

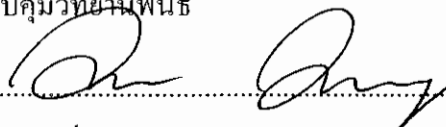
ผลของโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้าต่อดัชนีมวลกาย
องค์ประกอบของร่างกายและความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุด
ของนักศึกษาหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน

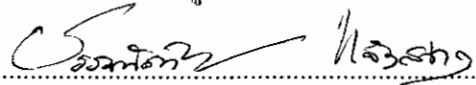
ปิยะพงษ์ สายสวาท

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา
มิถุนายน 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

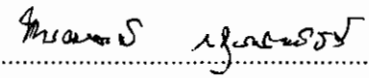
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ปิยะพงษ์ สายสวาท ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา
ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

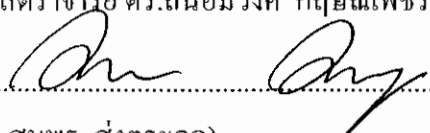
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

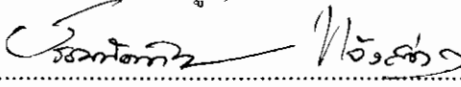

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.สมพร ส่องตระกูล)

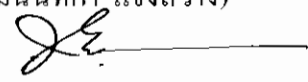

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.ชรมนันทิกา แจ็งสว่าง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธาน
(ศาสตราจารย์ ดร.ชนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร)


.....กรรมการ
(ดร.สมพร ส่องตระกูล)


.....กรรมการ
(ดร.ชรมนันทิกา แจ็งสว่าง)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ วงศ์จตุรภัทร)

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา
ของมหาวิทยาลัยบูรพา


.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ดร.ศักดิ์ชาย พิทักษ์วงศ์)

วันที่... 19 ...เดือน... มิถุนายน... พ.ศ. 2558

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก ดร.สมพร
ส่งตระกูล และดร. ธรรมนันทิกา แจ่มสว่าง ที่กรุณาให้คำปรึกษา ชี้นำในการศึกษาค้นคว้า แนะนำ
ขั้นตอนและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้วเสร็จ
สมบูรณ์ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ตลอดระยะเวลาของการศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือ
เป็นอย่างดีจากอาจารย์หลาย ๆ ท่าน ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพชร และ
ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้ความรู้ ให้คำปรึกษา ตรวจ แก้ไข และวิจารณ์ผลงาน ทำให้งานวิจัย
มีความสมบูรณ์ นอกจากนี้ ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านคณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
มหาวิทยาลัยบูรพา และรองคณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สถาบันการพลศึกษา
วิทยาเขตชลบุรี ที่เอื้อเฟื้ออุปถัมภ์ สถานที่ และกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้ช่วยวิจัย
กลุ่มตัวอย่างการวิจัย รวมทั้งพี่ ๆ น้อง ๆ เพื่อนร่วมรุ่นที่ศึกษาร่วมกันทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ
คอยผลักดันให้ข้าพเจ้ามีมานะในการศึกษาจนประสบผลสำเร็จ

ท้ายที่สุดผู้วิจัยขอขอบคุณประโยชน์อันจะเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แด่ผู้มีพระคุณ
คุณพ่อประเสริฐ สายสวาท คุณแม่ปราณี แซ่โจ้ว รวมถึงครอบครัวอันเป็นที่รัก ครูอาจารย์ที่เคารพ
รักทุกท่าน ที่ให้กำลังใจ ส่งเสริม และให้การสนับสนุน บรรณาธิการต่อผู้วิจัยเสมอมา

ปิยะพงษ์ สายสวาท

53910309: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา;

วท.ม. (วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา)

คำสำคัญ: การฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า/ ภาวะน้ำหนักเกิน/ โรคอ้วน

ปิยะพงษ์ สายสวาท: ผลของโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้าต่อดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกายและความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุด ของนักศึกษาหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน (EFFECTS OF PROGRESSIVE INTERVAL TRAINING PROGRAM ON BODY MASS INDEX, BODY COMPOSITION AND MAXIMUM OXYGEN CONSUMPTION OF OVERWEIGHT/ OBESE FEMALE COLLEGE STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สมพร ส่งตระกูล, ประ.ด., ธรรมนันทิกา แจ็งสว่าง, วท.ด. 96 หน้า. ปี พ.ศ. 2558.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้าต่อดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกายและความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุด ของนักศึกษาหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน อายุ 18-23 ปี จำนวน 15 คน เข้ารับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้าที่ระดับความหนักร้อยละ 70-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเป็นเวลา 3 นาที พักที่ระดับความหนักร้อยละ 50 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเป็นเวลา 3 นาที รวม 40-60 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ นาน 8 สัปดาห์ ตัวแปรที่ศึกษาคือ ดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกาย และความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุด วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกและภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8 ด้วยสถิติวิเคราะห์ Repeated-measures ANOVA ค่านี้สำคัญทางสถิติกำหนดไว้ที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีมวลกายของกลุ่มตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างค่าเฉลี่ยจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = .041$) องค์ประกอบของร่างกาย (เปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมัน และมวลไร้ไขมัน) ภายหลังจากการฝึกพบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันและมวลไขมันของกลุ่มตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างค่าเฉลี่ยจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = .041$ และ $p = .029$) ส่วนมวลไร้ไขมันของกลุ่มตัวอย่างพบว่าหลังจากการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 6 และสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดของกลุ่มตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในสัปดาห์ที่ 6 และ สัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างค่าเฉลี่ยจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = .015$ และ $p = .005$) ส่วนความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมการฝึกอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.12$, $SD = 0.48$)

สรุปผลการวิจัย โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า สามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุด และลดค่าเปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมันและดัชนีมวลกาย ของกลุ่มตัวอย่างที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนได้

53910309: MAJOR: EXERCISE AND SPORT SCIENCE;
M.Sc. (EXERCISE AND SPORT SCIENCE)

KEYWORDS: PROGRESSIVE INTERVAL TRAINING PROGRAM/ OVERWEIGHT/
OBESE

PIYAPONG SAYSAWAT: EFFECTS OF PROGRESSIVE INTERVAL TRAINING
PROGRAM ON BODY MASS INDEX, BODY COMPOSITION AND MAXIMUM OXYGEN
CONSUMPTION OF OVERWEIGHT/ OBESE FEMALE COLLEGE STUDENTS.

ADVISORY COMMITTEE: SOMPORN SONGTRAKUL, Ph.D., DHAMMANANTHIKA
JANGSAWANG, Ph.D. 96 P. 2015.

Objectives: The purpose of this study was to study the effects of progressive interval training program on body mass index, body composition and maximum oxygen consumption of overweight/ obese female college students. The fifteen overweight/ obese female aged 18-23 years. The experimental group received progressive interval training program at 70-80 percent of MHR (3 min intervals at 70-80 percent of maximal heart rate, each interval separated by 3 min at 50 percent, 40-60 min per session, 3 day a week for 8 weeks). The variables collection were body mass index, body composition (percent fat, fat mass, fat free mass), and maximum oxygen consumption. Assessments completed at baseline, 4, 6, and 8 weeks. Repeated-measures ANOVA were used data analysis. Significant level was set at .05.

Results: After 8 weeks of progressive interval training program, body mass index was no significant difference between 4 and 6 weeks, but in 8 weeks was significant decreased in body mass index ($p = .041$), percent fat and fat mass, was no significant difference between 4 and 6 weeks, but in 8 weeks mean difference significant ($p = .041$ and $p = .029$) and fat free mass were no significant difference between 4, 6 and 8 weeks. And maximum oxygen consumption after the 4 weeks was no significant difference, but in 6 weeks and 8 weeks ($p = .015$ and $p = .005$) increased significant. The satisfaction in the use of a training program was in the high level ($\bar{x} = 4.12$, $SD = 0.48$).

Conclusion: The progressive interval training program can increase maximum oxygen consumption, reduce percent fat, fat mass and body mass index of overweight/ obese subjects.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
ข้อจำกัดของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน.....	7
องค์ประกอบของร่างกาย.....	12
ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด.....	14
การเคลื่อนไหวและออกกำลังกายกับการลดน้ำหนัก.....	18
ประเภทของการออกกำลังกาย.....	21
การฝึกแบบหนักสลับเบา.....	21
หลักการออกกำลังกาย.....	26
คำแนะนำกับความปลอดภัยของการฝึกแบบหนักสลับเบา.....	28
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	32
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	32
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพเครื่องมือ.....	33
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	35
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	41
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	42
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	42
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	42
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	42
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	55
สรุปผลการวิจัย.....	55
อภิปรายผล.....	56
ข้อเสนอแนะ.....	59
บรรณานุกรม.....	61
ภาคผนวก.....	66
ภาคผนวก ก.....	67
ภาคผนวก ข.....	69
ภาคผนวก ค.....	74
ภาคผนวก ง.....	78
ภาคผนวก จ.....	81
ภาคผนวก ฉ.....	85
ภาคผนวก ช.....	94
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	96

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
2-1	เปรียบเทียบปัจจัยเสี่ยงของประชาชนไทยโดยผ่านการตรวจร่างกายครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 จำแนกตามเพศ.....	8
2-2	เกณฑ์ในการจำแนกภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน.....	9
2-3	ค่ามาตรฐานปริมาณเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายของเพศหญิง.....	13
2-4	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดตามอายุ.....	15
2-5	แนวทางการสร้างโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาโดยกำหนดจากระยะเวลาของการฝึก.....	23
2-6	การศึกษาผลโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาหลาย ๆ รูปแบบ ต่อ ไขมันได้ผิวหนัง ไขมันหน้าท้อง ดัชนีมวลกาย เส้นรอบเอว ความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดและภาวะความไวต่ออินซูลิน.....	25
3-1	โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า.....	37
3-2	ค่าตัวเลขในสมการสำหรับใช้คำนวณเปอร์เซ็นต์ไขมันจากความหนาแน่นของร่างกายแยกตามอายุและเพศ.....	39
4-1	ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างก่อนการฝึกและหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8.....	43
4-2	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของดัชนีมวลกาย ของกลุ่มทดลอง ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8.....	45
4-3	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบของร่างกาย ของกลุ่มทดลอง ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8.....	47
4-4	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มทดลอง ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8.....	50
4-5	ระดับความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า.....	53

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวก ค-1	
ค่าทำนายปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดที่สัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจขณะปั่นจักรยานและน้ำหนักที่ใช้ ถ่วงจักรยานวัดงานในเพศหญิง.....	75
ภาคผนวก ค-2	
ค่า Correction factor ตามอายุ สำหรับแก้ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด.....	77

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	6
4-1 แนวโน้มของความแตกต่างของค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ในช่วงก่อนการฝึกเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8.....	46
4-2 แนวโน้มของความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมัน และมวลไร้ไขมัน ในช่วงก่อนการฝึกเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8.....	49
4-3 แนวโน้มของความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในช่วงก่อนการฝึกเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8.....	52

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นทั่วโลกและเพิ่มมากขึ้น ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา จากการสำรวจขององค์การอนามัยโลก (WHO, 2011) พบประชากรโลกที่มีอายุ 20 ปีขึ้นไป ประมาณ 1,500 ล้านคน มีภาวะน้ำหนักเกิน ในจำนวนนี้ผู้ชายกว่า 200 ล้านคนและผู้หญิงเกือบ 300 ล้านคน เป็นโรคอ้วน หลาย ๆ ประเทศที่พัฒนาแล้วอย่างเช่น ประเทศสหรัฐอเมริกาที่พบกับปัญหาโรคอ้วนเช่นกัน โดยจากข้อมูลพบว่า ผู้ใหญ่ร้อยละ 35.7 คิดเป็น 1 ใน 3 ของคนอเมริกาเป็นโรคอ้วน (Ogden, Carroll, Kit, & Flegal, 2012) ส่วนในประเทศไทยก็พบกับปัญหาของภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน จากการสำรวจสุขภาพประชาชน พบว่าในครั้งที่ 3 (พ.ศ. 2546-2547) เมื่อเปรียบเทียบกับครั้งที่ 4 (พ.ศ. 2551-2552) ชายกับหญิงที่อายุ 15 ปีขึ้นไป มีภาวะน้ำหนักเกินเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 28.6 เป็น 34.7 และจากข้อมูลในอายุ 15-29 ปี มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนถึงร้อยละ 19.5 (สำนักงานสำรวจสุขภาพประชาชนไทย, 2552) สาเหตุของภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนมาจากการใช้พลังงานไม่สมดุลกับพลังงานที่ได้รับจึงเกิดการสะสมของไขมัน

ในกลุ่มวัยเรียน เป็นกลุ่มที่สำคัญในการพัฒนาประเทศในอนาคต เนื่องจากเป็นวัยที่มีการเรียนรู้และกำลังจะเข้าสู่การทำงาน โดยปัจจัยที่ทำให้เกิดภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในวัยเรียน เกิดจากการบริโภคอาหารที่มีไขมันสูง และการใช้เวลาว่างในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ดูโทรทัศน์ เล่นคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ใช้กำลังกายน้อย ด้วยวิถีการดำเนินชีวิตในโลกยุคใหม่ ทำให้การเคลื่อนไหวร่างกายและการใช้พลังงานลดลง จึงเกิดการสะสมของไขมัน นอกจากนี้ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนส่งผลกระทบต่อร่างกายและจิตใจ ทำให้เกิดความผิดปกติของกระดูกและข้อ ถูกเพื่อนล้อ รู้สึกว่ามีปมด้อย มีปัญหาด้านการเข้าสังคมและส่งผลต่อการเรียนรู้ มักเจ็บป่วยบ่อย ต้องไปหาหมอมากกว่าคนปกติ (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2552) ผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนจึงหาวิธีการลดน้ำหนัก จากการศึกษาพบว่า วิธีการลดน้ำหนักมีหลายวิธี เช่น การใช้ยาลดน้ำหนัก การอดอาหาร การใช้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร รวมถึงการดื่มน้ำอัดลม น้ำหนัก วิธีการเหล่านี้เป็นวิธีการที่ใช้เวลาไม่นานและเห็นผลในการลดน้ำหนักเร็ว ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้อง แทนที่จะดีขึ้นกลับทำให้แย่ลง ทำให้ระบบการทำงานต่าง ๆ ในร่างกายแปรปรวน การเจริญเติบโตชะงัก และอาจรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้ (สิวรักษ์ กิจชนะไพบุลย์, 2555) ทั้งที่จริงแล้ววิธีการที่ถูกต้องในการลดน้ำหนักและไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายคือการออกกำลังกาย

จากการศึกษาที่พบว่า การออกกำลังกายสามารถช่วยลดน้ำหนัก และลดอัตราการตายที่มีสาเหตุมาจากโรคอ้วนถึงร้อยละ 25 (พรทิตา ชัยอำนาจ, 2545) ข้อมูลจาก สถาบันวิจัยและประเมินเทคโนโลยีทางการแพทย์ กรมการแพทย์ (2553) ให้คำแนะนำว่า ควรออกกำลังกายด้วยความหนักปานกลางต่อเนื่อง วันละ 60 นาที สัปดาห์ละ 5 วัน และการออกกำลังกายที่เหมาะสม คือ การออกกำลังกายที่มีการเคลื่อนไหวและลงน้ำหนักแต่มีแรงกระแทกต่ำ เช่น เดินแบบต่อเนื่องช้า ๆ หรือเดินช้าสลับเร็ว และถ้ามีปัญหาสุขภาพอื่นที่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนไหว เช่น การทรงตัวไม่ดี ปวดหลัง ปวดเข่า ควรออกกำลังกายที่ไม่มีแรงกระแทกและควรอยู่กับที่เช่น จีจ็อกยอน วายน้ำ หรือมีอุปกรณ์ช่วยพยุงตัว (กองออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ กรมอนามัย, 2556) ซึ่งการออกกำลังกายเพื่อลดน้ำหนักมีหลายแบบ เช่น การฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง การฝึกออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน และการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา โดยแบบที่ได้รับความนิยมและมีการศึกษาอย่างมาก คือ การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา

การฝึกแบบหนักสลับเบา โดยจะกำหนดระยะเวลาทางหรือความหนัก กำหนดระยะเวลาของการฝึก และกำหนดเวลาการพักหรือการฟื้นตัวก่อนที่จะฝึกซ้ำในช่วงต่อไป (Plowman & Smith, 2008) และการฟื้นตัวระหว่างออกกำลังกายที่เหมาะสมควรปฏิบัติตามกิจกรรมเบา ๆ แทนการหยุดพัก เช่น การเดินหรือการวิ่งเหยาะ ๆ (Lamp, 1984 อ้างถึงใน วีระศักดิ์ อภาวัฒนาสกุล, 2552) จากการศึกษาทบทวนและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การฝึกแบบหนักสลับเบาที่มาใช้กับคนที่มีภาวะน้ำหนักเกิน และโรคอ้วนมีหลายรูปแบบ และเห็นผลในการลดไขมันในร่างกาย วิธีการดำเนินการฝึกแบบหนักสลับเบา จะกำหนดความหนักอยู่ที่ 80-95 ของอัตราการเต้นของหัวใจ ช่วงกำหนดระยะเวลาของการฝึก 8 วินาที ถึง 4 นาที และกำหนดเวลาการพัก 12 วินาที ถึง 5 นาที ช่วงสัปดาห์ของการฝึกอยู่ระหว่าง 2-24 สัปดาห์ มีค่า BMI อยู่ระหว่าง 23-30 หรือ มากกว่า 30 ขึ้นไป และ ศึกษาทุกช่วงอายุ ผลการวิจัยส่วนใหญ่พบว่า น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย เส้นรอบเอว เปรอร์เซ็นต์ไขมัน ไขมันตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ไขมันในเลือดลดลง และมวลไร้ไขมัน ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น (Kordi, Choopani, Hemmatinifar, & Choopani, 2013; Sijie, Hainai, Fengying, & Jianxiong, 2012; Heydari, Freund, & Boutcher, 2012; Whyte, Gill, & Cathcart, 2010; Tjonna et al., 2008; Boudou, Sobngwi, Mauvais-Jarvis, Vexiau, & Gautier, 2003; Mourier et al., 1997) จะเห็นได้ว่าการฝึกแบบหนักสลับเบา นั้นสามารถใช้ได้ทุกช่วงอายุและให้ผลดีต่อการลดไขมันในร่างกาย แม้การฝึกแบบหนักสลับเบา นั้นจะเป็นการออกกำลังกายที่มีประโยชน์ต่อผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน แต่มีข้อจำกัดหรือข้อควรระวังจาก กองออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ กรมอนามัย (2556) กล่าวว่า ในการออกกำลังกายต่อคนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน ต้องทำอย่างค่อยเป็น

ค่อยไป ไม่ควรหักโหมออกกำลังกายที่มีความหนักมากในระยะเวลาสั้น ๆ เพราะอาจเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ

ผู้วิจัยจึงได้ไปทบทวนเอกสาร งานวิจัย พบว่ามีการใช้หลักการสร้างความก้าวหน้า (Progression principle) ในการออกกำลังกาย โดยหลักการสร้างความก้าวหน้า คือ การเปลี่ยนแปลงปริมาณงานให้มีความหนักเพิ่มมากขึ้น การฝึกงานในช่วงแรกจะมีขนาดเบา และค่อย ๆ เพิ่มความหนักของงานขึ้นอย่างช้า ๆ เพื่อให้ร่างกายมีการปรับตัว โดยมีการศึกษาที่นำหลักการสร้างความก้าวหน้านี้มาปรับใช้ร่วมการฝึกออกกำลังกายในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การศึกษาของพลูสมบัดิเยวพงษ์ (2554) ได้ศึกษาผลโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ที่มีต่อภาวะน้ำหนักเกิน ที่ความหนักร้อยละ 50-70 ของอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งในโปรแกรมความหนักจะเพิ่มขึ้นในทุก ๆ 2 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัว เฮอร์เซ็นต์ไขมันและดัชนีมวลกายลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการศึกษาที่นำเอาหลักความก้าวหน้าปรับใช้ร่วมกับการฝึกออกกำลังกายแล้วส่งผลต่อผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำหลักการสร้างความก้าวหน้ามาปรับใช้ร่วมการฝึกแบบหนักสลับเบาเพื่อสามารถใช้ได้กับคนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนโดยไม่เสี่ยงต่อการบาดเจ็บ

ดังนั้น จากข้อมูลดังกล่าวมาทั้งหมดการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา มีประโยชน์ต่อการลดน้ำหนัก และมีหลายรูปแบบแต่โดยส่วนมาก เป็นรูปแบบการฝึกที่มีความหนักมาก ทำให้ผู้วิจัยมีความคิดที่จะสร้างโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา โดยใช้หลักการสร้างความก้าวหน้าปรับใช้ร่วมกัน เพื่อที่จะเป็นโปรแกรมที่สามารถใช้ได้ง่ายและเป็นแนวทางที่เหมาะสม ในการฝึกออกกำลังกายสำหรับคนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนต่อไป

คำถามการวิจัย

โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับหลักการความก้าวหน้าจะมีผลต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด องค์กรประกอบของร่างกายและดัชนีมวลกายของนักศึกษาหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด องค์กรประกอบของร่างกายและดัชนีมวลกาย ของกลุ่มผู้เข้ารับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับหลักการความก้าวหน้า ก่อนเข้ารับโปรแกรม ระหว่างการเข้ารับ โปรแกรมในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และสิ้นสุดเข้ารับโปรแกรมในสัปดาห์ที่ 8

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนเข้ารับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับหลักการความก้าวหน้า แตกต่างกับหลังเข้ารับโปรแกรมในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8
2. องค์ประกอบของร่างกายก่อนเข้ารับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับหลักการความก้าวหน้า แตกต่างกับหลังเข้ารับโปรแกรมในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8
3. ดัชนีมวลกายก่อนเข้ารับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับหลักการความก้าวหน้า แตกต่างกับหลังเข้ารับโปรแกรมในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. สามารถใช้เป็นแนวทางให้หน่วยงานด้านสุขภาพในมหาวิทยาลัยและหน่วยงานด้านสุขภาพในภาครัฐ นำความรู้ที่ได้เกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับกับความก้าวหน้าไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาสมรรถภาพร่างกาย ลดไขมันและลดน้ำหนัก
2. เพื่อให้ผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน ผู้สอน หรือผู้สนใจอื่น ๆ สามารถนำเอาโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับกับความก้าวหน้าไปใช้ และเป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจทำการศึกษาค้นคว้าต่อไป
3. สามารถใช้เป็นฐานในการพัฒนาโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับกับความก้าวหน้าเพื่อใช้กับผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน และในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาหญิง อายุระหว่าง 18-23 ปี มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน มีค่าดัชนีมวลกายระหว่าง 23-29.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ให้กลุ่มตัวอย่างเข้ารับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับกับความก้าวหน้า แต่ละคนเป็นอาสาสมัครที่เข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้ด้วยความเต็มใจ และมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 2.1 ตัวแปรต้นคือ โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับกับความก้าวหน้า
 - 2.1.1 โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับกับความก้าวหน้า โดยกำหนดความหนักร้อยละ 70-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

2.2 ตัวแปรตามคือ

2.2.1 ดัชนีมวลกาย (Body mass index)

2.2.2 องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)

2.2.3 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum oxygen consumption)

ข้อจำกัดของการวิจัย

ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมเรื่องของการพักผ่อน การรับประทานอาหาร การใช้ยา การออกกำลังกายในระหว่างการทดลอง แต่ผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือและชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างในการปฏิบัติตนระหว่างที่เข้าร่วมการทดลอง และมีการบันทึกอาหาร 3 วันต่อสัปดาห์ เพื่อตรวจสอบพลังงานที่ได้รับในแต่ละสัปดาห์มีลักษณะคงที่หรือไม่ ตลอดโปรแกรม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า (Progressive interval training) หมายถึง การฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการสร้างความก้าวหน้า โดยกำหนดความหนักร้อยละ 70-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ระยะเวลาและความหนักจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นทุก 2 สัปดาห์ ฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน

2. ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) หมายถึง ค่าดัชนีที่คำนวณได้จากน้ำหนักของร่างกาย และส่วนสูง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบความสมดุลระหว่างน้ำหนักของร่างกายต่อความสูงของมนุษย์ วิธีการคำนวณ $BMI = \frac{\text{น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)}}{\text{ส่วนสูง (เมตร)}^2}$

3. องค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition) หมายถึง ส่วนประกอบที่มีอยู่ในร่างกาย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ มวลไขมันและมวลไร้ไขมันในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการวัดความหนาแน่นของผิวหนังพับ (Lange skinfold caliper) เพื่อหาความหนาแน่นของร่างกายและปริมาณไขมันในร่างกาย (%) แล้วคำนวณออกมาเป็น มวลไขมันและมวลไร้ไขมัน

3.1 เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent fat) เป็นค่าร้อยละของไขมันในร่างกาย

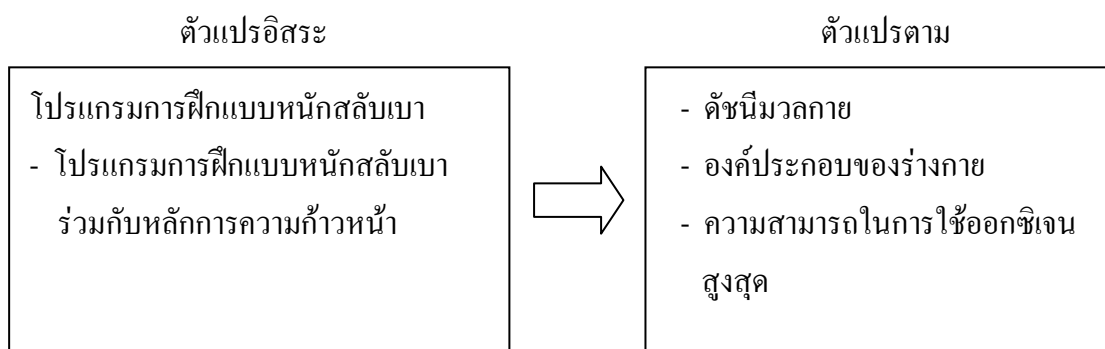
3.2 มวลไขมัน (Fat mass) เป็นมวลไขมันที่มีอยู่ในร่างกายส่วนใหญ่จะสะสมไว้ใต้ผิวหนัง

3.3 มวลไร้ไขมัน (Fat free mass) เป็นมวลน้ำหนักตัวโดยไม่รวมไขมัน ซึ่งจะเป็นกล้ามเนื้อ น้ำ กระดูก และอื่น ๆ

4. ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum oxygen consumption; VO_{2max}) หมายถึง ปริมาณสูงสุดของออกซิเจนที่ร่างกายสามารถรับเข้าไปใช้ได้ในช่วงเวลา 1 นาที มีหน่วยเป็น $ml/kg^{-1}/min^{-1}$ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การทดสอบของออสตรานด์-ไรห์มิง (Astrand-Rhyming test)

5. ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน (Overweight/ obese) หมายถึง ภาวะที่ร่างกายสะสมไขมันในปริมาณที่เกินกว่าที่ร่างกายต้องการ ทำให้มีน้ำหนักของร่างกายมากกว่าที่ควรจะเป็น ในงานวิจัยนี้ผู้เข้าร่วมการทดลองมีค่าดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 23-29.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual framework)



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า ต่อดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกายและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของผู้หญิง ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน
 - 1.1 เกณฑ์ในการจำแนกภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน
 - 1.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน
 - 1.3 ผลเสียจากภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน
2. องค์ประกอบของร่างกาย
 - 2.1 การประเมินไขมันในร่างกาย
 - 2.2 ปัจจัยส่งผลต่อเนื้อเยื่อไขมันในร่างกาย
3. ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด
 - 3.1 ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด
 - 3.2 ปัจจัยที่กำหนดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด
 - 3.3 การประเมินความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด
4. การเคลื่อนไหวและออกกำลังกายกับการลดน้ำหนัก
5. ประเภทของการออกกำลังกาย
6. การฝึกแบบหนักสลับเบา
7. หลักการออกกำลังกาย

ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน

ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน เป็นภาวะที่ร่างกายมีการสะสมของไขมันมากเกินไปและอาจทำให้เสียสุขภาพ โดยมีการสะสมของไขมันใต้ผิวหนังซึ่งเกินไปจากมาตรฐาน ตามที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก สาเหตุสำคัญของภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน เกิดจากความไม่สมดุลของพลังงานที่ได้รับกับพลังงานที่ใช้ การบริโภคอาหารที่ให้พลังงาน มีไขมัน เกลือและน้ำตาลสูง แต่วิตามิน เกลือแร่และสารอาหารอื่น ๆ ต่ำ และกิจกรรมทางกายลดลง มาจากการใช้สิ่งอำนวยความสะดวก

สะดวก การนั่งทำงานอยู่กับที่ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารและการใช้พลังงานนี้มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมที่มีการพัฒนา และขาดการสนับสนุนเกี่ยวกับด้านสุขภาพ การขนส่ง สิ่งแวดล้อม การแปรรูปอาหาร การตลาดและการศึกษา (WHO, 2011)

จากการสำรวจในประเทศไทยของสำนักงานสำรวจสุขภาพประชาชนไทย (2552) ทั้งชายและหญิงที่มีอายุ 15 ปีขึ้นไป เมื่อนำผลการสำรวจสุขภาพ ครั้งที่ 3 (พ.ศ. 2546-2547) เปรียบเทียบกับครั้งที่ 4 (พ.ศ. 2551-2552) พบค่าเฉลี่ยภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน มีแนวโน้มสูงขึ้น โดยผู้หญิงความชุกเพิ่มจากร้อยละ 34.4 เป็นร้อยละ 40.7 ส่วนในผู้ชายเพิ่มจากร้อยละ 22.5 เป็นร้อยละ 28.4 และการวัดเส้นรอบเอว ครั้งที่ 3 (พ.ศ. 2546-2547) เปรียบเทียบกับ ครั้งที่ 4 (พ.ศ. 2551-2552) พบว่า ภาวะอ้วนลงพุงมีความชุกเพิ่มขึ้น โดยในผู้หญิงร้อยละ 36.1 ในผู้ชายร้อยละ 15.4 เพิ่มเป็นร้อยละ 45 และร้อยละ 18.6 ตามลำดับ ปรากฏดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 เปรียบเทียบปัจจัยเสี่ยงของประชาชนไทยโดยผ่านการตรวจร่างกายครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 จำแนกตามเพศ (สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค, 2553)

ปัจจัยเสี่ยง	ครั้งที่ 3 (พ.ศ. 2546-2547)		ครั้งที่ 4 (พ.ศ. 2551-2552)	
	ความชุก (ร้อยละ)		ความชุก (ร้อยละ)	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
1. ภาวะอ้วน	22.5	34.4	28.4	40.7
2. ภาวะอ้วนลงพุง	15.4	36.1	18.6	45.0
3. ภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ	13.7	17.1	16.7	21.4
(Total cholesterol)				

จากตารางนี้แสดงให้เห็นว่าการสำรวจสุขภาพในครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 พบ ผู้หญิงมีภาวะอ้วน ภาวะอ้วนลงพุง และภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ มากกว่าผู้ชายและเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปี

1. เกณฑ์ในการจำแนกภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน

เกณฑ์ในการจำแนกภาวะน้ำหนักเกินสามารถดูได้จากค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) ดัชนีมวลกายเป็นสูตรที่ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนสูงกับน้ำหนักตัวและสามารถบอกระดับความอ้วนได้ ดัชนีมวลร่างกายคำนวณได้จากการเอาน้ำหนักตัว (กิโลกรัม) หารด้วย

ส่วนสูงยกกำลังสอง (เมตร) โดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organization) ได้กำหนดค่า BMI ดังตารางที่ 2-2

สูตรการคำนวณดัชนีมวลกาย

$$\text{ดัชนีมวลกาย (BMI)} = \frac{\text{น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)}}{\text{ส่วนสูง (เมตร)}^2}$$

ตารางที่ 2-2 เกณฑ์ในการจำแนกภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน (WHO, 2000)

ภาวะโภชนาการ	ดัชนีความหนาแน่นของร่างกาย (BMI) (กก./ม. ²)
น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์	< 18.50
ระดับปกติ	18.50-22.99
น้ำหนักเกิน	\geq 23.00
มีความเสี่ยง	23.00-24.99
อ้วนระดับที่ 1	25.00-29.99
อ้วนระดับที่ 2	> 30.00

จากตารางที่ 2-2 ผู้วิจัยจะทำการคัดเลือกบุคคลที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนระดับ 1 มาเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดย BMI จะอยู่ระหว่าง 23-29.9

2. ปัจจัยที่ส่งผลภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน (สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์, 2538)

ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนเป็นปัญหาสุขภาพโดยส่วนใหญ่สืบเนื่องมาจากนิสัยการรับประทานอาหารที่ไม่ถูกต้อง สภาพร่างกายที่แตกต่างกัน และวิถีชีวิตของแต่ละคน ได้แก่

1. พฤติกรรมการกิน

1.1 การรับประทานอาหารมากเกินไป ร่วมกับการขาดการออกกำลังกาย จนเกิดการสะสมเป็นเซลล์ไขมันอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

1.2 ความผิดปกติที่สมองส่วนไฮโปทาลามัส ทำให้การควบคุมการกินผิดปกติ

2. พฤติกรรมการขาดการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ

3. ภาวะทางด้านจิตใจ เช่น ความเครียดทำให้เกิดความอยากอาหารมากขึ้น

4. พันธุกรรม ถ้าพ่อแม่เป็นโรคอ้วนลูกที่เกิดมาก็มีโอกาสเป็นโรคอ้วนสูง

5. ความผิดปกติของการทำงานของต่อมไร้ท่อทำให้การผลิตฮอร์โมนบางชนิดผิดปกติ

6. พฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวันที่ไม่เหมาะสม ขาดการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การจรรजरัดขัดทำให้คนต้องนั่งบนรถยนต์หลายชั่วโมงต่อวันหรือลักษณะงานที่ต้องนั่งทำงานตลอดเวลา

ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนมีปัจจัยหลาย ๆ อย่างรวมกันเช่น ความไม่สมดุลของพลังงานที่ได้รับกับพลังงานที่ถูกใช้ไป การใช้ชีวิตที่อยู่กับที่เช่นนั่งโต๊ะทำงาน ดูโทรทัศน์ และอาจเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ ได้ด้วยเช่น พันธุกรรม และความผิดปกติของระบบการทำงานของร่างกายต่อมไร้ท่อ ซึ่งถ้าหากมีการควบคุมอาหารและออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจะสามารถช่วยลดโอกาสที่จะเกิดภาวะน้ำหนักเกิน

3. ผลเสียจากภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน

ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน มีผลเสียต่อสุขภาพ ทำให้อัตราการตาย และอัตราพิการเพิ่มขึ้นมากกว่าคนไม่อ้วน การที่มีน้ำหนักตัวเกินหรือความอ้วนนั้นสัมพันธ์กับการเกิดโรคหลายชนิด และมีผลต่อระบบการทำงานในร่างกายหลายระบบด้วยกัน แบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 4 กลุ่ม ดังนี้คือ

1. กลุ่มโรคเรื้อรังที่สัมพันธ์กับภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน

1.1 โรคความดันโลหิตสูงและโรคหลอดเลือดในสมอง (Stroke) จากการศึกษาผู้ป่วยโรคหลอดเลือดในสมอง พบว่า ผู้ที่มีดัชนีมวลกายตั้งแต่ 30 กิโลกรัมต่อตารางเมตร มีโอกาสเกิดโรคเป็น 2 เท่ากับผู้ที่มีดัชนีมวลกายต่ำกว่า 23 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และมีค่าความดันโลหิตที่สูงผิดปกติซึ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรค

1.2 โรคหัวใจและหลอดเลือด น้ำหนักตัวเป็นปัจจัยสำคัญอันดับที่ 3 รองจากอายุและไขมันที่ผิดปกติที่จะเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

1.3 โรคมะเร็งบางชนิด พบว่าโรคอ้วนสัมพันธ์กับมะเร็งที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมน ได้แก่ มะเร็งมดลูก ปากมดลูก รังไข่ เต้านม เป็นต้น และพบว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในผู้หญิงหลังหมดประจำเดือนทำให้มีการสร้างฮอร์โมนเอสโตรเจนเพิ่ม มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งมากขึ้น

1.4 โรคถุงน้ำดี คนอ้วนพบได้ 3-4 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับคนไม่อ้วน

1.5 โรคอัลไซเมอร์ เนื่องจากภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนจะมีปัญหาเกี่ยวกับระบบหลอดเลือดและโรคความดันโลหิตสูง หลอดเลือดจะมีคอเลสเตอรอลและน้ำตาลในระดับที่สูงส่งผลให้การไหลเวียนของเลือดในสมองและการหลั่งของสารสื่อประสาทผิดปกติ

2. กลุ่มความผิดปกติของต่อมไร้ท่อ และเมตาบอลิซึม

2.1 โรคเบาหวาน พบว่าโรคอ้วนระดับ 1 ระดับ 2 และระดับ 3 จะมีโอกาสเป็นโรคเบาหวานมากกว่าคนทั่วไป 2 เท่า 5 เท่า และ 10 เท่า ตามลำดับ

2.2 ภาวะไขมันผิดปกติ (Dyslipidemia) คนอ้วนจะมีระดับไขมันในเลือดทั้ง ไตรกลีเซอไรด์ และแอลดีแอล-คอเลสเตอรอลในปริมาณสูง ในขณะที่ไขมันชนิดดี เอชดีแอล-คอเลสเตอรอลที่ร่างกายต้องการมีปริมาณต่ำ ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดภาวะหัวใจขาดเลือด และโรคเส้นเลือดในสมองตีบตัน

2.3 ภาวะผิดปกติเกี่ยวกับการเผาผลาญพลังงาน (Metabolic syndrome) เป็นกลุ่มอาการที่ประกอบด้วย ความดันโลหิตสูง ไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสูง เอชดีแอล-คอเลสเตอรอล ในเลือดต่ำ การหั่งอินซูลิน ไม่เพียงพอที่จะลดระดับกลูโคสในเลือดลงจนเป็นปกติ (Glucose intolerance) และ อินซูลิน ออกฤทธิ์ไม่ดีเนื่องจากผิดปกติที่ตัวรับ (Insulin resistance)

3. กลุ่มโรคหรืออาการที่เกิดจากน้ำหนักและไขมันในร่างกายมากเกินไป

3.1 โรคข้อเสื่อม เนื่องจากน้ำหนักตัว และไขมันในร่างกายเพิ่มมากขึ้น ข้อต่อต่าง ๆ ไม่สามารถแบกรับน้ำหนักไว้ได้ จึงมีการเสื่อมและเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาที่มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น

3.2 โรคเกี่ยวกับระบบการหายใจ มีความลำบากในการหายใจเข้าออกเนื่องจากไขมันที่มากขึ้นบริเวณรอบทรวงอกจะขัดขวางการขยายตัวของทรวงอก นอกจากนี้ ไขมันที่ท้องทำให้ กระบังลมไม่สามารถหย่อนตัวลงมาได้อย่างปกติ จะเหนื่อยง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในท่านอน หายใจลำบาก

3.3 ปัญหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนักตัวมากเกินไป มักเป็นโรคผิวหนังบางชนิด มากกว่าคนปกติ เช่น เชื้อรา (Moniliasis) บริเวณใต้ราวนม รักแร้ และขาหนีบ การไหลเวียนของเลือดจากขาขึ้นสู่หัวใจไม่สะดวก มีปัญหาการผ่าตัดช่องท้องและการคลอดบุตรจะในคนอ้วน มากกว่าคนทั่วไป แผลผ่าตัดหายช้ากว่าปกติ และ ระบบการขับถ่ายไม่ปกติ

4. กลุ่มปัญหาทางสังคมและจิตใจเกี่ยวข้องกับภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน คือ ทำให้ขาดความมั่นใจในตนเอง เสียบุคลิกภาพ และรู้สึกอึดอัดไม่คล่องตัว

ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน มีผลเสียต่อสุขภาพทำให้เกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน เป็นต้น มีผลต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน ใช้ชีวิตลำบาก เกิดการสูญเสียทรัพย์สิน เสียเงินค่ารักษาโรค และอาจเสียชีวิตได้ เมื่อทราบถึงปัจจัยและผลเสียของการเกิดภาวะน้ำหนักเกินแล้ว วิธีการที่เหมาะสม ให้ผลดีต่อสุขภาพและการป้องกันไม่ให้เกิดภาวะนี้ได้แก่การเพิ่มกิจกรรมทางกาย เพิ่มการเคลื่อนไหวและการออกกำลังกาย

องค์ประกอบของร่างกาย

องค์ประกอบของร่างกาย คือ อัตราส่วนของร่างกายระหว่างมวลเนื้อเยื่อที่เป็นมวลไขมัน (Fat mass) และมวลไร้ไขมัน (Fat-free mass) เช่น กล้ามเนื้อ กระดูก และอวัยวะต่าง ๆ ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดปริมาณไขมันในร่างกาย คือ จำนวนและขนาดของเซลล์ไขมัน (Adipose tissue) การเพิ่มขึ้นของจำนวนเซลล์ไขมันจะเริ่มตั้งแต่กำเนิดและจะเพิ่มมากขึ้นต่อไปจนถึงวัยรุ่น ขนาดของเซลล์ไขมันสามารถเพิ่มหรือลดลงได้ตามความสมดุลของแคลอรี การเพิ่มหรือลดลงของน้ำหนักตัวในคนวัยผู้ใหญ่ คือ การเปลี่ยนแปลงทางด้านขนาดของเซลล์ไขมัน ไม่ใช่จำนวนเซลล์ไขมัน เซลล์ไขมันจะเป็นแหล่งเก็บสะสมของไตรกลีเซอไรด์ในรูปของไขมันเหลว ซึ่งไขมันส่วนใหญ่จะถูกใช้ไปในการปฏิบัติกิจกรรมที่มีความเข้มข้นปานกลาง และเป็นเวลายาวนาน (ธีระศักดิ์ อภาวัฒนาศกุล, 2552)

การตรวจวัดองค์ประกอบของร่างกาย เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการติดตามผลในการควบคุมน้ำหนัก โดยทำการวัดความเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย นอกเหนือจากการดูการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวเพียงอย่างเดียว การวัดผลของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย จะช่วยให้ทราบว่าจากน้ำหนักที่ลดลงไปทั้งหมด คิดเป็นสัดส่วนของไขมัน และสามารถรักษามวลของกล้ามเนื้อไว้เท่าไร

1. การประเมินไขมันในร่างกาย

รังสรรค์ ตั้งตรงจิตร (2550) ได้กล่าวว่า การประเมินร้อยละของไขมันในร่างกายและมวลไร้ไขมันสามารถทำการประเมินได้หลายวิธีดังนี้

1. การวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfold thickness)
2. การชั่งน้ำหนักใต้น้ำ (Underwater weighing)
3. การหาปริมาณน้ำในร่างกาย (Total body water)
4. การหาปริมาณโพแทสเซียมในร่างกาย (Total body potassium)
5. การวัดความต้านทานไฟฟ้าโดยรวมของร่างกาย (Bioelectrical impedance)
6. การถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ (Computerized axial tomography)
7. การวัดการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ โดยใช้ระดับพลังงานรังสีเอ็กซ์ 2 ระดับ (Dual-energy

X-ray absorptiometry)

วิธีการประเมินไขมันในร่างกายต่าง ๆ เหล่านี้ วิธีที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย คือ การวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfold thickness) ซึ่งเป็นวิธีการประเมินไขมันที่สะสมในร่างกายและกล้ามเนื้อ การวัดองค์ประกอบของร่างกายโดยวิธีนี้ อาศัยเครื่องมือที่เรียกว่า คาลิปเปอร์

(Caliper) ซึ่งการใช้คาลิเปอร์ วัดปริมาณไขมันปกติจะวัดได้เป็น 2 ชั้น คือ ชั้นของผิวหนังและชั้นของเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง การประเมินไขมันใต้ผิวหนังโดยการใช้คาลิเปอร์นี้จะให้ประโยชน์ ดังนี้

1. สามารถทำได้ง่ายและไม่เป็นอันตรายขณะทำการประเมิน ไขมันใต้ผิวหนังที่ประเมินได้จะสะท้อนถึงภาวะที่ร่างกายมีการสะสมไขมันในร่างกาย ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามอายุ เพศ ศิวบุคคล และประชากรกลุ่มต่าง ๆ นอกจากนั้น ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังยังแตกต่างกันไปตามอวัยวะหรือส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่ทำการวัด ซึ่งในบางส่วนจะมีปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณไขมันในร่างกายทั้งหมด แต่ในบางส่วนก็จะแตกต่างกันไปมาก

2. ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังจะเป็นลักษณะเฉพาะของการกระจายของเนื้อเยื่อไขมันใต้ผิวหนัง โดยลักษณะของการกระจายของเนื้อเยื่อไขมันบริเวณใต้ผิวหนังจะมีการสลายตัวได้ในรูปแบบที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งจะทำให้มีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดภาวะโภชนาการเกินต่างกัน

ลักษณะการวัดจะต้องวัดในตำแหน่งเดียวกัน ถ้าตำแหน่งต่างกันเพียงเล็กน้อยอาจจะทำให้ได้ผลการวัดที่แตกต่างกัน ข้อควรระวังอีกอย่างหนึ่งคือ การวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังเป็นการวัดปริมาณเนื้อเยื่อที่นุ่ม ยืดหยุ่นได้จึงวัดให้มีความถูกต้องได้ยาก ถึงแม้จะวัดในตำแหน่งเดียวกัน ความยืดหยุ่นระหว่างชั้นผิวหนังและเนื้อเยื่อไขมันจะขึ้นอยู่กับ น้ำ อายุ เพศ และขนาดของแต่ละบุคคล

ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ และไม่เป็นอันตรายต่อผู้เข้าร่วมการทดลอง สามารถทำได้ง่ายและได้ผลการประเมินเป็นที่ยอมรับ ต้องมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือ วัดในตำแหน่งเดียวกันผลที่ได้จะไม่เกิดความคลาดเคลื่อน ซึ่งค่ามาตรฐานของปริมาณเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายของเพศหญิงที่ควรจะเป็น แสดงในตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 ค่ามาตรฐานปริมาณเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายของเพศหญิง (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2543)

อายุ (ปี)	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำมาก
17-19	20.3-22.3	22.4-24.4	24.5-28.7	28.8-30.8	≥ 30.9
20-29	20.4-22.6	22.7-24.9	25.0-29.6	29.7-31.5	≥ 31.6
30-39	24.4-26.5	26.6-28.7	28.8-33.2	33.3-35.4	≥ 35.5
40-49	29.8-31.6	31.7-33.5	33.6-37.4	37.5-39.3	≥ 39.4
50-59	32.6-34.5	34.6-36.5	36.6-40.6	40.7-42.6	≥ 42.7
60-72	27.5-30.3	30.4-33.2	33.3-39.1	39.2-42.0	≥ 42.1

จากตารางที่ 2-3 ค่ามาตรฐานของปริมาณเปอร์เซ็นต์ไขมันในเพศหญิงที่ควรจะเป็นในอายุที่แตกต่างกัน ไม่ควรอยู่ในระดับต่ำ ถ้าเกินจากนี้มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน

2. ปัจจัยส่งผลต่อเนื้อเยื่อไขมันในร่างกาย (สถาบันวิจัยประชากรและสังคม, 2554) มี 2 ปัจจัยหลัก ๆ คือ

1. สาเหตุจากปัจจัยด้าน คือ พันธุกรรม มีการศึกษา พบว่า ถ้าทั้งพ่อและแม่มีน้ำหนักมาก ลูกจะมีโอกาสอ้วนถึงร้อยละ 80 ถ้าคนใดคนหนึ่งอ้วน โอกาสที่ลูกจะอ้วนจะลดลงเหลือร้อยละ 40 แต่ถ้าทั้งพ่อและแม่ผอม ลูกจะมีโอกาสอ้วนเพียงร้อยละ 14 เท่านั้น

2. สาเหตุจากปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม คือ เป็นปัจจัยที่สำคัญ มีสิ่งที่ยั่วยุให้บริโภคอาหารที่เกินความจำเป็น ถูกกระตุ้นให้บริโภคเกือบตลอดเวลา ข้อมูลจากกระทรวงสาธารณสุขในด้านโภชนาการของคนไทย พบว่า เมื่อ 48 ปีมาแล้ว หรือเมื่อ พ.ศ. 2505 คนไทยกินอาหารประเภทไขมันเพียง 18 กรัมต่อวันซึ่งเท่ากับร้อยละ 8.9 ของพลังงานที่ได้รับทั้งหมดต่อวันแต่ผลจากการณรงค์ของกระทรวงสาธารณสุข เพื่อการพัฒนาคุณภาพและส่งเสริมสุขภาพพร้อมกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศอย่างต่อเนื่อง ทำให้เมื่อสำรวจข้อมูลใหม่ในปี พ.ศ. 2529 และปี พ.ศ. 2542 พบว่า คนไทยกินอาหารประเภทไขมันเพิ่มขึ้นเป็น 42-45 กรัมต่อวันซึ่งเท่ากับร้อยละ 22-26 ของพลังงานที่ได้รับทั้งหมดต่อวัน โดยที่อาหารประเภทโปรตีนและพลังงานรวมประมาณ 1,800-2,000 แคลอรีต่อวัน ไม่ได้ต่างจากปี พ.ศ. 2505 แต่เป็นเพราะวิถีการใช้ชีวิตที่เปลี่ยนไป การนั่งทำงานอยู่กับที่ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การเล่นเกม คอมพิวเตอร์ เกม โทรศัพท์ โทรศัพทมือถือ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ทำให้กิจกรรมทางกายลดลง

ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen consumption: VO_{2max}) หมายถึง ปริมาณออกซิเจนสูงสุดที่ร่างกายนำไปใช้ขณะออกกำลังกาย มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรของออกซิเจนต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ต่อเวลา 1 นาที ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เป็นความสามารถของร่างกายที่จะนำออกซิเจนที่หายใจเข้าไปในปอด เข้าไปใช้สร้างพลังงานในเซลล์ได้มากที่สุด ในระหว่างที่ร่างกายออกกำลังกาย ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะแตกต่างกันไปตามสถานะด้าน อายุ เพศ รูปร่าง และสมรรถภาพทางกาย (ACSM, 2000)

1. ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร และ สิทธิฯ พงษ์พิบูลย์, 2554, หน้า 241-243)

1. อายุ เป็นหนึ่งปัจจัยสำคัญที่มีต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของแต่ละบุคคล พออายุเพิ่มขึ้นค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดก็จะลดลงตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างอายุและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด จะลดลงประมาณร้อยละ 1 ต่อปีหรือมากกว่านั้น และไม่สามารถที่จะหยุดการเปลี่ยนแปลงในทางลบของค่าต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด แต่สามารถที่จะชะลอการเปลี่ยนแปลงได้โดยการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ

ตารางที่ 2-4 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) ตามอายุ (Wilmore, Costill, & Kenny, 2008)

Age (year)	$VO_2\max$ (ml/kg/min)	% Change from 25
25	47.7	-
35	43.1	-10
45	39.5	-17
55	38.4	-20
65	34.5	-28
75	25.5	-47

ในตารางที่ 2-4 แสดงให้เห็นว่า อายุมีผลต่อปริมาณความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นทุก ๆ 10 ปี ค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะลดลง ซึ่งไม่สามารถหยุดการเปลี่ยนแปลงนี้ได้ แต่สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงได้จากการออกกำลังกาย

2. เพศ เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยเพศหญิงจะมีค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ต่ำกว่าเพศชายประมาณ ร้อยละ 15-30 เนื่องจากเพศหญิงมีมวลกล้ามเนื้อที่น้อยกว่าเพศชาย เป็นเพราะฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ที่เพศชายมีมากกว่าเพศหญิง ฮอร์โมนชนิดนี้จะช่วยการเสริมสร้างโปรตีน ซึ่งจะทำให้มีมวลกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น และฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนยังช่วยกระตุ้นการผลิตของฮอร์โมนอิริทโรโพอิติน (Erythropoietin) จากไตซึ่งจะทำให้ร่างกายผลิตเม็ดเลือดแดงเพิ่มมากขึ้น ทั้งสองปัจจัยนี้จะมีผลต่อระดับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในเพศชายและหญิง

3. พันธุกรรม มีส่วนช่วยส่งผลให้มีค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดให้อยู่ในระดับที่สูง การศึกษาในต่างประเทศได้พบความคล้ายในเส้นใยของกล้ามเนื้อระหว่างฝาแฝดพ่อแม่เดียวกัน และได้พบว่าค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระหว่างฝาแฝดพ่อแม่เดียวกันนั้น

มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ในทางตรงกันข้าม การศึกษาได้พบความแตกต่างของเส้นใยกล้ามเนื้อระหว่างพี่น้องที่มีพ่อแม่เดียวกัน จากการศึกษาจึงสรุปได้ว่าพันธุกรรมมีผลต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

4. การออกกำลังกาย มีผลต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดในคนที่ออกกำลังกายหรือฝึกซ้อมกีฬาอย่างเป็นประจำค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด จะอยู่ในระดับที่สูงกว่าผู้ที่มีการเคลื่อนไหวน้อย การเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดในแต่ละบุคคลนั้นจะแตกต่างกันไป และเปลี่ยนแปลงมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการออกกำลังกายหรือการฝึกซ้อม การเปลี่ยนแปลงนั้นสามารถที่จะเกิดขึ้นได้ถึงร้อยละ 5-25 และมีการเปลี่ยนแปลงได้สูงถึงร้อยละ 50

5. โรคหัวใจและหลอดเลือด เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดในกรณีคนที่มีภาวะหลอดเลือดหัวใจตีบ (Coronary artery disease) การทำงานของหัวใจก็อาจจะไม่อยู่ในเกณฑ์ปกติในขณะที่ออกกำลังกาย การทำงานที่ผิดปกตินั้น จะส่งผลกระทบต่อปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ เมื่อหัวใจบีบตัว 1 ครั้งและอัตราการไหลของเลือดที่ออกจากหัวใจใน 1 นาที (Stroke volume and cardiac output) ซึ่งความผิดปกติของสองปัจจัยนี้จะส่งผลให้ค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดนั้นลดลง โรคหัวใจและหลอดเลือดยังก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร การออกกำลังกายสามารถลดความเสี่ยงตรงนี้ได้

มีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด คือ อายุ เพศ พันธุกรรม การออกกำลังกายและโรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งถ้าหากร่างกายมีการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะชะลอการเปลี่ยนแปลงได้ ก็จะส่งผลต่อสมรรถภาพในการทำงานของร่างกายให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่า และลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ ได้

2. ปัจจัยที่กำหนดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ประทุม ม่วงมี (2527) กล่าวว่า ออกซิเจนจะถูกส่งไปให้กล้ามเนื้อได้มากหรือน้อยเท่าไรขึ้นอยู่กับปัจจัย 4 อย่าง ดังนี้

1. ปริมาณของอากาศที่เข้าสู่ปอด (Minute Ventilation: VE) เมื่ออากาศเข้าสู่ปอดมากในขณะที่ออกกำลังกายหรือมีความจุปอด (Vital capacity) เพิ่มขึ้น จะทำให้ความดันของออกซิเจนในปอดมากขึ้น การฟุ้ง การกระจาย การไหลเวียนของก๊าซสู่ระบบการไหลเวียนสะดวกยิ่งขึ้น ออกซิเจนเข้าสู่ภายในเซลล์มากขึ้น

2. ความสามารถของโลหิตที่จะรับเข้าไปได้ ตัวการสำคัญในการรับออกซิเจนเข้าสู่กระแสโลหิตคือ ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) หากมีจำนวนมากก็สามารถพาออกซิเจนไปใช้ได้มาก

3. ความต้องการออกซิเจนของเนื้อเยื่อ หมายถึง ความจำเป็นที่จะต้องสร้างพลังงานโดยใช้ออกซิเจนในกิจกรรมที่ต้องออกแรงติดต่อกันเป็นเวลานาน เมื่อร่างกายใช้ออกซิเจนออกไป จึงต้องมีการนำเอาออกซิเจนจากบรรยากาศมาทดแทนออกซิเจนที่เสียไป

4. ปริมาณเลือดที่ฉีดออกจากหัวใจในเวลา 1 นาที (Cardiac output) หากหัวใจฉีดโลหิตออกจากหัวใจมากเท่าใด การใช้ออกซิเจนจะมากไปด้วย หลักในการออกกำลังกายที่ใช้เวลานานกว่า 3-4 นาที คือความสามารถของหัวใจ ปอด และระบบการไหลเวียนโลหิตในการขนส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อที่กำลังทำงาน ดังนั้น การประเมินสมรรถภาพของระบบการหายใจ ความสามารถของบุคคลในการทำกิจกรรม โดยประมาณค่าความสูงสุดของหัวใจ ปอด และระบบการไหลเวียนโลหิตด้วยการทดสอบการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum oxygen uptake test)

3. การประเมินความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ทำได้ 2 วิธีคือ

1. วิธีการวัดโดยตรง (Direct method) จากเครื่องมือซึ่งเป็นอุปกรณ์ประกอบด้วย ลูกกลิ้ง (Treadmill) จักรยานวัดงาน (Bicycle ergometer) เครื่องวัดและแสดงปริมาณอากาศ (Gasometer) เครื่องวิเคราะห์ห่ออากาศ (Gas-analyzer) เครื่องให้จังหวะ (Metronome) และ นาฬิกาจับเวลา วิธีการวัดทำได้โดยหายใจเข้าออกเข้าเครื่องเก็บอากาศ ซึ่งมีทั้งแบบวงจรปิด-เปิด แล้ววิเคราะห์อัตราส่วนของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศที่หายใจเข้าและออก เพื่อคำนวณหาออกซิเจนที่ร่างกายใช้ไปในแต่ละนาที แต่วิธีนี้ไม่สะดวกตรงที่ต้องทดลองในห้องปฏิบัติการ วิธีการยุ่งยาก ซับซ้อน และผู้เข้ารับการทดลองต้องออกกำลังเต็มที่จนเหนื่อยหมดแรง เสียเวลานานในการทดสอบ

2. วิธีทางอ้อม (Indirect method) โดยให้ผู้รับการทดสอบทำงานหนักในระดับสูงสุด (Maximal work load) หรือ ทำงานหนักระดับต่ำกว่าสูงสุด (Submaximal work load) ซึ่ง Submaximal work load จะใช้ระยะเวลาประมาณ 5-10 นาที ไม่ถึงกับหมดแรง เพื่อประมาณค่าสูงสุดของความสามารถในการใช้ออกซิเจนของร่างกาย วิธีนี้สะดวกเพราะใช้เวลาในการทดสอบน้อย วิธีการไม่ยุ่งยากและนอกจากนี้ Submaximal work load ยังสามารถหลีกเลี่ยงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้กับผู้เข้ารับการทดสอบ

ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีทางอ้อมในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยใช้แบบทดสอบของ ออสตรานด์-โรห์มิง (Astrand & Rodahl, 1986) เนื่องจากเป็นวิธีการที่มีการยอมรับ ให้ผลที่เที่ยงตรง และเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน

ในการทดสอบหาความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน ควรยุติการทดสอบเมื่อมีเหตุดังต่อไปนี้ (สுகหล้า เหมือนเดช, 2550, หน้า 16)

1. ชีพจรเต้นช้าลงแทนที่จะเพิ่มเมื่อทำงานเพิ่ม
2. ความดันโลหิตขณะที่หัวใจบีบหัวใจ (Systolic pressure) มีอัตรา 240-250 มิลลิเมตรปรอท

ปรอท

3. ความดันโลหิตขณะที่หัวใจคลายตัว (Diastolic pressure) มากกว่า 125 มิลลิเมตรปรอท

ปรอท

4. มีอาการปวดหน้าอกเพิ่มขึ้น หายใจติดขัด
5. มีอาการตรวจพบว่า หน้าซีด มึนงง หรือไม่มีความรู้สึกต่อสิ่งรอบตัว
6. มีอาการที่ตรวจคลื่นไฟฟ้าของหัวใจพบว่า กราฟหัวใจที่แสดงอาการเต้นของหัวใจผิดปกติ

จังหวะ

ถ้าระหว่างการทดสอบมีอาการดังกล่าวให้หยุดการทดสอบทันทีเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับผู้เข้าร่วมการทดลอง

การเคลื่อนไหวและออกกำลังกายกับการลดน้ำหนัก

การเคลื่อนไหวร่างกายเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มการใช้พลังงานที่เก็บสะสมในรูปของไขมัน การเพิ่มการเผาผลาญไขมันส่วนเกิน นับได้ว่าเป็นการลดน้ำหนักที่ถูกหลักการ การลดไขมันต่างกับการลดน้ำในร่างกาย กล่าวคือ การลดหรือรีดน้ำออกจากร่างกายจะเห็นผลเร็วแต่น้ำหนักก็กลับคืนมาเร็วเช่นกัน การลดไขมันใช้เวลานาน ซึ่งพอ ๆ กับการเพิ่มไขมันที่เป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป ในกรณีที่น้ำหนักตัวไม่เปลี่ยนแปลงการเพิ่มไขมันอาจเกิดร่วมกับการลดองค์ประกอบร่างกายส่วนอื่น เช่น กล้ามเนื้อ ทำให้เราไม่สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของการเพิ่มไขมันก็เป็นได้ ในภาพรวมจากผลศึกษาวิจัยที่ผ่านมามากหลายสิบปี มีหลักฐานยืนยันแน่ชัดแล้วว่าการเคลื่อนไหวและออกกำลังกายสามารถควบคุมน้ำหนักไม่ให้น้ำหนักเพิ่ม (มีความเชื่อมั่นสูงไม่จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม) การเคลื่อนไหวและการออกกำลังกายสามารถรักษาและคงสภาพน้ำหนักที่ลด (มีความเชื่อมั่นมาก ยังต้องการการศึกษาบ้าง) และการเคลื่อนไหวและออกกำลังกายสามารถรักษาโรคอ้วนได้ (มีความเชื่อมั่นปานกลาง ยังต้องการศึกษาอีกมาก)

เมื่อเริ่มกิจกรรมเคลื่อนไหวร่างกาย หรือเริ่มออกกำลังกาย มักมีความคาดหวังสูงในการลดน้ำหนักอย่างมาก และอยากเห็นผลในระยะสั้น ซึ่งจะไม่เป็นเช่นนั้น ทำให้เกิดความท้อแท้หรือเลิกกิจกรรมต่าง ๆ ถ้าหวังผลให้เกิดการลดน้ำหนัก ต้องมีการเคลื่อนไหวและออกกำลังกายอย่างจริงจังทำต่อเนื่องและสม่ำเสมอ นอกจากนี้ มีหลายการศึกษาพบว่า การดูแลการลดน้ำหนักให้ได้ผลนั้น ต้องการ 3 ปัจจัยร่วมกัน ได้แก่ ลดการบริโภคอาหาร เพิ่มการเคลื่อนไหวร่างกายและปรับพฤติกรรมซึ่งต้องทำในระยะยาวต่อเนื่องจึงจะเห็นผล

การศึกษามากมาย ที่บอกถึงผลของการออกกำลังกายต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวในคนอ้วน โดยใช้ระยะเวลา 4-12 เดือน พบว่าน้ำหนักตัวเฉลี่ยลด 2.4 กิโลกรัม ในกลุ่มออกกำลังกาย และการออกกำลังกายในช่วงสั้น (< 26 สัปดาห์) จะลดน้ำหนักลงตัวและไขมันได้มากในช่วงแรก และเริ่มช้าลง และถ้าออกกำลังกายเป็นระยะเวลายาว (> 26 สัปดาห์) จะไม่เห็นผลชัดเจน ผู้หญิงและผู้ชายมีการตอบสนองต่างกันในการออกกำลังกายในปริมาณที่เท่ากัน โดยผู้ชายจะลดน้ำหนักได้มากกว่าผู้หญิง ทั้งนี้เนื่องมาจากการชดเชยด้วยการเพิ่มการบริโภคอาหารของผู้หญิงก็เป็นได้ นอกจากนี้ยังพบว่าผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนเป็นกลุ่มเสี่ยงที่น้ำหนักจะเพิ่มง่าย และลดยากกว่ากลุ่มอายุอื่น ๆ การศึกษาการออกกำลังกายแบบแอโรบิกทำให้คนอ้วนลดน้ำหนักได้ระดับหนึ่ง ระบบการไหลเวียนเลือดดีขึ้น สามารถลดไขมันหน้าท้องได้บ้างขณะที่บางคนไม่พบการเปลี่ยนแปลง ขณะที่การออกกำลังกายร่วมไปกับการลดอาหารที่บริโภค จะช่วยให้ระบบการไหลเวียนเลือดดีขึ้น ยังช่วยให้ลดไขมันหน้าท้องได้อีก ดังนั้น การแนะนำควรให้ทั้ง 2 ปัจจัยควบคู่กันไป และการติดตามผลจากเจ้าหน้าที่ที่ดูแลการลดน้ำหนักพบว่าช่วยให้อาสาสมัครดำเนินกิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกายได้อย่างต่อเนื่องและประสบผลสำเร็จในการลดน้ำหนัก

1. ปัจจัยที่มีผลต่อการลดน้ำหนัก

1.1 การลดการบริโภคอาหาร

การลดปริมาณไขมันและลดปริมาณพลังงานที่ได้รับต่อวันการบริโภคอาหารที่มีแคลอรีต่ำเดิม โดยการลดไขมันและทดแทนด้วยคาร์โบไฮเดรต ซึ่งให้ปริมาณแคลอรีเท่าเดิมนั้น ช่วยลดปริมาณไขมันที่ร่างกายได้รับ แต่ไม่ได้ช่วยลดน้ำหนัก เนื่องจากปริมาณแคลอรียังเท่าเดิมนั้น การปรับเปลี่ยนชนิดอาหารที่บริโภคยังไม่พอควรลดการบริโภคลงด้วย

1.2 การเพิ่มการเคลื่อนไหวร่างกาย

การลดน้ำหนักมักเนื่องมาจากการลดปริมาณพลังงานที่ได้รับร่วมกับการเพิ่มการเคลื่อนไหวร่างกาย ช่วยป้องกันไม่ให้น้ำหนักที่ลดนั้นเพิ่มกลับมาอีก และยังช่วยระบบหัวใจ หลอดเลือด ลดความเสี่ยงการเกิดโรคเบาหวาน ซึ่งดีกว่าการลดการบริโภคเพียงอย่างเดียว การเคลื่อนไหวและออกกำลังกายควรเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป ช้าแต่ให้ทำประจำและสม่ำเสมอ

การออกกำลังกายจะทำต่อเนื่องกันหรือจะแบ่งเป็นช่วงสั้น ๆ ซึ่งเมื่อรวบรวมกันแล้วได้ผลลัพธ์ไม่ต่างกันซึ่งงานวิจัยโดยให้อาสาสมัครที่ออกกำลังกาย วันละ 30 นาที หรือออกกำลังกาย 3 ครั้ง ๆ ละ 10 นาที รวมเป็น 30 นาที ออกกำลังกาย 3 วัน/สัปดาห์ เท่ากันให้ผลไม่ต่างกัน ซึ่งการออกกำลังกายแบบสะสม ช่วยได้เช่นกันและยังมีความเป็นไปได้ในการที่จะแนะนำสำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้ ซึ่งสามารถแบ่งทำเป็นช่วงสั้น ๆ

1.3 การปรับพฤติกรรม

การปรับพฤติกรรมจะเกิดขึ้นเมื่อคน ๆ นั้นมีประสบการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทำให้เห็นผลที่ดีขึ้น (Self experience approach) ทำให้มีความมั่นใจว่าตัวเองทำได้ และเมื่อได้รับการชื่นชมจากผู้อื่น และสังคมรอบด้าน การเป็นแบบอย่างให้ผู้อื่น รวมทั้งการตอกย้ำ (Reinforcement) และการให้รางวัล (Reward) จะสร้างพลังแห่งความเชื่อมั่น การปรับพฤติกรรมจำเป็นต้องเป็นการดูแลตนเอง (Self monitoring) ทั้งเรื่องการดำเนินชีวิต การบริโภคอาหาร การเคลื่อนไหวและออกกำลังกาย และการลดปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ

2. การออกกำลังกายกับคนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน (กองออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ กรมอนามัย, 2556)

ผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน ควรออกกำลังกายให้ได้ปริมาณมาก ๆ เพื่อให้มีการเผาผลาญ พลังงานมากขึ้นในแต่ละวันหรือสัปดาห์แต่ไม่ควรหักโหมออกกำลังกายปริมาณมากในระยะเวลาสั้น ๆ เพราะอาจบาดเจ็บหรือเสี่ยงต่อภาวะฉุกเฉิน นอกจากนี้ ควรมีกิจกรรมทางกายในรูปแบบอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น เดิน กวาดบ้าน ซักผ้า ถูบ้าน หรือทำงานบ้านเพื่อทำให้ร่างกายเคลื่อนไหวและเผาผลาญพลังงานมากขึ้น ชนิดการออกกำลังกายที่เหมาะสม คือ การออกกำลังกายแบบเคลื่อนไหว และลงน้ำหนักแต่มีแรงกระแทกต่ำ เช่น เดินแบบต่อเนื่องช้า ๆ เดินช้าสลับเร็ว หรือเดินสลับวิ่งเหยาะและถ้ามีปัญหาสุขภาพอื่นที่เป็น อุปสรรคต่อการเคลื่อนไหวร่วมด้วย เช่น การทรงตัวไม่ดี ปวดหลัง ปวดเข่า ควรออกกำลังกายชนิดไม่มีแรง กระแทกและเป็นการออกกำลังกายอยู่กับที่ เช่น จักรยาน ว่ายน้ำ หรือที่มีอุปกรณ์ช่วยพยุงน้ำหนักตัว เช่น ออกกำลังกายบนลู่วิ่งอากาศ หรือนั่งออกกำลังกาย เพื่อลดความเสี่ยงจากการล้ม ควรพยายามออกกำลังกายให้ได้ 5 วันต่อสัปดาห์ และสามารถทำได้มากกว่า 280 นาทีต่อสัปดาห์หรือ โดยเฉลี่ย 40 นาทีต่อวัน ความหนักของการออกกำลังกาย ให้วัดจากอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกแรงควรอยู่ระหว่าง 110 - 130 ครั้งต่อนาที จึงเพียงพอในการเผาผลาญพลังงานเพื่อลดไขมันส่วนเกิน รูปแบบการออกกำลังกายทำแบบเบาสลับหนัก โดยเริ่มที่ความหนักน้อย ๆ และค่อยเพิ่มขึ้นตามความสามารถของร่างกาย แม้การออกกำลังกายจะมีประโยชน์ต่อผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน แต่มีข้อควรระวัง คือ ต้องทำแบบค่อยเป็นค่อยไป ไม่หักโหมเพราะน้ำหนักตัวจะเป็นอุปสรรค จนอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บได้ง่ายหรืออาจท้อใจในที่สุด (กัลยา กิจบุญชู, 2546)

ประเภทของการออกกำลังกาย

การฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นการออกกำลังกายรูปแบบหนึ่งซึ่งอยู่ในประเภทของการออกกำลังกาย ซึ่งมีดังต่อไปนี้

1. การฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval training)
2. การฝึกแบบใช้แรงต้าน (Weight training)
3. การฝึกแบบต่อเนื่อง (Continuous training)
4. การฝึกแบบวงจร (Circuit training)
5. การฝึกแบบซ้ำ ๆ กัน (Repetition training)
6. การฝึกแบบสลับชนิดกิจกรรม (Cross training)

การออกกำลังกายมีความสำคัญในการช่วยการส่งเสริมให้ร่างกายมีการเผาผลาญพลังงานเพิ่มขึ้นและลดปัจจัยเสี่ยงที่จะเกิดภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน ซึ่งการออกกำลังกายมีหลายประเภทและควรเลือกออกกำลังกายตามความเหมาะสมของแต่ละบุคคล การฝึกเพื่อเพิ่มสมรรถภาพทางกาย ทั้งการฝึกสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ การฝึกสมรรถภาพทางแอโรบิกและการฝึกสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก (ธีระศักดิ์ อภาวัฒนาสกุล, 2552)

การฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval training) การฝึกจะถูกแบ่งออกเป็นช่วง โดยมีช่วงปฏิบัติกิจกรรมสลับกับช่วงพักหรือช่วงการฟื้นตัว สามารถออกกำลังกายทั้งแบบแอโรบิกและแอนแอโรบิก โดยกำหนดเลือกใช้อุปกรณ์ประกอบ 3 ประการ คือ การกำหนดระยะทางหรือความหนัก กำหนดช่วงเวลาของระยะทาง และกำหนดเวลาการฟื้นตัวก่อนที่จะฝึกซ้ำในช่วงต่อไป (Plowman & Smith, 2008)

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการฝึกแบบหนักสลับเบา โดยนำเอาหลักการแบบหนักสลับเบา มาสร้างโปรแกรมการฝึกพร้อมกับการใช้หลักการสร้างความก้าวหน้า ซึ่งจะใช้วิธีการปั่นจักรยานและปรับความหนักของงาน โดยวัดจากอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อให้มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้ และไม่เป็นอันตรายต่อผู้เข้าร่วมงานวิจัยหรือคนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน

การฝึกแบบหนักสลับเบา

ประทุม ม่วงมี (2532) ได้กล่าวว่า การฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นระบบของการพัฒนาหรือรักษาสมรรถภาพ เป็นการฝึกที่ประกอบด้วยการฝึกที่เป็นชุด สลับกับช่วงเวลาของการพัก ซึ่งช่วงเวลาของการพักมักมีการออกกำลังกายแบบเบา ๆ โดยในอดีตนั้นเรียกรูปแบบการฝึกแบบนี้ว่า “Controlled interval method” โดยสิ่งที่กำหนดในการฝึกคือระยะทาง (Distance) ช่วงเวลา (Interval) จำนวนเที่ยว (Repetition) จำนวนรอบ (Time) ซึ่งเขียนเป็นคำย่อว่า “DIRT” การฝึกแบบ

หนักสลับเบา มีข้อได้เปรียบจากการฝึกแตกต่างไปจากการฝึกความอดทนโดยทั่วไป คือ ทำให้ร่างกายได้มีโอกาสพัฒนาระบบการสร้างและใช้พลังงานที่เหมาะสมกับประเภทกีฬาอย่างเต็มที่ นอกจากนี้ยังให้ร่างกายได้พักเพิ่มเติมพลัง และขจัดของเสีย ตลอดจนความร้อนจากกล้ามเนื้อเข้าสู่ระบบไหลเวียน เป็นการลดความเหนื่อย สะลอลจุดแห่งความล้า ทำให้ร่างกายทำงานได้มากขึ้น มีความอดทนมากขึ้น

1. องค์ประกอบการฝึกแบบหนักสลับเบา (Plowman & Smith, 2008) ดังนี้

- 1.1 กำหนดระยะทางหรือความหนัก
- 1.2 กำหนดระยะเวลาของการฝึก
- 1.3 กำหนดเวลาพักหรือการฟื้นตัว

2. หลักการในการเขียนโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา

- 2.1 วิเคราะห์ดูว่าประเภทกีฬาหรือการออกกำลังกายนั้นใช้ระบบการสร้างพลังงานประเภทใดเป็นหลัก
- 2.2 ใช้หลักการเพิ่มปริมาณหรือความหนัก (Overload principle) คือการค่อย ๆ ใ้ร่างกายได้เผชิญกับงานที่ทำโดยการกำหนด 1) ความเร็วหรือเวลา เช่น จากช้าไปเร็ว 2) ความเข้มข้น เช่น จากน้อยไปมาก จากต่ำไปสูง หรือจากที่ทำได้น้อยครั้งไปสู่ว่าทำได้น้อยครั้ง
- 2.3 สร้างโปรแกรมการฝึกที่สอดคล้องกับสภาพของผู้เข้าฝึก ดังนั้นก่อนที่จะเขียนโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาได้อย่างเหมาะสมจึงต้องมีการทดสอบความสามารถก่อน และเมื่อฝึกแบบหนักสลับเบาไปได้ 2-3 สัปดาห์ ควรมีการทดสอบอีกว่าโปรแกรมการฝึกนั้น ควรปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
- 2.4 การฝึกแบบหนักสลับเบาที่เน้นการรักษาระดับของสมรรถภาพทางกายจะได้ประโยชน์เมื่อใช้เวลากการฝึกระหว่าง 6-8 สัปดาห์
- 2.5 สร้างโปรแกรมที่มีลักษณะ วันเว้นวัน เพื่อให้ร่างกายได้พัก

ตารางที่ 2-5 แนวทางการสร้างโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาโดยกำหนดจากระยะเวลาของการฝึก

กิจกรรม	ระบบพลังงาน	เวลา (นาที: วินาที)	จำนวน เซต	อัตราส่วน ช่วงงาน: ช่วงพัก	กิจกรรมช่วงพัก	
1	ATP-PC	0:10	50	1:3	Rest-relief	
		0:15	45			
		0:20	40			
		0:25	32			
2	ATP-PC + LA	0:30	25	↓	Work-relief	
		0:40-0:50	20			
		1:00-1:10	15			1:2
		1:20	10			↓
3	LA+O ₂	1:30-2:00	8	↓	Work-relief	
		2:10-2:40	6			1:1
		2:50-3:00	4			↓
4	O ₂	3:00-4:00	4	↓	Rest-relief	
		4:00-5:00	3			1: 2

ในตารางที่ 2-5 เป็นแนวทางการสร้างโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ซึ่งการกำหนดความหนัก จำนวนเซต ช่วงงานและช่วงพัก เพื่อให้เหมาะกับเป้าหมายหรือจุดประสงค์ของการฝึก

3. การกำหนดความเข้มข้นของการฝึก

3.1 การจับอัตราการเต้นของหัวใจ เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากอัตราการเต้นของหัวใจเป็นเครื่องบ่งชี้ที่สำคัญว่าควรเลือกทำกิจกรรมใด กำหนดความหนัก-เบาของกิจกรรม ซึ่งความเข้มข้นในการฝึกต้องมีความหนักที่เพียงพอในระดับร้อยละ 60-90 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

3.2 สังเกตผลทางกายภายหลังจากฝึกตามจำนวนที่ขยต่อครั้งที่กำหนด วิธีการนี้จำนวนเที่ยวหรือครั้งที่ทำงานจะถูกกำหนดขึ้น หากออกกำลังกายไปแล้วเห็นว่าเกินกำลังอย่างมาก แสดงว่าความเข้มข้นสูงเกินไปหรือหากออกกำลังกายไปแล้วรู้สึกว่าได้ทำอะไรมากก็เป็นเครื่องบ่งชี้ว่างานนั้นมีความเข้มข้นไม่เพียงพอ

4. กิจกรรมและระยะเวลาของช่วงพัก

ในช่วงพักของการฝึกแบบหนักสลับเบา ควรคำนึงถึงระบบพลังงานที่ใช้ไป เช่น หากออกกำลังกายโดยใช้ระบบการสร้างพลังงานแบบ เอทีพี-พีซี เป็นหลัก ในช่วงพักควรเป็นการเดินหรือการยืดกล้ามเนื้อ (Rest-relief) และหากระบบการใช้พลังงานเป็นระบบแลคติก-แอซิด กิจกรรมในช่วงพักควรเป็นการเดินเร็ว จ็อกกิ้งหรือออกกำลังเบา (Work-relief) จะช่วยทำให้ปริมาณของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อและในเลือดลดลงเร็วกว่ากิจกรรมที่หยุดพักอยู่เฉย ๆ

5. ระยะเวลาและความบ่อยของการฝึก

ผลของการฝึกแบบหนักสลับเบา นั้น จะมีผลต่อเมื่อมีเวลาของการฝึกประมาณ 6-8 สัปดาห์ ในกิจกรรมที่ใช้ระบบการสร้างพลังงานแบบเอทีพี-พีซี และแลคติก-แอซิด เป็นหลัก ในขณะที่กิจกรรมที่ต้องใช้ระบบออกซิเจนเป็นหลักอาจต้องเพิ่มเวลาฝึกอีกเล็กน้อยใน 1 สัปดาห์ ควรมีการฝึกระหว่าง 2-5 ครั้ง การฝึกควรเป็นลักษณะ วันหนักสลับวันเบา

หลักในการสร้างโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับผู้เข้ารับโปรแกรม ระยะเวลาที่เหมาะสมควรฝึกตั้งแต่ 6-8 สัปดาห์ อัตราการเต้นของหัวใจเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการกำหนดความหนัก-เบาของกิจกรรมที่ทำ ซึ่งความหนักที่เพียงพอควรอยู่ในระดับร้อยละ 60-90 ของอัตราการเต้นของหัวใจ ส่วนช่วงพักกิจกรรมที่ควรเป็นการเดินเร็วหรือออกกำลังเบา ๆ ดีกว่าการหยุดพักเฉย ๆ

6. ประโยชน์ของการฝึกแบบหนักสลับเบา (มฉินทร รักษ์บำรุง, 2546)

6.1 การฝึกแบบหนักสลับเบาเพิ่มความแข็งแรง (Strength), กำลัง (Power), ความเร็ว (Speed) และเพิ่มการใช้พลังงานจากไขมัน (Fat metabolism) ได้ดีกว่าการฝึกแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) ทั่วไป จากรายงานการค้นพบที่ว่า การฝึกแบบหนักสลับเบาจะเพิ่มปริมาณกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน (Lean muscle tissue) ได้ดีกว่าการฝึกแบบแอโรบิกและการเพิ่มขึ้นของปริมาณกล้ามเนื้อปราศจากไขมันนี้ จะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการสลายไขมันเพื่อสร้างพลังงาน

6.2 การฝึกแบบหนักสลับเบาเพิ่มค่าแอนแอโรบิกหรือแลคติกเทรชโฮลด์ (Anaerobic or lactic acid threshold) และปริมาณการจับออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) เมื่อค่าต่าง ๆ เหล่านี้เพิ่มขึ้นจะทำให้ร่างกายสามารถออกกำลังกายที่ระดับการเต้นของหัวใจสูง ๆ (Higher heart rate) โดยปราศจากการสะสมของกรดแลคติกในเลือดและกล้ามเนื้อ (Lactic acid accumulation)

6.3 การฝึกแบบหนักสลับเบาช่วยประหยัดเวลา จากการศึกษาพบว่าการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ใช้เวลา 30 นาที จะเทียบได้กับการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั่วไป 60 นาที และการฝึกแบบหนักสลับเบา 3 ครั้งต่อสัปดาห์ จะเทียบได้กับการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั่วไป 4-6 ครั้งต่อสัปดาห์

ตารางที่ 2-6 การศึกษาผลโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาหลาย ๆ รูปแบบ ต่อไขมันใต้ผิวหนัง ไขมันหน้าท้อง ดัชนีมวลกาย เส้นรอบเอว ความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดและภาวะความไวต่ออินซูลิน (Boutcher, 2011)

Reference	Subcutaneous fat (kg)	Abdominal/ trunk fat (kg)	Body mass (kg)	Waist circumference (cm)	Type of HIIE	Week2-6	VO _{2max} ml/ kg / min ⁻¹	Insulin sensitivity
Boudou et al. (2003)	↓ 18%	↓ 44%	↓ 1.9 kg (2%)	-	SSE+5×2/3 min R	8 weeks	-	↑ 58%
Burgomaster et al. (2008)	-	-	↔	-	4-6 Wingate/ 4.5 minR	6 weeks	↑ 7%	-
Dunn (2009)	↓ 2.6 kg (8%)	↓ .12 kg (6%)	↓ 1.9 kg (3%)	↓ 3.5 cm (4%)	60×8 s/ 12 s R	12 weeks	↑ 18%	↑ 36%
Helgerud et al. (2007)	-	-	↓ .8 kg (1%)	-	15 s/15 s R	8 weeks	↑ 6%	-
Helgerud et al. (2007)	-	-	↓ 1.5 kg (2%)	-	4×4 min/ 4 min R	8 weeks	↑ 7%	-
Mourier et al. (1997)	↓ 18%	↓ 48%	↓ 1.5 kg (2%)	↓ 1.00 cm (1%)	SSE+5× 2/3 min R	8 weeks	↑ 41%	↑ 46%
Perry et al. (2008)	-	-	↓ .2 kg (.03%)	-	10×4 min/ 2 min R	2 weeks	↑ 9%	-
Talanian et al. (2007)	-	-	-	-	10×4 min/ 2 min R	2 weeks	↑ 13%	-
Tjønnå et al. (2008)	-	-	↓ 2.3 kg (2.5%)	↓ 5.0 cm (5%)	4×4 min/ 3 min R	16 weeks	↑ 26%	↑ 19%

ตารางที่ 2-6 (ต่อ)

Reference	Subcutaneous fat (kg)	Abdominal/ trunk fat (kg)	Body mass (kg)	Waist circumference (cm)	Type of HHE	Week2-6	VO _{2max} ml/ kg ⁻¹ / min ⁻¹	Insulin sensitivity
Tjønnha et al. (2009)	↓ 2.4 kg (7%)	↓ 1.5 kg (8%) #	↑ .1 kg (.3%)	↓ 7.2 cm (7%)	4×4 min/ 3 min R	12 weeks	↑ 10%	↑ 29%
Trapp et al. (2008)	↓ 2.5 kg (10%)	↓ .15 kg (10%) #	↓ 1.51 kg (2%)	-	60×8 s/ 12 s R	15 weeks	↑ 24%	↑ 33%
Tremblay et al. (2005)	↓ 5%*	↓ 12%*	↓ .1 kg (.1%)	-	15×30 s	24 weeks	↑ 20%	-

Remark ↑ indicates increased; ↓ decreased; ↔ no change; -not recorded;

*body fat was assessed by skin folds; # trunk fat; SSE = steady state exercise;

Wingate = 30 s flat out sprint; R = recovery.

ในตารางที่ 2-6 เป็นตารางแสดงให้เห็นลักษณะของโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ซึ่ง Boutcher (2011) ได้ทำการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา โดยมีการศึกษาโปรแกรมการฝึกหนักสลับเบาหลายรูปแบบ แตกต่างกันไป ทั้งระยะเวลาของช่วงหนักอยู่ที่ 8 วินาที ถึง 4 นาที ระยะเวลาของช่วงเบาอยู่ที่ 12 วินาที ถึง 4 นาที ช่วงสัปดาห์ของการฝึกอยู่ระหว่าง 2-24 สัปดาห์ โดยส่งผลต่อตัวแปรที่งานวิจัยนี้ทำการศึกษา คือ ดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกาย และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

หลักการออกกำลังกาย

ถนนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร และสิทธา พงษ์พิบูลย์ (2554, หน้า 230-235) กล่าวว่า การออกกำลังกายอย่างถูกต้องและเหมาะสม จะช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายของผู้ที่ออกกำลังกาย ในการออกกำลังกายนั้นจะต้องใช้หลักการของชนิด ความถี่ ความนาน (ระยะเวลา)

และความหนักของการออกกำลังกายให้ถูกต้อง เพื่อที่จะได้เกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น แต่หลักการออกกำลังกายเหล่านี้ไม่สามารถที่จะใช้ได้กับทุก ๆ คนที่ออกกำลังกาย เนื่องจากว่าสมรรถภาพขั้นพื้นฐานของแต่ละคนนั้นไม่เท่าเทียมกัน ดังนั้นการออกกำลังกายโดยใช้หลักการออกกำลังกายจะต้องปรับ ชนิด ความถี่ เวลาและความหนักตามความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย

หลักการออกกำลังกายประกอบด้วย

1. หลักการตอบสนองเฉพาะบุคคล (Individual response principle)
2. หลักการปรับตัวของร่างกาย (Adaptation principle)
3. หลักการเพิ่มปริมาณ ความหนักหรือหลักการฝึกมากกว่าปกติ (Overload principle)
4. หลักการสร้างความก้าวหน้า (Progression principle)
5. หลักการการคืนสู่สภาพเดิม (Reversibility)
6. หลักการความเฉพาะเจาะจง (Specificity principle)
7. หลักการอบอุ่นร่างกายและการผ่อนคลายการออกกำลังกาย (Warm up and cool down principle)

principle)

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้หลักการสร้างความก้าวหน้า (Progression principle) มาใช้ในการฝึกออกกำลังกาย หลักสร้างความก้าวหน้า คือ การเปลี่ยนแปลงปริมาณงานในระดับความหนักให้มีเพิ่มมากขึ้นเนื่องมาจากมีการปรับตัวของร่างกาย ความก้าวหน้าในการฝึกจึงหมายถึง ปริมาณของงานที่มีเพิ่มมากขึ้นนั้นถูกฝึกปฏิบัติจนกลายเป็นงานที่มีขนาดเบาจนสามารถควบคุมและมีความยืดหยุ่นได้ ในการฝึกด้วยภาระงานหนักเกินปกติโดยเพิ่มความก้าวหน้าไปเรื่อย ๆ นั้นจะเป็นการเอาภาระงานหนักเกินปกติในระดับใหม่ที่สูงมากขึ้นจะใช้วิธีการค่อย ๆ เพิ่มความหนักของงานขึ้นทีละน้อย (ธีระศักดิ์ อภาวัฒนาสกุล, 2552) แต่หลังจากผ่านไปช่วงสัปดาห์ 4-6 ความหนักมากกว่าปกติสามารถเพิ่มขึ้นในอัตราคงที่ (Steady) และเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่องไปตลอดการฝึกซ้อมจนกระทั่งได้รับสิ่งที่คาดหวังเมื่อนั้นความหนักมากกว่าปกติอาจไม่มีความจำเป็นต้องเพิ่มขึ้นอีก สิ่งที่สำคัญความหนักมากกว่าปกติต้องไม่เพิ่มขึ้นช้าหรือเร็วมากเกินไป ถ้าสมรรถภาพมีการปรับปรุงอย่างเหมาะสม การเพิ่มขึ้นช้ามากจะเป็นผลในการจำกัดการปรับปรุงสมรรถภาพทางกาย ส่วนการเพิ่มขึ้นเร็วมากต่อการเมื่อยล้าอย่างเรื้อรัง (Chronic fatigue) และการบาดเจ็บการใช้งาน มากเกิน (Overuse injuries) อย่างไรก็ตามอัตราเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอที่มีความปลอดภัยในช่วงโปรแกรมการฝึกซ้อมไม่สามารถกำหนดตายตัวได้ เพราะแต่ละบุคคลมีความทนทาน (Tolerance) ต่อความหนักของการฝึกซ้อมที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม แนวทางสำหรับการปรับปรุงสมรรถภาพทางกาย และหลีกเลี่ยงการบาดเจ็บจากการใช้งานมากเกินไป คือ กฎของ 10 เปอร์เซ็นต์ (Ten

percent rule) ในการอธิบายกฎข้อนี้จะพูดเกี่ยวกับความหนักหรือระยะเวลาการฝึกไม่ควรจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 10เปอร์เซ็นต์ต่อสัปดาห์ ตัวอย่างเช่น นักวิ่งมีการวิ่ง 20 นาทีต่อวัน ในการเพิ่มความหนักมากกว่าปกติในสัปดาห์ต่อไป นักวิ่งสามารถเพิ่มระยะเวลาในการออกกำลังกายในแต่ละวันได้ถึง 22 นาทีต่อวัน (10 เปอร์เซ็นต์ของ 20 = 2) (สนทนา สีละมาด, 2551)

โดยมีการศึกษาที่นำหลักการสร้างความก้าวหน้ามาปรับใช้ร่วมกับการฝึกออกกำลังกายกับคนที่น้ำหนักเกินในรูปแบบการฝึกอื่น ๆ เช่น การศึกษาของพลูสมบัตติ เยาวพงษ์ (2554) ที่ได้ศึกษาโปรแกรมการออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง ที่ความหนัก 50-70 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งในโปรแกรมความหนักจะเพิ่มขึ้นในทุก ๆ 2 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัว เปอร์เซ็นต์ไขมันและดัชนีมวลกายลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถนำหลักการสร้างความก้าวหน้ามาปรับใช้ร่วมกับโปรแกรมการฝึกออกกำลังกาย กับคนที่น้ำหนักเกิน และส่งผลต่อน้ำหนักตัว เปอร์เซ็นต์ไขมันลดลง การใช้หลักการสร้างความก้าวหน้าร่วมกับโปรแกรมการฝึกจึงเหมาะสมในการนำมาใช้กับคนที่น้ำหนักตัวเกินและโรคอ้วน เพราะความหนักของงานในช่วงแรกสามารถทำได้ง่ายไม่ทำให้เกิดการล้าและบาดเจ็บ

คำแนะนำกับความปลอดภัยของการฝึกแบบหนักสลับเบา (ACSM, 2014)

คนที่มีความผิดปกติการออกกำลังกายหรือคนที่ใช้ชีวิตอยู่กับที่ อาจมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคหลอดเลือดเพิ่มขึ้นจากการออกกำลังกายนี้ คนที่มีประวัติครอบครัวที่สูบบุหรี่ ความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน ระดับคอเลสเตอรอลสูงผิดปกติ และโรคอ้วนจะเพิ่มความเสี่ยงนี้ โดยจะต้องมีใบรับรองแพทย์เพื่อความปลอดภัยและเหมาะสม ก่อนที่จะเริ่มการโปรแกรมการฝึกจะต้องมีระดับสมรรถภาพร่างกายขั้นพื้นฐาน มีการออกกำลังกายแบบแอโรบิก (3-5 ครั้งต่อสัปดาห์) เป็นเวลาหลายสัปดาห์ เพื่อให้กล้ามเนื้อเกิดการปรับตัวที่ดีในการขนส่งออกซิเจนไปกล้ามเนื้อ การสร้างรูปแบบการออกกำลังกายที่เหมาะสม และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความสำคัญก่อนเข้าร่วมการฝึกแบบหนักสลับเบา เพื่อลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บต่อกล้ามเนื้อ

ต้องคำนึงถึง อายุ เพศ และระดับสมรรถภาพ เป็น 1 กุญแจสำคัญในความปลอดภัยของผู้เข้ารับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา เพื่อให้เหมาะสมที่จะปรับเปลี่ยนความหนักของช่วงงาน ให้อยู่ในระดับความหนักที่ต้องการ ความปลอดภัยของผู้เข้าร่วมควรให้ความสำคัญเป็นหลัก และควรให้ความสำคัญกับการความหนักที่เหมาะสมของแต่ละคน การฝึกแบบหนักสลับเบาจะใช้แรงมากกว่าการฝึกระดับปานกลาง ดังนั้น เวลาพักจึงเป็นสิ่งสำคัญ อาจเริ่มต้นการฝึกแบบหนักสลับเบา 1 ครั้ง ต่อสัปดาห์ และนอกจากนั้นฝึกระดับความหนักปานกลาง เมื่อร่างกายเริ่มปรับตัวและมีความพร้อมมากขึ้น จึงเพิ่มเป็น 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นทำได้ตลอดสัปดาห์

การศึกษาพบว่าโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีการฝึกหลายรูปแบบแตกต่างกัน ทั้งเวลาของการฝึกและเวลาการพัก มีหลากหลายวิธี ผลการศึกษาพบว่า ไชมันได้ผิวหนัง ไชมันหน้าท้องและเส้นรอบเอวลดลง ดัชนีมวลกายส่วนใหญ่อลดลง ความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดเพิ่มขึ้น และเพิ่มความไวต่ออินซูลิน ระยะเวลาของการฝึกที่มีผลต่อไชมันในร่างกาย ใช้เวลาในการฝึกตั้งแต่ 8 สัปดาห์ไปจนถึง 24 สัปดาห์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการวัดไชมันได้ผิวหนัง ดัชนีมวลกาย และความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้ และเลือกระยะเวลาการฝึกที่ 8 สัปดาห์ พร้อมกันนี้ยังนำเอาหลักการออกกำลังกายมาใช้หลักการสร้างความก้าวหน้ามาปรับใช้ ร่วมกับการฝึกแบบหนักสลับเบา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kordi et al. (2013) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ระดับความหนักสูง ต่อการลดน้ำหนักของวัยรุ่นหญิง จำนวน 20 คน ฝึกแบบหนักสลับเบา 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ทั้งหมด 6 สัปดาห์ โดยการวิ่งแบบเต็มสปีดระยะทาง 20 เมตร สลับกับพัก 20-30 วินาที ทำซ้ำ 6 รอบ ผลการวิจัยพบว่า ช่วยลดน้ำหนักของวัยรุ่นหญิงได้

Sijie et al. (2012) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาเปรียบเทียบกับการฝึกแบบต่อเนื่องของวัยรุ่นหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน จำนวน 60 คน ทั้ง 2 กลุ่มฝึก 5 ครั้ง ครั้งต่อสัปดาห์ ทั้งหมด 12 สัปดาห์ โดยกลุ่มของการฝึกแบบหนักสลับเบา ระดับความหนักร้อยละ 85 ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด สลับกับเบาที่ระดับความหนัก ร้อยละ 50 ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เปรียบเทียบกับการฝึกแบบต่อเนื่องที่ระดับความหนัก ร้อยละ 50 ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบของร่างกาย ระบบการไหลเวียนเลือด และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มฝึกแบบหนักสลับเบาดีกว่ากลุ่มที่ฝึกแบบต่อเนื่อง

Heydari et al. (2012) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาต่อองค์ประกอบของร่างกายของผู้ชายที่มีภาวะน้ำหนักเกิน โดยฝึกแบบหนักสลับ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ทั้งหมด 12 สัปดาห์ ที่ระดับความหนักร้อยละ 80-90 ของอัตราการของหัวใจสูงสุด 8 วินาที สลับกับพัก 12 วินาที จำนวน 60 เซท ทั้งหมด 20 นาที ผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักตัว ไชมันหน้าท้อง รอบเอวลดลง และมวลไร้ไชมันเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการออกกำลังกายดีขึ้น

Boudou et al. (2003) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง ร่วมกับการฝึกแบบหนักสลับเบาในผู้ชายที่มีภาวะน้ำหนักเกิน มี BMI 29.6 ± 4.6 อายุ 45.4 ± 7.2 ปี ฝึกออกกำลังกาย 8 สัปดาห์ โดยฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องความหนักร้อยละ 75 ของ

ความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ 2 วัน นาน 45 นาที ร่วมกับการฝึกแบบหนักสลับเบา ความหนักร้อยละ 85 ของความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้ สลับกับช่วงพักร้อยละ 50 ของความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้ 1 วัน นาน 25 นาที รวม 3 วันต่อสัปดาห์ พบไขมันหน้าท้องลดลง กล้ามเนื้อคั้นขาเพิ่มขึ้น และ BMI น้ำหนักตัว มีเกณฑ์ลดลง

Tjonna et al. (2008) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกหนักสลับเบาและการฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องในผู้ที่ป่วยเป็นเมตาบอลิกซินโดรม (Metabolic syndrome) อายุ 53.2 ± 3.7 ปี มีภาวะน้ำหนักเกิน ฝึกออกกำลังกาย 16 สัปดาห์ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกหนักสลับเบาความหนักร้อยละ 90 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด สลับกับช่วงพักร้อยละ 70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด นาน 40 นาที กลุ่มที่ 2 ฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องความหนักร้อยละ 70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด นาน 47 นาที ทั้ง 2 กลุ่มวิ่งบนลู่วิ่ง และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม ฝึกสัปดาห์ละ 3 ครั้ง หลังจากการฝึกพบว่า กลุ่มที่ฝึกอินเทอร์มีความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ และการตอบสนองต่ออินซูลิน (Insulin sensitivity) เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง ส่วนน้ำหนักตัวและเส้นรอบเอวลดลงทั้ง 2 กลุ่มไม่ต่างกัน

Tjonna et al. (2009) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกหนักสลับเบาและกลุ่มที่ออกกำลังกายแนะนำการกินอาหารและจิตวิทยาในเด็กวัยรุ่นที่มีภาวะน้ำหนักเกินอายุ 14 ± 0.3 ปี ฝึกออกกำลังกาย 12 สัปดาห์ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกหนักสลับเบาความหนักร้อยละ 90 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด สลับกับช่วงพักร้อยละ 70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด นาน 40 นาที 2 วันต่อสัปดาห์ กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ออกกำลังกาย แนะนำการกินอาหารและจิตวิทยา หลังจากการฝึกพบว่า กลุ่มที่ฝึกแบบหนักสลับเบามีความสามารถความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้และการตอบสนองต่ออินซูลิน (Insulin sensitivity) เพิ่มขึ้น และไขมันหน้าท้อง เส้นรอบเอว เปรอร์เซ็นต์ไขมันลดลง

Whyte et al. (2010) ได้ศึกษาผลฝึกแบบหนักสลับเบาต่อผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน 2 สัปดาห์ โดยการปั่นจักรยานเต็มสปีดโดยวิธีวินเกตนาน 30 วินาที สลับกับพัก 4.5 นาที 4-6 เซต 3 วันต่อสัปดาห์ พบว่า สามารถช่วยพัฒนาระบบการไหลเวียนเลือดและระบบการเผาผลาญพลังงานได้ดีขึ้น

Trapp, Chisholm and Boutcher (2007) ได้ศึกษาผลของการโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาและการฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องต่อผู้หญิงมี BMI $\geq 23.2 \pm 2.0$ อายุ 20.2 ± 2.0 ปี จำนวน 45 คน ฝึกออกกำลังกาย 15 สัปดาห์ ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกแบบหนักสลับเบาโดยปั่นจักรยานแบบเต็มที่เป็นเวลา 8 วินาที สลับกับช่วงเบาปั่นจักรยาน 12 วินาที กำหนด 20-30 รอบต่อนาที ทำซ้ำกัน 60 รอบ รวมเวลาที่ฝึกทั้งหมด 20 นาที กลุ่มที่ 2 ฝึกออกกำลังกาย

แบบต่อเนื่องที่ความหนักร้อยละ 60 ของความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ เป็นเวลา 40 นาที กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม หลักจากการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ฝึกแบบหนักสลับเบา มี น้ำหนัก ร่างกาย น้ำหนักไขมัน เปอร์เซ็นต์ไขมันลำตัว และระดับอินซูลินในเลือดลดลง

Perry, Heigenhauser, Bonen and Spriet (2008) ได้ศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับเบา ต่อการเผาผลาญไขมันและคาร์โบไฮเดรตในกล้ามเนื้อทั้งชายและหญิง จำนวน 8 คน อายุ 24 ± 1 ปี โดยปั่นจักรยานแบบหนักสลับเบาที่ความหนักร้อยละ 90 ของความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ 4 นาที สลับกับเบา 2 นาที ทำซ้ำกัน 10 รอบ รวม 60 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ ฝึกทั้งหมด 6 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าเพิ่มการเผาผลาญไขมันและคาร์โบไฮเดรตต่อกล้ามเนื้อหลักจากการฝึกได้ดีกว่าก่อนการฝึก

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental design) เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้าต่อดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกาย และความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุด ของนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ที่อายุระหว่าง 18-23 ปี เป็นผู้มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงมีค่าดัชนีมวลกายระหว่าง 23-29.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร จำนวน 15 คน แต่ละคนเป็นอาสาสมัครที่เข้าร่วมการทดลองครั้งนี้ด้วยความเต็มใจและมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดดังนี้

1. เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการทดลอง

- 1.1 ผู้เข้าร่วมการทดลองไม่มีความผิดปกติทางร่างกายและโรคประจำตัวโดยผ่านการตรวจร่างกายโดยแพทย์
- 1.2 ผู้เข้าร่วมการทดลองมีค่าดัชนีมวลกายระหว่าง 23-29.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร
- 1.3 ผู้เข้าร่วมการทดลองรับทราบวิธีการทดลอง ตกลงยินยอมและลงนามในใบเข้าร่วมการทดลอง

2. เกณฑ์สำหรับแยกผู้เข้าร่วมการทดลอง

2.1 ในช่วงของการทดลองผู้เข้าร่วมการทดลองเกิดความผิดปกติทางร่างกาย เช่น ไข้หวัด ท้องเสีย ปวดท้องไม่เพียงพอ เป็นต้น เมื่อหายเป็นปกติให้กลับมาทดลองให้ครบตามโปรแกรม

3. เกณฑ์การคัดผู้เข้าร่วมการทดลองออก

- 3.1 ผู้เข้าร่วมการทดลองมีสิทธิ์ขอลถอนตัวจากการทดลองได้ตลอดเวลา
- 3.2 ผู้เข้าร่วมการทดลองเกิดความผิดปกติทางร่างกายและสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นระยะเวลาสั้น ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดอันตรายต่อผู้เข้าร่วมการทดลอง เช่น ไข้หวัดใหญ่ หรืออุบัติเหตุทำให้กระดูกหัก เป็นต้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า

ผู้วิจัยได้สร้าง โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า มีรายละเอียดขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร คู่มือเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประกอบเป็นแนวทางในการสร้าง โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า

1.2 นำเสนอโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบ แก้ไข ปรับปรุง

1.3 นำโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

1.4 นำโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า ที่ผ่านการตรวจสอบ ของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการศึกษาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล นำมาวิเคราะห์ในการวิจัยต่อไป

2. แบบประเมินความพึงพอใจ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความพึงพอใจมีรายละเอียดขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร คู่มือเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประกอบเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

2.2 นำเสนอแบบประเมินความพึงพอใจต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบ แก้ไข ปรับปรุง

2.3 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณา เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยนำเอาความเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งสามท่านมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ

เมื่อนำโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า และแบบประเมินความพึงพอใจ พิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านแล้ว จากนั้นนำมาหาค่า IOC (Item objective congruence) ดังนี้

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$$

ΣR คือ คะแนนรวมของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อความวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อความวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อความไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ แล้วนำคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหา IOC ตามสูตร ข้อความที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้

ในส่วนของความพึงพอใจ มีข้อความให้ผู้แสดงความพึงพอใจโดยให้ตอบว่า มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุดกับข้อความที่กำหนดไว้ และได้คะแนนดังนี้

มีความพึงพอใจมากที่สุด	ได้	5	คะแนน
มีความพึงพอใจมาก	ได้	4	คะแนน
มีความพึงพอใจปานกลาง	ได้	3	คะแนน
มีความพึงพอใจน้อย	ได้	2	คะแนน
มีความพึงพอใจน้อยที่สุด	ได้	1	คะแนน

เกณฑ์การแปลผล

$$\begin{aligned} \text{สูตร ช่วงกว้างของอันตรภาคชั้น} &= \frac{\text{คะแนนสูงสุด}-\text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}} \\ &= \frac{5-1}{5} \\ &= 0.80 \end{aligned}$$

1.00-1.80	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด
1.81-2.61	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
2.62-3.41	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
3.42-4.22	หมายถึง	พึงพอใจมาก
4.23-5.00	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด

3. แบบบันทึกการบริโภคอาหาร 3 วัน (3-Days food record) วิธีปฏิบัติ บันทึกการรับประทานอาหาร 3 วัน ในสมุดจะมีตัวอย่างให้บันทึกความถี่ในการรับประทานอาหารและขนาด

ของอาหาร (สุกัญญา เจริญวัฒนะ, 2547) จะให้ผู้เข้าร่วมการทดลองทำการบันทึกการบริโภคอาหารตลอดระยะเวลาของการฝึกทั้งหมด 8 สัปดาห์ เพื่อตรวจสอบพลังงานที่ได้รับในแต่ละสัปดาห์มีลักษณะคงที่หรือไม่ ตลอดโปรแกรม โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปคำนวณสารอาหาร

Inmucal-nutrients V.3

4. เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

4.1 เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง (รุ่น 402KL, Health O Meter, USA)

4.2 เครื่องมือสำหรับวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Lange skinfold caliper, beta technology incorporated, massachusetts, USA) หาเปอร์เซ็นต์ไขมัน, มวลไขมันและมวลไร้ไขมัน

4.3 จักรยานวัดงานแบบโมนาร์ค (Monark stationary bicycle ergometer รุ่น 828 E, Sweden)

4.4 เครื่องให้จังหวะ (Metronome aroma AM-707)

4.5 เครื่องหูฟังการเต้นของหัวใจ (Stethoscope รุ่น CK-S605P Zinc Alloy, Germany)

4.6 นาฬิกาจับเวลา (Casio HS-30W)

4.7 เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สาย (Polar FT7 Electro Oy, Professorintie 5, FI-90440 Kempele, Finland)

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. รับสมัครผู้เข้าร่วมการทดลอง และคัดเลือกดัชนีมวลกายระหว่าง 23-29.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร อายุ เพศ และตรวจสุขภาพร่างกาย

2. ประชุม อธิปราชย์ ชี้แจงและนัดหมาย ให้ผู้เข้าร่วมการทดลอง เข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของการทำวิจัย ลำดับขั้นตอนการทดสอบ วิธีการทดสอบ รวมไปถึงข้อตกลงต่าง ๆ ในระหว่างการเข้าร่วมทำการวิจัย และให้ผู้เข้าร่วมการทดลอง ลงนามยินยอมเข้าร่วม ตามเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างการวิจัย

3. เตรียมอุปกรณ์และสถานที่ใช้ในการทดลองโดยประสานงานกับศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชลบุรี

4. เตรียมการทดลองโดยตรวจและตั้งค่าของเครื่องมือต่าง ๆ คือ เครื่องนาฬิกาจับเวลา จักรยานวัดงาน เครื่องวัดความหนาแน่นไขมันใต้ผิวหนัง โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับหลักการความก้าวหน้า

5. นัดประชุมผู้ช่วยวิจัยจำนวนทั้งสิ้น 4 คน โดยแบ่งผู้ช่วยวิจัยดังนี้

5.1 ผู้ช่วยวิจัยวัดค่าความหนาแน่นไขมันใต้ผิวหนังจำนวน 1 ท่าน คุณสมบัติ ผ่านการใช้เครื่องวัดความหนาแน่นไขมันใต้ผิวหนังและการอบรมการใช้เครื่องมือ

5.2 ผู้ช่วยวิจัยวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด จำนวน 3 ท่าน คุณสมบัติ ผ่านการใช้เครื่องวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และการอบรมการใช้เครื่องมือ

5.3 ผู้ช่วยวิจัยในการกำหนดอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะที่กลุ่มทดลองปั่นจักรยานแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักความก้าวหน้า จำนวน 3 ท่าน คุณสมบัติ ผ่านการใช้เครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจและการอบรมการใช้เครื่องมือ

6. ประเมินตัวแปรดังต่อไปนี้ก่อนการศึกษา ได้แก่ ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดความหนาแน่นของไขมันใต้ผิวหนังและวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

7. กลุ่มทดลองเข้ารับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้าที่ระดับความหนักร้อยละ 70-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด การควบคุมระดับความหนักในการออกกำลังกายโดยติด Wireless chest strap บริเวณทรวงอกได้รายนาม และใส่ Wrist watch ที่ข้อมือของผู้เข้าร่วมการทดลองซึ่งเป็นนาฬิกาสำหรับอ่านค่าอัตราการเต้นของหัวใจ

การวัดระดับความหนักของการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักความก้าวหน้าโดยการเทียบกับอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (%Maximum heart rate, %MHR) ซึ่งหาค่าอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดได้จากการคำนวณด้วยสูตร $MHR = 220 - \text{อายุ}$ (ACSM, 2006)

$$\begin{aligned} \text{ตัวอย่างเช่น ผู้ที่มีอายุ 20 ปี อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด} &= 220 - 20 \\ &= 200 \text{ ครั้ง/ นาที} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละ 70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด} &= 200 \times 0.70 \\ &= 140 \text{ ครั้ง/ นาที} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละ 80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด} &= 200 \times 0.80 \\ &= 160 \text{ ครั้ง/ นาที} \end{aligned}$$

ดังนั้นอัตราการเต้นของหัวใจที่เป็นเป้าหมายของคนที่มีอายุ 20 ปี จะอยู่ที่ 140 กับ 160 ครั้งต่อนาที

ตารางที่ 3-1 โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า

สัปดาห์ ที่	วัน	กิจกรรม	เซต	ช่วงพัก: เบา (นาที)	เวลา (นาที)
1-2	จันทร์-	1. ยืดเหยียดและอบอุ่นร่างกาย			5
	พุธ-	2. ฝึกที่ระดับความหนักร้อยละ 70 MHR	5	3:3	30
	ศุกร์	สลับเบา ร้อยละ 50 MHR			5
3-4	จันทร์-	1. ยืดเหยียดและอบอุ่นร่างกาย			5
	พุธ-	2. ฝึกที่ระดับความหนัก 70 MHR สลับ	6	3:3	36
	ศุกร์	เบา ร้อยละ 50 MHR			5
5-6	จันทร์-	1. ยืดเหยียดและอบอุ่นร่างกาย			5
	พุธ-	2. ฝึกที่ระดับความหนัก 80 MHR สลับ	7	3:3	42
	ศุกร์	เบา ร้อยละ 50 MHR			5
7-8	จันทร์-	1. ยืดเหยียดและอบอุ่นร่างกาย			5
	พุธ-	2. ฝึกที่ระดับความหนัก 80 MHR สลับ	8	3:3	48
	ศุกร์	เบา ร้อยละ 50 MHR			5

ในสัปดาห์ที่ 1-2 ปั่นจักรยานที่ระดับความหนักร้อยละ 70 MHR 3 นาที สลับเบาที่ระดับความหนักร้อยละ 50 MHR 3 นาที ทำซ้ำจำนวน 5 รอบ รวมเวลาทั้งหมด 30 นาที

ในสัปดาห์ที่ 3-4 ปั่นจักรยานที่ระดับความหนักร้อยละ 70 MHR 3 นาที สลับเบาที่ระดับความหนักร้อยละ 50 MHR 3 นาที ทำซ้ำจำนวน 6 รอบ รวมเวลาทั้งหมด 36 นาที

ในสัปดาห์ที่ 5-6 ปั่นจักรยานที่ระดับความหนักร้อยละ 80 MHR 3 นาที สลับเบาที่ระดับความหนักร้อยละ 50 MHR 3 นาที ทำซ้ำจำนวน 7 รอบ รวมเวลาทั้งหมด 42 นาที

ในสัปดาห์ที่ 7-8 ปั่นจักรยานที่ระดับความหนักร้อยละ 80 MHR 3 นาที สลับเบาที่ระดับความหนักร้อยละ 50 MHR 3 นาที ทำซ้ำจำนวน 8 รอบ รวมเวลาทั้งหมด 48 นาที

กลุ่มทดลองจะเข้ารับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า ความหนักจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นทุก 2 สัปดาห์ ฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน

8. หลังจากฝึกเป็นระยะเวลา 4, 6 และ 8 สัปดาห์ ทำประเมินตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ซึ่ง น้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดความหนาแน่นของไขมันใต้ผิวหนังและวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจน สูงสุด และประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรม โดยแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้ โปรแกรม จะวัดหลังการฝึกครบ 8 สัปดาห์แล้ว

วิธีการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (Power & Howley, 2004)

ใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้วางบนผิวหนังตรงบริเวณที่ต้องการวัด โดยให้นิ้วหัวแม่มือและ นิ้วชี้ห่างกันประมาณ 1 เซนติเมตร หยิบไขมันใต้ผิวหนังขึ้นแล้วใช้คาลิเปอร์ วัดความหนาของ ไขมันใต้ผิวหนัง อ่านค่าความหนาของไขมันใต้ผิวหนังที่หน้าปัดคาลิเปอร์ ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร โดยทำการวัดครั้งที่ 1 ให้ครบทุกตำแหน่งแล้วบันทึกค่าที่ได้ลงในใบบันทึก ทำการวัดครั้งที่ 2 อีกครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย โดยตำแหน่งที่วัดมีดังนี้

1. ต้นแขนด้านหลัง หยิบรอยพับตรงบริเวณจุดกึ่งกลางระหว่างปุ่มกระดูกหัวไหล่กับ ขอบด้านล่างของปุ่มกระดูกข้อศอก
2. บริเวณเหนือขอบสะโพก แนวของรอยพับเอียง/ลาด หยิบรอยพับตรงบริเวณเหนือ ยอดกระดูก Iliac crest
3. บริเวณหน้าท้อง แนวของรอยพับระนาบ หยิบตรงรอยพับตรงบริเวณห่างจากจุด ศูนย์กลางของสะดือออกไปด้านข้าง 3 เซนติเมตร และลงมาด้านล่าง 1 เซนติเมตร

การใช้ค่ารวมจากการวัดความหนาของชั้นผิวหนัง (Sum of skinfolds) ได้มีสมการที่ใช้ วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังในตำแหน่งต่าง ๆ โดยเฉพาะ และเป็นค่าที่ได้ตามอายุ เพื่อนำมา คำนวณหาความหนาแน่นของร่างกาย โดยเป็นสมการเฉพาะสำหรับผู้หญิง ซึ่งค่าความหนาแน่น ที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการนี้ จะนำไปใช้แทนค่าในสมการของสิริ เพื่อที่จะคำนวณเป็น เปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกายต่อไป สมการมีดังนี้

$$\text{ความหนาแน่น} = 1.089733 - 0.0009245 (X1) + 0.0000025 (X1)^2 - 0.0000979 (X2)$$

- X1 = ผลรวมของการวัดความหนาของผิวหนังที่ต้นแขนด้านหลัง (Triceps)
บริเวณเหนือขอบสะโพก (Suprailiac) และบริเวณหน้าท้อง (Abdominal)
- X2 = อายุ (ปี)

ตารางที่ 3-2 ค่าตัวเลขในสมการสำหรับใช้คำนวณเปอร์เซ็นต์ไขมันจากความหนาแน่นของร่างกาย
แยกตามอายุและเพศ

อายุ (ปี)	ชาย		หญิง	
	C ₁	C ₂	C ₁	C ₂
1	572	536	569	533
1-2	564	526	565	526
3-4	553	514	558	520
5-6	543	503	553	514
7-8	538	497	543	503
9-10	530	489	535	495
11-12	523	481	525	484
13-14	507	464	512	469
15-16	503	459	507	464
วัยหนุ่มสาว	495	450	505	462

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนังของร่างกายโดยใช้สมการพื้นฐานของสิริ
(Siri equation) ดังนี้

$$\% \text{ไขมันร่างกาย} = \frac{C_1}{\text{ความหนาแน่น}} - C_2$$

คำนวณหาไขมันที่อยู่ในร่างกายมีไขมันมีหน่วยเป็นกิโลกรัม สามารถหาได้โดยใช้สูตร

$$\text{มวลไขมัน} = \text{Weight (Kg)} - \frac{\% \text{Fat}}{100}$$

วิธีหาน้ำหนักของร่างกายที่ไม่รวมไขมัน ได้โดยใช้สูตร

$$\text{มวลไร้ไขมัน} = \text{Weight (Kg)} - \text{Fat (Kg)}$$

ตัวอย่างเช่น ผู้หญิงมีอายุ 18 ปี มีน้ำหนัก 65 กิโลกรัม มีผลการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังที่ ต้นแขนด้านหลัง 20 มิลลิเมตร บริเวณเหนือข้อสะโพก 30 มิลลิเมตร และบริเวณหน้าท้อง 30 มิลลิเมตร ผลรวมการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังทั้ง 3 จุด เท่ากับ 80 มิลลิเมตร สมการที่ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ความหนาแน่น} &= 1.089733 - 0.0009245 (80) + 0.0000025 (80)^2 - 0.0000979 (18) \\ &= 1.0145258 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ ไขมันร่างกาย} &= \frac{505}{1.0145258} - 462 \\ &= 35.76 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{มวลไขมัน} &= 65 - \frac{35.67}{100} \\ &= 23.25 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{มวลไร้ไขมัน} &= 65 - 23.25 \\ &= 41.75 \text{ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

ดังนั้น ผู้หญิงที่มีอายุ 18 ปี มีน้ำหนัก 65 กิโลกรัม มีเปอร์เซ็นต์ไขมัน 35.76 มวลไขมัน 23.25 กิโลกรัม และมวลไร้ไขมัน 41.75 กิโลกรัม

วิธีการวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดโดยใช้ ของออสตรานด์-ไรห์มิง

(Astrand-Rhyming test)

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบขึ้นนั่งบนยานจักรยาน จักรระดับอนให้พอเหมาะ (ขายืดสุดแล้วเข่างอเล็กน้อย)
2. ตั้งจังหวะรอบต่อนาที โดยให้ผู้รับการทดสอบรักษาระดับความเร็วให้คงที่

3. ใช้น้ำหนักถ่วงขึ้นอยู่กับ อายุ เพศ สภาพของผู้เข้ารับการทดสอบ ปกติ ชาย 1-2 กิโลปอนด์ หญิง 1-1.5 กิโลปอนด์ ถ้าเป็นนักกีฬาควรดูจากปริมาณการฝึกซ้อม หรือน้ำหนักถ่วงเดิม
4. เริ่มจับเวลาเมื่อ ผู้เข้ารับการทดสอบปั่นตาม น้ำหนักถ่วงที่กำหนดให้และรักษาระดับความเร็วคงที่
5. นับอัตราการเต้นของหัวใจทุก ๆ 1 นาที (นับจากวินาทีที่ 45 ถึงวินาทีที่ 60) โดยใช้หูฟัง (จับอัตราการเต้นของหัวใจ 30 ครั้ง ใช้เวลาที่วินาที แล้วเทียบตาราง) ถ้าถึงนาทีที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจไม่ถึง 120 ครั้งต่อนาที ให้เพิ่มน้ำหนักถ่วงอีก 0.5 กิโลปอนด์ และเพิ่มเวลาปั่นจักรยานต่อไปอีก 1 นาที เป็น 7 นาที
6. บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจทุกครั้งเป็นเวลา 6 นาที แล้วนำอัตราการเต้นของหัวใจช่วง 2 นาทีสุดท้าย มาหาค่าเฉลี่ย (ถ้าอัตราการเต้นของหัวใจคงที่ หรือมีความแตกต่างไม่เกิน บวกลบ 5 ครั้งต่อนาที

การคำนวณ

1. อ่านค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดจากตาราง (ภาคผนวก ค) โดยหาความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยที่นับได้และน้ำหนักที่ใช้ถ่วงที่จักรยานวัดงาน มีหน่วยเป็นลิตรต่อนาที
2. นำค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนที่อ่านได้คูณกับค่า Correction factor ตามอายุ (ภาคผนวก ค) เพื่อปรับแก้ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากสมรรถภาพในการใช้ออกซิเจนสูงสุด จะลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น
3. เปรียบเทียบปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดกับน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม โดยนำค่าที่ได้ในข้อ 2 คูณด้วย 1,000 มิลลิลิตร และหารด้วยน้ำหนักตัวเป็นกิโลกรัมของผู้ทดสอบ ค่าที่ได้เป็นปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีหน่วย เป็น มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลการทดสอบของผู้ที่เข้ารับการทดลองมาดำเนินการวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ค่าดัชนีมวลกาย ค่าองค์ประกอบของร่างกาย ค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและค่าความพึงพอใจในการใช้โปรแกรม
2. เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยสถิติวิเคราะห์ Repeated-measures ANOVA นัยสำคัญทางสถิติกำหนดไว้ที่ระดับ 0.05

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกาย และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มผู้เข้ารับ โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับหลักการความก้าวหน้า ดังนี้

ตอนที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนการฝึกและหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกาย และความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุด ภายหลังจากการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8 และแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับหลักการความก้าวหน้า

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

\bar{X}	แทน ค่าเฉลี่ย
SD	แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
Λ	แทน Wilks' lambda
Partial η^2	แทน ค่าอิทธิพลของการทดลอง (Effect size)
F-statistic	แทน ค่าความแปรปรวน
M-diff	แทน ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย
t	แทน ค่าสถิติทดสอบที
p	แทน ค่าความน่าจะเป็น
*	แทน ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนการฝึกและหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างก่อนการฝึกและหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8

รายการ	ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด)			
	ก่อนการฝึก	หลังฝึก สัปดาห์ที่ 4	หลังฝึก สัปดาห์ที่ 6	หลังฝึก สัปดาห์ที่ 8
อายุ (ปี)	19.80 \pm 1.20 (18-23)	19.80 \pm 1.20 (18-23)	19.80 \pm 1.20 (18-23)	19.80 \pm 1.20 (18-23)
ส่วนสูง (ซม.)	161.46 \pm 6.40 (152-176)	161.46 \pm 6.40 (152-176)	161.46 \pm 6.40 (152-176)	161.46 \pm 6.40 (152-176)
น้ำหนัก (กก.)	65.56 \pm 8.57 (54.4-84.2)	65.41 \pm 8.42 (54.5-83.8)	65.24 \pm 8.22 (54.9-83.4)	65.08 \pm 8.12 (55.1-83.0)
ดัชนีมวลกาย (กก./ม. ²)	25.00 \pm 1.86 (23.21-29.34)	24.95 \pm 1.78 (23.25-29.14)	24.89 \pm 1.72 (23.12-29.02)	24.84 \pm 1.69 (23.04-28.83)
เปอร์เซ็นต์ไขมัน (%)	45.41 \pm 6.32 (34.07-55.14)	45.40 \pm 6.23 (34.29-54.90)	45.19 \pm 5.97 (34.74-54.65)	45.00 \pm 5.78 (34.97-54.17)
มวลไขมัน (กก.)	30.16 \pm 7.77 (18.15-44.75)	30.01 \pm 7.52 (18.69-44.33)	29.85 \pm 7.23 (19.07-43.72)	29.65 \pm 7.07 (19.27-43.31)
มวลไร้ไขมัน (กก.)	35.38 \pm 2.64 (31.51-40.42)	35.30 \pm 2.73 (31.48-40.58)	35.42 \pm 2.77 (31.05-40.76)	35.48 \pm 2.65 (31.47-40.34)
ความสามารถในการ นำออกซิเจนไปใช้ สูงสุด (มล./กก./นาที)	35.88 \pm 7.41 (23.30-47.27)	36.77 \pm 6.64 (23.46-47.27)	37.74 \pm 6.58 (23.59-46.94)	38.97 \pm 5.86 (26.35-48.66)
พลังงานที่ได้รับ (กิโลแคลอรี)	1662.3 \pm 171.4 (1449.9-2077.7)	1638 \pm 162.6 (1316.7-1802.6)	1549.9 \pm 191.03 (1274.6-1931.1)	1635.9 \pm 181.2 (1350.3-2090.9)

ผลจากตารางที่ 4-1 แสดงข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วย อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมัน มวลไร้ไขมัน ความสามารถในการนำออกซิเจน ไปใช้สูงสุดและพลังงานที่ได้รับ ก่อนและหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 6 และสัปดาห์ที่ 8 พบว่าอายุเฉลี่ย 19.80 ± 1.20 ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 161.46 ± 6.40 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 เท่ากับ 65.56 ± 8.57 , 65.41 ± 8.4 , 65.24 ± 8.2 และ 65.08 ± 8.12 ตามลำดับ

ดัชนีมวลกายเฉลี่ย ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 เท่ากับ 25.00 ± 1.86 , 24.95 ± 1.78 , 24.89 ± 1.72 และ 24.84 ± 1.69 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ย ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 เท่ากับ 45.41 ± 6.32 , 45.40 ± 6.23 , 45.19 ± 5.97 และ 45.00 ± 5.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

มวลไขมันเฉลี่ย ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 เท่ากับ 30.16 ± 7.77 , 30.01 ± 7.52 , 29.85 ± 7.23 และ 29.65 ± 7.07 กิโลกรัม ตามลำดับ

มวลไร้ไขมันเฉลี่ย ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 เท่ากับ 35.38 ± 2.64 , 35.30 ± 2.73 , 35.42 ± 2.77 และ 35.48 ± 2.65 กิโลกรัม ตามลำดับ

ความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดค่าเฉลี่ย ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 เท่ากับ 35.88 ± 7.41 , 36.77 ± 6.64 , 37.74 ± 6.58 และ 38.97 ± 5.86 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อนาที ตามลำดับ

พลังงานที่ได้รับเฉลี่ย ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 เท่ากับ 1662.3 ± 171.4 , 1638 ± 162.6 , 1549.9 ± 191.03 และ 1635.9 ± 181.2 กิโลแคลอรี ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกายและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และ ในสัปดาห์ที่ 8

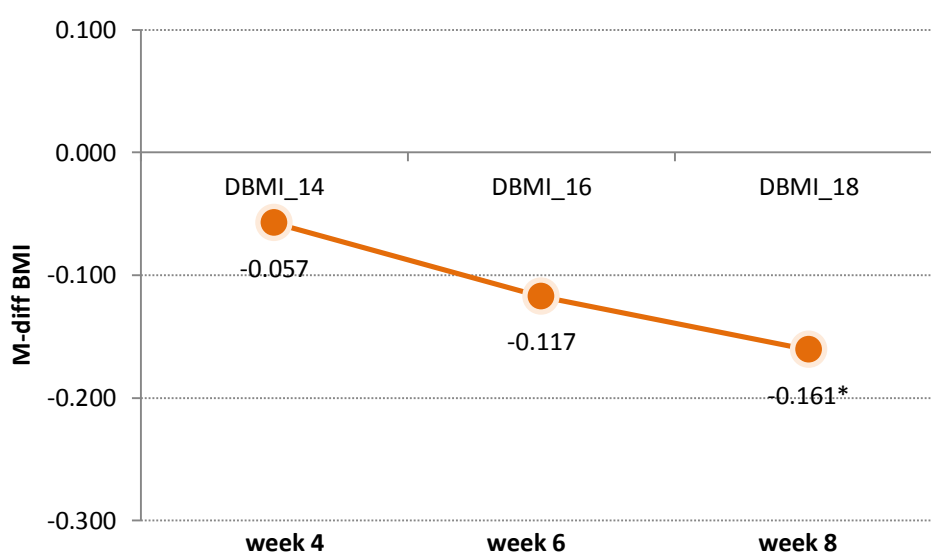
ตารางที่ 4-2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของดัชนีมวลกาย ของกลุ่มทดลอง ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8

BMI		Descriptive statistics				
		Pre-week 4	Pre-week 6	Pre-week 8		
Experimental	M-diff	-0.057	-0.117	-0.160		
	SD	0.132	0.229	0.277		
		Λ		0.726		
		F-statistic		1.508		
		p-value		.263		
		Partial η^2		0.274		
Test of between-subject effect						
BMI	SS	df	MS	F	p	Partial η^2
Per-week 4	0.49	1	0.049	2.803	.116	0.167
Error	0.246	14	0.018			
Total	0.296	15				
Per-week 6	0.207	1	0.207	3.935	.067	0.219
Error	0.735	14	0.052			
Total	0.941	15				
Per-week 8	0.387	1	0.387	5.045	.041*	0.265
Error	1.074	14	0.077			
Total	1.462	15				

* $p < .05$

ผลการทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างของค่าดัชนีมวลกายในแต่ละช่วงการฝึกในระดับ Multivariate พบว่า ค่า Wilks' lambda (Λ) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\Lambda = 0.726$; Multivariate F-statistic = 1.508, p-value = .263) แสดงว่า ความแตกต่างเฉลี่ยของดัชนีมวลกายในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักความก้าวหน้าในภาพรวมทั้ง 3 ครั้ง (Week 4, Week 6, Week, 8) ของกลุ่มทดลองทั้ง 15 คน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าดัชนีมวลกายในรายคู่ระหว่างก่อนการฝึกและหลังหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 8

(Univariate test) พบว่า ค่าดัชนีมวลกายลดลงจากช่วงก่อนได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p\text{-value} = .041$) และเมื่อพิจารณาัยสำคัญเชิงปฏิบัติการทดลอง (Practical significant) พบว่า ขนาดอิทธิพล (Effect size) ของการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้ามีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากสัปดาห์ที่ 4 (Partial $\eta^2 = 0.167$) สัปดาห์ที่ 6 (Partial $\eta^2 = 0.219$) และสัปดาห์ที่ 8 (Partial $\eta^2 = 0.265$) ซึ่งแนวโน้มของความแตกต่างเฉลี่ยของค่าดัชนีมวลกายในสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 6 และสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มทดลอง แสดงให้เห็นดังตารางที่ 4-2



ภาพที่ 4-1 แนวโน้มของความแตกต่างของค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ในช่วงก่อนการฝึกเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 (DBMI_14) ในสัปดาห์ที่ 6 (DBMI_16) และในสัปดาห์ที่ 8 (DBMI_18)

ภาพที่ 4-1 แสดงให้เห็นว่าภายหลังจากกลุ่มทดลองได้รับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า พบว่า ภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มทดลองมีดัชนีมวลกายลดลงจากช่วงก่อนการฝึกเฉลี่ยเท่ากับ -0.057 และเมื่อดำเนินการฝึกต่อเนื่องไปจนถึงสัปดาห์ที่ 6 พบว่า ดัชนีมวลกายลดลงจากช่วงก่อนการฝึกโดยเฉลี่ยเท่ากับ -0.117 ซึ่งเมื่อกลุ่มทดลองเข้ารับการฝึกครบทั้งโปรแกรมในสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ดัชนีมวลกายลดลงจากช่วงก่อนการฝึกโดยเฉลี่ยเท่ากับ -0.161 ซึ่งจากเส้นกราฟแนวโน้มดังกล่าว บ่งชี้ว่า โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้ามีผลทำให้ค่าดัชนีมวลกายเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 4-3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบของร่างกาย ของ
กลุ่มทดลอง ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และใน
สัปดาห์ที่ 8

Body composition		Descriptive statistics		
		Pre-week 4	Pre-week 6	Pre-week 8
% Fat	M-diff	-0.003	-0.215	-0.404
	SD	0.409	0.622	0.693
Multivariate test	Λ		0.343	
	F-statistic		2.092	
	p-value		.155	
	Partial η^2		0.343	
Fat mass	M-diff	-0.155	-0.317	-0.517
	SD	0.380	0.694	0.820
Multivariate test	Λ		0.654	
	F-statistic		2.114	
	p-value		.152	
	Partial η^2		0.346	
Fat free mass	M-diff	-0.077	0.037	0.098
	SD	0.280	0.268	0.221
Multivariate test	Λ		0.655	
	F-statistic		2.107	
	p-value		.153	
	Partial η^2		0.345	

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

Test of between-subject effect									
Body composition	Pretest-week 4			Pretest-week 6			Pretest-week 8		
	F	p	Partial η^2	F	p	Partial η^2	F	p	Partial η^2
% Fat	0.001	.980	0.000	1.782	.203	0.113	5.095	.041*	0.267
Fat mass	0.362	.136	0.152	3.130	.099	0.183	5.949	.029*	0.298
Fat free mass	1.119	.308	0.074	0.290	.599	0.020	2.940	.108	0.174

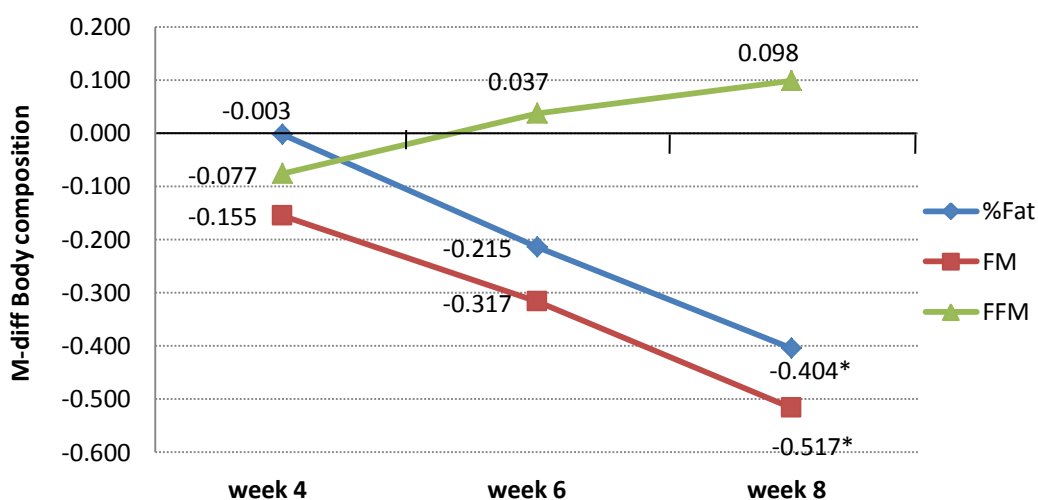
* p < .05

ผลการทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างของค่าเปอร์เซ็นต์ไขมัน (% Fat) ในแต่ละช่วงการฝึกในระดับ Multivariate พบว่า ค่า Wilks' lambda (Λ) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\Lambda = 0.343$; Multivariate F-statistic = 2.092, p-value = .155) แสดงว่า ความแตกต่างเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไขมันในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักความก้าวหน้าในภาพรวมทั้ง 3 ครั้ง (Week 4, Week 6, Week 8) ของกลุ่มทดลองทั้ง 15 คน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผลการทดสอบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ไขมันในรายคู่ระหว่างก่อนการฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 8 (Univariate test) พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันลดลงจากช่วงก่อนได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p-value = .041) และเมื่อพิจารณานัยสำคัญเชิงปฏิบัติการทดลอง (Practical significant) พบว่า ขนาดอิทธิพล (Effect size) ของการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักความก้าวหน้ามีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากสัปดาห์ที่ 4 (Partial $\eta^2 = 0.000$) สัปดาห์ที่ 6 (Partial $\eta^2 = 0.113$) และสัปดาห์ที่ 8 (Partial $\eta^2 = 0.267$)

ผลการทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างของค่ามวลไขมัน (Fat mass) ในแต่ละช่วงการฝึกในระดับ Multivariate พบว่า ค่า Wilks' lambda (Λ) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\Lambda = 0.654$; Multivariate F-statistic = 2.114, p-value = .152) แสดงว่า ความแตกต่างเฉลี่ยของมวลไขมันในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับความก้าวหน้าในภาพรวมทั้ง 3 ครั้ง (Week 4, Week 6, Week 8) ของกลุ่มทดลองทั้ง 15 คน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผลการทดสอบความแตกต่างของมวลไขมันในรายคู่ระหว่างก่อนการฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 8 (Univariate test) พบว่าค่ามวลไขมัน ลดลงจากช่วงก่อนได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ .05 (p -value = .029) และเมื่อพิจารณานัยสำคัญเชิงปฏิบัติการทดลอง (Practical significant) พบว่า ขนาดอิทธิพล (Effect size) ของการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับความก้าวหน้ามีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากสัปดาห์ที่ 4 (Partial $\eta^2 = 0.152$) สัปดาห์ที่ 6 (Partial $\eta^2 = 0.183$) และสัปดาห์ที่ 8 (Partial $\eta^2 = 0.298$)

ผลการทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างของค่ามวลไร้ไขมัน (Fat free mass) ในแต่ละช่วงการฝึกในระดับ Multivariate พบว่า ค่า Wilks' lambda (Λ) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\Lambda = 0.655$; Multivariate F-statistic = 2.107, p -value = .153) แสดงว่า ความแตกต่างเฉลี่ยของมวลไร้ไขมัน ในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับความก้าวหน้าในภาพรวมทั้ง 3 ครั้ง (Week 4, Week 6, Week 8) ของกลุ่มทดลองทั้ง 15 คน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการทดสอบความแตกต่างของมวลไร้ไขมัน ในรายคู่ระหว่างก่อนการฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 8 (Univariate test) พบว่า ทั้ง 3 ช่วงของการฝึกไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแนวโน้มของความแตกต่างเฉลี่ยของสัดส่วนของร่างกายในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลอง แสดงให้เห็นดังตารางที่ 4-3



ภาพที่ 4-2 แนวโน้มของความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมัน และมวลไร้ไขมัน ในช่วงก่อนการฝึกเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8

ภาพที่ 4-2 แสดงให้เห็นว่าภายหลังจากการได้รับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับหลักการความก้าวหน้า พบว่า ความแตกต่างค่าเฉลี่ยในช่วงก่อนการฝึกและภายหลังการฝึกของเปอร์เซ็นต์ไขมันและมวลไขมัน ในสัปดาห์ที่ 4 มีความแตกต่างค่าเฉลี่ย (M-diff = -0.003 และ -0.155) ภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 6 มีความแตกต่างค่าเฉลี่ย (M-diff = -0.215 และ -0.317) และ ภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างค่าเฉลี่ย (M-diff = -0.404 และ -0.517) ส่วนมวลไร้ไขมัน ในสัปดาห์ที่ 4 มีความแตกต่างค่าเฉลี่ย (M-diff = -0.077) ภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 6 มีความแตกต่างค่าเฉลี่ย (M-diff = 0.037) และภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างค่าเฉลี่ย (M-diff = 0.098) และพบว่า ในสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างค่าเฉลี่ยมากที่สุด จากภาพที่ 4-2 ค่าสัดส่วนของร่างกายมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ไขมันและมวลไขมันที่จะลดลงเรื่อย ๆ และมวลไร้ไขมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มทดลอง ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8

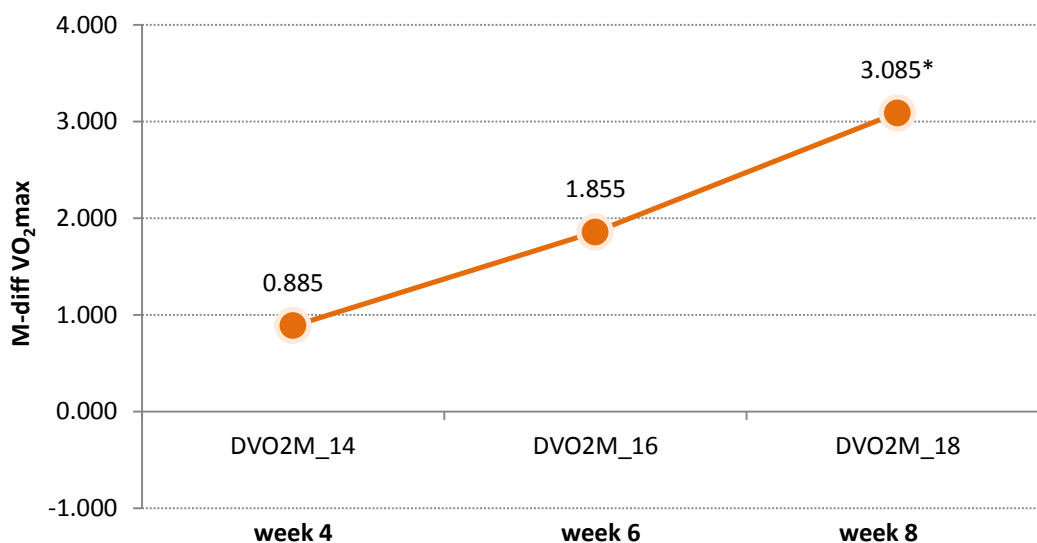
VO ₂ max		Descriptive statistics		
		Pre-week 4	Pre-week 6	Pre-week 8
Experimental	M-diff	0.884	1.855	3.085
	SD	2.081	2.601	3.550
Multivariate test	Λ		0.450	
	F-statistic		4.881	
	p-value		.019	
	Partial η^2		0.550	

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

Test of between-subject effect						
VO ₂ max	SS	df	MS	F	p	Partial η^2
Pre-week 4	11.740	1	11.74	2.710	.122	0.162
Error	60.653	14	4.33			
Total	72.393	15				
Pre-week 6	51.634	1	51.63	7.628	.015*	0.353
Error	94.761	14	6.769			
Total	146.394	15				
Pre-week 8	142.789	1	142.78	11.328	.005*	0.447
Error	176.473	14	12.60			
Total	319.262	15				

* p < .05

ผลการทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างของความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดในแต่ละช่วงการฝึกในระดับ Multivariate พบว่า ค่า Wilks' lambda (Λ) มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\Lambda = 0.450$; Multivariate F-statistic = 4.881, p-value = .019) แสดงว่า ความแตกต่างเฉลี่ยของความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดในช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับกับความก้าวหน้าในภาพรวมทั้ง 3 ครั้ง (Week 4, Week 6, Week 8) ของกลุ่มทดลองทั้ง 15 คน แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .05 (p-value = .019) และผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดในรายคู่ระหว่างก่อนการฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 6 และสัปดาห์ที่ 8 (Univariate test) พบว่า ค่าความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดเพิ่มขึ้นจากช่วงก่อนได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p-value = .015 และ .005) และเมื่อพิจารณานัยสำคัญเชิงปฏิบัติการทดลอง (Practical significant) พบว่า ขนาดอิทธิพล (Effect size) ของการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับกับความก้าวหน้ามีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากสัปดาห์ที่ 4 (Partial $\eta^2 = 0.162$) สัปดาห์ที่ 6 (Partial $\eta^2 = 0.353$) และสัปดาห์ที่ 8 (Partial $\eta^2 = 0.447$) ซึ่งแนวโน้มของความแตกต่างเฉลี่ยของค่าความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มตัวอย่าง แสดงให้เห็นดังตารางที่ 4-4



ภาพที่ 4-3 แนวโน้มของความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในช่วงก่อนการฝึกเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงภายหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 (DVO2M_14) ในสัปดาห์ที่ 6 (DVO2M_16) และในสัปดาห์ที่ 8 (DVO2M_18)

จากภาพที่ 4-3 แสดงให้เห็นว่าภายหลังจากกลุ่มทดลองได้รับ โปรแกรมการฝึกแบบหนัก สลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้าพบว่า ภายหลังจากการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มทดลองมี ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นจากช่วงก่อนการฝึกเฉลี่ยเท่ากับ 0.885 และเมื่อ ดำเนินการฝึกต่อเนื่องไปจนถึงสัปดาห์ที่ 6 พบว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น จากช่วงก่อนการฝึกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.855 ซึ่งเมื่อกกลุ่มทดลองเข้ารับการฝึกครบทั้งโปรแกรมใน สัปดาห์ที่ 8 พบว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นจากช่วงก่อนการฝึกโดยเฉลี่ย เท่ากับ 3.085 ซึ่งจากเส้นกราฟแนวโน้มดังกล่าว บ่งชี้ว่า โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับ หลักการความก้าวหน้ามีผลทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเปลี่ยนแปลงไปในทิศทาง ที่ดีขึ้นอย่างเห็น ได้ชัด

ตารางที่ 4-5 ระดับความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการ
ความก้าวหน้า

ข้อ	หัวข้อการประเมิน	\bar{x}	SD	ระดับ
1	ท่านได้ความรู้จากโปรแกรมการออกกำลังกายนี้ไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	4.06	.59	มาก
2	ท่านคิดว่าโปรแกรมการออกกำลังกายนี้เป็นประโยชน์ ต่อสุขภาพของท่าน	4.53	.51	มากที่สุด
3	โปรแกรมการออกกำลังกายนี้ทำให้ท่านรู้สึกมีรูปร่าง กระชับได้สัดส่วนมากขึ้น	4.20	.56	มาก
4	โปรแกรมการออกกำลังกายนี้ทำให้ท่านรู้สึกมีความ คล่องตัวมากขึ้น	4.20	.67	มาก
5	โปรแกรมการออกกำลังกายนี้ทำให้ท่านรู้สึกแข็งแรง มากขึ้น	4.30	.61	มากที่สุด
6	ท่านรู้สึกผ่อนคลายความเครียด	3.80	.67	มาก
7	ท่านรู้สึกสนุกสนาน	3.93	.45	มาก
8	ความเหมาะสมของความหนักในการออกกำลังกายใน แต่ละครั้ง	4.00	.37	มาก
9	ความเหมาะสมของระยะเวลาในการออกกำลังกายใน แต่ละครั้ง	4.13	.35	มาก
10	ความเหมาะสมของระยะเวลาในการออกกำลังกายใน แต่ละสัปดาห์	4.06	.45	มาก
11	ความเหมาะสมของระยะเวลาในการออกกำลังกาย ตลอดโปรแกรม	4.13	.63	มาก
12	ความรู้ความเข้าใจในโปรแกรมการออกกำลังกาย	4.00	.65	มาก
13	ท่านรู้สึกพึงพอใจกับการเข้าโปรแกรม การออกกำลังกายนี้	4.33	.72	มากที่สุด
	รวม	4.12	0.48	มาก

จากการประเมินระดับความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับหลักการความก้าวหน้าในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.12$, $SD = 0.48$) โดยความพึงพอใจที่สำคัญคือกลุ่มทดลองเห็นว่าโปรแกรมการออกกำลังกายนี้ มีประโยชน์ต่อสุขภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.53$, $SD = 0.51$) และกลุ่มทดลองรู้สึกว่าการออกกำลังกายนี้ทำให้รู้สึกแข็งแรงมากขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.30$, $SD = 0.61$) รวมไปถึงถึงกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจกับการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายนี้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.33$, $SD = 0.72$)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกาย และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด กลุ่มตัวอย่างในวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน อายุระหว่าง 18-23 ปี จำนวน 15 คน โดยเข้ารับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน เปรียบเทียบความแตกต่างของดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกายและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนเข้ารับโปรแกรม ระหว่างการเข้ารับโปรแกรมในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และสิ้นสุดเข้ารับโปรแกรมในสัปดาห์ที่ 8 และประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้เข้ารับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้าหลังเข้ารับโปรแกรมในสัปดาห์ที่ 8

สรุปผลการวิจัย

1. ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของดัชนีมวลกายก่อนการฝึกและหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8 พบว่าดัชนีมวลกายของกลุ่มตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างค่าเฉลี่ยจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($M\text{-diff} = -0.161, p = .041$)

2. ความแตกต่างค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบของร่างกาย จากงานวิจัยนี้แบ่งการวัดเป็น 3 ส่วนคือ เเปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมันและมวลไร้ไขมัน ก่อนการฝึกและหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8 พบว่า เเปอร์เซ็นต์ไขมันและมวลไขมันของกลุ่มตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างค่าเฉลี่ยจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($M\text{-diff} = -.404, p = .041$ และ $M\text{-diff} = -.517, p = .029$) ส่วนมวลไร้ไขมันของกลุ่มตัวอย่างพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้ง 3 ช่วงของการวัด

3. ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดก่อนการฝึกและหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8 พบว่าความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดของกลุ่มตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในสัปดาห์ที่ 6 และสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างค่าเฉลี่ยจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($M\text{-diff} = 1.855, p = .015$ และ $M\text{-diff} = 3.085, p = .005$)

4. ความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้าหลังจากการฝึกในสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ระดับความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้าอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.12$, $SD = 0.48$)

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลของ โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า ต่อดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกาย และความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดของกลุ่มผู้เข้ารับ โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า ในก่อนการฝึกและหลังการในสัปดาห์ที่ 4 ในสัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8 พบว่า

โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า ก่อนการฝึกและหลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 6 และในสัปดาห์ที่ 8 มีผลต่อความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุด ในสัปดาห์ที่ 6 และ สัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างค่าเฉลี่ยจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($M\text{-diff} = 1.855$, $p = .015$ และ $M\text{-diff} = 3.085$, $p = .005$) ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ไขมัน และมวลไขมันของกลุ่มตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างค่าเฉลี่ยจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($M\text{-diff} = -.404$, $p = .041$ และ $M\text{-diff} = -.517$, $p = .029$) และส่งผลต่อดัชนีมวลกายของกลุ่มตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างค่าเฉลี่ยจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($M\text{-diff} = -0.161$, $p = .041$) พลังงานที่ได้รับเฉลี่ย ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 เท่ากับ 1662.3 ± 171.4 , 1638 ± 162.6 , 1549.9 ± 191.03 และ 1635.9 ± 181.2 ตามลำดับ

เนื่องจาก โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้านี้ เป็นรูปแบบที่กำหนดระดับความหนักร้อยละ 70-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ต่อเนื่องเป็นเวลานาน โดยฝึกช่วงหนัก 3 นาที ที่ระดับความหนักร้อยละ 70-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด สลับกับช่วงเบา 3 นาที ที่ระดับความหนักร้อยละ 50 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด มีระยะเวลาประมาณ 40-60 นาที โดยหลักการสร้างความก้าวหน้าจะกำหนดความหนักในช่วงแรกไม่สูงมาก การเปลี่ยนแปลงปริมาณงานให้มีความหนักเพิ่มมากขึ้น การฝึกงานในช่วงแรกจะมีขนาดเบา และค่อย ๆ เพิ่มความหนักของงานขึ้นอย่างช้า ๆ เพื่อให้ร่างกายมีการปรับตัว (ธีระศักดิ์ อภาวัฒนาศกุล, 2552) ระดับความหนักของงานวิจัยนี้ จะอยู่ที่ร้อยละ 70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หลังจากนั้นจึงเพิ่มระยะเวลาและระดับความหนักเป็นร้อยละ 80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด การเพิ่มระยะเวลาและความหนักขึ้นไป ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของร่างกายอย่างค่อยเป็นค่อยไป ในช่วงสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 6 และสัปดาห์ที่ 8 ของตัวแปรที่วัด มีแนวโน้มที่ดีขึ้นและไม่เกิดการบาดเจ็บต่อกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับ โปรแกรมการฝึก

ซึ่งระดับความหนักที่ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงกับระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด โดยระดับความหนักของการฝึกควรอยู่ที่ร้อยละ 70-94 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (ACSM, 2006) และในการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดอยู่ระหว่างร้อยละ 60-90 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด จึงจะก่อให้เกิดการพัฒนาของความสามารถในการทำงานแบบใช้ออกซิเจน (สนธยา สีละมาด, 2555) ซึ่งโปรแกรมการฝึกนี้มีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดได้ จึงส่งผลให้ค่าความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดนั้นมีค่าเพิ่มสูงขึ้น นอกจากระดับความหนักที่จะทำให้ความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดเพิ่มสูงขึ้นแล้ว ระยะเวลาและความถี่ในการฝึกก็เป็นปัจจัยที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง โดยในการศึกษาครั้งนี้ ใช้เวลาการฝึกประมาณ 40-60 นาที ความถี่ในการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ จึงเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ค่าความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้เพิ่มขึ้นได้โดยระยะเวลาและความถี่ในการฝึกที่จะช่วยพัฒนาความอดทน คือต้องออกกำลังกายอย่างน้อย 20 นาทีต่อครั้ง และสัปดาห์ละ 3-5 วัน (ACSM, 2006)

ระดับความหนักและระยะเวลาในงานวิจัยนี้ ร่างกายสามารถนำไขมันมาเผาผลาญเป็นพลังงาน เนื่องจากระบบการใช้พลังงานแบบแอโรบิก ต้องการใช้ออกซิเจนในกระบวนการเผาผลาญอาหาร ระบบแอโรบิกจะใช้ทั้งคาร์โบไฮเดรตและไขมัน เมื่อออกกำลังกายระยะเวลานาน คาร์โบไฮเดรตจะถูกนำมาใช้ในครั้งแรก และเมื่อระยะเวลาการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น ไขมันจะเข้ามามีบทบาทที่ละน้อยและเพิ่มระดับสูงขึ้นเป็นต้นตอหลักของการผลิตพลังงานทั้งหมด (สนธยา สีละมาด, 2555) และการฝึกออกกำลังกายที่เพิ่มความสามารถในการใช้ออกซิเจนนั้นจะช่วยเพิ่มความสามารถของกล้ามเนื้อในการใช้ไขมันเป็นแหล่งพลังงานมากขึ้นและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ในระบบเผาผลาญไขมัน แล้วยังเพิ่มขนาดและจำนวนไมโทคอนเดรีย ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญต่อการใช้ออกซิเจนในการสลายสารอาหาร เกิดกระบวนการเบต้า ออกซิเดชัน วงจรไตรคาร์บอนซิลิกแอซิดและระบบขนส่งอิเล็กตรอนเพื่อสร้างเอทีพีเป็นพลังงาน (นฤมล ลีลาอุวัฒน์, 2553) กระบวนการเหล่านี้จึงก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของไขมันในร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง การเพิ่มขึ้นการใช้ไขมันตรงนี้ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันที่ลดลงและต่อจากนั้น เมื่อไขมันลดลงก็ส่งผลต่อดัชนีมวลกาย ซึ่งการลดลงนี้เป็นผลจากน้ำหนักตัวที่ลดลง จึงทำให้ดัชนีมวลกายลดลง

การลดน้ำหนัก โดยการฝึกแบบหนักสลับเบา เพื่อเพิ่มการเผาผลาญแคลอรีในการออกกำลังกาย ช่วงของความหนักควรอยู่ที่ระดับร้อยละ 80-85 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ตามด้วยช่วงพักระดับความหนักอยู่ที่ระดับร้อยละ 50-65 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด จะทำให้เกิดการเผาผลาญพลังงานได้มาก (ACSM, 2009) และการออกกำลังกายเพื่อลดน้ำหนักควรออกกำลัง

ภายใต้ระดับความหนักร้อยละ 77-93 ของอัตราการเต้นของหัวใจ ระยะเวลา 50-60 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ จึงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (สนธยา สีละมาด, 2557)

มีหลายการศึกษาได้แสดงให้เห็นผลของการฝึกแบบหนักสลับเบากับผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนแล้วส่งผลต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เช่น Tsekouras et al. (2008) ได้ศึกษาโปรแกรมการฝึกหนักสลับเบาที่ระดับความหนักร้อยละ 60-90 ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ใช้เวลาฝึกประมาณ 30 นาทีความถี่ในการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ พบว่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ Tjonna et al. (2008) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกหนักสลับเบาความหนักร้อยละ 90 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด สลับกับช่วงเบาร้อยละ 70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดนาน 40 นาที ฝึกสัปดาห์ละ 3 ครั้ง 16 สัปดาห์ หลังจากการฝึก พบว่า ความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุด และการตอบสนองต่ออินซูลิน (Insulin sensitivity) เพิ่มขึ้น ทำนองเดียวกับการศึกษาของ Helgerud et al. (2007) ได้ศึกษาโปรแกรมการฝึกหนักสลับเบาที่ระดับความหนักร้อยละ 90-95 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด สลับกับช่วงเบาร้อยละ 70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดนาน 28 นาที ฝึกสัปดาห์ละ 3 ครั้ง 8 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดเพิ่มขึ้น

การศึกษาได้แสดงให้เห็นผลของการฝึกแบบหนักสลับเบากับผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนแล้วส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันและมวลไขมัน เช่น การศึกษาของ Tjonna et al. (2009) ได้ศึกษาโปรแกรมการฝึกหนักสลับเบาที่ระดับความหนักร้อยละ 70-90 ของอัตราการเต้นของหัวใจ ใช้เวลาฝึกประมาณ 40 นาที 2 ครั้งต่อสัปดาห์ พบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันและมวลไขมันลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับ การศึกษาของ Heydari et al. (2012) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกหนักสลับเบาที่ระดับความหนักร้อยละ 80-90 อัตราการเต้นของหัวใจใช้เวลาฝึกประมาณ 30 นาทีพบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันและมวลไขมันลดลง และมวลไร้ไขมันเพิ่มขึ้น ทำนองเดียวกันกับ Perry et al. (2008) ได้ศึกษาผลของการฝึกหนักสลับเบาต่อการเผาผลาญไขมันและคาร์โบไฮเดรตในกล้ามเนื้อ ฝึกหนักสลับเบาที่ความหนักร้อยละ 90 ของความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ 4 นาที สลับกับเบา 2 นาที ทำซ้ำกัน 10 รอบ รวม 60 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ ฝึกทั้งหมด 6 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าเพิ่มการเผาผลาญไขมันและคาร์โบไฮเดรตต่อกล้ามเนื้อหลักจากการฝึกได้ดีกว่าก่อนการฝึก

และมีการศึกษาของการฝึกแบบหนักสลับเบากับผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนที่ส่งผลต่อดัชนีมวลกาย เช่น การศึกษาของ Schjerve et al. (2008) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกหนักสลับเบาที่ระดับความหนักร้อยละ 85-95 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด สลับกับเบาความหนักร้อยละ 50-60 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดนาน 30 นาที ฝึก 12 สัปดาห์ ผลการวิจัย

พบว่า น้ำหนักตัวและเปอร์เซ็นต์ไขมันลดลง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Boudou et al. (2003) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องร่วมกับการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา 8 สัปดาห์ โดยฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องด้วยความหนักร้อยละ 75 ของความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ 2 วัน นาน 45 นาที ร่วมกับการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาความหนักร้อยละ 85 ของความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้ สลับกับช่วงเบาร้อยละ 50 ของความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้ 1 วัน นาน 25 นาที รวม 3 วันต่อสัปดาห์ พบไขมันหน้าท้องลดลง กล้ามเนื้อต้นขาเพิ่มขึ้น และดัชนีมวลกาย น้ำหนักตัว มีเกณฑ์ลดลง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาหญิงที่เข้าร่วมโปรแกรมการฝึกเพิ่มเติม เพื่อต้องการทราบถึงความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาร่วมกับหลักการความก้าวหน้าที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้ ซึ่งพบว่า ความพึงพอใจในการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึก ผู้เข้าร่วมการทดลองมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X} = 4.12$, $SD = 0.48$) โดยความพึงพอใจที่สำคัญคือกลุ่มทดลองเห็นว่าโปรแกรมการออกกำลังกายนี้ มีประโยชน์ต่อสุขภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.53$, $SD = 0.51$) กลุ่มทดลองรู้สึกว่าการฝึกทำให้รู้สึกแข็งแรงมากขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.30$, $SD = 0.61$) และกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจกับการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายนี้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.33$, $SD = 0.72$) เป็นผลมาจากโปรแกรมนี้ใช้เวลาในการฝึก 3 วันสัปดาห์ เป็นการฝึกวันเว้นวันร่างกายจึงมีการได้พัก และลักษณะของโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาร่วมกับหลักการความก้าวหน้านี้มีช่วงหนักสลับเบา โดยช่วงเบาเป็นช่วงที่กลุ่มทดลองได้พักโดยการปั่นจักรยานอย่างช้า ๆ แทนการหยุดพัก ร่างกายจึงได้พักและฟื้นตัวระหว่างออกกำลังกาย เป็นการลดความเหนื่อย หมดความล้า ทำให้ร่างกายทำงานได้ต่อเนื่อง (ประทุม ม่วงมี, 2532) และโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบานี้ยังนำเอาหลักการความก้าวหน้ามาปรับใช้ร่วมกันโดยความหนักและระยะเวลาการฝึกจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นในทุก ๆ 2 สัปดาห์ สมรรถภาพร่างกายของกลุ่มทดลองจึงเกิดการปรับตัวอย่างค่อยเป็นค่อยไปและเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. คนที่มีภาวะน้ำหนักเกินสามารถนำโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาร่วมกับหลักการความก้าวหน้า ไปใช้ในการออกกำลังกายเพื่อลดไขมันในร่างกายได้โดยใช้เวลาอย่างน้อย 8 สัปดาห์

2. สามารถนำโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาร่วมกับหลักการความก้าวหน้า โดยกำหนดความหนักร้อยละ 70-80 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในงานวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการประเมินระดับไขมันในเลือดชนิดต่าง ๆ เช่น คอเลสเตอรอลรวม (TC), เอชดีแอล-คอเลสเตอรอล (HDL-C), แอลดีแอล-คอเลสเตอรอล (LDL-C) สำหรับกลุ่มคนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน
2. ควรมีการศึกษาโดยการนำโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาในลักษณะอื่น ๆ มาเปรียบเทียบกับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า หรือเปรียบเทียบกับโปรแกรมลดน้ำหนักในรูปแบบอื่น ๆ
3. ควรศึกษาถึงโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า ในกลุ่มคนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนที่ครอบคลุมทั้งเพศชาย เพศหญิง และในช่วงอายุต่าง ๆ กัน
4. เพิ่มการติดตามผลในระยะยาว เพื่อดูความคงทนของโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า

บรรณานุกรม

- กองออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ กรมอนามัย. (2556). *สุขภาพดี ไร้โรคไม่ติดต่อเรื้อรัง*
กองออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ ห่วงใยใส่ใจคุณภาพ. กรุงเทพฯ: กลอรี่ โกลบ มีเดีย.
- กัลยา กิจบุญชู. (2546). *ข้อเสนอแนะการออกกำลังกายสำหรับคนอ้วน*. นนทบุรี: กองออกกำลังกาย
เพื่อสุขภาพ กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข.
- การกีฬาแห่งประเทศไทย. (2543). *เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายประชาชนไทย*. กรุงเทพฯ:
นิวไตรมิตรการพิมพ์.
- ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร และสิทธา พงษ์พิบูลย์. (2554). *สรีรวิทยาการออกกำลังกาย*. กรุงเทพฯ:
ธีรณสาร.
- ธีระศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล. (2552). *หลักวิทยาศาสตร์ในการฝึกกีฬา*. กรุงเทพฯ: ศ.เอเชียเพรส.
- นฤมล ลีลาวัฒน์. (2553). *สรีรวิทยาการออกกำลังกาย (Physiology of exercise)*. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ประทุม ม่วงมี. (2527). *รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและการพลศึกษา*. กรุงเทพฯ:
บูรพาสาส์น.
- ประทุม ม่วงมี. (2532). *อินเทอร์วาล เทรนนิ่ง คู่มือการฝึกกีฬา*. กรุงเทพฯ: อมรการพิมพ์.
- พรทิศา ชัยอำนาจ. (2545). *แนวทางการป้องกันและรักษาโรคอ้วนในประชากรไทย*. กรุงเทพฯ:
วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร.
- พูลสมบัติ เขียวพงษ์. (2554). *ผลการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีต่อภาวะ
น้ำหนักเกินของนักเรียนหญิงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของ โรงเรียนปราโมชวิทยา
รามอินทรา กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาพลศึกษา,
บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*
- มณีนทร รัชย์บำรุง. (2546). *ผลการฝึกวิ่งแบบต่อเนื่องควบคู่กับการฝึกวิ่งแบบอินเทอร์วาล ที่มีต่อ
แอนแอโรบิกเทรชโฮล ปริมาณฮีมาโตคริต และความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน.
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและ
การกีฬา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- รังสรรค์ ตั้งตรงจิตร. (2550). *โรคอ้วน: การเปลี่ยนแปลงทางด้านโภชนาการและชีวิเคมี*. กรุงเทพฯ:
เจริญดีมั่นคงการพิมพ์.
- ศิวรักษ์ กิจชนะไพบูลย์. (2555). *พฤติกรรมลดน้ำหนักที่ไม่ถูกต้องของวัยรุ่นและเยาวชนไทย.
พยาบาลสาร, 39(4), 179-190.*

- สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล. (2556). *โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปคำนวณสารอาหาร INMUCAL-nutrients V3 ฐานข้อมูลชุด NB1*. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สถาบันวิจัยประชากรและสังคม. (2554). *สุขภาพคนไทย: เอชไอเอ กลไกพัฒนานโยบายสาธารณะเพื่อชีวิตและสุขภาพ*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- สถาบันวิจัยและประเมินเทคโนโลยีทางการแพทย์ กรมการแพทย์. (2553). *แนวทางเวชปฏิบัติการป้องกันและดูแลรักษาโรคอ้วน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์. (2538). *คู่มือการแนวทางการดูแลรักษาโรคอ้วน*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สนธยา สีละมอด. (2551). *หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สนธยา สีละมอด. (2557.) *กิจกรรมทางกายเพื่อสุขภาพ = Physical activities for wellness*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ. (2552). *การควบคุมน้ำหนักของเด็กวัยรุ่น*. เข้าถึงได้จาก <http://resource.thaihealth.or.th/library/hot/12671>
- สำนักงานสำรวจสุขภาพประชาชนไทย. (2552). *รายงานการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกายครั้งที่ 4 (พ.ศ. 2551-2)*. นนทบุรี: เดอะ กราฟิโก ซิสเต็มส์.
- สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค. (2553). *แนวปฏิบัติการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพเพื่อลดปัจจัยเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือด*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- สุกัญญา เจริญวัฒน์. (2547). *สภาพโภชนาการนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชน*. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุดหล้า เหมือนเดช. (2550). *ผลของการออกกำลังกายด้วยการเดินรำที่มีต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ACSM. (2000). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (6th ed.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- ACSM. (2006). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (7th ed.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

- ACSM. (2009). *The heart rate debate*. Retrieved from <https://www.acsm.org/access-public-information/articles/2012/01/13/the-heart-rate-debate>
- ACSM. (2014). *ACSM information on high-intensity interval training*. Retrieved from: <https://www.acsm.org>
- Astrand, P.O. (1965). Work test with the bicycle ergometer. *Astrand's Acta Physiol. Scand*, 49 (169), 1960.
- Astrand, P. O., & Rodahl, H. K. (1986). *Textbook of work physiology bases of exercise*. New York: McGraw-Hill.
- Baumgartner, T. A., & Jackson, A. S. (1999). *Measurement for evaluation in physical education and exercise science*. USA: Houghton Mifflin.
- Boudou, P., Sobngwi, E., Mauvais-Jarvis, F., Vexiau, P., & Gautier, J. F. (2003). Absence of exercise-induced variations in adiponectin levels despite decreased abdominal adiposity and improved insulin sensitivity in type 2 diabetic men. *European Journal of Endocrinology*, 149(5), 421-424.
- Boutcher, S. H. (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of Obesity*, Article ID 868305, 1-10. Retrieved from Doi:10.1155/2011/868305
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., Simonsen, T., Helgesen, C., Hjorth, N., Bach, R., & Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(4), 665-671.
- Heydari, M., Freund, J., Boutcher, S. H. (2012). The effect of high-intensity intermittent exercise on body composition of overweight young males. *Journal of Obesity*. Article ID 480467, 1-8.
- Kordi, M. R., Choopani, S., Hemmatinafar, M., & Choopani, Z. (2013). The effect of the six week high intensity interval training (HIIT) on resting plasma levels of adiponectin and fat loss in sedentary young women. *Journal of Jahrom University of Medical Sciences*, 11(1), 20-27.

- Mourier, A., Gautier, J. F., De, Kerviler, E., Bigard, A. X., Villette, J. M., Garnier, J. P., Duvallet, A., Guezennec, C. Y., & Cathelineau, G. (1997). Mobilization of visceral adipose tissue related to the improvement in insulin sensitivity in response to physical training in NIDDM: Effects of branched-chain amino acid supplements. *Diabetes Care*, *20*(3), 385-391.
- Ogden, C. L., Carroll, M. D., Kit, B. K., & Flegal, K. M. (2012). Prevalence of obesity in the united states 2009-2010. *NCHS Data Brief*, No.82, 1-8.
- Perry, C. G., Heigenhauser, G. J., Bonen, A., & Spriet, L. L. (2008). High-intensity aerobic interval training increases fat and carbohydrate metabolic capacities in human skeletal muscle. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, *33*(6), 1112-1123.
- Plowman, S. A., & Smith, D. L. (2008). *Exercise physiology: For health fitness and performance* (2nd ed.). Wolters Kluwer: Lippincott Wikkams & Wilkins.
- Power, S. K., & Howley, E. T. (2004). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance* (5th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Schjerve, I. E., Tyldum, G. A., Tjønnå, A. E., Stølen, T., Loennechen, J. P., Hansen, H. E., Haram P. M., Heinrich, G., Bye, A., Najjar, S. M., Smith, G. L., Slørdahl, S. A., Kemi, O. J., & Wisløff, U. (2008). Both aerobic endurance and strength training programmer improve cardiovascular health in obese adults. *Clinical Science (London, England: 1979)*, *115*(9), 283-293.
- Sijie, T., Hainai, Y., Fengying, Y., & Jianxiong, W. (2012). High intensity interval exercise training in overweight young women. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *52*(3), 255-262.
- Tjønnå, A. E., Lee, S. J., Rognmo, Ø., Stølen, T. O., Bye, A., Haram, P. M., Loennechen, J. P., Al-Share, Q. Y., Skogvoll, E., Slørdahl, S. A., Kemi, O. J., Najjar, S. M., & Wisløff, U. (2008). Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: A pilot study. *Circulation*, *118*(4), 346-354.
- Tjønnå, A. E., Stølen, T. O., Bye, A., Volden, M., Slørdahl, S. A., Odegård, R., Skogvoll, E., & Wisløff, U. (2009). Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clinical Science*, *116*(4), 317-326.

- Trapp, E. G., Chisholm, D. J., & Boutcher, S. H. (2007). Metabolic response of trained and untrained women during high intensity intermittent cycle exercise. *American Journal of Physiology*, 293(6), 2370-2375.
- Tsekouras, Y. E., Magkos, F., Kellas, Y., Basioukas, K. N., Kavouras, S. A., & Sidossis, L. S. (2008). High-intensity interval aerobic training reduces hepatic very low density lipoprotein-triglyceride secretion rate in men. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 295(4), 851-858.
- WHO. (2000). *The Asia-Pacific perspective: Redefining obesity and its treatment*. Retrieved from www.who.int
- WHO. (2011). *Obesity and overweight*. Retrieved from www.who.int
- Whyte, L. J., Gill, J. M., & Cathcart, A. J. (2010). Effect of 2 week of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism Clinical and Experimental*, 59(10), 1421-1428.
- Wilmore, J., Costill, D., & Kenney, L. (2008). *Physiology of sport and exercise* (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รูปแบบการทดลองและตารางฝึก

รูปแบบการทดลองและตารางการฝึก

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน เข้าร่วม แบบก้ำวหน้า 3 วัน ต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์
ระยะเวลา 40-60 นาที

ตารางวันและเวลาการเข้ารับฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้ำวหน้า

วัน เวลา	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00
จันทร์	(1-3)	(4-6)	(7-9)	(10-12)	(13-15)
พุธ	(1-3)	(4-6)	(7-9)	(10-12)	(13-15)
ศุกร์	(1-3)	(4-6)	(7-9)	(10-12)	(13-15)

หมายเหตุ

เวลา 14.00-15.00 คน ลำดับที่ 1-3 เข้ารับการฝึกฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้ำวหน้า

เวลา 15.00-16.00 คน ลำดับที่ 4-6 เข้ารับการฝึกฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้ำวหน้า

เวลา 16.00-17.00 คน ลำดับที่ 7-9 เข้ารับการฝึกฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้ำวหน้า

เวลา 17.00-18.00 คน ลำดับที่ 10-12 เข้ารับการฝึกฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้ำวหน้า

เวลา 18.00-19.00 คน ลำดับที่ 13-15 เข้ารับการฝึกฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้ำวหน้า

ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างทุกคนจะได้รับโปรแกรมตามกรอบที่ผู้วิจัยวางไว้ แต่สามารถปรับยืดหยุ่นได้ตามบริบทด้านเวลาของกลุ่มตัวอย่างแต่ละบุคคล

ภาคผนวก ข

**แบบบันทึกข้อมูลขององค์ประกอบของร่างกาย
และแบบบันทึกการทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด**

แบบบันทึกข้อมูลแบบบันทึกข้อมูลขององค์ประกอบของร่างกาย

ข้อมูลส่วนตัว

ชื่อ-นามสกุลอายุ.....

การทดสอบก่อนการทดลอง

น้ำหนัก..... ส่วนสูง.....ดัชนีมวลกาย (BMI)

ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (มิลลิเมตร)	วัดครั้งที่ 1	วัดครั้งที่ 2	เฉลี่ย
1. ต้นแขนด้านหลัง			
2. เนื้อขอบสะโพก			
3. หน้าท้อง			

เปอร์เซ็นต์ไขมัน.....

การทดสอบหลังจากฝึก 4 สัปดาห์

น้ำหนัก..... ส่วนสูง.....ดัชนีมวลกาย (BMI)

ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (มิลลิเมตร)	วัดครั้งที่ 1	วัดครั้งที่ 2	เฉลี่ย
1. ต้นแขนด้านหลัง			
2. เนื้อขอบสะโพก			
3. หน้าท้อง			

เปอร์เซ็นต์ไขมัน.....

การทดสอบหลังจากฝึก 6 สัปดาห์

น้ำหนัก..... ส่วนสูง.....ดัชนีมวลกาย (BMI)

ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (มิลลิเมตร)	วัดครั้งที่ 1	วัดครั้งที่ 2	เฉลี่ย
1. ต้นแขนด้านหลัง			
2. เนื้อขอบสะโพก			
3. หน้าท้อง			

เปอร์เซ็นต์ไขมัน.....

การทดสอบหลังจากฝึก 8 สัปดาห์

น้ำหนัก..... ส่วนสูง.....ดัชนีมวลกาย (BMI)

ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (มิลลิเมตร)	วัดครั้งที่ 1	วัดครั้งที่ 2	เฉลี่ย
1. ต้นแขนด้านหลัง			
2. เนื้อขอบสะโพก			
3. หน้าท้อง			

เปอร์เซ็นต์ไขมัน.....

ลำดับที่.....

วันที่.....

**แบบบันทึกการทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด
ของออสตรานด์-ไรห์มิง (Astrand-Rhyming test)**

ชื่อ-สกุล.....
 เพศ..... วัน/เดือน/ปีเกิด..... อายุ.....
 ส่วนสูง..... ซม. น้ำหนัก..... กก.

การทดสอบก่อนการทดลอง

ชีพจรขณะพัก	HR นาทีที่							อัตราการเต้นหัวใจ เฉลี่ย	VO ₂ Max ml/kg/min
	1	2	3	4	5	6	7		
นาทีที่									
อัตราการเต้นชีพจร									
น้ำหนักถ่วง									

ลงชื่อ.....(ผู้บันทึกผลการทดสอบ)

หลังการทดลอง 4 สัปดาห์

ชีพจรขณะพัก	HR. นาทีที่							อัตราการเต้นหัวใจ เฉลี่ย	VO ₂ Max ml/kg/min
	1	2	3	4	5	6	7		
นาทีที่									
อัตราการเต้นชีพจร									
น้ำหนักถ่วง									

ลงชื่อ.....(ผู้บันทึกผลการทดสอบ)

หลังการทดลอง 6 สัปดาห์

ชีพจรขณะพัก	HR นาทีที่							อัตราการเต้นหัวใจ เฉลี่ย	VO ₂ Max ml/kg/min
	1	2	3	4	5	6	7		
นาทีที่									
อัตราการเต้นชีพจร									
น้ำหนักถ่วง									

ลงชื่อ.....(ผู้บันทึกผลการทดสอบ)

หลังการทดลอง 8 สัปดาห์

ชีพจรขณะพัก	HR นาทีที่							อัตราการเต้นหัวใจ เฉลี่ย	VO ₂ Max ml/kg/min
	1	2	3	4	5	6	7		
นาทีที่									
อัตราการเต้นชีพจร									
น้ำหนักถ่วง									

ลงชื่อ.....(ผู้บันทึกผลการทดสอบ)

ลำดับที่.....

วันที่.....

ภาคผนวก ค

ตารางความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ยกับน้ำหนักที่ใช้ถ่วงที่จักรยานวัดงาน
และค่า Correction factor ตามอายุ

ภาคผนวก ค-1 ค่าทำนายปริมาณการใช้ ออกซิเจนสูงสุดที่สัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจขณะที่ปั่นจักรยานและน้ำหนักที่ใช้ ถ่วงจักรยานวัดงานในเพศหญิง (Bicycle ergometer) (Astrand, 1965)

Working pulse	Maximal oxygen uptake (Liters/ min)					Working pulse	Maximal oxygen uptake (Liters/ min)				
	300 kpm/ min	450 kpm/ min	600 kpm/ min	750 kpm/ min	900 kpm/ min		300 kpm/ min	450 kpm/ min	600 kpm/ min	750 kpm/ min	900 kpm/ min
	50w	75w	100w	125w	150w		50w	75w	100w	125w	150w
120	2.6	3.4	4.1	4.8		148	1.6	2.1	2.6	3.1	3.6
121	2.5	3.3	4.0	4.8		149		2.1	2.6	3.0	3.5
122	2.5	3.2	3.9	4.7		150		2.0	2.5	3.0	3.5
123	2.4	3.1	3.9	4.6		151		2.0	2.5	3.0	3.4
124	2.4	3.1	3.8	4.5		152		2.0	2.5	2.9	3.4
125	2.3	3.0	3.7	4.4		153		2.0	2.4	2.9	3.3
126	2.3	3.0	3.6	4.3		154		2.0	2.4	2.8	3.3
127	2.2	2.9	3.5	4.2		155		1.9	2.4	2.8	3.2
128	2.2	2.8	3.5	4.2	4.8	156		1.9	2.3	2.8	3.2
129	2.2	2.8	3.4	4.1	4.8	157		1.9	2.3	2.7	3.2
130	2.1	2.7	3.4	4.0	4.7	158		1.8	2.3	2.7	3.1
131	2.1	2.7	3.4	4.0	4.6	159		1.8	2.2	2.7	3.1
132	2.0	2.7	3.3	3.9	4.5	160		1.8	2.2	2.6	3.0
133	2.0	2.6	3.2	3.8	4.4	161		1.8	2.2	2.6	3.0
134	2.0	2.6	3.2	3.8	4.4	162		1.8	2.2	2.6	3.0
135	2.0	2.6	3.1	3.7	4.3	163		1.7	2.2	2.6	2.9
136	1.9	2.5	3.1	3.6	4.2	164		1.7	2.1	2.5	2.9
137	1.9	2.5	3.0	3.6	4.2	165		1.7	2.1	2.5	2.9
138	1.8	2.4	3.0	3.5	4.1	166		1.7	2.1	2.5	2.8

ภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

Working pulse	Maximal oxygen uptake (Liters/ min)					Working pulse	Maximal oxygen uptake (Liters/ min)				
	300 kpm/ min	450 kpm/ min	600 kpm/ min	750 kpm/ min	900 kpm/ min		300 kpm/ min	450 kpm/ min	600 kpm/ min	750 kpm/ min	900 kpm/ min
	50w	75w	100w	125w	150w		50w	75w	100w	125w	150w
139	1.8	2.4	2.9	3.5	4.0	167	1.6	2.1	2.4	2.8	
140	1.8	2.4	2.8	3.4	4.0	168	1.6	2.0	2.4	2.8	
141	1.8	2.3	2.8	3.4	3.9	169	1.6	2.0	2.4	2.8	
142	1.7	2.3	2.8	3.3	3.9	170	1.6	2.0	2.4	2.7	
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						

ภาคผนวก ค-2 ค่า Correction factor ตามอายุ สำหรับแก้ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด

อายุ		Factor	อายุ		Factor
15	=	1.10	40	=	0.830
16	=	1.09	41	=	0.820
17	=	1.08	42	=	0.810
18	=	1.07	43	=	0.800
19	=	1.06	44	=	0.790
20	=	1.05	45	=	0.780
21	=	1.04	46	=	0.774
22	=	1.03	47	=	0.768
23	=	1.02	48	=	0.762
24	=	1.01	49	=	0.756
25	=	1.00	50	=	0.750
26	=	0.987	51	=	0.742
27	=	0.974	52	=	0.734
28	=	0.961	53	=	0.726
29	=	0.948	54	=	0.718
30	=	0.935	55	=	0.710
31	=	0.922	56	=	0.704
32	=	0.909	57	=	0.698
33	=	0.896	58	=	0.692
34	=	0.883	59	=	0.686
35	=	0.870	60	=	0.680
36	=	0.862	61	=	0.674
37	=	0.854	62	=	0.668
38	=	0.846	63	=	0.662
39	=	0.838	64	=	0.656
			65	=	0.650

ภาคผนวก ง

แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรม

เลขที่แบบสอบถาม.....

แบบประเมินความพึงพอใจต่อโปรแกรมการออกกำลังกาย

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ ชาย หญิง
2. อายุปี
3. คณะ.....
4. ชั้นปีการศึกษา
 ปี 1 ปี 2 ปี 3 ปี 4

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อโปรแกรมการออกกำลังกาย ให้ท่านเลือกที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ท่านได้ความรู้จากโปรแกรมการออกกำลังกายนี้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้					
2. ท่านคิดว่าโปรแกรมการออกกำลังกายนี้เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของท่าน					
3. โปรแกรมการออกกำลังกายนี้ทำให้ท่านรู้สึกมีรูปร่างกระชับได้สัดส่วนมากขึ้น					
4. โปรแกรมการออกกำลังกายนี้ทำให้ท่านรู้สึกมีความคล่องตัวมากขึ้น					
5. โปรแกรมการออกกำลังกายนี้ทำให้ท่านรู้สึกแข็งแรงมากขึ้น					
6. ท่านรู้สึกผ่อนคลายความเครียด					
7. ท่านรู้สึกสนุกสนาน					

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
8. ความเหมาะสมของความหนักในการออกกำลังกายในแต่ละครั้ง					
9. ความเหมาะสมของระยะเวลาในการออกกำลังกายในแต่ละครั้ง					
10. ความเหมาะสมของระยะเวลาในการออกกำลังกายในแต่ละสัปดาห์					
11. ความเหมาะสมของระยะเวลาในการออกกำลังกายตลอดโปรแกรม					
12. ความรู้ความเข้าใจในโปรแกรมการออกกำลังกาย					
13. ท่านรู้สึกพึงพอใจกับการเข้าโปรแกรมการออกกำลังกายนี้					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ

แบบบันทึกการบริโภคอาหาร 3 วัน วัน / สัปดาห์ (3-Days Food Record)

คำแนะนำการลงบันทึกอาหารใน 1 วัน

1. บันทึกอาหารทุกมื้อว่ากินหรือไม่ อาหารว่าง วิตามินหรือยาบำรุงที่กินในวันนั้น
2. ให้ระบุว่าเป็นวันทำงาน วันหยุดเสาร์อาทิตย์หรือนักชดถุกษ์ หรือวันพิเศษเช่นงานเลี้ยงวันเกิด อาหารตามปกติหรือป่วยโดยมีวิธีการบันทึก ดังนี้

ช่องที่ 1 มื้ออาหาร	ช่องที่ 2 เมนู (Menu)		ช่องที่ 3 ส่วนประกอบ (Ingredient)			สำหรับเจ้าหน้าที่		
	รายการอาหาร	จำนวน ที่กิน	ชนิด	ปริมาณที่กิน			Food code	น้ำหนัก อาหาร
				กิน	ไม่กิน	จำนวน		
มือ, เวลา สถานที่	เช่น ก๋วยเตี๋ยวน้ำ ใส่หมู เติมเครื่องปรุง น้ำตาล & น้ำส้ม	1 ชาม ปกติ	ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ คะน้า ถั่วงอกดิบ หมูสับ ตับหมูหั่นบาง น้ำตาล	/		1 ทัพพี - 2 ช้อนโต๊ะ 3 ช้อน 2 ช้อนชา		

ช่องที่ 1 มื้ออาหาร เช่นมือเช้าที่บ้าน

ช่องที่ 2 เมนู (Menu) ชื่ออาหารที่กิน การเติมเครื่องและราคาที่ซื้อมา เช่น ปกติ 20 บาท
พิเศษ 30 บาท

ช่องที่ 3 ส่วนประกอบ (Ingredient) ให้ระบุชนิดอย่างละเอียดดังนี้

ชนิดเช่น ไข่เป็ด ไข่ไก่ การปรุง สุก ดิบเช่น ถั่วงอกดิบ

ยี่ห้อเช่นมันทอดกรอบเลย รสชาติเช่น นมสดพาสเจอร์ไรซ์ รสจืด

ลักษณะพิเศษ เช่น ไล้ก ไคเอท ขนาดเช่น ตับหมูขนาด กว้าง ยาว หนา เช่น หั่นบาง 3 ชั้น

ปริมาณที่กินหรือไมโดยใส่เครื่องหมาย/ และระบุจำนวนโดยใช้บันทึกอาหารเป็นกลุ่ม

กลุ่ม 1 ข้าว-แป้ง	ข้าว ก๋วยเตี๋ยวเป็นทัพพี ขนมหินเป็นจับ ข้าวเหนียวเป็นปั้นหรือ กระต๊อบ ขนมหังเป็นแผ่น เช่น ข้าว 2 ทัพพี ขนมหิน 1 จับใหญ่ ขนมหังฟาร์มเฮ้าส์ 1 แผ่นมีขอบ
กลุ่ม 2 ผัก	ผักที่หั่นเป็นทัพพีเช่น คะน้าสด 1 ทัพพี ผักที่เป็นลูกใช้ผล เช่น มะเขือ เทศ 1 ผล
กลุ่ม 3 ผลไม้	ผลไม้ขนาดเล็กเป็นผล ขนาดใหญ่เป็นเสี้ยว พู หรือคำ เช่น มะละกอ สุกหั่น 6-8 คำ
กลุ่ม 4 เนื้อสัตว์ไข่ ถั่ว	เนื้อปลา หมูสับเป็นช้อนกินข้าว กินทั้งตัวนับเป็นตัว เป็นช้อนนับตาม ลักษณะ
กลุ่ม 5 เครื่องดื่ม	ภาชนะบรรจุระบุเช่น 250 ซีซี เติร์มเอง เช่น กาแฟ 2 ช้อนชา น้ำตาล ทราย 2 ช้อนชา
กลุ่ม 6 อาหารจานเดียว & ขนม	บันทึกรวม เช่น จานใหญ่ ส้มตำปู 20 บาท เต้าส่วนถ้วยเล็ก 10 บาท กะทิ 2 ช้อนโต๊ะ
กลุ่ม 7 ขนมขบเคี้ยว	ระบุยี่ห้อ ราคา น้ำหนัก เช่น ฮานามิ 24 บาทครึ่งถุง
กลุ่ม 8 ยาบำรุงต่าง ๆ	น้ำมันปลา 1 แคปซูล ยาดอกเห็ด 1 แก้วชาเล็ก

ภาคผนวก จ

เอกสารชี้แจงข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมงานวิจัย และใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้าต่อดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกาย และความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดของนักศึกษาหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน

เรียน ผู้เข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้

เอกสารฉบับนี้เป็นเอกสารที่แสดงข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจของท่านในการเข้าร่วมศึกษาวิจัย อย่างไรก็ตามก่อนที่จะตกลงเข้าร่วมการศึกษาวิจัยดังกล่าว ขอให้ท่านอ่านเอกสารฉบับนี้อีกอย่างละเอียดให้ท่านได้รับทราบถึงเหตุผล และรายละเอียดของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ หากมีข้อสงสัยใด ๆ เพิ่มเติม กรุณาซักถามจากผู้วิจัย และท่านสามารถขอคำแนะนำในการเข้าร่วมการวิจัยนี้จากครอบครัว เพื่อน หรือแพทย์ประจำตัวของท่านได้ ท่านมีเวลาเพียงพอในการตัดสินใจโดยอิสระ ถ้าท่านตัดสินใจแล้วว่าจะเข้าร่วมการวิจัยนี้

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลโดยใช้ระยะเวลาในการวิจัยทั้งหมด 8 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการทดสอบและเข้ารับฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า ดังนี้

1. การทดสอบแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (PAR-Q*)
2. การทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum oxygen consumption)
3. การวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)
4. เข้ารับฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า
5. แบบประเมินความพึงพอใจต่อโปรแกรมการออกกำลังกาย

ในการดำเนินการวิจัยผู้เข้าร่วมวิจัยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้นและมีสิทธิ์ที่จะบอกเลิกหรือปฏิเสธการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ ซึ่งการบอกเลิกการวิจัยนี้จะไม่มีผลกระทบใด ๆ ที่จะส่งผลเกิดขึ้นกับท่าน ขอขอบคุณการเข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนไปใช้ในการพัฒนาสมรรถภาพร่างกาย ลดไขมันและลดน้ำหนัก หากท่านมีปัญหาสงสัยประการใด สามารถสอบถามได้โดยตรงจากผู้วิจัยนายปิยะพงษ์ สายสวาท นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา
โทรศัพท์ 085-357-6504

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการทดลอง

1. เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการทดลอง

1.1 ผู้เข้าร่วมการทดลองไม่มีความผิดปกติทางร่างกายและโรคประจำตัวโดยผ่านการตรวจร่างกายโดยแพทย์

1.2 ผู้เข้าร่วมการทดลองผ่านการทดสอบแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (PAR-Q*) และผลการประเมินของผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องไม่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงต่อการบาดเจ็บหรือเกิดอันตรายจากการออกกำลังกาย

1.3 ผู้เข้าร่วมการทดลองมีค่าดัชนีมวลกายระหว่าง 23-29.9 kg/m²

1.4 ผู้เข้าร่วมการทดลองรับทราบวิธีการทดลอง ตกลงยินยอมและลงนามในใบเข้าร่วมการทดลอง

2. เกณฑ์สำหรับแยกผู้เข้าร่วมการทดลอง

2.1 ในช่วงของการทดลองผู้เข้าร่วมการทดลองเกิดความผิดปกติทางร่างกาย เช่น ไข้หวัด ท้องเสีย ปวดข้อไม่เพียงพอ เป็นต้น เมื่อหายเป็นปกติให้กลับมาทดลองให้ครบตามโปรแกรม

3. เกณฑ์การคัดผู้เข้าร่วมการทดลองออก

3.1 ผู้เข้าร่วมการทดลองมีสิทธิขอลงตัวการจากทดลองได้ตลอดเวลา

3.2 ผู้เข้าร่วมการทดลองเกิดความผิดปกติทางร่างกายและสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นระยะเวลานาน ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดอันตรายต่อผู้เข้าร่วมการทดลอง เช่น ไข้หวัดใหญ่ หรืออุบัติเหตุทำให้กระดูกหัก เป็นต้น

รายละเอียดที่จะปฏิบัติต่อผู้เข้าร่วมการวิจัย

1. ท่านจะได้รับการชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัยทั้งหมด และท่านจะได้รับค่าตอบแทนการเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อใช้จ่ายต่าง ๆ เช่น ค่าเดินทางและค่าอาหาร
2. หากท่านมีคุณสมบัติที่เหมาะสม และยินยอมที่จะเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ท่านจะได้รับการทดสอบ ดังนี้
 - 2.1 การทดสอบแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (PAR-Q*) เป็นแบบสอบถามมีคำถามทั้งหมด 7 ข้อ และผลการประเมินของผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องไม่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงต่อการบาดเจ็บหรือเกิดอันตรายจากการออกกำลังกาย
 - 2.2 การทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum oxygen consumption) โดยใช้แบบทดสอบของออสตรานด์-ไรห์มิง จะมีผู้ช่วยวิจัยควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิดกับกลุ่มตัวอย่าง โดยขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้
 - 2.2.1 จัดระดับเบาะจักรยานให้พอเหมาะ และให้ผู้ทดสอบขึ้นนั่งบนเบาะ โดยเข้าข้างที่เท้าเหยียบบันไดต่ำสุด งอเล็กน้อย
 - 2.2.2 ตั้งเครื่องให้จังหวะที่ความเร็ว 50 รอบต่อนาที ให้ผู้ทดสอบปั่นจักรยานตามเสียงจังหวะเพื่อรักษาความเร็วให้คงที่ โดยเท้าข้างหนึ่งต้องอยู่บนบันไดต่ำสุดขณะเสียงให้จังหวะดัง
 - 2.2.3 ให้ผู้ทดสอบปั่นจักรยาน 2-3 นาที เพื่ออบอุ่นร่างกาย
 - 2.2.4 การเลือกน้ำหนักถ่วงขึ้นอยู่กับเพศ อายุ และสมรรถภาพของแต่ละคน โดยทำให้อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ระหว่าง 120-170 ครั้งต่อนาที ระดับน้ำหนักถ่วงสำหรับผู้หญิงที่ไม่ออกกำลังกายคือ 1 กิโลปอนด์
 - 2.2.5 เริ่มจับเวลาเมื่อผู้ทดสอบสามารถปั่นจักรยานรักษาความเร็วคงที่ 50 รอบต่อนาที ตามน้ำหนักถ่วงที่กำหนดให้
 - 2.2.6 นับและบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจทุกนาที เป็นเวลา 6 นาที (นับจากวินาทีที่ 45 ถึงวินาทีที่ 60 ของแต่ละนาที) โดยใช้เครื่องช่วยหูฟัง ฟังที่บริเวณหลอดเลือด Carotid artery
 - 2.2.7 ถ้าถึงนาทีที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจยังต่ำกว่า 120 ครั้งต่อนาที ให้เพิ่มน้ำหนักถ่วงอีก 1 กิโลปอนด์ และขยายเวลาออกไปอีก 1 นาที เพื่อให้อัตราการเต้นของหัวใจสม่ำเสมอ
 - 2.2.8 นำอัตราการเต้นของหัวใจช่วงนาทีที่ 5 และนาทีที่ 6 มาหาค่าเฉลี่ย ถ้าอัตราการเต้นของหัวใจทั้ง 2 ช่วง แตกต่างกันมากกว่า 5 ครั้งต่อนาที ให้ขยายระยะเวลาการทดสอบออกไปอีก 1 นาทีหรือมากกว่า จนกว่าอัตราการเต้นของหัวใจจะแตกต่างกันไม่เกิน 5 ครั้งต่อนาที

2.3 การวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)

2.3.1 ต้นแขนด้านหลัง หยิบรอยพับตรงบริเวณจุดกึ่งกลางระหว่างปุ่มกระดูกหัวไหล่กับขอบด้านล่างของปุ่มกระดูกข้อศอก

2.3.2 บริเวณเหนือขอบสะโพก แนวของรอยพับเอียง/ ลาด หยิบรอยพับตรงบริเวณเหนือยอดกระดูก Iliac crest

2.3.3 บริเวณหน้าท้อง แนวของรอยพับระนาบ หยิบตรงรอยพับตรงบริเวณห่างจากจุดศูนย์กลางของสะดือออกไปด้านข้าง 3 เซนติเมตร และลงมาด้านล่าง 1 เซนติเมตร

*หมายเหตุ ใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้วางบนผิวหนังตรงบริเวณที่ต้องการวัด โดยให้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ห่างกันประมาณ 1 เซนติเมตร หยิบไขมันใต้ผิวหนังขึ้นแล้วใช้คาลิเปอร์วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง อ่านค่าความหนาของไขมันใต้ผิวหนังที่หน้าปิดคาลิเปอร์ ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร โดยทำการวัดครั้งที่ 1 ให้ครบทุกตำแหน่งแล้วบันทึกค่าที่ได้ลงในใบบันทึกทำการวัดครั้งที่ 2 อีกครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย

2.4 การทดสอบแบบประเมินความพึงพอใจต่อโปรแกรมการออกกำลังกาย เป็นแบบสอบถามมีคำถามทั้งหมด 13 ข้อ เพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมการออกกำลังกายว่าจะส่งผลอย่างไรกับผู้เข้าร่วมการวิจัย เช่น ความหนักของการออกกำลังกายหนักไปหรือไม่ ระยะเวลาสั้นหรือไม่ และการนำไปใช้ ต่อยอดการเรียนรู้และความคิดที่มีต่อการออกกำลังกาย ปรับใช้หรือจูงใจให้มีความอยากออกกำลังกายมากขึ้น

2.5 เข้าร่วมฝึกแบบหนักสลับเบาร่วมกับหลักการความก้าวหน้า

สัปดาห์ ที่	วัน	กิจกรรม	เซต	ช่วงพัก: เบา (นาที)	เวลา (นาที)
1-2	จันทร์-พุธ-ศุกร์	1. ยืดเหยียดและอบอุ่นร่างกาย 2. ฝึกที่ระดับความหนักร้อยละ 70 MHR สลับเบา ร้อยละ 50 MHR 3. ยืดเหยียด	5	3:3	5 30 5
3-4	จันทร์-พุธ-ศุกร์	1. ยืดเหยียดและอบอุ่นร่างกาย 2. ฝึกที่ระดับความหนัก 70 MHR สลับเบา ร้อยละ 50 MHR 3. ยืดเหยียด	6	3:3	5 36 5
5-6	จันทร์-พุธ-ศุกร์	1. ยืดเหยียดและอบอุ่นร่างกาย 2. ฝึกที่ระดับความหนัก 80 MHR สลับเบา ร้อยละ 50 MHR 3. ยืดเหยียด	7	3:3	5 42 5
7-8	จันทร์-พุธ-ศุกร์	1. ยืดเหยียดและอบอุ่นร่างกาย 2. ฝึกที่ระดับความหนัก 80 MHR สลับเบา ร้อยละ 50 MHR 3. ยืดเหยียด	8	3:3	5 48 5

ในสัปดาห์ที่ 1-2 ปั่นจักรยานที่ระดับความหนักร้อยละ 70 MHR 3 นาที สลับเบาที่ระดับความหนักร้อยละ 50 MHR 3 นาที ทำซ้ำจำนวน 5 รอบ รวมเวลาทั้งหมด 30 นาที

ในสัปดาห์ที่ 3-4 ปั่นจักรยานที่ระดับความหนักร้อยละ 70 MHR 3 นาที สลับเบาที่ระดับความหนักร้อยละ 50 MHR 3 นาที ทำซ้ำจำนวน 6 รอบ รวมเวลาทั้งหมด 36 นาที

ในสัปดาห์ที่ 5-6 ปั่นจักรยานที่ระดับความหนักร้อยละ 80 MHR 3 นาที สลับเบาที่ระดับความหนักร้อยละ 50 MHR 3 นาที ทำซ้ำจำนวน 7 รอบ รวมเวลาทั้งหมด 42 นาที

ในสัปดาห์ที่ 7-8 ปั่นจักรยานที่ระดับความหนักร้อยละ 80 MHR 3 นาที สลับเบาที่ระดับความหนักร้อยละ 50 MHR 3 นาที ทำซ้ำจำนวน 8 รอบ รวมเวลาทั้งหมด 48 นาที

*หมายเหตุ ในการฝึกรอกกำลังกาย จะมีผู้ช่วยวิจัยควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจ และดูแลอย่างใกล้ชิดกับกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างจะมีสายคาดหน้าอกที่เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อกับเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ เมื่ออัตราการเต้นของหัวใจของกลุ่มตัวอย่างสูงเกินกว่า 90 เเปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ให้หยุดการออกกำลังกายทันที

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นที่ 1 ระยะเวลาก่อนการทดลอง

1. รับสมัครผู้เข้าร่วมการทดลอง และคัดเลือกดัชนีมวลกายระหว่าง 23-29.9 kg/m² อายุเพศ และตรวจสุขภาพร่างกาย
2. ประชุม อธิปราชย์ ชี้แจงและนัดหมาย ให้ผู้เข้าร่วมการทดลอง เข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของการทำวิจัย ลำดับขั้นตอนการทดสอบ วิธีการทดสอบ รวมไปถึงข้อตกลงต่าง ๆ ในระหว่างการเข้าร่วมทำการวิจัย และให้ผู้เข้าร่วมการทดลอง ลงนามยินยอมเข้าร่วม ตามเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างการวิจัย
3. เตรียมอุปกรณ์และสถานที่ใช้ในการทดลองโดยประสานงานกับศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชลบุรี
4. เตรียมการทดลองโดยตรวจและตั้งค่าของเครื่องมือต่าง ๆ คือ เครื่องนาฬิกาจับเวลา จักรยานวัดงาน เครื่องวัดความหนาแน่นไขมันใต้ผิวหนัง ฝีกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า
5. นัดประชุมผู้ช่วยวิจัยจำนวนทั้งสิ้น 4 คน โดยแบ่งผู้ช่วยวิจัยดังนี้
 - 5.1 ผู้ช่วยวิจัยวัดค่าความหนาแน่นไขมันใต้ผิวหนังจำนวน 1 ท่าน คุณสมบัติ ผ่านการใช้เครื่องวัดความหนาแน่นไขมันใต้ผิวหนังและการอบรมการใช้เครื่องมือ
 - 5.2 ผู้ช่วยวิจัยวัดสมรรถภาพความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด จำนวน 4 ท่าน คุณสมบัติ ผ่านการใช้เครื่องวัดสมรรถภาพความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และการอบรมการใช้เครื่องมือ
 - 5.3 ผู้ช่วยวิจัยในการกำหนดอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะที่ผู้เข้าร่วมการทดลองฝึกปั่นจักรยานแบบหนักสลับเบาพร้อมกับความก้าวหน้า จำนวน 3 ท่าน คุณสมบัติ ผ่านการใช้เครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจและการอบรมการใช้เครื่องมือ

ขั้นที่ 2 ระยะเวลาทดลอง

1. กลุ่มตัวอย่างวัดความหนาแน่นของไขมันใต้ผิวหนัง และวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดก่อนเข้ารับโปรแกรม

2. กลุ่มตัวอย่างได้รับฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้าเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ และบันทึกข้อมูลการบริโภคอาหาร 3 วันตลอดระยะเวลาของการฝึก

3. หลังจากฝึกครบ 4, 6 และ 8 สัปดาห์ ทำการชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง วัดความหนาแน่นของไขมันใต้ผิวหนัง วัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรม

4. ซึ่งแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมจะวัดหลังการฝึกครบ 8 สัปดาห์แล้ว

*หมายเหตุ วันที่มีการทดสอบวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด จะมีผู้ช่วยวิจัยควบคุมวัดอัตราการเต้นของหัวใจตลอดเวลา และในวันที่มีการฝึก ผู้ช่วยวิจัยจะควบคุมวัดอัตราการเต้นของหัวใจโดยกำหนดอัตราการเต้นของหัวใจตามโปรแกรม



ใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้าต่อดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกายและความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดของนักศึกษาหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน

วันที่ให้คำยินยอม วันที่เดือน.....พ.ศ.

ก่อนที่จะลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย ประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียดและมีความเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้ายินดีเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ และข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ และการบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบต่อข้าพเจ้า

ผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่าง ๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยด้วยความเต็มใจ ไม่ปิดบัง ซ่อนเร้น จนข้าพเจ้าพอใจ ข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าจะถูกเก็บเป็นความลับและจะเปิดเผยในภาพรวมที่เป็นการสรุปผลการวิจัย

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้ว และมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม.....ผู้ยินยอม
(.....)

ลงนาม.....พยาน
(.....)

ลงนาม.....ผู้ทำวิจัย
(.....ปิยะพงษ์...สายสวาท.....)

ภาคผนวก ข

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้า

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผศ.ถาวร กมุทรศรี
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา
มหาวิทยาลัยมหิดล
2. ดร.วิรัตน์ สนธิจันทร์
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ดร.ถวิชัยย์ ขาวถื่น
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
จังหวัดนครราชสีมา