



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์การกีฬา

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง

ผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิคร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีต่อระดับไขมันในเลือดในหญิงที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน

Effect of Aerobic Combine with Resistance Exercise on Lipid Profile in Overweight and Obese Women

นางผู้วิจัย นางสาวสิรินทร กัณหา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ราตรี เรืองไทย, Ed.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์จักรพงษ์ ขาวถิณ, ประ.ด.)

ประธานสาขาวิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริพร ศศิเมณฑกุล, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กาญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่

เดือน

พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีต่อระดับไขมัน
ในเลือดในหญิงที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน

Effect of Aerobic Combine with Resistance Exercise on Lipid Profile in Overweight and
Obese Women

โดย

นางสาวสิรินทร กัณหา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการกีฬา)

พ.ศ. 2552

สิรินธร กันหา 2552: ผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรง
ต้านที่มีต่อระดับไขมันในเลือดในหญิงที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน ปรินญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต
(วิทยาศาสตร์การกีฬา) สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ราตรี เรืองไทย, Ed.D. 144 หน้า

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีต่อระดับไขมันในเลือดและสมรรถภาพทางกาย กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครเพศหญิงที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน อายุระหว่าง 28-43 ปี ดัชนีมวลกายมากกว่า 23 กก./ตร.ม. จำนวน 24 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 8 คน คือ กลุ่มควบคุมปฏิบัติกิจวัตรประจำวันตามปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน ทำการฝึก 3-5 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ทำการเจาะเลือดเพื่อหาระดับไขมันในเลือดและทดสอบสมรรถภาพทางกายทั่วไปก่อนและหลังการทดลอง นำผลที่ได้มา วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบก่อนและหลังการทดลองโดยใช้ Matched pair t-test เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มโดยใช้ one-way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของ LSD กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของระดับคอเลสเตอรอลรวม แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม และ LDL-C ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สมรรถภาพทางกายทั่วไป ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวและอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2 \max$) ภายหลังการฝึก 12 สัปดาห์ พบว่า ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ร้อยละของไขมันภายในร่างกายลดลงในกลุ่มทดลองที่ 1 ส่วนเส้นรอบวงบริเวณเอว อัตราส่วนของเส้นรอบวงบริเวณเอวต่อเส้นรอบวงบริเวณสะโพก แรงเหยียดขา และความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้อง พบว่า มีความแตกต่างกันในกลุ่มทดลองที่ 2 สรุปได้ว่า ผลของการออกกำลังกายทั้ง 2 โปรแกรม สามารถลดระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม และ LDL-C ได้ทั้ง 2 กลุ่ม ลดปริมาณไขมันในร่างกายและช่วยพัฒนาสมรรถภาพทางกาย ด้านความอ่อนตัวและความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด แต่ในกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ทำการฝึกแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านยังสามารถเพิ่มความแข็งแรง ความอดทนของกล้ามเนื้อ และสามารถลดรอบเอวได้ ซึ่งเป็นการลดไขมันบริเวณช่องท้องทำให้ลดปัจจัยเสี่ยงของการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดในคนอ้วนได้

Sirinthorn Kanha 2009: Effect of Aerobic Combine with Resistance Exercise on Lipid Profile in Overweight and Obese Women. Master of Science (Sports Science), Major Field: Sports Science, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Mrs.Ratree Ruangthai, Ed.D. 144 pages.

The purpose of this research were the study and comparison of the effects of aerobics combined with resistance exercise on lipid profile and physical fitness. 24 overweight and obese women, aged between 28-43 years with a body mass index of over 23 kg./ m² were the volunteer subjects in this study. The participants were divided into three groups, to 8 subjects per group. The control group was assigned to pursue normal daily life activities , the experiment group 1 to participate in an aerobic exercise program and the experiment group 2 to do aerobics combined with a resistance exercise program for 3-5 day per week during a period of 12 weeks. The measurement of the blood lipid sample and physical fitness was done prior and after the test. Data was analyzed by the application of mean, standard deviation, matched pair t-test, one-way ANOVA and multiple comparison assessment by LSD method .The significance difference of this research set at .05.

The results show that there was a significant differences between the mean of total cholesterol (TC) in the control group, the experiment group 1 and the experiment group 2 after a 12 week training period. Both experiment group 1 and group 2 exhibited a significant reduction of TC and LDL-C after 12 week of training. Physical fitness flexibility and VO₂max were significantly increased in both of experiment group 1 and group 2. The percentage of subcutaneous fat was significantly decreased in the experimental group 1. The waist circumference, WHR, leg muscle strength and abdominal endurance only showed significant difference from the control group in experiment group 2. This study concludes that both aerobic exercise and combine exercise programs can decrease lipid profile (TC and LDL-C), body fat and induce improved flexibility and cardiovascular fitness. However, the subjects in group 2 who participated in aerobics combined with a resistance exercise program increased muscle strength and endurance, decreased waist circumferences or abdominal fat and reduced the risk of cardiovascular disease or obesity.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นไปด้วยดี เนื่องด้วยความกรุณา และความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงในการให้คำปรึกษา แนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆเป็นอย่างดียิ่งตลอดมาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ราตรี เรืองไทย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์จักรพงษ์ ขาวถื่น อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์อภัสรา อัครพันธุ์ ประธานการสอบ และรองศาสตราจารย์ไฉ่ออน ชินธเนศ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้อง สมบูรณ์ และมีคุณค่าทางวิชาการ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำตรวจโปรแกรมการฝึกขอขอบพระคุณ นพ. กฤต แก้วสนธิ และเจ้าหน้าที่อนามัยคลองจุกกระเฉด อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทราทุกท่าน ที่ได้อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลและเอื้อเฟื้อสถานที่ ขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่าน ที่ได้สละเวลาเข้าร่วมการวิจัยเป็นเวลา 12 สัปดาห์ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ อบรมสั่งสอนให้แก่ผู้วิจัย ขอขอบคุณพี่ๆ น้องๆ และเพื่อนชาววิทยาศาสตร์การกีฬาภาคพิเศษ รุ่น 8 ทุกท่าน และขอบคุณ พี่ๆ น้องๆ ที่ปฏิบัติงานที่กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู รพ.เมืองฉะเชิงเทราทุกท่าน ที่ให้ความสนับสนุน ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอบูชาพระคุณ คุณพ่อเจริญ คุณแม่ปราณี กัณหา ที่ส่งเสริมและสนับสนุน การศึกษารวมทั้งเป็นกำลังใจอันยิ่งใหญ่สำหรับผู้วิจัย คุณประโยชน์ และคุณงามความดีใดๆ ที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแก่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด

สิรินทร กัณหา

ตุลาคม 255

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(6)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	8
อุปกรณ์และวิธีการ	42
อุปกรณ์	42
วิธีการ	43
ผลและวิจารณ์	48
ผล	48
วิจารณ์	58
สรุปและข้อเสนอแนะ	68
สรุป	68
ข้อเสนอแนะ	69
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	70
ภาคผนวก	76
ภาคผนวก ก การประเมินสุขภาพ	77
ภาคผนวก ข รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน	82
ภาคผนวก ค โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิก	84
ภาคผนวก ง โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน	88

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก จ วิธีการทดสอบในการวิจัย	109
ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	123
ภาคผนวก ช ไปยินยอมเข้าร่วมการวิจัย	137
ภาคผนวก ซ หนังสือเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย	140
ภาคผนวก ฌ เอกสารรับรองจริยธรรมการวิจัยในคน	142
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	144

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงการแบ่งชนิดของโรคอ้วนและความเสี่ยงต่อโรค	12
2	ระดับไขมันชนิดต่างๆที่เป็นเป้าหมายในการรักษา	25
3	แสดงลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	49
4	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับไขมันในเลือด TC TG HDL-C และ LDL-C ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และ กลุ่มทดลองที่ 2 ก่อนออกกำลังกายและหลังออกกำลังกาย	50
5	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพกและ ร้อยละของไขมันใต้ผิวหนังของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนออกกำลังกาย และหลังออกกำลังกาย	54
6	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความอ่อนตัว ความแข็งแรง ความอดทนของกล้ามเนื้อและอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของ กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนออกกำลังกายและหลังออกกำลังกาย	56
ตารางผนวกที่		
ค1	แสดงรายละเอียดโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิก	87
ง1	แสดงรายละเอียดโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับ การออกกำลังกายด้วยแรงต้าน	93
ฉ1	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อทดสอบ ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของอายุ น้ำหนักและส่วนสูง ก่อนการฝึก ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	124
ฉ2	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อทดสอบ ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของระดับไขมันในเลือด TC TG HDL-C และ LDL-C ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	125

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
น3 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อทดสอบ ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของระดับไขมันในเลือด TC TG HDL-C และ LDL-C ภายหลังการฝึก 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	126
น4 แสดงการเปรียบเทียบภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ภายหลังการฝึก 12 สัปดาห์	127
น5 แสดงผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของระดับไขมันในเลือด TC TG HDL-C และ LDL-C ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลอง และภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ โดยใช้ Match pair t-test	128
น6 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อทดสอบ ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก คชนิมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วน เส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพกและเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนังก่อน การฝึกระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	129
น7 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อทดสอบ ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก คชนิมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วน เส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพกและเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง ภายหลังการฝึก 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	130
น8 แสดงผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของน้ำหนักคชนิมวลกาย เส้นรอบวง เอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก และเปอร์เซ็นต์ไขมัน ใต้ผิวหนัง ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลองและภายหลังการ ทดลอง 12 สัปดาห์ โดยใช้ Matched pair t-test	131
น9 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อทดสอบ ความแตกต่างค่าเฉลี่ยความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อและอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึก ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	133

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ฉ10	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อและอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ภายหลังการฝึก 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม	134
ฉ11	แสดงการเปรียบเทียบภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของความอ่อนตัวของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ภายหลังการฝึก 12 สัปดาห์	135
ฉ12	แสดงผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลองและ ภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ โดยใช้ Matched pair t-test	136

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยระดับคอเลสเตอรอลรวม ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	52
2	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยระดับไตรกลีเซอไรด์ ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	52
3	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยระดับ HDL-C ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	53
4	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยระดับ LDL-C ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2	53

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

กก.	=	กิโลกรัม
กก./ ตร.ม.	=	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
ซม.	=	เซนติเมตร
มก./ คล.	=	มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร
BMI	=	ค่าดัชนีมวลกาย (body mass index)
HDL-C	=	ไฮ-เดนซิตี ไลโปโปรตีน คอเลสเตอรอล (high-density lipoprotein cholesterol)
HR _{max}	=	อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด
HR _{rest}	=	อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก
HRR	=	อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (heart rate reserve)
HL	=	เอ็นไซม์เฮปาทิก ไลเปส (hepatic lipase)
IDL-C	=	อินเตอร์มีเดียต เดนซิตี ไลโปโปรตีน คอเลสเตอรอล (intermediate density lipoprotein cholesterol)
LDL-C	=	โล-เดนซิตี ไลโปโปรตีน คอเลสเตอรอล (low-density lipoprotein cholesterol)
LPL	=	เอ็นไซม์ไลโปโปรตีน ไลเปส (lipoprotein lipase)
TC	=	คอเลสเตอรอลรวม (total cholesterol)
TG	=	ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride)
VLDL-C	=	เวรี โล-เดนซิตี ไลโปโปรตีน คอเลสเตอรอล (very low density lipoprotein cholesterol)
VO _{2max}	=	อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด
WHR	=	อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก (waist-over-hip circumference ratio)
mg/ dl	=	มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร
1 RM	=	ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสูงสุดในการยกน้ำหนัก 1 ครั้ง

ผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีต่อ
ระดับไขมันในเลือดในหญิงที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน

Effect of Aerobic Combine with Resistance Exercise on Lipid Profile in
Overweight and Obese Women

คำนำ

ความอ้วนกลายเป็นปัญหาทางด้านสาธารณสุขที่สำคัญ เนื่องจากเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคเรื้อรังต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งเป็นสาเหตุการเสียชีวิตในอันดับต้นๆ ของประเทศไทย ปัจจุบันคนไทยมีแนวโน้มการเกิดโรคอ้วนตามแบบประเทศตะวันตก จากการสำรวจสุขภาพอนามัยของประชาชนไทยในปี พ.ศ.2547 พบว่าคนอ้วนมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 34.6 (วรรณิ, 2550) สาเหตุของความอ้วนมีอยู่หลายปัจจัยด้วยกันแต่สาเหตุที่สำคัญและสามารถป้องกันได้เกิดจากพฤติกรรมการบริโภคและการดำรงชีวิต ได้แก่ การรับประทานอาหารมากเกินไป โดยเฉพาะอาหารที่ให้ไขมันสูง การมีกิจกรรมทางด้านร่างกายลดลงรวมทั้งขาดการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ทำให้เกิดการเกินดุลพลังงาน พลังงานส่วนที่มากเกินไปความต้องการของร่างกายจะสะสมอยู่ในรูปของไขมันตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดยเฉพาะไขมันที่สะสมในบริเวณช่องท้องซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคอ้วนลงพุง (metabolic syndrome) ทำให้เกิดความดันโลหิตสูง น้ำตาลในเลือดสูงระดับ ไตรกลีเซอไรด์ (TG) ในเลือดสูง และระดับไฮ-เดนซิตี โลโปรตีน คอเลสเตอรอล (HDL-C) ต่ำกว่าปกติ ซึ่งส่งผลทำให้เป็นโรคเบาหวานและโรคหัวใจ ไขมันในช่องท้องจะมีความสัมพันธ์กับรอบเอว ถ้ารอบเอวมีขนาดใหญ่ก็จะส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมามากขึ้นตามไปด้วย (ชัยชาญ, 2549) ดังนั้น ความอ้วนจึงเป็นปัญหาทางด้านสุขภาพที่สำคัญทำให้แพทย์ต้องมุ่งเน้นถึงความสำคัญของโรคมามากขึ้น

การดูแลรักษาผู้ป่วยโรคอ้วนมีอยู่หลายวิธี ซึ่งการดูแลผู้ป่วยในบางกรณีอาจจำเป็นต้องผสมผสานวิธีการต่างๆ เข้าด้วยกันขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของโรคอ้วนและโรคแทรกซ้อน แนวทางการรักษาได้แก่ การควบคุมอาหาร การออกกำลังกาย การใช้ยาและการผ่าตัด โดยมีเป้าหมายเพื่อลดน้ำหนักตัวและลดความเสี่ยงของโรคที่มากับโรคอ้วน จากการศึกษาพบว่าการควบคุมอาหารร่วมกับการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอเป็นวิธีที่เหมาะสมที่ใช้ในการลดน้ำหนัก และลดระดับไขมันในร่างกาย โดยเฉพาะการออกกำลังกายจะช่วยลดระดับไขมันในเลือดได้ดีกว่าการควบคุม

อาหารเพียงอย่างเดียว จากการศึกษาของ Brill *et al.* (2002) พบว่า ในกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยการเดินร่วมกับการควบคุมอาหาร จะมีการลดลงของเส้นรอบวงเอว ระดับโล-เดนซิติ โลโปโปรตีน คอเลสเตอรอล (LDL-C) มากกว่ากลุ่มที่ควบคุมอาหารเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ผลของการออกกำลังกายในคนอ้วนนอกจากจะสามารถลดน้ำหนักตัว ลดไขมันภายในร่างกายและช่วยทำให้สัดส่วนร่างกายดูดีขึ้นแล้ว ยังช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคได้ โดยช่วยลดความดันโลหิต ระดับน้ำตาลในเลือด และระดับไขมันในเลือด ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

เป้าหมายในการออกกำลังกายในคนอ้วนนอกจากจะเพื่อลดน้ำหนักตัวแล้ว ยังช่วยลดระดับไขมันในเลือดอันเป็นการป้องกันการเกิดโรคแทรกซ้อนที่ตามมา จากการศึกษาผลของการออกกำลังกายในคนอ้วนของ Fenkci *et al.* (2006) พบว่า ภายหลังการออกกำลังกายแบบแอโรบิคด้วยการเดินและปั่นจักรยานที่ระดับความหนักร้อยละ 50 - 85 ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง เปรียบเทียบกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านโดยใช้อุปกรณ์ที่ความหนักร้อยละ 75 - 80 ของ 1RM ผลของการออกกำลังกายทั้ง 2 แบบ สามารถลดค่าดัชนีมวลกาย น้ำหนักตัว เส้นรอบวงเอว ระดับน้ำตาลในเลือด ระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม (TC) และระดับไตรกลีเซอไรด์ได้ทั้ง 2 กลุ่ม และพบว่าการลดลงของระดับระดับโล-เดนซิติ โลโปโปรตีน คอเลสเตอรอล ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ (coronary heart disease) อย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิค ผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิคหรือการฝึกความทนทาน จะช่วยเพิ่มการเผาผลาญไขมันในขณะที่ออกกำลังกาย ทำให้ลดปริมาณไขมันภายในร่างกายและไขมันในเลือด และผลของการออกกำลังกายด้วยแรงต้านจะช่วยเพิ่มมวลกล้ามเนื้อทำให้กล้ามเนื้อเพิ่มความสามารถในการออกซิไดซ์ไขมันขณะพักได้มากขึ้น ดังจะเห็นได้ว่าผลของการออกกำลังกายทั้ง 2 แบบ สามารถส่งผลดีในการลดไขมันในร่างกายและไขมันในเลือดในคนอ้วน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Park *et al.* (2003) ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน โดยออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักร้อยละ 60-70 ของอัตราชีพจรสูงสุด ระยะเวลา 60 นาทีต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์สลับกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่ความหนักร้อยละ 60-70 ของ 1RM ระยะเวลา 60 นาทีต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 24 สัปดาห์ พบว่า มีการลดลงของระดับไขมันในเลือด คอเลสเตอรอลรวม ระดับไตรกลีเซอไรด์ ระดับโล-เดนซิติ โลโปโปรตีน คอเลสเตอรอล และมีการเพิ่มขึ้นของระดับโฮ-เดนซิติ โลโปโปรตีน คอเลสเตอรอล (HDL-C) อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะมีการลดลงของไขมันภายในช่องท้องมากกว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิคเพียงอย่างเดียว

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ผลของการออกกำลังกายเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการโรคอ้วน ซึ่งโปรแกรมการออกกำลังกายที่เหมาะสมในคนอ้วนนั้น ควรจะมีทั้งการออกกำลังกายแบบแอโรบิก และการออกกำลังกายด้วยแรงต้านร่วมกัน จะทำให้ส่งผลดีต่อสุขภาพและเป็นการป้องกันการเกิดโรคในคนอ้วนได้ โปรแกรมการออกกำลังกายในคนอ้วนส่วนใหญ่เป็นการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกหรือการออกกำลังกายแบบแรงต้านเพียงอย่างเดียว การออกกำลังกายด้วยแรงต้านเป็นการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรง (strength) และความอดทนของกล้ามเนื้อ (endurance) ซึ่งจำเป็นต้องกระตุ้นกล้ามเนื้อให้ทำงานหนักมากขึ้นกว่าเดิมจึงจะได้ผล การฝึกหรือออกกำลังกายที่มีการปฏิบัติซ้ำหลายครั้งโดยใช้ความหนักในการฝึกค่อนข้างต่ำหรือใช้น้ำหนักเบา กล้ามเนื้อจะเกิดพัฒนาการทางด้านความอดทนเพิ่มขึ้น การฝึกความอดทน คือการที่กล้ามเนื้อทำงานได้ต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน จะทำให้มีการดึงไขมันในร่างกายนี้ออกมาใช้เป็นพลังงานมากขึ้น เนื่องจากการเพิ่มปริมาณการสลายไขมันภายในร่างกายทำให้ปริมาณไขมันของร่างกายลดลง รวมทั้งยังส่งผลต่อขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวช้า (slow-twitch) ทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นส่งผลให้กล้ามเนื้อกระชับมากขึ้น (McArdle *et al.*, 2007) ส่วนการฝึกที่ให้ความต้านทานค่อนข้างสูงหรือใช้น้ำหนักมากจำนวนครั้งการปฏิบัติน้อยจะช่วยพัฒนาในด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (เจริญ, 2544) ซึ่งการออกกำลังกายทั้ง 2 แบบสามารถส่งผลดีต่อไขมันภายในร่างกายและไขมันในเลือด

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีต่อระดับไขมันในเลือดในคนที่น้ำหนักเกินและอ้วน เนื่องจากคนที่น้ำหนักเกินและอ้วนจะมีความเสี่ยงสูงที่จะมีไขมันในเลือดผิดปกติ โดยโปรแกรมการออกกำลังกายจะผสมผสานระหว่างรูปแบบการออกกำลังกายทั้ง 2 แบบให้อยู่ในโปรแกรมเดียวกัน ซึ่งการออกกำลังกายด้วยแรงต้านส่วนใหญ่เป็นการใช้อุปกรณ์ (machine weight) ที่ความหนักระดับสูง ร้อยละ 70-85 ของ 1RM และทำการฝึกไม่เกิน 3 วันต่อสัปดาห์ ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน (basic body-weight exercise) และเป็นรูปแบบการออกกำลังกายแบบฝึกความอดทนของกล้ามเนื้อ ผู้ที่จะนำไปฝึกสามารถทำได้สะดวก ความหนักไม่มากจนเกินไป สามารถที่จะทำการฝึกต่อเนื่องได้ ซึ่งน่าจะเหมาะสมสำหรับคนที่น้ำหนักเกินและอ้วนและน่าจะส่งผลต่อระดับไขมันในเลือดแตกต่างกัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีต่อระดับไขมันในเลือดในคนอ้วน
2. เพื่อหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับไขมันในเลือดระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มออกกำลังกายแบบแอโรบิก และกลุ่มออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน ก่อนการทดลองและภายหลังการทดลอง
3. เพื่อหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับไขมันในเลือดภายในกลุ่มควบคุม กลุ่มออกกำลังกายแบบแอโรบิก และกลุ่มออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน ก่อนการทดลองและภายหลังการทดลอง

สมมติฐาน

1. ค่าเฉลี่ยของระดับไขมันในเลือดภายหลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มออกกำลังกายแบบแอโรบิกและกลุ่มออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ค่าเฉลี่ยของระดับไขมันในเลือดภายหลังการทดลองภายในกลุ่มควบคุม กลุ่มออกกำลังกายแบบแอโรบิกและกลุ่มออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก และการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีต่อระดับไขมันในเลือดในหญิงที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน

1. กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ประชาชนที่อยู่ในเขตพื้นที่ตำบลคลองจุกกระเฉด อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา เพศหญิง มีอายุระหว่าง 26-45 ปี มีดัชนีมวลกายมากกว่า 23 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ไม่มีโรคประจำตัวที่อยู่ในระดับรุนแรงจนควบคุมอาการไม่ได้

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ตัวแปรต้น (Independent variable) คือ

โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent variable) คือ

2.2.1 ระดับไขมันในเลือด ได้แก่

คอเลสเตอรอลรวม (total cholesterol)

ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride)

โล-เดนซิติ โลโปโปรตีน คอเลสเตอรอล (LDL-C)

ไฮ-เดนซิติ โลโปโปรตีน คอเลสเตอรอล (HDL-C)

2.2.2 น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก ร้อยละของไขมันภายในร่างกาย (%body fat) ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ความอ่อนตัว ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ

นิยามศัพท์

คนอ้วน (obese) หมายถึง ผู้ที่มีปริมาณไขมันสะสมในร่างกายมากกว่าปกติ โดยมีดัชนีมวลกายมากกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

น้ำหนักเกิน (overweight) หมายถึง ผู้ที่มีน้ำหนักเกินมากกว่าปกติ โดยมีดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 23 – 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

การออกกำลังกายด้วยแรงต้าน (resistance exercise) หมายถึง การออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพของกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านโดยกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดตัวเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆ มีการทำงานหดตัวและความยาวของกล้ามเนื้อสั้นลง และกระทำด้านต่อน้ำหนักของร่างกาย

โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิก (aerobic exercise programe) หมายถึง โปรแกรมการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน โดยการเดินเร็วที่ความหนัก ร้อยละ 50-70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (heart rate reserve : HRR)

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน (aerobic combine resistance exercise) หมายถึง การออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยการเดินและตามด้วยการออกกำลังกายด้วยแรงต้านโดยการใช้น้ำหนักของร่างกายเป็นแรงต้าน

ระดับไขมันในเลือด (lipid profile) หมายถึง ไขมันในเลือดที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงภาวะเสี่ยงต่อการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ ได้แก่

ระดับคอเลสเตอรอลรวม (total cholesterol : TC) หมายถึง ความเข้มข้นรวมของไขมันคอเลสเตอรอลอิสระและคอเลสเตอรอลเอสเทอร์ที่พบในเลือด มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/ dl)

ระดับไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride : TG) หมายถึง ความเข้มข้นของไขมัน ไตรกลีเซอไรด์ที่มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/ dl)

ระดับโล-เดนซิติ ไลโปโปรตีน คอเลสเตอรอล (low density lipoprotein cholesterol : LDL-C) หมายถึง ความเข้มข้นของคอเลสเตอรอลในเลือดที่พบในอนุภาคไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/ dl)

ระดับไฮ-เดนซิติ ไลโปโปรตีน คอเลสเตอรอล (high density lipoprotein cholesterol : HDL-C) หมายถึง ความเข้มข้นของคอเลสเตอรอลในเลือดที่พบในอนุภาคไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dl)



การตรวจเอกสาร

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจเอกสารตามหัวข้อดังต่อไปนี้

- ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน
- โรคแทรกซ้อนที่เกี่ยวข้องกับคนอ้วน
- ระดับไขมันในเลือด
- แนวทางการดูแลจัดการโรคอ้วน
- การออกกำลังกายในคนอ้วน

ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน

ความอ้วนนอกจากเป็นปัญหาในเรื่องของความสวยงามแล้วยังเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญเนื่องจากเกี่ยวข้องกับโรคความดันโลหิตสูง ภาวะไขมันในเลือดสูง เบาหวาน โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคข้อเสื่อม และโรคมะเร็งบางชนิด ในยุโรปมีผู้ชายราวร้อยละ 50 และผู้หญิงราวร้อยละ 35 มีน้ำหนักเกินหรือจัดว่าอ้วน ในประเทศสหรัฐอเมริกาประมาณว่ามีประชากรราว 97 ล้านคนที่มีน้ำหนักเกินหรืออ้วน และในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีผู้ถูกจัดว่าน้ำหนักเกินหรืออ้วนถึงร้อยละ 54.9 ของผู้ใหญ่อายุ 20 ปีขึ้นไป (วิชิต, 2550) ในปัจจุบันประเทศไทยพบแนวโน้มการเกิดโรคอ้วนตามแบบประเทศทางตะวันตกมากขึ้น จากการสำรวจสภาวะสุขภาพอนามัยของประชาชนไทยที่เป็นผู้ใหญ่อายุตั้งแต่ 35 ปีขึ้นไป โดยใช้ดัชนีมวลกายเท่ากับหรือมากกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตรเป็นเกณฑ์ พบคนไทยอ้วนมีจำนวนคิดเป็นร้อยละ 20 ในปี พ.ศ.2534 และมีการเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 25, 30 และ 34.6 ในปี พ.ศ.2540, 2543 และ 2547 ตามลำดับ (วรรณิ, 2550)

โรคอ้วน(obesity) มีผู้ให้คำจำกัดความไว้ดังนี้

องค์การอนามัยโลก (WHO, 2005) ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า โรคอ้วนเป็นโรคเรื้อรังชนิดหนึ่งเกิดจากการที่มีปริมาณไขมันในร่างกาย (body fat) มากกว่าปกติจนมีผลกระทบต่อสุขภาพ

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2541) ให้คำจำกัดความของโรคอ้วน คือ สภาวะร่างกายมีน้ำหนักตัวมากกว่าปกติโดยมีการสะสมของไขมันใต้ผิวหนัง ซึ่งวัดได้โดย น้ำหนักเกินจากมาตรฐานตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไป โดยใช้น้ำหนักมาตรฐานซึ่งอยู่ในส่วนสูงระดับ เดียวกัน หรือน้ำหนัก ส่วนสูง เทียบค่ามาตรฐานน้ำหนักส่วนสูงของประชาชนไทย อายุ 1 วัน ถึง 19 ปี อยู่ระหว่าง เปอร์เซ็นไทล์ ที่ 90-97 จัดเป็นกลุ่มที่มีน้ำหนักมากกว่าปกติ และเปอร์เซ็นไทล์ที่ 97 ขึ้นไปถือว่าเป็นโรคอ้วน

ก่าพล (2543) กล่าวว่า โรคอ้วนหมายถึงภาวะที่มีการสะสมไขมันส่วนเกินจนเป็นอันตราย ต่อสุขภาพและจะเกิดเมื่อได้รับปริมาณสารอาหารมากกว่าพลังงานที่ถูกใช้ไป

สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (2548) ได้ให้ความหมาย ของโรคอ้วนว่า โรคอ้วนหมายถึงการที่มีปริมาณไขมันมากกว่าปกติ มิได้หมายถึงการมีน้ำหนักมาก อย่างเดียว ปกติผู้หญิงจะมีปริมาณไขมันประมาณร้อยละ 25-30 ของน้ำหนักร่างกาย ส่วนผู้ชายจะมี ปริมาณไขมันประมาณร้อยละ 18- 23 ถ้าหากผู้หญิงมีปริมาณไขมันมากกว่าร้อยละ30 และผู้ชายมี ปริมาณไขมันมากกว่าร้อยละ 25 จะถือว่าเป็นโรคอ้วน

มนต์ชัย (2550) ได้กล่าวไว้ว่า โรคอ้วนหมายถึงภาวะที่มีปริมาณไขมันในร่างกายมากกว่า ปกติร้อยละ 20 ขึ้นไป

จากความหมายที่มีผู้กล่าวไว้ข้างต้น อาจสรุปได้ว่า โรคอ้วนคือสภาวะร่างกายที่มีน้ำหนัก ตัวมากกว่าปกติตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไป โดยเกิดจากการสะสมของปริมาณไขมันในร่างกายมากกว่า ปกติและส่งผลกระทบต่อสุขภาพ

โรคอ้วนที่มีผลร้ายแรงต่อสุขภาพมีอยู่ 3 ประเภท ได้แก่

1. อ้วนทั้งตัว (overall obesity) ผู้ป่วยกลุ่มนี้จะมีไขมันทั้งร่างกายมากกว่าปกติ โดยไขมัน ที่เพิ่มมิได้จำกัดอยู่ที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งโดยเฉพาะ
2. อ้วนลงพุง (visceral or abdominal obesity) ผู้ป่วยกลุ่มนี้จะมีไขมันในอวัยวะภายในช่อง ท้องมากกว่าปกติ และอาจมีไขมันใต้ผิวหนัง (subcutaneous) หน้าท้องเพิ่มมากขึ้นด้วย

3. อ้วนทั้งตัวร่วมกับอ้วนลงพุง (combined overall and abdominal obesity) ผู้ป่วยกลุ่มนี้จะมีไขมันมากทั้งตัวและอวัยวะภายในช่องท้อง

โรคอ้วนโดยเฉพาะอ้วนลงพุง เป็นสาเหตุทำให้เกิดความดันโลหิตสูง ไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสูง HDL-C ในเลือดต่ำ น้ำตาลในเลือดสูง ซึ่งส่งผลให้เป็นโรคเบาหวานและโรคหัวใจและหลอดเลือดได้โดยไขมันในช่องท้องจะมีความสัมพันธ์กับรอบเอว ถ้ารอบเอวมียักษ์ก็จะส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อโรคเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย (ชัยชาญ, 2549)

สาเหตุของโรคอ้วน

โรคอ้วนที่พบโดยทั่วไปมีสาเหตุจากหลายปัจจัยร่วมกัน (มนต์ชัย, 2542) ได้แก่

1. ปัจจัยทางพันธุกรรม ถ้าพ่อ แม่เป็นโรคอ้วน ลูกที่เกิดมาก็มีโอกาสเป็นโรคอ้วนสูง จากการศึกษาในคู่แฝดที่แยกกันเลี้ยงในภาวะที่ต่างกันพบว่า ปัจจัยทางพันธุกรรม (genetic factors) จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงโรคอ้วนได้ นอกจากนี้ยังมีโรคที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมหลายโรคที่ทำให้เกิดภาวะอ้วนได้ ได้แก่ Laurence-Moon Biedle syndrome, Prader-Willi syndrome, Alstrom syndrome เป็นต้น ในชนชาติต่างๆก็มีความแตกต่างในการเกิดโรคอ้วนและโรคแทรกซ้อน หญิงผิวดำอเมริกันมีโอกาสอ้วนมากกว่าและมีโอกาสเกิดโรคแทรกซ้อน เนื่องจากโรคอ้วนมากกว่าหญิงผิวขาวชาวอเมริกัน (อัมพา, 2538; ประณีธิ, 2538)

2. ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การรับประทานอาหารมากเกินไป โดยเฉพาะอาหารที่ให้พลังงานสูงเป็นประจำ ลักษณะการดำเนินชีวิตที่มีความสะดวกสบายมากขึ้น มีเครื่องอำนวยความสะดวกต่างๆทำให้มีกิจกรรมทางกายลดลง และขาดการออกกำลังกาย

3. โรคอ้วนที่เกิดจากความผิดปกติของการทำงานของต่อมไร้ท่อทำให้การผลิตฮอร์โมนบางชนิดผิดปกติ เช่น คุชชิง ซินโดรม (Cushing's syndrome) สาเหตุเกิดจากได้รับยากลุ่มคอร์ติโคสเตอรอยด์ หรือร่างกายมีการสร้างคอร์ติโคสเตอรอยด์ฮอร์โมนมากกว่าปกติ ลักษณะการอ้วนที่เฉพาะ คือ อ้วนกลางลำตัว ใบหน้า ต้นคอด้านหลัง แต่แขนขาจะเล็กและไม่มีแรง ภาวะที่ต่อมไทรอยด์ทำงานน้อยกว่าปกติ (Hypothyroidism) ทำให้ร่างกายเผาผลาญอาหารน้อยลง (อัมพา, 2538)

4. ผลของยาบางชนิด พบได้จากยาที่รักษาทางจิตเวช เช่น phenothiazines antidepressant และยากลุ่มสเตอรอยด์ ยาจะออกฤทธิ์ทำให้รับประทานอาหารมากขึ้น (อัมพา,2538; มนต์ชัย, 2550)

จากปัจจัยต่างๆเหล่านี้ทำให้เกิดความไม่สมดุลของการรับพลังงานเข้าร่างกายและการใช้พลังงานของร่างกาย วิจิต (2550) ได้อธิบายถึง ดุลพลังงานของร่างกาย (energy balance) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของพลังงานที่ได้รับ (energy intake) และส่วนพลังงานที่ใช้ไป (energy expenditure) ส่วนของพลังงานที่ใช้ไปแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ อัตราการเผาผลาญพลังงานพื้นฐาน พลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย และพลังงานที่ใช้ไปในการกินอาหาร ถ้ามีการเสียสมดุลโดยได้รับพลังงานมากเกินไปจากการรับประทานอาหารหรือใช้พลังงานน้อยลง เช่น ขาดการออกกำลังกาย จะทำให้เกิดการเกินดุลพลังงาน (positive energy balance) พลังงานที่ได้รับเกินความต้องการ ร่างกายก็จะสะสมอาหารส่วนเกินเหล่านั้นในรูปไขมัน สะสมมากขึ้นจนกลายเป็นโรคอ้วน

การวินิจฉัยโรคอ้วน

การประเมินภาวะอ้วนทำได้โดยวัดปริมาณไขมันในร่างกาย ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน ทั้งการวัดปริมาณไขมันในร่างกายโดยตรงและโดยวิธีอ้อม แต่ที่นิยมใช้ประเมินได้แก่

1. ดัชนีมวลกายหรือค่าดัชนีความหนาของร่างกาย (Body Mass Index : BMI) คือค่าที่ได้จากการนำน้ำหนักตัวและส่วนสูง มาคำนวณเพื่อประเมินหามวลไขมันในร่างกาย เหมาะสำหรับการประเมินในผู้ใหญ่อายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีมวลกาย (BMI)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวเป็นกิโลกรัม}}{(\text{ส่วนสูงเป็นเมตร})^2}$$

$$\text{หรือ} \quad \text{BMI} = \frac{\text{น้ำหนักตัวเป็นปอนด์} \times 703}{(\text{ส่วนสูงเป็นนิ้ว})^2}$$

ดัชนีมวลกายนี้มีความสัมพันธ์กับปริมาณไขมันในร่างกายแต่ไม่สามารถนำวิธีนี้มาใช้ประเมินไขมันในผู้ที่มวลกล้ามเนื้อเยอะและผู้ที่มวลกล้ามเนื้อลีบจากสูงอายุไม่ได้ องค์การอนามัยโลกได้กำหนดให้คนปกติมีค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 18.5-24.9 กก./ตร.ม. ผู้ที่มีดัชนีมวลกายต่ำกว่า

18.5 กก./ ตร.ม. จัดว่าน้ำหนักตัวน้อย (under weight) และมากกว่าหรือเท่ากับ 25 กก./ ตร.ม. จัดว่าน้ำหนักตัวเกิน (over weight) และได้แบ่งระดับความอ้วนออกเป็น 3 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 แสดงชนิดของโรคอ้วนโดยจัดระดับตามปริมาณไขมันในร่างกายโดยใช้ค่าดัชนีมวลกาย ความเสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับโรคอ้วนเพิ่มขึ้นเมื่อดัชนีมวลกายเพิ่มขึ้น (มนต์ชัย, 2550)

ตารางที่ 1 แสดงการแบ่งชนิดของโรคอ้วนและความเสี่ยงต่อโรค

ตามองค์การอนามัยโลก	ดัชนีมวลกาย	ความเสี่ยงต่อโรคที่เกิดร่วม
น้ำหนักตัวต่ำ	< 18.5	ต่ำ (เสี่ยงที่จะพบปัญหาทางคลินิกอื่น)
น้ำหนักตัวปกติ	18.5-24.9	เท่ากับเกณฑ์เฉลี่ย
น้ำหนักตัวเกิน	> 25.0	
ระดับก่อนอ้วน (Pre-obese)	25.0-29.9	ความเสี่ยงเพิ่มขึ้น
อ้วนระดับ 1 (Obese Class I)	30.0-34.9	ความเสี่ยงปานกลาง
อ้วนระดับ 2 (Obese Class II)	35.0-39.9	ความเสี่ยงรุนแรง
อ้วนระดับ 3 (Obese Class III)	> 40.0	ความเสี่ยงรุนแรงมาก

ที่มา: มนต์ชัย (2550)

WHO Expert Consultation (2004) ได้แนะนำว่ากลุ่มประเทศทางเอเชียมีเกณฑ์การแบ่งภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนด้วยดัชนีมวลกายแตกต่างจากกลุ่มประเทศทางยุโรป เนื่องจากพบว่าในคนเอเชียมีปัจจัยเสี่ยงสูงที่จะเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 และโรคหลอดเลือดหัวใจ ที่ดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 25 กก./ ตร.ม. อย่างไรก็ตาม กลุ่มประเทศทางเอเชียก็มีความแตกต่างของปัจจัยเสี่ยงที่ดัชนีมวลกายต่างกันด้วย ดังนั้น การกำหนดเกณฑ์ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนด้วยดัชนีมวลกายจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยเสี่ยงของแต่ละประเทศ ในคนไทยใช้ค่าดัชนีมวลกายที่มากกว่า 25 กก./ ตร.ม. จัดว่าอ้วนและดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 23-25 กก./ ตร.ม.จะจัดว่าน้ำหนักเกิน (วิจิต, 2550)

2. การวัดเส้นรอบวงเอว (waist circumference) เส้นรอบวงเอวจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณไขมันในอวัยวะภายในช่องท้อง (abdominal fat) หากมีไขมันในช่องท้องมากจะพบว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมากกว่าไขมันที่อยู่ตามแขนหรือขา เนื่องจากไขมันส่วนท้องที่สูงขึ้นเป็น

ส่วนสำคัญของกลุ่มอาการเมตาบอลิก (metabolic syndrome) อันเป็นโรคที่พบบ่อยและมีผลต่ออัตราการตาย การวัดเส้นรอบวงเอว นานาชาติใช้เส้นรอบเอว 102 และ 88 เซนติเมตร สำหรับผู้ชาย และผู้หญิงเป็นจุดตัดบอกความเสี่ยงต่อโรค สำหรับชาวเอเชียใช้เส้นรอบเอว 90 และ 80 เซนติเมตร สำหรับผู้ชายและผู้หญิงตามลำดับ (มนต์ชัย, 2550) ตามแนวทางของสหพันธ์เบาหวานนานาชาติ คนที่มีกลุ่มเสี่ยงของโรคเมตาบอลิก ซินโดรม คือคนที่อ้วนลงพุง บวกกับมีปัจจัยเสี่ยงอีก 2 ใน 4 อย่างต่อไปนี้ ความดันโลหิตสูง 130/85 มิลลิเมตรปรอทขึ้นไป น้ำตาลในเลือดขณะอดอาหารสูง 100 มก./ดล.ขึ้นไป ระดับไขมันไตรกลีเซอไรด์ สูง 150 มก./ดล.ขึ้นไป และระดับไขมัน HDL-C น้อยกว่า 40 มก./ดล. สำหรับผู้ชายและน้อยกว่า 50 มก./ดล. สำหรับผู้หญิง (วนิษา, 2549)

3. อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก (waist-over-hip circumference ratio: WHR) หาได้จากการนำระยะรอบวงเอวหารด้วยระยะรอบวงสะโพก คำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{WHR} = \frac{\text{เส้นรอบวงเอว (เซนติเมตร)}}{\text{เส้นรอบวงสะโพก (เซนติเมตร)}}$$

เกณฑ์การตัดสินโรคอ้วนในผู้ใหญ่ไทย คือ อัตราส่วนเกินกว่า 0.85 ในเพศหญิง และเกินกว่า 1.0 ในเพศชาย (กองวิทยาศาสตร์การกีฬา, 2546) แสดงว่า มีการสะสมของไขมันบริเวณท้อง และรอบเอวมาก ถือว่าเป็นลักษณะการกระจายไขมันแบบลงพุง (android หรือ abdominal) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการมีไขมันในช่องท้องเพิ่มขึ้น และชี้ว่ามีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นต่อการเกิดความดันโลหิตสูง ภาวะระดับอินสุลินในเลือดสูง โรคเบาหวานและโรคหลอดเลือดและหัวใจ (มนต์ชัย, 2542)

4. การวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (skinfold measurement) โดยใช้คาลิเปอร์ ซึ่งมีผู้คิดค้นตำแหน่งที่ใช้วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง และสูตรในการคำนวณอยู่หลายวิธีด้วยกัน วิธีที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายได้แก่ วิธีการของ Durmin and Womersley โดยจะทำการวัด 4 ตำแหน่ง คือ biceps , triceps , subscapularis และ suprailiac และนำค่าความหนาของไขมันทั้ง 4 ตำแหน่งมารวมกัน แล้วหารค่าร้อยละไขมันของร่างกาย โดยประมาณจากตารางตามอายุ และเพศ ค่าปกติอยู่ระหว่างร้อยละ 17-27 สำหรับผู้หญิง และร้อยละ 15-20 สำหรับผู้ชาย (มนต์ชัย, 2542)

สรุป โรคอ้วนคือ โรคที่ร่างกายมีการสะสมของไขมันมากกว่าปกติและส่งผลกระทบต่อสุขภาพ สาเหตุของโรคอ้วนมีหลายปัจจัยร่วมกัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อความไม่สมดุลพลังงานของร่างกาย กล่าวคือ มีการใช้พลังงานไปน้อยกว่าพลังงานที่ได้รับเข้าไปในร่างกาย ทำให้เกิดการสะสมของ

ไขมัน การประเมินความอ้วนที่นิยมใช้คือ ค่าดัชนีมวลกาย โดยในคนไทยถ้ามีค่าดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 25 กก./ ตร.ม. จะถือว่าเป็นโรคอ้วน นอกจากการประเมินไขมันในร่างกายแล้ว การกระจายของไขมันในร่างกายโดยเฉพาะไขมันส่วนท้องยังเป็นปัจจัยสำคัญในการประเมินความเสี่ยงของโรคในคนอ้วน โดยเฉพาะภาวะอ้วนลงพุง หรือเมตะบอลิก ซินโดรม กำหนดเส้นรอบวงเอวมากกว่า 90 เซนติเมตร ในผู้ชาย และมากกว่า 80 เซนติเมตรในผู้หญิง ร่วมกับการมีระดับน้ำตาลในเลือดสูง ความดันโลหิตสูง และไขมันในเลือดสูง คนที่มีดัชนีมวลกายเกินแต่เส้นรอบวงเอวไม่เกินกลุ่มนี้จะมีความเสี่ยงของโรคน้อยกว่ากลุ่มที่มีเส้นรอบวงเอวเกิน และการที่มีดัชนีมวลกายไม่มากแต่มีอัตราส่วนของเส้นรอบเอวต่อเส้นรอบสะโพกสูงมีลักษณะการอ้วนแบบabdominal obesity จะมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดมากกว่าคนปกติ

โรคแทรกซ้อนที่เกี่ยวข้องกับคนอ้วน

คนอ้วนไม่ทุกคนที่จะเกิดโรคแทรกซ้อน แต่เรามักพบว่าคนอ้วนจะมีโอกาสเกิดโรคมากกว่าคนที่มีน้ำหนักปกติ มนต์ชัย (2542) ได้กล่าวถึงโรคแทรกซ้อนที่เกี่ยวข้องกับคนอ้วนไว้ดังนี้

1. โรคความดันโลหิตสูง คนอ้วนจะมีความดันโลหิตสูงมากกว่าคนปกติ เนื่องจากหัวใจและหลอดเลือดต้องทำงานมากขึ้น และสาเหตุหนึ่งเกิดจากการคั่งค้างของเกลือและน้ำจากการที่ไตสูญเสียหน้าที่ การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวทุกกิโลกรัมจะเพิ่มปัจจัยเสี่ยงการเป็นโรคความดันโลหิตสูงร้อยละ 4.4 จากการศึกษาของ Framingham พบว่า การลดน้ำหนักลง 6.8 กิโลกรัมหรือมากกว่า จะทำให้ลดอัตราเสี่ยงการเป็นโรคความดันโลหิตสูงได้ร้อยละ 28 ในผู้ใหญ่และร้อยละ 37 ในผู้สูงอายุ (อัมพา, 2538; Must and Mckeown, 2008)

2. โรคหัวใจและหลอดเลือด ได้แก่ โรคหลอดเลือดเลี้ยงหัวใจตีบตัน โรคหลอดเลือดสมอง ซึ่งเป็นสาเหตุการตายที่สำคัญ โดยทั่วไปคนอ้วนมักจะพบปัจจัยเสี่ยงต่อการโรคหัวใจมากขึ้น ได้แก่ ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูงและโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จากการศึกษา Nurses' Health พบปัจจัยเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจในเพศหญิงมากเป็น 3 เท่าในผู้ที่มีดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 29 กก./ ตร.ม. เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่มีดัชนีมวลกายน้อยกว่า 21 กก./ ตร.ม. โดยเฉพาะอ้วนแบบ abdominal obesity จะเพิ่มปัจจัยเสี่ยงการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจตีบร้อยละ 80.2 (Must and Mckeown, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jee *et al.* (2005) ได้ศึกษาถึงความเกี่ยวข้องของดัชนีมวลกายกับโรคหลอดเลือดหัวใจ ในคนเกาหลีใต้ เพศชายและเพศหญิงจำนวน 133,740 คน

ติดตามมาเป็นระยะเวลา 9 ปี (1993-2001) พบว่า ทั้งเพศชายและเพศหญิงการเพิ่มขึ้นของดัชนีมวลกายจะส่งผลเพิ่มปัจจัยเสี่ยงการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจร้อยละ 14

3. โรคเบาหวาน ความรุนแรงและระยะเวลาของโรคอ้วนเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการเป็นโรคเบาหวาน ความชุกของโรคเบาหวานเพิ่มขึ้น 10 เท่าตัวเมื่อมีโรคอ้วนปานกลาง และเพิ่มขึ้นอีก 30 เท่า เมื่อมีโรคอ้วนรุนแรง ระดับไขมันในช่องท้องจะทำให้เกิดภาวะดื้อต่ออินซูลินจึงทำให้ตับอ่อนต้องพยายามสร้างและหลั่งอินซูลिनออกมามากขึ้น เพื่อทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดอยู่ในเกณฑ์ปกติ ถ้าปริมาณการหลั่งอินซูลินที่เพิ่มขึ้นยังไม่เพียงพอที่จะทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเป็นปกติ จึงทำให้เกิดเป็นโรคเบาหวานได้ มักพบระดับอินซูลินในเลือดสูงขึ้นในคนอ้วนอย่างสม่ำเสมอ ทั้งในภาวะอดอาหาร และหลังกระตุ้นด้วยน้ำตาลกลูโคสสะท้อนถึงภาวะต้านอินซูลิน (วนิช, 2549)

4. ภาวะไขมันผิดปกติ (Dyslipidemia) ในคนอ้วนจะพบว่าระดับไขมันไตรกลีเซอไรด์ และ LDL-C สูง ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคหลอดเลือดแดงตีตัน จัดเป็นไขมันเลว ส่วนระดับ HDL-C ซึ่งเป็นไขมันที่ดีมีหน้าที่ป้องกันและต่อต้านการเกิดหลอดเลือดแดงแข็งมีแนวโน้มต่ำ จากการศึกษาของ Framingham Heart Study ในผู้ที่มีน้ำหนักเกิน การลดน้ำหนักจะทำให้คอเลสเตอรอลดีขึ้น (Must and Mckeown, 2008)

5. โรคกระดูกและข้ออักเสบ (osteoarthritis) โรคข้อเสื่อมของข้อที่รับน้ำหนักจะพบได้มากในคนอ้วน เนื่องจากการรับน้ำหนักมากเกินไป แม้ว่าโรคอ้วนจะไม่ได้เป็นสาเหตุโดยตรงของโรคข้อเสื่อมก็ตาม แต่โรคอ้วนจะทำให้อาการทางข้อเลวลง ทำให้ร่างกายผิดปกติมากขึ้นและทำให้การรักษายุ่งยากขึ้น

6. มะเร็ง ในผู้หญิงโรคอ้วนเกี่ยวข้องกับมะเร็งเต้านม ปากมดลูก เยื่อบุมดลูกถุงน้ำดี ทางเดินน้ำดี และรังไข่ ส่วนในผู้ชายโรคอ้วนที่เกี่ยวข้องกับมะเร็งลำไส้ใหญ่ ทวารหนัก และต่อมลูกหมาก อย่างไรก็ตามกลไกการเกิดมะเร็งอาจสัมพันธ์กับระดับฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) ที่ไหลเวียนอยู่สูงขึ้นในผู้หญิงอ้วน อันเป็นผลจากการเปลี่ยนแอนโดรเจน (androstenedione และ testosterone) เป็นเอสโตรเจน (estrone และ estradiol) ในเนื้อเยื่อไขมันเพิ่มขึ้น

7. โรคนิ่วในถุงน้ำดี โรคอ้วนเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดนิ่วในถุงน้ำดีอาจเป็นผลจากการเพิ่มปริมาตรของถุงน้ำดี ในภาวะอดอาหารและคงค้างหลังอาหารมีผลทำให้เกิดการชะงักหยุดนิ่ง

ของน้ำดี เพิ่มการสร้างคอเลสเตอรอลและเพิ่มความอ้วนตัวของคอเลสเตอรอลของน้ำดี หนุนเสริมการตกผลึกนิวเคลียสคอเลสเตอรอล ผู้หญิงมีโอกาสเกิดนิ่วในถุงน้ำดีมากกว่าผู้ชาย 2 เท่า โดยเฉลี่ยผู้หญิงอ้วนประมาณร้อยละ 1-2 จะมีโอกาสเกิดนิ่วในถุงน้ำดีก้อนใหม่ในแต่ละปี คนอ้วนที่ค่อยๆลดน้ำหนักตัวจนเป็นปกติจะทำให้ความเสี่ยงต่อการเกิดนิ่วในถุงน้ำดีลดลงเป็นปกติด้วย การลดน้ำหนักอย่างรวดเร็วอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดนิ่วในถุงน้ำดีในระยะที่ควบคุมอาหารได้สูงถึง 15-25 เท่า เมื่อเทียบกับประชากรที่ไม่ควบคุมอาหาร

8. โรคตับ ภาวะไขมันสะสมในตับพบในคนอ้วนได้ถึงร้อยละ 88 ปริมาณไขมันในตับไม่สัมพันธ์โดยตรงกับความรุนแรงของโรคอ้วน จะพบว่าการควบคุมอาหารช่วยลดการสะสมไขมันในตับ การตรวจร่างกายอาจพบตับโต แต่ไม่มีอาการของโรคตับและตรวจพบการทำงานของตับเป็นปกติ แต่ถ้ามีไขมันในตับมากจนทำให้ตับอักเสบอาจกลายเป็นโรคตับแข็ง หรือมะเร็งตับได้ (พินิจ, 2550)

9. ปัญหาทางเดินหายใจ คนที่อ้วนมากจะมีความลำบากในการหายใจเข้าออก เนื่องจากไขมันที่มากขึ้นบริเวณรอบทรวงอกจะขัดขวางการขยายตัวของทรวงอก นอกจากนี้ไขมันที่หน้าท้องทำให้กระบังลมไม่สามารถหย่อนตัวลงมาได้โดยปกติ เกิดภาวะขาดออกซิเจน (hypoxemia) ผู้ป่วยจะเหนื่อยง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในท่านอนมีการหายใจลำบาก บางครั้งจะเป็นมากจนหยุดหายใจเป็นพักๆเวลาที่นอนหลับ (sleep apnea syndrome) พบได้มากกว่าร้อยละ 10 ในหญิงและชายที่อ้วนโดยมีดัชนีมวลกายมากกว่า 30 กก./ตร.ม. และพบได้ถึงร้อยละ 44 ในคนอ้วนที่มีดัชนีมวลกายมากกว่า 40 กก./ตร.ม. ผู้ป่วยมักจะปวดศีรษะในตอนเช้า ส่วนในเวลากลางวันจะมีอาการง่วงนอน หายใจช้า ตรวจเลือดจะพบว่ามีคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดมาก (hypercapnia) และมีออกซิเจนในเลือดต่ำ (hypoxemia) ระยะต่อไป ผู้ป่วยจะมีความดันโลหิตที่ปอดสูง (pulmonary hypertension) และหัวใจซ้ายหัวใจล้มเหลว (สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ, 2548)

โรคอ้วนส่งผลเสียโดยตรงต่อสุขภาพทำให้เกิดโรคหลายชนิดที่มีผลต่อระบบร่างกายหลายระบบด้วยกัน เช่น โรคความดันโลหิตสูง ภาวะไขมันในเลือดสูง โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดหัวใจและสมอง และโรคมะเร็งบางชนิด โดยเฉพาะคนที่อ้วนลงพุงมีการกระจายของไขมันที่บริเวณส่วนท้องมาก (abdominal obesity) จะพบปัจจัยเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดสูงกว่าคนที่น้ำหนักตัวปกติ ซึ่งเป็นสาเหตุของการตายที่สำคัญในปัจจุบัน

ระดับไขมันในเลือด

ไขมัน (lipid) เป็นสารประกอบอินทรีย์มีหน้าที่สำคัญคือ เป็นโครงสร้างของเยื่อเซลล์ (cell membrane) เป็นแหล่งที่ให้พลังงานและสะสมพลังงานของร่างกาย เป็นฉนวนป้องกันความร้อน ให้แก่ร่างกาย เป็นองค์ประกอบของผิวหนังและระบบประสาท เป็นสารตั้งต้นของสเตอรอยด์ฮอร์โมน พลังงานที่สะสมในร่างกายส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของไขมันซึ่งอยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์และไม่เปลืองเนื้อที่เหมือนคาร์โบไฮเดรตที่สะสมไว้ในรูปของไกลโคเจน นอกจากนี้ไขมันยังให้พลังงานสูงกว่าคาร์โบไฮเดรตถึงสองเท่าเมื่อมีน้ำหนักเท่ากัน และยังสามารถไปสู่ส่วนต่างๆ ของร่างกายที่ต้องการพลังงานได้ง่ายโดยขนส่งไปตามกระแสเลือด (สุกัญญา, 2542)

ศรันยูและสุกัญญา (2546) แบ่งไขมันในเลือด (plasma lipid) ออกเป็น 4 ชนิด คือ

1. ไตรเอซิลกลีเซอรอล หรือ ไตรกลีเซอไรด์ (triacylglycerol or triglycerides) ประกอบด้วยกรดไขมัน (fatty acid) 3 ตัว รวมกับ กลีเซอรอล (glycerol) ซึ่งเป็นไขมันส่วนใหญ่ในร่างกายประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ที่ได้จากอาหาร (dietaryหรือexogenous) และไตรกลีเซอไรด์ที่สร้างขึ้นจากกลูโคส (endogenous triacylglycerol) ร่างกายเก็บสะสมและสลายไตรกลีเซอไรด์ ที่เนื้อเยื่อไขมันโดยกระบวนการดังต่อไปนี้ (ศรีสกุล, 2542)

1.1 การสะสมไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อเยื่อไขมัน

ไตรกลีเซอไรด์ในอาหารจะถูกย่อยเป็นกรดไขมัน ซึ่งจะผ่านเข้าสู่เซลล์บุผนังลำไส้เล็ก แล้วรวมตัวกันใหม่เป็นไตรกลีเซอไรด์ภายในเซลล์ ไตรกลีเซอไรด์ จะขนส่งออกจากเซลล์ของผนังลำไส้เล็กในรูปของ ไลโปโปรตีน (lipoprotein) ที่เรียกว่า ไคโลไมครอน (chylomicron) โดยผ่านทางเดินน้ำเหลืองเข้าสู่กระแสเลือดไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ ส่วน ไตรกลีเซอไรด์ ที่สร้างขึ้นจากกลูโคสจะถูกขนส่งไปในเลือดในรูปของไลโปโปรตีน ที่เรียกว่า เวกี โล เดน ซิตี ไลโปโปรตีน (very low density lipoprotein: VLDL) เอนไซม์ไลโปโปรตีนไลเปส (lipoprotein lipase: LPL) ที่เนื้อเยื่อสร้างขึ้นและส่งออกมาอยู่ที่ผนังหลอดเลือดฝอยจะสลายไตรกลีเซอไรด์ในไลโปโปรตีน เป็นกรดไขมันและกลีเซอรอล กรดไขมันจะเข้าสู่เซลล์และสะสมไว้เป็นไตรกลีเซอไรด์ ในเซลล์ไขมัน และถูกออกซิไดซ์เพื่อสร้างพลังงานในเซลล์กล้ามเนื้อ

1.2 การสลายไตรกลีเซอไรด์จากเนื้อเยื่อไขมัน

กระบวนการสลายไตรกลีเซอไรด์จากเนื้อเยื่อไขมันอาศัยเอ็นไซม์ฮอร์โมน เซนซิติฟ ไลเปส (hormone sensitive lipase:HSL) ซึ่งจะสลายไตรกลีเซอไรด์เป็นกลีเซอรอล และกรดไขมัน กลีเซอรอลจะถูกขนส่งมายังตับเพื่อเปลี่ยนเป็นกลูโคสโดยกระบวนการกลูโคนีโอเจนิซิส (gluconeogenesis) ส่วนกรดไขมันจะถูกขนส่งในเลือดในรูปของ กรดไขมัน อัลบูมิน คอมเพล็กซ์ (fatty acid albumin complex) เพื่อไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ ที่เซลล์กล้ามเนื้อกรดไขมันจะถูกออกซิไดซ์โดยกระบวนการเบตา ออกซิเดชัน(β -oxidation)เป็นอะเซทิลโค เอ (acetyl Co A) ซึ่งจะถูกออกซิไดซ์ต่อไปจนสมบูรณ์เพื่อสร้างพลังงาน แต่ที่เซลล์ตับกรดไขมันจะถูกเปลี่ยนไปเป็น อะเซทิลโค เอ โดยกระบวนการเบตา ออกซิเดชัน จากนั้นอะเซทิลโค เอ ที่เกิดขึ้นจะถูกเปลี่ยนไปเป็นคีโตน บอดี้ (ketone bodies) ซึ่งจะขนส่งไปในเลือดเพื่อใช้ที่เนื้อเยื่ออื่นต่อไป

2. ฟอสโฟลิปิด (Phospholipids) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ร้อยละ 70 ของฟอสโฟลิปิดในเลือดอยู่ในรูปของเลซิทีน(lecithin)ซึ่งประกอบด้วย กลีเซอรอล เป็นแกนหลักจับกับกรดไขมัน 2 ตัวและฟอสโฟริโคลีน(phosphorylcholine) 1 ตัว

3. คอเลสเตอรอลอิสระ (Free cholesterol หรือ unesterified cholesterol) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์ เป็นสารใช้ในการสร้างน้ำดีและสเตอรอยด์ ฮอร์โมน ได้แก่ ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตและฮอร์โมนเพศ

4. คอเลสเตอรอลเอสเทอร์ (Cholesterol ester) คือ cholesterol ที่มีกรดไขมันจับแทนตำแหน่งไฮดรอกซิลของคอเลสเตอรอลอิสระ ร้อยละ 70 ของคอเลสเตอรอลในเลือดอยู่ในรูปของ คอเลสเตอรอลเอสเทอร์

เนื่องจากไขมันเหล่านี้ไม่ละลายน้ำ เพื่อให้ละลายในเลือดได้จึงต้องรวมกับโปรตีนที่เรียกว่าอะโปโปรตีน (apoproteins หรือ apolipoproteins: apo) ได้เป็นอนุภาคทรงกลมเรียกว่าไลโปโปรตีน ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนคือ ส่วนแกนกลาง (nonpolar lipid core) ประกอบด้วย คอเลสเตอรอลเอสเทอร์ และไตรกลีเซอไรด์ และส่วนผิวหุ้มรอบนอก (polar surface coat) ประกอบด้วย ฟอสโฟลิปิด ซึ่งมีโมเลกุลของ คอเลสเตอรอลอิสระและอะโปโปรตีน ฝังอยู่

ศรีสกุล (2542) แบ่ง ไลโปโปรตีนออกตามหน้าที่และคุณสมบัติได้ 5 ชนิดดังนี้

1. Chylomicron ส่วนใหญ่เป็นไขมันไตรกลีเซอไรด์ ประมาณร้อยละ 85-95 ซึ่งรวมกับโปรตีนชนิด apo B-48 ที่ลำไส้เล็ก มีอนุภาคนขนาดใหญ่ ทำหน้าที่ขนส่งไตรกลีเซอไรด์ ในอาหาร จากลำไส้เล็กไปยังเนื้อเยื่อนอกตับ (peripheral tissue)

2. Very Low Density Lipoprotein (VLDL) ประกอบด้วยไขมันไตรกลีเซอไรด์ ร้อยละ 50-65 คอเลสเตอรอล ร้อยละ 20 รวมกับโปรตีน สร้างขึ้นที่ตับ มีความหนาแน่นต่ำ ทำหน้าที่ลำเลียงไขมันไปยังส่วนต่างๆของร่างกาย

3. Intermediate Density Lipoprotein (IDL) เกิดจากเมตะบอลิซึมของ VLDL ในพลาสมา ถูกสลายโดยเอนไซม์ ไลโปโปรตีนไลเปส ประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ ร้อยละ 25 และคอเลสเตอรอล ร้อยละ 40

4. Low Density Lipoprotein (LDL) เกิดจากการสลายไตรกลีเซอไรด์ใน IDL โดยเอนไซม์ เฮปาทิกไลเปส (hepatic lipase:HL) ได้เป็น LDL ในพลาสมา ประกอบด้วย ไตรกลีเซอไรด์ ร้อยละ 5 และคอเลสเตอรอลร้อยละ 50 LDL มีขนาดเล็กกว่าและหนักมากกว่า VLDL มาก มีโปรตีนที่สำคัญคือ apo B-100

ไลโปโปรตีนในข้อ 2 ถึง 4 มีความสัมพันธ์กันคือ VLDL ทำหน้าที่ขนส่งไตรกลีเซอไรด์ ที่ตับสร้างขึ้นไปยังเนื้อเยื่อนอกตับ แล้ว VLDL จะเปลี่ยนแปลงไปเป็น IDL หรือเปลี่ยนแปลงไปเป็น LDL ซึ่งทำหน้าที่ขนส่ง คอเลสเตอรอลไปยังเนื้อเยื่อนอกตับ

5. High Density Lipoprotein (HDL) เป็นไลโปโปรตีนที่เล็กและหนักกว่าไลโปโปรตีนชนิดอื่น ประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ ร้อยละ 5 คอเลสเตอรอล ร้อยละ 20 และโปรตีน ร้อยละ 50 HDL ถูกสร้างขึ้นที่ตับและลำไส้เล็กทำหน้าที่ขนส่งคอเลสเตอรอล จากเนื้อเยื่อนอกตับกลับมายังตับเพื่อกำจัดออกจากร่างกาย และทำหน้าที่แลกเปลี่ยนอะโปโปรตีนกับไลโปโปรตีนชนิดอื่น

เมแทบอลิซึมของไลโปโปรตีน

เมแทบอลิซึมของไลโปโปรตีนในร่างกายสามารถแบ่งได้เป็น 3 ทาง(วีรพันธุ์, 2550) คือ

1. Exogenous pathway

ไขมันที่เรารับประทานในอาหารซึ่งประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ และคอเลสเตอรอล ถูกย่อยโดยน้ำย่อยในทางเดินอาหารและถูกดูดซึมในลำไส้เล็กในสภาพของกรดไขมัน (fatty acid) และคอเลสเตอรอล ภายในเซลล์ผนังลำไส้เล็ก กรดไขมันถูก reesterify กลายเป็นไตรกลีเซอไรด์ และคอเลสเตอรอล ถูก esterify เป็น คอเลสเตอรอลเอสเทอร์ ของไขมันเหล่านี้รวมตัวกันกับ โปรตีนที่เซลล์ลำไส้เล็กสร้างขึ้นมา คือ apoB-48 เป็นโคไลไมครอนซึ่งมีขนาดใหญ่ ไขมันส่วนใหญ่ในโคไลไมครอน คือ ไตรกลีเซอไรด์ และจะถูกสลายโดยเอนไซม์ไลโปโปรตีนไลเปส (LPL) ซึ่งอยู่บนเซลล์ผนังภายในหลอดเลือดฝอย (capillary endothelial cells) กลายเป็นไลโปโปรตีน ซึ่งมีไตรกลีเซอไรด์ลดลงและมีสัดส่วนของคอเลสเตอรอลเพิ่มขึ้น คือ chylomicron remnant ซึ่งสามารถก่อให้เกิดหลอดเลือดแข็ง (atherosclerosis) ได้ โคไลไมครอนถูกกำจัดโดยตับผ่านทาง รีเซพเตอร์ ต่างๆ เช่น LDL receptor-related protein (LRP) และ LDL receptor

2. Endogenous pathway

เป็นกระบวนการที่ตับสร้าง ไลโปโปรตีน ออกมาเพื่อลำเลียงไขมันไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกายให้เซลล์ต่างๆนำไขมันไปใช้ กระบวนการนี้อาศัย VLDL IDL LDL ตับสามารถสร้าง ไตรกลีเซอไรด์ และคอเลสเตอรอล ออกมาในรูปของ VLDL ซึ่งมีบทบาทในเมแทบอลิซึมของ LDL VLDL ถูกสลายโดย LPL เช่นเดียวกับโคไลไมครอน เกิดเป็นไลโปโปรตีน ที่มีขนาดเล็กลง และหนักขึ้นซึ่งเรียกว่า IDL หรือ VLDL remnant ไตรกลีเซอไรด์ ใน IDL จะถูกสลายต่อโดย เอนไซม์เฮปาทิก ไลเปส (HL) ซึ่งอยู่บนผิวของผนังชั้นในหลอดเลือดได้เป็น LDL ประมาณ ร้อยละ 60-70 ของ LDL ถูกกำจัดจากพลาสมาโดย LDL receptor pathway โดยเฉพาะอย่างยิ่งทาง ตับ นอกจากนี้เซลล์ต่างๆของร่างกายมี LDL receptor สำหรับรับ LDL เข้ามาเพื่อใช้ไขมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคอเลสเตอรอล ในกระบวนการต่างๆที่จำเป็นภายในเซลล์

3. Reverse cholesterol transport

เป็นกระบวนการที่เซลล์ต่างๆของร่างกายนำไขมันคอเลสเตอรอล ออกจากเซลล์ กลับไปที่ตับเพื่อขับทิ้งออกนอกร่างกาย กระบวนการนี้อาศัย HDL ซึ่งถูกสร้างขึ้นจากตับและลำไส้เล็ก โดยมี apoA เป็นโปรตีนโครงสร้างที่สำคัญ หน้าที่หลักของ HDL คือ ลำเลียงคอเลสเตอรอล จากเซลล์ต่างๆของร่างกายกลับสู่ตับเพื่อกำจัดออกจากร่างกาย โดยกระบวนการที่เรียกว่า reverse cholesterol transport เมตะบอลิซึมของ HDL เริ่มจากการหลั่ง apo A-I รวมตัวกับฟอสโฟลิปิด ได้ เป็น HDL ขนาดเล็กที่เรียกว่า prebeta HDL อนุภาค prebeta HDL นี้สามารถรับคอเลสเตอรอล ออกจากเซลล์ในอวัยวะต่างๆของร่างกายรวมทั้งเซลล์แมโครฟาจ (macrophages) ในผนังหลอดเลือดผ่านทางโปรตีนที่ผิวของเซลล์ เมื่อคอเลสเตอรอลถูกลำเลียงออกจากเซลล์มายัง prebeta HDL แล้วคอเลสเตอรอลจะถูกเปลี่ยนเป็น คอเลสเตอรอลเอสเทอร์ โดยเอนไซม์ lecithin cholesterol acyltransferase (LACT) ที่อยู่บน HDL เมื่อ HDL มีขนาดใหญ่ขึ้นเรียกว่า alpha HDL คอเลสเตอรอลที่ออกจากเซลล์มาอยู่ที่ HDL นี้ จะถูกส่งไปที่ตับโดย HDL จับกับรีเซพเตอร์ต่างๆที่ ตับโดยตรง เพื่อบำบัดออกจากร่างกายทางน้ำดี นอกจากนี้ คอเลสเตอรอลใน HDL ยังสามารถถูกส่ง ต่อไปกำจัดที่ตับ โดยผ่านทาง triglyceride-containing lipoproteins เช่น VLDL กับ LDL โดยอาศัย เอนไซม์ cholesterol ester transfer protein (CETP)

ความผิดปกติของไขมันในเลือดในคนอ้วน

โรคอ้วนโดยเฉพาะอ้วนลงพุงเนื่องจากมีไขมันในช่องท้องเกินจะส่งผลทำให้เกิดภาวะดื้อ อินซูลิน (insulin resistance) ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ความดันโลหิตสูง น้ำตาลในเลือดสูง ไขมันใน เลือดผิดปกติ ได้แก่ HDL-C ต่ำ, LDL-C และไตรกลีเซอไรด์สูง วณิช (2549) กล่าวว่า ความดื้อ ต่ออินซูลิน คือการเปลี่ยนแปลงของ DNA ภายในเซลล์ ทำให้เซลล์ตอบสนองต่อฤทธิ์ของอินซูลิน น้อยกว่าที่ควรส่งผลให้ระดับอินซูลินในเลือดสูง (hyperinsulinemia) ถ้าเกิดภาวะดื้ออินซูลินที่ กล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อไม่สามารถนำกลูโคสเข้าเซลล์ได้ ถ้าเกิดภาวะดื้อต่ออินซูลินที่ตับ ทำให้ ตับไม่สามารถยับยั้งการสร้างกลูโคสได้ ส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูง และถ้าเกิดภาวะดื้อต่ออิน ซูลินที่เซลล์ไขมัน ทำให้เซลล์ไขมันไม่สามารถยับยั้งการสลายตัวได้ เกิดกรดไขมันอิสระได้ง่าย ส่งผลให้มีไขมันไปสะสมยังกล้ามเนื้อและตับเพิ่มขึ้น ทำให้ภาวะดื้อต่ออินซูลินแย่ลง มีผลทำให้ เบต้าเซลล์ของตับอ่อนตาย และนำไปสู่การเป็นโรคเบาหวาน

การที่เซลล์ไขมันไม่สามารถยับยั้งการสลายตัวส่งผลให้มีการหลั่งของ nonesterified fatty acid (NEFA) เพิ่มขึ้นและมีการเพิ่มขึ้นของกลูโคสที่ตับทำให้ตับมีการผลิต VLDL เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ภาวะดื้อต่ออินซูลินยังทำให้มีการเพิ่มขึ้นของ small dense LDL particle ซึ่งจะถูกเอ็นไซม์เฮปาทิกไลเปส (hepatic lipase enzyme:HL) ย่อยไตรกลีเซอไรด์ ทำให้มีขนาดเล็กลง และมีสัดส่วนของคอเลสเตอรอล ต่อไตรกลีเซอไรด์มากขึ้นเรียกว่า LDL ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้คนอ้วนมีระดับไขมัน LDL-C ในเลือดสูง ส่วนการเพิ่มขึ้นของไตรกลีเซอไรด์ เกิดจากเอ็นไซม์ LPL มีการทำงานลดลงทำให้การสลายตัวของไตรกลีเซอไรด์ ลดลง โดยปกติอินซูลินทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของ LPL ความดื้อต่ออินซูลินจึงมีผลในการลดการทำงานของเอ็นไซม์ LPL รวมทั้งยังมีผลลดการทำงานของเอ็นไซม์ HL อีกด้วย ทำให้ prebeta HDL มีการเปลี่ยนกลับไปเป็น alpha HDL ลดลงจึงส่งผลทำให้ระดับ HDL ในคนอ้วนลดลง (Ruotolo *et al.*, 2003)

การที่มีเซลล์ไขมันในร่างกายเพิ่มขึ้น จะทำให้มีการหลั่งฮอร์โมนต่างๆจากเซลล์ไขมัน ออกมาสู่กระแสเลือดเพิ่มขึ้น เช่น nonesterified fatty acids (NEFA) , cytokines และ plasminogen activator inhibitor (PAI-1) เป็นผลให้เกิดความผิดปกติดังกล่าวข้างต้น นอกจากนี้ ในคนอ้วนจะพบว่ามีความระดับฮอร์โมนอะดิโปเนคติน (adiponectin) ในกระแสเลือดลดลง ฮอร์โมนอะดิโปเนคติน เป็นฮอร์โมนที่ส่งผลต่อเมตาบอลิซึมของกลูโคสและไลโปโปรตีน ซึ่งจะพบฮอร์โมนนี้ในเซลล์ไขมันเท่านั้น ระดับอะดิโปเนคติน ในเลือดที่ต่ำจะสัมพันธ์โดยตรงกับภาวะดื้อต่ออินซูลิน และยังเป็นตัวทำนายการเกิดโรคเบาหวานและโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ คนที่อ้วนลงพุงจะมีภาวะดื้อต่ออินซูลินมากกว่าคนที่อ้วนบริเวณสะโพก เนื่องจากไขมันในช่องท้องจะสลายตัวเป็น NEFA ได้ง่ายและมากกว่าไขมันบริเวณสะโพก และ NEFA ที่ออกมาจากไขมันบริเวณพุงจะเข้าสู่ตับโดยตรงได้มากกว่าไขมันบริเวณสะโพก (ชัยชาญ, 2549)

ความสำคัญของภาวะผิดปกติของไขมันในเลือด

ไขมันส่วนใหญ่ได้แก่ LDL IDL VLDL remnants เป็นต้นเหตุของหลอดเลือดแดงตีบแข็ง ทำให้ atherosclerotic plaque ปรีหรือแตกหรือมีก้อนเลือดอุดตันได้ง่าย ทำให้เกิด การทำงานของผนังหลอดเลือดชั้นในผิดปกติ (endothelial dysfunction) เกิดการอักเสบและอุดตัน (thrombosis) ของหลอดเลือดได้ง่าย ความผิดปกติในระยะแรกของการเกิดหลอดเลือดแดงตีบแข็ง อันเป็นเหตุให้ LDL เข้าไปสะสมในชั้นใต้ endothelium ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าถึงแม้ระดับ LDL-C จะสูงไม่มากแต่ถ้ามีปัจจัยเสี่ยงอื่นๆร่วม ได้แก่ การสูบบุหรี่ ความดันโลหิตสูง ความอ้วน เบาหวาน และภาวะดื้ออินซูลินก็ทำให้เกิด endothelial dysfunction ได้เช่นกัน ส่วน HDL-C ซึ่งถือว่าเป็น

ไขมันชนิดดีจะพบว่ามีค่าผิดปกติเมื่อ HDL-C น้อยกว่า 40 มก./ ดล. เนื่องจาก HDL เป็นไลโปโปรตีนที่ต้านการเกิดหลอดเลือดแดงตีบแข็ง (anti-atherogenic lipoprotein) ทำหน้าที่ขนย้ายคอเลสเตอรอล ออกจากผนังหลอดเลือด ดังนั้น ระดับ HDL-C ต่ำจึงเป็นปัจจัยส่งเสริมหลอดเลือดแดงตีบแข็ง การเพิ่มของ HDL-C มากขึ้น 1 มก./ ดล. จะสัมพันธ์กับการลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบร้อยละ 2-3 (มนต์ชัย, 2539; ศรีบุญและสุกมัย, 2546)

การเกิดหลอดเลือดตีบตันในช่วงเริ่มต้นเกิดจากการที่ไขมันไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสูงทำให้เกิด ระดับ LDL สูง ระดับ LDL นี้ยังมีขนาดเล็กลงๆ เรียกว่า IDL ที่ฝังเข้าไปในผนังหลอดเลือดแดง ถ้าหากมีการสะสมไขมันได้ผนังหลอดเลือดแดงมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้หลอดเลือดแดงแคบลง ภาวะหลอดเลือดแดงเสื่อมสภาพจะดำเนินช้าๆต่อเนื่อง โดยอัตราการเกิดนี้แตกต่างกันในแต่ละบุคคลขึ้นกับปัจจัยเสี่ยง ถ้าเกิดอาการอักเสบและความผิดปกติของผนังหลอดเลือดมากกว่าร้อยละ 40 มีการฉีกขาดของผนังส่วนที่หุ้มไขมันนี้ (Plaque Rupture) เกิดการหลุดของคราบไขมันเข้าไปในหลอดเลือด ทำให้เกิดการอุดตันของหลอดเลือดเฉียบพลัน (วนิษา, 2549)

พยาธิสภาพของโรคหัวใจและหลอดเลือด

ผนังหลอดเลือดแดง ประกอบด้วยชั้นต่างๆกัน 3 ชั้น คือ ผนังชั้นนอก (adventitia) หลอดเลือดผนังชั้นกลาง (media) เป็นชั้นที่หนาที่สุดของผนังหลอดเลือดประกอบไปด้วยเซลล์กล้ามเนื้อเรียบจำนวนมาก ความหนาของผนังชั้นนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของหลอดเลือดแดง ผนังชั้นใน (intima) ประกอบไปด้วย เซลล์ชั้นใน (endothelial cells) เรียงตัวกันเพียง 1 ชั้น

ถ้าเลือดมีการไหลเวียนมากขึ้น หรือมีปริมาณ LDL-C สูงจะทำลายผนังหลอดเลือดชั้นในให้เป็นแผล เซลล์ผนังหลอดเลือดจะหลั่งสารเคมี (chemoattractants) ออกมาทำให้เม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์ (monocytes) เคลื่อนตัว มาเกาะที่บริเวณแผลแล้วเคลื่อนตัวเข้าไปฝังอยู่ใต้ผนังหลอดเลือดชั้นในเป็นจำนวนมาก และเปลี่ยนเป็นแมคโครฟาจ (macrophage) เพื่อคอยทำลาย LDL-C นอกจากนี้เซลล์ที่บาดเจ็บของผนังหลอดเลือดจะหลั่งสารกระตุ้นการเจริญเติบโต (growth factor) ออกมาทำให้เซลล์กล้ามเนื้อเรียบมีการแบ่งตัวเพิ่มมากขึ้น ใหญ่ขึ้นจนเป็นกลุ่มของพังศึเกิดขึ้นภายในผนังหลอดเลือด LDL-C ที่มีอยู่มากในกระแสเลือดก็ถูกดึงเข้ามาบริเวณบาดแผล และเกิดกระบวนการเติมออกซิเจนให้แก่ LDL-C หลังจากนั้นก็จะถูกดึงให้เข้ามาอยู่ใต้ผนังหลอดเลือดชั้นใน โดยแมคโครฟาจทำให้เกิดเป็นโฟมเซลล์ (foam cell) ขึ้น และกลายเป็นริ้วไขมัน (fatty streak) ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการทำให้หลอดเลือดแข็งตัว ขบวนการต่างๆเหล่านี้

เกิดขึ้นตั้งแต่ขณะที่มีการเจริญเติบโตในวัยเด็ก และไม่ทำให้เกิดอาการผิดปกติใดๆต่อร่างกาย ยกเว้นว่ามีการทำลายผนังหลอดเลือดเพิ่มเติมเมื่อเจริญวัยขึ้น เนื่องจากมีระดับของออกซิโคไลด์ LDL-C ในกระแสเลือดสูง ออกซิโคไลด์ LDL-C จะไปทำลายผนังหลอดเลือดแดงอีกครั้ง ทำให้มีการเคลื่อนที่ของแมโครฟาจ มากำจัด LDL-C แต่กำจัดได้ไม่หมดจึงมีไขมันมาเกาะที่ผนังมากขึ้น และแมโครฟาจ หลังสารกระตุ้นให้มีการสร้างคอเลสเตอรอลที่ผนังหลอดเลือดเพิ่มขึ้น รวมทั้งเกร็ดเลือดที่เกาะบริเวณแผลจะหลังสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อเรียบ ทำให้กล้ามเนื้อเรียบแบ่งตัวมากขึ้น จึงทำให้ผนังหลอดเลือดหนาขึ้น และมีไขมันมาเกาะเป็นจำนวนมาก หลอดเลือดจึงอุดตัน การอุดตันนี้สามารถเกิดขึ้นได้กับหลอดเลือดทั่วๆไป ถ้าเกิดที่หลอดเลือดแดงที่เลี้ยงสมองก็จะทำให้สมองขาดออกซิเจน ทำให้เกิดเป็นอัมพาตได้ (stroke) ถ้าเกิดที่หลอดเลือดแดงส่วนปลาย ก็จะทำให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง เนื่องจากหลอดเลือดตีบแคบ โรคหลอดเลือดส่วนปลาย (peripheral vascular disease) ทำให้เลือดไปเลี้ยงอวัยวะส่วนปลายไม่เพียงพอ ทำให้เกิดการปวดกล้ามเนื้อขา ถ้าเกิดที่หลอดเลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจ ก็จะทำให้เกิดโรคหลอดเลือดโคโรนารี (coronary artery disease หรือ coronary heart disease) การอุดตันบริเวณหลอดเลือดโคโรนารี ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปจะทำให้กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด และเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจเริ่มตาย (สิริพร, 2542)

ดังนั้น ผู้ที่มีภาวะความผิดปกติของไขมันในเลือดจะพบอุบัติการณ์เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ ซึ่งเราจะพบว่าในคนอ้วนมักจะมีภาวะความผิดปกติของไขมันในเลือด ได้แก่ ระดับไขมันไตรกลีเซอไรด์ LDL-C สูง และ HDL-C ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุรัสวดี (2541) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเส้นรอบวงเอวและอัตราส่วนระหว่างเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก กับระดับไขมันในเลือดในเพศชายที่ทำงานในโรงงานในบริษัทเทคนิคอุตสาหกรรมบางปะกง จำนวน 120 คน พบว่าเส้นรอบวงเอวและอัตราส่วนระหว่างเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก มีความสัมพันธ์ทางบวกกับระดับไตรกลีเซอไรด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ซึ่งเส้นรอบวงเอวและอัตราส่วนระหว่างเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพกเป็นการบอกระดับความอ้วน แสดงว่า ถ้ามีระดับความอ้วนมากโดยเฉพาะอ้วนลงพุงก็จะทำให้มีไขมันในเลือดสูงมากขึ้นตามไปด้วย

การวัดระดับไขมันในเลือด

ไขมันในเลือดอยู่ในรูปไลโปโปรตีน การวัดปริมาณไลโปโปรตีนยุ่งยากจึงวัดระดับคอเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนแทน ดังนั้น LDL-C จึงหมายถึง คอเลสเตอรอลใน LDL และ HDL-C จึงหมายถึง คอเลสเตอรอลใน HDL เนื่องจากการวัดระดับ LDL-C โดยตรงยังไม่แพร่หลาย

ปัจจุบันการวัดระดับไขมันในเลือดที่นิยมทำกันคือ การวัดระดับคอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ และ HDL-C แล้วมาคำนวณหา VLDL-C และ LDL-C ดังสมการ (สรันยูและสุกมัย, 2546)

$$\text{VLDL cholesterol} = \text{Triglyceride} / 5$$

$$\text{LDL cholesterol} = \text{Total cholesterol} - \text{VLDL cholesterol} - \text{HDL cholesterol}$$

การวัดระดับไขมันในเลือดรวมกับการคำนวณดังกล่าวมีข้อจำกัดในกรณี ผู้ที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสูง ระดับโคเลโมครอนในเลือดสูง ผู้ป่วย type III hyperlipoproteinemia ดังนั้น การวัดระดับ LDL-C โดยตรงจึงมีความแม่นยำมากกว่า ซึ่งการวัดระดับไขมันในเลือดควรทำในห้องปฏิบัติการที่มีมาตรฐาน โดยทั่วไปอาจมีค่าเบี่ยงเบนได้บ้าง จึงควรใช้ค่าเฉลี่ยจากการตรวจหลายๆค่ามากกว่ายึดค่าใดค่าหนึ่ง

ตารางที่ 2 ระดับไขมันชนิดต่างๆที่เป็นเป้าหมายในการรักษา

เกณฑ์	Total cholesterol (mg/dl)	HDL cholesterol (mg/dl)	LDL cholesterol (mg/dl)	Triglyceride (mg/dl)
ดีมาก			< 100	
ดี	< 200	> 60	100-129	< 150
พอใช้	200-239	40-59	130-159	150-190
ผิดปกติ	> 240	< 40	160-189	200-499
ผิดปกติมาก			> 190	> 500

ที่มา: สรันยูและสุกมัย (2546)

ความผิดปกติของไขมันในเลือดที่พบในคนอ้วนได้แก่ การเพิ่มขึ้นของไตรกลีเซอไรด์ LDL-C และการลดลงของ HDL-C ซึ่งมีสาเหตุมาจากภาวะดื้ออินซูลิน ในคนอ้วนจะมีการสะสมไขมันในร่างกายมากกว่าปกติ โดยเฉพาะคนที่อ้วนลงพุง เนื่องจากไขมันในช่องท้องจะสลายตัวเป็นกรดไขมันอิสระได้ง่าย กรดไขมันอิสระที่เพิ่มขึ้นในกระแสเลือดจะส่งผลให้มีไขมันไปสะสมที่กล้ามเนื้อและตับเพิ่มขึ้นทำให้เกิดภาวะดื้ออินซูลิน ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของกระบวนการ

ขนถ่ายไขมัน (lipid transport) ทำให้เพิ่มการสร้างและหรือลดการทำลายไขมันในเลือด ทำให้เกิดการสะสมของไขมันในเนื้อเยื่อต่างๆรวมถึงหลอดเลือดแดง ทำให้เกิดหลอดเลือดแดงตีบแข็ง (atherosclerosis) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจได้

แนวทางการดูแลการจัดการโรคอ้วน

สมัยก่อนแพทย์จะรักษาโรคอ้วนก็ต่อเมื่อโรคอ้วนนั้นก่อให้เกิดโรคแทรกซ้อนแล้ว เช่น โรคเบาหวาน โรคหัวใจ ในปัจจุบันแพทย์เริ่มให้ความสนใจตั้งแต่เมื่อน้ำหนักเพิ่มขึ้น ไม่รอจนกระทั่งเกิดโรคแทรกซ้อน ดังนั้น เกณฑ์ในการรักษาโรคอ้วนให้พิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้ (ประณิธิ, 2538)

1. ระดับของความอ้วน ในผู้ใหญ่ที่มีดัชนีมวลกายมากกว่า 30 กก./ตร.ม. จากการศึกษาพบว่า ความยืนยาวของชีวิตมีความสัมพันธ์กับระดับของความอ้วน พบว่า อัตราการตายจะสูงมากขึ้นเมื่อ ดัชนีมวลกายมากกว่า 30 กก./ ตร.ม. และจะสูงขึ้นเมื่อดัชนีมวลกาย มากขึ้น
2. การกระจายความอ้วนตามส่วนต่างๆของร่างกาย (regional distribution of obesity) เป็นปัจจัยเสี่ยงอิสระของโรคหัวใจขาดเลือด โรคหลอดเลือดสมองและอัตราการตาย โดยเฉพาะไขมันในช่องท้อง จะพิจารณารักษาเมื่อเส้นรอบวงเอวมากกว่า 90 เซนติเมตรในผู้ชาย และมากกว่า 80 เซนติเมตรในผู้หญิง
3. ผู้ที่มีโรคอื่นร่วม ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจขาดเลือด ไขมันในเลือดสูง โรคข้อเสื่อม โรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ โรคเมแทบอลิซึม โรคของถุงน้ำดี
4. ผู้ที่มีประวัติครอบครัวเป็นโรคบางอย่าง เช่น โรคเบาหวาน เป็นต้น

ดังนั้น ผู้ที่มีดัชนีมวลกายมากกว่า 30 หรือมีเส้นรอบเอวมากกว่า 90 ซม.ในเพศชาย และมากกว่า 80 ซม.ในเพศหญิงและมีโรคหรือปัจจัยอื่นร่วมด้วยดังที่กล่าวมาข้างต้นจำเป็นต้องรักษา โดยวิธีการรักษาจะขึ้นกับระดับความอ้วนและโรคแทรกซ้อน โดยมีเป้าหมายเพื่อให้น้ำหนักตัวลดลง National Heart Lung and Blood Institute (NHLBI) แนะนำว่า ควรตั้งเป้าหมายในการลดน้ำหนักให้ได้ร้อยละ 10 ภายในระยะเวลา 6 เดือน อัตราการลดน้ำหนักที่ปลอดภัยคือ ลดน้ำหนัก สัปดาห์ละครึ่งกิโลกรัม โดยให้มีการขาดดุลพลังงาน 300-500 กิโลแคลอรีต่อวัน สำหรับผู้ที่มีดัชนีมวลกาย

มวลกาย 27-35 และผู้ที่มีดัชนีมวลกายมากกว่า 35 ให้ขาดดุลพลังงาน 500-1000 กิโลแคลอรีต่อวัน จะทำให้สามารถลดน้ำหนักลงได้ร้อยละ 10 ภายใน 6 เดือน (วิชิต, 2550)

การรักษาโรคอ้วน

การดูแลรักษาผู้ป่วยโรคอ้วนมีหลายวิธี ซึ่งการรักษาในบางกรณีอาจจำเป็นต้องผสมผสานวิธีต่างๆ เข้าด้วยกันจึงจะได้ผลดี ปัจจุบันการดูแลรักษาโรคอ้วนมีแนวทางดังต่อไปนี้

1. การควบคุมอาหาร

อัมพา (2538) กล่าวว่า การควบคุมอาหารคือการควบคุมปริมาณพลังงานที่ควรจะได้รับ โดยให้รับประทานอาหารน้อยกว่าปริมาณที่เคยรับประทานมาก่อนอย่างน้อย 1,000 กิโลแคลอรีต่อวัน จะสามารถลดน้ำหนักตัวได้อย่างน้อย 0.9 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ และต้องให้ปริมาณโปรตีน วิตามิน และเกลือแร่ครบถ้วน ควรหลีกเลี่ยงอาหารที่มีรสหวานจัด มันจัด การควบคุมอาหารอย่างเข้มงวดควรใช้ในผู้ที่มีดัชนีมวลกายมากกว่า 30 กก./ ตร.ม. และผู้ที่มีดัชนีมวลกายระหว่าง 25-30 กก./ ตร.ม. และมีโรคอื่นร่วม องค์ประกอบของอาหารเพื่อลดน้ำหนักตัวประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 55-60 โปรตีนร้อยละ 15 ไขมันไม่เกินร้อยละ 30 ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวร้อยละ 8-10 กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิด monounsaturated น้อยกว่าร้อยละ 15 และมีคอเลสเตอรอลน้อยกว่า 300 มิลลิกรัมต่อวัน ควรมีเส้นใยในอาหารไม่น้อยกว่า 30 กรัมต่อวัน (มนต์ชัย, 2550) อาหารควบคุมน้ำหนักที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ อาหารพลังงานต่ำ (low calorie diets : LCD) และอาหารพลังงานต่ำมาก (very low calorie diets: VLCD)

อาหารที่ให้พลังงานต่ำ (LCD) แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่ (ประณิธิ, 2538)

ก. Unbalance low calorie diet จะมีความไม่สมดุลของ macronutrient และ micronutrient อาหารเหล่านี้จะเน้นอาหารบางกลุ่มมาก เช่น อาหารที่มีโปรตีนและไขมันสูง แต่มีคาร์โบไฮเดรตต่ำ การที่มีคาร์โบไฮเดรตต่ำจะยับยั้งการหลั่งอินซูลินและกระตุ้นการหลั่งกลูคาγον และเกิดภาวะ ketonemia และ ketonuria และนอกจากนี้การที่อินซูลินลดต่ำลง และกลูคาγονสูงในเลือดมีผลทำให้มีการขับน้ำและเกลือทางปัสสาวะ ทำให้น้ำหนักลดลงเร็วในระยะแรก เชื่อว่า ketosis ทำให้เบื่ออาหารแต่มีข้อเสียคือ อาหารเหล่านี้จะขาดวิตามินซี และมีกรดยูริกและคอเลสเตอรอลสูง

ผลข้างเคียงที่พบได้บ่อยคือ คลื่นไส้ อาเจียน อ่อนเพลียและความดันต่ำ แม้จะลดน้ำหนักได้เร็วแต่น้ำหนักที่ลดในระยะแรกเป็นน้ำ เมื่อเข้าสู่สมดุลใหม่น้ำหนักจะลดช้าลง

ข. Balance hypocalorie diet อาหารในกลุ่มนี้ให้พลังงานประมาณ 1100-1200 กิโลแคลอรีต่อวัน จะมี macronutrient และ micronutrient ส่วนใหญ่เพียงพอ แต่อาจจะขาดสารอาหารบางอย่าง ได้แก่ เหล็ก โฟเลต วิตามินบี6 และอาหารเหล่านี้ควรมีโปรตีนสูงประมาณ 60 กรัมต่อวัน และเป็นโปรตีนที่คุณภาพดี มีคาร์โบไฮเดรตอย่างน้อยร้อยละ 20 เพื่อป้องกันภาวะ ketosis และมีไขมันอย่างน้อยร้อยละ 20 เพื่อให้ได้กรดไขมันจำเป็นและวิตามินที่ละลายในไขมันเพียงพอ

อาหารพลังงานต่ำมาก (VLCD) อาหารเหล่านี้ออกแบบให้ได้อาหารที่จำกัดพลังงานอย่างมาก น้อยกว่า 800 กิโลแคลอรีต่อวัน แต่ได้รับโปรตีนเพียงพอเพื่อลดการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อ (lean body mass) ให้น้อยที่สุด อาหารเหล่านี้ทำให้น้ำหนักตัวลดเร็ว แต่จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดนิ่วในถุงน้ำดี และอาจเกิดภาวะแทรกซ้อนได้หากไม่มีการดูแลอย่างใกล้ชิด (มนต์ชัย, 2542)

2. การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม

วิธีการรักษานี้เป็นเทคนิคที่ได้รับการยอมรับและใช้ทั่วไปในการรักษาโรคอ้วน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือนิสัย ข้อแตกต่างระหว่างการปรับพฤติกรรมกับการรักษาโดยวิธีอื่นคือ ผู้ป่วยจะต้องเป็นคนกำหนดและรับผิดชอบการรักษาด้วยตัวเอง โดยไม่ขึ้นกับปัจจัยภายนอกอย่างเด็ดขาด (ประณิธิ, 2538) เมื่อเริ่มต้นลดน้ำหนักควรตั้งเป้าหมายในการลดน้ำหนักประมาณ 1-2 ปอนด์ต่อสัปดาห์ มีการปรับเปลี่ยนนิสัยการรับประทานอาหาร เช่น รับประทานอาหารช้าๆ ลดพฤติกรรมการกินจุบจิบด้วยการกินอาหารให้ตรงเวลา หลีกเลี่ยงอาหารที่ให้พลังงานสูง เช่น ดื่มน้ำเปล่าแทนน้ำอัดลม เพิ่มกิจกรรมทางกายให้มากขึ้น เช่น เดินมากขึ้น การเดินขึ้น-ลงบันได 1-2 ชั้นแทนการใช้ลิฟท์ ร่วมกับการออกกำลังกายสม่ำเสมอ ควรมีการปรับทัศนคติที่ไม่ถูกต้องโดยให้คิดในทางบวก และควรมีการจดบันทึกรายละเอียดของการรับประทานอาหารและการออกกำลังกายเพื่อใช้เป็นแนวทางในการควบคุมน้ำหนักตัว (วิจิต, 2550; Wing and Tate, 2002)

3. กิจกรรมทางกายและการออกกำลังกาย

มนต์ชัย (2542) กล่าวว่า ควรมีกิจกรรมทางกายเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมจัดการดูแลน้ำหนัก โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ลดไขมันในขณะที่คงรักษามวลกล้ามเนื้อไว้ และทำให้มีการ

เปลี่ยนแปลงในวิถีชีวิตอย่างถาวรโดยไม่ทำให้ผู้ป่วยมีความเสี่ยง วิธีการเพิ่มกิจกรรมทางกายที่ดีที่สุดคือการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอหลายครั้งในหนึ่งสัปดาห์ สำหรับคนอ้วนควรออกกำลังกายแบบแอโรบิก เช่น การเดิน ว่ายน้ำ จักรยาน เป็นต้น สำหรับผู้ที่ไม่ค่อยออกกำลังกาย และไม่ได้ฝึกการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ควรตั้งเป้าหมายออกกำลังกายให้ชีพจรอยู่ระหว่างร้อยละ 60-65 ของชีพจรสูงสุด คงอยู่นานประมาณ 20 นาที

จากการศึกษาส่วนใหญ่พบว่า การออกกำลังกายลดน้ำหนักตัวได้น้อยกว่าการจำกัดอาหาร และเมื่อรวมกับการจำกัดอาหารก็ทำให้น้ำหนักลดลงไปกว่าการจำกัดอาหารอย่างเดียวไม่มากนัก แต่ความสำคัญของการออกกำลังกายเป็นประจำคือช่วยลดมวลไขมัน โดยยังคงรักษามวลกล้ามเนื้อไว้ได้ ในขณะที่การจำกัดอาหารอย่างเดียวทำให้ทั้งมวลไขมันและมวลกล้ามเนื้อลดลงไปด้วยกัน นอกจากนี้ การออกกำลังกายยังช่วยเพิ่มสมรรถนะของปอดและหัวใจ ช่วยลดความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดหัวใจได้โดยไม่เกี่ยวข้องกับน้ำหนักที่ลดลง (วิชิต, 2550) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Brill *et al.* (2002) ทำการเปรียบเทียบผลของการควบคุมอาหารเพียงอย่างเดียว และการควบคุมอาหารรวมกับการออกกำลังกายในหญิงที่มีน้ำหนักเกิน พบว่า มีการลดลงของดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย มวลไขมัน (fat mass) อย่างมีนัยสำคัญทุกกลุ่ม แต่กลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกาย พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และมีการลดลงของไขมัน LDL-C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. การใช้ยา

The National Heart, Lung and Blood Institute of the National Institutes of Health แนะนำว่า การใช้ยาจะเลือกใช้ในผู้ที่ทำการรักษาด้วยวิธีปรับเปลี่ยนพฤติกรรมอย่างน้อย 6 เดือนแล้วไม่ได้ผล และผู้ที่มีดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 30 กก./ตร.ม หรือมีดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 27 กก./ตร.ม. ร่วมกับมีปัจจัยเสี่ยงเช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง สำหรับชาวเอเชียให้ใช้จุดตัดที่ 27.5 และ 25-27.4 กก./ ตร.ม.ตามลำดับ (มนต์ชัย, 2550)

ยาที่ใช้รักษามีอยู่ด้วยกัน 3 กลุ่ม (อัมพา, 2538) คือ

ยาลดความอยากอาหาร (appetite suppressants) เป็นยาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลาง เป็นยาที่นิยมใช้กันมาก เช่น ยา sibutramine ยานี้ลดน้ำหนักได้ดีกว่ายาหลอกในผู้ใหญ่ที่

น้ำหนักตัวเกินและมีโรคอ้วนโดยเฉลี่ยลดได้มากกว่ายาหลอก 4.5 กิโลกรัม เมื่อใช้ยาไป 1 ปี ยา orlistat ลดน้ำหนักตัวโดยเฉลี่ย 2.59 กิโลกรัม เมื่อใช้ยาไป 6 เดือนและ 2.89 กิโลกรัมเมื่อใช้ยาไป 1 ปี ในปัจจุบัน องค์การควบคุมอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (FDA) ได้ยอมให้มีการจำหน่ายยานี้ตามร้านขายยา (มนต์ชัย, 2550)

ยาเพิ่มการใช้พลังงาน (thermogenic drugs) เช่น ซิรอกซ์ฮอร์โมน จะทำให้มีการเผาผลาญโปรตีน สูญเสียแคลเซียมจากกระดูก และเพิ่มความผิดปกติของหัวใจและหลอดเลือด ไม่แนะนำให้ใช้เป็นยาลดน้ำหนัก ยกเว้นในผู้ป่วยที่มีสาเหตุมาจาก hypothyroidism (ประณีธิ, 2538)

ยายับยั้งการดูดซึมอาหาร (food absorption inhibitors) เช่น acarbose เป็น α -glucosidase inhibitor จะลดการดูดซึมของอาหารได้ แต่ไม่พบว่าจะใช้ลดน้ำหนักได้เมื่อใช้เป็นระยะเวลานานๆ ส่วน tetrahydrolipostatin เป็น lipase inhibitor ได้ผลในการลดน้ำหนักตัวในผู้ป่วยเมื่อเทียบกับยาหลอก

5. การผ่าตัด

ผู้ป่วยที่เป็นโรคอ้วนรุนแรงหรือมีโรคอื่นร่วมด้วยและไม่สามารถลดน้ำหนักได้ด้วยวิธีอื่นอาจจะพิจารณาให้รับการผ่าตัด เกณฑ์การพิจารณาผู้ป่วยผ่าตัด คือ ผู้ที่มีดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 40 กก./ ตร.ม. หรือมากกว่าหรือเท่ากับ 35 กก./ ตร.ม. ร่วมกับมีโรคแทรกซ้อนที่สำคัญ เช่น โรคหลอดเลือดและหัวใจ (มนต์ชัย, 2550) การผ่าตัดเพื่อช่วยลดน้ำหนักตัวมีหลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีที่นิยมใช้คือ การผ่าตัด gastric bypass หรือเรียกว่าการผ่าตัดต่อไส้เพื่อให้มีการดูดซึมน้อยลงจากการศึกษาโดยการติดตามผลผู้ป่วยภายหลังผ่าตัดด้วยวิธี gastric bypass เป็นเวลาประมาณ 1 ปี พบว่า มีการลดลงของน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ค่าเฉลี่ยความดันซิสโตลิก และไขมันในเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมทั้งผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นและลดการใช้ยาที่เกี่ยวข้องกับภาวะโรคอ้วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Sears *et al.* , 2008) อย่างไรก็ตามการผ่าตัดก็ยังคงเสี่ยงต่อการเกิดโรคแทรกซ้อนต่างๆตามมาได้

ในการรักษาผู้ป่วยโรคอ้วนมีเป้าหมายเพื่อลดปัจจัยเสี่ยงการเกิดโรคและอัตราการเสียชีวิตของโรคที่เกี่ยวข้องกับความอ้วน วิธีการรักษามีอยู่หลายวิธีด้วยกันในบางคนอาจต้องใช้หลายวิธีร่วมกันในการรักษา การเลือกวิธีการรักษาขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของโรคอ้วนและการเกิดโรคแทรกซ้อน ในผู้ที่อ้วนเพียงเล็กน้อยอาจเริ่มต้นจากการควบคุมอาหารและออกกำลังกาย ส่วนในผู้ที่

อ้วนมากและมีความเสี่ยงของโรคอาจจะพิจารณาการใช้ร่วมด้วย ในผู้ป่วยที่อ้วนอย่างรุนแรงโดยมีดัชนีมวลกายมากกว่า 40 กก./ ตร.ม. และรักษาด้วยวิธีดังกล่าวไม่ได้ผลแพทย์อาจจะพิจารณาผ่าตัด ซึ่งในประเทศไทยยังไม่เป็นที่นิยมมากนักเนื่องจากเป็นอันตรายและอาจเกิดโรคแทรกซ้อนภายหลังการผ่าตัดได้ อย่างไรก็ตามการควบคุมน้ำหนักตัวให้ได้ผลในระยะยาวนั้นที่สำคัญคือ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและแนวความคิด ทั้งพฤติกรรมการบริโภคและการใช้ชีวิตประจำวัน เนื่องจากการเปลี่ยนจากภายในตนเอง มิฉะนั้น ถึงแม้จะลดน้ำหนักตัวลงได้ก็ตามถ้าไม่มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมก็จะทำให้กลับมาอ้วนได้อีก

การออกกำลังกายในคนอ้วน

วัตถุประสงค์ของการออกกำลังกายสำหรับคนทั่วไป คือ เพื่อการมีสุขภาพที่ดี (health related fitness) การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพเป็นการออกกำลังกายที่ช่วยให้หัวใจ ปอดและระบบไหลเวียนเลือดของร่างกายทำงานดีขึ้น ควบคุมปริมาณไขมันในร่างกายให้มีสัดส่วนที่เหมาะสม เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และช่วยให้ข้อต่อต่างๆ เคลื่อนไหวได้เต็มพิสัย ผลจากการออกกำลังกายชนิดนี้จะช่วยป้องกันและลดความรุนแรงของโรคต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการเสื่อมสภาพทางร่างกาย เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ โรคความดันโลหิตสูง (รัตนวดี, 2538)

การออกกำลังกายให้ครอบคลุมองค์รวมของสุขภาพสามารถจำแนกลักษณะของการออกกำลังกายได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ (เจริญ, 2550)

1. การออกกำลังกายเพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพความแข็งแรงอดทนของหัวใจและปอด (Cardiorespiratory Endurance) เรียกโดยรวมว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic Exercise) ซึ่งหมายถึงการออกกำลังกายหรือการปฏิบัติกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่กล้ามเนื้อได้รับอากาศหรือออกซิเจนอย่างเพียงพอสำหรับการผลิตพลังงานให้กล้ามเนื้อใช้ในการหดตัวออกแรง เพื่อปฏิบัติกิจกรรมการเคลื่อนไหวในระหว่างที่ออกกำลังกาย การออกกำลังกายชนิดนี้จะใช้ทั้งแป้งและไขมันเป็นพลังงาน เป็นการใช้กล้ามเนื้อกลุ่มใหญ่ เช่น แขน ขา อย่างต่อเนื่องมากกว่า 3 นาทีขึ้นไป เป็นการออกกำลังกายในระดับเบาถึงปานกลางเพื่อพัฒนาสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและปอดให้แข็งแรงอดทนในการทำหน้าที่สูบฉีดเลือดและนำอากาศเข้าสู่ร่างกาย เพื่อส่งไปหล่อเลี้ยงเซลล์ตามส่วนต่างๆ ของร่างกายให้เจริญเติบโตแข็งแรงและสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รูปแบบและกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่จัดอยู่ในการออกกำลังกายประเภทนี้ ได้แก่ การเดิน การวิ่งเหยาะ การ

จั๊กรยาน การว่ายน้ำ การกระโดดเชือก การฝึกโยคะ การรำมวยจีน การฝึกด้วยไม้พลอง การเดินรำลีลาศ ไทเก๊ก และการเดินแอโรบิก เป็นต้น

2. การออกกำลังกายเพื่อสร้างเสริมความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength and Endurance) เพื่อพัฒนาโครงสร้างร่างกาย กล้ามเนื้อ ให้แข็งแรง ในวัยเด็กการออกกำลังกายประเภทนี้จะช่วยกระตุ้นและพัฒนา การเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อและกระดูก สำหรับวัยรุ่นหนุ่มสาวช่วยส่งเสริมความแข็งแรงและศักยภาพในการเคลื่อนไหวร่างกายให้พัฒนาไปสู่ขีดความสามารถสูงสุด ในวัยผู้ใหญ่และวัยสูงอายุ ช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของโครงสร้างร่างกาย ตลอดจนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและกระดูก รูปแบบและกิจกรรมการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงตลอดจนความอดทนของกล้ามเนื้อ สามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ด้วยการฝึกกับความต้านทาน (Resistance) ยิ่งกล้ามเนื้อสามารถเอาชนะความต้านทานได้มากเท่าใด ยิ่งแสดงให้เห็นว่า กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงมากเท่านั้น สำหรับความต้านทานที่นิยมนำมาใช้ในการฝึกความแข็งแรงกล้ามเนื้อโดยทั่วไป ประกอบด้วย (เจริญ, 2548)

- น้ำหนักตัว เช่น การดึงข้อ การดันพื้น การลุก-นั่ง เป็นต้น
- การใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการฝึก ที่สามารถปรับเพิ่มความต้านทานหรือน้ำหนักได้ตามความเหมาะสม เช่น บาร์เบล ดัมเบล เครื่องฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วน ลูกทราย ขดลวด-สปริง ขางยัด ลูกบอลถ่วงน้ำหนัก เป็นต้น

3. การออกกำลังกายเพื่อสร้างเสริมความอ่อนตัว และความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อ (Muscular Flexibility and Elasticity) เพื่อช่วยผ่อนคลายอาการปวดเมื่อย เกร็ง ของกล้ามเนื้อและข้อต่อ รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของข้อต่อให้สามารถเคลื่อนไหวได้ระยะทางมากขึ้นทำให้ร่างกายรู้สึกผ่อนคลาย รูปแบบและกิจกรรมการออกกำลังกายที่จะช่วยพัฒนาเสริมความอ่อนตัวและความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อ ได้แก่ การบริหารร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในท่าต่างๆ (Stretching Exercises) ทั้งในแบบหยุดนิ่งค้างไว้ ณ ตำแหน่งการเคลื่อนไหวที่รู้สึกตึงกล้ามเนื้อส่วนที่กำลังถูกยืด (static stretch) หรือการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในรูปแบบที่มีการเคลื่อนไหว (dynamic stretch) รวมทั้งการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในรูปแบบของการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อให้เกิดความคล่องตัว (PNF) ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อสามารถกระทำได้ด้วยตนเอง (active stretch) หรือให้ผู้อื่นกระทำการยืดเหยียดให้ก็ได้ (passive stretch) ที่สำคัญคือจะต้อง

อยู่ในอาการผ่อนคลายทุกครั้งและจะต้องไม่กลั่นลมหายใจในขณะที่ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อให้ร่างกายได้รับประโยชน์จากการยืดเหยียดอย่างแท้จริง

ผลของการออกกำลังกายในคนอ้วน

ความอ้วนเกิดจากหลายสาเหตุร่วมกัน ซึ่งส่งผลทำให้เกิดการเสียสมดุลของพลังงาน โดยได้รับพลังงานมากเกินไปจากการรับประทานอาหาร หรือมีการใช้พลังงานน้อยลงทำให้เกิดการเกินดุลพลังงาน น้ำหนักตัวจึงเพิ่มขึ้น เราสามารถทำให้เกิดการขาดดุลพลังงานโดยจำกัดพลังงานที่ได้รับ และเพิ่มการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่องจะทำให้น้ำหนักตัวลดลงได้ พลังงานที่ใช้ไป (energy expenditure) แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ (วิชิต, 2550)

1. อัตราการเผาผลาญพลังงานพื้นฐาน (basal or resting metabolic rate : RER) คือ พลังงานที่ต้องใช้เพื่อคงสภาพการทำงานของร่างกายให้เป็นปกติในขณะพัก ช่วงอดอาหาร เช่น พลังงานที่ใช้ในการหายใจ การไหลเวียนเลือด การขนส่งสารต่างๆ มีค่าประมาณร้อยละ 50-70 ของพลังงานทั้งหมดและมีความสัมพันธ์โดยตรงกับมวลของร่างกายส่วนที่ไม่ใช่ไขมัน (fat-free or lean body mass) (วิไล, 2550)

2. พลังงานที่ใช้ไปหลังการกินอาหาร (thermic effect of food : TEF) พลังงานส่วนนี้จะถูกใช้ไปในการย่อยอาหาร ดูซึมสารอาหาร เปลี่ยนแปลงสารอาหารให้อยู่ในรูปที่เก็บไว้ใช้ได้ ตลอดจนกระบวนการขนส่งสารอาหารเหล่านี้ โดยทั่วไปพลังงานส่วนนี้มีค่าประมาณร้อยละ 10 ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดในแต่ละวัน

3. พลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกาย (energy expended with exertion) ในที่นี้รวมถึงตั้งแต่การเคลื่อนไหวต่างๆในชีวิตประจำวัน เช่น การเดิน การขึ้น-ลงบันได จนถึงกิจกรรมการออกกำลังกาย เช่น การเล่นกีฬา จึงมีค่าแตกต่างกันมากในแต่ละบุคคลโดยอาจมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 15-50 ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดในแต่ละวัน

ดังนั้น การเพิ่มการใช้พลังงานโดยการออกกำลังกายในคนอ้วนจะสามารถทำให้น้ำหนักตัวลดลงได้ รวมทั้งการออกกำลังกายยังมีผลทำให้อัตราการเผาผลาญพลังงานพื้นฐานเพิ่มสูงขึ้น (วิชิต, 2550) รูปแบบการออกกำลังกายเพื่อลดน้ำหนักในคนอ้วนที่นิยมได้แก่ การออกกำลังกายแบบแอโรบิก หรือการออกกำลังกายที่เน้นความทนทาน (Endurance training) เนื่องจากคนอ้วนจะมีการ

สะสมไขมันส่วนเกินภายในร่างกาย การออกกำลังกายประเภทนี้จะสามารถนำเอาไขมันในร่างกายมาใช้เป็นพลังงานได้มากขึ้น โดยการออกซิไดซ์ไขมันมากขึ้นในขณะที่ออกกำลังกาย เพิ่มการไหลเวียนเลือดไปที่กล้ามเนื้อมากขึ้นทำให้มีการนำออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อได้ดีขึ้น เพิ่มการสลายไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อเยื่อไขมันและช่วยขนส่งกรดไขมันจากเลือดไปที่ซาโครพลาสซึม (sacroplasm) ของกล้ามเนื้อเพื่อนำไขมันมาใช้เป็นพลังงาน จากกระบวนการเบตาออกซิเดชัน (Fenkci *et al.*, 2006) และสาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากความผิดปกติของเมตาบอลิซึม เป็นผลจากความสามารถของความสามารถของระบบแอโรบิก (aerobic capacity) ในการนำออกซิเจนไปสร้างพลังงานที่ไมโทคอนเดรีย (วิลโล, 2550) การออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้มีการเพิ่มขนาดและจำนวนของไมโทคอนเดรียมากขึ้น มีการสะสมกลัยโคเจนในกล้ามเนื้อมากขึ้น ทำให้การใช้คาร์โบไฮเดรตลดลง รวมทั้งยังทำให้เกิดประโยชน์ในด้านการเพิ่มการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด (McArdle *et al.*, 2007) โปรแกรมที่ใช้ในคนอ้วนส่วนใหญ่เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกครั้งละประมาณ 30 นาที จะสิ้นเปลืองพลังงานในการออกกำลังกายเพียง 200-400 กิโลแคลอรีเท่านั้น ซึ่งเมื่อเทียบกับพลังงานที่ต้องจำกัดในแต่ละวันเพื่อการลดน้ำหนักแล้วน้อยมาก ดังนั้น การลดน้ำหนักที่ได้ผลนั้นจำเป็นต้องมีการจำกัดอาหารควบคู่กับการออกกำลังกาย (รัตนวดี, 2538)

การออกกำลังกายด้วยแรงต้าน (Resistance training) เป็นการออกกำลังกายอีกประเภทหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในคนอ้วนได้ โดยทั่วไปจะพบว่า อัตราการเผาผลาญพลังงานพื้นฐานจะลดลงตามอายุที่มากขึ้น เนื่องจากมวลของกล้ามเนื้อลดลง ผลของการฝึกด้วยแรงต้านจะทำให้มวลของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อทุก 1 กิโลกรัม จะส่งผลให้อัตราการเผาผลาญพลังงานเพิ่มขึ้นประมาณ 21 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ซึ่งการเพิ่มขึ้นของอัตราการใช้พลังงานพื้นฐานจะทำให้มีการใช้พลังงาน (energy expenditure) เพิ่มขึ้นตามไปด้วยทำให้เกิดความสมดุลของการใช้พลังงาน นอกจากนี้ การฝึกด้วยแรงต้านยังส่งผลให้มวลไขมันลดลงด้วย ผลของการออกกำลังกายประเภทนี้อาจทำให้น้ำหนักตัวไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก เนื่องจากการที่มีมวลไขมันลดลงแต่มีการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อจึงทำให้น้ำหนักตัวลดลงไม่มากเท่าที่ควร (Braith and Stewart, 2006) การออกกำลังกายด้วยแรงต้านเป็นการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ซึ่งจำเป็นต้องกระตุ้นกล้ามเนื้อให้ทำงานหนักและมากขึ้นกว่าเดิมจึงจะได้ผล ในการฝึกเพื่อเน้นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควรใช้ความหนักประมาณร้อยละ 70-85 ของความหนักสูงสุดและจำนวนครั้งปฏิบัติบ่อย ส่วนทางด้านความอดทนของกล้ามเนื้อฝึกโดยใช้น้ำหนักค่อนข้าง

ต่ำ ปฏิบัติจำนวนหลายครั้ง ปรับความหนักเพิ่มขึ้นตามลำดับในช่วงระหว่างร้อยละ 50-70 ของความหนักสูงสุด (เจริญ, 2544)

ถึงแม้ว่าการออกกำลังกายจะมีประโยชน์น้อยในแง่ของการลดน้ำหนักในคนอ้วนเมื่อเทียบกับการจำกัดอาหาร แต่ความสำคัญของการออกกำลังกายเป็นประจำ คือ ช่วยลดมวลไขมัน โดยยังคงรักษามวลกล้ามเนื้อไว้ได้ ในขณะที่การจำกัดอาหารอย่างเดียวทำให้ทั้งมวลไขมันและกล้ามเนื้อลดลงไปด้วยกัน (วิจิต, 2550) นอกจากนี้เรายังพบว่า คนอ้วนจะมีอุบัติการณ์การเกิดโรคบางชนิดสูงกว่าคนทั่วไป เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน และภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ ซึ่งโรคเหล่านี้จะสัมพันธ์กับการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด แต่การออกกำลังกายสม่ำเสมอจะช่วยลดความเสี่ยงของโรคต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ โดยช่วยเพิ่มสมรรถภาพของหัวใจและปอด ลดความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดหัวใจ ถึงแม้ว่าการออกกำลังกายอาจจะไม่ทำให้น้ำหนักตัวลดลงแต่จะช่วยควบคุมน้ำหนักตัวไม่ให้เพิ่มขึ้นได้ดีกว่าผู้ที่ไม่ออกกำลังกาย และช่วยลดไขมันได้โดยเฉพาะที่หน้าท้อง ซึ่งสอดคล้องกับฟินิจ (2550) ที่กล่าวว่า ผู้ที่อ้วนและผู้ที่มีน้ำหนักเกินแต่ออกกำลังกายบ่อยๆ และมีความฟิต จะมีโรคหรือเสียชีวิตน้อยกว่าผู้ที่อ้วนและผู้ที่มีน้ำหนักเกินที่ไม่ออกกำลังกายและไม่ฟิต

ผลของการออกกำลังกายต่อระดับไขมันในเลือด

รัตนวดี (2538) กล่าวว่า ผู้ที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอไม่ว่าจะอ้วนหรือไม่ก็ตามจะมีระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดต่ำลงและมีอัตราส่วนของ HDL ต่อปริมาณคอเลสเตอรอลรวมสูงขึ้น Tsai *et al.* (2002) อธิบายว่า การออกกำลังกายส่งผลในการกระตุ้นเอนไซม์ที่สลายไขมัน (lipolytic enzyme) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ช่วยการสลายไลโปโปรตีน ที่มีความหนาแน่นของไตรกลีเซอไรด์สูงจากการศึกษาโดยให้ผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตสูงออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ระดับความหนักปานกลางร้อยละ 60-70 ของอัตราชีพจรสูงสุด ระยะเวลา 30 นาที จำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า มีการลดลงของ คอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ LDL-C และมีการเพิ่มขึ้นของ HDL-C อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Trejo-Gutierrez and Fletcher (2007) โดยพบว่าการออกกำลังกายส่งผลโดยตรงต่อระดับ HDL-C และไตรกลีเซอไรด์ เนื่องจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างสม่ำเสมอจะช่วยเพิ่มปริมาณของ HDL-C ทั้งนี้เพราะการออกกำลังกายจะส่งผลต่อขนาดของไลโปโปรตีน โดยมีการเพิ่มขึ้นของ HDL₂ ซึ่งเป็น HDL ขนาดใหญ่ และมีการลดลงของ HDL ขนาดเล็ก โดยที่ HDL-C มีความสัมพันธ์กับมวลไขมัน การที่น้ำหนักตัวลดลงจะส่งผลทำให้ปริมาณ HDL-C เพิ่มมากขึ้น HDL-C เป็นไลโปโปรตีนที่สำคัญใน

การขนส่งคอเลสเตอรอลจากเนื้อเยื่อต่างๆไปสู่ตับ โดยปกติค่า β HDL-C ในแต่ละคนจะมีค่าไม่แตกต่างกัน การออกกำลังกายจะเพิ่มปริมาณ β HDL-C ผ่านทาง α HDL-C จึงทำให้เพิ่มกระบวนการขนส่งคอเลสเตอรอลจากเนื้อเยื่อเข้าสู่ตับไปทำลายมากขึ้นจึงทำให้คอเลสเตอรอลรวมลดลงรวมทั้งการออกกำลังกายยังช่วยกระตุ้นเอ็นไซม์ LPL ที่กล้ำเนื้อช่วยการสลายไขมันไตรกลีเซอไรด์ จาก VLDL และมีการขนส่งออกโดย HDL-C จึงส่งผลให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดลดลง นอกจากนี้การออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะเพิ่มเส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวช้า ซึ่งมีความสามารถสูง ในการเมตะบอลิสมกรดไขมันจากไตรกลีเซอไรด์ โดยเอ็นไซม์ LPL ผลของการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจะช่วยลดไตรกลีเซอไรด์ ประมาณร้อยละ 24 และเพิ่ม HDL-C ประมาณร้อยละ 8 และยังส่งผลต่อ LDL-C ทางอ้อมโดยการออกกำลังกายจะลดจำนวนของ IDL-C ทำให้มีการเปลี่ยนไปเป็น LDL-C ลดลง

Kelley *et al.* (2004) ทำการศึกษาแบบ meta-analysis ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยการเดินต่อระดับไขมันในเลือดในผู้ใหญ่ ที่ให้โปรแกรมการเดินตั้งแต่ 8 สัปดาห์ขึ้นไปทั้งหมด 25 งานวิจัย พบว่า โปรแกรมการเดินส่งผลต่อการลดลงของระดับ LDL-C และอัตราส่วนระหว่างคอเลสเตอรอลรวม และ HDL-C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม LDL-C เป็นไขมันที่บ่งชี้ถึงอัตราเสี่ยงการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด การลดลงของ LDL-C ประมาณ 7.7 มก./ดล. สามารถลดปัจจัยเสี่ยงการเป็นโรคหัวใจได้ร้อยละ 6 หลังจาก 1-2 ปี การเดินที่เหมาะสมในการลดไขมันในเลือด ควรเดินอย่างน้อย 30 นาทีต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์

Buyukyazi (2008) ทำการเปรียบเทียบผลของการเดิน 2 โปรแกรมที่มีความหนักแตกต่างกันที่มีต่อระดับไขมันในเลือดในเพศหญิง อายุระหว่าง 30-55 ปี จำนวน 37 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยการเดินด้วยความหนักร้อยละ 70-75 ของอัตราชีพจรสำรอง และกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยการเดินด้วยความหนักร้อยละ 50-55 ของอัตราชีพจรสำรองเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดย 4 สัปดาห์แรก ใช้ระยะเวลาในการออกกำลังกาย 30,33,36 และ 39 นาที และสัปดาห์ที่ 5-8 ออกกำลังกายเป็นเวลา 42,45,48 และ 51 นาที 5 วันต่อสัปดาห์ ภายหลังการออกกำลังกาย 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม มีการลดลงของน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ร้อยละของไขมันในร่างกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะพบว่าการลดลงของระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม และ LDL-C เฉพาะในกลุ่มที่ออกกำลังกายอย่างหนัก (high intensity) เท่านั้น

ในการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ต่อระดับไขมันในเลือดนั้นมีอยู่เป็นจำนวนมากเมื่อเทียบกับการศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีต่อระดับไขมันในเลือด

บางการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายด้วยแรงต้านส่งผลดีต่อระดับไขมันในเลือด แต่บางการศึกษาพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณการใช้พลังงาน การออกกำลังกายด้วยแรงต้านอาจยังไม่เพียงพอที่จะส่งผลในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของไขมันในเลือดและไลโปโปรตีน อย่างไรก็ตาม การลดลงของไขมันในร่างกาย และการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อภายหลังออกกำลังกายด้วยแรงต้านก็ส่งผลในการลดระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม และLDL-C (Trejo-Gutierrez and Fletcher , 2007)

Prabhakaran *et al.* (1999) ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีต่อระดับไขมันในเลือดในเพศหญิงที่มีสุขภาพดี จำนวน 30 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยแรงต้าน โดยให้ออกกำลังกายที่กล้ามเนื้อแขน ขา ลำตัว และหลังส่วนล่างที่ความหนัก ร้อยละ 85 ของ 1 RM เป็นระยะเวลา 45-50 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 14 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ออกกำลังกาย มีการลดลงของร้อยละของไขมันในร่างกาย ระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม LDL-C อัตราส่วนระหว่างคอเลสเตอรอลรวม และ HDL-C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Fenkci *et al.* (2006) ศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยแรงต้านและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในหญิงอ้วน จำนวน 51 คน ที่ไม่มีการควบคุมอาหาร แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิก ด้วยการเดินเร็ว 15 นาที และปั่นจักรยานอยู่กับที่ ที่ความหนัก ร้อยละ 50-85 ของอัตราชีพจรสำรอง ในเดือนแรก ออกกำลังกายเป็นเวลา 12-15 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ เดือนที่ 2 ออกกำลังกาย 20-30 นาที 4 วันต่อสัปดาห์ และในเดือนที่ 3 ออกกำลังกาย 30-45 นาที 5 วันต่อสัปดาห์ และกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยแรงต้าน โดยฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ แขน ขา หน้าอก ลำตัว รวมทั้งหมด 6 อุปกรณ์ 3 วันต่อสัปดาห์ โดยในสัปดาห์แรก ยกน้ำหนักที่ร้อยละ 40-60 ของ 1RM จำนวน 1 เซตๆละ 10 ครั้ง สัปดาห์ที่ 2 เพิ่มเป็น 2 เซต สัปดาห์ที่ 3 เพิ่มเป็น 3 เซต โดยใช้น้ำหนักเท่าเดิม และตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 – 12 ให้น้ำหนักที่ร้อยละ 75-80 ของ 1 RM จำนวน 3 เซต ภายหลังออกกำลังกาย พบว่า ในกลุ่มที่ออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม มีการลดลงของดัชนีมวลกาย เส้นรอบวงเอว น้ำหนักตัว ความดันโลหิต ระดับน้ำตาลในเลือด ระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม และไตรกลีเซอไรด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการลดลงของ LDL-C และมวลไขมันมีการลดลงเฉพาะกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกเท่านั้น

สรุปได้ว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกสามารถลดระดับไขมันในเลือดได้โดยความหนักที่เหมาะสมอยู่ระหว่างร้อยละ 70-85 ของอัตราชีพจรสำรอง ระยะเวลาของการออกกำลังกาย

แต่ละครั้งไม่น้อยกว่า 30 นาที 5 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยจะพบว่าการออกกำลังกายในคนอ้วนควรมีการปรับความหนัก ระยะเวลาและความถี่ของการออกกำลังกายเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ ส่วนการออกกำลังกายด้วยแรงต้านจะเน้นฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นส่วนใหญ่ ผลของการออกกำลังกายต่อระดับไขมันในเลือดจะใช้เวลาความหนักระดับที่สูงคือ ร้อยละ 75-85 ของ 1RM จำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ไม่น้อยกว่า 12 สัปดาห์จึงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับไขมันในเลือด

จากการศึกษาวิจัยจะพบว่าการออกกำลังกายในคนอ้วนส่วนใหญ่จะเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิก เนื่องจากจะส่งผลดีทั้งน้ำหนักตัวและระดับไขมันในเลือดเป็นส่วนใหญ่ รูปแบบและกิจกรรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน การเดิน จัดเป็นกิจกรรมทางกายที่นิยมมากที่สุดประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นการออกกำลังกายที่มีความปลอดภัย สามารถทำได้ทุกเพศ ทุกวัย ACSM ได้แนะนำการเดินเพื่อสุขภาพว่า ควรเดินอย่างน้อย 30 นาทีต่อวัน ที่ระดับความหนักปานกลาง 4-5 วันต่อสัปดาห์ หรือ 150 นาทีต่อสัปดาห์ งานวิจัยที่ศึกษาผลของการเดินในคนอ้วน กรกฎ และคณะ (2546) ได้ทำการศึกษาผลของโปรแกรมการเดินแบบ 12 Minute Walk test ในคนอ้วนเพศหญิง จำนวน 30 คน ให้กลุ่มตัวอย่างเดินเร็วมากเท่าที่จะทำได้ วันละ 2 ครั้ง ต่อเนื่องกัน 12 นาที เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีน้ำหนักตัวลดลง อัตราส่วนระหว่างรอบเอวและรอบสะโพก (WHR) ลดลง และอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Brill *et al.* (2002) ได้ทำการศึกษาผลของการเดินที่ระยะเวลา 30 และ 60 นาทีต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ ร่วมกับการควบคุมอาหาร ในหญิงที่มีน้ำหนักเกิน ภายหลัง 12 สัปดาห์ พบว่า ทั้งกลุ่มที่ควบคุมอาหารอย่างเดียวและกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยการเดินร่วมกับควบคุมอาหารทั้ง 2 กลุ่ม มีการลดลงของน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ร้อยละของไขมันภายในร่างกาย อัตราส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก ระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม และไตรกลีเซอไรด์ มีการลดลงทั้ง 3 กลุ่ม แต่กลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยการเดิน พบว่า เส้นรอบวงเอว และ LDL-C มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ควบคุมอาหารเพียงอย่างเดียว และกลุ่มที่เดิน 30 นาทีและ 60 นาทีให้ผลไม่แตกต่างกัน จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า โปรแกรมการเดินสามารถช่วยลดความอ้วน และระดับไขมันในเลือด ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ แต่ในกลุ่มที่ออกกำลังกายนานกว่าอาจจะส่งผลดีต่อสุขภาพในระยะยาว

Jakicic *et al.* (2003) ทำการศึกษาผลของการเดินที่มีระยะเวลาและความหนักต่างกัน ในหญิงที่มีน้ำหนักเกินจำนวน 201 คน อายุระหว่าง 21-45 ปีแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มคือกลุ่มที่ 1 ออก

กำลังกายที่มีความหนักมาก ระดับความเหนื่อย (Borg scale) 13-15 เป็นระยะเวลา 200 นาทีต่อสัปดาห์ กลุ่มที่ 2 ออกกำลังกายที่มีความหนักปานกลาง ระดับความเหนื่อย 10-12 เป็นระยะเวลา 300 นาทีต่อสัปดาห์ กลุ่มที่ 3 ออกกำลังกายที่มีความหนักปานกลาง ระดับความเหนื่อย 10-12 เป็นระยะเวลา 200 นาทีต่อสัปดาห์ กลุ่มที่ 4 ออกกำลังกายที่มีความหนักมาก ระดับความเหนื่อย 13-15 เป็นระยะเวลา 150 นาทีต่อสัปดาห์ ทุกกลุ่มออกกำลังกาย 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 เดือน ภายหลังออกกำลังกายพบว่า ทั้ง 4 กลุ่มมีการลดลงของน้ำหนักตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม แต่พบว่าในกลุ่มที่ 1 มีน้ำหนักตัวลดลงมากที่สุด จากการศึกษาผลของระยะเวลาในการออกกำลังกายพบว่า กลุ่มที่ออกกำลังกายนานกว่าหรือเท่ากับ 200 นาทีต่อสัปดาห์จะมีการลดลงของน้ำหนักตัวมากกว่ากลุ่มที่ออกกำลังกาย 150 นาทีต่อสัปดาห์

โดยสรุปแล้วทั้งการออกกำลังกายแบบแอโรบิก และการออกกำลังกายด้วยแรงต้านจะส่งผลต่อการเพิ่มการใช้พลังงาน สามารถลดปริมาณไขมันภายในร่างกายได้ เนื่องจากเพิ่มกระบวนการในการเผาผลาญไขมันเพื่อนำไปใช้เป็นพลังงานได้มากขึ้น รวมทั้งยังส่งผลดีต่อระดับไขมันในเลือด ซึ่งแต่เดิมการออกกำลังกายในคนอ้วนจะนิยมออกกำลังกายแบบแอโรบิกเพียงอย่างเดียว แต่การออกกำลังกายด้วยแรงต้านจะช่วยเพิ่มปริมาณมวลของกล้ามเนื้อ ทำให้ร่างกายเพิ่มความสามารถในการเผาผลาญไขมันในร่างกายได้ดีขึ้น ดังนั้น ถ้ามีการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านน่าจะส่งผลดีต่อคนอ้วนมากกว่าการออกกำลังแบบแอโรบิกเพียงอย่างเดียว

LeMura *et al.* (2000) ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน การออกกำลังกายแบบแอโรบิก และการออกกำลังกายด้วยแรงต้านร่วมกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ในหญิงที่มีสุขภาพดีจำนวน 48 คน อายุเฉลี่ย 20 ปี แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยแรงต้านโดยใช้อุปกรณ์ 3 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดย 2 สัปดาห์แรก ออกกำลังกายที่มีความหนักร้อยละ 60-70 ของ 1 RM จำนวน 2 เซตๆละ 8-10 ครั้งและเพิ่มเป็น 3 เซตในสัปดาห์ที่ 3-16 กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิก ให้ออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ เดินหรือวิ่งบนลู่วิ่ง (treadmill) เป็นเวลา 30 นาที ที่ความหนักร้อยละ 70-75 ของชีพจรสูงสุด จำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ และค่อยๆปรับเพิ่มความหนักเป็นร้อยละ 85 ของอัตราชีพจรสูงสุด เพิ่มระยะเวลาเป็น 45 นาที จำนวน 4 ครั้งต่อสัปดาห์ กลุ่มที่ออกกำลังกายทั้ง 2 อย่างร่วมกันโดยให้ออกกำลังกายด้วยแรงต้านและแบบ แอโรบิกเช่นเดียวกันกับกลุ่มที่ 2 และ 3 แต่ให้ออกกำลังกายชนิดละ 2 วันต่อสัปดาห์ ภายหลังการออกกำลังกาย 16 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิก มีการลดลงของ

ไตรกลีเซอไรด์ มีการเพิ่มขึ้นของ HDL-C และมีการลดลงของร้อยละของไขมันในร่างกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเพียงกลุ่มเดียว ส่วนในกลุ่มอื่นไม่พบการเปลี่ยนแปลงแสดงว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิก สามารถพัฒนาระดับไขมันในเลือดและสัดส่วนของร่างกายไปในทางที่ดีขึ้น ส่วนในกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยแรงต้านและกลุ่มที่ออกกำลังกายทั้ง 2 อย่างร่วมกันไม่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับไขมันในเลือด ทั้งนี้เนื่องจากระดับความหนักของการออกกำลังกายไม่เพียงพอต่อการใช้พลังงานที่จะส่งผลในการเปลี่ยนแปลงระดับไขมันในเลือด

Park *et al.* (2003) ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีต่อไขมันในช่องท้องในหญิงอ้วน จำนวน 30 คน อายุ 40-45 ปี แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิก ให้ออกกำลังกายที่ความหนักร้อยละ 60-70 ของอัตราชีพจรสูงสุด เป็นเวลา 60 นาทีต่อวัน 6 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ และกลุ่มที่ออกกำลังกายทั้ง 2 อย่างร่วมกัน ให้ออกกำลังกายแบบแอโรบิก เช่นเดียวกันแต่เหลือเพียง 3 วันต่อสัปดาห์และออกกำลังกายด้วยแรงต้าน 3 วันต่อสัปดาห์ โดยให้ออกกำลังกายที่ความหนักร้อยละ 60 ของ 1RM ในสัปดาห์ที่ 1-12 และเพิ่มความหนักเป็นร้อยละ 70 ของ 1RM ในสัปดาห์ที่ 13-24 เป็นระยะเวลา 60 นาทีต่อวัน ภายหลังออกกำลังกาย 24 สัปดาห์ พบว่า อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ น้ำหนักตัว ร้อยละของไขมันในร่างกายลดลงในกลุ่มออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่มเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ปริมาณไขมันในช่องท้องและปริมาณไขมันใต้ผิวหนังมีการลดลงในกลุ่มที่ออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม แต่มีการลดลงมากกว่าในกลุ่มที่ออกกำลังกายทั้ง 2 อย่างร่วมกันและยังพบว่าในกลุ่มนี้มีการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อเพียงกลุ่มเดียว ส่วนระดับไขมันในเลือดพบว่าการลดลงของ คอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ LDL-C และมีการเพิ่มขึ้น HDL-C ในกลุ่มที่ออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม แสดงว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านส่งผลดีที่สุดในการพัฒนาสัดส่วนของร่างกาย โดยเฉพาะการลดลงของไขมันในช่องท้องซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่างๆ

ดังนั้นเห็นได้ว่า ผลของการออกกำลังกายสามารถลดระดับไขมันในเลือดได้ เนื่องจากการออกกำลังกายจะช่วยกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ LPL ซึ่งเป็นเอ็นไซม์ที่สลายไลโปโปรตีนที่มีไตรกลีเซอไรด์มาก กลายเป็นไลโปโปรตีนที่มีไตรกลีเซอไรด์น้อยลง ส่งผลให้ระดับไขมันไตรกลีเซอไรด์ในเลือดลดลง รวมทั้งการออกกำลังกายยังเพิ่มระดับของ HDL-C โดยกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ HL ทำให้ prebeta HDL มีการเปลี่ยนไปเป็น alpha HDL เพิ่มขึ้น HDL เป็นไลโปโปรตีนที่ด้านการเกิดหลอดเลือดแดงตีบแข็ง เนื่องจาก HDL ทำหน้าที่ขนย้ายคอเลสเตอรอล

ออกจากผนังหลอดเลือดและมีการขนส่งคอเลสเตอรอล ไปกำจัดที่ตับได้มากขึ้น โดยเฉพาะการขนส่ง LDL-C ซึ่งเป็นไขมันที่ทำให้เกิดหลอดเลือดแดงตีบแข็งและเป็นสาเหตุการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด จึงทำให้ระดับ LDL-C ในเลือดลดลง (Trejo-Gutierrez and Fletcher, 2007)

จากการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่ผ่านมานั้น ยังให้ผลที่แตกต่างกันเนื่องจากมีความแตกต่างกันของโปรแกรมการออกกำลังกายในส่วนของความหนัก ระยะเวลาและความถี่ ดังจะเห็นได้ว่าโปรแกรมการออกกำลังกายของคนอ้วนส่วนใหญ่เป็นแบบแอโรบิกซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเผาผลาญไขมัน ในการออกกำลังกายแต่ละครั้งไม่ควรต่ำกว่า 30 นาที 4-5 วันต่อสัปดาห์ และจากการศึกษาพบว่า โปรแกรมการออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบร่วมกัน มักจะเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกลับกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน โดยถ้าใช้การออกกำลังกายด้วยแรงต้าน แทนการออกกำลังกายแบบแอโรบิก อาจทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบแอโรบิกลดลง ดังนั้น ถ้ามีการออกกำลังกายด้วยแรงต้านร่วมอยู่ในโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกโดยมีการสลับการทำงานของกล้ามเนื้อให้แตกต่างกัน แต่ร่างกายยังคงมีการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง น่าจะส่งผลดีในคนอ้วนทั้งระดับไขมันในร่างกาย ระดับไขมันในเลือด และสัดส่วนของร่างกายดีขึ้น และโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยแรงต้านส่วนใหญ่เป็นโปรแกรมที่เน้นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งต้องใช้ความหนักระดับสูง แต่การออกกำลังกายในคนอ้วนจะเน้นที่การฝึกความทนทานมากกว่า ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในคนที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน เนื่องด้วย การเดินเป็นการออกกำลังกายที่ปลอดภัยเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นออกกำลังกาย และการใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านเป็นการออกกำลังกายที่เสริมสร้างความแข็งแรงและอดทนให้กล้ามเนื้อและมีความสะดวกในการฝึก ซึ่งน่าจะสามารถนำมาใช้เป็นโปรแกรมการออกกำลังกายที่เหมาะสมสำหรับคนที่มีน้ำหนักเกินและอ้วนได้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง
2. สายวัด
3. เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ยี่ห้อ Polar ประเทศฟินแลนด์
4. ชุดอุปกรณ์เจาะเลือดและเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ COBAS INTEGRA บริษัทโรช ไดแอ็กโนติกส์(ประเทศไทย) จำกัด
5. จักรยานนิ่งเอนปั่น รุ่น MAG1500 ยี่ห้อ marathon (ประเทศไทย) จำกัด
6. เครื่องวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง Lange skinfold caliper ประเทศสหรัฐอเมริกา
7. เครื่องวัดแรงเหยียดขา (back and leg dynamometer) ยี่ห้อ Takei Physical fitness test ประเทศญี่ปุ่น
8. เครื่องวัดความอ่อนตัว ยี่ห้อ Takei Physical fitness test ประเทศญี่ปุ่น
9. เครื่องวัดความดันโลหิตอัตโนมัติ ยี่ห้อ Omron ประเทศญี่ปุ่น
10. ใบบันทึกผล

วิธีการ

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ประชาชนที่อยู่ในพื้นที่ตำบลคลองจุกกระเฉด อำเภอมะนัง จังหวัดยะลา มีลักษณะดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า (inclusion criteria)

1. เพศหญิง
2. อายุระหว่าง 26-45 ปี
3. คำนวณมวลกายมากกว่า 23 กิโลกรัมต่อตารางเมตร
4. ไม่ได้ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอเป็นเวลานานน้อยกว่า 3 เดือน (ออกกำลังกายน้อยกว่า 20 นาทีต่อวัน และน้อยกว่า 3 วันต่อสัปดาห์)

เกณฑ์การคัดออก (exclusion criteria)

1. สุนัขหรือ
2. ผู้ที่มีโรคประจำตัวที่อยู่ในระดับรุนแรงจนควบคุมอาการไม่ได้ เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวานที่ควบคุมไม่ได้ โรคหัวใจล้มเหลวหรือมีภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด
3. ผู้ที่รับประทานยาลดไขมัน ยาที่มีผลต่อเมตาบอลิซึมหรือยาลดน้ำหนัก

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้มาจากอาสาสมัครจากประชากรข้างต้น (volunteer random sampling) จำนวน 24 คน แบ่งกลุ่มโดยวิธีจัดเข้ากลุ่ม (randomly assignment) จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 8 คน คือ

กลุ่มควบคุม ปฏิบัติกิจวัตรประจำวันตามปกติ

กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิคร่วมกับการออกกำลังกาย
ด้วยแรงต้าน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิก (ภาคผนวก ค)
2. โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิคร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน
(ภาคผนวก ง)

ขั้นตอนการดำเนินการ

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับทฤษฎีและหลักการจากเอกสาร ตำรา งานวิจัย วิธีการ
และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
2. ขออนุมัติเพื่อทำการศึกษาวิจัยในคน โดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน
โรงพยาบาลเมืองจะเซิงเทรา
3. จัดเตรียมอุปกรณ์และสถานที่ที่จะใช้ในการวิจัย
4. กลุ่มตัวอย่างทุกคน ลงนามในใบยินยอมด้วยความสมัครใจในการทำวิจัยในมนุษย์
และได้รับการอธิบายและคำชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยละเอียด และ
มีความเข้าใจอย่างดี รวมถึงประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัยครั้งนี้
5. กลุ่มตัวอย่างได้ทำการชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดเส้นรอบวงเอว เส้นรอบวงสะโพก
(ภาคผนวก จ2) วัดความดันโลหิตขณะพัก อัตราการเต้นของชีพจรขณะพัก ร้อยละของไขมันโดย
วิธีของ Durnin and Womersley (ภาคผนวก จ3) ทดสอบความอ่อนตัวด้วยวิธี sit and reach
(ภาคผนวก จ4) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยการวัดแรงเหยียดขา (ภาคผนวก จ5) ทดสอบความ
อดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องโดยการนอนยกตัว 1 นาที (ภาคผนวก จ6) วัดอัตราการใช้ออกซิเจน
สูงสุด ด้วยวิธีการของ YMCA (ภาคผนวก จ7) และทำการเจาะเลือดและนำไปวิเคราะห์ที่
ห้องปฏิบัติการของรพ.เมืองจะเซิงเทราเพื่อวิเคราะห์หาระดับไขมันในเลือด ได้แก่ คอเลสเตอรอล

รวม ไตรกลีเซอไรด์ HDL-C โดยใช้หลักการ Enzymatic Colorimetric Assay และระดับ LDL-C โดยใช้หลักการ Homogeneous enzymatic colorimetric assay (ภาคผนวก จ8)

6. นำค่าระดับไขมัน LDL-C ของกลุ่มตัวอย่าง 24 คน ใช้เป็นเกณฑ์แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มๆละ 8 คน ก่อนทำการทดลองโดยใช้วิธีการจัดเข้ากลุ่มแบบง่าย (randomly assignment)

7. ทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึก ดังนี้

กลุ่มควบคุม ให้ปฏิบัติตามกิจวัตรประจำวันตามปกติ

กลุ่มทดลองที่ 1 ทำการออกกำลังกายด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

กลุ่มทดลองที่ 2 ทำการออกกำลังกายด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน

8. กลุ่มทดลองจะทำการฝึกเพื่อเตรียมความพร้อมของร่างกายก่อนเข้าโปรแกรมการฝึกประมาณ 1-สัปดาห์ คำนวณหาชีพจรเป้าหมายในการออกกำลังกาย ตามสูตรของ Karvonen คือ $\text{Target HR} = (\text{HRmax} - \text{HRrest}) \times \text{ร้อยละของความหนัก (ร้อยละ 50-70)} + \text{HR rest}$

9. ทำการวัดเส้นรอบวงเอว เส้นรอบวงสะโพก ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง ทดสอบความอ่อนตัว ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดและทำการเจาะเลือดวิเคราะห์หาระดับไขมันในเลือด ได้แก่ คอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ LDL-C และ HDL-C หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

10. นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบไปวิเคราะห์ผลทางสถิติต่อไป

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. กลุ่มตัวอย่างทุกคนจะได้รับการชี้แจงนำหนัก วัดส่วนสูงและมาคำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย หลังจากนั้นให้นั่งพักประมาณ 5 นาที แล้วทำการวัดความดันโลหิตและชีพจรขณะพักที่แขนขวา (brachial artery) ด้วยเครื่องวัดความดันโลหิตอัตโนมัติ

2. ทำการวัดเส้นรอบวงเอว เส้นรอบวงสะโพกโดยใช้สายวัด และใช้ skinfold caliper วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังที่ด้านขวาทั้ง 4 จุด ได้แก่ biceps, triceps, subscapularis, suprailiac บันทึกความหนาของไขมันทั้ง 4 จุด หน่วยเป็นมิลลิเมตร แล้วมาคำนวณหาค่าร้อยละของไขมันภายในร่างกาย

3. วัดความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อหลังและต้นขาด้านหลังด้วยวิธีการ sit and reach ในท่านั่ง วัดความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ดังนี้ วัดแรงเหยียดขาโดยใช้ back leg dynamometer ทำการวัดอย่างละ 2 ครั้ง บันทึกค่าที่มากที่สุด และทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องโดยการนอนยกตัว 1 นาที (1-minute abdominal curls) หลังจากนั้นให้นั่งพัก 5 นาที

4. วัดอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) โดยใช้จักรยาน ด้วยวิธีการของ YMCA

5. ทำการเจาะเลือดที่ antecubital vein ในช่วงเช้าเวลา 8.00-9.00 น. หลังอดอาหาร ไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ เพื่อวัดระดับไขมันในเลือด ได้แก่ คอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ HDL-C และ LDL-C

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยใช้สถิติดังต่อไปนี้

1. ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ใช้วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก ร้อยละของไขมันใต้ผิวหนัง ความอ่อนตัว ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ HDL-C และ LDL-C

2. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ดัชนีมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก ร้อยละของไขมันใต้ผิวหนัง ความอ่อนตัว ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ HDL-C และ LDL-C ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลอง และ

ภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ โดยใช้ Matched pair t-test กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

3. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนัก คชนิมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก ร้อยละของไขมันใต้ผิวหนัง ความอ่อนตัว ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ HDL-C และ LDL-C ระหว่างกลุ่มก่อนการทดลองและภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ โดยใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way analysis of variance : ANOVA) กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

4. เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว โดยใช้วิธี least significant different method (LSD)

5. ทดสอบการแจกแจงแบบโค้งปกติของข้อมูล โดยใช้สถิติ The Kolmogorov-Smirnov One-Sample Test กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการออกกำลังกายที่เหมาะสมเพื่อลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดในคนอ้วนและคนทั่วไป
2. เพื่อเป็นประโยชน์ในการรักษาและป้องกันการเกิดโรคแทรกซ้อนในคนอ้วน
3. ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่จะทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับรูปแบบการออกกำลังกายในคนอ้วนต่อไป

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้สถานที่บริเวณสถานีนามัยคำบลคลองจุกกระแฉือ อ.เมือง จ.ยะลา
ระยะเวลาในการทำวิจัย ตั้งแต่เดือนกันยายน 2551 — เดือนตุลาคม 2552

ผลและวิจารณ์

ผล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่างหญิงที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน ที่อยู่ในพื้นที่ตำบลคลองจุกกระเฉด อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา อายุระหว่าง 28-43 ปี จำนวน 24 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอาสาสมัคร ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างทุกคนจะได้รับการประเมินภาวะสุขภาพ ทดสอบสมรรถภาพร่างกายทั่วไป และทำการเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการหาค่าระดับไขมันในเลือด คอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ HDL-C และ LDL-C หลังจากนั้นนำค่า LDL-C เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มๆละ 8 คน โดยวิธี randomly assignment แล้วทำการฝึกตามโปรแกรม กลุ่มควบคุมให้ปฏิบัติตามกิจประจำวันตามปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ปฏิบัติภารกิจประจำวันตามปกติควบคู่กับการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิค และกลุ่มทดลองที่ 2 ปฏิบัติภารกิจประจำวันตามปกติควบคู่กับการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน ทำการบันทึกผลค่าระดับไขมันในเลือด คอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ HDL-C และ LDL-C สมรรถภาพทางกายทั่วไป ได้แก่ น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก ร้อยละของไขมันใต้ผิวหนัง ค่าความอ่อนตัว ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อและค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ทดสอบการแจกแจงแบบโค้งปกติของข้อมูลโดยใช้สถิติ The Kolmogorov-Smirnov One-Sample Test กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แล้วนำข้อมูลที่ทำ การบันทึกได้มานำเสนอในรูปแบบของตารางประกอบความเรียง โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแตกต่างของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ตอนที่ 2 แสดงผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับไขมันในเลือด TC TG HDL-C และ LDL-C ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลอง และภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

ตอนที่ 3 แสดงผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ดัชนีมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพกและร้อยละของไขมันใต้ผิวหนัง ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลองและภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

ตอนที่ 4 แสดงผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัว ความแข็งแรง ความอดทนของกล้ามเนื้อและอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลองและภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

ตอนที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าความแตกต่างของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูงของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ตารางที่ 3 แสดงลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

	อายุ (ปี)		น้ำหนัก (กก.)		ส่วนสูง (ซม.)	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มควบคุม	34.63	4.13	65.00	10.58	155.75	7.96
กลุ่มทดลองที่ 1	35.88	3.75	67.63	14.64	155.25	5.12
กลุ่มทดลองที่ 2	35.00	5.31	73.38	13.05	156.88	4.67

จากตารางที่ 3 พบว่ากลุ่มควบคุมมีอายุเฉลี่ย 34.63 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.13 น้ำหนักมีค่าเฉลี่ย 65 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10.58 และส่วนสูงมีค่าเฉลี่ย 155.75 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.96 กลุ่มทดลองที่ 1 มีอายุเฉลี่ย 35.88 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.75 น้ำหนักมีค่าเฉลี่ย 67.63 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.64 และส่วนสูงมีค่าเฉลี่ย 155.25 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.12 กลุ่มทดลองที่ 2 มีอายุเฉลี่ย 35 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.31 น้ำหนักมีค่าเฉลี่ย 73.38 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13.05 และส่วนสูงมีค่าเฉลี่ย 156.88 เซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.67 พบว่า ลักษณะทั่วไปของทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาลักษณะอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างประกอบอาชีพเกษตรกรมากที่สุด เป็นจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 41.66 รองลงมาคืออาชีพรับจ้าง จำนวน 9 คน คิดเป็น

ร้อยละ 37.5 แม่บ้าน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 และอาชีพค้าขายกับครุมีจำนวนเท่ากันคือ
อย่างละ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 4.17

ตอนที่ 2 แสดงผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับไขมันในเลือด TC TG HDL-C และ LDL-C
ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลอง และภายหลังการทดลอง
12 สัปดาห์

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน($\bar{X} \pm S.D.$)ของระดับไขมันในเลือด TC TG
HDL-C และ LDL-C ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ก่อนและ
หลังออกกำลังกาย 12 สัปดาห์

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนออกกำลังกาย	ภายหลัง 12 สัปดาห์
TC (mg/dl)		
กลุ่มควบคุม	206.50 $\pm$ 38.45	209.25 $\pm$ 33.16
กลุ่มทดลองที่ 1	189.13 $\pm$ 19.79	178.13 $\pm$ 19.38 [†]
กลุ่มทดลองที่ 2	199.13 $\pm$ 37.81	174.38 $\pm$ 29.29 [‡]
TG (mg/dl)		
กลุ่มควบคุม	103.63 $\pm$ 68.21	103.63 $\pm$ 44.98
กลุ่มทดลองที่ 1	106.38 $\pm$ 59.72	95.13 $\pm$ 29.70
กลุ่มทดลองที่ 2	103.13 $\pm$ 55.68	105.50 $\pm$ 43.45
HDL-C (mg/dl)		
กลุ่มควบคุม	50.00 $\pm$ 8.05	50.50 $\pm$ 8.38
กลุ่มทดลองที่ 1	52.13 $\pm$ 11.71	55.88 $\pm$ 11.12
กลุ่มทดลองที่ 2	50.70 $\pm$ 9.75	55.75 $\pm$ 12.02
LDL-C (mg/dl)		
กลุ่มควบคุม	144.75 $\pm$ 41.76	145.00 $\pm$ 40.68
กลุ่มทดลองที่ 1	130.50 $\pm$ 23.44	115.88 $\pm$ 18.10 [*]
กลุ่มทดลองที่ 2	141.50 $\pm$ 42.98	117.25 $\pm$ 38.98 [*]

ตารางที่ 4 (ต่อ)

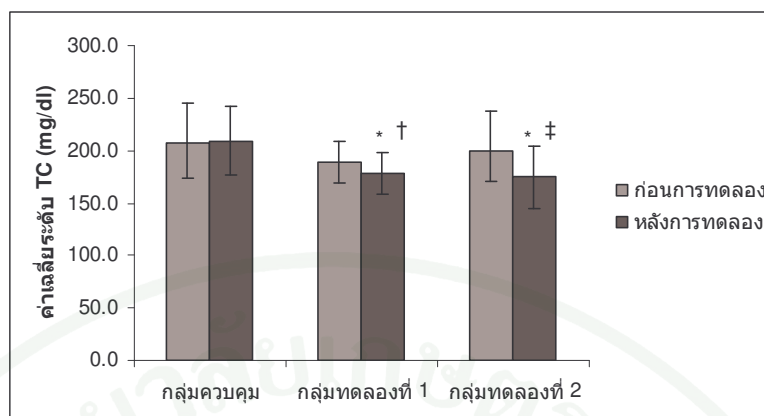
หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยหลังออกกำลังกายแตกต่างจากค่าเฉลี่ยก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < .05$

† ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < .05$

‡ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 2 แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < .05$

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยใช้สถิติ One-way analysis of variance พบว่า กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของระดับไขมันในเลือดคอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ HDL-C และ LDL-C ก่อนการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ภายหลังการออกกำลังกาย 12 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม ระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบภายหลัง โดยวิธี LSD เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม พบว่า กลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของระดับไขมันในเลือดคอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ HDL-C และ LDL-C ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลองและภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ โดยใช้สถิติ Matched pair t-test พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ HDL-C และ LDL-C ภายในกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ภายหลังออกกำลังกาย 12 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม และ LDL-C ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4



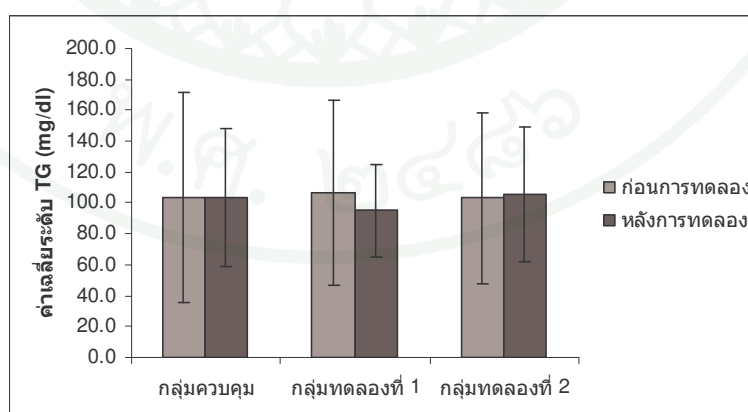
ภาพที่ 1 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยระดับคอเลสเตอรอลรวม ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยหลังออกกำลังกายแตกต่างจากค่าเฉลี่ยก่อนออกกำลังกาย $p < .05$

† ค่าเฉลี่ยหลังออกกำลังกายของกลุ่มที่ 1 แตกต่างจากกลุ่มควบคุม $p < .05$

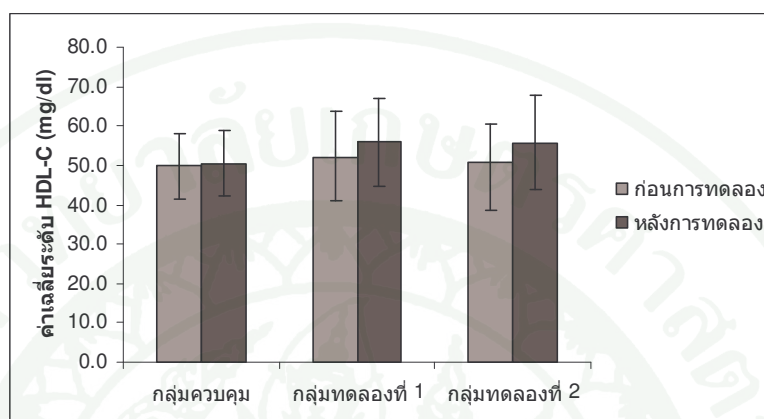
‡ ค่าเฉลี่ยหลังออกกำลังกายของกลุ่มที่ 2 แตกต่างจากกลุ่มควบคุม $p < .05$

จากภาพที่ 1 พบว่า ภายหลังจากการทดลอง 12 สัปดาห์ อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยระดับคอเลสเตอรอลรวม กลุ่มควบคุม เพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 1.33 กลุ่มทดลองที่ 1 และ กลุ่มทดลองที่ 2 ลดลง คิดเป็นร้อยละ 5.81 และ 12.42 ตามลำดับ



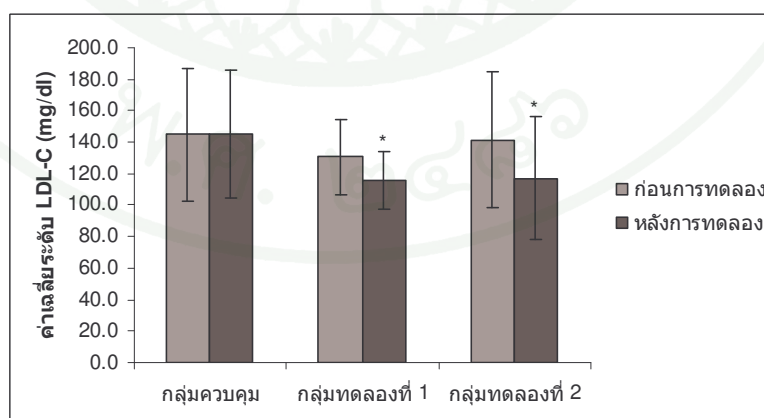
ภาพที่ 2 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยระดับไตรกลีเซอไรด์ ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

จากภาพที่ 2 พบว่า ภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยระดับไตรกลีเซอไรด์ กลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลง กลุ่มทดลองที่ 1 ลดลง คิดเป็นร้อยละ 10.57 และกลุ่มทดลองที่ 2 เพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 2.29



ภาพที่ 3 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยระดับ HDL-C ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

จากภาพที่ 3 พบว่า ภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยระดับ HDL-C กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และ กลุ่มทดลองที่ 2 เพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 1, 7.19 และ 9.85 ตามลำดับ



ภาพที่ 4 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยระดับ LDL-C ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ภาพที่ 4 (ต่อ)

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยหลังออกกำลังกายแตกต่างจากค่าเฉลี่ยก่อนออกกำลังกาย $p < .05$

จากภาพที่ 4 พบว่า ภายหลังจากทดลอง 12 สัปดาห์ อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยระดับ LDL-C ในเลือด กลุ่มควบคุม เพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 0.17 กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ลดลง คิดเป็นร้อยละ 11.24 และ 17.13 ตามลำดับ

ตอนที่ 3 แสดงผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ดัชนีมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพกและร้อยละไขมันใต้ผิวหนัง ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลองและภายหลังจากทดลอง 12 สัปดาห์

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm S.D.$) ของน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพกและร้อยละไขมันใต้ผิวหนัง ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนออกกำลังกายและหลังออกกำลังกาย

ตัวแปร	กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนออกกำลังกาย	ภายหลัง 12 สัปดาห์
น้ำหนัก (กก.)	กลุ่มควบคุม	65.00 $\pm$ 10.58	65.13 $\pm$ 9.84
	กลุ่มทดลองที่ 1	67.63 $\pm$ 14.64	66.31 $\pm$ 14.50
	กลุ่มทดลองที่ 2	73.38 $\pm$ 13.05	71.94 $\pm$ 11.74
ดัชนีมวลกาย (กก./ ตร.ม.)	กลุ่มควบคุม	26.72 $\pm$ 3.55	26.79 $\pm$ 3.22
	กลุ่มทดลองที่ 1	27.85 $\pm$ 4.30	27.32 $\pm$ 4.29
	กลุ่มทดลองที่ 2	29.71 $\pm$ 4.31	29.16 $\pm$ 3.89
เส้นรอบวงเอว (ซม.)	กลุ่มควบคุม	84.43 $\pm$ 8.60	84.25 $\pm$ 9.00
	กลุ่มทดลองที่ 1	86.81 $\pm$ 9.32	86.31 $\pm$ 10.76
	กลุ่มทดลองที่ 2	91.06 $\pm$ 7.92	88.70 $\pm$ 7.41*
WHR	กลุ่มควบคุม	0.83 $\pm$ 0.04	0.82 $\pm$ 0.43
	กลุ่มทดลองที่ 1	0.84 $\pm$ 0.02	0.83 $\pm$ 0.03
	กลุ่มทดลองที่ 2	0.87 $\pm$ 0.06	0.84 $\pm$ 0.05*

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ตัวแปร	กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนออกกำลังกาย	ภายหลัง 12 สัปดาห์
ร้อยละของไขมัน	กลุ่มควบคุม	31.84±6.17	30.55±6.50
ได้ผิวหนัง	กลุ่มทดลองที่ 1	32.38±5.83	29.29± 6.19*
	กลุ่มทดลองที่ 2	34.97±4.51	31.70 ±4.12

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยหลังออกกำลังกายแตกต่างจากค่าเฉลี่ยก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < .05$

จากตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance : ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก ดัชนีมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก และร้อยละของไขมันได้ผิวหนัง ก่อนออกกำลังกาย และหลังออกกำลังกาย ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม พบว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก ดัชนีมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก และร้อยละของไขมันได้ผิวหนัง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทดสอบความแตกต่างภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนออกกำลังกายและภายหลังออกกำลังกาย 12 สัปดาห์ โดยใช้สถิติ Matched pair t-test พบว่า ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก และดัชนีมวลกายของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงเอวและอัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในกลุ่มทดลองที่ 2 และค่าเฉลี่ยร้อยละของไขมันได้ผิวหนังมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในกลุ่มทดลองที่ 1 ดังตารางที่ 5

ตอนที่ 4 แสดงผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัว ความแข็งแรง ความอดทนของกล้ามเนื้อ และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลองและภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน($\bar{X} \pm S.D.$)ของค่าความอ่อนตัว ความแข็งแรง ความอดทนของกล้ามเนื้อและอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนออกกำลังกายและหลังออกกำลังกาย

ตัวแปร	กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนออกกำลังกาย	ภายหลัง 12 สัปดาห์
ความอ่อนตัว (ซม.)	กลุ่มควบคุม	8.25±7.41	9.98±3.93
	กลุ่มทดลองที่ 1	12.30±5.71	18.48±7.92 ^{†‡}
	กลุ่มทดลองที่ 2	8.02±5.86	11.40±5.98 [*]
แรงเหยียดขา (กก.)	กลุ่มควบคุม	70.00±17.80	77.62±10.87
	กลุ่มทดลองที่ 1	72.00±32.57	80.37±30.04
	กลุ่มทดลองที่ 2	84.81±31.21	102.00±29.33 [*]
Curl up (ครั้ง)	กลุ่มควบคุม	6.38±1.40	6.38±6.41
	กลุ่มทดลองที่ 1	8.50±4.07	7.13±6.08
	กลุ่มทดลองที่ 2	6.38±3.46	10.00±5.60 [*]
VO ₂ max (มล./กก./นาที)	กลุ่มควบคุม	24.10±5.92	25.36±6.83
	กลุ่มทดลองที่ 1	23.16±6.42	30.20±8.49 [*]
	กลุ่มทดลองที่ 2	21.27±4.16	29.47±8.98 [*]

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยหลังออกกำลังกายแตกต่างจากค่าเฉลี่ยก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < .05$

† ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < .05$

‡ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 แตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < .05$

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance:ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อและอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนออกกำลังกายระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 6 และเมื่อทดสอบค่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มภายหลังออกกำลังกาย 12 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 6 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบภายหลัง โดยวิธี LSD เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัว พบว่า กลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 แต่กลุ่มควบคุม กับกลุ่มทดลองที่ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

เมื่อทดสอบผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อและอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนออกกำลังกายและภายหลังออกกำลังกาย 12 สัปดาห์ โดยใช้ Matched pair t-test พบว่า ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวภายในกลุ่มของกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยแรงเหยียดขาและความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องภายในกลุ่มของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยแรงเหยียดขาและความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดภายในกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดังตารางที่ 6

วิจารณ์

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลและเปรียบเทียบความแตกต่างผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน โดยทำการทดลองเป็นเวลา 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3-5 วัน ในการวิจัยครั้งนี้จะทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายทั่วไปและทดสอบผลการตรวจเลือดทางห้องปฏิบัติการก่อนการทดลองและทำการทดสอบอีกครั้ง ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 12 ทั้งนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลของระดับไขมันในเลือดคอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ HDL-C และ LDL-C น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก ร้อยละของไขมันได้ผิวหนัง ความอ่อนตัว ความแข็งแรง ความอดทนของกล้ามเนื้อ และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ผู้วิจัยวิจารณ์ผลการทดลองแบ่งเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

1. ระดับไขมันในเลือด
2. สมรรถภาพทางกายทั่วไป

ระดับไขมันในเลือด (Lipid profile)

ในการศึกษาครั้งนี้ศึกษาระดับไขมันในเลือดคอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ HDL-C และ LDL-C จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ภายหลังการฝึก 12 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับคอเลสเตอรอลรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยระดับไตรกลีเซอไรด์ HDL-C และ LDL-C พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 4 และเมื่อเปรียบเทียบระดับค่าเฉลี่ยไขมันในเลือดภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม พบว่า ภายในกลุ่มควบคุมค่าเฉลี่ยระดับคอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ HDL-C และ LDL-C ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยระดับคอเลสเตอรอลรวม และ LDL-C ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยระดับไตรกลีเซอไรด์ และ HDL-C พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ค่าเฉลี่ย HDL-C มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้ง 2 กลุ่ม โดยกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ย HDL-C เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.19 และกลุ่มทดลองที่ 2 เพิ่มขึ้น ร้อยละ 9.85

จากการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มควบคุมปฏิบัติกิจวัตรประจำวันตามปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโปรแกรมออกกำลังกายแบบแอโรบิก และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโปรแกรมออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน แสดงว่า โปรแกรมการออกกำลังกายทั้ง 2 โปรแกรมส่งผลดีต่อระดับไขมันในเลือด โดยภายหลังออกกำลังกาย 12 สัปดาห์ สามารถช่วยลดระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม และ LDL-C ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Buyukyazi (2008) ที่ทำการเปรียบเทียบผลของการเดิน 2 โปรแกรมที่มีความหนักแตกต่างกัน พบว่า กลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยการเดินที่ความหนักร้อยละ 70-75 ของอัตราชีพจรสำรอง มีการลดลงของระดับคอเลสเตอรอลรวม และ LDL-C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ภายหลังการออกกำลังกาย 12 สัปดาห์ ทั้งกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีระดับคอเลสเตอรอลรวม ลดลงต่างจากกลุ่มควบคุม เนื่องจาก ผลของการออกกำลังกายจะช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ที่สลายไขมัน (lipolytic enzyme) ได้แก่ เอนไซม์ไลโปโปรตีนไลเปส (LPL) และเอนไซม์เฮปาทิกไลเปส (HL) การกระตุ้นการทำงานของ LPL ที่กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อไขมัน ทำให้เพิ่มการสลายไตรกลีเซอไรด์ เพื่อนำไปใช้เป็นพลังงานมากขึ้น ส่งผลทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดลดลง และยังเป็นเอนไซม์ที่สลายไลโปโปรตีน ที่มีไตรกลีเซอไรด์มากคือ VLDL ให้เป็นไลโปโปรตีน ที่มีไตรกลีเซอไรด์น้อย จึงทำให้ปริมาณของ VLDL ลดลง ส่งผลทำให้การเปลี่ยนไปเป็น IDL และ LDL ลดลงตามไปด้วย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก (LeMura *et al.*, 2000; Fenkci *et al.*, 2006; Trejo-Gutierrez and Fletcher, 2007) ส่วนเอนไซม์ HL เป็นเอนไซม์ที่เปลี่ยน alpha HDL กลับไปเป็น prebeta HDL การกระตุ้นเอนไซม์ HL จึงทำให้ปริมาณ HDL เพิ่มมากขึ้น prebeta HDL เป็นตัวรับคอเลสเตอรอลจากเซลล์ในอวัยวะต่างๆ ของร่างกายในรูปของ VLDL และ LDL ไปกำจัดที่ตับด้วยกระบวนการ reverse cholesterol transport ดังนั้น การที่ปริมาณ HDL-C สูงขึ้น จึงช่วยลดความเสี่ยง LDL-C ไปทำลายและขับออกทางตับมากขึ้น จากการวิจัยครั้งนี้กลุ่มที่ออกกำลังกายมีระดับ LDL-C ลดลงทั้ง 2 กลุ่ม คอเลสเตอรอลรวมเป็นตัวบอกระดับคอเลสเตอรอลทั้งหมดในเลือด ดังนั้น การที่ระดับ LDL-C มีการลดลงจึงส่งผลให้ระดับคอเลสเตอรอลรวมลดลงต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งถ้าพบว่ามีระดับไขมัน LDL-C และคอเลสเตอรอลรวมมากจะพบความเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดสูง โดยเฉพาะในคนอ้วนจะพบว่ามีระดับไขมัน คอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ และ LDL-C สูงกว่าผู้ที่มีน้ำหนักปกติ

LDL-C เป็นไขมันที่เป็นต้นเหตุของหลอดเลือดแดงตีบแข็ง ทำให้เกิดหลอดเลือดอุดตันได้ง่าย เนื่องจาก LDL-C จะฝังเข้าไปในผนังหลอดเลือดแดง ถ้ามีการสะสมไขมันที่หลอดเลือดแดงมากจะทำให้หลอดเลือดแดงแคบลงและอุดตัน การอุดตันนี้สามารถเกิดขึ้นได้กับหลอดเลือดทั่วๆไป ถ้าเกิดที่หลอดเลือดแดงที่เลี้ยงสมองจะทำให้สมองขาดออกซิเจนทำให้เป็นอัมพาต ถ้าเกิดอุดตันที่หลอดเลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจจะทำให้เกิดโรคหลอดเลือดโคโรนารี (coronary heart disease) นอกจากนี้ ถ้ามีการฉีกขาดของผนังส่วนที่หุ้มไขมันนี้จะทำให้เกิดการหลุดของคราบไขมันเข้าไปในหลอดเลือด ทำให้เกิดการอุดตันของหลอดเลือดเฉียบพลันได้ ส่งผลทำให้เกิดเป็นโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน (acute myocardial infarction) ซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญของการเสียชีวิตอย่างเฉียบพลัน (สิริพร, 2542; วณิช, 2549)

Trejo-Gutierrez and Fletcher (2007) กล่าวว่า การออกกำลังกายส่งผลโดยตรงต่อระดับ HDL-C และไตรกลีเซอไรด์ แต่จะส่งผลทางอ้อมต่อระดับคอเลสเตอรอลรวม และ LDL-C โดยการเพิ่มขึ้นของระดับ HDL-C จะทำให้เพิ่มกระบวนการขนส่งคอเลสเตอรอลจากเนื้อเยื่อเข้าสู่ตับไปทำลายมากขึ้นจึงส่งผลทำให้ระดับคอเลสเตอรอลรวมและ LDL-C ลดลงตามไปด้วย การออกกำลังกายสม่ำเสมอจะสามารถลดระดับไตรกลีเซอไรด์ได้เฉลี่ยร้อยละ 24 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก จากการวิจัยครั้งนี้ระดับไตรกลีเซอไรด์ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ควบคุมทางด้านโภชนาการของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งอาหารที่เรารับประทานส่วนใหญ่ร่างกายเก็บสะสมอยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ และร่างกายสามารถสร้างไตรกลีเซอไรด์ได้เองจากกลูโคสที่ตับ (ศรีสกุล, 2542) รวมทั้งกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มไม่สามารถออกกำลังกายได้ตามโปรแกรมตลอดช่วงเวลาของการวิจัยและระดับของไตรกลีเซอไรด์ ก่อนการทดลองอยู่ในเกณฑ์ที่ดี คือ น้อยกว่า 150 มก./ดล. ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงปกติ จึงทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ไม่ลดลงในกลุ่มทดลองที่ 2 แต่เนื่องจากผลของการออกกำลังกายสม่ำเสมอในกลุ่มทดลองที่ 1 ระดับของไตรกลีเซอไรด์ จึงมีแนวโน้มลดลง สอดคล้องกับ รัตนวดี (2538) กล่าวว่า ผู้ที่ออกกำลังกายสม่ำเสมอไม่ว่าจะอ้วนหรือไม่ก็ตามจะมีระดับไตรกลีเซอไรด์ ในเลือดลดลง และจากการศึกษาของ Fenkci *et al.* (2006) ที่ศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยแรงต้านและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในหญิงอ้วน พบว่า ภายหลัง 12 สัปดาห์ กลุ่มออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม มีระดับคอเลสเตอรอลรวม และไตรกลีเซอไรด์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาของ Stein *et al.* (1990) พบว่า ความหนักของการออกกำลังกายที่ส่งผลเพิ่มระดับ HDL-C ควรไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ของ VO_{2max} ซึ่งทั้งระยะเวลาและความหนักของการออก

กำลังกายเป็นสิ่งสำคัญในการเพิ่มระดับ HDL-C ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ William *et al.* (2002) ที่พบว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายในปริมาณที่มากและมีความหนักสูงที่ร้อยละ 65-80 ของ VO_{2max} เป็นระยะเวลา 8 เดือน จะมีการเพิ่มขึ้นของ HDL-C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Duncan *et al.* (2005) ทำการศึกษาเป็นเวลา 6 เดือน พบว่า ในกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยการเดิน ความหนักที่ร้อยละ 65-75 ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง ความถี่ 5-7 วันต่อสัปดาห์ จะมีการเพิ่มขึ้นของ HDL-C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมทั้งการออกกำลังกายครั้งละนานๆและบ่อยครั้ง สามารถเพิ่มระดับ HDL-C ในเลือดให้สูงขึ้น หน้าที่หลักของ HDL คือ ลำเลียงคอเลสเตอรอลจากเซลล์ต่างๆของร่างกายกลับสู่ตับเพื่อกำจัดออกจากร่างกาย โดยกระบวนการ reverse cholesterol transport การที่ HDL-C สูงขึ้น จะช่วยลำเลียง LDL-C ไปทำลายและขับออกทางตับมากขึ้น จากการวิจัยครั้งนี้ ในการฝึกโปรแกรมแบบแอโรบิกได้มีการกำหนดความหนักร้อยละ 50-70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรองของแต่ละคน โดยมีการเพิ่มความหนัก ระยะเวลา และความถี่ในการฝึกเป็นระยะดังนี้ สัปดาห์ที่ 1-2 กำหนดความหนักร้อยละ 50-55 ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง ระยะเวลา 30 นาทีต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์ สัปดาห์ที่ 3-4 กำหนดความหนักร้อยละ 55-60 ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง ระยะเวลา 30 นาทีต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์ สัปดาห์ที่ 5-8 กำหนดความหนักร้อยละ 60-65 ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง ระยะเวลา 40 นาทีต่อวัน 4 วันต่อสัปดาห์ และในสัปดาห์ที่ 9-12 กำหนดความหนักร้อยละ 65-70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง ระยะเวลา 45 นาทีต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ ซึ่งตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ของการฝึกแบบแอโรบิกนั้น ผู้วิจัยสามารถควบคุมความหนักเฉลี่ยได้ประมาณร้อยละ 55-60 ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง ซึ่งไม่เท่ากับที่กำหนดไว้ในโปรแกรมการฝึก ทั้งนี้ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นคนอ้วนบางคนมีโรคประจำตัว และไม่เคยออกกำลังกายมาก่อนเลย จึงอาจต้องใช้ระยะเวลาในการปรับตัวนาน และจากการศึกษาส่วนใหญ่พบว่าจะใช้เวลาในการศึกษานานมากกว่า 12 สัปดาห์ขึ้นไปจึงจะเห็นผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้จึงเห็นการเปลี่ยนแปลงของระดับ HDL-C ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร แต่มีแนวโน้มว่ากลุ่มออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม มีระดับค่าเฉลี่ย HDL-C เพิ่มขึ้น โดยในกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ย HDL-C เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.19 และกลุ่มทดลองที่ 2 ค่าเฉลี่ย HDL-C เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.85

จากเหตุผลดังกล่าว ผลของการออกกำลังกายจะส่งผลต่อระดับไขมันในเลือดไปในทิศทางที่ดีขึ้นโดยมีการลดลงของคอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ LDL-C และมีการเพิ่มขึ้นของ HDL-C จากการศึกษานี้ พบว่า กลุ่มที่ออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม มีแนวโน้มของระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ LDL-C ลดลง และมีแนวโน้มปริมาณระดับ HDL-C เพิ่มขึ้น

แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจาก ในการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้มีการควบคุมทางด้านโภชนาการ ซึ่งการที่เรารับประทานอาหารประเภทไขมันอิ่มตัวมากจะส่งผลต่อการเพิ่มระดับไขมันในเลือด และจากการวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถควบคุมความหนักในการออกกำลังกายให้ได้ตามโปรแกรม แต่เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีการออกกำลังกายสม่ำเสมอจึงส่งผลให้มีแนวโน้มของระดับไขมันในเลือดในทิศทางที่ดีขึ้น โดยเฉพาะการลดลงของระดับคอเลสเตอรอลรวมและ LDL-C ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคหัวใจและหลอดเลือด ดังนั้น โปรแกรมการออกกำลังกายทั้ง 2 โปรแกรมสามารถนำมาใช้ในคนที่น้ำหนักเกินและคนอ้วนได้ เนื่องจากในคนอ้วนจะพบว่า มีความเสี่ยงสูงที่จะมีไขมันในเลือดผิดปกติ การรักษาโดยทั่วไปได้แก่ การใช้ยาและการควบคุมอาหาร ดังนั้น การออกกำลังกายจึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยทำให้ระดับไขมันในเลือดดีขึ้น สามารถลดการใช้ยาและยังช่วยป้องกันโรคอัมพาต โรคเกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือดได้

สมรรถภาพทางกายทั่วไป

1. สัดส่วนและส่วนประกอบของร่างกาย

ทดสอบค่าน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก และร้อยละของไขมันใต้ผิวหนังของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลองและภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

จากการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ดัชนีมวลกาย ภายหลังการทดลอง ภายในกลุ่มของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงเอว และอัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก ภายหลังการทดลอง ภายในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ในกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงเอวและอัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยร้อยละของไขมันใต้ผิวหนัง ภายหลังการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละของไขมันใต้ผิวหนังมีการลดลงทั้งในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 แต่ในกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละของไขมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 5

การที่ร้อยละของไขมันใต้ผิวหนังมีการลดลงทั้ง 2 กลุ่ม ทั้งนี้เนื่องมาจากการลดลงของปริมาณไขมันภายในร่างกาย ผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกทำให้มีการเพิ่มปริมาณการออกซิเดชันของกรดไขมัน (fatty acid) ทำให้มีการสลายไขมันภายในร่างกายนำไปใช้เป็นพลังงานมากขึ้น การออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นการนำเอาไขมันมาใช้เป็นพลังงาน เพ็ญพิมล (2537) กล่าวว่า พลังงานส่วนใหญ่ในระหว่าง 2-3 นาทีแรกจะได้จากคาร์โบไฮเดรตและเมื่อออกกำลังกายต่อไปจะค่อยๆเปลี่ยนไปใช้ไขมันมากขึ้นระยะเวลาในการออกกำลังกายในการทดลองครั้งนี้มากกว่า 30 นาทีขึ้นไป ซึ่งผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกนี้จะทำให้ร่างกายมีการเผาผลาญไขมันมากขึ้นส่งผลให้ร้อยละของไขมันใต้ผิวหนังลดลง และการที่ค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงเอวในกลุ่มทดลองที่ 2 มีการลดลงนั้น เนื่องมาจากในคนอ้วนบริเวณเอวจะมีการสะสมของไขมันในช่องท้องมาก (abdominal fat) ในกลุ่มทดลองที่ 2 นี้ มีการออกกำลังกายทั้งแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน ซึ่งผลส่วนหนึ่งมาจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิกโดยทำให้ไขมันบริเวณช่องท้องลดลง และจากการฝึกด้วยแรงต้านซึ่งเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อที่มากกว่าปกติ (overload principle) โดยใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านเน้นฝึกความแข็งแรงและทนทานของกล้ามเนื้อ (Endurance training) โดยจากการวิจัยครั้งนี้โปรแกรมการออกกำลังกายเน้นการออกกำลังกายของกล้ามเนื้อหน้าท้องและลำตัว โดยมีการฝึกแบบแรงต้านที่บริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้อง หลังและลำตัว ส่งผลให้กล้ามเนื้อหน้าท้องและลำตัวมีความแข็งแรงและมีขนาดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อบริเวณนี้กระชับ ได้สัดส่วน จึงส่งผลทำให้รอบเอวและอัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพกในกลุ่มทดลองที่ 2 ลดลงมากกว่ากลุ่มทดลองที่ 1

วิชิต (2550) กล่าวว่า การออกกำลังกายลดน้ำหนักตัวได้น้อยกว่าการจำกัดอาหารและเมื่อร่วมกับการจำกัดอาหารก็ทำให้น้ำหนักลดลงไปกว่าการจำกัดอาหารอย่างเดียวไม่มากนัก แต่ความสำคัญของการออกกำลังกายเป็นประจำก็คือ ช่วยลดมวลไขมัน โดยยังคงรักษามวลกล้ามเนื้อไว้ได้ ในขณะที่การจำกัดอาหารอย่างเดียวทำให้ทั้งมวลไขมันและกล้ามเนื้อลดลงไปด้วยกัน จากการทดลองครั้งนี้ น้ำหนักตัวและดัชนีมวลกายไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากการออกกำลังกายจะทำให้มวลไขมันลดลงแต่ผลของการออกกำลังกายทำให้มีการสร้างกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น โดยมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณ actin และ myosin ขนาดของใยกล้ามเนื้อมากขึ้นจึงทำให้น้ำหนักตัวไม่เปลี่ยนแปลงส่งผลให้ค่าดัชนีมวลกายไม่เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ กรกฎ และคณะ (2546) ศึกษาผลของโปรแกรมการเดินในคนอ้วนเพศหญิงภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า การเดินเร็ว 12 นาที วันละ 2 ครั้ง ไม่มีผลต่อค่าดัชนีมวลกาย แต่มีผลลดอัตราส่วนระหว่างเส้นรอบวงเอวและเส้นรอบวงสะโพกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่ง

สอดคล้องกับเจริญ (2542) กล่าวว่า การฝึกความแข็งแรงจะทำให้สัดส่วนของร่างกายดีขึ้นแม้ น้ำหนักตัวจะเท่าเดิม แต่ร้อยละของไขมันในร่างกายลดลง ขณะที่มวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ รูปร่าง ทรวดทรง ได้สัดส่วน กระชับและมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการสะสมของไขมันที่ ช่องท้อง ซึ่งจัดว่าเป็นไขมันที่อันตรายและเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคเบาหวาน โรคไขมันใน เลือดสูง โรคความดันโลหิตสูง ส่งผลให้เกิดการเสียชีวิตด้วยโรคหลอดเลือดหัวใจ หลอดเลือด สมอง และโรคหลอดเลือดแดงส่วนปลายตีตัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Park *et al.* (2003) พบว่า ในกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านจะมีการลดลงของ ไขมันในช่องท้องมากกว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกเพียงอย่างเดียว

สิริพร (2542) แนะนำว่า การกำหนดโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อลดน้ำหนักควรมี ลักษณะต่อเนื่องและเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิก การออกกำลังกายที่ความหนักปานกลาง เป็นเวลานานๆจะเผาผลาญไขมันได้ดีกว่าการออกกำลังกายอย่างหนักเป็นเวลานสั้นๆ โดยคนอ้วน หรือคนที่มีสมรรถภาพของระบบหัวใจและหายใจต่ำ ควรเริ่มออกกำลังกายที่ความหนักร้อยละ 40-50 ของอัตราชีพจรสูงสุด และเลือกชนิดของการออกกำลังกายที่ไม่หนักมาก เช่น เดินสลับวิ่ง เหยาะ และภายหลังการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจนสมรรถภาพทางกายดีขึ้นแล้ว สามารถเพิ่ม ความหนักอยู่ในระดับปานกลางคือ ร้อยละ 50-74 ของอัตราชีพจรสูงสุด ระยะเวลาของการออก กาย 20-60 นาที 3-5 ครั้งต่อสัปดาห์

2. ความอ่อนตัว ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ

ทดสอบค่าความอ่อนตัว แรงเหยียดขา และความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องของกลุ่ม ตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลองและภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่ม ทดลองที่ 2 ภายหลังการฝึก 12 สัปดาห์ พบว่า ค่าความอ่อนตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 โดยพบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าความอ่อนตัวมากกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวภายหลัง การทดลองภายในกลุ่มควบคุม พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ใน กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 ดังตารางที่ 6 ทั้งนี้ เนื่องจากในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 เป็นกลุ่มที่ได้รับ

โปรแกรมออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งในโปรแกรมออกกำลังกายจะประกอบด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อข้อต่อ (stretching exercise) โดยอยู่ในช่วงอบอุ่นและคลายอุ่นร่างกาย การยืดกล้ามเนื้อและข้อต่อเป็นการยืดเอ็นข้อต่อบริเวณ golgi tendon organ ทำให้มีการยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการผ่อนคลายสามารถยืดหยุ่นได้ดีและเคลื่อนไหวได้มากขึ้น ส่วนในกลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าความอ่อนตัวมากกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 เนื่องจากก่อนการออกกำลังกายกลุ่มทดลองที่ 1 มีความอ่อนตัวค่อนข้างสูงมาก ดังนั้นเมื่อได้รับการยืดเหยียดของกล้ามเนื้อจึงทำให้มีความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นได้ง่ายกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 การทดสอบโดยการนั่งงอตัว ซึ่งเป็นการทดสอบความยืดหยุ่นของกลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านหลังและหลังส่วนล่าง ความสำคัญของความยืดหยุ่นอ่อนตัวต่อการดำเนินชีวิตประจำวันคือ ส่งผลดีต่อบุคลิกภาพ เพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหว ส่งเสริมให้เกิดความคล่องแคล่วว่องไว ไม่เกิดการบาดเจ็บได้ง่าย และช่วยบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อ (กองวิทยาศาสตร์การกีฬา, 2546)

เมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยแรงเหยียดขา ภายในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ในกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยแรงเหยียดขาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้อง ภายหลังการทดลอง ภายในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ในกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 6 ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากกลุ่มทดลองที่ 2 ทำการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกแรงต้านกับน้ำหนักหรือเอาชนะแรงต้านทานที่มากระทำต่อร่างกาย ดังนั้น กลุ่มทดลองที่ 2 มีการฝึกแบบใช้แรงต้าน (resistance exercise) จึงเป็นการเพิ่มความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อ เนื่องจากผลของการฝึกจะทำให้เส้นใยของกล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น (hypertrophy) ทำให้ความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อมากขึ้นและรูปแบบของการฝึกแบบแรงต้านนี้ใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านซึ่งมีความหนักไม่มาก แต่มีการทำงานของกล้ามเนื้อต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน ถือว่าเป็นการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนจะทำให้จำนวนไมโทคอนเดรียของเส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวเร็วและช้าเพิ่มขึ้นจำนวนของเส้นเลือดฝอยรอบๆเส้นใยกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้เพิ่มความสามารถทางด้านความอดทนต่อการอ่อนล้าของกล้ามเนื้อ (ภนาวิ, 2542)

เจริญ (2550) กล่าวว่า การออกกำลังกายเพื่อพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงตลอดจนความอดทนของกล้ามเนื้อ สามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ด้วยการฝึกกับความต้านทาน ทั้งที่เป็นการฝึกโดยใช้น้ำหนักตัวหรือการใช้อุปกรณ์ในการฝึก ประโยชน์ของการออกกำลังกายรูปแบบนี้จะส่งผลให้บุคคลนั้นมีความสามารถทางกายเพิ่มขึ้น สามารถที่จะทำงานหรือออกกำลังกายได้โดยไม่เหน็ดเหนื่อยง่าย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความหนาแน่นของกระดูกเพิ่มขึ้น ช่วยป้องกันการเสื่อมสภาพของกระดูกและกล้ามเนื้อ ช่วยป้องกันและลดอาการปวดของกล้ามเนื้อและข้อต่อได้ ซึ่งในโปรแกรมนี้เป็นการออกกำลังกายขั้นพื้นฐานโดยใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน (Basic Body-Weight Exercise) ข้อดีของการฝึกแบบนี้คือ ไม่ต้องใช้เครื่องมือ ประหยัด และสะดวกต่อการฝึก เพราะสามารถปฏิบัติได้ทุกที่จึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นออกกำลังกาย ดังนั้น จึงส่งผลทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องในกลุ่มทดลองที่ 2 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความอดทนของระบบหายใจและไหลเวียนเลือด

จากการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลองและภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มควบคุม พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 6 ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้มีการให้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั้ง 2 กลุ่มการฝึกแบบแอโรบิกหรือการฝึกเกี่ยวกับความอดทนจะทำให้อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าในกลุ่มทดลองที่ 2 จะมีการออกกำลังกายด้วยแรงต้านร่วมด้วยก็ตาม แต่เป็นการใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านซึ่งเน้นความทนทานของกล้ามเนื้อ มีการทำงานของกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่อง โดยสลับกันทำงานในแต่ละกลุ่มกล้ามเนื้อ จึงส่งผลทำให้ค่าเฉลี่ยอัตราการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นทั้ง 2 กลุ่ม สอดคล้องกับ สิริพร (2542) กล่าวว่า การออกกำลังกายที่มีการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่เป็นจำนวนมากและมีการเคลื่อนไหวเป็นจังหวะสม่ำเสมอเป็นเวลานานๆจะช่วยให้การพัฒนาอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ดี โปรแกรมการออกกำลังกายที่มีความหนัก ความถี่ และระยะเวลาของการออกกำลังกายที่เพียงพอจะทำให้อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 5-30 โดยอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะเพิ่มขึ้นมากในคนที่มีความสมรรถภาพร่างกายต่ำและเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในคนที่มีความสมรรถภาพร่างกายสูงอยู่แล้ว

อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด คือ ปริมาณสูงสุดของออกซิเจนที่ร่างกายสามารถใช้ได้ต่อ นาที ซึ่งถูกกำหนดโดยความสามารถของระบบไหลเวียนที่จะนำออกซิเจนไปสู่กล้ามเนื้อที่กำลังทำงาน ดังนั้น อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะขึ้นกับปริมาณเลือดสูบฉีดออกจากหัวใจได้สูงสุดในหนึ่งนาที (maximum cardiac output: max CO) และความแตกต่างสูงสุดระหว่างปริมาณออกซิเจนในเลือดแดงกับเลือดดำผสม (maximum arteriovenous O_2 difference: max. a-v O_2 diff.) ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะทำให้มีการเพิ่มของ max CO เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด จะมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดลดลงเพียงเล็กน้อย แต่การเพิ่มของ cardiac output นั้นเกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของ stroke volume และผลของการฝึกช่วยให้เกิดการปรับตัวโดยจะมีเลือดไปเลี้ยงเซลล์กล้ามเนื้อในขณะที่ออกกำลังกายอยู่นั้นเพิ่มขึ้น และเซลล์กล้ามเนื้อเองก็มีการสร้าง aerobic enzymes มากขึ้นด้วย จึงทำให้มีประสิทธิภาพในการดึงเอาออกซิเจนจากเลือดไปใช้ได้ดีขึ้น จึงส่งผลให้อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น

วีรุพ (2537) กล่าวว่า ความทนทานของหัวใจและปอด คือความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน และถูกกำหนดโดย ความสามารถของปอดที่จะฟอกเลือดดำให้เป็นเลือดแดงซึ่งมีออกซิเจนจับอยู่ ความสามารถสูงสุดของหัวใจหลอดเลือดที่จะส่งเลือดไปสู่เซลล์กล้ามเนื้อ และความสามารถสูงสุดของเซลล์กล้ามเนื้อโดยเอ็นไซม์ที่มีอยู่ในการสกัดเอาออกซิเจนไปใช้ เช่นเดียวกับ เพ็ญพิมล (2537) กล่าวว่า อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด หมายถึง ปริมาณสูงสุดของออกซิเจนที่ร่างกายสามารถใช้ได้ต่อนาทีและเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงขีดความสามารถสูงสุดหรือสมรรถนะของคนในการสร้างพลังงานแบบแอโรบิก ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดความสามารถด้านความทนทานต่อการออกกำลังกายและเป็นที่นิยมใช้กันอย่างมากในการประเมินความสมบูรณ์ในระบบหัวใจและหายใจ ผลของการฝึกความทนทานหรือการฝึกแบบแอโรบิกทำให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลง ความสามารถในการหดตัวของหัวใจเพิ่มขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพการหายใจ ร่างกายสามารถใช้พลังงานจากเมตาบอลิซึมแบบแอโรบิกได้นานขึ้นโดยใช้ไขมันมาเป็นเชื้อเพลิงได้มากขึ้นและทำให้มีการสะสมกรดแลคติกน้อยลงกล้ามเนื้อเปลี่ยนได้ช้าลง

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน ที่มีต่อระดับไขมันในเลือดในหญิงที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน มีอายุระหว่าง 28-43 ปี จำนวน 24 คน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มๆละ 8 คน คือ กลุ่มควบคุม ปฏิบัติกิจวัตรประจำวันตามปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายแบบโรบิกและกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน โดยทำการทดลองเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกและกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน มีค่าเฉลี่ยระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวมต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ในกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิก พบว่า ภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยระดับคอเลสเตอรอลรวม และค่าเฉลี่ยระดับ LDL-C น้อยกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยระดับคอเลสเตอรอลรวม ลดลง 11 มก./ดล. (ร้อยละ5.81) และค่าเฉลี่ยระดับ LDL-C ลดลง 14.62 มก./ดล. (ร้อยละ11.24)

3. ในกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน พบว่า ภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยระดับคอเลสเตอรอลรวม และค่าเฉลี่ยระดับ LDL-C น้อยกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยระดับคอเลสเตอรอลรวม ลดลง 24.75 มก./ดล. (ร้อยละ12.42) และค่าเฉลี่ยระดับ LDL-C ลดลง 24.25 มก./ดล. (ร้อยละ 17.13)

สรุปได้ว่าโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในการวิจัยครั้งนี้ สามารถที่จะส่งผลทำให้ระดับไขมันในเลือดมีการพัฒนาไปในทิศทางที่ดีขึ้นทั้ง 2 กลุ่ม และส่งผลต่อสมรรถภาพความอดทนของหัวใจและความอ่อนตัวให้ดีขึ้น แต่พบว่าในกลุ่มทดลองที่ 2 สามารถทำให้อัตราส่วนรอบ

เอดส์รอบสัปดาห์ลดลงได้ และเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องให้ดีขึ้นตามไปด้วย ซึ่งในคนที่น้ำหนักเกินและอ้วนมักจะพบปัญหาทางสุขภาพอยู่หลายด้านด้วยกัน ดังนั้น โปรแกรมออกกำลังกายที่เหมาะสมควรครอบคลุมสมรรถภาพทางกายด้านสุขภาพทุกด้านเพื่อเป็นการส่งเสริมสุขภาพและป้องกันการเกิดโรคที่ตามมาได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจัดให้มีโปรแกรมควบคุมอาหารและกำหนดเกี่ยวกับโภชนาการร่วมกันขณะทำการวิจัย เนื่องจากอาหารที่มีไขมันอิ่มตัวสูงจะส่งผลโดยตรงต่อระดับไขมันในเลือด
2. การควบคุมและกระตุ้นกลุ่มตัวอย่างให้ออกกำลังกายให้ได้ตามโปรแกรมที่กำหนดตลอดระยะเวลาการวิจัย ทั้งด้านความหนัก ระยะเวลาและความถี่ในการออกกำลังกาย
3. ในการวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นเพศหญิงเท่านั้น จึงควรจะทำการศึกษาในกลุ่มเพศชาย หรือกลุ่มตัวอย่างอื่นนอกจากในคนอ้วน เช่น กลุ่มผู้ป่วยที่มีระดับไขมันในเลือดผิดปกติ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรกฎ เห็นแสงวิไล, สายนที ปรารณาผล และเพชรชัย คำวงษ์. 2546. **ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบ 12 Minute Walk Test ในคนอ้วนเพศหญิง**. ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- กองวิทยาศาสตร์การกีฬา ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย. 2546. **แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายอย่างง่ายของการกีฬาแห่งประเทศไทย**. บริษัท นำไทยมิตรการพิมพ์ (1996) จำกัด, กรุงเทพฯ.
- กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2541. **คำจำกัดความของโรคอ้วน**. อ้างถึงแสงโสม สีนะวัฒน์ และคณะ 2541. Fact sheet ด้านโภชนาการ. 3(5): 1-7.
- กำพล ศรีวัฒนกุล. 2543. **อ้วนไขมัน**. สยาม สปอร์ต ซินดิเคท จำกัด, กรุงเทพฯ
- เจริญ กระบวนรัตน์. 2544. **การฝึกกล้ามเนื้อด้วยการยกน้ำหนัก weight training**. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- _____. 2548. **การออกกำลังกายเพื่อชีวิตและสุขภาพ**. คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (อัดสำเนา)
- _____. 2550. **ยางยืดชีวิตพิชิตโรค**. บริษัท พิมพ์ดี จำกัด, กรุงเทพฯ.
- ชัยชาญ ดีโรจน์วงศ์. 2549. Metabolic Syndrome (โรคอ้วนลงพุง). **สารราชวิทยาลัยอายุรแพทย์ฯ**. 23 (1): 5-17.
- ประณิธิ หงส์ประภาส. 2538. Management of Obesity, น. 133-142. ใน ทวี สิริวงศ์, บรรณาธิการ. **อายุรศาสตร์เชิงปฏิบัติ Focus on Practical Medicine**. ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

พินิจ กุลละวณิชย์. 2550. Practical exercise prescription for healthy and specific population:

healthy individual and obesity, น. 73-77. การประชุมวิชาการเชิงปฏิบัติการเวชศาสตร์

การกีฬา ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์กรุงเทพเวชสาร, กรุงเทพฯ.

เพ็ญพิมล ชัมมรัคคิต. 2537. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย, น. 44-85. ใน วิรุฬ เหล่าเกษม,

บรรณาธิการ. กีฬาเวชศาสตร์. พี.บี. ฟอเรนบุคส์ เซนเตอร์, กรุงเทพฯ.

ภนาธิ พานเพียรศิลป์. 2542. เอกสารประกอบการสอน ตอน สรีรวิทยาระบบกล้ามเนื้อ.

ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

มนต์ชัย ซาลาประวรรตน์. 2539. การดูแลรักษาภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ. น. 162-175. ใน

วิทยา ศรีมาดา, บรรณาธิการ. ตำราอายุรศาสตร์ 1 พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ ยูนิดี
พับลิเคชั่น, กรุงเทพฯ.

_____. 2542. โรคอ้วน, น. 296-311. ใน วิทยา ศรีมาดา, บรรณาธิการ. อายุรศาสตร์แนวใหม่.

พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ ยูนิดี พับลิเคชั่น, กรุงเทพฯ.

_____. 2550. โรคอ้วน, น. 363-371. ใน ชุษณา สวนกระด้าย และกมล แก้วกิตติณรงค์,

บรรณาธิการ. **A Practical Approach in Internal Medicine.** พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

รัตนวดี ณ นคร. 2538. Exercise in Obesity, น. 143-149 ใน ทวี ศิริวงศ์, บรรณาธิการ.

อายุรศาสตร์เชิงปฏิบัติ **Focus on Practical Medicine.** ภาควิชาอายุรศาสตร์
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

วนิดา กิจวรพัฒน์. 2549. เมตะบอลิก ซินโดรม ภัยเงียบที่คุณคาดไม่ถึง. พิมพ์ครั้งที่ 1.

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

วรรณิ นิธิยานันท์. 2550. ปฏิบัติการฝ่าวิกฤตพิชิตอ้วน พิชิตพุง. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัท สุขุมวิทมิ

เดีย มาร์เก็ตติ้ง จำกัด, กรุงเทพฯ.

วิชิต ศุภเมธางกูร. 2550. การออกกำลังกายในภาวะอ้วน. **ธรรมศาสตร์เวชสาร**. 7 (4): 393-400.

วิลโล โอนิเมะศิริ. 2550. Basic and practical metabolism and nutrition, น. 10-13. **การประชุมวิชาการเชิงปฏิบัติการเวชศาสตร์การกีฬา ครั้งที่ 1**. สำนักพิมพ์กรุงเทพ เวชสาร, กรุงเทพฯ.

วีรพันธุ์ โขวิฑูรกิจ. 2550. Genetic cause of dyslipidemia for internists. น. 224-233. ใน ชุมนาสวนกระต่าย และกมล แก้วกิตติรงค์, บรรณาธิการ. **A Practical Approach in Internal Medicine**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ศรันยู สุวรรณอักษร และสุกมัย สุนทรพันธ์. 2546. ความผิดปกติของไขมันในเลือด Dyslipidemia, น. 161-178. ใน วิไลวรรณ วิริยะไชโย, บรรณาธิการ. **Management of Common Disease in Medicine**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอ เอส พรินต์ติ้งเฮาส์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

ศรีสกุล จัตุพร. 2542. เมตาบอลิซึมของลิปิด, น. 147-191. **เมตาบอลิซึมและโภชนาการ**. ภาควิชาเคมี คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2548. **คู่มือแนวทางการดูแลรักษาโรคอ้วน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. ศูนย์สมเด็จพระสังฆราชญาณสังวรเพื่อผู้สูงอายุ, ชลบุรี.

สิริพร ศศิเมณฑกุล. 2542. **การกีฬากับการแพทย์**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุกัญญา วีรวัฒน์กุมพะ. 2542. ลิปิด, น. 127-142. **เมตาบอลิซึมและโภชนาการ**. ภาควิชาเคมี คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุรัสวดี ชื่นชูศักดิ์. 2542. การศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเส้นรอบวงเอวและอัตราส่วนระหว่างเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพกกับระดับไขมันในเลือดในเพศชาย. **วิทยานิพนธ์ปริญญาโท**, มหาวิทยาลัยมหิดล.

อัมพา สุธาธิจำริญ. 2538. Obesity (อ้วน), น. 279-286. ใน หลัคน้อย อุดมเดชประจักษ์ และคณะ, บรรณาธิการ. **Medical Symptomatology (อาการอายุรศาสตร์)**. ชัยเจริญ, กรุงเทพฯ.

Braith, R.W. and K.J. Stewart. 2006. Resistance exercise training its role in the prevention of cardiovascular disease. **Circulation Journal of the American Heart Association**. Available Source: <http://cir.ahajournals.org/cgi/content/full/113/22/2642>, July 9, 2008.

Brill, J.B., A.C. Perry, L. Parker, A. Robinson and K. Burnett. 2002. Does-response effect of walking exercise on weight loss. How much is enough? **International Journal of Obesity**. 26: 1484-1493.

Buyukyazi, G. 2008. The effects of eight-week walking programs of two different intensities on serum lipids and circulating markers of collagen remodeling in humans. **Science & Sports**. Available Source: <http://frame.elsevier.com/direct/SCISPO/2399>, June 15, 2008.

Duncan, G.E., S.D. Anton, S.J. Sydeaman, R.L. Newton, J.A. Corsica, P.E. Durning, T.U. Ketterson, A.D. Martin, M.C. Limacher and M.G. Perri. 2005. Prescribing exercise at varied levels of intensity and frequency: a randomized trial. **Archives of Internal Medicine**. 165: 2362-2369.

Fenkci, S., A. Sarsan, S. Rota and F. Ardic. 2006. Effects of Resistance or Aerobic Exercises on metabolic parameter in obese women who are not on a diet. **Advances in Therapy**. 23 (3): 404-413.

Jakicic, J.M., B.H. Marcus and K.I. Gallagher. 2003. Effect of exercise duration and intensity on weight loss in overweight, sedentary women: a randomized trial. **The journal of the American Medical Association**. 290 (10): 1323-1330.

- Jee,S.H., R.P. Barruso, L.J. Appel, I.I. Suh, E.R. Miller and E. Gallar. 2005. Body mass index and incident ischemic heart disease in south korean men and women. **American Journal of Epidemiology.** 162(1): 42-48.
- Kelly, G.A., K.S. Kelly and Z.V. Tran. 2004. Walking, lipids and lipoproteins: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Prevention Medicine.** 38: 651-661.
- Kraus, W.E., J.A. Houmard, B.D. Duscha, K.J. Knetzger, M.B. Wharton, J.S. McCartney, C.W. Bales, S. Henes, G. P. Samsa, J.D. Otvos, K.R. Kulkarni and C.A. Slentz. 2002. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. **The New England Journal of Medicine.** 347(19): 1483-1492.
- LeMura, L.M., S.P. von Duvillard, J. Andreacci, J.M. Klebez, S.A. Chelland and J. Russo. 2000. Lipid and lipoprotein profiles, cardiovascular fitness, body composition, and diet during and after resistance, aerobic and combination training in young women. **European Journal of Applied Physiology.** 82: 451-458.
- McArdle,W.D., F.I. Katch and V.L. Katch. 2007. **Exercise Physiology: Energy, Nutrition and Humam Performance.** 6th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Maryland.
- Must, A. and N.M. Mckeown. 2008. **The Disease Burden Associated with Overweight and Obesity.** Available Source: <http://www.endotext.org/obesity/index.htm>, Febuary, 2008.
- Park, S.K., J.H. Park, Y.C. Kwon, H.S. Kim, M.S. Yoon and H.T. Park. 2003. The effect of combined aerobic and resistance exercise training on abdominal fat in obese middle-age women. **Journal of physiological anthropology.** 22(3): 129-135.
- Prabhakaran, B., E.A. Dowling, J.D. Branch, D.P. Swain and B.C. Leutholtz. 1999. Effect of 14 weeks of resistance training on lipid profile and body fat percentage in premenopausal women. **British journal of sports medicine.** 33: 190-195.

Ruotolo,G., B.V. Howard and D.C. Robbins. 2003. **Dyslipidemia of Obesity**. Available Source:
<http://www.endotex.org/obesity/index.htm>., April 20, 2003.

Sears,D., G.Fillmore, M. Bui and J. Rodriguez. 2008. Evaluation of gastric bypass patient 1 year after surgery: changes in quality of life and obesity-related conditions. **Obesity Surgery**. June, 20.

Stein, R.A., D.W. Michielli, M.D. Glantz, H. Sardy, A. Cohen and N. Goldberg. 1990. Effects of different exercise training intensities on lipoprotein cholesterol fractions in healthy middle-age men. **American heart journal**. 119: 277-83.

Trejo-Gutierrez, J.F. and G. Fletcher. 2007. Impact of exercise on blood lipids and lipoproteins. **Journal of Clinical Lipidology**. 1: 175-181.

Tsai, J.C., J.C. Liu, C.C. Kao, B.Tomlinson, P.F. Kao, J.W. Chen and P. Chan. 2002. Beneficial effects on blood pressure and lipid profile of programmed exercise training in subjects with white coat hypertension. **The American Journal of Hypertension**. 15: 571-576.

Wing, R.R. and D.F. Tate. 2002. **Behavior Modification for Obesity**. Available Source:
<http://www.endotext.org/obesity/index.htm>., March 22, 2002.

WHO Expert Consultation. 2004. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. **THE LANCET**. 363(9403): 157-63.

World Health Organization. 2005. **Obesity and overweight**. Available Source:
<http://www.WHO.int/dietphysicalactivity/publication/facts/obesity/en/>, February 15, 2005





ภาคผนวก ก
การประเมินสุขภาพ

การประเมินสุขภาพ

1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อสกุล.....อายุ.....ปี
 น้ำหนักกิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร
 การศึกษา
 อาชีพ

2. ข้อมูลทางด้านสุขภาพ

2.1 ประวัติโรคประจำตัว

ไม่มี

มีระบุ

2.2 ประวัติการเจ็บป่วยและการผ่าตัดในอดีต

ไม่มี

มีระบุ

2.3 ประวัติการแพ้ยา

ไม่มี

มีระบุ

2.4 ประวัติการมีไขมันในเลือดสูง

ไม่เคยตรวจ

ไม่มี

มีระบุ

2.5 ประวัติการได้รับยาลดระดับไขมันในเลือด

ไม่มี

มีระบุปีมาแล้ว

2.6 ประวัติครอบครัวเจ็บป่วยเกี่ยวกับโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด

ไม่มี

มีระบุ

2.7 ประวัติการตรวจพบหรือมีความผิดปกติของร่างกาย เช่น เสียงหัวใจเต้นผิดปกติ เจ็บ

แน่นหน้าอก ขากรรไกรหรือหัวไหล่และแขน หัวใจเต้นเร็ว หายใจถี่ เป็นต้น

ไม่เคย

เคยระบุ

3. พฤติกรรมสุขภาพ

ประวัติการออกกำลังกาย

ไม่เคย

เคยระบุนชนิดกีฬา

ประมาณครั้ง/สัปดาห์ ครั้งละ นาที

ประเภทอาหารที่รับประทานเป็นประจำ

ระบุ

ประวัติการสูบบุหรี่

ไม่เคย

เคยระบุ เริ่มสูบบุหรี่เมื่ออายุปี สูบบุหรี่วันละประมาณมวน/วัน

ปัจจุบันเลิกสูบบุหรี่แล้วปี

ประวัติการดื่มแอลกอฮอล์

ไม่เคย

เคยระบุ เริ่มดื่มเมื่ออายุปี ดื่มวันละประมาณแก้ว/วัน

ปัจจุบันเลิกดื่มมาแล้วปี

4. การตรวจร่างกาย (Physical exam)

VITAL SIGN : TC°

HRbpm

RRbpm

BPmmHg

HEENT :

Exception :

CHEST : Cardiac

Lung

Breast

Exception

ABDOMINAL :

Exception :

GENITOURINARY :

Exception :

EXTREMITIES :

Exception :

OTHER :

.....

.....

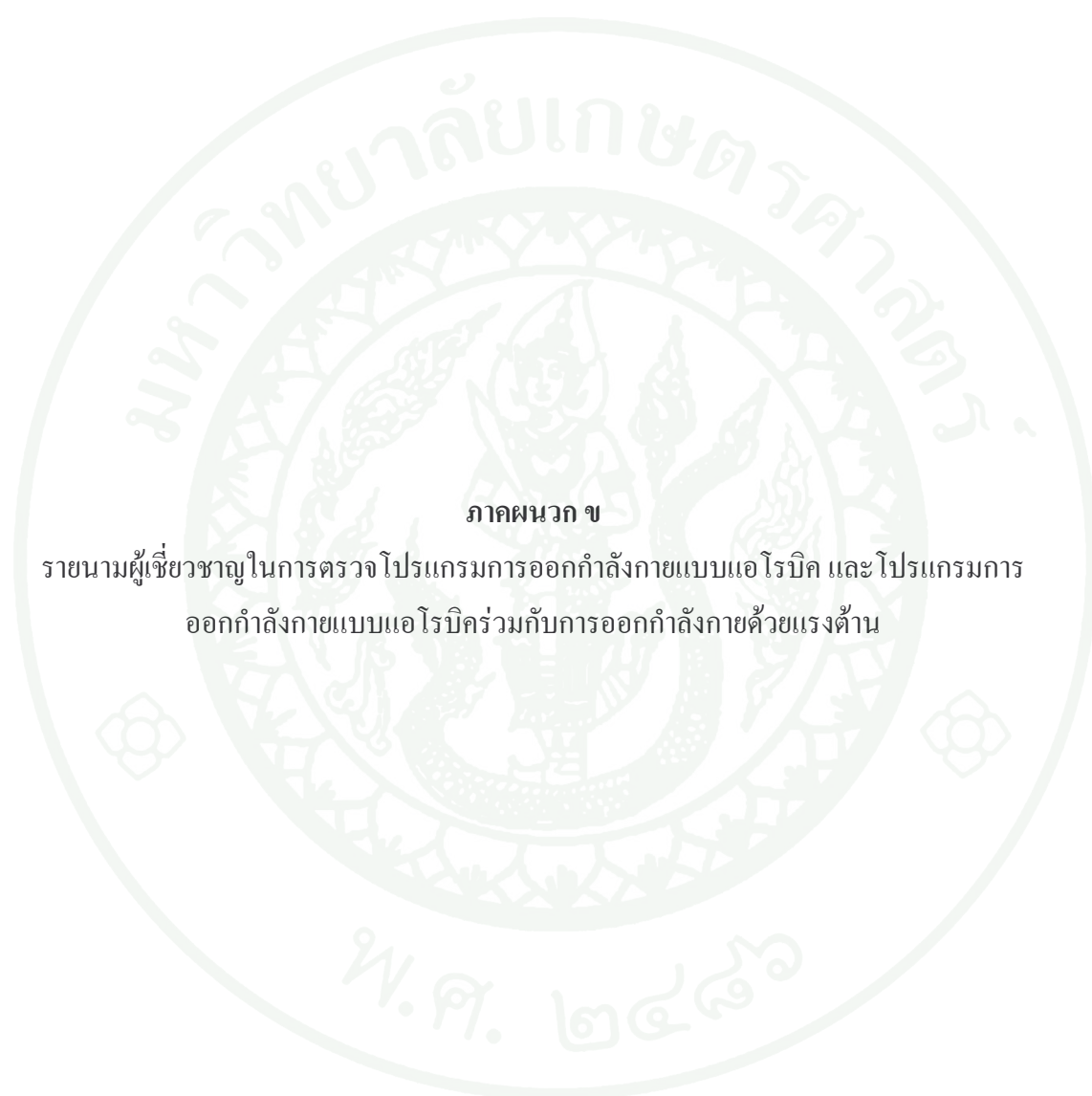
MD/RN Signature:

5. การตรวจทางห้องปฏิบัติการ (Laboratory test)

การตรวจระดับไขมันในเลือด (mg./dl)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
Total Cholesterol		
Triglyceride		
HDL- Cholesterol		
LDL- Cholesterol		

6. การทดสอบสมรรถภาพทางกาย (Physical fitness assessment)

การทดสอบ	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
1. ขนาดของร่างกาย (Anthropometry assessment) ดัชนีมวลกาย (BMI) (กิโลกรัม/ตารางเมตร) เส้นรอบวงเอว (เซนติเมตร) เส้นรอบวงสะโพก (เซนติเมตร) อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อรอบวงสะโพก		
2. ส่วนประกอบของร่างกาย (Body composition) การวัดเปอร์เซ็นต์ไขมัน (skin fold)		
3. ความอ่อนตัว นั่งงอตัว (เซนติเมตร)		
4. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ แรงเหยียดขา (กิโลกรัม)		
5. ความอดทนของกล้ามเนื้อ นอนยกตัว 1 นาที (ครั้ง)		
6. ความอดทนของระบบหายใจและไหลเวียนเลือด สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนโดยวิธี ของ YMCA VO ₂ max (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)		



ภาคผนวก ข

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิค และโปรแกรมการ
ออกกำลังกายแบบแอโรบิคร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิก และโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1. ผศ.ถาวร กมุตศรี | วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา
มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 2. ผศ.อภิสิทธิ์ เทียนทอง | คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 3. น.ส.ชัญญาพร พิทักษ์เสถียรกุล | กลุ่มวิจัยและพัฒนา สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา
กระทรวงท่องเที่ยวและกีฬา |
| 4. อาจารย์สุวัฒน์ จิตรดำรงค์ | คณะสหเวชศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตองครักษ์ |
| 5. นพ.องอาจ ศิริกุลพิสุทธิ์ | กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลเมืองชะเชิงเตรา |



โปรแกรมการฝึกแบบแอโรบิค

สัปดาห์ที่ 1-2

รายการฝึก

ช่วงอบอุ่นร่างกาย 7 นาที

- เดินช้าๆ
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ขา สะโพก หลัง ไหล่ แขน

ช่วงออกกำลังกาย 30 นาที

- เดินเร็วที่ความหนักที่ 50-55% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง

ช่วงคลายอุ่นร่างกาย 10 นาที

- เดินเร็วไปช้า
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ขา สะโพก หลัง ไหล่ แขน

ความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์

สัปดาห์ที่ 3-4

รายการฝึก

ช่วงอบอุ่นร่างกาย 7 นาที

- เดินช้าๆ
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ขา สะโพก หลัง ไหล่ แขน

ช่วงออกกำลังกาย 30 นาที

- เดินเร็วที่ความหนัก 55-60% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง

ช่วงคลายอุ่นร่างกาย 10 นาที

- เดินเร็วไปช้า
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ขา สะโพก หลัง ไหล่ แขน

ความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์

สัปดาห์ที่ 5-8

รายการฝึก

ช่วงอบอุ่นร่างกาย 7 นาที

- เดินช้าๆ
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ขา สะโพก หลัง ไหล่ แขน

ช่วงออกกำลังกาย 40 นาที

- เดินเร็วที่ความหนัก 60-65% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง

ช่วงคลายอุ่นร่างกาย 10 นาที

- เดินเร็วไปช้า
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ขา สะโพก หลัง ไหล่ แขน

ความถี่ 4 ครั้งต่อสัปดาห์

สัปดาห์ที่ 9-12

รายการฝึก

ช่วงอบอุ่นร่างกาย 7 นาที

- เดินช้าๆ
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ขา สะโพก หลัง ไหล่ แขน

ช่วงออกกำลังกาย 45 นาที

- เดินเร็วที่ความหนัก 65-70% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง

ช่วงคลายอุ่นร่างกาย 10 นาที

- เดินเร็วไปช้า
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ขา สะโพก หลัง ไหล่ แขน

ความถี่ 5 ครั้งต่อสัปดาห์

ตารางผนวกที่ ค1 แสดงรายละเอียดโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

สัปดาห์ที่	ความหนัก (HRR)	ระยะเวลา (นาที)			ความถี่ ครั้ง/สัปดาห์
		อบอุ่น	แอโรบิก	คลายอุ่น	
1-2	50-55%	7	30	10	3
3-4	55-60%	7	30	10	3
5-8	60-65%	7	40	10	4
9-12	65-70%	7	45	10	5



ภาคผนวก ง

โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิคร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน

โปรแกรมการฝึกแบบแอโรบิคร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน

สัปดาห์ที่1-2

รายการฝึก

ช่วงอบอุ่นร่างกาย

7 นาที

- เดินช้าๆ
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ขา สะโพก หลัง ไหล่ แขน

ช่วงออกกำลังกายแบบแอโรบิก

12 นาที

- เดินเร็วที่ความหนัก 50-55% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง

ช่วงออกกำลังกายด้วยแรงต้าน

6 นาที

- โดยใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน
- จำนวน 7 ท่า ทำละ 10 ครั้ง พักระหว่างท่า 15 วินาที
- ท่าที่ใช้ฝึก

1. Forward lunge
2. Modified push up
3. Reverse curl up
4. Lower abdominal crunches
5. Back extension
6. Hip extension
7. Side bridge

ช่วงออกกำลังกายแบบแอโรบิก

12 นาที

- เดินเร็วที่ความหนัก 50-55% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง

ช่วงคลายอุ่นร่างกาย

10 นาที

- เดินเร็วไปช้า
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ขา สะโพก หลัง ไหล่ แขน

ความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์

สัปดาห์ที่ 3-4

รายการฝึก

ช่วงอบอุ่นร่างกาย

7 นาที

- เดินช้าๆ
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ขา สะโพก หลัง ไหล่ แขน

ช่วงออกกำลังกายแบบแอโรบิก

10 นาที

- เดินเร็วที่ความหนักที่ 55-60% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง

ช่วงออกกำลังกายด้วยแรงต้าน

10 นาที

- โดยใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน
- จำนวน 7 ท่า ทำละ 20 ครั้ง พักระหว่างท่า 15 วินาที
- ท่าที่ใช้ฝึก

1. Forward lunge
2. Modified push up
3. Reverse curl up
4. Lower abdominal crunches
5. Back extension
6. Hip extension
7. Side bridge

ช่วงออกกำลังกายแบบแอโรบิก

10 นาที

- เดินเร็วที่ความหนักที่ 55-60% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง

ช่วงคลายอุ่นร่างกาย

10 นาที

- เดินเร็วไปช้า
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ขา สะโพก หลัง ไหล่ แขน

ความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์

สัปดาห์ที่ 5-8

รายการฝึก

ช่วงอบอุ่นร่างกาย

7 นาที

- เดินช้าๆ
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ขา สะโพก หลัง ไหล่ แขน

ช่วงออกกำลังกายแบบแอโรบิก

15 นาที

- เดินเร็วที่ความหนัก 60-65% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง

ช่วงออกกำลังกายด้วยแรงต้าน

10 นาที

- โดยใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน
- จำนวน 7 ท่า ทำละ 20 ครั้ง พักระหว่างท่า 15 วินาที
- ท่าที่ใช้ฝึก

1. Forward lunge
2. Modified push up
3. Curl up
4. Lower abdominal crunches
5. Back extension
6. Hip extension
7. Side bridge

ช่วงออกกำลังกายแบบแอโรบิก

15 นาที

- เดินเร็วที่ความหนัก 60-65% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง

ช่วงคลายอุ่นร่างกาย

10 นาที

- เดินเร็วไปช้า
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ขา สะโพก หลัง ไหล่ แขน

ความถี่ 4 ครั้งต่อสัปดาห์

สัปดาห์ที่ 9-12

รายการฝึก

ช่วงอบอุ่นร่างกาย

7 นาที

- เดินช้าๆ
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ขา สะโพก หลัง ไหล่ แขน

ช่วงออกกำลังกายแบบแอโรบิก

20 นาที

- เดินเร็วที่ความหนักที่ 65-70% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง

ช่วงออกกำลังกายด้วยแรงต้าน

10 นาที

- โดยใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน
- จำนวน 7 ท่า ทำละ 20 ครั้ง พักระหว่างท่า 15 วินาที
- ท่าที่ใช้ฝึก

1. Forward lunge
2. Modified push up
3. Reverse curl up
4. Lower abdominal crunches
5. Back extension
6. Hip extension
7. Side bridge

ช่วงออกกำลังกายแบบแอโรบิก

15 นาที

- เดินเร็วที่ความหนัก 65-70% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง

ช่วงคลายอุ่นร่างกาย

10 นาที

- เดินเร็วไปช้า
- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ขา สะโพก หลัง ไหล่ แขน

ความถี่ 5 ครั้งต่อสัปดาห์

ตารางผนวกที่ 1 แสดงรายละเอียดโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิคร่วมกับ
การออกกำลังกายด้วยแรงต้าน

สัปดาห์	ความหนัก (HRR)	ระยะเวลา (นาที)					ความถี่ ครั้ง/สัปดาห์
		อบอุ่น	แอโรบิค	แรงต้านทาน	แอโรบิค	คลายอุ่น	
1-2	50-55%	7	12	6 (ทำละ10ครั้ง)	12	10	3
3-4	55-60%	7	10	10 (ทำละ20ครั้ง)	10	10	3
5-8	60-65%	7	15	10 (ทำละ20ครั้ง)	15	10	4
9-12	65-70%	7	20	10 (ทำละ20ครั้ง)	15	10	5

ช่วงอบอุ่นร่างกาย 7 นาที

เริ่มด้วยการเดินช้าๆ 4 นาที และยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (dynamic stretching) ดังต่อไปนี้

ท่าที่ 1 ยืดกล้ามเนื้อสะบักหลังและต้นแขน



แขนขวาเอื้อมไปทางด้านหลังไหล่ซ้าย ใช้มือซ้ายดันข้อศอกขวาเข้าหาลำตัว ปฏิบัติ 5 ครั้ง ทำสลับข้างในลักษณะเดียวกัน

ท่าที่ 2 ยืดกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง



ยกแขนทั้งสองข้างขึ้นเหนือศีรษะ พับศอกขวาลงด้านหลังศีรษะ มือซ้ายดึงศอกขวาให้เหยียดมาทางซ้าย ปฏิบัติ 5 ครั้ง เปลี่ยนเป็นใช้มือขวาดึงศอกซ้ายในลักษณะเดียวกัน

ท่าที่ 3 ยึดกล้ามเนื้อหน้าอกและต้นแขนด้านหน้า



แขนทั้งสองข้างเหยียดตรง ประสานมือไว้ทางด้านหลังลำตัว เหยียดและยกแขนขึ้นให้ห่างจากลำตัว ปฏิบัติ 5 ครั้ง

ท่าที่ 4 ยึดกล้ามเนื้อลำตัวด้านข้าง



ยืนตัวตรง หลังตรง มือขวาทำเอว เอียงลำตัวไปทางขวาพร้อมกับชูแขนซ้ายขึ้นเหนือศีรษะ ปฏิบัติ 5 ครั้ง ทำสลับข้างในลักษณะเดียวกัน

ท่าที่ 5 ยืดกล้ามเนื้อหลัง



ยืนแยกขา ก้มลำตัวและหลัง เหยียดแขนตรงใช้ปลายนิ้วมือแตะพื้น ปฏิบัติ 5 ครั้ง

ท่าที่ 6 ยืดกล้ามเนื้อสะโพก



ยืนตัวตรง งอเข่าซ้ายขึ้นด้านหน้า มือทั้งสองกอดเข่าชิดอก ปฏิบัติ 5 ครั้ง ทำสลับขาขวาในลักษณะเดียวกัน

ท่าที่ 7 ยึดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า



พับเข่าซ้ายไปทางด้านหลัง มือซ้ายกดที่ปลายเท้าให้ติดกับสะโพก ปฏิบัติ 5 ครั้ง ทำสลับขาขวาในลักษณะเดียวกัน

ท่าที่ 8 ยึดกล้ามเนื้อองสะโพกและน่อง



ยืน วางเท้าขวาด้านหน้าเท้าซ้าย ระยะห่างประมาณ 2 ก้าว งอสะโพกและเข่าขวาพร้อมกับถ่านน้ำหนักไปที่ขาขวาให้ขาซ้ายเหยียดตรงโดยที่เท้าซ้ายวางติดพื้นตลอด ปฏิบัติ 5 ครั้ง ทำสลับขาในลักษณะเดียวกัน

ช่วงออกกำลังกายแบบแอโรบิก

ให้เดินเร็วบนทางราบที่ความหนักและระยะเวลาตามโปรแกรมในแต่ละสัปดาห์ ดังรายละเอียดข้างต้น ควบคุมความหนักในการออกกำลังกายโดยใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจอัตโนมัติ (polar)

ช่วงออกกำลังกายด้วยแรงต้าน

ออกกำลังกายใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน (Bodyweight) ปรับความหนักในแต่ละสัปดาห์ ดังรายละเอียดข้างต้น จำนวน 7 ท่า ดังต่อไปนี้

ท่าที่ 1 Forward lunge

เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อต้นขา

ท่าเริ่มต้น : ยืนก้าวขาไปข้างหน้า 1 ก้าว ขาเหยียดตรง หลังตรง มือเท้าเอวไว้ 2 ข้าง

ท่าปฏิบัติ : ย่อเข่าลงจนต้นขาขนานกับพื้นใช้เวลาประมาณ 3 วินาที เข่าที่อยู่ด้านหน้าไม่เลยปลายเท้า หลังเหยียดตรง จากนั้นเหยียดขาขึ้นกลับมาสู่ท่าเดิมใช้เวลาประมาณ 3 วินาที ปฏิบัติ 10 ครั้ง พัก 15 วินาที ทำสลับขาในลักษณะเดียวกัน



เริ่มต้น



สิ้นสุด

ท่าที่ 2 Modified push up

เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าอกและต้นแขน

ท่าเริ่มต้น : ยืนแยกขา ขาเหยียดตรงหันหน้าเข้าหาผนัง แขนเหยียดตรงทั้ง 2 ข้าง ขนานกับพื้น มือคั่นผนัง

ท่าปฏิบัติ : งอข้อศอกทั้ง 2 ข้าง ไน้มลำตัวเข้าหาผนังให้มากที่สุดใช้เวลาประมาณ 3 วินาที ลำตัวเหยียดตรงอยู่แนวเดียวกับขา ออกแรงดันที่มือให้แขนเหยียดตรงแล้วผลักลำตัวกลับมาสู่ท่าเดิมใช้เวลาประมาณ 3 วินาที ปฏิบัติ 10 ครั้ง



เริ่มต้น



สิ้นสุด

ท่าที่ 3 Reverse curl up

เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนบน

ท่าเริ่มต้น : นั่งชันเข่า เข่าทั้งสองข้างห่างกัน 1 ช่วงไหล่ ลำตัวตรง มือวางที่ไหล่นำด้านตรงข้าม

ท่าปฏิบัติ : เอนตัวลงไปทางด้านหลังและกึ่งน้ำหนักตัวลงพื้นช้าๆ ให้ไหล่และลำตัวสูงจากพื้นประมาณ 1 ฟุตใช้เวลาประมาณ 3 วินาที แล้วดึงลำตัวกลับมาสู่ตำแหน่งเดิมใช้เวลาประมาณ 3 วินาที ปฏิบัติ 10 ครั้ง



เริ่มต้น



สิ้นสุด

ท่าที่ 4 Lower abdominal crunches

เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนล่าง

ท่าเริ่มต้น : นอนหงายชันเข่า 2 ข้าง มือวางแนบลำตัว

ท่าปฏิบัติ : ดึงขาทั้ง 2 ข้างเข้าหาลำตัวในขณะที่เข่าอ 90 องศาใช้เวลาประมาณ 3 วินาที แล้ววางขากลับมาสู่ตำแหน่งเดิมใช้เวลาประมาณ 3 วินาที ปฏิบัติ 10 ครั้ง



เริ่มต้น



สิ้นสุด

ท่าที่ 5 Back extension

เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อหลังส่วนบน

ท่าเริ่มต้น : นอนคว่ำขาเหยียดตรง มือวางข้างลำตัวทั้ง 2 ข้าง

ท่าปฏิบัติ : แอนหลังขึ้นโดยยกไหล่ให้ลอยเหนือพื้น พยายามแอนหลังขึ้นให้มากที่สุดใช้
เวลาประมาณ 2 วินาที หน้าท้อง สะโพกและขาแนบพื้นเบาๆ แล้วกลับมาสู่ตำแหน่งเดิมใช้เวลา
ประมาณ 2 วินาที ปฏิบัติ 10 ครั้ง



เริ่มต้น



สิ้นสุด

ท่าที่ 6 Hip extension

เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกและหลังส่วนล่าง

ท่าเริ่มต้น : นอนคว่ำขาเหยียดตรง มือวางข้างลำตัวทั้ง 2 ข้าง

ท่าปฏิบัติ : เหยียดสะโพกโดยยกขาข้างหนึ่งขึ้นขณะที่ขาเหยียดตรงใช้เวลาประมาณ 2 วินาที หลังจากนั้นวางขาลง กลับมาสู่ท่าเดิมใช้เวลาประมาณ 2 วินาที ปฏิบัติ 10 ครั้ง พัก 15 วินาที ทำสลับขาในลักษณะเดียวกัน



เริ่มต้น



สิ้นสุด

ท่าที่ 7 Side bridge

เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อลำตัวด้านข้าง

ท่าเริ่มต้น : นอนตะแคงเข้า 2 ข้างงอไปข้างหลัง แขนท่อนล่างศอกงอ 90 องศา ข้อศอกอยู่แนวเดียวกับหัวไหล่ ลำตัวเหยียดตรง หัวไหล่ สะโพก และต้นขาอยู่แนวเดียวกัน ลงน้ำหนักที่สะโพกด้านล่าง

ท่าปฏิบัติ : ยกสะโพกให้ลอยพ้นพื้นใช้เวลาประมาณ 2 วินาที แขนด้านบนช่วยดันเล็กน้อย หลังจากนั้นวางสะโพกลงกลับมาสู่ท่าเดิมใช้เวลาประมาณ 2 วินาที ปฏิบัติ 10 ครั้ง พัก 15 วินาที ทำสลับโดยตะแคงตัวอีกด้านในลักษณะเดียวกัน



เริ่มต้น



สิ้นสุด

ช่วงออกกำลังกายแบบแอโรบิก

ให้เดินเร็วที่ความหนักและระยะทางตามโปรแกรมในแต่ละสัปดาห์ ดังรายละเอียดข้างต้น

ช่วงคลายอุ่นร่างกาย 10 นาที

เดินเร็วไปช้า 4 นาที และยืดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ (static stretching) ทำละ 3 ครั้ง ดังต่อไปนี้

ท่าที่ 1 ยืดกล้ามเนื้อสะบักหลังและต้นแขน



แขนขวาเอื้อมไปทางด้านหลังให้ไหล่ซ้ายให้มากที่สุด ใช้มือซ้ายดันข้อศอกขวาเข้าหาลำตัว จนรู้สึกตึงที่ด้านนอกต้นแขนขวา ค้างไว้ 15 วินาที ทำสลับข้างในลักษณะเดียวกัน

ท่าที่ 2 ยืดกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง



ยกแขนทั้งสองข้างขึ้นเหนือศีรษะ พับศอกขวาลงด้านหลังศีรษะ มือซ้ายดึงศอกขวาให้เหยียดมาทางซ้าย ค้างไว้ 15 วินาที เปลี่ยนเป็นใช้มือขวาดึงศอกซ้ายในลักษณะเดียวกัน

ท่าที่ 3 ยึดกล้ามเนื้อน่อง



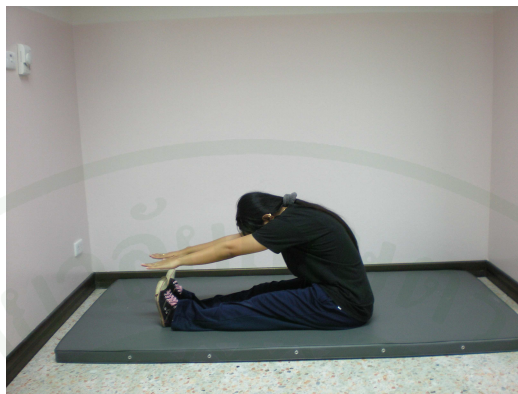
ยืน วางเท้าด้านหน้าเท้าซ้าย งอสะโพกและเข่าขวาทั้งน้ำหนักตัวลงขาขวาให้ขาซ้ายเหยียด พร้อมกับกระดกข้อเท้าซ้ายขึ้น ค้างไว้ 15 วินาที ทำสลับขาขวาในท่าลักษณะเดียวกัน

ท่าที่ 4 ยึดกล้ามเนื้อองสะโพก



ยืน วางเท้าขวาด้านหน้าเท้าซ้าย ระยะห่างประมาณ 2 ก้าว งอสะโพกและเข่าขวาพร้อมกับถ่ายน้ำหนักไปที่ขาขวาให้ขาซ้ายเหยียดตรงโดยที่เท้าซ้ายวางติดพื้นตลอด ค้างไว้ 15 วินาที ทำสลับขาในลักษณะเดียวกัน

ท่าที่ 5 ยึดกล้ามเนื้อหลัง ต้นขาด้านหลัง น่อง



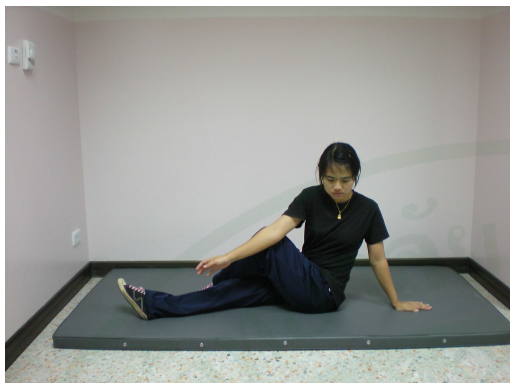
นั่ง ขาทั้ง 2 ข้างเหยียดตรงด้านหน้า ก้มตัวลงให้ปลายมือทั้ง 2 แตะปลายเท้า ค้างไว้ 15 วินาที

ท่าที่ 6 ยึดกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง ต้นขาด้านใน



นั่งลำตัวตรง งอเข่าเข้าด้านในให้ฝ่าเท้าทั้ง 2 ข้างชิดกัน ใช้มือจับที่เท้า ก้มลำตัวลงด้านหน้าค้างไว้ 15 วินาที

ท่าที่ 7 ยืดกล้ามเนื้อสะโพกและลำตัวด้านข้าง



นั่ง ขาขวาเหยียดตรง ชันเข่าซ้าย วางเท้าซ้ายบริเวณด้านนอกต้นขาขวา บิดลำตัว-ไหล่ขวาไปทางซ้าย ใช้ข้อศอกขวาค้นที่ต้นขาซ้ายไปทางขวา ค้างไว้ 15 วินาที แล้วสลับทำขาอีกข้างลักษณะเดียวกัน

ท่าที่ 8 ยืดกล้ามเนื้อหลังและสะโพก



นอนหงายขาขวาเหยียดตรง งอเข่าซ้าย มือทั้ง 2 กดใต้เข่าซ้ายให้ติดหน้าอก ค้างไว้ 15 วินาที แล้วสลับงอขาขวา และงอขาทั้ง 2 ข้างพร้อมกันในลักษณะเดียวกัน ค้างไว้ 15 วินาที



ภาคผนวก จ1
การวัดค่าดัชนีมวลกาย

วัตถุประสงค์ เพื่อชี้วัดถึงความเหมาะสมของขนาดรูปร่างแต่ละคนจากน้ำหนักตัวและส่วนสูง

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง
2. ใบบันทึกผล

วิธีการ

1. ผู้รับการทดสอบยืนในท่าตัวตรงบนเครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง โดยชั่งน้ำหนักตัวในขณะที่สวมเสื้อผ้าบางๆ หน่วยเป็นกิโลกรัมและวัดส่วนสูงโดยไม่สวมรองเท้า หน่วยเป็นเซนติเมตร
2. บันทึกผล

การแปลผล

นำค่าที่ได้จากการชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงไปแทนค่าในสูตร

$$\text{BMI} = \frac{\text{น้ำหนักตัวเป็นกิโลกรัม}}{(\text{ส่วนสูงเป็นเมตร})^2}$$

ภาคผนวก จ2

การวัดเส้นรอบวงเอวและอัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก

วัตถุประสงค์ เพื่อชี้วัดถึงการมีสัดส่วนรูปร่างที่เหมาะสม ปริมาณการสะสมของไขมันบริเวณเอว และท้อง

อุปกรณ์

1. สายวัด
2. ใบบันทึกผล

วิธีการ

1. ผู้รับการทดสอบยืนในท่าตัวตรง
2. ผู้ทำการวัดใช้สายวัด วัดรอบเอวโดยวัดตรงกึ่งกลางระหว่างขอบบนสุดของกระดูกเชิงกรานและขอบล่างสุดของชายโครง ให้สายวัดแนบกับลำตัวให้ระดับของสายวัดที่วัดรอบเอววางอยู่ในแนวนานกับพื้นหน่วยเป็นเซนติเมตร
3. วัดเส้นรอบวงสะโพก ตำแหน่งที่วัดคือส่วนที่นูนที่สุดของสะโพก gluteal protrusion หน่วยเป็นเซนติเมตร

การแปลผล

นำค่าที่ได้จากการวัดไปแทนค่าในสูตร

$$WHR = \frac{\text{เส้นรอบวงเอว (ซ.ม.)}}{\text{เส้นรอบวงสะโพก (ซ.ม.)}}$$

ภาคผนวก จ3

การทดสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง

วัตถุประสงค์ เพื่อวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดความหนาของไขมัน (skinfold caliper)
2. ใบบันทึกผล

วิธีการทดสอบ

ใช้หลักการของ Durnin and Womersley

1. ผู้รับการทดสอบยืนในท่าสบาย
2. ผู้ทำการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง ใช้นิ้วชี้และนิ้วหัวแม่มือจับชั้นของไขมันใต้ผิวหนัง ขณะเริ่มจับให้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ห่างกันประมาณ 1 นิ้ว แล้วบีบเข้าหากัน โดยไม่ให้เนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อติดมาด้วย ตำแหน่งที่ต้องการวัด ได้แก่
 - 2.1 Biceps ตำแหน่งแขนท่อนบนด้านหน้า
 - 2.2 Triceps ตำแหน่งแขนท่อนบนด้านหลัง
 - 2.3 Subscapular ตำแหน่งหลังใต้สะบัก
 - 2.4 Suprailiac ตำแหน่งเอวเหนือสะโพก
3. เพื่อป้องกันไม่ให้กล้ามเนื้อติดมาด้วย เมื่อจับและยกผิวหนังขึ้น จะรู้สึกว่าการดึงหลุดไปจากนิ้วทั้งสอง และใช้นิ้วมือข้างที่เหลือจับ skinfold caliper วางปากคิบบอกหนีบลงตรงกลางของตำแหน่ง
4. อ่านหน้าปัดหลังจากปล่อยให้เครื่องมือกดผิวหนังประมาณ 2 วินาที บันทึกค่าความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

การแปลผล

เปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย (percent body fat) คำนวณได้จากความหนาไขมันใต้ผิวหนัง 4 ตำแหน่ง แล้วนำมาคำนวณหาจากสูตรของ เดอร์นิน และ โวเมอร์สเลย์ (Durnin, J.V.G.A. and J. Womersley, 1974) ดังนี้

สมการคำนวณ % body fat = $[(4.95/\text{density}) - 4.5] \times 100$

โดยค่าความหนาแน่นของร่างกาย (body density)

Body density = $c - m \times \log(\text{sum of four skinfolds})$

ซึ่งค่า c และ m เป็นค่าคงที่ ดังนี้

		อายุ (age; yrs)			
บุรุษ (male)	C	1.1620	1.1631	1.1422	1.1620
	M	0.0630	0.0632	0.0544	0.1700
สตรี (female)	C	1.1549	1.1599	1.1423	1.1333
	M	0.0678	0.0717	0.0632	0.0612

ภาคผนวก จ4

การวัดความอ่อนตัว

วัตถุประสงค์ เพื่อชี้วัดถึงความยืดหยุ่นของกลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านหลัง หลังส่วนล่าง

อุปกรณ์

1. ม้าวัดความอ่อนตัวมีที่ยันเท้า
2. เลื่อย
3. ไบบันทิกผล

วิธีการ

ใช้วิธีการนั่งงอตัว (sit and reach)

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบนั่งเหยียดขาตรงสอดเท้าเข้าได้ม้าวัด โดยเท้าทั้งสองตั้งฉากกับพื้น และชิดกัน ฝ่าเท้าจรดแนบกับที่ยันเท้า เหยียดแขนตรงขนานกับพื้นและค่อยๆ ก้มตัวไปข้างหน้าให้มืออยู่บนม้าวัด จนไม่สามารถก้มได้ต่อไป
2. ให้ปลายนิ้วมือเสมอกันและรักษาระยะทางไว้ได้ 2 วินาทีขึ้นไป ทำการทดสอบ 2 ครั้ง ใช้ค่าที่ดีกว่า

การแปลผล

บันทึกระยะเป็นเซนติเมตร ถ้าเหยียดปลายนิ้วมือเลยปลายเท้าบันทึกค่าเป็นบวก (+) ถ้าไม่ถึงปลายเท้าค่าเป็นลบ (-)

ภาคผนวก จ5

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

แรงเหยียดขา

วัตถุประสงค์ เพื่อวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา

อุปกรณ์

1. Back and leg dynamometer
2. ไบบันทีกผล

วิธีการ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบยืนบนที่วางเท้าของเครื่องมือ
2. ย่อเข่าลงและแยกเข่าออกเล็กน้อย หลังและแขนตรง เข่างอประมาณ 120 องศา
3. จับที่ดิ่งในท่ามือคว่ำเหนือระหว่างเข่าทั้งสอง จัดสายให้พอเหมาะ
4. ออกแรงเหยียดขาให้เต็มที่ ทำ 2 ครั้งใช้ค่าที่มากที่สุด

การแปลผล

บันทีกผลการวัดเป็นกิโลกรัม

ภาคผนวก จ6
การทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อ
นอนยกตัว 1 นาที

วัตถุประสงค์ เพื่อชี้วัดถึงความแข็งแรงอดทนของกลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณท้อง ลำตัว

อุปกรณ์

1. นาฬิกาจับเวลา
2. เสื่อ
3. เทปวัดระยะทาง

วิธีการ

1. นอนหงายกับพื้น ชันเข่าตั้งขึ้น ส้นเท้าทั้งสองห่างจากกันประมาณ 12 นิ้ว
2. เขยียดแขนราบพื้นให้ปลายนิ้วทั้งสองวางชิดพื้น
3. ยกศีรษะและไหล่ขึ้น พร้อมกับเลื่อนปลายนิ้วมือไประยะทาง 3 นิ้ว จากนั้นผ่อนแรงให้ศีรษะไหลลงพื้น แล้วยกขึ้นใหม่
4. ทำต่อเนื่องอย่างถูกต้องและรวดเร็วมากที่สุดภายในเวลา 1 นาที

การแปลผล

บันทึกจำนวนครั้งที่ทำถูกต้องภายใน 1 นาที

ภาคผนวก จ7

แบบทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

อุปกรณ์

1. จักรยานวัดงาน (Bicycle ergometer)
2. นาฬิกาวัดอัตราการเต้นของหัวใจ
3. ใบบันทึกผล

วิธีการทดสอบ

ใช้หลักการของ YMCA

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบขึ้นนั่งบนอานจักรยาน จัดระดับอานให้พอเหมาะ (ขณะที่ถีบขา ยึดสุด แล้วเข้าจะงอเล็กน้อย)
2. ขั้นที่1 ให้ปั่นจักรยานที่ความหนักเท่ากับ 0.5 กิโลกรัม ด้วยความเร็ว 50 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที
3. ปรับเพิ่มความหนักในขั้นที่ 2 ถ้าชีพจรในนาทีที่ 3 ของระดับแรก มีค่า
 - น้อยกว่า 80 ครั้งต่อนาที ให้เพิ่มความหนักในขั้นที่ 2 เป็น 2.5 กิโลกรัม
 - 80-90 ครั้งต่อนาที ให้เพิ่มความหนักในขั้นที่ 2 เป็น 2.0 กิโลกรัม
 - 90-100 ครั้งต่อนาที ให้เพิ่มความหนักในขั้นที่ 2 เป็น 1.5 กิโลกรัม
 - มากกว่า 100 ครั้งต่อนาที ให้เพิ่มความหนักในขั้นที่ 2 เป็น 1.0 กิโลกรัม และให้ปั่นด้วยความเร็ว 50 รอบต่อนาที
4. ปรับความหนักในขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4 ตามน้ำหนักที่กำหนดไว้ดังตารางแถวล่างของความหนักขั้นที่ 2

หมายเหตุ

1. ก่อนและหลังการทดสอบควรมีการ warm up และ cool down
2. จักรยานจะต้องมีเส้นรอบวงเท่ากับ 6 เมตรต่อรอบ
3. ควรจับชีพจร วัดความดันโลหิต และสอบถามความรู้สึกต่อการเหนื่อยและการผิดปกติอื่นๆในแต่ละขั้นของการทดสอบ รวมทั้งในระยะพัก

4. หยุดออกกำลังกายเมื่อชีพจรของผู้ถูกทดสอบมากกว่า 150 ครั้งต่อนาทีในขั้นที่ 3 หรือทำการทดสอบอย่างน้อย 2 ขั้นก็ได้

ขั้นที่ 1	150 kgm/min (0.5 kg)
-----------	-------------------------

ขั้นที่	ชีพจร < 80 bpm	ชีพจร = 80-89 bpm	ชีพจร = 90-100 bpm	ชีพจร > 100
2	750 kgm/min (2.5 kg)	600 kgm/min (2.0 kg)	450 kgm/min (1.5 kg)	300 kgm/min (1.0 kg)
3	900 kgm/min (3.0 kg)	750 kgm/min (2.5 kg)	600 kgm/min (2.0 kg)	450 kgm/min (1.5 kg)
4	1050 kgm/min (3.5 kg)	900 kgm/min (3.0 kg)	750 kgm/min (2.5 kg)	600 kgm/min (2.0 kg)

การแปลผล

วิธีการคำนวณความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) สามารถทำได้โดยใช้การทำนายแบบ multistage model โดยจะใช้อัตราการเต้นหัวใจและปริมาณการใช้ออกซิเจนที่ระดับความหนักของงานที่ทดสอบสองขั้นหรือมากกว่ามาคิดคำนวณ โดยสิ่งแรกที่จะทำคือ ต้องหาค่าความชันของกราฟระหว่างความหนักของงาน (work load) และอัตราการเต้นของหัวใจ (HR) ซึ่งแทนด้วย (b) คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$b = (SM_2 - SM_1) / (HR_2 - HR_1)$$

เมื่อ SM_2 คือ ปริมาณการใช้ออกซิเจนที่ระดับความหนักของงานในขั้นสุดท้ายของการทดสอบ (submaximal work load at stage 2)

SM_1 คือ ปริมาณการใช้ออกซิเจนที่ระดับความหนักของงานในขั้นก่อนที่จะหยุดการทดสอบ (submaximal work load at stage 1)

HR_2 คือ อัตราการเต้นของหัวใจที่ระดับความหนักของงานในขั้นสุดท้ายของการทดสอบ

HR_1 คือ อัตราการเต้นของหัวใจที่ระดับความหนักของงานในขั้นก่อนที่จะหยุดการทดสอบ

โดยวิธีการคำนวณหา SM_1 และ SM_2 ให้เป็นค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนนั้น ให้เลือกใช้สมการของ ACSM (2000) ดังนี้ คือ

$$VO_2 \text{ (ml.min}^{-1}\text{)} = (\text{kgm.min}^{-1} \times 1.8) + (\text{Body weigh (kg)} \times 7)$$

จากนั้นนำค่าความชันของกราฟระหว่างความหนักของงาน (work load) และอัตราการเต้นของหัวใจ (HR) ซึ่งแทนด้วย (b) มาแทนค่าเพื่อหา $VO_{2\text{max}}$ จากสมการต่อไปนี้

$$VO_{2\text{max}} = SM_2 + b(HR_{\text{max}} - HR_2)$$

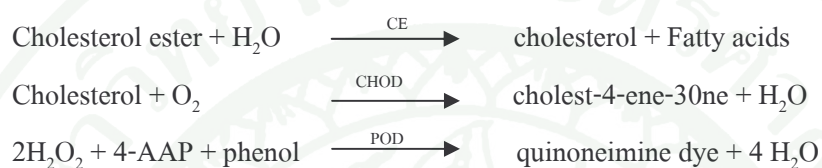
ภาคผนวก จ8

การวิเคราะห์ระดับไขมันในเลือด

1. การตรวจวัดระดับ Cholesterol

หลักการ

น้ำยาตรวจวิเคราะห์ทางเคมีคลินิก ใช้หลักการ Enzymatic Colorimetric โดยตัวอย่างตรวจจะทำปฏิกิริยากับในน้ำยา ตามสมการเคมีดังนี้



ความเข้มของสีแดงจาก quinoneimine dye ที่เกิดขึ้นจะแปรผันตรงกับปริมาณของ Cholesterol ในตัวอย่างตรวจ

การคำนวณ

เครื่อง COBAS INTEGRA ใช้ค่า rate mean value ของ Calibrator เพื่อหา slope และ intercept ของ Calibration curve ค่า Cholesterol ในสิ่งส่งตรวจจะคำนวณจาก curve นี้

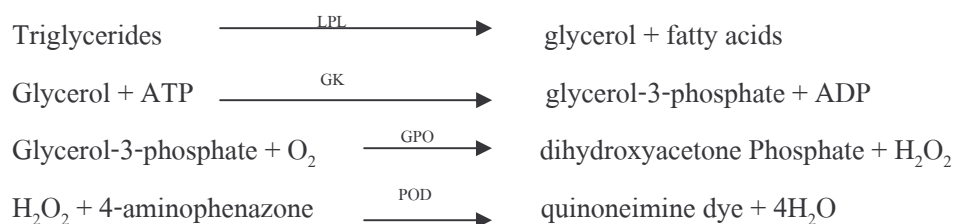
ค่าปกติ

ปกติ	< 200 mg/ dl
ค่อนข้างสูง	200 – 239 mg/ dl
สูง	> 240 mg/ dl

2. การตรวจวัดระดับ Triglyceride

หลักการ

น้ำยาตรวจวิเคราะห์ทางเคมีคลินิก ใช้หลักการ Enzymatic Colorimetric Assay โดยตัวอย่างตรวจจะทำปฏิกิริยาร่วมกับ Glycerol phosphate oxidase และ 4-aminophenazone ในน้ำยา ตามสมการเคมีดังนี้



การคำนวณ

เครื่อง COBAS INTEGRA ใช้ค่า rate mean value ของ Calibrator เพื่อหา slope และ intercept ของ Calibration curve ค่า Triglyceride ในสิ่งส่งตรวจจะคำนวณจาก curve นี้

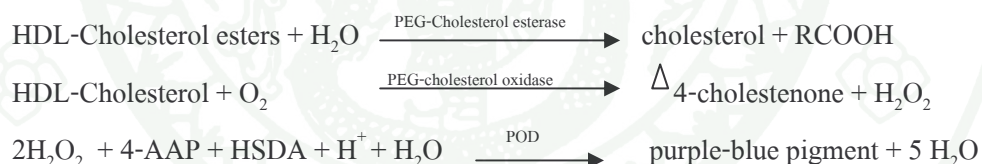
ค่าปกติ

ผู้ใหญ่ < 200 mg/ dl

3. การตรวจวัดระดับ HDL-C

หลักการ

น้ำยาตรวจวิเคราะห์ทางเคมีคลินิก ใช้หลักการ Enzymatic Colorimetric Assay โดยตัวอย่างตรวจจะทำปฏิกิริยากับในน้ำยา ตามสมการเคมีดังนี้



ความเข้มข้นของสีฟ้าจาก blue quinoenimine dye ที่เกิดขึ้นจะแปรผันตรงกับปริมาณของ HDL-Cholesterol ในตัวอย่างตรวจ

การคำนวณ

เครื่อง COBAS INTEGRA ใช้ค่า rate mean value ของ Calibrator เพื่อหา slope และ intercept ของ Calibration curve ค่า HDL-Cholesterol ในสิ่งส่งตรวจจะคำนวณจาก curve นี้

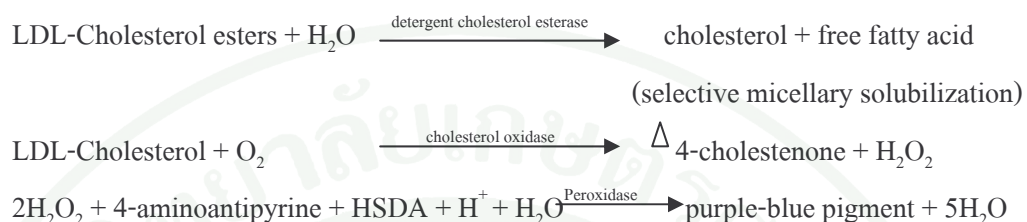
ค่าปกติ

	No risk	Moderate risk	High risk
ผู้หญิง	> 65 mg/ dl	45-65 mg/ dl	< 45 mg/ dl
ผู้ชาย	> 55 mg/ dl	35-55 mg/ dl	< 35 mg/ dl

4. การตรวจวัดระดับ LDL-C

หลักการ

หลักการวิเคราะห์หาค่าหลักการ Homogeneous enzymatic colorimetric assay ตามสมการดังนี้



การคำนวณ

เครื่อง COBAS INTEGRA ใช้ค่า rate mean value ของ Calibrator เพื่อหา slope และ intercept ของ Calibration curve ค่า LDL-Cholesterol ในสิ่งส่งตรวจจะคำนวณจาก curve นี้

ค่าปกติ

Optimal	< 100 mg/ dl
Borderline high risk	130-160 mg/ dl
High risk	> 160 mg/ dl



ภาคผนวก จ
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ๑1 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance : ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของอายุ น้ำหนักและส่วนสูง ก่อนการฝึกของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
อายุ					
ระหว่างกลุ่ม	2	6.583	3.292	0.166	.848
ภายในกลุ่ม	21	416.750	19.845		
รวม	23	423.333			
น้ำหนัก					
ระหว่างกลุ่ม	2	293.583	146.792	0.886	.427
ภายในกลุ่ม	21	3477.750	165.607		
รวม	23	3771.333			
ส่วนสูง					
ระหว่างกลุ่ม	2	11.083	5.542	0.149	.862
ภายในกลุ่ม	21	779.875	37.137		
รวม	23	790.958			

$p < .05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ตารางผนวกที่ ๓2 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance : ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของระดับไขมันในเลือด TC TG HDL-C และ LDL-C ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
TC					
ระหว่างกลุ่ม	2	1216.750	608.375	0.553	.583
ภายในกลุ่ม	21	23105.750	1100.274		
รวม	23	24322.500			
TG					
ระหว่างกลุ่ม	2	49.000	24.500	0.006	.994
ภายในกลุ่ม	21	79242.625	3773.458		
รวม	23	79291.625			
HDL-C					
ระหว่างกลุ่ม	2	18.583	9.292	0.094	.911
ภายในกลุ่ม	21	2080.375	99.065		
รวม	23	2098.958			
LDL-C					
ระหว่างกลุ่ม	2	892.333	446.167	0.323	.727
ภายในกลุ่ม	21	28989.500	1380.452		
รวม	23	29881.83			

$p < .05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ตารางผนวกที่ ๓ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance : ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของระดับไขมันในเลือด TC TG HDL-C และ LDL-C ภายหลังการฝึก 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
TC					
ระหว่างกลุ่ม	2	5864.250	2932.125	3.769	.040*
ภายในกลุ่ม	21	16336.250	777.917		
รวม	23	22200.500			
TG					
ระหว่างกลุ่ม	2	489.083	244.542	0.153	.859
ภายในกลุ่ม	21	33564.750	1598.321		
รวม	23	34053.833			
HDL-C					
ระหว่างกลุ่ม	2	150.583	75.292	0.667	.524
ภายในกลุ่ม	21	2370.375	112.875		
รวม	23	2520.958			
LDL-C					
ระหว่างกลุ่ม	2	4320.583	2160.292	1.850	.182
ภายในกลุ่ม	21	24518.375	1167.542		
รวม	23	28838.958			

$p < .05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ตารางผนวกที่ ๓4 แสดงการเปรียบเทียบภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของระดับไขมันTC ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ภายหลังการฝึก 12 สัปดาห์

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2
		209.25	178.13	174.38
กลุ่มควบคุม	209.25	-	31.12*	34.87*
กลุ่มทดลองที่ 1	178.13	-	-	3.75
กลุ่มทดลองที่ 2	174.38	-	-	-

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < .05$

ตารางผนวกที่ ๓5 แสดงผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของระดับไขมันในเลือด TC TG HDL-C และLDL-C ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลองและภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ โดยใช้ Match pair t-test

กลุ่มตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยระดับไขมันในเลือด (mg/dl)					
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	p
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
TC						
กลุ่มควบคุม	206.50	38.45	209.25	33.16	-0.315	.762
กลุ่มทดลองที่ 1	189.13	19.79	178.13	19.38	7.007	.000*
กลุ่มทดลองที่ 2	199.13	37.81	174.38	29.29	5.575	.001*
TG						
กลุ่มควบคุม	103.63	68.21	103.63	44.98	0.00	1.000
กลุ่มทดลองที่ 1	106.38	59.72	95.13	29.70	0.657	.532
กลุ่มทดลองที่ 2	103.13	55.68	105.50	43.45	-0.247	.812
HDL-C						
กลุ่มควบคุม	50.00	8.05	50.50	8.38	-1.00	.351
กลุ่มทดลองที่ 1	52.13	11.71	55.88	11.12	-1.357	.217
กลุ่มทดลองที่ 2	50.75	9.75	55.75	12.02	-2.105	.073
LDL-C						
กลุ่มควบคุม	144.75	41.76	145.00	40.68	-0.070	.946
กลุ่มทดลองที่ 1	130.50	23.44	115.88	18.10	4.424	.003*
กลุ่มทดลองที่ 2	141.50	42.98	117.25	38.98	3.970	.005*

p < .05 ($t_7 = 2.365$)

ตารางผนวกที่ ๓6 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance : ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก คชนิมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก และเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
น้ำหนัก					
ระหว่างกลุ่ม	2	293.583	146.792	0.886	.427
ภายในกลุ่ม	21	3477.750	165.607		
รวม	23	3771.333			
BMI					
ระหว่างกลุ่ม	2	36.463	18.232	1.098	.352
ภายในกลุ่ม	21	348.544	16.597		
รวม	23	385.007			
เส้นรอบวงเอว					
ระหว่างกลุ่ม	2	180.250	90.125	1.209	.318
ภายในกลุ่ม	21	1565.406	74.543		
รวม	23	1745.656			
WHR					
ระหว่างกลุ่ม	2	.006	.003	1.546	.236
ภายในกลุ่ม	21	.044	.002		
รวม	23	.050			
%Body fat					
ระหว่างกลุ่ม	2	44.957	22.479	0.728	.495
ภายในกลุ่ม	21	648.673	30.889		
รวม	23	693.630			

$p < .05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ตารางผนวกที่ ๗ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance : ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก คชณิมาตรกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก และเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง ภายหลังการฝึก 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
น้ำหนัก					
ระหว่างกลุ่ม	2	211.896	105.948	0.714	.501
ภายในกลุ่ม	21	3116.063	148.384		
รวม	23	3327.958			
BMI					
ระหว่างกลุ่ม	2	24.809	12.405	0.846	.443
ภายในกลุ่ม	21	307.957	14.665		
รวม	23	332.766			
เส้นรอบวงเอว					
ระหว่างกลุ่ม	2	81.188	40.594	0.483	.623
ภายในกลุ่ม	21	1763.969	83.999		
รวม	23	1845.156			
WHR					
ระหว่างกลุ่ม	2	.001	.001	0.318	.731
ภายในกลุ่ม	21	.041	.002		
รวม	23	.043			
%Body fat					
ระหว่างกลุ่ม	2	23.328	11.664	0.358	.703
ภายในกลุ่ม	21	684.184	32.580		
รวม	23	707.512			

$p < .05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ตารางผนวกที่ ๗8 แสดงผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก ดัชนีมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอวต่อเส้นรอบวงสะโพก และเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลองและภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ โดยใช้ Match pair t-test

ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ดัชนีมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอว ต่อเส้น รอบวงสะโพก และเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง						
กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	p
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
น้ำหนัก (กก.)						
กลุ่มควบคุม	65.00	10.58	65.13	9.84	-0.323	.756
กลุ่มทดลองที่ 1	67.63	14.64	66.31	14.50	1.927	.095
กลุ่มทดลองที่ 2	73.38	13.05	71.94	11.74	1.496	.178
BMI (kg/m ²)						
กลุ่มควบคุม	26.72	3.55	26.79	3.22	-0.387	.711
กลุ่มทดลองที่ 1	27.85	4.30	27.32	4.29	2.022	.083
กลุ่มทดลองที่ 2	29.71	4.31	29.16	3.89	1.441	.193
เส้นรอบวงเอว (ซม.)						
กลุ่มควบคุม	84.43	8.60	84.25	9.00	0.217	.835
กลุ่มทดลองที่ 1	86.81	9.32	86.31	10.76	0.450	.666
กลุ่มทดลองที่ 2	91.06	7.92	88.75	7.41	2.948	.021*
WHR						
กลุ่มควบคุม	0.83	0.04	0.82	0.43	0.329	.752
กลุ่มทดลองที่ 1	0.84	0.02	0.83	0.03	1.193	.272
กลุ่มทดลองที่ 2	0.87	0.06	0.84	0.05	2.582	.036*

ตารางผนวกที่ ๘ (ต่อ)

กลุ่มตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ดัชนีมวลกาย เส้นรอบวงเอว อัตราส่วนเส้นรอบวงเอว ต่อเส้น รอบวงสะโพก และเปอร์เซ็นต์ไขมันได้ผิวหนัง					
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	p
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
% Body fat						
กลุ่มควบคุม	31.84	6.17	30.55	6.50	1.049	.329
กลุ่มทดลองที่ 1	32.38	5.83	29.29	6.19	2.391	.048*
กลุ่มทดลองที่ 2	34.97	4.51	31.70	4.12	1.913	.097

p < .05 ($t_7 = 2.365$)

ตารางผนวกที่ ๗ แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance : ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อและอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ความอ่อนตัว					
ระหว่างกลุ่ม	2	93.166	46.583	1.144	.338
ภายในกลุ่ม	21	855.184	40.723		
รวม	23	948.350			
แรงเหยียดขา					
ระหว่างกลุ่ม	2	1033.521	516.760	0.659	.528
ภายในกลุ่ม	21	16466.969	784.141		
รวม	23	17500.490			
curl up					
ระหว่างกลุ่ม	2	24.083	12.042	1.183	.326
ภายในกลุ่ม	21	213.750	10.179		
รวม	23	237.833			
VO₂max					
ระหว่างกลุ่ม	2	33.268	16.634	0.532	.595
ภายในกลุ่ม	21	656.729	31.273		
รวม	23	689.997			

$p < .05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ตารางผนวกที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว(one-way analysis of variance : ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อและอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ภายหลังการฝึก 12 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ความอ่อนตัว					
ระหว่างกลุ่ม	2	331.563	165.782	4.363	.026*
ภายในกลุ่ม	21	797.966	37.998		
รวม	23	1129.530			
แรงเหยียดขา					
ระหว่างกลุ่ม	2	2851.583	1425.792	2.273	.128
ภายในกลุ่ม	21	13171.250	627.202		
รวม	23	16022.833			
curl up					
ระหว่างกลุ่ม	2	58.583	29.292	0.802	.462
ภายในกลุ่ม	21	766.750	36.512		
รวม	23	825.333			
VO₂max					
ระหว่างกลุ่ม	2	108.638	54.319	0.816	.456
ภายในกลุ่ม	21	1397.940	66.569		
รวม	23	1506.578			

$p < .05$ ($F_{2,21} = 3.47$)

ตารางผนวกที่ ๑๑ แสดงการเปรียบเทียบภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของความ
อ่อนตัวของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ภายหลังการฝึก 12 สัปดาห์

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2
		9.98	18.48	11.41
กลุ่มควบคุม	9.98	-	-8.50*	-1.43
กลุ่มทดลองที่ 1	18.48	-	-	7.07*
กลุ่มทดลองที่ 2	11.41	-	-	-

หมายเหตุ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < .05$

ตารางผนวกที่ 12 แสดงผลความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อและอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลองและภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ โดยใช้ Match pair t-test

กลุ่มตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อและอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด				t	p
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
ความอ่อนตัว (ซม.)						
กลุ่มควบคุม	8.25	7.41	9.98	3.93	-0.805	.447
กลุ่มทดลองที่ 1	12.31	5.71	18.48	7.92	-2.826	.026*
กลุ่มทดลองที่ 2	8.02	5.86	11.41	5.98	-3.121	.017*
แรงเหยียดขา (กก.)						
กลุ่มควบคุม	70.00	17.80	77.62	10.87	-1.777	.119
กลุ่มทดลองที่ 1	72.00	32.57	80.37	30.04	-2.313	.054
กลุ่มทดลองที่ 2	84.81	31.21	102.00	29.33	-2.455	.044*
curl up (ครั้ง)						
กลุ่มควบคุม	6.38	1.40	6.38	6.41	0.000	1.000
กลุ่มทดลองที่ 1	8.50	4.07	7.13	6.08	0.528	.614
กลุ่มทดลองที่ 2	6.38	3.46	10.00	5.60	-2.688	.031*
VO ₂ max (ml/kg/min)						
กลุ่มควบคุม	24.10	5.92	25.36	6.83	-1.484	.181
กลุ่มทดลองที่ 1	23.16	6.42	30.20	8.49	-4.158	.004*
กลุ่มทดลองที่ 2	21.27	4.16	29.47	8.98	-2.425	.046*

p < .05 ($t_7 = 2.365$)



ภาคผนวก ข
ใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ใบยินยอมเข้าร่วมทำการวิจัย

ด้วยข้าพเจ้านางสาวสิรินทร กัณหา ปฏิบัติงานนักกายภาพบำบัด ที่โรงพยาบาลเมืองฉะเชิงเทรา ขณะนี้กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาโท (ภาคพิเศษ) สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีความประสงค์ที่จะเก็บข้อมูลเพื่อประกอบการศึกษาในการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง ผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิคร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีต่อระดับไขมันในเลือดในคนอ้วน เนื่องจากคนอ้วนจะมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมากกว่าคนที่น้ำหนักปกติ โดยเฉพาะการมีระดับไขมันในเลือดสูง ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือดแต่เป็นปัจจัยเสี่ยงที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ รายละเอียดต่างๆต่อไปนี้จะช่วยของท่านประกอบการตัดสินใจในการเข้าร่วมการวิจัย เมื่อท่านเข้าร่วมการวิจัยแล้วท่านสามารถที่จะถอนตัวออกจากการวิจัยได้เมื่อมีอาการผิดปกติ ไม่ชอบหรือไม่พึงพอใจในขณะเข้าร่วมทำการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย การเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์ผลทางห้องปฏิบัติการเพื่อหาระดับ TC, TG, HDL-C และ LDL-C การทดสอบสมรรถภาพทางกายของระบบความอดทนของระบบหัวใจและหายใจ โดยการปั่นจักรยานวัดงาน เพื่อหาความสามารถสูงสุดของการใช้ออกซิเจน การหาองค์ประกอบของร่างกายด้วยการวัดเปอร์เซ็นต์ไขมัน โดยใช้ Skinfold calipers วัดเส้นรอบวงเอวและเส้นรอบวงสะโพกของร่างกาย วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยการวัดแรงบีบมือและแรงเหยียดขา ทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้อง โดยการทดสอบด้วยวิธีนอนยกตัว 1 นาที นอกจากนี้ยังมีการบันทึกอัตราการเต้นของชีพจรขณะพัก วัดความดันโลหิต ชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง การออกกำลังกายแบบแอโรบิคร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน เป็นเวลา 45-60 นาที ต่อวัน 3-5 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ซึ่งโปรแกรมการออกกำลังกายนี้ได้ผ่านการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว

ก่อนและภายหลังการวิจัยจะนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อประเมินผลจากการนำโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิคร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน การประเมินความก้าวหน้าของโปรแกรมการออกกำลังกายและเมื่อเสร็จสิ้นการศึกษาแล้ว ผู้วิจัยจะส่งผลการเข้าร่วมก่อนและภายหลังการวิจัยแจ้งให้ผู้เข้าร่วมทำการวิจัยทราบ

ในการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้จะไม่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บ แต่อย่างไรก็ตามอาจจะมีอาการระบมของกล้ามเนื้อบ้างภายหลังการทำวิจัย และช่วงเริ่มต้นของการออกกำลังกายแต่ก็จะเป็นช่วงเวลาสั้นๆเท่านั้น

หากท่านเข้าใจถึงประโยชน์ที่ได้รับและอันตรายต่างๆ เรียบร้อยแล้ว กรุณาโปรดลงชื่อ เพื่อยินยอมเข้าร่วมทำการวิจัย ผู้วิจัยขอขอบคุณท่านไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

...../...../.....
 () () ()
 ผู้เข้าร่วมโครงการ พยาน ผู้รับผิดชอบโครงการ วันที่



ภาคผนวก ข

หนังสือเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย



ที่ ศธ 0513.213/

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ตุลาคม 2551

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน

- | | |
|--|--------------|
| สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. โครงการวิทยานิพนธ์ | จำนวน 1 ชุด |
| 2. โปรแกรมการออกกำลังกาย | จำนวน 1 ชุด |
| 3. แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ | จำนวน 1 ฉบับ |

ด้วย นางสาวสิรินทร กัณหา นิสิตปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการให้ทำการวิจัยประกอบวิทยานิพนธ์ในหัวข้อ เรื่อง “ผลของการออกกำลังกายแบบโรบิคร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีต่อระดับไขมันในเลือดในคนอ้วน” (Effects of Aerobic Combine Resistance Exercise on Lipid Profile in Obese) โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

- | | |
|-------------------------|---------------|
| 1. ผศ.ดร.ราตรี เรืองไทย | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร.จักรพงษ์ ขาวถิ์น | กรรมการร่วม |

ในการนี้ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาโปรแกรมการออกกำลังกายดังเอกสารแนบ ทั้งนี้เพื่อให้งานวิจัยมีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.สิริพร ศศิณทลกุล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

โทร 0-2579-0594 โทรสาร 0-2942-8675





เลขที่ EC - CA 017 / 2551

เอกสารรับรองโครงการวิจัย

โดย

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน โรงพยาบาลเมืองฉะเชิงเทรา

ชื่อโครงการ : โครงการวิจัย เรื่อง “ผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิคร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน
ที่มีต่อระดับไขมันในเลือดในคนอ้วน”

ผู้วิจัยหลัก : นางสาว สิริพร กันหา

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน โรงพยาบาลเมืองฉะเชิงเทรา พิจารณาแล้ว มีมติเอกฉันท์
ให้การรับรอง โครงการวิจัยตามขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอขอดำเนินการวิจัย

วันที่รับรอง : 26 พฤศจิกายน 2551

วันหมดอายุ : 25 พฤศจิกายน 2552

ลงนาม.....

(นายสมชาย หาญไชยพิบูลย์กุล)

ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน
โรงพยาบาลเมืองฉะเชิงเทรา

ลงนาม.....

(นายวีระพงษ์ เพ่งวาณิชย์)

ผู้อำนวยการโรงพยาบาลเมืองฉะเชิงเทรา

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวสิรินทร กันหา
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2520
สถานที่เกิด	จังหวัดฉะเชิงเทรา
ประวัติการศึกษา	ปี พุทธศักราช : 2542 สำเร็จการศึกษาปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (กายภาพบำบัด) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักกายภาพบำบัด
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงพยาบาลเมืองฉะเชิงเทรา อำเภอเมือง จังหวัด ฉะเชิงเทรา
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-