

ผลของการได้รับซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) และการออกกำลังกาย
ต่อระดับไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย

ปริญญานิพนธ์
ของ
นรินทรา จันทศร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
พฤษภาคม 2552

ผลของการได้รับซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) และการออกกำลังกาย
ต่อระดับไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย

ปริญญานิพนธ์
ของ
นรินทรา จันทศร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา

พฤษภาคม 2552

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลของการได้รับซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) และการออกกำลังกาย
ต่อระดับไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย

บทคัดย่อ
ของ
นรินทร์า จันทศร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
พฤษภาคม 2552

นรินทร์รา จันทศร. (2552). ผลของการได้รับซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) และ
การออกกำลังกายต่อระดับไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย. ปริญญาณิพนธ์ วท.ม.
(วิทยาศาสตรบัณฑิต). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม : อาจารย์ ดร.อัจฉริยา กสิยะพัท, อาจารย์ ดร.คุณัตว์ พิชรชัยกุล

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการได้รับซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) และการออกกำลังกายที่มีต่อระดับไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย กลุ่มตัวอย่างเป็นบุคลากรหญิง สำนักหอสมุด สำนักงานบริหารกิจการหอพัก มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จำนวน 24 คน โดยวิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบหาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและทำการดำเนินการทดลอง ตามที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น คือ การออกกำลังกาย การได้รับซีแอลเอ และการออกกำลังกายร่วมกับการ ได้รับซีแอลเอ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ ระหว่างกลุ่ม โดยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำและเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ ภายในกลุ่ม โดยวิธีการของบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ระดับโคเลสเตอรอล ระดับไตรกลีเซอไรด์ แอลดีแอล (LDL) และเอชดีแอล (HDL) ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 ภายหลัง การทดลองในสัปดาห์ที่ 4 ระหว่าง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

2. ค่าเฉลี่ยของระดับโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ แอลดีแอล (LDL) เอชดีแอล (HDL) และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายภายในกลุ่มออกกำลังกายในช่วงเวลาที่ต่างกัน ผลปรากฏดังนี้ ระดับ แอลดีแอล (LDL) ก่อนการทดลองกับภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 ระดับเอชดีแอล (HDL) ก่อนการทดลองกับภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ระดับโคเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ ไม่แตกต่างกัน

3. ค่าเฉลี่ยของระดับโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ แอลดีแอล (LDL) เอชดีแอล (HDL) และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายภายในกลุ่มที่ได้รับซีแอลเอในช่วงเวลาที่ต่างกัน ผลปรากฏดังนี้ ระดับแอลดีแอล (LDL) ภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์กับภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ แตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แต่ระดับโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ เอชดีแอล (HDL) และ เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ไม่แตกต่างกัน

4. ค่าเฉลี่ยของระดับโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ แอลดีแอล (LDL) เอชดีแอล (HDL) และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายภายในกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอในช่วงเวลาที่ต่างกัน ผลปรากฏดังนี้ ระดับโคเลสเตอรอล ภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์กับภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ระดับแอลดีแอล (LDL) ก่อนการทดลองกับ ภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ระดับเอชดีแอล

(HDL) ก่อนการทดลองกับภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ ก่อนการทดลองกับภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์กับภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ก่อนการทดลองกับภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์กับภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ระดับไตรกลีเซอไรด์ ไม่แตกต่างกัน

สรุปได้ว่า การออกกำลังกาย การได้รับซีแอลเอ การออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอมีผลทำให้ระดับไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายลดลง ซึ่งพบว่าระดับไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายลดลงภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ โดยการออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ระดับโคเลสเตอรอล ระดับ LDL ลดลง และระดับ HDL เพิ่มขึ้น ดังนั้น การออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับผู้ต้องการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ

EFFECTS OF CLA (CONJUGATED LINOLEIC ACID) AND EXERCISE
ON LIPID PROFILE AND PERCENTAGE OF BODY FAT

AN ABSTRACT
BY
NARINTHRA CHANTASORN

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Science Degree in Sports Science
at Srinakharinwirot University
May 2009

Narinthra Chantasorn. (2009). *Effects of CLA (Conjugated Linoleic Acid) and Exercise on Lipid Profile and Percentage of Body Fat*. Master Thesis, M.Sc. (Sports Science). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Dr. Atchareeya Kasiyaphat, Dr. Kunat Pithapornchaikul.

The purposes of this study were to investigate and compare the effects of CLA (Conjugated Linoleic Acid) and exercise, on lipid profile and percentage of body fat. The subjects of the study were 24 females, who were personnel officers from the Dormitories and Ongkharak Library of Srinakharinwirot University. Participants were assigned into one of 3 groups (exercise, CLA, exercise and CLA) using purposive random sampling. The results were analyzed using means, standard deviation, one-way analysis of variance with repeated measure and multiple comparisons with Bonferroni method.

The results are as follows;

1. There were no differences between the mean scores for cholesterol, triglyceride, LDL, HDL and percentage of body fat before treatments and after 2 week or 4 week in the three groups.
2. The mean scores for cholesterol, triglyceride, LDL, HDL and percentage of body fat between subjects in exercise groups at different times are as follows; LDL decrease after 2 weeks (significant difference at .05 level), HDL increase after 2 weeks (significant difference at .01 level), but there were no differences between cholesterol, triglyceride and percentage of body fat.
3. The mean scores for cholesterol, triglyceride, LDL, HDL and percentage of body fat between subjects in the CLA group at different times were as follows; LDL decreased after 2 weeks (significant difference at .05 level) but there were no differences between cholesterol, triglyceride, HDL and percentage of body fat.
4. The mean scores for cholesterol, triglyceride, LDL, HDL and percentage of body fat between subjects in the exercise and CLA group at different times were as follows; cholesterol decreased after 2 weeks (significant difference at .01 level), LDL decreased after 4 weeks (significant difference at .05 level), HDL increased after 2 weeks (significant difference at .05 level), percentage of body fat decreased after 2 weeks (significant difference at .05 level) but there were no differences between triglyceride.

In conclusion, the effects of exercise, CLA, exercise and CLA treatments on lipid profile and percentage of body fat in this study were not different, but the results showed a trend towards a reduced lipid profile and percentage of body fat in all groups, Furthermore

exercise and CLA decreased the lipid profile and percentage of body fat more than just exercise or CLA.

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย
จาก
กองกิจการนิสิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องด้วยความเมตตากรุณาอย่างดียิ่ง จากอาจารย์ ดร.อัจฉริยา กสิยะพัท ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ อาจารย์ ดร.คุณัตว์ พิธพรชัยกุล กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ ให้ข้อเสนอแนะและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณยิ่งแต่ท่านคณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านผู้ซึ่งให้ความรู้ ให้คำแนะนำและประสบการณ์ต่างๆ จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์และมีคุณค่าทางวิชาการ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณพนักงาน บุคลากร สำนักงานบริหารกิจการหอพัก สำนักหอสมุด องค์กรฯ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย พยาบาลวิชาชีพ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุกท่านที่เสียสละเวลาเพื่อเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างและร่วมเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขอเทอญพระคุณ คุณพ่อบุญลือ จันทศร คุณแม่ประไพ จันทศร ตลอดจน น้องสาว ญาติพี่น้อง เพื่อน ๆ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ช่วยให้กำลังใจและให้คำปรึกษา ซึ่งเป็นแรงบันดาลใจให้ผู้วิจัยฟันฝ่าอุปสรรคต่างๆ ในการทำวิจัยครั้งนี้ได้เป็นอย่างดี จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยมีความรู้สึกซาบซึ้งในน้ำใจและความกรุณาของทุกท่านเป็นอย่างสูง

นรินทรา จันทศร

สารบัญ

บทที่

หน้า

1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	2
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ตัวแปรในการศึกษาค้นคว้า.....	3
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	6
 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	 7
น้ำมันสกัดดอกคำฝอยและซีแอลเอ.....	7
ซีแอลเอ	8
ไขมัน.....	9
กรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว.....	10
กรดไขมันจำเป็นและไม่จำเป็น.....	12
ไขมันในเลือด.....	12
เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย.....	16
ภาวะไขมันในเลือดสูง.....	17
การออกกำลังกาย.....	18
ระบบพลังงานแอโรบิก.....	24
กระบวนการเผาผลาญไขมัน.....	25
การตอบสนองของกระบวนการเผาผลาญไขมันในขณะออกกำลังกาย.....	28
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
งานวิจัยในประเทศ.....	28
งานวิจัยในต่างประเทศ.....	32

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	36
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	36
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	37
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	37
วิธีจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	40
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	41
ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง.....	42
ตอนที่ 2 ข้อมูลค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าต่าง ๆ ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกาย ร่วมกับได้รับซีแอลเอ.....	43
ตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยต่าง ๆ และวิเคราะห์ความแปรปรวน ระหว่างกลุ่ม ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ.....	53
ตอนที่ 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยต่าง ๆ และวิเคราะห์ความแปรปรวน ภายในกลุ่ม ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ.....	56
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	67
สังเขปความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีการดำเนินการทดลอง.....	67
สรุปผลจากการทดลอง.....	67
อภิปรายผล.....	69
ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	74
บรรณานุกรม.....	75

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก.....	81
ภาคผนวก ก	82
ภาคผนวก ข	86
ภาคผนวก ค	92
ภาคผนวก ง	94
ภาคผนวก จ	97
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	99

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงระดับค่าปกติของลิพิดในเลือด	18
2	แสดงความหนักของการออกกำลังกายและแหล่งที่ใช้พลังงาน	21
3	แสดงความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (HR_{max}) อัตราการเต้น ของหัวใจสำรอง (HRR) และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด	23
4	ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนักตัว ส่วนสูงและค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มตัวอย่าง	42
5	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ไขมัน ในร่างกายของแต่ละกลุ่ม ในช่วงเวลาต่าง ๆ	43
6	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของโคเลสเตอรอล ในร่างกายของแต่ละกลุ่ม ในช่วงเวลาต่าง ๆ	45
7	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของไตรกลีเซอไรด์ ในร่างกายของแต่ละกลุ่ม ในช่วงเวลาต่าง ๆ	47
8	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแอลดีแอล (LDL) ในร่างกายของแต่ละกลุ่ม ในช่วงเวลาต่าง ๆ	49
9	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเอชดีแอล (HDL) ในร่างกายของแต่ละกลุ่ม ในช่วงเวลาต่าง ๆ	51
10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ แอลดีแอล (LDL) เอชดีแอล (HDL) ของทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการทดลอง.....	53
11	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ แอลดีแอล (LDL) เอชดีแอล (HDL) ของทั้ง 3 กลุ่ม ภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์.....	54
12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ แอลดีแอล (LDL) เอชดีแอล (HDL) ของทั้ง 3 กลุ่ม ภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์.....	55
13	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว แบบวัดซ้ำ ของค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ แอลดีแอล (LDL) เอชดีแอล (HDL) ภายในกลุ่มออกกำลังกาย.....	56

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
14	การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของ เพอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ภายในกลุ่มออกกำลังกาย ของช่วงเวลาต่าง ๆ	57
15	การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของ ระดับแอลดีแอล (LDL) ภายในกลุ่มออกกำลังกาย ของช่วงเวลาต่าง ๆ	58
16	การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของ ระดับเอชดีแอล (HDL) ภายในกลุ่มออกกำลังกาย ของช่วงเวลาต่าง ๆ	59
17	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว แบบวัดซ้ำ ของค่าเฉลี่ย เพอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ แอลดีแอล (LDL) เอชดีแอล (HDL) ภายในกลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ.....	60
18	การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของ ระดับแอลดีแอล (LDL) ภายในกลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ ของช่วงเวลาต่าง ๆ	61
19	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว แบบวัดซ้ำ ของค่าเฉลี่ย เพอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ แอลดีแอล (LDL) เอชดีแอล (HDL) ภายในกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับ การได้รับซีแอลเอ.....	61
20	การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของ เพอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ภายในกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ ของช่วงเวลาต่าง ๆ	62
21	การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของ โคเลสเตอรอล ภายในกลุ่ม ออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ ของช่วงเวลาต่าง ๆ	63
22	การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของ ระดับแอลดีแอล (LDL) ภายในกลุ่ม ออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ ของช่วงเวลาต่าง ๆ	64
23	การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของ ระดับเอชดีแอล (HDL) ภายในกลุ่ม ออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ ของช่วงเวลาต่าง ๆ	65

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	แสดงสูตรโครงสร้างของกรดไขมันโอเลอิก.....	11
2	แสดงสูตรโครงสร้างของกรดไขมันไลโนเลอิก.....	11
3	แสดงสูตรโครงสร้างของโคเลสเตอรอล.....	13
4	เมแทบอลิซึมของโคเลสเตอรอลในร่างกาย.....	13
5	กราฟแสดงความหนักของการออกกำลังกายและแหล่งที่ใช้พลังงาน.....	22
6	แสดงความหนักของการออกกำลังกายและต้นตอพลังงาน.....	25
7	ปฏิกิริยาเบตา ออกซิเดชัน (Beta Oxidation Pathway).....	26
8	ขบวนการ Carnitine Shuttle เพื่อพา Fatty Acyl CoA เข้าสู่ไมโทคอนเดรีย.....	27
9	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ของ กลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับ ได้รับซีแอลเอ.....	44
10	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับโคเลสเตอรอล ของกลุ่ม ออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับ ได้รับซีแอลเอ.....	46
11	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ระดับไตรกลีเซอไรด์ ของกลุ่ม ออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับ ได้รับซีแอลเอ.....	48
12	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ระดับแอลดีแอล (LDL) ของกลุ่ม ออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับ ได้รับซีแอลเอ.....	50
13	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ระดับเอชดีแอล (HDL) ของกลุ่ม ออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับ ได้รับซีแอลเอ.....	52
14	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ของ กลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับ ได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์.....	58

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

15	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับโคเลสเตอรอล ของกลุ่ม ออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับ ได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์.....	59
16	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ระดับไตรกลีเซอไรด์ ของกลุ่ม ออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับ ได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์.....	63
17	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ระดับแอลดีแอล (LDL) ของกลุ่ม ออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับ ได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์.....	65
18	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ระดับเอชดีแอล (HDL) ของกลุ่ม ออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับ ได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์.....	66
19	จักรยานวัดงาน (Cateye Ergociser EC1200).....	95
20	เครื่องตั้งจังหวะ (Metronorm).....	95
21	หูฟัง (Stethoscope) และนาฬิกาจับเวลา.....	95
22	อุปกรณ์การเจาะเลือด.....	96
23	เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง (TANITA: TBF-UM051 Body Fat Analyzer/Scale).....	96
24	การเจาะตัวอย่างเลือด เพื่อทำการวิเคราะห์ระดับสารไขมันในเลือด.....	98
25	การออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานวัดงาน ที่ระดับความหนัก 50%VO ₂ max...	98
26	สารตัวอย่างที่ผู้ถูกทดลองได้รับ น้ำมันสกัดดอกคำฝอย ซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid).....	98

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สถิติของกระทรวงสาธารณสุข ระบุว่าสาเหตุการตายอันดับต้น ๆ ของคนไทยในปัจจุบัน คือ โรคหัวใจ อุบัติเหตุ การได้รับสารพิษ โรคเมะเร็ง ความดันโลหิต และโรคหลอดเลือดในสมอง สำหรับโรคหลอดเลือดหัวใจ (Coronary Heart Disease: CHD) จัดอยู่ในกลุ่มโรคหัวใจ พบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง ในอัตราส่วน 3 : 2 และพบในช่วงวัย 25-59 ปีมากที่สุด รองลงมาคือ วัยสูงอายุ (กระทรวงสาธารณสุข. 2540: 7) โรคเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร และเกี่ยวข้องกับวิถีการดำเนินชีวิต สามารถเห็นได้ชัดเจนจากสภาพสังคมไทยในช่วงที่ผ่านมา ได้มีการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่าง ๆ ไปอย่างรวดเร็วและแพร่หลาย มีสิ่งที่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตประจำวัน เพื่อประหยัดแรงงาน การใช้เครื่องยนต์กลไกในการสร้างผลผลิตให้มากยิ่งขึ้น ประกอบกับวิถีการใช้ชีวิตแบบงานนั่งโต๊ะ (Sedentary Lifestyle) คือ ชีวิตของชาวกรุงที่เร่งรีบ ไม่มีเวลาปรุงอาหาร กินอาหารถุงซึ่งมีไขมันมากเวลาติดอยู่ในรถช่วงจราจรติดขัด และมีกิจกรรมทางกายน้อย (ชนิกา ตูจินดา. 2547: Online) เป็นผลทำให้ร่างกายมีการใช้พลังงานในการดำเนินชีวิตประจำวันลดน้อยลง แต่ในทางกลับกัน อาหารที่เราได้รับกลับยังคงได้รับในปริมาณเท่าเดิมหรือมากกว่า ถือได้ว่าสวนทางกับการใช้พลังงานของร่างกาย สิ่งเหล่านี้จึงเป็นเหตุให้ประชาชนไทยเริ่มมีภาวะน้ำหนักเกิน (Overweight) ภาวะโรคอ้วน (Obesity) และนำไปสู่ โรคหลอดเลือดหัวใจในที่สุด

สาเหตุของการมีปริมาณไขมันที่สะสมในร่างกายพบว่ามีได้หลายประการ ไม่ว่าจะเป็นจากกรรมพันธุ์ของพ่อและแม่ ลูกมีโอกาสที่จะมีไขมันสะสมมากถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ความผิดปกติของระบบฮอร์โมนและต่อมไร้ท่อ มีผลทำให้การผลิตฮอร์โมนบางชนิดผิดปกติ ยาบางชนิด หรือภาวะบางอย่าง เช่น ความเครียด ทำให้เกิดความอยากอาหารมากขึ้น และสาเหตุสำคัญคือ การกินอาหารที่ให้พลังงานมากเกินไปเกินความต้องการของแต่ละวัน และออกกำลังกายน้อย (แสงโสม สีนะวัฒน์; นิรมล ดามาพงษ์; และ นันทจิต บุญมงคล. 2541 : ไม่ปรากฏเลขหน้า) สำหรับการลดน้ำหนักตัวของบุคคลโดยทั่วไปนั้น กระทรวงสาธารณสุข (กรมอนามัย. 2540: 3) กล่าวว่า สามารถทำได้หลายวิธีได้แก่ การควบคุมอาหาร (Diet control) การออกกำลังกาย (Exercise) การใช้ยา (Drugs) การผ่าตัด (Surgery) และการใช้อาหารเสริมสุขภาพ (Supplements) ซึ่งเป็นแนวทางที่ใหม่ที่สุด การควบคุมอาหารและการออกกำลังกาย เป็นที่ยอมรับว่าปลอดภัยที่สุดและสามารถทำได้กับทุกคน ส่วนการผ่าตัด และการใช้ยาจะต้องอยู่ในความดูแลของแพทย์ ใช้กับบางกรณีหรือกับบางคนเท่านั้น

โดยหลักการทางสรีรวิทยา การออกกำลังกายมีจุดมุ่งหมายสำคัญ เพื่อให้ร่างกายได้ใช้สารอาหารต่าง ๆ ที่บริโภคเข้าไปหรือให้เซลล์ต่าง ๆ ในร่างกายมีการทำงานอย่างต่อเนื่อง และทำให้สภาพการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ดีขึ้น การออกกำลังกายที่ถูกต้องเหมาะสม จะช่วยให้ร่างกาย

สามารถใช้พลังงานที่ได้จากสารอาหารต่าง ๆ โดยไม่มีการสะสมไว้เกินความจำเป็น แต่ถ้าขาดการออกกำลังกายทำให้สารอาหารที่มีอยู่ในร่างกาย ถูกสะสมและจะถูกเปลี่ยนเป็นไขมันแทรกซึมอยู่ในเนื้อเยื่อทั่วร่างกาย (วุฒิพงษ์ ปรมัตถการ. 2537: 6) ซึ่ง เสก อักษรานุเคราะห์ (2548: 5) กล่าวว่า การออกกำลังกายติดต่อกันเพียง 30 นาที เฉลี่ย 3 วันต่อสัปดาห์จะทำให้ลดน้ำตาลในเลือด ลดระดับโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ ไขมันชนิดเลว (Low-Density Lipoprotein: LDL) สามารถเพิ่มปริมาณไขมันชนิดดี (High-Density Lipoprotein: HDL) ได้เป็นอย่างดี ส่วนอีกวิธีหนึ่งที่กำลังเป็นที่นิยมกัน คือ การใช้อาหารเสริมสุขภาพ เพราะเป็นทางลัดให้ผลที่รวดเร็วกว่าการออกกำลังกาย ไม่เสียเวลามาก มีให้เลือกหลายชนิด ซึ่งผลิตภัณฑ์โดยส่วนใหญ่เน้นมีการสกัดสารจากสมุนไพร ออกมาในรูปของอาหารเสริม ชาชง ตลอดจนในรูปยาอัดเม็ดและแคปซูล เช่น กลูโคแมนแนน หรือ บุก เป็นอาหารเสริมประเภทเส้นใย ไม่ให้พลังงานแต่จะช่วยถ่วงท้องและอยู่ท้อง นอกจากนี้แล้วยังมีอาหารเสริมอีกหลายชนิดที่มีผลต่อการลดการสะสมของไขมัน รวมไปถึงการนำเข้ามาับบทบาทต่อการลดน้ำหนักและลดการสะสมของไขมันในร่างกาย เช่น กระเจี๊ยบ เสาวรส และผลิตภัณฑ์จากดอกคำฝอย

ซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) เป็นกรดไลโนเลอิก (Linoleic Acid) หรือกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ซึ่งมีความจำเป็นต่อร่างกาย (เพเยอร์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2534 : 41) และกรดไลโนเลอิก เป็นองค์ประกอบของน้ำมันที่อยู่ในเมล็ด ดอกคำฝอย (Safflower) ที่อยู่ในวงศ์เดียวกันกับพวก ทานตะวัน ดาวเรือง ฯลฯ จากการศึกษาในปัจจุบันต่างยืนยันว่าผลของการได้รับผลิตภัณฑ์จากดอกคำฝอย (น้ำมันสกัด) สามารถลดโคเลสเตอรอลในหนูที่มีไขมันสูงและมีประโยชน์ทางด้านอื่นๆ เช่น มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยในการเสริมสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกายในหนูที่มีระดับของโคเลสเตอรอลสูง (Andrassy; *et al.* 1994 : 371) ประกอบกับการศึกษาการใช้ซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) ในคนยังมีน้อย รวมไปถึงการใช้ซีแอลเอร่วมกับการออกกำลังกาย

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการได้รับซีแอลเอที่มีต่อระดับสารไขมันในร่างกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายร่วมกับการออกกำลังกาย โดยการศึกษาวิจัยนี้อาจจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ฝึกสอนการออกกำลังกาย ผู้ฝึกสอนกีฬา นักกีฬา หรือประชาชนทั่วไป ในการนำผลของการศึกษาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กับการลดระดับไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งเป็นการป้องกันการเกิดจากโรคอันมีสาเหตุมาจากภาวะไขมันในเลือดสูง (Hyperlipidemia)

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการได้รับซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) และการออกกำลังกายที่มีต่อระดับสารไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย

ความสำคัญของการวิจัย

1. เพื่อทราบผลของการได้รับซีแอลเอและการออกกำลังกาย
2. เพื่อทราบผลของการได้รับซีแอลเอร่วมกับการออกกำลังกายที่มีต่อปริมาณไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย
3. ผลการวิจัยสามารถนำไปใช้ได้กับผู้ฝึกสอนการออกกำลังกาย ผู้ฝึกสอนกีฬา นักกีฬา หรือประชาชนทั่วไป ในการนำผลของการศึกษาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กับการลดระดับไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายที่มีประสิทธิภาพ

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นบุคลากรของสำนักหอสมุดและสำนักงานบริหารกิจการหอพัก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จังหวัดนครนายก จำนวนทั้งสิ้น 60 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นบุคลากรหญิง อายุระหว่าง 30-39 ปี ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จังหวัดนครนายก จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิง ช่วงอายุระหว่าง 30-39 ปี
2. มีกิจกรรมทางกายน้อยหรือไม่มีการออกกำลังกายใดๆ
3. มีเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายเกินกว่าค่ามาตรฐาน (มากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่

1.1 ออกกำลังกาย (โดยการปั่นจักรยานวัดงาน ที่ระดับความหนัก $50\%VO_2\max$ นาน 30 นาทีต่อวัน สัปดาห์ละ 3 วัน รวมเป็นเวลา 4 สัปดาห์)

1.2 ซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) ปริมาณ 900 มิลลิกรัมต่อวัน โดยให้ได้รับต่อเนื่องทุกวัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์

1.3 ออกกำลังกาย (โดยการปั่นจักรยานวัดงาน ที่ระดับความหนัก $50\%VO_2\max$ นาน 30 นาทีต่อวัน สัปดาห์ละ 3 วัน) ร่วมกับได้รับซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) ปริมาณ 900 มิลลิกรัมต่อวัน รวมเป็นเวลา 4 สัปดาห์

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่

2.1 เปอร์เซนต์ไขมันในร่างกาย (%Fat: Body Fat Percentage)

2.2 ระดับไขมัน

2.2.1 โคเลสเตอรอล (Cholesterol)

2.2.2 ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride)

2.2.3 แอลดีแอล (LDL: Low-Density Lipoprotein)

2.2.4 เอชดีแอล (HDL: High-Density Lipoprotein)

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ก่อนที่จะถึงวันทำการเจาะเลือด ผู้เข้ารับการทดลองไม่ควรรับประทานอาหารและเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของคาเฟอีน หลังจากเวลา 20.00 น. จนกระทั่งถึงเวลาทดลองในวันรุ่งขึ้น
2. ผู้เข้าร่วมการทดลองไม่มีประวัติของโรคทางเมตาบอลิก คือ เบาหวาน ไทรอยด์ หัวใจ ตับ โรคไต และไม่รับประทานยาใดๆ เช่น Thyroid, Corticosteroids, beta adrenergic blocking agent หรืออยู่ในระหว่างการรับประทานยาลดน้ำหนัก (Antiobesity)
3. กลุ่มตัวอย่างไม่ถูกควบคุมอาหารแต่กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างทำการบันทึกอาหารที่รับประทานในแต่ละวัน เพื่อคำนวณปริมาณสารอาหารที่ได้รับในแต่ละวัน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) เป็นกรดไขมันชนิดหนึ่งที่เป็นอนุพันธ์หรือเปลี่ยนแปลงมาจากกรดไขมันไลโนเลอิก (Linoleic Acid) ถูกจัดอยู่ในกลุ่มโอเมก้า-6 ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็น เพราะร่างกายไม่สามารถสร้างกรดไขมันชนิดนี้ได้ พบส่วนใหญ่ในน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน น้ำมันจากดอกคำฝอย อาหารประเภทเนื้อสัตว์จำพวกวัว นม และผลิตภัณฑ์จากนม (อีเทอร์นอลไลฟ์. 2549: Online)
2. ดอกคำฝอย (Safflower) คือ พืชสมุนไพรชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยไขมันที่สำคัญได้แก่ กรดไลโนเลอิก (Linoleic Acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ที่ร่างกายไม่สามารถสร้างเองได้ จำเป็นต้องได้รับจากอาหาร (พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2534 : 41)
3. เปอร์เซนต์ไขมันในร่างกาย (%Fat: Body Fat Percentage) ปริมาณของเปอร์เซนต์ไขมันที่มีอยู่ในร่างกาย ตามหลักทั่วไปกำหนดว่า ชายไม่ควรเกิน 15 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว และหญิงไม่ควรเกิน 25 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว ถ้ามากเกินไปจากนี้จัดว่าเข้าสู่ภาวะโรคอ้วน (พิชิต ภูติจันทร์. 2535 : 278)
4. ระดับไขมัน หมายถึง ระดับไขมันต่าง ๆ ในเลือด โดยจะทำการประเมินภาวะไขมันในเลือดสูงจากระดับไขมัน 4 ชนิด คือ โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ แอลดีแอล และเอชดีแอล (อุษณีย์ วินิจเขตคำนวณ. 2547 : 113)

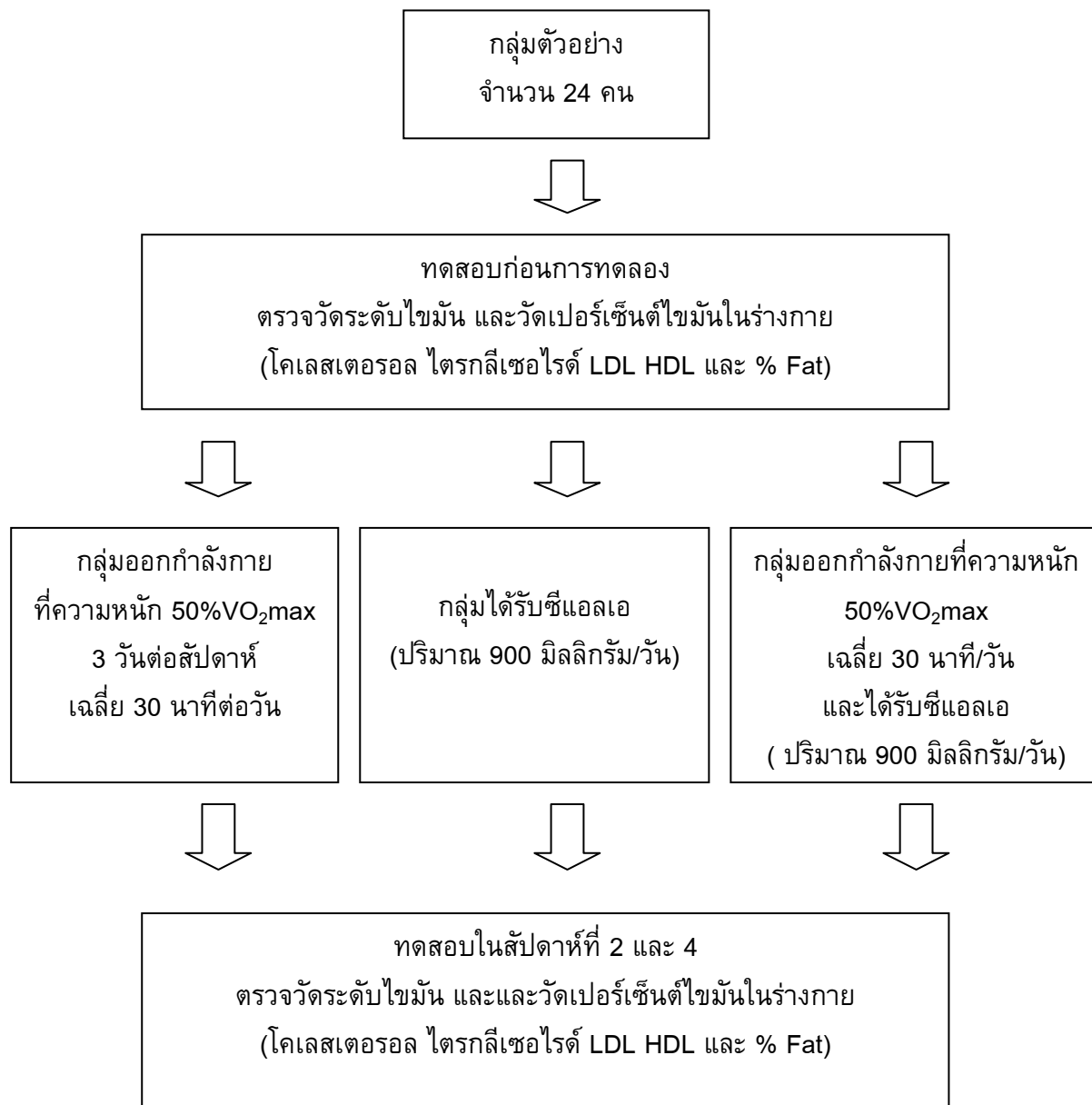
5. โคเลสเตอรอล (Cholesterol) เป็นสารประกอบสเตอรอล พบในร่างกายที่เนื้อเยื่อตับ สมอง กระจกตา ต่อมหมวกไต ต่อมเพศ ใต้และผิวหนัง สามารถสังเคราะห์ได้ในร่างกาย มีความสำคัญต่อร่างกายและเป็นสารตั้งต้นของการสร้างกรดน้ำดี สเตียรอยด์ฮอร์โมนหรือวิตามินดี (อุษณีย์ วินิจเขตคำนวณ. 2547 : 46) มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (มก./ดล.)

6. ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) เป็นสารประกอบกลีเซอไรด์ ที่เป็นเอสเทอร์ระหว่าง กลีเซอรอลกับกรดไขมัน 3 ตัว มีความสำคัญในร่างกายเพราะเป็นสารชีวโมเลกุลที่เก็บพลังงานสะสม (อุษณีย์ วินิจเขตคำนวณ. 2547 : 19-20) มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (มก./ดล.)

7. แอลดีแอล (LDL: Low-Density Lipoprotein) เป็นไลโปโปรตีนที่เป็นพาหะสำคัญในการนำโคเลสเตอรอลที่ออกมาจากตับไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (นันทยา ชนะรัตน์. 2532 : 46) มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (มก./ดล.)

8. เอชดีแอล (HDL: High-Density Lipoprotein) เป็นไลโปโปรตีนที่สร้างขึ้นที่ตับ และบางส่วนสร้างขึ้นที่ลำไส้ เป็นตัวนำเอาโคเลสเตอรอลออกจากเนื้อเยื่อเซลล์ต่างๆ ทั่วร่างกายกลับมายังตับเพื่อเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำดี (นันทยา ชนะรัตน์. 2532 : 46) มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (มก./ดล.)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



สมมติฐานของการวิจัย

ผลของการได้รับซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) และการออกกำลังกายทำให้ระดับของไขมันในร่างกายลดลง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. น้ำมันสกัดดอกคำฝอยและซีแอลเอ (CLA)
2. ไขมัน
 - 2.1 กรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว
 - 2.2 กรดไขมันจำเป็นและไม่จำเป็น
3. ไขมันในเลือด
 - 3.1 เพอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย
 - 3.2 ภาวะไขมันในเลือดสูง
4. การออกกำลังกาย
5. ระบบพลังงานแอโรบิก
6. กระบวนการเผาผลาญไขมัน

การตอบสนองของกระบวนการเผาผลาญไขมันในขณะออกกำลังกาย
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - งานวิจัยในประเทศ
 - งานวิจัยในต่างประเทศ

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันอัตราการเสียชีวิตของประชากรส่วนใหญ่มาจากสาเหตุของสุขภาพ ทั้งนี้ล้วนเป็นผลมาจากการทำงาน การรับประทานอาหาร ขาดการออกกำลังกาย ทำให้ส่งผลถึงการเจ็บป่วยด้วยโรคต่าง ๆ เช่น โรคเกี่ยวกับหลอดเลือดหัวใจ โรคเบาหวาน โรคอัมพาต โรคอ้วน เราทุกคนจึงควรให้ความสำคัญกับการดูแลตนเองไม่ให้เกิดโรคร้ายต่าง ๆ เพื่อป้องกันผลที่จะมาจากการรับประทานอาหารที่ไม่เหมาะสมหรือการขาดการออกกำลังกาย จากความสำคัญของปัญหาดังกล่าว จึงนำเสนอรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังต่อไปนี้

1. น้ำมันสกัดดอกคำฝอย

คำฝอย (Safflower) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carthamus tinctorius* Linn. จัดอยู่ในวงศ์ Compositae เป็นพืชล้มลุก มีลักษณะเป็นพุ่ม แตกกิ่งก้านมากมาย บริเวณปลายกิ่งประกอบด้วยดอกย่อย มีลักษณะคล้ายดอกบานชื่น เมล็ดมีลักษณะยาวรี เปลือกแข็งสีขาว พบได้มากทาง

ภาคเหนือ สารสำคัญที่พบคือ แซฟฟลาวเวอร์เยลโลว์ (Safflower yellow) ซึ่งเป็นสารสีเหลือง ใช้เป็นสีผสมอาหารได้ โดยสีจะเป็นสีเหลืองส้มในกลีบดอก ส่วนสารสีแดงคือ คาร์ตามิน (Carthamin) ในเมล็ดมีน้ำมันซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันที่สำคัญ คือ กรดไลโนเลอิก (Linoleic Acid) ประกอบอยู่ถึง 75% ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2534 : 41) และมีในปริมาณสูง นอกจากนี้ยังมีกรดปาล์มมิก (Palmitic Acid) กรดเมอริสติก (Myristic Acid) เป็นองค์ประกอบภายในฐานรองดอก

กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acids) เป็นกรดไขมันที่มีธาตุคาร์บอนต่อกันด้วยพันธะคู่ จึงมีความคงตัวต่ำ หรือไม่คงตัวเพราะพันธะคู่นี้สามารถแตกตัวเป็นพันธะเดี่ยวได้ แต่กรดไขมันไม่อิ่มตัวมีข้อดี คือ จะช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ซึ่งทั้งกรดโอเลอิกและไลโนเลอิก (ที่สกัดมาจากน้ำมันดอกคำฝอย) นั้นก็เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งคู่ ที่สามารถช่วยลดไขมันในเลือดได้ ทั้งนี้มีการศึกษาในหนู ในการทดลองของ บานู; และคนอื่น ๆ (Banu; *et al.* 2006: online) พบว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะกรดไลโนเลอิก จะช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลได้ ข้อดีอีกประการของน้ำมันดอกคำฝอย มีคุณสมบัติทนความร้อนได้สูง ดังนั้นในต่างประเทศจึงมีการนำน้ำมันดอกคำฝอยมาใช้ในการทอดและประกอบอาหารต่าง ๆ

ซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid)

มีรายงานการขาดกรดไลโนเลอิกในเด็กเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1958 ทำให้เด็กเจริญเติบโตช้า แผลหายช้า ระบบภูมิคุ้มกันชนิดผ่านเซลล์บกพร่อง ผิวหนังแห้งมีลักษณะเป็นขุย เด็กกินจุแต่ไม่เติบโต กรดไลโนเลอิก พบส่วนใหญ่ในอาหารที่มาจากพืช ยกเว้น มะพร้าว ปาล์ม และน้ำมันมะกอก ซึ่งมีกรดโอเลอิกมากในขณะที่กรดไลโนเลอิกมีน้อย ส่วนอาหารที่มาจากสัตว์มีกรดไลโนเลอิกในปริมาณน้อยกว่าอาหารที่มาจากพืช (ทัศนวิรรณ ภูอารีย์. 2547: 29)

ซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) เป็นกรดไขมันชนิดหนึ่งที่เป็นอนุพันธ์ หรือถูกเปลี่ยนแปลงมาจากกรดไลโนเลอิก (Linoleic Acid) จากการสกัดน้ำมันของพืช เช่น ดอกคำฝอย ดอกทานตะวัน ถูกจัดอยู่ในกลุ่มโอเมก้า-6 ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็น เพราะร่างกายไม่สามารถสร้างกรดไขมันชนิดนี้ได้ พบส่วนใหญ่ในน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน น้ำมันจากดอกคำฝอย อาหารประเภทเนื้อสัตว์จำพวกวัว นม และผลิตภัณฑ์จากนม (อีเทอร์นอลไลฟ์. 2549: Online)

น้ำมันของดอกคำฝอยมีส่วนประกอบของกรดไลโนเลอิก ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในปริมาณสูง (ประมาณร้อยละ 75) จะทำให้ประมาณ คอเลสเตอรอลในเลือดต่ำลง และจากผลการวิจัยในสัตว์ทดลองและในคน พบว่า ซีแอลเอ ที่ได้จากการสกัดจากเมล็ดน้ำมันดอกคำฝอยช่วยให้ปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือดลดลงได้จริง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกรดไลโนเลอิกจะไปทำปฏิกิริยากับคอเลสเตอรอลในเลือด ได้เป็นคอเลสเตอรอลไลโนเลอิก (cholesterol linoleate) และยังมีรายงานว่า ซีแอลเอ ที่ได้จากการสกัดจากเมล็ดน้ำมันดอกคำฝอยทำให้ฤทธิ์ของเอนไซม์ ที่ใช้ในการสังเคราะห์กรดไขมันลดลง ช่วยให้การดูดตัวของไขมันในหลอดเลือดลดลง และช่วยป้องกันการอุดตันของไขมันในเลือดได้ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากซีแอลเอ ที่ได้จากการสกัดจากเมล็ดดอกคำฝอย มี

ฤทธิ์ลดการจับตัวของเกล็ดเลือด โดยสอดคล้องกับ บทความรายงานวิจัย ของ ทอลสัน (Tolson. 2005: Online) ที่กล่าวว่า คุณสมบัติของซีแอลเอ สามารถบอกได้โดยรวมจากการรายงานการวิจัยต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. ช่วยลดการสะสมไขมันส่วนเกินขึ้นใหม่ โดยมีกลไกในการทำงานคือ CLA จะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไลโปโปรตีน ไลเปส (Lipo-protein Lipase) ช่วยให้ร่างกายลดการสะสมของไขมันที่ชั้นใต้ผิวหนัง
 2. ช่วยเร่งการเผาผลาญไขมันส่วนเกินที่สะสมไว้ในร่างกาย โดยเร่งการทำงานของเอนไซม์ คาร์นิทีน ปาล์มิโตอิล ทรานสเฟอร์เรส (Carnitine Palmitoyl Transferase) ช่วยให้ร่างกายนำเอาไขมันที่สะสมไว้มากเผาผลาญให้เร็วขึ้น
 3. มีงานวิจัยในระยะยาวว่า การให้ CLA จะสามารถลดมวลไขมัน (BFM) และควบคุมน้ำหนัก ช่วยในการรักษาน้ำหนักตัวให้คงที่ สามารถรับประทานอาหารได้ตามปกติ ไม่ต้องอดอาหาร และมีความปลอดภัย
 4. คุณสมบัติในเรื่องการป้องกันมะเร็ง ด้วยกลไกต้านมะเร็งหลายชนิด ยับยั้งการขยายตัวของมะเร็งตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น มะเร็งเต้านม มะเร็งต่อมลูกหมาก
 5. มีความปลอดภัย แม้จะรับประทานต่อเนื่องเป็นเวลา 1 ปีเต็มในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน
 6. ช่วยป้องกันการโรคหัวใจขาดเลือด โดยการไปลดโคเลสเตอรอลรวมและ LDL
- อย่างไรก็ตาม เคลลี (Kelly. 2001: 367-82.) ได้รายงานว่าอาจเกิดผลข้างเคียงจากการรับประทานกรดไขมันไลโนเลอิก หรือ ซีแอลเอ ได้เช่นกัน ถ้ารับประทานในปริมาณที่มากเกินไป กำหนด ตามรายงานการวิจัยของ ทอลสัน (Tolson. 2005: Online) พบว่า ปริมาณปลอดภัยที่สามารถรับประทานได้โดยไม่เกิดผลข้างเคียงคือ ปริมาณระหว่าง 500 – 5000 มิลลิกรัม โดยอาการข้างเคียงที่เกิดขึ้นถ้ารับประทานมากเกินไปจนความจำเป็น จะทำให้เกิดความไม่สบายท้องหรืออาการมวนท้อง พะอืดพะอมและอาจทำให้อาเจียนได้ง่าย (Kelly. 2001: 367-82.)

2. ไขมัน

ไขมัน เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานได้สูงที่สุดมากกว่าสารอาหารชนิดอื่น คือ 1 กรัมให้พลังงานถึง 9 แคลอรี ไขมันเป็นสารอาหารที่ได้จากทั้งพืชและสัตว์ เป็นส่วนประกอบของร่างกาย โดยเฉพาะเนื้อเยื่อประสาทและสมอง ร่างกายจะเก็บสารอาหารนี้ไว้เป็นพลังงานสะสม โดยมากจะเก็บไว้ตามผิวหนัง ทำหน้าที่ให้ความอบอุ่น กันความหนาวจากอากาศภายนอก และจะเกาะอยู่รอบๆ อวัยวะภายในทั่วไป เพื่อป้องกันไม่ให้อวัยวะกระทบกระเทือน (ทัศนวิรรณ ภู่อารีย์. 2546 : 11-12)

ไขมัน จัดเป็นสารอินทรีย์ในกลุ่มลิพิด (Lipids) ที่มีสมบัติไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอล์ อีเธอร์ อะซีโตน คลอโรฟอร์ม เบนซีน เป็นต้น แบ่งกลุ่มตามโครงสร้างทางเคมี เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มกรดไขมัน (Fatty Acid) ได้แก่ กรดไขมัน (Fatty Acid) ชนิดต่าง ๆ และพวกที่มีกรดไขมันเป็นองค์ประกอบ เช่น ไขมันในอาหาร หรือไตรเอซิลกลีเซอรอล (Triacylglycerol) และไข (wax) เป็นต้น ที่สำคัญในทางโภชนาการ คือ กรดไขมัน และไตรเอซิลกลีเซอรอล ทั้ง 2 ตัวนี้ จัดเป็นสารอาหารที่ร่างกายต้องการ พบในอาหารที่เราเรียกกันว่า ไขมันและน้ำมัน

2. กลุ่มไอโซพรีนอยด์ (Isoprenoids) เช่น น้ำมันหอมระเหย (Essential oils) วิตามินที่ละลายในไขมัน คือ วิตามินเอ ดี อี และเค และพวกสเตอรอยด์ (Steroids) ได้แก่ คอเลสเตอรอล (Cholesterol) ฮอโมนเพศชาย (Testosterone) และฮอโมนเพศหญิง (Estrogens)

ชนิดของไขมัน

กรดไขมันมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีความสำคัญในทางโภชนาการแตกต่างกัน และกรดไขมันที่ต่างชนิดกันจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณสมบัติของไขมันในอาหารและระดับไขมันในเลือด เมื่อร่างกายได้รับเข้าไป กรดไขมันแบ่งได้หลายชนิด คือ

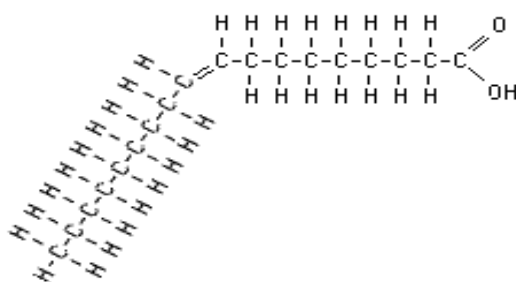
2.1 กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว

กรดไขมันแบ่งตามชนิดของพันธะเคมี ได้เป็นกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว ไขมันที่มีกรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acids) เป็นองค์ประกอบจัดเป็นไขมันอิ่มตัว ที่มีคุณสมบัติเป็นไขที่อุณหภูมิปกติ และไขมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated Fatty Acids) เป็นองค์ประกอบจัดเป็นไขมันไม่อิ่มตัว ที่มีคุณสมบัติเป็นน้ำมัน

1. กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acids-SFA) เป็นกรดไขมันที่คาร์บอนเกี่ยวกันด้วยพันธะทางเคมีชนิดพันธะเดี่ยว (Single bond) ทั้งหมด พบมากในนมวัว เนย ไข่ขาว น้ำมันมะพร้าว น้ำมันหมู น้ำมันเมล็ดปาล์ม

กรดไขมันที่มีคาร์บอนตั้งแต่ 14 ตัวขึ้นไป การย่อยและดูดซึมต้องอาศัยน้ำดี นอกจากนี้ การที่ร่างกายได้รับกรดไขมันอิ่มตัวที่มีคาร์บอน 12-18 ตัว จะไม่เกิดผลดีต่อระดับไขมันในเลือด ตัวอย่างของกรดไขมันอิ่มตัว เช่น กรดสเตียริก ซึ่งเขียนสัญลักษณ์เป็น 18:0 (ตัวเลขข้างหน้าหมายถึงจำนวนคาร์บอน และตัวเลขข้างหลังหมายถึงจำนวนพันธะคู่)

2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated Fatty Acids) เป็นกรดไขมันที่นอกจากจะมีคาร์บอนเกี่ยวกันด้วยพันธะเดี่ยวแล้ว ยังมีพันธะคู่ (Double bond) อยู่ในโมเลกุลด้วย ยกตัวอย่างเช่น สูตรโครงสร้างของกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น กรดโอเลอิก หรือ 18:1 (n-9) ซึ่งมีพันธะคู่ 1 ตำแหน่งที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 9 เมื่อนับจากปลายด้านหมู่เมทิล (CH₃-) และกรดไลโนเลอิก ซึ่งมีพันธะคู่ 2 ตำแหน่งที่คาร์บอนตัวที่ 6 และ 9 ดังแสดงในภาพประกอบ 1 และ 2



Oleic acid, a monounsaturated fatty acid.
Note that the double bond is *cis*; this is
the common natural configuration.

Copyright © James Baggott, 1997, 1998

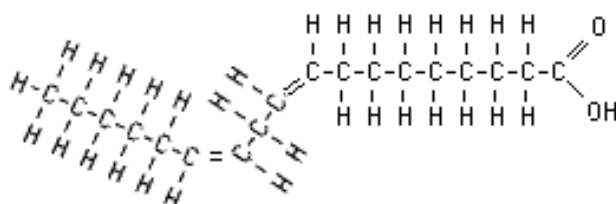
ภาพประกอบ 1 แสดงสูตรโครงสร้างของกรดไขมันโอเลอิก

ที่มา: www.universalnutrition.ie

กรดไขมันไม่อิ่มตัวแบ่งย่อยตามจำนวนพันธะคู่ ได้ 2 พวก คือ

กรดไขมันไม่อิ่มตัวตำแหน่งเดียว (Monounsaturated Fatty Acids: MUFA) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่ 1 ตำแหน่ง เช่น กรดโอเลอิก (Oleic Acid; 18:1 n-9) ที่มีคาร์บอน 18 ตัว และมีพันธะคู่ 1 ตำแหน่งที่คาร์บอนตัวที่ 9 และกรดปาล์มิโตเลอิก (Palmitoleic Acid; 16:1 n-7) ที่มีคาร์บอน 16 ตัว และมีพันธะคู่ที่คาร์บอนตัวที่ 7

กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (Polyunsaturated Fatty Acids: PUFA) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่ตั้งแต่ 2 ตำแหน่งขึ้นไป เช่น กรดไลโนเลอิก (Linoleic Acid; 18:2 n-6) กรดแอลฟาไลโนเลอิก (Alpha-Linoleic Acid; 18:3 n-3) กรดอะราคิโดนิก (Arachidonic Acid; 20:4 n-6) เป็นต้น



Linoleic acid, a polyunsaturated fatty acid.
Both double bonds are *cis*.

Copyright © James Baggott, 1997, 1998

ภาพประกอบ 2 แสดงสูตรโครงสร้างของกรดไขมันไลโนเลอิก

ที่มา: www.universalnutrition.ie

2.2 กรดไขมันจำเป็นและกรดไขมันไม่จำเป็น

กรดไขมันจำเป็นและกรดไขมันไม่จำเป็น แบ่งได้ตามหลักโภชนาการ แบ่งได้ 2 ชนิดคือ

1. กรดไขมันจำเป็น (Essential Fatty Acids; EFA) ในทางโภชนาการ เราเรียกกรดไขมันที่ร่างกายไม่สามารถสร้างได้ว่าเป็น กรดไขมันจำเป็น เราจำเป็นต้องได้รับกรดไขมันจำเป็นนี้จากอาหารที่รับประทาน

ในร่างกายมนุษย์ มีกรดไขมันจำเป็น 2 ตัว คือ กรดไลโนเลอิก (Linoleic Acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันโอเมก้า 6 (n-6) และกรดแอลฟาไลโนเลนิก (Alpha-Linolenic Acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันโอเมก้า 3 (n-3) กรดไขมันทั้ง 2 ตัวนี้มีมากในอาหารที่มาจากพืช ส่วนอาหารที่ได้จากสัตว์พบได้น้อย

2. กรดไขมันไม่จำเป็น (Non-Essential Fatty Acids; NEFA) เป็นกรดไขมันที่ร่างกายสามารถสร้างได้เอง โดยไม่จำเป็นต้องได้รับจากอาหาร เช่น กรดปาล์มิติก (Palmitic Acid; 16:0) กรดสเตียริก (Stearic Acid; 18:0) กรดโอเลอิก (Oleic Acid) กรดอะราคิโดนิก (Arachidonic Acid) ฯลฯ เป็นต้น นอกจากร่างกายจะสร้างกรดไขมันเหล่านี้ได้เองแล้ว ยังได้จากการรับประทานอาหารไขมันทั่ว ๆ ไปด้วย

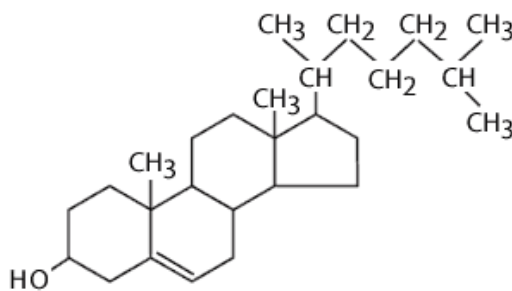
3. ไขมันในเลือด

เมื่อรับประทานอาหารที่มีไขมัน อาหารไขมันจะถูกย่อยภายในลำไส้เล็ก โดยอาศัยน้ำย่อยและน้ำดี หลังจากนั้นจะดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดและกระแสเลือดเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ให้พลังงาน สร้างฮอร์โมน สร้างเนื้อเยื่อเซลล์ เป็นต้น แต่เนื่องจากไขมันมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ ดังนั้นการที่ไขมันที่ดูดซึมแล้วจะถูกพาไปในกระแสเลือดและน้ำเลือดได้ จะต้องรวมตัวกับสารโปรตีนได้เป็นสารที่เรียกว่า ไลโปโปรตีน (Lipoprotein) จึงจะสามารถขนส่งไปในกระแสเลือดและน้ำเหลืองได้ ปกติไขมันในเลือดมาจาก 2 แหล่งที่สำคัญ คือ จากการสร้างที่ตับ (Endogenous source) และจากอาหารที่รับประทาน (Exogenous source) หลังจากรับประทานอาหารที่มีไขมันแล้วประมาณ 2 ชั่วโมง ระดับไขมันรวม (Total lipids) ในเลือดสูงขึ้น เนื่องจากไขมันในอาหารถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด และระดับไขมันรวมจะขึ้นสูงสุดที่ 6-8 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะลดลงจนสู่ระดับปกติภายในเวลา 10 ชั่วโมง

ไขมันที่สำคัญในกระแสเลือด 4 ชนิด ได้แก่ ไตรเอซิลกลีเซอรอล (หรือไตรกลีเซอไรด์) โคลเลสเตอรอล และฟอสโฟลิพิด ทั้ง 3 ชนิดนี้จะถูกขนส่งในกระแสเลือดโดยรวมกับโปรตีนเป็น ไลโปโปรตีน และสุดท้าย คือ กรดไขมันอิสระ ซึ่งถูกขนส่งในกระแสเลือด โดยรวมกับโปรตีนแอลบูมิน (Albumin)

โคเลสเตอรอล

โคเลสเตอรอล (Cholesterol) จัดเป็นสารประเภทสเตอรอล (Sterol) ซึ่งเป็นลิพิดในกลุ่มสเตอรอยด์ โครงสร้างของโคเลสเตอรอล ดังแสดงในภาพประกอบ 3

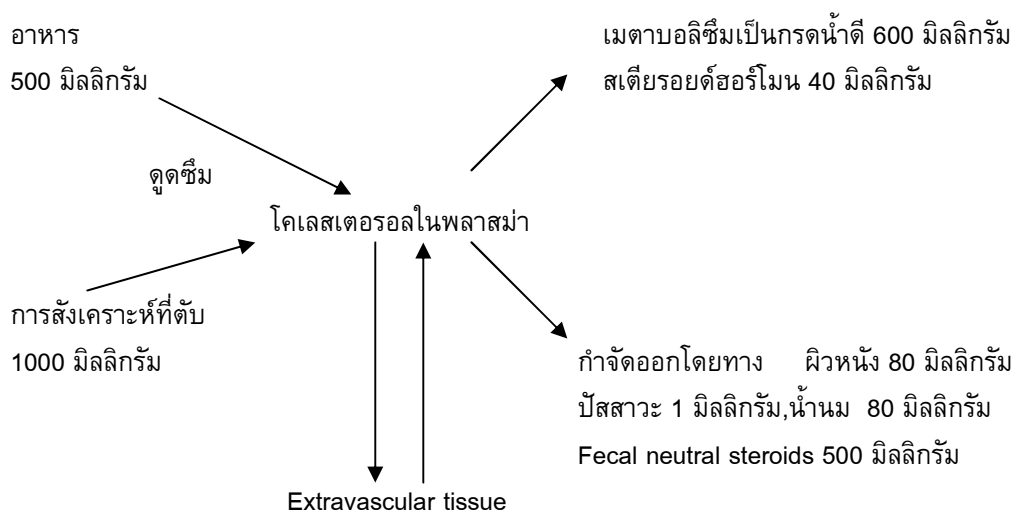


Copyright © James Baggott, 1997, 1998

ภาพประกอบ 3 แสดงสูตรโครงสร้างของโคเลสเตอรอล

ที่มา: www.abc.net.au

โคเลสเตอรอล พบเฉพาะในสัตว์เท่านั้น ไม่พบในพืช ในคนและสัตว์สามารถสร้างโคเลสเตอรอลได้เอง หรือได้รับจากอาหารที่มาจากสัตว์ที่รับประทานเข้าไป พบว่า ประมาณ 2/3 ของโคเลสเตอรอลทั้งหมดในร่างกายนั้นสร้างขึ้นเองภายในร่างกาย และอีกประมาณ 1/3 ได้รับจากอาหารที่รับประทาน โคเลสเตอรอลเป็นสารที่มีความสำคัญ เพราะเป็นสารต้นตอ (Precursor) ของสารสำคัญในร่างกายหลายตัว เช่น กรดน้ำดี (Bile acid) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของน้ำดีที่ช่วยย่อยอาหารไขมัน ฮอรโมนเพศชาย ฮอรโมนเพศหญิง ฮอรโมนจากต่อมหมวกไต และวิตามินดี (ทัศนวิวรรณ ภู่อารีย์. 2546:17) โดยเบื้องต้น ร่างกายต้องการโคเลสเตอรอลในปริมาณที่พอเหมาะประมาณ 1000-2000 มิลลิกรัม แต่แต่ละวันควรได้รับโคเลสเตอรอลจากอาหารประมาณ 300-500 มิลลิกรัม (อุษณีย์ วินิจเขตคำณวน. 2547: 114) อย่างไรก็ตาม การที่ร่างกายมีโคเลสเตอรอลมากเกินไปทำให้เกิดความเสี่ยงต่อภาวะหลอดเลือดแดงแข็งและตีบ ซึ่งจะนำไปสู่โรคหัวใจและสมองขาดเลือดได้ในที่สุด โดยความสมดุลของโคเลสเตอรอล สามารถแสดงให้เห็นได้ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 เมตาบอลิซึมของโคเลสเตอรอลในร่างกาย

ที่มา: อุษณีย์ วินิจเขตคำณวน. (2547, มิถุนายน). ชีวเคมีของลิพิดและไลโปโปรตีน. หน้า 114

ไตรกลีเซอไรด์

ไตรกลีเซอไรด์ (Triglycerides) เป็นเอสเทอร์ระหว่างกลีเซอรอลและกรดไขมัน 3 ตัว ถ้ามีกรดไขมันเกาะ 1 ตัวจะเรียกโมโนกลีเซอไรด์ (Monoglyceride) และถ้ามีกรดไขมัน 2 ตัวก็จะเรียกไดกลีเซอไรด์ (Diglyceride) ปัจจุบัน IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) และ IUBC (International Union of Biochemistry) ได้เสนอให้เรียกเป็น โมโน-, ได-, ไตรเอซิลกลีเซอรอล แทนทั้ง โมโน-และได-กลีเซอไรด์ มีปริมาณน้อยในพลาสมาเนื่องจากเป็นสารที่เกิดขึ้นในระหว่างปฏิกิริยาการสร้างไตรกลีเซอไรด์เท่านั้น

ไตรกลีเซอไรด์ได้มาจากหลายทาง ทางแรกโดยการดูดซึมจากลำไส้เข้ามาในกระแสเลือดในรูปไคโลไมครอน และอีกทางหนึ่ง คือ การสร้างขึ้นที่ตับและเซลล์ลำไส้ จากคาร์โบไฮเดรต และไขมันอิสระบางส่วนของไตรกลีเซอไรด์จะเก็บสะสมไว้ในร่างกายที่เนื้อเยื่อไขมัน เพื่อเป็นแหล่งพลังงานและนำมาใช้ได้เมื่อร่างกายต้องการ โดยสลายไตรกลีเซอไรด์ให้กรดไขมันอิสระ ออกมาสู่กระแสโลหิตเพื่อการออกซิไดส์ต่อไป ส่วนประกอบของกรดไขมันอิสระในเนื้อเยื่อไขมันจะขึ้นกับอิทธิพลของพันธุกรรม ชนิดของสัตว์ และชนิดของอาหารที่ได้รับ พบว่า ถ้าให้กินอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง นาน ๆ จะมีกรดไขมันอิ่มตัวมากขึ้น

ไลโปโปรตีน (Lipoprotein)

ลิพิด หรือไขมันเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ ดังนั้นการที่จะถูกขนส่งไปในกระแสเลือดเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ นั้นจำเป็นต้องรวมตัวกับโปรตีนก่อนเป็นสารที่เรียกว่า ไลโปโปรตีน (Lipoprotein) จึงจะถูกนำไปในกระแสเลือดหรือกระแสน้ำเหลืองได้ ไลโปโปรตีน มีหลายชนิด จำแนกโดยวิธีการปั่นแยกด้วยความเร็วสูง จะได้ไลโปโปรตีนที่มีขนาดและความหนาแน่นต่างกัน จำแนกได้ 4 ประเภท คือ

1. ไคโลไมครอน (Chylomicron) ไคโลไมครอนมีขนาดใหญ่ที่สุด ประกอบด้วยลิพิด มากกว่าร้อยละ 98 และโปรตีน น้อยกว่า ร้อยละ 2 สร้างที่เยื่อผนังลำไส้เล็ก ทำหน้าที่ขนส่งไขมันที่ย่อยและดูดซึมแล้วจากลำไส้ไปในกระแสน้ำเหลืองและกระแสเลือดไปยังเซลล์ต่าง ๆ ไขมันที่มากที่สุดไนไคโลไมครอน คือ ไตรเอซิลกลีเซอรอล ซึ่งมีร้อยละ 88 ของไขมันทั้งหมดโดยมาจากอาหารที่รับประทานเป็นส่วนใหญ่ มีฟอสโฟลิพิด ร้อยละ 8 และโคเลสเตอรอลเพียงเล็กน้อยคือโคเลสเตอรอลเอสเทอร์ ร้อยละ 3 และโคเลสเตอรอลอิสระ ร้อยละ 1

2. ไลโปโปรตีนชนิดที่มีความหนาแน่นต่ำมาก (Very Low Density Lipoprotein: VLDL) มีขนาดเล็กกว่าไคโลไมครอน สร้างขึ้นที่ตับ ทำหน้าที่ขนส่งไตรเอซิลกลีเซอรอลซึ่งสร้างขึ้นที่ตับนำไปยังเซลล์กล้ามเนื้อเพื่อใช้ประโยชน์และขนส่งไตรเอซิลกลีเซอรอลไปยังเนื้อเยื่อไขมันเพื่อเก็บสะสม

3. ไลโปโปรตีนชนิดที่มีความหนาแน่นต่ำหรือไขมันชนิดเลว (Low Density Lipoprotein: LDL) ได้มาจากการย่อย VLDL ด้วยเอนไซม์ไลโปโปรตีนไลเปส (Lipoprotein Lipase) ในเลือด ได้กรดไขมันอิสระ ซึ่งจะต้องถูกนำเข้าสู่เซลล์ของกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อหัวใจเพื่อให้

พลังงานสำหรับการทำงานของกล้ามเนื้อและ ผลที่ได้คือ ตัว VLDL จะมีขนาดเล็กลง และถูกเปลี่ยนไปเป็นไลโปโปรตีนกึ่งกลาง LDL ที่ถูกสร้างที่ตับ ประกอบด้วยโคเลสเตอรอลเป็นส่วนใหญ่ ประมาณ ร้อยละ 45 มีไตรเอซิลกลีเซอรอล ร้อยละ 10 ฟอสโฟลิพิด และโปรตีน อย่างละประมาณ ร้อยละ 22 โดย LDL ทำหน้าที่ขนส่งโคเลสเตอรอลที่ร่างกายสร้างขึ้นไปยังเนื้อเยื่อต่าง ๆ โดยที่เซลล์ของเนื้อเยื่อทุกชนิดมีตัวรับ LDL (LDL receptor) ซึ่งสามารถจับกับ LDL ได้ดี ดังนั้น LDL จึงสามารถถ่ายเทเอาไขมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งโคเลสเตอรอลให้ไปสะสมที่เนื้อเยื่อของอวัยวะต่าง ๆ ได้มาก และจะทำให้เกิดปัญหาไขมันสะสมโดยเฉพาะผนังของหลอดเลือดแดงได้

4. ไลโปโปรตีนชนิดที่มีความหนาแน่นสูงหรือไขมันชนิดดี (High Density Lipoprotein: HDL) ส่วนใหญ่สร้าง ขึ้นที่ตับ และส่วนน้อยที่สร้างที่ผนังลำไส้เล็ก ประกอบด้วย โปรตีนประมาณ ร้อยละ 50 มีไขมันชนิดฟอสโฟลิพิด ร้อยละ 27 โคเลสเตอรอลเอสเทอร์ ร้อยละ 13 และโคเลสเตอรอลอิสระ ร้อยละ 6 โดย HDL ทำหน้าที่ขนส่งนำโคเลสเตอรอลจากเซลล์และเนื้อเยื่อต่าง ๆ กลับไปเผาผลาญที่ตับ แล้วขับถ่ายออกไปเป็นน้ำดี และเชื่อว่าช่วยป้องกันเซลล์ต่าง ๆ ไม่ให้รับ LDL เข้าเซลล์มากเกินไป โดย HDL แข่งแข่งกับ LDL ในการจับกับตัวรับ (Receptor) เพื่อเข้าสู่เซลล์ ดังนั้น HDL จึงมีหน้าที่ในการช่วยป้องกันระดับโคเลสเตอรอลสูงในเลือด

บทบาทของไขมันในร่างกาย

ในภาวะที่ร่างกายได้รับอาหารจะมีการใช้กลูโคสจากอาหาร โดยอิทธิพลของฮอร์โมน อินซูลิน จะกระตุ้นเมตาบอลิซึมด้านการสลาย (Catabolism) ต่าง ๆ ได้แก่ ขบวนการไกลโคไลซิส ไกลโคเจนเนซิสและการสร้างไตรกลีเซอไรด์ที่เซลล์ไขมัน เมตาบอลิซึมที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกัน เช่น ที่ตับ กลูโคสจะถูกออกซิไดส์ได้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ส่วนอะเซทิลโคเอที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาจะถูกนำไปสร้างกรดไขมันเพื่อนำไปสร้างไตรกลีเซอไรด์และลำเลียงออกไปในรูปวีแอลดีแอล (VLDL) ซึ่งจะถูกส่งออกไปยังเนื้อเยื่อไขมันเพื่อนำไปสะสมหรือไปที่กล้ามเนื้อและหัวใจเพื่อออกซิไดส์กรดไขมันให้เป็นพลังงาน ภาวะที่ร่างกายได้รับอาหารพบว่าสมองออกซิไดส์กลูโคสเพียงอย่างเดียว ภาวะที่ร่างกายไม่ได้รับอาหาร (Fasting) หรืออดอาหาร (Starvation) หรือภาวะเครียด (Stress) สมองจะสามารถออกซิไดส์คีโตนบอดีส์

ในภาวะที่ร่างกายขาดกลูโคส เนื่องจากจะมีอิทธิพลของฮอร์โมน เช่น กลูคากอน อะดรีนาลินทำให้กระตุ้นเอนไซม์ Hormone-sensitive lipase ในเนื้อเยื่อไขมันให้เกิดการสลาย ไตรกลีเซอไรด์ที่สะสมไว้ ได้เป็นกรดไขมันและกลีเซอรอล กรดไขมันจะรวมกับอัลบูมินและถูกพาไปที่ตับ ส่วนกลีเซอรอลจะไปที่ตับด้วยตัวเองเพราะละลายได้ในน้ำ กรดไขมันบางส่วนถูกออกซิไดส์ให้พลังงานแก่ตับ บางส่วนเซลล์ตับนำไปสร้างเป็นไตรกลีเซอไรด์ส่งออกไปในรูปวีแอลดีแอล (VLDL) เพื่อลำเลียงไปสู่เนื้อเยื่อต่าง ๆ ได้แก่กล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อหัวใจ ซึ่งจะนำกรดไขมันไปออกซิไดส์ให้พลังงาน การออกซิไดส์กรดไขมันที่ตับจะได้อะเซทิลโคเอซึ่งตับจะนำไปสังเคราะห์คีโตนบอดีส์ส่งออกไปเพื่อไปถูกออกซิไดส์ให้พลังงานที่สมอง (อุษณีย์ วินิจเขตคำณวน. 2547: 51)

กรดไขมันเปรียบเป็นเชื้อเพลิงหลักในการให้พลังงานแก่ร่างกาย พลังงานจากกรดไขมันเกิดได้โดยการออกซิไดส์ด้วยปฏิกิริยาในขบวนการเบตาออกซิเดชัน เป็นการออกซิไดส์โดยใช้ ออกซิเจน (Aerobic Oxidation) กรดไขมันจะถูกออกซิไดส์กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ประมาณ 40% ของพลังงานอิสระที่เกิดขึ้นจากขบวนการนี้ถูกเก็บไว้ในรูปของเอทีพี (ATP) ส่วนที่เหลือจะอยู่ในรูปความร้อน

ปัจจัยที่มีต่อระดับไขมันในร่างกาย

ระดับไขมันในร่างกาย ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ โดยจะแตกต่างกันในแต่ละบุคคล รวมไปถึง ภาวะทางอารมณ์ การออกกำลังกาย การพักผ่อน ความผิดปกติทางร่างกาย และอาหารที่รับประทาน สิ่งเหล่านี้สามารถทำให้ระดับของสารไขมันในร่างกายเพิ่มขึ้นได้ และสอดคล้องกับ นันทยา ชนะรัตน์ (2532: 72) ที่กล่าวว่า นอกเหนือจากนี้สามารถแบ่งปัจจัยอื่น ๆ ที่มีต่อระดับไขมันในร่างกายได้ดังต่อไปนี้

1. อายุ ระดับไขมันส่วนใหญ่จะเพิ่มขึ้นตามอายุ จะสูงขึ้นก่อนช่วงรวดเร็วในวัยเด็ก จนอายุประมาณ 6 ปี จะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ จนถึงวัยผู้ใหญ่ จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงเมื่ออายุประมาณ 70-80 ปี
2. ความดันโลหิตและความอ้วน โคเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ ที่เพิ่มขึ้นในวัยผู้ใหญ่ อาจจะสัมพันธ์กับการมีความดันโลหิตสูง และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในประเทศที่พัฒนาแล้ว การเพิ่มขึ้นของสารดังกล่าว แทนที่จะแสดงถึงการมีสุขภาพสมบูรณ์ แต่กลับจะเป็นการแสดงถึงโอกาสของการมีโรค คือ ความดันโลหิตสูง (Hypertension) โรคอ้วน (Obesity)
3. เพศ ระดับไขมันและโคเลสเตอรอลมีความแตกต่างกันระหว่างเพศ แม้จะเล็กน้อย แต่มีนัยสำคัญและเห็นชัด โดยเฉพาะผู้ใหญ่ เพศหญิงจะมีระดับสูงกว่าเพศชาย
4. ฤดูกาล พบว่าไขมันมีความแตกต่างกัน โดยค่าจะต่ำลงในฤดูร้อน และสูงสุดในฤดูหนาว

3.1 เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย

ไวด์แมน และมิลเลอร์ (Wildman; & Miller. 2004: 171) ได้กล่าวว่า ส่วนประกอบของร่างกาย ประกอบด้วย เนื้อแท้ (Lean Body Mass or Lean Body Weight) ในเนื้อแท้จะมีส่วนประกอบเป็นน้ำ (Water) ประมาณ 70-72 เปอร์เซ็นต์ แร่ธาตุ (Mineral) ประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ อวัยวะและกล้ามเนื้อ (Organic and Muscle) ประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์

ไขมันหรือเนื้อเยื่อไขมัน (Fat Tissue Weight) เนื้อเยื่อไขมันจะมีความถ่วงจำเพาะ 0.92 ส่วนอื่น ๆ ของร่างกายจะมีความถ่วงจำเพาะ 1.1 ยิ่งไขมันมาก ความถ่วงจำเพาะจะต่ำและทำให้ลอยน้ำได้

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัฒน์. (2536: 248) กล่าวว่า ความแตกต่างระหว่างสมรรถภาพของชายและหญิงนั้นส่วนหนึ่งสามารถอธิบายได้เนื่องจากว่าหญิงมีไขมันมากกว่าชาย

คือ ไขมันของผู้ชายเฉลี่ยจะมีค่า 15 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว แต่ไขมันของผู้หญิงจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 25 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว ไขมันที่มีมากนั้นส่วนมากจะมีผลเสีย 2 ประการคือ 1) เซลล์ของไขมันไม่ค่อยมีบทบาทในการสร้างพลังงาน 2) ต้องใช้พลังงานมากเพื่อที่จะมีการเคลื่อนไหวในร่างกายที่มีไขมันมากกว่าปกติ

จำนวนไขมันในร่างกายขึ้นอยู่กับเพศและอายุ ในชายอายุ 18 ปี จะมีไขมันประมาณร้อยละ 15-18 ของน้ำหนักตัว ส่วนในผู้หญิงอายุเท่ากันจะมีร้อยละ 20-25 ของน้ำหนักตัว จำนวนไขมันมากขึ้นตามอายุทั้งในเพศชายและเพศหญิง คนอายุ 50 ปี จะมีไขมันประมาณร้อยละ 30-50 โดยที่น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 10-15 สัดส่วนของไขมันที่เพิ่มขึ้นในระยะนี้จึงเกิดไขมันมากขึ้น รวมทั้งกล้ามเนื้อลายลดลงด้วย

โพลล็อก และคนอื่น ๆ (Pollock, et al. 1998: 150-155) ได้เสนอแนะว่าเปอร์เซนต์ไขมันของผู้ชายควรจะต่ำกว่า 15 เปอร์เซนต์ สำหรับผู้หญิงเปอร์เซนต์ไขมันควรจะต่ำกว่า 25 เปอร์เซนต์ เหตุที่ผู้หญิงมีเปอร์เซนต์ไขมันมากกว่าผู้ชายประมาณ 10 เปอร์เซนต์ ทั้งนี้เพราะฮอร์โมนในร่างกายทำให้ระดับไขมันในร่างกายของทั้งสองเพศมีความแตกต่างกัน ฮอร์โมนเพศหญิง คือ เอสตราดิออล (Estradiol) จะทำให้เกิดการสะสมไขมันในร่างกายเพิ่มขึ้น ส่วนฮอร์โมนเพศชาย คือ แอนโดรเจน (Androgen) จะทำให้ร่างกายมีการสร้างกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น

สำหรับเปอร์เซนต์ไขมันของร่างกายในเพศหญิงอายุ 16-25 ปี โดยเฉลี่ยประมาณ 25 เปอร์เซนต์ ช่วงอายุ 30-38 ปี เปอร์เซนต์ไขมันในร่างกายจะเพิ่มสูงขึ้นถึง 29-34 เปอร์เซนต์และในระดับอายุ 40 ปี มีแนวโน้มของเปอร์เซนต์ไขมันในร่างกายสูงกว่า 30 เปอร์เซนต์ แต่เพศชายจะมีเปอร์เซนต์ไขมันโดยเฉลี่ย 14.5 เปอร์เซนต์ (อรรถพล เพ็ญสุภา. 2539 : 22)

3.2 ภาวะไขมันในเลือดสูง

ภาวะไขมันในเลือดสูงผิดปกติ หมายถึง การที่ปริมาณไขมันในเลือดหลังจากรับประทานอาหารแล้ว 12 ชั่วโมงมีสูงกว่าปกติ ภาวะไขมันในเลือดสูงนี้ เป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญของการเกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง (Atherosclerosis) และปริมาณโคเลสเตอรอลในพลาสมามากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร หรือไตรกลีเซอไรด์ในพลาสมามากกว่า 170 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร ภาวะไขมันในเลือดสูงผิดปกติอาจจะหมายถึง การที่มีโคเลสเตอรอลหรือไตรกลีเซอไรด์สูงอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่างร่วมกัน เนื่องจากไขมันในเลือดถูกพาไปในรูปแบบของไลโปโปรตีน ดังนั้นภาวะไขมันในเลือดสูงผิดปกติอาจเรียกเป็นภาวะไลโปโปรตีนในเลือดสูงผิดปกติ (hyperlipoproteinemia) และการเกิดไขมันในเลือดสูงผิดปกติมักเป็นผลจากความผิดปกติทางเมตาบอลิซึมของไลโปโปรตีน จากที่กล่าวข้างต้นสามารถสรุประดับไขมันต่าง ๆ ในกระแสเลือดได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงระดับค่าปกติของลิพิดในเลือด

ปริมาณลิพิดในเลือด	ค่าปกติโดยเฉลี่ย Mg / dl	ปริมาณลิพิดในเลือดสูงผิดปกติ Mg / dl
โคเลสเตอรอล	150 – 250	มากกว่า 250
LDL	70 – 160	มากกว่า 160
HDL	35 – 65	น้อยกว่า 35
ไตรกลีเซอไรด์	35 – 165	มากกว่า 165

ที่มา: อุษณีย์ วินิจเขตคำณวน. (2547, มิถุนายน). ชีวเคมีของลิพิดและไลโปโปรตีน. หน้า 132.

4. การออกกำลังกาย

การออกกำลังกาย หมายถึง การทำงานของกล้ามเนื้อลาย เพื่อให้ร่างกายมีการเคลื่อนไหวตามความมุ่งหมาย โดยที่มึการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ช่วยสนับสนุนส่งเสริมให้การออกกำลังกายมีประสิทธิภาพและคงอยู่ได้ (พิชิต ภูติจันทร์. 2547: 51) มีความสอดคล้องกับ วุฒิพงษ์ ปรมัตถการ. (2537 : 47) ที่กล่าวว่า การออกกำลังกายสามารถกระทำได้หลายอย่าง โดยแต่ละอย่างนั้นเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมสมรรถภาพของระบบหายใจและระบบไหลเวียนเลือดโดยตรง เช่น การวิ่งเหยาะ การปั่นจักรยาน ว่ายน้ำ เป็นต้น

การออกกำลังกายอาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ การออกกำลังกายแบบเฉียบพลันเป็นการออกกำลังกายเพียงครั้งเดียว (ผลเฉียบพลัน) และการออกกำลังกายทุกวันหรือเป็นเดือน โดยกระทำซ้ำ ๆ กัน (ผลการฝึก) สิ่งสำคัญที่จะต้องจดจำก็คือ การเปลี่ยนแปลงทางหน้าที่ที่เกิดขึ้นจากการฝึก อาจไม่จำเป็นต้องเกิดจากการออกกำลังกายเพียงครั้งเดียว ตัวอย่างเช่น การออกกำลังกายเพียงครั้งเดียวจะไม่มีผลต่อการลดอัตราการเต้นของหัวใจ แต่การฝึกความทนทานเป็นประจำจะช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจลง

การตอบสนอง (Responses) จะเกิดขึ้นในทันทีที่ออกกำลังกาย เป็นการเปลี่ยนแปลงทางหน้าที่ชั่วคราวหรือช่วงสั้น ๆ ภายหลังการออกกำลังกายได้สิ้นสุดลง ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น ความดันเลือดสูงขึ้น เพิ่มอัตราการหายใจ เป็นต้น

การปรับตัว (Adaptation) จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้าง หรือหน้าที่ได้มากหรือน้อยภายหลังการฝึก การปรับตัวนี้จะไม่เห็นในทันทีทันใด จะต้องใช้เวลาฝึกไม่น้อยกว่า 1 สัปดาห์ ได้แก่ หัวใจสูบฉีดเลือดได้มากขึ้น กล้ามเนื้อมีขนาดโตขึ้น เป็นต้น

การออกกำลังกายจะกระตุ้นให้เกิดการทำงานเพิ่มขึ้นของระบบต่อมไร้ท่อและเพิ่มการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ร่างกายยังต้องปรับตัวต่อความร้อนที่เพิ่มขึ้น โดย

ปรับกลไกการควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสม สมดุลของของเหลวและอิเล็กโทรไลต์ จะถูกรบกวน แหล่งพลังงานในร่างกายจะร่อยหรอลงไปเรื่อยๆ แต่ร่างกายเราจะปรับตัวได้ดี ถ้าเราได้ออกกำลังกายเป็นประจำและสามารถออกกำลังกายได้มากขึ้นโดยไม่ค่อยเมื่อยล้า เมื่อได้ออกกำลังกายเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอตามความเหมาะสมกับสภาพร่างกาย อายุ สถานที่และสภาพแวดล้อม สิ่งเหล่านี้อาจทำให้เกิดสุขภาพที่ดีตามมา โดยสอดคล้องกับกระทรวงสาธารณสุข (2540 : 2) ที่มีการผลักดันให้ประชาชน ได้มีการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพที่ดี และได้ให้ความหมายของการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ คือ การออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีการใช้ไขมันเป็นพลังงาน ใช้ออกซิเจนช่วยในการสันดาป เป็นระยะเวลานานพอติดต่อกัน เพียงพอที่จะให้เกิดความอดทนของ ปอด หัวใจ และระบบไหลเวียนเลือด จึงจะมีผลต่อสุขภาพโดยมีหลัก 3 ประการ คือ

1.1 ความหนัก คือ ออกกำลังกายให้หนักพอ เพื่อให้อัตราการเต้นของหัวใจพุ่งสูงถึงอัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย (Target Heart Rate: THR) โดยการคำนวณหาได้จากการนำ 170 – อายุ จะได้จำนวนครั้งของอัตราการเต้นของหัวใจเป็นครั้งต่อนาที ในขณะที่ทำการออกกำลังกาย

1.2 ความนาน คือ ออกกำลังกายให้ติดต่อกันอย่างน้อย 15 -20 นาที

1.3 ความบ่อย คือ ออกกำลังกายวันเว้นวัน หรืออย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์

โดยหลักการทางสรีรวิทยานั้น การออกกำลังกายเป็นวิธีการหรือมีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้ร่างกายเผาผลาญสารอาหารที่สะสมอยู่ในร่างกายให้มากที่สุด และมีผลต่อการทำให้ระบบอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกายได้ทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพ เมื่อมีการออกกำลังกายมากขึ้น ปัญหาที่ตามมาก็คือ ความหิวมากขึ้น ซึ่งก็เนื่องมาจากพลังงานที่เก็บไว้ถูกใช้หมดสิ้นไปแล้ว ร่างกายจำเป็นต้องทำการสะสมพลังงานใหม่ก็โดยการบริโภคอาหารเพิ่มเติมเข้าไป ภาวะความหิวจะเกิดขึ้นหลังจากการออกกำลังกายไปแล้วหนึ่งชั่วโมง ทำให้เกิดความเข้าใจผิดว่าเมื่อเกิดความหิวแล้วจะทำให้บริโภคอาหารมากขึ้น จะทำให้อ้วนมากขึ้น โดยความเป็นจริงแล้วสาเหตุมาจากอุปนิสัยในการบริโภคและปริมาณในการออกกำลังกาย ถ้ามีการบริโภคอาหารมากแต่ออกกำลังกายน้อยก็มักจะอ้วน แต่ถ้าบริโภคอาหารน้อยการออกกำลังกายมากก็จะขาดกำลัง (พีระพงศ์ บุญศิริ. 2540: 108-109) ดังนั้นถ้ามีการบริโภคมากก็ต้องมีการออกกำลังกายมาก คือ จัดสัดส่วนให้สมดุลกัน วิธีที่ดีที่สุดก็คือ บริโภคอาหารให้พออิ่ม หรือออกกำลังกายและรู้จักควบคุมปริมาณการบริโภคอาหารไปด้วย ซึ่งจะสามารถควบคุมน้ำหนักได้ดี การออกกำลังกายไม่ใช่เป็นตัวการทำให้เกิดความอยากอาหาร แต่เป็นวิธีการลดน้ำหนักที่ดี แต่ในบางกรณี เช่น การออกกำลังกายประเภทที่ต้องใช้พลังมาก และใช้ความรวดเร็ว น้ำหนักตัวอาจจะลดลงบ้าง เนื่องจากปริมาณของไขมันลดลง แต่น้ำหนักของกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้น กล้ามเนื้อจะเพิ่มขนาดขึ้นมีความแข็งแรงขึ้น ถ้าเป็นการฝึกเพื่อความทนทานก็จะมีผลต่อปริมาณไขมันในกล้ามเนื้อลดลง

ชนิดของการออกกำลังกาย แบ่งตามการทำงานของกล้ามเนื้อ

1. การออกกำลังกายแบบไอโซเมตริก (Isometric Exercise, Static)

เป็นการออกกำลังกายแบบมีการหดตัวของกล้ามเนื้อ ชนิดของความยาวของกล้ามเนื้อคงที่ แต่มีการเกร็งหรือตึงตัวของกล้ามเนื้อเพื่อต้านกับแรงต้านทาน อวัยวะต่าง ๆ ไม่มีการเคลื่อนไหว แต่มีการเกร็งของกล้ามเนื้อ เช่น ออกแรงดันกำแพง ออกแรงบีบวัตถุหรือกำมัดไว้นั่น

2. การออกกำลังกายแบบไอโซโทนิค (Isotonic Exercise, Dynamic)

เป็นลักษณะของการออกกำลังกายแบบมีการหดตัวของกล้ามเนื้อ ชนิดที่ความยาวของกล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงและอวัยวะมีการเคลื่อนไหว เป็นการบริหารกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายโดยตรง แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 คอนเซนตริก (Concentric) คือ การหดตัวของกล้ามเนื้อชนิดที่ความยาวของกล้ามเนื้อหดสั้นเข้าทำให้น้ำหนักเคลื่อนเข้าหาลำตัว เช่น การยกน้ำหนักเข้าหาลำตัว

2.2 เอกเซนตริก (Eccentric) คือ การหดตัวของกล้ามเนื้อชนิดที่มีการเกร็งกล้ามเนื้อและความยาวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เช่น ยกน้ำหนักออกจากลำตัว

3. การออกกำลังกายแบบไอโซคิเนติก (Isokinetic Exercise)

หมายถึง การออกกำลังกายชนิดที่การทำงานของกล้ามเนื้อเป็นไปอย่างสม่ำเสมอตลอดช่วงเวลาของการเคลื่อนไหว เช่น การขี่จักรยานวัดงาน

ชนิดของการออกกำลังกาย แบ่งตามการทำงานของระบบพลังงาน

1. การออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic Exercise)

เป็นการออกกำลังกายแบบไม่ต้องใช้ออกซิเจน หรือในขณะที่ออกกำลังกายแทบไม่ต้องหายใจเอาอากาศเข้าสู่ปอดเลย เช่น การวิ่งเร็วระยะสั้น

2. การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic Exercise)

นายแพทย์เคนเนธ คูเปอร์ ได้จำกัดความของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ไว้ในหนังสือไว้ว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิก หมายถึง การออกกำลังกายชนิดใดก็ได้ที่จะกระตุ้นให้หัวใจและปอด ต้องทำงานมากขึ้นถึงจุด ๆ หนึ่ง ด้วยระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งนานพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่จะเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ตรงกับบุคคิพงษ์ ปรมัตถากร. (2537 : 61) ที่กล่าวว่า การออกกำลังกายที่ร่างกายต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมากและต้องทำติดต่อกันเป็นเวลายาวนาน ซึ่งมีผลทำให้ระบบการทำงานของหัวใจ ปอด หลอดเลือดและระบบไหลเวียนเลือดแข็งแรงและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นอย่างชัดเจน ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า ผลจากการฝึก (Training Effect)

ความหนักของการออกกำลังกาย (Intensity of Exercise)

ระดับความหนักของการออกกำลังกายจะมีความสัมพันธ์กับสารอาหารต้นตอของการสำรองพลังงาน เมื่อความหนักของการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น (สนธยา สีละมอด. 2547: 113) การใช้

คาร์โบไฮเดรต เป็นต้นต่อการผลิตพลังงานจะเพิ่มขึ้น ซึ่งความต้องการใช้คาร์โบไฮเดรตและไขมัน เป็นต้นต่อของพลังงานในการออกกำลังกายจะเกิดขึ้นที่ระดับความหนักที่แน่นอน คือ

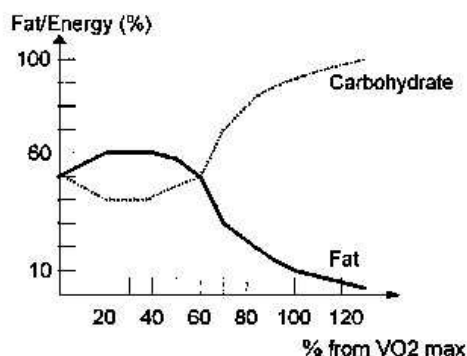
- 1) การเผาผลาญไขมันส่วนใหญ่เพื่อสำรองพลังงานสำหรับการออกกำลังกายจะเกิดขึ้นที่ระดับความหนักต่ำกว่า 50% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($50\%VO_2\max$)
- 2) การใช้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อเป็นต้นต่อของพลังงานเพิ่มขึ้นชัดเจนที่ระดับความหนัก 75% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($75\%VO_2\max$) และ
- 3) เมื่อความหนักสูงกว่า 95% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($95\%VO_2\max$) ร่างกายจะเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตมาใช้เป็นพลังงานส่วนใหญ่

อย่างไรก็ตาม ความหนักและระยะเวลาของการออกกำลังกายจะมีผลกระทบต่อการผลิตพลังงาน กล่าวคือ อะไรก็ตามที่เป็นสัดส่วนของเชื้อเพลิงที่ใช้เมื่อเริ่มต้นในแต่ละความหนักของการออกกำลังกายจะผันแปรไปตามการเพิ่มขึ้นของเวลาของการออกกำลังกายด้วย ไขมันจะมีความสำคัญเพิ่มขึ้นและจะเป็นต้นต่อหลักของการสำรองพลังงาน ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงความหนักของการออกกำลังกายและแหล่งที่ใช้พลังงาน

ความหนัก (%ซีพีอาร์สูงสุด)	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน
65-70	40	60
70-75	50	50
75-80	65	35
80-85	80	20
85-90	90	10
90-95	95	5
100	100	0

พาวเวอร์ส และฮาวเลย์ (Powers; & Howley. 1997: 54) กล่าวว่า ความหนักของการออกกำลังกาย มีส่วนทำให้ร่างกายหรือระบบการทำงานมีการเลือกแหล่งพลังงานที่จะนำมาใช้เพื่อประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกาย โดยความหนัก ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นค่าของความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน ($VO_2\max$) และระยะเวลาในการประกอบกิจกรรม จะเป็นตัวกำหนดแหล่งพลังงาน โดยความหนักในระดับต่ำ ($40-60\%VO_2\max$) ที่ใช้ในระยะเวลาตั้งแต่ 20 นาทีขึ้นไป แหล่งพลังงานที่ร่างกายใช้จะเป็นพวกไขมัน ในขณะที่ความหนักสูงกว่า $60\%VO_2\max$ แหล่งพลังงานที่ร่างกายใช้จะเป็นพวกคาร์โบไฮเดรต ดังแสดงในภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 กราฟแสดงความหนักของการออกกำลังกายและแหล่งที่ใช้พลังงาน

ที่มา: www.idea2000.org

การกำหนดความหนักของการออกกำลังกาย

การกำหนดความหนักของการออกกำลังกาย สามารถทำการกำหนดได้ทั้งทางตรง (Direct Methods) และทางอ้อม (Indirect Methods) การกำหนดระดับความหนักของการออกกำลังกายส่วนใหญ่จะทำการกำหนดโดยทางอ้อม เพราะมีความสะดวกรวดเร็ว ถึงแม้ว่าอาจมีค่าความคลาดเคลื่อนได้บ้าง โดยการเปรียบเทียบค่าระดับความหนักของการออกกำลังกายจากอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (HR_{max}) ถือว่าเป็นการกำหนดความหนักของการออกกำลังกายแบบทางอ้อม (Powers; & Howley. 1997: 292) มีวิธีการเทียบจากการนำเอาค่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (HR_{max}) ลบด้วยอายุ ได้สมการดังนี้

$$HR_{max} = 220 - \text{age}$$

$$HRR = HR_{max} - HR_{rest}$$

นำค่าที่ได้จากคำนวณเทียบตามตารางความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (HR_{max}) อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (Heart Rate Resting: HRR) และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) ของ พาวเวอร์ส และฮาวเลย์ (Powers; & Howley. 1997: 292) ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงความสัมพันธ์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (HR_{max}) อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (HRR) และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (% VO_2max)	อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (%HRR)	อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (% HR_{max})
50	50	66
55	55	70
60	60	74
65	65	77
70	70	81
75	75	85
80	80	88
85	85	92
90	90	96

ที่มา : Powers K. & Howley T. (1997). *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance*. Third Edition. Boston: McGraw-Hill.

ผลของการออกกำลังกาย (Effects of Exercise)

การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังต่อไปนี้

1. การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจะส่งผลให้กล้ามเนื้อหัวใจมีขนาดใหญ่ขึ้น แรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจเพิ่มขึ้น ปริมาตรเลือดที่หัวใจบีบตัวแต่ละครั้งเพิ่มขึ้นและอัตราการเต้นของหัวใจจะลดต่ำลงประมาณ 10-15 ครั้งต่อนาที โดยการลดลงของอัตราการเต้นของหัวใจนั้น การออกกำลังกายจะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจลดต่ำลงทั้งในขณะที่พักและขณะออกกำลังกาย ในขณะที่ออกกำลังกายที่ระดับความหนักต่ำกว่าสูงสุด (Submaximal) อัตราการเต้นของหัวใจจะต่ำกว่าก่อนได้รับการออกกำลังกายและขณะออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงสุด (Maximal) อัตราการเต้นของหัวใจจะไม่มีเปลี่ยนแปลงหรือลดลงเล็กน้อย

2. การเพิ่มขึ้นของปริมาตรเลือดที่ส่งออกจากหัวใจต่อนาที (Cardiac Output) การออกกำลังกายจะเพิ่มปริมาตรเลือดที่หัวใจบีบตัวแต่ละครั้งให้สูงขึ้น ขณะที่อัตราการเต้นของหัวใจลดลง การเปลี่ยนแปลงนี้จะมีผลต่อปริมาตรเลือดที่ส่งออกจากหัวใจต่อนาที โดยในขณะที่พักหรือในขณะที่

ออกกำลังกายที่ระดับความหนักต่ำกว่าสูงสุด (Submaximal) ปริมาตรเลือดที่ส่งออกจากหัวใจต่อนาทีจะไม่มีเปลี่ยนแปลงหรือลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้เป็นผลมาจากความสามารถของเลือดในการปล่อยออกซิเจนเพิ่มขึ้น

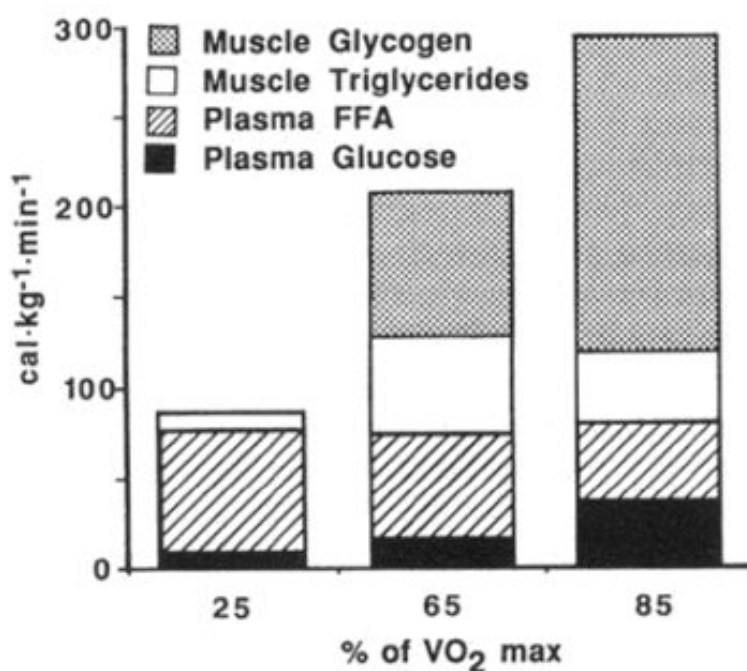
3. การออกกำลังกายสามารถเพิ่มจำนวนหลอดเลือดแดงฝอยและการไหลเวียนภายในกล้ามเนื้อให้เพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นนี้จะเป็นผลให้มีการแลกเปลี่ยนสารอาหารและออกซิเจนสำหรับกระบวนการเผาผลาญอาหารขณะออกกำลังกายเพิ่มขึ้น และการออกกำลังกายประเภทอดทนจะปรับปรุงความสามารถในการเผาผลาญอาหารของกล้ามเนื้อ

4. จำนวนไมโทคอนเดรีย (Mitochondria) จะมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีจำนวนเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ สันธยา สีละมาต (2547: 25) ที่กล่าวว่า การออกกำลังกายทำให้จำนวนไมโทคอนเดรียมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะทำให้ปริมาณของเอนไซม์สำหรับการผลิตพลังงานแบบใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นขององค์ประกอบภายในกล้ามเนื้อดังกล่าวจะเป็นผลทำให้มีการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการผลิตพลังงานแบบใช้ออกซิเจนและความสามารถในการเผาผลาญไขมันเพิ่มขึ้น

5. ระบบพลังงานแบบแอโรบิก (Aerobic System)

การออกกำลังกายที่มีความต่อเนื่องและใช้ระยะเวลาที่ค่อนข้างนาน ร่างกายจะต้องการพลังงานของระบบที่เรียกว่า ระบบแอโรบิก (Aerobic system) คือ ต้องการใช้ออกซิเจนในกระบวนการเผาผลาญอาหาร แต่อย่างไรก็ตาม แม้จะมีออกซิเจนอย่างเพียงพอ กระบวนการเผาผลาญก็อาจจะถูกจำกัดโดยปัจจัยทางด้านเอนไซม์และไมโทคอนเดรีย (Mitochondria) ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญสำหรับการผลิตพลังงาน และถ้ามีจำนวนจำกัดจะทำให้ปริมาณการผลิตพลังงานลดลง ระบบพลังงานแอโรบิกสามารถใช้เชื้อเพลิงมากกว่าหนึ่งชนิด คาร์โบไฮเดรตและไขมันที่เก็บสะสมอยู่ในร่างกายเป็นต้นตอที่สำคัญของการผลิตพลังงานของระบบแอโรบิก การเก็บสะสมของคาร์โบไฮเดรตจะมีจำนวนจำกัด ขณะที่การเก็บสะสมของไขมันมีจำนวนไม่จำกัด การสำรองพลังงานจากทั้งสองต้นตอจะทำงานในเวลาเดียวกัน แต่จะแบ่งสัดส่วนกันสำรองพลังงาน โดยขึ้นอยู่กับความหนักของการออกกำลังกาย ระยะเวลาของการออกกำลังกาย และสภาพการออกกำลังกายของแต่ละบุคคล

การออกกำลังกายที่ระดับความหนักต่ำกว่าสูงสุด (Submaximal) เป็นระยะเวลายาวนาน ในตอนแรกคาร์โบไฮเดรตจะเป็นเชื้อเพลิงที่สำคัญหรือเป็นต้นตอหลักของพลังงานทั้งหมด แต่เมื่อระยะเวลาการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น การสำรองพลังงานจากการเผาผลาญของไขมันจะเข้ามามีบทบาทที่ละน้อยและเพิ่มระดับสูงขึ้นเป็นต้นตอหลักของการผลิตพลังงานทั้งหมด ดังแสดงในภาพประกอบ 6

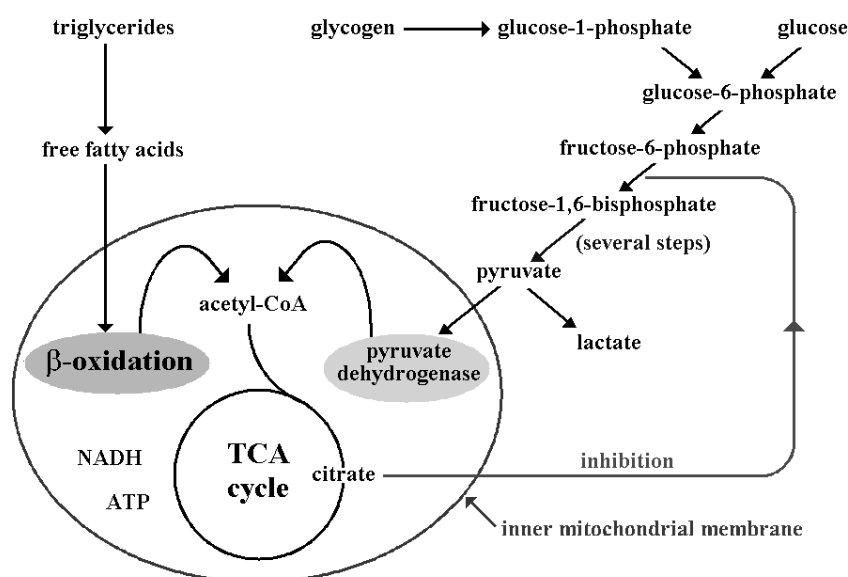


ภาพประกอบ 6 แสดงความหนักของการออกกำลังกายและต้นตอพลังงาน

ที่มา: www-rohan.sdsu.edu

6. กระบวนการเผาผลาญไขมัน (Beta-Oxidation Pathway)

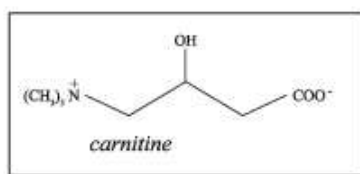
ในภาวะที่ร่างกายต้องการพลังงานที่จะเป็นแหล่งของพลังงานในการประกอบกิจกรรมที่ใช้เวลานาน กรดไขมันจึงถูกนำมาใช้ โดยการถูกออกซิไดส์และเป็นการออกซิไดส์ที่คาร์บอนตำแหน่งเบตา เรียกว่า ปฏิกริยา Beta-Oxidation Pathway สอดคล้องกับ อุษณีย์ วินิจเขตคำนวณ (2547:52) ที่กล่าวว่า กรดไขมันสามารถถูกออกซิไดส์ เพื่อแปรเปลี่ยนเป็นพลังงานให้ร่างกายใน ขณะที่ร่างกายมีความต้องการในการใช้พลังงานที่ค่อนข้างยาวนาน กระบวนการเบตา-ออกซิเดชันของกรดไขมันเกิดภายในไมโทคอนเดรีย คาร์บอนอะตอมในโมเลกุลของกรดไขมันจะถูกตัดไปที่ละ 2 อะตอมให้เป็นอะเซทิลโคเอ (Acetyl CoA) อะเซทิลโคเอที่ได้ถูกนำไปออกซิไดส์ต่อให้สมบูรณ์ในวัฏจักรเครบส์ (Krebs cycle หรือ TCA cycle) เพื่อให้ได้พลังงาน ปฏิกริยาเบตาออกซิเดชัน 1 รอบ ตั้งแต่การกระตุ้นกรดไขมันให้เป็น Fatty acyl CoA จนถึงการสลายได้ 1 อะเซทิลโคเอและมีการใช้เอนไซม์ไป 2 โมล แต่ได้เอนไซม์ 17 โมล ปริมาณสุทธิของเอนไซม์ที่ได้จะเป็น 15 โมล ถ้าจำนวนคาร์บอนอะตอมของกรดไขมันมีมากขึ้น ปฏิกริยาจะดำเนินหลาย ๆ รอบจะได้จำนวนเอนไซม์มากขึ้นตามลำดับ ดังแสดงในภาพประกอบ 7



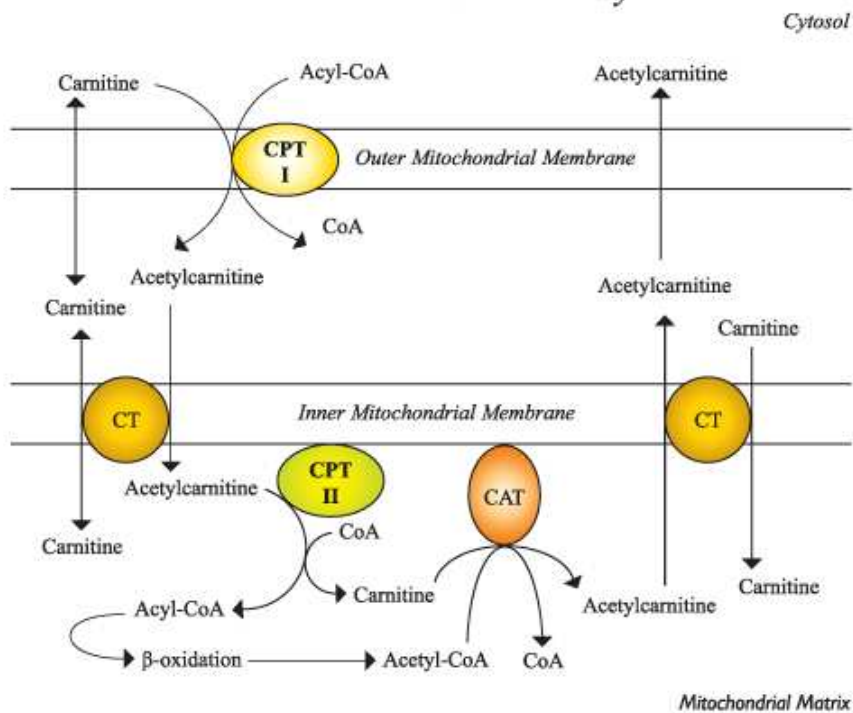
ภาพประกอบ 7 ปฏิกริยาเบตา ออกซิเดชัน (Beta Oxidation Pathway)

ที่มา: www2.unil.ch/ibpv/WWWPoirier/research.htm

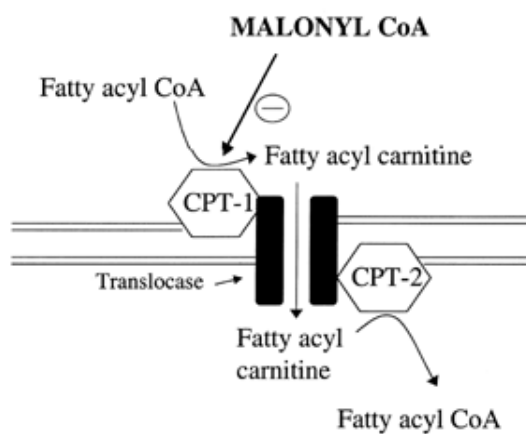
คาร์นิทีน ชัทเทิล (Carnitine Shuttle) เป็นตัวพากรดไขมันเข้าไปในไมโทคอนเดรียเพื่อออกซิไดส์โดยกระบวนการเบตาออกซิเดชัน (Beta Oxidation Pathway) โดย เมื่อกรดไขมันจากการสลายไลโปโปรตีนเข้าสู่เซลล์จะอยู่ที่ไซโตซอล (Cytosol) แต่เอนไซม์ในวิถีเบตาออกซิเดชันอยู่ในไมโทคอนเดรีย และกรดไขมันไม่สามารถผ่านผนังเซลล์ของไมโทคอนเดรียได้ ดังนั้นต้องมีการกระตุ้น (Activation) กรดไขมันในรูปเอซิทิลโคเอ (Acetyl CoA) จากการอาศัยเอนไซม์เอและเอนไซม์ acyl CoA synthase โดยปกติ แฟตตี้เอซิทิลโคเอ (Fatty Acyl CoA) ไม่สามารถผ่านผนังเซลล์ด้านในของไมโทคอนเดรียเข้าไปได้ แต่ต้องอาศัยคาร์นิทีน (Carnitine) เพื่อพาผ่านผนังเซลล์ของไมโทคอนเดรียเข้าไปในเมทริกซ์ โดยขบวนการ คาร์นิทีน ชัทเทิล (Carnitine Shuttle) จึงจะเกิดปฏิกิริยาโดยเบตาออกซิเดชัน (Beta Oxidation Pathway) ดังภาพประกอบ 8



The Mitochondrial Carnitine System



CYTOSOL



ภาพประกอบ 8 ขบวนการ Carnitine Shuttle เพื่อพา Fatty Acyl CoA เข้าสู่ไมโทคอนเดรีย

ที่มา: www.biochemsoctrans.org

การตอบสนองของกระบวนการเผาผลาญไขมันในขณะออกกำลังกาย

การตอบสนองของกระบวนการเผาผลาญไขมันในขณะออกกำลังกาย ที่ใช้เวลานาน และความหนักต่ำถึงปานกลางนั้น สามารถทำให้ร่างกายเปลี่ยนแปลงทั้งในทางกายภาพและทางชีวเคมี (พิชิต ภูติจันทร์, 2535: 182) โดยการไปเพิ่มการออกซิเดชันของไขมัน ทำให้ไขมันแตกตัว (Oxidation) ให้คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำและผลิต ATP ขึ้นและให้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นภายหลังการฝึก โดยเฉพาะการออกกำลังกายที่ใช้ความทนทาน จะเพิ่มการปลดปล่อยกรดไขมันจากเยื่อมัน (Adipose tissue) ทำให้ไขมันถูกใช้เป็นแหล่งพลังงานเพิ่มขึ้น รวมถึงการทำงานของเอนไซม์ การกระตุ้น การขนส่งและการแตกตัวของกรดไขมัน ซึ่งสอดคล้องกับชูศักดิ์ เวชแพศย์ (2536: 139) ที่กล่าวว่า ในการออกกำลังกายที่ความหนักปานกลางนั้น ร่างกายใช้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรตและไขมันในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อเริ่มมีการออกกำลังกายนานขึ้น ร่างกายจะใช้ไขมันเป็นแหล่งพลังงานเพิ่มขึ้น และในการออกกำลังกายระยะยาว พบว่าไขมัน (กรดไขมัน) เป็นต้นตอพลังงานถึง 80% และ เพาเวอร์ส และฮาวเลย์ (Powers; & Howley. 1997: 57) พบว่า ไขมันที่ถูกสะสมไว้ในเนื้อเยื่อไขมันของร่างกายถูกใช้เป็นพลังงานแหล่งแรกของการทำงานที่ระดับความหนักของการออกกำลังกายและระยะเวลาที่แตกต่างกัน เช่น เป็นแหล่งพลังงานแรกของการออกกำลังกายที่มีความหนักระดับต่ำ

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

จกมลณี นามบุญจิตต์ (2537: บทคัดย่อ) ทำการศึกษาวิจัยถึงผลการออกกำลังกายแบบสตีปแอโรบิกและการเดินแอโรบิกที่มีต่อความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการออกกำลังกายแบบแอโรบิก 2 วิธี คือ สตีปแอโรบิกและการเดินแอโรบิก ที่มีต่อความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย ผู้เข้ารับการทดลองเป็นนักศึกษาหญิง ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2536 วิทยาลัยพยาบาลและผดุงครรภ์เชียงใหม่ จำนวน 40 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน โดยกลุ่ม 1 ฝึกสตีปแอโรบิก 20 นาที กลุ่ม 2 ฝึก สตีปแอโรบิก 30 นาที กลุ่ม 3 ฝึกเดินแอโรบิก 20 นาที กลุ่ม 4 ฝึกเดินแอโรบิก 30 นาที ทำการฝึก 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน และทำการทดสอบสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดและเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกายก่อน (Pre-Test) และหลังการทดลอง (Post-Test) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง ผลการวิจัยพบว่า

1. การออกกำลังกายแบบสตีปแอโรบิกและการเดินแอโรบิก มีผลต่อความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตไม่แตกต่างกัน

2. การออกกำลังกายแบบสแต็ปแอโรบิกและการเดินแอโรบิก มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกายไม่แตกต่างกัน
3. การออกกำลังกายแบบสแต็ปแอโรบิกและการเดินแอโรบิก ในระยะเวลาที่ต่างกันมีผลต่อความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตไม่แตกต่างกัน
4. การออกกำลังกายแบบสแต็ปแอโรบิกและการเดินแอโรบิก ในระยะเวลาที่ต่างกันมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกายไม่แตกต่างกัน
5. วิธีการออกกำลังกายและเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกาย ไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน

ชนกพร สุคนธฉายา (2544: บทคัดย่อ) ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายและการเสริมวิตามินอี ต่อระดับของสารต้านอนุมูลอิสระและระดับไขมันในเลือดของชายไทยสูงอายุ โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายและการออกกำลังกายร่วมกับการรับประทานวิตามินอีเสริม (800IUต่อวัน) ต่อระดับของสารต้านอนุมูลอิสระในซีรัม (TAC) ระดับของการเกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชันในมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) เป็นตัวบ่งชี้ และระดับไขมันในเลือด ผู้เข้าร่วมโครงการเป็นชายสูงอายุจำนวน 32 คน สุขภาพแข็งแรงและไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำมาก่อน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกออกกำลังกายและกลุ่มที่ได้รับการฝึกออกกำลังกายร่วมกับการรับประทานวิตามินอีเสริม (800IUต่อวัน) การออกกำลังกายใช้วิธีปั่นจักรยาน (Cycling Ergometer) ความหนัก 70% ของอัตราสำรองการเต้นหัวใจสูงสุด พบว่าภายหลังการฝึกออกกำลังกาย 12 สัปดาห์ สมรรถภาพทางกาย ได้แก่ อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) และมวลกล้ามเนื้อ (lean body mass) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่ามีระดับ MDA และ TAC เพิ่มขึ้น ทั้งกลุ่มออกกำลังกายและกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการรับประทานวิตามินอีเสริมด้วย โดยไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม สำหรับระดับไขมันในเลือดของทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า มีระดับโคเลสเตอรอลลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าระดับของ LDL-C ในซีรัมลดลงอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มออกกำลังกาย ส่วนในกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการรับประทานวิตามินอีเสริม ระดับของ LDL-C มีแนวโน้มที่จะลดลงภายหลังการออกกำลังกาย

ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายในชายสูงอายุมีผลดีในการป้องกันการเกิดกระบวนการลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน โดยกลไกอาจจะเนื่องมาจากการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอสามารถกระตุ้นให้มีการเพิ่มขึ้นของสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายได้ ทั้งนี้การรับประทานวิตามินอีเสริม ร่วมกับการฝึกออกกำลังกายระยะเวลา 12 สัปดาห์ ไม่มีผลต่อสมรรถภาพทางกาย ระดับสารต้านอนุมูลอิสระ การเกิดกระบวนการลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน และระดับไขมันในเลือด

ภารดี เอื้อวิชญาแพทย์; และคนอื่น ๆ (2544: Online) ได้ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของชาเขียวในการลดน้ำหนักคนไทยที่อ้วน โดยมีหลักการและเหตุผลว่า ปัจจุบันโรคอ้วนมีอุบัติการณ์เพิ่มขึ้นทั่วโลก รวมทั้งในประเทศไทย โรคอ้วนก่อให้เกิดโรคแทรกซ้อนต่างๆ เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ (Coronary Heart Disease) โรคความดันโลหิตสูงและโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน ซึ่งโรคต่าง ๆ เหล่านี้เป็นโรคที่ทำให้รัฐบาลต้องสูญเสียงบประมาณการรักษาพยาบาลสูงมาก ปัจจุบันการ

ประสบความสำเร็จในการลดน้ำหนักยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ชาเขียวเป็นสมุนไพรที่มีองค์ประกอบสำคัญคือ คาเฟอีน และสารแคทีทะคิน ซึ่งมีรายงานว่าสามารถลดน้ำหนักในคนคอเคเซียน ญี่ปุ่นและจีน โดยออกฤทธิ์กระตุ้นการใช้พลังงานและการเผาผลาญไขมัน (Fat Oxidation) โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ เพื่อศึกษาผลของชาเขียวต่อการลดน้ำหนักคนไทยที่อ้วน ทำการศึกษาแบบสุ่ม มีกลุ่มควบคุม ประชากรที่ศึกษา คือ อาสาสมัครที่เป็นคนอ้วน มีดัชนีมวลกายเกิน 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (กก./ตร.ม.) จำนวน 60 คน วิธีการคือ ให้อาสาสมัครถูกสุ่มแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับชาเขียวและกลุ่มที่ได้รับยาหลอก เวลาในการทดลอง 12 สัปดาห์ ทำการประเมิน น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกาย การใช้พลังงานขณะพัก สัดส่วนการหายใจ ปริมาณอาหาร และกิจกรรมทางกาย ที่ค่าเริ่มต้น สัปดาห์ที่ 4 8 และ 12 แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างของทั้ง 2 กลุ่มในช่วงเวลาเดียวกันด้วย Student's t test ผลปรากฏว่า ผลต่างของน้ำหนักที่ลดลงในกลุ่มที่ได้รับชาเขียวและกลุ่มที่ได้รับยาหลอกเป็น 2.70, 5.10 และ 3.73 กิโลกรัมในสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 ตามลำดับ ที่สัปดาห์ที่ 8 น้ำหนักที่ลดลงมีความแตกต่างกันใน 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ผลต่างของการใช้พลังงานขณะพักเป็น 43.80 กิโลแคลอรีต่อวัน (kcal/day) ($p < .05$) ผลต่างของสัดส่วนการหายใจเป็น 0.02 ($p < .05$) สำหรับปริมาณอาหารที่รับประทาน และกิจกรรมทางกาย ในทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปผลได้ว่า จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ชาเขียวสามารถลดน้ำหนักในคนไทยที่อ้วนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในสัปดาห์ที่ 8 โดยการเพิ่มการใช้พลังงานและการสลายไขมัน

บังอร ธรรมสอน (2536: บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายประเภทอดทนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับโคเลสเตอรอล ระดับ HDL และระดับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย และเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับโคเลสเตอรอลและไฮ เดนซิตี ไลโปโปรตีนในเลือด และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกายก่อนฝึกออกกำลังกาย ภายหลังการออกกำลังกายครบ 4 สัปดาห์และ ภายหลังการออกกำลังกายครบ 8 สัปดาห์ การออกกำลังกายใช้ระดับความหนัก 50-80% ของความสูงสุดในการทำงาน กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัคร ที่เป็นนักศึกษาหญิง อายุ 19-20 ปี จำนวน 12 คน ออกกำลังกายโดยการถีบจักรยานแบบแคทอยส์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง ๆ ละ 20 นาที เป็นเวลา 8 สัปดาห์ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ ผลการวิจัยพบว่า ระดับโคเลสเตอรอลก่อนการออกกำลังกาย กับภายหลังการออกกำลังกายในสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ผลการเปรียบเทียบภายหลังการฝึกออกกำลังกายในสัปดาห์ที่ 4 และในสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกัน ความแตกต่างของระดับไฮเดนซิตี ไลโปโปรตีน และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนออกกำลังกายกับภายหลังการออกกำลังกายสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

วันเพ็ญ มีสมญา; และคนอื่น ๆ (2541: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัยและทำการประเมินระดับไขมันในเลือดหนูทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีไขมันสูงจากธัญพืชและวุ้นน้ำมันมะพร้าว โดยมี

วัตถุประสงค์ เพื่อนำผลผลิตทางการเกษตร หรือหลังการแปรรูป เช่น รุน้ำมะพร้าว และวัตถุดิบ โยอาหารสูงประเภท ธัญพืชและถั่ว ได้แก่ ข้าวกล้อง ข้าวโพด ถั่วเขียว ที่มีอยู่อย่างมากมายในประเทศไทยมาผลิตเป็นอาหารเสริมสุขภาพ และประเมินประสิทธิภาพในการลดระดับไขมัน (ระดับโคเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์) ในเลือดหนูทดลอง โดยนำอาหารทดลองโยอาหารทั้ง 5 สูตร ใช้เลี้ยงหนูทดลองอายุ 3 สัปดาห์ เพศผู้พันธุ์ Sprague – Dawley จำนวน 5 กลุ่ม ๆ ละ 10 ตัว น้ำหนักหนูเฉลี่ยเริ่มต้นภายในกลุ่มต่างกันไม่เกิน 10 กรัม ระหว่างกลุ่มต่างกันไม่เกิน 5 กรัม ระยะเวลาทดลอง 4 สัปดาห์ ครบ 4 สัปดาห์ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of Variance และวัดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < .05$ จาก Duncan's New Multiple Range Test ผลการวิจัยพบว่า อาหารทดลองจากอาหารเสริมที่ผู้วิจัยผลิตขึ้นซึ่งประกอบด้วย โยอาหารจาก รุน้ำมะพร้าว ข้าวกล้อง ข้าวโพดและถั่วเขียว มีผลให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือด หนูทดลองต่ำกว่าและต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับอาหารทดลองที่มาจาก โยอาหารจาก ท้องตลาด แอปเปิ้ล เพคติน และ เซลลูโลส ในขณะที่ระดับโคเลสเตอรอลในเลือด หนูทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 สูตรนั้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สุวรรณ วีระพันธ์ (2550: บทคัดย่อ) ทำการศึกษาถึงการให้สารสกัดพริกขนาด 0.125 – 4.0 มิลลิกรัมต่อวัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ในหนูที่มีภาวะคอเลสเตอรอลสูงโดยให้อาหารที่มีคอเลสเตอรอลเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ที่มีผลเพิ่มระดับไขมันชนิดดี คือ HDL ขณะที่ขนาดสูงสุดมีผลลดโคเลสเตอรอลรวม และ แอลดีแอล ได้ใกล้เคียงกับ simvastatin ขนาด 40.0 ต่อ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน แม้ว่าสารสกัดพริกและ simvastatin ไม่สามารถลด ไตรกลีเซอไรด์ และ แอลดีแอล ให้เท่ากับระดับหนูกลุ่มปกติได้ แต่เพิ่มจำนวนหนูที่มีระดับไขมันเข้าใกล้กลุ่มปกติ และลดรอยโรคที่ผนังหลอดเลือด aorta ได้ โดยมีผลต่อ atherogenic index เล็กน้อย สารสกัดพริกยังมีผลลดระดับเอนไซม์ ALT และ AST และ ALP ที่สูงขึ้นจากการให้อาหารที่มีคอเลสเตอรอล โดยไม่มีผลต่อการทำงานของไต และปริมาณและลักษณะของเม็ดเลือด การให้สารสกัดพริกขนาด 0.63 – 5.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีผลลดความดันโลหิตในหนูปกติ โดยขนาด 1.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ให้ผลใกล้เคียงกับ Captopril ขนาด 25.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ออกฤทธิ์ช้ากว่าและสั้นกว่า ขณะที่ผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจได้ใกล้เคียงและเร็วเหมือน Captopril แต่มีฤทธิ์สั้นกว่า การให้ผลิตภัณฑ์พริกทุกวันเทียบเท่าสารสกัดพริกขนาด 0.25, 2.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ให้ผลลดระดับไขมันและความดันโลหิต เช่นเดียวกับการให้สารสกัดพริก และลดการเพิ่มความดันโลหิตจากการชักนำให้เกิดภาวะคอเลสเตอรอลสูงได้ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์พริกสามารถป้องกันการเพิ่มระดับไขมันเมื่อให้พร้อมกับการเริ่มให้อาหารที่มีโคเลสเตอรอล

อาวุธ สมบูรณ์ยิ่ง (2545: บทคัดย่อ) ทำการศึกษผลของการวิ่งเหยาะๆ และการปั่นจักรยานต่อร้อยละของไขมันในร่างกายหญิง อายุ 18-19 ปี โดยการวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลของการวิ่งเหยาะๆ และปั่นจักรยานที่มีผลต่อร้อยละของไขมันในร่างกายหลังการออกกำลังกายที่ 4 สัปดาห์ กับที่ 8 สัปดาห์ และเปรียบเทียบความแตกต่างในการลดลงของร้อยละของไขมันในร่างกายระหว่างการออกกำลังกายทั้งสองชนิด โดยใช้เครื่อง Tanita body composition analyzer TBF-310

ตรวจวัดร้อยละของไขมันในร่างกาย ก่อนการฝึก หลังการฝึก 4 สัปดาห์ และหลังการฝึก 8 สัปดาห์ จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาหญิง มหาวิทยาลัยพายัพ อายุ 18-19 ปี จำนวน 30 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มวิ่งเหยาะ ๆ 15 คนและกลุ่มปั่นจักรยาน 15 คน ทำการฝึก 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 วัน วันละ 60 นาที ที่ระดับความหนักของงานร้อยละ 60-70 ของอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ และนำผลร้อยละของไขมันในร่างกายมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ Unpaired T-test และ One Way ANOVA

ผลการศึกษาพบว่า การวิ่งเหยาะ ๆ กับการปั่นจักรยานเป็นเวลา 8 สัปดาห์ มีผลต่อการลดลงของร้อยละของไขมันในร่างกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการออกกำลังกายทั้งสองชนิดมีผลต่อการลดลง ของร้อยละของไขมันในร่างกายหลังการฝึก ไม่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการวิ่งเหยาะ ๆ และการปั่นจักรยานเป็นเวลา 8 สัปดาห์ที่ระดับความหนักของงานร้อยละ 60-70 ของอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ มีผลในการลดปริมาณไขมันในร่างกาย

งานวิจัยในต่างประเทศ

บานู; และคนอื่น ๆ (Banu; *et al.* 2006: online) ทำการศึกษาผลของการได้รับกรดไลโนเลอิก แอซิด (ซีแอลเอ) ร่วมกับการออกกำลังกายในหนูตัวผู้ที่มีต่อมวลกระดูกของร่างกาย โดยมีแนวความคิดในกระแสด้านความนิยมของการใช้สารอาหารเสริมที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้ได้ถูกนำมาลดน้ำหนักตัว จากผลเสียของน้ำหนักตัวที่ลดลง มวลกระดูกก็ลดลงด้วย แต่ในทางกลับกันกลับมีรายงานว่ากรดไขมันไลโนเลอิก แอซิด (ซีแอลเอ) สามารถส่งผลดีต่อมวลกระดูกได้ อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาค้นคว้า เกี่ยวกับ กรดไขมันไลโนเลอิก แอซิด ร่วมกับการออกกำลังกายมากเท่าที่ควร งานวิจัยนี้จึงได้เกิดขึ้น โดยการทดลองในหนูทดลองเพศผู้ที่แตกต่างกัน จำนวน 4 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 กำหนดให้ไม่ออกกำลังกายร่วมกับการได้รับน้ำมันสกัดดอกคำฝอย และกลุ่มที่ 2 ให้ออกกำลังกายร่วมกับการได้รับน้ำมันสกัดดอกคำฝอย กลุ่มที่ 3 ถูกกำหนดให้ไม่ออกกำลังกายร่วมกับการได้รับน้ำมันสกัดจากกรดไขมันไลโนเลอิก แอซิด และกลุ่มที่ 4 ให้ออกกำลังกายร่วมกับการได้รับน้ำมันสกัดจากกรดไขมันไลโนเลอิก แอซิด ซึ่งการออกกำลังกายของหนูทดลองนั้นให้ทำการปั่นจักร เริ่มทำการทดลองตั้งแต่หนูทดลองอายุได้ 2 เดือนและติดตามจนถึงสัปดาห์ที่ 14 และทำการตรวจวัดด้วยเครื่องสแกนก่อนและหลังทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องสแกน PqCT ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า การได้รับน้ำมันสกัดจากกรดไขมันไลโนเลอิก แอซิด ทำให้น้ำหนักลดลงถึง 35% นอกจากนี้ยังสามารถทำให้เพิ่มมวลกระดูกได้ ด้วยการไปลดการดูดซึมของกระดูกและเพิ่มการสร้างกระดูกขึ้นใหม่

บัดดาชายะ; และคนอื่น ๆ (Bhattacharya; *et al.* 2005 : 1124-1130) ได้มีความสนใจและวิตกกังวลเกี่ยวกับประชาชนวัยรุ่นของอเมริกาว่าครึ่งประสบปัญหาภาวะน้ำหนักเกิน และมีส่วนสัมพันธ์กับการได้รับพลังงานที่มากเกินไปร่วมกับการขาดการออกกำลังกาย ทำให้ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ เกิดขึ้นตามมา ทำให้สนใจต่อการศึกษาผลของการได้รับกรดไขมันไลโนเลอิก แอซิด (ซีแอลเอ) เพราะมีรายงานว่าสามารถช่วยลดไขมันในร่างกายและเพิ่มมวลกล้ามเนื้อที่ปราศจาก

ไขมันของสัตว์ทดลองได้ จึงได้ทำการศึกษาผลของ การได้รับกรดไขมันไลโนเลอิก แอซิด ผสม ร่วมกับการออกกำลังกายที่มีต่อสัดส่วนร่างกาย โดยการให้หนูทดลองกินน้ำมันดอกคำฝอยใน ระดับความเข้มข้นต่ำ 0.5 % ต่อน้ำหนักตัว ร่วมกับการออกกำลังกายด้วยลู่วิ่ง (Treadmill) จากการ ทดลองพบว่า การได้รับกรดไขมันไลโนเลอิก แอซิด ผสม ทำให้มวลไขมันในร่างกายลดลง โดยมี นัยสำคัญที่ระดับ .001 และ การได้รับกรดไขมันไลโนเลอิก แอซิด ร่วมกับการออกกำลังกาย ปริมาณ ไขมันในร่างกายก็สามารถลดลงได้ โดยมีนัยสำคัญที่ระดับ .001 การเปลี่ยนแปลงของมวลปราศจาก ไขมัน เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ได้รับกรดไขมันไลโนเลอิก แอซิด ร่วมกับการออกกำลังกาย และการได้รับ กรดไขมันไลโนเลอิก แอซิด เพียงอย่างเดียว ทำให้มวลกล้ามเนื้อที่ปราศจากไขมันเพิ่มขึ้น โดยมี นัยสำคัญที่ระดับ .05 และยังพบอีกว่า การออกกำลังกายยังไปเพิ่มสมรรถภาพในการใช้ออกซิเจน และความต้องการในการใช้พลังงานในขณะพัก ซึ่งผลของการทดลอง สรุปได้ว่าการได้รับกรดไขมัน ไลโนเลอิก แอซิด ร่วมกับการออกกำลังกายสามารถลดมวลไขมันและเพิ่มมวลกล้ามเนื้อได้

ชิโมมูระ; ทามูระ; และซูซูกิ (Shimomura; Tamura; & Suzuki. 1990: online) ได้ทำการ ศึกษาเกี่ยวกับผลของการสะสมของไขมันที่เป็นระยะเวลานานจากการได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบ ของไขมันที่แตกต่างกันในหนูทดลอง จากการศึกษาที่กำหนดให้หนูทดลองได้รับอาหารที่เหมือนๆ กัน แต่แตกต่างกันตรงไขมันที่นำมาผสมเป็นระยะเวลานาน 4 เดือน โดยอาหารในแต่ละวันถูก เตรียมให้สดตลอดในทุกๆ วันในช่วงของการทดลอง และทำการวัดการใช้ออกซิเจนและการปล่อย คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง หลังอาหารในวันที่ 50 และวันที่ 54 ในช่วงของการ ทดลอง ผลปรากฏว่าการใช้ออกซิเจนภายหลัง 3 ชั่วโมง สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญมากกว่า ในกลุ่มที่ ได้รับน้ำมันสกัดจากดอกคำฝอย มากกว่ากลุ่มที่ได้รับน้ำมันหมู จากการวัดค่าการใช้ออกซิเจนต่อ การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ทราบว่าการเผาผลาญไขมันในกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับน้ำมันสกัด ดอกคำฝอยมีค่าสูง เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า กลุ่มที่ได้รับน้ำมันสกัดจากดอกคำฝอยช่วยลดการ สะสมของไขมันในร่างกายได้อย่างมีนัยสำคัญ

แลมเบิร์ต; และคนอื่น ๆ (Lambert; *et al.* 2007: 1001 - 1011) ได้ทำการศึกษายืนยันควา ถึงผลของการได้รับกรดไขมันไลโนเลอิก แอซิด (ซีแอลเอ) เป็นอาหารเสริม นาน 12 สัปดาห์ที่มีต่อ สัดส่วนร่างกาย RMR RER ปริมาณไขมัน ความไวต่ออินซูลิน และความอยากอาหาร ในขณะออก กกำลังกาย โดยทำการทดลองในกลุ่มตัวอย่างที่มีน้ำหนักปกติ ทำการสุ่มแบบ Double-blind จากกลุ่ม ตัวอย่างทั้งหมด 62 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 จำนวน 25 คน ได้รับกรดไขมันไลโนเลอิก ใน ปริมาณ 3.9 กรัมต่อวัน และกลุ่มที่ 2 จำนวน 37 คน ได้รับกรดไขมันโอเลอิก แอซิด ปริมาณ 3.9 กรัมต่อวันเช่นกัน เป็นเวลานาน 12 สัปดาห์ และเมื่อครบตามเวลาที่กำหนด 12 สัปดาห์ ทำการวัด ค่าต่างๆ จากผลการทดลองสรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มที่ทำการทดสอบมีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทั้ง 2 กลุ่มสามารถทำให้ปริมาณโคเลสเตอรอลรวม และระดับของไขมัน ความหนาแน่นต่ำ (LDL) ลดลง ซึ่งกลุ่มที่ได้รับกรดไขมันไลโนเลอิก แอซิด มีอัตราที่ลดลงมากกว่า กลุ่มที่ได้รับกรดไขมันโอเลอิก แอซิด แต่ไม่พบว่าการได้รับกรดไขมันไลโนเลอิก แอซิด มีผลต่อสัดส่วน ร่างกาย ความต้องการใช้พลังงานหรือความอยากอาหาร

ริเซอร์ส; เบอร์กแลนด์; และเวสบี (Riserus; Berglund; & Vessby. 2000 : 1129 - 1135) ได้ทำการศึกษาวิจัยถึงการใช้กรดไขมันไลโนเลอิก แอซิด (ซีแอลเอ) ในการช่วยลดปริมาณของเนื้อเยื่อไขมันบริเวณหน้าท้อง ในกลุ่มผู้ชายที่อ้วน อายุวัยกลางคนที่มีความผิดปกติมาจากการเผาผลาญ ซึ่งพบว่าเรื่องดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับโรคต่าง ๆ ตามมา โดยมาพบว่า ซีแอลเอ สามารถลดปริมาณของไขมันและพัฒนาระบบเผาผลาญพลังงานได้ในสัตว์ทดลอง แต่งานวิจัยที่ทดลองในคนยังค่อนข้างมีจำนวนจำกัด จึงเกิดงานวิจัยนี้ขึ้น โดยทำการศึกษาในระยะสั้น เพื่อศึกษาถึงการลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเกี่ยวกับหัวใจ จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 25 คนที่มีภาวะโรคอ้วนและมีรอบเอวต่อรอบสะโพกเฉลี่ย 1.05 ± 0.05 ดัชนีมวลกายมีค่าระหว่าง 32 ± 2.7 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และมีอายุระหว่าง 39-64 ปี ทำการทดลองทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ ให้กลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นชาย 14 คนได้รับซีแอลเอ ปริมาณ 4.2 กรัมต่อวัน และกลุ่มตัวอย่างอีก 10 คน ได้รับสารหลอก จากนั้นดูความแตกต่างของระดับไขมันในร่างกาย คือ โคเลสเตอรอล แอลดีแอล เอชดีแอล และไตรกลีเซอไรด์ ไขมันอิสระ กลูโคส อิซูลิน และความยาวโดยรอบบริเวณหน้าท้อง ผลปรากฏว่า ภายหลังจากทำการทดลองแล้ว 4 สัปดาห์ กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ ความยาวโดยรอบบริเวณหน้าท้องลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับสารหลอก แต่ส่วนประกอบร่างกายไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม จากผลการทดลองสามารถระบุได้ว่า การได้รับซีแอลเอ ในระยะเวลา 4 สัปดาห์จะสามารถลดไขมันบริเวณหน้าท้องได้

ทอม; วาดสเทน; และกุดมันเซน (Thom; Wadstein; & Gudmunson. 2001 : 392-396) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าถึงภาวะการทนต่อการได้รับ กรดไขมันไลโนเลอิก แอซิด (ซีแอลเอ) ในแต่ละวันของคนสุขภาพดีที่ออกกำลังกาย โดยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีการสุ่มแบบ Double-blind กลุ่มที่ได้รับสารหลอกถูกกำหนดให้เป็นกลุ่มควบคุม ทำการศึกษาในคนที่มีสุขภาพดีและออกกำลังกาย จำนวนทั้งสิ้น 20 คน ซึ่งมีน้ำหนักตัวปกติ และดัชนีมวลกายต่ำกว่า 25.0 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และโดยพื้นฐานจะต้องมีกิจกรรมทางกายเฉลี่ย 90 นาที ใน 3 วันต่อสัปดาห์ ผู้เข้าร่วมทดลองได้รับสารหลอกที่มีลักษณะเป็นไฮโดรเจล หรือได้รับ ซีแอลเอ ปริมาณ 0.6 มิลลิกรัมต่อวัน สัปดาห์ละ 3 ครั้ง ครั้งละ 2 แคปซูล ภายหลัง 12 สัปดาห์ ทำการวัดปริมาณไขมันในร่างกายพบว่าในกลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในระหว่างทำการศึกษา แต่ไม่ลดลงในกลุ่มที่ได้รับสารหลอก จากการสังเกตการทดลองพบว่า สารดังกล่าวไม่ส่งผลต่อน้ำหนักตัวในทั้ง 2 กลุ่ม จึงสามารถสรุปได้ว่าการได้รับ ซีแอลเอสามารถลดปริมาณไขมันในร่างกายได้แต่ไม่มีผลต่อการลดน้ำหนัก

แบลงค์สัน; และคนอื่น ๆ (Blankson; *et al.* 2000 : 2943-2948) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการได้รับ กรดไขมันไลโนเลอิก แอซิด (ซีแอลเอ) ที่มีผลทำให้ปริมาณไขมันในร่างกายลดลง และอยากทราบถึงปริมาณหรือความเข้มข้นที่มีส่วนสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวในคน โดยทำการสุ่มตัวอย่างจาก 60 คน ของผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินหรืออ้วนที่ภาวะโรคอ้วน มีดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 25-35 กิโลกรัมต่อตารางเมตร กลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งเป็น 5 กลุ่ม และได้รับ ซีแอลเอ ในปริมาณที่แตกต่างกัน คือ 1.7 3.4 5.1 6.8 กรัมต่อวัน การได้รับสารหลอกที่เป็นน้ำมันมะกอก เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 12 สัปดาห์ จากการทดลองปรากฏว่า การได้รับ ซีแอลเอ สามารถทำให้ปริมาณไขมันลดลงได้ค่อนข้างสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ในกลุ่มที่ได้รับที่ความเข้มข้นที่ 3.4 และ 6.8 กรัมต่อวัน แต่ไม่พบความ

แตกต่างในกลุ่มของดัชนีมวลกาย และระดับไขมันในร่างกาย จากข้อมูลการศึกษาทดลองทั้งหมดสรุปได้ว่า การได้รับซีแอลเอ อาจจะช่วยลดปริมาณไขมันในร่างกายลงได้และจะมีผลต่อร่างกายที่ระดับความเข้มข้นมากกว่า 3.4 กรัมต่อวัน

สเมดแมน; และเวสบี (Smedman; & Vessby. 2001 : 773-781) ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบต่อระบบเมตาบอลิซึมของร่างกายมนุษย์จากการใช้อาหารเสริมประเภทซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) โดยมีความสนใจทางการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในกลุ่มของสัตว์ทดลอง รวมไปถึงการลดลงขององค์ประกอบหรือสัดส่วนของไขมันในร่างกาย การลดการสะสมของไขมันบริเวณเส้นเลือดแดงใหญ่ที่หัวใจ (Aortic) และช่วยในเรื่องของระดับสารไขมันในกระแสเลือด ทำการทดลองกับประชากรที่สุขภาพดีเพื่อทำการศึกษารูปแบบร่างกายและความเปลี่ยนแปลงที่หลากหลายของระดับสารไขมันในเลือด เริ่มจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 53 คน เป็นชายและหญิงที่สุขภาพดี ช่วงอายุระหว่าง 23-63 ปี กลุ่มตัวอย่างถูกสุ่มให้ได้รับ ซีแอลเอ หรือน้ำมันมะกอก ในปริมาณที่เท่าๆ กันคือ 4.2 กรัมต่อวัน เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า สัดส่วนไขมันในร่างกายของกลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย และเส้นแบ่งมาตรฐานร่างกายบริเวณหน้าท้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงและไม่พบความแตกต่างของไลโปโปรตีน และกรดไขมันอิสระ จากผลการวิจัยสรุปว่า การแนะนำให้ได้รับ ซีแอลเอ อาจจะช่วยในเรื่องของสัดส่วนไขมันในร่างกายและกระบวนการเมตาบอลิซึม แต่ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักตัว ระดับสารไขมันในร่างกาย การเผาผลาญกลูโคส และ PAI-1

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นบุคลากรของสำนักหอสมุดและสำนักงานบริหารกิจการหอพัก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จังหวัดนครนายก จำนวนทั้งสิ้น 60 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นบุคลากรหญิง อายุระหว่าง 30-39 ปี ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จังหวัดนครนายก จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิง ช่วงอายุระหว่าง 30-39 ปี
2. มีกิจกรรมทางกายน้อยหรือไม่มีการออกกำลังกายใดๆ
3. มีเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายเกินกว่าค่ามาตรฐาน (มากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์)

เกณฑ์การแยกอาสาสมัครออกจากโครงการ (Exclusion criteria)

1. กลุ่มตัวอย่างมีอายุน้อยกว่าและเกินกว่าเกณฑ์ (30-39 ปี)
2. กลุ่มตัวอย่างมีการออกกำลังกายมากกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์และเฉลี่ยครั้งละมากกว่า 30 นาที
3. มีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์
4. กลุ่มตัวอย่างมีโรคประจำตัว
5. กลุ่มตัวอย่างมีประวัติทางโรคเมตาบอลิก คือ เบาหวาน ไทรอยด์ หัวใจ ตับ โรคไต และไม่รับประทานยาใดๆ เช่น Thyroid, Corticosteroids, beta adrenergic blocking agent หรืออยู่ในระหว่างการรับประทานยาลดน้ำหนัก (Antiobesity)

เกณฑ์การให้เลิกจากการศึกษา (Discontinuation criteria) ประกอบด้วย

ก. เกณฑ์ให้อาสาสมัครเลิกจากการศึกษา (Discontinuation criteria for Participant)

1. กลุ่มตัวอย่างมีอาการข้างเคียงหรือแพ้สารตัวอย่างที่ได้รับ คือ ซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid)
2. กลุ่มตัวอย่างไม่สามารถปฏิบัติตามโปรแกรมออกกำลังกายที่วางไว้ได้อย่างเต็มที่ หรือปฏิบัติไม่ครบตามโปรแกรมที่วางไว้
3. ผู้วิจัยไม่ได้ดำเนินการทดลองวิจัยตามข้อตกลงของการวิจัย

ข. เกณฑ์การพิจารณาเลิกหรือยุติการศึกษาทั้งโครงการ (Termination Criteria for the study)

ผู้วิจัยไม่ได้ดำเนินการทดลองวิจัยตามข้อตกลงของการวิจัยที่ทำการตกลงร่วมกันระหว่างผู้วิจัยและกลุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. จักรยานวัดงาน (Cateye Ergociser EC1200)
2. เครื่องตั่งจังหวะ (Metronorm)
3. หูฟัง (Stethoscope)
4. นาฬิกาจับเวลา
5. อุปกรณ์การเจาะเลือด
6. ถังมือยาง
7. สำลีและแอลกอฮอล์
8. เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง (TANITA: TBF-UM051 Body Fat Analyzer/Scale)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำการศึกษาคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจาก บุคลากรของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จำนวน 24 คน
2. ทำหนังสือถึงภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา และสถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และอุปกรณ์
3. จัดหาผู้ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งอธิบายวิธีการต่าง ๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้เข้าใจในรายละเอียดของการทำวิจัย ตลอดจนวิธีการปฏิบัติและบันทึกผลของการวิจัยให้ถูกต้องตรงกัน
4. จัดเตรียมสถานที่ อุปกรณ์ และรูปแบบการปฏิบัติ เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล สถานที่ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการทางกายภาพและสรีรวิทยา ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา และ

สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
องครักษ์

5. ดำเนินการขอการพิจารณาจริยธรรมทางการทดลองในมนุษย์ จาก คณะกรรมการ
พิจารณาศึกษาวิจัยในคนด้านการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กรมพัฒนาการแพทย์แผน
ไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข

6. การเตรียมกลุ่มผู้เข้ารับการทดสอบ

6.1 ก่อนที่จะทำการทดสอบให้ผู้เข้ารับการทดลองลงนามในหนังสือยินยอม
(ภาคผนวก ก) เพื่อที่จะเป็นผู้เข้ารับการทดลองและตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับสุขภาพและข้อมูล
เกี่ยวกับการออกกำลังกาย (ภาคผนวก ข) พร้อมทั้งอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ ในการทดสอบและการ
ทดลองให้ทราบและเข้าใจร่วมกัน เพื่อความถูกต้องและสมบูรณ์ของการทดลอง

6.2 ก่อนที่จะทำการทดลอง 1 สัปดาห์ ให้ทำการทดสอบเบื้องต้น เพื่อคำนวณหาความ
หนักของงานในการปั่นจักรยานวัดงานแต่ละคน ซึ่งคำนวณจากค่าอัตราความสามารถในการใช้
ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) ตามโปรแกรมการหาความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนของ
ออสทรานด์และริมมิง (Astrand and Ryhming การกีฬาแห่งประเทศไทย อ้างอิงจาก Astrand and
Ryhming) (ภาคผนวก ค)

และนำผลที่ได้ไปคำนวณหาระดับความหนักที่ $50\%VO_2\max$ ในการทดลองของผู้รับ
การทดลองแต่ละคนต่อไป

6.3 ก่อนทำการทดลอง 1 สัปดาห์ ให้ทำการเจาะเลือด จากนั้นนำไปวิเคราะห์ระดับ
ของไขมันในเลือด คือ โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL และ HDL และทำการวัดเปอร์เซ็นต์ไขมัน
ในร่างกาย

7. การทดสอบและเก็บข้อมูล

แบ่งกลุ่มการทดลองเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มออกกำลังกาย จะออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานวัดงาน ที่ระดับความหนัก
 $50\%VO_2\max$ โดยความหนักของการออกกำลังกาย คำนวณจากอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดของ
แต่ละบุคคลและนำผลที่ได้มาเทียบตารางความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด
($HR_{\max}$) ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) และอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง
(HRR) ของ พาวเวอร์ส และฮาวเลย์ (Powers; & Howley. 1997: 292) นานติดต่อกัน 30 นาที โดย
ให้ออกกำลังกายเฉลี่ย 3 วันต่อสัปดาห์ คือ วันจันทร์ พุธและศุกร์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

กลุ่มได้รับซีแอลเอ จะได้รับซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) ปริมาณ 900
มิลลิกรัมต่อวัน รับประทาน 1 ครั้งต่อวัน ก่อนอาหารเช้า โดยให้ได้รับต่อเนื่องทุกวัน เป็นระยะเวลา
4 สัปดาห์

กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ จะออกกำลังกายด้วยจักรยานวัดงาน ที่ระดับความหนัก $50\%VO_2\max$ ที่คำนวณจากอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดของแต่ละบุคคล และนำผลที่ได้มาเทียบตารางความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ($HR_{\max}$) ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) และอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (HRR) ของพาวเวอร์ส และฮาวเลย์ (Powers; & Howley. 1997: 292) นานติดต่อกัน 30 นาที โดยกำหนดให้ออกกำลังกายเฉลี่ย 3 วันต่อสัปดาห์ คือ วันจันทร์ พุธและศุกร์ ร่วมกับการได้รับซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) ปริมาณ 900 มิลลิกรัมต่อวัน 1 ครั้งต่อวัน รับประทานก่อนอาหารเช้า โดยให้ได้รับต่อเนื่องทุกวัน เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

ขั้นตอนการออกกำลังกาย

ก่อนการออกกำลังกายจะให้กลุ่มตัวอย่างทำการอบอุ่นร่างกาย(Warm Up) ด้วยการปั่นจักรยานที่ความหนักต่ำ เป็นเวลา 5 นาที และให้เริ่มออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยานวัดงาน (Cateye Ergociser EC1200) ที่ระดับความหนัก $50\%VO_2\max$ ทำการปั่นจักรยานต่อเนื่องเป็นเวลา 30 นาที และเมื่อปั่นจักรยานครบตามเวลาแล้ว ให้ทำการปั่นจักรยานเพื่อผ่อนคลายกล้ามเนื้อ (Cool Down) เป็นเวลา 5 นาทีที่ความหนักระดับต่ำ (ให้ออกกำลังกายในวันจันทร์ พุธและศุกร์)

ซีแอลเอ 900 มิลลิกรัม

ซีแอลเอที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ได้มาจากการสกัดน้ำมันดอกคำฝอย (Safflower) ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carthamus tinctorius* Linn. จัดอยู่ในวงศ์ Compositae ในเมล็ดดอกคำฝอยมีน้ำมันซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันที่สำคัญ คือ กรดไลโนเลอิก (Linoleic Acid) ประกอบอยู่ถึง 75% ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (เพียร์ว เหมือนนวงษ์ญาติ. 2534 : 41) และมีในปริมาณสูงเมื่อทำการสกัดจะได้อนุพันธ์ของกรดไลโนเลอิก ที่เรียกว่า ซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) โดยในการศึกษาวิจัยนี้ กำหนดให้กลุ่มตัวอย่างได้รับในปริมาณ 900 มิลลิกรัมต่อวัน จากผลิตภัณฑ์ตรา ไบโอบลาสก์ ของบริษัทไอสเลนเดอร์ เลขที่ หมอ. 3947 / 2549 หมายเลขอนุญาตให้จัดจำหน่าย ของ องค์การอาหารและยา คือ 13-1-03337-1-0080 จากเมล็ดจากดอกคำฝอย 1160 มิลลิกรัม ที่สกัดแล้วจะได้ ซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) ปริมาณ 900 มิลลิกรัม

การเก็บตัวอย่างเลือด

ในแต่ละครั้งที่ทำการเจาะเลือดเพื่อตรวจวัดระดับไขมันในเลือด ได้แก่ โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ แอลดีแอล และเอชดีแอล ทำการเจาะเลือดช่วงเวลา 7.00 – 9.00 น. โดยให้กลุ่มตัวอย่างงดรับประทานอาหารหลังจากเวลา 20.00 น. จนถึงช่วงเวลาก่อนเจาะเลือด

การบันทึกอาหาร

ทำการแจกใบบันทึกอาหารตามโปรแกรมการคำนวณค่าสัดส่วนอาหาร Pre-coding for INMUCAL Program Individual 24-hour food recall form โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการบันทึกอาหาร สัปดาห์ละ 3 วัน คือ ในทุกวันจันทร์ พุธ และเสาร์ เก็บแบบบันทึกอาหารทุกสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารที่ได้รับในแต่ละวันตามโปรแกรมวิเคราะห์สารอาหารที่ได้รับ (INMUCAL Program)

ทำการเก็บข้อมูลเมื่อครบเวลาการทดสอบที่ 2 และ 4 สัปดาห์ โดยการเจาะเลือดเพื่อวัดระดับไขมันในเลือด (โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ แอลดีแอล และ เอชดีแอล) และวัดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย พร้อมกับบันทึกผล จากนั้นนำผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ

วิธีจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้หลักเกณฑ์ทางสถิติ เปรียบเทียบผลของการออกกำลังกาย การได้รับซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) และการออกกำลังกายร่วมกับการซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย
2. หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL HDL และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มซีแอลเอ และกลุ่มซีแอลเอร่วมกับการออกกำลังกาย
3. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าต่าง ๆ ระหว่างกลุ่มที่เวลา ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งได้แก่ โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL HDL และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) หากพบว่ามีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีของ บอนเฟอโรนี (Bonferoni)
4. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าต่าง ๆ ภายในกลุ่มที่เวลา ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งได้แก่ โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL HDL และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว แบบวัดซ้ำ (One-Way Analysis of Variance with Repeated Measure) หากพบว่ามีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีของ บอนเฟอโรนี (Bonferoni)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการได้รับซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) และการออกกำลังกายต่อระดับไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองของค่าต่าง ๆ ได้แก่ โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL HDL และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 ของการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม (กลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ และกลุ่มที่ได้รับซีแอลเอร่วมกับการออกกำลังกาย) มาทำการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 ข้อมูลค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าต่าง ๆ ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ และกลุ่มที่ได้รับซีแอลเอร่วมกับการออกกำลังกาย

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยต่าง ๆ และวิเคราะห์ความแปรปรวน ระหว่างกลุ่มที่ เวลา ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ และกลุ่มที่ได้รับซีแอลเอร่วมกับการออกกำลังกาย

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยต่าง ๆ และวิเคราะห์ความแปรปรวน ภายในกลุ่มที่ เวลา ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ และกลุ่มที่ได้รับซีแอลเอร่วมกับการออกกำลังกาย

ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ดังนี้

M	แทน	ค่าเฉลี่ย (Mean)
S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน
df	แทน	ระดับของความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)
SS	แทน	ผลบวกของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Sum of square)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Mean of square)
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็น (Probability)
*	แทน	การมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
**	แทน	การมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
***	แทน	การมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ประกอบด้วย

กลุ่มออกกำลังกาย ออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานวัดงาน ที่ระดับความหนัก $50\%VO_2max$ นานติดต่อกัน 30 นาที 3 วันต่อสัปดาห์

กลุ่มซีแอลเอ จะได้รับซีแอลเอ ปริมาณ 900 มิลลิกรัมต่อวัน รับประทาน 1 ครั้งต่อวัน ก่อนอาหารเช้า โดยให้ได้รับต่อเนื่องทุกวัน

กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานวัดงาน ที่ระดับความหนัก $50\%VO_2max$ นานติดต่อกัน 30 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ ร่วมกับการได้รับซีแอลเอ ปริมาณ 900 มิลลิกรัมต่อวัน รับประทาน 1 ครั้งต่อวัน ก่อนอาหารเช้า ให้ได้รับต่อเนื่องทุกวัน

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง โดยนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุของทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ มีค่าเท่ากับ 32.13 ± 3.42 32.13 ± 3.09 และ 30.25 ± 0.70 ปี ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักตัวมีค่าเท่ากับ 58.30 ± 8.75 55.35 ± 8.80 และ 64.63 ± 17.55 กิโลกรัม ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของส่วนสูงมีค่าเท่ากับ 157.42 ± 7.48 160.00 ± 5.85 และ 159.62 ± 5.57 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีค่าเท่ากับ 32.27 ± 4.86 30.91 ± 3.43 และ 29.38 ± 5.24 มิลลิตรต่อกิโลกรัมนาที ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย มีค่าเท่ากับ 32.20 ± 3.73 30.96 ± 3.49 35.25 ± 7.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนักตัว ส่วนสูง ค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง

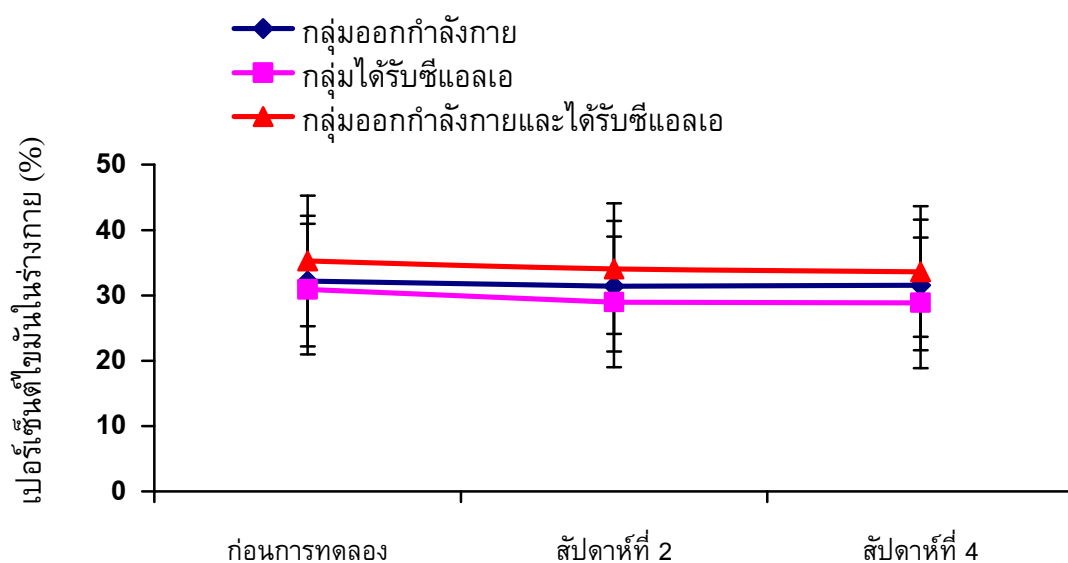
	ออกกำลังกาย		ได้รับซีแอลเอ		ออกกำลังกายและ ได้รับซีแอลเอ	
	M	S.D.	M	S.D.	M	S.D.
อายุ (ปี)	32.13	3.42	32.13	3.09	30.25	0.70
น้ำหนักตัว (กก.)	58.30	8.75	55.35	8.80	64.63	17.55
ส่วนสูง (ซม.)	157.42	7.48	160.00	5.85	159.62	5.57
VO_2max (มล./กก./นาที)	32.27	4.86	30.91	3.43	29.38	5.24
เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย	32.20	3.73	30.96	3.49	35.28	7.76

ตอนที่ 2 ข้อมูลค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าต่าง ๆ ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ

ตาราง 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ของแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

ระยะเวลา	กลุ่ม	ระดับเปอร์เซ็นต์ไขมัน (%)		
		N	M	S.D.
ก่อนการทดลอง	กลุ่มออกกำลังกาย	8	32.20	3.73
	กลุ่มได้รับซีแอลเอ	8	30.96	3.49
	กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ	8	35.28	7.76
สัปดาห์ที่ 2	กลุ่มออกกำลังกาย	8	31.42	3.70
	กลุ่มได้รับซีแอลเอ	8	29.03	5.26
	กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ	8	34.08	8.17
สัปดาห์ที่ 4	กลุ่มออกกำลังกาย	8	31.58	4.04
	กลุ่มได้รับซีแอลเอ	8	28.87	5.81
	กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ	8	33.65	8.02

จากตาราง 5 แสดง ผลการทดสอบระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 32.20 ± 3.73 30.96 ± 3.49 และ 35.28 ± 7.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ภายหลังกการทดลอง 2 สัปดาห์ ของแต่ละกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 31.42 ± 3.70 29.03 ± 5.26 และ 34.08 ± 8.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และภายหลังกการทดลอง 4 สัปดาห์ ของแต่ละกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 31.58 ± 4.04 28.87 ± 5.81 และ 33.65 ± 8.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากระดับของค่าเฉลี่ยระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ของแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ดังแสดงตามภาพประกอบ 9

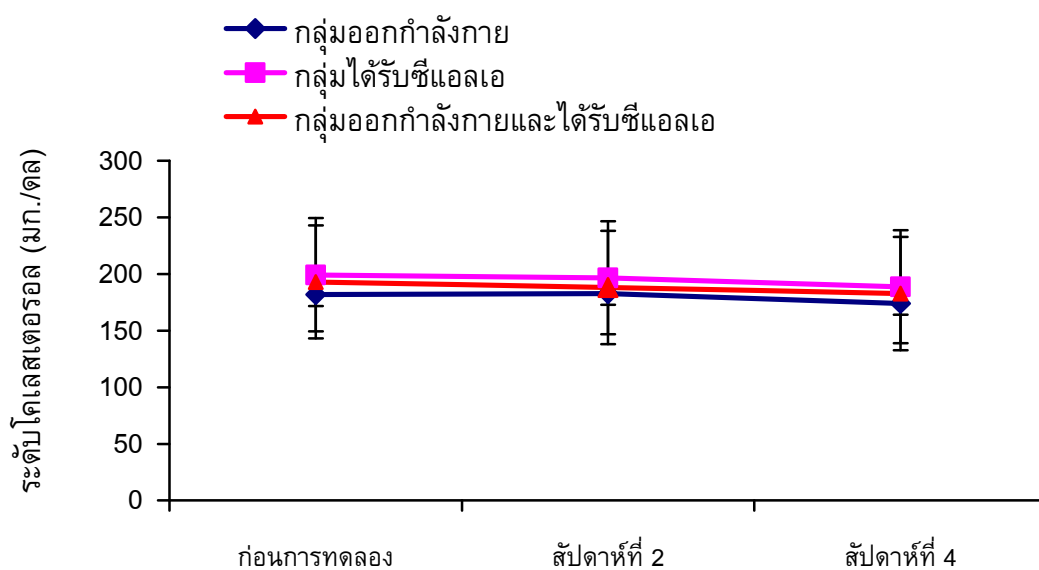


ภาพประกอบ 9 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ที่เวลา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

ตาราง 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ระดับโคเลสเตอรอล ของแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

ระยะเวลา	กลุ่ม	ระดับโคเลสเตอรอล (มก./ดล.)		
		N	M	S.D.
ก่อนการทดลอง	กลุ่มออกกำลังกาย	8	182.00	36.88
	กลุ่มได้รับซีแอลเอ	8	199.37	32.47
	กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ	8	193.00	23.40
สัปดาห์ที่ 2	กลุ่มออกกำลังกาย	8	182.87	34.25
	กลุ่มได้รับซีแอลเอ	8	196.62	21.17
	กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ	8	188.12	22.02
สัปดาห์ที่ 4	กลุ่มออกกำลังกาย	8	174.00	31.87
	กลุ่มได้รับซีแอลเอ	8	188.87	19.65
	กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ	8	182.75	21.40

จากตาราง 6 แสดง ผลการทดสอบระดับโคเลสเตอรอล ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 182.00 ± 36.88 199.37 ± 32.47 และ 193.00 ± 23.40 มก./ดล. ตามลำดับ ภายหลังจากทดลอง 2 สัปดาห์ ของแต่ละกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 182.87 ± 34.25 196.62 ± 21.17 และ 188.12 ± 22.02 มก./ดล. ตามลำดับ และภายหลังจากทดลอง 4 สัปดาห์ ของแต่ละกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 174.00 ± 31.87 188.87 ± 19.65 และ 182.75 ± 21.40 มก./ดล. ตามลำดับ จากระดับของค่าเฉลี่ยระดับโคเลสเตอรอล ของแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ดังแสดงตามภาพประกอบ 10

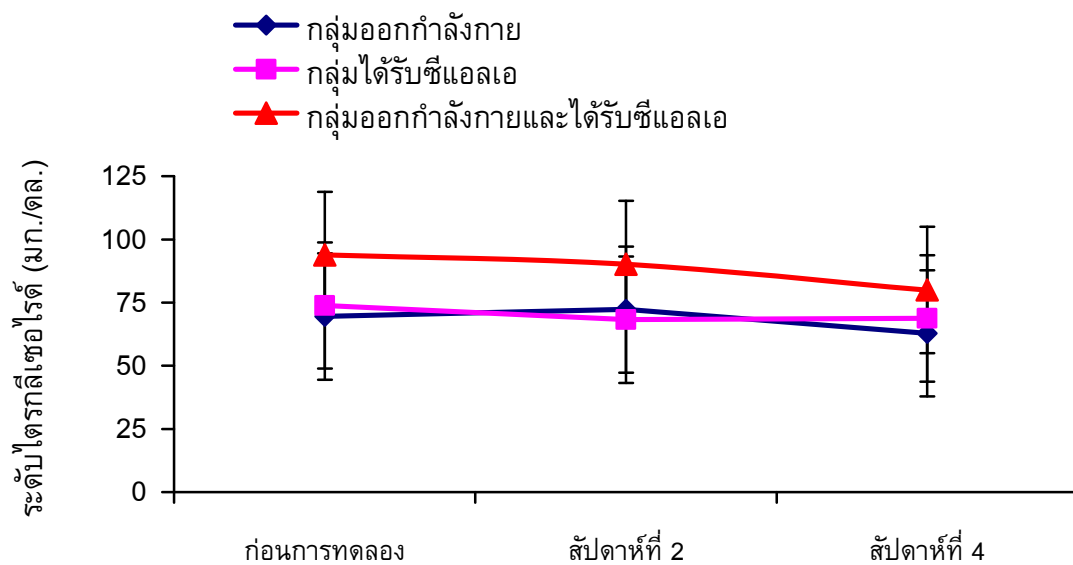


ภาพประกอบ 10 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับโคเลสเตอรอล ของกลุ่ม ออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ที่เวลา ก่อน การทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

ตาราง 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ระดับไตรกลีเซอไรด์ ของแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

ระยะเวลา	กลุ่ม	ระดับไตรกลีเซอไรด์ (มก./ดล.)		
		N	M	S.D.
ก่อนการทดลอง	กลุ่มออกกำลังกาย	8	69.50	23.91
	กลุ่มได้รับซีแอลเอ	8	73.87	19.51
	กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ	8	93.87	37.31
สัปดาห์ที่ 2	กลุ่มออกกำลังกาย	8	72.25	15.92
	กลุ่มได้รับซีแอลเอ	8	68.25	20.54
	กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ	8	90.25	36.51
สัปดาห์ที่ 4	กลุ่มออกกำลังกาย	8	62.87	23.87
	กลุ่มได้รับซีแอลเอ	8	68.75	16.93
	กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ	8	80.00	34.70

จากตาราง 7 แสดง ผลการทดสอบระดับไตรกลีเซอไรด์ ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 69.50 ± 23.91 73.87 ± 19.51 และ 93.87 ± 37.31 มก./ดล. ตามลำดับ หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ ของแต่ละกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 72.25 ± 15.92 68.25 ± 20.54 และ 90.25 ± 36.51 มก./ดล. ตามลำดับ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ของแต่ละกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 62.87 ± 23.87 68.75 ± 16.93 และ 80.00 ± 34.70 มก./ดล. ตามลำดับ จากระดับของค่าเฉลี่ยระดับไตรกลีเซอไรด์ ของแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ดังแสดงตามภาพประกอบ 11

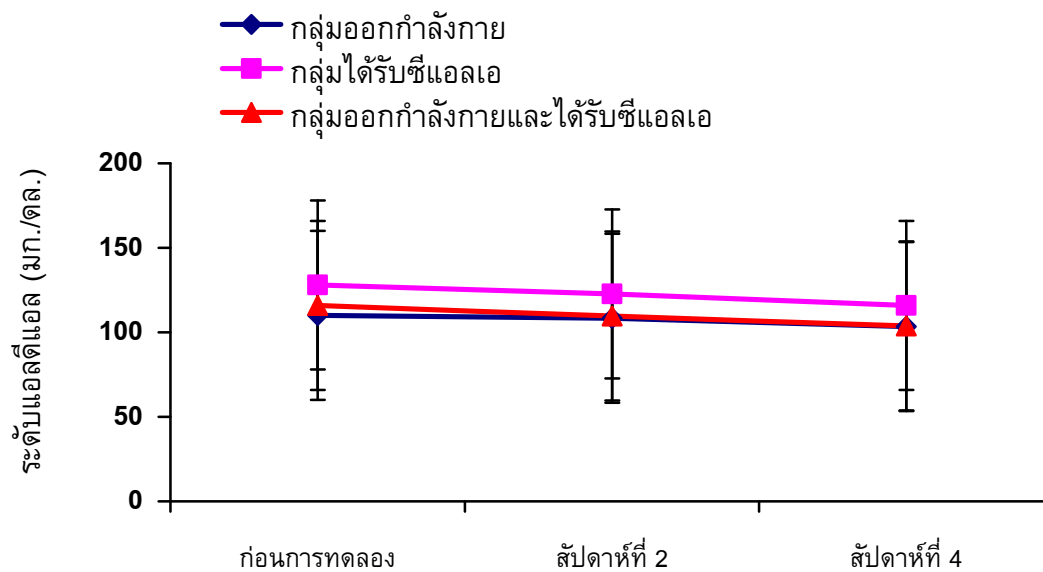


ภาพประกอบ 11 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ระดับไตรกลีเซอไรด์ ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ที่เวลา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

ตาราง 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับ LDL ของแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

ระยะเวลา	กลุ่ม	ระดับ LDL (มก./ดล.)		
		N	M	S.D.
ก่อนการทดลอง	กลุ่มออกกำลังกาย	8	110.00	33.80
	กลุ่มได้รับซีแอลเอ	8	128.12	32.90
	กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ	8	116.00	29.08
สัปดาห์ที่ 2	กลุ่มออกกำลังกาย	8	108.25	32.63
	กลุ่มได้รับซีแอลเอ	8	122.75	22.54
	กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ	8	109.62	24.36
สัปดาห์ที่ 4	กลุ่มออกกำลังกาย	8	103.37	28.90
	กลุ่มได้รับซีแอลเอ	8	116.00	19.44
	กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ	8	103.87	23.74

จากตาราง 8 แสดง ผลการทดสอบระดับ LDL ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 110.00 ± 33.80 128.12 ± 32.90 และ 116.00 ± 29.08 มก./ดล. ตามลำดับ ภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ ของแต่ละกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 108.25 ± 32.63 122.75 ± 22.54 และ 109.62 ± 24.36 มก./ดล. ตามลำดับ และภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ของแต่ละกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 103.37 ± 28.90 116.00 ± 19.44 และ 103.87 ± 23.74 มก./ดล. ตามลำดับ จากระดับของค่าเฉลี่ยระดับ LDL ของแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ดังแสดงตามภาพประกอบ 12

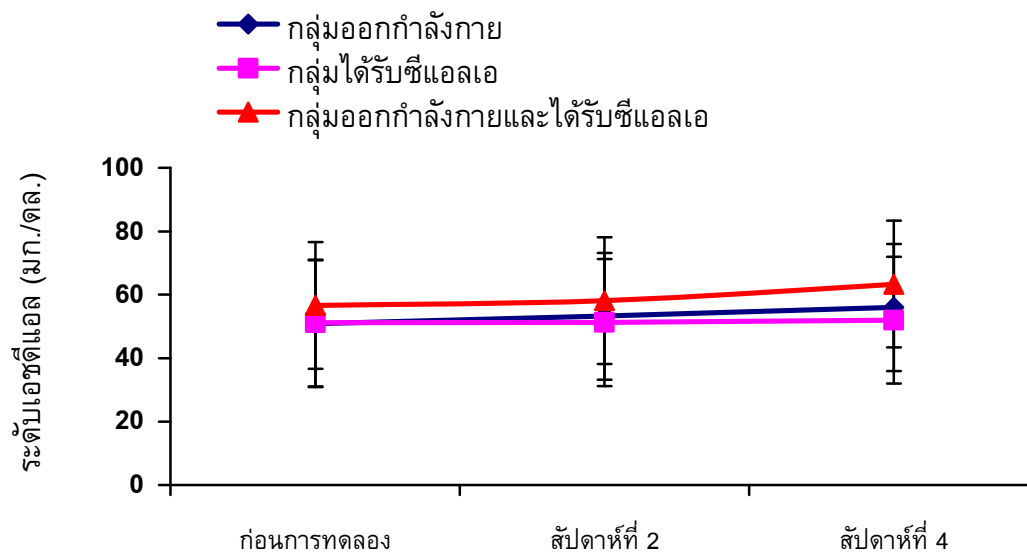


ภาพประกอบ 12 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ระดับ LDL ของกลุ่ม ออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ที่เวลา ก่อนการทดลอง หลัง การทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

ตาราง 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับ HDL ของแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

ระยะเวลา	กลุ่ม	ระดับ HDL (มก./ดล.)		
		N	M	S.D.
ก่อนการทดลอง	กลุ่มออกกำลังกาย	8	50.87	6.70
	กลุ่มได้รับซีแอลเอ	8	51.12	16.13
	กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ	8	56.62	4.95
สัปดาห์ที่ 2	กลุ่มออกกำลังกาย	8	53.25	8.06
	กลุ่มได้รับซีแอลเอ	8	51.25	15.80
	กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ	8	58.12	4.67
สัปดาห์ที่ 4	กลุ่มออกกำลังกาย	8	56.00	9.03
	กลุ่มได้รับซีแอลเอ	8	52.00	14.51
	กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ	8	63.37	5.90

จากตาราง 9 แสดง ผลการทดสอบระดับระดับ HDL ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 50.87 ± 6.70 51.12 ± 16.13 และ 56.62 ± 4.95 มก./ดล. ตามลำดับ ภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ ของแต่ละกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 53.25 ± 8.06 51.25 ± 15.80 และ 58.12 ± 4.67 มก./ดล. ตามลำดับ และภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ของแต่ละกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 56.00 ± 9.03 52.00 ± 14.51 และ 63.37 ± 5.90 มก./ดล. ตามลำดับ จากระดับของค่าเฉลี่ยระดับ HDL ของแต่ละกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ดังแสดงตามภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับ HDL ของกลุ่ม ออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ที่เวลา ก่อนการทดลอง หลัง การทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าต่าง ๆ ระหว่างกลุ่มที่เวลา ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมัน โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL และ HDL โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) และทำการเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีของ บอนเฟอโรนี (Bonferoni) ที่ระดับความมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL และ HDL ของทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการทดลอง

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
เปอร์เซ็นต์ไขมัน	ระหว่างกลุ่ม	2	79.38	39.69	1.379	.274
	ภายในกลุ่ม	21	604.56	28.78		
	รวม	23	683.95			
โคเลสเตอรอล	ระหว่างกลุ่ม	2	1236.08	618.04	.626	.545
	ภายในกลุ่ม	21	20743.87	987.80		
	รวม	23	21979.95			
ไตรกลีเซอไรด์	ระหว่างกลุ่ม	2	2702.08	1351.04	1.728	.202
	ภายในกลุ่ม	21	16419.75	781.89		
	รวม	23	19121.83			
LDL	ระหว่างกลุ่ม	2	1364.08	682.04	.666	.524
	ภายในกลุ่ม	21	21496.87	1023.66		
	รวม	23	22860.95			
HDL	ระหว่างกลุ่ม	2	169.00	84.50	.768	.476
	ภายในกลุ่ม	21	2309.62	109.98		
	รวม	23	2478.62			

จากตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ระดับโคเลสเตอรอล ระดับไตรกลีเซอไรด์ LDL และ HDL ของทั้ง 3 กลุ่ม (กลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ) ก่อนการทดลอง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ระดับโคเลสเตอรอล ระดับไตรกลีเซอไรด์ ระดับ LDL และ HDL ของทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการทดลอง มีระดับใกล้เคียงกัน

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL และ HDL ของทั้ง 3 กลุ่ม ในสัปดาห์ที่ 2

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
เปอร์เซ็นต์ไขมัน	ระหว่างกลุ่ม	2	102.11	51.05	1.414	.265
	ภายในกลุ่ม	21	758.38	36.11		
	รวม	23	860.49			
โคเลสเตอรอล	ระหว่างกลุ่ม	2	770.33	385.167	.548	.586
	ภายในกลุ่ม	21	14749.62	702.36		
	รวม	23	15519.95			
ไตรกลีเซอไรด์	ระหว่างกลุ่ม	2	2197.33	1098.66	1.640	.218
	ภายในกลุ่ม	21	14064.50	669.73		
	รวม	23	16261.83			
LDL	ระหว่างกลุ่ม	2	1025.08	512.54	.709	.503
	ภายในกลุ่ม	21	16170.87	722.42		
	รวม	23	16195.95			
HDL	ระหว่างกลุ่ม	2	200.08	104.04	.891	.425
	ภายในกลุ่ม	21	2357.87	112.28		
	รวม	23	2557.95			

จากตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ระดับโคเลสเตอรอล ระดับไตรกลีเซอไรด์ ระดับ LDL และ HDL ของทั้ง 3 กลุ่ม (กลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ) ในสัปดาห์ที่ 2 พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ระดับโคเลสเตอรอล ระดับไตรกลีเซอไรด์ ระดับ LDL และ HDL ของทั้ง 3 กลุ่ม ในสัปดาห์ที่ 2 มีระดับใกล้เคียงกัน

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL และ HDL ของทั้ง 3 กลุ่ม ในสัปดาห์ที่ 4

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
เปอร์เซ็นต์ไขมัน	ระหว่างกลุ่ม	2	91.76	45.88	1.201	.321
	ภายในกลุ่ม	21	802.38	38.20		
	รวม	23	894.15			
โคเลสเตอรอล	ระหว่างกลุ่ม	2	894.25	447.12	.721	.498
	ภายในกลุ่ม	21	13024.37	620.20		
	รวม	23	13918.62			
ไตรกลีเซอไรด์	ระหว่างกลุ่ม	2	1211.58	605.79	.882	.429
	ภายในกลุ่ม	21	14428.37	687.06		
	รวม	23	15639.95			
LDL	ระหว่างกลุ่ม	2	817.75	408.87	.690	.513
	ภายในกลุ่ม	21	12442.75	592.51		
	รวม	23	13360.50			
HDL	ระหว่างกลุ่ม	2	532.75	266.37	2.443	.111
	ภายในกลุ่ม	21	2289.87	109.04		
	รวม	23	2822.62			

จากตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ระดับโคเลสเตอรอล ระดับไตรกลีเซอไรด์ ระดับ LDL และ HDL ของทั้ง 3 กลุ่ม (กลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ) ในสัปดาห์ที่ 4 พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ระดับโคเลสเตอรอล ระดับไตรกลีเซอไรด์ ระดับ LDL และ HDL ของทั้ง 3 กลุ่ม ในสัปดาห์ที่ 4 มีระดับใกล้เคียงกัน

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยต่าง ๆ และวิเคราะห์ความแปรปรวน ภายในกลุ่มที่ เวลา ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ และ กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอร่วมกับการออกกำลังกาย โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว แบบ วัตซ้ำ (One-Way Analysis of Variance with Repeated Measure) และทำการเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีของ บอนเฟอโรนี (Bonferoni) ที่ระดับความมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว แบบวัตซ้ำ ของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน ในร่างกาย โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL และ HDL ภายในกลุ่ม ออกกำลังกาย ก่อนการ ทดลอง ภายหลังสัปดาห์ที่ 2 และภายหลังสัปดาห์ที่ 4

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
เปอร์เซ็นต์ไขมัน	ระหว่างเวลาที่ทดลอง	2	2.67	1.33	10.053**	0.002
	ความคลาดเคลื่อน	14	1.86	0.13		
โคเลสเตอรอล	ระหว่างเวลาที่ทดลอง	2	382.75	191.37	2.721	0.100
	ความคลาดเคลื่อน	14	984.58	70.32		
ไตรกลีเซอไรด์	ระหว่างเวลาที่ทดลอง	2	371.58	185.79	1.105	0.359
	ความคลาดเคลื่อน	14	2354.41	168.17		
LDL	ระหว่างเวลาที่ทดลอง	2	204.25	102.12	4.004*	0.042
	ความคลาดเคลื่อน	14	357.08	25.50		
HDL	ระหว่างเวลาที่ทดลอง	2	105.25	52.62	6.496**	0.010
	ความคลาดเคลื่อน	14	113.41	8.10		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 13 พบว่า กลุ่มออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายภายในกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 2 และ 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายสามารถลดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายได้ ผู้วิจัยจึงทำการ เปรียบเทียบรายคู่เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โดยวิธีของ บอนเฟอโรนี (Bonferoni) ผลปรากฏว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายของกลุ่มออกกำลังกาย ในช่วงก่อนการทดลองกับภายหลังการทดลองใน สัปดาห์ที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ดังตาราง 14 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายเป็นเวลา 2 สัปดาห์ สามารถลดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายได้ ดังภาพประกอบ 14

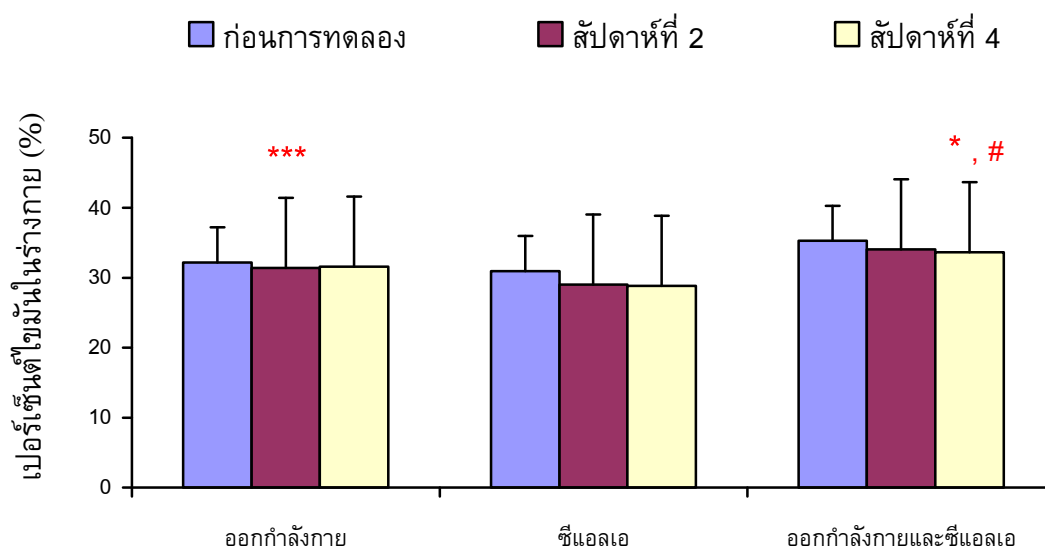
ตาราง 14 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของ เฟอร์เซนต์ไขมันในร่างกาย ภายในกลุ่ม
ออกกำลังกาย ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4

การเปรียบเทียบ	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน	p
ก่อนการทดลอง – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 2	0.77***	0.11	0.001
ก่อนการทดลอง – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 4	0.61	0.21	0.078
หลังทดลองสัปดาห์ที่ 2 – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 4	0.16	0.19	1.000

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

จากนั้นผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL และ HDL ของกลุ่มออกกำลังกาย ดังแสดงในตาราง 13 พบว่า กลุ่มออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยระดับโคเลสเตอรอลภายในกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 2 และ 4 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายไม่สามารถลดระดับโคเลสเตอรอลได้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยระดับไตรกลีเซอไรด์ พบว่า กลุ่มออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยระดับไตรกลีเซอไรด์ภายในกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 2 และ 4 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายไม่สามารถลดระดับไตรกลีเซอไรด์ได้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยระดับ LDL พบว่า กลุ่มออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยระดับ LDL ภายในกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 2 และ 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายสามารถลดระดับ LDL ได้ ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ระดับ LDL โดยวิธีของ บอนเฟอโรนี (Bonferoni) ผลปรากฏว่า ระดับ LDL ของกลุ่มออกกำลังกาย ในช่วงก่อนการทดลองกับภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 15 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายเป็นเวลา 2 สัปดาห์ สามารถลดระดับ LDL ได้ ดังภาพประกอบ 15

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยระดับ HDL พบว่า กลุ่มออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยระดับ HDL ภายในกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 2 และ 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายสามารถเพิ่มระดับ HDL ได้ ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ระดับ HDL โดยวิธีของ บอนเฟอโรนี (Bonferoni) ผลปรากฏว่า ระดับ HDL ของกลุ่มออกกำลังกาย ภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 กับภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 16 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายเป็นเวลา 4 สัปดาห์ สามารถเพิ่มระดับ HDL ได้ ดังภาพประกอบ 18



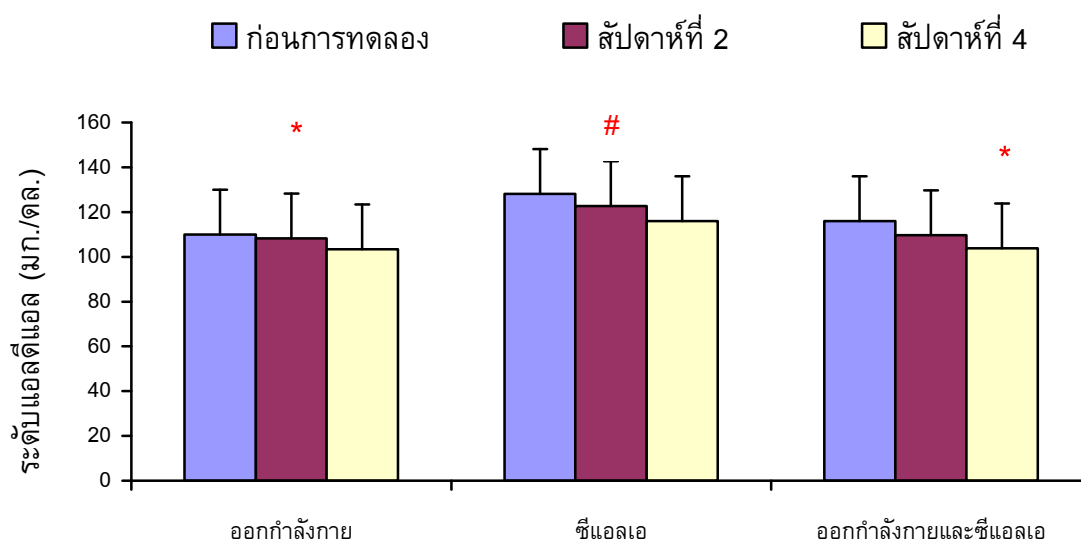
ภาพประกอบ 14 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ที่เวลา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

- * $p < .05$ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเวลาก่อนการทดลอง
 *** $p < .001$ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเวลาก่อนการทดลอง
 # $p < .05$ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับสัปดาห์ที่ 2

ตาราง 15 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของ ระดับ LDL ภายในกลุ่ม ออกกำลังกาย ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4

การเปรียบเทียบ	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน	p
ก่อนการทดลอง – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 2	1.75*	0.55	0.050
ก่อนการทดลอง – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 4	6.87	3.31	0.230
หลังทดลองสัปดาห์ที่ 2 – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 4	5.12	2.79	0.329

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาพประกอบ 15 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ระดับ LDL ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ที่เวลา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

* $p < 0.05$ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเวลาก่อนการทดลอง

$p < 0.05$ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับสัปดาห์ที่ 2

ตาราง 16 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของ ระดับ HDL ภายในกลุ่ม ออกกำลังกาย ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4

การเปรียบเทียบ	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน	p
ก่อนการทดลอง – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 2	2.37	1.40	0.401
ก่อนการทดลอง – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 4	5.12	1.87	0.088
หลังทดลองสัปดาห์ที่ 2 – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 4	2.75*	0.77	0.028

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว แบบวัดซ้ำ ของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน
ในร่างกาย โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL และ HDL ภายในกลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ ก่อนการ
ทดลอง ภายหลังสัปดาห์ที่ 2 และภายหลังสัปดาห์ที่ 4

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
เปอร์เซ็นต์ไขมัน	ระหว่างเวลาที่ทดลอง	2	21.57	10.78	3.430	0.061
	ความคลาดเคลื่อน	14	44.02	3.14		
โคเลสเตอรอล	ระหว่างเวลาที่ทดลอง	2	474.33	237.16	2.424	0.125
	ความคลาดเคลื่อน	14	1369.66	97.83		
ไตรกลีเซอไรด์	ระหว่างเวลาที่ทดลอง	2	155.08	77.54	0.345	0.714
	ความคลาดเคลื่อน	14	3148.91	224.92		
LDL	ระหว่างเวลาที่ทดลอง	2	590.58	295.29	4.426*	0.032
	ความคลาดเคลื่อน	14	934.08	66.72		
HDL	ระหว่างเวลาที่ทดลอง	2	3.58	1.79	0.180	0.837
	ความคลาดเคลื่อน	14	139.08	9.93		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 17 พบว่า กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ระดับโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และ HDL ภายในกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 2 และ 4 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายไม่สามารถลดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ระดับโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และเพิ่มระดับ HDL ได้นอกจากนี้ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยระดับ LDL พบว่า กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ มีค่าเฉลี่ยระดับ LDL ภายในกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 2 และ 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอสามารถลดระดับ LDL ได้ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ระดับ LDL โดยวิธีของ บอนเฟอโรนี (Bonferoni) ผลปรากฏว่าระดับ LDL ของกลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ ภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 กับภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 18 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่ได้รับซีแอลเอเป็นเวลา 4 สัปดาห์ สามารถลดระดับ LDL ได้ ดังภาพประกอบ 15

ตาราง 18 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของ ระดับ LDL ภายในกลุ่ม ที่ได้รับซีแอลเอ
ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4

การเปรียบเทียบ	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน	p
ก่อนการทดลอง – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 2	5.37	4.196	0.723
ก่อนการทดลอง – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 4	12.12	5.340	0.172
หลังทดลองสัปดาห์ที่ 2 – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 4	6.75*	1.980	0.034

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว แบบวัดซ้ำ ของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน
ในร่างกาย โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL และ HDL ภายในกลุ่ม ออกกำลังกายร่วมกับ
ได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง ภายหลังสัปดาห์ที่ 2 และภายหลังสัปดาห์ที่ 4

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
เปอร์เซ็นต์ไขมัน	ระหว่างเวลาที่ทดลอง	2	11.50	5.75	7.998**	0.005
	ความคลาดเคลื่อน	14	10.06	0.71		
โคเลสเตอรอล	ระหว่างเวลาที่ทดลอง	2	420.58	210.29	5.919**	0.014
	ความคลาดเคลื่อน	14	497.41	35.53		
ไตรกลีเซอไรด์	ระหว่างเวลาที่ทดลอง	2	828.58	414.29	2.100	0.159
	ความคลาดเคลื่อน	14	2762.08	197.29		
LDL	ระหว่างเวลาที่ทดลอง	2	588.58	294.04	6.273**	0.011
	ความคลาดเคลื่อน	14	656.75	46.91		
HDL	ระหว่างเวลาที่ทดลอง	2	201.00	100.50	12.525***	0.001
	ความคลาดเคลื่อน	14	112.33	8.02		

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 19 พบว่า กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายภายในกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 2 และ 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ สามารถลดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายได้ ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โดยวิธีการของ บอนเฟอโรนี (Bonferoni) ผลปรากฏว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายของ กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลองกับภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 4 และ ภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 กับภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 20 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สามารถลดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายได้ ดังภาพประกอบ 14

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของโคเลสเตอรอล จากตาราง 19 พบว่า กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ มีค่าเฉลี่ยระดับโคเลสเตอรอลภายในกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และ 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ สามารถลดระดับโคเลสเตอรอลได้ ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ระดับโคเลสเตอรอล โดยวิธีของ บอนเฟอโรนี (Bonferoni) ผลปรากฏว่า ระดับโคเลสเตอรอลของกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 กับภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังตาราง 21 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สามารถลดระดับโคเลสเตอรอลได้ ดังภาพประกอบ 17

การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของระดับไตรกลีเซอไรด์ จากตาราง 16 พบว่า กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ มีค่าเฉลี่ยระดับไตรกลีเซอไรด์ ภายในกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 2 และ 4 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอไม่สามารถลดระดับไตรกลีเซอไรด์ได้

ตาราง 20 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของ เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ภายในกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4

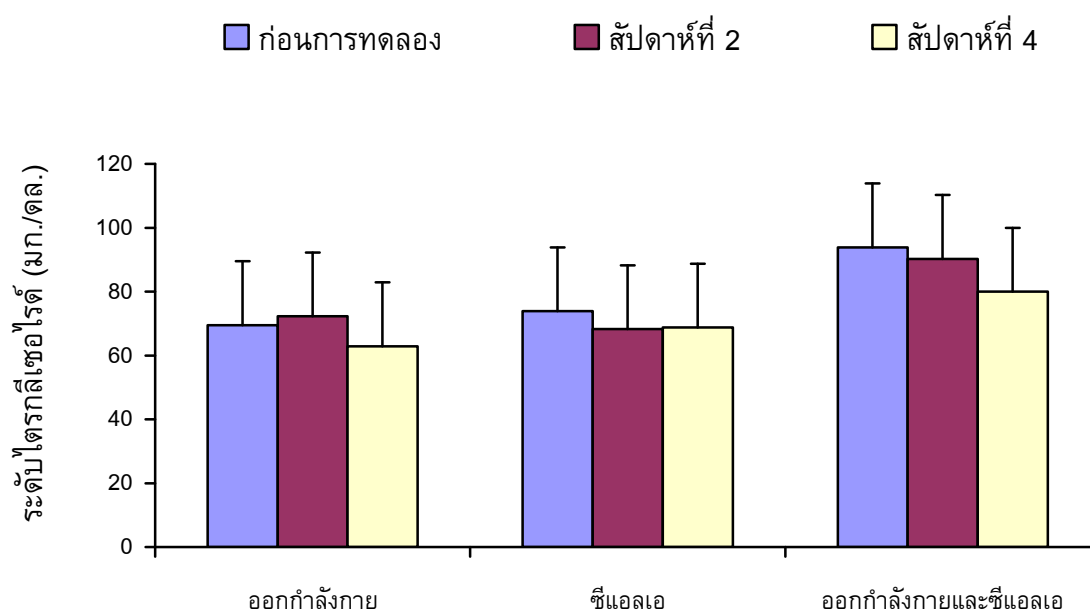
การเปรียบเทียบ	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน	p
ก่อนการทดลอง – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 2	1.20	0.508	0.151
ก่อนการทดลอง – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 4	1.63*	0.514	0.046
หลังทดลองสัปดาห์ที่ 2 – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 4	0.43*	0.127	0.032

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 21 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของ โคเลสเตอรอล ภายในกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับ ได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4

การเปรียบเทียบ	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน	<i>p</i>
ก่อนการทดลอง – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 2	4.875	3.265	0.537
ก่อนการทดลอง – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 4	10.25	3.830	0.095
หลังทดลองสัปดาห์ที่ 2 – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 4	5.37**	1.149	0.007

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



ภาพประกอบ 16 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ระดับไตรกลีเซอไรด์ ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ที่เวลา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของระดับ LDL จากตาราง 19 พบว่า กลุ่มออกกำลังกาย ร่วมกับได้รับซีแอลเอ มีค่าเฉลี่ยระดับ LDL ภายในกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 2 และ 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับ ได้รับซีแอลเอ สามารถลดระดับ LDL ได้ ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ระดับ LDL โดยวิธีของ บอนเฟอโรนี (Bonferoni) ผลปรากฏว่า ระดับ LDL กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ก่อน การทดลองกับภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 ดังตาราง 22 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สามารถลดระดับ LDL ได้ ดังภาพประกอบ 15

ตาราง 22 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของ ระดับ LDL ภายในกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับ ได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4

การเปรียบเทียบ	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน	p
ก่อนการทดลอง – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 2	6.37	3.006	0.105
ก่อนการทดลอง – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 4	12.12*	4.529	0.045
หลังทดลองสัปดาห์ที่ 2 – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 4	5.75	2.374	0.068

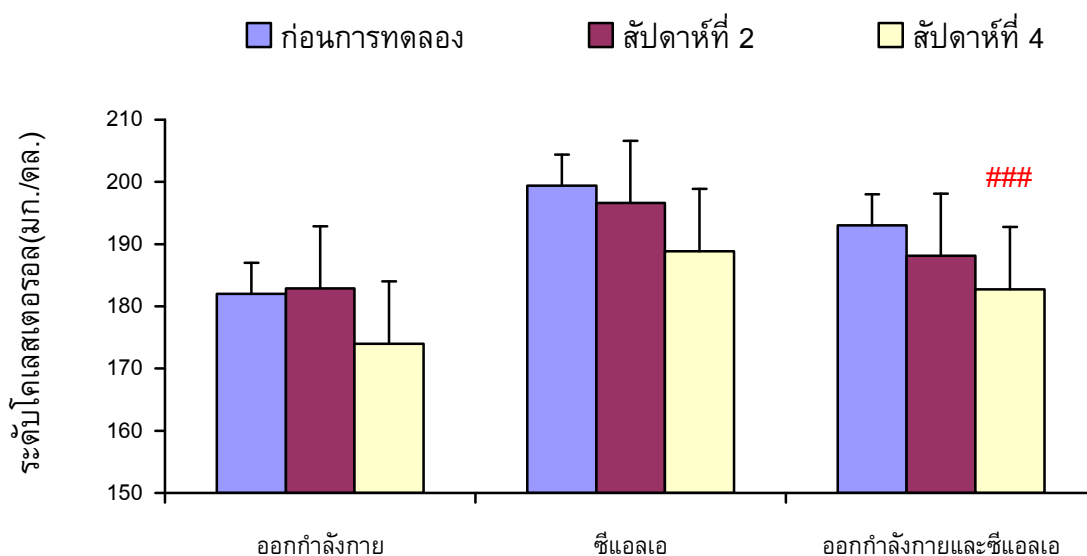
* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของระดับ HDL จากตาราง 19 พบว่า กลุ่มออกกำลังกาย ร่วมกับได้รับซีแอลเอ มีค่าเฉลี่ยระดับ HDL ภายในกลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 2 และ 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับ ได้รับซีแอลเอ สามารถเพิ่มระดับ HDL ได้ ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่ระดับ HDL โดยวิธีของ บอนเฟอโรนี (Bonferoni) ผลปรากฏว่า ระดับ HDL กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ก่อน การทดลองกับภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 การการทดลองกับภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 กับภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 4 มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 23 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายร่วมกับได้รับ ซีแอลเอ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สามารถเพิ่มระดับระดับ HDL ได้ ดังภาพประกอบ 17

ตาราง 23 การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของ ระดับ HDL ภายในกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับ ได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4

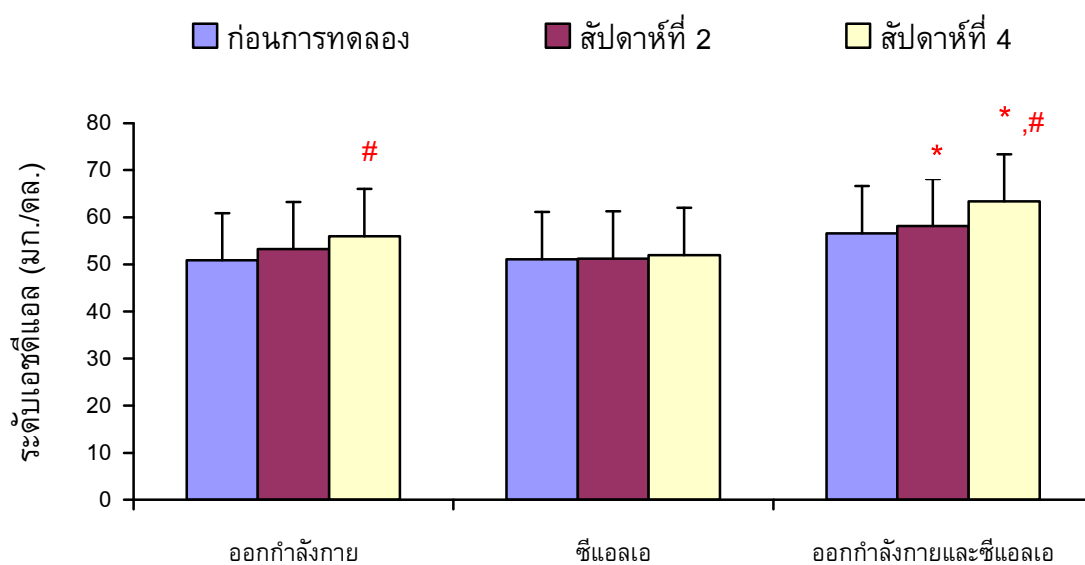
การเปรียบเทียบ	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน	<i>p</i>
ก่อนการทดลอง – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 2	1.50*	0.423	0.028
ก่อนการทดลอง – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 4	6.75*	1.887	0.027
หลังทดลองสัปดาห์ที่ 2 – หลังทดลองสัปดาห์ที่ 4	5.25*	1.509	0.031

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาพประกอบ 17 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับโคเลสเตอรอล ของกลุ่ม ออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ที่เวลา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

$p < .001$ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับสัปดาห์ที่ 2



ภาพประกอบ 18 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับ HDL ของกลุ่ม ออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ที่เวลา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 4 สัปดาห์

* $p < 0.05$ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเวลาก่อนการทดลอง

$p < 0.05$ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับสัปดาห์ที่ 2

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สังเขปความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีการดำเนินการทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการได้รับซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) และการออกกำลังกายที่มีต่อระดับสารไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นบุคลากรหญิง อายุระหว่าง 30-39 ปี ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จังหวัดนครนายก จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ทำการวัดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายเพื่อแบ่งกลุ่มการทดลองเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) และกลุ่มซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) ร่วมกับการออกกำลังกาย

ทำการทดสอบเบื้องต้น เพื่อกำหนดหาความหนักของงานในการปั่นจักรยานวัดงานแต่ละคน ซึ่งคำนวณจากค่าอัตราความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) ตามโปรแกรมการหาความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนของ ออสทรานด์และริมมิง (Astrand and Ryhming) และนำผลที่ได้ไปคำนวณหาระดับความหนักที่ $50\%VO_2\max$ ในการทดลองของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน

เปรียบเทียบผลการทดลองเพื่อหาความแตกต่างของค่าต่าง ๆ ระหว่างกลุ่มที่เวลา ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งได้แก่ โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL HDL และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) หากพบที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีของบอนเฟอโรนี (Bonferoni)

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าต่าง ๆ ภายในกลุ่มที่เวลา ก่อนการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งได้แก่ โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL HDL และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว แบบวัดซ้ำ (One-Way Analysis of Variance with Repeated Measure) หากพบที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการเปรียบเทียบรายคู่ โดยวิธีของ บอนเฟอโรนี (Bonferoni)

ผลการทดลอง

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อายุ ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ มีค่าเท่ากับ 32.13 ± 3.42 32.13 ± 3.09 และ 30.25 ± 0.70 ปี ตามลำดับ น้ำหนักตัว มีค่าเท่ากับ 58.30 ± 8.75 55.35 ± 8.80 และ 64.63 ± 17.55 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนสูง มีค่าเท่ากับ 157.42 ± 7.48 160.00 ± 5.85 และ 159.62 ± 5.57 เซนติเมตร

ตามลำดับ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีค่าเท่ากับ 32.27 ± 4.86 30.91 ± 3.43 และ 29.38 ± 5.24 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมนาที ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย: ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง มีค่าเท่ากับ 32.20 ± 3.73 30.96 ± 3.49 และ 35.28 ± 7.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 31.42 ± 3.70 29.03 ± 5.26 และ 34.08 ± 8.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 31.58 ± 4.04 28.87 ± 5.81 และ 33.65 ± 8.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

โคเลสเตอรอล: ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง มีค่าเท่ากับ 182.00 ± 36.88 199.37 ± 32.47 และ 193.00 ± 23.40 มก./ดล. ตามลำดับ ภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 182.87 ± 34.25 196.62 ± 21.17 และ 188.12 ± 22.02 มก./ดล. ตามลำดับ และภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 174.00 ± 31.87 188.87 ± 19.65 และ 182.75 ± 21.40 มก./ดล. ตามลำดับ

ไตรกลีเซอไรด์: ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง มีค่าเท่ากับ 69.50 ± 23.91 73.87 ± 19.51 และ 93.87 ± 37.31 มก./ดล. ตามลำดับ ภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 72.25 ± 15.92 68.25 ± 20.54 และ 90.25 ± 36.51 มก./ดล. ตามลำดับ และภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 62.87 ± 23.87 68.75 ± 16.93 และ 80.00 ± 34.70 มก./ดล. ตามลำดับ

LDL: ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง มีค่าเท่ากับ 110.00 ± 33.80 128.12 ± 32.90 และ 116.00 ± 29.08 มก./ดล. ตามลำดับ ภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 108.25 ± 32.63 122.75 ± 22.54 และ 109.62 ± 24.36 มก./ดล. ตามลำดับ และภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 103.37 ± 28.90 116.00 ± 19.44 และ 103.87 ± 23.74 มก./ดล. ตามลำดับ

HDL: ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง มีค่าเท่ากับ 50.87 ± 6.70 51.12 ± 16.13 และ 56.62 ± 4.95 มก./ดล. ตามลำดับ ภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 53.25 ± 8.06 51.25 ± 15.80 และ 58.12 ± 4.67 มก./ดล. ตามลำดับ และภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 56.00 ± 9.03 52.00 ± 14.51 และ 63.37 ± 5.90 มก./ดล. ตามลำดับ

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลของการได้รับซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) ร่วมกับการออกกำลังกายที่มีต่อระดับไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ในช่วงเวลาต่างๆ ของการทดลองในแต่ละกลุ่ม ผลจากการศึกษา มีดังต่อไปนี้

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายและระดับไขมัน ระหว่าง กลุ่มที่ออกกำลังกาย กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ

พบว่าระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL และ HDL ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ ก่อนการทดลอง ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 2 และภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า กลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ มีระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ระดับโคเลสเตอรอล ระดับไตรกลีเซอไรด์ระดับ LDL และ HDL ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่มากพอและมีจำนวนจำกัด สอดคล้องกับงานวิจัยของ ริเซิร์ส; เบอร์กัลด์; และเวสบี้ (Riserus; Berglund; & Vessby. 2000 : 1129 - 1135) ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยถึงการใช้กรดไขมันไลโนเลอิก (ซีแอลเอ) ในการช่วยลดปริมาณของเนื้อเยื่อไขมันบริเวณหน้าท้อง ในกลุ่มผู้ชายที่อ้วน อายุวัยกลางคนที่มีความผิดปกติจากการเผาผลาญ และพบว่า สาเหตุที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดเจน มาจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยจนเกินไป ประกอบกับ ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุม การรับประทานอาหารและการทำกิจกรรมทางกายของกลุ่มตัวอย่างได้ จากปัจจัยดังกล่าวอาจมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายและไขมันต่าง ๆ ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามกลุ่มที่ออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ มีระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์และ LDL ลดลงตามระยะเวลาการทดลอง ในขณะที่แนวโน้มของระดับHDL ที่สูงขึ้น แตกต่างจากก่อนการทดลองมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ ซึ่งหากได้ทำการทดลองในระยะเวลาที่มากกว่า 4 สัปดาห์ อาจทำให้เห็นความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ชัดเจนยิ่งขึ้น (ริเซิร์ส; เบอร์กัลด์; และเวสบี้. 2000 : 1129 - 1135)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายและระดับไขมัน ภายในกลุ่ม กลุ่มที่ออกกำลังกาย กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ

1. เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย

จากระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายของกลุ่มออกกำลังกายที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงและมีการลดลง โดยลดลงในสัปดาห์การทดลองที่ 2 ผลจากการวิจัยนี้ ระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันที่ลดลง อาจจะมาจากผลของการออกกำลังกาย ที่มีความหนักระดับต่ำ ปฏิบัติต่อเนื่องเป็นเวลานาน ถือเป็น การออกกำลังกายแบบแอโรบิก เป็นผลทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายถูก

นำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานเพื่อการทำงานของร่างกายที่ยาวนานและใช้ความหนักระดับต่ำ สอดคล้องกับ พิชิต ภูติจันทร์ (2535: 182) ที่กล่าวว่า การออกกำลังกาย ที่ใช้ระยะเวลานานและความหนักต่ำถึงปานกลางนั้น สามารถทำให้ร่างกายเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและชีวเคมี โดยการไปเพิ่มการออกซิเดชันของไขมัน ทำให้ไขมันถูกใช้เป็นพลังงานเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายลดลง สำหรับกลุ่มที่ได้รับซีแอลเอเพียงอย่างเดียว พบว่า ระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ไม่มีความแตกต่างในแต่ละช่วงเวลา ชัดแย้งกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ของ แบลงค์สัน; และคนอื่น ๆ (Blankson; *et al.* 2000 : 2943-2948) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของซีแอลเอที่มีต่อการลดไขมันในร่างกายในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน ที่พบว่า ปริมาณไขมันในร่างกายลดลง แต่จากการทดลองนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงของเวลาต่าง ๆ ภายในกลุ่ม ทั้งนี้อาจจะมาจากรยะเวลาของการทดลองไม่นานเพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้อย่างชัดเจน ถ้าเทียบกับระยะเวลาในการทดลองของ แบลงค์สัน; และคนอื่น ๆ (2000 : 2943-2948) ที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 12 สัปดาห์ แต่ในกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการได้รับ ซีแอลเอ พบถึงความแตกต่างภายในกลุ่ม เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายลดลงเมื่อเทียบในช่วงเวลา มีระดับลดลงตามช่วงเวลาตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า ร่างกายมีการตอบสนองต่อการใช้พลังงานในการออกกำลังกายและการได้รับซีแอลเอร่วมกัน โดยการออกกำลังกายแบบ แอโรบิก มีส่วนช่วยในการสลายและเผาผลาญไขมันที่อยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ร่วมกับ ซีแอลเอ ทำหน้าที่ในการเร่งนำไขมันไปใช้เป็นพลังงานได้รวดเร็วยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ ปาร์ค; และคนอื่น ๆ (Park; *et al.* 1999 : 853 – 858) ที่กล่าวว่า ซีแอลเอ จะไปทำการกระตุ้นให้ คาร์นิทีน ปาไมโทอิลทรานสเฟอเรส (Carnitine Palmitoyltransferase) นำเอากรดไขมันที่ได้จากการสลายเนื้อเยื่อไขมันไปทำการเผาผลาญที่ไมโทคอนเดรียเพิ่มขึ้น ทำให้ร่างกายเร่งการเผาผลาญไขมัน อันอาจส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายลดลง

2. ระดับโคเลสเตอรอล

จากระดับโคเลสเตอรอลของกลุ่มออกกำลังกายและกลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีการลดลงของระดับโคเลสเตอรอลที่ลดลงในทั้ง 2 กลุ่ม ผลจากการวิจัยนี้ แตกต่างจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ของ ลี; และคนอื่น ๆ (Lee; *et al.* 1994: 19 - 25) ที่ทำการศึกษาในสัตว์ทดลอง เช่น หนูแฮมสเตอร์ หนูขาว แล้วพบว่า ซีแอลเอ มีผลทำให้อาการหรือภาวะที่เป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ (Atherosclerosis) และปริมาณโคเลสเตอรอลลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยผลจากการทดลองนี้ อาจจะเป็นไปได้ว่า ระยะเวลาของการออกกำลังกายและการได้รับซีแอลเออาจจะยังไม่ยาวนานเพียงพอที่จะทำให้เกิดการสลายโคเลสเตอรอลได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับผลงานการวิจัยของ ริเชอร์ส; เบอร์กแลนด์; และเวสปี (2000 : 1129 - 1135) และสอดคล้องกับ บัตตาชาเย; และคนอื่น ๆ (Bhattacharya; *et al.* 2006: 804) ที่กล่าวว่า ระยะเวลาที่จำกัดหรือไม่ยาวนานเพียงพอของการดำเนินการวิจัยอาจทำให้ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงของระดับโคเลสเตอรอลที่ชัดเจน หรืออาจเป็นผลมาจากภาวะการมีประจำเดือน การเผาผลาญพลังงานที่สูงขึ้น แต่อาจทำให้ความอยากอาหารเพิ่มขึ้น

ตามไปด้วย สิ่งที่มาคือการรับประทานเข้าไปมากกว่าปกติ ทำให้ระดับของโคเลสเตอรอลเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ ทศนิวรรณ ภูอารีย์ (2546: 62-63) ที่กล่าวว่า ฮอร์โมนเอสโตรเจน ส่งผลกับระดับไขมันและโคเลสเตอรอลในช่วงที่ผู้หญิงมีประจำเดือน คือ ไปเร่งการเผาผลาญสารไขมันและโคเลสเตอรอลสูงกว่าช่วงก่อนมีประจำเดือน เมื่อร่างกายขาดพลังงานจึงไปทำการกระตุ้นให้ร่างกายเกิดความอยากอาหารและรับประทานอาหารเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามในกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ พบว่า ระดับโคเลสเตอรอลลดลงจากภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 กับ ภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 4 สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ของ ทอม; วาดสเทน; และกุดมันเซน (Thom; Wadstein; & Gudmunson. 2001 : 392-396) ที่ทำการศึกษาผลของการได้รับ ซีแอลเอ ร่วมกับการออกกำลังกายในผู้ที่มีสุขภาพดีและพบว่า ปริมาณไขมันในร่างกายและโคเลสเตอรอลลดลง เพราะผลจากการทำงานร่วมกันของซีแอลเอที่ได้รับเข้าไปทำปฏิกิริยากับขบวนการเผาผลาญไขมันในขณะที่ออกกำลังกาย โดยจะไปทำให้เกิดการเผาผลาญไขมันเพิ่มมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ อาจเป็นผลทำให้โคเลสเตอรอลในกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอลดลง

3. ระดับไตรกลีเซอไรด์

จากระดับไตรกลีเซอไรด์ของทั้ง 3 กลุ่ม (กลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ จากผลของการทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างหรือการเปลี่ยนแปลงของระดับไตรกลีเซอไรด์ที่เห็นได้อย่างชัดเจน ผลจากการวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่าจากการทดลองไม่มีผลทำให้ระดับไตรกลีเซอไรด์ลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ แลมเบิร์ต; และคนอื่น ๆ (Lambert; *et al.* 2007: 1001 - 1011) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการได้รับซีแอลเอเป็นอาหารเสริมที่มีต่อสัดส่วนร่างกายและปริมาณไขมันในร่างกายซึ่งพบว่า การได้รับซีแอลเอ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ไม่ทำให้ระดับของไตรกลีเซอไรด์เปลี่ยนแปลง แต่ผลที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ต่างจากการทดลองของ แบลงค์สัน และคนอื่น ๆ (2000 : 2943-2948) ที่พบว่า ระดับของไตรกลีเซอไรด์มีแนวโน้มลดลงในกลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ ทั้งนี้ระดับไตรกลีเซอไรด์จากการทดลองอาจเป็นผลมาจากความแตกต่างในการได้รับซีแอลเอในรูปที่แตกต่างกัน คือ ในรูปผงบรรจุแคปซูลหรือเป็นของเหลวบรรจุแคปซูล สอดคล้องกับ แบลงค์สัน และคนอื่น ๆ (2000 : 2943-2948) ที่กล่าวว่า รูปแบบของซีแอลเอที่ได้รับเข้าไปจะมีความแตกต่างกันในเรื่องของการดูดซึม โดยการดูดซึมนำไปใช้จะค่อนข้างรวดเร็วในรูปของเหลว ในกรณีที่ผสมกับตัวทำละลายจะเพิ่มความสามารถในการนำไปใช้ได้มากขึ้น หรืออาจเป็นผลมาจากการตอบสนองต่อซีแอลเอในแต่ละบุคคลแตกต่างกัน (Lambert; *et al.* 2007: 1001 - 1011) ซึ่งการที่ระดับของไตรกลีเซอไรด์ที่ไม่การเปลี่ยนแปลงอาจมาจากช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน (ริเชอร์ส; เบอร์กัลด์; และเวสบี. 2000 : 1129 - 1135)

4. ระดับแอลดีแอล (LDL: Low Density-Lipoprotein)

จากระดับ LDL ของทั้ง 3 กลุ่ม (กลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ) ผลการทดลอง พบว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม มีการลดลงทั้ง 3 กลุ่ม โดยกลุ่มออกกำลังกายมีระดับ LDL ลดลงในสัปดาห์ที่ 2 กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ ระดับ LDL ลดลงภายหลังจากการทดลองในสัปดาห์ที่ 2 และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ ระดับ LDL ลดลงอย่างต่อเนื่องภายหลังเริ่มการทดลองไปจนถึงภายหลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 4 ผลจากการวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่า การลดลงของระดับ LDL อาจจะเป็นผลมาจากระดับไขมันและ LDL ถูกสลายจากเนื้อเยื่อไขมันในร่างกาย จากการออกกำลังกาย การได้รับซีแอลเอ หรืออาจได้รับผลจากการออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ สอดคล้องกับ อุษณีย์ วินิจเขตคำนวน (2547: 51) ที่กล่าวว่า เมื่อร่างกายขาดกลูโคส เนื่องจากการสูญเสียไปกับการทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย หรือเนื่องมาจากฮอร์โมนกลูคากอน ทำให้ร่างกายกระตุ้นให้เกิดเอนไซม์ hormone-sensitive lipase ทำการสลายไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อเยื่อไขมันที่สะสมไว้เพื่อให้พลังงานที่ใช้ระยะเวลาที่ค่อนข้างยาวนาน และสอดคล้องกับ ทศนัชรณ ภู่อารีย์ (2546: 42) ที่กล่าวว่า การออกกำลังกายจะไปทำให้ระดับ LDL ลดลง เพราะถูกขัดขวางการทำงานจาก HDL ไม่ให้จับกับ แอลดีแอล รีเซพเตอร์ (LDL Receptor) เป็นผลทำให้ระดับ LDL ลดลง อย่างไรก็ตาม ระดับ LDL ที่ลดลง ของกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ กรดไลโนเลอิก แอซิด หรือ CLA ไปทำการเร่งการเผาผลาญพลังงานและส่งผลให้ไปเร่งการทำงานของเอนไซม์ Carnitine Palmitoyl Transferase I หรือ CPT I ที่ช่วยในการนำเอากรดไขมันที่ถูกสลายแล้วเข้าไปเผาผลาญในไมโทคอนเดรียรวดเร็วมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ อุษณีย์ วินิจเขตคำนวน (2547: 52-53) ที่กล่าวว่า เมื่อกรดไขมันถูกสลายจากเนื้อเยื่อไขมัน จำเป็นต้องอาศัย Carnitine Palmitoyl Transferase I : CPT I เข้าสู่เมมเบรนของไมโทคอนเดรีย นำไปสู่กระบวนการ คาร์นิทีน ชัทเทิล (Carnitine Shuttle) เพื่อการเผาผลาญไขมันต่อไป จากผลของระดับ LDL ที่ลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ริเชิร์ส เบอร์กแลนด์ และเวสบี (2000 : 1129 - 1135) ที่ทำการศึกษาถึงการใช้กรดไขมันไลโนเลอิก (ซีแอลเอ) ตอบทบาทในการช่วยลดปริมาณของเนื้อเยื่อไขมันบริเวณหน้าท้อง ในกลุ่มผู้ชายที่อ้วน อายุวัยกลางคนที่มีความผิดปกติมาจากการเผาผลาญพลังงาน และพบว่า สัดส่วนหรือปริมาณไขมัน ระดับ LDL ที่ลดลงเป็นผลมาจากการไปเพิ่มการสลายไขมัน ทำให้เร่งการเกิดกระบวนการเผาผลาญไขมัน สอดคล้องกับ ปาร์ค และคนอื่น ๆ (1999 : 853 – 858) ที่กล่าวว่า มีเอนไซม์มาช่วยเร่งการเผาผลาญไขมัน ให้เป็นไปอย่างรวดเร็ว โดยเอนไซม์ Carnitine Palmitoyl Transferase I หรือ CPT I ทำหน้าที่เร่งการเผาผลาญไขมันและส่งผลให้ระดับของ LDL และโคเลสเตอรอลในร่างกายลดลง

5. ระดับเฮชดีแอล (HDL: High Density-Lipoprotein)

จากระดับ HDL ของกลุ่มออกกำลังกายและกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างและการเปลี่ยนแปลงของระดับ HDL ที่เพิ่มขึ้นในทั้ง 2 กลุ่ม (กลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับได้รับซีแอลเอ) โดยกลุ่มออกกำลังกายมีการเพิ่มขึ้นของระดับ

HDL ภายในการทดลองสัปดาห์ที่ 2 ในขณะเดียวกัน กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ ระดับ HDL เพิ่มขึ้นในช่วงก่อนการทดลองและค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องไปจนถึงการทดลองในสัปดาห์ที่ 4 โดยจากผลการทดลองดังกล่าว กลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ มีการเพิ่มขึ้นของระดับ HDL ได้ดีที่สุด ผลจากการวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่า อาจเป็นผลมาจากการออกกำลังกายและซีแอลเอทำงานร่วมกัน โดยร่วมกันสลายไขมันตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย กล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อไขมัน สนับสนุนให้ HDL เข้าจับกับไขมัน แอลดีแอล รีเซพเตอร์ (LDL-Receptor) เพื่อการนำไขมันไปสลายได้เร็วขึ้น จากการออกกำลังกายที่ความหนักระดับต่ำ เป็นเวลายาวนาน ซีแอลเอจะไปเร่งการนำสารไขมันที่ถูกสลายเข้าสู่กระบวนการ คาร์นิทีน ชัทเทิล (Carnitine Shuttle) มีการนำไขมันไปทำการเผาผลาญใน ไมโทคอนเดรียเร็วขึ้น มีการสร้าง HDL เป็นผลให้ระดับ HDL เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ ทศนิวรรณ ภู่อารีย์ (2546: 50) ที่กล่าวว่า สิ่งที่ทำให้ระดับ HDL ในร่างกายเพิ่มสูงขึ้น คือ การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ อย่างน้อยสัปดาห์ละ 3 ครั้ง แต่แต่ละครั้งใช้เวลาอย่างน้อย 30 นาที นอกจากนี้ระดับ HDL ที่สูงขึ้นจากการทดลองนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ของ โมโลนี; และคนอื่นๆ (Moloney; *et al.* 2004: 887-95) ที่ทำการศึกษาผลของการได้รับซีแอลเอที่มีต่อสุขภาพและภาวะการเกิดโรค พบว่า การได้รับซีแอลเอร่วมกับการออกกำลังกายส่งผลทำให้ระดับ HDL เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามในกลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ เพียงอย่างเดียว ไม่พบความแตกต่างหรือการเปลี่ยนแปลงของระดับ HDL ในช่วงเวลาที่ต่างกัน แต่จากผลการทดลองดังกล่าว ที่พบว่า ระดับ HDL ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่มีการคงที่ของการทดลองนี้ มีความขัดแย้งกับงานวิจัยของ มอเจียส; และคนอื่นๆ (Mougios; *et al.* 2001: 585-94) ที่พบว่า ผลของการได้รับซีแอลเอ ไม่เพียงแต่ส่งผลให้ระดับโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ LDL ลดลงเท่านั้น ยังไปทำให้ระดับ HDL ลดลงอีกด้วย โดยกลไกที่เกิดขึ้นยังไม่ทราบแน่ชัด แต่ระดับ HDL ที่ลดลง สอดคล้องกับ อุษณีย์ วิจิเขตคำนวณ (2547: 148) ที่กล่าวว่า การที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนหลายตำแหน่งในปริมาณมากไม่เพียงแต่จะลดปริมาณระดับ LDL แต่จะทำให้ระดับ HDL ลดลงไปด้วย ทั้งนี้เพราะซีแอลเอ หรือ ไกลโนเลอิก แอซิด เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนหลายตำแหน่ง ดังนั้นปริมาณที่ควรจะได้รับ ควรจะมีการคำนึงถึง จากผลการทดลองนี้ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่า ซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) ถึงแม้ว่าจะมีส่วนช่วยในการลดระดับ LDL แต่อาจทำให้ระดับ HDL ลดลง เพื่อป้องกันไม่ทำให้ระดับ HDL ลดลงจึงควรที่จะออกกำลังกายร่วมด้วย

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายและระดับไขมัน ของกลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มที่ได้รับซีแอลเอ และกลุ่มออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ มีค่าลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ ทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ระดับโคเลสเตอรอล ระดับ LDL ลดลง และระดับ HDL เพิ่มขึ้น ดังนั้น การออกกำลังกายร่วมกับการได้รับซีแอลเอ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับผู้ที่ต้องการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การลดระดับไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายที่เหมาะสม จึงควรควบคุมการบริโภคอาหาร การทำกิจกรรมทางกายของกลุ่มตัวอย่างให้มากยิ่งขึ้นและถึงแม้ว่าจะมีการรับรองความปลอดภัย แต่จากรายงานของ เคลลี (Kelly. 2001: 367-82) ได้รายงานว่าอาจเกิดการข้างเคียงจากการรับประทานกรดไขมันไลโนเลอิก หรือ ซีแอลเอ ได้เช่นกัน ถ้ารับประทานในปริมาณที่มากเกินไปกว่ากำหนด โดย ทอลสัน (Tolson. 2005: Online) พบว่า ปริมาณปลอดภัยที่สามารถจะรับประทานได้โดยไม่เกิดผลข้างเคียงคือ ปริมาณระหว่าง 500 – 5000 มิลลิกรัม โดยอาการข้างเคียงที่เกิดขึ้นถ้ารับประทานมากเกินไปจนความจำเป็น จะทำให้เกิดความไม่สบายท้องหรืออาการมวนท้องพะอืดพะอมและอาจทำให้อาเจียนได้ง่าย (Kelly. 2001: 367-82) เพราะฉะนั้นผู้รับประทานควรคำนึงถึงของปริมาณในการรับประทานด้วย

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลของการได้รับซีแอลเอและการออกกำลังกายต่อระดับไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ในผู้หญิงช่วงอายุอื่น ๆ รวมไปถึงผู้ชายแต่ละช่วงอายุ
2. ควรมีการศึกษาเรื่อง ผลของการได้รับซีแอลเอและการออกกำลังกายต่อระดับไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โดยใช้ระดับความหนักในการออกกำลังกายที่แตกต่างกัน และเพิ่มระยะเวลาในการออกกำลังกายให้มากยิ่งขึ้น
3. ควรเพิ่มระยะเวลาในการทดลองและเก็บข้อมูลให้มากขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงสาธารณสุข. (2540). *คู่มือส่งเสริมการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ*. กรุงเทพฯ: กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- . (2543). *คู่มือธงโภชนาการ กินพอดี สุขีทั่วไทย*. กรุงเทพฯ: กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- กองบรรณาธิการไกล่หมอ. (2550). *คู่มือคอเลสเทอรอล*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ไกล่หมอ.
- กองวิทยาศาสตร์การกีฬา. (2543). *เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายประชาชนไทย*. กรุงเทพฯ: กองวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย.
- จกกลณี นามบุญจิตต์. (2537). *ผลการออกกำลังกายแบบสตีปแอโรบิกและการเต้นแอโรบิกที่มีต่อความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกาย*. ปรินญานิพนธ์ ศศ.ม. (การส่งเสริมสุขภาพ). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชนกพร สุคนธฉายา. (2544). *ผลของการออกกำลังกายและการเสริมวิตามินอี ต่อระดับของสารต้านอนุมูลอิสระและระดับไขมันในเลือดของชายไทยสูงอายุ*. ปรินญานิพนธ์ วท.ม. (สรีรวิทยา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชนิกา ตูจินดา. (2547). *สถานการณ์ของโรคอ้วนในเด็ก*. สืบค้นเมื่อ 24 พฤษภาคม 2551, จาก <http://www.dmh.go.th/news/view.asp?id=848>
- ชูศักดิ์ เวชแพศย์. (2540). *สรีรวิทยาของมนุษย์ 2*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์.
- ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์. (2536). *สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ธรรมการพิมพ์.
- ดำรง กิจกุลศล. (2549). *คู่มือการออกกำลังกาย*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์หมอชาวบ้าน.
- ทัศนวิวรรณ ภู่อารีย์. (2546). *ไขมัน: คุณรู้จักดีแล้วหรือยัง และอาหารป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ*. กรุงเทพฯ: ศรีเมืองการพิมพ์.
- นันทยา ชนะรัตน์. (2532). *คู่มือเคมีคลินิก สารไขมันในเลือด*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- บ้งอร ธรรมสอน. (2536). *ผลการฝึกออกกำลังกายประเภทอดทน ต่อระดับไขมันเลสเตอรอล ไฮ เดนซิติ์ไลโปรโปรตีน ในเลือด และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในนักศึกษาหญิงระดับวิทยาลัย*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กองวิทยาศาสตร์การกีฬา. (2546). *แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายอย่างง่ายของการกีฬาแห่งประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: กองวิทยาศาสตร์การกีฬา. การกีฬาแห่งประเทศไทย.
- พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. (2534). *น้ำสมุนไพร: การเตรียมน้ำดื่มจากพืชที่มีสรรพคุณทางยาและมีคุณค่าทางอาหาร*. กรุงเทพฯ: เมดิคัล มีเดีย.

- พิชิต ภูติจันทร์. (2535). สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
 ----- (2547). วิทยาศาสตร์การกีฬา. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- พิสุทธิพร จำเริญ. (2537). สมุนไพร:สรรพคุณและประโยชน์เพื่อนำมาใช้. กรุงเทพฯ: ต้นธรรม
 สำนักพิมพ์.
- พระพงศ์ บุญศิริ; และ ภมร เสนาฤทธิ์. (2544). โภชนาการและการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 5.
 กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- การดี เอื้อวิษณุแพทย์. (2544). ประสิทธิภาพของชาเขียวในการลดน้ำหนักคนไทยที่อ้วน. สืบค้น
 เมื่อ 6 มีนาคม 2551, จาก http://www.smj.ejnal.com/e-journal/showdetail/?show_detail=T&art_id=1247
- มานพ กลิ่นทรัพย์. (2540). ผลการฝึกความอดทนที่มีต่อสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดและการ
 เปลี่ยนแปลงของสารเคมีในเลือด. ปรินญาณินท์ กศ.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ:
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มงคล แวนไธสงและคณะ. (2546). การออกกำลังกายแบบแอโรบิก. กรุงเทพฯ: แม็ค.
- รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. (2544). พิษเครื่องเทศและสมุนไพร. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วันเพ็ญ มีสมญา และคนอื่น ๆ (2541). การประเมินระดับไขมันในเลือดหนูทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหาร
 ที่มีใยอาหารสูงจากธัญพืชและวุ้นน้ำมะพร้าว. สืบค้นเมื่อ 30 มิถุนายน 2551, จาก
http://www.trf.or.th/research/project_detail.asp?PROJECTID=PDF4080011
- วาสนา แก้วกล้า. (2544). ผลการออกกำลังกายที่มีต่อไขมัน ปริมาณไขมันในร่างกาย อัตราชีพจร
 และ ความอดทน. ปรินญาณินท์ กศ.ม. (พลศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วุฒิ วุฒิธรรมเวช. (2546). ย่อเภสัชกรรมไทยและสรรพคุณสมุนไพร. กรุงเทพฯ: ศิลปสยาม
 บรรจุภัณฑ์และการพิมพ์.
- วุฒิพงษ์ ปรมัตถการ. (2537). การออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สนธยา สีละมาต. (2547). หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวรรณ ธีระวรพันธ์. (2550). ผลของสารสกัดพริกและผลิตภัณฑ์ต่อระบบไหลเวียนโลหิตและไขมัน
 ในเลือดของหนูขาวที่มีต่อระดับคลอเรสเตอรอลในเลือดสูง. สืบค้นเมื่อ 30 มิถุนายน 2551,
 จาก <http://www.trf.or.th/research/searcherr.asp>
- สุวิมล ตันต์สุภาศิริ. (2551). สารอาหาร อาหารหลัก และการกำหนดรายการอาหาร. กรุงเทพฯ:
 สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสก อักษรานุเคราะห์. (2548). สารพันปัญหาสุขภาพ. กรุงเทพฯ: รุ่งอนันต์การพิมพ์.
- แสงไทย คำภูไทย. (2545). เฉากงานวิจัยสมุนไพรหมื่นล้าน. กรุงเทพฯ: อินฟอร์มีเดีย บั๊คส์.

- แสงโสม สีนะวัฒน์; นิรมล ดามาพงษ์; และ นันทจิต บุญมงคล. (ปี 2541 วันที่ 5 เดือน กุมภาพันธ์). สถานการณ์โรคอ้วนในประเทศไทย. สถานการณ์สุขภาพและสิ่งแวดล้อม. ปีที่ 3 (ฉบับที่ 5): ไม่ปรากฏเลขหน้า.
- อาวุธ สมบูรณ์ยิ่ง. (2545). ผลของการวิ่งเหยาะๆ และการปั่นจักรยานต่อร้อยละของไขมันในร่างกาย หญิง อายุ 18-19 ปี. ปรินญาณิพนธ์. วท.ม. (วิทยาศาสตรการกีฬา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อีเทอร์นอลไลฟ์. (2549). บทความวิชาการ CLA (Conjugated Linoleic Acid). สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2551, จาก http://www.eternallife.co.th/?p=p006_detail&id=5008-00043.htm
- อุษณีย์ วิจิเขตคานวน. (2547). ชีวเคมีของลิปิดและไลโปโปรตีน. กรุงเทพฯ: จาวคอมพิวกราฟิก.
- Andrassy, J. R.; et al. (1994, March). Linoleic acid enhances mitogen response and survival of septic weanling rats. *Journal of Pediatric Surgery*. 29(3): 371-375.
- Banu, J.; et al. (2006, March). Effect of conjugated linoleic acid and exercise on bone mass in young male Balb/c mice. *Lipid in Health and Disease* 2006. 5(7): Retrieved March 20, 2008, from <http://www.lipidworld.com/content/5/1/7>
- Benardot, D. (2006). *Advance Sports Nutrition*. Illinois : Human Kinetics. United State.
- Berge, M. D.; et al. (1959, December). Comparison of the treatment of hypercholesteremia with nicotinic acid, sitosterol, and safflower oil. *American Heart Journal*. 58(6): 849-853.
- Bhattacharya, A.; et al. (2005, May). The Combination of Dietary Conjugated Linoleic Acid And Treadmill Exercise Lowers Gain in Body Fat Mass and Enhances Lean Body Mass in High Fat–Fed Male Balb/C Mice. *Journal of Nutrition*. 135: 1124-1130.
- Birch, K.; MacLaren.; & George. (2005). *Instant Notes : Sport & Exercise Physiology*. New York: BIOS Scientific Publisher.
- Blankson, H.; et al. (2000). Conjugated linoleic acid reduces body fat mass in overweight and obese humans. *Journal of Nutrition*. 130: 2943-2948.
- Ihara, M.; et al. (1998, October). Comparative effect of short-and long-term feeding of safflower oil and perilla oil on lipid metabolism in rats. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*. 121(2): 223-231.
- Kabir, Y.; & Ide T. (1996, November). Activity of hepatic acid oxidation enzymes in rats fed a-linoleic acid. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Lipids and Lipid Metabolism*. 1304(2): 105-119.
- Kelly, G. S. (2001, Aug). Conjugated linoleic acid: a review. *Altern Med Rev*. 6(4):367-82).

- Lambert, V. E.; et al. (2007, May). Conjugated linoleic acid versus high-oleic acid sunflower oil: effect on energy metabolism, glucose tolerance, blood lipids, appetite and body composition in regularly exercising individuals. *British Journal of Nutrition*. (97): 1001-1011.
- Moloney, F.; et al. (2004). Conjugated linoleic acid supplementation, insulin sensitivity, and lipoprotein metabolism in patients with type 2 diabetes mellitus. *American Journal Clinical Nutrition*. (80): 887-895.
- Moon, K. D.; et al. (2001, June). Safflower seed extract lowers plasma and hepatic lipids in rats fed high-cholesterol diet. *Nutrition Research*. 21(6): 895-904.
- Mougios, V.; et al. (2001). Effect of Supplementation with conjugated linoleic acid on human serum lipid and body fat. *Journal Nutrition Biochem*. (12): 585-594.
- Park, Y.; et al. (1997, January). Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids*. 32(8): 853-858.
- Pellizzon, M.; et al. (2002,). Effect of dietary fatty acid and exercise on body-weight Regulation and metabolism in rats. *Obesity Research*. 10 : 947-955.
- Powers, K. & Howley, T. (1997). *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance*. Third Edition. Boston, Massachusetts : McGraw-Hill.
- Reid, J.; & Thomson, M. (1985). *Exercise prescription for fitness*. Illinois : Human Kinetics.
- Riserus, U.; Berglund, L.; & Vessby, B. (2000, August). Conjugated Linoleic Acid (CLA) reduced abdominal adipose tissue in obese middle-aged men with signs of the metabolic syndrome: a randomized controlled trial. *International Journal of Obesity* 25(8): 1129-1135.
- Shimomura, Y.; Tamura, T.; & Suzuki, M. (1990, June). Less body fat accumulation in rats fed a safflower oil diet than in rats fed a beef tallow diet. *Journal of Nutrition*. 120(11): 1291-1296.
- Smedman, A.; & Vessby, B. (2001, June). Conjugated linoleic acid supplementation in humans metabolic effects. *Journal of Lipids*. 36(8): 773-781.
- Sutherland, W. HF.; et al. (2002, October). Release of cholesterol from cell membranes to postprandial plasma from mildly hypercholesterolemic subjects: The effect of meals rich in olive and safflower oils. *Metabolism*. 51(10): 1306-1312.
- Thom, E.; Wadstein, J.; & Gudmunson, O. (2001, June). Conjugated linoleic acid reduces body fat in healthy exercising humans. *The Journal of International Medical Research*. 29(5): 392-396.

- Tolson, D. (2005). Conjugated Linoleic Acid: a review. Retrieved February 7, 2009, from www.lef.org/magazine/mag2000/feb00-products.htm
- Wildman, E.C.; & Miller, S. (2004). *Sports and Fitness Nutrition*. Belmont, Australia : Thomson/Wadsworth..

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
หนังสือยินยอม

หนังสือยินยอม

ชื่องานวิจัย ผลของการได้รับซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) และการ
ออกกำลังกายต่อระดับไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย
Effects of CLA (Conjugated Linoleic Acid) and Exercise on Lipid Profile
and Percentage of Body Fat

ชื่อและนามสกุลผู้เข้าร่วมงานวิจัย

.....อายุ.....ปี

ตำแหน่งงานในมหาวิทยาลัย.....

หมายเลขโทรศัพท์มือถือ.....

คำยินยอมของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

ข้าพเจ้า (นาย/นางสาว/นาง).....ได้รับทราบ

รายละเอียดของการวิจัยในการทดลอง ตลอดจนประโยชน์และข้อเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นต่อผู้ถูกทดลอง
แล้วได้แก่

1. รายละเอียดของงานวิจัยและทดลอง และประโยชน์ที่จะได้รับ

ผู้เข้าร่วมโครงการได้รับทราบรายละเอียดของโครงการวิจัย ชื่อและที่ทำงานของผู้วิจัยหลัก
ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการวิจัย ประโยชน์ที่ได้รับจากการทดลอง วัตถุประสงค์ของ
โครงการวิจัย สถานที่ทำการทดลอง การวางแผนการวิจัย ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ระยะเวลา
การศึกษาวิจัย ชื่อและที่อยู่ของผู้รับการทดลอง

2. ความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากการทดลอง

การออกกำลังกายที่ระดับขนาดปานกลาง โดยจักรยานวัดงานเป็นระยะเวลาประมาณ
30-40 นาที เป็นการออกกำลังกายที่ปฏิบัติกันเป็นปกติในคนทั่วไปและนักกีฬา โดยปริมาณและ
ขนาดการออกกำลังกายในการทดลองนี้จึงไม่มีผลเสียต่อสุขภาพร่างกายของผู้ถูกทดลอง ซึ่งเป็น
บุคลากรของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ แต่ทั้งนี้จะมีการทดสอบสมรรถภาพของผู้ถูก
ทดลองก่อนการเข้าร่วมโครงการ

**3. ก่อนการทดลองจะทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายของร่างกาย เพื่อตรวจสอบสุขภาพ
และความพร้อมเพื่อป้องกันอันตราย โดยทำการตรวจ อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต
เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย และความสามารถของการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยการปั่นจักรยานวัดงาน
ตามโปรแกรมของออสทรานด์และริ่มมิ่ง (การกีฬาแห่งประเทศไทย) เพื่อกำหนดความหนักของ
การออกกำลังกายเป็นรายบุคคล (ทำการทดสอบเป็นเวลา 8 นาที)**

**4. โครงการวิจัยนี้ “ผลของการได้รับซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) ที่มีต่อ
ระดับสารไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย” ทำการตรวจวัดระดับสารไขมันในเลือดเพื่อทำการ
เปรียบเทียบก่อนและหลังการทดลอง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องเจาะตัวอย่างเลือด โดยทำการเจาะ**

ตัวอย่างเลือด ทั้งหมด 3 ครั้ง ครั้งละ 5 ซีซี (5 CC.) คือ ก่อนการทดลอง หลังสัปดาห์ที่ 2 และหลังสัปดาห์ที่ 4 จากพยาบาลวิชาชีพ ซึ่งได้รับอนุญาตให้สามารถเจาะตัวอย่างเลือดได้ จากโรงพยาบาลศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพฯ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จังหวัดนครนายก จำนวน 2 ท่าน โดยจะทำการเจาะในช่วงเวลา 07.00-09.00 น. (ก่อนการเจาะเลือด อาสาสมัครทุกคนต้องงดน้ำงดอาหารหลังจากเวลา 20.00 น. จนถึงเวลาเจาะเลือดในวันรุ่งขึ้น)

5. ในขณะที่ทำการทดลอง หากผู้เข้ารับการทดลอง พบว่ามีผลข้างเคียงเกิดขึ้น สามารถถอนตัวได้ตลอดเวลาโดยไม่มีข้อผูกมัดใดๆ ทั้งสิ้น และกรุณาแจ้งต่อผู้วิจัย

6. ข้อมูลส่วนตัวและข้อมูลทางการทดสอบของอาสาสมัครเข้าร่วมงานวิจัยจะถูกปิดเป็นความลับ และข้อมูลจะถูกนำเสนอในลักษณะของสถิติและการอภิปรายผลในงานวิจัยเท่านั้น

7. เกณฑ์การแยกอาสาสมัครออกจากโครงการ (Exclusion criteria)

1. กลุ่มตัวอย่างอายุน้อยกว่าและเกินกว่าเกณฑ์ (30-39 ปี)
2. กลุ่มตัวอย่างมีการออกกำลังกายมากกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์และเฉลี่ยครั้งละมากกว่า 30 นาที
3. มีค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์
4. กลุ่มตัวอย่างมีโรคประจำตัว
5. กลุ่มตัวอย่างมีประวัติทางโรคเมตาบอลิก คือ เบาหวาน ไทรอยด์ หัวใจ ตับ โรคไต และไม่รับประทานยาใดๆ เช่น Thyroid, Corticosteroids, beta adrenergic blocking agent หรืออยู่ในระหว่างการรับประทานยาลดน้ำหนัก (Antiobesity)

8. เกณฑ์การให้เลิกจากการศึกษา (Discontinuation criteria) ประกอบด้วย

ก. เกณฑ์ให้อาสาสมัครเลิกจากการศึกษา (Discontinuation criteria for Participant)

1. กลุ่มตัวอย่างมีอาการข้างเคียงหรือแพ้สารตัวอย่างที่ได้รับ คือ ซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid)
2. กลุ่มตัวอย่างไม่สามารถปฏิบัติตามโปรแกรมออกกำลังกายที่วางไว้ได้อย่างเต็มที่
3. ผู้วิจัยไม่ได้ดำเนินการทดลองวิจัยตามข้อตกลงของการวิจัย

ข. เกณฑ์การพิจารณาเลิกหรือยุติการศึกษาทั้งโครงการ (Termination Criteria for the study)

ผู้วิจัยไม่ได้ดำเนินการทดลองวิจัยตามข้อตกลงของการวิจัยที่ทำการตกลงร่วมกันระหว่างผู้วิจัยและกลุ่มตัวอย่าง

ซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) เป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย ซึ่งจากรายงานการวิจัยพบว่าการได้รับซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid) ที่สกัดมาจากน้ำมันดอกกคำฝอย (Safflower Oil) จะให้ในขนาด 900-1000 มิลลิกรัมต่อวัน หรือไม่เกิน 3.4 กรัมต่อวัน ไม่มีผลข้างเคียงเกิดขึ้น

ข้าพเจ้า (นาย/นางสาว/นาง).....ยินยอมเข้าร่วมโครงการทดลองที่มีชื่อข้างต้น และข้าพเจ้ารู้ว่าถ้ามีปัญหาหรือข้อสงสัยเกิดขึ้น ข้าพเจ้าสามารถสอบถามผู้วิจัยได้ตลอดเวลา

ลงชื่อ.....ผู้เข้าร่วมโครงการ
(.....)

.....พยาน
(.....)

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย
วันที่.....
หมายเลขติดต่อผู้วิจัย.....

ภาคผนวก ข

แบบบันทึกข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับผู้เข้าร่วมการทดลอง

แบบสอบถามเกี่ยวกับสุขภาพ

แบบสอบถามที่เกี่ยวกับสุขภาพและความเจ็บป่วย

ชื่อ.....นามสกุล.....

วันที่.....ตำแหน่ง.....

1. ประวัติความเจ็บป่วยในครอบครัว

- ก. บิดา ชื่อ.....อายุ.....ปี
☐ มีชีวิต ☐ เสียชีวิต (ระบุสาเหตุ).....
☐ มีโรคประจำตัวหรือไม่ (ระบุ).....

- ข. มารดา ชื่อ.....อายุ.....ปี
☐ มีชีวิต ☐ เสียชีวิต (ระบุสาเหตุ).....
☐ มีโรคประจำตัวหรือไม่ (ระบุ).....

- ค. ท่านมีหรือพี่น้องรวม.....คน(รวมตัวท่าน)

- ง. พี่/น้องของท่าน (ไม่รวมตัวท่าน)
 คนที่ 1 มีชีวิต ☐ เสียชีวิต (ระบุสาเหตุ).....
 มีโรคประจำตัวหรือไม่ (ระบุ).....
 คนที่ 2 มีชีวิต ☐ เสียชีวิต (ระบุสาเหตุ).....
 มีโรคประจำตัวหรือไม่ (ระบุ).....
 คนที่ 3 มีชีวิต ☐ เสียชีวิต (ระบุสาเหตุ).....
 มีโรคประจำตัวหรือไม่ (ระบุ).....

2. ท่านมีโรคประจำตัวต่อไปนี้หรือไม่ (ถ้ามี ระบุจำนวนปีที่ เป็น)

- | | | |
|--|-----------------------------|--------------------------------|
| ก. เบาหวาน | ☐ ไม่มี | ☐ มี |
| ข. โรคหัวใจ | ☐ ไม่มี | ☐ มี |
| ค. โรคความดันสูง | ☐ ไม่มี | ☐ มี |
| ง. ความผิดปกติของเม็ดเลือด | ☐ ไม่มี | ☐ มี |
| จ. โรคโลหิตจาง | ☐ ไม่มี | ☐ มี |
| ฉ. โรคหอบ/หืด | ☐ ไม่มี | ☐ มี |
| ช. โรคกระเพาะอาหาร | ☐ ไม่มี | ☐ มี |
| ซ. ท้องเสียหรือท้องเดินเรื้อรัง | ☐ ไม่มี | ☐ มี |
| ณ.อื่น ๆ (ระบุชนิดและระยะเวลาที่เป็น)..... | | |

3. ปัจจุบันท่านรับประทานยาเป็นประจำหรือไม่ (ถ้ามี ระบุ)

.....

4. ท่านเคยได้รับการผ่าตัดหรือไม่ (ถ้ามี ระบุชนิด และปีที่ทำ)

.....
.....

5. ท่านเคยได้รับอุบัติเหตุร้ายแรงใด ๆ หรือไม่ (ถ้ามี ระบุชนิด และปีที่เป็น)

.....
.....

6. ในรอบปีที่ผ่านมา ท่านเคยเจ็บป่วยด้วยโรคร้ายแรงใด ๆ หรือไม่ (ถ้ามี ระบุชนิด และเดือนที่เป็น)

.....
.....

7. ในรอบ 1 เดือนที่ผ่านมา ท่านมีการเจ็บป่วยด้วยโรคใด ๆ หรือไม่ (ถ้ามี ระบุ)

.....
.....

8. ในรอบ 1 เดือนที่ผ่านมา ท่านรับประทานยาใดเป็นประจำหรือไม่ (ถ้ามี ระบุ)

.....
.....

9. ปัจจุบันท่านรับประทานยาหรือวิตามินใดเป็นประจำหรือไม่ (ถ้ามี ระบุ)

.....
.....

แบบบันทึกการตรวจร่างกายในวันทดสอบสมรรถภาพ

วันที่.....

ชื่อ.....นามสกุล.....อายุ.....
ปี

1. การตรวจร่างกายทั่วไปก่อนทดสอบสมรรถภาพ

(เวลาที่บันทึก.....น.)

- ◇ น้ำหนัก.....กิโลกรัม
- ◇ ส่วนสูง.....เซนติเมตร
- ◇ ชีพจร.....ครั้งต่อนาที
- ◇ ความดันโลหิต...../..... mmHg.

2. การซักประวัติ

- ◇ ในรอบ 1-2 สัปดาห์ที่ผ่านมาท่านมีความเจ็บป่วยหรือไม่ (ระบุชนิด/เวลาที่เจ็บ)

.....
.....

- ◇ ในรอบ 1-2 สัปดาห์ที่ผ่านมาท่านได้รับประทานยาใดหรือไม่ (ระบุชนิด/ปริมาณที่ได้รับประทานใน 1 วัน)

.....
.....

3. การตรวจร่างกายหลังการทดสอบสมรรถภาพ

(เวลาที่บันทึก.....น.)

- ◇ น้ำหนัก.....กิโลกรัม
- ◇ ส่วนสูง.....เซนติเมตร
- ◇ ชีพจร.....ครั้งต่อนาที
- ◇ ความดันโลหิต...../..... mmHg.

แบบสำรวจเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย
(Body Fat Percentage)

ชื่อ.....นามสกุล.....อายุ.....ปี
 หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ.....วันที่ทำการบันทึก.....
 ตำแหน่งงานของมหาวิทยาลัย.....

4. การตรวจร่างกายทั่วไปก่อนทดสอบสมรรถภาพ (เวลาที่บันทึก.....น.)

- ◇ น้ำหนัก.....กิโลกรัม
- ◇ ส่วนสูง.....เซนติเมตร
- ◇ ชีพจร.....ครั้งต่อนาที
- ◇ ความดันโลหิต...../..... mmHg.
- ◇ เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย.....

5. การซักประวัติ

- ◇ ในรอบ 1-2 สัปดาห์ที่ผ่านมาท่านมีความเจ็บป่วยหรือไม่ (ระบุชนิด/เวลาที่เป็น)

.....

- ◇ ในรอบ 1-2 สัปดาห์ที่ผ่านมาท่านได้รับประทานยาใดหรือไม่ (ระบุชนิด/ปริมาณที่รับประทานใน 1 วัน)

.....

.....

ชื่อ.....นามสกุล.....อายุ.....ปี
 หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ.....วันที่ทำการบันทึก.....
 ตำแหน่งงานของมหาวิทยาลัย.....

6. การตรวจร่างกายทั่วไปก่อนทดสอบสมรรถภาพ (เวลาที่บันทึก.....น.)

- ◇ น้ำหนัก.....กิโลกรัม
- ◇ ส่วนสูง.....เซนติเมตร
- ◇ ชีพจร.....ครั้งต่อนาที
- ◇ ความดันโลหิต...../..... mmHg.
- ◇ เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย.....

7. การซักประวัติ

- ◇ ในรอบ 1-2 สัปดาห์ที่ผ่านมาท่านมีความเจ็บป่วยหรือไม่ (ระบุชนิด/เวลาที่เป็น)

.....

- ◇ ในรอบ 1-2 สัปดาห์ที่ผ่านมาท่านได้รับประทานยาใดหรือไม่ (ระบุชนิด/ปริมาณที่รับประทานใน 1 วัน).....

.....

แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

(รายบุคคล)

กลุ่มการทดสอบ.....	วันที่ทำการทดสอบ.....
ชื่อ.....	นามสกุล.....อายุ.....ปี
สถานที่ทำงาน.....	หมายเลขติดต่อ(มือถือ).....
น้ำหนัก.....	ส่วนสูง.....รหัส(HN).....
เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย	(%Fat).....%
ความดันโลหิต	(BP).....mm.Hg
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก	(HRrest).....ครั้ง/นาที
อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด	(HRmax).....ครั้ง/นาที
อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง	(HRreserve).....ครั้ง/นาที
อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย	(HRExercise).....ครั้ง/นาที
อัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย(ที่50%)	(THR).....ครั้ง/นาที
ความหนักของการปั่นจักรยานวัดงาน	กิโลกรัม
ความหนักของการออกกำลังกาย	50%VO ₂ max
ความสามารถสูงสุดของการใช้ออกซิเจน	(VO ₂ max).....มล./กก./นาที

แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

(รายบุคคล)

กลุ่มการทดสอบ.....	วันที่ทำการทดสอบ.....
ชื่อ.....	นามสกุล.....อายุ.....ปี
สถานที่ทำงาน.....	หมายเลขติดต่อ(มือถือ).....
น้ำหนัก.....	ส่วนสูง.....รหัส(HN).....
เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย	(%Fat).....%
ความดันโลหิต	(BP).....mm.Hg
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก	(HRrest).....ครั้ง/นาที
อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด	(HRmax).....ครั้ง/นาที
อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง	(HRreserve).....ครั้ง/นาที
อัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย	(HRExercise).....ครั้ง/นาที
อัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย(ที่50%)	(THR).....ครั้ง/นาที
ความหนักของการปั่นจักรยานวัดงาน	กิโลกรัม
ความหนักของการออกกำลังกาย	50%VO ₂ max
ความสามารถสูงสุดของการใช้ออกซิเจน	(VO ₂ max).....มล./กก./นาที

ภาคผนวก ค
โปรแกรมทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด
ของ Astrand and Ryhming

โปรแกรมทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ของ Astrand and Ryhming

(กองวิทยาศาสตร์การกีฬา ฝ่ายทดสอบสมรรถภาพทางกาย การกีฬาแห่งประเทศไทย)

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (Aerobic Capacity)

เครื่องมือ

1. จักรยานวัดงาน (Bicycle Ergometer)
2. เครื่องตั้งจังหวะ
3. หูฟัง
4. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการ

ใช้หลักการของ Astrand and Ryhming

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบขึ้นนั่งบนยาน จัดระดับอานให้พอเหมาะ (ขายืดสุดแล้ว เข่าอเล็กน้อย)
2. ตั้งจังหวะเครื่อง 50 รอบต่อนาที ให้ผู้เข้ารับการทดสอบรักษาความเร็วให้คงที่
3. ให้น้ำหนักถ่วง ขึ้นอยู่กับ อายุ เพศ สภาพของผู้เข้ารับการทดสอบ ปกติ ชาย 1.5-2.0 กิโลปอนด์ หญิง 1.0-1.5 กิโลปอนด์ ถ้าเป็นนักกีฬาควรดูจากปริมาณการฝึกซ้อมหรือน้ำหนักถ่วงเดิม
4. เริ่มจับเวลาเมื่อผู้เข้ารับการทดสอบปั่นตามน้ำหนักถ่วงที่กำหนดให้ และสามารถรักษาระดับความเร็วคงที่
5. นับอัตราการเต้นของหัวใจทุก 1 นาที (นับจากวินาทีที่ 45 ถึงวินาทีที่ 60) โดยใช้หูฟัง (จับอัตราการเต้นของหัวใจ 30 ครั้ง ใช้เวลาที่วินาที แล้วเทียบตาราง) สำหรับผู้เข้ารับการทดสอบชายควรฟังที่ Apex beat และสำหรับผู้เข้ารับการทดสอบหญิงควรฟังที่ Carotid artery
6. บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจทุกครั้งที่เวลา 6 นาที ถ้าถึงนาทีที่ 2 อัตราการเต้นหัวใจยังต่ำกว่า 120 ครั้งต่อนาที ให้เพิ่มน้ำหนักถ่วงอีก 0.5 กิโลปอนด์ เพิ่มเวลาทดสอบอีก 1 นาที และจับต่อทุกนาที แล้วนำอัตราการเต้นของหัวใจช่วง 2 นาทีสุดท้าย มาหาค่าเฉลี่ย (ถ้าอัตราการเต้นของหัวใจคงที่ หรือมีความต่างไม่เกิน ± 5 ครั้งต่อนาที)

การบันทึก

1. บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจคงที่ อ่านตารางหาค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนจากอัตราการเต้นของหัวใจและน้ำหนักถ่วง
2. เทียบจากน้ำหนักตัว และค่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอายุ (Age Factor) เป็นสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีหน่วยเป็น มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที

ภาคผนวก ง
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง

ภาพประกอบ 19 จักรยานวัดงาน (Cateye Ergociser EC1200)



ภาพประกอบ 20 เครื่องตั้งจังหวะ (Metronorm)



ภาพประกอบ 21 หูฟัง (Stethoscope) และนาฬิกาจับเวลา



ภาพประกอบ 22 อุปกรณ์การเจาะเลือด



ภาพประกอบ 23 เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง (TANITA: TBF-UM051 Body Fat Analyzer/Scale)



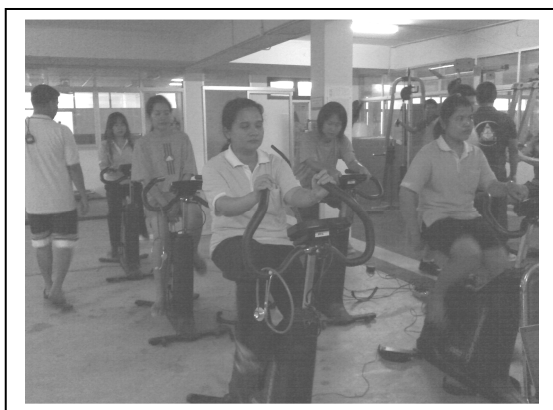
ภาคผนวก จ
ขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอนการทดลอง

ภาพประกอบ 24 การเจาะตัวอย่างเลือด เพื่อทำการวิเคราะห์ระดับสารไขมันในเลือด



ภาพประกอบ 25 การออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานวัดงาน ที่ระดับความหนัก $50\%VO_{2max}$



ภาพประกอบ 26 สารตัวอย่างที่กลุ่มตัวอย่างได้รับ น้ำมันสกัดดอกคำฝอย ซีแอลเอ (CLA: Conjugated Linoleic Acid)



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวนรินทรา จันทศร
วันเดือนปีเกิด	18 พฤศจิกายน พุทธศักราช 2526
สถานที่เกิด	จังหวัดนครนายก
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	88/1 หมู่ 2 ตำบล ท่าช้าง อำเภอ เมืองนครนายก จังหวัด นครนายก 26000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2539	ระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนอนุบาลนครนายก จังหวัดนครนายก
พ.ศ. 2545	ระดับมัธยมศึกษา จากโรงเรียนนครนายกวิทยาคม จังหวัดนครนายก
พ.ศ. 2549	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2552	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา (วิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ