน์ของการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน (Robbins et al, 1999)

ประโยชน์ของการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านมีหลายประการ ดังนี้

1. ควบคุมน้ำหนัก การมีกล้ามเนื้อมากขึ้น ซึ่งจะทำให้มีการเผาผลาญมากขึ้นและมีการเผาผลาญแคลอรีมากขึ้นในขณะพัก เป็นเหตุผลหนึ่งที่ว่าผู้ชายมีการเผาผลาญแคลอรีโดยปราศจากการเพิ่มน้ำหนักมากกว่าผู้หญิงที่มีขนาดร่างกายเท่ากัน กล้ามเนื้อเป็นเนื้อเยื่อที่มีอัตราการเผา

ผลาญที่สูงขณะที่ไขมันเป็นที่สะสมเนื้อเยื่อ การฝึกโดยใช้น้ำหนักจะเพิ่มมวลของกล้ามเนื้อซึ่งช่วยในการควบคุมน้ำหนักได้ง่าย กล้ามเนื้อมีความหนาแน่นมากกว่าไขมัน ถ้ามีกล้ามเนื้อมากขึ้นไขมันก็จะลดลง ขณะที่การออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการจำกัดอาหารที่มีไขมันต่ำเป็นวิธีการที่ลดไขมันของร่างกายเร็วที่สุดแต่การฝึกแบบใช้น้ำหนักจะปรากฏผลในทางระยะยาวของการควบคุมน้ำหนัก

2. การเพิ่มน้ำหนัก สำหรับผู้ที่ต้องการเพิ่มน้ำหนักโดยเพิ่มมวลที่ปราศจากไขมัน อัตราและปริมาณของการเพิ่มกล้ามเนื้อจะขึ้นกับพันธุกรรม ทั้งความสูงและการสร้างมวลกล้ามเนื้อที่ปราศจากไขมันมักจะเพิ่มกล้ามเนื้อช้ากว่าการสร้างแบบสะสมและผู้ชายจะเพิ่มเร็วกว่าผู้หญิง

3. รูปร่าง การพัฒนากล้ามเนื้อปราศจากไขมันทำให้มีรูปร่างที่ดี การที่น้ำหนักลดลงแต่ไม่แข็งแรงหรือมีรูปร่างของขาหรือหน้าท้องที่ย่อนยาน การฝึกโดยใช้แรงต้านเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพที่จะทำให้รูปร่างและความตึงตัวของกล้ามเนื้อ มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่าง การปรับปรุงท่าทางโดยการทำงานของกล้ามเนื้อที่ทำตรงข้ามกับกล้ามเนื้ออื่นให้มีความสมดุล การทำให้กล้ามเนื้อที่อ่อนแอให้แข็งแรงและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้ยืดหยุ่นจะช่วยพัฒนาให้มีรูปแบบรูปร่างที่ดีดังนั้นการเคลื่อนไหวก็จะคล่องแคล่วและดูดี

4. ป้องกันการบาดเจ็บ การออกกำลังกายแบบแอโรบิกบางกิจกรรมมีโอกาสที่เป็นสาเหตุของการบาดเจ็บโดยการกระทำที่ซ้ำๆ แรงกระแทกสูง เมื่อฝึกด้วยการใช้แรงต้านจะทำให้ความแข็งแรง ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีความทนทานต่อแรงที่กระทำแข็งแรงขึ้น เมื่อเอ็นที่ยึดระหว่างกล้ามเนื้อและข้อต่อ กล้ามเนื้อและกระดูกแข็งแรงก็จะลดอัตราการบาดเจ็บลง

5. กระดูกแข็งแรง การฝึกแบบใช้แรงต้าน ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดเป็นโรคกระดูกพรุน (Walther et al, 1994) การดึงกล้ามเนื้อรอบๆ กระดูก ในการออกกำลังกายแบบแบกน้ำหนักจะกระตุ้นการพัฒนาการเพิ่มความหนาแน่นของกระดูกและปกป้องกระดูกให้คงอยู่ การใช้น้ำหนักที่หนักโดยยกจำนวนน้อยจะมีผลในการเพิ่มมวลกระดูกมากกว่าการยกน้ำหนักที่เบาแต่ยกหลายครั้ง

6. ความอ่อนตัว การเคลื่อนไหวน้ำหนักโดยผ่านเต็มแนวแรงการเคลื่อนไหวจากการยืดออกเต็มที่ถึงการหดตัวเต็มที่ ทั้งการยืดเหยียดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นเทคนิคที่สำคัญสำหรับการฝึกเพื่อรักษาการยืดหยุ่น

#### การออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นการเพิ่มการเผาผลาญพลังงาน ส่วนการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านเป็นการสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและลดไขมันเฉพาะส่วน เมื่อนำทั้ง

สองการออกกำลังกายมาฝึกพร้อมกันจะส่งผลต่อระบบการเผาผลาญที่มากกว่าการฝึกการออกกำลังกายแบบใดแบบหนึ่ง ซึ่งจากการศึกษาของงานวิจัยของเครเมอร์ (Kraemer et al, 2001) พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านมีการปรับปรุงของสมรรถภาพการใช้ ออกซิเจนสูงสุด ( $VO_{2peak}$ ) ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ส่วนบาร์ดุซซี (Barducci et al, 2004) พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านภายใน 1 ปีมีการลดลงของดัชนีมวลกาย มวลไขมันร่างกาย รอบเอว คอลเลสเตอรอลและความดันโลหิตอย่างต่อเนื่อง มวลที่ปราศจากไขมันและไขมัน HDL มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเหมือนกัน ส่วนอาซิโร (Arciero et al, 2008) ทำการศึกษาการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและผู้ที่อ้วน พบว่ามีน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย เฟอร์ตินินไขมันทั้งร่างกายและหน้าท้อง ไตรกลีเซอไรด์มีการลดลง อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านโดยจะเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกก่อนการใช้แรงต้านหรือการใช้แรงต้านก่อนการออกกำลังกายแบบแอโรบิก สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในการออกกำลังกายครั้งเดียว โดยเป็นการปั่นจักรยานพร้อมกับการใช้ยางยืด

#### 4. เซลล์เยื่อผนังหลอดเลือด

**เซลล์เยื่อผนังหลอดเลือด** (Alberts et al, 2002)

เซลล์เยื่อผนังหลอดเลือดหรือเอนโดทีเลียม (Endothelium) คือ เซลล์ที่มีลักษณะบางซึ่งเรียงเป็นแถวภายในผิวของหลอดเลือด โดยอยู่ชั้นในสุด มีเลือดไหลผ่านตลอดเวลา รูปร่างของเซลล์จะมีลักษณะคล้ายภูเขาวางอยู่บนเยื่อหุ้มที่อยู่ด้านบนของเซลล์กล้ามเนื้อเรียบ เซลล์นี้จะลดลงเมื่อมีความแปรปรวนของการไหลของเลือดที่ส่งผ่านในหลอดเลือด

##### หน้าที่ของเซลล์เยื่อผนังหลอดเลือด

เซลล์เยื่อผนังหลอดเลือดมีหน้าที่หลายประการ ได้แก่

1. ควบคุมการหดตัว (Vasoconstriction) และขยายตัวของหลอดเลือด (Vasodilation) และควบคุมความดันโลหิต
2. การละลายเลือดแข็งตัวหรือลิ่มเลือดเพื่อไม่ให้เกิดการอุดตันของเส้นเลือด (Thrombosis and fibrinolysis)
3. การสร้างหลอดเลือดใหม่ (Angiogenesis)
4. การต้านการอักเสบในหลอดเลือด (Inflammation)

5. ทำหน้าที่เป็นตัวกั้น (Barrier) เอนโดทีเลียลทำหน้าที่เหมือนเป็นตัวเลือกผ่านระหว่างโพรงของหลอดเลือดและรอบๆ เนื้อเยื่อ การควบคุมการผ่านของสิ่งต่างๆ และการขนส่งเม็ดเลือดขาวเข้าและออกของกระแสเลือด ควบคุมปริมาณและสารอิเล็คโทรไลต์ภายในและนอกหลอดเลือดให้สมดุล ความสามารถที่ให้การซึมผ่านเข้าไปได้มากเกินไปและนานเกินไปของเอนโดทีเลียลซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าเป็นการอักเสบที่เรื้อรัง ส่งผลให้เกิดเนื้อเยื่อบวม น้ำ หรือการบวม น้ำ (Oedema/swelling)
6. ช่วยในการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน (Immune function)

### การสูญเสียหน้าที่ของเซลล์บุผนังหลอดเลือด

การสูญเสียหน้าที่ของเซลล์บุผนังหลอดเลือด (Endothelial dysfunction) คือ การทำงานที่ไม่เป็นปกติของกระบวนการทางชีวเคมี ซึ่งเป็นจุดสำคัญของการเป็นโรคหลอดเลือด (Vascular diseases) ความดันโลหิต (Hypertension) หรือพยาธิสภาพของโรคเรื้อรัง กลไกหลักของการสูญเสียหน้าที่ของเซลล์บุผนังหลอดเลือด คือ การลดลงของไนตริก ออกไซด์ (Nitric oxide) มักจะมาจากระดับไดเมทิลอาร์จินิน (Dimethylarginine) ซึ่งจะขัดขวางสาร แอล-อาร์จินิน (L-arginine) ที่กระตุ้นการสร้างไนตริก ออกไซด์ ปัจจัยร่วมอื่นที่ทำให้เกิดการสูญเสียหน้าที่ของเซลล์บุผนังหลอดเลือดได้แก่

1. การเกิดภาวะช็อคที่มีการติดเชื้ออย่างรุนแรง (Septic shock)
2. ความดันโลหิตสูง
3. ภาวะที่มีไขมันกลุ่มคลอเลสเทอรอลในเลือดสูง (Hypercholesterolaemia)
4. เบาหวาน
5. โรคอ้วน
6. สูบบุหรี่
7. มลพิษทางอากาศ
8. การไม่ออกกำลังกาย

หน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดสามารถปรับปรุงด้วยการออกกำลังกายและปรับปรุงพฤติกรรมมารับประทาน โดยได้สรุปว่าผลบวกที่มีความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคและการพัฒนาหน้าที่การทำงานของเยื่อหลอดเลือด ปัจจัยอื่นๆ ที่ช่วยในการปรับปรุงคือ การหยุดสูบบุหรี่ การลดน้ำหนัก การรักษาโรคความดันโลหิตและไขมันสูง (Lopez-Garcia et al, 2005)

ในปี 2005 ฟาน กิลเดอร์และคณะ ได้ศึกษาถึงความบกพร่องของเยื่อบุผนังหลอดเลือดในการปล่อยที-พีเอของผู้ใหญ่ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและผู้ที่เป็โรคอ้วนซึ่งสามารถปรับปรุงได้ด้วย การออกกำลังกายแบบแอโรบิก ซึ่งผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนพบว่าการสูญเสียหน้าที่การ

ทำงานของเยื่อผนังหลอดเลือดแต่อย่างไรก็ตามการออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นประจำเพิ่มความสามารถการทำงานของเยื่อผนังหลอดเลือดได้

และในปี 2007 ซิลเวอร์และคณะ ได้ศึกษา การเปรียบเทียบกับกลุ่มน้ำหนักปกติกับผู้ที่มีความดันโลหิตสูงและโรคอ้วน ซึ่งให้เห็นว่าผู้ที่มีความดันโลหิตสูงและโรคอ้วน มีการเพิ่มของเอนไซม์เอ็นเอดี(พี)เอช NAD(P)H ในเยื่อผนังหลอดเลือด ออกซิเดทีฟ สเตรสส์ (Oxidative stress) ความสามารถในการเลือกขดเชยของเอนไซม์ของอนุมูลอิสระและการสร้างไนตริกออกไซด์มากกว่ากลุ่มน้ำหนักปกติ เป็นการบ่งบอกถึงกลไกระดับโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับการเป็นโรคอ้วนที่เพิ่มความเสี่ยงของการเป็นโรคหลอดเลือดแข็งตัวจากการสะสมไขมันบนผนังหลอดเลือด (Atherosclerosis) ในคน

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 5.1 งานวิจัยภายในประเทศ

สมศรี ปานพันธุ์โพธิ์ (2537) ได้ศึกษาผลของการฝึกสตีปแอโรบิกที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและส่วนประกอบของร่างกายในผู้หญิงอ้วน โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกสตีปแอโรบิกที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและส่วนประกอบของร่างกาย จำนวน 25 คน อายุ 30-40 ปี เป็นเวลา 12 สัปดาห์ 3 วัน/สัปดาห์ ที่ 55-75เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ผลการวิจัยพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เปอร์เซ็นต์ของไขมันและเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อแขนส่วนบนอย่างมีนัยสำคัญ มีการเปลี่ยนแปลงของรอบเอวและรอบขาอย่างมีนัยสำคัญ

สุภลักษณ์ บุญความดี (2541) ได้ศึกษาพฤติกรรมของผู้ที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐานในกรุงเทพมหานคร จำนวน 210 คน ในกรุงเทพมหานคร โดยกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีค่าดัชนีมวลกายมากกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร โดยมีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 ชั้น มีการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า หญิงที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐานจำนวน 120 คน และชาย 90 คน ส่วนใหญ่อยู่ในวัยผู้ใหญ่ มีดัชนีมวลกาย 25-29.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ร้อยละ 59.4 ระบุว่าน้ำหนักเกินมาตรฐาน ร้อยละ 89.0 มีนิสัยมาจากการบริโภค ร้อยละ 81.0 มีผลให้เกิดโรคต่างๆ ร้อยละ 25.7 มีวิธีการลดน้ำหนักคือการควบคุมอาหารและออกกำลังกาย

กันยารัตน์ กุญสุวรรณ (2543) ได้ศึกษาประสิทธิผลของโปรแกรมสุขศึกษาในการควบคุมน้ำหนักวัยรุ่นตอนต้น (อายุ 10-12ปี) ที่เป็นโรคอ้วนจากโรงเรียนอนุบาลวัดปรีณายก ใน



กรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน เป็นกลุ่มทดลอง และจากโรงเรียนอนุบาลวัดอัมรินทร์าราม จำนวน 48 คน ใช้เวลาศึกษาทั้งสิ้น 16 สัปดาห์ วัตถุประสงค์ในการศึกษานี้เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านความรู้ การรับรู้สามารถตนเอง ความคาดหวังในการปฏิบัติและการปฏิบัติเพื่อควบคุมน้ำหนัก ผลการศึกษาพบว่า หลังการทดลองกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงการความรู้ การรับรู้ความสามารถของตนเอง ความคาดหวังในผลของการปฏิบัติดีขึ้น น้ำหนักตัว ความหนาของรอยพับไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นแขนซ้ายด้านหลังและเส้นรอบวงกึ่งกลางต้นแขนด้านซ้ายลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ณัฐพล ไตรเพิ่ม (2546) ได้ศึกษาการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในปริมาณงานที่ต่างกันที่มีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ความจุปอด และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย จุดประสงค์ของการวิจัยนี้คือ เพื่อศึกษาการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในปริมาณงานที่ต่างกันที่มีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ความจุปอด และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โดยเป็นอาสาสมัครเจ้าหน้าที่หญิงของมหาวิทยาลัยขอนแก่น อายุระหว่าง 24-53 ปี จำนวน 12 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ใช้เวลาทดลอง 10 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกในปริมาณงานที่ต่างกันมีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนที่ดีขึ้น ในช่วงระยะไม่เกิน 2,4,6 และ 8 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ทิพานันท์ จินดา (2546) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบสแต็ปแอโรบิกในระดับความถี่ที่ต่างกันที่มีผลต่อความอดทนของระบบไหลเวียนและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย หลังการออกกำลังกายที่ 4 สัปดาห์ กับที่ 8 สัปดาห์ โดยได้ศึกษาในผู้หญิง อายุระหว่าง 25-42ปี จำนวน 20 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน กลุ่มที่ 1 ออกกำลังกายแบบสแต็ปแอโรบิก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ กลุ่มที่ 2 ออกกำลังกายแบบสแต็ปแอโรบิก 5 ครั้งต่อสัปดาห์ การออกกำลังกายในสัปดาห์แรกและสัปดาห์ที่ 2 ใช้เวลา 60 นาที และเพิ่มอีก 5 นาที ในทุกๆ ช่วง 2 สัปดาห์ จนถึงสัปดาห์ที่ 8 โดยกำหนดความหนักของงานที่ 60-70 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ผลการศึกษาพบว่า ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญ

เพ็ญรัชย์ คำวงษ์และคณะ (2547) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายในน้ำแบบแอโรบิกต่อสมรรถภาพทางกายในคนอ้วน จุดประสงค์ของการศึกษานี้เพื่ออธิบายผลของการออกกำลังกายในน้ำแบบแอโรบิกต่อสมรรถภาพทางกาย จำนวน 12 คน ก่อนและหลังการออกกำลังกายใช้ความหนัก ประมาณ 60-80 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 8 สัปดาห์ 3 วัน/สัปดาห์ ครั้งละ 45 นาที ผลการศึกษาพบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายและอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แรงบีบมือและความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นอย่างมี

นัยสำคัญ สรุปได้ว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำมีผลต่อการสร้างเสริมสมรรถภาพทางกาย

มาลี ภูมิภาค (2546) ได้ศึกษาผลของการฝึกด้วยน้ำหนักและการเดินแอโรบิกที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความแตกต่างของการฝึกด้วยน้ำหนักและการเดินแอโรบิกที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย กลุ่มตัวอย่างมีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอนจากนักศึกษาหญิงชั้นปีที่ 1 อายุระหว่าง 17-18 ปี มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ จำนวน 45 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม เป็นกลุ่มที่มีการปฏิบัติกิจกรรมประจำวันตามปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 เป็นกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมการเดินแอโรบิก และกลุ่มทดลองที่ 2 เป็นกลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนัก ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไขมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 3 กลุ่ม โดยที่กลุ่มควบคุมแตกต่างกับกลุ่มทดลองที่ 1 และ กลุ่มทดลองที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อนำค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายของทั้ง 3 กลุ่ม มาศึกษาได้พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายลดลงมากกว่ากลุ่มที่มีการฝึกด้วยโปรแกรมการเดินแอโรบิก และกลุ่มที่มีการปฏิบัติกิจกรรมประจำวันตามปกติ

สิทธิพร อ่อนคลัง (2546) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายที่มีต่อสมรรถภาพทางกายของนักเรียนที่มีน้ำหนักเกิน โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเดินแอโรบิก 30 นาที และทักษะฟุตบอลในระยะเวลา 8 สัปดาห์ ของนักเรียนอายุ 9-12 ปี ที่มีน้ำหนักเกิน โรงเรียนพินครัตน์ จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชาย 31 คน และนักเรียนหญิง 8 คน ผลการวิจัยพบว่า ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต การหายใจและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อท้อง ภายหลังจากทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดัชนีมวลกาย ความอ่อนตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนภายหลังจากทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอนก เหล่าพร (2547) ได้ศึกษาผลการใช้เคเคยูครอสซูบเมนท์เอ็กเซอร์ไซส์และโปรแกรมโภชนาการสำหรับลดน้ำหนักนักเรียนที่มีน้ำหนักเกินปกติ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 34 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมอาหาร 10 คน และกลุ่มไม่ควบคุมอาหาร 24 คน ใช้เวลาทดลอง 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 วัน วันละ 30 นาที โดยได้กำหนดความหนักของงานอยู่ที่ 55-65% ของเป้าหมายการเต้นของหัวใจ 120-145 ครั้งต่อนาที พบว่ากลุ่มที่มีการควบคุมอาหารและไม่ควบคุมอาหารหลังจากมีการออกกำลังกายด้วยโปรแกรมเคเคยูครอสซูบเมนท์เอ็กเซอร์ไซส์สามารถควบคุมน้ำหนักและลดน้ำหนัก ลดไขมันในร่างกายได้

พัทธวรรณ ละใบ้ (2549) ได้สร้างรูปแบบการออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่นสำหรับผู้สูงอายุ โดยมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อสร้างรูปแบบการออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่นให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุ และศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่นที่สร้างขึ้นต่อสุขสมรรถนะ และการ

ไหลของเลือดชั้นคิวทาเนียสในผู้สูงอายุ โดยอาสาสมัครเป็นผู้สูงอายุดินแดง อายุเฉลี่ย  $70.29 \pm 2.51$  ปี เพศหญิง จำนวน 17 คน ระยะเวลาในการฝึก 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 วัน วันละ 40 นาที พบว่า หลังการฝึกการออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่น ค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิต และเปอร์เซ็นต์ไขมันมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และสัดส่วนการไหลของเลือดชั้นคิวทาเนียสสูงสุด หลังการปิดกั้นการไหลของเลือดต่อการไหลของเลือดชั้นคิวทาเนียสขณะพักมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ระดับพลาสมาแอลโดสเตอโรนซึ่งเป็นตัวบ่งชี้การทำลายของอนุมูลอิสระ และคอเลสเตอรอลมีค่าลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ

ฉัตร ญาณปริชาเศรษฐ (2550) ได้ศึกษาผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน โดยอาสาสมัครมีอายุระหว่าง 30-40 ปี จำนวน 40 คน ที่มีดัชนีมวลกาย  $23-24.9$  กิโลกรัมต่อตารางเมตร ทำการสุ่มอย่างง่ายเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม 20 คน ทำกิจวัตรประจำวันปกติ และกลุ่มทดลองเป็นทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน โดยช่วงแรกได้ให้อาสาสมัครในกลุ่มทดลองดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ หลังจากนั้นอาสาสมัครในกลุ่มทดลองได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านที่ระดับความหนัก 8-12 RM เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ใช้ท่าฝึก 10 ท่า ทำต่อเนื่อง 8-12 ครั้ง ทำครบ 3 รอบ พักร 30-60 วินาทีระหว่างรอบ ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของร่างกาย ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน และความหนาของไขมันใต้ผิวหนังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อัตราการใช้พลังงานพื้นฐานและเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวที่ไม่ใช่ไขมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน บริเวณเอว ไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลองค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของร่างกาย ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันที่ไม่ใช่ไขมันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนน้ำหนักร่างกาย ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน บริเวณเอวและต้นขาของกลุ่มที่ฝึกแบบใช้แรงต้านลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดร.ณรรณ สุขสม และ อาพรณชนิด ศิริแพทย์ (2550) ได้ศึกษาการออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่น : รูปแบบการออกกำลังกายทางเลือกสำหรับคนไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างรูปแบบการออกกำลังกายประกอบอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้น คือ ไม้ยืดหยุ่นให้เหมาะสม และเพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่นต่อสุขสมรรถนะ และภาวะสุขภาพในประชากรกลุ่มอายุต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับรูปแบบการออกกำลังกายที่มีอยู่แล้ว กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มวัยเด็ก : กลุ่มต้นแอโรบิก และกลุ่มออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่น วัยผู้ใหญ่ : กลุ่มต้นแอโรบิก และกลุ่มออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่น วัยสูงอายุ : กลุ่มรำมวยไทชิ และกลุ่มออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่น ทุกกลุ่มใช้ความหนักที่ 70-75 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของ

หัวใจสูงสุด วันละ 40 นาที 4 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า การฝึก รูปแบบการออกกำลังกายด้วยการเดินแอโรบิก การรำมวยไทชิ และการออกกำลังกายด้วยไม้ ยืดหยุ่นมีผลทำให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก และเปอร์เซ็นต์ไขมันลดลง ส่วนมวลที่ปราศจาก ไขมันและอัตราการเผาผลาญเพิ่มขึ้นในทุกช่วงวัย เฉพาะการออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่นมีผลทำ ให้ความดันโลหิตลดลงในผู้สูงอายุ ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นในส่วนของแขนและขาในผู้ที่ฝึกการออก กำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่น เมื่อเปรียบเทียบกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและไทชิแล้วความ แข็งแรงเฉพาะช่วงขาที่เพิ่มมากขึ้น การออกกำลังกายในทุกรูปแบบมีผลทำให้ความอ่อนตัวและ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น ยกเว้นการรำมวยไทชิในผู้สูงอายุไม่เปลี่ยนแปลง การ ออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่นมีผลเพิ่มสัดส่วนการไหลของเลือดชั้นคิวทาเนียสสูงสุดหลังการปิดกั้น การไหลของเลือดต่อการไหลของเลือดชั้นคิวทาเนียสขณะพักภายหลังการฝึกออกกำลังกาย นอกจากนี้ ยังช่วยเพิ่มไขมันเอช ดี แอล และลดไขมัน

วีรพัฒน์ ยอดกมลศาสตร์ (2550) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้จ่ายพลังงานของการออกกำลังกาย เพื่อสุขภาพชนิดต่างๆ ระหว่างหญิงน้ำหนักเกินและหญิงน้ำหนักปกติ โดยอาสาสมัครเป็น นิสิตหญิงจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 26 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มน้ำหนักปกติ 15 คน และกลุ่มน้ำหนักเกิน 11 คน อาสาสมัครทุกคนได้รับการสวมแบบครอสโอเวอร์ดีไซน์ให้ออกกำลังกาย เพื่อสุขภาพ 4 ชนิด ได้แก่ การเดิน การวิ่ง การปั่นจักรยานและการเดินแอโรบิกที่ความหนักระ ดับปานกลาง 64-76 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 30 นาที ผลการวิจัย พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราส่วนการหายใจและความดันโลหิตขณะออกกำลังกายชนิด ต่างๆ ของกลุ่มน้ำหนักเกินไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มน้ำหนักปกติ แต่พบว่ากลุ่มน้ำหนักเกินมีค่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน สมรรถภาพการใช้อาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่ากลุ่มน้ำหนักปกติ การใ้ พลังงานของกลุ่มน้ำหนักเกินจะสูงกว่ากลุ่มน้ำหนักปกติ เมื่อเปรียบเทียบการใช้จ่ายพลังงานในแต่ละ ชนิดของการออกกำลังกาย การออกกำลังกายด้วยการเดินและการวิ่งจะสูงกว่าการปั่นจักรยาน ภายหลังการออกกำลังกายมีผลทำให้น้ำหนักตัวลดลง แต่ไม่พบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ไขมันและ เปอร์เซ็นต์มวลที่ปราศจากไขมัน

## 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ไมโอราน่าและคณะ (Maiorana et al, 2000) ได้ศึกษาผลการฝึกแบบแอโรบิกร่วมกับการ ฝึกแบบใช้น้ำหนักที่มีผลต่อสมรรถภาพในการทำหน้าที่และความแข็งแรงในผู้ที่ เป็นโรคหัวใจ ล้มเหลวเรื้อรัง (Chronic Heart failure) จำนวน 13 คน ฝึกแต่ละครั้ง 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 8 สัปดาห์ การฝึกแบบร่วมกันมีรูปแบบ คือ เป็นการปั่นจักรยานหรือวิ่งบนสายพาน และใช้น้ำหนัก เป็นการ ทำแบบวงจร ประกอบไปด้วย การออกกำลังกายด้วยแรงต้าน 7 ครั้ง และเปลี่ยนเป็นการออกกำลังกาย

กายแบบแอโรบิก (ปั่นจักรยาน) 8 ครั้ง โดยการทำแต่ละครั้งใช้เวลา 45 นาที เวลาพัก 15 นาที ผลการวิจัยพบว่าสมรรถภาพของการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น มีการปรับปรุงของสมรรถภาพในการทำหน้าที่และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

กูตินและคณะ (Gutin et al, 2002) ได้ศึกษาผลของการความหนักของการออกกำลังกายที่มีต่อความแข็งแรงของหัวใจและหลอดเลือด องค์ประกอบทางกายทั้งหมดและการมีไขมันในอวัยวะภายในของวัยรุ่นที่อ้วน อายุ 13 -16 ปี จำนวน 80 คน แบ่งเป็น กลุ่มที่ศึกษาถึงวิธีการดำเนินชีวิต กลุ่มที่ศึกษาถึงวิธีการดำเนินชีวิตกับการทำกิจกรรมทางกายที่ความหนักปานกลางถึงสูง และกลุ่มที่ศึกษาถึงวิธีการดำเนินชีวิตกับการทำกิจกรรมทางกายที่ความหนักสูง ผลการวิจัยพบว่า ความแข็งแรงของระบบหัวใจและหลอดเลือดเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ศึกษาถึงวิธีการดำเนินชีวิตกับการทำกิจกรรมทางกายที่ความหนักสูง แต่ในกลุ่มที่ศึกษาถึงวิธีการดำเนินชีวิตกับการทำกิจกรรมทางกายที่ความหนักปานกลางถึงสูงก็มีการเปลี่ยนแปลงมากกว่ากลุ่มที่ศึกษาถึงวิธีการดำเนินชีวิตอย่างเดียว

วิลเลียมและคณะ (Williams et al, 2003) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายต่อผลของระบบหัวใจและหลอดเลือดในลิงที่มีปัจจัยเสี่ยงเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดโดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีการวิ่งและเจ็บหน้าอกเป็นเวลา กลุ่มที่วิ่งและเจ็บหน้าอกไม่เป็นเวลา กลุ่มที่ไม่มีกิจกรรมทางกายและเจ็บหน้าอกเป็นเวลา และกลุ่มที่มีกิจกรรมทางกายน้อยและเจ็บหน้าอกไม่เป็นเวลา โดยการฝึกวันละ 40 นาที ความถี่ 3 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 2 ปี ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่มีการออกกำลังกายจะมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ออกกำลังกาย จากภาพถ่ายขนาดของหลอดเลือดมีการขยายได้ดีขึ้น มีการลดลงของฮอริโมนคอร์ติซอล การออกกำลังกายช่วยปรับปรุงระบบหัวใจและหลอดเลือดและลดความเครียดแต่ไม่ได้ยับยั้งการอุดตันของไขมันในเส้นเลือดแดง

ปาร์คและคณะ (Park et al, 2003) ได้ศึกษาถึงผลของการฝึกแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้น้ำหนักที่มีต่อไขมันหน้าท้องในผู้หญิงอ้วนวัยกลางคน อายุ 40-45 ปี จำนวน 30 คน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ฝึกแบบแอโรบิก และกลุ่มที่ฝึกรวมกันระหว่างแอโรบิกและการใช้น้ำหนัก การฝึกแบบแอโรบิกความหนักอยู่ที่ 60-70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 60 นาที ความถี่ 6วัน/สัปดาห์ กลุ่มที่ฝึกรวมกันระหว่างแอโรบิกและการใช้น้ำหนัก จะฝึกแบบใช้น้ำหนัก 3 วัน/สัปดาห์ ฝึกแบบแอโรบิก 3 วัน/ สัปดาห์ เป็นเวลา 24 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นทั้ง 2 กลุ่มการทดลอง กลุ่มที่ฝึกแบบแอโรบิกและใช้น้ำหนักจะมีไขมันใต้ผิวหนังและไขมันในอวัยวะภายในลดลงมากกว่ากลุ่มที่ฝึกอย่างเดียว แต่มวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมันจะมีการเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ฝึกรวมกันระหว่างแอโรบิกและการใช้

น้ำหนัก นอกจากนี้ไขมันในเส้นเลือดทั้งหมด ไตรกลีเซอไรด์และไขมันแอลดีแอล (LDL) ลดลง ไขมันเอชดีแอล (HDL) เพิ่มขึ้นทั้ง 2 กลุ่ม

ไรตาการีและคณะ (Raitakari et al, 2004) ได้ศึกษาถึงผลของการลดน้ำหนักกับการจำกัดพลังงานที่นำเข้าไปและหน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดในผู้ใหญ่ น้ำหนักเกิน : บทบาทของพลาสมา กลูโคส (Plasma glucose) อาสาสมัคร เป็นชาย 20 คน และหญิง 47 คนโดยมีค่าดัชนีมวลกายมากกว่า 27 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ใช้เวลาในการเข้าร่วม 6 สัปดาห์ ผู้หญิงจำนวน 16 คนเป็นกลุ่มหมดประจำเดือนแล้ว อาสาสมัครจำนวน 19 คนมีการรักษาโรคความดันโลหิตสูง ส่วน 7 คน สูบบุหรี่และ 13 คนเคยสูบบุหรี่มาก่อน อาสาสมัครทุกคนได้รับความรู้เกี่ยวกับการบริโภคอาหารโดยได้ถูกกำหนดให้จำกัดพลังงานที่นำเข้าไป ทุกๆ มื้อจะถูกแทนที่ด้วยผลิตภัณฑ์อาหารที่มีให้เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ระหว่างที่เข้าร่วมโปรแกรมห้ามมีการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ และการตรวจร่างกายจะทำทุกๆ 3 วัน หลังจากหยุดการจำกัดอาหาร ผลการวิจัยพบว่าการไหลผ่านสื่อกลางอย่างเป็นอิสระเมื่อหลอดเลือดขยายตัวของหลอดเลือดแดงบริเวณต้นแขนหลังการเข้าร่วมโปรแกรมเพิ่มขึ้นจากก่อนเข้าร่วมโปรแกรม มีการลดลงของน้ำหนักตัว การปรับปรุงการไหลผ่านสื่อกลางเมื่อหลอดเลือดขยายตัวมีความสัมพันธ์กับการลดลงของความเข้มข้นของพลาสมา กลูโคส และยังสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว ไขมัน ความดันโลหิต อินซูลิน

วูและคณะ (Woo et al, 2004) ได้ศึกษาถึงผลของการจำกัดอาหารและการออกกำลังกายต่อโรคอ้วนที่สัมพันธ์กับการทำงานที่ผิดปกติของหลอดเลือดในเด็กอายุระหว่าง 9 -12 ปี จำนวน 82 คน แบ่งเป็นกลุ่มที่ควบคุมอาหารอย่างเดียวเป็นเวลา 6 สัปดาห์ และกลุ่มที่ควบคุมอาหารกับการออกกำลังกายเป็นเวลา 1 ปี ผลการวิจัยพบว่า ทั้ง 2 กลุ่มมีอัตราส่วนเอวกกับสะโพกและคอเลสเตอรอลลดลง มีการปรับปรุงหน้าที่การทำงานของเยื่อผนังหลอดเลือดแดง แต่กลุ่มที่มีการจำกัดอาหารและออกกำลังกายจะมีการปรับปรุงของการทำงานของเยื่อผนังหลอดเลือดดีกว่ากลุ่มที่จำกัดอาหารอย่างเดียว ภายใน 1 ปี ความหนาของผนังหลอดเลือดใหญ่ที่ลำคอ (Carotid) ลดลง ตลอดจนปรับปรุงไขมันในร่างกาย การทำงานของระบบหลอดเลือดดีขึ้น

ฟานกิลเดอร์และคณะ (Van Guilder et al, 2005) ได้ศึกษาการปล่อยสารที-พีเอ เอนโดทีเลียมที่น้อยลงในผู้ใหญ่ที่มีน้ำหนักเกินและเป็นโรคอ้วน แต่สามารถปรับปรุงได้ด้วยการออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นประจำ โดยเป็นกลุ่มที่มีกิจกรรมทางกายน้อยจำนวน 66 คน (ผู้หญิง 29 คน ชาย 37 คน) แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มน้ำหนักปกติ 28 คน กลุ่มน้ำหนักเกิน 22 คนและกลุ่มโรคอ้วน 16 คน ทั้งหมดนี้ต้องไม่เคยออกกำลังกายเป็นประจำอย่างน้อย 2 ปี กลุ่มที่มีการออกกำลังกายจะเป็นกลุ่มที่มีน้ำหนักเกินและกลุ่มโรคอ้วน จำนวนกลุ่มละ 17 คน โดยออกกำลังกายเป็นเวลา 3 เดือน สัปดาห์ละ 5-7 วัน เวลา 40-50 นาที ที่ความหนัก 60-75 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างการปล่อยสารที-พีเอของกลุ่ม

น้ำหนักเกินและกลุ่มโรคอ้วน หลังการออกกำลังกายพบว่าความสามารถในการปล่อยสารที-พีเอของทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มน้ำหนักปกติ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการมีน้ำหนักเกินและโรคอ้วนมีความเกี่ยวข้องกับการสูญเสียหน้าที่ในการละลายลิ้มเลือด

ซานโตสและคณะ (Santos et al, 2005) ได้ศึกษาถึงการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีต่อสมรรถภาพการทำงานที่ระดับความหนักปานกลางในผู้หญิงท้องที่อ้วน อายุ 20 ปี หรือมากกว่า นั้น มีค่า BMI 26-31 กิโลกรัม/เมตร<sup>2</sup> จำนวน 132 คน ระยะเวลา 60 นาที ความถี่ 3 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 20 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าค่าสมรรถภาพของการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น มีสมรรถภาพของระบบปอด หัวใจ และหลอดเลือดดีขึ้น

ซาร์ซานและคณะ (Sarsan et al, 2006) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกกับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านในผู้ที่มีภาวะอ้วน โดยมีวัตถุประสงค์ คือ เปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกกับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน ที่มีต่อ น้ำหนัก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทานของระบบปอดและหัวใจ ความดันโลหิต และ อารมณ์ในผู้ที่มีภาวะอ้วนโดยไม่มีการควบคุมอาหาร ซึ่งอาสาสมัครเป็นผู้หญิงที่มีภาวะอ้วนจำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิก กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 20 คน กลุ่มการออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะประกอบด้วย การเดินและปั่นจักรยาน กลุ่มการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านจะใช้น้ำหนักโดยมีการเพิ่มความหนักขึ้นเรื่อยๆ ซึ่ง จะออกกำลังกายทั้งส่วนบนและส่วนล่าง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า หลังการฝึกออกกำลังกาย กลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสะโพก กล้ามเนื้อต้นขา ส่วนหน้า กล้ามเนื้อต้นแขนส่วนหน้า ปรับปรุงมากกว่ากลุ่มอื่น ส่วนสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนของกลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะสูงกว่ากลุ่มอื่น ทั้งการออกกำลังกายแบบแอโรบิก และการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านมีผลต่อสมรรถภาพของผู้หญิงที่มีภาวะอ้วน โดยที่การออกกำลังกายแบบแอโรบิกมีการปรับปรุงสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ส่วนการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านเป็นการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

อมาตีและคณะ (Amati et al, 2008) ได้ศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแยกและการฝึกรวมกับการลดน้ำหนัก เนื่องมาจากว่ายังไม่เป็นที่สรุปแน่ชัดว่าน้ำหนักตัวมีผลต่อการเผาผลาญพลังงานและประสิทธิภาพระหว่างการทำกิจกรรมทางกาย การแยกผลของการลดน้ำหนัก และการฝึกการออกกำลังกายที่มีต่อประสิทธิภาพการออกกำลังกายและสัดส่วนของพลังงานที่ได้จากการสันดาปของไขมันระหว่างการทำกิจกรรมทางกาย ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ตรวจสอบการแยกและรวมผลของการฝึกและลดน้ำหนักที่มีต่อประสิทธิภาพของการเผาผลาญ และการสันดาประหว่างการออกกำลังกายปานกลาง กลุ่มอาสาสมัครเป็นผู้สูงอายุที่มีภาวะ

น้ำหนักเกินและอ้วนเกินปกติสมัครเข้าร่วมเป็นเวลา 4 เดือน โดยมีการลดน้ำหนักด้วยการลดการทาน ฝึกออกกำลังกาย หรือรวมทั้งสองรูปแบบ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ฝึกมีการเผาผลาญพลังงานทั้งหมดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การฝึกรวมพบว่าการเผาผลาญพลังงานดีกว่าการลดน้ำหนักอย่างเดียว อัตราส่วนของพลังงานที่ได้จากไขมันระหว่างการออกกำลังกายที่ความหนักปานกลางเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ออกกำลังกายและกลุ่มการฝึกรวม จากการศึกษาี้สรุปได้ว่าการฝึกการออกกำลังกายร่วมกับการลดน้ำหนักมีการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพการออกกำลังกายและการเผาผลาญไขมันระหว่างการทำกิจกรรมทางกายที่ความหนักปานกลาง

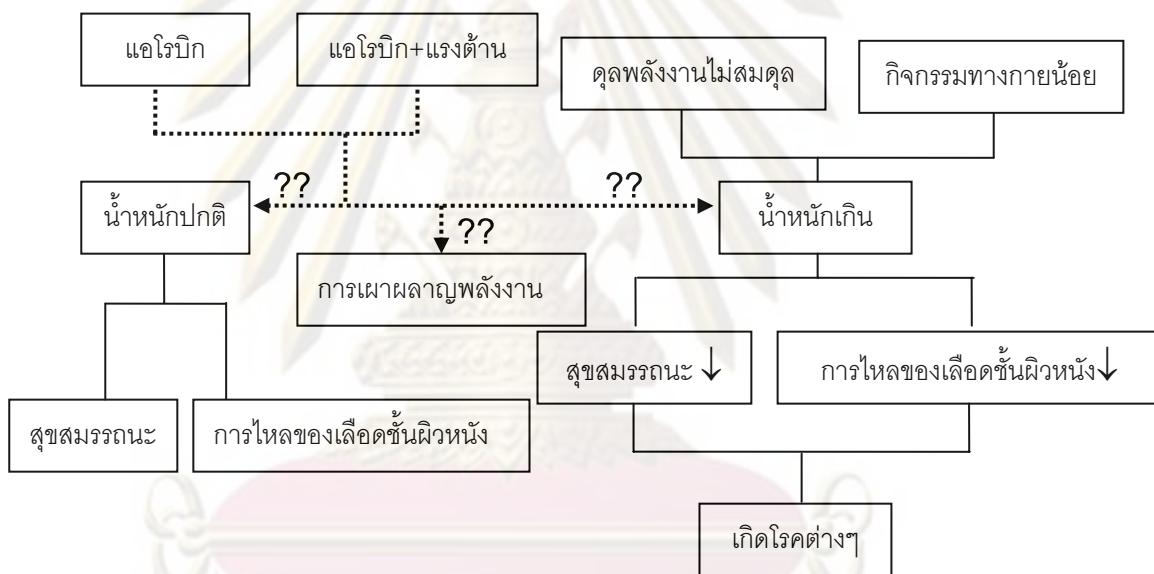
เจิร์ฟและคณะ (Schjerve et al, 2008) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านที่มีต่อความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในผู้ใหญ่ที่มีภาวะอ้วน โดยอาสาสมัครจำนวน 40 คน การออกกำลังกายแบบแอโรบิกซึ่งจะแบ่งเป็นกลุ่มที่ใช้ความหนักประมาณ 85-95 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจจะเป็นการออกกำลังกายเป็นช่วงๆ ส่วนอีกกลุ่มที่ใช้ความหนัก 60-70 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจจะออกกำลังกายต่อเนื่อง และกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านจะใช้ความหนักสูงสุดประกอบด้วยท่าที่ใช้กล้ามเนื้ออกและหลัง ทุกกลุ่มใช้เวลา 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน พบว่า สมรรถภาพของการใช้ออกซิเจนสูงสุดและหน้าที่การทำงานของเยื่อเซลล์หลอดเลือดมีการปรับปรุงในทุกกลุ่มการทดลอง

มาร์คัสและคณะ (Marcus et al, 2009) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการฝึกแบบใช้แรงต้านแบบแอโรบิกแบบแอโรบิกอย่างเดียวก่อนการฝึกที่ใช้การฝึกแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียว อาสาสมัครเป็นกลุ่มผู้ที่เป็นโรคเบาหวานจำนวน 15 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการฝึกแบบใช้แรงต้านแบบแอโรบิกจำนวน 7 คน และกลุ่มที่ฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวจำนวน 8 คน ใช้เวลา 16 สัปดาห์ในการฝึกออกกำลังกาย ผลการวิจัยพบว่า ทั้งสองกลุ่มมีการลดลงของไกลโคซีเลทหลังการฝึก กลุ่มการฝึกแบบแอโรบิกร่วมกับการฝึกแบบใช้แรงต้านแบบแอโรบิกมีการเปลี่ยนแปลงของเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้ามเนื้อต้นขามากกว่ากลุ่มที่ฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียว



**กรอบแนวคิดของงานวิจัย**

การมีภาวะน้ำหนักเกินมีสาเหตุมาจากความไม่สมดุลของพลังงานระหว่างการนำพลังงานเข้ากับการนำพลังงานออก ร่วมกับการมีกิจกรรมทางกายน้อย ภาวะน้ำหนักเกินส่งผลให้สุขสมรรถนะและการไหลของเลือดชั้นผิวหนังลดลง เนื่องมาจากการสูญเสียหน้าที่ของเซลล์บุผนังหลอดเลือดก่อให้เกิดโรคต่างๆ ตามมา ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อสุขสมรรถนะและการไหลของเลือดชั้นผิวหนังในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินเปรียบเทียบกับผู้ที่มีภาวะน้ำหนักปกติ นอกจากนี้ ยังศึกษาผลของการออกกำลังกายทั้งสองรูปแบบต่อการเผาผลาญพลังงานอีกด้วย



**รูปที่ 1** กรอบแนวคิดของงานวิจัย

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อการเผาผลาญพลังงาน สุขสมรรถนะและการไหลของเลือดชั้นผิวหนังของหญิงภาวะน้ำหนักปกติและหญิงภาวะน้ำหนักเกิน เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก (การปั่นจักรยาน) กับการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน (ปั่นจักรยานพร้อมกับการใช้ยางยืด) เพื่อศึกษาผลที่มีต่อการเผาผลาญพลังงาน สุขสมรรถนะและการไหลของเลือดชั้นผิวหนังในหญิงที่มีหญิงภาวะน้ำหนักปกติและหญิงภาวะน้ำหนักเกิน ขั้นตอนการทำวิจัยได้ผ่านการพิจารณาโดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์และการใช้สัตว์ทดลองในการวิจัย กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นิสิตหญิง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุ 18 - 25 ปี จำนวน 42 คน ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) (โดยใช้ค่าดัชนีมวลกาย Body mass index : BMI เป็นเกณฑ์) การกำหนดกลุ่มตัวอย่างอ้างอิงจากโคเฮน (1969) ซึ่งมีค่าเอฟเฟ็ค ไสส์ (Effect size) อยู่ที่ 0.50 และค่าพาวเวอร์ (Power) อยู่ที่ 0.80 แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. กลุ่มน้ำหนักปกติ จำนวน 20 คน มีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ระหว่าง 18.5 - 24.99 กิโลกรัมต่อตารางเมตร แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่
  - กลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก (ปั่นจักรยาน) จำนวน 10 คน
  - กลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน (ปั่นจักรยานพร้อมกับการใช้ยางยืด) จำนวน 10 คน
2. กลุ่มน้ำหนักเกิน จำนวน 22 คน มีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ระหว่าง 25 - 29.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ
  - กลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก (ปั่นจักรยาน) จำนวน 11 คน
  - กลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน (ปั่นจักรยานพร้อมกับการใช้ยางยืด) จำนวน 11 คน

## เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้รับการชักชวนให้เข้าร่วมการวิจัยโดยกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการคัดเลือกเข้าร่วมการทดลองจะเป็นไปด้วยความสมัครใจ ซึ่งจะได้รับการประเมินประวัติดูสุขภาพทั่วไป และความพร้อมก่อนการออกกำลังกายโดยใช้แบบสอบถาม มีเกณฑ์ในการคัดเลือก ดังนี้

### เกณฑ์ในการคัดเลือกเข้า (Inclusion criteria)

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีสุขภาพแข็งแรงปราศจากโรคหรืออาการที่ทำให้ไม่พร้อมที่จะออกกำลังกาย โดยการประเมินจากแบบสอบถามประวัติดูสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย (Physical Activity Readiness Questionnaire หรือ PAR-Q) ต้องตอบว่า “ไม่เคย” ทุกข้อ จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีค่าดัชนีมวลกายอยู่ในกลุ่มที่ผู้วิจัยต้องการ
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีความสมัครใจเข้าร่วมในการวิจัย และยินดีทำการเซ็นตีบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

### เกณฑ์ในการคัดออก (Exclusion criteria)

1. ผู้ร่วมวิจัยเกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น เกิดการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ มีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สมัครใจเข้าร่วมการทดลองต่อ

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### 1. เครื่องมือที่ใช้ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1.1 แบบยินยอมของประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย (Informed Consent Form) (ภาคผนวก ข)

1.2 แบบข้อมูลสำหรับประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย (Patient / Participant Information Sheet) (ภาคผนวก ค)

1.3 แบบสอบถามประวัติดูสุขภาพทั่วไปก่อนการออกกำลังกาย (ภาคผนวก ง)

1.4 แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (ภาคผนวก จ)

### 2. เครื่องมือสำหรับการสร้างรูปแบบการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน

2.1 แบบตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินความเหมาะสมด้านองค์ประกอบของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน

.2 แบบประเมินความเหมาะสมด้านองค์ประกอบของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน

### 3. เครื่องมือทดสอบสมรรถภาพทางกาย

3.1 เครื่องชั่งน้ำหนักตัวอัตโนมัติ (Bioelectrical impedance analyzer ยี่ห้อทานิต้า Tanita รุ่น BC-533 InnerScan Body Composition Monitor)

3.2 เครื่องวัดความดันโลหิตขณะพัก (Digital blood pressure ยี่ห้อ Omron รุ่น SEM-1 model)

3.3 เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (cardiopulmonary gas exchange system ยี่ห้อคอร์เท็กซ์ (Cortex) รุ่นเมต้าแมกซ์ ทรีบี (Metamax 3B):Breath by breath จากประเทศเยอรมนี)

3.4 เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Bioelectrical impedance analyzer ยี่ห้อ Maltron)

3.5 เครื่องวัดระยะการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆ (Goniometer)

3.6 เครื่องวัดความแข็งแรงของร่างกาย

3.7 เครื่องแสดงอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor ยี่ห้อโพลาร์ Polar รุ่น S610)

3.8 สายคาดวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Transmitter ยี่ห้อโพลาร์ Polar รุ่น S610)

3.9 จักรยานวัดงาน (Bicycle ergometer ยี่ห้อ Marathon)

3.10 ยางยืด (Rubber band ยี่ห้อ Dura-band) สีเขียว มีความหนากระดับปานกลาง ยาว 2 เมตร กว้าง 0.15 เมตร

3.11 เครื่องวัดอัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง (Laser Doppler flowmeter ยี่ห้อ DRT4 MoorLAB, Moor instrument, UK)

### ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษามูลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อการเผาผลาญพลังงาน สุขสมรรถนะและการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง ผู้วิจัยได้แสดงขั้นตอนในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

### ขั้นตอนการสร้างรูปแบบการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน

1. ทบทวนวรรณกรรมและจัดทำเอกสารสำคัญที่เกี่ยวข้องก่อนเริ่มการวิจัย
2. สร้างรูปแบบการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่เหมาะสมกับผู้มีภาวะน้ำหนักเกิน แบ่งการออกกำลังกายเป็น 3 ช่วง คือ

2.1 ช่วงอบอุ่นร่างกาย ใช้เวลา 10 นาที เป็นช่วงที่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และข้อต่อแบบนิ่งค้างไว้ (Static Stretching) โดยแบ่งเป็น นาทีที่ 1-3 จะเป็นการปั่นจักรยานโดยไม่มีน้ำหนัก ส่วนนาทีที่ 4-10 จะเป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

2.2 ช่วงการออกกำลังกาย ใช้เวลา 30 นาที เป็นช่วงที่มีการปั่นจักรยานประกอบกับการใช้ยางยืด (Rubber Band) ซึ่งท่าทางที่ใช้จะประกอบไปด้วย ท่าไบเซพส์ เคิร์ล (Biceps curl) ท่าเชสต์ ฟลาย (Chest fly) ท่าโชลเดอร์ เพรส (Shoulder press) ท่าไตรเซพส์ เอ็กเทนชัน (Tricep extension) ท่าเชสต์ เพรส (Chest press) ท่าฟรอนท์ เรส (Front raise) ท่าอาร์ม สเตรท (Arm straight) ท่าดรอว์ สวอร์ด (Draw sword) ท่าซีทเท็ด โรว์ (Seated row) ท่าไตรเซพส์ พูช ดาวน์ (Tricep push down) แต่ละท่าจะใช้จำนวนครั้ง 12 ครั้ง อย่างละ 3 ชุด โดยการจับยางยืดความยาวเท่ากับช่วงไหล่ และจังหวะที่ใช้ในการดึง คือ ดึงออก 2 จังหวะและดึงเข้า 2 จังหวะ

2.3 ช่วงผ่อนคลาย ใช้เวลา 5 – 10 นาที เป็นช่วงที่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และข้อต่อแบบนิ่งค้างไว้ (Static Stretching) โดยแบ่งเป็น นาทีที่ 1-3 จะเป็นการปั่นจักรยานโดยไม่มีน้ำหนัก ส่วนนาทีที่ 4-10 จะเป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

3. นำรูปแบบการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ ได้แก่ รองศาสตราจารย์เจริญ กระจวนรัตน์ รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทวิภากรณ์ รองศาสตราจารย์ นพ.สมพล สงวนรังศิริกุล และอาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย ตรวจพิจารณาความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านโดยใช้ค่าดัชนี (Item Objective Congruence : IOC) ที่คำนวณได้ต้องมากกว่า 0.50 (Cox and Vargas, 1966) จากนั้นผู้วิจัยทำการแก้ไขปรับปรุงแบบประเมินตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

4. นำผลและข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงรูปแบบการออกกำลังกายและการทดลองระดับความหนักของการออกกำลังกาย

### ขั้นตอนการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน (ดังแสดงในรูปที่ 2)

1. ติดต่อหาอาสาสมัคร จะมาจากการเชิญชวนให้มาเข้าร่วมด้วยความสมัครใจและสอบถามถึงข้อมูลส่วนบุคคลเช่น ชื่อ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง เป็นต้น

2. ก่อนได้รับการฝึกการออกกำลังกาย ผู้เข้าร่วมการทดลองได้รับทราบรายละเอียดของวิธีปฏิบัติในการทดสอบและการเก็บข้อมูล โดยมีการสอนรูปแบบของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านให้กับกลุ่มตัวอย่างที่ได้จัดอยู่ในกลุ่มการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน 2 ครั้ง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างได้ปฏิบัติตาม ก่อนได้รับการฝึกการออกกำลังกาย

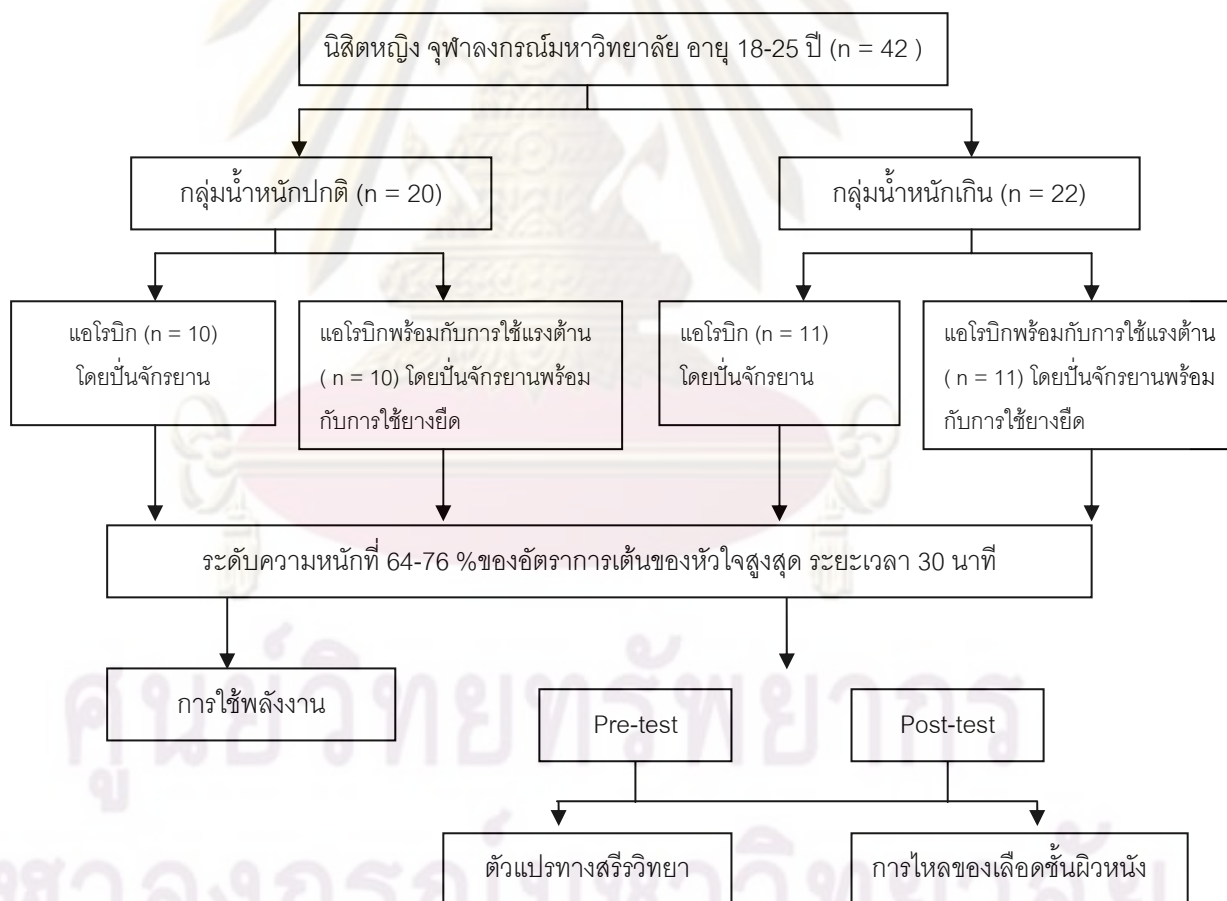
### 3. ผู้เข้าร่วมการทดลองได้รับการทดสอบตัวแปรต่างๆก่อนการทดลองดังนี้

#### 3.1 ตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป ได้แก่

3.1.1 น้ำหนักและส่วนสูง ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองถอดรองเท้าก่อนที่จะทำการวัดน้ำหนัก (กิโลกรัม) และส่วนสูง (เมตร) โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักตัวอัตโนมัติ (Automatic weighting scale ยี่ห้อทานิต้า Tanita) และวัดส่วนสูงโดยใช้ตลับเมตร

3.1.2 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที) ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองนั่งพักเป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงจับชีพจรด้วยเครื่องอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor ยี่ห้อ Polar รุ่น S610) และสายคาดวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Transmitter ยี่ห้อโพลาร์ (Polar) รุ่น S610) เพื่อวัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักเป็นเวลา 1 นาที

3.1.3 ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวขณะพัก (มิลลิเมตรปรอท) วัดในท่านั่งพัก 1 นาที โดยใช้เครื่องวัดความดันโลหิตขณะพัก (Digital blood pressure ยี่ห้อ Omron รุ่น SEM-1 model)



รูปที่ 2 ขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน

### 3.2 ตัวแปรทางด้านสุขสมรรถนะ ได้แก่

3.2.1 องค์ประกอบของร่างกาย ผู้เข้าร่วมวิจัยขณะทำการวัดโดยเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Bioelectrical impedance analyzer ยี่ห้อมัลทรอน Maltron)

3.2.2 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้แก่ การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนด้านหน้า (Biceps) กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง (triceps) กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps) กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstrings) โดยใช้เครื่องกำหนดน้ำหนักวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Weight machine) มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว โดยวิธีหา 1 RM

3.2.3 ความอ่อนตัว วัดมุมของข้อต่อหรือการเคลื่อนไหวของร่างกาย ได้แก่ ท่างอข้อไหล่ (Shoulder flexion) ท่าเหยียดข้อไหล่ (Shoulder extension) ท่ากางข้อไหล่ (Shoulder abduction) ท่างอสะโพก (Hip flexion) ท่าเหยียดสะโพก (Hip extension) ท่ากางสะโพก (Hip adduction) โดยใช้เครื่องวัดระยะการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆ (Goniometer) มีหน่วยเป็นองศา

3.2.4 สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยปั่นจักรยาน (Monark รุ่น 894E) โดยใช้โปรแกรมออกสตรานด์ (Astrand protocol) ให้ปั่นนานเท่าที่ทำได้โดยใช้เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Cardiopulmonary gas exchange system ยี่ห้อคอร์เท็กซ์ (Cortex) รุ่น เมต้าแม็กซ์ ทรีบี (Metamax 3B : Breath by breath จากประเทศเยอรมนี) มีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที

3.3 ตัวแปรทางการทดสอบการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง ได้แก่ ผลของความเร็วและความเข้มข้นเฉลี่ยของเม็ดเลือดแดงในปริมาณเนื้อเยื่อตัวอย่าง (Flux) ขณะพัก ขณะถูกปิดกั้นการไหลของเลือด ขณะการไหลของเลือดสูงสุดหลังเปิดการปิดกั้น และขณะการไหลของเลือดกลับสู่สภาวะปกติหลังเปิดการปิดกั้น เวลาอัตราการไหลสูงสุดและเวลาที่ใช้กลับสู่สภาวะพัก ทำการทดสอบการไหลเวียนของเลือดชั้นผิวหนังด้วยวิธีโพสออกคลูซีฟ รีแอกทีฟ ไฮเปอร์เรเมีย (Post occlusive reactive hyperemia) ตามรูปที่ 3 โดยติดโพรบ (Probe) บริเวณข้อมือ ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งพัก 5 นาที ใช้เครื่องวัดความดันพันรัดเหนือต้นแขน ที่ความดันเหนือความดันโลหิตของผู้เข้าร่วมการทดลอง ประมาณ 20 มิลลิเมตรปรอทของความดันโลหิตของแต่ละบุคคล ค้างไว้ 3 นาที บันทึกค่าโดยตลอด ต่อมาปล่อยลมออกและบันทึกค่าต่ออนาน 5 นาที ตัวแปรที่วัดได้แก่

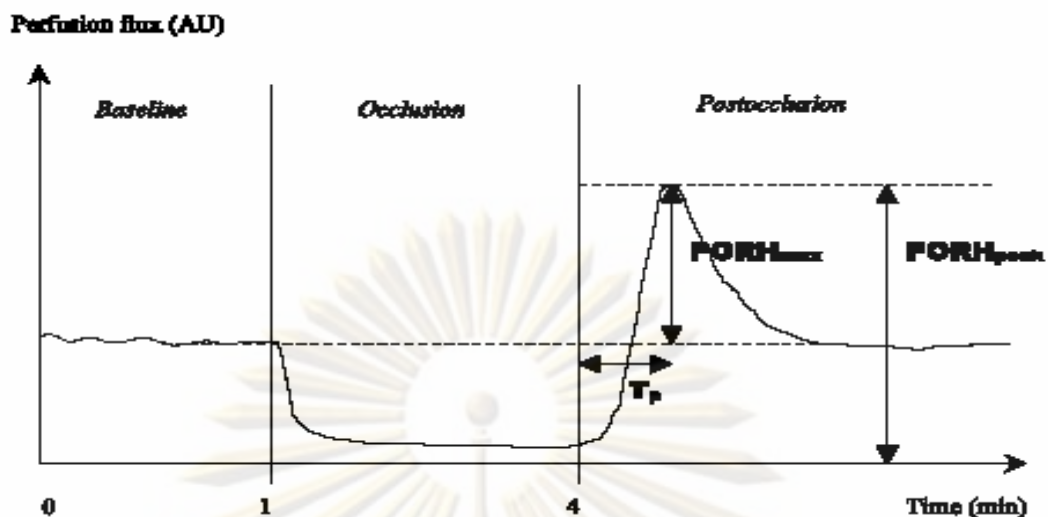
1 = การไหลของเลือดขณะพัก

2 = การไหลของเลือดขณะปิดกั้นการไหล

3 = การไหลของเลือดสูงสุดหลังเปิดการปิดกั้น

4 = เวลาอัตราการไหลของเลือดสูงสุด

5 = เวลากลับสู่สภาวะพัก



4. การวัดค่าการเผาผลาญพลังงานโดยการวัดค่าการใช้ออกซิเจน (Oxygen uptake) ขณะออกกำลังกายด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊ส ยี่ห้อคอร์เท็กซ์ รุ่นเมตาแมกซ์ทีบี (Cortex, Metamax TB) คำนวณค่าการเผาผลาญโดยนำค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนของการออกกำลังกายขณะปั่นจักรยานและปั่นจักรยานพร้อมกับการใช้แรงต้านตามรายละเอียดในตารางที่ 2 แล้วมาเปลี่ยนเป็นค่าการเผาผลาญพลังงาน (Energy expenditure) มีหน่วยเป็น กิโลแคลอรี ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการบันทึกผลของเครื่องวิเคราะห์แก๊สในแต่ละนาที โดยที่สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนขณะออกกำลังกาย 1 ลิตร จะสามารถเปลี่ยนเป็นการเผาผลาญพลังงานเท่ากับ 5 กิโลแคลอรี (Sherry, 1990)

5. ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านตามโปรแกรมที่แสดงรายละเอียดในตารางที่ 2 ใช้ระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน ฝึกวันเว้นวัน ช่วงเวลาตอนเย็น วันละ 30 นาที เมื่อเริ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักของจักรยานที่ให้เฉลี่ยประมาณ 112.5 วัตต์ หลังจากฝึกมีการเพิ่มความหนักให้เนื่องมาจากผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถปรับตัวได้จึงเพิ่มเฉลี่ยประมาณ 137 วัตต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



**ตารางที่ 2** โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่ใช้ในงานวิจัยนี้

การออกกำลังกายแบบแอโรบิก	การออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปั่นจักรยาน</li> <li>- ระดับความหนัก 64-76 %ของHRmax</li> <li>- อัตราความเร็ว 50-60 รอบ/นาที</li> <li>- ระยะเวลา 30 นาที</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปั่นจักรยานพร้อมกับใช้ยางยืด</li> <li>- ระดับความหนัก 64-76% ของ HRmax</li> <li>- ท่าที่ใช้ Bicep curls Tricep extension Shoulder press Chest press Front raise Chest fly ฯลฯ</li> <li>- ท่าละ 3 set</li> <li>- จำนวนครั้ง 12 ครั้ง</li> <li>- ระยะเวลา 30 นาที</li> </ul>

6. ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการทดลองตัวแปรต่างๆ หลังการทดลอง 8 สัปดาห์เหมือนกับก่อนการทดลอง (ดูข้อ 3)

7. นำข้อมูลตัวแปรต่างๆที่ได้ของกลุ่มตัวอย่างมาเปรียบเทียบผลของการฝึกหัดระหว่างก่อนและหลังการออกกำลังกาย โดยใช้วิธีการทางสถิติ

#### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างก่อนและหลังการออกกำลังกายโดยใช้การทดสอบค่าที่แบบรายคู่ (Pair-t test) ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างกลุ่มการทดลองย่อยโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measure) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการทดสอบของตุกี (Tukey) ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีการทางสถิติที่ได้จากการศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน โดยทำการเปรียบเทียบภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มน้ำหนักปกติ และกลุ่มน้ำหนักเกิน จากนั้นจึงนำผลมาวิเคราะห์เสนอในรูปแบบตารางและแผนภูมิประกอบความเรียง โดยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความตรงเชิงเนื้อหาของรูปแบบการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบการเผาผลาญพลังงานระหว่างการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงที่มีภาวะน้ำหนักปกติและหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา ก่อนและหลังการฝึกระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวและการฝึกออกกำลังแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงที่มีภาวะน้ำหนักปกติและหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายของตัวแปรทางด้านสุขสมรรถนะระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงที่มีภาวะน้ำหนักปกติและหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

ตอนที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง ก่อนและหลังการฝึกระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงที่มีภาวะน้ำหนักปกติและหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ตอนที่ 1 ความตรงเชิงเนื้อหาของรูปแบบการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน

**ตารางที่ 3** การวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาจากการให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแบบสอบถามความเหมาะสมด้านองค์ประกอบของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน

ข้อที่	เนื้อหา	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย
1.	โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านใช้ระยะเวลา 8 สัปดาห์	0	1	1	1	0	0.6
2.	ท่าที่ใช้ในการฝึกการปั่นจักรยานพร้อมกับการใช้ยางยืด						
	-ท่าอาร์ม สเตรท (Arms straight)	0	1	0	1	1	0.6
	-ท่าไบเซ็ปเคิร์ล (Biceps curl)	0	1	0	1	1	0.6
	-ท่าไตรเซ็ปส์ เอ็กซ์เทนชัน (Triceps extension)	0	1	0	1	1	0.6
	-ท่าเชสต์เพรส (Chest press)	0	1	0	1	1	0.6
	-ท่าเชสต์ฟลาย (Chest fly)	0	1	0	1	1	0.6
	-ท่าโชลเดอร์เพรส (Shoulder press)	0	1	0	1	1	0.6
	-ท่าซีทเท็ดโรว์ (Seated row)	0	1	0	1	1	0.6
	-ท่าดรอ ซวอร์ด (Draw sword)	0	1	0	1	1	0.6
	-ท่าฟรอนท์ เรส (Front raises)	0	1	0	1	1	0.6
	-ท่าไตรเซ็ป พูช ดาวน์ (Triceps push down)	0	1	0	1	1	0.6
3.	ความหนักที่ใช้ในการฝึก 64-76 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด	0	1	1	1	1	0.8
4.	จำนวนครั้งต่อท่าของการฝึกด้วยแรงต้าน จำนวน 12-15 ครั้ง	1	1	1	1	0	0.8
5.	ความถี่ของการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์	1	1	1	1	1	1.0
6.	โปรแกรมการอบอุ่นร่างกาย 10 นาที ประกอบด้วย -การปั่นจักรยาน 3 นาที โดยไม่มีความหนัก -การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 7 นาที	1	1	1	1	0	0.8
7.	โปรแกรมการผ่อนคลาย -การปั่นจักรยาน 3 นาที โดยไม่มีความหนัก -การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 7 นาที	1	1	1	1	0	0.8
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>							<b>0.675</b>

จากตารางที่ 3 แสดงผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนี IOC ของแบบสอบถามความเหมาะสมด้านองค์ประกอบของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน พบว่าไม่มีข้อรายการใดที่มีค่าดัชนี IOC ต่ำกว่า 0.5

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบการเผาผลาญพลังงานระหว่างการออกกำลังกายแบบแอโรบิก และการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงที่มีภาวะน้ำหนักปกติ และหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทาง สรีรวิทยา ระหว่างหญิงที่มีภาวะน้ำหนักปกติและหญิงน้ำหนักเกินก่อนทำการศึกษาทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มน้ำหนักปกติ (n=20)		กลุ่มน้ำหนักเกิน (n=22)		t	p-value
	$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$	S.D		
อายุ (ปี)	21.53	2.17	20.77	2.18	-1.11	.276
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	161.11	6.40	163.30	6.18	1.11	.273
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	50.95	6.70	71.50	8.14	8.74	.000*
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	19.52	1.64	26.83	1.57	14.54	.000*
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	76.95	7.03	77.05	8.59	0.40	.969
ความดันโลหิตขณะบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)	104.79	7.86	117.32	6.30	5.66	.000*
ความดันโลหิตขณะคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)	65.89	5.60	70.41	6.06	2.46	.018*
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	36.63	7.37	30.91	5.95	-2.75	.009*

\*แตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป อันได้แก่ อายุ ส่วนสูง และอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ระหว่างกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน แต่ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ดัชนีมวลกาย ความดันโลหิตของกุ่มน้ำหนักเกินสูงกว่ากุ่มน้ำหนักปกติ ส่วนสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดในกุ่มน้ำหนักปกติมีค่าสูงกว่ากุ่มน้ำหนักเกินอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตารางที่ 5** ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการเผาผลาญพลังงานในการออกกำลังกาย 30 นาที เปรียบเทียบระหว่างการออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงภาวะน้ำหนักปกติและหญิงน้ำหนักเกิน

ตัวแปร	กลุ่มน้ำหนักปกติ (n=20)		กลุ่มน้ำหนักเกิน (n=22)	
	แอโรบิก (n=10)	แอโรบิก+แรงต้าน (n=10)	แอโรบิก (n=11)	แอโรบิก+แรงต้าน (n=11)
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที)	17.84±2.6	21.44±3.8‡	15.74±2.0	16.40±2.7
การเผาผลาญพลังงาน (กิโลแคลอรี)	131.98±17.6	167.56±38.0‡	165.32±35.9	180.23±33.4‡
อัตราส่วนการแลกเปลี่ยนการหายใจ	0.93±0.07	0.90±0.07	0.93±0.03	0.93±0.04
ความหนักของงาน (MET)	4.65±1.6	5.92±1.8	4.60±0.66	4.54±0.69

‡ แตกต่างจากแอโรบิกของกลุ่มเดียวกันที่ระดับ .05

จากตารางที่ 5 พบว่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนและอัตราการเผาผลาญพลังงานของกลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีค่ามากกว่ากลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวในกลุ่มน้ำหนักปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และค่าการเผาผลาญพลังงานของกลุ่มการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีค่ามากกว่ากลุ่มการออกกำลังกายแบบแอโรบิกของกลุ่มน้ำหนักเกิน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา ระหว่างหญิงที่มีน้ำหนักปกติและหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายของหญิงที่มีภาวะน้ำหนักปกติ

ตัวแปร	แอโรบิก (n=10)		แอโรบิก+ใช้แรงต้าน (n=10)	
	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	49.7±5.8	50.4±6.0	52.0±7.6	51.6±8.4
ค่าดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	18.8±1.5	19.1±1.7	20.1±1.6	20.0±1.8
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้งต่อนาที)	79.6±6.3	66.8±24.3†	74.6±7.1	67.1±7.3†
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)	106.4±9.0	103.4±7.1	103.3±6.8	103.4±7.0
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)	69.0±5.8	63.1±3.8	65.1±3.5	60.8±5.5

† แตกต่างจากก่อนการฝึกของกลุ่มเดียวกันที่ระดับ .05

จากตารางที่ 6 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของอายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย ทั้งสองรูปแบบการฝึกออกกำลังกาย แต่อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลงหลังจากการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน

ศูนย์วิทยุทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา ก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายของหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

ตัวแปร	แอโรบิก (n=11)		แอโรบิกพร้อมใช้แรงต้าน (n=11)	
	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	67.2±9.2	69.0±10.3	73.4±6.9	71.9±7.6
ค่าดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	26.7±1.5	26.9±2.2	27.0±1.7	26.3±1.6
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้งต่อนาที)	78.8±8.5	70.1±3.5†	75.2±8.7	69.8±7.3†
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)	115.7±6.3	111.7±9.0	118.9±6.2	114.9±5.9
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)	70.7±7.1	66.6±8.3	70.1±5.1	66.1±4.3

†แตกต่างจากก่อนการฝึกของกลุ่มเดียวกันที่ระดับ .05

จากตารางที่ 7 พบว่า ทั้งสองกลุ่มหลังการฝึกออกกำลังกายมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

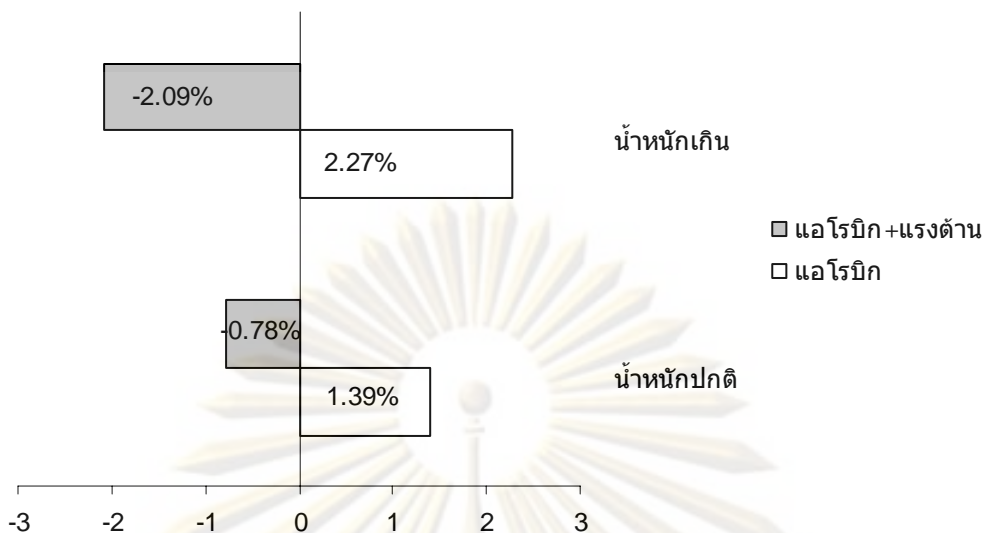
ตารางที่ 8 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายของตัวแปรทางสรีรวิทยาระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงน้ำหนักปกติและหญิงภาวะน้ำหนักเกิน

ตัวแปร	กลุ่มน้ำหนักปกติ (n=20)					กลุ่มน้ำหนักเกิน (n=22)						
	แอโรบิก (n=10)		% เปลี่ยนแปลง	แอโรบิก+แรงต้าน (n=10)		% เปลี่ยนแปลง	แอโรบิก(n=11)		% เปลี่ยนแปลง	แอโรบิก+แรงต้าน (n=11)		% เปลี่ยนแปลง
	ก่อนฝึก	หลังฝึก		ก่อนฝึก	หลังฝึก		ก่อนฝึก	หลังฝึก		ก่อนฝึก	หลังฝึก	
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	49.7±5.8	50.4±6.0	1.39	52.0±7.6	51.6±8.4	-0.78*	67.2±9.2	69.0±10.3	2.27	73.4±6.9	71.9±7.6	-2.09*
ค่าดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	18.8±1.5	19.1±1.7	1.57	20.1±1.6	20±1.8	-0.5	26.7±1.5	26.5±2.2	0.75	27.0±1.7	26.3±1.6	-2.66
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้งต่อนาที)	79.6±6.3	66.8±24.3	-19.16	74.6±7.1	67.1±7.3	-11.18	78.8±8.5	70.1±3.5	-12.4	75.2±8.7	69.8±7.3	-7.7
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)	106.4±9.0	103.4±7.1	-2.9	103.3±6.8	100.3±7.0	-3.0	115.7±6.3	111.7±9.0	-3.58	118.9±6.2	114.9±5.9	-3.48
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)	69.0±5.8	63.1±3.8	-9.35	65.1±3.5	60.8±5.5	-7.07	70.7±7.1	66.6±8.3	-6.16	70.1±5.1	66.1±4.3	-6.05

\* แตกต่างจากแอโรบิกของกลุ่มเดียวกันที่ระดับ .05

จากตารางที่ 8 พบว่า เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของกลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกลดลงมากกว่ากลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน

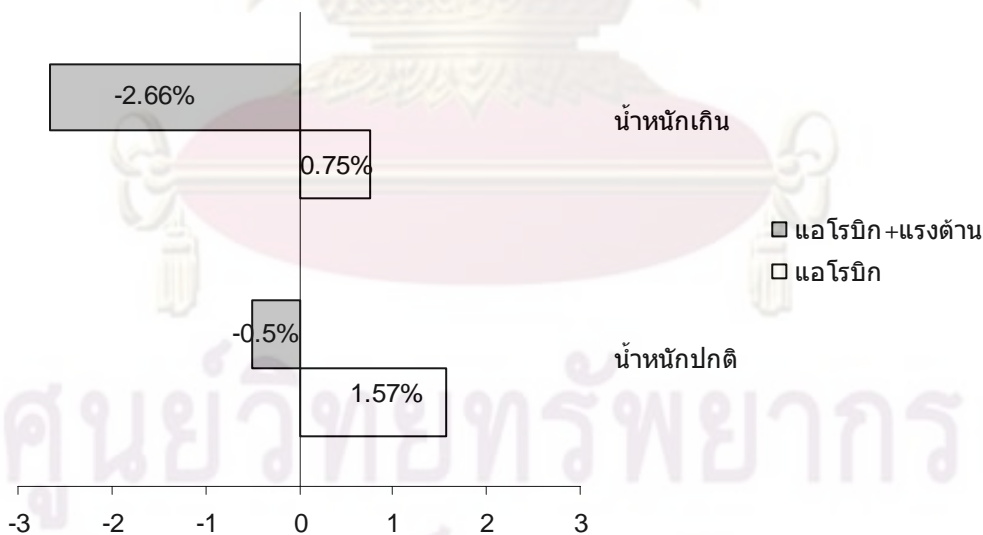




\* แตกต่างจากแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

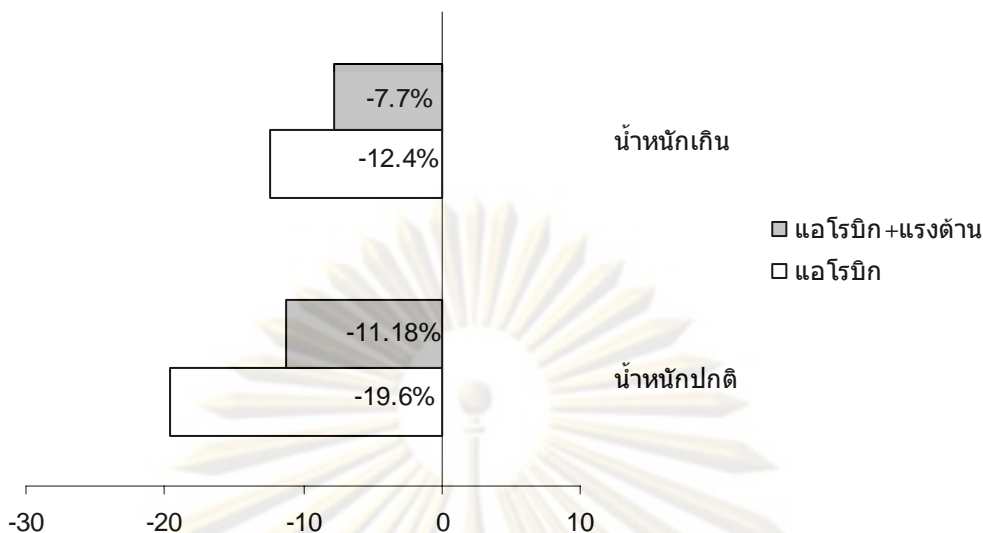
### แผนภูมิที่ 1 เปรอ์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก

จากแผนภูมิที่ 1 พบว่า เปรอ์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกินที่มีการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านลดลงมากกว่าการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก



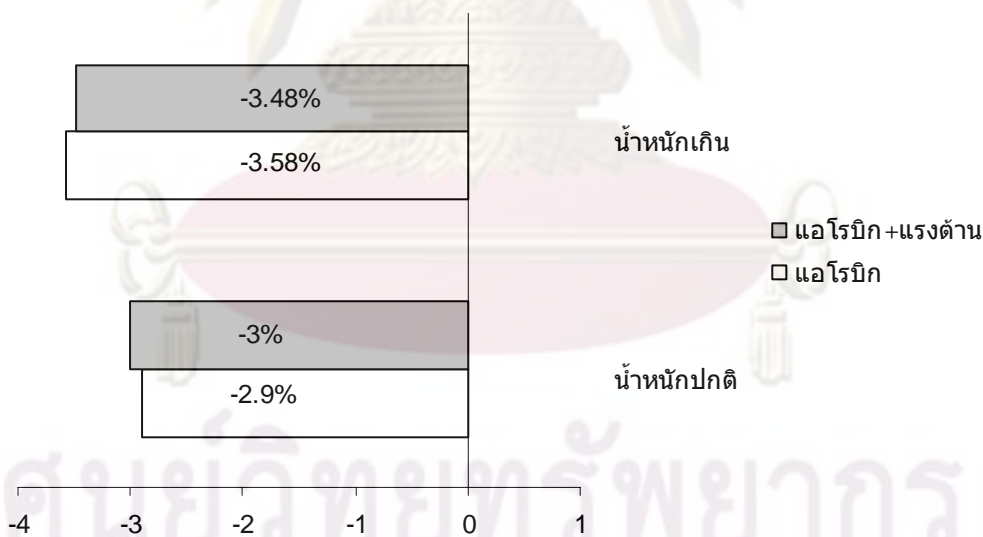
### แผนภูมิที่ 2 เปรอ์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของดัชนีมวลกาย

จากแผนภูมิที่ 2 พบว่า เปรอ์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของดัชนีมวลกายของทั้ง 2 รูปแบบการออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกินไม่แตกต่างกัน



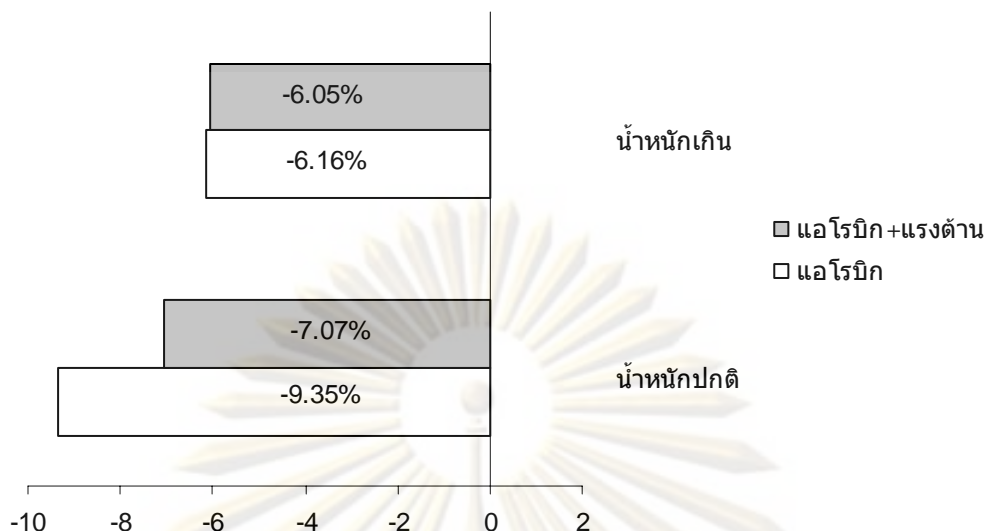
### แผนภูมิที่ 3 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก

จากแผนภูมิที่ 3 พบว่า ไม่พบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักของทั้ง 2 รูปแบบการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน



### แผนภูมิที่ 4 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว

จากแผนภูมิที่ 4 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวของทั้ง 2 รูปแบบการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน



### แผนภูมิที่ 5 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว

จากแผนภูมิที่ 5 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวทั้ง 2 รูปแบบการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบค่าการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายของตัวแปรทางด้านสุขสมรรถนะ ระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงภาวะน้ำหนักปกติและหญิงน้ำหนักเกิน

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายของตัวแปรทางด้านสุขสมรรถนะระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงภาวะน้ำหนักปกติ

ตัวแปร	กลุ่มการทดลอง	แอโรบิก (n=10)		แอโรบิก+แรงต้าน (n=10)	
		ก่อนฝึก	หลังฝึก	ก่อนฝึก	หลังฝึก
<b>องค์ประกอบของกาย (เปอร์เซ็นต์)</b>					
ไขมัน		32.2±3.5	35.0±7.6	32.7±2.9	30.5±6.5
มวลที่ปราศจากไขมัน		67.8±3.5	67.6±3.9	67.2±2.8	68.0±16.5
<b>ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว)</b>					
กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า		0.07±1.2	0.07±1.2	0.08±1.5	0.09±1.5
กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง		0.13±0.8	0.13±0.7	0.13±1.6	0.13±1.1
กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า		0.39±7.1	0.44±6.2	0.42±6.3	0.47±7.3
กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง		0.29±3.6	0.34±3.8	0.34±5.3	0.37±6.3
<b>ความอ่อนตัว (องศา)</b>					
ท่างข้อไหล่ : ขวา		180.0±0.0	180.0±0.0	176.0±1.6	179.7±0.9
	: ซ้าย	180.0±0.0	180.0±0.0	179.0±5.7	180.0±0.0
ท่าเหยียดข้อไหล่ : ขวา		56.6±10.0	59.1±1.8	54.0±9.9	60.5±6.0
	: ซ้าย	54.4±9.8	60.0±0.0	54.5±8.3	59.3±1.6
ท่ากางข้อไหล่ : ขวา		179.8±0.7	179.8±1.7	178.0±6.3	180.0±0.0
	: ซ้าย	178.9±2.7	180±0.0	177.4±6.0	179.0±3.2
ท่างข้อสะโพก : ขวา		92.0±16.6	92.1±10.5	94.3±17.5	103.0±11.5
	: ซ้าย	91.2±17.4	95.9±13.7†	96.3±17	102.2±13.6†
ท่าเหยียดข้อสะโพก : ขวา		28.4±2.7	30.0±0.0	29.4±1.6	30.0±0.0
	: ซ้าย	28.78±2.7	30.0±0.0	29.7±0.7	30.0±0.0
ท่ากางข้อสะโพก : ขวา		77.6±40.5	81.2±15.2†	69.6±14.1	76.2±13.5†
	: ซ้าย	93.0±38.1	97.6±9.3†	72.0±10.5	85.9±11.8†
<b>ความทนทานของระบบปอดและหัวใจ</b>					
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/น้ำหนักตัว/นาที)		34.8±5.5	37.3±5.6†	38.3±8.7	41.0±8.4†

† แตกต่างจากก่อนการฝึกของกลุ่มเดียวกันที่ระดับ .05

‡ แตกต่างจากก่อนการฝึกแบบแอโรบิกที่ระดับ .05

# แตกต่างจากหลังการฝึกแบบแอโรบิกที่ระดับ .05

**ตารางที่ 10** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายของตัวแปรทางด้านสุขสมรรถนะระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงภาวะน้ำหนักเกิน

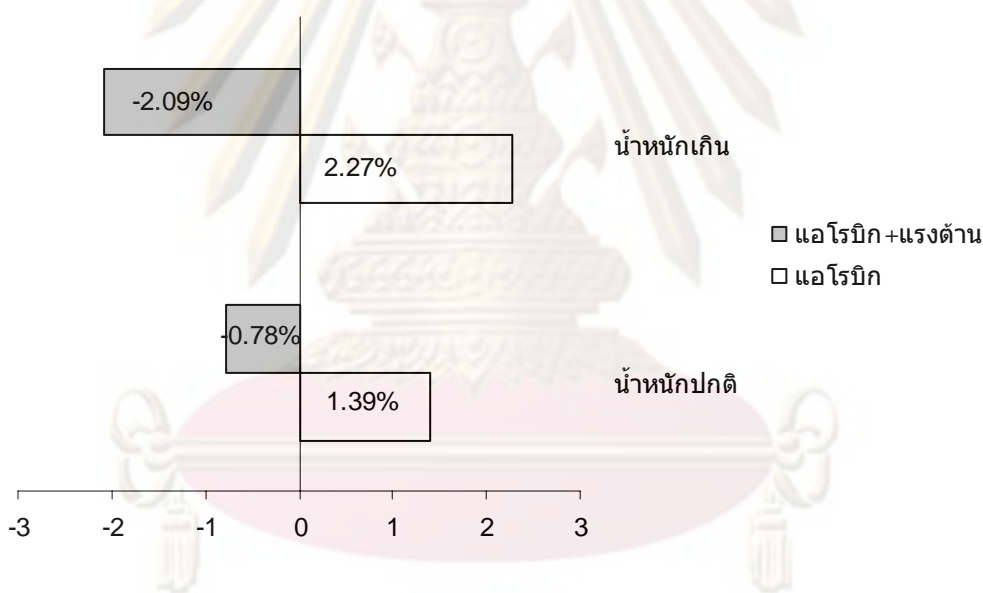
ตัวแปร	กลุ่มการทดลอง	แอโรบิก (n=11)		แอโรบิกพร้อมใช้แรงต้าน (n=11)	
		ก่อนฝึก	หลังฝึก	ก่อนฝึก	หลังฝึก
องค์ประกอบของกาย (เปอร์เซ็นต์)	ไขมัน	40.3±5.5	39.1±4.4	41.0±4.2	38.0±3.8†
	มวลที่ปราศจากไขมัน	61.5±4.5	60.9±4.4	59.3±4.0	62.0±3.8†
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว)	กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า	0.07±1.9	0.07±1.8	0.07±1.8	0.08±1.3
	กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง	0.12±1.7	0.12±1.3	0.11±1.8	0.11±1.6
	กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า	0.38±6.3	0.43±6.9	0.39±6.9	0.43±6.4
	กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง	0.28±4.8	0.30±4.1	0.30±5.1	0.34±3.2
ความอ่อนตัว (องศา)	ทำงข้อไหล่ : ขวา	177.8±5.0	178.2±5.7	177.5±4.1	180.0±0.0
	: ซ้าย	178.4±3.5	179.3±1.5	179.0±5.7	179.8±0.6
ทำเหยียดข้อไหล่	: ขวา	58.7±4.1	59.1±2.8	60.0±0.0	60.0±0.0
	: ซ้าย	54.4±9.8	57.7±4.9	60.0±0.0	60.0±0.0
ท่ากางข้อไหล่	: ขวา	177.6±4.1	180.0±0.0	178.0±4.2	180±0.0
	: ซ้าย	177.6±5.1	178.7±2.3	177.1±5.4	179.0±3.2
ท่างข้อสะโพก	: ขวา	88.5±5.4	91.3±17.9	87.3±15.4	99.0±7.8
	: ซ้าย	89.1±12.3	92.5±20.3	86.9±12.8	94.0±10
ทำเหยียดข้อสะโพก	: ขวา	29.7±0.9	30.0±0.0	30.0±0.0	30.0±0.0
	: ซ้าย	29.5±1.6	30.0±0.0	29.8±0.6	30.0±0.0
ท่ากางข้อสะโพก	: ขวา	78.8±13.8	78.9±15.7	86.9±20.4	90.0±42.4
	: ซ้าย	76.5±8.9	80.7±17.0	66.7±18.9	70.2±14.4
ความทนทานของระบบปอดและหัวใจ	สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร/น้ำหนักตัว/นาที)	32.0±6.4	36.5±8.2†	29.8±5.5	37.1±10.7†

† แตกต่างจากก่อนการฝึกของกลุ่มเดียวกันที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 9 พบว่า กลุ่มน้ำหนักปกติมีองค์ประกอบร่างกายและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก่อนและหลังฝึกออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบการออกกำลังกายไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่พบว่า ความอ่อนตัวในท่าอสะโพกซ้าย ท่ากางสะโพกขวาและซ้ายมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น หลังการฝึกออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบ อีกทั้งยังพบว่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 10 พบว่า กลุ่มน้ำหนักเกินมีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายได้แก่เปอร์เซ็นต์ไขมันลดลง และเปอร์เซ็นต์มวลที่ปราศจากไขมันเพิ่มขึ้นหลังจากการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอ่อนตัว นอกจากนี้ยังพบว่า สมรรถภาพของการใช้ออกซิเจนสูงสุดทั้งกลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05



**ตารางที่ 11** การเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายของตัวแปรทางด้านสุขสมรรถนะระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงน้ำหนักปกติและหญิงภาวะน้ำหนักเกิน

ตัวแปร	กลุ่มการทดลอง		กลุ่มน้ำหนักปกติ (n=20)				กลุ่มน้ำหนักเกิน (n=22)					
	แอโรบิก (n=10)		% เปลี่ยนแปลง	แอโรบิก+แรงต้าน (n=10)		% เปลี่ยนแปลง	แอโรบิก (n=11)		% เปลี่ยนแปลง	แอโรบิก+แรงต้าน (n=11)		% เปลี่ยนแปลง
	ก่อนฝึก	หลังฝึก		ก่อนฝึก	หลังฝึก		ก่อนฝึก	หลังฝึก		ก่อนฝึก	หลังฝึก	
<b>องค์ประกอบของร่างกาย(เปอร์เซ็นต์)</b>												
ไขมัน	32.2±3.5	35.0±7.6	-0.6	32.7±2.9	30.5±6.5	-6.7	40.3±5.5	39.1±4.4	-3.4	41.0±4.2	38.0±3.8†	-5.1
มวลที่ปราศจากไขมัน	67.8±3.5	67.6±3.9	-0.3	67.2±2.8	68.0±16.5	1.2	61.5±4.5	60.9±4.4	0.9	59.3±4.0	62.0±3.8†	6.5*
<b>ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว)</b>												
กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า	0.07±1.2	0.07±1.2	0.0	0.08±1.5	0.09±1.5	12.5*	0.07±1.9	0.07±1.8	0.0	0.07±1.8	0.08±1.3	14.3*
กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง	0.13±0.8	0.13±0.7	0.0	0.13±1.6	0.13±1.1	0.0	0.12±1.7	0.12±1.3	0.0	0.11±1.8	0.11±1.6	0.0
กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า	0.39±7.1	0.44±6.2	12.8	0.42±6.3	0.47±7.3	11.9	0.38±6.3	0.43±6.9	13.2	0.39±6.9	0.43±6.4	10.3
กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง	0.29±3.6	0.34±3.8	17.2	0.34±5.3	0.37±6.3	8.8	0.28±4.8	0.30±4.1	7.1	0.30±5.1	0.34±3.2	13.3
<b>ความอ่อนตัว (องศา)</b>												
ท่างข้อไหล่ : ขวา	180.0±0.0	180.0±0.0	0.0	176±1.0	179.7±0.9	2.1	177.8±5.0	178.2±5.7	0.2	177.5±4.1	180.0±0.0	1.4
: ซ้าย	180.0±0.0	180.0±0.0	0.0	179±5.7	180±0	0.6	178.4±3.5	179.3±1.5	0.5	179.0±5.7	179.8±0.6	1.1
ท่าเหยียดข้อไหล่ : ขวา	56.6±10.0	59.1±1.8	4.5	54.0±9.9	60.5±6.0	10.5	58.7±4.1	59.1±2.8	0.2	60.0±0	60.0±0.0	0.0
: ซ้าย	54.4±9.8	60.0±0.0	9.3	54.5±8.3	59.3±1.6	8.1	54.4±9.8	57.7±4.9	2.0	60.0±0	60.0±0.0	0.0
ท่ากางข้อไหล่ : ขวา	179.8±0.7	179.8±1.7	0.0	178.0±6.3	180.0±0.0	1.1	177.6±4.1	180.0±0.0	1.3	178.0±4.2	180.0±0.0	1.1
: ซ้าย	178.9±2.7	180.0±4.8	0.6	177.4±6.0	179.0±3.2	0.9	177.6±5.1	178.7±2.3	0.7	177.1±5.4	179.0±3.2	1.1

\* แตกต่างจากแอโรบิกของกลุ่มเดียวกันที่ระดับ .05

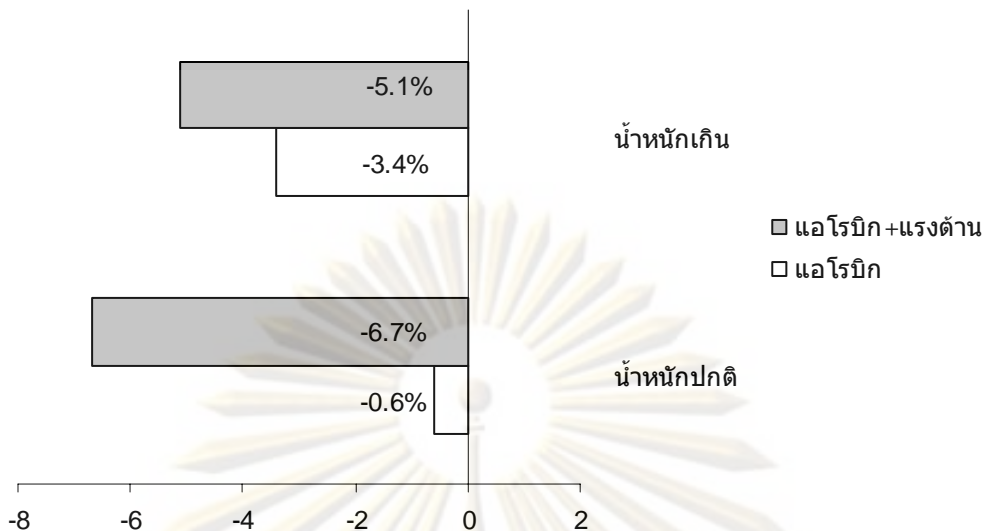
**ตารางที่ 11** การเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายของตัวแปรทางด้านสุขสมรรถนะระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงน้ำหนักปกติและหญิงภูวาระน้ำหนักเกิน (ต่อ)

ตัวแปร	กลุ่มการทดลอง		กลุ่มน้ำหนักปกติ (n=20)				กลุ่มน้ำหนักเกิน (n=22)					
	แอโรบิก (n=10)		% เปลี่ยนแปลง	แอโรบิก+แรงต้าน (n=10)		% เปลี่ยนแปลง	แอโรบิก (n=11)		% เปลี่ยนแปลง	แอโรบิก+แรงต้าน (n=11)		% เปลี่ยนแปลง
	ก่อนฝึก	หลังฝึก		ก่อนฝึก	หลังฝึก		ก่อนฝึก	หลังฝึก		ก่อนฝึก	หลังฝึก	
ความอ่อนตัว (องศา)												
ท่างข้อสะโพก : ขวา	92.0±16.6	92.1±10.5	0.1	94.3±17.5	103.0±11.5	8.4*	88.5±5.4	91.3±17.9	1.5	87.3±15.4	99.0±7.8	12.0*
: ซ้าย	91.2±17.4	95.9±13.7	5.0	96.3±17	102±13.6	6.2	89.1±12.3	92.5±20.3	1.4	86.9±12.8	94.0±10	7.2
ท่าเหยียดข้อสะโพก : ขวา	28.4±2.7	30.0±0.0	5.2	29.4±1.6	30.0±0.0	2.0	29.7±0.9	30.0±0.0	0.3	30.0±0.0	30.0±0.0	0.0
: ซ้าย	28.8±2.7	30.0±0.0	4.1	29.7±0.7	30.0±0.0	1.0	29.5±1.6	30.0±0.0	1.7	29.8±0.6	30.0±0.0	0.7
ท่ากางข้อสะโพก : ขวา	77.6±40.5	81.2±15.2	4.6	69.6±14.1	76.2±13.5	8.8	78.8±13.8	78.9±15.7	7.2	86.9±20.4	90.0±42.4	3.6
: ซ้าย	93.0±38.1	97.6±9.3	0.3	72.0±10.5	85.9±11.8	3.4	76.5±8.9	80.7±17	0.3	66.7±18.9	80.2±14.4	15.6
ความทนทานของระบบปอดและหัวใจ (มิลลิลิตร/น้ำหนักตัว/นาที)	34.8	37.3	3.9	38.3±8.7	41.0±8.4	7.0	32.0±6.4	36.5±8.2	8.8	29.8±5.5	37.1±10.7	15.0
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด												

\* แตกต่างจากแอโรบิกของกลุ่มเดียวกันที่ระดับ .05

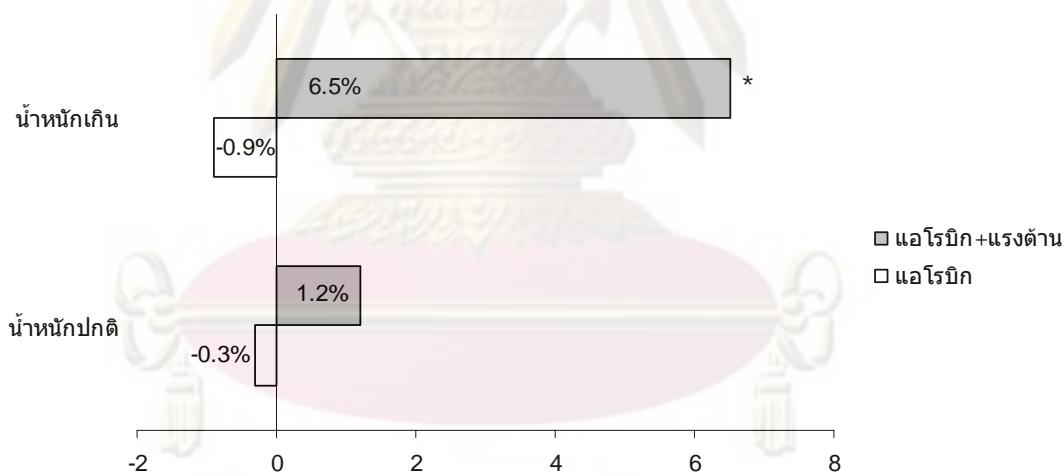
จากตารางที่ 11 พบว่า กลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมวลที่ปราศจากไขมัน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนด้านหน้า และท่างข้อสะโพกขวามากกว่ากลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน





**แผนภูมิที่ 6 เปรอ์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของไขมัน**

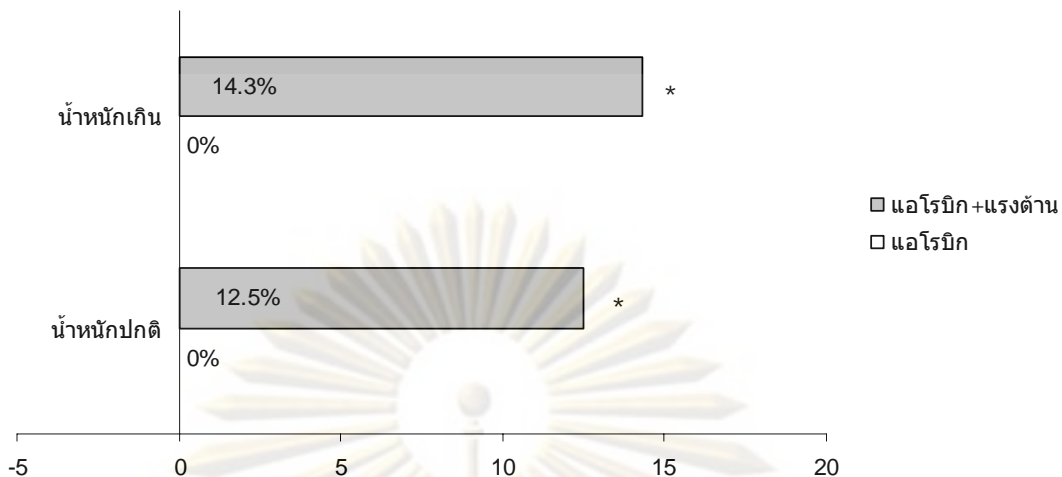
จากแผนภูมิที่ 6 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของไขมันของ ทั้ง 2 รูปแบบของการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน



\* แตกต่างจากแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

**แผนภูมิที่ 7 เปรอ์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมวลที่ปราศจากไขมัน**

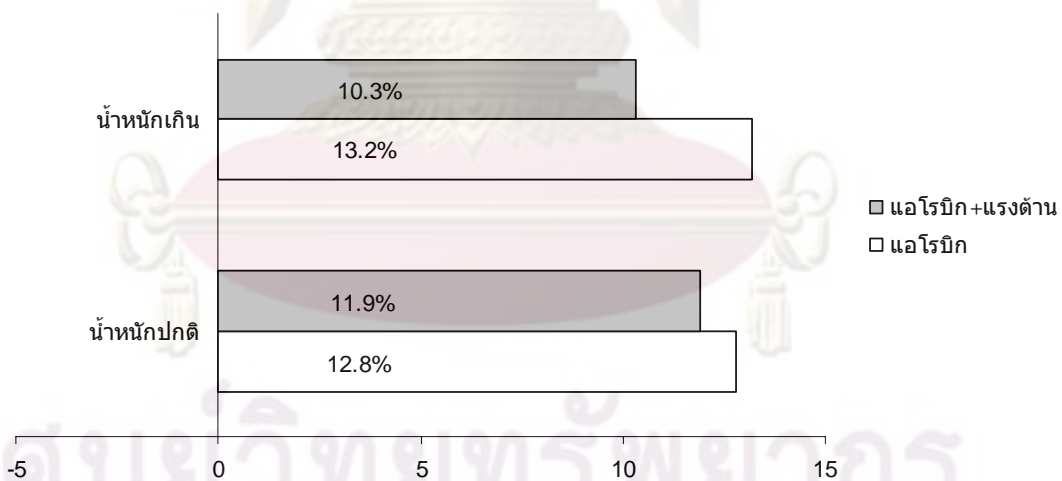
จากแผนภูมิที่ 7 พบว่า เปรอ์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมวลที่ปราศจากไขมันของการฝึก ออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านเพิ่มขึ้นมากกว่าการฝึกออกกำลังกายแบบแอโร บิกในกลุ่มน้ำหนักเกิน แต่ไม่พบความแตกต่างในกลุ่มน้ำหนักปกติ



\* แตกต่างจากแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

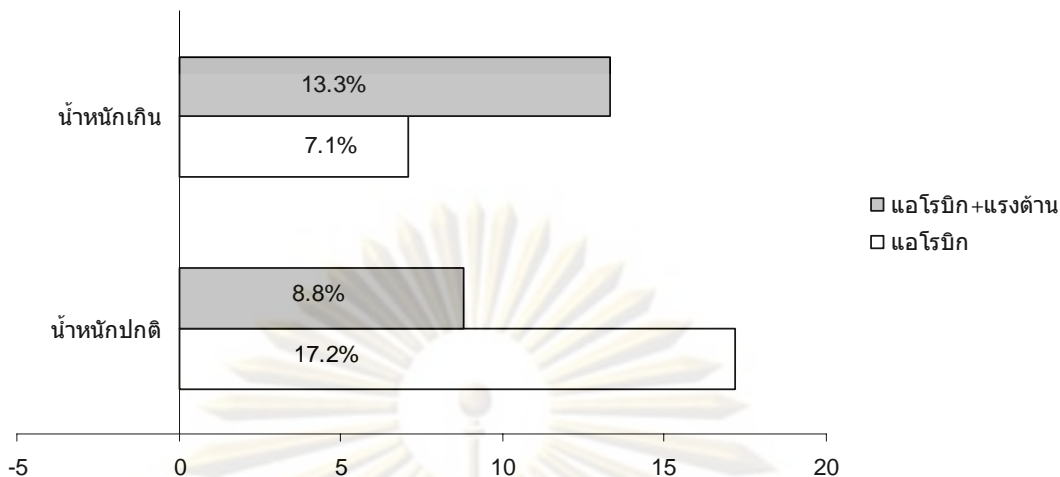
### แผนภูมิที่ 8 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า

จากแผนภูมิที่ 8 พบว่า เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้าของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกเพิ่มขึ้นทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกินอย่างมีนัยสำคัญอย่างทีระดับ .05



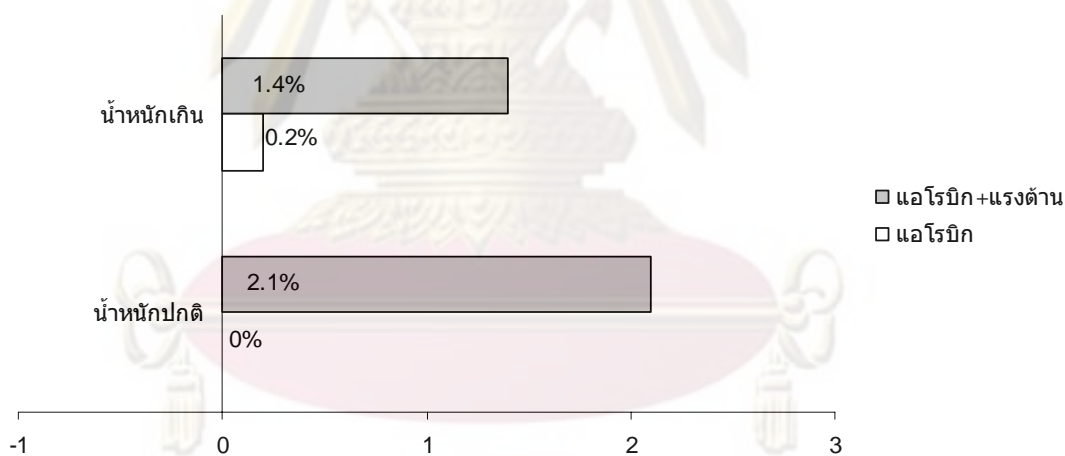
### แผนภูมิที่ 9 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า

จากแผนภูมิที่ 9 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าของทั้ง 2 รูปแบบของการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน



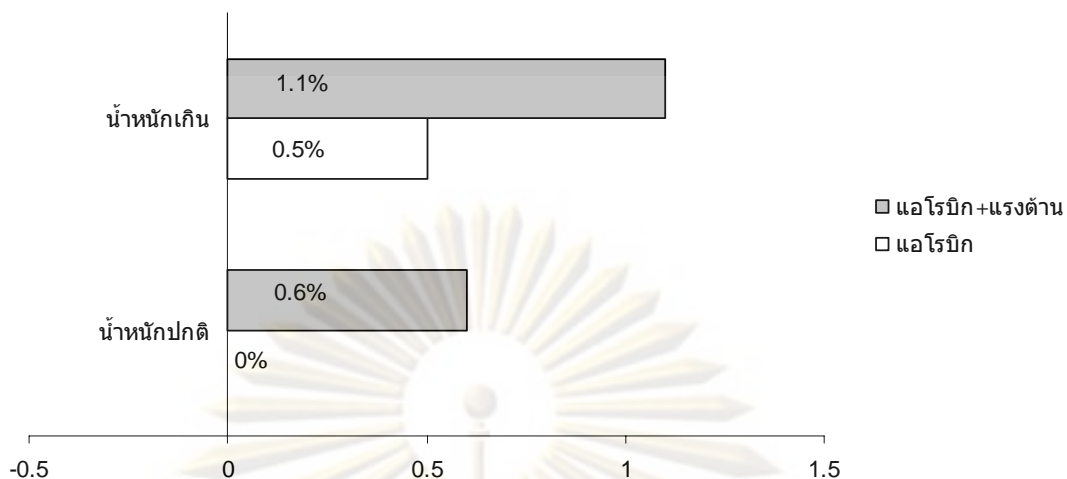
### แผนภูมิที่ 10 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

จากแผนภูมิที่ 10 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังของทั้ง 2 รูปแบบของการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน



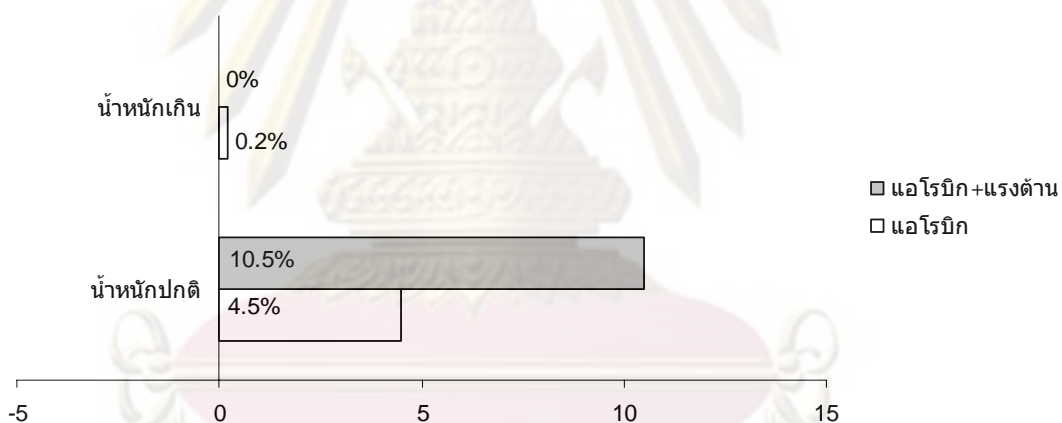
### แผนภูมิที่ 11 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของท่าข้อไหล่ขวา

จากแผนภูมิที่ 11 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของท่าข้อไหล่ขวาทั้ง 2 รูปแบบของการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน



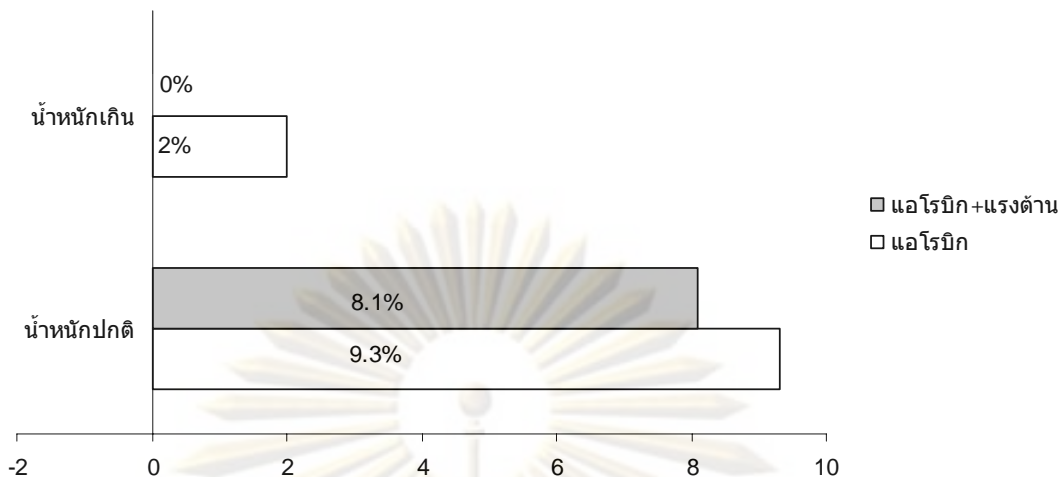
### แผนภูมิที่ 12 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่าออกกำลังกาย

จากแผนภูมิที่ 12 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่าออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบของการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน



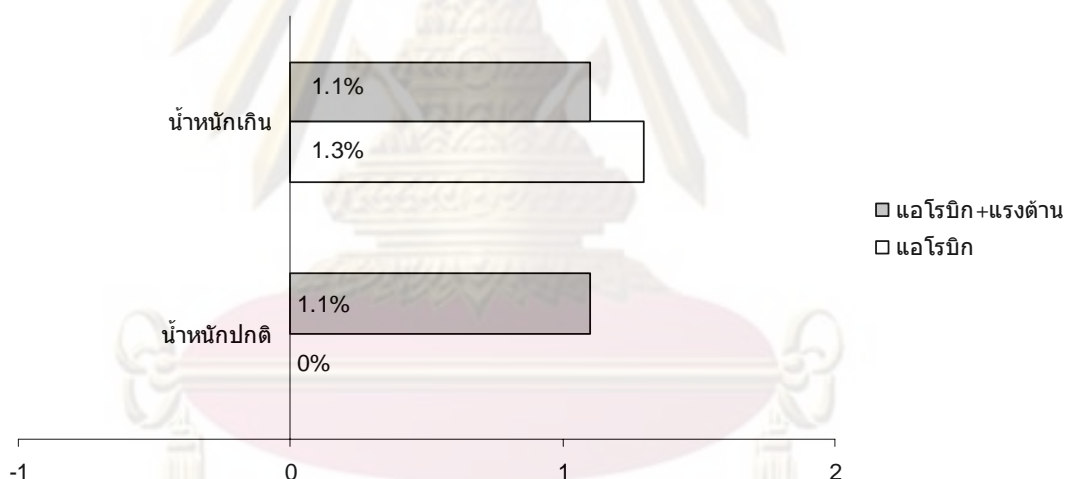
### แผนภูมิที่ 13 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่าเหยียดข้อไหล่ขวา

จากแผนภูมิที่ 13 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่าเหยียดข้อไหล่ขวาทั้ง 2 รูปแบบของการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน



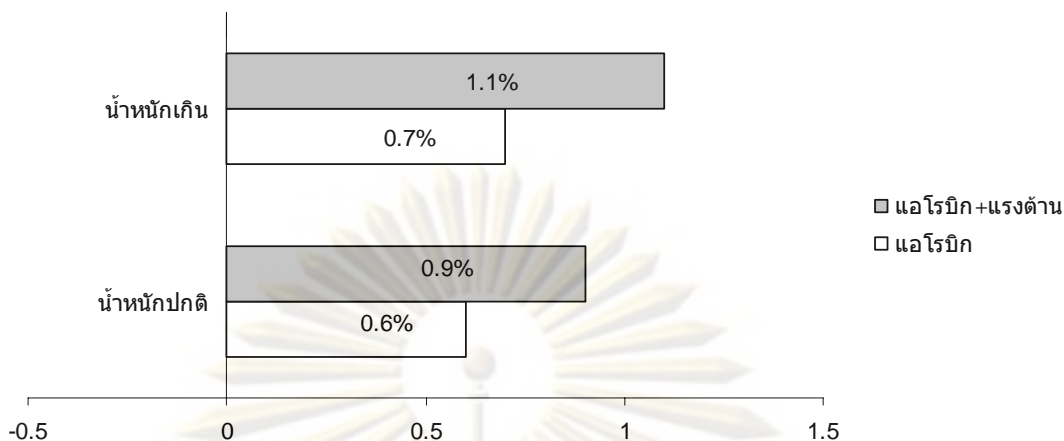
#### แผนภูมิที่ 14 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่าเหยียดข้อไหล่ซ้าย

จากแผนภูมิที่ 14 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่าเหยียดข้อไหล่ซ้ายทั้ง 2 รูปแบบของการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน



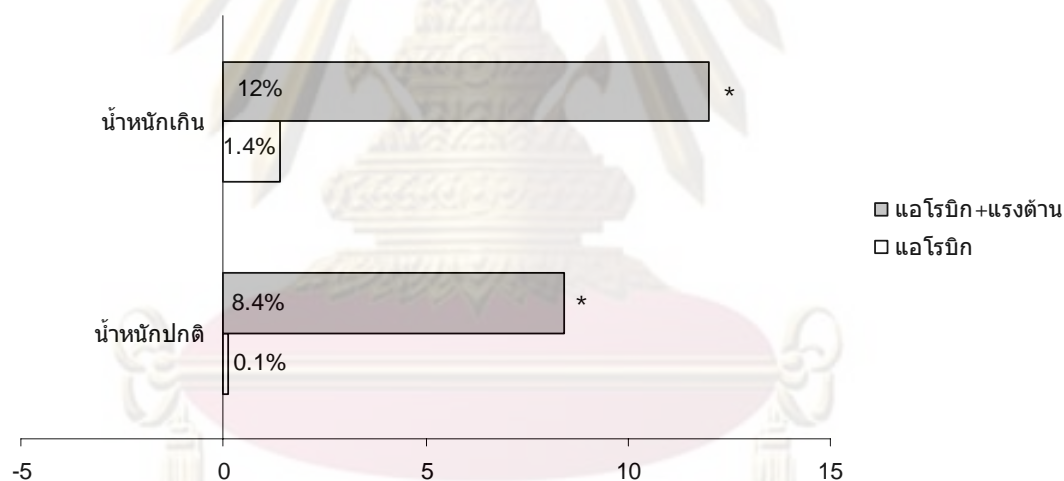
#### แผนภูมิที่ 15 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่ากางข้อไหล่ขวา

จากแผนภูมิที่ 15 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่ากางข้อไหล่ขวาทั้ง 2 รูปแบบของการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน



**แผนภูมิที่ 16 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่าทางข้อไหล่ซ้าย**

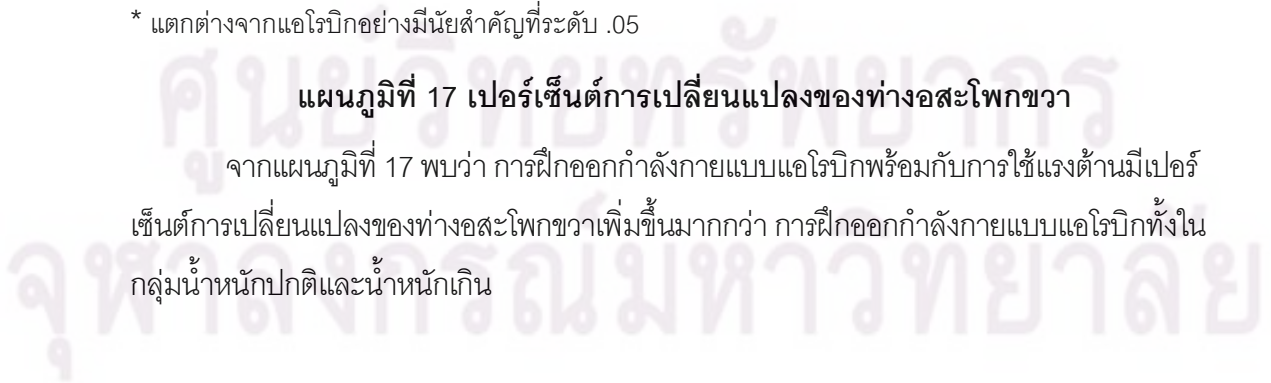
จากแผนภูมิที่ 16 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่าทางข้อไหล่ซ้ายทั้ง 2 รูปแบบของการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน

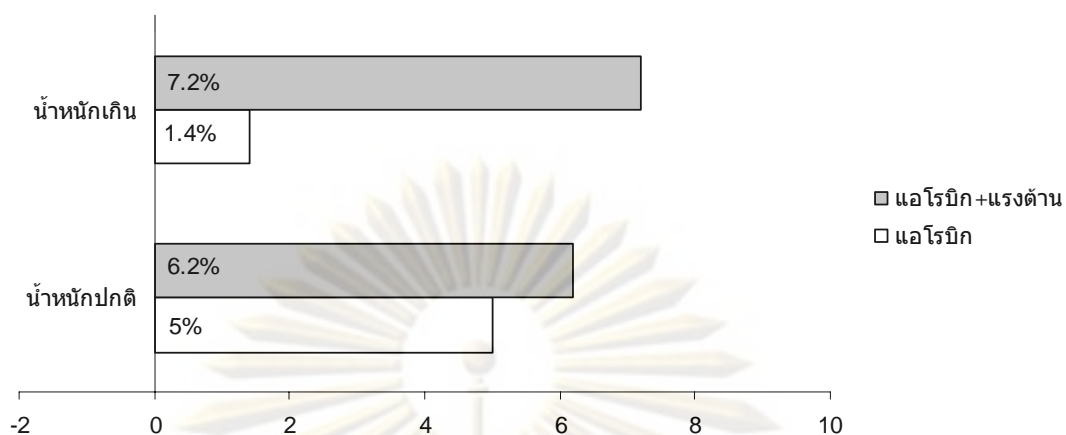


\* แตกต่างจากแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

**แผนภูมิที่ 17 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่าอสะโพกขวา**

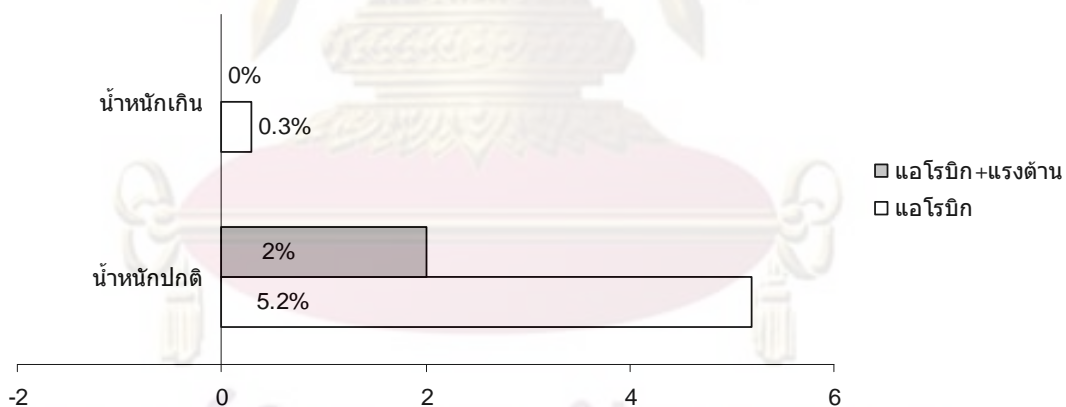
จากแผนภูมิที่ 17 พบว่า การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่าอสะโพกขวาเพิ่มขึ้นมากกว่า การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน





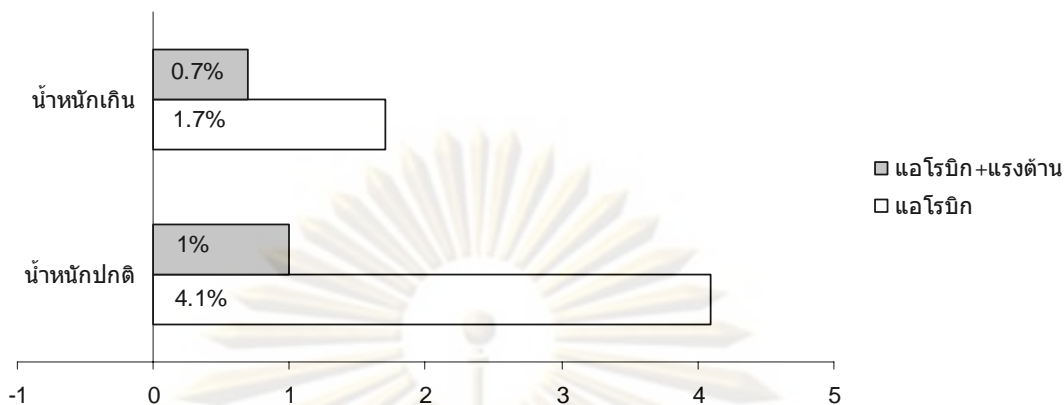
### แผนภูมิที่ 18 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่าอสะโพกซ้าย

จากแผนภูมิที่ 18 พบว่า การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่าอสะโพกซ้ายมากกว่าการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกในกลุ่มน้ำหนักเกิน แต่ไม่พบความแตกต่างในกลุ่มน้ำหนักปกติ



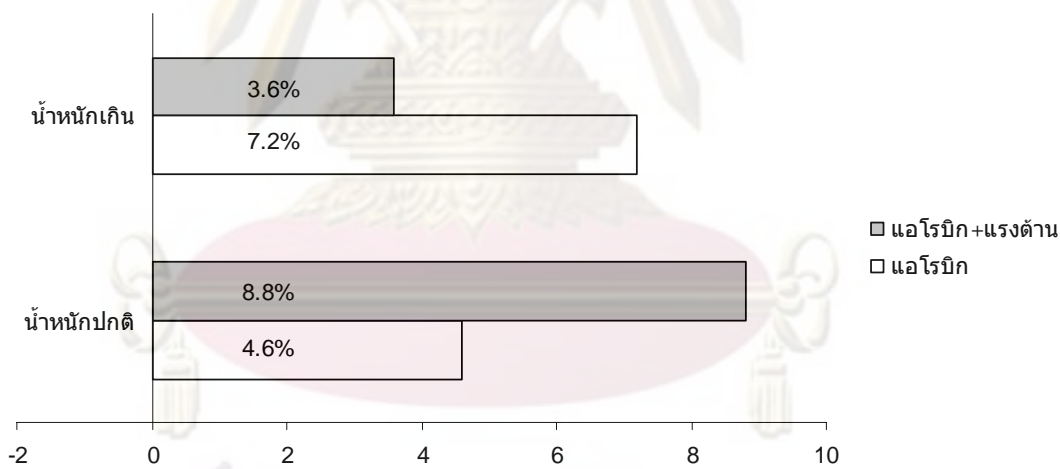
### แผนภูมิที่ 19 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่าเหยียดสะโพกขวา

จากแผนภูมิที่ 19 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่าเหยียดสะโพกขวาทั้ง 2 รูปแบบของการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน



### แผนภูมิที่ 20 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่าเหยียดสะโพกซ้าย

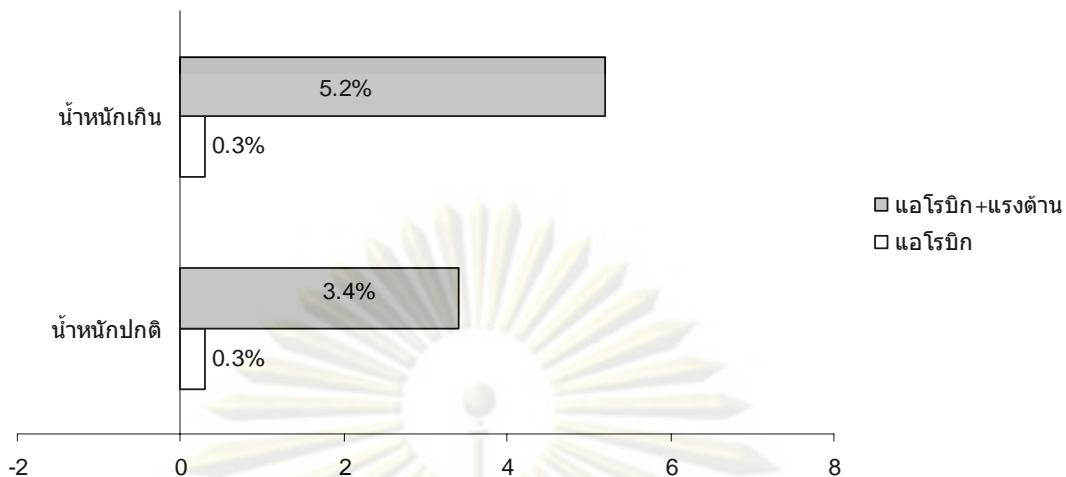
จากแผนภูมิที่ 20 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่าเหยียดสะโพกซ้ายทั้ง 2 รูปแบบของการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน



### แผนภูมิที่ 21 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่ากางสะโพกขวา

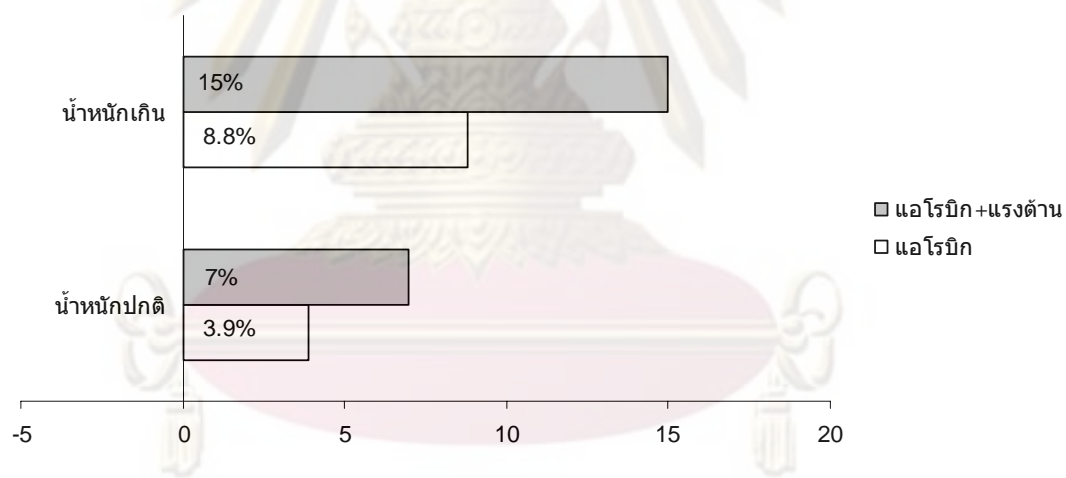
จากแผนภูมิที่ 21 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของท่ากางสะโพกขวาทั้ง 2 รูปแบบของการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน





**แผนภูมิที่ 22 เปรอ์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของท่าทางสะโพกซ้าย**

จากแผนภูมิที่ 22 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของท่าทางสะโพกขวาทั้ง 2 รูปแบบของการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน



\* แตกต่างจากแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

**แผนภูมิที่ 23 เปรอ์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด**

จากแผนภูมิที่ 23 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพการออกซิเจนสูงสุดทั้ง 2 รูปแบบของการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน

ตอนที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง ก่อนและหลังการฝึกกระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงภาวะน้ำหนักเกินและหญิงน้ำหนักปกติ

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง ก่อนและหลังการฝึกกระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงน้ำหนักปกติ

ตัวแปร	กลุ่มการทดลอง		กลุ่มน้ำหนักปกติ (n=20)			
			แอโรบิก (n=10)		แอโรบิก+แรงต้าน (n=10)	
	ก่อนฝึก	หลังฝึก	ก่อนฝึก	หลังฝึก	ก่อนฝึก	หลังฝึก
อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังขณะพัก (PU)	35.7±16.6	40.0±18.3	35.7±32.3	40.0±6.8		
อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังขณะปิดกั้นการไหล(PU)	3.5±1.3	4.7±2.6	3.8±1.2	3.9±0.7		
อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุด (PU)	81.1±4.4	95.9±3.1†	81.1±8.3	105.0±9.0†		
อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุดต่อขณะพัก (PU)	2.3±1.6	2.4±1.8	2.3±1.7	2.6±1.7		
เวลาของอัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุด (วินาที)	17.8±8.8	10.2±3.8†	14.9±8.4	8.5±3.7†		
อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังภายหลังการปิดกั้น (PU)						
- ขณะ 30 วินาที	67.0±23.4	69.1±29.1	60.5±18.9	68.1±34.4		
- ขณะ 60 วินาที	44.0±23.1	43.4±20.8	58.1±23.4	53.2±18.3		
- ขณะ 90 วินาที	34.0±21.3	31.1±20.0	35.0±21.3	33.3±10.7		
เวลาที่ใช้ในการกลับสู่สภาวะพัก (วินาที)	256±10.9	226.6±8.7	255.7±15.2	172.8±12†		

# แตกต่างจากหลังการฝึกกระหว่างกลุ่มที่ระดับ .05

† แตกต่างจากก่อนการฝึกของกลุ่มเดียวกันที่ระดับ .05

จากตารางที่ 12 พบว่าอัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นและเวลาของอัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุดมีค่าลดลงหลังจากฝึกทั้งสองรูปแบบ และเวลาที่ใช้ในการกลับสู่สภาวะพักมีค่าลดลงหลังจากฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านอย่างมีนัยที่ระดับ .05

**ตารางที่ 13** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง ก่อนและหลังการฝึกระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงน้ำหนักเกิน

ตัวแปร	กลุ่มการทดลอง	กลุ่มน้ำหนักเกิน (n=22)			
		แอโรบิก (n=11)		แอโรบิก+แรงต้าน (n=11)	
		ก่อนฝึก	หลังฝึก	ก่อนฝึก	หลังฝึก
อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังขณะพัก (PU)		40.6±29.9	43.1±20.0	36.0±24.2	41.4±34.3
อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังขณะปิดกั้นการไหล(PU)		4.6±2.2	5.0±0.7	3.7±1.7	3.7±1.4
อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุด (PU)		76.0±4.8	96.6±4.7†	76.2±9.0	114.2±8.3†
อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุดต่อขณะพัก (PU)		1.9±2.7	2.2±2.5	2.1±2.7	2.8±2.5
เวลาของอัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุด (วินาที)		30.9±4.3	16.3±2.8†	16.7±9.8	8.2±1.7†
อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังภายหลังการปิดกั้น (PU)					
- ขณะ 30 วินาที		50.4±31.4	68.4±31.7	53.3±30.7	75.0±30.7
- ขณะ 60 วินาที		46.3±24.2	45.8±30.0	44.8±25.9	44.0±21.8
- ขณะ 90 วินาที		37.5±26.7	35.1±16.0	32.3±20.1	31.5±17.5
เวลาที่ใช้ในการกลับสู่สภาวะพัก (วินาที)		215.1±14.9	185.7±11.5	247.0±9.0	172.3±11.6†

† แตกต่างจากก่อนการฝึกของกลุ่มเดียวกันที่ระดับ .05

จากตารางที่ 13 พบว่า อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นและเวลาของอัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุดมีค่าลดลงหลังจากฝึกทั้งสองรูปแบบ และเวลาที่ใช้ในการกลับสู่สภาวะพักมีค่าลดลงหลังจากฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านอย่างมีนัยที่ระดับ .05

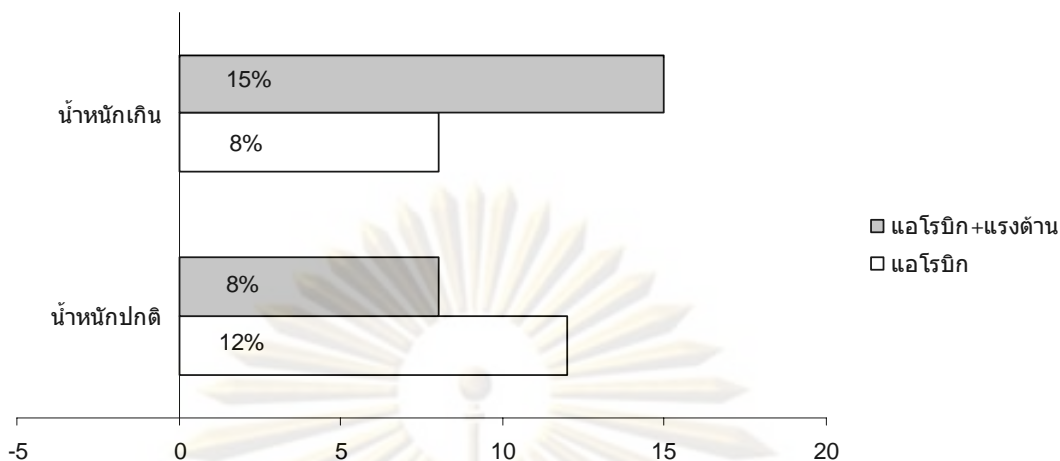
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง ก่อนและหลังการฝึกระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงน้ำหนักปกติและหญิงน้ำหนักเกิน

ตัวแปร	กลุ่มการทดลอง		กลุ่มน้ำหนักปกติ (n=20)				กลุ่มน้ำหนักเกิน (n=22)					
	แอโรบิก (n=10)		% เปลี่ยนแปลง	แอโรบิก+แรงต้าน (n=10)		% เปลี่ยนแปลง	แอโรบิก (n=11)		% เปลี่ยนแปลง	แอโรบิก+แรงต้าน (n=11)		% เปลี่ยนแปลง
	ก่อนฝึก	หลังฝึก		ก่อนฝึก	หลังฝึก		ก่อนฝึก	หลังฝึก		ก่อนฝึก	หลังฝึก	
อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังขณะพัก(PU)	35.7±16.6	40.0±18.3	12	35.7±32.3	40.0±6.8	8	40.6±29.9	43.1±19.6	8	36.0±24.2	41.4±34.3	15
อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังขณะปิดกั้นการไหล(PU)	3.5±1.3	4.7±2.6	14.3	3.8±1.2	3.9±0.7	8.7	4.6±2.2	5.0±0.7	2.6	3.7±1.7	3.7±1.4	0.0
อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุด(PU)	81.1±4.4	95.9±3.1	18.2	81.1±8.3	105.0±9.0	29.5*	76.0±4.8	96.6±4.7	27.1	76.2±9.0	114.2±8.3	49.9*
อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุดต่อขณะพัก(PU)	2.3±1.6	2.4±2.8	4.3	2.3±1.7	2.6±1.7	8.7	1.9±2.7	2.2±2.1	5.3	2.1±2.7	2.8±2.5	10.8
เวลาของอัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุด (วินาที)	17.8±8.8	10.2±3.8	-42.7	14.9±8.4	8.5±3.7	-43.0	30.9±4.3	16.3±2.8	-47.2	16.7±9.8	8.2±1.7	-50.9
อัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังภายหลังการปิดกั้น(PU)												
- ขณะ 30 วินาที	67.0±23.4	69.1±29.1	3.1	60.5±18.9	68.1±34.4	12.6	50.4±31.4	68.4±31.7	35.7	53.3±30.7	75.0±30.7	40.7
- ขณะ 60 วินาที	44.0±23.1	43.4±20.8	-1.2	58.1±23.4	53.2±18.3	-8.4	46.3±24.2	45.8±30.0	-1.1	44.8±25.9	45.0±21.8	-1.2
- ขณะ 90 วินาที	34.0±21.3	31.1±20.0	-8.5	35.0±21.3	33.3±10.7	-4.9	37.5±26.7	35.1±16.0	-6.4	32.3±20.1	31.5±17.5	-0.8
เวลาที่ใช้ในการกลับสู่สภาวะพัก	256±10.9	226.6±8.7	-11.5	255.7±15.2	172.8±12	-32.4*	215.1±14.9	185.7±11.5	-13.7	247.0±9.0	172.3±11.6	-30.2*

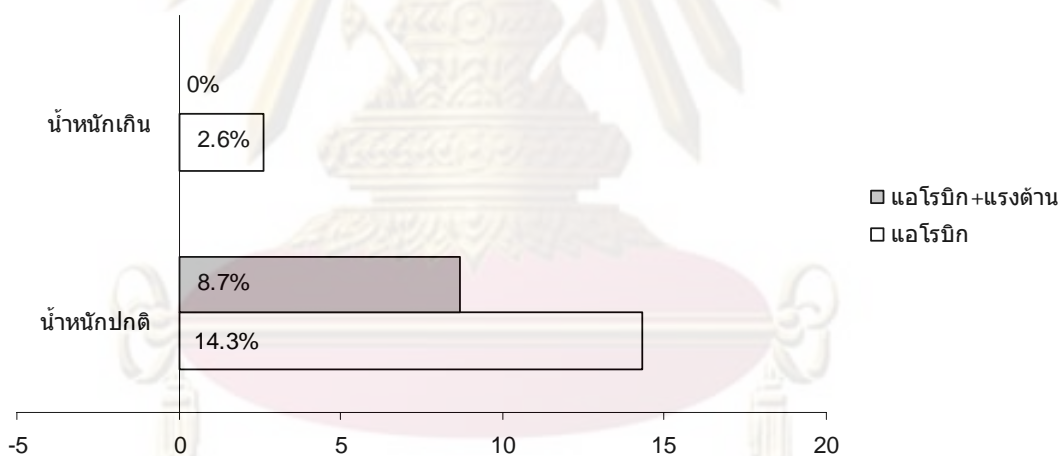
\* แตกต่างจากแอโรบิกที่ระดับ .05

จากตารางที่ 14 พบว่า เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนังสูงสุดเพิ่มขึ้นและเวลาที่ใช้ในการกลับสู่สภาวะพักลดลงหลังจากฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน



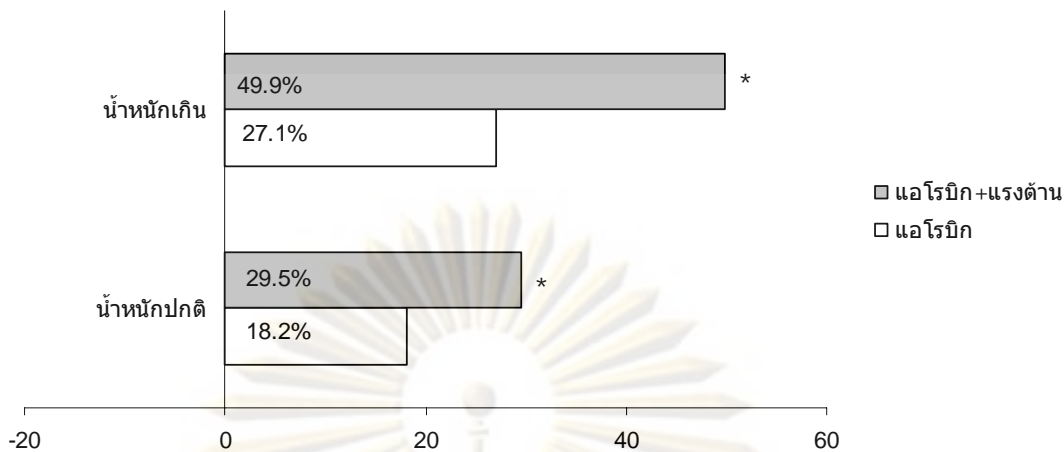
### แผนภูมิที่ 24 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดขณะพัก

จากแผนภูมิที่ 24 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดขณะพักทั้ง 2 รูปแบบการฝึกออกกำลังกายทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน



### แผนภูมิที่ 25 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดขณะถูกปิดกั้น

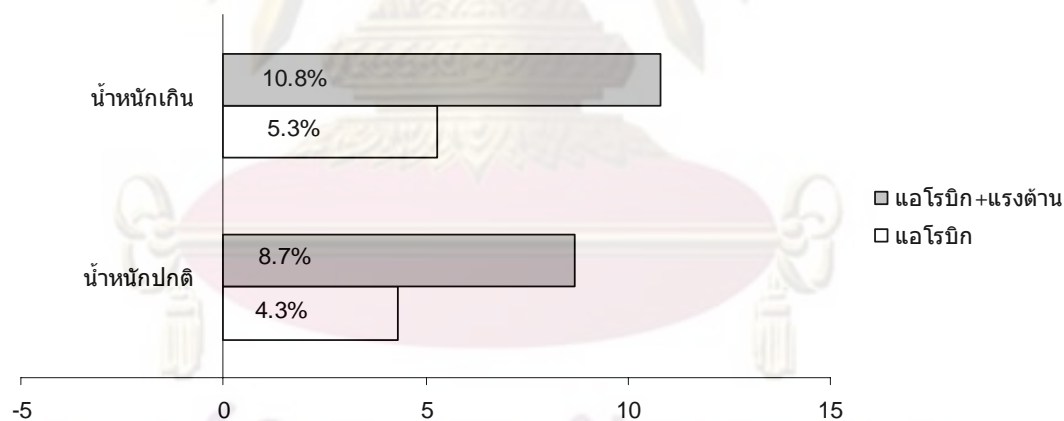
จากแผนภูมิที่ 25 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดขณะถูกปิดกั้นทั้ง 2 รูปแบบการฝึกออกกำลังกายทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน



\* แตกต่างจากแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

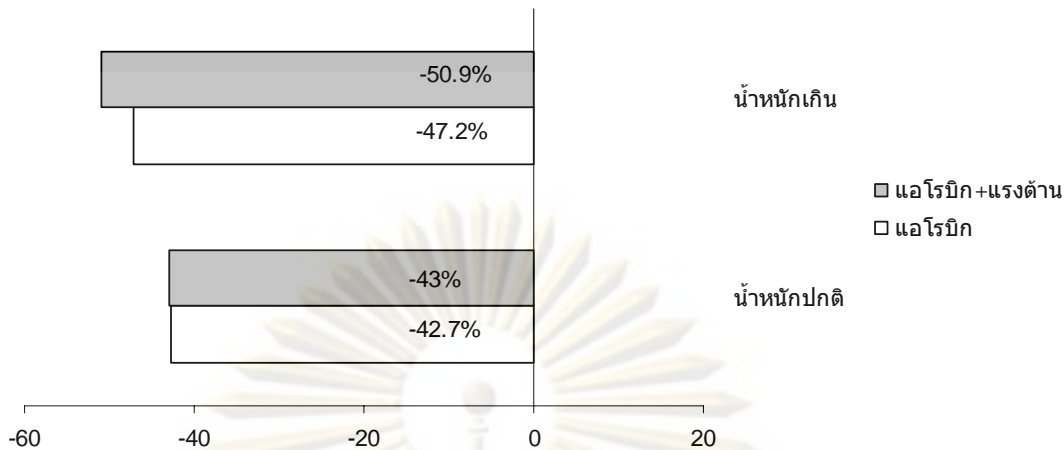
**แผนภูมิที่ 26 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดสูงสุดหลังการปิดกั้น**

จากแผนภูมิที่ 26 พบว่า การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดสูงสุดหลังการปิดกั้นมากกว่าการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน



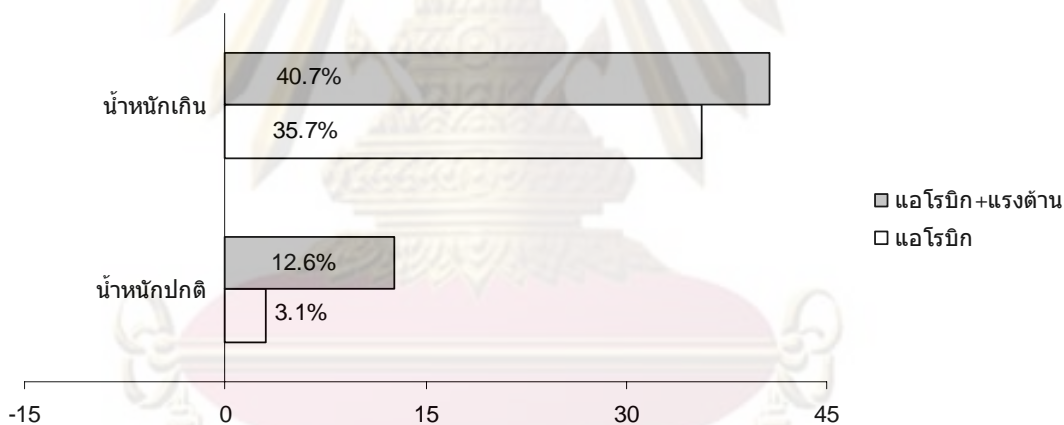
**แผนภูมิที่ 27 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดสูงสุดต่อขณะพัก**

จากแผนภูมิที่ 27 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดสูงสุดต่อขณะพักทั้ง 2 รูปแบบการฝึกออกกำลังกายทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน



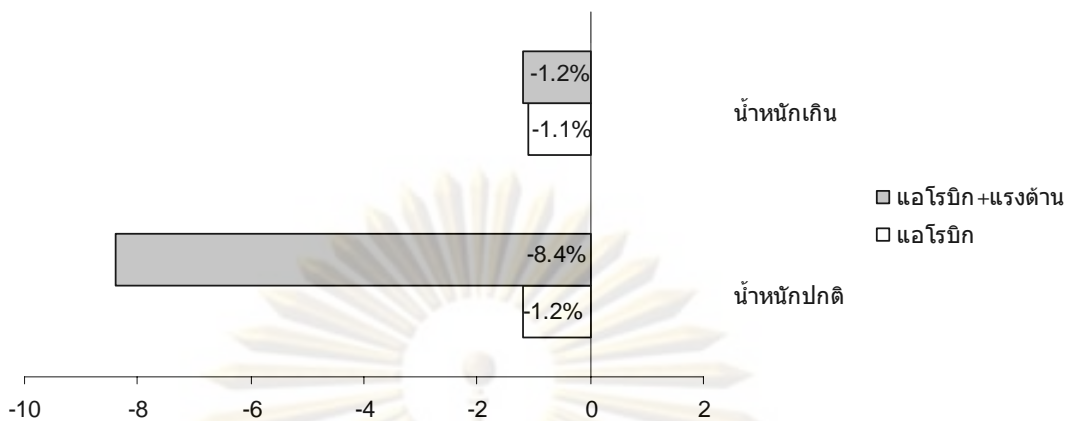
**แผนภูมิที่ 28 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของเวลาการไหลของเลือดสูงสุด**

จากแผนภูมิที่ 28 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของเวลาการไหลของเลือดสูงสุดทั้ง 2 รูปแบบการฝึกออกกำลังกายทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน



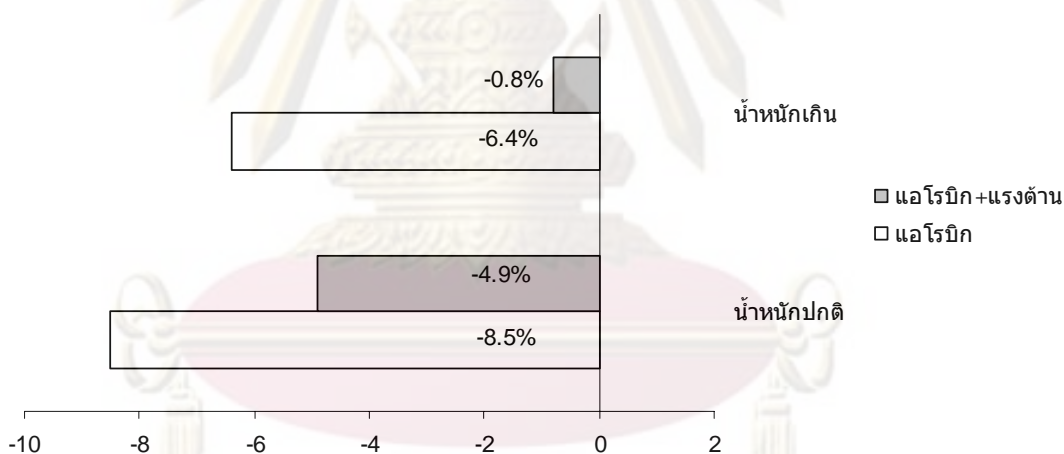
**แผนภูมิที่ 29 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดที่เวลา 30 วินาที**

จากแผนภูมิที่ 29 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดที่เวลา 30 วินาทีทั้ง 2 รูปแบบการฝึกออกกำลังกายทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน



**แผนภูมิที่ 30 เปรอ์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดที่เวลา 60 วินาที**

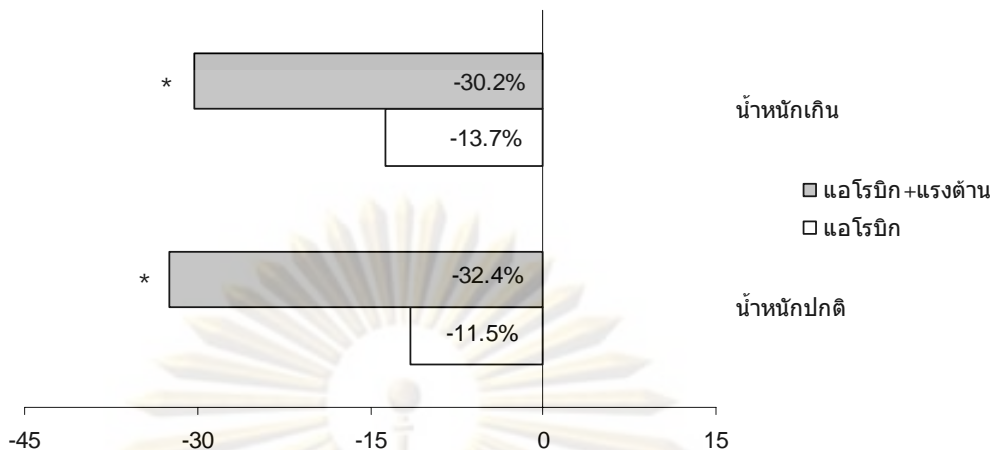
จากแผนภูมิที่ 30 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดที่เวลา 60 วินาทีทั้ง 2 รูปแบบการฝึกออกกำลังกายทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน



**แผนภูมิที่ 31 เปรอ์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดที่เวลา 90 วินาที**

จากแผนภูมิที่ 31 พบว่า ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของการไหลของเลือดขณะถูกปิดกั้นทั้ง 2 รูปแบบการฝึกออกกำลังกายทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน





\* แตกต่างจากแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

### แผนภูมิที่ 32 เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของเวลาที่ใช้กลับสู่สภาวะพัก

จากแผนภูมิที่ 32 พบว่า การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของเวลาที่ใช้กลับสู่สภาวะพักลดลงมากกว่าการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน



ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเผาผลาญพลังงาน สุขสมรรถนะ และการไหลของเลือดชั้นผิวหนังระหว่างการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในหญิงที่มีภาวะน้ำหนักปกติและหญิงภาวะน้ำหนักเกิน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ นิสิตหญิงของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุ 18-25 ปี จำนวน 42 คน ไม่เคยออกกำลังกายเป็นประจำมาก่อนอย่างน้อย 2 เดือน มีสุขภาพแข็งแรง ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) จำแนกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มน้ำหนักปกติมีค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 18.5-24.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (จำนวน 20 คน) และกลุ่มน้ำหนักเกินมีค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 25-29.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (จำนวน 22 คน) โดยทั้งสองกลุ่ม แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่ กลุ่มการออกกำลังกายแบบแอโรบิกโดยการปั่นจักรยาน (กลุ่มน้ำหนักปกติจำนวน 10 คน และกลุ่มน้ำหนักเกินจำนวน 11 คน) และกลุ่มการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านโดยการปั่นจักรยานร่วมกับการใช้ยางยืด (กลุ่มน้ำหนักปกติจำนวน 10 คน และกลุ่มน้ำหนักเกินจำนวน 11 คน) ก่อนดำเนินการวิจัย ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการชี้แจงขั้นตอนต่างๆ ของการดำเนินการวิจัย พร้อมลงนามยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย ผู้เข้าร่วมวิจัยออกกำลังกายตามกลุ่มที่จัด เป็นเวลา 50 นาที (รวมการอบอุ่นร่างกาย 10 นาที และ คลายกล้ามเนื้อ 10 นาที) ที่ความหนักระดับปานกลาง 64-76 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด สัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำการวัดค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา สุขสมรรถนะ และวัดการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง ก่อนและหลังการฝึกการออกกำลังกาย ทำการวัดค่าการเผาผลาญพลังงานก่อนนำไปใช้ฝึกออกกำลังกาย แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการฝึกในแต่ละกลุ่ม ตัวอย่างด้วยการทดสอบค่าที แบบรายคู่ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างกลุ่มการทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

## สรุปผลการวิจัย

### ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีค่าความตรงเนื้อหาเกี่ยวกับความเหมาะสมด้านองค์ประกอบของการออกกำลังกายที่ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ที่ระดับ 0.675 แสดงถึงความเหมาะสมของรูปแบบการออกกำลังกายที่จะนำไปใช้ในการออกกำลังกายในผู้ที่ภาวะน้ำหนักเกินและบุคคลทั่วไป

2. ค่าเฉลี่ยของการเผาผลาญพลังงานของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมากกว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน

3. กลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีค่าเฉลี่ยของ น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวขณะพักที่ไม่แตกต่างกัน ทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน แต่พบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักมีค่าลดลงและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกินภายหลังจากฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4. กลุ่มน้ำหนักเกินที่ได้รับการฝึกการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมใช้แรงต้านมีค่าองค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมันลดลง เปอร์เซ็นต์มวลที่ปราศจากไขมันเพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมวลที่ปราศจากไขมันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้แก่ กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลังหลังการฝึกของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน อย่างไรก็ตาม พบว่า เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้าของกลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านทั้งของกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกินมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่ากลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก ส่วนการเปลี่ยนแปลงองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อของกลุ่มน้ำหนักปกติในท่างอข้อสะโพกซ้ายเพิ่มขึ้นและท่ากางสะโพกขวาและซ้ายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ภายหลังจากฝึกออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบเฉพาะในกลุ่มน้ำหนักปกติ นอกจากนี้การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกินมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ภายหลังจากฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและ การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านของกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน พบว่า อัตราการไหลของเลือดสูงสุดหลังการปิดกั้นเพิ่มขึ้น เวลาของอัตราการไหลของเลือดสูงสุดและเวลาที่ใช้กลับสู่สภาวะพักลดลง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นอกจากนี้ กลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของเลือดสูงสุดหลังการปิดกั้นเพิ่มขึ้นและเวลาที่ใช้ในการกลับสู่สภาวะปกติลดลงที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05 เมื่อเทียบกับการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน

## อภิปรายผล

### 1. ความเหมาะสมของรูปแบบการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน

สมาคมวิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาของประเทศสหรัฐอเมริกา (ACSM , 2006) ได้กำหนดหลักการออกกำลังกายสำหรับผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินว่า ควรเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีแรงกระแทกต่ำ แยกน้ำหนักตัวน้อย มีความหนักระดับเบาถึงปานกลาง อาจสะสมเวลาติดต่อกันอย่างน้อย 10 นาทีและรวมกันแล้วเป็นเวลา 30 นาทีต่อวัน 3-5 วันต่อสัปดาห์ ส่วนการออกแรงต้านควรมีความหนักประมาณ 40-60 เปอร์เซ็นต์ของ 1 RM จำนวนท่า 8-10 ท่า จำนวนครั้ง 12-15 ครั้ง จำนวนชุด 2-3 ชุด อย่างน้อย 2 วันต่อสัปดาห์

ท่าทางการเคลื่อนไหว การออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน เป็นรูปแบบของการปั่นจักรยานพร้อมกับการใช้ยางยืด โดยมีท่าทางการเคลื่อนไหวที่ใช้กล้ามเนื้อทั้งส่วนบนและส่วนล่าง ซึ่งการออกกำลังกายส่วนบนเป็นการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อบริเวณต่างๆ ได้แก่ กล้ามเนื้อบริเวณไหล่ ต้นแขน หลัง หน้าอก เพื่อเป็นการเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบน โดยใช้ยางยืด (Rubber band) ซึ่งเป็นการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านที่มีความหนักอยู่ระดับปานกลาง โดยท่าทางการเคลื่อนไหวเป็นการดัดแปลงมาจากท่าของการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านที่ใช้เครื่องเล่นยกน้ำหนัก (Weight machine) บาร์เบลล์ และดัมเบลล์ (Barbell , Dumbbell) โดยท่าทางการออกกำลังกายด้วยการใช้ยางยืดมีความต่อเนื่องกันเพราะมีการจัดท่าทางการออกกำลังกายซึ่งใช้กลุ่มกล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกันเพื่อความต่อเนื่องของท่า และมีการเปลี่ยนท่าทางการใช้กล้ามเนื้อคนละส่วนกันเพื่อให้กล้ามเนื้อได้เคลื่อนไหวทุกส่วน และไม่ให้เกิดความเมื่อยล้าหรือเบื่อหน่าย ส่วนการออกกำลังกายส่วนล่างจะเป็นการปั่นจักรยาน เพราะว่าการออกกำลังกายของผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินนั้นควรมีแรงกระแทกต่ำ จึงเหมาะต่อการปั่นจักรยานเนื่องจากสามารถเพิ่มความหนักได้มากโดยไม่เกิดการบาดเจ็บของข้อต่อ และระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านอยู่ที่ระดับ 64-76 เปอร์เซ็นต์ของ

อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นความหนักระดับปานกลางซึ่งผู้ที่มีภาวะน้ำหนักรุนแรงและคนทั่วไปสามารถปฏิบัติได้โดยไม่เกิดอันตรายต่อผู้ที่เริ่มการออกกำลังกาย

รูปแบบการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่สร้างขึ้นสำหรับผู้ที่มีภาวะน้ำหนักรุนแรง เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ผสมผสานกับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน โดยมีขั้นตอนการออกกำลังกาย ซึ่งประกอบด้วย ช่วงเวลาอบอุ่นร่างกาย 10 นาที ช่วงเวลาออกกำลังกาย 30 นาที และช่วงเวลาผ่อนคลายกล้ามเนื้อ 10 นาที รวมใช้เวลาทั้งหมด 50 นาที สัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จากผลการศึกษาความตรงเชิงเนื้อหาของรูปแบบการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านเกี่ยวกับการประเมินความเหมาะสมด้านองค์ประกอบของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นว่ามีเหมาะสมต่อการออกกำลังกายในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักรุนแรง

2. การเผาผลาญพลังงานของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน

การมีน้ำหนักรุนแรงเกิดจากหลายปัจจัย เช่น พันธุกรรม ฮอรโมน หรือปัจจัยทางการบริโภค คือ การได้รับพลังงานที่มากเกินไปและการลดกิจกรรมทางกายหรือขาดการออกกำลังกาย โดยส่วนใหญ่เป็นที่ยอมรับว่า พันธุกรรมและความไม่สมดุลของพลังงานที่ได้รับกับการนำพลังงานออกไปใช้เป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้เกิดโรคอ้วน (Hanley et al., 1997) การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวัดค่าการเผาผลาญพลังงานด้วยการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน โดยใช้เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Cardiopulmonary gas exchange system ยี่ห้อ Metamax 3B : Breath by breath) โดยได้บันทึกค่าตัวแปรทางสรีรวิทยา ได้แก่ ค่าการใช้ออกซิเจน ความหนักของงาน อัตราส่วนของการแลกเปลี่ยนการหายใจ และการเผาผลาญพลังงานช่วงเริ่มต้นของการออกกำลังกายจนถึงสิ้นสุดการออกกำลังกาย เป็นเวลา 30 นาที พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีการเผาผลาญพลังงานมากกว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักรุนแรง นอกจากนี้การใช้ออกซิเจนของกลุ่มน้ำหนักปกติที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านสูงกว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียว และในกลุ่มน้ำหนักรุนแรงไม่พบความแตกต่างระหว่างการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิก แต่ก็มีแนวโน้มว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีการใช้ออกซิเจนที่สูงกว่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีการใช้มัดกล้ามเนื้อของร่างกายทั้งส่วนบนและส่วนล่าง (Upper and lower body) ซึ่งจะแตกต่างกับการปั่นจักรยาน ซึ่งจะมีการใช้มัดกล้ามเนื้อที่เน้นเฉพาะส่วนล่างของร่างกาย (Secher, 1993) อีกทั้งอาจเป็นเพราะความแตกต่างของการระดมหน่วยยนต์ภายในมัดกล้ามเนื้อ (Motor unit recruitment) จากกระบวนการสลายกลูโคสหรือไกลโคเจน ซึ่งส่งผลให้เกิดการสร้างพลังงานมาใช้ใน

ร่างกายที่แตกต่างกันไป (Scott et al, 2006) และการวิจัยนี้สอดคล้องกับ เพอร์เรย์ และคณะ (2001) ที่กล่าวถึง การออกกำลังกายชนิดใดก็ตามที่มีการใช้ปริมาณรวมในการระดมมัดกล้ามเนื้อต่อการหดตัว (Concentric muscle action) และคลายตัว (Eccentric muscle action) ได้มากกว่าจะทำให้มีการสร้างพลังงานได้มาก อีกทั้งการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านที่เป็นแบบวงจรถ้าทำต่อเนื่องโดยใช้ความหนักระดับเบาและใช้จำนวนครั้งที่มาก จะใช้พลังงานมากกว่าการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านแบบประเพณีนิยม (Traditional resistance exercise) (Van Etten et al, 1997)

### 3. ค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาของกลุ่มน้ำหนักปกติและกลุ่มน้ำหนักเกิน

จากผลการวิจัยพบว่า กลุ่มน้ำหนักเกิน และกลุ่มน้ำหนักปกติ มีความแตกต่างของน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การที่กลุ่มน้ำหนักเกินมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว และดัชนีมวลกายสูงกว่ากลุ่มน้ำหนักปตินั้น เป็นผลมาจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงโดยใช้ดัชนีมวลกายเป็นเกณฑ์ (ค่าดัชนีมวลกายของกลุ่มน้ำหนักปกติอยู่ระหว่าง 18.5 ถึง 24.99 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และดัชนีมวลกายกลุ่มน้ำหนักเกินอยู่ระหว่าง 25-29.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) ส่วนค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวของกลุ่มน้ำหนักเกินสูงกว่ากลุ่มน้ำหนักปกติอาจมีสาเหตุมาจาก กลไกภายในร่างกายที่มีการกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเทติกมีผลต่อการเต้นของหัวใจที่สูง และทำให้อัตราการไหลของเลือดในหนึ่งนาที่มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อการหดตัวของหลอดเลือด (Vasoconstriction) ทำให้เกิดการต้านทานของหลอดเลือด และยังอาจเกิดมาจากการตีตัวของหลอดเลือดเนื่องมาจากการเกาะตัวของไขมันในหลอดเลือดส่งผลให้บริเวณเยื่อภายในหลอดเลือดเสื่อมสภาพ ทำให้เกิดการต้านทานการไหลเวียนของเลือดได้ ส่วนค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพของการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มน้ำหนักเกินต่ำกว่ากลุ่มน้ำหนักปกติ สอดคล้องกับวีร์พัฒน์ ยอดกมลศาสตร์ (2550) ที่พบว่า กลุ่มที่มีภาวะน้ำหนักเกินจะมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน สมรรถภาพการใช้อคาร์บอนไดออกไซด์ และการระบายอากาศ ต่ำกว่ากลุ่มที่มีน้ำหนักปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นการแสดงให้เห็นว่า กลุ่มที่มีภาวะน้ำหนักเกินมีสมรรถภาพการใช้เมตาบอลิซึมแบบแอโรบิกหรือสุขภาพด้านการหายใจและหลอดเลือด ต่ำกว่ากลุ่มที่มีน้ำหนักปกติซึ่งสอดคล้องกับ ลาบีบ (2003) ได้กล่าวถึง คนที่มีน้ำหนักตัวเพิ่มตั้งแต่ 5 ถึง 8 กิโลกรัม มีโอกาสเกิดโรคหัวใจวายเพิ่มขึ้น 25 เปอร์เซ็นต์ ถ้าน้ำหนักเพิ่มขึ้น 8 ถึง 11 กิโลกรัม โอกาสจะเพิ่มขึ้นถึง 60 เปอร์เซ็นต์ และถ้าน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่า 11 กิโลกรัม โอกาสดังกล่าวจะเพิ่มสูงถึง 300 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เพราะไขมันในเลือดที่เพิ่มสูงขึ้น ระดับน้ำตาลในเลือดสูง ความดันโลหิตจึงสูงขึ้นด้วย อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการวิจัยในครั้งนี้นี้ที่พบว่า ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวในขณะพักของกลุ่มน้ำหนักเกินมีค่าที่สูงกว่ากลุ่มน้ำหนักปกติเช่นกัน หลังจากมีการฝึกออกกำลังกายแล้วพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลง และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับ วิทเธอร์ (1998) ที่ว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะทำให้มีการตอบสนองต่อความดันโลหิตและช่วยให้สมรรถภาพของหัวใจดีขึ้น เนื่องมาจากการออกกำลังกายทำให้มีปริมาณของเลือดที่ออกจากหัวใจใน 1 นาทีมีปริมาณที่มากขึ้นเป็นผลอันสืบเนื่องมาจากอัตราการเต้นของหัวใจและปริมาณเลือดในแต่ละครั้งที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้เนื้อเยื่อสามารถสกัดเอาออกซิเจนไปใช้ได้ และผลของการที่มีปริมาณของเลือดที่เพิ่มมากขึ้นนี้มีผลต่อสมรรถภาพของการใช้ออกซิเจนสูงสุด การออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นประจำทำให้หัวใจมีการปรับตัวเต้นช้าลง เนื่องมาจาก การทำงานของเพซเมคเกอร์ (Pacemaker) คือปมเอสเอ (SA node) ซึ่งเกี่ยวกับอะเซทิลโคลีนและจากการที่หัวใจไวต่อแควติโคลามีนน้อยลง การทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกวากัส (Parasympathetic vagus) ที่มาเลี้ยงหัวใจ ทำงานลดลงส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลง

4. ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อสุขภาพสมรรถนะ

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นประจำช่วยทำให้สุขภาพสมรรถนะดีขึ้น เช่น องค์ประกอบร่างกาย ระบบปอดหัวใจและหลอดเลือดมีการปรับปรุงดีขึ้น ส่วนการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านทำให้ขนาดของกล้ามเนื้อใหญ่ขึ้นและความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น (Eves et al, 2006) ในงานวิจัยนี้พบว่า กลุ่มน้ำหนักเกินที่ฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีเปอร์เซ็นต์ไขมันลดลงและเปอร์เซ็นต์มวลที่ปราศจากไขมันเพิ่มขึ้น ส่วนผู้ที่ฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวเปอร์เซ็นต์ไขมันและเปอร์เซ็นต์มวลที่ปราศจากไขมันไม่เปลี่ยนแปลงทั้งกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน อาจเป็นผลจากการเพิ่มการเผาผลาญพลังงานจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน โดยพบว่าการเผาผลาญพลังงานขณะออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านสูงกว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ดังนั้นจึงส่งผลทำให้เกิดการเผาผลาญไขมันที่สูงกว่า จึงทำให้องค์ประกอบร่างกายเปลี่ยนแปลง (McArdle et al, 2007) การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกช่วยลดเปอร์เซ็นต์ไขมันจากการลดของมวลไขมัน ขณะที่การฝึกออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านช่วยลดมวลไขมันในร่างกายและเพิ่มมวลที่ปราศจากไขมัน (Després, 1994) เมื่อนำการออกกำลังกายทั้งสองรูปแบบมารวมกัน จึงยังมีประสิทธิภาพในการเผาผลาญไขมันในร่างกายได้ดียิ่งขึ้น

แม้ว่าภายหลังจากการฝึกออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบ ไม่พบความเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้งกล้ามเนื้อแกนและกล้ามเนื้อขา แต่พบว่า เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้าของกลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงในทางที่สูงขึ้นมากกว่ากลุ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะจำนวนท่าที่ใช้ฝึกออกกำลังกายส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการใช้กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้ามากกว่ากล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง

สอดคล้องกับ แลนดินและเวลสัน (2007) ที่พบว่า การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านด้วยท่าไบเซ็ปส์ เคิร์ล (Biceps curl) ไตรเซ็ปส์ เอ็กซ์เทนชัน (Triceps extension) และแลทเทออล เรส (Lateral raise) พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้าเพิ่มขึ้น

หลังจากการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน พบว่า องค์ประกอบของการเคลื่อนไหวไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน อาจเป็นเพราะว่าก่อนที่ผู้เข้าร่วมวิจัยมีองค์ประกอบของการเคลื่อนไหวของข้อต่อที่ติดอยู่แล้วเมื่อได้มาฝึกออกกำลังกายจึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงน้อย ทำให้แม้มีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นแต่ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านมีผลทำให้สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นหลังจากการฝึกออกกำลังกายทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน โดยผลของงานวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านโดยพบว่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวเพิ่มขึ้นหลังการออกกำลังกาย (Park, 2003) แต่งานวิจัยดังกล่าวมิได้นำการใช้ออกซิเจนมาใช้กับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกันในการออกกำลังกายครั้งเดียว สำหรับการเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดภายหลังการฝึกออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบ เป็นเวลา 8 สัปดาห์นั้นที่นำมาผสมผสานเป็นรูปแบบของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้าน เป็นการเพิ่มความสามารถของกล้ามเนื้อในการดึงออกซิเจน จากการเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นของเส้นเลือดฝอยกับไมโทคอนเดรีย ทำให้ออกซิเจนมีโอกาสจะเข้าสู่กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ (Blomqvist and Saltin, 1983) อาจเนื่องมาจากเกิดการเปลี่ยนแปลงการขนส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อลายเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจใน 1 นาที และอาจเนื่องจากหลอดเลือดฝอยและกล้ามเนื้อลายทำงานได้ดีขึ้นโดยการเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนจากหลอดเลือดฝอยเข้าสู่เนื้อเยื่อและแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากเนื้อเยื่อกลับสู่หลอดเลือดฝอยได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (ดร.ณวรรณ สุขสม และ อภพรณชนิต ศิริแพทย์, 2550)

5. ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านต่อการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง

การวัดการไหลของเลือดด้วยเครื่องมือเลเซอร์ดอปเพลอร์ (Laser Doppler) เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงความผิดปกติของเซลล์บุผนังหลอดเลือดได้ โดยการวัดการไหลของเลือดหลังถูกปิดกั้น (Post Occlusion) ร่างกายจะมีสมดุลที่เปลี่ยนไปทำให้การไหลของเลือดลดลง เมื่อหลอดเลือดถูกเปิดออก ร่างกายจะมีการตอบสนองโดยอิทธิพลจากไนตริกออกไซด์ (NO) ทำให้เกิดการไหลของ



เลือดไหลอย่างรวดเร็ว (Reactive hyperemia) และลดลงจนกลับเข้าสู่สภาวะปกติในที่สุด ถ้าการไหลของเลือดขณะที่ไม่มีการปิดกั้นต่ำ อาจแสดงถึงพยาธิสภาพการสูญเสียหน้าที่ของเซลล์บุผนังหลอดเลือด (Betik, 2004)

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านหลังการฝึก พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลของเลือดสูงสุดหลังการปิดกั้นเพิ่มขึ้นและเวลาที่ใช้กลับสู่สภาวะพักที่แตกต่างไปในทางที่ดีกว่าการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั้งในกลุ่มน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน อาจเป็นเพราะการออกกำลังกายทำให้สารที่เป็นผลผลิตของอนุมูลอิสระ คือ สารที่ไวต่อปฏิกิริยาออกซิเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญ (Reactive oxygen species: ROS) ลดลง ทำให้การทำลายจากอนุมูลอิสระเกิดขึ้นน้อยลง และเกิดการเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ภายหลังการออกกำลังกาย สอดคล้องกับ ดร.ณวรรณ (2550) ที่ทำการศึกษาแบบการออกกำลังกายด้วยไม้ยี่ดหยุ่น ซึ่งเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านในครั้งเดียว บ่งชี้ว่าเซลล์บุผนังหลอดเลือดทำหน้าที่ได้ดีขึ้นเมื่อออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้าน ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นของ ROS ไนตริกออกไซด์และลดสารต้านอนุมูลอิสระโดยมีกลไกที่มีผลต่อการเพิ่มการไหลของเลือด คือ เมื่อร่างกายได้รับการฝึกออกกำลังกายจะมีการปรับตัว ทำให้เพิ่มอัตราการไหลของเลือด (Shear stress) ผ่านเส้นเลือดแบบมีการขึ้นลง (Pulsatile) กระตุ้นให้มีการหลั่งสารไนตริกออกไซด์ (NO) ทำให้หลอดเลือดขยายตัวได้ดี ส่งผลให้อัตราการไหลของเลือดเพิ่มขึ้น เมื่อมีการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างสม่ำเสมอก็จะทำให้หลอดเลือดขยายตัวได้ดีมากขึ้น เป็นการลดความต้านทาน (Resistance) ของหลอดเลือดได้ทางหนึ่ง ส่งผลให้ลดความดันโลหิต ลดการทำงานของหัวใจ และลดการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ ตามมา (Chakraphan, 2005)

## สรุป

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านมีประสิทธิภาพในการเผาผลาญพลังงาน รวมถึงพัฒนาสุขภาพสมรรถนะและการไหลของเลือดชั้นผิวหนังที่ดีกว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวทั้งในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักปกติและผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน โดยการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านเป็นการออกกำลังกายที่ให้ความเพลิดเพลินจากการใช้ยางยืด ทำของการออกกำลังกายไม่ซับซ้อนและง่ายต่อการปฏิบัติ จึงเหมาะสมสำหรับการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพสำหรับบุคคลทั่วไปและผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน โดยทำให้เกิดความเพลิดเพลินและได้ประโยชน์ต่อสุขภาพในเวลาเดียวกัน

### ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย

1. การออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่ความหนักระดับปานกลาง มีผลดีต่อสุขสมรรถนะและการไหลของเลือดชั้นผิวหนังซึ่งเหมาะต่อการนำไปใช้ออกกำลังกายทั้งผู้ที่มีน้ำหนักปกติและน้ำหนักเกิน
2. การออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน เป็นการออกกำลังกายที่มีการเผาผลาญพลังงานมากกว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิก สามารถนำไปออกกำลังกายเพื่อการลดน้ำหนักได้
3. ควรศึกษาและคำแนะนำด้านพฤติกรรมบริโภคและการใช้ชีวิตประจำวันของผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีภาวะน้ำหนักเกินเพื่อนำมาเป็นข้อมูลประกอบในการศึกษาวิจัยและการจัดโปรแกรมออกกำลังกายให้เหมาะสม
4. ในการออกกำลังกายหรือทดสอบต่างๆ ควรมีการกระตุ้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยมีกำลังใจในการปฏิบัติ และจะต้องสาธิตวิธีในการปฏิบัติให้เห็นชัดเจน เพื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัยปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

### ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีในเลือด และระดับฮอร์โมน
2. ควรทำการศึกษาการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านในกลุ่มบุคคลโรคต่างๆ
3. ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบการออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่ระดับความหนัก ความถี่ และระยะเวลาของการออกกำลังกายที่แตกต่างกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กันยารัตน์ กุญสุวรรณ. **ประสิทธิผลของโปรแกรมสุขศึกษาในการควบคุมน้ำหนักวัยรุ่นตอนต้น(อายุ10-12ปี)ที่เป็นโรคอ้วนในกรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาวิชาสุขศึกษา คณะวิทยาศาสตร์สาธารณสุข มหาวิทยาลัยมหิดล, 2543.
- เจริญ กระบวนรัตน์. **ประโยชน์ของการออกกำลังกายด้วยยาง [Online].** Available from: [http://www.rdi.ku.ac.th/kufair50/social/05\\_01\\_social/social\\_05-01.html](http://www.rdi.ku.ac.th/kufair50/social/05_01_social/social_05-01.html) [19 มกราคม 2550]
- ดร.ณวรรณ สุขสม และ อาพรพรณชนิด ศิริแพทย์. **รายการวิจัยเรื่องการออกกำลังกายด้วยไม้ ยืดหยุ่น:รูปแบบการออกกำลังกายทางเลือกสำหรับคนไทย.** กรุงเทพมหานคร : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2550.
- ณัฐพล ไตรเพิ่ม. **การออกกำลังกายแบบแอโรบิกในปริมาณงานที่แตกต่างกันที่มีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ความจะปอด และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย.** วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2546.
- ทิพานันท์ จินดา. **ผลของการออกกำลังกายแบบสตีปแอโรบิกในระดับความถี่ที่ต่างกันที่มีผลต่อความอดทนของระบบไหลเวียนและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย.** รายงานการ ค้นคว้าเชิงวิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะเทคนิค การแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2546.
- ธเนศ ชิตาพนารักษ์ และคณะ. **อายุรศาสตร์ประยุกต์ 3.** พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่: เชียงใหม่ ชุมทรัพย์การพิมพ์, 2548.
- ธิติ ญาณปรีชาเศรษฐ. **ผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศ หญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน.** วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การ กีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.
- ถนอมวงศ์ กฤษพีชร์ และ กุลธิดา เชิงฉลาด. **ปทานุกรมศัพท์กีฬา พลศึกษาและวิทยาศาสตร์ การกีฬา.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- ประทุม ม่วงมี. **รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและการพลศึกษา.** สำนักพิมพ์ บุรพาสาน, 2527.
- พัทธวรรณ ละโป้. **การสร้างรูปแบบการออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่นสำหรับผู้สูงอายุ** วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

เพ็ญรัชย์ คำวงษ์, นิภาพร ทองหลอม และ กัลยา อินตะพอง. รายงานวิจัยผลของการออกกำลังกาย  
ภายในน้ำแบบแอโรบิกต่อสมรรถภาพทางกายในคนอ้วน. สาขากายภาพบำบัด คณะ  
เทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.

มาลี ภูมิภาค. ผลของการฝึกด้วยน้ำหนักและการเดินแอโรบิกที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันใน  
ร่างกาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์  
การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

วิชัย เอกพลากร. การสำรวจรอยโรค: ผลการสำรวจสภาวะสุขอนามัยของประชาชนไทยโดย  
การตรวจร่างกาย ครั้งที่ 3 พ.ศ. 2546-2547 ฉบับย่อ. ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัย  
ระบบสาธารณสุข, 2550.

จิฑูร แสงศิริสุวรรณ และ ได้ออน ซินธเนตร. ตัวอย่างของโปรแกรมที่ใช้การออกกำลังกายเพื่อควบคุม  
และลดน้ำหนักตัว. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา 6 1(กรกฎาคม 2549):  
93-97.

วีรพัฒน์ ยอดกมล. การศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานของการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ  
ชนิดต่างๆระหว่างหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินและหญิงที่มีน้ำหนักปกติ. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

สมศรี ปานพันธุ์โพธิ์. ผลของการฝึกสตีปแอโรบิกที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถใน  
การใช้ออกซิเจนสูงสุดและส่วนประกอบของร่างกายในผู้หญิงอ้วน. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537.

สิทธิพร อ่อนคลัง. ผลของการออกกำลังกายที่มีต่อสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาที่มี  
น้ำหนักเกิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2546.

สุภลักษณ์ บุญความดี. การศึกษาพฤติกรรมสุขภาพของผู้ที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐานใน  
กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. คณะพยาบาลศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหิดล, 2541.

เอนก เหล่าพร. ผลของการใช้เคเคยูครอสสมูบเมนท์แอ็กเซอร์ไซส์และโปรแกรมโภชนาการ  
สำหรับลดน้ำหนักนักเรียนที่มีน้ำหนักเกินปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต.  
สาขาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2547.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาษาอังกฤษ

Alberts et al. **Molecular Biology to the CELL**. 4<sup>th</sup> ed. New York: Garland Science, 2002.

Amati, F., Dube, J. J., Shay, C., Goodpaster, B. H. Separate and combined effects of exercise training and weight loss on exercise efficiency and substrated oxidation. **J Appl Physiol**. 105 (2008): 825-831.

American college of sport medicine. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 7<sup>th</sup>ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2006.

American college of sport medicine. **ACSM's Advanced Exercise Physiology**. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2006.

American college of sport medicine. Position stand on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscle fitness and flexibility in healthy adult. **Medicine and Science in Sport and Exercise** 30 (June 1998): 975-995.

Arciero, P.J., et al. Moderate protein intake improves total and regional body composition and insulin sensitivity in overweight adults. **Metabolism** 57 (June 2008): 757-765.

Baechle, T. R., and Earle, R. W. **Essentials of strength training and conditioning**. 2<sup>nd</sup> ed. Hongkong: Human Kinetic, 2000.

Balducci, S., Leonetti, F., Mario, U. D., Fallucca, F. Is a Long-Term Aerobic Plus Resistance Training Program Feasible for and Effective on Metabolic Profiles in Type 2 Diabetic Patients?. **Diabetes Care** 27 (March 2004): 841 - 842.

Betik, A. C., Luckham, V. B., and Hughson, R. L. Flow-mediated dilation in human brachial artery after different circulatory occlusion conditions. **Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol**. 286 ( August 2004): H442-8.

Bomqvist, C. G., and Saltin, B. Cardiovascular adaptations to physical training. **Annual Review of Physiology** 45 (October 1983): 169-89.

Braith, R. W., Stewart, K. J. Resistance Exercise Training Its Role in the Prevention of Cardiovascular Disease. **Circulation** 113 (2006): 2642-2650.

Brick, L. Fitness Aerobic. Hong Kong: **Human Kinetics**, 1955.

Brook, G. A., and Fahey, T. D. Estimation of anaerobic energy production and deficiency in rats during exercise. **J. Appl. Physiol**. 56 (1984): 520-523.

- Budgett, R. Overtraining syndrome. *Br. J. Sports Med.* 24 (December 1990): 231-236.
- Callister ,R., Fleck, R. J., Dudley, G. A. Performance adaptations to sprint, endurance and both modes of training. *Journal of Strength & Conditioning Research* 2 (August 1988): 46-51.
- Carrel, A. L., et al. Improvement of fitness Body Composition, Insulin sensitivity in Overweight Children in a school Based Exercise Program. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 159 (October 2005): 963 - 968.
- Cataldo, C. B. , Debruyne, L. K. , Whitney, E. N. *Nutrition and Diet Therapy.* 6<sup>th</sup> ed. United states of America: Thomson Learning Inc, 2003.
- Chakraphan, D., et al. Attenuation of endothelial dysfunction by exercise training in STZ-induced diabetic rats. *Clinical Hemorheology and Microcirculation.* 32 (2005): 217-26.
- Cohen, J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* New York: Academic Press, 1969.
- Cox, R. C. and Vargus ,J. S. A comparison of item selection technique for norm-referenced and criterion-referenced test. *Paper Presented at the annual meeting of the national council on measurement in education,* 1966.
- Després, J. P. Physical activity and adipose tissue. In: Bouchard, C., et al., eds. *Physical activity, fitness, and health.* Champaign,IL: Human Kinetics, 1994.
- Dudek, S. G. *Nutrition Essentials for Nursing Practice.* 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
- Eves, N. D., and Plotnikoff, R. C. Resistance training and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 29 (August 2006): 1933-41.
- Fillingim, R. B., Roth, D. L., CookIII, E. W. The Effects of Aerobic Exercise on Cardiovascular, Facial EMG, and Self-Report Responses to Emotional Imagery. *Psychosomatic Medicine.* 54 (1992): 109 -120.
- Gortmaker, Steven, L., Dietz Jr, W. H., Cheung, L. W. Y. "Inactivity, Diet, and the Fattening of America". *Journal of the American Dietetic Association* 90 (September 1990): 1247-55.
- Gutin, B., et al. Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents. *Am. J. Clin. Nutr.* 75 (May 2002): 818-826.
- Hand, E. S. *Food Finder.* 3<sup>rd</sup> ed. Oregon: ESHA Research,1990.

- Hanley ,A. G., Kwan, J., Harria, S. B., Zinman, B., Gao, X. J. Serum immunoreactive leptin concentrations in a Canadian Aboriginal population with rate of NIDDM. **Diabetes Care** 20 (1997): 1408-1415.
- Hunter, G. R., et al. Resistance training conserves fat free mass and resting energy expenditure following weight loss. **Obesity** 165 (May 2008): 1045-1051.
- Kessler, R. C., et al. Long term trends in the use of complementary and alternative medical therapies in the United States. **Ann. Intern. Med.** 135 (August 2001): 262-8.
- King, A. C., and Tribble, D. L. "The Role of Exercise in Weight Regulation in Nonathletes". **Sport-Med.** 11 (May 1991): 331-49.
- Kirkwood, L., and Drummonds, A. E. Effects of advice on dietary intake and/or physical activity on body composition, blood lipids and insulin resistance following a low fat, sucrose-containing, high-carbohydrate, energy-restricted diet. **Int. J. Food. Sci. Nutr.** 58 (August 2007): 383-97.
- Knittle, J. L. Obesity in childhood: a problem in adipose tissue cellular development. **J. Pediatr.** 81 (December 1972): 1048-1059.
- Kraemer, W. J., et al. Resistance training combined with bench-step aerobics enhances women's health profile. **Med. Sci. Sports Exerc.** 33 (February 2001): 259-69.
- Kraemer, W. J., et al. Compatibility of high intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. **J. Appl. Physiol.** 78 (1995): 976-989.
- Kuczmarski, Robert, J., Flegal, K. M., Campbell, S. M., Johnson, C. L. "Increasing Prevalence of Overweight Among U.S. Adults : The National Health and Nutrition Examination Surveys,1960 to 1991". **Journal of the American Medical Association** 272 (July 1994): 205-211.
- Labib, M. The Investigation and Management of Obesity. **J. Clin. Pathol.** 56 (2003):17-25.
- Landin, D., and Nelson, A. G. Early phase strength development : a four-week training comparison of different programs. **J. Strength Cond. Res.** 21 ( Nov 2007): 1113-6.
- Lockwood, C. M., et al. Minimal nutrition intervention with high-protein/low-carbohydrate and low fat, nutrient-dense food supplement improves body composition and exercise benefits in overweight adults : a randomized controlled trial. **Nutrition & Metabolism** 5 (April 2008) 1743-7075 .

- Lopez-Garcia, E., et al. Consumption of trans fatty acids is related to plasma biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction. **Journal of Nutrition** 135 (Mar 2005): 562-6.
- Lopez, R. Urban sprawl risk for Being Overweight of obese. **Am. J. Public. Health.** 94 (2004): 1574-1579 .
- Marcus, R. L., et al. Comparison of combined aerobic and high-force eccentric resistance exercise with aerobic exercise only for people with type 2 diabetes mellitus. **Phys. Ther.** 88 (Jan 2008): 1345-1354.
- Maiorana, A., O'Driscoll, G., Cheetham, C., Colli, J., Goodman, C., Rankin, S., Taylor, R., and Green, D. The effect of combined aerobic and resistance exercise training on vascular function in type 2 diabeted. **J. Appl. Physiol.** 88 (2001): 1565 -1570.
- Martha, S., et al. Comparison of 2-Year Weight Loss Trends in Behavioral Treatments of Obesity: Diet, Exercise, and Combination Interventions. **Journal of the American Dietetic Association.** 96 (1996): 342-346.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., Katch, V. L. **Exercise Physiology Energy, Nutrition, and Human Performance.** 5<sup>th</sup> edit. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
- McArdle, W. D, Katch, F. I., Katch, V. L. **Exercise Physiology Energy, Nutrition, and Human Performance.** 6<sup>th</sup> edit. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
- Miller, W. C., Lindeman, A. K., Wallace, J., Niederpruem, M. Diet composition, energy intake, and exercise in relation to body fat in men and women. **Am. J. Clin. Nutr.** 52 (1990): 426-430.
- Nassis, G. P., et al. Aerobic exercise training improve insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. **Metabolism** 54 (Nov 2005): 1472-9.
- Nemet, D., et al. Short - and - Long-Term Beneficial Effect of a Combined Dietary Behavior Physical Activity Intervention for the Treatment of Childhood obesity. **Pediatrics** 115 (April 2005): e443-e449.
- Norton, H. J., et al. Effects of combined aerobic and resistance training versus aerobic training alone in cardiac rehabilitation. **J. Cardiopulm. Rehabil.** 21 (Mar 2001): 101-10.
- Okura, T., et al. Effects of aerobic syndrome improvement in response to weight reduction. **Obesity** 15 (Spring 2007): 2478-84.



- Park, S. K., et al. The Effect of Combined Aerobic and Resistance Exercise Training on Abdominal Fat in Obese Middle-aged Women. *J. Physiol. Anthropol.* 22 (May 2003): 129 -135.
- Perrey, S., et al. Comparison of oxygen uptake kinetics during concentric and eccentric cycle exercise. *J. Appl. Physiol.* 91 (November 2001): 2135-2142
- Raitakari, M., et al. Weight reduction with very-low-caloric diet and endothelial function in overweight adult : role of plasma glucose. *Arteriocler. Thromb. Vasc. Biol.* 24 (2004): 124-128.
- Robbins, G., Powers, D., Burgess, S. *A Wellness Way of Life.* 4<sup>th</sup> ed. Madison: WCB Brown & Benchmark, 1999.
- Rothers, R. A., and Robert, S. O. *Exercise Physiology, Exercise, Performance, and Clinical Application.* St. Louis: Mosby-Year Book, Inc, 1997.
- Rowell, L. B. *Human circulation-regulation during physical stress.* New York: Oxford University press, 1986.
- Santos, I. A., Stein, R. , Fuchs, S. C., Duncan, B. B. Aerobic Exercise and Submaximal Functional Capacity in overweight Pregnant women. *Obstet. Gynecol.* 106 (August 2005): 243-249.
- Sarsan, A. The effects of aerobic and resistance exercises in obese women. *Clinical Rehabilitation* 20 (2006): 773-782.
- Schjerve, I. E. et al. Both aerobic endurance and strength training programs improve cardiovascular health in obese adult. *Clinical Science* 115 (November 2008): 283-293.
- Scott, C. B. et al. Difference on oxygen uptake but equivalent energy expenditure between a brief bout of cycling and running. *Nutrition & Metabolism* 3 (Jan 2006): 1-5.
- Secher, N. H. Physiological and biological aspects of rowing. *J. Sport. Sci.* 15 (1993): 24-42.
- Sherry, T. Z. *How to use the American College of Sports Medicine metabolic equations.* New York: Harper and brothers, 1954.
- Silver, A. E., et al. Overweight and obesity human demonstrate increased vascular endothelial NAD(P)H oxidase-p47<sup>phox</sup> expression and evidence of endothelial oxidative stress. *Circulation.* 115 (January 2007): 627-637.

- Snellen, J. W., Chang K. S., Smith, W. Technical description and performance characteristics of a human whole body calorimeter. **Med. Biol. Eng. Comput.** 21 (January 1983): 9-20.
- Strasser, B., Spreitzer, A., Haber, P. Fat loss depends on energy deficit only, independently of the method for weight loss. **Ann. Nutr. Metab.** 51 (November 2007): 428-32.
- Van Etten, L. M., et al. Effect of an 18-wk weight-training program on energy expenditure and physical activity. **J. Appl. Physiol.** 82 (January 1997): 298-304.
- Van Guilder, G. P., et al. Endothelial t-PA release is impaired in overweight and obese adults but can be improved with regular aerobic exercise. **Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.** 289 (June 2005): E807-E81.
- Van Itallie, T. B. Health implications of overweight and obesity in the United State. **Annals of Internal Medicine** 103 (December 1985): 983-988.
- Volex, J. S., et al. Resistance training combined with bench-step aerobics enhances women's health profile. **Med. Sci. Sports. Exerc.** 33 (February 2001): 259-69.
- Wathen, D. Exercise Order. In Baechle, T. R. (Ed.). **Essentials of strength training and conditioning** (431-434). Champaign, IL: Human Kinetics, 1994.
- Williams, J. K., Kaplan, J. R., Suparto, I. H., Fox, J. L., Manuck, S. B. Effects of Exercise on Cardiovascular Outcomes in Monkeys With Risk Factors for Coronary Heart Disease. **Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.** 23 (March 2003): 864-871.
- Willmore, J. H., Costill, D. L. **Physiology of Sport and Exercise.** 2<sup>nd</sup> ed. Hong Kong: Human Kinetics, 1999.
- Withers, R. T., et al. Energy metabolism in sedentary and active 49 to 70 yr-old women. **J. Appl. Physiol.** 84 (April 1998): 1333-1340.
- Woo, K. S., et al. Effects of Diet and Exercise on Obesity-Related Vascular Dysfunction in Children. **Circulation** 109 (April 2004): 1981-1986.
- Wood, P. D. Impact of experimental manipulation of energy intake and expenditure on body composition. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.** 33 (1993): 369-373.
- Wood, P. D., Stefanick, M. L., Williams, P. T., Haskell, W. L. "The Effects on Plasma Lipoprotein of a Prudent Weight-Reducing Diet, With or Without Exercise in Overweight Men and Women". **The New England Journal of Medicine** 325 (August 1991): 461-466.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสถาบัน ชุมที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
อาคารสถาบัน 2 ชั้น 4 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330  
โทรศัพท์: 0-2218-8147 โทรสาร: 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

COA No. 098/2551

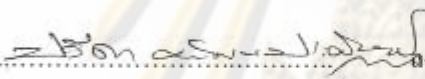

## ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 080.2/51 : การเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึก  
ออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อการเผาผลาญ  
พลังงานและสุขสมรรถนะของหญิงภาวะน้ำหนักเกิน

ผู้วิจัยหลัก : นางสาวเสาวลักษณ์ สุนทรลักษณ์ นิสิตระดับมหาบัณฑิต

หน่วยงาน : สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสถาบัน ชุมที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ได้พิจารณา โดยใช้หลัก ของ The International Conference on Harmonization – Good Clinical Practice  
(ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม.....  ..... ลงนาม.....  .....  
(รองศาสตราจารย์นายแพทย์ปริดา ทักนประดิษฐ์) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทิ ชัยชนวงศาโรจน์)  
ประธาน กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 15 ตุลาคม 2551 วันหมดอายุ : 14 ตุลาคม 2552

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

- 1) โครงการวิจัย
- 2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
- 3) ผู้วิจัย
- 4) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 5) เอกสารประชาสัมพันธ์



เลขที่โครงการวิจัย ..... 090.2/51  
วันที่รับรอง ..... 15 ต.ค. 2551  
วันหมดอายุ ..... 14 ต.ค. 2552

## เงื่อนไข

1. หากใบรับรองหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 1 เดือน
2. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
3. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย, ใบยินยอม, และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตราของ  
คณะกรรมการฯ เท่านั้น แล้วส่งสำเนาใบแรกที่ใช่ เอกสารดังกล่าวมาที่คณะกรรมการฯ
4. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรง (SAE) ต้องรายงานคณะกรรมการฯ ภายใน 5 วันทำการ
5. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการฯ พิจารณารับรองก่อนดำเนินการ
6. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-11) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น  
สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น
7. โครงการวิจัยติดกัน 1 ปี ส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัยทุกปีก่อนใบรับรองหมดอายุ เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้นแล้ว ให้ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 6



ภาคผนวก ข

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(Informed Consent Form)

ชื่อโครงการวิจัย การเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอนโธโปมอร์ฟิกกับการใช้แรงต้านที่มีต่อการเผาผลาญพลังงานและสุขสมรรถนะของหญิงสาวน้ำหนักเกิน  
เลขที่ ประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้าซึ่งได้ลงนามที่ด้านล่างของหนังสือเล่มนี้ ได้รับทำอธิบายอย่างชัดเจนจนเป็นที่พอใจจากผู้วิจัย ชื่อ นามสาวเสถียรณัฐ สุทธพรลักษณ์ ที่อยู่อยู่ 382 บ้านพ.รณางาม ซ.ประชาสงเคราะห์ 45 ถ.พุทธนิรมล 1 แขวง ดินแดง เขตดินแดง กทม. 10400 หมายเลขโทรศัพท์สำหรับที่ติดต่อ 089-7907018 ซึ่งได้ลงนามด้านท้ายของ หนังสือนี้ ได้รับทราบถึงวัตถุประสงค์และขั้นตอนการวิจัย รวมทั้งทราบถึงข้อดี ประโยชน์ ผลกระทบข้างเคียงที่อาจ เกิดขึ้น ได้แก่ อาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ เมื่อยแขนและขา หลังจากฝึกโปรแกรมในระยะแรก รวมทั้งการนำเสนอ ข้อมูลหรือผลการศึกษาระบุคำแนะนำในภาพรวม ไม่มีการเปิดเผยชื่อของผู้ให้ข้อมูลในการเสนอผลการวิจัย ข้าพเจ้า ได้ขិតถาม ทำความเข้าใจเกี่ยวกับการศึกษาดังกล่าวนี้ พร้อมทั้งได้ลงนามด้านท้ายหนังสือเล่มนี้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ด้วยความสมัครใจ และข้าพเจ้ามีสิทธิ จะถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อไรก็ได้ ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ แต่ ข้าพเจ้าทั้งนี้

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ได้รับรู้อื่นๆ และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับ ข้าพเจ้าจะเก็บรักษาเป็นความลับ

ข้าพเจ้ายินดีเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ภายใต้เงื่อนไขที่ระบุไว้ในเอกสาร ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วน ร่วมในการวิจัย

ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสาร ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และใบยินยอมของกลุ่ม ประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแล้ว

.....

สถานที่ / วันที่ \_\_\_\_\_ ลงนามผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

.....

( \_\_\_\_\_ )

.....

สถานที่ / วันที่ \_\_\_\_\_ ลงนามผู้วิจัยหลัก

.....

( \_\_\_\_\_ )

.....

สถานที่ / วันที่ \_\_\_\_\_ พยาน



ชื่อโครงการวิจัย 090.2/51

วันที่รับรอง 15 ต.ค. 2551

วันที่พิมพ์ 14 ต.ค. 2551

ในพจนดล ๙

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ค

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(Patient/ Participant Information Sheet)

**ชื่อโครงการวิจัย** การเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อการเผาผลาญพลังงานและสุขสมรรถนะของหญิงภาวะน้ำหนักเกิน

**ชื่อผู้วิจัย** นางสาวเสาวลักษณ์ สุนทรลักษณ์

**อาจารย์ที่ปรึกษา** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ครุณวรรณ สุขสม

**สถานที่ปฏิบัติงาน** สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**โทรศัพท์เคลื่อนที่** 0897907018 E-mail : feemark@hotmail.com

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการให้คำยินยอมและเอกสารอื่นๆ ภาษาที่ใช้ต้องเป็นภาษาที่เข้าใจง่าย หลีกเลี่ยงภาษาทางวิชาการ ศัพท์ทางการแพทย์ ภาษาอังกฤษ หากจำเป็นต้องใช้ต้องมีคำอธิบายประกอบด้วย

#### 1. เรียน ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกท่าน

ท่านเป็นส่วนหนึ่งในผู้รับการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ จำนวน 40 คน ที่ได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อการเผาผลาญพลังงานและสุขสมรรถนะของหญิงภาวะน้ำหนักเกิน

โครงการนี้เกี่ยวข้องกับการวิจัยเชิงทดลอง โดยศึกษาการเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อการเผาผลาญพลังงานและสุขสมรรถนะของหญิงภาวะน้ำหนักเกิน

#### 3. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อการเผาผลาญพลังงานและสุขสมรรถนะของหญิงภาวะน้ำหนักเกิน

#### 4. รายละเอียดของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

- ลักษณะของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย เป็นนิสิตนักศึกษาเพศหญิง มีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) อยู่ระหว่าง 25-29.9 กิโลกรัม/ตารางเมตร อายุ 18-25 ปี ไม่เคยออกกำลังกายเป็นประจำมาก่อนอย่างน้อย 2 เดือน
- มีจำนวนทั้งหมด 40 คน



เลขที่โครงการวิจัย ..... ๐๔๐.๒/๕๑.....  
 วันที่รับรอง ..... 15 ต.ค. 2551.....  
 วันหมดอายุ ..... 14 ต.ค. 2552.....



..... ๐๙๐.๙/๕๓  
 วันที่รับรอง ..... 15 ต.ค. 2551  
 วันหมดอายุ ..... 14 ต.ค. 2552

- วิธีการได้มาซึ่งกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย โดยการเชิญชวนให้เข้าร่วม การทำวิจัยด้วยการพูดเชิญชวนให้เข้าร่วม
- เหตุผลที่ได้รับเชิญเข้าร่วมโครงการวิจัย เป็นผู้ที่มีสุขภาพที่แข็งแรง โดยการประเมินจาก แบบสอบถามประวัติสุขภาพทั่วไปก่อนการออกกำลังกายและความพร้อมที่จะออก กำลังกาย
- การแบ่งกลุ่มผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยมี 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน

#### 5. กระบวนการการวิจัย

ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะมีการคัดกรองโดยการตอบแบบสอบถามใช้เวลา 5 นาที และแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม กือ

1. กลุ่มทดลองออกกำลังกายแบบแอโรบิก โดยปั่นจักรยานอย่างเดียว ทำการฝึกทั้งหมด 24 ครั้ง โดยฝึกเป็น 3 วัน/สัปดาห์ ระยะเวลา 30 นาที/วัน เป็นระยะเวลา 2 เดือน

2. กลุ่มทดลองออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับใช้แรงต้าน โดยปั่นจักรยานประกอบกับการใช้ยางยืด ระยะเวลาในการทดลองรวมทั้งหมด 50 นาที (รวมทั้งอบอุ่นร่างกายและผ่อนคลายกล้ามเนื้อ) ทำ การฝึกทั้งหมด 24 ครั้ง โดยฝึกเป็น 3 วัน/สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 2 เดือน ผู้วิจัยทำการควบคุมกลุ่มตัวอย่าง ทำการฝึกออกกำลังกายด้วยตัวเองทุกครั้งโดยการฝึกจะทำที่ห้องปฏิบัติการสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การ กิฬา โดยก่อนการฝึกจะมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลองโดยใช้เวลาสำหรับทดสอบในแต่ละครั้ง 3 ชั่วโมง

การทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (Pre-Post Exercise Testing) เป็นการทดสอบเพื่อหาค่าของการ เหนื่อยล้าหลังงานและสุขสมรรถนะซึ่งจะใช้เวลาทดสอบ 3 ชั่วโมง ส่วนการฝึกแต่ละครั้งจะใช้เวลา 50 นาที

#### การเปิดเผยข้อมูล

ข้อมูลส่วนตัวและข้อมูลอื่นๆที่อาจนำไปสู่การเปิดเผยตัวของท่านจะได้รับการปกปิด ยกเว้นว่า ได้รับคำยินยอมจากท่านข้อมูลของท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับเฉพาะคณะผู้วิจัย ผู้กำกับดูแลการวิจัย ผู้ ตรวจสอบ และคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม และจะเปิดเผยผลการวิจัยในภาพรวม หากมีข้อสงสัย สามารถสอบถามเพิ่มเติมได้ โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็น ประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทราบอย่างรวดเร็วเพื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัย ทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่ กรุณาติดต่อ นางสาวเสาวลักษณ์ สุนทรลักษณ์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ 0897907018 E-mail : feemark@hotmail.com

6. ความเสี่ยงและผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นในการวิจัย การวิจัยครั้งนี้ไม่ก่อให้เกิดความ เสี่ยงใดๆ อาจมีอาสาสมัครส่วนน้อยที่มีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ แขนและขา ขณะฝึกการออกกำลังกาย แบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน(ปั่นจักรยานพร้อมกับใช้ยางยืด) หรือบางส่วนอาจไม่มีกำลังหรือ

ข้อเท่าในการทดสอบสมรรถภาพทางกาย หรือรู้สึกอึดอัด หายใจไม่สะดวกขณะทำการทดสอบด้วยการเดินบนสายพาน (Exercise testing) แต่อาการดังกล่าวจะหายเป็นปกติในเวลาอันสั้น ทั้งนี้ก่อนและหลังการออกกำลังกายทุกครั้งใน โปรแกรมจะมีการอบอุ่นร่างกายและผ่อนคลายกล้ามเนื้อเพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้น หากพบว่ามีการบาดเจ็บเกิดขึ้นระหว่างการออกกำลังกายให้หยุดการออกกำลังกายทันทีอาสาสมัครต้องรีบแจ้งผู้วิจัยทราบทันที ผู้วิจัยจะรับผิดชอบในการส่งต่อ ณ สถานพยาบาลต่อไปและผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายหากมีอันตรายต่อร่างกายเกิดขึ้นในระหว่างเข้าร่วมการฝึกออกกำลังกาย

ประโยชน์ที่จะได้รับเมื่อได้เข้าร่วมการวิจัย คือ ทำให้สมรรถภาพทางร่างกายปรับปรุงดีขึ้น มีการเพิ่มการเผาผลาญพลังงานที่ดีขึ้นทำให้น้ำหนักหรือไขมันส่วนเกินในร่างกายลดลงซึ่งจะส่งผลให้รูปร่างผอมลงและกล้ามเนื้อกระชับขึ้น

7. ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยพบกลุ่มตัวอย่างและแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์ ขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งจะมอบ โปรแกรมการฝึกพร้อมรูปทำการฝึกให้อาสาสมัครดูพร้อมกับเอกสารข้อมูลประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเพื่อประกอบการตัดสินใจ และประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัยและชี้แจงให้ทราบว่าตอบรับหรือการปฏิเสธการเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้จะ ไม่มีผลต่อกลุ่มตัวอย่าง

8. มีข้อความระบุว่า “หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว” เพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่

9. ข้อมูลทุกอย่างจะถือเป็นความลับและนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น ผลการวิจัยจะเสนอในภาพรวม กลุ่มตัวอย่างสามารถแจ้งออกจากการศึกษาได้ก่อนที่การวิจัยจะสิ้นสุดลง โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลหรือคำอธิบายใด ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะไม่มีผลอย่างไรต่อกลุ่มตัวอย่างยินยอมเข้าร่วมการวิจัยผู้ทำการวิจัยให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัยผู้เข้าร่วมการวิจัย

10. มีค่าเดินทางแก่กลุ่มตัวอย่างในการฝึกการออกกำลังกาย ครั้งละ 40 บาท

11. “หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติคามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th”



เลขที่โครงการวิจัย ..... 090.9/51  
วันที่รับรอง ..... 15 ต.ค. 2551  
วันที่ผลอายุ ..... 14 ต.ค. 2552

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## แบบสอบถามประวัติทั่วไปก่อนการออกกำลังกาย(สำหรับผู้ที่อายุตั้งแต่ 15-69 ปี)

### PAR-Q & YOU(Physical Activity Readiness Questionnaire)

การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอช่วยให้เกิดความพลัดพลินและสุขภาพที่ดี อย่างไรก็ตามก็ดีการออกกำลังกายยังเป็นสิ่ง  
ที่ปลอดภัยมาสำหรับคนส่วนใหญ่ แบบสอบถามด้านล่างนี้ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยให้ทุกคนที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปี ถึง 69 ปี  
สามารถใช้ในการตรวจสอบว่าคุณควรจะพบแพทย์ก่อนการออกกำลังกายหรือไม่ สำหรับบุคคลที่มีอายุมากกว่า 69 ปี ขึ้น  
ไป และไม่เคยออกกำลังกายอย่างจริงจัง ควรจะพบแพทย์และปรึกษาแพทย์ของท่านก่อนเพื่อความปลอดภัย

การใช้ความรู้สึกพื้นฐานในการตอบคำถามเหล่านี้จะเป็นสิ่งที่ดีที่สุด กรุณาอ่านคำถามทั้งหมดอย่างละเอียดและ  
ตอบคำถามตามความเป็นจริง

ใช่      ไม่ใช่

- |                          |                          |  |
|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 8. คุณเคยได้รับคำบอกกล่าวจากแพทย์เกี่ยวกับปัญหาทางด้านหัวใจและคุณควรจะออกกำลังกายตามคำแนะนำของแพทย์ท่านนั้นหรือไม่ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 9. คุณเคยรู้สึกเจ็บหรือแน่นหน้าอกขณะออกกำลังกายหรือไม่   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 10. ในช่วงเดือนที่ผ่านมา คุณเคยมีปัญหาเจ็บหรือแน่นหน้าอกเมื่อคุณไม่ได้ออกกำลังกายหรือไม่                           |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 11. คุณเคยเสียการทรงตัวเนื่องจากอาการวิงเวียนศีรษะ หรือหมดสติหรือไม่   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 12. คุณมีปัญหาเกี่ยวกับกระดูกหรือข้อต่อที่อาจอาจจะทำให้เจ็บเนื่องจากการออกกำลังกายหรือไม่                          |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 13. คุณเคยได้รับการสั่งยาเกี่ยวกับโรคหัวใจหรือยาที่มีผลกับความดันโลหิตหรือไม่                                      |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 14. คุณทราบถึงเหตุผลอื่น ที่คุณไม่ควรเพิ่มการออกกำลังกายของคุณหรือไม่  |

ถ้าคุณเลือก“ใช่”ในข้อใดข้อหนึ่ง หรือมากกว่า

คุณควรปรึกษาแพทย์เกี่ยวกับแบบสอบถามในข้อที่ตอบว่า“ใช่”

คุณยังคงสามารถออกกำลังกายได้ตามที่คุณต้องการโดยให้เริ่มออกกำลังกายอย่างช้าๆและสม่ำเสมอ หรือคุณอาจจะ  
กำหนดการออกกำลังกายที่เหมาะสมและปลอดภัยสำหรับตนเอง โดยขอคำแนะนำจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับชนิดของ  
กิจกรรมที่คุณสามารถทำได้

ถ้าคุณเลือก“ไม่ใช่”ในการตอบคำถามทั้งหมด

คุณแน่ใจได้เลยว่า คุณสามารถเริ่มการออกกำลังกายได้ตามที่คุณต้องการ

- คุณเริ่มออกกำลังกายได้โดยเริ่มจากการทำช้าๆและทำอย่างสม่ำเสมอซึ่งเป็นวิธีที่ปลอดภัยและง่ายที่สุด
- ถ้าคุณรู้สึกไม่สบายเนื่องจากการเจ็บป่วยเล็กน้อย เช่น เป็นไข้หวัด คุณควรจะพักผ่อนว่าคุณจะรู้สึกดีขึ้นและหาย  
จากอาการเจ็บป่วยนั้นๆก่อนที่จะกลับมาออกกำลังกายอีกครั้ง
- ถ้าคุณตั้งครวัร คุณควรปรึกษาแพทย์ก่อนการออกกำลังกาย

ข้าพเจ้าได้อ่าน ทำความเข้าใจและได้กรอกแบบสอบถามนี้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ด้วยความเต็มใจ

ชื่อ: ..... วันที่: .....

ลายเซ็น: ..... พยาน: .....



ภาคผนวก จ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## แบบสอบถามข้อมูลผู้เข้าร่วมโครงการ

## 1. ข้อมูลสุขภาพทั่วไป

ชื่อ.....นามสกุล.....วัน/เดือน/ปีเกิด.....อายุ.....ปี

เพศ  หญิง  ชาย เชื้อชาติ.....สัญชาติ.....ศาสนา.....

อาชีพ  รับราชการ  ลูกจ้างประจำ  นักเรียน  นิสิตนักศึกษาชั้นปีที่.....อื่นๆ(ระบุ).....

ที่อยู่ปัจจุบัน.....

โทร.(บ้าน).....โทร.(มือถือ).....E-mail.....

โรคประจำตัว.....ยาที่ได้รับประทานเป็นประจำ.....

ท่านแพ้ยา/อาหารหรือไม่  ไม่  แพ้ ได้แก่.....อาการ.....

ท่านเคยเข้ารับการผ่าตัดหรือไม่  ไม่  เคย บริเวณ.....เมื่อวันที่.....

6 เดือนที่ผ่านมา ท่านเคยเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลหรือไม่  ไม่  เคย เนื่องจาก.....เมื่อวันที่.....

1 สัปดาห์ที่ผ่านมา ท่านมีความเจ็บป่วยใดหรือไม่  ไม่  มี เป็น.....เมื่อวันที่.....

ท่านมีบิดา/มารดา/ญาติพี่น้องเป็นโรคประจำตัวหรือไม่  ไม่  มี โดยเป็น

โรคโลหิตจาง  โรคหัวใจขาดเลือด  เบาหวาน  ความดัน  มะเร็ง

โรคลมชัก  วัณโรค  ภูมิแพ้  หอบหืด  อื่นๆ.....

ขณะนี้ท่านรู้สึก  ไม่สบาย  ปานกลาง  แข็งแรงมาก

## 2. พฤติกรรมการบริโภค

2.1 ท่านรับประทานอาหารเช้า <input type="radio"/> 1 มื้อ <input type="radio"/> 2 มื้อ <input type="radio"/> 3 มื้อ <input type="radio"/> 4 มื้อ
2.2 อาหารแต่ละมื้อท่านรับประทานอาหารครบทั้ง 5 หมู่หรือไม่ <input type="radio"/> ไม่ครบ <input type="radio"/> ครบ
2.3 หากท่านรับประทานอาหารเช้าไม่ครบ 5 หมู่ อาหารหมู่ที่ท่านรับประทานเป็นส่วนใหญ่คือ <input type="radio"/> คาร์โบไฮเดรต <input type="radio"/> โปรตีน <input type="radio"/> ไขมัน <input type="radio"/> วิตามิน <input type="radio"/> เกลือแร่
2.4 ท่านดื่มเครื่องดื่มใดต่อไปนี้ในชีวิตประจำวัน(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) <input type="radio"/> นม.....แก้ว/สัปดาห์ <input type="radio"/> น้ำอัดลม.....ขวด/สัปดาห์ <input type="radio"/> ชา/กาแฟ.....แก้ว/สัปดาห์ <input type="radio"/> แอลกอฮอล์.....แก้ว/สัปดาห์
2.5 ท่านสูบบุหรี่หรือไม่ <input type="radio"/> ไม่สูบบุหรี่ <input type="radio"/> สูบบุหรี่มานาน.....ปริมาณ.....มวน/วัน

## 3. พฤติกรรมการออกกำลังกาย

3.1 ท่านได้ออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาทุกวันใน 1 สัปดาห์ <input type="checkbox"/> 1) 1-2 วัน <input type="checkbox"/> 2) 3-4 วัน <input type="checkbox"/> 3) 5-6 วัน <input type="checkbox"/> 4) 5-7 วัน <input type="checkbox"/> 5) ไม่เคยออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา เนื่องจาก.....(หาท่านตอบข้อนี้กรุณาข้ามไปตอบข้อ 4.1 ต่อไป)
3.2 ท่านออกกำลังกีฬานานเท่าไร ในแต่ละครั้ง <input type="checkbox"/> 1) น้อยกว่า 15 นาที <input type="checkbox"/> 2) 15 นาที <input type="checkbox"/> 3) 30 นาที <input type="checkbox"/> 4) 45 นาที <input type="checkbox"/> 5) 1 ชั่วโมง <input type="checkbox"/> 6) มากกว่า 1 ชั่วโมง
3.3 ท่านออกกำลังกี่ครั้งต่อสัปดาห์ <input type="checkbox"/> 1) 1-2 ครั้ง <input type="checkbox"/> 2) 3-4 ครั้ง <input type="checkbox"/> 3) 5-6 ครั้ง <input type="checkbox"/> 4) 7 ครั้ง

<p>3.4 ช่วงเวลาที่ท่านออกกำลังกายเป็นประจำคือ</p> <p><input type="checkbox"/> 1) 06:00-08:00น.   <input type="checkbox"/> 2) 08:00-10:00น.   <input type="checkbox"/> 3) 10:00-12:00น.   <input type="checkbox"/> 4) 12:00-13:00น.</p> <p><input type="checkbox"/> 5) 13:00-15:00น.   <input type="checkbox"/> 6) 15:00-17:00น.   <input type="checkbox"/> 7) 17:00-19:00น.   <input type="checkbox"/> 8) 19:00-21:00น.</p> <p><input type="checkbox"/> 9) อื่นๆระบุ.....</p>
<p>3.5 ในการออกกำลังกายแต่ละครั้ง ท่านออกกำลังกายจนกระทั่งรู้สึกว่ามีอาการใดต่อไปนี้</p> <p><input type="checkbox"/> 1) ไม่รู้สึกแตกต่างจากปกติ   <input type="checkbox"/> 2) พอมีเหงื่อออก   <input type="checkbox"/> 3) หัวใจเต้นแรงและเร็วขึ้นเล็กน้อย</p> <p><input type="checkbox"/> 4) เหนื่อยพอควร ยังพูดคุยขณะออกกำลังกายได้   <input type="checkbox"/> 5) เหนื่อยมาก จนไม่สามารถพูดคุยขณะออกกำลังกายได้</p>
<p>3.6 กิจกรรมการออกกำลังกายที่ท่านปฏิบัติ(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)</p> <p><input type="checkbox"/> 1) เล่นฟุตบอล   <input type="checkbox"/> 2) เล่นวอลเลย์บอล   <input type="checkbox"/> 3) เล่นบาสเกตบอล   <input type="checkbox"/> 4) เล่นเทนนิส   <input type="checkbox"/> 5) เล่นแบดมินตัน</p> <p><input type="checkbox"/> 6) เล่นบิงปอง   <input type="checkbox"/> 7) ศิลปะป้องกันตัว   <input type="checkbox"/> 8) เดินแอโรบิก   <input type="checkbox"/> 9) วายน้ำ   <input type="checkbox"/> 10) เล่นเปตอง</p> <p><input type="checkbox"/> 11) ตะทะกร้อ   <input type="checkbox"/> 12) โยคะ   <input type="checkbox"/> 13) วิ่ง   <input type="checkbox"/> 14) ปั่นจักรยาน   <input type="checkbox"/> 15) อื่นๆ.....</p>
<p>3.7 เหตุผลที่ทำให้ท่านออกกำลังกาย(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)</p> <p><input type="checkbox"/> 1) เพื่อสุขภาพที่ดี   <input type="checkbox"/> 2) เพื่อความสนุกสนาน   <input type="checkbox"/> 3) เพื่อการแข่งขัน</p> <p><input type="checkbox"/> 4) เพื่อเข้ากับกลุ่มเพื่อน   <input type="checkbox"/> 5) สนานสัมพันธ์ในครอบครัว   <input type="checkbox"/> 6) เป็นกิจกรรมของสถาบัน/ชมรม</p> <p><input type="checkbox"/> 7) สโมสรกีฬาของราชการ   <input type="checkbox"/> 8) ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพของเอกชน   <input type="checkbox"/> 9) สวนสาธารณะ/สวนสุขภาพ</p> <p><input type="checkbox"/> 10) อื่นๆ.....</p>
<p>3.8 สถานที่ที่ท่านออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาเป็นประจำสม่ำเสมอ ได้แก่ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)</p> <p><input type="checkbox"/> 1) บริเวณบ้าน/ใกล้บ้าน   <input type="checkbox"/> 2) สนาม/ห้องออกกำลังกายของโรงเรียนสถาบัน   <input type="checkbox"/> 3) ลานวัดลานกีฬา</p> <p><input type="checkbox"/> 4) ถนนที่ว่างสาธารณะ   <input type="checkbox"/> 5) สนามกีฬาในหมู่บ้านจัดสรร   <input type="checkbox"/> 6) สนามกีฬาของราชการ</p> <p><input type="checkbox"/> 7) สโมสรกีฬาของราชการ   <input type="checkbox"/> 8) ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพของเอกชน   <input type="checkbox"/> 9) สวนสาธารณะ/สวนสุขภาพ</p> <p><input type="checkbox"/> 10) อื่นๆ.....</p>
<p>3.9 เหตุผลในการเลือกสถานที่ออกกำลังกาย(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)</p> <p><input type="checkbox"/> 1) สะดวกในการเดินทาง   <input type="checkbox"/> 2) สะอาด/สวยงาม   <input type="checkbox"/> 3) ปลอดภัย   <input type="checkbox"/> 4) ประหยัด</p> <p><input type="checkbox"/> 5) มีผู้นำออกกำลังกายที่ดี   <input type="checkbox"/> 6) มีกิจกรรมให้เลือกหลากหลาย   <input type="checkbox"/> 7) เป็นสมาชิก</p> <p><input type="checkbox"/> 8) อื่นๆ.....</p>

#### 4. การพักผ่อน-สันทนาการ

<p>4.1 ท่านนอนหลับวันละ.....ชั่วโมง/วัน</p>
<p>4.2 กิจกรรมยามว่างที่ชอบทำในแต่ละวัน(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)</p> <p><input type="radio"/> อ่านหนังสือ.....ชม.   <input type="radio"/> ดูทีวี.....ชม.   <input type="radio"/> ฟังเพลง.....ชม.   <input type="radio"/> เล่นอินเทอร์เน็ต.....ชม.</p> <p><input type="radio"/> คุยกับเพื่อน.....ชม.   <input type="radio"/> เล่นดนตรี.....ชม.   <input type="radio"/> เดินเที่ยวซื้อของ.....ชม.</p> <p><input type="radio"/> เล่นเกมส์.....ชม.   <input type="radio"/> อื่นๆ.....</p>





ภาคผนวก ฉ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### แบบบันทึกข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาและสุขสมรรถนะ

ชื่อ/นามสกุล.....First name.....Last name.....  
 Birthday (..../..../....) Age (.....) yrs Height (.....) cm Weight (.....) kg

ก่อนทำการวัดค่า – นั่งพักเป็นเวลา 5 นาที เพื่อวัดค่าดังต่อไปนี้

#### Health-related Physical Fitness

1. Body composition
  - Weight (.....) kg      %Fat (.....)      Visceral Fat (.....) kg
  - Muscle mass (.....) kg      TBW (.....) lt      Bone mass (.....) kg
2. Flexibility
  - Shoulder flexion (...../.....)°      Extension (...../.....)°      Abduction (...../.....)°
  - Hip Flexion (...../.....)°      Extension (...../.....)°      Abduction (...../.....)°
3. Muscle Strength
  - Biceps curl (1).....(2) .....(3) .....=...../3=(.....)kg
  - Triceps extension (1).....(2) .....(3) .....=...../3=(.....)kg
  - Leg curl (1).....(2) .....(3) .....=...../3=(.....)kg
  - Leg extension(1).....(2) .....(3) .....=...../3=(.....)kg
4. Cardiorespiratory fitness-Åstrand (1965) Protocol

STAGE	A		B		C		D		E	
TIME	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
WORK LOAD										
PEDAL RATE										
HR										
BP										
RER										

Max HR (.....) Moderate intensity 64-76% Max HR (.....) bpm BP (.....) mmHg  
 VO<sub>2</sub>max (.....)ml/kg/min Total time (.....) D/M/Y (...../...../.....) VCO<sub>2</sub> (.....) VO<sub>2</sub> (.....)



ภาคผนวก ช

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### รูปแบบการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมกับการใช้แรงต้าน

โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมใช้แรงต้านประกอบด้วย 3 ระยะ ดังนี้

1. ระยะอบอุ่นร่างกายเป็นท่าของกายบริหารใช้เวลา 10 นาที ประกอบด้วย การปั่นจักรยาน 3 นาที โดยไม่มีความหนักและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 7 นาที

2. ระยะออกกำลังกายใช้การฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกพร้อมใช้แรงต้าน จะประกอบไปด้วยท่าต่างๆ ดังนี้ ท่าอาร์ม สเตรท (Arms straight) , ท่าเชสต์ เพรส (Chest press) , ท่าโชลเดอร์เพรส (Shoulder press) , ท่าเชสต์ ฟลาย (Chest fly) , ท่าครอว์ ซอร์ด (Draw sword), ท่าไตรเซพส์ เอ็กเทนชัน (Triceps extension) , ท่าซีทเท็ด โรว์ (Seated row) , ท่าฟรอนท์ เรสส์ (Front raises) , ท่าไตรเซพส์ พูช ดาวน์ (Triceps push down) , ท่าไบเซพส์ เคิร์ล (Bicep curls) , ท่าอัปไรท์ โรว์ (Upright row) แต่ละท่าจะปฏิบัติ 12 ครั้งต่อชุด โดยทำวนไปเรื่อยๆ จนกว่าจะออกกำลังกายครบ 30 นาที

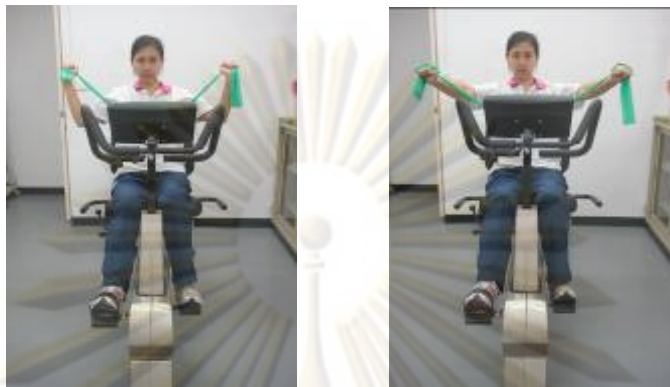
3. ระยะผ่อนคลายใช้เวลา 10 นาที ประกอบด้วย การปั่นจักรยานไม่มีแรงต้าน (Free load) 3 นาทีและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 7 นาที

4. โดยทำการออกกำลังกายตามโปรแกรม 3 วัน/สัปดาห์ วันละ 30 นาที ด้วยความหนักของการฝึกประมาณ 60-75 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (HRmax) เป็นเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์ โดย 3 สัปดาห์แรกใช้ความหนักของแรงต้านระดับเบา (ใช้ Rubber band สีแดง) จากนั้นจึงใช้ความหนักของแรงต้านระดับปานกลาง (ใช้ Rubber band สีเขียว) ทั้งนี้ปรับระดับความหนักของการออกกำลังกายด้วยการเพิ่ม Load ของจักรยาน สำหรับรายละเอียดท่าทางต่างๆมีดังต่อไปนี้

#### 1. ท่าอาร์ม สเตรท (Arms straight)



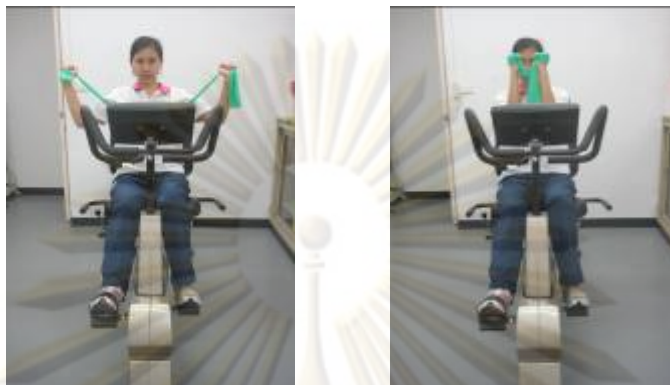
## 2. ท่าเซสท์ เพรส (Chest press)



## 3. ท่าโชลเดอร์ เพรส (Shoulder press)



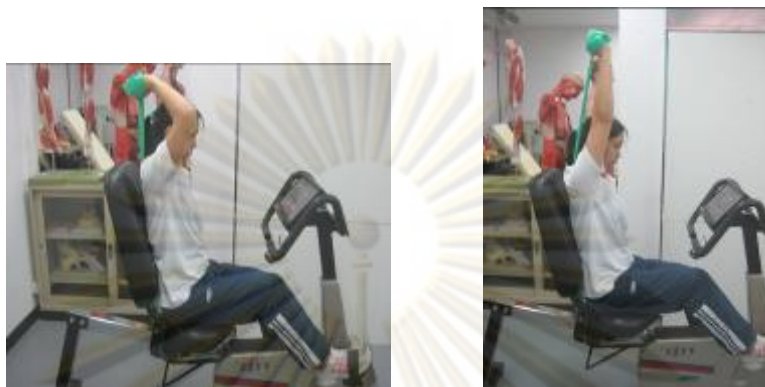
## 4. ท่าเซสท์ ฟลาย (Chest fly)



## 5. ท่าดรอว์ว์ ซอร์ด (Draw sword)



6. ท่าไตรเซพส์ เอ็กเทนชัน (Triceps extension)



7. ท่าซีทเท็ด โรว์ (Seated row)



ศูนย์วิทยาศาสตร์สุขภาพ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 8. ท่าฟรอนท์ เรสส์ ( Front raises )

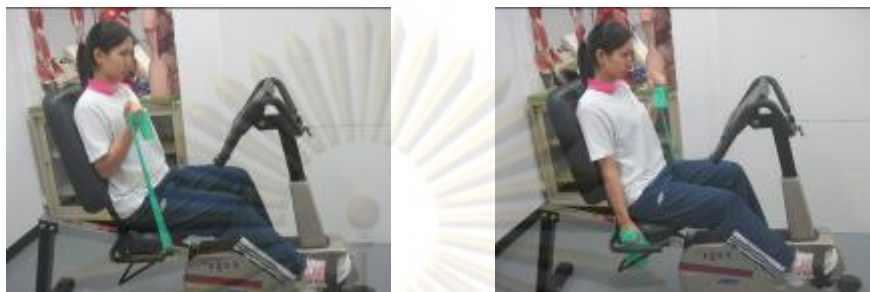


## 9. ท่าไตรเซพส์ พูช ดาวน์ (Triceps push down)





## 10. ทำไบเซพส์ เคิร์ล ( Bicep curls )



## 11. ทำอัฟไรท์ โรว์ (Upright row)



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ซ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Sample size  
( $\alpha=.05$ )

Effect size

power	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80
0.10	84	33	10	6	5	4	3	3	2	-	-	-
0.50	759	193	66	49	32	22	17	13	9	7	6	4
0.70	1235	310	138	78	50	35	26	20	13	10	7	6
0.80	1571	393	175	99	64	45	33	26	17	12	9	7
0.90	2102	526	234	132	85	59	44	34	22	16	12	9
0.95	2600	691	290	163	105	73	54	42	27	19	14	11
0.99	3675	920	409	231	148	103	76	58	38	27	20	15

ที่มา (cohen, 1969)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ฉ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## การวัดตัวแปรในการวิจัย

### การวัดตัวแปรทางสรีรวิทยา

#### ชั่งน้ำหนัก



#### อุปกรณ์

เครื่องชั่งน้ำหนักตัวอัตโนมัติ (Bioelectrical impedance analyzer ยี่ห้อทานิต้า Tanita

รุ่น BC-533 InnerScan Body Composition Monitor)

#### วิธีการ

1. ให้ผู้ทดสอบถอดรองเท้าและถุงเท้า
2. ใส่ข้อมูลของผู้ทดสอบ ได้แก่ อายุ เพศ ส่วนสูง
3. ให้ผู้ทดสอบยืนบนเครื่องวัด
4. บันทึกค่าน้ำหนัก

#### วัดความดันโลหิต



## อุปกรณ์

เครื่องวัดความดันโลหิตขณะพัก (Digital blood pressure ยี่ห้อ Omron รุ่น SEM1 model)

## วิธีการ

1. ให้ผู้ทดสอบนั่งสบายๆ ประมาณ 5 นาที ก่อนทำการวัด
2. ใช้ที่พันแขน (Arm cuff) พันเหนือข้อศอกประมาณ 1 นิ้ว
3. กดเปิดเครื่อง โดยเครื่องจะทำการอ่านค่าความดันโลหิตอัตโนมัติ
4. บันทึกค่าความดันโลหิต

## การวัดตัวแปรด้านการเผาผลาญพลังงาน

### การเผาผลาญพลังงาน



## อุปกรณ์

จักรยานวัดงาน (Bicycle ergometer ยี่ห้อ Marathon) ยางยืด (Rubber band ยี่ห้อ Dura-band) สีเขียว มีความหนากระดับปานกลาง ยาว 2 เมตร กว้าง 0.15 เมตร เครื่องแสดงอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor ยี่ห้อโพลาาร์ Polar รุ่น S610) และเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (cardiopulmonary gas exchange system ยี่ห้อคอร์เท็กซ์ (Cortex) รุ่นเมต้าแม็กซ์ ทรีบี (Metamax 3B): Breath by breath จากประเทศเยอรมนี)

## วิธีการ

1. ให้ผู้รับการทดสอบใส่อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการวัดให้ครบถ้วน
2. ให้ผู้รับการทดสอบอบอุ่นร่างกายแล้วเริ่มการปั่นจักรยานหรือปั่นจักรยานพร้อมกับใช้ยางยืดตามกลุ่มที่จัดไว้เป็นระยะเวลา 30 นาที ความหนัก 64-76% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เมื่อครบตามระยะเวลาแล้วให้ผ่อนคลายกล้ามเนื้อและพักให้หายเหนื่อย
3. บันทึกค่าในคอมพิวเตอร์

## การวัดตัวแปรสุขภาพสมรรถนะ

### องค์ประกอบร่างกาย



### อุปกรณ์

เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Bioelectrical impedance analyzer ยี่ห้อ Maltron)

### วิธีการ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบถอดรองเท้าและถุงเท้า
2. ผู้เข้ารับการทดสอบนอนบนเบาะ โดยผู้ทำการทดสอบทำความสะอาดบริเวณที่ติดอิเล็กโทรด ได้แก่ หลังฝ่ามือบริเวณโคนนิ้วกลางและข้อมือ และบริเวณโคนนิ้วกลางและข้อเท้า
3. กรอประวัติ น้ำหนัก ส่วนสูง เพศ เชื้อชาติ อายุ
4. กดปุ่มเริ่มทำงานแล้วรอสักครู่แล้วบันทึกค่าองค์ประกอบร่างกาย

ศูนย์เวชศาสตร์พยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## องศาการเคลื่อนไหว



ท่างอข้อไหล่ (Shoulder flexion)



ท่าเหยียดข้อไหล่ (Shoulder extension)



ท่ากางข้อไหล่ (Shoulder abduction)





ท่างอสะโพก (Hip flexion)



ท่ากางสะโพก (Hip abduction)



ท่าเหยียดสะโพก (Hip extension)

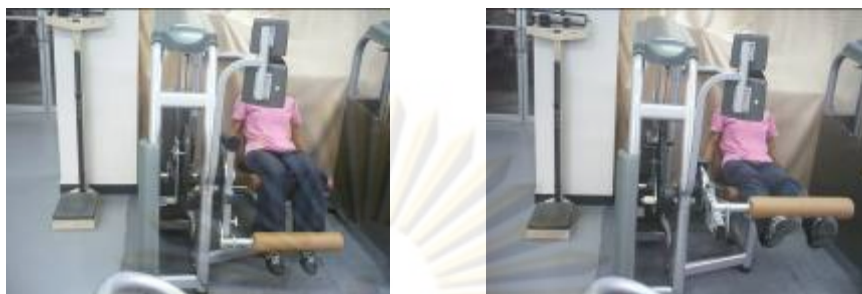
### อุปกรณ์

เครื่องวัดระยะการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆ (Goniometer)

### วิธีการ

1. ให้ผู้รับการทดสอบยืนในการวัดมุมการเคลื่อนไหวของข้อไหล่ โดยยกแขนในทิศทางต่างๆ
2. ให้ผู้รับการทดสอบนอนในการวัดมุมการเคลื่อนไหวของข้อสะโพก โดยยกขาในทิศทางต่างๆ
3. บันทึกค่ามุมการเคลื่อนไหวในแต่ละท่า

## ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ



1-RM Quadriceps



1-RM Hamstrings



1-RM Biceps



1-RM Triceps

### อุปกรณ์

เครื่องเล่นยกน้ำหนัก (Weight machine)

### วิธีการ

1. ให้ผู้รับการทดสอบอบอุ่นกล้ามเนื้อก่อน
2. แนะนำวิธีการตั้งและดันน้ำหนักและการหายใจ โดยสาธิตวิธีการปฏิบัติให้ดูเป็นตัวอย่าง
3. ผู้รับการทดสอบทำการตั้งหรือดันน้ำหนัก

### การไหลของเลือด



### อุปกรณ์

เครื่องวัดอัตราการไหลของเลือดชั้นผิวหนัง (Laser Doppler flowmeter ยี่ห้อ DRT4 MoorLAB, Moor instrument, UK)

### วิธีการ

1. ผู้รับการทดสอบนั่งพักเป็นเวลา 5 นาที
2. ทำการติดไฟเบอร์บริเวณข้อมือ และพื้นที่วัดแขน โดยบันทึกท่าขณะพัก ใช้เครื่องวัดความดันบีบความดันเหนือความดันโลหิตของผู้รับการทดสอบ 20 มิลลิเมตรปรอท ค้างไว้ 3 นาที ต่อมาปล่อยลมออก 5 นาที

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

- ชื่อ : นางสาวเสาวลักษณ์ สุนทรลักษณ์
- วัน เดือน ปีเกิด : วันที่ 16 สิงหาคม 2527
- สถานที่เกิด : น่าน
- สถานที่อยู่ปัจจุบัน : 382 ร้านพ.ธนาช่าง ซ.ประชาสงเคราะห์ 45(ทางเข้าม.หอการค้า)  
ถ.ประชาสุข แขวงดินแดง เขตดินแดง กรุงเทพฯ 10400
- ประวัติการศึกษา : สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา) เกียรตินิยมอันดับสอง สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2549 เข้าศึกษาต่อหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2550

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย