ผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

นายธิติ ญานปรีชาเศรษฐ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF RESISTANCE TRAINING ON BODY COMPOSITION IN OVERWEIGHT WOMEN

Mr. Thiti Yanprechaset

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน
โดย	นายธิติ ญานปรีชาเศรษฐ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. วิชิต คนึงสุขเกษม

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิชิต คนึงสุขเกษม)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ เจริญ กระบวนรัตน์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายธิติ ญานปรีชาเศรษฐ: ผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน. (EFFECTS OF RESISTANCE TRAINING ON BODY COMPOSITION IN OVERWEIGHT WOMEN.) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม, 138 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน อาสาสมัครที่เข้าร่วมการทดลองครั้งนี้ อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 30-40 ปี จำนวน 40 คน ที่มีค่าดัชนีมวลกายระหว่าง 23-24.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย จำแนกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน โดยกลุ่มที่หนึ่ง เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 20 คน ดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ กลุ่มที่สอง เป็นทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในกลุ่มเดียวกัน จำนวน 20 คน โดยในช่วงแรกได้ให้อาสาสมัครในกลุ่มทดลองดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ หลังจากนั้นอาสาสมัครในกลุ่มทดลองได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านที่ระดับความหนัก 8-12 RM เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ทำการฝึกแบบใช้แรงต้าน 10 ท่าฝึก โดยฝึกอย่างต่อเนื่องระหว่าง 8-12 ครั้ง ในแต่ละท่าฝึก ไม่มีการหยุดพักระหว่างท่าฝึก แต่เปลี่ยนไปฝึกกล้ามเนื้ออีกกลุ่มแทน จนครบ 3 รอบ พัก 30-60 วินาทีระหว่างรอบ ซึ่งกลุ่มทดลองได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้าน เป็นระยะเวลา 3 ครั้งต่อสัปดาห์ วันเว้นวัน ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองได้รับการวิเคราะห์ความต้านทานการนำกระแสไฟฟ้าของร่างกาย เพื่อตรวจหาองค์ประกอบของร่างกาย และวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังก่อนการทดลองและทุก ๆ 2 สัปดาห์ระหว่างการทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที โดยที่ตัวแปรทั้งสองเป็นอิสระต่อกัน (Independent-sample t test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรระหว่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way Repeated Measures ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่มและทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method] ที่ระดับความมีนัยสำคัญที่ 0.05

ผลการวิจัยพบว่า

1. ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มควบคุมพบว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของร่างกาย ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน และความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขณะที่ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน และบริเวณเอวของกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนน้ำหนักของร่างกาย ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน บริเวณเอว และบริเวณต้นขา ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้าน ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขณะที่น้ำหนักของร่างกาย ดัชนีมวลกาย ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน บริเวณเอว และบริเวณต้นขา ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์การกีฬา.....ลายมือชื่อนิสิต.....ธิติ ญานปรีชาเศรษฐ.....

ปีการศึกษา.....2550.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4978608539 : MAJOR SPORTS SCIENCE

KEY WORD: RESISTANCE TRAINING / BODY COMPOSITION / OVERWEIGHT WOMEN

THITI YANPRECHASET : EFFECTS OF RESISTANCE TRAINING ON BODY COMPOSITION IN OVERWEIGHT WOMEN. THESIS ADVISER : ASSOC.PROF. VIJIT KANUNGSUKKASEM, Ed.D, 138 pp.

The purpose of this research was to study the effects of resistance training on body composition in overweight women. There were 40 volunteers between aged of 30 – 40 years old with a body mass index (BMI) between 23-24.9 kg/m^2 participating in this study. The subjects were simply random sampled and divided into 2 groups with 20 subjects in each group. The first group was the control group with normal daily life activities for 14 weeks while the second group was the experimental group with normal daily life activities in the first six weeks and training with the resistance training exercise for 8 weeks. They trained by lifting the weights for 3 circuits (10 muscle training positions in each circuit) with 30-60 seconds rest interval between each circuit. Each muscle training position was trained with 1 set and with 8-12 repetitions a set and then was alternatively trained with the other muscle groups without anybreak in one circuit. They were trained 3 days a week for every other day. Every 2 weeks, all subjects in both groups were measured by Foot-to-Foot Bioelectrical Impedance Analyzer and skinfold thickness measurement to evaluate the body composition. The results were analyzed by means, standard deviation, and t-test (independent) to compare the significant differences of the body composition variables between the control group and the experimental group at the .05 level. One-way repeated measurement was also performed to study the significant differences of the body composition variables within both groups at the .05 level. If any significance were found, the tukey (a) method would be performed to determine the coupling difference.

The results were found out as follows;

1. After 14 weeks, there were increasing of body weight, BMI, %FM and thigh skinfold, but RMR and %FFM were decreased at the significant level of .05 while there were no any significant differences of triceps skinfold and subprailiac skinfold within the control group.

2. After 14 weeks, there were increasing of RMR and %FFM, but body weight, BMI, %FM, triceps skinfold, subprailiac skinfold and thigh skinfold were decreased at the significant level of .05 within the experimental group.

3. After 14 weeks, there were significant differences of RMR, %FFM and %FM between the control group and experimental group at the significant level of .05 while there were no any significant differences of body weight, BMI, triceps skinfold, subprailiac skinfold and thigh skinfold between the control group and experimental group at the significant level of .05.

Field of study :.....Sports science.....Student's signature :.....Thiti Yanprechaset.....

Academic year :.....2007.....Advisor's signature :.....Vijit Kanungsukkasem.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยคำแนะนำช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. วิชิต คนึงสุขเกษม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ รองศาสตราจารย์ เจริญ กระบวนรัตน์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม และอาจารย์สิทธา พงษ์พิบูลย์

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ได้วางรากฐานการศึกษา ให้คำแนะนำและกำลังใจแก่ผู้วิจัย และเนื่องจากผู้วิจัยได้รับทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเฉลิมฉลองในวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเจริญพระชนมายุครบ 72 พรรษา และทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิตบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 1 ประจำปีงบประมาณ 2551 ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความกรุณามา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ นายยงยุทธ อมาตยกุล ผู้อำนวยการฝ่ายธุรการและพัสดุ ธนาคารแห่งประเทศไทย ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่ห้องประชุม อาคาร 2 ธนาคารแห่งประเทศไทย นายชัยรัตน์ จุฑารัตน์ ผู้บริหารทีมงานธุรการ ธนาคารแห่งประเทศไทย ที่ให้บริการและแนะนำสถานที่ที่เหมาะสม นายศศิธร นาคเขียว เจ้าหน้าที่ควบคุมทีมบริหารงานธุรการ ธนาคารแห่งประเทศไทย ที่อำนวยความสะดวกในการจองห้องประชุม รวมทั้งขอขอบคุณ เพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ นิสิตบัณฑิตศึกษา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิจัยตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณนพเกต ญานปรีชาเศรษฐ ซึ่งเป็นผู้ช่วยเหลือในการติดต่อ และอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัย คุณพรชนก ญานปรีชาเศรษฐ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล และถ่ายรูปขณะดำเนินการวิจัย จึงขอขอบพระคุณมาไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูบาอาจารย์ และผู้มีอุปการคุณทุกท่านของผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญรูปภาพ	ฒ
สารบัญแผนภูมิ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
คำถามของการวิจัย	3
สมมติฐานของการวิจัย	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
ข้อตกลงเบื้องต้น	5
ข้อจำกัดในการวิจัย	5
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	5
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
องค์ประกอบของร่างกายมนุษย์	8
ข้อจำกัดของการวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้า	8
ภาวะน้ำหนักเกิน	10
เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกภาวะน้ำหนักเกิน	10
องค์ประกอบที่สำคัญของปัญหาน้ำหนักเกิน	11
ผลเสียของภาวะน้ำหนักเกิน	12
การออกกำลังกายและการฝึกสำหรับหญิง	12
ข้อพิจารณาเกี่ยวกับนรีเวชวิทยา	13
การขยายขนาดของกล้ามเนื้อ (Hypertrophy)	14
การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและองค์ประกอบของเส้นใยกล้ามเนื้อ	14

หน้า

หลักการฝึกแบบใช้แรงต้าน (Resistance Training Principle)..... 15
การระบมของกล้ามเนื้อ (Muscular Soreness)..... 18
ข้อเสนอแนะเพื่อป้องกันการระบมของกล้ามเนื้อ..... 19
งานวิจัยในประเทศ 19
งานวิจัยในต่างประเทศ 23

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 29
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 30
รูปแบบการวิจัย 31
วิธีดำเนินการวิจัย 31
การวิเคราะห์ทางสถิติ 37

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 39

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ..... 87
สรุปผลการวิจัย..... 88
อภิปรายผลการวิจัย..... 90
ข้อเสนอแนะ..... 106

รายการอ้างอิง 107
ภาคผนวก 116
ภาคผนวก ก 117
ภาคผนวก ข 118
ภาคผนวก ค 119
ภาคผนวก ง 129
ภาคผนวก จ 131
ภาคผนวก ฉ 134
ภาคผนวก ช 135
ภาคผนวก ซ 136
ภาคผนวก ฌ 137
ภาคผนวก ญ 138

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 139

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา ก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน…… 40

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำหนักของร่างกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน..... 41

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของดัชนีมวลกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน..... 42

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน……... 43

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน…….. 44

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน…….. 45

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน (Triceps) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน……... 46

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอว (Suprailium) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน……..... 47

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขา (Thigh) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน……..... 48

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักร่างกายกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์……..... 49

ตารางที่ 11 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยน้ำหนักร่างกายกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) 50

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักร่างกายกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์……..... 51

ตารางที่ 13 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยน้ำหนักร่างกายกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) ……. 52

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายกลุ่มควบคุมก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์…… 53

หน้า

ตารางที่ 15 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย กลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) 54

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์..... 55

ตารางที่ 17 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย กลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ)..... 56

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน กลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์..... 57

ตารางที่ 19 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน กลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ)..... 58

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน กลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์ 59

ตารางที่ 21 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน กลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ)..... 60

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน กลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์..... 61

หน้า

ตารางที่ 23 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ)……..... 62

ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์ 63

ตารางที่ 25 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ)..... 64

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์……. 65

ตารางที่ 27 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) 66

ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์…… 67

ตารางที่ 29 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ)……. 68

ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ 69

หน้า

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง บริเวณใต้ท้องแขน กลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์..... 70

ตารางที่ 32 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ)……..……. 71

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง บริเวณเอว กลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์……... 72

ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง บริเวณเอว กลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์…… 73

ตารางที่ 35 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอวกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ)…… 74

ตารางที่ 36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง บริเวณต้นขากลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์……... 75

ตารางที่ 37 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขากลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง ตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ)…… 76

หน้า

ตารางที่ 38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง บริเวณต้นขากลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์..... 77

ตารางที่ 39 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมัน ใต้ผิวหนังบริเวณต้นขากลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ)..... 78

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพประกอบ หน้า

รูปภาพที่ 1 แสดงรูปแบบแนวคิดของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อการเผาผลาญพลังงาน... 3

รูปภาพที่ 2 แผนภาพแสดงองค์ประกอบของร่างกาย..... 8

รูปภาพที่ 3 แสดงสาเหตุของภาวะน้ำหนักเกินต่อสมดุลพลังงาน…….. 10

รูปภาพที่ 4 แสดงเกณฑ์ในการจำแนกภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก..... 11

รูปภาพที่ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 28

รูปภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการทดลอง..... 36

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของอายุ ส่วนสูง และน้ำหนัก ก่อนการทดลอง ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน..... 79

แผนภูมิที่ 2 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย ของน้ำหนักของร่างกาย ก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน..... 80

แผนภูมิที่ 3 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย ของอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน ก่อนและหลัง การทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน..... 81

แผนภูมิที่ 4 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน ก่อนและหลัง การทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน..... 82

แผนภูมิที่ 5 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน ก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน..... 83

แผนภูมิที่ 6 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย ของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน (Triceps) ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน 84

แผนภูมิที่ 7 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย ของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอว (Suprailium) ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน 85

แผนภูมิที่ 8 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย ของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขา (Thigh) ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน 86

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

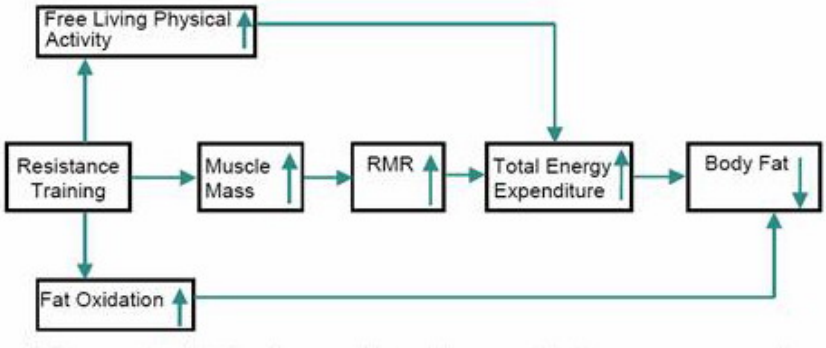
ในปัจจุบันพบว่าภาวะน้ำหนักเกินของประชากรมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วทั้งในประเทศที่กำลังพัฒนาและประเทศที่พัฒนาแล้ว ปัญหาภาวะน้ำหนักเกินสาเหตุหลักเกิดจากพฤติกรรมของมนุษย์ที่ปรับเปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อม สังคม และวัฒนธรรม เช่น พฤติกรรมในการรับประทานอาหาร การเลือกรับประทานอาหารสำเร็จรูป อาหารจานด่วน (Fast Food) การขึ้นลงโดยใช้ลิฟท์ การใช้โทรศัพท์มือถือ การดูทีวี และการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น การใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ เหล่านี้ ทำให้กิจกรรมทางกายลดลง ร่างกายมีการสะสมไขมันเพิ่มขึ้น ภาวะน้ำหนักเกินเป็นสาเหตุสำคัญที่นำไปสู่ภาวะที่ทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้แก่ โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจ ซึ่งหากมีภาวะน้ำหนักเกินเพิ่มขึ้นมากเท่าใด โอกาสที่จะเป็นโรคต่าง ๆ ก็จะเพิ่มสูงขึ้นมากเท่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดจากทั่วโลกพบว่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยรายงานล่าสุดในปีที่ผ่านมา มีจำนวนผู้เสียชีวิตสูงถึงกว่า 10 ล้านคน และคาดว่าในอีก 5 ปีข้างหน้าจะเพิ่มขึ้นเป็น 20 ล้านคน และมีแนวโน้มจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นการป้องกันและควบคุมมิให้เกิดภาวะน้ำหนักเกิน จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

ภาวะน้ำหนักเกินพบว่ามีจำนวนเพิ่มสูงขึ้นในวัยทำงาน เนื่องจากการทำงานในยุคปัจจุบันที่มีแข่งขันสูง คนส่วนใหญ่ทุ่มเทให้กับงาน จนลืมคำนึงถึงสุขภาพร่างกายของตนเอง เวลาที่ใช้ในการรับประทานอาหารบางครั้งก็มีน้อย ใช้เวลาเพียงไม่กี่นาที เพราะต้องรีบไปประชุมหรือทำงานต่อ ทำให้ต้องรีบรับประทานอาหารอย่างรวดเร็ว ซึ่งการรับประทานอาหารอย่างรวดเร็วพบว่าเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดภาวะน้ำหนักเกิน เนื่องจากศูนย์รับรู้ความอิ่มจะต้องใช้เวลาประมาณ 20 นาที จึงจะสามารถรับรู้ได้ว่าร่างกายอิ่มหรือไม่ (วัลลภ พรเรืองวงศ์, 2550) ทำให้ร่างกายอาจได้รับปริมาณอาหารมากเกินความต้องการที่แท้จริงของร่างกาย นอกจากนี้อายุที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการเผาผลาญพลังงานพื้นฐานลดลง จากการศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า 64% ของประชากรวัยผู้ใหญ่ มีปัญหาน้ำหนักเกินและมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ (Flegal, 2002) ดังนั้นจึงควรมีการควบคุมดูแลด้านโภชนาการ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสะสมกลายเป็นไขมันมากเกินไป จนทำให้เกิดภาวะน้ำหนักเกินในที่สุด

จากการสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2545) พบว่า คนไทยที่มีอายุ 6 ปีขึ้นไป เกือบร้อยละ 30 ออกกำลังกายสม่ำเสมอสัปดาห์ละ 1 วัน และมีเพียงร้อยละ 20 เท่านั้น ที่ออกกำลังกายมากกว่าหรือเท่ากับสัปดาห์ละ 3 วัน ทั้งนี้ไม่นับรวมการออกแรงในการประกอบอาชีพ การทำกิจวัตรประจำวัน โดยพบว่าสาเหตุของการไม่ออกกำลังกายและเล่นกีฬา คือ ไม่มีเวลา (ร้อยละ 54) และไม่สนใจ (ร้อยละ 41) ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องดำเนินมาตรการเชิงรุก เข้าหากลุ่มเป้าหมายในสถานที่ต่าง ๆ เพื่อให้ความรู้ สร้างแรงจูงใจ สร้างสิ่งแวดล้อม สร้างการสนับสนุนทางสังคม และเสนอทางเลือกของการออกกำลังกายที่หลากหลายนอกเหนือจากการออกกำลังที่เป็นแบบแผน เพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้หันมาสนใจการออกกำลังกาย

เป้าหมายด้านสาธารณสุขของการออกกำลังกาย คือ การลดโรคภัยไข้เจ็บ หรือปัญหาสุขภาพที่สำคัญ ปัญหาเหล่านี้เกิดจากสาเหตุสำคัญประการหนึ่งคือ ขาดการเคลื่อนไหวออกแรงหรือการออกกำลัง หากมองจากทัศนะของการสาธารณสุข (Blair at el., 2001) เห็นว่า ข้อแนะนำ หรือมาตรการดำเนินงานเกี่ยวกับการออกกำลังกาย ควรเป็นไปเพื่อส่งเสริม ให้มีการเคลื่อนไหวออกแรงหรือการออกกำลังให้กระฉับกระเฉงขึ้น เช่น การเดินขึ้นบันไดแทนการขึ้นลิฟท์ การเดินไปจ่ายตลาด และการเคลื่อนย้ายสิ่งของจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งในแต่ละวันมากกว่า 1 ชั่วโมง ก็สามารถลดปัจจัยเสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพได้เช่นกัน (Fletcher et al., 2001) ดังนั้น บุคคลเป้าหมายของการส่งเสริมการออกกำลังกาย คือ ผู้ที่ไม่ค่อยออกกำลังกาย หรือเคลื่อนไหวอย่างกระฉับกระเฉง

การฝึกแบบใช้แรงต้าน (Resistance Training) ทำให้มวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น โดยมวลกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นจะสามารถกระตุ้นการเผาผลาญพลังงานพื้นฐานในขณะพัก ทำให้ร่างกายมีการใช้พลังงานโดยรวมเพิ่มขึ้น จากผลของการฝึกแบบใช้แรงต้าน และพลังงานที่ใช้ในการทำกิจกรรมในแต่ละวัน รวมถึงช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกก็มีผลทำให้ร่างกายมีการเผาผลาญพลังงานจากไขมันเพิ่มสูงขึ้น จึงทำให้สามารถลดไขมันในร่างกายลงได้ ซึ่งโปรแกรมนี้จะสามารถพัฒนาองค์ประกอบของร่างกายให้ดีขึ้นได้ทั้งในบุคคลที่มีภาวะน้ำหนักเกิน และบุคคลทั่วไปที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง รวมถึงนักกีฬาที่ต้องการคงสมรรถภาพของร่างกายให้สมบูรณ์แข็งแรงอยู่เสมอ ซึ่งโปรแกรมการฝึกแบบใช้แรงต้านนี้จะช่วยให้ผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินสามารถเผาผลาญไขมันและพัฒนารูปร่างได้ด้วย (ครูซ, 2546: 20-21) โดยรูปแบบแนวคิดของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อการเพิ่มขึ้นของกระบวนการเผาผลาญพลังงานจากการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อ อธิบายดังรูปที่ 1



(ที่มา : Donnelly et al., 2004)

รูปภาพที่ 1 แสดงรูปแบบแนวคิดของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อการเผาผลาญพลังงาน

การฝึกแบบใช้แรงต้านสามารถเพิ่มการเผาผลาญพลังงานโดยการส่งเสริมการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อ โดยมวลกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นนั้นสามารถเผาผลาญพลังงานได้เพิ่มขึ้นประมาณ 15-25 กิโลแคลอรี่ต่อวัน และสามารถส่งเสริมกระบวนการเผาผลาญอย่างต่อเนื่องแม้ในขณะพักตลอดทั้งวัน ไม่ใช่เฉพาะเวลาออกกำลังกาย แม้ว่าการใช้พลังงานจากการฝึกแบบใช้แรงต้านจะเผาผลาญพลังงานต่อครั้งได้น้อยกว่าการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง แต่การสะสมของการเผาผลาญพลังงานตลอด 24 ชั่วโมง จากมวลกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้น ก็เพียงพอที่จะช่วยในการบริหารน้ำหนักของร่างกาย (Weight Management) ได้ (Sparti et al., 1997)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษา ผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน ในบุคคลวัยทำงานที่มีอายุระหว่าง 30-40 ปี ซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่สะดวก สามารถทำได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ และไม่ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีราคาสูง โดยมุ่งเน้นผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านว่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของร่างกายในหญิงวัยทำงานมากน้อยเพียงใด

คำถามของการวิจัย

การฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินจะสามารถก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อองค์ประกอบของร่างกายในทางที่ดีขึ้นได้หรือไม่

สมมติฐานของการวิจัย

การฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินจะสามารถก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อองค์ประกอบของร่างกายในทางที่ดีขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มควบคุม ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นบุคลากรของธนาคารแห่งประเทศไทย เพศหญิง อายุระหว่าง 30-40 ปี มีสุขภาพแข็งแรง ดำเนินชีวิตประจำวันปกติ
2. ตัวแปรในการวิจัย ศึกษาการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน จำแนกได้ดังนี้
    2.1 ตัวแปรต้น (Independent Variables) คือ โปรแกรมการฝึกแบบใช้แรงต้าน (ปรับปรุงบางส่วนจาก ครูซ, 2546)
    2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables)
        - น้ำหนักของร่างกาย (Body Weight)
        - ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index; BMI)
        - อัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน (Resting Metabolic Rate; RMR)
        - เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน (%Fat Free Mass; %FFM)
        - เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน (%Fat Mass; %FM)
        - ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfold Thickness)

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ผู้รับการทดลองครั้งนี้เป็นบุคลากรของธนาคารแห่งประเทศไทย เพศหญิง อายุ 30-40 ปี ที่มีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง และสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย
2. ผู้รับการทดลองทุกคนได้รับแรงกระตุ้นและจูงใจในการฝึกแบบใช้แรงต้านอย่างสม่ำเสมอ
3. ตลอดระยะเวลาการฝึก 14 สัปดาห์ ผู้รับการทดลองการฝึกแบบใช้แรงต้านจะดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ
4. ในการฝึกทุกครั้ง ผู้เข้ารับการทดลองแต่งกายด้วยชุดที่สะดวกในการออกกำลังกายและอยู่ในสภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน เช่น สภาพภูมิอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส และรูปแบบของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบเดียวกัน
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดมีความแม่นตรงและเชื่อถือได้
6. ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน

ข้อจำกัดในงานวิจัย

ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมการรับประทานอาหาร การพักผ่อนและกิจวัตรประจำวันของผู้รับการทดลองได้ อย่างไรก็ดีผู้วิจัยได้คัดเลือกอาสาสมัครที่มีกิจวัตรประจำวันคล้ายคลึงกัน เช่น ไม่เคยออกกำลังกายอย่างน้อย 6 เดือน และทำงานนั่งโต๊ะเป็นประจำทุกวัน เป็นต้น

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การฝึกแบบใช้แรงต้าน (Resistance Training) หมายถึง การฝึกแบบใช้แรงต้านโดยใช้อุปกรณ์การฝึกยกน้ำหนักที่เป็นอิสระหรือฟรีเวท (Free Weight) ได้แก่ ดัมเบล และถุงทราย

ความหนัก (Intensity) หมายถึง ระดับของน้ำหนักที่ใช้ในการฝึก ซึ่งจะกำหนดเป็นจำนวนครั้งที่สามารถทำได้สูงสุด เช่น 8-12 ครั้ง ของความสามารถในการยกน้ำหนักสูงสุด โดยการประเมินจากความสามารถของอาสาสมัครที่สามารถยกได้อย่างต่อเนื่องตามจำนวนครั้งที่กำหนด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะใช้ความหนักที่ 8-12 RM เพราะเป็นช่วงที่สามารถพัฒนากล้ามเนื้อ (Muscle Hypertrophy) ได้มากที่สุด (American College of Sports Medicine [ACSM], 2002)

องค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition) หมายถึง ส่วนประกอบที่มีอยู่ในร่างกาย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน (Fat Free Mass) เป็นน้ำหนักของเนื้อเยื่อที่ไม่มีไขมัน ได้แก่ น้ำ แร่ธาตุ กระดูก และกล้ามเนื้อ เป็นต้น และ 2) น้ำหนักไขมัน (Fat Mass) เป็นน้ำหนักของเนื้อเยื่อไขมันที่ประกอบด้วยไขมันจำเป็น (Essential Fat) และไขมันที่สะสมอยู่ในร่างกาย (Storage Fat) ซึ่งการวัดส่วนประกอบของร่างกายมักใช้การประมาณค่าจากเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน

อัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน (Resting Metabolic Rate; RMR) หมายถึง จำนวนของแคลอรี่ที่น้อยที่สุดที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อใช้ในการทำงานพื้นฐานทางสรีรวิทยาของร่างกาย รวมถึงการหายใจ การไหลเวียนเลือด และกระบวนการทางชีวเคมีต่าง ๆ เพื่อให้ร่างกายสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index; BMI) หมายถึง ค่าดัชนีที่คำนวณได้จากน้ำหนักของร่างกาย และส่วนสูง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบความสมดุลระหว่างน้ำหนักของร่างกายต่อความสูงของมนุษย์

ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfold Thickness) หมายถึง ระดับความหนาของไขมันใต้ผิวหนังที่สะสมอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

หญิงวัยทำงาน (Working Women) หมายถึง วัยที่มีอายุระหว่าง 30-40 ปี โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2545) ได้แบ่งช่วงชีวิต ดังนี้ วัยเด็ก (6-14 ปี) เยาวชน (15-24 ปี) วัยทำงาน (25-59 ปี) วัยสูงอายุ (60 ปีขึ้นไป)

ภาวะน้ำหนักเกิน (Overweight) หมายถึง ภาวะที่ร่างกายสะสมไขมันในปริมาณที่เกินกว่าที่ร่างกายต้องการ ทำให้มีน้ำหนักของร่างกายมากกว่าที่ควรจะเป็น โดยมีค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 23-24.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (WHO, 2000)

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ผลการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นการสร้างทางเลือกในการออกกำลังกายให้กับผู้ที่สนใจ
2. ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และมวลกล้ามเนื้อ
3. เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายในทางที่ดีขึ้น
4. สามารถใช้เป็นแนวทางในการออกกำลังกายสำหรับบุคลากรในองค์กรต่าง ๆ ที่มีกิจวัตรประจำวันนั่งโต๊ะทำงานเป็นระยะเวลานาน ๆ เนื่องจากใช้เวลาในการออกกำลังกายที่ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์หรือพื้นที่มากมาย และบริหารร่างกายในช่วงเย็น จึงไม่เป็นการรบกวนการทำงานในองค์กรแต่อย่างใด ทั้งยังช่วยทำให้บุคลากรมีสุขภาพร่างกายแข็งแรงอีกด้วย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง “ผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน” ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประกอบเป็นแนวทางในการศึกษา โดยกำหนดขอบเขตการเลือกงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหลัก PICO (Schunemann et al., 2006) ประกอบด้วย

P (Population) = ผู้หญิงวัยทำงาน ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน
I (Intervention) = โปรแกรมการฝึกแบบใช้แรงต้าน
C (Comparison) = ใช้การเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม
O (Outcome) = ผลของโปรแกรมการฝึกแบบใช้แรงต้านที่สามารถก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อองค์ประกอบของร่างกายในทางที่ดีขึ้น

ซึ่งได้เรียบเรียงไว้ดังนี้

ก. เอกสาร วารสาร และตำรา ที่เกี่ยวข้อง

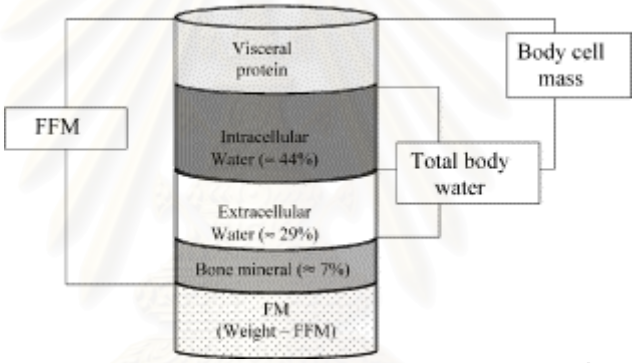
1. องค์ประกอบของร่างกายมนุษย์
2. ข้อจำกัดของการวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้า
3. ภาวะน้ำหนักเกิน
4. เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกภาวะน้ำหนักเกิน
5. องค์ประกอบที่สำคัญของปัญหาน้ำหนักเกิน
6. ผลเสียของภาวะน้ำหนักเกิน
7. ความแตกต่างทางสรีรวิทยาระหว่างเพศชายกับเพศหญิง
8. ข้อพิจารณาเกี่ยวกับนรีเวชวิทยา
9. การขยายขนาดของกล้ามเนื้อ (Hypertrophy)
10. การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและองค์ประกอบของเส้นใยกล้ามเนื้อ
11. หลักการฝึกแบบใช้แรงต้าน (Resistance Training Principle)
12. การระบมของกล้ามเนื้อ (Muscular Soreness)
13. ข้อเสนอแนะเพื่อป้องกันการระบมของกล้ามเนื้อ

ข. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ
2. งานวิจัยต่างประเทศ

องค์ประกอบของร่างกายมนุษย์

ร่างกายมนุษย์ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนคือ ส่วนของน้ำหนักไขมัน (Fat Mass) และส่วนของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน (Fat-Free Mass) ดังแสดงในรูปที่ 2 ส่วนของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 4 ส่วน คือ ส่วนของโปรตีน ส่วนของแร่ธาตุในกระดูก และส่วนของน้ำ ซึ่งประกอบด้วยน้ำในเซลล์ (Intracellular Water) และน้ำนอกเซลล์ (Extracellular Water) เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ร่างกาย ร่างกายสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้เพราะน้ำในร่างกายประกอบด้วยอิเล็กโทรไลต์ (Electrolytes) ซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้า ในขณะเดียวกันร่างกายมีความต้านทานต่อการไหลของกระแสไฟฟ้า เพราะร่างกายประกอบด้วยไขมันและองค์ประกอบอื่น ๆ ซึ่งเป็นฉนวนไฟฟ้า เรียกความต้านทานของร่างกายที่ขัดขวางการไหลของกระแสไฟฟ้าว่าอิมพีแดนซ์ (Impedance)



(ที่มา: Kyle et al, 2004)

รูปภาพที่ 2 แผนภาพแสดงองค์ประกอบของร่างกาย

ข้อจำกัดของการวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้า

การวัดปริมาณส่วนประกอบต่าง ๆ ของร่างกายโดยการวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้า (BIA) มีข้อจำกัดหลายประการ พอสรุปได้ดังนี้

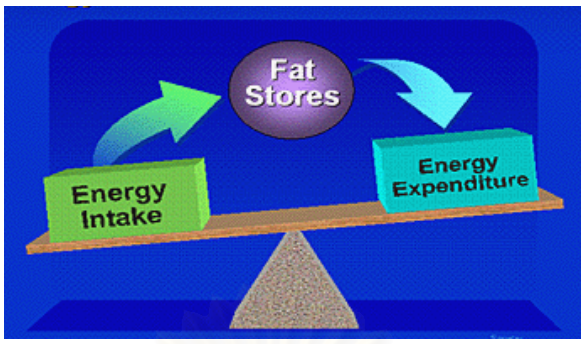
1. การวัดปริมาณองค์ประกอบของร่างกายโดยการวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง เพราะร่างกายมิใช่ทรงกระบอกเดี่ยวที่มีองค์ประกอบต่าง ๆ ในอัตราส่วนเดียวกันทั่วทั้งทรงกระบอก ในทางตรงกันข้ามร่างกายแต่ละส่วนมีโครงสร้าง ขนาดและองค์ประกอบที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณกล้ามเนื้อและปริมาณของไอออน (Ion) ดังนั้นร่างกายแต่ละส่วนจึงนำกระแสไฟฟ้าได้ไม่เท่ากันและมีความต้านทานต่อการไหลของกระแสไฟฟ้าไม่เท่ากัน (Baumgartner et al, 1996)

2. การวัดปริมาณส่วนประกอบต่าง ๆ ของร่างกายโดยการวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าอาจมีความแปรผันในแต่ละบุคคล เพราะร่างกายของแต่ละบุคคลมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น เยื่อหุ้มเซลล์กล้ามเนื้อลายของคนปกติมีรีแอกแทนซ์สูงสุดต่อไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่ 50 กิโลเฮิรตซ์ แต่ก็มีรายงานว่า เยื่อหุ้มเซลล์กล้ามเนื้อลายของคนปกติบางคนมีรีแอกแทนซ์สูงสุดต่อไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่ต่ำเพียง 30 กิโลเฮิรตซ์ ในขณะที่คนปกติบางคนมีรีแอกแทนซ์สูงสุดต่อไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่สูงถึง 100 กิโลเฮิรตซ์ (Baumgartner et al, 1996) ดังนั้น การใช้ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่ 50 กิโลเฮิรตซ์เพื่อวัดรีแอกแทนซ์ในการวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้า จึงอาจได้ค่าที่ไม่ถูกต้องในบางบุคคล (Ellis, 2000)

3. การวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าไม่ใช่เทคนิคที่วัดปริมาณองค์ประกอบของร่างกายโดยตรง เพราะแท้ที่จริงแล้วการวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าเป็นเทคนิคที่วัดอิมพีแดนซ์ของร่างกาย แล้วจึงคำนวณปริมาณองค์ประกอบของร่างกายจากค่าอิมพีแดนซ์หรือค่าทางไฟฟ้าอื่น ๆ ที่วัดได้ ถึงแม้การวัดปริมาณองค์ประกอบของร่างกายโดยการวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าจะตั้งอยู่บนสมมติฐานทางชีวฟิสิกส์ แต่สมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำและส่วนประกอบอื่น ๆ ของร่างกายจากการวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าล้วนแล้วแต่เป็นสมการที่พัฒนาจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในเชิงสถิติ โดยไม่มีความสัมพันธ์ทางสรีรวิทยาหรือชีวฟิสิกส์รองรับ ดังนั้นสมการต่าง ๆ ที่ใช้คำนวณปริมาณองค์ประกอบของร่างกายจากการวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้า จึงมีข้อจำกัดคือ สามารถนำไปใช้ในการคำนวณปริมาณองค์ประกอบของร่างกายอย่างถูกต้องในบุคคลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มประชากรที่ใช้ในการพัฒนาสมการเท่านั้น (Heyward et al, 1996)

4. การวัดปริมาณองค์ประกอบของร่างกายโดยการวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าอาจได้ผลที่ไม่ถูกต้องในผู้ที่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหรืออิเล็กโทรไลต์ในร่างกาย เช่น ภาวะบวมน้ำ (Edema) และภาวะที่มีการเสียน้ำ (Dehydration) เพราะการวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าเป็นเทคนิคที่วัดปริมาณน้ำในร่างกาย ด้วยเหตุนี้ในทางปฏิบัติจึงแนะนำให้ผู้ป่วยงดการประกอบกิจกรรมที่ทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำ เช่น การออกกำลังกายก่อนทำการวัดปริมาณองค์ประกอบของร่างกายโดยการวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าการวัดปริมาณองค์ประกอบของร่างกายโดยการวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าอาจได้ผลที่ไม่ถูกต้องในผู้ที่มีองค์ประกอบของร่างกายในสัดส่วนที่แตกต่างจากคนปกติเป็นอย่างมาก เช่น ผู้ที่มีภาวะอ้วนเกินอย่างรุนแรง ถึงแม้ว่าการวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้าจะมีข้อจำกัดหลายประการดังกล่าว แต่การวิเคราะห์ความต้านทานกระแสไฟฟ้า เป็นเทคนิคที่ได้รับการยอมรับว่าสามารถวัดปริมาณองค์ประกอบของร่างกายได้อย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ เมื่อใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง และเลือกใช้สมการที่ใช้คำนวณปริมาณองค์ประกอบของร่างกายได้เหมาะสมกับผู้ป่วย (Anon, 1996)

ภาวะน้ำหนักเกิน



(ที่มา: Levine et al., 1999)

รูปภาพที่ 3 แสดงสาเหตุของภาวะน้ำหนักเกินต่อสมดุลพลังงาน

ภาวะน้ำหนักเกิน เป็นอาการทางร่างกาย ที่เกิดจากการที่ร่างกายมีไขมันสะสมมากกว่าปกติ โดยมีสาเหตุมาจากพฤติกรรมหลายอย่างร่วมกัน เช่น การรับประทานอาหารจานด่วน การใช้สิ่งอำนวยความสะดวก และการทำงานนั่งโต๊ะ ซึ่งพฤติกรรมที่เป็นปัญหามากที่สุดก็คือ การเคลื่อนไหวน้อย และไม่เคยออกกำลังกาย เพราะจะทำให้พลังงานที่เหลือเก็บกลายเป็นไขมัน และเกิดความไม่สมดุลระหว่างพลังงานที่ใช้ จากการทำกิจกรรมหรือออกกำลังกาย (Energy Expenditure) กับพลังงานที่ได้รับ จากอาหารที่รับประทาน (Energy Intake) หรืออาจเกิดจากกรรมพันธุ์ ซึ่งก็มีส่วนทำให้เกิดภาวะน้ำหนักเกินได้เช่นกัน

เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกภาวะน้ำหนักเกิน

หากพิจารณาจากปัจจัยเสี่ยงที่สัมพันธ์กับสุขภาพ ประชากรเอเชียจะมีภาวะน้ำหนักเกินน้อยกว่าประชากรยุโรป แต่ในทางตรงกันข้าม ประชากรยุโรปจะมีมวลกล้ามเนื้อมากกว่าประชากรเอเชีย และพบว่าเกณฑ์ที่ใช้จำแนกภาวะน้ำหนักเกินในปัจจุบันที่เรียกว่า ดัชนีมวลกายในประชากรเอเชียจะต่ำกว่าประชากรยุโรป ดังนั้นดัชนีมวลกายจึงไม่สามารถนำมาใช้ได้ เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาค่าดัชนีมวลกายจึงจำเป็นต้องใช้เกณฑ์ใหม่เพื่อใช้จำแนกภาวะน้ำหนักเกินในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก (World Health Organization [WHO], 2000: 18)

เกณฑ์ในการจำแนกภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก

การจำแนกประเภท	BMI (kg/m2)	ปัจจัยเสี่ยงต่อการเสียชีวิต
ผอมเกินไป	<18.5	ต่ำ (แต่ปัจจัยเสี่ยงทางคลินิกเพิ่มขึ้น)
ปกติ	18.5-22.9	ปกติ
น้ำหนักเกิน	≥23	
เสี่ยงต่อโรคอ้วน	23-24.9	เพิ่มสูงขึ้นกว่าปกติ
โรคอ้วนระดับที่ 1	25-29.9	ปานกลาง
โรคอ้วนระดับที่ 2	≥30	รุนแรง

(ที่มา : WHO, 2000)

รูปภาพที่ 4 แสดงเกณฑ์ในการจำแนกภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก

การคำนวณค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ใช้สูตรดังต่อไปนี้

ดัชนีมวลกาย = น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) หารด้วย ส่วนสูง (เมตร) ยกกำลังสอง

องค์ประกอบที่สำคัญของปัญหาน้ำหนักเกิน

องค์การอนามัยโลก (WHO, 2000) ได้แบ่งองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหาน้ำหนักเกินดังนี้

1. พฤติกรรมการรับประทานอาหารที่ไม่ถูกต้อง
   - รับประทานอาหารที่มีไขมันสูง
   - รับประทานอาหารประเภทข้าว แป้ง และน้ำตาลสูง
2. ขาดการออกกำลังกาย
3. โรคของระบบต่อมไร้ท่อ
   - ความผิดปกติของฮัยโปธาลามัส
   - โรคต่อมพาราธัยรอยด์ทำงานน้อยกว่าปกติ
   - ภาวะขาดฮอร์โมนกระตุ้นการเจริญเติบโต
4. การใช้ยาบางชนิด เช่น ยารักษาโรคจิตประสาท และยาสเตียรอยด์
5. กรรมพันธุ์
6. ความเครียด ทำให้รับประทานอาหารมากขึ้น
7. ความผิดปกติของศูนย์ควบคุมการรับประทานอาหาร เช่น เนื้องอกอาจทำลายศูนย์รับรู้ความอิ่ม ทำให้รับประทานแล้วไม่รู้สึกอิ่ม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลเสียของภาวะน้ำหนักเกิน

องค์การอนามัยโลก (WHO, 2000) ได้กล่าวถึงผลเสียของภาวะน้ำหนักเกินดังนี้

1. เป็นสาเหตุของการเกิดโรคเบาหวาน
2. มีความเสี่ยงในการเป็นโรคความดันโลหิตสูง
3. มีภาวะไขมันในเลือดสูง ซึ่งอยู่ในรูปของ VLDL (Very Low Density Lipoprotein) เป็นไขมันชนิดไม่ดี ซึ่งจะทำหน้าที่พาเอาไขมันไปสะสม อยู่ในบริเวณหลอดเลือดทั่วร่างกาย
4. ทำให้เกิดหลอดเลือดตีบแข็ง มีโอกาสเป็นโรคหัวใจสูง
5. มีปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ เพราะทำให้เกิดการคั่งของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเฉพาะเวลานอนหลับ ปอดจะขยายตัวน้อย ทำให้ร่างกายได้รับออกซิเจนไม่เต็มที่ อาจเกิดอันตรายถึงแก่ชีวิตได้
6. มีปัญหาเกี่ยวกับข้อ และกระดูกทำให้ปวดหัวเข่า ปวดข้อเท้า กระดูกงอ และขาโก่ง เพราะต้องแบกรับน้ำหนักมากอยู่ตลอดเวลา
7. มีปัญหาทางด้านกล้ามเนื้อ คือ จะทำให้เดินไม่คล่องตัว การเดินจะเหนื่อยง่ายกว่าปกติ หรืออาจพบอาการปวดสะโพกทำให้เดินไม่ได้ เป็นต้น

ความแตกต่างทางสรีรวิทยาระหว่างเพศชายกับเพศหญิง

ฟอค และแมทธิว (Fox and Mathews, 1981) ได้เสนอแนวคิดหลักในเรื่องของความแตกต่างทางสรีรวิทยาระหว่างเพศชายกับเพศหญิงดังต่อไปนี้

1. การแสดงออกทางกีฬาระหว่างชายกับหญิงแตกต่างกันมาก ทั้งนี้เกิดจากความแตกต่างในเรื่องขนาดและองค์ประกอบของร่างกาย
2. ความสามารถในระบบสร้างพลังงานของหญิงจะน้อยกว่าชาย
3. ความแข็งแรงสมบูรณ์ของหญิงจะมีประมาณ 2 ใน 3 ของความแข็งแรงในชาย ส่วนความแข็งแรงสัมพัทธ์ในหญิงอาจจะเท่าหรือมากกว่าชาย ถ้าทั้งสองกำหนดการฝึกที่เหมือนกัน
4. กำหนดการฝึกความแข็งแรงของหญิง จะไม่ก่อให้เกิดกล้ามเนื้อส่วนเกิน หรือผลกระทบที่จะก่อให้เกิดลักษณะคล้ายชาย
5. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีที่สามารถเปรียบเทียบได้จะนำไปสู่ความสามารถในการทำงาน ซึ่งสามารถสร้างขึ้นได้ทั้งชายและหญิง เมื่อใช้กำหนดการฝึกที่เหมือนกัน
6. การออกกำลังกายเบาๆ จะไม่มีผลกระทบต่อการมีประจำเดือน แต่ถ้าเป็นกำหนดการฝึกที่หนักหรือแข่งขัน จะมีผลทำให้ประจำเดือนมาไม่เป็นปกติสำหรับนักกีฬาบางคน

7. นักกีฬาหญิงควรได้รับอนุญาตให้ฝึกหรือแข่งขันในขณะมีประจำเดือน ยกเว้นว่านักกีฬานักกีฬาหญิงผู้นั้นรู้ตัวเองว่าจะไม่สามารถแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือจะเกิดอาการบางอย่างที่ไม่พึงต้องการได้
8. การบาดเจ็บที่บริเวณทรวงอกหรืออวัยวะสืบพันธุ์ทั้งภายในและภายนอก จะพบน้อยมากในหญิง แม้เป็นการแข่งขันกีฬาที่มีการปะทะกันก็ตาม

ฟอค และแมทธิว (Fox and Mathews, 1981) กล่าวว่า ขนาดและองค์ประกอบของร่างกายในผู้ใหญ่หญิง จะแตกต่างจากผู้ใหญ่ชาย โดยเฉลี่ยแล้วดังนี้

1. ความสูงจะต่ำกว่าชายโดยเฉลี่ย 3-4 นิ้ว
2. น้ำหนักของร่างกายจะเบากว่าชาย 25-30 ปอนด์
3. มีเนื้อเยื่อไขมันมากกว่าชาย 10-15 ปอนด์
4. น้ำหนักที่ปราศจากไขมัน จะน้อยกว่าชายประมาณ 40-45 ปอนด์

ข้อพิจารณาเกี่ยวกับนรีเวชวิทยา

นัทเจน และอิเมอร์ซัน (Knuttgen and Emerson, 1974) กล่าวถึงนรีเวชวิทยาที่สำคัญสองประการที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกาย ได้แก่

1. ประจำเดือน

การมีประจำเดือน เป็นธรรมชาติของร่างกายผู้หญิงทุกคน เป็นสัญญาณเตือนถึงความพร้อมในการสืบพันธุ์ คนจำนวนมากยังมีความเชื่อที่ผิดอยู่ เกี่ยวกับการออกกำลังกายหรือการฝึกในขณะที่มีประจำเดือนอยู่ มีรายงานจำนวนมากสนับสนุนว่า การออกกำลังกายในขณะที่มีประจำเดือนนั้น ไม่เป็นอันตรายแต่อย่างใด

2. การตั้งครรภ์และการคลอด

ผลจากการฝึก ทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงและทนทาน รวมทั้งมีความตึงตัวมากขึ้น โดยเฉพาะกล้ามเนื้อบริเวณหน้าท้องและลำตัว จะช่วยเพิ่มแรงบีบได้ดี อันจะทำให้คลอดได้ง่ายขึ้น จากรายงานทั่ว ๆ ไปพบว่า นักกีฬาหญิงจะมีปัญหาการตั้งครรภ์และการคลอดน้อยกว่าหญิงทั่ว ๆ ไปที่ไม่ใช่นักกีฬา

การขยายขนาดของกล้ามเนื้อ (Hypertrophy)

สมาคมเวชศาสตร์การกีฬาแห่งอเมริกา (ACSM, 2002) กล่าวว่า การขยายขนาดของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นผลมาจากการฝึกแบบใช้แรงต้าน ทำให้พื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า ไฮเพอร์โทรฟี (Hypertrophy) โดยจะเกิดการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1. เพิ่มจำนวนและขนาดของไมโอไฟบริลในเส้นใยกล้ามเนื้อ
2. เพิ่มจำนวนโปรตีนที่ใช้ในการหดตัว (Contractile Protein) โดยเฉพาะไมโอซิน
3. เพิ่มความหนาแน่นของหลอดเลือดฝอยต่อเส้นใยกล้ามเนื้อ
4. เพิ่มจำนวนและความแข็งแรงของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เอ็นกล้ามเนื้อและเอ็นยึดข้อต่อ (Tipton et al., 1975)
5. เพิ่มจำนวนของเส้นใยอันเป็นผลจากการแยกตัวของเส้นใยที่เรียงตัวตามยาว (Longitudinal Fiber Splitting) ซึ่งเดิมเชื่อกันว่า เส้นใยจะไม่มีการเพิ่มจำนวนขึ้นมา แต่ผลจากการทดลองโดยใช้แมวเข้าฝึกกำหนดการยกน้ำหนัก โดยฝึก 5 วันต่อสัปดาห์ ฝึกเป็นเวลา 34 สัปดาห์ ผลปรากฏว่าจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นถึง 20 เปอร์เซ็นต์ (Gonyea, 1980)

การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและองค์ประกอบของเส้นใยกล้ามเนื้อ

คอสทิล และคณะ (Costill et al., 1979) กล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและองค์ประกอบของเส้นใยกล้ามเนื้อ เกิดขึ้นหลังการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ดังนี้

1. เพิ่มความเข้มข้นของสารประกอบทางเคมี ได้แก่ ครีเอทีน (39%) ฟอสโฟครีเอทีน (22%) เอทีพี (18%) และไกลโคเจน (66%)
2. เพิ่มหรืออาจไม่เพิ่มเอนไซม์ในกระบวนการสลายกลูโคส เช่น ฟอสโฟฟรักโทคิเนส (Phospho Fructokinase = PFK) แล็กเทต ดีไฮโดรจิเนส (Lactate Dehydrogenase = LDH) เฮกโซคิเนส (Hexokinase) เป็นต้น
3. มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรืออาจไม่มีการเปลี่ยนแปลงเอนไซม์สำหรับการเปลี่ยนกลับของเอทีพี เช่น ไมโอคิเนส (Myoki-nase) ครีเอทีน ฟอสโฟคิเนส (Creatine Phosphokinase)
4. มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยแต่สำคัญในการเพิ่มการใช้ออกซิเจน กิจกรรมเอนไซม์ใน วัฏจักรเครบส์ เช่น มาเลต ดีไฮโดรจิเนส (Malate Dehydrogenase) ซักซินิก ดีไฮโดรจิเนส (Succinic Dehydrogenase)

5. ไม่มีการเปลี่ยนกลับไปมา ระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อขาวและแดง
6. ลดปริมาตร (ความหนาแน่น) ของไมโทคอนเดรียและซาร์โคพลาสมิก
7. ไฮเพอร์โทรฟี เป็นการเพิ่มพื้นที่ของเส้นใยกล้ามเนื้อขาวและแดงให้มากขึ้น

หลักการฝึกแบบใช้แรงต้าน (Resistance Training Principle)

สมาคมเวชศาสตร์การกีฬาแห่งอเมริกา (ACSM, 2002) ได้แนะนำวิธีการฝึกดังต่อไปนี้

1. หลักความเฉพาะเจาะจง (Specificity Principle)

การพัฒนาสมรรถภาพกล้ามเนื้อ คือการออกกำลังกายหรือฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่เราจะพัฒนาหรือเฉพาะเจาะจงกลุ่มกล้ามเนื้อนั้น ๆ รวมถึงชนิดของการหดตัวของกล้ามเนื้อ และระดับความหนักของการฝึก เช่น หากเราต้องการเพิ่มความแข็งแรงหรือพัฒนากล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (Biceps) ก็จะเลือกฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้อง เช่น การทำงานของกล้ามเนื้อในขณะที่ความยาวของกล้ามเนื้อหดตัว (Concentric) และการทำงานของกล้ามเนื้อในขณะที่ความยาวของกล้ามเนื้อยืดตัว (Eccentric) โดยหากต้องการเพิ่มความแข็งแรง ก็ใช้ระดับความหนักที่สูง จำนวนครั้งที่ใช้ในการยกน้อย แต่หากต้องการพัฒนาความทนทานของกล้ามเนื้อก็ใช้ระดับความหนักที่ต่ำกว่า จำนวนครั้งที่ใช้ยกมากขึ้น

2. หลักของการใช้น้ำหนักมากกว่าปกติ (Overload Principle)

เพื่อที่จะพัฒนาความแข็งแรงและความทนทานให้เพิ่มขึ้น กลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ฝึกจะต้องให้กล้ามเนื้อนั้นออกแรงกระทำกับแรงต้านทานที่มากกว่าขนาดปกติ (Overload) ที่กล้ามเนื้อนั้นเคยกระทำอยู่ ซึ่งระดับความหนักที่ใช้ในการพัฒนาความแข็งแรงอย่างน้อยต้อง 60% ของความสามารถสูงสุด แต่สำหรับความทนทานใช้ระดับความหนักที่ต่ำที่ 30% ของความสามารถสูงสุด ซึ่งในระดับความหนักที่ต่ำนี้ กลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกกำลังกายควรกระทำให้ใกล้เคียงจุดเริ่มล้า

3. หลักความก้าวหน้า (Progression Principle)

ตลอดช่วงเวลาโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านเพื่อเป็นการพัฒนาความแข็งและความทนทานจะต้องเพิ่มปริมาณ (Volume) หรือความหนัก (Intensity) ที่ฝึกเพิ่มขึ้นให้เป็นลำดับ ๆ ถ้าหากเพิ่มขึ้นเร็วและมากไปอาจจะทำให้เกิดการบาดเจ็บต่อกล้ามเนื้อและข้อต่อได้ ซึ่งก่อนจะเพิ่มแรงต้านหรือน้ำหนัก ผู้ออกกำลังกาย ควรจะสามารถยกจำนวนครั้งให้ได้มากก่อน

ระยะเวลาในการพักระหว่างรอบ

การพักระหว่างรอบโดยใช้ระยะเวลา 30-60 วินาที มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. คงระดับความสูงของแลคเตต (Higher Lactate Levels)

การใช้ระยะเวลาพักระหว่างรอบไม่นานมากเพื่อคงระดับความสูงของแลคเตตในกล้ามเนื้อขณะฝึก ซึ่งจะทำให้ร่างกายมีความสามารถในการทนต่อการสะสมของกรดแลคติกเพิ่มขึ้น ซึ่งในการกระตุ้นการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อนั้นจำเป็นจะต้องมีกรดแลคติกสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อในปริมาณที่เหมาะสม (Fleck and Kraemer, 2004)

2. เพิ่มโกรทฮอร์โมน (Increased Growth Hormones)

จากการศึกษาพบว่า การฝึกแบบใช้แรงต้านที่มีการทำซ้ำมาก แต่มีการพักน้อย สามารถเพิ่มระดับของโกรทฮอร์โมนได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกที่มีช่วงพักยาวนาน (Kraemer and Ratamess, 2008)

3. เพิ่มการขยายขนาดของกล้ามเนื้ออย่างสูงสุด (Maximized Hypertrophy)

การเพิ่มการขยายขนาดของกล้ามเนื้ออย่างสูงสุด เกิดขึ้นเมื่อได้รับการพักอย่างเหมาะสมระหว่างการฝึก ซึ่งการฝึกที่ระดับความหนักระหว่าง 8-12 RM จะเป็นช่วงที่สามารถพัฒนากล้ามเนื้อได้มากที่สุด (ACSM, 2002)

ข้อพึงระมัดระวังในการฝึก

สมาคมเวชศาสตร์การกีฬาแห่งอเมริกา (ACSM, 2002) กล่าวว่าในการฝึกเพื่อเพิ่มพลังกล้ามเนื้อ มีข้อพึงระมัดระวังหลายอย่างที่ผู้ฝึกควรเข้าใจ และปฏิบัติให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ประโยชน์เต็มที่ และลดปัจจัยเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ ดังนี้

1. การฝึกที่มีการเกร็งและกลั้นหายใจ (Valsalva's Maneuver) ผู้ที่เริ่มฝึกใหม่มักจะกลั้นหายใจขณะออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อ การกลั้นหายใจจะทำให้ความดันในช่องอกและช่องท้องเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เลือดดำไหลกลับเข้าหัวใจน้อยลง และทำให้หัวใจบีบส่งเลือดออกได้น้อยลง ความดันเลือดจะลดลงชั่วขณะ แต่เมื่อหายใจออกเต็มที่หลังจากที่กลั้นไว้ ความดันเลือดก็จะกลับสูงขึ้นมากกว่าปกติ (อาจถึง 200 มิลลิเมตรปรอท) วิธีการนี้จึงควรหลีกเลี่ยงโดยเฉพาะ ผู้ที่มีโรคเกี่ยวกับระบบหัวใจและหลอดเลือด ผู้มีความดันเลือดสูง ผู้ป่วยสูงอายุ ไส้เลื่อน และผู้ป่วยหลังผ่าตัดช่องท้อง โดยในขณะฝึกเกร็งกล้ามเนื้อควรให้ผู้ฝึกหายใจเข้าออกตามปกติ

2. การฝึกหนักเกิน (Over Work หรือ Over Training) การฝึกหนักเกินหรือฝึกมากเกินไปอาจทำให้พลังกล้ามเนื้อลดลงได้ เชื่อกันว่าอาจเป็นเพราะมีการสลายโปรตีนในกล้ามเนื้อนั้น อาการของการฝึกหนักเกินคือกล้ามเนื้อจะอ่อนแรงลงกว่าเดิม ดังนั้น ผู้ฝึกจึงควรปฏิบัติตามหลักการที่ได้ให้ไว้ และควรมีการประเมินผลการฝึกเป็นระยะ ๆ

3. ภาวะกระดูกผุพรุน (Osteoporosis) ในคนสูงอายุ ผู้ป่วยที่ใช้ยาสเตียรอยด์นาน ๆ และผู้ป่วยที่จำกัดการเคลื่อนไหวเป็นเวลานานอาจมีภาวะกระดูกพรุนซึ่งอาจเสี่ยงต่อภาวะกระดูกหักได้ง่าย ถ้าจำเป็นต้องฝึกออกกำลังในคนเหล่านี้ ควรเริ่มฝึกโดยใช้แรงต้านทานแต่น้อยก่อน แล้วจึงค่อย ๆ เพิ่มขึ้นในภายหลัง

4. ภาวะปวดระบมกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย (Muscle Soreness After Exercise) ภายหลังการฝึกหนัก หรือฝึกครั้งแรกผู้ฝึกอาจมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อที่ฝึกนั้นทันทีที่ฝึกเสร็จ หรืออาจมีอาการนี้หลังจากที่ฝึกแล้ว 1-2 วันก็ได้ กรณีแรกมีสาเหตุจากการไหลเวียนเลือดไปยังกล้ามเนื้อยังไม่ดี ทำให้กล้ามเนื้อขาดออกซิเจนชั่วขณะพร้อมกับมีการคั่งของกรดแล็กติก และโพแทสเซียม เมื่อได้พัก 1-2 ชั่วโมงภายหลังการฝึกก็จะหายดีเป็นปกติ แต่สำหรับกรณีหลังนี้ เชื่อกันว่าเกิดจากการมีการฉีกขาดเล็กน้อย (Microtrauma) ในใยกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่ออ่อนบริเวณนั้น พวกนี้ใช้เวลานานประมาณไม่เกิน 1 สัปดาห์ ก็จะหายเป็นปกติถ้าได้พักจากการฝึกหนักนั้น การป้องกันหรือลดอาการนี้อาจทำให้โดยให้ผู้ฝึกได้ออกกำลังเบา ๆ (Warm up) และยืดกล้ามเนื้อส่วนที่จะฝึกก่อน แล้วจึงค่อย ๆ เพิ่มแรงต้านทานการฝึกนั้นทีละน้อย เพื่อให้กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อมีความยืดหยุ่นพร้อมที่จะรับการฝึก

ข้อห้ามของการฝึก

สมาคมเวชศาสตร์การกีฬาแห่งอเมริกา (ACSM, 2002) กล่าวว่ามีภาวะบางอย่างที่ควรงดการออกกำลังกายหนักเพราะอาจทำให้ร่างกายเสื่อมโทรมลงได้ ได้แก่

1. มีการอักเสบชนิดติดเชื้อ เพราะบริเวณที่มีการอักเสบนั้นเซลล์ของเนื้อเยื่อจะมีอัตราเมแทบอลิซึมสูงกว่าปกติ ร่างกายควรได้รับการพักผ่อน หากออกกำลังกายก็จะยิ่งเร่งเพิ่มอัตราเมแทบอลิซึมจนมีไข้สูงขึ้น หรือทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อได้

2. มีอาการปวดข้อ หรือปวดกล้ามเนื้อในระยะเฉียบพลัน อันเป็นอาการที่บ่งบอกว่ามีการอักเสบ หรือบาดเจ็บเฉพาะที่ กรณีนี้ควรงดหรือลดการฝึกลง เพื่อมิให้บาดเจ็บซ้ำ

3. ภาวะความดันเลือดสูงที่ยังควบคุมไม่ได้

4. ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายในระยะเฉียบพลัน

การระบมของกล้ามเนื้อ (Muscular Soreness)

สมาคมเวชศาสตร์การกีฬาแห่งอเมริกา (ACSM, 2002) กล่าวว่าการระบมของกล้ามเนื้อเป็นผลที่เกิดขึ้นจากกำหนดการฝึกน้ำหนัก แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การระบมแบบเฉียบพลัน (Acute Soreness) เป็นการระบมที่เกิดขึ้นระหว่างออกกำลังกายหรือเกิดขึ้นในทันทีทันใดภายหลังการออกกำลังกาย เกิดจากสาเหตุ ดังนี้
   1.1. การบาดเจ็บที่กล้ามเนื้อระหว่างหดตัว อันเป็นผลให้เกิดการตึงตัวของกล้ามเนื้อสูงพอที่จะทำให้การไหลเวียนของเลือดไปสู่กล้ามเนื้อที่ทำงานหยุดชะงักหรือที่เรียกว่า ภาวะขาดเลือด (Ischemia)
   1.2. ผลจากภาวะขาดเลือด ทำให้ไม่สามารถขจัดของเสียต่าง ๆ ที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมได้ เช่น กรดแล็กติก โพแทสเซียม ของเสียเหล่านี้จะสะสมมากขึ้น และจะกระตุ้นปลายประสาทที่รับความเจ็บปวดที่อยู่ในกล้ามเนื้อ
   1.3. การเจ็บปวดจะมีต่อไป จนกว่าความรุนแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อจะลดลงหรือหยุดการหดตัว เลือดจึงจะไหลไปสู่กล้ามเนื้อเพื่อรับของเสียไปขจัดต่อไป
2. การระบมที่เกิดขึ้นภายหลัง (Delayed Soreness) เป็นการระบมที่เกิดขึ้นหลังจากออกกำลังกายไปแล้วเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง สาเหตุยังไม่ทราบแน่ชัด แต่มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3 ทฤษฎี คือ
   2.1. ทฤษฎีเนื้อเยื่อฉีกขาด (The Torn Tissue Theory) ทฤษฎีนี้เสนอแนะว่า เนื่องจากเนื้อเยื่อเกิดการฉีกขาด จึงเป็นสาเหตุทำให้กล้ามเนื้อเกิดการระบม
   2.2. ทฤษฎีการเกร็ง (The Spasm Theory) ทฤษฎีนี้ เสนอแนะไว้ 2 ประการ คือ
      2.2.1. การออกกำลังกายทำให้เกิดภาวะขาดเลือดในกล้ามเนื้อที่ทำงาน
      2.2.2. ภาวะขาดเลือดจะนำสาร P (Pain Substance) ไปกระตุ้นปลายประสาทที่รับความรู้สึกเจ็บปวดในกล้ามเนื้อ
   2.3. ทฤษฎีเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (The Connective Tissue Theory) ทฤษฎีนี้เสนอแนะว่า เนื้อเยื่อเกี่ยวพันรวมทั้งเอ็นเกิดความเสียหายระหว่างที่กล้ามเนื้อหดตัว จึงเป็นสาเหตุทำให้กล้ามเนื้อระบม (Asmussen, 1956)

จากทฤษฎีดังกล่าว ปรากฏว่าทฤษฎีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเป็นที่ยอมรับกันมาก จากการตรวจปัสสาวะในผู้ที่ออกกำลังกายจนเกิดความระบมในกล้ามเนื้อ พบสารชนิดหนึ่งคือ ไฮดรอกซีโพรลีน (Hydroxyproline) และยังพบอีกว่า สารดังกล่าวนี้จะออกมากับน้ำปัสสาวะมาก หากเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเกิดความเสียหาย และหลังจากออกกำลังกายแล้ว 24-48 ชั่วโมง

จากทฤษฎีเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ปรากฏว่าการระบมของกล้ามเนื้อสูงสุด เกิดจากการออกกำลังกายที่ทำให้กล้ามเนื้อหดตัวแบบเอกเซ็นตริก ซึ่งกล้ามเนื้อจะยาวออกแต่มีความตึงตัวสูง และความตึงตัวนี้เองที่ทำให้เนื้อเยื่อเกี่ยวพันเกิดความเสียหาย ส่วนการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบไอโซเมตริก และคอนเซ็นตริกจะเกิดความระบมในกล้ามเนื้อน้อยมาก

ข้อเสนอแนะเพื่อป้องกันการระบมของกล้ามเนื้อ

แลมบ์ (Lamb, 1984) ได้เสนอแนะแนวทางเพื่อป้องกันการระบมของกล้ามเนื้อดังต่อไปนี้

1. อบอุ่นร่างกายโดยบริหารกายด้วยท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนให้มากส่วน โดยเฉพาะส่วนที่ต้องใช้งานในลำดับต่อไป
2. ปรับปรุงพัฒนากำหนดการฝึกให้ก้าวหน้า โดยยึดหลักเริ่มต้นแต่น้อยแล้วค่อยเพิ่มกิจกรรมให้มากขึ้นภายหลัง
3. การกินวิตามินซีทุกวัน วันละ 100 มิลลิกรัม เป็นเวลา 30 วัน เชื่อว่าจะช่วยลดการระบม อันอาจจะเกิดขึ้นจากกำหนดการฝึกบ้าง ในเรื่องนี้ไม่เป็นที่ยืนยันแน่ชัด
4. พึงระลึกว่า ในขณะที่เราออกกำลังกายนั้น ต่อมใต้สมองจะขับฮอร์โมนชนิดหนึ่ง คือ เอนดอร์ฟิน (Endorphins) ออกมา ฮอร์โมนนี้มีผลคล้ายมอร์ฟีน คือช่วยระงับความเจ็บปวดที่เกิดจากการระบมในกล้ามเนื้อ และมีความแรงกว่ามอร์ฟีนประมาณ 10 เท่า ฮอร์โมนนี้มีส่วนทำให้ติดการออกกำลังกาย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ สรุปดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

วรัญญู รีรมย์ (2533) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันในร่างกาย กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นชมรมสปอร์ต เซ็นเตอร์ของโรงแรมโอเรียนเต็ล เพศชาย จำนวน 24 คน ซึ่งมีร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ อายุระหว่าง 30-50 ปี แบ่งกลุ่มตัวอย่างประชากรเป็น 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ฝึกตามโปรแกรมที่ได้วางไว้ โดยทำการฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน รวมเวลาการฝึกทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า การฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อให้เกิดความแข็งแรงและความทนทานต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันในร่างกาย โดยค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน

ลดลงอย่างที่นัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อให้เกิดความแข็งแรงและความทนทาน หลังการฝึกครบ 8 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และก่อนการฝึกกับหลังการฝึกครบ 8 สัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

นัยนา จันทร์ฉลอง (2538) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ไขมันร่างกาย กับสุขสมรรถนะและหาสมการถอดถอยสำหรับพยากรณ์เปอร์เซ็นต์ไขมัน ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายมัธยมศึกษาตอนต้น 400 คน นักเรียนหญิงมัธยมศึกษาตอนต้น 400 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการวัดไขมันใต้ผิวหนัง 6 จุด และวัดส่วนรอบร่างกาย 6 จุด ชั่งน้ำหนักใต้น้ำและวัดสุขสมรรถนะด้วยแบบทดสอบสุขสมรรถนะ ของสมาคมสุขศึกษา พลศึกษา นันทนาการและการเต้นรำของสหรัฐอเมริกา วิเคาะห์ข้อมูลด้วยค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และหาสมการพยากรณ์เปอร์เซ็นต์ไขมันด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียว และทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีของ เชฟเฟ ผลการวิจัยพบว่า 1) เปอร์เซ็นต์ไขมันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นชายและหญิง มีความสัมพันธ์เชิงลบกับสุขสมรรถนะ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 2) สมการที่พยากรณ์เปอร์เซ็นต์ไขมันของนักเรียนชายมัธยมศึกษาตอนต้น คือ เปอร์เซ็นต์ไขมัน = -12.07929 + 0.37923ABDOMEN + 0.78046CALF + 0.43788SCAPULAR 3) สมการที่พยากรณ์เปอร์เซ็นต์ไขมันของนักเรียนหญิงมัธยมศึกษาตอนต้น คือ เปอร์เซ็นต์ไขมัน = -11.26714 + 0.71820ABDOMEN + 0.39552WAIST 4) นักเรียนชายมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันต่ำและปกติ มีสุขสมรรถนะสูงกว่านักเรียนชายมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 5) นักเรียนหญิงมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันปกติและสูงปานกลาง มีสุขสมรรถนะสูงกว่านักเรียนหญิงมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่า อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เพ็ญพักตร์ หนูผุด (2542) ได้ทำการศึกษาผลของการบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวและรูปร่าง ศึกษาผลการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก (Trunk Muscle Isometric Exercise) ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวและรูปร่าง ศึกษาในบุคลากรหญิงของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จำนวน 30 คน อายุระหว่าง 25-40 ปี ที่มีค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index) ไม่เกิน 25 ไม่เคยออกกำลังกายมาก่อนในช่วง 6 เดือนก่อนเข้าโปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ประกอบด้วยท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องและกล้ามเนื้อหลัง ทดสอบผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวกลุ่มงอลำตัว (Trunk Flexor) และกลุ่มเหยียดลำตัว (Trunk Extensor) ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก (Isometric) และไอโซคิเนติค (Isokinetic) โดยบันทึกค่าแรงสูงสุดที่กระทำในเชิงมุม ขณะกล้ามเนื้อหดตัวอยู่กับที่ (Peak Isometric Torque) ที่ 0 องศาและ 30 องศา ค่าแรงสูงสุดที่กระทำในเชิงมุมขณะกล้ามเนื้อหดตัวด้วยความเร็วคงที่ ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว (Peak Isokinetic Torque) ที่ความเร็ว 60 องศาและ 120 องศาต่อวินาที วัดความหนา

ของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้อง (Suprailium) ซึ่งเป็นบริเวณที่ออกกำลังกับบริเวณใต้ท้องแขน (Triceps) ซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่ได้ออกกำลัง รวมทั้งขนาดเส้นรอบวงของเอวและสะโพกก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ ที่มีมิติเดียว (One-Way Repeated Measurement) โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เพื่อศึกษาผลความแตกต่างจากการฝึก ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 หากพบว่ามีความแตกต่างก็จะทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method] การศึกษาครั้งนี้ พบว่าประชากรที่สามารถเข้ารับการฝึกตามโปรแกรมได้ตลอด 8 สัปดาห์มี 27 คน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริกและไอโซคิเนติทุกการทดสอบ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังการฝึก 2 สัปดาห์และสามารถเพิ่มความแข็งแรงได้ตลอดช่วงที่มีการฝึก 8 สัปดาห์ ($p<0.05$) จากผลความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้อง และขนาดเส้นรอบวงของเอว ซึ่งเป็นบริเวณที่ออกกำลังลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการฝึก 2 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ตามลำดับ ($p<0.05$) ส่วนขนาดเส้นรอบวงของสะโพกลดลงแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) หลังการฝึก 8 สัปดาห์ แสดงให้เห็นว่าการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก สามารถปรับปรุงรูปร่างของผู้หญิงได้ โดยไม่ทำให้ขนาดของกล้ามเนื้อใหญ่ขึ้น แต่จะทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงกระชับขึ้น และโปรแกรมนี้สามารถนำไปใช้สำหรับผู้ที่ต้องฝึก เพื่อป้องกันอาการปวดหลังและสามารถปรับปรุงท่วงท่าได้ด้วยตัวเอง

ทาริกา ค้าสม (2547) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ปัจจัยคัดสรรที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพในการควบคุมน้ำหนักของร่างกายของผู้ใหญ่ที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐาน กรุงเทพมหานคร การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงบรรยาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ประโยชน์ การรับรู้อุปสรรค การรับรู้สมรรถนะแห่งตน อิทธิพลระหว่างบุคคลและอิทธิพลด้านสถานการณ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพในการควบคุมน้ำหนักของร่างกายของผู้ใหญ่ที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐานในเขตกรุงเทพมหานครกลุ่มตัวอย่างคือผู้ใหญ่ที่มีอายุระหว่าง 20-59 ปีในเขตกรุงเทพมหานคร ที่มีค่าดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 23 กิโลกรัมต่อตารางเมตร จำนวน 200 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นแบบสอบถามประกอบด้วยแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล แบบสอบถามการรับรู้ประโยชน์ แบบสอบถามการรับรู้อุปสรรค แบบสอบถามการรับรู้สมรรถนะแห่งตน แบบสอบถามอิทธิพลระหว่างบุคคล แบบสอบถามอิทธิพลด้านสถานการณ์ และแบบสอบถามพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพในการควบคุมน้ำหนัก ได้ผ่านการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิและมีความเที่ยงจากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ .91, .90, .83, .96, .90 และ .68 ตามลำดับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1. ค่าเฉลี่ยพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพในการควบคุมน้ำหนักของร่างกายของผู้ใหญ่ที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐานอยู่ในระดับพอใช้ (Mean = 2.12, S.D. = 1.31) 2. การรับรู้ประโยชน์และการรับรู้สมรรถนะแห่ง

ตน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพในควบคุมน้ำหนักของร่างกายของผู้ใหญ่ที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (r = .145 และ .503 ตามลำดับ) 3. การรับรู้อุปสรรคมีความสัมพันธ์ทางลบกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพในควบคุมน้ำหนักของร่างกายของผู้ใหญ่ที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (r = -.405) 4. การรับรู้สมรรถนะแห่งตน และการรับรู้อุปสรรค สามารถร่วมกันพยากรณ์พฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพในควบคุมน้ำหนักของร่างกาย ได้ร้อยละ 32.3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นฏวรรณ ธรรมคัมภีร์ รัตนา ลีลาวัฒนา และอัจฉรา ธรรมประสิทธิ์ (2547) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการวัดปริมาณไขมันในร่างกายด้วยวิธี Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DEXA) กับ Bioelectric Impedance Analysis (BIA) ซึ่งเป็นการศึกษาย้อนหลังกับผู้ที่ได้รับการตรวจวัดปริมาณไขมันในร่างกายด้วยวิธี DEXA ซึ่งเป็นวิธีการตรวจมาตรฐานเปรียบเทียบกับวิธี BIA ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2543 ถึง เดือนพฤศจิกายน 2545 โดยศึกษาข้อมูลทั่วไปและผลการวัดปริมาณไขมันในร่างกายเพื่อเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์และความแตกต่างของการวัดทั้งสองวิธี มีผู้ได้รับการตรวจทั้งหมด 249 ราย เป็นเพศชาย 52 ราย เพศหญิง 197 ราย ปริมาณไขมันในร่างกายเฉลี่ยที่วัดด้วยวิธี DEXA ร้อยละ 28.05 ± 8.19 ในเพศชายและร้อยละ 39.21 ± 6.85 ในเพศหญิง วัดด้วยวิธี BIA ร้อยละ 26.95 ± 6.31 ในเพศชายและร้อยละ 33.62 ± 6.10 ในเพศหญิง ผลการศึกษาพบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างการวัดทั้งสองวิธีอยู่ในเกณฑ์ดีโดยมีค่าสัมประสิทธ์ของความสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.853 ($p < 0.001$) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณไขมันในร่างกายพบว่าค่าที่ได้จาก BIA ต่ำกว่าค่าที่ได้จาก DEXA ในเพศหญิง สรุปได้ว่า การวัดปริมาณไขมันในร่างกายด้วยวิธี BIA มีความสัมพันธ์กับวิธีการตรวจวัดด้วย DEXA แต่มีความแตกต่างกันในเพศหญิงไม่สามารถนำมาใช้ทดแทนวิธีการวัดด้วย DEXA ได้ แต่สามารถใช้ในการติดตามผู้ป่วยเพื่อประเมินความเปลี่ยนแปลงของปริมาณไขมันในร่างกายได้

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และภัทร์อร แสงฤดี (2548) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาองค์ประกอบของร่างกายของเจ้าหน้าที่สาธารณสุข สังกัดกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ประกอบด้วยเพศหญิง จำนวน 149 คน อายุเฉลี่ย 36.68 ± 6.70 ปี เพศชาย 17 คน อายุเฉลี่ย 34.82 ± 8.22 ปี ที่เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการที่สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยสมัครใจเข้ารับการทดสอบครั้งนี้โดยใช้เครื่องมือวัดองค์ประกอบของร่างกายแบบไบโออิเลคทริคอล อิมพิด๊านซ์ ยี่ห้อ มอลตรอน (Maltron) รุ่น 916 จากประเทศอังกฤษ ผลการศึกษาพบว่า เจ้าหน้าที่สาธารณสุขทั้งหญิงและชายมีน้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายอยู่ในระดับปกติหรือพอเหมาะเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของกรมอนามัยและการกีฬาแห่งประเทศไทย ส่วนค่าปริมาณไขมันในร่างกายโดยรวมมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ของการกีฬาแห่งประเทศไทย (หญิง 33.83% ชาย 24.36%) ค่าพื้นฐานการใช้พลังงานของร่างกายอยู่ในระดับปกติ (หญิง 1227.72 กิโลแคลอรี่ ชาย 1554.12 กิโลแคลอรี่)

รวมทั้งน้ำในร่างกายและน้ำหนักที่ปราศจากไขมันอยู่ในระดับปกติทั้งชายและหญิง นอกจากนี้ยังพบว่า เจ้าหน้าที่สาธารณสุขเพศหญิงมีน้ำหนักของร่างกาย ปริมาณไขมันในร่างกายเพิ่มขึ้นตามช่วงอายุที่มากขึ้นและมีค่าพื้นฐานการใช้พลังงานของร่างกายลดลงเมื่ออายุมากขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

งานวิจัยในต่างประเทศ

นิโคล และคณะ (Nichols et al.,1993) ศึกษาผลของการฝึกแบบใช้แรงด้านอย่างหนัก (Heavy-Resistance Training) สำหรับหญิงที่มีสุขภาพดีและมีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ, องค์ประกอบของร่างกาย และความยึดมั่นของโปรแกรม (Program Adherence) โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบใช้แรงด้าน จำนวน 18 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 18 คน เท่ากัน โดยได้คัดเลือกอาสาสมัครจากซาน ดิเอโก้ (San Diego) พบว่าภายหลังการฝึกเป็นระยะเวลา 5 เดือน การออกกำลังกายแบบใช้แรงด้านสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ, เพิ่มมวลกล้ามเนื้อ และสามารถเพิ่มความหนาแน่นของกระดูกได้ในผู้หญิงที่มีอายุมากกว่า 60 ปี

ทรูช และคณะ (Treuth et al., 1994) ศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงต่อองค์ประกอบโดยรวมและเฉพาะบริเวณในผู้สูงอายุชาย ในระยะเวลา 16 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินองค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ เครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกายแบบ (Dual-Energy X-ray Absorptiometry; DEXA) เครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกายด้วยสนามแม่เหล็ก (Magnetic Resonance Imaging; MRI), และการชั่งน้ำหนักใต้น้ำ (Hydrodensitometry) โดยอาสาสมัครจำนวน 13 คน ที่ไม่เคยได้รับการฝึกและมีสุขภาพดี มีอายุ 60 ± 4 ปี และอาสาสมัครอีก 9 คน อายุ 62 ± 6 ปี เป็นกลุ่มควบคุม (Inactive controls) โดยผลจากโปรแกรมการฝึกความแข็งแรง (Strength-training) สามารถเพิ่มความแข็งแรงได้ทั้งช่วงบน (39 ± 8%; $P < 0.001$) และช่วงล่าง (42 ± 14%; $P < 0.001$) มวลกล้ามเนื้อที่ปราศจากไขมันทั้งหมด (Fat-Free Mass; FFM) เพิ่มขึ้น 2 กิโลกรัม (62.0 ± 7.1 to 64.0 ± 7.2 kg; $P < 0.001$) และน้ำหนักไขมันทั้งหมดลดลงในอัตราที่เท่ากัน (23.8 ± 6.7 to 21.8 ± 6.0 kg; $P < 0.001$) สรุป หลังการฝึกความแข็งแรง 16 สัปดาห์ มีการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงโดยรวม น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันโดยรวม และน้ำหนักไขมันโดยรวมลดลง ส่วนองค์ประกอบเฉพาะบริเวณ มีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันในบริเวณแขน ขา และทรวงอก รวมถึงมีการลดลงของน้ำหนักไขมันที่บริเวณแขนขา และทรวงอก ซึ่งเป็นผลจากการฝึกความแข็งแรงเช่นกัน

แพลทเลย์ และคณะ (Pratley et al., 1994) ศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเผาผลาญพลังงานและระดับของนอร์เอพิเนฟรินในผู้สูงอายุชายที่มีสุขภาพดี ที่มีอายุระหว่าง 50-60 ปี จำนวน 13 คน หลังได้รับการฝึกความแข็งแรงอย่างหนักเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักร่างกาย แต่มีไขมันในร่างกายลดลง (25.6 ± 1.5 vs. 23.7 ± 1.7%; P < 0.001) และมีน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันเพิ่มขึ้น (60.6 ± 2.2 vs. 62.2 ± 2.1 kg; P < 0.01) อัตราการเผาผลาญพลังงานในขณะพักเพิ่มขึ้น 7.7% (6,449 ± 217 vs. 6,998 ± 226 kJ/24 h; P < 0.01) โดยการฝึกความแข็งแรงสามารถเพิ่มระดับของนอร์เอพิเนฟริน 36% (1.1 ± 0.1 vs. 1.5 ± 0.1 nmol/l; P < 0.01) แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือด (Fasting Glucose) อินซูลิน หรือระดับของไทรอยด์ฮอร์โมน

ไรอัน และคณะ (Ryan et al., 1995) ศึกษาการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันและอัตราการเผาผลาญพลังงานในขณะพัก โดยไม่คำนึงถึงน้ำหนักร่างกายในหญิงวัยหมดประจำเดือน โดยหลังได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ในหญิงวัยหมดประจำเดือนจำนวน 15 คน อายุ 50-69 ปี โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม พบว่าทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความแข็งแรงทั้งช่วงบนและช่วงล่างของร่างกาย (P < 0.01) กลุ่มแรกเป็นหญิงที่ไม่มีโรคอ้วนจำนวน 8 คน พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักร่างกาย และกลุ่มที่สองเป็นหญิงที่มีโรคอ้วนจำนวน 7 คน พบว่าน้ำหนักร่างกาย น้ำหนักไขมัน และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001 โดยค่าของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันและอัตราการเผาผลาญพลังงานพื้นฐานเพิ่มขึ้นทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตามการฝึกแบบใช้แรงต้านพบว่าสามารถนำมาใช้ร่วมกับโปรแกรมอื่น ๆ เพื่อช่วยในการบริหารน้ำหนักร่างกายในหญิงวัยหมดประจำเดือนได้

ลินดอน และคณะ (Lyndon et al., 1999) ศึกษาความแตกต่างระหว่างผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายและค่าของไขมันในเลือดในผู้สูงอายุชายและหญิง พบว่าหลังจากการฝึกแบบใช้แรงต้าน 12 สัปดาห์ ทั้งเพศชายและเพศหญิงมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันอย่างมีนัยสำคัญ และมีการลดลงของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันในร่างกาย รวมถึงน้ำหนักไขมันด้วย และไม่มีการเปลี่ยนแปลงของไขมันในเลือด ทั้งไขมันในเลือดโดยรวม (Total Cholesterol) ไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ (Low-Density Lipoproteins; LDL) และไตรกลีเซอร์ไรด์ (Triglycereride) แต่มีการเพิ่มขึ้นของไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (High Density Lipoprotein; HDL)

เลมเมอร์ และคณะ (Lemmer et al., 2001) ศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรง (Strength Training; ST) ต่ออัตราการเผาผลาญพลังงานในขณะพัก (Resting Metabolic Rate; RMR) และอัตราการเผาผลาญพลังงานในขณะทำกิจกรรม (Energy Expenditure of Physical Activity; EEPA) โดยเปรียบเทียบตามอายุและเพศ โดยค่า RMR และ EEPA จะวัดก่อนและหลังการฝึกความแข็งแรงเป็นเวลา 24 สัปดาห์ ในอาสาสมัครเพศชาย 10 คน (อายุ 20-30 ปี) เพศหญิง 9 คน (อายุ 20-30 ปี) ผู้สูงอายุเพศชาย 11 คน (อายุ 65-75 ปี) และผู้สูงอายุเพศหญิง 10 คน (อายุ 65-75 ปี) พบว่าหลังจาก 24 สัปดาห์ของการฝึกความแข็งแรงสามารถเพิ่มอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน (RMR) อย่างมีนัยสำคัญ ประมาณ 7% ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ และมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน (Fat Free Mass) โดยที่มีค่า RMR เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ 9% และไม่มีความแตกต่างระหว่างอายุ

โมฮาน และคณะ (Mohan et al., 2004) ศึกษาความเที่ยงตรงของวิธีการวัดไขมันในร่างกายโดยเครื่องวัดไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfolds) และเครื่องวิเคราะห์ความต้านทานการนำกระแสไฟฟ้าทั้งสองแบบ (Bioelectric Impedance) ได้แก่ แบบ Leg-to-Leg และแบบ Hand-Held เปรียบเทียบกับเครื่อง Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA) ทำการทดลองโดยการวัดค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันจากอาสาสมัคร จำนวน 162 คน แบ่งเป็นเพศชาย 76 คน และเพศหญิง 86 คน โดยการเลือกแบบสุ่มจาก "Chennai Urban Rural Epidemiology Study" (CURES) ค่าเฉลี่ยอายุของอาสาสมัครเท่ากับ 45.1 ± 9.0 ปี และมีค่าดัชนีมวลกายระหว่าง 16.4 - 34.4 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันจะวัดโดยใช้เครื่องมือทั้ง 4 ชนิด คือ 1) DEXA 2) Leg-to-Leg 3) Hand-Held และ 4) Skinfolds โดยใช้ค่าที่ประเมินจากสมการ ผลการศึกษาพบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันที่ประเมินได้จากเครื่อง Leg-to-Leg เท่ากับ 35.10 ± 7.26 เปอร์เซ็นต์ และเครื่อง Skinfolds เท่ากับ 35.77 ± 6.06 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญจากวิธีของ DEXA (BF%DEXA 35.82 ± 8.33) แต่ค่าที่ได้จากเครื่อง Hand-Held Impedance (BF%IMP-HAND 31.38 ± 6.24) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ค่าอคติ (Bias) ในการประเมินเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันสำหรับเครื่องวิเคราะห์ความต้านทานการนำกระแสไฟฟ้าทั้ง Leg-to-Leg Hand-Held และ Skinfolds เท่ากับ 0.73 ± 5.70, 4.45 ± 4.83 และ 0.06 ± 5.86 ทั้ง 3 วิธี มีระดับความสัมพันธ์ทางสถิติค่อนข้างดีเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่อง DEXA (BF%IMP-LEG: $r = 0.741$, $p<0.001$; BF%IMP-HAND: $r = 0.817$, $p< 0.001$; BF%SKFD: r 0.710, $p< 0.001$) โดยการจากศึกษาทำให้ทราบว่าในการวัดค่าของไขมันในร่างกายด้วยเครื่อง Leg-to-Leg Impedance และ Skinfold มีค่าอคติต่ำกว่าเครื่อง Hand-Held Impedance เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่อง DEXA แต่อย่างไรก็ตามทั้ง 3 วิธี (Skinfolds, Leg-to-Leg Bioelectric Impedance และ Hand-Held Impedance) ก็มีระดับความสัมพันธ์ทางสถิติค่อนข้างดีเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่อง DEXA

อีวาน และคณะ (Evans et al., 2007) ศึกษาความเที่ยงตรงของเครื่อง Leg-to-Leg Bioimpedance ในการประเมินการเปลี่ยนแปลงของไขมันในร่างกายระหว่างช่วงที่น้ำหนักลดลงและช่วงที่น้ำหนักเพิ่มขึ้นในเพศหญิง โดยมีการติดตามผลเป็นระยะเวลา 1 ปี ได้ทำการศึกษาในผู้หญิงวัยทำงานที่มีอายุระหว่าง 24-65 ปี จำนวน 58 คน (อายุเฉลี่ย: 46.8 ± 8.9 ปี) และมีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) มากกว่าหรือเท่ากับ 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (BMI เฉลี่ย: 31.6 ± 2.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) โดยทำการวัดเพื่อดูค่าเส้นฐาน (Baseline) ของไขมันในร่างกายในช่วง 12 สัปดาห์ 24 สัปดาห์ และ 52 สัปดาห์ พบว่าหลังจากเสร็จสิ้นโปรแกรมลดน้ำหนัก อาสาสมัครมีน้ำหนักลดลง 9.9 ± 3.5 กิโลกรัม ($P<0.001$) และไขมันลดลง 7.6 ± 0.5 กิโลกรัม แต่หลังจาก 1 ปี มีน้ำหนักร่างกายเพิ่มขึ้น 4.9 ± 3.7 กิโลกรัม และไขมันเพิ่มขึ้น 7.6 ± 0.5 กิโลกรัม โดยสามารถสรุปได้ว่าภาวะน้ำหนักลดลงและภาวะน้ำหนักเกินมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ และเครื่อง Leg-to-Leg Bioimpedance สามารถนำมาใช้ในการวัดองค์ประกอบของร่างกาย เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงทางคลินิกในโปรแกรมบริหารน้ำหนักของร่างกายได้

นิโคล-ริชาร์ดสัน และคณะ (Nickols-Richardson et al., 2007) ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อในขณะที่ความยาวของกล้ามเนื้อหดตัว (Concentric) และการทำงานของกล้ามเนื้อในขณะที่ความยาวของกล้ามเนื้อยืดตัว (Eccentric) โดยใช้เครื่องไอโซไคเนติก (Isokinetic) ในการฝึกแบบใช้แรงต้าน โดยใช้ระยะเวลาในการเข้าร่วมทั้งหมด 5 เดือน แบ่งเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อในขณะที่ความยาวของกล้ามเนื้อหดตัว จำนวน 37 คน และการทำงานของกล้ามเนื้อในขณะที่ความยาวของกล้ามเนื้อยืดตัว จำนวน 33 คน โดยทำการฝึกบริเวณขาและแขน พบว่าความแข็งแรงในการทำงานของกล้ามเนื้อแบบ Concentric และ Eccentric ในการฝึกกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นจาก 18.6% เป็น 28.9% และกล้ามเนื้อแขนเพิ่มขึ้นจาก 12.5% เป็น 24.6% โดยมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังได้รับการฝึก นอกจากนี้ยังพบว่ามีการเพิ่มขึ้นของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ และแร่ธาตุบางชนิดของกระดูกในวัยรุ่นหญิงด้วย

ริง และคณะ (Ring et al., 2007) ศึกษาเปรียบเทียบความเที่ยงตรงของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometric) และการวัดความต้านทานการนำกระแสไฟฟ้า (Bioelectric Impedance) โดยเปรียบเทียบกับวิธี Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DEXA) เพื่อประเมินองค์ประกอบของร่างกายในผู้หญิงวัยรุ่น ซึ่งมีเหตุผลหลัก คือ เพื่อพัฒนาสมการสำหรับการคาดเดาค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันในร่างกาย อาสาสมัครเพศหญิงทั้งหมด 66 คน (51 African-American, 45 non-Black Hispanic, 55 non-Hispanic Caucasian, 15 multi-ethnic) จะได้รับการตรวจวัดเพื่อประเมินค่าน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน (Fat-Free Mass; FFM) จากเครื่อง BIA และจากสมการของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometric Equations) และนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าขององค์ประกอบร่างกายที่ประเมินได้จากเครื่อง DEXA ซึ่งการวัดขนาดสัดส่วนของร่างกาย ประกอบด้วย น้ำหนักของร่างกายส่วนสูง ไขมันใต้ผิวหนังบริเวณท้องแขน และไขมันใต้ผิวหนังบริเวณน่อง ผลการศึกษาพบว่า

ค่าเฉลี่ยอายุของอาสาสมัคร เท่ากับ 12.1 ± 1.2 ปี น้ำหนักของร่างกาย 52.7 ± 15.9 กิโลกรัม ส่วนสูง 154.6 ± 8.1 เซนติเมตร ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันที่ได้จากเครื่อง DXA เท่ากับ 27.9±10.4 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย น้ำหนักไขมัน 15.6 ± 10.2 กิโลกรัม น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน 35.7 ± 6.8 กิโลกรัม ไม่พบว่ามีความแตกต่างของความสัมพันธ์ระหว่างชนชาติในการประเมิน ซึ่งจากการประเมินด้วยสมการพบว่ามีค่าสัมพันธ์กันทางสถิติกับค่าที่วัดได้จากเครื่อง DEXA สรุปคือ เครื่อง BIA และ Anthropometric Equations มีความสัมพันธ์กันทางสถิติกับเครื่อง DEXA ในการวัดองค์ประกอบของร่างกาย แต่อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบเกณฑ์สำหรับหาความเที่ยงตรงระหว่างเครื่องทั้งสามชนิด

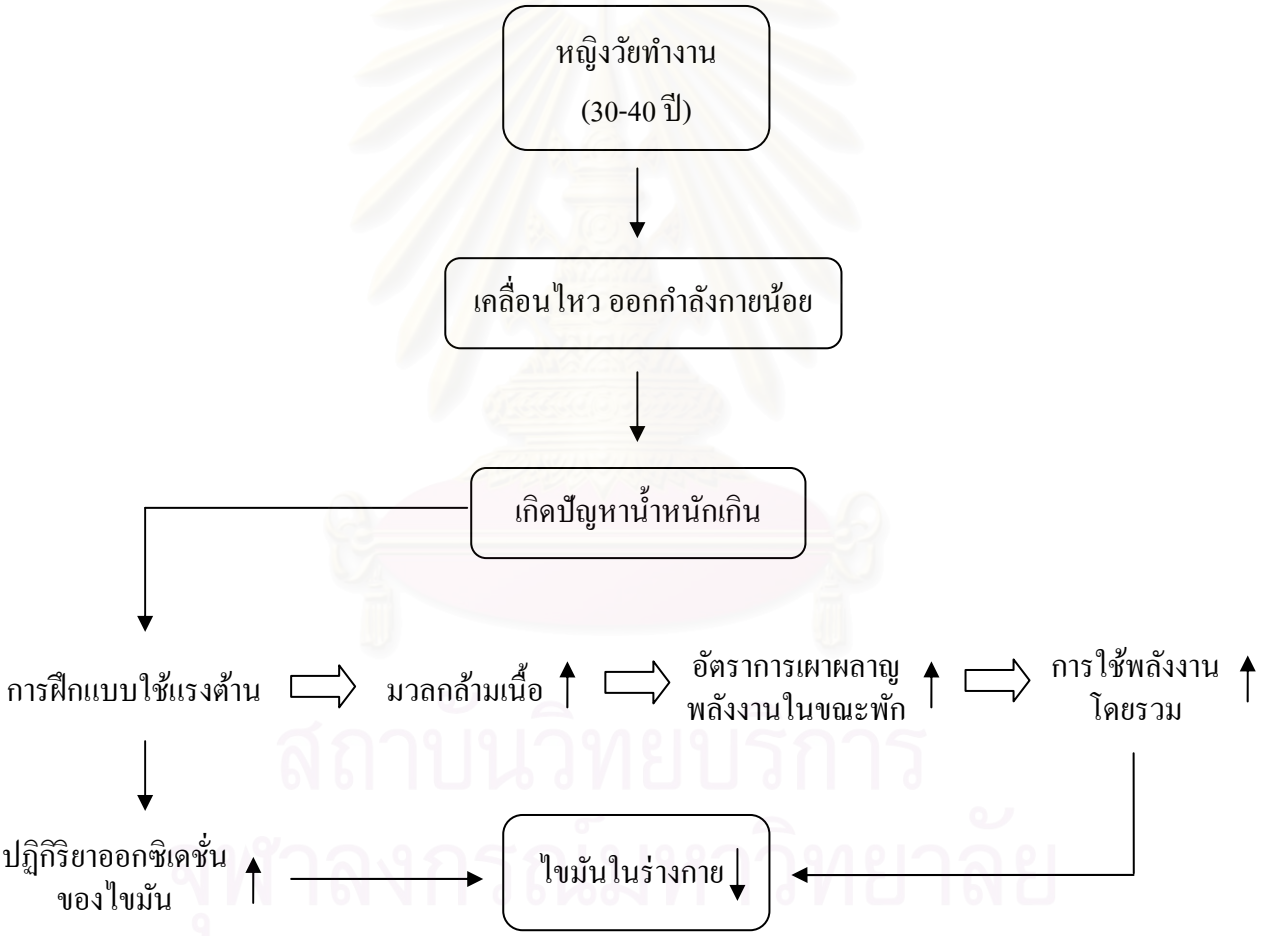
เชง และคณะ (Cheng et al., 2008) ศึกษาผลของภาวะโรคอ้วน กิจกรรมทางกาย และอายุ โดยการประเมินองค์ประกอบของร่างกายด้วยเครื่อง Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DEXA) กับ Bioimpedance Analysis (BIA) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะประเมินความเหมือนหรือแตกต่างของค่าน้ำหนักไขมันในเพศชายและเพศหญิงที่มีระดับกิจกรรมทางกายและโรคอ้วนแตกต่างกันแบ่งเป็นเพศชายจำนวน 82 คน และเพศหญิง 86 คน พบว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันที่ประเมินได้จาก DEXA และ BIA จากเครื่องมือสองชนิด คือ InBody (720) และ Tanita BC 418 MA มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย โดยค่าที่ประเมินจากเครื่อง BIA ทั้งสองชนิดนั้นมีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันต่ำกว่าเครื่อง DEXA ประมาณ 2-6% แต่อย่างไรก็ตามความแตกต่างก็ขึ้นอยู่กับเพศและน้ำหนักของร่างกาย ดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้ในการจำแนกบุคคลที่มีภาวะไขมันเกินได้

โจฮานเซน และคณะ (Johannsen et al., 2008) ศึกษาความแตกต่างของอัตราการใช้พลังในแต่ละวันในผู้หญิงที่ผอมและผู้หญิงที่มีภาวะโรคอ้วน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพิจารณาปัจจัยเสี่ยงของการมีอัตราการเผาผลาญพลังงานพื้นฐานต่ำต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักร่างกายในผู้ที่มีภาวะโรคอ้วน และทำการศึกษาในเพศหญิงวัยก่อนหมดประจำเดือน ที่มีสุขภาพดีจำนวน 20 คน ไม่สูบบุหรี่ แบ่งเป็นเพศหญิงที่ผอมจำนวน 10 คน และเพศหญิงที่มีภาวะโรคอ้วนจำนวน 10 คน โดยทำการสังเกตุเป็นเวลา 14 วัน พบว่าอัตราการเผาผลาญพลังงานพื้นฐานใกล้เคียงกัน (1601 ± 109 vs. 1505 ± 109 kcal/day), P = 0.12 โดยผู้หญิงที่มีภาวะโรคอ้วนมักจะนั่งอยู่กับที่มากกว่า 2.5 ชั่วโมงในแต่ละวัน (12.7 ± 3.2 h vs. 10.1 ± 2.0 h, P < 0.05) ยืนน้อยกว่า 2 ชั่วโมงต่อวัน (2.7 ± 1.0 h vs. 4.7 ± 2.2 h, P = 0.02) และใช้เวลาที่เหลือในการทำกิจกรรมอื่นๆ (2.6 ± 1.5 h vs. 5.4 ± 1.9 h, P = 0.002) ซึ่งน้อยกว่าเพศหญิงที่ผอม ซึ่งจากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าอัตราการเผาผลาญพลังงานพื้นฐานในเพศหญิงที่มีภาวะโรคอ้วนไม่ได้ต่ำกว่าเพศหญิงที่ผอม แต่อย่างไรก็ตามถ้ายังคงมีการเคลื่อนไหวร่างกายน้อยอย่างต่อเนื่องก็จะทำให้อัตราการเผาผลาญพลังงานพื้นฐานน้อยกว่าเพศหญิงที่ผอมได้

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้หญิงวัยทำงานมักมีการเคลื่อนไหว และออกกำลังกายน้อย จึงมีผลทำให้สมรรถภาพทางกายลดลง และก่อให้เกิดภาวะน้ำหนักเกินตามมาได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน ด้วยรูปแบบการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านว่ามีผลอย่างไรต่อองค์ประกอบของร่างกายในบุคลากรของธนาคารแห่งประเทศไทย เพศหญิง อายุระหว่าง 30-40 ปี (ดังแสดงในรูปที่ 5)

กรอบแนวคิด (Conceptual Framework)



(รูปภาพที่ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. **ประชากร** ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ประชากรวัยทำงาน เพศหญิง อายุระหว่าง 30-40 ปี
2. **กลุ่มตัวอย่าง** กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ บุคลากรของธนาคารแห่งประเทศไทย เพศหญิง อายุระหว่าง 30-40 ปี ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน จำนวน 40 คน

เกณฑ์ในการพิจารณาผู้เข้าร่วมงานวิจัย (Inclusion Criteria)

คัดเลือกอาสาสมัครในการวิจัยจากบุคลากรของธนาคารแห่งประเทศไทย เลขที่ตั้ง 273 ถนนสามเสน เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200 โดยมีเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. อาสาสมัครจะต้องเป็นเพศหญิง อายุระหว่าง 30-40 ปี ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน ตามเกณฑ์ของภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ที่มีค่าดัชนีมวลกายระหว่าง 23-24.9 (WHO, 2000) (ภาคผนวก ก)
2. อาสาสมัครไม่เคยได้รับการฝึกหรือออกกำลังกายมาก่อนอย่างน้อย 6 เดือน และมีความสมัครใจที่จะเข้าร่วมในการวิจัย
3. ได้รับการตรวจจากแพทย์แล้วว่าอาสาสมัครไม่มีโรคที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ขณะทำการวิจัย เช่น โรคความดันสูง โรคหัวใจ และโรคเบาหวาน เป็นต้น และไม่มีอาการเจ็บป่วย รวมถึงการบาดเจ็บของกระดูกและกล้ามเนื้อ
4. ผู้เข้าร่วมต้องไม่มีโรคติดต่อหรืออาการแสดงใดที่เป็นอันตรายต่อผู้เข้าร่วมคนอื่น

เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครออกจากการศึกษา (Exclusion criteria)

1. อาสาสมัครที่มีการเปลี่ยนแปลงเกณฑ์ในการจำแนกภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ที่มีค่าดัชนีมวลกายระหว่าง 23-24.9 (WHO, 2000) หรือการจำแนกกลุ่มไม่เป็นไปตามที่ตกลง
2. อาสาสมัครไม่สามารถเข้าร่วมได้ครบระยะเวลาในการทดลอง
3. อาสาสมัครที่มีการบาดเจ็บจากการทดลองหรือตรวจพบภาวะผิดปกติในขณะทำการทดลอง

ขั้นตอนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. ผู้วิจัยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน ตามเกณฑ์ในการพิจารณาผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่กำหนดไว้ข้างต้น โดยการคัดเลือกอาสาสมัครที่เป็นบุคลากรของธนาคารแห่งประเทศไทย เพศหญิง อายุระหว่าง 30-40 ปี ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน และสมัครใจเข้าร่วมในการวิจัย มีสุขภาพดี รวมถึงมีชีวิตประจำวันและกิจกรรมทางกายใกล้เคียงกัน เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน
2. กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) กลุ่มละ 20 คน ด้วยวิธีการจับฉลาก (Lottery) แบบหยิบครั้งเดียวให้จำนวนครบตามต้องการ

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย

- เกณฑ์ในการจำแนกภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก (WHO, 2000) (ดูภาคผนวก ก)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

- เครื่องวัดส่วนสูงมาตรฐาน (Harpenden Anthropometer)
- เครื่องวิเคราะห์ความต้านทานการนำกระแสไฟฟ้าของร่างกาย (Foot-to-Foot Bioelectrical Impedance Analyzer; BIA) ยี่ห้อ TANITA รุ่น BC-533 Innerscan Body Composition Monitor จากประเทศอังกฤษ
- เครื่องตรวจวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Lange Skinfold Caliper)
- ดัมเบล (Dumbbell)
- ถุงทราย (Sand Bags/Weight Bags)
- โปรแกรมการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล มี 1 ชุด ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบบันทึกข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาของบุคลากรของธนาคารแห่งประเทศไทย ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับ เพศ อายุ ส่วนสูง และน้ำหนักของร่างกาย

ส่วนที่ 2 แบบบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ การวัดดัชนีมวลกาย (BMI) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม/ตารางเมตร การวัดเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ และการวัดเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ รวมถึงการตรวจวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังโดยใช้เครื่องตรวจวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง มีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร

รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research Design) เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน คำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางเทียบระหว่างค่าอำนาจของการทดสอบ (Power of the Test) เท่ากับ 0.80 และค่าขนาดของผลกระทบ (Effect Size) เท่ากับ 0.50 ได้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละประมาณ 20 คน (Cohen, 1969) โดยออกแบบการทดลองที่มีกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว และมีการสอบวัดตลอดโครงการ (The Single Group Time Series Design) ได้แก่ น้ำหนักของร่างกาย ดัชนีมวลกาย (BMI) อัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน (RMR) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน (%FFM) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน (%FM) ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน (Triceps) บริเวณเอว (Suprailium) และบริเวณต้นขา (Thigh) ของแต่ละบุคคลก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนในการทำวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 ก่อนการทดลอง

1. ผู้วิจัยได้ทำหนังสือขออนุญาต ผู้อำนวยการฝ่ายธุรการและพัสดุ ธนาคารแห่งประเทศไทย เพื่อขออนุญาตใช้สถานที่ในการวิจัย ตลอดจนขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลสำหรับการทำวิจัย

2. ผู้วิจัยจัดทำแฟ้มบันทึกข้อมูลประจำตัวอาสาสมัครเป็นรายบุคคล โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ แฟ้มบันทึกข้อมูลประจำตัวอาสาสมัครกลุ่มควบคุม และแฟ้มบันทึกข้อมูลประจำตัวอาสาสมัครกลุ่มทดลอง

3. อาสาสมัครได้รับการปฐมนิเทศก่อนเข้าร่วมโครงการ เพื่อให้อาสาสมัครได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ การดำเนินงาน การทดสอบ วิธีการฝึกการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการทดสอบ ตลอดจนข้อปฏิบัติในการทดลอง

4. ก่อนเริ่มโปรแกรมการออกกำลังกาย ผู้เข้ารับการทดลองได้รับเอกสาร และการปฐมนิเทศเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ การดำเนินงาน การทดสอบองค์ประกอบของร่างกาย และการเตรียมตัวก่อนเข้ารับการทดสอบ

5. ผู้วิจัยใช้ผลการคัดเลือกอาสาสมัครที่มีภาวะน้ำหนักเกิน จากสูตรดัชนีมวลกาย (Body Mass Index; BMI) และการตอบรับความร่วมมือจากอาสาสมัครเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่ม

ตัวอย่าง จำนวน 40 คน และดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ด้วยวิธีการจับฉลาก (Lottery) แบบหยิบครั้งเดียวให้จำนวนครบตามต้องการ

6. ผู้วิจัยอธิบายวิธีการฝึกแบบใช้แรงต้าน และขั้นตอนในการศึกษาวิจัยแก่อาสาสมัคร พร้อมทั้งให้อาสาสมัครลงนามในใบยินยอมของประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย (ภาคผนวก ฉ)

7. เก็บข้อมูลก่อนการทดลอง (Pre-test) ในหัวข้อต่อไปนี้

7.1 ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา (Physiological Characteristics) ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก และส่วนสูง

7.2 ข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition) โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ความต้านทานการนำกระแสไฟฟ้าของร่างกาย (Foot-to-Foot Bioelectrical Impedance Analyzer; BIA) ยี่ห้อ TANITA รุ่น BC-533 ได้แก่ น้ำหนักของร่างกาย (Body Weight) อัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน (Resting Metabolic Rate; RMR) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน (Fat Free Mass; FFM) (%) และ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน (Fat Mass; FM) (%) รวมถึงตรวจวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังโดยใช้เครื่องตรวจวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Lange Skinfold Caliper) วัดค่าความหนาของไขมัน 3 ตำแหน่ง คือ บริเวณใต้ท้องแขน (Triceps) บริเวณเอว (Suprailium) และบริเวณต้นขา (Thigh) หน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร

8. โปรแกรมที่ใช้ในการฝึกแบบใช้แรงต้านจะได้รับการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบโปรแกรมการฝึกแบบใช้แรงต้าน

1. รศ.นพ.ปัญญา ไข่มุก (นายกสมาคมวิทยาศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศไทย)
2. รศ.เจริญ กระบวนรัตน์ (อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)
3. รศ.ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ (อาจารย์ประจำสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
4. ผศ.ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (อาจารย์ประจำสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
5. อ.สิทธา พงษ์พิบูลย์ (อาจารย์ประจำสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

ขั้นตอนที่ 2 ขณะทำการทดลอง

1. การเก็บข้อมูลเริ่มตั้งแต่วันที่ 14 กันยายน 2550 ถึงวันที่ 28 ธันวาคม 2550 รวมทั้งสิ้น 14 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ทั้งนี้ในกลุ่มที่ได้รับการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงควบคุม (Baseline Measurement) จำนวน 6 สัปดาห์และช่วงทดลอง (Treatment Condition) จำนวน 8 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมดำเนินชีวิตประจำวันปกติ ไม่ได้รับการฝึกใดๆ เป็นเวลา 14 สัปดาห์

2. กลุ่มควบคุมดำเนินชีวิตประจำวันปกติ ไม่ได้รับการฝึกใดๆ เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบร่างกายอย่างชัดเจนโดยการตรวจสอบซ้ำ (Re-test) ทั้งระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมและภายในกลุ่มทดลอง โดยกลุ่มทดลองในช่วงที่ได้รับการควบคุม ต้องไม่มีการออกกำลังกายใด ๆ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ หลังจากนั้นได้รับการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการออกกำลังกายได้มีการดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติเป็นเวลา 14 สัปดาห์

กลุ่มควบคุม: ช่วงควบคุม 14 สัปดาห์

เป็นอาสาสมัครดำเนินชีวิตประจำวันปกติ ไม่ได้รับการฝึกใด ๆ เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน โดยการตรวจสอบซ้ำ (Re-test) ทั้งระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่ม

3. กลุ่มทดลองซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองอยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านทำการฝึกในระดับความหนักที่ 8-12 RM โดยความหนักที่ 8-12 RM เป็นความหนักที่ประเมินจากความสามารถสูงสุดของอาสาสมัครในการยกอย่างต่อเนื่องระหว่าง 8-12 ครั้ง เพราะเป็นช่วงที่สามารถพัฒนากล้ามเนื้อ (Muscle Hypertrophy) ได้มากที่สุด (ACSM, 2002) ทำการฝึกแบบใช้แรงต้านโดยเริ่มจากท่าที่ 1-10 ไม่มีการหยุดพักระหว่างท่าฝึก โดยสลับกันทำกลุ่มละ 12 ครั้งไปเรื่อย ๆ จนครบ 3 รอบ พัก 30-60 วินาทีระหว่างรอบ เพื่อให้ร่างกายยังคงมีกรดแลคติค (Lactic Acid) สะสมอยู่บ้าง ซึ่งสาเหตุที่ไม่พักจนหายเหนื่อย (Complete Restoration) เพราะต้องการให้ร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงของความจุในการขนส่งพลังงาน (Energy Transport Capacity) เพิ่มขึ้น โดยกลุ่มที่มีการออกกำลังกายได้รับการทดลองเป็นระยะเวลา 3 ครั้งต่อสัปดาห์ วันเว้นวัน ฝึกวันละ 1 ครั้งในช่วงเย็น ตั้งแต่วันจันทร์-พุธ-ศุกร์ ซึ่งจะใช้ระยะเวลาในการทำวิจัยทั้งหมด 14 สัปดาห์ แบ่งเป็นช่วงควบคุม (Baseline Measurement) จำนวน 6 สัปดาห์และช่วงทดลอง (Treatment Condition) จำนวน 8 สัปดาห์

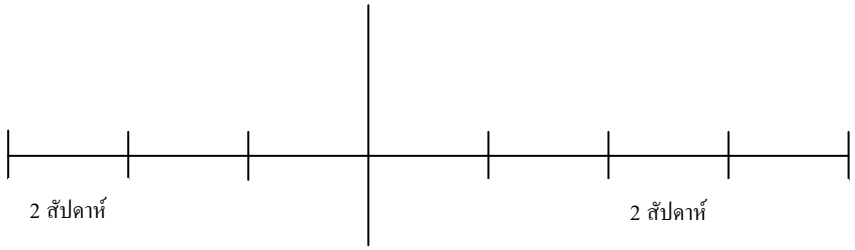
กลุ่มทดลอง: ช่วงควบคุม 6 สัปดาห์

ผู้วิจัยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการโภชนาการแก่อาสาสมัคร และแบ่งการวัดออกในช่วงควบคุมก่อนการทดลองเป็น 4 ครั้ง ได้แก่ วัดครั้งแรก (ทดสอบ 1) วัดครั้งที่ 2 (ทดสอบ 2) หลังจากวัดครั้งแรก 2 สัปดาห์ วัดครั้งที่ 3 (ทดสอบ 3) หลังจากวัดครั้งแรก 4 สัปดาห์ และวัดครั้งที่ 4 (ทดสอบ 4) หลังจากวัดครั้งแรก 6 สัปดาห์ รวม 6 สัปดาห์ วัดทั้งหมด 4 ครั้ง

กลุ่มทดลอง: ช่วงทดลองการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน 8 สัปดาห์

เป็นออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน โดยทำการฝึกในระดับความหนักที่ 8-12 RM ยกต่อเนื่องระหว่าง 8-12 ครั้ง เพราะเป็นช่วงที่สามารถพัฒนากล้ามเนื้อ (Muscle hypertrophy) ได้มากที่สุด (ACSM, 2002) ทำการฝึกแบบใช้แรงต้านโดยเริ่มจากท่าที่ 1-10 โดยสลับกันทำกลุ่มละ 12 ครั้งไปเรื่อย ๆ จนครบ 3 รอบ พัก 30-60 วินาทีระหว่างรอบ วันละ 1 ครั้งในช่วงเย็น ซึ่งกลุ่มที่มีออกกำลังกายได้รับการทดลอง เป็นระยะเวลา 3 ครั้งต่อสัปดาห์ วันเว้นวัน ตั้งแต่วันจันทร์-พุธ-ศุกร์ ตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัย และค่า 1RM ได้มีการทดสอบซ้ำทุก 4 สัปดาห์ เพื่อดูว่าอาสาสมัครมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นหรือไม่

ตัวอย่างท่าที่ใช้ในการออกกำลังกายประกอบด้วยท่าทั้งหมด 10 ท่า (ปรับปรุงบางส่วนจาก ครูซ, 2546) หลักในการปรับปรุง เพื่อ 1) ความเหมาะสมของท่าที่ใช้ในการฝึก 2) ความถนัดของท่าที่ใช้ในการฝึก 3) ความสามารถของผู้ที่ได้รับการฝึก ต้องเป็นท่าที่อาสาสมัครทุกคนสามารถทำได้ 4) ความหนักของท่าที่ใช้ในการฝึก ต้องไม่เบาเกินไป หรือหนักเกินไปจนอาสาสมัครไม่สามารถทำได้ ซึ่งประกอบไปด้วยท่าทั้งหมด 10 ท่า ที่ใช้กล้ามเนื้อคนละส่วนกัน และสามารถเชื่อมต่อระหว่างท่าได้ เพื่อความสะดวกในการเปลี่ยนท่าทาง และไม่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เพราะกล้ามเนื้อแต่ละมัดจะได้พักอย่างเต็มที่ เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างสมบูรณ์ และไม่เป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกายในครั้งต่อไป



กลุ่มควบคุม ช่วงควบคุม 14 สัปดาห์

เป็นอาสาสมัครดำเนินชีวิตประจำวันปกติ ไม่ได้รับการฝึกใด ๆ เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน โดยการตรวจสอบซ้ำ (Re-test) ทั้งระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่ม

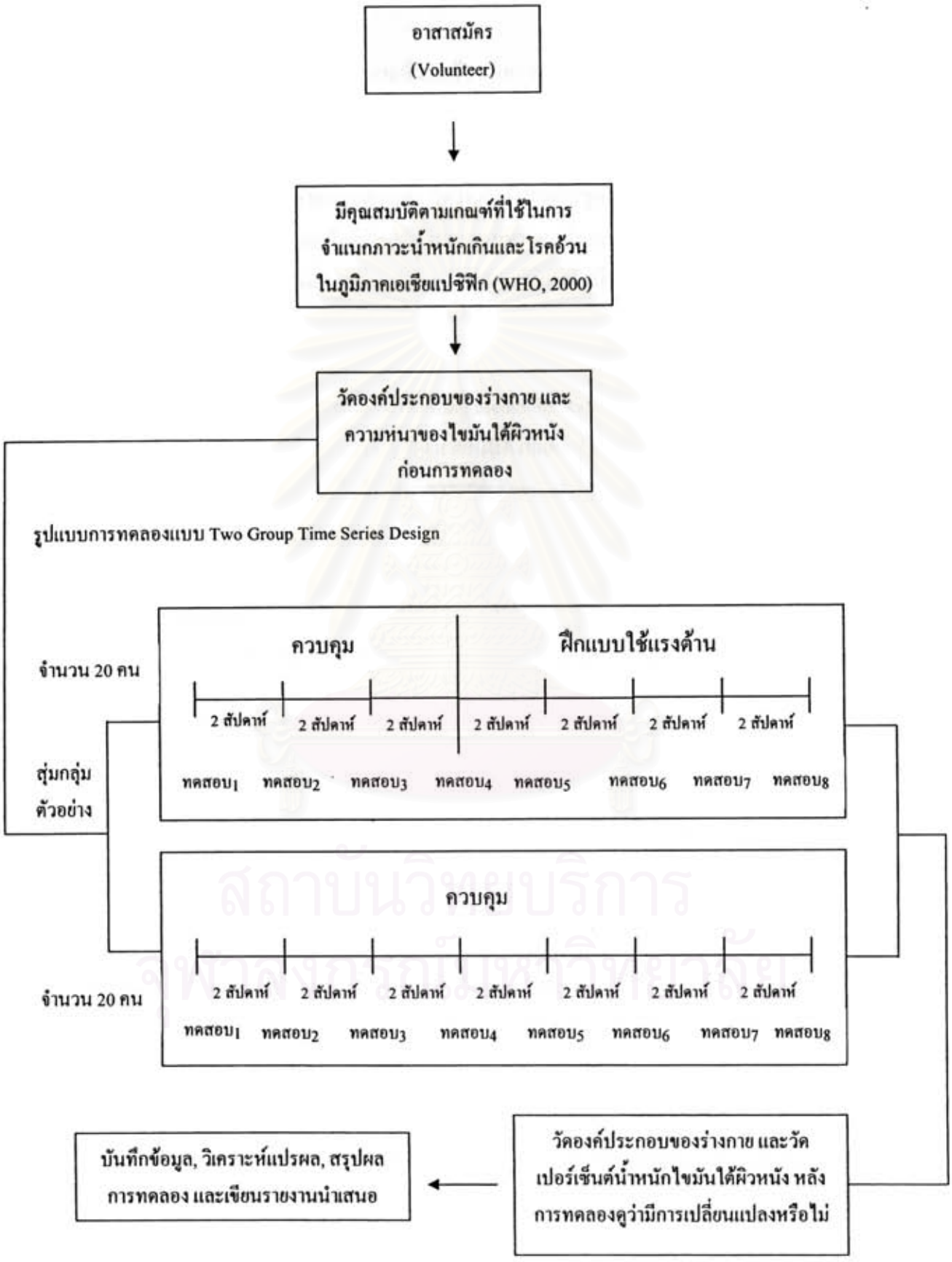
สถานที่ทำการศึกษา : ห้องประชุม อาคาร 2 ธนาคารแห่งประเทศไทย

4. ทำการทดลอง (ดังแสดงในรูปที่ 6) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ เป็นเวลา 14 สัปดาห์

กลุ่มที่ 2 ได้รับการฝึกการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน โดยทำการฝึกในระดับความหนักที่ 8-12 RM โดยความหนักที่ 8-12 RM เป็นความหนักที่ประเมินจากความสามารถสูงสุดของอาสาสมัครในการยกอย่างต่อเนื่องระหว่าง 8-12 ครั้ง ทำการฝึกแบบใช้แรงต้านโดยเริ่มจากท่าที่ 1-10 โดยสลับกันทำกลุ่มละ 8-12 ครั้งไปเรื่อย ๆ จนครบ 3 รอบ พัก 30-60 วินาทีระหว่างรอบ วันละ 1 ครั้งในช่วงเย็น ซึ่งกลุ่มที่มีออกกำลังกายได้รับการฝึก เป็นระยะเวลา 3 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยทำการฝึกวันเว้นวัน

รูปภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการทดลอง



ขั้นตอนที่ 3 หลังการทดลอง

ทดสอบองค์ประกอบของร่างกายด้วยเครื่องวิเคราะห์ความต้านทานการนำกระแสไฟฟ้าของร่างกาย (ยี่ห้อ TANITA รุ่น BC-533) ซึ่งอาสาสมัครต้องได้รับการทดสอบหาค่าองค์ประกอบของร่างกายเหมือนกันทุกคน ดังนี้

1. น้ำหนักของร่างกายและส่วนสูง วัดโดยแต่งกายในชุดลำลอง เสื้อยืด กางเกงวอร์ม และไม่สวมรองเท้า (น้ำหนักมีหน่วยเป็นกิโลกรัม ส่วนสูงมีหน่วยเป็นเซนติเมตร)

2. ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index; BMI) เป็นค่าดัชนีที่คำนวณจากน้ำหนักและส่วนสูง เพื่อใช้เปรียบเทียบความสมดุลระหว่างน้ำหนักของกร่างกายต่อความสูง มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเมตร

3. อัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน (Resting Metabolic Rate; RMR) เป็นอัตราการใช้พลังงานในขณะที่ร่างกายไม่มีการทำกิจกรรมใด ๆ มีหน่วยเป็นกิโลแคลอรี

4. เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน (%Fat-Free Mass; %FFM) น้ำหนักของร่างกายที่ปราศจากไขมัน มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

5. เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน (%Fat Mass; %FM) น้ำหนักของไขมันทั้งหมดในร่างกาย มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

6. ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfold Thickness) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์และคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ รุ่น 15 (Statistical Package for the Social Sciences Version 15) เพื่อหาค่าต่างๆ ดังนี้

1. ค่ามัชฌิมเลขคณิต (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของน้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย (BMI) อัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน (RMR) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน (%FFM) และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน (%FM) รวมถึงค่าที่ได้จากการตรวจวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังโดยใช้เครื่องตรวจวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Lange Skinfold Caliper) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร จากการทดสอบ ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลองต่อเนื่องตลอด 14 สัปดาห์ ทั้งสองกลุ่ม

2. วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way Repeated Measures ANOVA) (Winer, 1971: 261) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่มและทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method] ที่ระดับความมีนัยสำคัญที่ 0.05

3. วิเคราะห์ค่าทีโดยที่ตัวแปรทั้งสองเป็นอิสระต่อกัน (Independent-Sample t Test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ที่ระดับความมีนัยสำคัญที่ 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล ผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง โดยเก็บอย่างต่อเนื่องทุก ๆ 2 สัปดาห์ทั้งสองกลุ่ม เป็นเวลาทั้งสิ้น 14 สัปดาห์ มาวิเคราะห์เสนอในรูปตารางประกอบ ความเรียงและแผนภูมิ แบ่งการนำเสนอเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย (BMI) อัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน (RMR) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน (%FFM) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน (%FM) รวมถึงค่าที่ได้จากการตรวจวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังโดยใช้เครื่องตรวจวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Lange Skinfold Caliper) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 14 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยใช้ค่า “ ที ” (t-test)

ตอนที่ 2 แสดงตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way Repeated Measures ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่มและทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method] ที่ระดับความมีนัยสำคัญที่ 0.05

ตอนที่ 3 แสดงกราฟประกอบการเปลี่ยนแปลงค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาและผลขององค์ประกอบในร่างกาย รวมถึงค่าที่ได้จากการตรวจวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง ก่อนการทดลองและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา ก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
อายุ (ปี)	35.20	3.46	34.25	3.14	30	40
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	156.29	4.61	156.54	3.18	150.50	168.20
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	57.97	3.52	58.72	2.59	53.10	66.40

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลอง ค่าเฉลี่ยอายุของกลุ่มควบคุม เท่ากับ 35.20 ± 3.46 ปี กลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน เท่ากับ 34.25 ± 3.14 ปี

ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของกลุ่มควบคุม เท่ากับ 156.29 ± 4.61 เซนติเมตร กลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้านเท่ากับ 156.54 ± 3.18 เซนติเมตร

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของกลุ่มควบคุม เท่ากับ 57.97 ± 3.52 กิโลกรัม กลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้านเท่ากับ 58.72 ± 2.59 กิโลกรัม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำหนักของร่างกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
น้ำหนักของร่างกาย (กิโลกรัม)						
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	58.72	2.59	57.97	3.52	-0.723	0.479
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	58.81	2.64	58.03	3.49	-0.746	0.465
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	58.86	2.62	58.14	3.52	-0.694	0.496
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	58.89	2.58	58.25	3.53	-0.615	0.546
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	58.98	2.60	58.20	3.55	-0.749	0.463
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	58.99	2.60	58.05	3.56	-0.897	0.381
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	59.02	2.60	57.80	3.53	-1.178	0.253
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	59.01	2.56	57.58	3.50	-1.400	0.178

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของร่างกาย ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของร่างกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของร่างกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของร่างกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของร่างกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของร่างกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของร่างกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของร่างกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของดัชนีมวลกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)						
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	23.86	0.40	23.72	0.44	-0.997	0.331
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	23.85	0.39	23.74	0.42	-0.806	0.430
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	23.87	0.40	23.78	0.43	-0.615	0.546
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	23.88	0.38	23.83	0.42	-0.396	0.697
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	23.92	0.38	23.80	0.42	-0.819	0.423
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	23.97	0.36	23.75	0.43	-1.323	0.202
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	24.05	0.36	23.67	0.43	-1.745	0.130
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	24.08	0.35	23.55	0.43	-1.912	0.093

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6 ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8 ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10 ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12 ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14 ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
อัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน (กิโลแคลอรี่)						
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	1183.20	79.04	1172.90	75.02	-0.393	0.699
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	1178.75	78.02	1176.30	77.34	-0.091	0.928
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	1180.20	80.33	1177.05	76.40	0.121	0.887
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	1175.40	75.14	1180.90	78.97	0.212	0.834
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	1172.95	78.13	1186.45	77.36	0.518	0.611
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	1171.40	76.91	1190.35	71.71	0.753	0.461
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	1162.45	71.96	1204.60	64.27	1.900	0.073
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	1164.90	73.97	1215.30	69.92	2.187	0.041*

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6 ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8 ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10 ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12 ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14 ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)						
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	36.56	2.60	37.35	2.91	0.741	0.467
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	36.37	2.66	37.23	2.97	0.795	0.437
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	36.48	2.61	37.12	2.98	0.593	0.560
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	36.38	2.65	37.20	2.98	0.761	0.456
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	36.17	2.65	37.60	2.96	1.333	0.198
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	36.09	2.61	37.72	2.88	1.549	0.138
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	36.12	2.60	37.91	2.82	1.720	0.102
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	36.00	2.61	38.24	2.87	2.042	0.048*

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 14 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
น้ำหนักไขมัน (เปอร์เซ็นต์)						
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	31.76	2.09	31.56	2.12	-0.265	0.794
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	31.83	2.06	31.95	2.13	0.161	0.874
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	31.97	2.07	32.01	2.02	0.055	0.957
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	32.07	2.04	32.19	2.03	0.167	0.869
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	32.13	2.04	31.70	2.13	-0.580	0.569
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	32.28	2.19	31.17	2.16	-1.444	0.165
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	32.52	2.19	30.75	2.18	-2.331	0.031*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	32.51	2.07	30.50	2.14	-2.744	0.013*

*$p < .05$ ($.05\ F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 14 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไขมัน ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน (Triceps) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
ไขมันบริเวณใต้ท้องแขน (มิลลิเมตร)						
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	27.80	3.12	27.50	3.15	-0.296	0.770
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	27.80	3.12	27.50	3.15	-0.296	0.770
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	27.80	3.12	27.50	3.15	-0.296	0.770
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	27.80	3.12	27.50	3.15	-0.296	0.770
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	27.80	3.12	27.50	3.15	-0.296	0.770
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	27.80	3.12	27.00	3.13	-0.781	0.445
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	27.80	3.12	26.65	3.17	-1.131	0.272
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	27.80	3.12	26.40	3.12	-1.388	0.181

*$p < .05$ ($.05\ F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณไตรเซปส์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณไตรเซปส์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณไตรเซปส์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณไตรเซปส์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณไตรเซปส์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณไตรเซปส์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณไตรเซปส์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 14 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณไตรเซปส์ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอว (Suprailium) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
ไขมันบริเวณสีข้าง (มิลลิเมตร)						
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	25.20	3.25	25.30	3.18	0.086	0.932
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	25.20	3.25	25.30	3.18	0.086	0.932
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	25.20	3.25	25.30	3.18	0.086	0.932
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	25.20	3.25	25.30	3.18	0.086	0.932
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	25.20	3.25	25.30	3.18	0.086	0.932
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	25.20	3.25	24.90	2.94	-0.269	0.791
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	25.20	3.25	24.60	3.14	-0.515	0.612
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	25.20	3.25	24.40	2.95	-0.704	0.490

*$p < .05$ ($.05\ F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณสีข้าง ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณสีข้าง ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณสีข้าง ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณสีข้าง ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณสีข้าง ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณสีข้าง ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณสีข้าง ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 14 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณสีข้าง ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขา (Thigh) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		t	p
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
ไขมันบริเวณต้นขา (มิลลิเมตร)						
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	40.10	3.67	39.60	3.84	-0.493	0.628
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	40.10	3.67	39.60	3.84	-0.493	0.628
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	40.10	3.67	39.60	3.84	-0.493	0.628
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	40.55	3.71	39.60	3.84	-0.946	0.356
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	40.80	3.55	39.60	3.84	-1.183	0.252
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	40.80	3.55	39.20	3.78	-1.598	0.126
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	40.90	3.64	38.90	3.88	-1.964	0.064
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	40.90	3.64	38.75	3.88	-2.099	0.053

*$p < .05$ ($.05\ F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขา ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขา ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขา ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขา ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขา ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขา ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขา ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 14 ค่าเฉลี่ยของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขา ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักร่างกายของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	19	1023.71	53.88	
ภายในบุคคล	140	3.64	0.03	
ระหว่างทดลอง	7	1.62	0.23	15.17*
ที่เหลือ	133	2.03	0.02	
ทั้งหมด	159	1027.35	6.46	

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 10 พบว่า น้ำหนักร่างกายของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยน้ำหนักร่างกาย ของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method]

		ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14
	ค่าเฉลี่ย (กิโลกรัม)	58.72	58.81	58.86	58.89	58.98	58.99	59.02	59.01
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	58.72		0.08	0.14*	0.17*	0.25*	0.27*	0.29*	0.29*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	58.81			0.05	0.09	0.17*	0.18*	0.21*	0.20*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	58.86				0.03	0.12	0.13*	0.16*	0.15*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	58.89					0.09	0.10	0.13*	0.12
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	58.98						0.01	0.04	0.03
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	58.99							0.03	0.02
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	59.02								-0.01
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	59.01								

*p < .05 (0.12)

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักร่างกายของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 กับก่อนการการทดลองสัปดาห์ที่ 4 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่ก่อนการการทดลองสัปดาห์ที่ 2 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 คู่ก่อนการการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักร่างกายของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	19	1887.63	99.35	
ภายในบุคคล	140	8.70	0.06	
ระหว่างทดลอง	7	6.81	0.97	68.62*
ที่เหลือ	133	1.89	0.01	
ทั้งหมด	159	1896.33	11.93	

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 12 พบว่า น้ำหนักร่างกายของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยน้ำหนักร่างกาย ของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method]

		ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14
	ค่าเฉลี่ย (กิโลกรัม)	57.97	58.03	58.14	58.25	58.2	58.05	57.8	57.58
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	57.97		0.05	0.17	0.28	0.23	0.08	-0.18	-0.39*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	58.03			0.11	0.22	0.17	0.02	-0.23	-0.45*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	58.14				0.11	0.06	-0.09	-0.34	-0.56*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	58.25					-0.05	-0.2	-0.45*	-0.67*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	58.2						-0.15	-0.40*	-0.62*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	58.05							-0.25	-0.47*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	57.8								-0.21
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	57.58								

*p < .05 (0.36)

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักร่างกายของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 2 4 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	19	21.00	1.11	
ภายในบุคคล	140	0.62	0.00	
ระหว่างทดลอง	7	0.28	0.04	15.26*
ที่เหลือ	133	0.34	0.00	
ทั้งหมด	159	21.62	0.14	

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 14 พบว่า ดัชนีมวลกายของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method]

		ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14
	ค่าเฉลี่ย (กิโลกรัม)	23.86	23.85	23.87	23.88	23.92	23.97	24.05	24.08
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	23.86		-0.02	0.01	0.02	0.05	0.11*	0.19*	0.22*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	23.85			0.02	0.04	0.07*	0.12*	0.20*	0.23*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	23.87				0.01	0.05	0.10*	0.18*	0.21*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	23.88					0.03	0.09*	0.17*	0.20*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	23.92						0.05	0.13*	0.16*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	23.97							0.08*	0.11*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	24.05								0.03
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	24.08								

*p < .05 (0.05)

จากตารางที่ 15 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 6 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	19	25.70	1.35	
ภายในบุคคล	140	1.60	0.01	
ระหว่างทดลอง	7	1.19	0.17	56.02*
ที่เหลือ	133	0.40	0	
ทั้งหมด	159	27.29	0.17	

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 16 พบว่า ดัชนีมวลกายของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method]

		ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14
	ค่าเฉลี่ย (kg/m^2)	23.72	23.74	23.78	23.83	23.8	23.75	23.67	23.55
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	23.72		0.02	0.07*	0.11*	0.08*	0.03	-0.05	-0.17*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	23.74			0.04	0.09	0.06*	0.01	-0.07	-0.19*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	23.78				0.05	0.02	-0.03	-0.11*	-0.23*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	23.83					-0.03	-0.08*	-0.16*	-0.28*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	23.8						-0.05	-0.13*	-0.25*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	23.75							-0.08*	-0.20*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	23.67								-0.12*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	23.55								

*p < .05 (0.05)

จากตารางที่ 17 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 กับก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 14 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	19	884688.47	46562.55	
ภายในบุคคล	140	17657.63	126.13	
ระหว่างทดลอง	7	7414.64	1059.23	13.75*
ที่เหลือ	133	10242.98	77.01	
ทั้งหมด	159	902346.09	5675.13	

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 18 พบว่า อัตราการใช้พลังงานพื้นฐานของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน ของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method]

		ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14
	ค่าเฉลี่ย (กิโลแคลอรี่)	1183.20	1178.75	1180.20	1175.40	1172.95	1171.40	1162.45	1164.90
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	1183.20		-4.45	-3.00	-7.80	-10.25*	-11.80*	-20.75*	-18.30*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	1178.75			1.45	-3.35	-5.80	-7.35	-16.30*	-13.85*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	1180.20				-4.80	-7.25	-8.80*	-17.75*	-15.30*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	1175.40					-2.45	-4.00	-12.95*	-10.50*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	1172.95						-1.55	-10.50*	-8.05
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	1171.40							-8.95*	-6.50
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	1162.45								2.45
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	1164.90								

*p < .05 (8.42)

จากตารางที่ 19 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่าง คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 6 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	19	795346.07	41860.32	
ภายในบุคคล	140	68674.88	490.53	
ระหว่างทดลอง	7	31279.69	4468.53	15.89*
ที่เหลือ	133	37395.18	281.17	
ทั้งหมด	159	864020.94	5434.09	

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 20 พบว่า อัตราการใช้พลังงานพื้นฐานของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 21 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน ของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method]

		ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14
	ค่าเฉลี่ย (กิโลแคลอรี่)	1172.90	1176.30	1177.05	1180.90	1186.45	1190.35	1204.60	1215.30
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	1172.90		3.40	4.15	8.00	13.55	17.45*	31.70*	42.40*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	1176.30			0.75	4.60	10.15	14.05	28.30*	39.00*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	1177.05				3.85	9.40	13.30	27.55*	38.25*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	1180.90					5.55	9.45	23.70*	34.40*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	1186.45						3.90	18.15*	28.85*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	1190.35							14.25	24.95*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	1204.60								10.70
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	1215.30								

*p < .05 (16.09)

จากตารางที่ 21 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 4 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 14 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	19	1043.51	54.92	
ภายในบุคคล	140	8.67	0.06	
ระหว่างทดลอง	7	5.79	0.83	38.08*
ที่เหลือ	133	2.89	0.02	
ทั้งหมด	159	1052.18	6.62	

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 22 พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 23 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method]

		ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14
	ค่าเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	36.56	36.37	36.48	36.38	36.17	36.09	36.12	36.00
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	36.56		-0.20*	-0.09	-0.18*	-0.39*	-0.47*	-0.45*	-0.57*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	36.37			0.11	0.02	-0.19*	-0.27*	-0.25*	-0.37*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	36.48				-0.09	-0.30*	-0.38*	-0.36*	-0.48*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	36.38					-0.21*	-0.29*	-0.27*	-0.39*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	36.17						-0.08	-0.05	-0.18*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	36.09							0.02	-0.10
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	36.12								-0.12
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	36.00								

*p < .05 (0.14)

จากตารางที่ 23 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 กับก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 4 6 กับ หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 14 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	19	1292.80	68.04	
ภายในบุคคล	140	24.47	0.17	
ระหว่างทดลอง	7	19.02	2.72	66.34*
ที่เหลือ	133	5.45	0.04	
ทั้งหมด	159	1317.27	8.28	

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 24 พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 25 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method]

		ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14
	ค่าเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	37.35	37.23	37.12	37.20	37.60	37.72	37.91	38.24
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	37.35		-0.12	-0.24*	-0.15	0.25*	0.37*	0.55*	0.89*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	37.23			-0.12	-0.03	0.37*	0.49*	0.67*	1.01*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	37.12				0.09	0.48*	0.61*	0.79*	1.13*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	37.20					0.40*	0.52*	0.70*	1.04*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	37.60						0.12	0.31*	0.64*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	37.72							0.18	0.52*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	37.91								0.34*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	38.24								

*p < .05 (0.19)

จากตารางที่ 25 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 กับก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 4 6 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 14 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	19	660.24	34.75	
ภายในบุคคล	140	18.29	0.13	
ระหว่างทดลอง	7	11.58	1.65	32.76*
ที่เหลือ	133	6.71	0.05	
ทั้งหมด	159	678.53	4.27	

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 26 พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 27 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method]

	ค่าเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14
		31.76	31.83	31.97	32.07	32.13	32.28	32.52	32.51
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	31.76		0.07	0.21	0.31*	0.37*	0.52*	0.76*	0.76*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	31.83			0.14	0.24*	0.30*	0.45*	0.69*	0.69*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	31.97				0.10	0.16	0.31*	0.55*	0.55*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	32.07					0.06	0.21	0.45*	0.45*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	32.13						0.15	0.39*	0.39*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	32.28							0.24*	0.24*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	32.52								0.00
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	32.51								

*p < .05 (0.21)

จากตารางที่ 27 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 2 กับก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	19	672.94	35.42	
ภายในบุคคล	140	59.69	0.43	
ระหว่างทดลอง	7	52.72	7.53	143.81*
ที่เหลือ	133	6.97	0.05	
ทั้งหมด	159	732.63	4.61	

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 28 พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 29 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method]

		ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14
	ค่าเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	31.56	31.95	32.01	32.19	31.70	31.17	30.75	30.50
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	31.56		0.39	0.45	0.63	0.14	-0.40	-0.81*	-1.06*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	31.95			0.06	0.24	-0.25	-0.78*	-1.20*	-1.45*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	32.01				0.18	-0.31	-0.84*	-1.26*	-1.51*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	32.19					-0.48	-1.02*	-1.44*	-1.69*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	31.70						-0.54	-0.95*	-1.20*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	31.17							-0.41	-0.66
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	30.75								-0.25
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	30.50								

*p < .05 (0.69)

จากตารางที่ 29 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 4 6 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	19	1481.60	77.98	
ภายในบุคคล	140	0.00	0.00	
ระหว่างทดลอง	7	0.00	0.00	-19.00
ที่เหลือ	133	0.00	0.00	
ทั้งหมด	159	1481.60	9.32	

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 30 พบว่า ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	19.00	1497.62	78.82	
ภายในบุคคล	140.00	37.38	0.27	
ระหว่างทดลอง	7.00	28.64	4.09	62.33*
ที่เหลือ	133.00	8.73	0.07	
ทั้งหมด	159.00	1534.99	9.65	

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 31 พบว่า ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 32 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method]

		ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14
	ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	27.50	27.50	27.50	27.50	27.50	27.00	26.65	26.40
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	27.50		0.00	0.00	0.00	0.00	-0.50*	-0.85*	-1.10*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	27.50			0.00	0.00	0.00	-0.50*	-0.85*	-1.10*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	27.50				0.00	0.00	-0.50*	-0.85*	-1.10*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	27.50					0.00	-0.50*	-0.85*	-1.10*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	27.50						-0.50*	-0.85*	-1.10*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	27.00							-0.35*	-0.60*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	26.65								-0.25
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	26.40								

*p < .05 (0.25)

จากตารางที่ 32 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 2 4 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณบริเวณเอวของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	19	1609.60	84.72	
ภายในบุคคล	140	0.00	0.00	
ระหว่างทดลอง	7	0.00	0.00	0.00
ที่เหลือ	133	0.00	0.00	
ทั้งหมด	159	1609.60	10.12	

*p < .05 (.05 $F_{7,133}$ = 2.01)

จากตารางที่ 33 พบว่า ความหนาบริเวณเอวของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอวของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	19	1466.85	77.20	
ภายในบุคคล	140	28.75	0.21	
ระหว่างทดลอง	7	19.20	2.74	38.20*
ที่เหลือ	133	9.55	0.07	
ทั้งหมด	159	1495.60	9.41	

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 34 พบว่า ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอวของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 35 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอวของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method]

		ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14
	ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	25.30	25.30	25.30	25.30	25.30	24.90	24.60	24.40
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	25.30		0.00	0.00	0.00	0.00	-0.40*	-0.70*	-0.90*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	25.30			0.00	0.00	0.00	-0.40*	-0.70*	-0.90*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	25.30				0.00	0.00	-0.40*	-0.70*	-0.90*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	25.30					0.00	-0.40*	-0.70*	-0.90*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	25.30						-0.40*	-0.70*	-0.90*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	24.90							-0.30*	-0.50*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	24.60								-0.20
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	24.40								

*p < .05 (0.26)

จากตารางที่ 35 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอวของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 2 4 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	19	1998.47	105.18	
ภายในบุคคล	140	31.38	0.22	
ระหว่างทดลอง	7	19.49	2.78	31.17*
ที่เหลือ	133	11.88	0.09	
ทั้งหมด	159	2029.84	12.77	

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 36 พบว่า ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 37 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method]

		ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14
	ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	40.10	40.10	40.10	40.55	40.80	40.80	40.90	40.90
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	40.10		0.00	0.00	0.45*	0.70*	0.70*	0.80*	0.80*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	40.10			0.00	0.45*	0.70*	0.70*	0.80*	0.80*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	40.10				0.45*	0.70*	0.70*	0.80*	0.80*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	40.55					0.25	0.25	0.35*	0.35*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	40.80						0.00	0.10	0.10
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	40.80							0.10	0.10
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	40.90								0.00
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	40.90								

*p < .05 (0.29)

จากตารางที่ 37 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 2 4 กับก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	19	2239.72	117.88	
ภายในบุคคล	140	28.38	0.20	
ระหว่างทดลอง	7	20.54	2.93	49.84*
ที่เหลือ	133	7.83	0.06	
ทั้งหมด	159	2268.09	14.26	

*$p < .05$ ($.05 F_{7,133} = 2.01$)

จากตารางที่ 38 พบว่า ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึก ตลอด 14 สัปดาห์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

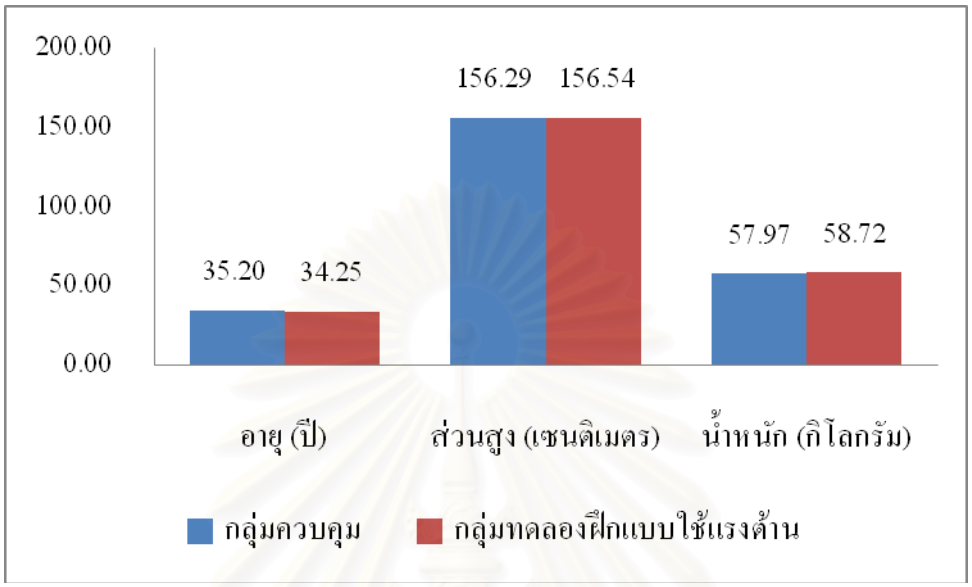
ตารางที่ 39 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ ตามวิธีของตูกี (เอ) [tukey (a) method]

		ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14
	ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	39.60	39.60	39.60	39.60	39.60	39.20	38.90	38.75
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 1	39.60		0.00	0.00	0.00	0.00	-0.40*	-0.70*	-0.85*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2	39.60			0.00	0.00	0.00	-0.40*	-0.70*	-0.85*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 4	39.60				0.00	0.00	-0.40*	-0.70*	-0.85*
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	39.60					0.00	-0.40*	-0.70*	-0.85*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8	39.60						-0.40*	-0.70*	-0.85*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 10	39.20							-0.30*	-0.45*
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 12	38.90								-0.15
หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 14	38.75								

*p < .05 (0.23)

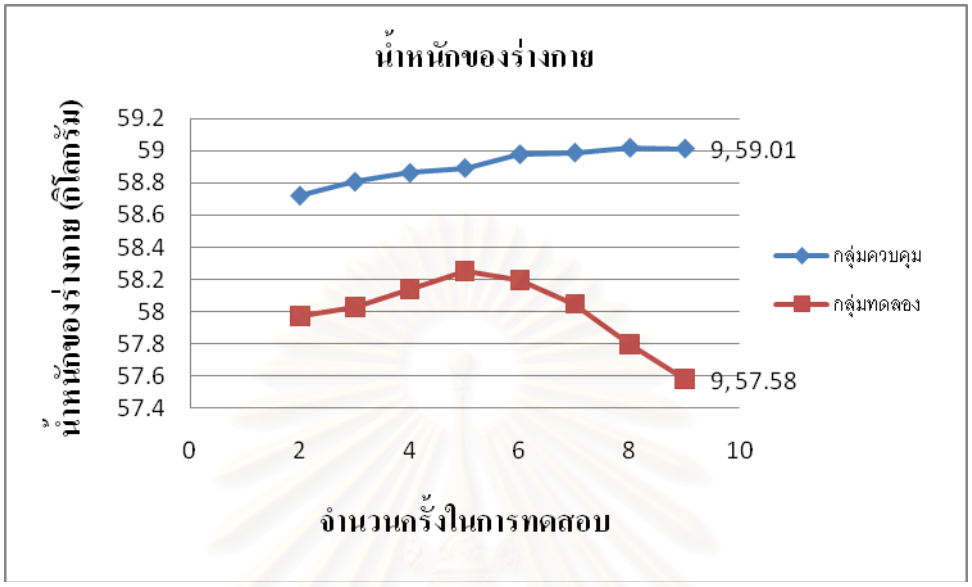
จากตารางที่ 39 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาของกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน ก่อนการฝึก และหลังการฝึกตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 2 4 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 1 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของอายุ ส่วนสูง และน้ำหนัก ก่อนการทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน



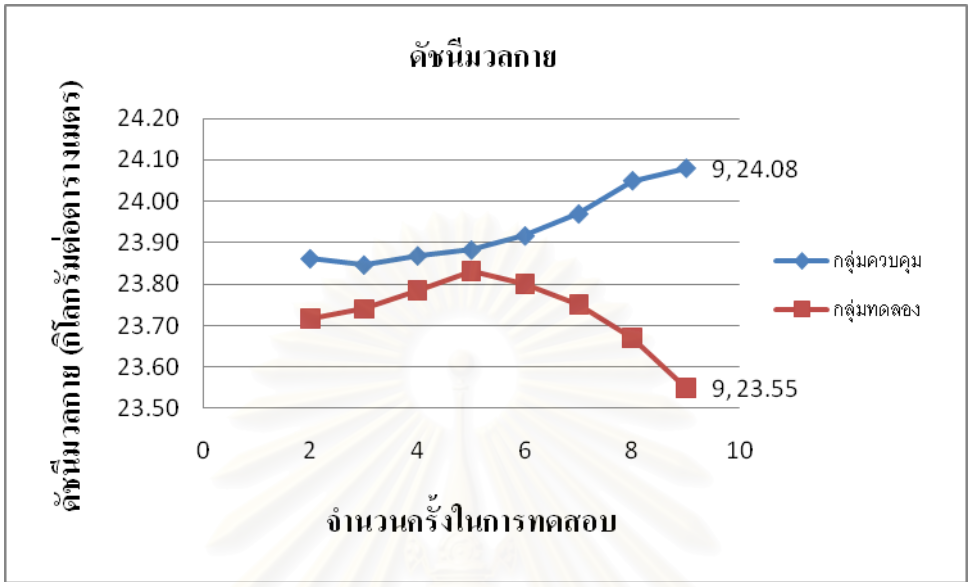
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 2 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย ของน้ำหนักของร่างกาย ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน



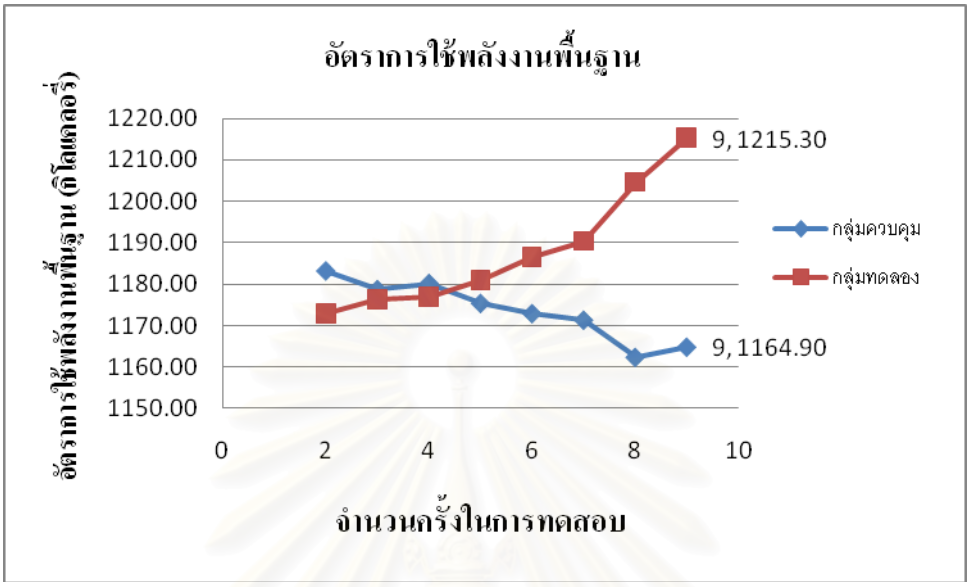
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 3 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย ของดัชนีมวลกาย ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน



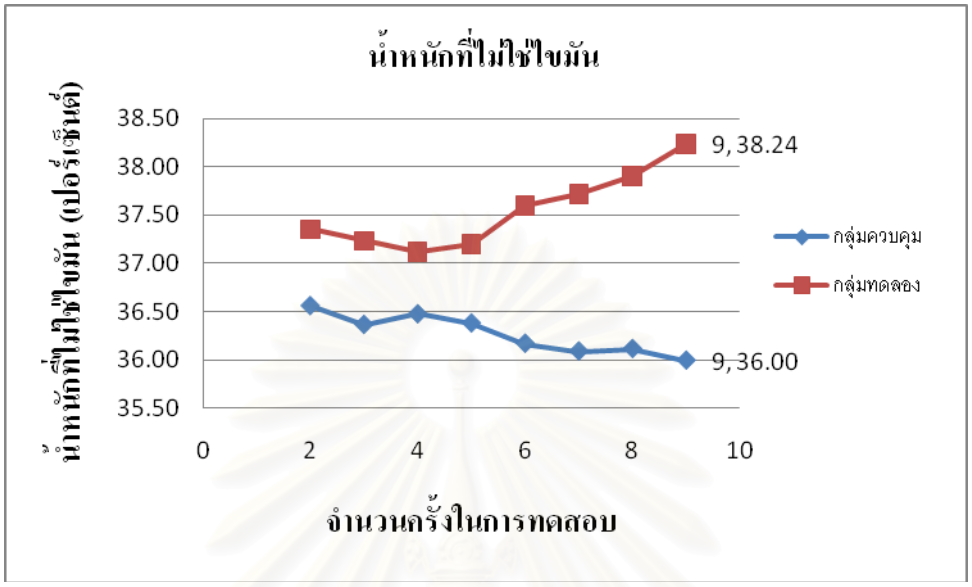
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย ของอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน



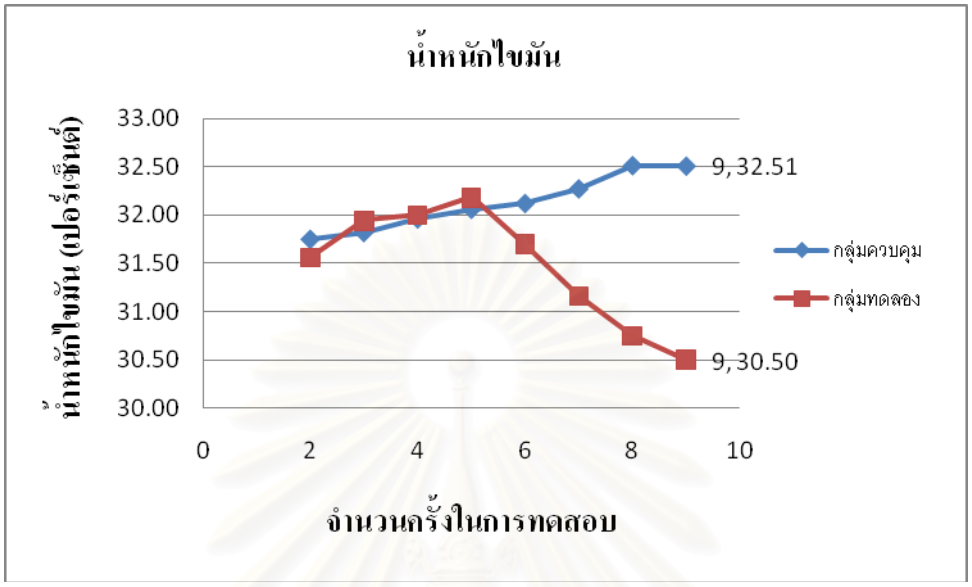
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 5 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน



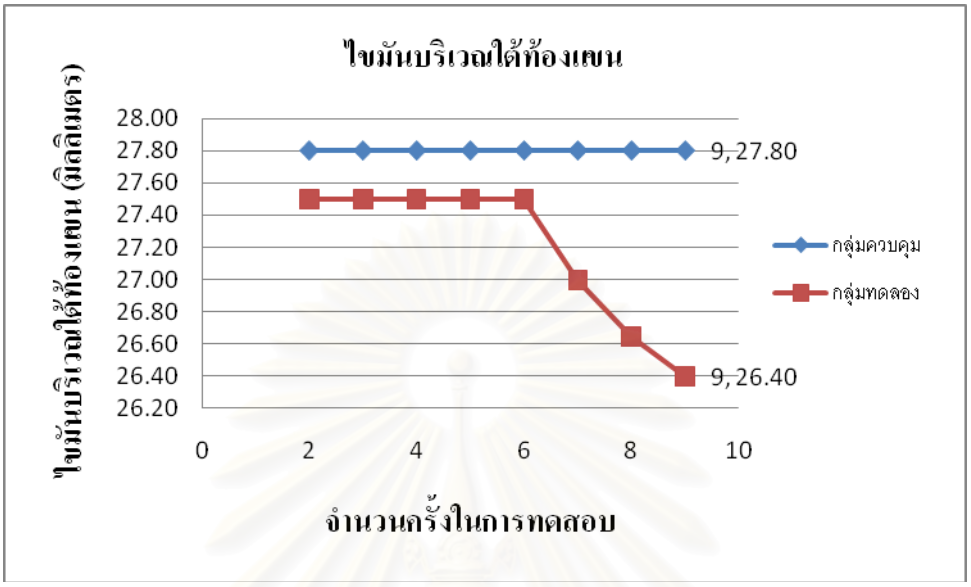
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 6 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน



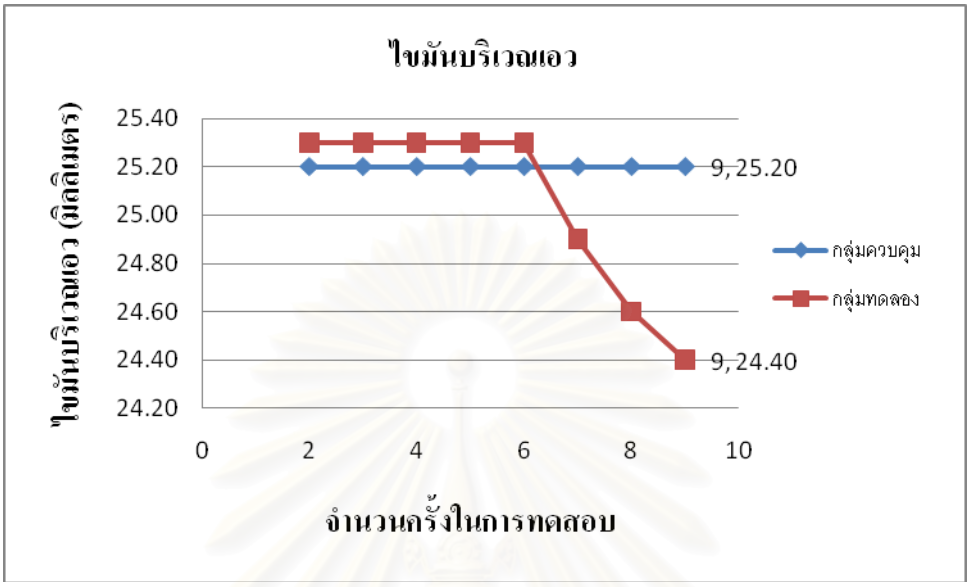
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 7 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย ของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน (Triceps) ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน



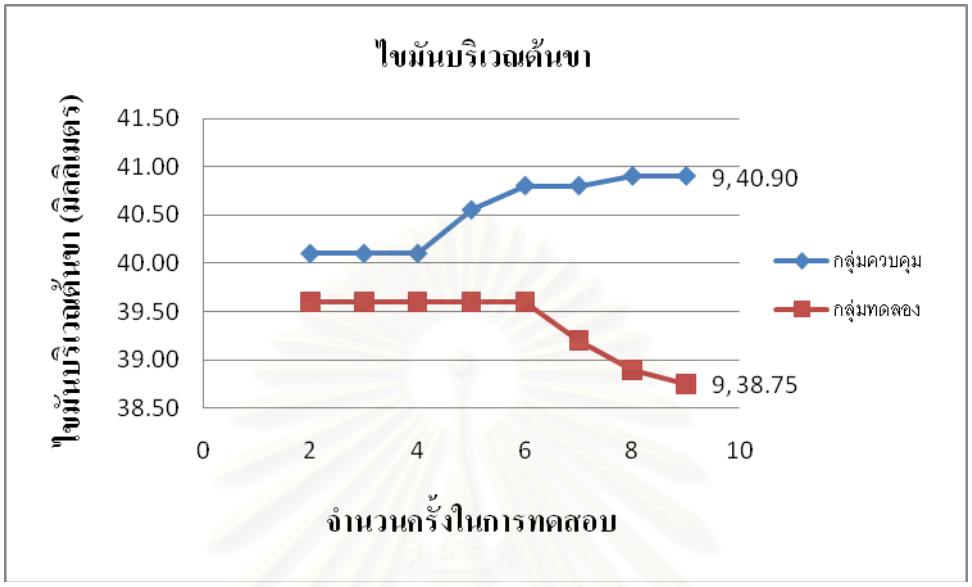
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 8 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย ของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอว (Suprailium) ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 9 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย ของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขา (Thigh) ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองฝึกแบบใช้แรงต้าน



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปราย ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้หญิงวัยทำงาน ซึ่งเป็นพนักงานของธนาคารแห่งประเทศไทย อายุระหว่าง 30-40 ปี จำนวน 40 คน สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย โดยมีคุณสมบัติดังนี้ ไม่เป็นโรคหลอดเลือดหัวใจหรือโรคหัวใจ ไม่มีภาวะความดันโลหิตสูง หรือมีภาวะความดันโลหิตสูงแต่รับประทานยาควบคุมความดันโลหิต ไม่เคยได้รับการฝึกหรือออกกำลังกายมาก่อนอย่างน้อย 6 เดือน มีความพร้อมที่จะออกกำลังกาย โดยการสอบถามประวัติสุขภาพทั่วไปก่อนเข้าร่วมกิจกรรมออกกำลังกาย และได้รับการยืนยันจากแพทย์ว่ามีความพร้อมในการออกกำลังกาย ได้กลุ่มตัวอย่างโดยวิธีอาสาสมัคร เป็นจำนวน 40 คน และดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย โดยการจับฉลากแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 20 คน กลุ่มที่สอง เป็นกลุ่มทดลองโดยการฝึกแบบใช้แรงต้าน จำนวน 20 คน โดยทำการฝึกในระดับความหนักที่ 8-12 RM โดยความหนักที่ 8-12 RM เป็นความหนักที่ประเมินจากความสามารถสูงสุดของอาสาสมัครในการยกอย่างต่อเนื่องระหว่าง 8-12 ครั้ง ทำการฝึกแบบใช้แรงต้านโดยเริ่มจากท่าที่ 1-10 โดยสลับกันทำกลุ่มละ 8-12 ครั้งไปเรื่อย ๆ จนครบ 3 รอบ พัก 30-60 วินาทีระหว่างรอบ ฝึกวันละ 1 ครั้งในช่วงเย็น เป็นระยะเวลา 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ใช้เวลาทั้งสิ้น 14 สัปดาห์

ผู้วิจัยทำการทดสอบองค์ประกอบของร่างกายของผู้เข้าร่วมการทดลองทั้งหมด 8 ครั้ง โดยทดสอบทุก ๆ 2 สัปดาห์ จนครบทั้งสิ้น 14 สัปดาห์ โดยการชั่งน้ำหนักของร่างกาย ดัชนีมวลกาย อัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน รวมถึงค่าที่ได้จากการตรวจวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังโดยใช้เครื่องตรวจวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ของแต่ละบุคคล นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ ดังนี้

หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง และความแตกต่างก่อนและหลังได้รับการฝึก ด้วยค่า “ที”

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way Repeated Measures ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของตูกี (เอ) ที่ระดับความมีนัยสำคัญที่ 0.05

ผลการวิจัยพบว่า

1. ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มควบคุมพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของร่างกาย ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน และความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขณะที่ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน และบริเวณเอวของกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลองพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนน้ำหนักของร่างกาย ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน บริเวณเอว และบริเวณต้นขา ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้าน ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ก่อนและหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้าน มีค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานและเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขณะที่น้ำหนักของร่างกาย ดัชนีมวลกาย ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน บริเวณเอว และบริเวณต้นขาระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมติฐานการวิจัยว่า การฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินจะสามารถก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อองค์ประกอบของร่างกายในทางที่ดีขึ้น

ผลการวิจัย จากการเปรียบเทียบภายในกลุ่มควบคุมพบว่า ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของร่างกาย ดัชนีมวลกาย อัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน และความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขา ของกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน และบริเวณเอว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากการเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของร่างกาย ดัชนีมวลกาย อัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน บริเวณเอว และบริเวณต้นขา ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มเป็นไปตามสมมติฐานสามตัวแปร ได้แก่ อัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนน้ำหนักของร่างกาย ดัชนีมวลกาย ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน บริเวณเอว และบริเวณต้นขา ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบของร่างกาย

1. น้ำหนักของร่างกาย

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ภายในกลุ่มควบคุมพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักของร่างกายของกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 58.72 ± 2.59 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 59.01 ± 2.56 กิโลกรัม) เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 กับก่อนการการทดลองสัปดาห์ที่ 4 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่ก่อนการการทดลองสัปดาห์ที่ 2 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 คู่ก่อนการการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการที่น้ำหนักของร่างกายในกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากการขาดการออกกำลังกายตลอดระยะเวลา 14 สัปดาห์

ซึ่งจากข้อมูลทางวิชาการ พบว่า สาเหตุหนึ่งของการเกิดภาวะน้ำหนักเกินก็คือ การขาดการออกกำลังกาย ซึ่งแม้ว่าการเกิดภาวะน้ำหนักเกินอาจเป็นผลมาจากหลายสาเหตุรวมกัน เช่น กรรมพันธุ์ การรับประทานอาหาร และสุขภาพร่างกายของแต่ละบุคคล แต่ก็เป็นส่วนน้อย แต่การออกกำลังกายนั้นเป็นปัจจัยสำคัญ เพราะจากการวิจัยเกี่ยวกับภาวะโรคอ้วนและการออกกำลังกาย ของศูนย์การควบคุมและป้องกันโรค (Center for Disease Control and Prevention) ประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า 37% ของบุคคลที่เป็นโรคอ้วนนั้นไม่เคยออกกำลังกายชนิดใด ๆ เลย (WHO, 2000)

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ภายในกลุ่มทดลองพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักของร่างกายของกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 57.97 ± 3.52 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 57.58 ± 3.50กิโลกรัม) เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 2 4 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นมาจากการที่น้ำหนักของร่างกายในกลุ่มทดลองลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้าน จากข้อมูลทางวิชาการพบว่า การฝึกแบบใช้แรงต้านสามารถช่วยในการบริหารน้ำหนักตัวได้ อันเนื่องมาจากการฝึกแบบใช้แรงต้านนั้นช่วยเสริมสร้างมวลกล้ามเนื้อ ซึ่งเปรียบเสมือนเตาที่ใช้ในการเผาผลาญพลังงานของร่างกาย ส่งผลให้อัตราการใช้พลังงานพื้นฐานเพิ่มขึ้น และอัตราการใช้พลังงานโดยรวมเพิ่มขึ้น จึงทำให้ปริมาณไขมันในร่างกายลดลง โดยมวลกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นนั้นสามารถเผาผลาญพลังงานได้เพิ่มขึ้นประมาณ 15-25 กิโลแคลอรี่ต่อวัน และสามารถส่งเสริมกระบวนการเผาผลาญอย่างต่อเนื่องแม้ในขณะพักตลอดทั้งวัน ไม่ใช่เฉพาะเวลาออกกำลังกาย แม้ว่าการใช้พลังงานจากการฝึกแบบใช้แรงต้านจะเผาผลาญพลังงานต่อครั้งได้น้อยกว่าการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง แต่การสะสมของการเผาผลาญพลังงานตลอด 24 ชั่วโมง จากมวลกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้น ก็เพียงพอที่จะช่วยในการบริหารน้ำหนักของร่างกายได้ (Sparti et al., 1997)

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของร่างกาย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแม้ว่าน้ำหนักจะไม่ลดลงจนเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แต่อย่างไรก็ตามน้ำหนักของร่างกายในกลุ่มทดลอง (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 57.97 ± 3.52 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 57.58 ± 3.50กิโลกรัม) ก็ยังไม่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 58.72 ± 2.59 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 59.01 ± 2.56 กิโลกรัม) ทำให้ทราบว่าการออกกำลังกายด้วยการฝึกแบบใช้แรงต้านนั้นสามารถช่วยในการบริหาร

น้ำหนักของร่างกายได้ โดยไม่ทำให้น้ำหนักของร่างกายเพิ่มขึ้นมากกว่าที่ควรจะเป็น จากข้อมูลทางวิชาการพบว่า สาเหตุที่น้ำหนักของร่างกายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เนื่องจากการฝึกแบบใช้แรงต้านนั้นช่วยส่งเสริมการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อ ซึ่งมวลกล้ามเนื้อนั้นมีน้ำหนักมากกว่าเนื้อเยื่อไขมัน แม้ว่าจากการฝึกแบบใช้แรงต้านจะทำให้น้ำหนักไขมันในร่างกายลดลง แต่มวลกล้ามเนื้อกลับเพิ่มสูงขึ้น จึงไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อน้ำหนักของร่างกายมากนัก (ACSM, 2002) สอดคล้องกับการศึกษาของแพลทเลย์ และคณะ (Pratley et al., 1994) ได้ศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเผาผลาญพลังงานและระดับของนอร์เอพิเนฟรินในผู้สูงอายุชายที่มีสุขภาพดี ที่มีอายุระหว่าง 50-60 ปี จำนวน 13 คน หลังได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านอย่างหนักเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักร่างกาย แต่มีไขมันในร่างกายลดลง (25.6 ± 1.5 vs. 23.7 ± 1.7%; $P < 0.001$) และมีน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันเพิ่มขึ้น (60.6 ± 2.2 vs. 62.2 ± 2.1 kg; $P < 0.01$) อัตราการเผาผลาญพลังงานในขณะพักเพิ่มขึ้น 7.7% (6,449 ± 217 vs. 6,998 ± 226 kJ/24 h; $P < 0.01$) โดยการฝึกความแข็งแรงสามารถเพิ่มระดับของนอร์เอพิเนฟริน 36% (1.1 ± 0.1 vs. 1.5 ± 0.1 nmol/l; $P < 0.01$) แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือด (Fasting Glucose) อินซูลิน หรือระดับของไทรอยด์ฮอร์โมน

2. ดัชนีมวลกาย

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ภายในกลุ่มควบคุมพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของดัชนีมวลกาย ของกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 23.86 ± 0.40 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 24.08 ± 0.35 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 6 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการที่น้ำหนักของร่างกายเพิ่มขึ้น เพราะว่าค่าของดัชนีมวลกาย เป็นค่าดัชนีที่คำนวณจากน้ำหนักและส่วนสูง เพื่อใช้เปรียบเทียบความสมดุลระหว่างน้ำหนักตัว ต่อความสูงของมนุษย์ ดังนั้นเมื่อร่างกายมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจึงส่งผลต่อค่าของดัชนีมวลกายด้วย จากข้อมูลทางวิชาการพบว่า ถ้ามีดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 23 กิโลกรัมต่อตารางเมตร แสดงว่าบุคคลนั้นมีภาวะน้ำหนักเกิน คือ มีน้ำหนักไขมันมากกว่าปกติ (Adipose Tissue) ซึ่งจากการศึกษาวิจัยของศูนย์การควบคุมและป้องกันโรค (Center for Disease Control and Prevention) ประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า ประชากรประมาณ 64% ของประเทศสหรัฐอเมริกาประสบ

ปัญหาภาวะน้ำหนักเกินเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อันเนื่องมาจากการรับประทานอาหารจานด่วน การขาดการออกกำลังกาย และทำงานนั่งโต๊ะเป็นเวลานาน (WHO, 2000)

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ภายในกลุ่มทดลองพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของดัชนีมวลกาย ของกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 23.72 ± 0.44 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 23.55 ± 0.43 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 กับก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 14 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการที่น้ำหนักของร่างกายลดลง เพราะว่าค่าของดัชนีมวลกาย เป็นค่าดัชนีที่คำนวณจากน้ำหนักและส่วนสูง เพื่อใช้เปรียบเทียบความสมดุลระหว่างน้ำหนักตัว ต่อความสูงของมนุษย์ ดังนั้นเมื่อร่างกายมีน้ำหนักลดลงจึงส่งผลต่อค่าของดัชนีมวลกายด้วย จากข้อมูลทางวิชาการพบว่า ถ้ามีค่าดัชนีมวลกายน้อยกว่า 23 กิโลกรัมต่อตารางเมตร แสดงว่าบุคคลนั้นมีน้ำหนักที่เหมาะสม ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ในคนที่มีสุขภาพดี (Healthy) ต้องการปริมาณไขมันในร่างกายเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับใช้ในการทำงานที่เหมาะสมของระบบฮอร์โมน ระบบสืบพันธุ์ และระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย รวมถึงเป็นฉนวนป้องกันไม่ให้ร่างกายสูญเสียความร้อน (Thermal Insulation) และช่วยป้องกันอวัยวะที่สำคัญภายในร่างกาย (Shock Absorption) (WHO, 2000)

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของดัชนีมวลกาย ของกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แม้ว่าดัชนีมวลกายจะไม่ลดลงจนเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แต่อย่างไรก็ตามดัชนีมวลกายในกลุ่มทดลอง (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 23.72 ± 0.44 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 23.55 ± 0.43 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) ก็ยังคงไม่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 23.86 ± 0.40 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 24.08 ± 0.35 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) แสดงให้เห็นว่าการฝึกแบบใช้แรงต้านสามารถควบคุมไม่ให้ดัชนีมวลกายเพิ่มสูงขึ้นได้ เช่นเดียวกับน้ำหนักของร่างกาย จากข้อมูลทางวิชาการพบว่า สาเหตุที่ค่าเฉลี่ยของดัชนีมวลกาย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เพราะว่าการฝึกแบบใช้แรงต้านนั้นช่วยส่งเสริมการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อ ซึ่งมวลกล้ามเนื้อนั้นมีน้ำหนักมากกว่าเนื้อเยื่อไขมัน แม้ว่าจากการฝึก

แบบใช้แรงต้านจะทำให้น้ำหนักไขมันในร่างกายลดลง แต่มวลกล้ามเนื้อกลับเพิ่มสูงขึ้น จึงไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อดัชนีมวลกายมากนัก (ACSM, 2002) สอดคล้องกับการศึกษาของอีวานและคณะ (Evans et al., 2007) ได้ทำการประเมินการเปลี่ยนแปลงของไขมันในร่างกายระหว่างช่วงที่น้ำหนักลดลงและช่วงที่น้ำหนักเพิ่มขึ้นในเพศหญิง โดยมีการติดตามผลเป็นระยะเวลา 1 ปี ได้ทำการศึกษาในผู้หญิงวัยทำงานที่มีอายุระหว่าง 24-65 ปี จำนวน 58 คน (อายุเฉลี่ย: 46.8 ± 8.9 ปี) และมีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) มากกว่าหรือเท่ากับ 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (BMI เฉลี่ย: 31.6 ± 2.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) โดยทำการวัดเพื่อดูค่าเส้นฐาน (Baseline) ของไขมันในร่างกายในช่วง 12 สัปดาห์ 24 สัปดาห์ และ 52 สัปดาห์ พบว่าหลังจากเสร็จสิ้นโปรแกรมลดน้ำหนัก อาสาสมัครมีน้ำหนักลดลง 9.9 ± 3.5 กิโลกรัม ($P<0.001$) และไขมันลดลง 7.6 ± 0.5 กิโลกรัม แต่หลังจาก 1 ปี มีน้ำหนักร่างกายเพิ่มขึ้น 4.9 ± 3.7 กิโลกรัม และไขมันเพิ่มขึ้น 7.6 ± 0.5 กิโลกรัม โดยสามารถสรุปได้ว่าภาวะน้ำหนักลดลงและภาวะน้ำหนักเกินมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ และเนื่องจากค่าของดัชนีมวลกายมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักของร่างกาย ดังนั้นสาเหตุที่ค่าเฉลี่ยของดัชนีมวลกาย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นผลมาจากการที่ร่างกายมีปริมาณเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

3. อัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ภายในกลุ่มควบคุมพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานของกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 1183.20 ± 79.04 กิโลแคลอรี่ ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 1164.90 ± 73.97 กิโลแคลอรี่) เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 6 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการที่มวลกล้ามเนื้อลดลง ซึ่งมวลกล้ามเนื้อเปรียบเสมือนเตาเผาผลาญพลังงานในร่างกาย ส่งผลให้อัตราการใช้พลังงานพื้นฐานลดลงด้วย จากข้อมูลทางวิชาการพบว่า สาเหตุที่มวลกล้ามเนื้อลดลงเกิดจากการรับประทานอาหารที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ และการขาดการออกกำลังกายที่เหมาะสม ซึ่งการอดอาหารด้วยความเข้าใจผิดโดยคิดว่าจะสามารถทำให้น้ำหนักของร่างกายลดลงได้อย่างรวดเร็ว ก็เป็นสาเหตุสำคัญของการที่มวลกล้ามเนื้อลดลงเช่นเดียวกัน เพราะจะทำให้อัตราการเผาผลาญพลังงานพื้นฐานลดลง และทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้ในอนาคต (Yo-Yo Effect) (ครูช, 2546)

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ภายในกลุ่มทดลองพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานของกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 1172.90 ± 75.02 กิโลแคลอรี่ ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 1215.30 ± 69.92 กิโลแคลอรี่) เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 4 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 14 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการที่มวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ซึ่งมวลกล้ามเนื้อเปรียบเสมือนเตาเผาผลาญพลังงานในร่างกาย ส่งผลให้อัตราการใช้พลังงานพื้นฐานเพิ่มขึ้นด้วย จากข้อมูลทางวิชาการพบว่า การฝึกแบบใช้แรงต้านสามารถเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ ซึ่งจะทำให้สามารถเผาผลาญพลังงานได้เพิ่มขึ้นประมาณ 15-25 กิโลแคลอรี่ต่อวัน (Sparti et al., 1997)

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน โดยกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านมีค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานเพิ่มขึ้น (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 1172.90 ± 75.02 กิโลแคลอรี่ ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 1215.30 ± 69.92 กิโลแคลอรี่) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 1183.20 ± 79.04 กิโลแคลอรี่ ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 1164.90 ± 73.97 กิโลแคลอรี่) มีอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานลดลง แสดงให้เห็นว่าการฝึกแบบใช้แรงต้านมีผลทำให้อัตราการใช้พลังงานพื้นฐานเพิ่มขึ้นได้ เนื่องจากการฝึกแบบใช้แรงต้าน ทำให้มวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อัตราการใช้พลังงานพื้นฐานเพิ่มขึ้นเช่นกัน จากข้อมูลทางวิชาการพบว่า การลดน้ำหนักของร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การเพิ่มอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน เพราะจะทำให้ร่างกายมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นแม้ในขณะพัก ซึ่งอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานมีความสัมพันธ์กับมวลกล้ามเนื้อ ดังนั้นถ้ามวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น อัตราการใช้พลังงานพื้นฐานก็จะเพิ่มขึ้นเช่นกัน (Sparti et al., 1997) สอดคล้องกับการศึกษาของเลมเมอร์ และคณะ (Lemmer et al., 2001) ได้ศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรง (Strength Training; ST) ต่ออัตราการเผาผลาญพลังงานในขณะพัก (Resting Metabolic Rate; RMR) และอัตราการเผาผลาญพลังงานในขณะทำกิจกรรม (Energy Expenditure of Physical Activity; EEPA) โดยเปรียบเทียบตามอายุและเพศ โดยค่า RMR และ EEPA จะวัดก่อนและหลังการฝึกความแข็งแรงเป็นเวลา 24 สัปดาห์ ในอาสาสมัครเพศชาย 10 คน (อายุ 20-30 ปี) เพศหญิง 9 คน (อายุ 20-30 ปี) ผู้สูงอายุเพศชาย 11 คน (อายุ 65-75 ปี) และผู้สูงอายุเพศหญิง 10 คน (อายุ 65-75 ปี) พบว่าหลังจาก 24 สัปดาห์ ของการฝึกความแข็งแรงสามารถเพิ่มอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญ ประมาณ 7% ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ และมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักที่

ไม่ใช่ไขมัน โดยที่มีค่าอัตราการเผาผลาญพลังงานในขณะพัก เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ 9% และไม่มีความแตกต่างระหว่างอายุ

4. เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ภายในกลุ่มควบคุมพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันของกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 36.56 ± 2.60 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 36.00 ± 2.61 เปอร์เซ็นต์) เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 กับก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 4 6 กับ หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 14 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการที่ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันลดลง ซึ่งสาเหตุที่เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันลดลงเกิดจากการขาดการออกกำลังกาย จากข้อมูลทางวิชาการพบว่า เป็นไปตามกฎแห่งการใช้และไม่ใช้ (Law of Use and Disuse) ของชอง ลามาร์ก (Jean Lamarch) กล่าวว่า ลักษณะของสิ่งมีชีวิตผันแปรได้ตามสภาพแวดล้อมอวัยวะใดที่ใช้งานอยู่บ่อย ๆ ย่อมขยายใหญ่ขึ้น ส่วนอวัยวะใดที่ไม่ได้ใช้งานจะค่อย ๆ ลดขนาด อ่อนแอลง และเสื่อมไปในที่สุด ดังนั้นในกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการออกกำลังกายจึงมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันลดลง (ครูช, 2546)

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ภายในกลุ่มทดลองพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันของกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 37.35 ± 2.91 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 38.24 ± 2.87 เปอร์เซ็นต์) เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 กับก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 4 6 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 14 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการที่ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันเพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการฝึกแบบใช้แรงต้าน จากข้อมูลทางวิชาการพบว่า การฝึกแบบใช้แรงต้านสามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันหรือมวลกล้ามเนื้อได้ (Sparti et al., 1997)

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน โดยกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันเพิ่มขึ้น (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 37.35 ± 2.91 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 38.24 ± 2.87 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันลดลง (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 36.56 ± 2.60 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 36.00 ± 2.61 เปอร์เซ็นต์) แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม จากข้อมูลทางวิชาการพบว่า คนที่อยู่ในวัยทำงานจะสูญเสียน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันประมาณ 3 กิโลกรัมต่อ 10 ปี และจะสูญเสียเพิ่มมากขึ้นกว่านี้เมื่ออายุเกิน 45 ปี สาเหตุเป็นเพราะ 1) มีการใช้งานหรือมีกิจกรรมลดลง และมีการบริโภคโปรตีนลดลง 2) ปริมาณฮอร์โมนที่เร่งการเจริญเติบโตของร่างกายลดลง เช่น เทสโตสเตอโรน (Testosterone) และโกรทฮอร์โมน (Growth Hormone) ซึ่งในกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้าน นอกจากจะสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันได้ยังสามารถเพิ่มน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันได้อีกด้วย (Sparti et al., 1997) สอดคล้องกับการศึกษาของลินดอน และคณะ (Lyndon et al., 1999) ได้ศึกษาความแตกต่างระหว่างผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายและค่าของไขมันในเลือดในผู้สูงอายุชายและหญิง พบว่าหลังจากการฝึกแบบใช้แรงต้าน 12 สัปดาห์ ทั้งเพศชายและเพศหญิงมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการวิเคราะห์อัตราการใช้พลังงานพื้นฐานกับเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน พบว่าทั้งสองค่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับการศึกษาของสปาตี้และคณะ (Sparti et al., 1997) เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานกับองค์ประกอบของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน จากการศึกษา เชื่อว่าสมมุติฐานเกี่ยวกับองค์ประกอบของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันมีความสัมพันธ์กับอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน โดยการวัดน้ำหนักไขมันจากการชั่งน้ำหนักใต้น้ำ (Hydrodensitometry) ปริมาตรของตับและไตจากเครื่อง Computed Tomography (CT) มวลหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Echocardiography) น้ำหนักกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DEXA) และอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานด้วยเครื่อง Calorimetry ในอาสาสมัคร 40 คน ผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันและน้ำหนักไขมันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่ออัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน 83% (Standard Error of the Estimate [SEE], 420 kJ/d) จากการวิเคราะห์สมการถดถอยและสหสัมพันธ์ของอวัยวะต่างๆในร่างกายและมวลกล้ามเนื้อ จึงสรุปได้ว่าองค์ประกอบของน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันมีความสัมพันธ์กับอัตราการใช้พลังงานพื้นฐาน

5. เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ภายในกลุ่มควบคุมพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันของกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 31.76 ± 2.09 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 32.51 ± 2.07 เปอร์เซ็นต์) เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 2 กับก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการที่ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันเพิ่มขึ้น ซึ่งสาเหตุที่ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันเพิ่มขึ้นในกลุ่มควบคุม เกิดจากการขาดการออกกำลังกาย จากข้อมูลทางวิชาการพบว่า การลดน้ำหนักไขมันด้วยการควบคุมทางโภชนาการเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการออกกำลังกายเลย ไม่เพียงพอที่จะทำให้น้ำหนักไขมันในร่างกายลดลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยปกติแล้ว ทุก ๆ 10 ปี ร่างกายเราจะสูญเสียกล้ามเนื้อไปประมาณ 2.5 กิโลกรัม และมีไขมันเพิ่มขึ้นประมาณ 8 กิโลกรัม ดังนั้นถ้าไม่มีการออกกำลังกาย ร่างกายก็จะมีการสะสมของน้ำหนักไขมันเพิ่มขึ้น (ครูซ, 2546)

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ภายในกลุ่มทดลองพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันของกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 31.56 ± 2.12 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 30.5 ± 2.14 เปอร์เซ็นต์) เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 2 4 6 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการที่ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันลดลง เนื่องจากได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้าน จากข้อมูลทางวิชาการพบว่า ถ้าไขมันเพิ่มขึ้นจะทำให้ร่างกายทรุดโทรมลง สำหรับคนที่อายุ 25 ปี จะมีน้ำหนักไขมันในร่างกายประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ และคนอายุ 65 ปี จะมีน้ำหนักไขมันในร่างกายประมาณ 43 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ชัดว่าเมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีน้ำหนักไขมันเพิ่มขึ้น ดังนั้นวิธีการลดน้ำหนักไขมันที่มีประสิทธิภาพ คือ การออกกำลังกายด้วยการฝึกแบบใช้แรงต้าน เพื่อส่งเสริมกระบวนการสร้างกล้ามเนื้อให้เพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้สามารถลดน้ำหนักไขมันลงได้ (WHO, 2000)

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน โดยกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันลดลง (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 31.56 ± 2.12 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 30.5 ± 2.14 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันเพิ่มขึ้น (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 31.76 ± 2.09 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 32.51 ± 2.07 เปอร์เซ็นต์) แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุม จากข้อมูลทางวิชาการพบว่า การลดน้ำหนักไขมันอย่างมีประสิทธิภาพก็คือ การสร้างมวลกล้ามเนื้อให้เพิ่มขึ้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในกลุ่มทดลองที่มีการฝึกแบบใช้แรงต้านสามารถลดน้ำหนักไขมันได้อย่างชัดเจน เพราะมวลกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นนั้นสามารถเผาผลาญพลังงานได้เพิ่มขึ้นประมาณ 15-25 กิโลแคลอรี่ต่อวัน และสามารถส่งเสริมกระบวนการเผาผลาญอย่างต่อเนื่องแม้ในขณะพักตลอดทั้งวัน ไม่ใช่เฉพาะเวลาออกกำลังกาย จึงทำให้น้ำหนักไขมันลดลงได้ (Sparti et al., 1997) สอดคล้องกับการศึกษาของไรอัน และคณะ (Ryan et al., 1995) ศึกษาการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อการลดลงของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมัน โดยไม่คำนึงถึงน้ำหนักร่างกายในหญิงวัยหมดประจำเดือน โดยหลังได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ในหญิงวัยหมดประจำเดือนจำนวน 15 คน อายุ 50-69 ปี โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม พบว่าทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความแข็งแรงทั้งช่วงบนและช่วงล่างของร่างกาย ($P < 0.01$) กลุ่มแรกเป็นหญิงที่ไม่มีโรคอ้วนจำนวน 8 คน พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักของร่างกาย และกลุ่มที่สองเป็นหญิงที่มีโรคอ้วนจำนวน 7 คน พบว่าน้ำหนักของร่างกาย น้ำหนักไขมัน และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001 อย่างไรก็ตามการฝึกแบบใช้แรงต้านพบว่าสามารถนำมาใช้ร่วมกับโปรแกรมอื่น ๆ เพื่อช่วยในการบริหารน้ำหนักของร่างกายได้

6. ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ภายในกลุ่มควบคุมพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนของกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 27.80 ± 3.12 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 27.80 ± 3.12 มิลลิเมตร) ซึ่งสาเหตุที่ค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนของกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะว่าอาสาสมัครมีกิจกรรมที่ต้องทำงานนั่งโต๊ะเป็นระยะเวลานาน ซึ่งมีการใช้แขนในการทำงานกับคอมพิวเตอร์ตลอดทั้งวัน จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนน้อยมาก

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ภายในกลุ่มทดลองพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 27.50 ± 3.15 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 26.40 ± 3.12 มิลลิเมตร) เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 2 4 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการที่ค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนลดลง แสดงว่าการฝึกแบบใช้แรงต้านสามารถลดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนได้ จากข้อมูลทางวิชาการพบว่า การออกกำลังกายด้วยการฝึกแบบใช้แรงต้านสามารถลดไขมันเฉพาะจุดได้ จึงทำให้ค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนในกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านมีค่าลดลง (ครูซ, 2546)

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จะเห็นได้ว่าหลังได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านผ่านไป 4 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 27.50 ± 3.15 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 26.40 ± 3.12 มิลลิเมตร) พบว่าความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนลดลงแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 27.80 ± 3.12 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 27.80 ± 3.12 มิลลิเมตร) โดยสาเหตุที่ค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนของอาสาสมัคร ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อมีการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม เพราะว่าอาสาสมัครมีกิจกรรมที่ต้องใช้แขนในการทำงานในชีวิตประจำวันอย่างสม่ำเสมอ เช่น การเขียนหนังสือ และพิมพ์คอมพิวเตอร์ เป็นต้น จึงอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนไม่ชัดเจน แต่อย่างไรก็ตาม การฝึกแบบใช้แรงต้านสามารถลดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนได้ (ครูซ, 2546) สอดคล้องกับการศึกษาของออลสันและเอเดลสไทน์ (Olson and Edelstein, 1968) ศึกษาการออกกำลังกายเพื่อลดไขมันเฉพาะจุด (Spot Reduction) ต่อไขมันที่สะสมอยู่ใต้ชั้นผิวหนัง (Subcutaneous Adipose Tissue) กล่าวว่าการที่ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนลดลง เนื่องจากกล้ามเนื้อบริเวณที่ได้รับการฝึกแข็งแรงขึ้น ส่งผลให้เส้นใยกล้ามเนื้อบริเวณนั้นกระชับขึ้น ซึ่งผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านหรือไม่มีการออกแรงของกล้ามเนื้อบริเวณใต้ท้องแขนก็จะทำให้ไขมันใต้ผิวหนังบริเวณนี้เกิดการสะสมเพิ่มขึ้นได้

7. ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอว

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ภายในกลุ่มควบคุมพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอวของกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 25.20 ± 3.25 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 25.20 ± 3.2 มิลลิเมตร)

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ภายในกลุ่มทดลองพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอวของกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 25.30 ± 3.18 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 24.40 ± 2.95 มิลลิเมตร) เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 2 4 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการที่ค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอวลดลง แสดงว่าการฝึกแบบใช้แรงต้านสามารถลดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอวได้

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จะเห็นได้ว่าหลังได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านผ่านไป 4 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 25.30 ± 3.18 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 24.40 ± 2.95 มิลลิเมตร) พบว่าความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอวลดลงแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 25.20 ± 3.25 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 25.20 ± 3.2 มิลลิเมตร) สาเหตุที่ค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอว ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะว่าอาสาสมัครมีกิจกรรมที่ต้องเคลื่อนไหวลำตัวในขณะทำงานนั่งโต๊ะ เช่น การหันซ้ายหรือหันขวา เนื่องจากโต๊ะที่ใช้วางคอมพิวเตอร์จะอยู่ทางด้านขวามือ ส่วนโต๊ะสำหรับเขียนหนังสือจะอยู่ตรงกลาง จึงต้องมีการบิดลำตัวอยู่ตลอดเวลาในขณะทำงานทั้งวัน จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอวน้อยมาก จากการศึกษาของวิลคินส์และวิลเลี่ยม (Wilkins and Williams, 1997) เกี่ยวกับการใช้พลังงานของร่างกายแสดงให้เห็นว่า ขบวนการสลายไขมัน (Lypolysis) ที่เกิดจากการกระตุ้นของระบบประสาทซิมพาเทติก

(Sympathetic Nerve) และจากการใช้พลังงานที่มากขึ้นในการเคลื่อนไหวขณะออกกำลังกายจะกระตุ้นการกระจายตัวของกรดไขมันทั่วร่างกายเพื่อนำไปใช้เป็นพลังงาน ดังนั้น บริเวณใดที่มีไขมันเพิ่มขึ้นมากหรือมีเอนไซม์ (Enzyme) มาก ก็จะเป็นแหล่งที่ให้ปริมาณกรดไขมันมาก เช่นเดียวกับบริเวณหน้าท้องมีการกระจายตัวของกรดไขมันมาก สอดคล้องกับการศึกษาของแคทช์ (Katch, 1983) พบว่าขนาดและจำนวนของเซลล์ไขมันบริเวณเอวหรือหน้าท้องลดลงหลังออกกำลังกายโดยการฝึกแบบใช้แรงต้าน แต่ก็ไม่แตกต่างกับบริเวณก้นและบริเวณสะบัก เพราะฉะนั้นเหตุผลอย่างหนึ่งที่ทำให้ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณที่ออกกำลังลดลงเป็นเพราะกล้ามเนื้อที่กระชับขึ้นจากการที่ใยกล้ามเนื้อแข็งแรงและขยายใหญ่ขึ้น ซึ่งพบว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมันเพิ่มขึ้นหลังจากการฝึก 2 สัปดาห์สัมพันธ์กับความหนาของไขมันบริเวณหน้าท้องที่ลดลงหลังการฝึก 2 สัปดาห์ ดังนั้นเมื่อกล้ามเนื้อแข็งแรงกระชับขึ้นส่งผลให้ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังลดลง ซึ่งเป็นไขมันใต้ผิวหนังส่วนที่เราสามารถจับได้ขณะวัดด้วยเครื่องวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังน้อยลง สอดคล้องกับงานวิจัยของมอร์ (Mohr, 1965) พบว่าการฝึกแบบใช้แรงต้านเป็นเวลา 6 วันต่อสัปดาห์ ตลอดระยะเวลา 2 เดือน สามารถลดขนาดของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเอวลงได้ สอดคล้องกับการศึกษาของโอคอนเนอร์และแลมบ์ (O'Connor and Lamb, 2003) ศึกษาผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านด้วยการทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง โดยการวัดองค์ประกอบของร่างกายและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในเพศหญิงที่มีสุขภาพดี กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิงที่มีสุขภาพดี จำนวน 39 คน (อายุเฉลี่ย 38.64 ± 4.97 ปี) แบ่งออกเป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านจำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 19 คน ในกลุ่มทดลองได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านด้วยโปรแกรมบอดี้แม็ค (Bodymax) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ หลังจากนั้นทำการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง 5 ตำแหน่ง และทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 7 ตำแหน่ง หลังจากเสร็จโปรแกรมทั้งหมด 12 สัปดาห์ พบว่าความหนาของไขมันใต้ผิวหนังลดลง (-17 mm; $p < 0.004$) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (+57.4 kg; $p < 0.004$) ในกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านด้วยโปรแกรมบอดี้แม็ค (Bodymax) สรุปคือ โปรแกรมบอดี้แม็คที่ใช้แรงฝึกแบบใช้แรงต้านสามารถลดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังและเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในเพศหญิงที่มีสุขภาพดีได้

8. ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขา

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ภายในกลุ่มควบคุมพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาของกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 40.10 ± 3.67 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 40.90 ± 3.64 มิลลิเมตร) เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่

ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 2 4 กับก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 10 12 14 คู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการที่ค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาเพิ่มขึ้น ซึ่งสาเหตุที่ค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาเพิ่มขึ้นเกิดจากการขาดการออกกำลังกาย เพราะอาสาสมัครมีกิจกรรมที่ต้องนั่งโต๊ะทำงานเป็นระยะเวลานาน จึงไม่ค่อยมีกิจกรรมที่ต้องใช้ขาในการเดินมากนัก จากข้อมูลทางวิชาการพบว่า ผู้หญิงกว่า 80% มีการกระจายตัวของไขมัน (Fat Distribution) อยู่ที่สะโพกและขาอ่อนมากกว่าบริเวณอื่น (WHO, 2000)

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ภายในกลุ่มทดลองพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาของกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 39.60 ± 3.84 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 38.75 ± 3.88 มิลลิเมตร) เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนการทดลองสัปดาห์ที่ 1 2 4 6 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 12 14 คู่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 10 กับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 14 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการที่ค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาลดลง แสดงว่าการฝึกแบบใช้แรงต้านสามารถลดค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาได้

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลองตลอด 14 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขา ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสาเหตุที่ค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน เนื่องจากในเพศหญิงจะมีปริมาณไขมันสะสมบริเวณสะโพก ก้น และต้นขา มากกว่าบริเวณอื่น (WHO, 2000) แต่อย่างไรก็ตามในกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านสามารถลดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาได้ จะเห็นได้ว่าหลังได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านผ่านไป 4 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 39.60 ± 3.84 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 38.75 ± 3.88 มิลลิเมตร) พบว่าความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาลดลงแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง 40.10 ± 3.67 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 40.90 ± 3.64 มิลลิเมตร) จากการวัดความหนาของไขมันบริเวณต้นขาพบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละครั้งทั้งที่วัดในบุคคลเดียวกัน เพราะว่าผิวหนังบริเวณต้นขาค่อนข้างหนา และแข็งแรงกว่าบริเวณอื่น ดังนั้นจึงควรมีการวัดซ้ำเพื่อให้แน่ใจว่าวัดอย่างถูกต้องอย่างแท้จริง จากข้อมูลทางวิชาการพบว่า การออก

กำลังกายด้วยการฝึกแบบใช้แรงต้านสามารถลดไขมันเฉพาะจุดได้ จึงทำให้ค่าเฉลี่ยของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณต้นขาในกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบใช้แรงต้านมีค่าลดลง (ครูช, 2546) ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของฮิมส์ และคณะ (Himes et al., 1979) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการบีบจับของเครื่องวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfolds) และการวัดไขมันใต้ผิวหนัง กลุ่มตัวอย่างเป็นคนอเมริกันจำนวน 65 คน โดยทำการศึกษาจากการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังทั้ง 7 จุด ในร่างกาย เปรียบเทียบความสัมพันธ์กับเครื่องเรดิโอกราฟ (Radiographs) จากการทดลองพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจุดต่าง ๆ ในการบีบจับของเครื่องวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเกี่ยวกับความแตกต่างทางเพศ และอายุ สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของแคทช์ (Katch, 1984) ได้ทำการศึกษาในคนที่มีสุขภาพดีเพศชาย จำนวน 19 คน อายุ 19.4 ± 2.3 ปี โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 13 คน และกลุ่มควบคุม 6 คน โดยกลุ่มทดลองจะทำการฝึกบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องท่าลุกนั่ง (Sit-up) เป็นเวลา 27 วันติดต่อกัน ฝึกวันละ 10-20 รอบ รอบละ 7-24 ครั้ง แต่ละรอบพัก 16-30 วินาที รวมจำนวนครั้งที่ทำได้ทั้งหมด 5004 ครั้ง ตลอดเวลา 27 วัน ก่อนการฝึกและเมื่อสิ้นสุดการฝึกทำการทดสอบดูขนาดและจำนวนของเซลล์ไขมัน (Adipose Tissues) โดยการตัดชิ้นเนื้อ (Biopsy) สามจุด คือ บริเวณหน้าท้อง (Abdominal) ซึ่งเป็นบริเวณที่ออกกำลังกายเปรียบเทียบกับบริเวณที่ไม่ได้ออกกำลังกาย คือ บริเวณสะบัก (Subscapular) และบริเวณก้น (Buttocks) และวัดสัดส่วนของร่างกาย พบว่า 1) ปริมาณและขนาดของจำนวนเซลล์ไขมัน ทั้ง 3 จุด ก่อนและหลังการฝึกลดลง แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ในกลุ่มทดลอง 2) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันทั้งร่างกาย ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน (Triceps) สะบัก (Subscapular) และหน้าท้อง (Abdominal) ก่อนและหลังการฝึกในกลุ่มทดลองลดลง แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กล่าวได้ว่า ปริมาณและขนาดของจำนวนเซลล์ไขมัน บริเวณหน้าท้องซึ่งเป็นบริเวณที่ออกกำลังกายลดลงภายหลังการฝึกลุกนั่ง (Sit-up) แต่ไม่แตกต่างกับบริเวณที่ไม่ได้ออกกำลังกายทั้ง 2 จุด คือ บริเวณใต้สะบักและบริเวณก้น และพบว่าการฝึกลุกนั่ง ไม่มีผลในการลดขนาดเส้นรอบวงบริเวณเอวและหน้าท้อง ซึ่งเป็นบริเวณที่ออกกำลังกายเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณน่อง บริเวณก้น และบริเวณใต้ท้องแขนที่ไม่ได้ออกกำลังกาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปเหตุผลที่ควรออกกำลังกายด้วยการฝึกแบบใช้แรงต้านในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

1. การออกกำลังกายโดยการใช้แรงต้านนั้นสามารถรักษามวลกล้ามเนื้อ หรือเพิ่มมวลกล้ามเนื้อขึ้นได้ แต่ในความเป็นจริงผู้ที่จะลดความอ้วนนั้นมักจะควบคุมอาหาร หรือลดการรับประทานอาหารแต่เพียงอย่างเดียวซึ่งไม่ถูกต้อง เพราะจะทำให้สูญเสียมวลกล้ามเนื้อ ซึ่งถ้ามวลกล้ามเนื้อลดลงก็จะทำให้อัตราการเผาผลาญพลังงานพื้นฐานลดลงไปด้วย โดยปกติแล้วร่างกายจะใช้กล้ามเนื้อในการเผาผลาญพลังงาน ซึ่งถ้าหากสูญเสียมวลกล้ามเนื้อไปขณะลดความอ้วน จะทำให้อัตราการเผาผลาญพลังงานพื้นฐานลดลงไป 30-50 กิโลแคลอรี่/วัน (ครูซ, 2546)

2. การออกกำลังกายโดยการใช้แรงต้านจะทำให้อัตราการเผาผลาญพลังงานในขณะพักเพิ่มขึ้นภายหลังการออกกำลังกาย เพราะเมื่อร่างกายมีการใช้ออกซิเจนเพิ่มสูงขึ้นก็จะทำให้การเผาผลาญพลังงานหลังออกกำลังกายเพิ่มขึ้นไปด้วย (Excess Post-exercise Oxygen Consumption; EPOC) นอกจากนี้แล้วการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านทำให้ร่างกายผลิตฮอร์โมนเพิ่มการเจริญเติบโต (Growth Hormone) มากขึ้น ซึ่งฮอร์โมนดังกล่าวสามารถทำให้ร่างกายนำไขมันมาใช้เป็นพลังงานมากขึ้นหลังจากการออกกำลังกายเช่นกัน ถึงแม้ว่าการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านจะมีระดับการเผาผลาญพลังงานในขณะการออกกำลังกายไม่มากนัก แต่ผลที่ได้จากอัตราการใช้ออกซิเจนภายหลังการออกกำลังกาย (EPOC) ก็ทำให้ร่างกายสามารถเพิ่มกระบวนการเผาผลาญพลังงานในขณะพักได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของออสเทอร์เบิร์ก และเมล์บี้ (Osterberg and Melby, 2000) ศึกษาผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านในระยะสั้นต่ออัตราการใช้ออกซิเจนหลังการออกกำลังกายและอัตราการเผาผลาญพลังงานในขณะพักในเพศหญิง กลุ่มตัวอย่างจำนวน 7 คน อายุระหว่าง 22-35 ปี ตรวจวัดค่าอัตราการเผาผลาญพลังงานในขณะพัก (RMR) ในตอนเช้า โดยใช้เครื่อง Indirect Calorimetry และตรวจวัดค่า RMR ก่อนการออกกำลังกาย และหลังกายออกกำลังกาย 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 2 วัน พบว่า RMR เพิ่มขึ้น 4.2% ($p<.05$) จากวันแรก (Morning Prior to Exercise: 1,419 ± 58 kcal/24hr) และเปรียบเทียบกับวันที่สอง (16 hr Following Exercise: 1,479 ± kcal/24hr) และมีการวัดค่าการเผาผลาญไขมันในขณะพัก (Resting Fat Oxidation) โดยใช้ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของการหายใจ (Respiratory Exchange Ratio; RER) ซึ่งค่าที่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่สอง

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการวิจัยพบว่า การฝึกแบบใช้แรงต้านมีผลทำให้องค์ประกอบของร่างกายดีขึ้น โดยจะเห็นได้ว่าจากโปรแกรมการฝึกไม่จำเป็นต้องใช้สถานที่กว้างขวางมากมาย เพียงมีอุปกรณ์เพียงไม่กี่ชิ้นเท่านั้นก็สามารถที่จะออกกำลังกายได้ทุกที่ ทุกเวลา นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการบริหารน้ำหนักของร่างกายได้ จึงเหมาะเป็นทางเลือกในการออกกำลังกายสำหรับบุคคลทั่วไป ทั้งยังช่วยเสริมสร้างความแข็งแรง และทำให้กล้ามเนื้อกระชับเพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ไขมันในระดับจุลกายวิภาคศาสตร์หรือการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี การทำงานของเอนไซม์ ในขบวนการสลายไขมัน

2. ควรกำหนดระยะเวลาในการศึกษาวิจัยให้มากขึ้น เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อน้ำหนักของร่างกาย หรือความหนาแน่นของกระดูกได้

3. ควรมีการศึกษารูปแบบของการฝึกแบบใช้แรงต้าน โดยใช้อุปกรณ์ชนิดอื่น ๆ เช่น ยางยืด (Resistance Band) เป็นต้น เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ตามความเหมาะสม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมอนามัย และเอแบคโพลล์. **เรื่อง สถานการณ์การออกกำลังกาย ของคนไทย ภายหลังมหกรรมรวมพลังสร้างสุขภาพ ที่ท้องสนามหลวง ในวันที่ 23 พฤศจิกายน 2545**: กรณีศึกษาประชาชนทั่วไปที่มีอายุ 15-65 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล (นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรปราการ) เอกสารอัดสำเนา, 2546.

กรมอนามัย และเอแบคโพลล์. **เรื่อง สถานการณ์การออกกำลังกาย ของคนไทย**: กรณีศึกษาประชาชนทั่วไป ที่มีอายุ 15-65 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร เอกสารอัดสำเนา, 2546.

กัลยา กิจบุญชู. **ข้อแนะนำการออกกำลังกายสำหรับคนอ้วน**. กรมอนามัย. กองออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สามเจริญพาณิชย์, 2546.

จรวยพร ธรณินทร์. **กายวิภาคและสรีรวิทยาการออกกำลังกาย**. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพาณิชย์, 2522.

จอร์จ ครูซ. **8 นาทีมหัศจรรย์ เพื่อหุ่นผอมเพรียว.** วรรธนา วงษ์ฉัตร: บริษัท เอ็ม เอ เอช พริ้นติ้ง จำกัด, 2546.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปรละวิวัธน์. **สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ธรรมกมลการพิมพ์, 2536.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และกุลธิดา เชิงสะอาด. **ปทานานุกรมศัพท์กีฬา พลศึกษา และวิทยาศาสตร์การกีฬา**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และภัทรอร แสงฤดี. **การศึกษาองค์ประกอบของร่างกายของเจ้าหน้าที่สาธารณสุข**. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์. **สรีรวิทยาการกีฬา1**. เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 3901301 สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

ทาริกา ค้าสม. **ปัจจัยคัดสรรที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพในการควบคุมน้ำหนักตัวของผู้ใหญ่ที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐาน กรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2547.

นฎวรรณ ธรรมคัมภีร์, รัตนา ลีลาวัฒนา และอัจฉรา ธรรมประสิทธิ์. **การศึกษาเปรียบเทียบการวัดปริมาณไขมันในร่างกายด้วยวิธี Dual-energy x-ray absorptiometry กับ Bioelectric impedance analysis.** สงขลานครินทร์เวชสาร, 2547; 22(2): 95-99.

นัยนา จันทร์ฉลอง. **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์ไขมันร่างกาย กับสุขสมรรถนะและหาสมการถอดถอยสำหรับพยากรณ์เปอร์เซนต์ไขมัน ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2538.

พิชิต ภูติจันทร์. **สรีรวิทยาการออกกำลังกาย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2535.

เพ็ญพักตร์ หนูผุด. **ผลของการบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวและรูปร่าง.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2542.

ยุทธ ไกยวรรณ์. **สถิติเพื่อการวิจัย**. บริษัท พิมพ์ดี จำกัด, 2546.

วรัญญู รีรมย์. **ผลการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไขมันในร่างกาย.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2533.

วัลลภ พรเรืองวงศ์. **อาหารและน้ำ ความอยู่รอดและความสุขที่ยั่งยืน: รายงานต่อประชาชนพุทธศักราช 2548.** พิมพ์ครั้งที่ 1. 2549. หน้า 32-33.

วิศาล คันธารัตนกุล. **ข้อแนะนำการออกกำลังกายสำหรับวัยทำงาน**. กรมอนามัย. กองออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สามเจริญพาณิชย์. 2546: 4-11.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. **รายงานการสำรวจพฤติกรรมการเล่นกีฬา และการดูกีฬาของประชากร**, 2545.

ภาษาอังกฤษ

American College of Sports Medicine. **American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults.** Med Sci Sports Exerc. 2002 Feb; 34(2): 364-80.

American College of Sports Medicine. **Guidelines for Exercise Testing and Prescription.** Lea and Febiger Publishers. 4th ed, 1991.

Anon. **Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement.** Am J Clin Nutr. 1996; 64(suppl): 524S-32S.

Asmussen E. **Observations on experimental muscular soreness.** Acta Rheumatol Scand. 1956; 2(2): 109-16.

Baumgartner RN. **Electrical impedance and total body electrical conductivity.** In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, editors. Human body composition. Champaign, IL: Human kinetics; 1996.

Blair S, Cheng Y, and Holder J. **Is physical activity of physical illness more important defining health benefits? Medicine and Science in Sports and Exercises Supp: Dose Response Issues concerning physical activity and health**: An evidence based symposium. 2001; 33(6): 379-399.

Blair Sn, Kohl HW III, Paffenbarger RS Jr. Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. **Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women**, JAMA. 1989; 262: 2395-2401.

Bray GA. **Obesity, a disorder of nutrient partitioning: the MONA LISA hypothesis**. J Nutr. 1991 Aug; 121(8): 1146-62.

Cohen J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences.** New York: Academic Press, 1988.

Costill DL, Fink WJ, Getchell LH, Ivy JL, Witzmann FA. **Lipid metabolism in skeletal muscle of endurance-trained males and females.** J Appl Physiol. 1979 Oct; 47(4): 787-91.

Donnelly JE, Smith B, Jacobsen DJ, Kirk E, Dubose K, Hyder M, Bailey B, Washburn R. **The role of exercise for weight loss and maintenance**. Best Pract Res Clin Gastroenterol. 2004 Dec; 18(6): 1009-29.

Durnin JVGA, Womersley J. **Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years.** Br J Nutrition. 1974; 32: 77-97.

Earle RW. **Weight training exercise prescription**. In: Essentials of Personal Training Symposium Workbook. Lincoln, NE: NSCA Certification Commission, 1999.

Edwars L. Fox and Donald K. Mathews. **The Physiological Basis of Physical Education and Athletics**. 3rd ed. Philadelphia: CBS College Publishing, 1981.

Ellis KJ. **Human body composition: in vivo methods.** Physiol Rev 2000; 80(2): 649-80.

Fleck SJ and Kraemer WJ. **Designing Resistance Training Programs**. Champaign, IL: Human Kinetics. 2004.

Flegal KM, Carroll MD, Ogden CL, Johnson CL. **Prevalence and trends in obesity among US adults**, **1999-2000.** JAMA. 2002 Oct 9; 288(14): 1723-7.

Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, Froelicher VF, Leon AS, Pina IL, Rodney R, Simons-Morton DA, Williams MA, Bazzarre T. **Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association**. Circulation. 2001 Oct 2; 104(14): 1694-740.

Fox EL. and Mathews DK. **The Physiological Basis of Physical Education and Athletics.** 3rd ed. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1981.

Gonyea WJ. **Role of exercise in inducing increases in skeletal muscle fiber number.** J Appl Physiol. 1980 Mar; 48(3): 421-6.

Heyward LM, Stolarczyk LM. **Applied body composition assessment.** Champaign, IL: Human Kinetics; 1996.

Himes JH, Roche AF, Siervogel RM. **Compressibility of skinfolds and the measurement of subcutaneous fatness. Am J Clin Nutr.** 1979 Aug; 32(8): 1734-40.

Jackson AS and Pollock MJ. **Practical Assessment of Body Composition.** Physician and Sports Medicine. Vol 13(5): 76-90.

Jazet IM, Pijl H, Frolich M, Schoemaker RC, Meinders AE. **Factors predicting the blood glucose lowering effect of a 30-day very low calorie diet in obese Type 2 diabetic patients**. Diabet Med. 2005 Jan; 22(1): 52-5.

Jebb SA, Siervo M, Murgatroyd PR, Evans S, Frühbeck G, Prentice AM. **Validity of the leg-to-leg bioimpedance to estimate changes in body fat during weight loss and regain in overweight women: a comparison with multi-compartment models.** Int J Obes (Lond). 2007 May; 31(5): 756-62. Epub 2006 Oct 24.

Johannsen DL, Welk GJ, Sharp RL, Flakoll PJ. **Differences in daily energy expenditure in lean and obese women: the role of posture allocation.** Obesity (Silver Spring). 2008 Jan; 16(1): 34-9.

Katch FI. **Individual differences of ultrasound assessment of subcutaneous fat: effects of body position.** Hum Biol. 1983 Dec; 55(4): 789-95.

Keim NL, Barbieri TF, Van Loan MD, Anderson BL. **Energy expenditure and physical performance in overweight women: response to training with and without caloric restriction**. Metabolism. 1990 Jun; 39(6): 651-8.

Knuttgen HG and Emerson K. **Physiological response to pregnancy at rest and during exercise**. J Appl Physiol. 1974 May; 36(5): 549-53.

Kraemer WJ and Ratamess NA. **Endocrine responses and adaptations to strength training.** In: Strength and Power in Sports, Komi PV. (ed.), Oxford: Blackwell Scientific. 2008.

Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, Heitmann BL, Kent-Smith L, Melchior JC, Pirlich M, Scharfetter H, Schols AM, Pichard C; Composition of the ESPEN Working Group. **Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods.** Clin Nutr. 2004 Oct; 23(5): 1226-43.

Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Manuel Gómez J, Lilienthal Heitmann B, Kent-Smith L, Melchior JC, Pirlich M, Scharfetter H, M W J Schols A, Pichard C; ESPEN. **Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice.** Clin Nutr. 2004 Dec; 23(6): 1430-53.

Lamb DR. **Anabolic steroids in athletics: how well do they work and how dangerous are they?** Am J Sports Med. 1984 Jan-Feb; 12(1): 31-8.

Lemmer JT, Ivey FM, Ryan AS, Martel GF, Hurlbut DE, Metter JE, Fozard JL, Fleg JL, Hurley BF. **Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons**. Med Sci Sports Exerc. 2001 Apr; 33(4): 532-41.

Levine JA, Eberhardt NL, Jensen MD. **Role of nonexercise activity thermogenesis in resistance to fat gain in humans**. Science 1999; 282: 212-214.

Loftin M, Nichols J, Going S, Sothern M, Schmitz KH, Ring K, Tuuri G, Stevens J. **Comparison of the validity of anthropometric and bioelectric impedance equations to assess body composition in adolescent girls.** Int J Body Compos Res. 2007; 5(1): 1-8.

Lohman TG, Roche AF, Martorell R. **Anthropometric Standardization Reference Manual**. Abridged edition. Champaign, IL: Human Kinetics Books, 1988.

Lohman TG. **Advances in body composition assessment**. Current issues in exercise science series. Monograph No. 3. Champaign: Human Kinetics Books, 1992.

Lyndon J. O. Joseph, Peter A. Farrell, Stephanie L. Davey, William J. Evans and Wayne W. Campbell. **Differential effect of resistance training on the body composition and lipoprotein-lipid profile in older men and women.** Metabolism. 1999 Nov; 48(17): 1474-1480.

Martin Barnard. **Fitness book**. American College of Sports Medicine, 1998.

Mohr DR. **Changes in waistline and abdominal girth and subcutaneous fat following isometric exercises.** Res Q. 1965 May; 36: 168-73.

Must A, Dallal GE, Dietz WH. **Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht2) and triceps skinfold thickness.** Am J Clin Nutr. 1991 Apr; 53(4): 839-46.

Nichols JF, Omizo DK, Peterson KK, Nelson KP. **Efficacy of heavy-resistance training for active women over sixty: muscular strength, body composition, and program adherence**. J Am Geriatr Soc. 1993 Mar; 41(3): 205-10.

Nickols-Richardson SM, Miller LE, Wootten DF, Ramp WK, Herbert WG. **Concentric and eccentric isokinetic resistance training similarly increases muscular strength, fat-free soft tissue mass and specific bone mineral measurements in young women**. Osteoporos Int. 2007 Jan 31.

O'Connor TE, Lamb KL. **The effects of Bodymax high-repetition resistance training on measures of body composition and muscular strength in active adult women.** J Strength Cond Res. 2003 Aug; 17(3): 614-20.

Olson AL and Edelstein E. **Spot reduction of subcutaneous adipose tissue.** Res Q. 1968 Oct; 39(3): 647-52.

Osterberg KL and Melby CL. **Effect of acute resistance exercise on postexercise oxygen consumption and resting metabolic rate in young women.** Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2000 Mar; 10(1): 71-81.

Pratley R, Nicklas B, Rubin M, Miller J, Smith A, Smith M, Hurley B, Goldberg A. **Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50- to 65-yr-old men.** J Appl Physiol. 1994 Jan; 76(1): 133-7.

Ryan AS, Pratley RE, Elahi D, Goldberg AP. **Resistive training increases fat-free mass and maintain RMR despite weight loss in postmenopausal women.** J Appl Physiol. 1995 Sep; 79(3): 818-23.

Schunemann HJ, Oxman AD, Fretheim A. **Improving the use of research evidence in guideline development: 6. Determining which outcomes are important.** Health Res Policy Syst. 2006 Dec 1; 4: 18.

Siri WE. **The gross composition of the body.** IN: Lawrence JH, Tobias CA (editors). Advances in Biological and Medical Physics. Academic Press, Inc. Advances in Biological and Medical Physics. 1956; 4: 239-280.

Sparti A, DeLany JP, de la Bretonne JA, Sander GE, Bray GA. **Relationship between resting metabolic rate and the composition of the fat-free mass**. Metabolism. 1997 Oct; 46(10): 1225-30.

Stone MH, O'Bryant H, Garhammer J. **A hypothetical model for strength training**. J Sports Med Phys Fitness. 1981 Dec; 21(4): 344.

Tipton CM, Matthes RD, Maynard JA, Carey RA. **The influence of physical activity on ligaments and tendons. Med Sci Sports.** 1975 Fall; 7(3): 165-75.

Treuth MS, Ryan AS, Pratley RE, Rubin MA, Miller JP, Nicklas BJ, Sorkin J, Harman SM, Goldberg AP, Hurley BF. **Effects of strength training on total and regional body composition in older men**. J Appl Physiol. 1994 Aug; 77(2): 614-20.

Vasudev S, Mohan A, Mohan D, Farooq S, Raj D, Mohan V. **Validation of body fat measurement by skinfolds and two bioelectric impedance methods with DEXA--the Chennai Urban Rural Epidemiology Study [CURES-3].** J Assoc Physicians India. 2004 Nov; 52:877-81.

Völgyi E, Tylavsky FA, Lyytikäinen A, Suominen H, Alén M, Cheng S. **Assessing Body Composition With DXA and Bioimpedance: Effects of Obesity, Physical Activity, and Age.** Obesity (Silver Spring). 2008 Jan 17.

Wilkins MR, Williams KL. **Cross-species protein identification using amino acid composition, peptide mass fingerprinting, isoelectric point and molecular mass: a theoretical evaluation.** J Theor Biol. 1997 May 7; 186(1): 7-15.

Wilmore JH. **Alteration in strength, body composition and antropometric measurements consequent to a 10-week weight training program**. Med Sci Sports. 6: 133-138, 1974.

Winer BJ. **Statistical principles in experimental design**. New York: McGraw-Hill, 1971.

Womersley J. **A comparison of the skinfold method with extent of 'overweight' and various weight-height relationships in the assessment of obesity.** Br J Nutr. 1977 Sep; 38(2): 271-84.

World Health Organization. **The Asia-Pacific Perspective: Redefining Obesity and its Treatment**. February 2000.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกณฑ์ในการจำแนกภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก

การจำแนกประเภท	BMI (kg/m2)	ปัจจัยเสี่ยงต่อการเสียชีวิต
ผอมเกินไป	<18.5	ต่ำ (แต่ปัจจัยเสี่ยงทางคลินิกเพิ่มขึ้น)
ปกติ	18.5-22.9	ปกติ
น้ำหนักเกิน	≥23	
เสี่ยงต่อโรคอ้วน	23-24.9	เพิ่มสูงขึ้นกว่าปกติ
โรคอ้วนระดับที่ 1	25-29.9	ปานกลาง
โรคอ้วนระดับที่ 2	≥30	รุนแรง

(ที่มา : WHO, 2000)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

โปรแกรมการฝึกแบบใช้แรงต้าน

ความถี่ : 3 วัน/สัปดาห์ (จันทร์-พุธ-ศุกร์)

ท่าออกกำลังกาย : ฝึกแบบใช้แรงต้านโดยเริ่มจากท่าที่ 1-10

จำนวนรอบ : แบบหมุนเวียน 3 รอบ

ระยะเวลาพัก : 30-60 วินาที ระหว่างรอบ

ความหนักที่ใช้ในการฝึก : 8-12 RM เพราะเป็นช่วงที่สามารถพัฒนากล้ามเนื้อ (Muscle Hypertrophy) ได้มากที่สุด (ACSM, 2002) โดยความหนักที่ 8-12 RM เป็นความหนักที่ประเมินจากความสามารถสูงสุดของอาสาสมัครในการยกอย่างต่อเนื่องระหว่าง 8-12 ครั้ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ท่าการออกกำลังกาย

ท่ากายบริหาร 1

วิธีปฏิบัติ

- ยืนตัวเอนไปข้างหน้าเล็กน้อย ใช้ทั้งสองข้างมือจับพนักผิงเก้าอี้
- ยกขาข้างที่จะปฏิบัติขึ้นให้เป็นมุมฉากในท่าเตรียม
- หายใจเข้าขณะอยู่ในท่าเตรียม
- ออกแรงยกขาขึ้นให้เป็นเส้นตรงกับแผ่นหลังพร้อมกับหายใจออกขณะยกขาขึ้น

กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก

- กลูเทียส แมคซิมัส (Gluteus maximus)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท่ากายบริหาร 2

วิธีปฏิบัติ

- ถือดัมเบลไว้ด้านข้างลำตัว โดยหงายมือออกในท่าเตรียม
- หายใจเข้าและออกแรงยกขึ้นตรงๆ โดยไม่ต้องยกศอกขึ้น พร้อมทั้งหายใจออกขณะยกดัมเบลขึ้นด้วย

กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก

- ไบเซปส์ บราคี (Biceps brachii)
- เบรเคียลลิส (Brachialis)
- เบรคิโอเรเดียลลิส (Brachioradialis)
- แอนทีเรีย เดลทอยด์ (Anterior deltoid)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท่ากายบริหาร 3

วิธีปฏิบัติ

- นั่งบนเก้าอี้ ให้ก้นอยู่บริเวณส่วนปลายของเก้าอี้ ไม่ต้องพิงหลัง
- อยู่ในท่าเตรียมโดยเท้าไม่แตะพื้น
- หายใจเข้าและออกแรงยกเข่าขึ้น โดยสามารถเอนตัวไปทางด้านหลังได้เล็กน้อย พร้อมทั้งหายใจออกขณะยกเข่าขึ้นด้วย

กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก

- เรคทัส แอบโดมินิส (Rectus abdominis)
- เอ็กซ์เทอนอล ออบบลีค (External oblique)
- เรคทัส ฟีมอริส (Rectus femoris)
- เทนเซอร์ ฟาสเซีย ลาเต้ (Tensor fasciae latae)
- พโซแอส เมเจอร์ (Psoas major)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

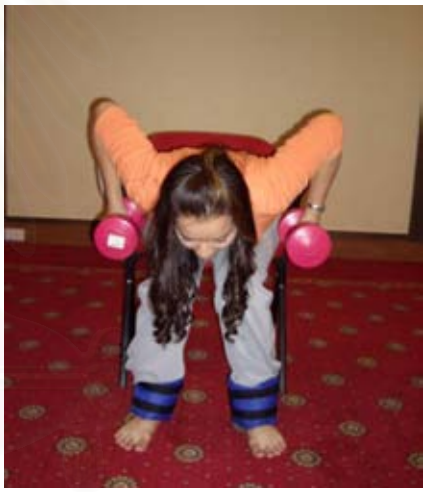
ท่ากายบริหาร 4

วิธีปฏิบัติ

- นำหมอนมาวางบริเวณหน้าตัก
- ก้มตัวลงให้หน้าอกแนบกับหมอน
- ยกดัมเบลขึ้นในท่าเตรียม แขนเหยียดตรง
- หายใจเข้าและออกแรงงอศอกขึ้นให้ขนานกับแผ่นหลัง พร้อมหายใจออกขณะยกด้วย

กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก

- โพสทีเรีย เดลทอยด์ (Posterior deltoid)
- ทราพีเซียส (Trapezius)
- รอมบอย เมเจอร์ (Rhomboid major)
- ลาทิสสิมัส ดอไซ (Latissimus dorsi)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท่ากายบริหาร 5

วิธีปฏิบัติ

- ยืนตรงยกเข่าข้างที่จะปฏิบัติขึ้นเล็กน้อย ให้ปลายเท้าพ้นพื้น
- เอามือข้างที่ตรงข้ามกับขาที่จะปฏิบัติจับพนักผิงเก้าอี้ เพื่อช่วยในการทรงตัว
- หายใจเข้าและออกแรงยกขาข้างที่จะปฏิบัติขึ้นให้สูงประมาณ 45 องศา พร้อมทั้งหายใจออกขณะยกขาขึ้น

กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก

- กลูเทียส มีเดียส (Gluteus medius)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท่ากายบริหาร 6

วิธีปฏิบัติ

- ถือดัมเบลไว้ด้านข้างลำตัว ในท่าเตรียม
- หายใจเข้าและออกแรงยกดัมเบลขึ้น โดยให้แขนทั้ง 2 ข้าง ทำมุมประมาณ 120-180 องศา ไม่งอศอก พร้อมทั้งหายใจออกขณะยกดัมเบลขึ้นด้วย
- ความสูงของการยกให้อยู่ในระดับเดียวกับหัวไหล่

กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก

1. ทราพีเซียส (Trapezius)
2. แอนทีเรีย เดลทอยด์ (Anterior deltoid)
3. มิดเดิล เดลทอยด์ (Middle deltoid)
4. โพสทีเรีย เดลทอยด์ (Posterior deltoid)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท่ากายบริหาร 7

วิธีปฏิบัติ

- ถือดัมเบลไว้ข้างลำตัว ให้แนบชิดติดลำตัวไว้ตลอดเวลา
- หายใจเข้าและก้าวเท้าขึ้นวางในท่าเตรียม งอเข่าให้ตั้งฉาก หัวเข่าไม่เลยปลายเท้า
- หายใจออกในขณะที่ออกแรงยกตัวขึ้น

กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก

- เรคทัส ฟีมอริส (Rectus femoris)
- แวสทัส มีเดียลลิส (Vastus medialis)
- แวสทัส แลทเทอราลิส (Vastus lateralis)
- แวสทัส อินเตอร์มิเดียส (Vastus Intermedius)
- กลูเทียส แมคซิมัส (Gluteus maximus)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท่ากายบริหาร 8

วิธีปฏิบัติ

- นอนหงาย ตั้งเข่าขึ้นเป็นมุมฉาก
- ตั้งดัมเบลในท่าเตรียม ให้ศอกกางออกเป็นมุมฉากกับลำตัว
- หายใจเข้าขณะอยู่ในท่าเตรียม
- ออกแรงดันดัมเบลขึ้นพร้อมกับหายใจออกขณะยกขึ้น

กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก

- เพคโทราลิส เมเจอร์ (Pectoralis major)
- แอนทีเรีย เดลทอยด์ (Anterior deltoid)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท่ากายบริหาร 9

วิธีปฏิบัติ

- นอนหงาย ตั้งเข่าข้างที่ไม่ได้ปฏิบัติขึ้นเป็นมุมฉาก และขาอีกข้างเหยียดตรงสูงจากพื้นเล็กน้อย
- ตั้งศอกเป็นมุมฉากพร้อมทั้งหายใจเข้าในท่าเตรียม
- ออกแรงยกขาขึ้นพร้อมกับหายใจออกขณะยกขึ้น

กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก

- เรคทัส แอบโดมินิส (Rectus abdominis)
- เอ็กซ์เทอนอล ออบบลีค (External oblique)
- เรคทัส ฟีมอริส (Rectus femoris)
- เทนเซอร์ ฟาสเซีย ลาเต้ (Tensor fasciae latae)
- พโซแอส เมเจอร์ (Psoas major)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท่ากายบริหาร 10

วิธีปฏิบัติ

- นอนหงาย ตั้งเข่าขึ้นเป็นมุมฉาก
- ตั้งดัมเบลในท่าเตรียม ให้ศอกตั้งขึ้นเป็นมุมฉาก
- หายใจเข้าขณะอยู่ในท่าเตรียม
- ออกแรงดันดัมเบลขึ้นพร้อมกับหายใจออกขณะยกขึ้น

กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก

- ไตรเซปส์ บราคี (Triceps brachii)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ความต้านทานการนำกระแสไฟฟ้าของร่างกาย

(Bioelectrical Impedance Analyzer; BIA)

จุดประสงค์

1. เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบของร่างกาย
2. เพื่อที่จะสามารถติดตามและประเมินผลความก้าวหน้าของผู้ที่ได้รับการทดสอบ
3. เพื่อกระตุ้นให้ผู้ทดสอบ ตั้งเป้าหมายที่ต้องการบรรลุ

เครื่องมือ

เครื่องวิเคราะห์ความต้านทานการนำกระแสไฟฟ้าของร่างกาย (Foot-to-Foot Bioelectrical Impedance Analyzer; BIA) ยี่ห้อ TANITA รุ่น BC-533 Innerscan Body Composition Monitor จากประเทศอังกฤษ

การเตรียมสำหรับผู้ทดสอบ

1. ห้ามรับประทานอาหารและเครื่องดื่มภายใน 3 ชั่วโมง ก่อนการทดสอบ เพราะอาจส่งผลต่อค่าที่ได้จากการวัด เนื่องจากเครื่องจะคำนวณเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำในร่างกายด้วย
2. หลีกเลี่ยงการออกแรงหรือเคลื่อนไหวร่างกายอย่างหนักเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนการทดสอบ
3. ห้ามอบซาวน่า อย่างน้อย 8 ชั่วโมง ก่อนการทดสอบ
4. ปัสสาวะหรืออุจจาระให้เรียบร้อยก่อนทดสอบ
5. งดเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์หรือคาเฟอีน เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ก่อนการทดสอบ
6. งดรับประทานยาขับปัสสาวะ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ก่อนการทดสอบ

วิธีการทดสอบ

การวิเคราะห์ความต้านทานการนำกระแสไฟฟ้าของร่างกาย ต้องมีการเตรียมพร้อม ดังนี้

1. แบบฟอร์มต่างๆ สำหรับจดบันทึกข้อมูล เช่น ส่วนสูง และน้ำหนักของร่างกาย เป็นต้น
2. ปรับหรือติดตั้งเครื่องมือให้ได้มาตรฐาน
3. บันทึกส่วนสูงของผู้ที่จะทดสอบให้เรียบร้อย
4. ถอดรองเท้า ถุงเท้าและเครื่องประดับออกให้หมด

5. กดปุ่มเพื่อเริ่มทำการทดสอบ รอจนกระทั่งตัวเลขขึ้นหมายเลขศูนย์
6. ให้ผู้ที่จะทดสอบยืนบนเครื่อง ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 10 วินาที

สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

1. ต้องเงียบและมีความเป็นส่วนตัว
2. มีพื้นที่กว้างขวาง สำหรับรับรองผู้รับการทดสอบ และสะดวกสบาย
3. มีการจัดวางเครื่องมืออย่างเป็นระเบียบ และได้มาตรฐาน
4. การทดสอบต้องไม่เร่งรีบ และทุกขั้นตอนผู้รับการทดสอบต้องได้รับคำอธิบายโดยละเอียด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

การวัดไขมันใต้ผิวหนัง
(Skinfold Measurement)

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินปริมาณไขมันในร่างกาย ปกติไขมันจะสะสมอยู่หลายที่ หากสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ เรียกว่า Intramuscular Fat หากสะสมรอบ ๆ อวัยวะ เรียกว่า Visceral Fat และหากสะสมใต้ผิวหนัง เรียกว่า Subcutaneous Fat โดยในการทำวิจัยครั้งนี้จะวัดไขมันใต้ผิวหนัง เพราะว่ามีมากที่สุดในร่างกาย ซึ่งถ้าไขมันในร่างกายเรามีมากก็จะทำให้เรามีภาวะน้ำหนักเกินหรือเป็นโรคอ้วนได้ และเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจ เป็นต้น

เครื่องมือ

เครื่องวัดไขมันใต้ผิวหนัง (Lange Skinfold Caliper)

วิธีการทดสอบ

เทคนิคการวัดไขมันใต้ผิวหนัง อ้างอิงจาก Anthropometric Standardization Reference Manual (Lohman et al., 1988)

1. เตรียมผู้รับการทดสอบให้พร้อม โดยผู้รับการทดสอบควรที่จะสวมใส่เสื้อให้เหมาะสม ไม่ควรวัดในขณะที่ร้อนเกินไปเพราะจะทำให้ปริมาณน้ำใต้ชั้นกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น หรือในทางตรงกันข้ามค่าของไขมันใต้ผิวหนังจะลดลงเมื่อผู้รับการทดสอบขาดน้ำ ซึ่งจากงานวิจัยพบว่าการขาดน้ำจะทำให้ค่าที่ได้ลดลง 15 %
2. ท่าทางของผู้รับการทดสอบในขณะที่วัดควรอยู่ในท่ายืนตรง ทำการวัดในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายตามจุดต่าง ๆ ของร่างกาย ดังต่อไปนี้

บริเวณต้นแขนขวาด้านหลัง (Triceps)

วิธีการ

1. ผู้รับการทดลองยืนตรง โดยให้แขนขวาแนบชิดติดกับลำตัว ปล่อยแขนตามสบาย
2. ผู้วิจัยวัดในแนวตั้ง (Vertical Fold) บริเวณกึ่งกลางระหว่างหัวไหล่ (Acromion Processes) กับข้อศอก (Olecranon Processes)
3. ผู้วิจัยใช้นิ้วโป้งและนิ้วชี้จับผิวหนังในลักษณะคว่ำมือลง และใช้เครื่องวัดไขมันใต้ผิวหนังจับในแนวตั้งห่างจากนิ้วที่จับประมาณ 1 เซนติเมตร

บริเวณเอว (Suprailium)

วิธีการ

1. ผู้รับการทดลองยืนตรง ปล่อยแขนตามสบาย
2. ผู้วิจัยวัดในแนวเฉียง (Diagonal Fold) บริเวณเหนือกระดูกสะโพกด้านขวา (Iliac Crest)
3. ผู้วิจัยใช้นิ้วโป้งและนิ้วชี้จับผิวหนังในลักษณะคว่ำมือลงเฉียงประมาณ 45 องศา และใช้เครื่องวัดไขมันใต้ผิวหนังจับในแนวเฉียงห่างจากนิ้วที่จับประมาณ 1 เซนติเมตร

บริเวณต้นขาด้านขวา (Thigh)

วิธีการ

1. ผู้รับการทดลองยืนตรง ปล่อยขาตามสบาย
2. ผู้วิจัยวัดในแนวตั้ง (Vertical Fold) บริเวณกึ่งกลางระหว่างกระดูกสะโพก (Inguinal Crease) กับหัวเข่าด้านบน (Upper Knee) ของต้นขาข้างขวา
3. ผู้วิจัยใช้นิ้วโป้งและนิ้วชี้จับผิวหนังในลักษณะคว่ำมือลง และใช้เครื่องวัดไขมันใต้ผิวหนังจับในแนวตั้งห่างจากนิ้วที่จับประมาณ 1 เซนติเมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

ใบยินยอมของประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(Informed Consent Form)

ชื่อโครงการ ผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

EFFECTS OF RESISTANCE TRAINING ON BODY COMPOSITION IN OVERWEIGHT WOMEN

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย……

ข้าพเจ้าได้รับทราบจากผู้วิจัยชื่อ นาย ธิติ ญานปรีชาเศรษฐ ที่อยู่ 99 หมู่ 10 ซอยศรีไพบูลย์ ถนนบรมราชชนนี แขวงศาลาธรรมสพน์ เขตทวีวัฒนา กรุงเทพฯ 10170 โทรศัพท์มือถือ 089-214-8682 ซึ่งได้ลงนามด้านท้ายของหนังสือนี้ ถึงวัตถุประสงค์ และขั้นตอนการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

ข้าพเจ้ายินดีเข้าร่วมการศึกษาวิจัยครั้งนี้โดยสมัครใจ และมีสิทธ์ที่จะปฏิเสธการเข้าร่วมงานวิจัยได้ตามต้องการ และข้าพเจ้ายินดีให้ข้อมูลของข้าพเจ้าต่อผู้วิจัยเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา โดยผู้วิจัยรับรองว่า จะเก็บข้อมูลเป็นความลับและจะเปิดเผยได้เฉพาะข้อมูลสรุปผลการวิจัย

สุดท้ายข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นและมีความเข้าใจดีทุกประการ ภายใต้เงื่อนไขที่ระบุไว้แล้วข้างต้น จึงได้ลงนามในใบยินยอมนี้

……..……	…….
สถานที่ / วันที่	ลงนามผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
……..….	……
สถานที่ / วันที่	(นาย ธิติ ญานปรีชาเศรษฐ) ลงนามผู้วิจัยหลัก
……..….	……
สถานที่ / วันที่	(.....) ลงนามพยาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เลขที่รับ 0006๒
วันที่ 8 ส.ค. 2551 เวลา น.

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข โทร.88147

ที่ กก.พิจารณาจริยธรรม/ 3 /2551 **วันที่** 3 มกราคม 2550

เรื่อง แจ้งผลพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เรียน คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา

ตามที่ท่านได้เสนอโครงการวิจัย เรื่อง ผลของการฝึกแบบใช้แรงด้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน (EFFECTS OF RESISTANCE TRAINING ON BODY COMPOSITY IN OVERWEIGHT WOMEN) ของ นายธิติ ญานปรีชาเศรษฐ นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อให้คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิจารณาจริยธรรมการวิจัยความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

การนี้ คณะกรรมการฯ ได้พิจารณาแล้วเมื่อวันศุกร์ที่ 23 พฤศจิกายน 2550 มีมติให้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(นางอรพินท์ เล่าชี้)
กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ซ

เลขที่ใบรับรอง **098/2550**

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการวิจัย	:	ผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน (EFFECTS OF RESISTANCE TRAINING ON BODY COMPOSITY IN OVERWEIGHT WOMEN)
ผู้วิจัยหลัก	:	นายธิติ ฌานปรีชาเศรษฐ นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
หน่วยงาน	:	สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

☑ อนุมัติในแง่จริยธรรมให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องข้างต้นได้

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปรีดา ทัศนประดิษฐ์)

.....ผู้ช่วยเลขานุการ
(นางอรพินท์ เล่าชี้)

รับรองวันที่ 22 พฤศจิกายน 2550 วันหมดอายุ 22 กันยายน 2551

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฌ

ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔/ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ ปทุมวัน กรุงเทพฯ

กันยายน ๒๕๕๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ใช้สถานที่และไฟฟ้าสำหรับการทำวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการฝ่ายธุรการและพัสดุ

เนื่องด้วย นาย ธิติ ญานปรีชาเศรษฐ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาวิจัยวิทยานิพนธ์ในหัวข้อเรื่อง "ผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านต่อองค์ประกอบของร่างกายในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน" ในการนี้ ผู้วิจัยมีความประสงค์ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการใช้สถานที่และไฟฟ้าสำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เพื่อให้การเก็บข้อมูลในการทำการศึกษาวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อย สำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้จะเริ่มตั้งแต่วันที่ ๑๕ ตุลาคม ๒๕๕๐ และเสร็จสิ้นในวันที่ ๓๐ มกราคม ๒๕๕๐ โดยทำการฝึกสัปดาห์ละ ๓ วัน คือในวันจันทร์ วันพุธและวันศุกร์ เวลา ๑๗.๐๐ – ๑๘.๐๐ น.

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)
คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ฝ่ายวิชาการและวิจัย
โทร. ๐๒ – ๒๑๘ – ๑๐๒๔
โทรสาร. ๐๒ – ๒๑๘ - ๑๐๑๖

ร่าง.....
พิมพ์.....
ตรวจ.....
ทาน.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ญ

SAMPLE SIZE TABLE

(α = .05)

จำนวนกลุ่ม 2 กลุ่ม

Effect Size											
.05	.10	.15	.20	.25	.30	.35	.40	.50	.60	.70	.80
84	33	10	6	5	4	3	3	2	-	-	-
759	193	66	49	32	22	17	13	9	7	6	4
1235	310	138	78	50	35	26	20	13	10	7	6
1571	393	175	99	64	45	33	26	17	12	9	7
2102	526	234	132	85	59	44	34	22	16	12	9
2600	691	290	163	105	73	54	42	27	19	14	11
3675	920	409	231	148	103	76	58	38	27	20	15

(ที่มา : Cohen, 1969)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ	:	นายธิติ ญานปรีชาเศรษฐ
วัน เดือน ปีเกิด	:	วันศุกร์ที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2526
สถานที่เกิด	:	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	:	บ้านเลขที่ 99 หมู่ 10 ถนนบรมราชชนนี แขวงศาลาธรรมสพน์ เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10170
ประวัติการศึกษา	:	สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา) เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง กลุ่มวิชาเอกเวชศาสตร์การกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2549 โดยได้รับทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเฉลิมฉลองในวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเจริญพระชนมายุครบ 72 พรรษา และทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิตบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 1 ประจำปีงบประมาณ 2551

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย