613.7043
พ 614 ผ
ฉ. 3

ผลการออกกำลังกายในระดับความถี่ต่างกัน ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกาย

ปริญญานิพนธ์

ของ

พานิช ไชยศรี

ห้องสมุด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

11 พ.ค. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มีนาคม 2530

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

178575

ผลการออกกำลังกายในระดับความถี่ต่างกัน ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกาย

บทคัดย่อ

ของ

พานิช ไชยศรี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มีนาคม 2530

ความมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้ ก็เพื่อทราบผลการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกาย 7 รายการ จากการให้ออกกำลังกายโดยการถีบจักรยานวัดงานในระดับความถี่ 2 ระดับ คือ ระดับ 3 ครั้ง/สัปดาห์ และระดับ 5 ครั้ง/สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีสุขภาพสมบูรณ์และไม่เป็นนักกีฬาของโรงเรียน จำนวน 30 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ทำการเลือกเข้ากลุ่ม (Match Pair) โดยใช้เกณฑ์ดัชนีความหนัก (Ponderal Index) กับความสามารถในการจับอ็อกซิเจนสูงสุดเป็นหลักในการพิจารณาแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน ทำการทดสอบข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา 7 รายการ หลังจากนั้นให้แยกออกกำลังกายตามระดับความถี่ 2 ระดับ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ กำหนดความหนัก 60-80 เปอร์เซ็นต์ ของชีพจรสูงสุด ครั้งละประมาณ 10-20 นาที ทำการทดสอบข้อมูลสรีรวิทยาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ผลการศึกษาพบว่า

1. อัตราการบีบหัวใจขณะพักของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ผลการทดสอบก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของทั้งสองกลุ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการจับอ็อกซิเจนสูงสุดของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ผลทดสอบก่อนการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของทุกช่วงเวลาของทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

3. ความดันซิสโตลิคของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ผลการทดสอบก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนความดันซิสโตลิคของทั้งสองกลุ่มหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกัน

4. ปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ผลการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของทุกช่วงเวลาของทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

5. ความสูงของคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ความดันไดแอสโตลิค ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน ปริมาณโฆเลสเตอรอลรวมและคะแนนรวมสรีรวิทยาทุกรายการของทั้งสองกลุ่มในการทดสอบทุกครั้งไม่มีความแตกต่างกัน

6. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างระดับความถี่และระยะเวลาในการฝึกของการทดสอบทุกรายการ

The Effects of Exercise in Various Frequencies upon the Physiological Changes

AN ABSTRACT

BY

PHANICH CHAISRI

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
March 1978

The purposes of this study were to find out the seven physiological changes after cycling with monark bicycle ergometer in various frequencies, 3 times a week and 5 times a week, respectively.

The subjects were purposively selected and they were thirty male, nonathlete, secondary school students. They were equally divided into two groups by match pair method according to the ponderal index and maximum oxygen consumption results. They were tested with seven basic physiological variables After the test, each group performed the exercise with different frequencies for 8 weeks. The exercise intensity in each exercise session was 60 % - 80 % of each subject's maximum heart rate and the duration of each exercise session was 10-20 minutes. After 4 weeks and 8 weeks of exercise, seven basic physiological variables were retested.

The results were found that

1. There was no significant difference of resting heart rate between two groups, but there was a signifficant difference of resting heart rate between each group after 8 weeks of exercise, at the .01 level.

2 There was no significant difference of maximum oxygen consumption between two groups but there were significant differences of maximum oxygen consumption of two groups, between before and after 4 weeks and 8 weeks of exercise, respectively, at the .01 level.

3 There was no significant difference of systolic blood pressure between two groups but there was a significant difference of systolic blood pressure of each group, between before and after 4 weeks and 8 weeks of exercise, respectively, at the 01 level. And there was no significant difference of systolic blood pressure of two groups after 4 weeks and 8 weeks of exercise.

4. There was no significant difference of high density lipoprotein cholesterol between two groups but there was a significant difference of high density lipoprotein between two groups before and after 4 weeks and 8 weeks of exercise, respectively, at the .01 level.

5. There were no significant differences of R-wave amplitude, diastolic blood pressure, hemoglobin concentration, total cholesterol and total scores of the physiological functions between two groups, at the .01 level.

6. There were no interaction between the level of frequency and the duration of exercise in both groups, at the .01 level.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

กรรมการที่ปรึกษา	คณะกรรมการสอบ
..............................ประธาน	..............................ประธาน
..............................กรรมการ	..............................กรรมการ
	..............................กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับความกรุณาจากอาจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม เป็นประธานควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สำรวล รัตนาจารย์ และ อาจารย์เทเวศร์ พิริยะพฤนท์ เป็นกรรมการให้คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินงานจนเป็นผลสำเร็จด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ ที่ให้คำแนะนำปรึกษาเกี่ยวกับระเบียบวิธีการวิจัย ตลอดจนรายละเอียดอื่น ๆ ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ นันทยา ชนะรัตน์ และคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่กรุณาให้ใช้ห้องปฏิบัติการทางชีวเคมี และกรุณาวิเคราะห์ตัวอย่างเลือดเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนสันกำแพง และหมวดวิชาพลานามัยของโรงเรียน ที่ให้ความสะดวกเกี่ยวกับสถานที่และกลุ่มตัวอย่าง กับขอขอบคุณอาจารย์ นพดล มินานนท์ ที่กรุณาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัว

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคุณครู คณาจารย์ และผู้เกี่ยวข้องที่ไม่ได้ระบุชื่อไว้ด้วยความเคารพยิ่ง กับขอขอบใจคุณประทิน ไชยศรี ภรรยาของข้าพเจ้า ที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จในการวิจัยครั้งนี้อย่างดียิ่ง ขออุทิศความดีของผลงานวิจัยครั้งนี้แด่คุณพ่อป่วน คุณแม่จันทร์สม ไชยศรี ผู้ล่วงลับไปแล้ว

พานิช ไชยศรี

สารบาญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ข้อตกลงเบื้องต้น	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	26
3	วิธีดำเนินการ	27
	กลุ่มตัวอย่าง	27
	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	28
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	30
	วิธีการดำเนินการทดลอง	30
	วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	31
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	32
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	35
5	สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	69
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	69

บทที่ หน้า

กลุ่มตัวอย่าง 69

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 70

การวิเคราะห์ข้อมูล 71

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล 71

อภิปรายผล 73

ข้อเสนอแนะ 73

บรรณานุกรม 79

ภาคผนวก 84

ภาคผนวก ก. 85

ภาคผนวก ข. 86

ภาคผนวก ค. 88

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 แสดงค่าของสมรรถภาพการจับอ๊อกซิเจนสูงสุดของ
นักกีฬาทีมชาติ พ.ศ.2527.................... 18

2. แสดงแบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control-Group
Pretest-Postest Design 32

3 แสดงสูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ 33

4 แสดงผลการทดสอบค่าเฉลี่ยข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาของร่างกาย
ก่อนการฝึกของกลุ่มทดลอง โดยการทดสอบค่าที (t-test). 37

5 แสดงผลการทดสอบอัตราการบีบหัวใจขณะพักก่อนการฝึก
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลอง
กลุ่มที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 38

6 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ
ของอัตราการบีบหัวใจขณะพักในการทดสอบก่อนการฝึก
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1
กลุ่มทดลองที่ 2 และภายในกลุ่ม 39

7 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของอัตราการบีบหัวใจขณะพัก
ในการทดสอบก่อนการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึก
ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 40

8 แสดงผลการทดสอบความสูงของคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และ
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน 41

9 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ
ของความสูงของคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ในการทดสอบก่อนการฝึก
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1
กลุ่มทดลองที่ 2 และภายในกลุ่ม 42

ตาราง หน้า

10 ผลการทดสอบความสามารถในการจับอ็อกซิเจนสูงสุดก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2.................................... 43

11 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ ของความสามารถในการจับอ็อกซิเจนสูงสุดของการทดสอบ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 1 และภายในกลุ่ม.................... '4

12 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของความสามารถในการจับอ็อกซิเจน สูงสุดของการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ หลังการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2......... 45

13 เสนอผลการทดสอบความดันซิสโตลิค และผลการวิเคราะห์ความ แปรปรวน.. 46

14 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำของ ความดันซิสโตลิค ในการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ ภายในกลุ่ม.. 47

15 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของผลการทดสอบความดันซิสโตลิค ของก่อนการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของ กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2............................ 48

16 เสนอผลการทดสอบความดันไดแอสโตลิคและผลการวิเคราะห์ความ ดันไดแอสโตลิค ในการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และภายในกลุ่ม.. 50

ตาราง หน้า

18 ผลการทดสอบความเข้มข้นของ ฮีโมโกลบินก่อนการฝึกหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 และ กลุ่มทดลองที่ 2 51

19 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ตัวประกอบวัดซ้ำของความ เข้มข้น ฮีโมโกลบินในการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ ภายในกลุ่ม.. 52

20 ผลการทดสอบปริมาณโฆเลสเตอรอลก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2........ 53

21 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ ของปริมาณโฆเลสเตอรอลรวมในการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และภายในกลุ่ม 54

22 ผลการทดสอบปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่น สูงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลอง ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2........................ 55

23 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ ของปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และภายในกลุ่ม.................... 56

24 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของผลการทดสอบปริมาณโฆเลสเตอรอล ในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง ของก่อนการฝึก หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่ม ทดลองที่ 2 57

ตาราง หน้า

25 ผลรวมการทดสอบข้อมูลสรีรวิทยาของร่างกายก่อนการฝึก หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยการใช้คะแนนมาตรฐานที............... 58

26 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ ของผลการรวมการทดสอบข้อมูลสรีรวิทยาของร่างกายทุกรายการ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และภายในกลุ่ม.................. 59

27 แสดงกายสภาพและผลการทดสอบข้อมูลสรีรวิทยาของกลุ่มทดลองที่ 1 (กลุ่มออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์)...................... 86

28 แสดงกายสภาพและผลการทดสอบข้อมูลสรีรวิทยาของกลุ่มทดลองที่ 2 (กลุ่มออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์)........................... 87

29 แสดงค่าปริมาณอากาศอ๊อกซิเจนตามดัชนีของอัตราชีพจรและน้ำหนัก ในการถีบจักรยานวัดงาน ค่าเป็นลิตร/นาที....................... 91

30 แสดงค่าคงที่เพื่อนำไปคูณค่าที่ได้จากตาราง 29 ผลคูณได้ค่าเป็นลิตร/นาที.. 92

31 แสดงค่าเปรียบเทียบอ๊อกซิเจน ลิตร/นาที เพื่อแปลงเป็น มล./น้ำหนักตัว(กก.)/นาที.............................. 93

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	แสดงระบบเหนี่ยวนำไฟฟ้าของหัวใจ..............................	9
2	แสดง Cardiac Cycle บนเส้นกราฟ..............................	10
3	แสดงวิธีการนับอัตราการบีบของหัวใจจากคลื่นไฟฟ้าหัวใจวิธีที่ 1...........	11
4	แสดงการคำนวณอัตราชีพจรตามกฎ 3 วินาที..........................	11
5	แสดงทิศทางที่เอเทรียมและเวนตริเคิ้ล ถูกกระตุ้นด้วยประจุไฟฟ้า สัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าหัวใจ..................................	14
6	ไลโปโปรตีนชนิดต่าง ๆ แสดงอัตราส่วนของไตรกลีเซอไรด์ (T) ฟอสฟอไลปิดส์ (PH) โฆเลสเตอรอล (C) และโปรตีน 'P)........	23
7	แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการบีบหัวใจขณะพัก ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์)...	60
8.	แสดงค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์)...	61
9	แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถในการจับอ๊อกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์).............................	62
10	แสดงค่าเฉลี่ยความดันซิสโตลิค ก่อนฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์.......	63

ภาพประกอบ　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　หน้า

11 แสดงค่าเฉลี่ยความดันไดแอสโตลิค ก่อนการฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) และกลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง ต่อสัปดาห์).. 64

12 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน ก่อนการฝึก หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์).. 65

13 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณโฆเลสเตอรอลรวม ก่อนการฝึกหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์).. 66

14 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดของการทดลองของกลุ่มที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์).................. 67

15 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมการทดสอบข้อมูลสรีรวิทยาของร่างกายทุกรายการโดยใช้คะแนนมาตรฐานที (T-score) ก่อนการฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์).. 68

16 แสดงตำแหน่งอีเลคโทรดบนหน้าอกเพื่อทำ Chest Lead (V_1 - V_6)...... 89

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

เนื่องจากในปัจจุบันผู้ที่พ้นวัยนักเรียนหรือนักศึกษาไปแล้ว ต่างก็มีภาระหน้าที่ในการประกอบอาชีพเลี้ยงดูตัวเองและครอบครัวอย่างขะมักเขม้น ทำให้เวลาว่างสำหรับพักผ่อนหรือเล่นกีฬาลดน้อยลงไป ประกอบกับปัจจุบันภาวะความเป็นอยู่ของคนเราต่างก็ได้รับความสะดวกสบายด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่ทำงานแทนแรงคนได้มากมาย อาทิเช่น เครื่องซักผ้า ลิฟท์ ยานพาหนะ หรือเครื่องอีเล็คโทรนิคต่าง ๆ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ ความสะดวกสบายดังกล่าว รวมทั้งเวลาของการออกกำลังกายที่ลดน้อยลงจึงทำให้พลังงานที่ใช้ในชีวิตประจำวันจึงลดลงไปด้วย แต่อาหารการกินกลับอุดมสมบูรณ์ขึ้น ดังนั้นคนเราจึงค่อย ๆ สะสมพลังงานส่วนเกินไว้ในรูปของไขมันมากขึ้น นาน ๆ เข้าจึงกลายเป็นสาเหตุของความอ้วน โดยเฉพาะคนวัยกลางคน (เจริญ พุทธวรรณ 2520 : 5-10) ซึ่งความอ้วนนี้เองเป็นสาเหตุขั้นมูลฐานของโรคร้ายต่าง ๆ คือ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคเส้นโลหิตแข็งตัว และโรคหัวใจ เป็นต้น ดังนั้นหากเราสามารถกำจัดโรคอ้วนได้ ก็เท่ากับเป็นการป้องกันโรคร้ายต่าง ๆ ข้างต้นได้ การออกกำลังกายควบคู่กับการจัดโภชนาการที่ถูกต้อง เป็นวิธีการลดความอ้วนที่ดีที่สุด (สุวิทย์ อารีกุล 2519 : 45-49)

แคส (อุดมศิลป์ ศรีแสงนาม 2528 : อ้างอิงมาจาก Kasch n.d) ได้ทำการศึกษาชายวัยกลางคน จำนวน 43 คน เป็นเวลานาน 10 ปี โดยทำการตรวจวัดสมรรถภาพดังต่อไปนี้ 1) อัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ 2) ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด 3) แรงบีบตัวของหัวใจ 4) ความต้านทานของหลอดเลือด ปรากฏว่ากลุ่มทดลองที่ให้ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอนั้น สมรรถภาพดังกล่าวข้างต้นดีกว่ากลุ่มที่ใช้ชีวิตประจำวันอย่างธรรมดาทั่วไป จึงเป็นข้ออ้างที่ดีที่สุดว่า การออกกำลังกายนั้นสามารถถนอมชีวิตให้ยาวนานอย่างมีประสิทธิภาพ

ด้วยสาเหตุดังกล่าวในปัจจุบันจึงมีคนสนใจหันมาออกกำลังกายเพื่อสุขภาพมากขึ้น แม้เวลาค่อนข้างจำกัดก็ตาม ดังจะเห็นตัวอย่างในตอนเช้าและตอนเย็น ตามสวนสาธารณะและสนามกีฬาของเมืองใหญ่ ๆ เช่นกรุงเทพมหานคร เชียงใหม่ และอื่น ๆ มีคนมาออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ

เป็นจำนวนมาก เดินบ้าง วิ่งบ้าง บางคนก็เข้าร่วมกิจกรรมกีฬาซึ่งตนสามารถเข้าร่วมเล่นได้ แม้ในด้านธุรกิจก็มีแหล่งบริการเพื่อสุขภาพเกิดขึ้นโดยทั่วไป อาทิเช่น สถานที่เพื่อออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ (Health Club) ต่าง ๆ เป็นต้น ปรากฏว่าประชาชนให้ความสนใจไปใช้บริการกันมาก แม้จะต้องเสียค่าบริการบ้างก็ยินดี ทั้งนี้เพราะต่างมองเห็นความสำคัญของการออกกำลังกายนั่นเอง

หลักของการออกกำลังกายนั้น วิชิต คนึงสุขเกษม (วิชิต คนึงสุขเกษม 2528:คำบรรยาย) ได้แนะนำว่า ควรยึดถือหลักการ 4 อย่างคือ

1. ชนิดของการออกกำลังกาย (Type)

2. ความหนัก (Intensity) ต่อ ①

3. ความนาน (Duration)

4. ความบ่อยครั้ง (Frequency)

สอดคล้องกับศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา(ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา 2528 : 15) ได้เสนอแนะการออกกำลังกายที่ถูกต้องว่า การวิ่งเพื่อสุขภาพอย่างถูกหลักจะเสริมสร้างสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนของร่างกายและอวัยวะในระบบไหลเวียนโลหิตให้ดีขึ้น ซึ่งต้องอาศัยหลักการออกกำลังกายแบบแอโรบิค คือจะต้องคำนึงถึงความหนัก ความนานและความบ่อย ที่พอเหมาะโดยกำหนดความหนัก 60-80 เปอร์เซนต์ ของความสามารถสูงสุด นานติดต่อกันไม่น้อยกว่า 10 นาที และหากนับปริมาณรวมกันในสัปดาห์เท่ากันแล้วควรฝึกบ่อย ๆ ครั้งจะดีที่สุด/ ในวารสารชุดเดียวกัน(ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา 2528 : ไม่มีเลขหน้า) ได้แนะนำการออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุไว้ดังนี้

1. ชายอายุ 30-45 ปี (หญิง 25-40 ปี) ควรออกกำลังกายให้ชีพจรสูง 140-130 ครั้งต่อนาที นานครั้งละ 1-1$\frac{1}{2}$ ชั่วโมง ความบ่อย 3-4 ครั้ง/สัปดาห์

2. ชายอายุ 46-60 ปี (หญิง 41-55 ปี) ควรออกกำลังกายให้ชีพจรสูง 130-120 ครั้งต่อนาที นานครั้งละ 30-45นาที ความบ่อย 3 ครั้ง/สัปดาห์

3. ชายอายุเกิน 60 ปี (หญิงเกิน 55 ปี) ควรออกกำลังกายให้ชีพจรสูงไม่เกิน 120 ครั้ง/นาที นานครั้งละ 20-30 นาที ความบ่อย 3 ครั้ง/สัปดาห์

อุดมศิลป์ ศรีแสงนาม (อุดมศิลป์ ศรีแสงนาม 2528 : 88-91) ได้กล่าวว่า การออกกำลังกายที่จะให้ผลดีนั้นจะต้องปฏิบัติอย่างน้อยสัปดาห์ละ 3 ครั้ง แต่ละครั้งใช้เวลานาน 30-60 นาที และอัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ ของความสามารถสูงสุด

(3) จากการที่ได้ศึกษาบทความและผลงานการวิจัยของนักวิจัยหลายท่านแล้ว บางครั้งยังมีความคิดเห็นแตกต่างกัน บางครั้งก็สอดคล้องกันในเรื่องของความหนัก ความนาน และความถี่ในการออกกำลังกาย ไม่สามารถตัดสินได้ว่าการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพนั้นจะเลือกหลักเกณฑ์ใดนำไปปฏิบัติเพื่อให้ได้ผลเป็นที่น่าพอใจตามสถานภาพของตนเอง เพราะปัจจุบันทุกคนจะต้องขวนขวายในการประกอบอาชีพ และภารกิจส่วนตัว มีเวลาในการออกกำลังกายจำกัด ไม่สามารถจะอยู่ในสวนสาธารณะหรือสนามกีฬาได้ครั้งละนาน ๆ หรือทุกวัน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความบ่อยครั้ง (ความหนักที่เท่ากัน) ในการออกกำลังกายว่า การออกกำลังกาย (ที่ความหนัก 60% กับ 80%) สัปดาห์ละ 3 ครั้ง กับสัปดาห์ละ 5ครั้งให้ผลแตกต่างกันทางสถิติหรือไม่อย่างไร โดยใช้ตัวแปรซึ่งมีสรีระภาพภายในร่างกายเป็นตัวทำนายเพื่อหาข้อเสนอแนะการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพแก่บุคคลต่อไป / ๑๐ (4)

สรีรวิทยาที่ผู้วิจัยนำมาเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบว่าโปรแกรมการออกกำลังกายแบบไหนจะมีอิทธิพลมากกว่ากันนั้น ได้คำนึงถึงระบบการไหลเวียนโลหิต และการใช้ออกซิเจนของร่างกายเป็นหลักสำคัญ เพราะผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นว่าโปรแกรมการออกกำลังกายดีกว่าจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ดีกว่าด้วยคือ

1. อัตราการบีบของหัวใจขณะพัก(Resting Heart Rate) ช้าลง
2. ความสูงของคลื่นอาร์ (R-wave Amplitude)เพิ่มขึ้น
3. ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด(VO_2- max) เพิ่มขึ้น
4. ความดันโลหิต(Blood Pressure) ลดลง
5. ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน(Hemeglobin Concentration) เพิ่มขึ้น
6. ปริมาณโฆเลสเตอรอลรวม(Total Cholesterol) ลดลง
7. ปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง(High Density Lipoprotein Cholesterol) เพิ่มขึ้น

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อทราบผลของการออกกำลังกายในระดับความถี่ที่ต่างกัน ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกายดังต่อไปนี้

1. อัตราการบีบของหัวใจขณะพัก (Resting Heart Rate)
2. ความสูงของคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (R-wave Amplitude)
3. ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด (Maximum O_2 Consumption)
4. ความดันโลหิต (Blood Pressure)
5. ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin Concentration)
6. ปริมาณโคเลสเตอรอลรวม (Total Cholesterol)
7. ปริมาณโคเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (High Density Lipoprotein Cholesterol)

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลการวิจัยจะใช้เป็นแนวทางในการกำหนดความถี่ในการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพในแต่ละสัปดาห์ได้

2. ผลการวิจัยจะใช้เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมสำหรับการฝึกซ้อมกีฬาประเภทต่าง ๆ ได้

3. งานวิจัยครั้งนี้ จะเป็นแนวทางในการวิจัยเกี่ยวกับสรีรวิทยาของร่างกายกับการออกกำลังกายชนิดอื่น ๆ ต่อไป

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ผู้วิจัย ไม่สามารถควบคุมเรื่องอาหาร การประกอบกิจกรรมประจำวัน และการพักผ่อนของผู้ที่เข้ารับการทดลองได้

2. การออกกำลังกายในระหว่างการทดลองทุกวันใช้สถานที่เดียวกัน อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นของอากาศ และช่วงเวลาใกล้เคียงกัน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและการทดสอบ เช่น นาฬิกาจับเวลา เครื่องชั่งน้ำหนัก ที่วัดส่วนสูง ที่วัดความดัน เครื่องวัดความชื้นอากาศ เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องให้จังหวะ เครื่องมือตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ จักรยานวัดงาน เครื่องมือตรวจเจาะเลือด และเครื่องมือตรวจพิเศษทางชีวเคมีของเลือด ฯลฯ มีความเที่ยงตรงและมีความเชื่อมั่นสูง

4. ผู้เข้ารับการทดลองทุกคนที่อาสาสมัครเข้าร่วมการทดลองต่างให้ความร่วมมือและปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ของการทดลองอย่างดี

5. ผู้เข้ารับการทดลองเป็นผู้ที่มีสุขภาพดี โดยได้รับการตรวจสอบสุขภาพจากแพทย์

6. การออกกำลังกายใช้วิธีการถีบจักรยานวัดงาน โดยกำหนดชีพจร 60-80 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุดเป็นเวลา 10-20 นาที

<u>ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า</u>

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชายระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนสันกำแพง อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่ ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย(Simple Random Sampling) จำนวน 30 คนแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน

2. ตัวแปรที่ทำการศึกษาค้นคว้า

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ ความถี่ในการออกกำลังกาย

2.1.1 การออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์

2.1.2 การออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์

2.2 ตัวแปรตาม คือ สมรรถภาพและ สรีรภาพทางกายมี 7รายการ ได้แก่

2.2.1 อัตราการบีบของหัวใจขณะพัก (Resting Heart Rate)

2.2.2 ความสูงของคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (R-wave Amplitude)

2.2.3 ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด(Maximum O_2 Consumption)

2.2.4 ความดันโลหิต (Blood Pressure)

2.2.5 ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน(Hemoglobin Concentration)

2.2.6 ปริมาณโคเลสเตอรอลรวม (Total Cholesterol)

2.2.7 ปริมาณโคเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (High Density Lipoprotein Cholesterol)

<u>คำนิยามศัพท์เฉพาะ</u>

1. สรีรวิทยาของร่างกาย หมายถึง ระบบการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อให้ร่างกายดำรงชีวิตอยู่ ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ทำการศึกษาตัวแปรทั้งหมด 7 อย่าง คือ

1.1 อัตราการบีบของหัวใจขณะพัก(Resting Heart Rate) หมายถึง จำนวนครั้งในการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจเพื่อฉีดโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และไปยังปอดในเวลา 1 นาที นับจากคลื่นไฟฟ้าหัวใจจากเครื่อง อี.เค.จี.(Electrocardiograph) ขณะพัก

1.2 ความสูงของคลื่นอาร์ (R-wave Amplitude) ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจหมายถึงคลื่นที่ปรากฏในกราฟระหว่างคลื่นคิว(Q-wave) และคลื่นเอส (S-wave) ขณะที่ทำคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วยเครื่อง อี.เค.จี. (Electrocardiograph) ขนาดของคลื่นอาร์สามารถใช้เป็นสิ่งทำนายสมรรถภาพของหัวใจได้ (Kanung Sukkasem 1983 : 15-16) มีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร

1.3 ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด (Maximum Oxygen Consumption) หมายถึง ความสามารถของร่างกายที่จะจับเอาอากาศออกซิเจนเข้าสู่กระแสโลหิตได้สูงสุดในเวลา 1 นาที (ประทุม ม่วงมี 2527 : 201)มีหน่วยวัด 2 แบบ คือ ลิตร/นาที และหน่วยมิลลิลิตร/กก./นาที ในการทดลองครั้งนี้ใช้หน่วยมิลลิลิตร/กก./นาที เป็นหน่วยวัด

1.4 ความดันโลหิต (Blood Pressure)หมายถึง แรงดันที่โลหิตมีต่อผนังโลหิต (ประทุม ม่วงมี 2527 : 156) เกิดจากการบีบตัวและคลายตัวของหัวใจห้องล่าง แยกเป็นความดันซิสโตลิค (Systolic Pressure) และความดันไดแอสโตลิค (Diastolic Pressure) มีหน่วยวัดเป็นมิลลิลิตรปรอท (ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวัดความดันโลหิตขณะนั่งพัก)

1.5 ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน หมายถึง ปริมาณน้ำหนักของฮีโมโกลบินต่อโลหิตแดง 100 มิลลิลิตร ฮีโมโกลบินเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ที่พบในเม็ดโลหิตแดง เป็นสารที่ยอมให้ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจน ไอออน เกาะ (ประทุม ม่วงมี 2527 : 359) ใช้หน่วยวัดเป็น กรัม เปอร์เซ็นต์

1.6 ปริมาณโฆเลสเตอรอลรวม (Total Cholesterol)หมายถึง ปริมาณโฆเลสเตอรอลที่ปะปนอยู่ในกระแสโลหิต มีหน่วยวัดเป็นมิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร โฆเลสเตอรอลเป็นสารประกอบลิปิดชนิดหนึ่งมักจะรวมตัวกับโปรตีนเรียกว่า ไลโปโปรตีน (Lipoprotein) เป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อสมอง ประสาท ต่อมหมวกไต และต่อมเพศ การที่มีระดับโฆเลสเตอรอล

สูงในเลือดทำให้มีโอกาสเป็นโรคเส้นโลหิตแข็งตัว(Atherosclerosis) (มุกดา ฐิตะสุต และ นิ่มนวล โอภูมา 2524 : 176-204) (นันทยา ชนะรัตน์ และคนอื่น ๆ 2522 : 7-11)

1.7 ปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีน ที่มีความหนาแน่นสูง(High Density Lipoprotein Cholesterol) หมายถึง ปริมาณโฆเลสเตอรอลที่รวมตัวกับไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงปะปนอยู่ในกระแสโลหิต มีหน่วยวัดเป็นมิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร โฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง เป็นตัวอุปสรรคในขบวนการที่ก่อให้เกิดโรคเส้นโลหิตแข็งตัว (Atherosclerosis) เพราะเป็นตัวนำโฆเลสเตอรอลที่เหลือใช้ไปสังเคราะห์ที่ตับ ดังนั้น หากมีมากในกระแสโลหิตแล้ว อัตราการเสี่ยงในโรคหัวใจขาดเลือด (Coronary Heart Disease) ก็จะน้อยลงไปด้วย (Johnson and Buskirk. 1974 : 815)

2. ระดับความถี่ในการออกกำลังกายหมายถึง จำนวนครั้งของการออกกำลังกายในแต่ละสัปดาห์ แบ่งเป็นระดับต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การออกกำลังกายสัปดาห์ละ 3 ครั้ง

2.2 การออกกำลังกายสัปดาห์ละ 5ครั้ง

3. กลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลองที่ 1 หมายถึง กลุ่มที่ให้ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์

กลุ่มทดลองที่ 2 หมายถึง กลุ่มที่ให้ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้กำหนดตัวแปรตามเพื่อทดทอบระดับความสมบูรณ์ของสรีรภาพไว้ 7 รายการ คือ

1. อัตราการบีบของหัวใจขณะพัก (Resting Heart Rate)
2. ความสูง R-wave ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (R-wave Amplitude)
3. ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด (Maximum Oxygen Consumption)
4. ความดันโลหิต (Blood Pressure)
5. ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin Concentration)
6. ปริมาณโฆเลสเตอรอลรวม (Total Cholesterol)
7. ปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (High Density Lipoprotein Cholesterol)

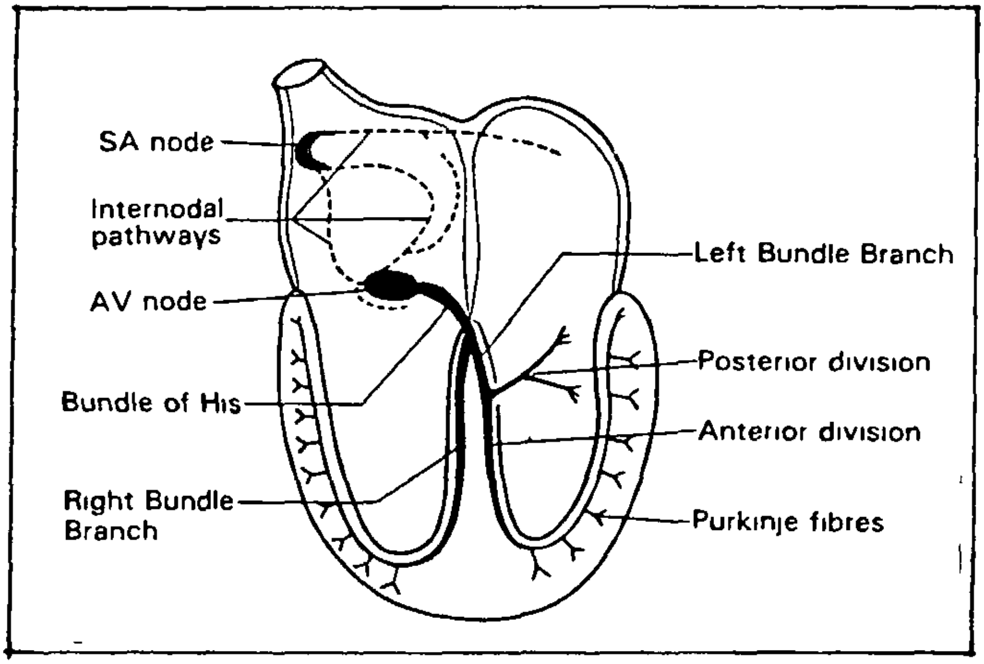
ดังจะได้กล่าวรายละเอียดต่าง ๆ ตามลำดับ คือ

อัตราการบีบของหัวใจขณะพัก

(Resting Heart Rate)

อัตราการบีบของหัวใจ (Heart Rate) คือจำนวนครั้งในการบีบตัวของหัวใจในเวลา 1 นาที ตามปกติในขณะพักอัตราการบีบหัวใจของผู้ชายมีค่าเฉลี่ยประมาณ 72 ครั้งและผู้หญิงจะมีค่าสูงกว่าประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ 2528 : 35) การเต้นหัวใจในภาวะปกตินั้นขบวนการไฟฟ้าจะถูกกระตุ้นโดยเอสเอ-โนด(SA-node) ที่หัวใจห้องบนขวาเป็นการกระทำโดยอัตโนมัติ แล้วแผกระแสไฟฟ้ากระจายไปตามกล้ามเนื้อหัวใจเอเทรียมทั้งด้านซ้ายและด้านขวา ทิศทางการเดินทางของกระแสไฟฟ้าจะเฉียงไปทางซ้ายและลงด้านล่างไปตามเนื้อเยื่อที่เรียกว่า (Bundle of His) แยกไปทางด้านซ้ายและทางขวา จนไปสุดที่สายใยคล้ายร่างแห (Perkinje Fibers) ซึ่งกระจายอยู่โดยทั่วไปในกล้ามเนื้อหัวใจด้านล่าง

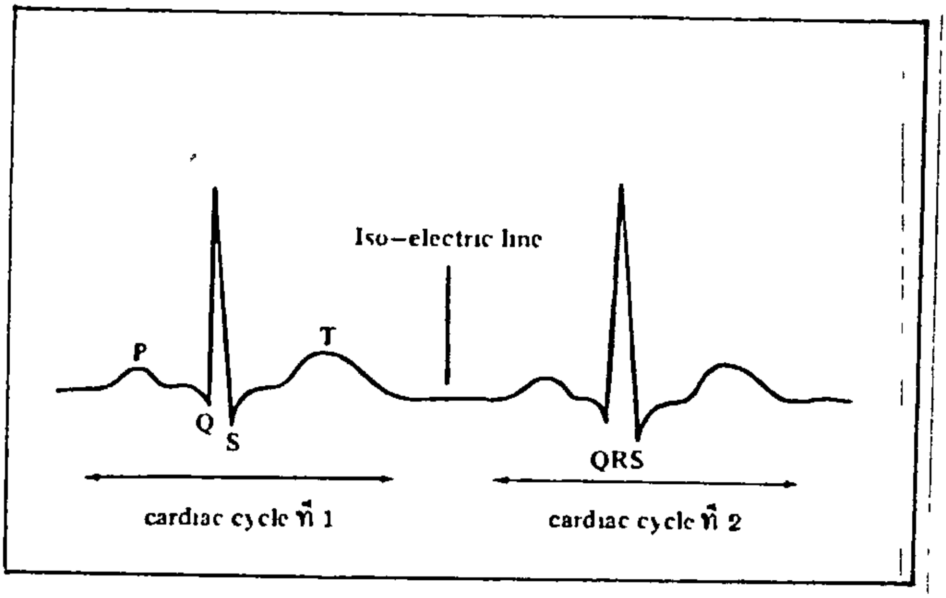
ดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงระบบเหนี่ยวนำไฟฟ้าของหัวใจ (Conducting System)

ขบวนการทั้งหมดดังกล่าวไว้นี้ก่อให้เกิดการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่าง เพื่อส่งเลือดไปแลกเปลี่ยนแก๊ซที่ปอด โดยหัวใจห้องล่างขวา (Right Ventricle) และส่งเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยหัวใจห้องล่างซ้าย (Left Ventricle) (ชมพนุท อองจริต 2527 . 5-6) การกระตุ้นไฟฟ้าที่ เอสเอ-โนด (SA-node) เป็นผลให้หัวใจห้องบนบีบตัวนั้น ทำให้เกิด P-wave (P-wave Amplitude) ในกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และทำนองเดียวกัน เมื่อกระแสไฟฟ้ากระตุ้นให้หัวใจห้องล่างบีบตัวก็จะก่อให้เกิดคลื่น QRS. (QRS complex) จนถึงภาวะคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจจะเกิดคลื่น T-wave ขบวนการตั้งแต่ P-wave มาจนกระทั่งถึง

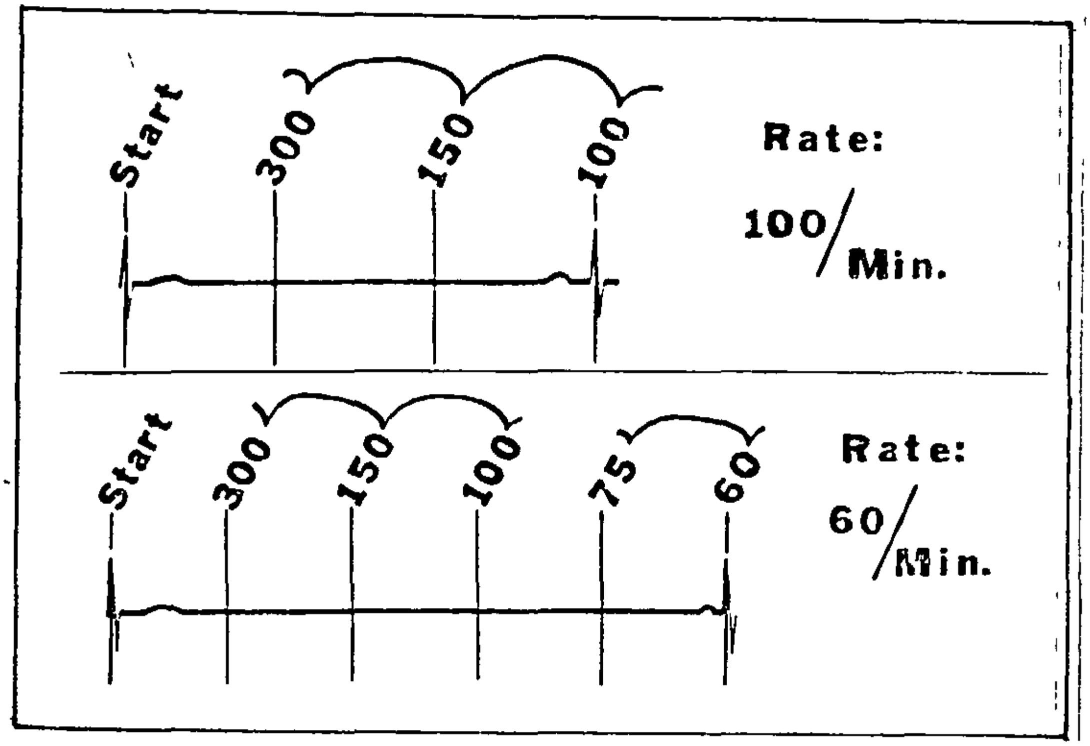
T-wave นับเป็นการทำงาน(บีบตัว) ,1 ครั้ง ดังแสดงในภาพประกอบ 2



ภาพประกอบที่ 2 แสดง Cardiac Cycle บนเส้นกราฟ

การคำนวณอัตราการบีบของหัวใจจากคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ดูบิน (Dubin.1976 53-64) ได้อธิบายการนับและคำนวณอัตราการเต้นของหัวใจจากคลื่นไฟฟ้าที่เกิดขึ้น 3 วิธี คือ

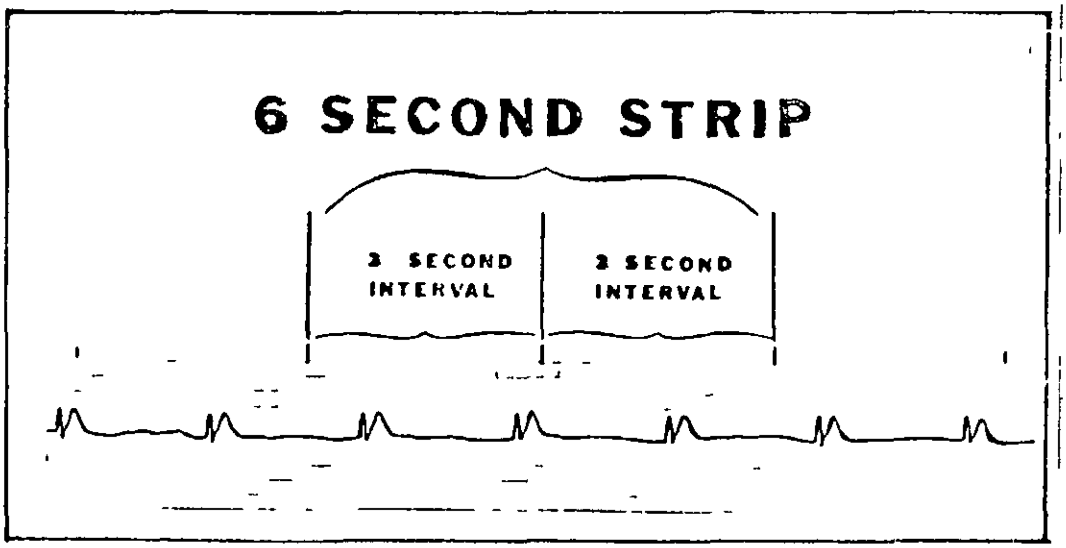
1 ให้สังเกต R-wave ซึ่งตั้งอยู่บนเส้นหนาของกราฟ แล้วนับจำนวนเส้นหนาระหว่าง R-wave ตัวแรกกับ R-wave ตัวถัดไป เส้นที่ 1 มีค่า 300 เส้นที่ 2 มีค่า 150, 100, 75 และ 60 ตามลำดับ เช่น มีเส้นหนา 3 เส้น ระหว่าง R_1 และ R_2 อัตราการบีบของหัวใจมีค่าเท่ากับ 100 ครั้ง/นาที ดังแสดงไว้ในภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แสดงวิธีการนับอัตราการบีบของหัวใจจากคลื่นไฟฟ้าหัวใจวิธีที่ 1

2. ใช้หลักการเช่นเดียวกับวิธีที่ 1 แต่ให้นำจำนวนเส้นหนา (เส้นแรกไม่นับ) ที่นับได้ไปหารออกจาก 300 จะได้ผลลัพธ์เป็นอัตราการบีบหัวใจเช่นกัน

3. ในกรณีที่หัวใจเต้นช้ามาก ให้นับจำนวน R-wave ที่อยู่ในช่อง 3 วินาที จำนวน 2 ช่อง แล้วคูณด้วย 10 จะได้อัตราการบีบของหัวใจ ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงการคำนวณอัตราชีพจรตามกฎ 3 วินาที

อัตราการบีบของหัวใจมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของรูปร่างที่แตกต่างกัน อายุ เพศ เวลา อารมณ์ และการออกกำลังกาย (จรวยพร ธรณินทร์ 2522 : 135) จะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับสถานการณ์นั้น ๆ สิ่งที่คอยควบคุมความเร็วหรือช้าเพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการเมตตาโบลิซึ่ม ได้แก่ ระบบประสาทเสรี(Autonomic Nervous) แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ (ประทุม ม่วงมี 2528 : 150-151)

1. ระบบประสาทซิมพาเทติก(Sympathetic Nervous) เป็นประสาทที่กระตุ้นให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น ในภาวะที่ร่างกายต้องการสร้างพลังงานเพิ่มขึ้นเป็นตัวเร่ง(Acceleration Nerve) ให้หัวใจฉีดเลือดไปเลี้ยงร่างกายให้เร็วขึ้น

2. ระบบประสาทพาราซิมพาเทติก(Parasympathetic Nervous System) เป็นกระแสประสาทที่มาจากสมองผ่านเข้าวากัส(Vagus Nerve) เพื่อคอยลดอัตราการเต้นของหัวใจให้ช้าลงหลังจากการหยุดออกกำลังกาย หรือหลังจากซิมปาเทติกหยุดทำงาน

อัตราการเต้นหัวใจในขณะพักของคนที่ได้รับการฝึก เช่น นักกีฬา จะมีอัตราการบีบช้ากว่าคนที่ไม่ได้รับการฝึก ชูศักดิ์ เวชแพศย์ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ 2528 : 35-46) ได้อธิบายไว้ว่าในนักกีฬาอาจจะมีอัตราการเต้นหัวใจเพียง 40 ครั้ง/นาที ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากหัวใจมีความสามารถรับเลือดและฉีดเลือดออกจากหัวใจใน 1 ครั้ง (Stroke Volume)ได้ปริมาณมากทำให้เพียงพอกับความต้องการของร่างกายในขณะพัก จึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเร่งฉีดเลือดออกมาบ่อย ซึ่งในนักกีฬามีเลือดฉีดไปเลี้ยงร่างกาย(Stroke Volume) ครั้งละ 80-90 มิลลิลิตร ขณะที่คนธรรมดามีค่าประมาณ 65 มิลลิลิตร (ชนินทร์ อัศชู 2520 :26) ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา(องค์การส่งเสริมการกีฬาแห่งประเทศไทย 2527 : 15) ได้อธิบายผลการออกกำลังกายต่อระบบไหลเวียนโลหิตว่าการออกกำลังกายมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ดังนี้

1. เพิ่มปริมาตรการสูบฉีดโลหิตของหัวใจครั้งละมาก ๆ

2. เพิ่มจำนวนเส้นโลหิตฝอยในกล้ามเนื้อหัวใจมากขึ้น เป็นการป้องกันภาวะการขาดเลือดของหัวใจได้ดี

3. ในขณะพักหัวใจบีบช้าลง เป็นการประหยัดพลังงานและขณะเดียวกันก็สามารถจะเพิ่มงานในการออกกำลังกายให้มากขึ้นกว่าครั้งก่อน ๆ

ในปี ค.ศ.1970 ฮาตุง (Hartung) ได้ทำการวิจัยการทำงานของหัวใจขณะออกกำลังกาย และขณะพักฟื้นของนักกีฬาและบุคคลธรรมดา กลุ่มทดลองเป็นนักกีฬาชาย 12 คน และผู้ที่มีสุขภาพดี 12 คน ขณะทดลองติดอีเล็คโตรดสำหรับทำคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วย ผู้ทดลองเดินบนเทรดมิลล์ (Trademill) ด้วยความเร็ว 3.4 ไมล์/ชม. บันทึกคลื่นไฟฟ้าขณะชีพจรขึ้นสูง 110, 130, 150 และ 170 ครั้ง ผลการวิจัยสรุปได้ว่า อัตราชีพจรขณะพักของนักกีฬาต่ำกว่าคนธรรมดา สามารถออกกำลังกายในระดับงานต่าง ๆ ได้นานกว่า ส่วนคลื่นไฟฟ้าหัวใจของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ความสูงของ T-wave (T-wave Amplitude) มีความสัมพันธ์กับความหนักของงาน (Hatung. 1970 : Abstract)

เรืองเดช เชิดพุทธ ได้ทำการศึกษาวิจัยผลของการวิ่ง 12 นาที โดยการฝึกหนักสลับเบา ที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ น้ำหนักตัว ความดันโลหิต และไขมันในเลือด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหญิงชั้นปีที่ 2 ของวิทยาลัยช่างศิลป์ กรมศิลปากร จำนวน 40 คน ทุกคนไม่เคยได้รับการฝึกออกกำลังกายมาก่อน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 20 คน และกลุ่มควบคุมไม่ต้องเข้ารับการฝึก 20 คน ใช้เวลาฝึก 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

1. อัตราการเต้นของหัวใจ น้ำหนักตัว ความดันเลือด และไขมันในเลือดของกลุ่มทดลองต่ำกว่ากลุ่มควบคุม หลังการฝึก 6 สัปดาห์ ทุกรายการ

2. น้ำหนักตัวของกลุ่มทดลอง หลังการฝึก 3 สัปดาห์ ลดลงกว่าก่อนการฝึก

3. อัตราการเต้นของหัวใจ น้ำหนักตัว ความดันเลือด และไขมันในเลือดของกลุ่มทดลองหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ลดลงมากกว่าก่อนการฝึกทุกรายการ

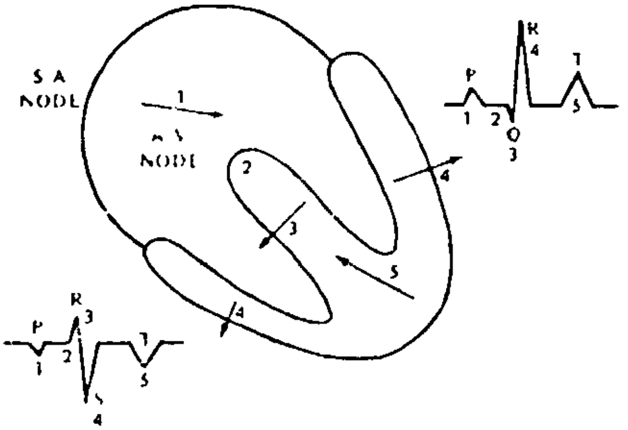
4. อัตราการเต้นของหัวใจ น้ำหนักตัว ความดันเลือดของกลุ่มทดลองหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ลดลงมากกว่าหลังการฝึก 3 สัปดาห์ ทุกรายการ (เรืองเดช เชิดพุทธ 2523 : บทคัดย่อ)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงถือเกณฑ์ของอัตราการบีบหัวใจขณะพัก นำมาเปรียบเทียบว่าโปรแกรมการออกกำลังกายในระดับความถี่ทั้งสองระดับจะให้ผลดีกว่ากันหรือไม่ อย่างไร

ความสูงของคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

(R-wave Amplitude)

R-wave เป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ปรากฏให้เห็นบนกระดาษกราฟ ขณะทำคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วยเครื่อง อีเคจี (EKG) เป็นคลื่นที่เกิดขึ้นระหว่างคลื่น Q (Q-wave) และคลื่น S (S-wave) การอ่านมักจะอ่านชื่อของคลื่นทั้ง 3 คลื่นพร้อมกันเรียกว่าคลื่น QRS (QRS complex) QRS complex เป็นคลื่นไฟฟ้าที่เกิดจากการทำงานของหัวใจห้องล่าง (Ventricle Depolarization) การทำงาน (ดูภาพประกอบ 5) ของประจุไฟฟ้าจาก SA-node (หมายเลข 1) เกิด P-wave จาก AV node ถึง Q-wave (หมายเลข 2) และจาก Q-wave ถึง R (หมายเลข 3-4) เป็นจังหวะการทำงานของหัวใจห้องล่างที่หมายเลข 4 เป็นระยะที่กล้ามเนื้อหัวใจหดตัวบีบเอาเลือดออกจากหัวใจเป็นการทำงานครบวงจรของ QRS complex (ชัชญนุท อ่องจริต : 64)



ภาพประกอบ 5 แสดงทิศทางที่เอเตรียมและเวนตริเคิ้ล ถูกกระตุ้นด้วยประจุไฟฟ้าสัมพันธ์กับคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

การเกิด QRS complex ในจังหวะที่ 4 หรือ R-wave เป็นระยะเวลาที่สำคัญที่สุดในกระบวนการทำงานของหัวใจ เพราะเป็นจังหวะที่หัวใจล่างขวา (Right Ventricle) ฉีดเลือดเพื่อไปแลกเปลี่ยนแก๊ซในปอด และหัวใจล่างซ้าย (Left Ventricle)ฉีดเลือดเพื่อส่งไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย กล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างซ้ายมีขนาดใหญ่และหนากว่าห้องล่างขวา เพราะมีภาระกิจที่จะฉีดเลือดไปไกลกว่าห้องล่างขวา (Morehouse and Miller. 1976 : 80) ในคนปกติ Chest Lead ที่ V_1 หรือ V_2 จึงมี R-wave ต่ำกว่าที่ V_5 หรือ V_6 เพราะกระแสไฟฟ้าจะกระตุ้นในบริเวณที่มีปริมาตรของกล้ามเนื้อมากกว่า(V_1 และ V_2 เป็นจังหวะการทำงานของห้องล่างขวา V_5 และ V_6 เป็นจังหวะการทำงานของห้องล่างซ้าย) สอดคล้องกับชมพูนุท องจริต 2527 : 65) ได้กล่าวไว้ว่าถ้าผนังของ เวนตริเคิ้ลซ้าย(Left Ventricle) เพิ่มขนาดความหนาขึ้น จะทำให้ QRS complex เพิ่มความสูงขึ้นด้วย จากหลักเกณฑ์เบื้องบน คนที่มีสมรรถภาพของหัวใจดีย่อมจะมีความสัมพันธ์กับขนาดความสูงของ R-wave ด้วย โดยเฉพาะเป็นการทำงานของ R-waveที่เกิดจากการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายที่ V_5 และหรือ V_6

การออกกำลังกายชนิดแอโรบิคในขนาดที่พอเหมาะในโปรแกรมที่นานพอดีจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความหนาของกล้ามเนื้อหัวใจ ย่อมจะมีการเปลี่ยนแปลงความสูงของคลื่นอาร์ (R-wave Amplitude) ด้วย โดยเฉพาะความสูงของ R-wave ที่มีค่าน้อยกว่า 5มม. ในทุก Lead ถือว่าหัวใจมีสมรรถภาพต่ำ(Kanungsukkasem. 1983 : 15-16) ดังนั้น การออกกำลังกายสัปดาห์ละ 3 วัน กับสัปดาห์ละ 5 วัน จะมีผลทำให้ความสูงของ R-wave ได้ค่าสูงหรือต่ำต่างกันอย่างไร จะสรุปได้จากผลการวิจัยครั้งนี้

ความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุด
(Maximum Oxygen Consumption)

ความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุด เป็นความสามารถของร่างกายที่จะนำออกซิเจนที่หายใจเข้าไปในปอด เข้าไปใช้สร้างพลังงานในเซลล์ได้มากที่สุดในเวลา 1 นาที ความสามารถดังกล่าวแตกต่างกันไปตามสถานะด้านอายุ เพศ ขนาดรูปร่าง สมรรถภาพร่างกาย มอร์เฮ้าส์และมิลเลอร์ (Morehouse and Miller. 1976:148)ได้อธิบายไว้ว่า ระดับความสามารถสูงสุดของการจับออกซิเจนจะมีค่าสูงสุดจนถึงอายุ 20 ปี หลังจากนั้นจะค่อย ๆ ลดลง ในเพศชาย

โดยทั่วไปความสามารถการจับออกซิเจนจะมีค่าอย่างน้อย 50 มิลลิลิตร/กก./นาที ส่วนผู้หญิงมีค่าประมาณ 40 มิลลิลิตร/กก./นาที การทดสอบความสามารถสูงสุด การจับออกซิเจนสามารถบ่งชี้ถึงสมรรถภาพทางกายดีเลวได้ดีที่สุด ดังนั้น คนที่ได้รับการฝึกบ่อย ๆ จึงมีความสามารถจับออกซิเจนสูงสุดมากกว่าคนที่ไม่ได้รับการฝึก ตามแนวทฤษฎี ผู้ที่มีค่าความสามารถจับออกซิเจนสูงสุดมากกว่าเป็นเครื่องชี้ให้เห็นถึงความสมบูรณ์ของหัวใจในการฉีดเลือดไปเลี้ยงร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพ ความจุของปอดสามารถรับอากาศได้มาก เซลล์ในกล้ามเนื้อสามารถนำเอาออกซิเจนไปสร้างพลังงานได้ดีและสุดท้ายขบวนการกำจัดอากาศคาร์บอนไดออกไซด์เป็นไปอย่างดี (Tamer. 1982 : 21-23)

ประทุม ม่วงมี (ประทุม ม่วงมี 2527 : 209-210) กล่าวว่าออกซิเจนจะถูกส่งไปให้กล้ามเนื้อใช้ได้มากน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้

1. ปริมาณของอากาศที่เข้าสู่ปอด (Minute Ventilation)เมื่ออากาศเข้าสู่ปอดมากด้วยเหตุผลเพราะขณะออกกำลังกายหรือมีความจุปอด(Vital Capacity) เพิ่มขึ้นจะทำให้ความดันของออกซิเจน (PO_2) ภายในปอดมีมากขึ้น การพุ่งกระจายการไหลของแก๊ซสู่ระบบการไหลเวียนสะดวกยิ่งขึ้น อากาศออกซิเจนเข้าสู่ภายในเซลล์มากขึ้น

2. ความสามารถของโลหิตที่จะรับออกซิ เจนเข้าไปได้ ตัวการสำคัญในการจับออกซิเจนเข้าสู่กระแสเลือดได้แก่ ฮีโมโกลบิน(Hemoglobin) หากมีจำนวนมากก็สามารถพาออกซิเจนไปใช้ได้มาก

3. ความต้องการออกซิเจนของเนื้อเยื่อ หมายถึง ความจำเป็นที่จะต้องสร้างพลังงานโดยใช้ออกซิเจนในกิจกรรมที่ต้องออกแรงติดต่อกันเป็นเวลานาน ร่างกายใช้ออกซิเจนไปมาก จึงต้องมีการนำเอาออกซิเจนจากบรรยากาศมาทดแทนออกซิเจนที่เสียไป

4. ปริมาณเลือดที่ฉีดออกจากหัวใจในเวลา 1 นาที(Cardiac Output) หากหัวใจฉีดเลือดออกจากหัวใจมากเท่าใด การใช้ออกซิเจนก็จะมากไปด้วย

รุชเซล (Russel 1982 1470 นักพลศึกษา ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของการฝึกแบบแอโรบิคที่มีต่อปฏิกิริยาตอบสนอง(Reaction Time) ในผู้สูงอายุ กลุ่มตัวอย่างเป็นชายและหญิง จำนวน45 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มควบคุม 15 คน ไม่ต้องออกกำลังกาย 2) กลุ่มทดลองที่ 1 15 คน ให้ออกกำลังกายแบบธรรมดาเน้นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและ

ความอ่อนตัว 3) กลุ่มทดลองที่ 2 ให้ออกกำลังกายด้วยการเดินวิ่งเหยาะ ๆ สัปดาห์ละ 60 นาที โดยกำหนดให้อัตราชีพจร 60-70 เปอร์เซ็นต์ ของชีพจรสูงสุด ใช้เวลาในการทดลอง 4 เดือน ผลการวิจัยปรากฏว่า ปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction Time) ของทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน ส่วนกลุ่มทดลองที่ 1 มีการใช้ออกซิเจน (VO_2) สูงสุดเพิ่มขึ้น 8.6 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มทดลองที่ 2 มีการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($\dot{V}O_2$-max) เพิ่มขึ้น 25.1%

อดีนิรัน (Adeniran) ได้ศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับเบากันแบบต่อเนื่องต่อ HDL Cholesterol กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชาย อายุระหว่าง 18-25 ปี แบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มฝึกหนักสลับเบา 2 นาที กลุ่มหนักสลับเบา 4 นาที และกลุ่มวิ่ง 5 ไมล์ การฝึกใช้เวลาวิ่ง 1 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 3 ครั้ง ใช้เวลาทั้งสิ้น 11 สัปดาห์ ผลการวิจัยปรากฏว่า โปรแกรมการฝึกไม่ทำให้ HDL Cholesterol เปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด สำหรับการใช้ออกซิเจนสูงสุดในกลุ่ม 4 นาที กับกลุ่มวิ่ง 5 ไมล์ มีความแตกต่างกว่าการทดสอบครั้งแรก (Pretest) ส่วนกลุ่มวิ่ง 2 นาที การใช้ออกซิเจนสูงสุดไม่มีการเปลี่ยนแปลง (Adeniran. 1983 : 111 pp)

ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา ได้ทำการวิจัยมาตรฐานการทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับนักกีฬา นักศึกษา เยาวชน และประชาชนไทย โดยการทดสอบสมรรถภาพทางกายทั้งสิ้น 15 รายการ ขอยกตัวอย่างสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬาทีมชาติบางประเภท เพื่อนำมาเปรียบเทียบ ดังนี้

ตาราง 1 แสดงค่าของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬาทีมชาติชาย (มล./กก./นาที) พ.ศ.2527

	จักรยาน	ฟุตบอล	บาสเกตบอล	ยิงธนู	โบว์ลิ่ง	เป้าบิน
VO_2-max	59.75	56.13	53.92	37.22	36.22	31.26

(องค์การส่งเสริมกีฬา 2527 ข : 52 หน้า)

จากตัวอย่างความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดนั้นขึ้นอยู่ที่กิจกรรมกีฬาประเภทนั้น ๆ กีฬาจักรยานเป็นกีฬาประเภทแอโรบิคที่ต้องใช้เวลาสำหรับการฝึกซ้อมและการแข่งขันเป็นเวลานาน ทำให้หัวใจแข็งแรงสามารถจับออกซิเจนสูงสุดได้ดีกว่าการยิงธนู โบว์ลิ่ง หรือเป้าบิน ซึ่งเป็นกีฬาที่ไม่มีความจำเป็นที่จะใช้ออกซิเจนติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ แต่จะใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นส่วนใหญ่ ด้วยเหตุผลหลายประการจึงอาจจะกล่าวได้ว่า การสร้างสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดจะต้องใช้การฝึกแบบแอโรบิคเท่านั้น คนที่มีความสามารถจับออกซิเจนสูงสุดมากกว่าเป็นผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายสูงด้วย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงจัดโปรแกรมการออกกำลังกาย 2 แบบเพื่อหาคำตอบว่าแบบฝึกใดจะส่งผลให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความสามารถจับออกซิเจนสูงสุดได้สูงกว่ากัน

ความดันโลหิต

(Blood Pressure)

ความดันโลหิตแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 1) ความดันต่ำ (Hypotension) ขณะนี้วงการแพทย์ไม่สามารถหาข้อยุติได้ว่าความดันขนาดไหนเรียกว่าความดันต่ำ แต่สามารถวินิจฉัยค่าของความดันที่มีค่าน้อยควบคู่กับความรู้สึก หรืออาการที่เลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ไม่พอ ได้แก่อาการมึนงง และเป็นลม (เสนอ อินทรสุขศรี 2526 : 108-111) 2) ความดันโลหิตปกติ(Normal Blood Pressure) เป็นความดันโลหิตของคนที่มีร่างกายปกติทั่วไป มีค่าประมาณ 120/80 มม. ปรอท (จรวยพร ธรณินทร์ 2522 : 143) ค่าของความดันโลหิตปกติจะเปลี่ยนแปลงไปตามอายุ กล่าวคือ ค่าความดันจะมีน้อยเมื่ออายุน้อยและจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีอายุมาก ในวัยเด็กอายุ 10 ปี มีค่าความดันประมาณ 103/70 มม.ปรอท พออายุ 60 ปี ค่าความดันจะเพิ่มขึ้นประมาณ 135/89 มม. ปรอท (ประทุม ม่วงมี 2527 : 168-172) 3) ความดันโลหิตสูง (Hypertension) ตามข้อกำหนดของ World Health Committee กำหนดว่าคนที่มีอายุ 50 ปี ความดันโลหิตมีค่า 160/95 มม.ปรอท เป็นระดับของความดันโลหิตสูง (โสภณ พานิชพันธ์ 2526 : 10) ความดันโลหิตสูงแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่ทราบสาเหตุแน่ชัด ได้แก่การเป็นโรคหัวใจ โรคไต ฯลฯ และประเภทที่ไม่ทราบสาเหตุแน่ชัด ความดันโลหิตสูงเป็นเหตุให้เส้นเลือดปรับตัวเองสร้างผนังให้หนาขึ้น หัวใจจึงทำงานหนักอยู่ตลอดเวลา หากเป็นเวลานาน ๆ อาจจะทำให้หัวใจวายได้ นอกจากนี้ ความดันสูงอาจทำให้เส้นโลหิตในสมองแตกเป็นอันตรายต่อชีวิต หรือทำให้เกิดอัมพาต

ในร่างกาย ความดันโลหิตสูงเป็นโรคที่พบบ่อยในวัยกลางคนและวัยสูงอายุ เป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญต่อการเกิดโรคทางหัวใจและหลอดเลือด (Heart Disease) มากในประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูงประมาณร้อยละ 15-25 ของประชากรทั้งหมด สำหรับประเทศไทยสถิติของกระทรวงสาธารณสุขแจ้งว่า มีผู้ป่วยด้วยโรคความดันโลหิตสูงจำนวน 23,907 ราย ซึ่งเป็นสถิติที่คงต่ำกว่าความเป็นจริงมาก (วิไลพรรณ ริมชลา 2528 : 101-114) การรักษาทางแพทย์มักจะใช้วิธีการรักษาด้วยยา แต่ต่อมาผลของการศึกษาค้นคว้าสมัยใหม่สามารถใช้การออกกำลังกายที่เหมาะสมกับสภาพของคนป่วยเป็นวิธีการรักษา ควบคู่ไปกับการจำกัดอาหาร และการควบคุมน้ำหนักตัวหรือการลดความอ้วน วิไลพรรณ ริมชลา (วิไลพรรณ ริมชลา 2528 : 101-114) ได้อธิบายว่าโปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อการบำบัดรักษานั้นควรจะให้มีความพอดีและเป็นการออกกำลังกายในแบบไอโซโทนิค (Isotonic Exercise) จากการทดลองให้ผู้ป่วยหญิง27 คน ออกกำลังกายด้วยการวิ่ง เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าความดันโลหิตลดลงมาจาก 181/113 มม.ปรอท เป็น 161/97 มม.ปรอท แต่พอหยุดออกกำลังกายค่าความดันโลหิตกลับสูงขึ้นไปเท่าเดิม อย่างไรก็ดีการออกกำลังกายทำให้น้ำหนักตัวลดลง ความดันโลหิตอาจจะลดลงตามไปด้วย

มอริส (Morris) ได้ศึกษาค้นคว้าอัตราการเสี่ยงในการเกิดโรคทางหัวใจและโรคความดันโลหิตสูง ระหว่างบุรุษไปรษณีย์ที่ต้องเดินส่งจดหมายตามบ้านกับเจ้าหน้าที่ที่นั่งทำงานในสำนักงาน ปรากฏว่า หน้าที่ที่ต้องเดินส่งจดหมายเป็นประจำทุกวันมีอัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคทั้งสองชนิดต่ำกว่าการทำงานประจำที่ (Morris. 1953 : 1111 - 1120)

โบเยอร์ และแคสช์ (Boyer and Kasch) ได้ทำการทดลองให้ผู้ป่วยออกกำลังกายตามโปรแกรมที่เขาทั้งสองคิดขึ้นมาชื่อ San Diego State Fitness Program เป็นเวลา 6 เดือน ปรากฏว่าความดันซิสโตลิคลดลง 12 มม.ปรอท และความดันไดแอสโตลิคลดลง 13 มม.ปรอท (Boyer and Kasch. 1970 : 1668 - 71)

คูปเปอร์ (Cooper) ได้ทำการศึกษาวิจัยการรักษาโรคความดันโลหิตสูงด้วยโปรแกรมแอโรบิค ในผู้ป่วยวัย 45 ปี เข้ารับการฝึกเป็นเวลา 2 ปี ปรากฏว่าผู้ป่วยน้ำหนักลดลงอย่างน้อย 30 ปอนด์ ความดันลดลงจาก 180/118 มม.ปรอท เหลือเพียง 132/80 มม.ปรอท (Cooper. 1967 : 120)

ผู้วิจัยมีความเชื่อว่าค่าความดันโลหิตที่ลดลงนั้นมีความสัมพันธ์กับความบ่อยครั้งในการออกกำลังกายด้วย กล่าวคือ ผู้ที่รับการฝึกมากกว่าย่อมทำให้ค่าความดันโลหิตลดลงมากกว่าด้วยจึงทำให้เป็นผลสะท้อนถึงการป้องกันโรคหัวใจได้ดีทางหนึ่ง

ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin Concentration)

ฮีโมโกลบิน เป็นสารประกอบสีแดงของเม็ดเลือด ประกอบด้วยธาตุเหล็ก (Heme) และโปรตีน (Globin) มีหน้าที่นำพาเอาอากาศออกซิเจนไปส่งยังเนื้อเยื่อต่าง ๆ ภายในเซล (Cell) เข้าสู่ขบวนการเมตะโบลิสซึม (Metabolism) และนำเอาของเสียต่าง ๆ ภายในเซล เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) หรือไฮโดรเยนไออ้อน ออกจากร่างกายโดยทางปอด ฮีโมโกลบิน 1 กรัม สามารถจับออกซิเจนได้ 1.34 มิลลิลิตร (ประทุม ม่วงมี 2527 : 215-217) ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin Concentration) ของเพศชายมีค่าประมาณ 158 กรัม/ลิตร และเพศหญิงมีค่าประมาณ 139 กรัม/ลิตร (Astrand and Rodahl. 1977 : 134-135)

ฮีโมโกลบินมีความสัมพันธ์กับการออกกำลังกายมาก ทั้งนี้ เพราะขณะออกกำลังกายความต้องการใช้ออกซิเจนมีมากเป็น 3 เท่าของความต้องการขณะพัก (ประทุม ม่วงมี 2527 : 218) ดังนั้น ผู้ที่มีความเข้มข้นของฮีโมโกลบินในเลือดสูงย่อมจะต้องมีความสามารถในการออกกำลังกายได้ดีกว่า ออสตรานด์ (Astrand) ได้กล่าวว่าความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด ($\dot{V}O_2$-max) นอกจากจะมีค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) กับปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ (Scroke Volume) อย่างสูงแล้ว ยังมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของฮีโมโกลบินสูงอีกด้วย (Astrand and Rodahl. 1977 : 378) สอดคล้องกับ เวลลา และเฮอร์แมนเซน (Vellar and Hermansen) ซึ่งรายงานว่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบินกับความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ (Vellar and Hermansen. 1971 : 1-40)

ในปี 1978 มิลเลอร์ (Miller) ได้ทำการศึกษาวิจัยผลของการให้สารเสริมฮีโมโกลบินต่อความสามารถการจับออกซิเจนสูงสุด กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้หญิงจำนวน 21 คน ออกกำลังกายด้วยการวิ่งสัปดาห์ละ 20 ไมล์ กลุ่มทดลองได้รับยาซึ่งประกอบด้วยธาตุเหล็ก (Heme-iron) วันละ 600 มิลลิกรัม ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับยาหลอก (Placebo) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้ออกกำลังกายเช่นเดียวกันเป็นเวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยรายงานว่า การให้สารธาตุเหล็ก

ห้องสมุดบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ไม่มีผลต่อความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด ผลการตรวจซีรั่มในเลือด (Blood Serum) ทุกรายการไม่มีความแตกต่างกัน (Miller. 1978 : 122 p)

เมื่อ พ.ศ.2519 จรวยพร ธรณินทร์ ได้ทำการศึกษาวิจัยผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิคส์ ต่อสรีรภาพและสมรรถภาพของคนไทยวัยผู้ใหญ่ กลุ่มตัวอย่างเป็นอาจารย์หญิงและชายของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร และพลศึกษา จำนวน 45 คน มีรายการทดสอบทั้งสิ้น 10 รายการ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง ในรายการทดสอบสารฮีโมโกลบินและฮีมาโตคริต ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (จรวยพร ธรณินทร์ 2519 : บทคัดย่อ)

ดังนั้น ผู้ที่มีสุขภาพดี มีสมรรถภาพทางกายดีย่อมจะมีความเข้มข้นของฮีโมโกลบินในเลือดมากด้วย การออกกำลังกายเป็นประจำทำให้ร่างกายเคยชินต่อการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น ก็น่าจะปรับตัวสร้างสารฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดมากขึ้นด้วย โดยเฉพาะการจัดโปรแกรมการฝึกให้ที่เหมาะสมกว่า ย่อมจะมีความเข้มข้นของฮีโมโกลบินมากกว่าด้วย

ปริมาณโฆเลสเตอรอลรวมและปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (Total Cholesterol and High Density Lipoprotein)

โฆเลสเตอรอล เป็นสารอินทรีย์ (Lipid) ชนิดหนึ่งในรูปของไขมัน ส่วนใหญ่จะรวมตัวกับโปรตีน (Protein) จึงมีชื่อเรียกว่า ไลโปโปรตีน (Lipoprotein) ส่วนประกอบของไลโปโปรตีนประกอบด้วย โปรตีน 25-30 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นเป็นสารอินทรีย์ไขมัน (Lipid) และสารอินทรีย์ไขมันยังประกอบด้วยโฆเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และฟอสฟอไลปิดส์ (Cholesterol Triglyceride and Phospholipids) ความเข้มข้นของไลโปโปรตีนมีปริมาณ 700 มิลลิกรัมต่อพลาสม่า (Plasma) 100 มิลลิลิตร ตามอัตราส่วนประมาณดังนี้

1. โฆเลสเตอรอล	180	มิลลิกรัม
2. ไตรกลีเซอไรด์	160	มิลลิกรัม
3. ฟอสฟอไลปิดส์	160	มิลลิกรัม
4. โปรตีน	200	มิลลิกรัม

178575

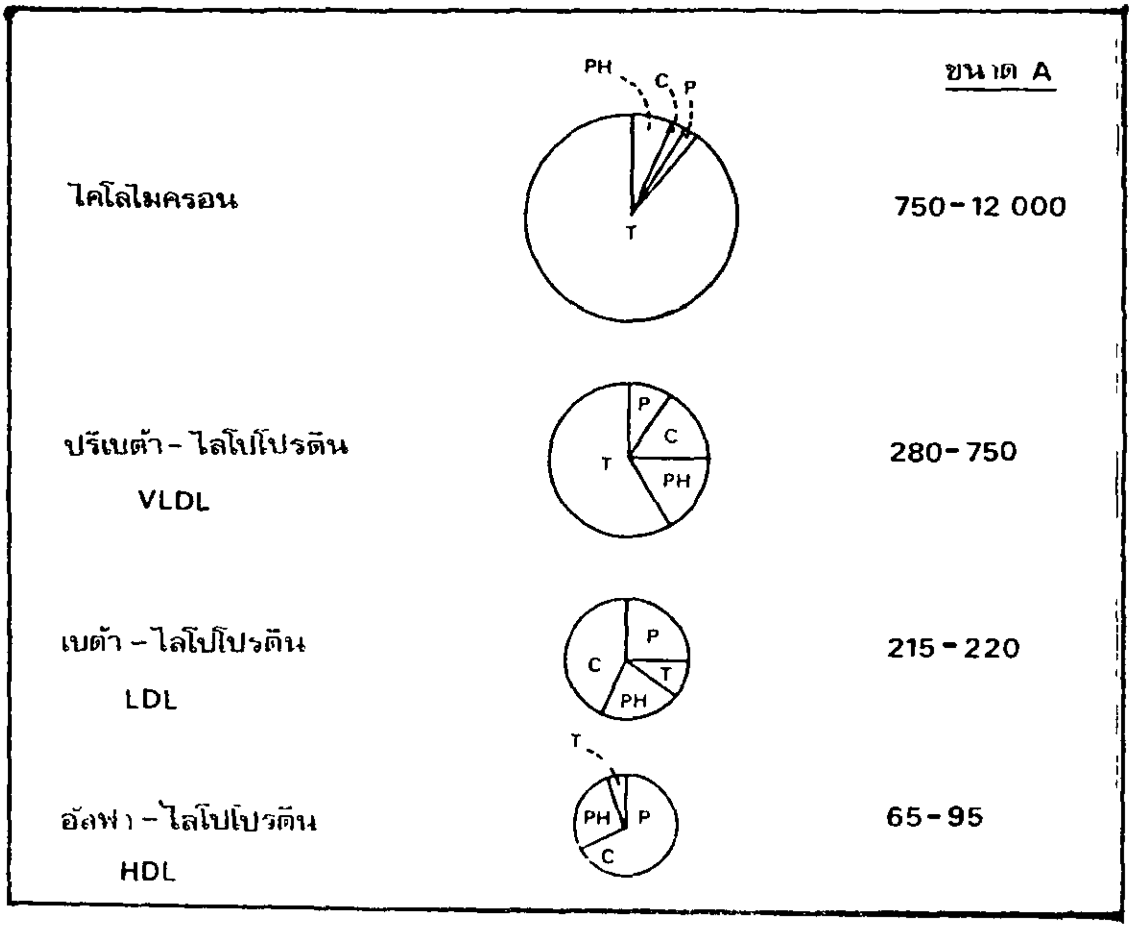
สถานะของไลโปโปรตีนแบ่งเป็น 4 ชนิด คือ (สุพิศ จินดาวนิค 2523 : 28) (Johnson and Buskirk. 1974 : 850)

1. ไคโลไมครอน (Chylomicron) ส่วนใหญ่ประกอบด้วย ไตรกลีเซอไรด์ ค่อนข้างสูงมาก

2. ไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำมาก (Very Low Density Lipoprotein) ประกอบด้วยไตรกลีเซอรไรด์สูง และโฆเลสเตอรอล กับฟอสฟอไลปิดส์ปานกลาง รวมกับโปรตีนเล็กน้อย

3. ไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ (Low Density Lipoprotein) ประกอบด้วยโฆเลสเตอรอลสูง ส่วนโปรตีน ไตรกลีเซอ ไรด์ และฟอสฟอไลปิดส์มีปริมาณต่ำ

4. ไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (High Density Lipoprotein) ประกอบด้วยโปรตีนมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นมีบ้างเล็กน้อย ตามแสดงไว้ในภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ไลโปโปรตีนชนิดต่าง ๆ แสดงอัตราส่วนของไตรกลีเซอไรด์ (T) ฟอสฟอไลปิดส์ (PH) โฆเลสเตอรอล (C) และโปรตีน (P) (สุพิศ จินดาวนิค 2523 28)

ร่างกายคนเราสร้างโฆเลสเตอรวลขึ้นโดยตับเดือนละประมาณ 30 กรัม และโดยการสังเคราะห์จากอาหารที่รับประทานเข้าไป 7 กรัม/เดือน ร่างกายนำไปใช้เป็นประโยชน์ในสมองและฮอร์โมนเพศเพียง 1 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ดังนั้น เมื่อปริมาณโฆเลสเตอรอลเหลือใช้ยังคงค้างอยู่ตามเส้นเลือดค่อย ๆ รวมตัวเกาะติดกับผนังเส้นเลือด ทำให้เกิดการอุดตันในหลอดเลือด ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเกี่ยวกับระบบไหลเวียนโลหิต เช่น โรคหลอดเลือดแข็งตัว (Atherosclerosis) โรคความดันโลหิตสูง(Hypertension) โรคหัวใจขาดเลือด

(Coronary Heart Disease) เป็นต้น การป้องกันโรคดังกล่าวข้างต้น คือ การป้องกันที่สาเหตุ โดยพยายามลดปริมาณโฆเลสเตอรอลให้น้อยลง ด้วยการจำกัดอาหารที่มีไขมันสูง โดยเฉพาะไขมันจากสัตว์ต่าง ๆ นอกจากนั้น ผลการศึกษาค้นคว้ายังแสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายที่พอเพียงสามารถเพิ่มปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง(HDLC) ให้มากขึ้น ซึ่งจะเป็นตัวนำเอาโฆเลสเตอรอลที่เหลือใช้กลับไปสู่ตับเพื่อขับออกจากร่างกาย หรือเปลี่ยนสภาพเป็นสารละลายอื่น (สุทัศน์ บวรสมบัติ และบรรจบ ชุณสวัสดิกุล 2527:43-45)

แอดเนอร์ และแคสเตลลี (Adner and Castelly) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของการออกกำลังกายกับสาเหตุแห่งการเกิดโรคหัวใจขาดเลือด(Coronary Heart Disease) กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลอง 50 คน ออกกำลังด้วยการวิ่ง และกลุ่มควบคุม 40 คน ไม่ต้องรับการฝึก การศึกษาตัวแปรศึกษาจากชีพจร น้ำหนัก ปริมาณโฆเลสเตอรอล ความดันโลหิต ไตรกลีเซอไรด์ โฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ ผลการวิจัยรายงานว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและระดับไตรกลีเซอไรด์ไม่สามารถทำให้โฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง(HDLC) เพิ่มขึ้นแต่อย่างใด การออกกำลังกายด้วยการวิ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจขาดเลือดต่ำ ส่วนคนที่ไม่ออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กับการเป็นโรคหัวใจขาดเลือดสูงมาก (Adner and Castelly. 1980:243, 534-36.)

ในปี ค.ศ.1981 คูเปอร์(Cooper) ได้รายงานว่า การวิ่งสัปดาห์ละ 11 ไมล์สามารถเพิ่มโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (HDLC) แก่ร่างกายได้มากขึ้น 35 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นเขายังได้อธิบายด้วยว่า ความสมบูรณ์ของร่างกายมีค่าสหสัมพันธ์กับอัตราส่วนของโฆเลสเตอรอล /HDLC ค่อนข้างสูง (Cooper.1981 35)ในปีเดียวกันนี้เอง คณะวิจัยประกอบด้วย ฮาตุง, สไควเออร์ และ กอตโต (Hartung, Squires and Gotto)ได้ทำการศึกษาค้นคว้าผลของการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอต่อ HDLC กลุ่มตัวอย่างเป็นคนไข้โรคหัวใจขาดเลือด ให้ออกกำลังกายกำหนดชีพจร 70 เปอร์เซ็นต์ของอัตราสูงสุด วันละ 20-40 นาที จำนวนสัปดาห์ละ 3 ครั้ง เป็นเวลา 3 เดือน ปรากฏว่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และอัตราส่วนระหว่าง HDLC /โฆเลสเตอรอลรวม มีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณโฆเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์น้ำหนักตัว และโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ(LDLC)มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ (Hartung, Squires and Gotto. 1981 : 181-5)

ในปี พ.ศ.2527 ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา องค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย (ปัจจุบันเปลี่ยนเป็น การกีฬาแห่งประเทศไทย) ได้ศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลการฝึกตามโปรแกรมการออกกำลังกายแบบอากาศนิยม 2 โปรแกรม ต่อการเปลี่ยนแปลงความสมบูรณ์ทางกาย ดัชนีความหนัก ปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง และปริมาณโฆเลสเตอรอลรวมในเลือดของประชาชนชายไทยวัยผู้ใหญ่ กลุ่มตัวอย่างเป็นชายไทยที่มีสุขภาพดี อายุระหว่าง 45-65 ปี จำนวน 24 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มทดลองที่ 1 ให้ออกกำลังกายโดยใช้โปรแกรมแอโรบิค ของคูปเปอร์ (Cooper) 2) กลุ่มทดลองที่ 2 ให้ออกกำลังกายโดยกำหนดความหนัก 60-80 เปอร์เซ็นต์ ของความหนักสูงสุดในการออกกำลังกาย และ 3) กลุ่มควบคุมไม่ต้องรับการฝึกใช้เวลาฝึก 8 เดือน ผลการวิจัยปรากฏว่า การทดสอบตัวแปรตามทุกรายการระหว่างโปรแกรมการออกกำลังกายทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (องค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย 2527 ค : บทคัดย่อ)

ผู้วิจัยต้องการค้นหาคำตอบว่าแบบฝึกการออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์ กับ 5 ครั้งต่อสัปดาห์ นั้น แบบไหนจะมีผลทำให้การลดปริมาณโฆเลสเตอรอลรวมหรือมีผลทำให้เพิ่มปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงได้มากน้อยกว่ากัน ทั้งนี้ เพราะภาวะที่มีโฆเลสเตอรอลในกระแสโลหิตลดลงก็เท่ากับว่าโอกาสที่จะจับเกาะในผนังเส้นเลือดมีน้อย จึงทำให้อัตราเสี่ยงต่อโรคเส้นโลหิตแข็งตัวลดลงไปด้วย หรือหากมีการเพิ่มโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (HDLC) ในกระแสโลหิตมากเท่าใดก็จะเป็นการเพิ่มตัวนำพา(Transporter) โฆเลสเตอรอลอื่น ๆ ไปเก็บยังตับเพื่อเปลี่ยนสภาพหรือขับออกจากร่างกายมาก.เท่านั้นนั่นเอง (นันทยา ชนะรัตน์ และคนอื่น ๆ 2522 : 9-10)

สมมุติฐานการศึกษาค้นคว้า

1. ระดับความถี่ของการออกกำลังกายที่ต่างกัน ทำให้ผลการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกายแต่ละรายการ และรวมทุกรายการมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2. ระยะเวลาของการทดลอง 4 สัปดาห์ กับ 8 สัปดาห์ ทำให้ผลการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกายแต่ละรายการ และรวมทุกรายการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

3. มีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างความถี่กับระยะเวลาการทดลองต่อผลการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกายแต่ละรายการและรวมทุกรายการอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

<u>กลุ่มตัวอย่าง</u>

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของโรงเรียนสันกำแพง อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง

1. ทำการเลือกนักเรียนชายจากกลุ่มประชากรได้ จำนวน 50 คน เป็นผู้มีสุขภาพพลานามัยดี ไม่เป็นโรคซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกาย โดยได้รับการตรวจจากแพทย์ และไม่เป็นนักกีฬาตัวแทนของโรงเรียน

2. ชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง เพื่อนำไปคำนวณหาค่าดัชนีความหนัก

$$\text{จากสูตร} \quad = \sqrt[3]{\frac{\text{นน.(กก.)}}{\text{ส่วนสูง(ซม.)}}} \times 1,000$$

ค่าของดัชนีความหนักสามารถวัดบุคคลให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันได้

เกณฑ์	22^{-}	=	ผอม
	22-24	=	ปานกลาง
	24^{+}	=	อ้วน

3. ทำการเลือกผู้ที่มีค่าดัชนีความหนักให้มีค่าใกล้เคียงกัน กำหนดค่าดัชนีความหนักระหว่าง 21-25

4. ทำการทดสอบหาค่าความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด (Maximum O_2 Consumption) ของกลุ่มตัวอย่างทุกคน

5. นำเอาผลการทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด ($\dot{V}O_2$- max) ของผู้ที่เหลือมาเรียงลำดับจากค่ามากไปหาน้อย แล้วทำการจับคู่(Match Pair) เข้ากลุ่ม 2 กลุ่ม จนได้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 15 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. โปรแกรมการออกกำลังกาย ที่ความถี่ 2 ระดับ คือ

1.1 การออกกำลังกาย 3 ครั้งต่อสัปดาห์

1.2 การออกกำลังกาย 5 ครั้งต่อสัปดาห์

(รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก)

2. วัสดุและอุปกรณ์

2.1 นาฬิกาจับเวลา(Stop Watch) ยี่ห้อไซโก้(Seiko) จำนวน 2 เรือน

2.2 เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง ยี่ห้อดีเท็กโต (Detecto) จำนวน 1 เครื่อง

2.3 เครื่องให้จังหวะ (Metronome) จำนวน 1 เครื่อง

2.4 จักรยานวัดงานแบบโมนาร์ค (Monark Ergometer) จำนวน 5 คัน

2.5 เครื่องตรวจฟังหัวใจ (Stethoscope)จำนวน 1 อัน

2.6 เครื่องวัดความดันโลหิตชนิดปรอท (Sphygmomanometer) จำนวน 1 เครื่อง

2.7 เครื่องมือตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบกระเป๋าหิ้วของ Siemens Portable EKG ใช้บันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจขณะพัก 1 เครื่อง พร้อมกระดาษกราฟ 6 ม้วน

2.8 เทอร์โมมิเตอร์ วัดความชื้นสัมพัทธ์แบบตุ้มเปียก ตุ้มแห้ง (Wet and Dry Bulb Thermometer)

2.9 อุปกรณ์เจาะเลือด 30 ชุด (เข็มฉีดยา กระบอกฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตร ขวดใส่ตัวอย่างเลือดขนาด 10 มิลลิลิตร สำลี แอลกอฮอล์)

2.10 สายยางรัดแขนเพื่อหาเส้นเลือด 1 เส้น

2.11 กระติกบรรจุน้ำแข็งขนาดใหญ่เพื่อเก็บขวดตัวอย่างเลือดก่อนส่งห้องทดลองทางเคมี 1 ใบ

2.12 น้ำยา สารเคมี และเครื่องมือตรวจพิเศษทางชีวเคมีของเลือด เพื่อตรวจความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน ปริมาณโฆเลสเตอรอลรวม และปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง วิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการทางเคมี คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3. วิธีการวัด

3.1 การวัดอัตราการบีบของหัวใจขณะพัก (Resting Heart Rate) อ่านจากกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจขณะพักที่ทำจากเครื่อง อี.เค.จี.(E.K.G.) วัดโดยผู้วิจัยและผู้ช่วย

3.2 การวัดความสูงของคลื่นอาร์ (R-wave Amplitude) อ่านจากคลื่นไฟฟ้าหัวใจขณะพักที่ทำจากเครื่อง อี.เค.จี.(E.K.G.) วัดโดยผู้วิจัยและผู้ช่วย

3.3 การวัดสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Comsumption) ใช้วิธีการของ ออสตรานด์ Astrand วัดโดยผู้วิจัยและผู้ช่วย

3.4 การวัดความดันโลหิต วัดด้วยเครื่องวัดความดันโลหิตชนิดปรอท (Sphygmomanometer) ขณะนั่งพัก วัดโดยผู้วิจัยและผู้ช่วย

3.5 การวัดค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin Concentration) ปริมาณโฆเลสเตอรอลรวม (Total Cholesterol) และปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (High Density Cholesterol Lipoprotein) ขอความร่วมมือจากอาจารย์และเจ้าหน้าที่เทคนิคของห้องปฏิบัติการชีวเคมีคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

4. สถานที่ทดลอง

4.1 การออกกำลังกายใช้โรงยิมเนเซียมของโรงเรียนสันกำแพง อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่

4.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด ใช้ห้องปฏิบัติการชีวเคมีของคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

<u>การเก็บรวบรวมข้อมูล</u>

1. ขอหนังสือติดต่อราชการจากบัณฑิตวิทยาลัย ขอความร่วมมือจากอธิการบดีมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในเรื่อง บุคลากร อุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการทางชีวเคมีของคณะเทคนิคการแพทย์ กับหนังสือติดต่อขอความร่วมมือจากผู้อำนวยการโรงเรียนสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ เกี่ยวกับการขอใช้สถานที่ทดลองและกลุ่มตัวอย่าง

2. ทำการปฐมนิเทศให้ผู้เข้ารับการทดลองเกี่ยวกับจุดมุ่งหมาย วิธีการทดลอง วิธีการทดสอบ ตลอดจนปฏิทินของการทดสอบ

3. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ สถานที่ แบบสอบถาม ใบบันทึกผลการทดสอบ เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

<u>วิธีดำเนินการทดลอง</u>

1. แบบแผนการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการทดลองแบบ Randomized Control - Group Pretest - Posttest Design ซึ่งมีรูปแบบดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงแบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	ทดลอง	ทดสอบครั้งที่สอง	ทดลอง	ทดสอบครั้งหลัง
RE_1	T_1	X_1	T_2	X_1	T_3
RE_2	T_1	X_2	T2	X_2	T_3

ความหมายของสัญลักษณ์

RE_1 หมายถึง กลุ่มทดลองที่ 1

RE_2 หมายถึง กลุ่มทดลองที่ 2

T_1 หมายถึง การทดสอบครั้งที่ 1

T_2 หมายถึง การทดสอบครั้งที่ 2

T_3 หมายถึง การทดสอบครั้งที่ 3

X_1 หมายถึง การออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์

X_2 หมายถึง การออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์

2. วัดค่าข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาของร่างกายจากกลุ่มตัวอย่าง 7 รายการแล้วทำการทดสอบความแตกต่างแต่ละรายการ เพื่อไม่ให้มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3. ดำเนินการทดลองตามวิธีการทดลองที่แจ้งไว้ในภาคผนวก

4. ทำการทดสอบข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาของร่างกายทั้ง 7 รายการ หลังการทดลองในสัปดาห์ที่ 8 บันทึกข้อมูลไว้

5. นำผลการทดสอบ (ตามข้อที่ 4) ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1 หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของรายการทดสอบ 7 รายการ ของแต่ละกลุ่ม ทั้งก่อนฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8

2. ทดสอบคะแนนเฉลี่ยค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยาของร่างกายของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มก่อนการทดลอง (Pretest) แต่ละรายการ โดยใช้สถิติ t-test

3. เปลี่ยนคะแนนดิบเป็นคะแนน มาตรฐานที่ (T-score) เพื่อความสะดวกในการทดสอบสมมุติฐาน

4. เปรียบเทียบกราฟรายการทดสอบแต่ละรายการ และรวมทุกรายการของกลุ่มทดลองในการทดสอบทุกครั้ง

5. ทำการทดสอบสมมติฐานโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทางวัดซ้ำ (Two - way ANOVA) กับตัวแปรตามแต่ละรายการและรวมทุกรายการ หากปรากฏว่ามีความแตกต่างกันจะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีการของ นิวแมนคูลส์ (Newman Keuls Method)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ยโดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2522 : 51)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนตัวกลางเลขคณิต

ΣX แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

N แทน จำนวนคะแนนในข้อมูล

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2522:100)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma Y)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ΣX^2 แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\Sigma X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนคะแนนในข้อมูล

3. การทดสอบค่าที (t-test) ใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ 2527 : 179)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\Sigma (X_1 - \bar{X}_1)^2 + \Sigma (X_2 - \bar{X}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

เมื่อ t แทนค่า ทีคำนวณ

$\bar{X}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มที่ 1 $\bar{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มที่ 2

n_1 แทน จำนวนข้อมูลกลุ่มที่ 1

n_2 แทน จำนวนข้อมูลกลุ่มที่ 2

4. เปลี่ยนคะแนนดิบ ให้เป็นคะแนนมาตรฐานที (T-score)(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2522 : 168)

$$T = 50 \pm 10 \frac{(X - \bar{X})}{S.D.}$$

เมื่อ T แทน คะแนนที

X แทน คะแนนดิบ

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

S.D. แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ (Two - way ANOVA)ใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ 2527 : 292)

ตาราง 3 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ

Source of variation	df	SS	MS	F
Row means	r - 1	SSR	$\frac{SSR}{r-1}$	$\frac{MSR}{MSE}$
Column means	c - 1	SSC	$\frac{SSC}{c-1}$	$\frac{MSC}{MSE}$
Interaction	(r - 1) (c - 1)	SS(RC)	$\frac{SS(RC)}{(r-1)(c-1)}$	$\frac{MS(RC)}{MSE}$
Error	rc (n - 1)	SSE	$\frac{SSE}{rc(n-1)}$	
Total	rcn - 1	SST		

6. การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ของนิวแมนคูลส์ (Newman -Keuls Method) โดยใช้สูตร (Winer. 1971 · 217)

$$q = \frac{\bar{X}_L - \bar{X}_S}{\sqrt{\frac{MS_w}{n}}}$$

เมื่อ q แทน q-Statistic จากตาราง

MS_w แทน ค่า Mean Square ภายในกลุ่ม

n แทน จำนวนผู้เข้ารับการทดสอบในแต่ละกลุ่ม

$\bar{X}_L$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีค่าสูง

$\bar{X}_S$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีค่าต่ำ

หมายเหตุ การเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยในการวิจัยครั้งนี้ ใช้ MSE แทน MS_w เพราะเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการทดสอบสรีรวิทยาของร่างกาย และการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 11 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 เสนอผลการทดสอบค่าเฉลี่ยพื้นฐานทางสรีรวิทยาก่อนการฝึกของกลุ่มทดลอง โดยการทดสอบค่าที (t-test)

ตอนที่ 2 เสนอผลการทดสอบอัตราการบีบหัวใจขณะพัก (Resting Heart Rate) และผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 3 เสนอผลการทดสอบความสูงของคลื่นอาร์ ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (R-wave Amplitude) และผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 4 เสนอผลการทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด (Maximum O_2 Consumption) และผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 5 เสนอผลการทดสอบความดันซิสโตลิค (Systolic Pressure) และผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 6 เสนอผลการทดสอบความดันไดแอสโตลิค (Diastolic Pressure) และผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 7 เสนอผลการทดสอบความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin Concentration) และผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 8 เสนอผลการทดสอบปริมาณโฆเลสเตอรอลรวม (Total Cholesterol) และผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 9 เสนอผลการทดสอบปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (High Density Lipoprotein Cholesterol) และผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 10 เสนอผลการทดสอบสรีรวิทยาของร่างกายรวมทุกรายการ โดยแปลงคะแนนดิบ ให้เป็นคะแนนมาตรฐานที (T-score) และผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 11 เสนอภาพประกอบผลการทดสอบสรีรวิทยาของร่างกายในการทดสอบแต่ละรายการ โดยใช้แผนภูมิแท่ง (Bar Chart)

<u>สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
N	แทน	จำนวนผู้เข้ารับการทดลอง
t	แทน	การทดสอบค่าที
df	แทน	ชั้นของความเป็นอิสระ
SS	แทน	ผลบวกกำลังสอง
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง
F	แทน	การทดสอบค่าเอฟ (F-test)
r	แทน	ตำแหน่งผลต่างค่าเฉลี่ย
q	แทน	ค่าคะแนนที่ระดับนัยสำคัญ
**	แทน	ความมีนัยสำคัญที่ระดับ .01
กลุ่มทดลองที่ 1	แทน	กลุ่มออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์
กลุ่มทดลองที่ 2	แทน	กลุ่มออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์

ตอนที่ 1 เสนอผลการทดสอบค่าเฉลี่ยพื้นฐานทางสรีรวิทยาของร่างกายก่อนการฝึก

ตาราง 4 เสนอผลการทดสอบค่าเฉลี่ยพื้นฐานทางสรีรวิทยาของร่างกายก่อนการฝึกของกลุ่มทดลอง โดยการทดสอบค่าที (t-test)

การทดสอบ	กลุ่มทดลอง	N	$\bar{X}$	S.D.	t
อัตราการบีบหัวใจ (ครั้ง/นาที)	กลุ่มที่ 1	15	70.40	11.25	0.07
	กลุ่มที่ 2	15	69.73	9.20	
ความสูงของคลื่นอาร์ (มม.)	กลุ่มที่ 1	15	17.33	2.53	0.37
	กลุ่มที่ 2	15	16.13	3.76	
ความสามารถในการจับอ๊อกซิเจนสูงสุด (มล./กก./นาที)	กลุ่มที่ 1	15	43.47	5.46	0.02
	กลุ่มที่ 2	15	43.33	5.18	
ความดันซิสโตลิค (มม.ปรอท)	กลุ่มที่ 1	15	120.48	11.63	0.52
	กลุ่มที่ 2	15	114.80	9.99	
ความดันไดแอสโตลิค (มม.ปรอท)	กลุ่มที่ 1	15	71.60	8.49	0.56
	กลุ่มที่ 2	15	66.93	7.99	
ฮีโมโกลบิน (กรัม%)	กลุ่มที่ 1	15	17.03	1.30	- 0.07
	กลุ่มที่ 2	15	17.13	1.54	
โฆเลสเตอรอลรวม (มก./100 มล.)	กลุ่มที่ 1	15	115.73	23.25	- 0.25
	กลุ่มที่ 2	15	121.40	22.27	
โฆเลสตอรอล (ความหนาแน่นสูง) (มก./100 มล.)	กลุ่มที่ 1	15	40.54	7.74	- 0.13
	กลุ่มที่ 2	15	39.44	7.56	

t .01 (df=28)=2.76

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยพื้นฐานทางสรีรวิทยาของร่างกายก่อนการฝึกของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตอนที่ 2 เสนอผลการทดสอบอัตราการบีบหัวใจขณะพักและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตาราง 5 ผลการทดสอบอัตราการบีบหัวใจขณะพักก่อนการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มทดลอง	N	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) (ครั้ง/นาที)		
		ก่อนการฝึก	หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4	สิ้นสุดการฝึก
กลุ่มที่ 1	15	70.40	63.47	59.87
กลุ่มที่ 2	15	69.73	70.87	62.0

จากตาราง 5 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการบีบหัวใจขณะพักก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5ครั้ง/สัปดาห์) เพื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนตามตารางต่อจากนี้

ตาราง 6 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำของอัตราการบีบหัวใจขณะพัก ในการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และภายในกลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างความถี่	1	196.54	196 54	1.88
ระหว่างระยะเวลาฝึก	2	1306.81	653.41	6.26**
ปฏิสัมพันธ์ร่วม	2	251.62	125.81	1.21
ภายในกลุ่ม	84	8763 73	104.30	
รวม	89	10518.7		

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

$F_{.01(2,84)} = 4.88$

$F_{.01(1,84)} = 6.96$

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาของการฝึก 4 สัปดาห์ และ 6 ทำให้อัตราการบีบหัวใจขณะพักแตกต่างกันก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนความถี่ในการออกกำลังกาย (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์ และ 5 ครั้ง/สัปดาห์) ไม่ทำให้ผลการทดสอบแตกต่างกัน กับทั้งไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างความถี่ในการออกกำลังกายและระยะเวลาในการฝึกแต่อย่างใด

ตาราง 7 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของอัตราการบีบหัวใจขณะพักในการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ระยะเวลาทดสอบ	$\bar{X}$	สิ้นสุดการฝึก	หลังสัปดาห์ที่ 4	ก่อนการฝึก
		60.93	67.17	70.07
สิ้นสุดการฝึก	60.93	-	6.24	9.14**
หลังสัปดาห์ที่ 4	67.17		-	2.90
ก่อนการฝึก	70.07			-
	r	2	3	
	$q_{.99}(r,84)$	3.70	4.20	
	$q\sqrt{\frac{MSE}{n}}$	6.89	7.83	

**มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่าอัตราการบีบหัวใจขณะพักก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (สิ้นสุดการฝึก) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ระยะเวลาการฝึก 4 สัปดาห์ ไม่ทำให้อัตราการบีบของหัวใจขณะพักเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด นั่นคือชีพจรจะลดลงเมื่อเวลาของการฝึกมีช่วงเวลานานขึ้น

ตอนที่ 3 เสนอผลการทดสอบความสูงของคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตาราง 8 ผลการทดสอบความสูงของคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มทดลอง	N	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) (มม.)		
		ก่อนการฝึก	หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4	สิ้นสุดการฝึก
กลุ่มที่ 1	15	17.33	16.53	17.67
กลุ่มที่ 2	15	16.13	15.40	16.60

จากตาราง 8 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่นอาร์ ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์) เพื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนตามตารางต่อจากนี้

ตาราง 9 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำของความสูงของคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ในการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และภายในกลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างความถี่	1	28.90	28.90	2.75
ระหว่างระยะเวลาฝึก	2	21.09	10.54	1.00
ปฏิสัมพันธ์ร่วม	2	0.07	0.03	0.003
ภายในกลุ่ม	84	881.33	10.49	
รวม	89	931.46		

**มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

F 01 (1,84) = 6.96

F 01 (2,84) = 4 88

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่า

1. การออกกำลังกายด้วยความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ และ 5 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำให้ความสูงของคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจไม่แตกต่างกัน

2. ความสูงของคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึก ไม่แตกต่างกัน

3. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับระยะเวลาฝึก

ตอนที่ 4 เสนอผลการทดสอบความสามารถในการจับอ๊อกซิเจนสูงสุด และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตาราง 10 ผลการทดสอบความสามารถในการจับอ๊อกซิเจนสูงสุดก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มทดลอง	N	ค่าเฉลี่ย (มล./กก./นาที)		
		ก่อนการฝึก	หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4	สิ้นสุดการฝึก
กลุ่มที่ 1	15	43.47	50.33	53.33
กลุ่มที่ 2	15	43.33	49.40	54 47

จากตาราง 10 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถในการจับอ๊อกซิเจนสูงสุดก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้งต่อสัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์) เพื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนตามตารางต่อจากนี้

ตาราง 11 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำของความสามารถในการจับอ็อกซิเจนสูงสุด ในการทดสอบก่อนการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึก ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และภายในกลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างความถี่	1	.01	.01	.003
ระหว่างระยะเวลาฝึก	2	1683.36	841.68	23.04**
ปฏิสัมพันธ์ร่วม	2	16.29	8.14	.22
ภายในกลุ่ม	84	3069.07	36.54	
รวม	89	4768.72		

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

$F_{.01\,(1,84)} = 6.96$

$F_{.01\,(2,84)} = 4.88$

จากตาราง 11 แสดงให้เห็นว่า เวลาของการฝึก 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ ทำให้ความสามารถในการจับอ็อกซิเจนสูงสุดของกลุ่มทดลอง-มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่แตกต่างกัน และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความถี่ในการออกกำลังกายกับระยะเวลาฝึก

ตาราง 12 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของความสามารถในการจับอ๊อกซิเจนสูงสุดของการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ระยะเวลาทดสอบ	$\bar{X}$	ก่อนฝึก	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	สิ้นสุดการฝึก
		43.40	49.87	53.90
ก่อนฝึก	43.40	-	6.47**	10.50**
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	49.87		-	5.20**
สิ้นสุดการฝึก	53.90			-

r	2	3
q 99 (r,84)	3.70	4.20
$q\sqrt{\frac{MSE}{n}}$	4.08	4.63

**มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 12 แสดงให้เห็นว่า

1. ความสามารถในการจับอ๊อกซิเจนสูงสุดก่อนการฝึก หลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการจับอ๊อกซิเจนสูงสุดหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

3. ความสามารถในการจับอ๊อกซิเจนสูงสุดจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาของการฝึกมีช่วงเวลานานขึ้น

ตอนที่ 5 เสนอผลการทดสอบความดันซิสโตลิคและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตาราง 13 ผลการทดสอบความดันซิสโตลิคก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มทดลอง	N	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) (มม. ปรอท)		
		ก่อนการฝึก	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	สิ้นสุดการฝึก
กลุ่มที่ 1	15	120.80	120.80	107.93
กลุ่มที่ 2	15	114.80	112.67	107.67

จากตาราง 13 แสดงค่าเฉลี่ยความดันซิสโตลิคก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลัง 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลัง 5 ครั้ง/สัปดาห์) เพื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนตามตารางต่อจากนี้

ตาราง 14 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำของความดันซิสโตลิค ในการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และภายในกลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างความถี่	1	233.61	233.61	2.96
ระหว่างระยะเวลาฝึก	2	1536.02	768.01	9.73**
ปฏิสัมพันธ์ร่วม	2	120.55	60.28	0.76
ภายในกลุ่ม	84	6629.46	78.92	
รวม	89	8519.57		

**มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

$F_{.01(1,84)} = 6.96$

$F_{.01(2,84)} = 4.88$

จากตาราง 14 แสดงให้เห็นว่าเวลาของการฝึก 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ ทำให้ความดันซิสโตลิคของกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนความถี่ของการออกกำลังกายทำให้ความดันซิสโตลิคไม่แตกต่างกัน และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการออกกำลังกายกับระยะเวลาฝึก

ตาราง 15 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของผลการทดสอบความดันซิสโตลิคของก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

ระยะเวลาทดสอบ	$\bar{X}$	สิ้นสุดการฝึก	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	ก่อนการฝึก
		107.83	116.73	117.80
สิ้นสุดการฝึก	107.83	-	8.90**	9.97**
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	116.70		-	1.07
ก่อนฝึก	117.80			-

r	2	3
$q_{.99}$ (r,84)	3.70	4.20
$q\sqrt{\frac{MSE}{n}}$	6.00	6.82

**มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 15 แสดงให้เห็นว่าผลการทดสอบความดันซิสโตลิคก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนผลการทดสอบหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกไม่แตกต่างกัน ความดันซิสโตลิคจะลดลงเมื่อเวลาของการฝึกมีช่วงเวลานานขึ้น

ตอนที่ 6 เสนอผลการทดสอบความดันไดแอสโตลิคและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตาราง 16 ผลการทดสอบความดันไดแอสโตลิคก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มทดลอง	N	ค่าเฉลี่ย($\bar{X}$) (มม.ปรอท)		
		ก่อนการฝึก	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	สิ้นสุดการฝึก
กลุ่มที่ 1	15	71.60	69.33	67.33
กลุ่มที่ 2	15	66.93	67.13	67.07

จากตาราง16 แสดงค่าเฉลี่ยความดันไดแอสโตลิคก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์) เพื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนตามตารางต่อจากนี้

ตาราง 17 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 หัวประกอบวัดซ้ำของความดันไดแอสโตลิค ในการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึก ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และภายในกลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างความถี่	1	104.65	104.65	2.22
ระหว่างระยะเวลาฝึก	2	147.76	73.88	1.57
ปฏิสัมพันธ์รวม	2	40.55	20.28	0.43
ภายในกลุ่ม	84	3957.87	47.12	
รวม	89	4486.46		

**มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

$F_{.01(1,84)} = 6.96$

$F_{.01(2,84)} = 4.88$

จากตาราง 17 แสดงให้เห็นว่า

1. การออกกำลังกายในระดับความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ กับ 5 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำให้ค่าความดันไดแอสโตลิคไม่แตกต่างกัน

2. การออกกำลังกายระยะเวลา 4 สัปดาห์ และ 8สัปดาห์ ทำให้ค่าความดันไดแอสโตลิคไม่แตกต่างกัน

3. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความถี่ในการออกกำลังกายกับระยะเวลาฝึก

ตอนที่ 7 เสนอผลการทดสอบความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตาราง 18 ผลการทดสอบความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มทดลอง	N	ค่าเฉลี่ย($\bar{X}$) (กรัม/เปอร์เซ็นต์)		
		ก่อนการฝึก	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	สิ้นสุดการฝึก
กลุ่มที่ 1	15	17.03	17.12	17.40
กลุ่มที่ 2	15	17.13	17.28	17.70

จากตาราง 18 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฮีโมโกลบินก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์) เพื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนตามตารางต่อจากนี้

ตาราง 19 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ ของความเข้มข้นฮีโมโกลบินในการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และภายในกลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างความถี่	1	0.71	0.71	0.43
ระหว่างระยะเวลาการฝึก	2	3.74	1.87	1.14
ปฏิสัมพันธ์รวม	2	0.13	0.07	.04
ภายในกลุ่ม	84	137.64	1.64	
รวม	89	142.22		

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

$F_{.01(1,84)} = 6.96$

$F_{.01(2,84)} = 4.88$

จากตาราง 19 แสดงให้เห็นว่า

1. การออกกำลังกายในระดับความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ กับ 5ครั้งต่อสัปดาห์ ทำให้ค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบินไม่แตกต่างกัน

2. การออกกำลังกายระยะเวลา 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ ทำให้ค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบินไม่แตกต่างกัน

3. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความถี่ในการออกกำลังกาย กับระยะเวลาในการฝึก

ตอนที่ 8 เสนอผลการทดสอบปริมาณโฆเลสเตอรอลรวมและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตาราง 20 ผลการทดสอบปริมาณโฆเลสเตอรอลรวม ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มทดลอง	N	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) (มก./100 มล.)		
		ก่อนการฝึก	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	สิ้นสุดการฝึก
กลุ่มที่ 1	15	115.73	119.27	115.0
กลุ่มที่ 2	15	121.40	125.40	118.40

จากตาราง 20 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณโฆเลสเตอรอลรวมก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้งต่อสัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5ครั้งต่อสัปดาห์) เพื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน ตามตารางต่อจากนี้

ตาราง 21 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ ของปริมาณโฆเลสเตอรอลรวมในการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และภายในกลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างความถี่	1	528.24	528.04	1.53
ระหว่างระยะเวลาการฝึก	2	546.29	273.14	1.792
ปฏิสัมพันธ์รวม	2	50.95	25.48	0.07
ภายในกลุ่ม	84	28954.0	344.69	
รวม	89	30079.29		

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

$F_{.01(1,84)} = 6.96$

$F_{.01(2,84)} = 4.88$

จากตาราง 21 แสดงให้เห็นว่า

1. การออกกำลังกายในระดับความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ กับ 5 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำให้ปริมาณโฆเลสเตอรอลรวมมีค่าไม่แตกต่างกัน

2. การออกกำลังกายระยะเวลา 4 สัปดาห์ และ 8สัปดาห์ ทำให้ปริมาณโฆเลสเตอรอลรวมมีค่าไม่แตกต่างกัน

3. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความถี่ในการออกกำลังกายกับระยะเวลาในการฝึก

ตอนที่ 9 เสนอผลการทดสอบปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีน ที่มีความหนาแน่นสูง และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตาราง 22 ผลการทดสอบปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีน ที่มีความหนาแน่นสูงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

กลุ่มทดลอง	N	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) (มก./100 มล.)		
		ก่อนการฝึก	หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4	สิ้นสุดการฝึก
กลุ่มที่ 1	15	40.54	44.96	52.87
กลุ่มที่ 2	15	39.44	45.23	51.55

จากตาราง 22 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์) เพื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนตามตารางต่อจากนี้

ตาราง 23 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำของปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และภายในกลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างความถี่	1	11.43	11.43	0.21
ระหว่างระยะเวลาการฝึก	2	2261.35	1130.67	20.97**
ปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน	2	11.14	5.57	0.10
ภายในกลุ่ม	84	4528.13	53.91	
รวม	89	6812.05		

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

$F_{.01(1,84)} = 6.96$

$F_{.01(2,84)} = 4.88$

จากตาราง 23 แสดงให้เห็นว่า

1. การออกกำลังกายในระดับความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ กับ 5 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำให้ปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงมีค่าไม่แตกต่างกัน

2. การออกกำลังกายระยะเวลา 4 สัปดาห์ และ 8สัปดาห์ ทำให้ปริมาณ โฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

3. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความถี่ในการออกกำลังกาย กับระยะเวลาในการฝึก

ตาราง 24 แสดงผลการเปรียบเทียบรายคู่ของผลการทดสอบปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงของก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

การทดสอบ	$\bar{X}$		ก่อนการฝึก	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	สิ้นสุดการฝึก
			39.99	45.10	52.11
ก่อนการฝึก	39.99		-	5.11**	12.13**
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	45.10			-	7.70**
สิ้นสุดการฝึก	52.11				-
	r		2	3	
	$q_{.99}$ (r,84)		3.70	4.20	
	$q\sqrt{\frac{MSE}{n}}$		4.96	5.63	

**มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 24 แสดงให้เห็นว่า

1. ปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนมีความหนาแน่นสูง ก่อนการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2. ปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

3. ปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาของการฝึกมีช่วงเวลานานขึ้น

ตอนที่ 10 เสนอผลการทดสอบสรีรวิทยาของร่างกายรวมทุกรายการ โดยใช้คะแนนมาตรฐานที (T-Score) และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตาราง 25 ผลรวมการทดสอบสรีรวิทยาของร่างกายก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยการใช้คะแนนมาตรฐานที (T-Score)

กลุ่มทดลอง	N	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)		
		ก่อนการฝึก	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	สิ้นสุดการฝึก
กลุ่มที่ 1	15	50.25	50.25	50.00
กลุ่มที่ 2	15	50.25	50.85	50.24

จากตาราง 25 แสดงค่าเฉลี่ยของผลรวมการทดสอบสรีรวิทยาของร่างกายก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์) เพื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนตามตารางต่อจากนี้

ตาราง 26 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำของผลรวมการทดสอบสรีรวิทยาของร่างกายทุกรายการก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และภายในกลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างความถี่	1	1.77	1.77	0.20
ระหว่างระยะเวลาฝึก	2	2.89	1.44	0.16
ปฏิสัมพันธ์รวม	2	1.38	0.69	0.08
ภายในกลุ่ม	84	747.03	8.89	
รวม	89	753.07		

**มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

$F_{.01(1,84)} = 6.96$

$F_{.01(2,84)} = 4.88$

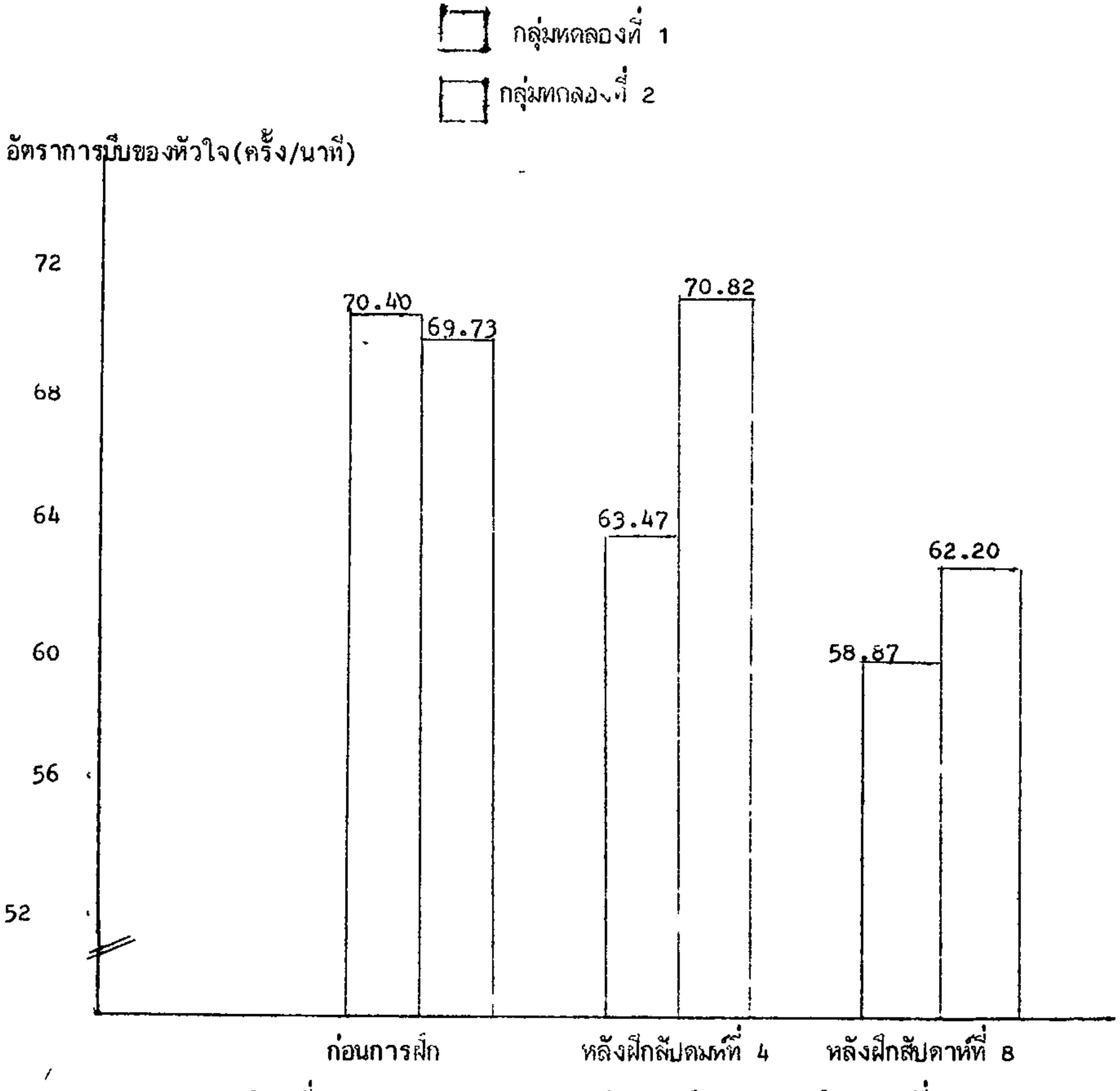
จากตาราง 26 แสดงให้เห็นว่า

1. การออกกำลังกายในระดับความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ กับ 5 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำให้ผลการทดสอบสรีรวิทยาของร่างกายรวมทุกรายการมีค่าไม่แตกต่างกัน

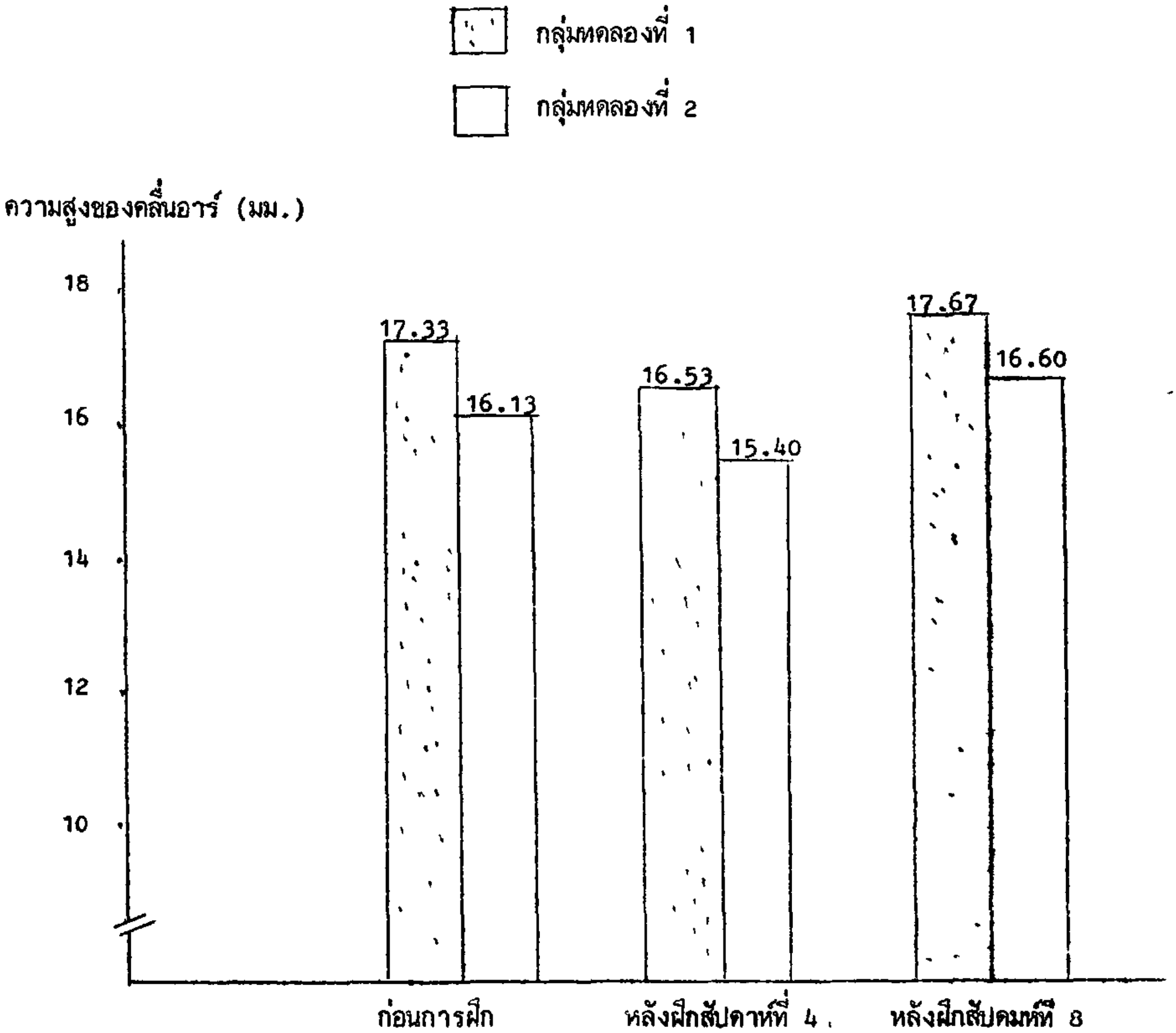
2. การออกกำลังกายระยะเวลา 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ ทำให้มีผลการทดสอบสรีรวิทยาของร่างกายรวมทุกรายการมีค่าไม่แตกต่างกัน

3. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความถี่ในการออกกำลังกายและระยะเวลาในการฝึก

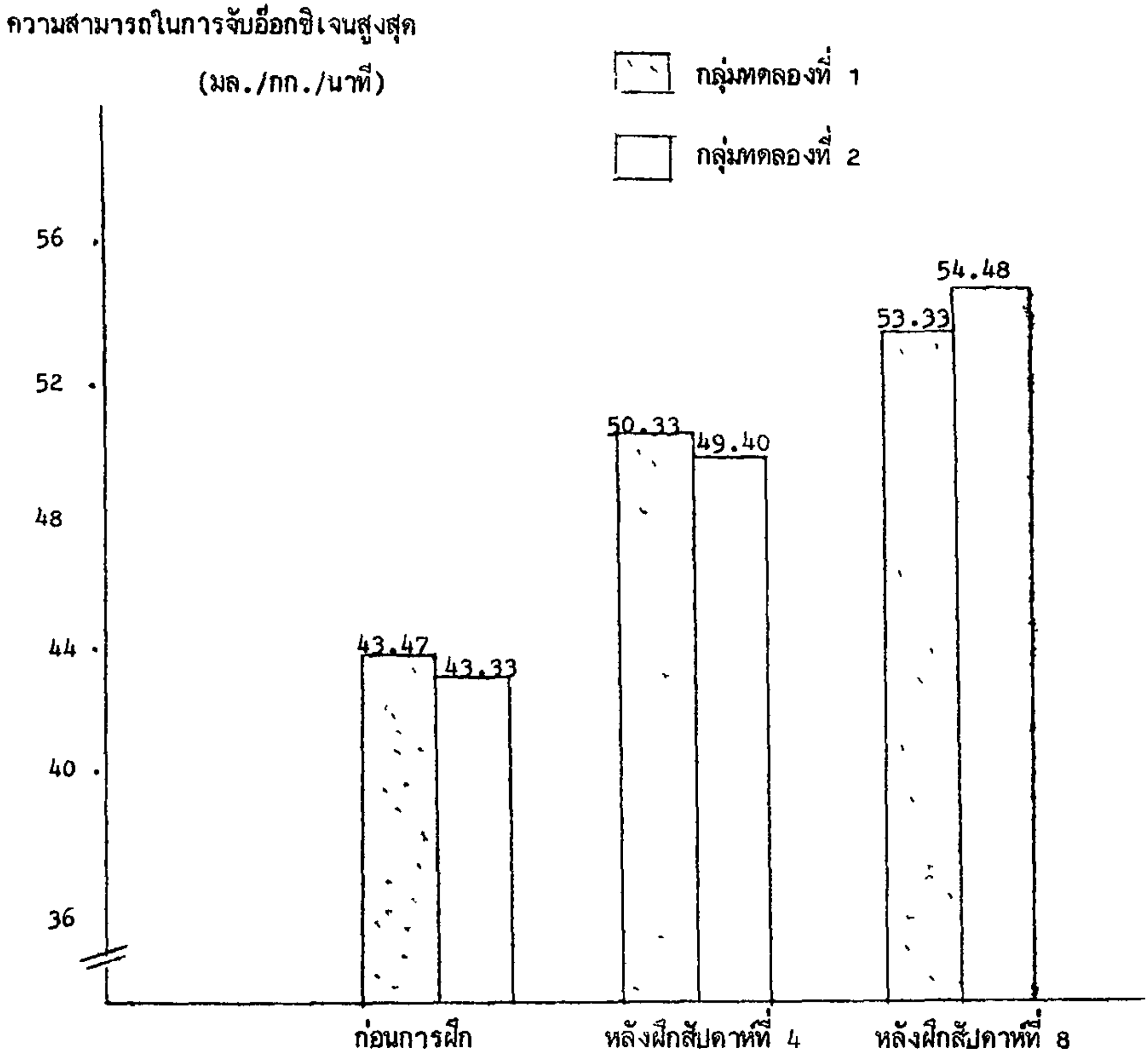
ตอนที่ 11 เสนอภาพประกอบผลการทดสอบสรีรวิทยาของร่างกายในการทดสอบแต่ละรายการโดยใช้แผนภูมิแท่ง (Bar Chart)



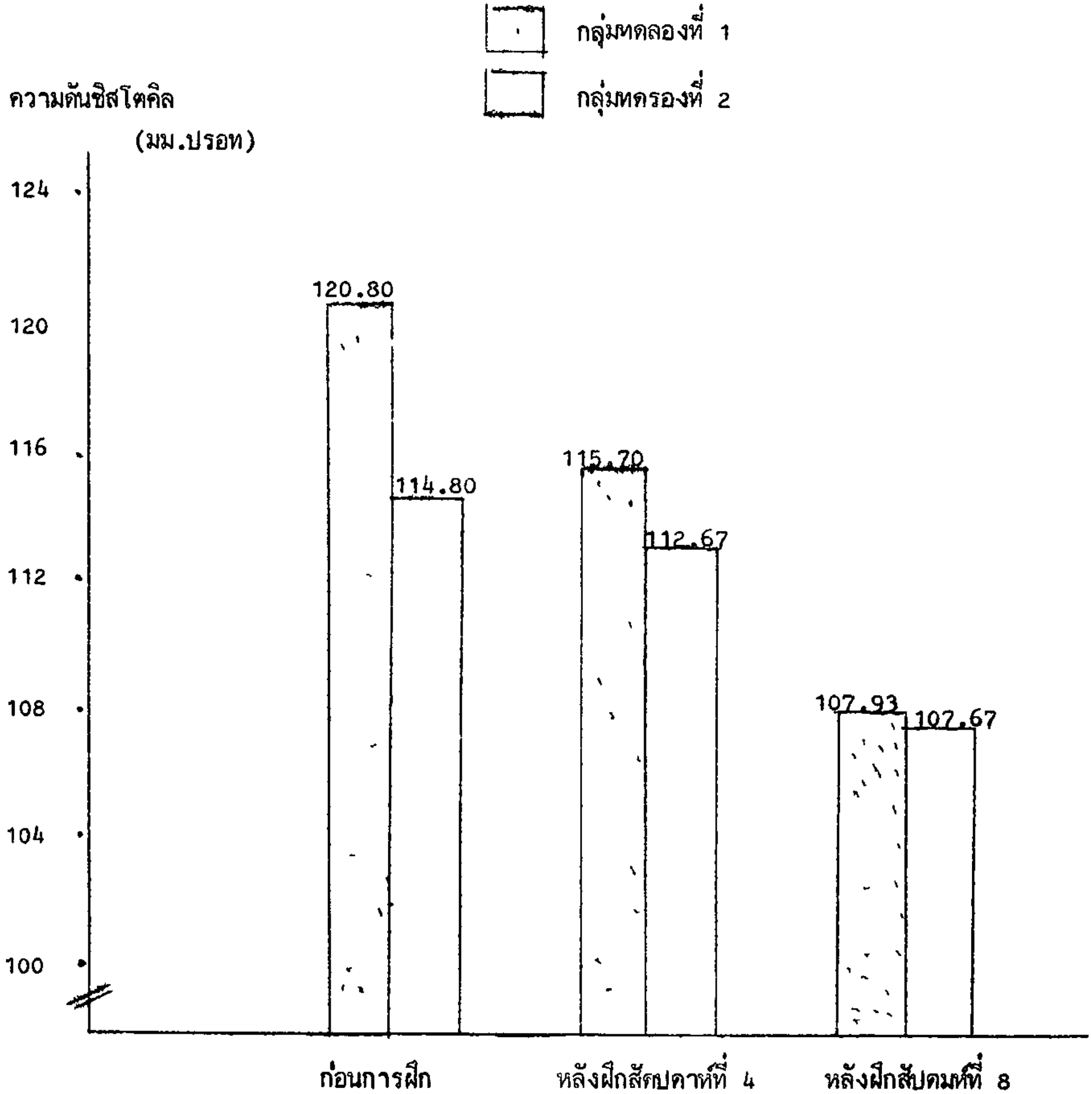
ภาพประกอบ 7 แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการบีบหัวใจขณะพัก ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์)



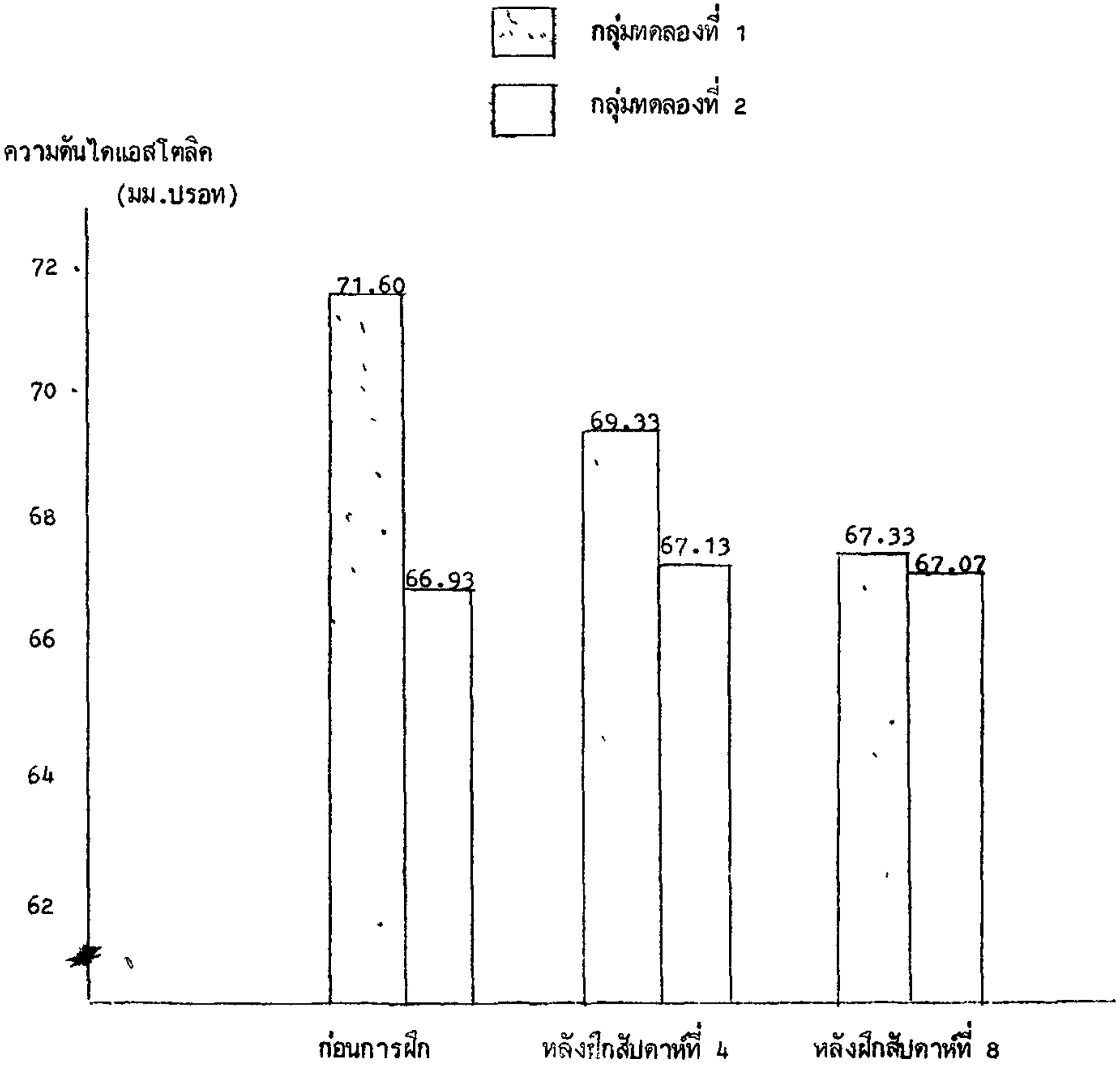
ภาพประกอบ 8 แสดงค่าเฉลี่ยสูงของคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ก่อนการฝึก หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่ม 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์)



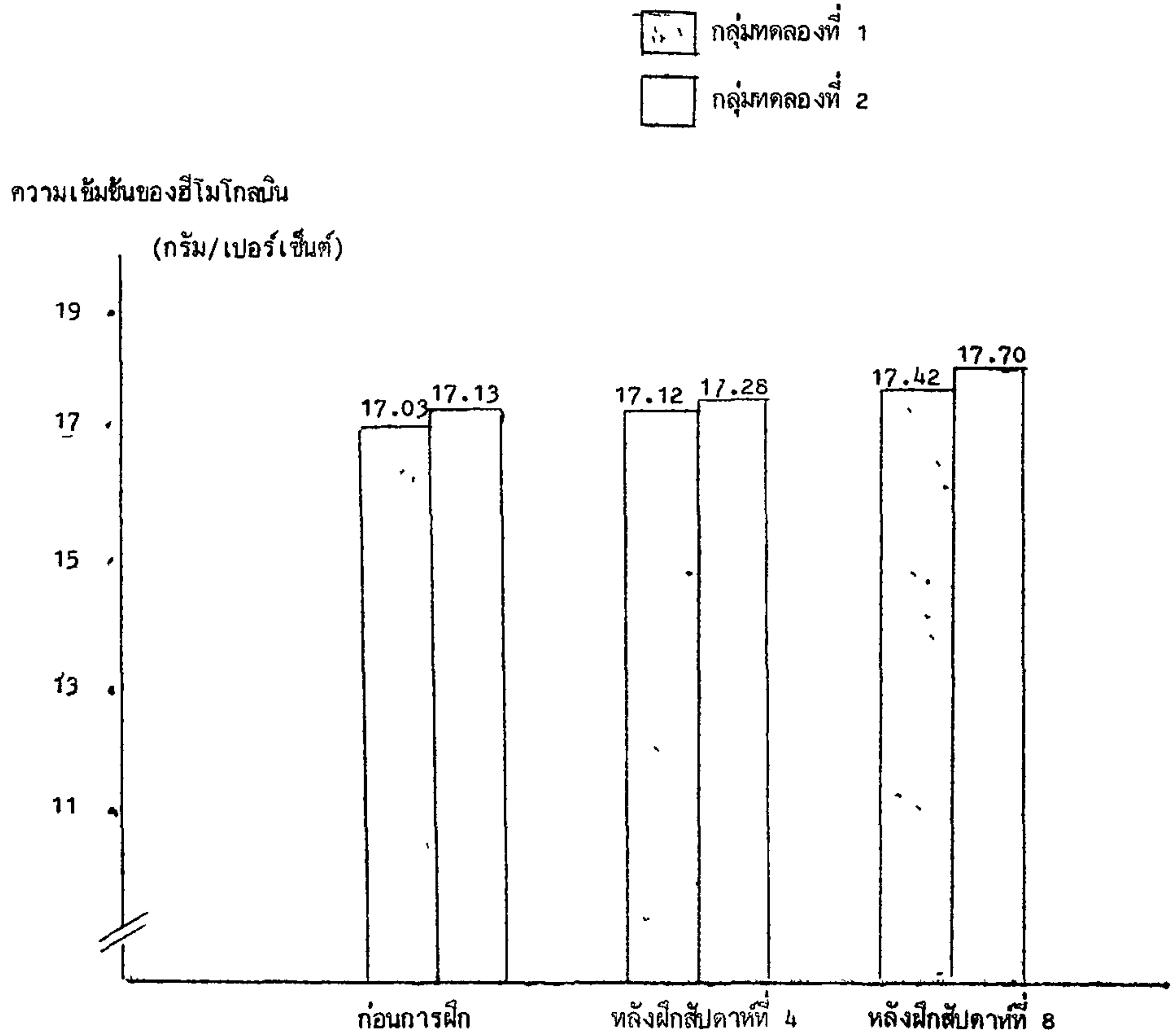
ภาพประกอบ 9 แสดงค่าเฉลี่ยความสามารถในการจับอ็อกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์)



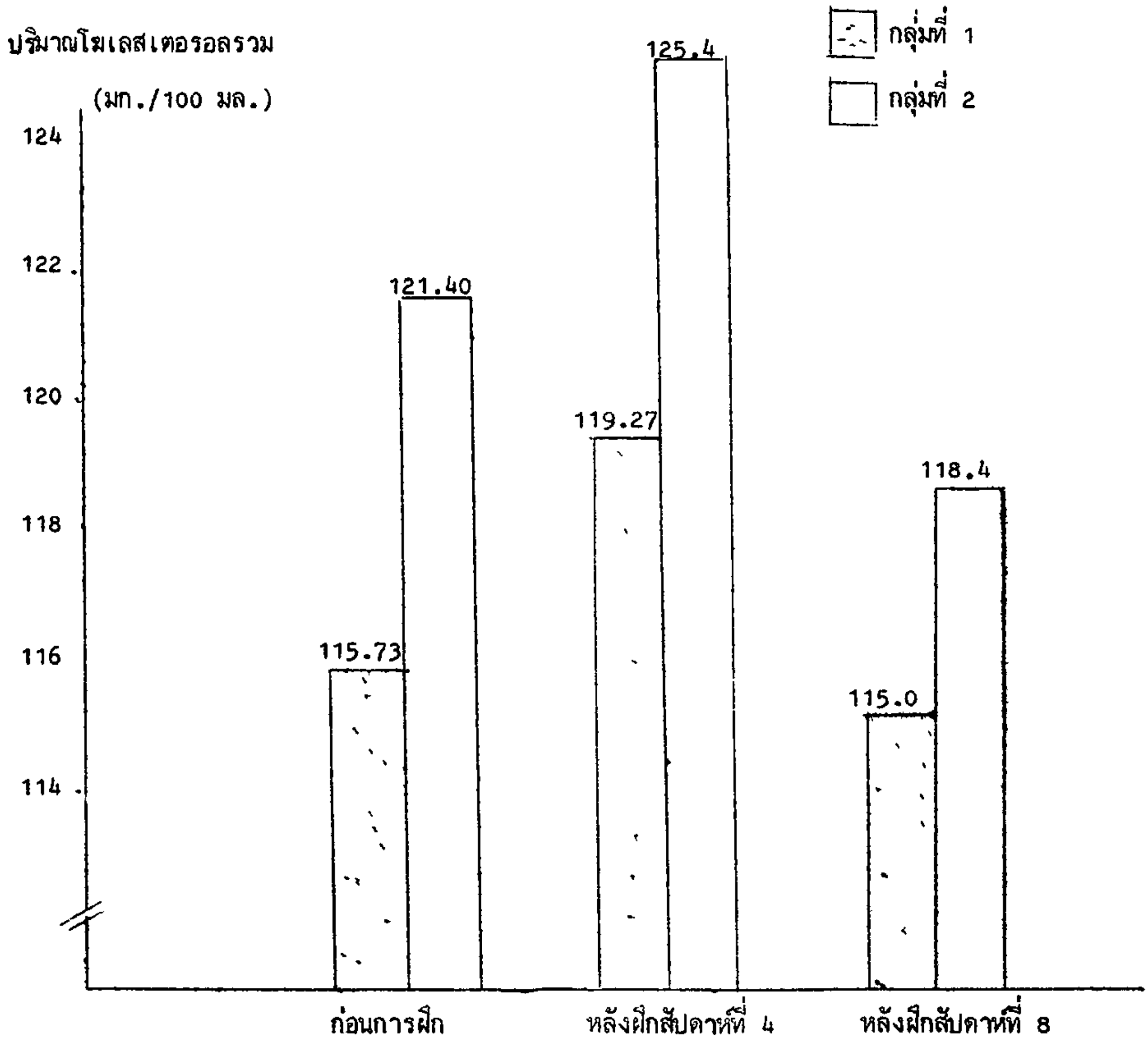
ภาพประกอบ 10 แสดงค่าเฉลี่ยความดันซิสโตลิค ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการหดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์



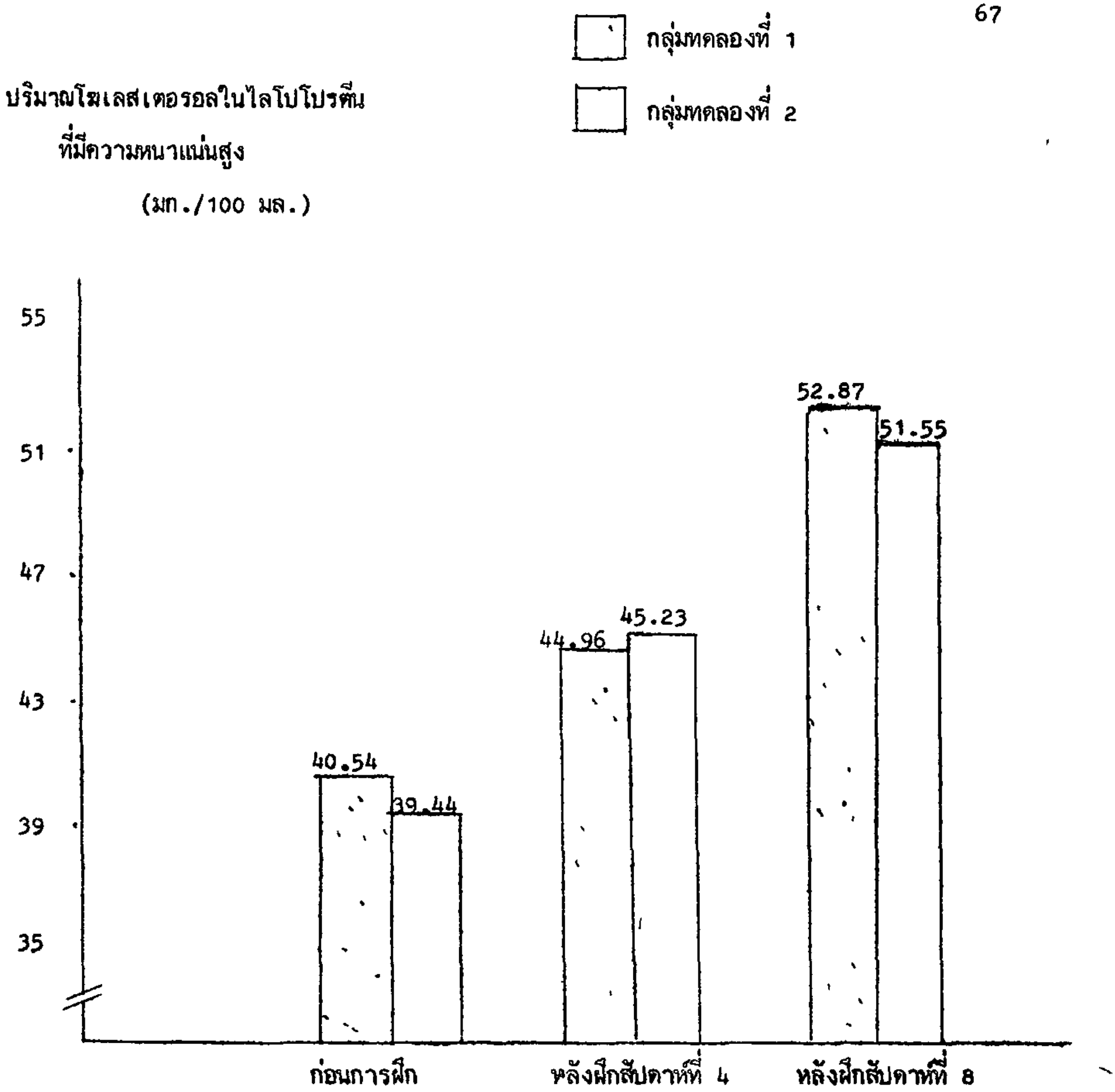
ภาพประกอบ 11 แสดงค่าเฉลี่ยความดันไดแอสโตลิค ก่อนการฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) และกลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์)



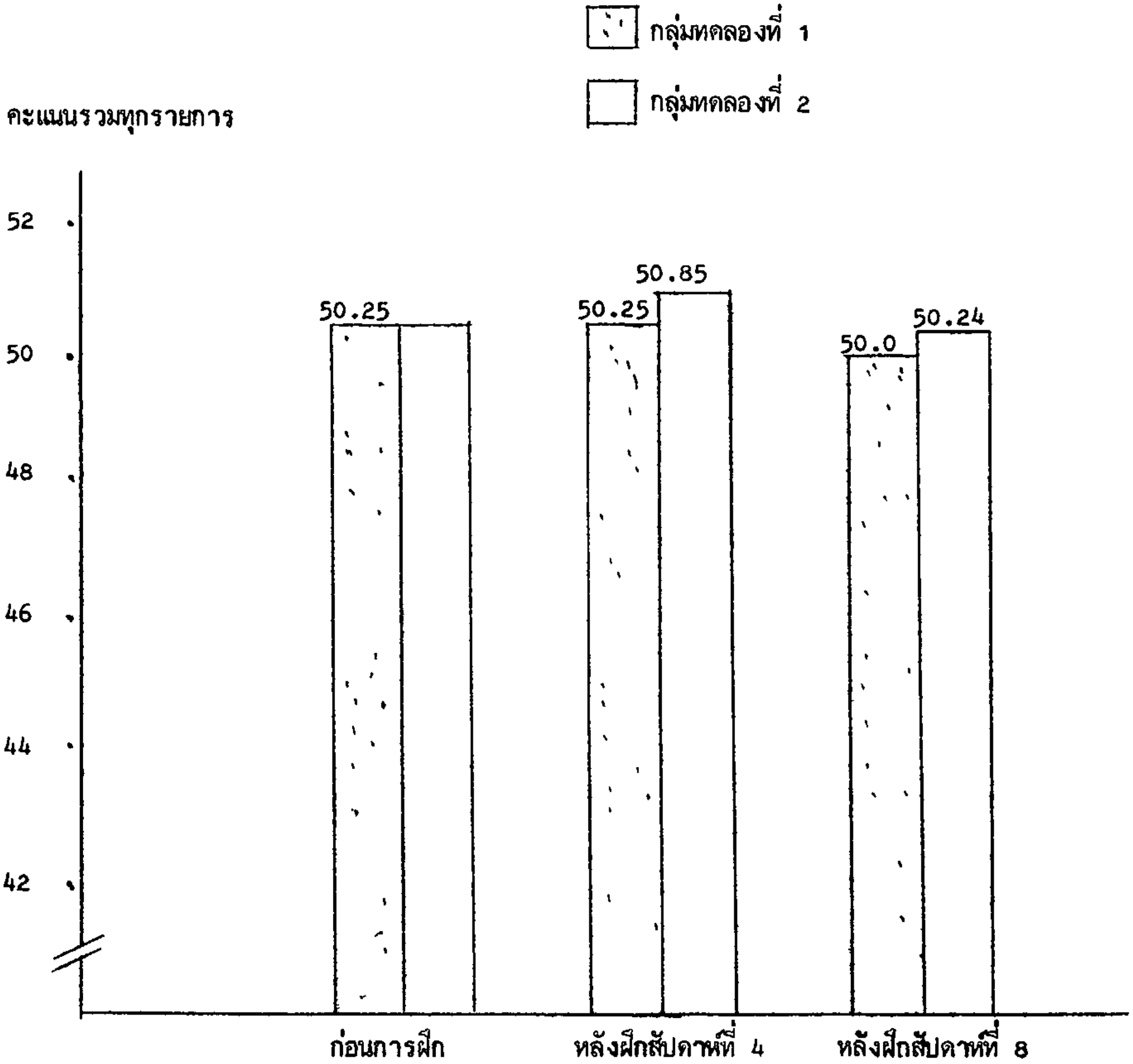
ภาพประกอบ 12 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน ก่อนการฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์)



ภาพประกอบ 13 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณโฆเลสเตอรอลรวม ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2(ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์)



ภาพประกอบ 14 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงก่อนการฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดของการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์)



ภาพประกอบ 15 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนรวมการทดสอบสรีรวิทยาของร่างกายทุกรายการโดยใช้คะแนนที (T-score) ก่อนการฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) กลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

<u>ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า</u>

เพื่อทราบผลของการออกกำลังกายในระดับความถี่ที่ต่างกันภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสรีรวิทยาของร่างกายดังต่อไปนี้

1. อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Resting Heart Rate)

2. ความสูงของคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (R-wave Amplitude)

3. ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด (Maximum O_2Consumption)

4. ความดันโลหิต (Boold Pressure)

5. ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin Concentration)

6. ปริมาณโคเลสเตอรอลรวม (Total Cholesterol)

7. ปริมาณโคเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (High Density Lipoprotein Cholesterol)

<u>กลุ่มตัวอย่าง</u>

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสันกำแพง อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 30 คนได้มาโดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแล้วจัดเข้ากลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ๆ ละ 15 คน โดยใช้เกณฑ์ของค่าดัชนีความหนัก (Ponderal Index) และความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด($\dot{V}O_2$- max) ทำให้กลุ่มทดลอง 2 กลุ่มมีค่าพื้นฐานสรีรวิทยาของร่างกายทุกรายการ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แล้วให้กลุ่มทดลองที่ 1 ออกกำลังกาย โดยการปั่นจักรยานวัดงานวันละ 10-20 นาที ความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ และกลุ่มทดลองที่ 2 ออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยานวัดงานวันละ 10-20 นาที ความถี่ 5 ครั้ง/สัปดาห์ ใช้ระยะเวลาฝึกทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ (1 พฤศจิกายน - 30 ธันวาคม 2529)

<u>เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล</u>

1. โปรแกรมการออกกำลังที่ความถี่ 2 ระดับ คือ

   1.1 การออกกำลังกาย 3 ครั้งต่อสัปดาห์

   1.2 การออกกำลังกาย 5 ครั้งต่อสัปดาห์(รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก.)

2. วัสดุและอุปกรณ์

   2.1 นาฬิกาจับเวลา (Stop Watch) จำนวน 2 เรือน

   2.2 เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง จำนวน 1 เครื่อง

   2.3 จักรยานวัดงานแบบโมนาร์ค (Monark Ergometer) จำนวน 5 คัน

   2.4 เครื่องให้จังหวะ (Metronome)จำนวน 1 เครื่อง

   2.5 เครื่องตรวจฟังหัวใจ (Stethoscope) จำนวน 1 อัน

   2.6 เครื่องวัดความดันชนิดปรอท (Sprygmomanometer จำนวน 1 เครื่อง

   2.7 เครื่องมือตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบกระเป๋าหิ้วของ Siemens Portable EKG จำนวน 1 เครื่อง พร้อมกระดาษกราฟ 6 ม้วน

   2.8 อุปกรณ์สำหรับเจาะตัวอย่างเลือด 30 ชุด (เข็มฉีดยา กระบอกฉีดยา ขนาด 10 มล. หลอดแก้วบรรจุตัวอย่างเลือด สำลี แอลกอฮอล์)

   2.9 สายยางรัดแขนเพื่อหาเส้นเลือดดำ 1 เส้น

   2.10 กระติกบรรจุน้ำแข็งขนาดใหญ่เพื่อเก็บขวดตัวอย่างเลือดก่อนส่งห้องปฏิบัติการทางเคมี 1 ใบ

   2.11 น้ำยา สารเคมี และเครื่องมือตรวจพิเศษทางชีวเคมีของตัวอย่างเลือด เพื่อตรวจหาความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน ปริมาณโฆเลสเตอรอลรวม และปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง วิเคราะห์จาก ห้องปฏิบัติการทางเคมี คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการทดสอบทางสรีรวิทยาของร่างกายทุกรายการ ในการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึก

2. ทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยพื้นฐานทางสรีรวิทยาของร่างกายของกลุ่มทดลอง โดยการใช้การทดสอบ t-test ณ ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

3. นำค่าทดสอบสรีรวิทยาของร่างกายแต่ละรายการของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ในการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึก มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทางวัดซ้ำ ณ ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีการของ นิวแมนคูลส์ (Newman Keuls Method)

4. นำค่าเฉลี่ยการทดสอบแต่ละรายการของการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มาเสนอเป็นแผนภูมิกราฟแท่งทุกรายการ

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การออกกำลังกายที่ระดับความถี่ 2 ระดับ คือ การออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์ และการออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์ ทำให้ผลการทดสอบสรีรวิทยาของร่างกาย 7 รายการ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ระยะเวลาการฝึก 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ มีผลทำให้สรีรวิทยาของร่างกายแตกต่างกับก่อนการฝึกดังต่อไปนี้

2.1 อัตราการบีบหัวใจก่อนการฝึก แตกต่างกับหลังสิ้นสุดการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีอัตราลดลง ส่วนช่วงเวลาอื่นไม่แตกต่างกัน

2.2 ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดก่อนการฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกช่วงเวลา โดยมีความสามารถเพิ่มขึ้น

2.3 ความดันซิสโตลิค (Systolic Pressure) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าความดันซิสโตลิคลดลง ส่วนช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังสิ้นสุดการฝึกไม่แตกต่างกัน

2.4 ปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึก ทุกช่วงเวลามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีปริมาณเพิ่มขึ้น

2.5 ขนาดความสูงของคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ความดันไดแอสโตลิค (Diastolic Pressure), ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน ปริมาณโฆเลสเตอรอลรวม ของก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสิ้นสุดการฝึก ไม่แตกต่างกันทุกช่วงเวลาฝึก

3. ผลการทดสอบสรีรวิทยาของร่างกายรวมทุกรายการ โดยใช้คะแนนมาตรฐานที (T-score) ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งระดับความถี่ที่ใช้ออกกำลังกายและช่วงเวลาฝึกระยะต่าง ๆ

4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ ของสรีรวิทยาของร่างกายทุกรายการ ปรากฏว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างระดับความถี่ในการออกกำลังกายกับระยะเวลาการฝึกแต่อย่างใด

<u>อภิปรายผล</u>

1. อัตราการบีบหัวใจขณะพัก (Resting Heart Rate)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ พบว่า อัตราการบีบหัวใจขณะพักหลังจากการฝึกถีบจักรยานวัดงานของกลุ่มทดลองที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์) และกลุ่มทดลองที่ 2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ลดลงจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ทั้งนี้ การออกกำลังกายโดยการถีบจักรยานวัดงาน เป็นการออกกำลังกายที่สร้างพลังงานจากอากาศออกซิเจน ทำให้หัวใจทำงานอย่างหนักขณะออกกำลังกาย เพื่อที่จะฉีดโลหิตลำเลียงเอาสารละลายที่จำเป็นในการสร้างพลังงานเข้าสู่ระบบเมตะโบลิสซึม (Metabolism) เพื่อให้ได้พลังงานสำหรับการออกกำลังกายขณะนั้นได้ทันท่วงที จากการที่หัวใจฝึกหัดทำงานอย่างหนักบ่อย ๆ จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของหัวใจขึ้น คือ หัวใจสามารถเพิ่มปริมาตรการสูบฉีดโลหิตออกจากหัวใจได้ครั้งละมาก ๆ หัวใจของผู้ที่ออกกำลังกายบ่อย ๆ โดยเฉพาะเป็นการออกกำลังชนิดแอโรบิค (Aerobic Exercise) ขณะพักจึงลดลง (องค์การส่งเสริมกีฬาฯ 2527 : 15) ซึ่งสอดคล้องกับ ชูศักดิ์ เวชแพศย์ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ 2528 : 46) ได้อธิบายไว้ว่า นักกีฬาจะมีอัตราการบีบหัวใจขณะพักน้อยกว่าคนที่ไม่ได้รับการฝึก เพราะหัวใจของนักกีฬามีความสามารถรับเลือกและฉีดเลือดออกจากหัวใจ 1 ครั้ง(Stroke Volume) ได้ปริมาณมากเพียงพอสำหรับการสร้างพลังงานขณะพัก จึงไม่มีความจำเป็นที่จะเร่งรีบบีบหัวใจให้เลือดออกไปเลี้ยงร่างกายให้เกินความจำเป็น การวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของจรวยพร ธรณินทร์ (จรวยพร ธรณินทร์ 2520 : 59) รายงานว่า การฝึกวิ่งแบบแอโรบิค เป็นเวลา 3 เดือน ทำให้อัตราการบีบหัวใจขณะพักลดลงเช่นเดียวกับ เรืองเดช เชิดพุทธ (เรืองเดช เชิดพุทธ 2523 : บทคัดย่อ) พบว่า การออกกำลังกายโดยการวิ่ง 12 นาที เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ทำให้อัตราชีพจรปกติลดลงจากก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญ เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบของกลุ่มที่ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์ กับ 5 ครั้ง/สัปดาห์ จะเห็นว่าผลไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะการออกกำลังกายที่ระดับความถี่ทั้ง 2 แบบนั้นมีความใกล้เคียงกัน จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อร่างกายใกล้เคียงกันด้วย

2. ความสูงของคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (R-wave Amplitude)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ พบว่า ระดับความถี่ที่ให้ออกกำลังกาย และระยะเวลาฝึก 8 สัปดาห์ ไม่ทำให้ความสูงของคลื่นอาร์แตกต่างกัน ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่าความหนักของงานที่ให้ฝึกกับระยะฝึก(8 สัปดาห์) ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้ความหนาของเวนตริเคิ้ลซ้าย (Left Ventricle)เพิ่มขึ้น เพราะความสูงของคลื่นอาร์นั้นจะมีความสัมพันธ์กับความหนา(ความแข็งแรง) ของเวนตริเคิ้ลซ้าย (Left Ventricle) (ชมพูนุช อ่องจริต 2527: 65) และอีกประการหนึ่งเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาครั้งนี้เป็นเด็กวัยฉกรรจ์ ถึงแม้จะไม่ใช่นักกีฬาแต่สรีรภาพต่าง ๆ ของร่างกายค่อนข้างสมบูรณ์จึงทำให้เห็นความเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

3. ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด (Maximum, O_2 Consumption)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ พบว่าระดับความถี่ที่ให้ออกกำลังกายต่างกันไม่ทำให้ผลการทดสอบความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดต่างกัน แต่ระยะฝึกหลังสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ทำให้ความสามารถในการจับออกซิเจนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังพบอีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ยังมีความสามารถ ในการจับออกซิเจนสูงกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญอีกด้วย การออกกำลังกายด้วยการถีบจักรยานวัดงานกำหนดงาน 60-80 เปอร์เซ็นต์ เป็นการออกกำลังระดับแอโรบิค ซึ่งการสร้างพลังงานส่วนใหญ่ต้องอาศัยอากาศออกซิเจน (ประทุม ม่วงมี 2527 : 23-25) ดังนั้น เมื่อร่างกายได้รับการฝึกบ่อย ๆ จึงปรับสภาพตัวเองเพื่อดึงเอาอากาศออกซิเจนเข้าไปใช้ให้เพียงพอ เช่นการเพิ่มเม็ดโลหิตแดงในเส้นเลือด การเพิ่ม Stroke Volume หรือการเพิ่มขนาดความจุของปอด การเพิ่มความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน เป็นต้น (ประทุม ม่วงมี 2527 : 209-210) ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดจะเพิ่มขึ้นแบบฝึกจะต้องมีความหนักพอและนานพอจึงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบไหลเวียนได้ รุซเซล (Russel,1982 : 147p) นักพลศึกษา ได้ทำการวิจัยผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิคเป็นเวลา 4 เดือน ปรากฏว่าการออกกำลังกายแบบให้กายบริหารอยู่กับที่มีความสามารถในการจับออกซิเจนเพิ่มขึ้นเพียง 8.6 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่กลุ่มฝึกวิ่งมีความสามารถเพิ่มขึ้นถึง 25.1 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้น อดีนิรัน (Adeniran 1983:111p) ยังได้รายงานว่ากลุ่มฝึกวิ่ง 2 นาที เป็นเวลา 11 สัปดาห์(สัปดาห์ละ 3 ครั้ง) ไม่ทำให้ความสามารถของการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การออกกำลังกายระดับแอโรบิคด้วยการให้ถีบจักรยานวัดงาน ความหนัก 60-80 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลา 10-20 นาที ช่วงระยะเวลาเพียง 4 สัปดาห์ ไม่ว่าจะใช้ความถี่ 3 ครั้ง หรือ 5 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ก็ทำให้ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

4. ความดันซิสโตลิค และความดันไดแอสโตลิค (Systolic and Diastolic Blood Pressure)

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ พบว่าความถี่ในการออกกำลังกายทั้ง 2 แบบไม่ทำให้ความดันซิสโตลิคและไดแอสโตลิคเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด ส่วนระยะเวลาฝึก 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ ทำให้ความดันซิสโตลิคลดลงจากก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนความดันไดแอสโตลิคไม่เปลี่ยนแปลง จากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบว่าการให้ออกกำลังกายระดับแอโรบิคมีผลทำให้ความดันโลหิตลดลงหลังการฝึกเพียง 4 สัปดาห์ ความดันซิสโตลิคและพักนั้นเป้าหมายของทุกคนต้องการให้มีค่าระดับปรกติคือ 100-120 มม.ปรอท หากสูงกว่านี้แสดงว่าเส้นเลือดที่กระจายอยู่ทั่วร่างกายเกิดการผิดปรกติไม่ยืดหยุ่นพอ อาจจะเป็นเพราะเกิดภาวะเส้นโลหิตแข็งตัว หรือเส้นโลหิตมีความหนาทำให้หัวใจต้องออกแรงบีบเพิ่มขึ้น เท่ากับเป็นการเพิ่มภาระการทำงานของหัวใจซึ่งมากอยู่แล้ว(หัวใจทำงานตลอดชีวิต) กลับเพิ่มมากขึ้นนั่นเอง จากการสำรวจโดยทั่วไป ภาวะดังกล่าวมักจะพบมากในคนวัยกลางคนที่มีรูปร่างอ้วนน้ำหนักเกิน (เสาเอ อินทรสุขศรี 2526 : 108-111) นายแพทย์จะใช้วิธีการรักษาโดยทางยาเป็นส่วนใหญ่เพื่อลดค่าของความดันโลหิตให้ลดลง เมื่อผลการวิจัยสามารถลดความดันโลหิตลงได้ ก็เท่ากับว่าเป็นการเพิ่มวิธการรักษาระดับความดันโลหิตให้อยู่ในระดับเป้าหมายของคนทั่วไปได้อีกวิธีหนึ่ง ซึ่งตรงกับผลการวิจัยของ โบเยอร์และแคสช์ (Boyer and Kasch. 1970:1668-71)ทำให้คนไข้มีความดันลดลงหลังจากให้ออกกำลังกายตามโปรแกรมเป็นเวลา 6 เดือน และคูปเปอร์ (Cooper.1976:120) ได้ทดลองให้ผู้ป่วยออกกำลังกายแบบแอโรบิคเป็นเวลา 2 ปี ทำให้ความดันลดลงเป็นที่น่าพอใจ

5. ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin Concentration)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ พบว่าความถี่ในการออกกำลังกาย 2 แบบ และระยะเวลาฝึก 8 สัปดาห์ ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ

ฮีโมโกลบินอย่างชัดเจน ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างอยู่ในวัยฉกรรจ์ มีกิจกรรมเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาในชีวิตประจำวัน และการรับประทานอาหารประเภทโปรตีนเพียงพอ จึงทำให้ความเข้มข้นของฮีโมโกลบินอยู่ในระดับความต้องการของร่างกายที่จะใช้ลำเลียงออกซิเจนสู่กระแสโลหิตได้เพียงพอเช่นกัน อนึ่ง จากการศึกษาค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฯ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จึงสรุปได้ว่าการออกกำลังกายทำให้ความเข้มข้นของฮีโมโกลบินเพิ่มขึ้น หากเพิ่มความหนักและระยะเวลาในการฝึกให้มากขึ้นตรงกับผลวิจัยของ เวลลา และ เฮอร์แมนเซน (Vellar and Hermansen 1971:1-40) รายงานว่า ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดกับความเข้มข้นของฮีโมโกลบินมีความสัมพันธ์กันสูง และผลการวิจัยของ จรวยพร ธรณินทร์ (จรวยพร ธรณินทร์ 2529 : บทคัดย่อ) ที่พบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิค ทำให้ฮีโมโกลบินเพิ่มขึ้น

6. ปริมาณโฆเลสเตอรอลรวม (Total Cholesterol)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำพบว่า ความถี่ในการออกกำลังกาย 2 แบบ และระยะเวลาฝึก 8 สัปดาห์ ไม่ทำให้ปริมาณโฆเลสเตอรอลรวมลดลงตามความคาดหวังแต่อย่างใด ทั้งนี้ อาจจะเป็นด้วยสาเหตุสำคัญ 2 ประการ คือ

6.1 หลังจากได้รับการฝึกทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความต้องการอาหารเพิ่มขึ้นกว่าปกติ การรับประทานอาหารมากกว่าธรรมดาจึงทำให้ได้รับสารอาหารมากขึ้น ปริมาณโฆเลสเตอรอลจึงเพิ่มขึ้นด้วย และ

6.2 ปริมาณโฆเลสเตอรอลรวม เป็นผลรวมของโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนชนิดต่าง ๆ เมื่อการออกกำลังกายทำให้ปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงเพิ่มขึ้น (Cooper 1981:35) ปริมาณโฆเลสเตอรอลรวมจึงเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยขององค์การส่งเสริมการกีฬาแห่งประเทศไทย(อสกท 2527 ค : บทคัดย่อ) ซึ่งพบว่าการออกกำลังด้วยวิธีแอโรบิคตามวิธีการของ คูเปอร์ (Cooper) และกำหนดชีพจรเป็นเวลา 32 สัปดาห์ ไม่ทำให้ปริมาณโฆเลสเตอรอลรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

จึงสรุปได้ว่าการฝึกด้วยการถีบจักรยานวัดงาน (ตามแบบฝึกครั้งนี้) ไม่ทำให้ปริมาณโฆเลสเตอรอลลดลง ไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

7. ปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (High Density Lipoprotein Cholesterol)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำ พบว่าระดับความถี่ที่ให้ออกกำลังกายทั้ง 2 แบบ ไม่ทำให้ปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (HDLC) แตกต่างกัน ส่วนระยะเวลาฝึก 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ ทำให้ปริมาณ HDLC มีความแตกต่างกันก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และยังพบอีกว่าปริมาณ HDLC หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ก็ยังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่าช่วงระยะเวลาการฝึก 4 สัปดาห์นั้นเพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูงให้สอดคล้องกับรายงานการวิจัยหลายฉบับ เช่น คูปเปอร์(Cooper.1981:35) ได้สรุปงานวิจัยว่า การวิ่งสัปดาห์ละ 11 ไมล์ เป็นเวลา 4 เดือน ทำให้เพิ่มปริมาณ HDLC ถึง 35 เปอร์เซ็นต์, ฮาตุง สไควเออร์ และ กอตโต้ (Hartung, Squires and Gotto 1981:181-185) รายงานว่าการออกกำลังกายโดยกำหนดชีพจร 70 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 3 เดือน(สัปดาห์ละ 3 ครั้ง) ทำให้ปริมาณ HDLC เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และสอดคล้องกับรายงานวิจัยขององค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย(อส กท.2527 : บทคัดย่อ) ว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิคของคูปเปอร์ และแบบกำหนดชีพจร 60-80 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 32 สัปดาห์ทำให้ปริมาณ HDLC แตกต่างจากก่อนการฝึก และแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

8. ผลรวมของการทดสอบสรีรวิทยาของร่างกายทุกรายการ โดยการใช้คะแนนมาตรฐานที (T-score)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ตัวประกอบวัดซ้ำพบว่า ระดับความถี่ในการออกกำลังกาย 2 แบบ ระยะเวลาในการฝึกนาน 8 สัปดาห์ ไม่ทำให้ผลการทดสอบรวมทุกรายการแตกต่างกัน กับทั้งไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับเวลาในการฝึกแต่อย่างใด

<u>สรุปและข้อเสนอแนะ</u>

1. ความถี่ในการออกกำลังกายแบบ 3 ครั้ง/สัปดาห์ และ 5 ครั้ง/สัปดาห์ ให้ผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกายใกล้เคียงกัน ซึ่งตรงกับสมมุติฐานข้อที่ 1

2. ระยะเวลาของการฝึก 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ ทำให้สรีรวิทยาของร่างกายบางรายการเปลี่ยนแปลงจากก่อนการฝึก

3. จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลไม่ปรากฏว่าความถี่ของการออกกำลังกายกับระยะเวลาการฝึกมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction)กัน ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน

4. การออกกำลังกายโดยถีบจักรยานวัดงานกำหนดชีพจร 60-80 เปอร์เซ็นต์ ครั้งละ 10-20 นาที เพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาบางรายการได้ดี เทียบเท่ากับการออกกำลังกายระดับแอโรบิค(Aerobic Exercise) ประเภทอื่น ๆ ผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบข้อต่อ หรือผู้ที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐาน(อ้วน) อาจจะเลือกใช้การออกกำลังกายโดยการถีบจักรยาน-วัดงานโดยกำหนดความหนัก 60-80 เปอร์เซ็นต์ ได้

5. การออกกำลังกายโดยการถีบจักรยานวัดงานตามวิธีการของผู้วิจัย จะเป็นความถี่ระดับ 3 ครั้ง/สัปดาห์ หรือ 5 ครั้ง/สัปดาห์ ต่างก็ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของ-ร่างกายได้เท่าเทียมกัน จึงเป็นสิ่งดีสำหรับผู้ที่มีภาระกิจประจำวันมาก ไม่สามารถจะออกกำลังกายได้ทุกวัน โดยอาจจะเลือกวิธีการออกกำลังกายแบบวันเว้นวัน (3 ครั้ง/สัปดาห์) ก็จะให้ผลใกล้เคียงกับการออกกำลังกายแบบทุกวัน ทั้งนี้ การกำหนดความถี่ในการออกกำลังกายดังกล่าวสามารถใช้กับการออกกำลังกายแบบแอโรบิคประเภทอื่น ๆ ได้ทุกประเภทด้วย

6. ในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาการออกกำลังแบบแอโรบิคเปรียบกับการออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิค (Anaerobic)ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสรีรวิทยาของร่างกายตามแบบการวิจัยครั้งนี้ หรือรายการอื่น ๆ หรือควรศึกษาการเปลี่ยนแปลงในร่างกายของผู้ที่มีวัยระดับสูงขึ้น

บ ร ร ณ า นุ ก ร ม

บรรณานุกรม

จรวยพร ธรณินทร์ ผลการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อสรีรภาพและสมรรถภาพของคนไทยวัยผู้ใหญ่ รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา 2520, 101 หน้า

______ กายวิภาคและสรีรวิทยาการออกกำลังกาย ไทยวัฒนาพานิช 2522, 385 หน้า

เจริญ พุทธวรรณ คู่มือการลดน้ำหนัก การรถไฟแห่งประเทศไทย 2520, 35 หน้า

ชมพูนุท อ่องจริต กลื่นไฟฟ้าหัวใจทางคลินิค กรุงเทพเวชสาร 2527, 256 หน้า

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัธน์ สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย พิมพ์ครั้งที่ 3 เทพรัตน์การพิมพ์ 2528, 320 หน้า

ชูศรี วงศ์รัตนะ สถิติเพื่อการวิจัย พิมพ์ครั้งที่ 3 โรงพิมพ์เจริญผล 2527, 370 หน้า

นันทยา ชนะรัตน์ ประสิทธิ์ ชนะรัตน์ และสุชาดา ตาวารัตน์ อิทธิพลของภาวะโภชนาการและปัจจัยทางพันธุศาสตร์ต่อระดับโฆเลสเตอรอลและวิตามิน อี ในคนไทยภาคเหนือ รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2522, 55 หน้า

ประทุม ม่วงมี รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและการพลศึกษา บูรพาสาส์น 2527, 372 หน้า

มุกดา ฐิตะฟุด และ นิ่มนวล โอกูม่า สารชีวโมเลกุล ภาควิชาเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2524, 346 หน้า

เรืองเดช เชิดพุทธ ผลการฝึกวิ่ง 12 นาที โดยการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ น้ำหนักตัว ความดันเลือด ไขมันในเลือด ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, หน้า อัดสำเนา

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ สถิติวิทยาทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช 2522, 276 หน้า

วิชิต คนึงสุขเกษม "สรีรวิทยาการออกกำลังกายชั้นสูง" เอกสารประกอบคำบรรยาย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา 2528, ไม่มีเลขหน้า

วิไลพรรณ ริมชลา "แนวความคิดใหม่ในการรักษาโรคความดันเลือดสูง" วารสารศูนย์การศึกษาแพทยศาสตร์คลีนิค โรงพยาบาลพระปกเกล้า ฉบับที่ 3(2) 101-114 กรกฎาคม-กันยายน 2528

สุพิศ จินดาวนิต ชีวเคมีคลีนิค โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523, 212 หน้า

สุทัศน์ บวรสมบัติ และบรรจบ ชุณหสวัสดิกุล หัวใจชำรุด สำนักพิมพ์เมดิคัลมีเดีย 2527,173 หน้า

สุวิทย์ อารีกุล "ความอ้วน" สุขภาพ 8 : 45-49 สิงหาคม 2519

โสภณ พานิชพันธ์ การรักษาความดันเลือดทางยา ศิริราชพยาบาล คณะแพทยศาสตร์ 2526, 75 หน้า

เสนอ อินทรสุขศรี "แรงดันเลือดสูงแรงดันเลือดต่ำ" นิตยสารการท่าเรือ ฉบับที่ 318 : 37-46 กรกฎาคม 2527

อนันต์ อัตชู สรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2520,122 หน้า

อุดมศิลป์ ศรีแสงนาม วิ่งสู่วิถีชีวิตใหม่ เอช.เอน.การพิมพ์ สำนักพิมพ์หมอชาวบ้าน 2528, 208 หน้า

องค์การส่งเสริมการกีฬาแห่งประเทศไทย, ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา การออกกำลังกายในผู้สูงอายุ ชวนพิมพ์ 2527, 53 หน้า

องค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย มาตรฐานการทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับนักกีฬา นักศึกษา เยาวชน และประชาชน รายงานการวิจัย 2527, 52 หน้า

________ การเปรียบเทียบผลการฝึกตามโปรแกรมการออกกำลังกายแบบอากาศนิยม 2 โปรแกรม ดัชนีความหนัก ปริมาณโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีน ที่มีความหนาแน่นสูง และปริมาณโฆเลสเตอรอลรวมในเลือดของประชาชนชายไทยวัยผู้ใหญ่ รายงานการวิจัย 2527, 49 หน้า

Adeniran, Samuel, Adebisi. "The effect of IntervEl and Continueous Exereise Programs on HDL Cholesterol, apo A-1, apo B and LCAT," Dissertation Abstract International. No. 11 : 3317-A, May, 1984.

Adner, Marvin M. and W.P. Castelly. "Elevated High Density Lipoprotein Levels in Marathon Runners," Journal of the American Medical Association. 243 : 534 - 36, 1980.

Astrand, Per - Olof and Rodahl, Kaare. Textook of work Physiology. New York, McGraw - Hill Book Company, 1977, 681 p.

Boyer, J.L. and F.W. Kasch. "Exercise Therapy in Hypertensive Men," Journal of the American Medical Association. 211 : 1668 - 71, 1970.

Cooper, Kenneth H. The New Aerobics. New York Bantom Books 1976 120 p.

_______ "The Cholesterol - HDL Ratio to Fitness," Inside Aerobic. 9(2) : 1 September, 1981.

Dubin, Dale. Rapid Interpretation of EKG's 3rd edition, Florida, U.S.A. Cover Publishing Company, 1976, 295 p.

Hartung, George Harley. "Cardiac Electrical Activity During Exercise and Recovery in trained and Nontrained Subject," Dissertation Abstract International. No. 4 : unpaged October, 1970.

Hartung, G.Harley, W.G. Squires and A.M. Gotto. "Effect of Exercise Training on Plasma High Density Lipoprotein Cholesterol in Coronary Disease Patients," American Heart Journal. 101 : 181 - 5, 1981.

Johnson and Buskirk. Science and Medicine of Exercise and Sport. 2nd edition New York, Harper and Row Publischer, 1974, 1486 p.

Kanungsukkasem, Vijit. Ameasurment and Comparison of Selected Physical Fitness Components and Anthropometrical Characteristics of American, Middle Eastern, and East and Southeast Asian male Student at Oklahoma State University. Doctoral Dissertation Oklahoma State University, 1983, 235 p. mimeographed.

Miller, Ernest Albert. "The Effect of Hemoglobin Supplements Upon Maximum Oxygen Uptake in Females," Dissertation Abstract International. No. 6 unpaged, December, 1987.

Morehouse, Laurence E. and Miller, Augustus T. Physiology of Exercise. Saint Louis, The C.V.Mosby Company, 1976, 364 p.

Morris, J.N., J.A. "Coronary Heart Disease and Physical Activity of Work," Lancert. 1111 - 1120 . 1953.

Russell, Ewan M. "The Effect of an Aerobic Conditioning Program on Reaction Time of Older Sedentary Adults," Dissertation Abstracts International. 43(10) · 3259 - A, April, 1983.

Tamer, Kamel. A Measurment and Comparison of Selected Physical Fitness Components of American, Middle Eastern, and East and Southeast Asian Male Students of Oklahoma State University. Doctoral Dissertation , Oklahoma State University, 1982, 138 p. mimeographed.

Vellar O.D. and L. Hermansen. "Physical Performance and Hemoglobin Parameters," Acta Med. Scand. Supplementation. 522 : 1-40, 1971.

Winer, B.J. Statistical Principle in Experimental Design. 2nd ed., New York, McGraw - Hill book Co. 1971, 917 p.

ภ า ค ผ น ว ก

ภาคผนวก ก.

วิธีการทดลอง

1. กลุ่มทดลองที่หนึ่ง ให้ออกกำลังกายโดยการถีบจักรยานวัดงาน เริ่มต้นที่น้ำหนัก 300 KPM/นาที แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนชีพจรมีค่าระหว่าง 60-80 เปอร์เซ็นต์ ของชีพจรสูงสุด ครั้งละ 10-20 นาที โดยใช้ความถี่ 3 ครั้ง/สัปดาห์ ใช้เวลาทดลองทั้งสิ้น 8 สัปดาห์

2. กลุ่มทดลองที่สอง ให้ออกกำลังกายโดยการถีบจักรยานวัดงาน เริ่มต้นที่น้ำหนัก 300 KPM/นาที แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนชีพจรมีค่าระหว่าง 60-80 เปอร์เซ็นต์ ของชีพจรสูงสุด ครั้งละ 10-20 นาที โดยใช้ความถี่ 5 ครั้ง/สัปดาห์ ใช้เวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์

ตารางการฝึก

กลุ่มทดลอง	สัปดาห์ที่ 1-2		สัปดาห์ที่ 3-4		สัปดาห์ที่ 5-8	
	ระดับคงที่	เวลา(นาที)	ระดับคงที่	เวลา(นาที)	ระดับคงที่	เวลา(นาที)
กลุ่มที่ 1 (ออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์)	60%	8	70%	12	75%-80%	15-20
กลุ่มที่2 (ออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์)	60%	8	70%	12	75%-80%	15-20

ภาคผนวก ข.

ตาราง 27 แสดงกายภาพและผลการทดสอบสรีรวิทยาของกลุ่มทดลองที่ 1
(กลุ่มออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์)

ผลการทดสอบ / กลุ่มตัวอย่าง	อายุ	สูง	น้ำหนักตัว	PI	HR (ครั้ง/นาที)			R-wave (มม)			VO_2-max (มล/กก/นาที)			Systolic BP (มม/ปรอท)			Diastolic BP (มม ปรอท)			Hb (กรัม/dl)			TC (มก/%)			HDLC (มก/%)		
					1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	17	163	48	22 3	85	70	71	13	13	14	55	60	63	120	120	110	80	80	70	16 4	17 2	17 1	136	143	140	46 13	49 7	54 7
2	17	169	50	21 7	68	62	55	20	12	17	48	44	49	130	120	120	70	60	70	15 0	15 2	16 0	172	149	150	45 8	35 5	49 3
3	16	168	55	22 6	73	58	56	15	15	13	47	53	55	120	130	110	70	70	70	15 6	15 5	15 1	124	117	111	27 17	39 1	48 1
4	17	168	56	22 7	82	59	55	14	11	18	45	58	59	120	120	110	70	70	60	15 6	15 0	16 7	113	140	100	45 75	60 4	63 7
5	16	165	50	22 3	70	59	53	17	16	17	45	58	61	100	100	110	60	60	70	16 4	17 2	17 1	129	117	131	37 63	46 2	59 1
6	19	167	56	24 9	50	45	50	21	21	19	43	45	54	100	110	00	70	60	60	17 2	16 1	18 0	124	121	115	31 34	46 2	52 2
7	18	164	50	2 4	71	75	70	21	20	21	40	40	45	110	110	100	70	75	70	16 4	16 8	18 1	132	130	120	40 71	42 7	47 1
8	18	160	53	23 5	78	75	71	20	20	21	40	55	57	120	110	100	70	70	60	19 0	17 8	17	94	121	113	31 53	42 7	49 1
9	18	165	56	23 4	60	59	53	19	14	18	38	43	45	120	110	100	80	70	70	17 2	17 5	16 7	142	136	128	55 64	42 7	65 2
10	16	169	18	21 5	90	88	70	15	22	20	34	44	48	140	130	120	80	70	70	19 8	19 0	18 1	86	102	107	42 74	42 7	51 3
11	19	173	51	21 2	60	52	52	17	16	18	8	15	50	126	120	120	82	80	70	17 3	18 0	18 4	93	88	95	45 1	46 0	39 7
12	19	165	50	22 3	82	74	71	16	16	17	40	55	54	120	120	100	50	60	60	16 1	16 7	17 3	98	100	107	38 0	42 1	52 3
13	18	166	56	23 0	65	57	52	18	15	16	43	48	52	118	110	100	72	70	70	18 1	16 1	16	110	111	102	0 7	42 1	52 4
14	18	162	57	2 7	61	60	59	18	19	17	51	56	57	120	120	110	80	75	70	18 0	19 1	19 9	98	100	105	31 10	40 5	51 3
15	19	171	63	23 7	61	59	59	16	18	19	44	51	51	110	120	110	70	70	70	17 1	17 3	16 8	105	111	101	55 7	56 0	57 3
X̄	17 73	166 3	53 4	22 6	70 4	63 47	59 07	17 33	16 53	17 67	43 47	50 3	53 33	120 8	[illegible]	108	71	69	67 3	17 05	17 12	17 2	115 73	119 27	115	40 54	44 96	52 87
SD	1 03	3 45	4	0 7	1 25	10 88	8 20	2 53	3 36	2 26	5 46	6 53	5 47	11 6	7 36	7 7	8 5	6 7	6	1 30	1 24	1 10	23 25	17 7	15 89	8 74	6 38	4 57

ตาราง 28 แสดงสมรรถภาพและผลการทดสอบชีววิทยาของกลุ่มทดลองที่ 2
(กลุ่มออกกำลังกาย 5 ครั้ง/สัปดาห์)

ผลการทดสอบ / กลุ่มตัวอย่าง	อายุ	ส่วนสูง	น้ำหนักตัว	PI	HR (ครั้ง/นาที)			R-wave (มม.)			VO_2 - max (มล./กก./นาที)			Sytolic BP (มม ปรอท)			Diastolic B P (มม ปรอท)			Hb (กรัม/%)			TC (มก /%)			HDLC (มก /%)		
					1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	18	162	50	22 7	71	68	65	16	16	17	52	55	61	110	110	100	70	70	60	16 6	17 2	17 4	116	111	107	31 30	42 7	54 3
2	17	171	60	22 9	50	45	5	10	8	12	50	62	63	100	110	110	60	60	60	16 4	16 5	16 0	116	121	118	53 20	55 5	7
3	18	158	47	22 F	66	75	70	21	21	19	46	52	56	110	140	110	65	50	55	19 0	19 5	18 4	129	114	100	11 10	42 7	46
4	16	156	46	22 0	75	77	70	17	15	18	46	52	55	100	100	105	60	70	75	17 2	17 5	17 3	86	114	111	20 60	49.7	52 1
5	17	160	50	22 3	56	56	54	22	20	22	6	46	49	130	120	110	70	70	70	1 8	14 5	15 4	114	140	120	52 24	55 5	54 4
6	17	159	45	22 3	81	65	76	17	15	19	44	46	50	100	100	100	60	60	60	13 8	19 0	16 0	136	139	131	45 06	71 1	73 1
7	17	160	46	22 2	70	85	50	21	20	21	42	54	61	110	100	100	60	60	60	15 6	15 0	18 1	177	151	142	1 10	39 1	46 7
8	18	164	49	22 3	65	78	70	10	9	13	50	58	63	120	110	110	70	60	65	16	18 5	16 6	1	11	15	42 67	5 5	6 9
9	16	171	57	22 4	71	75	65	13	0	13	39	35	45	110	110	110	60	70	70	17 2	17 5	17 6	76	124	101	54 61	46 2	54 1
10	18	160	50	23 0	78	65	70	20	15	14	34	38	43	120	110	100	80	70	60	17 2	17 0	18 3	156	179	127	73 20	39 1	40 7
11	19	165	53	2 0	70	61	56	16	17	18	45	0	53	120	120	110	60	75	70	16 0	17 1	17 1	171	1 8	111	35 6	45 2	53 1
12	19	162	50	22 7	65	61	56	15	14	14	[illegible]	48	57	1 0	1 0	120	60	60	70	15 7	15	16 3	136	125	114	40 3	51 1	50 4
13	19	162	50	22 7	62	61	58	17	18	17	46	50	55	120	120	120	60	60	70	15 7	15 3	16 3	108	125	114	40 3	51 1	50 4
14	19	168	59	2 0	69	61	58	14	19	15	34	43	50	122	120	110	64	60	70	18 1	17 7	18 1	127	100	102	45 5	50	5 3
15	19	168	5	22 7	77	72	57	13	15	17	46	53	54	120	120	110	70	60	65	16 0	16 9	16 9	119	113	107	43 7	5 7	9 2
	18 13	163 4	51	22 6	69 73	70 8	62	16 13	15 4	16 6	43 33	49	54 47	114 0	112 6	107 6	66 0	67 1	67 0	17 13	17 29	17 7	121 4	125 4	117 73	39.4	45 2	51 55
	03	4 59	4 75	26	9 70	12 6	8 2	78	4 10	07	5 18	7 15	6 23	9 9	8 8	6 7	7 9	6 7	5 8	1 54	1 47	92	22 27	15 5	14 94	7 5	6 7	7 23

ภาคผนวก ค.

1. วิธีการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogroph Tracing)

จุดประสงค์

1. เพื่อคำนวณหาอัตราการบีบหัวใจ (Heart Rate)
2. เพื่อคำนวณหาความสูงของคลื่นอาร์ในคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (R-wave Amplitude)

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจขนาดกระเป๋าหิ้ว 1 เครื่อง
2. อีเล็คโทรดสำรอง 4 ตัว
3. สำลี
4. แอลกอฮอล์
5. ครีมสื่อไฟฟ้า
6. เตียง
7. ปลั๊กไฟฟ้ากระแสสลับ
8. กราวด์

วิธีวัด

1. ให้ผู้รับการทดสอบนอนหงายบนเตียงทำตัวให้ผ่อนคลาย
2. ทาครีมบนอีเล็คโทรดทุกตัวรวม 10 ตัว แล้วติดอีเล็คโทรดบนข้อมือซ้าย-ขวา ข้อเท้าซ้าย-ขวา บนหน้าอกตามตำแหน่ง(ดังภาพประกอบ 16) อย่าให้สลับตำแหน่งกัน
3. ตรวจดู Standardization เพื่อให้เข็มขึ้นได้ 10 มม.พอดี หากไม่พอจะต้องหมุนปรับปุ่ม
4. กดปุ่มวิ่ง (RUN) เพื่อให้กระดาษกราฟเดินด้วยความเร็ววินาทีละ 25 มม.

5. เลื่อนปุ่มลีด (Lead) ตามลำดับ ความยาวของลีดแต่ละลีด ความต้องการ (2-3 Complex) ดังต่อไปนี้

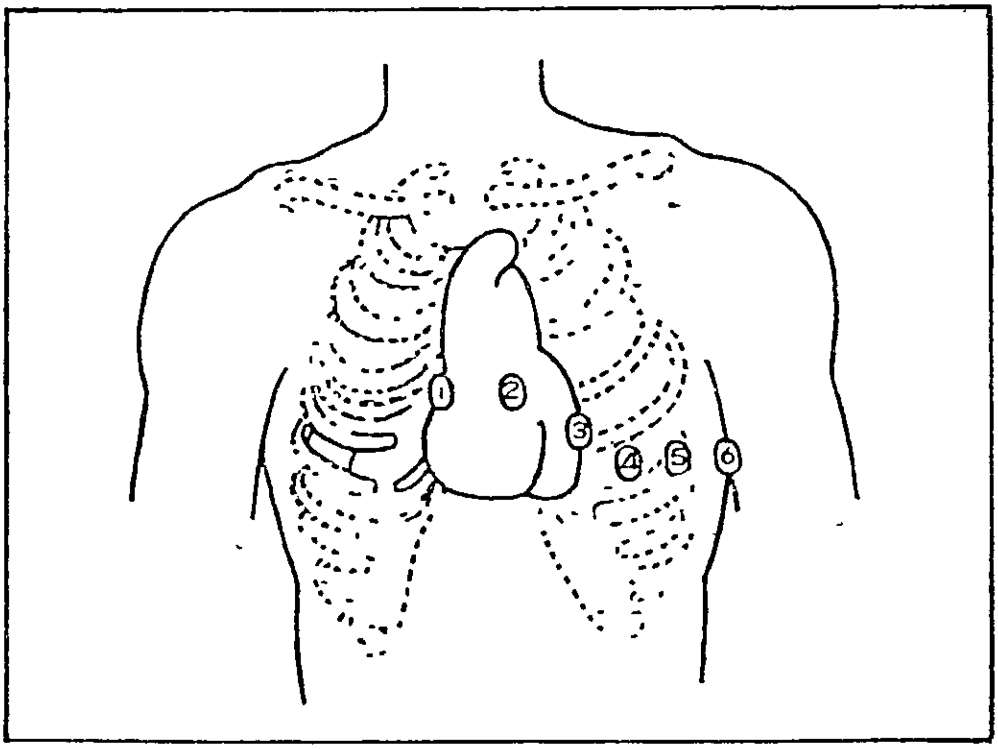
Lead I II III aVR aVL aVF V_1 V_2 V_3 V_4 V_5 V_6

6. เมื่อครบทุกลีดแล้วกดปุ่มหยุด (STOP)

7. นำแผนกราฟไปคำนวณตามจุดประสงค์ต่อไป

หมายเหตุ 1. การคำนวณหาความสูงของคลื่นอาร์ในการวิจัยครั้งนี้ คำนวณจาก Chest Lead ที่ตำแหน่ง V_4, V_5, V_6

2. อัตราการบีบหัวใจสังเกตได้ทุกลีด



ภาพประกอบ 16 แสดงตำแหน่งอีเลกโทรดบนหน้าอกเพื่อทำ Chest Lead (V_1- V_6)

2. การวัดความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดโดยวิธีการของออสตรานด์

อุปกรณ์

1. รถจักรยานวัดงานแบบโมนาร์ค (Monark Ergometry Bicycle)
2. เครื่องให้จังหวะ 50 รอบ/นาที
3. นาฬิกาตั้งโต๊ะ
4. นาฬิกาจับเวลา
5. หูฟังการบีบของหัวใจ
6. ตารางคิดคำนวณปริมาณอากาศออกซิเจนของออสตรานด์

วิธีการทำ

1. ให้ผู้รับการทดสอบแต่งตัวด้วยชุดนักกีฬาให้รัดกุมนั่งบนอานแล้วถีบจักรยานวัดงานตั้งความหนักที่300 KPM/นาที เริ่มจับเวลาที่นาฬิกาตั้งโต๊ะ ตั้งเครื่องจังหวะ 50 รอบต่อนาที

2. พอขึ้นนาทีที่ 2 เพิ่มความหนักที่ 600 KPM /นาที

3. ใช้นาฬิกาจับเวลาตรวจนับชีพจรหรืออัตราการบีบหัวใจด้วยหูฟังในนาที 4-5-6 สังเกตชีพจรระดับคงที่ (Steady State) จดตัวเลขไว้เป็นค่าของชีพจร

4. นำเอาค่าชีพจรไปเปิดค่าปริมาณออกซิเจนในตาราง 29 ได้ค่าเป็นลิตร/นาที

5. นำเอาออกซิเจนจากข้อ 4 คูณด้วยค่าคงที่ของระดับอายุตามตาราง 30

6. เอาค่าที่อ่านเป็นจำนวนลิตรไปเทียบจากตาราง 31 ให้ตรงกับน้ำหนักของผู้รับการทดสอบ ได้ค่าปริมาณออกซิเจนเป็น มล./น้ำหนักตัว(กก.)/นาที

ตาราง 29 แสดงคาปริมาณอากาศออกซิเจนตามดัชนีของอัตราชีพจรและน้ำหนักในการถีบจักรยานวัดงาน

ค่าเป็น ลิตร/นาที

Table Prediction of maximal oxygen uptake from heart rate and work load on a bicycle ergometer The value should be corrected for age using the factor given in Table 10 5 For the relationship between work load and oxygen uptake see Table 10 2

Men — Maximal oxygen uptake liters/min

Heart rate	300 kpm/min 50W	600 kpm/min 100W	900 kpm/min 150W	1200 kpm/min 200W	1500 kpm/min 250W	Heart rate	300 kpm/min 50W	600 kpm/min 100W	900 kpm/min 150W	1200 kpm/min 200W	1500 kpm/min 250W
120	[illegible]	3 5	4 8			148		2 4	3 2	3	5 4
121	2	3 4	4 7			149		[illegible]	3 2	[illegible]	5 4
122	2 2	3 4	[illegible]			150		2 3	3 2	[illegible]	[illegible]
123	2	3	4 6			151		2 3	3	[illegible]	5 2
124	2	3 3	4 5	6 0		152		2 3	3 1	4 1	5 2
125	2 0	[illegible]	4 4	5 9		153		2 2	3 0	4 1	5 1
126	2 0	3	4 4	5 8		154		2	3 0	0	5 1
127	2 0	3	4 3	5		155		2 2	3 0	4 0	5 0
128	2 0	3 1	4 2	5 6		156		2 2	2 9	4	5 5
129	[illegible]	3 0	4 2	[illegible]		157		2 1	2 9	3 9	4 9
130	1 9	3 0	4 1			158		[illegible]	[illegible]	3	4 9
131	[illegible]	2 9	4 0	5 4		159		[illegible]	2 8	3 8	4 8
132	1 8	2 9	4 0	5 3		160		[illegible]	2 8	3 8	4 8
133	1 8	2 8	3 9	5		161		2 0	2 8	3 7	4
134	1 8	2 8	3 9	5 2		162		2 0	2 8	3 7	4 6
135	1 7	2 8	3 8	5 1		163		2 0	8	3 7	4 6
136	1 7	2 7	3 8	5 0		164		2 0	2 7	3 6	4 5
137	1 7	2 7	3 7	5 0		165		2 0	2 7	3 6	4 5
138	1 6	2 7	3 7	4 9		166		1 9	2 7	3 6	4 5
139	1 6	2 6	3 6	4 8		167		9	2 6	3 5	4 4
140	1 6	2 6	3 6	4 8	6 0	168		1 9	2 6	3 5	4 4
141		2 6	3 5	4 7	5 9	169		1 9	2 6	3 5	4 3
142		2 5	3 5	4 6	5 8	170		1 8	2 6	3 4	4 3
143		2 5	3 4	4 6	5 7						
144		2 5	3 4	4 5	5 7						
145		2 4	3 4	4 5	5 6						
146		2 4	3 3	4 4	5 6						
147		2 4	3 3	4 4	5 5						

Women — Maximal oxygen uptake liters/min

Heart rate	300 kpm/min 50W	450 kpm/min 75W	600 kpm/min 100W	750 kpm/min 125W	900 kpm/min 150W	Heart rate	300 kpm/min 50W	450 kpm/min 75W	600 kpm/min 100W	750 kpm/min 125W	900 kpm/min 150W
120	2 6	3 4	4 1	4 8		148	1 6	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
121	2 5	3 3	4 0	4 8		149			[illegible]	[illegible]	
122	2 5	3 2	3 9	4 7		150		2 1	[illegible]	0	[illegible]
123	2 4	3 1	3 9	4 6		151		2 0	2	[illegible]	
124	2 4	3 1	3 8	4 5		152		2 0	[illegible]	[illegible]	
125	2 3	3 0	3 7	4 4		153		2 0	[illegible]	2	
126	2 3	3 0	3 6	4 3		154		2 0	2 4	2	[illegible]
127	2 2	2 9	3 5	4 2		155		9	[illegible]	2 8	[illegible]
128	2	2 8	3 5	4 2	4 8	156		9		2	[illegible]
129	2	2 8	3 4	4 1	4 8	157		1 9	[illegible]		
130	1		3 4	4 0	4 7	158		8			
131	1	2 7	3 4	4 0	4 6	159		8			
132	2 0	2 7	3 3	3 9	4 5	160		8	2	2 6	[illegible]
133	0	2 6	3 2	3 8	4 4	161		8	[illegible]	2 6	
134	0	2 6	3 2	3 8	4 4	162		[illegible]	2 2	2 6	[illegible]
135	2 0	2 6	3 1	3 7	4 3	163		1	2 2	2	
136	1 9	2 5	3 1	3 6	4 2	164		1	2 1	2 5	[illegible]
137	1 9	2 5	3 0	3 6	4 2	165			2 1	2 5	2 9
138	1 8	2 4	3 0	3 5	4 1	166		1	2	2 5	2 8
139	1 8	2 4	2 9	3 5	4 0	167		[illegible]	2	[illegible]	2 8
140	1 8	2 4	2 8	3 4	4 0	168		6	2 0	2 4	2
141	1 8	2 3	2 8	3 4	3 9	169		1 6	2 0	2	2 6
142	1 7	2 3	2 8	3 3	3 9	170		6	2 0	2	2
143	1 7	2 2	2 7	3 3	3 8						
144	1 7	2 2	2 7	3 2	3 8						
145	1 6	2 2	2 7	3 2	3 7						
146	1 6	2 2	2 6	3 2	3 7						
147	1 6	2 1	2 6	3 1	3 6						

Source From a nomogram b I Åst and (1960)

ตาราง 30 แสดงค่าคงที่เพื่อนำไปคูณค่าที่ได้จากตาราง 29 ผลคูณได้ค่าเป็นลิตร/นาที

Age	Factor	Max.heart rate	Facton
15	1 10	210	1.12
25	1 00	200	1.00
35	0 87	190	0.93
40	0 83	180	0.83
45	0.78	170	0.75
50	0 75	160	0.69
55	0.71	150	0.64
60	0.68		
65	0.65		

Age		Factor
15		1.10
16		1 09
17		1 08
18		1.07
19		1.06
20		1.05
21		1.04
22		1.03
23		1.02
24		1.01
25		1.00

ตาราง 31 แสดงค่าเปรียบเทียบออกซิเจน ลิตร/นาที เพื่อแปลงเป็น มล./น้ำหนักตัว (กก.)/นาที

Calculation of maximal oxygen uptake, ml/kg × min

Body weight lb	Body weight kg	Maximal oxygen uptake, liters/min 1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9
110	50	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78
112	51	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	76
115	52	29	31	33	35	37	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	63	65	67	69	71	73	75
117	53	28	30	32	34	36	38	40	42	43	45	47	49	51	53	55	57	59	60	62	64	66	68	70	72	74
119	54	28	30	31	33	35	37	39	41	43	44	46	48	50	52	54	55	57	59	61	63	65	67	69	70	72
121	55	27	29	31	33	35	36	38	40	42	44	45	47	49	51	53	55	56	58	60	62	64	65	67	69	71
123	56	27	29	30	32	34	36	38	39	41	43	45	46	48	50	52	54	55	57	59	61	63	64	66	68	70
126	57	26	28	30	32	33	35	37	39	40	42	44	46	47	49	51	53	54	56	58	60	61	63	65	67	68
128	58	26	28	29	31	33	34	36	38	40	41	43	45	47	48	50	52	53	55	57	59	60	62	64	66	67
130	59	25	27	29	31	32	34	36	37	39	41	42	44	46	47	49	51	53	54	56	58	59	61	63	64	66
132	60	25	27	28	30	32	33	35	37	38	40	42	43	45	47	48	50	52	53	55	57	58	60	62	63	65
134	61	25	26	28	30	31	33	34	36	38	39	41	43	44	46	48	49	51	52	54	56	57	59	61	62	64
137	62	24	26	27	29	31	32	34	35	37	39	40	42	44	45	47	48	50	52	53	55	56	58	60	61	63
139	63	24	25	27	29	30	32	33	35	37	38	40	41	43	44	46	48	49	51	52	54	56	57	59	60	62
141	64	23	25	27	28	30	31	33	34	36	38	39	41	42	44	45	47	49	50	52	53	55	56	58	59	61
143	65	23	25	26	28	29	31	32	34	35	37	38	40	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55	57	58	60
146	66	23	24	26	27	29	30	32	33	35	36	38	39	41	42	44	45	47	48	50	52	53	55	56	58	59
148	67	22	24	25	27	28	30	31	33	34	36	37	39	40	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55	57	58
150	68	22	24	25	26	28	29	31	32	34	35	37	38	40	41	43	44	46	47	49	50	51	53	54	56	57
152	69	22	23	25	26	28	29	30	32	33	35	36	38	39	41	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55	57
154	70	21	23	24	26	27	29	30	31	33	34	36	37	39	40	41	43	44	46	47	49	50	51	53	54	56
157	71	21	23	24	25	27	28	30	31	32	34	35	37	38	39	41	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55
159	72	21	22	24	25	26	28	29	31	32	33	35	36	38	39	40	42	43	44	46	47	49	50	51	53	54
161	73	21	22	23	25	26	27	29	30	32	33	34	36	37	38	40	41	42	44	45	47	48	49	51	52	53
163	74	20	22	23	24	26	27	28	30	31	32	34	35	36	38	39	41	42	43	45	46	47	49	50	51	53
165	75	20	21	23	24	25	27	28	29	31	32	33	35	36	37	39	40	41	43	44	45	47	48	49	51	52
168	76	20	21	22	24	25	26	28	29	30	32	33	34	36	37	38	39	41	42	43	45	46	47	49	50	51
170	77	19	21	22	23	25	26	27	29	30	31	32	34	35	36	38	39	40	42	43	44	45	47	48	49	51
172	78	19	21	22	23	24	26	27	28	29	31	32	33	35	36	37	38	40	41	42	44	45	46	47	49	50
174	79	19	20	22	23	24	25	27	28	29	30	32	33	34	35	37	38	39	41	42	43	44	45	47	48	49
176	80	19	20	21	23	24	25	26	28	29	30	31	33	34	35	36	38	39	40	41	43	44	45	46	48	49
179	81	19	20	21	22	23	25	26	27	28	30	31	32	33	35	36	37	38	40	41	42	43	44	46	47	48
181	82	18	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	32	33	34	35	37	38	39	40	41	43	44	45	46	48
183	83	18	19	20	22	23	24	25	27	28	29	30	31	33	34	35	36	37	38	40	41	42	43	44	46	47
185	84	18	19	20	21	23	24	25	26	27	29	30	31	32	33	35	36	37	38	39	40	42	43	44	45	46
187	85	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	31	32	33	34	35	36	38	39	40	41	42	44	45	46
190	86	17	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	33	34	35	36	37	38	40	41	42	43	44	45
192	87	17	18	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	36	37	38	39	40	41	43	44	45
194	88	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27	28	30	31	32	33	34	35	36	38	39	40	41	42	43	44
196	89	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	40	42	43	44
198	90	17	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	32	33	34	36	37	38	39	40	41	43	45
201	91	16	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	40	41	42	45
203	92	16	17	18	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
205	93	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	37	38	39	40	41	42
207	94	16	17	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
209	95	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
212	96	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	39	40	41
214	97	15	16	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
216	98	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
218	99	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
220	100	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39

3. การวัดความดันโลหิต

ความดันโลหิต คือ แรงดันโลหิตที่ถูกขับออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายไปกระทบกับผนังของหลอดเลือด แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

1. ความดันซิสโตลิค (Systolic Pressure) เป็นค่าความดันสูงสุดที่เกิดขึ้นขณะหัวใจห้องล่างซ้ายหดตัวเต็มที่

2. ความดันไดแอสโตลิค (Diastolic Pressure) เป็นค่าความดันต่ำสุดและคลายตัวเต็มที่

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดความดันชนิดปรอท 1 เครื่อง

2. หูฟัง 1 อัน

3. สำลีชุบแอลกอฮอล์ สำหรับเช็ดหูฟัง

วิธีทำ

1. ให้ผู้ป่วยนั่งบนเก้าอี้ เอาข้อศอกของแขนข้างที่จะวัดวางบนโต๊ะ หงายมือขึ้น ผู้วัดจะนั่งด้านที่จะวัด วางเครื่องวัดความดันอยู่ระดับหัวใจ

2. พันถุงยาง (cuff) เหนือข้อศอกประมาณ 1-2 นิ้ว ไม่แน่นหรือหลวมเกินไป

3. คลำหาตำแหน่งชีพจรบริเวณพับข้อศอก วางหูฟังตรงตำแหน่งที่ชัดที่สุด

4. บีบลูกยางให้ลมเข้าไปในถุงจนระดับปรอทขึ้นสูง 140-150 มม.ปรอท

5. ค่อย ๆ คลายเกลียวเปิดลมออกทีละน้อยตาจ้องดูปรอทที่ค่อย ๆ ลดลง เสียงตุบแรกเป็นค่าความดัน Systolic สังเกตดูต่อไปจะมีเสียงดังได้ยินติดต่อกันจนกระทั่งเสียงหายไปครั้งแรกอยู่ระดับใดให้อ่านเป็นค่า Diastolic ที่ระดับนั้น

4. วิธีการหาความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน

น้ำยาเคมี

1. K_3 Fe $(CN)_6$ 0.200 gm.
2. KCN 0.050 gm.
3. KH_2PO_4 anh. 0.14 gm.
4. Sterox SE .50 ml.
5. เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร (pH 7.0 - 7.4)

หลักการฮีโมโกลบินจะถูกเปลี่ยนเป็น Cyenmethemoglobin สีน้ำตาล วัดการดูดกลืนแสงได้ที่ 540 นาโนเมตร เทียบกับฮีโมโกลบินมาตรฐาน

วิธีทำ

ใช้เลือด 20 ไมโครลิตรผสมกับน้ำยาเคมี 5 มล. เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 10 นาที อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร

5. วิธีการหาโฆเลสเตอรอลรวม

น้ำยาเคมี

Tris buffer	100	m mol/L,pH 7.7
Mg-spartate	50	m mol/L
4-aminophenazone	1	m mol/L
Sodium Cholate	10	m mol/L
Phenol	6	m mol/L
3,4 Dichorophenol	4	m mol/L
Hydroxypolyethoxy-n-alkanes	0.3 %	
Cholesterol esterase	≥ 0.4	U/ml
Cholesterol oxidase	≥ 0.25	U/ml
(POD) Peroxidase	≥ 0.20	U/ml

หลักการ

Cholesterol ester จะถูกย่อยเป็น Free Cholesterol ทั้งหมดก่อนแล้วจึงหา Cholesterol โดยเปลี่ยนCholestenone และ H_2O_2 จากนั้นวัดสีที่เกิดขึ้นจากปฏิกริยาของ H_2O_2 กับสารในปฏิกริยา

วิธีทำ

ใช้น้ำยาเคมี 1 มล.กับซีรั่ม 10 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วทิ้งไว้ 10 นาที อ่านค่าดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร

5. วิธีการหาโฆเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (HDLC) **

หลักการ

1. ทำให้ไลโปโปรตีนตกตะกอน
2. แยกออกด้วย $MgCl_2$ และ Heparin
3. นำไปปั่นจนได้ส่วนที่ใสเป็น HDLC
4. นำข้อ 3 ไปหาตามวิธีการหา Cholesterol

วิธีทำ

ใช้ซีรั่ม 1 ml +Heparin 5000 U/ml 0.04 ml

+ $MgCl_2$ 1 mol/L 0.05 ml

ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ปั่น 1500 G ที่อุณหภูมิ 4 °c 30 นาที

นำส่วนใสไปหาปริมาณ Cholesterol

** Reference Demaoker PNM, and Vos-Janssen H.E. Measurment of HDL-C in serum of 6 isolation. Methods Combined with engymatic Cholesterol analysis 26 : 1780-1786, 1980.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อผู้วิจัย นายพานิช ไชยศรี
ที่อยู่ 130/18 บ้านพักเชิงดอย
ในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อ เมือง จ เชียงใหม่

การศึกษา	**ปีการศึกษา 2506**	สำเร็จมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนสันกำแพง อ สันกำแพง จ เชียงใหม่
	ปีการศึกษา 2508	สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา จากวิทยาลัยครูเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
	ปีการศึกษา 2512	สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง (พลศึกษา) จากวิทยาลัยพลศึกษากรุงเทพมหานคร
	ปีการศึกษา 2514	สำเร็จการศึกษาระดับการศึกษาบัณฑิต (พลศึกษา) จากวิทยาลัยวิชาการศึกษาพลศึกษา (รุ่นที 1) กรุงเทพมหานคร
	ปีการศึกษา 2529	สำเร็จการศึกษาระดับการศึกษามหาบัณฑิต (พลศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร
หน้าที่ราชการ	**พ.ศ. 2515–2523**	หัวหน้าแผนกกีฬา สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	พ.ศ 2523–ปัจจุบัน	ตำแหน่งอาจารย์ 2 วิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดเชียงใหม่