ผลของการฝึกที่ความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบาที่มีต่อน้ำหนักตัว และสมรรถภาพทางกายของนักกีฬามวยปล้ำ

กิตติศักดิ์ วงษ์ดนตรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา
มิถุนายน 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้ พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ กิตติศักดิ์ วงษ์ดนตรี ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ดร.สุกัญญา เจริญวัฒนะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ดร.กนก พานทอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(พญ.อลิสรา วงศ์สุทธิเลิศ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ราตรี เรืองไทย)

.....กรรมการ

(ดร.สุกัญญา เจริญวัฒนะ)

.....กรรมการ

(ดร.กนก พานทอง)

.....กรรมการ

(ดร.ฉัตรกมล สิงห์น้อย)

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

(ดร.ศักดิ์ชาย พิทักษ์วงศ์)

วันที่ 19 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2558

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา
จากสำนักงานรองอธิการบดี งานส่งเสริมการวิจัย กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา
ประจำภาคปลาย ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก ดร.สุกัญญา เจริญวัฒนะ ดร.กนก พานทอง และพญ.อลิสรา วงศ์สุทธิเลิศ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จนทำให้ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้แล้วเสร็จสมบูรณ์ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบของพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ราตรี เรืองไทย และดร.ฉัตรกมล สิงห์น้อย ที่กรุณาให้ความรู้ ให้คำปรึกษา ตรวจ แก้ไข และวิจารณ์ผลงาน ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านคณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา ผู้อำนวยการโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยบูรพา และรองคณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชลบุรี ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ สถานที่ และกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้ช่วยวิจัย กลุ่มตัวอย่างการวิจัย รวมทั้งพี่ ๆ น้อง ๆ เพื่อนร่วมรุ่นที่ศึกษาร่วมกันทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ คอยผลักดันให้ข้าพเจ้ามีมานะในการศึกษาจนประสบผลสำเร็จ

คุณค่าและประโยชน์ที่พึงได้จากวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี คุณพ่อสามารถ วงษ์ดนตรี คุณแม่สุภาพร วงษ์ดนตรี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบันที่ได้อบรม เลี้ยงดู ส่งเสริม ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ และปรารถนาดีต่อผู้วิจัยเสมอมา

กิตติศักดิ์ วงษ์ดนตรี

53910308: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา;
วท.ม. (วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา)
คำสำคัญ: การฝึกแบบหนักสลับเบา/ ความสำเร็จในการลดน้ำหนัก/ สมรรถภาพทางกาย/
นักกีฬามวยปล้ำ

กิตติศักดิ์ วงษ์ดนตรี: ผลของการฝึกที่ความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบาที่มีต่อน้ำหนักตัวและสมรรถภาพทางกายของนักกีฬามวยปล้ำ (EFFECT OF LOW VOLUME HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING ON BODY WEIGHT AND PHYSICAL FITNESS OF WRESTLERS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สุกัญญา เจริญวัฒนะ, ปร.ด., กนก พานทอง, ปร.ด., อลิสรา วงศ์สุทธิเลิศ., พ.บ. 88 หน้า. ปี พ.ศ. 2558.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสำเร็จในการลดน้ำหนักและสมรรถภาพทางกาย โดยการฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานการฝึกแบบหนักสลับเบากับการฝึกตามโปรแกรมปกติ กลุ่มตัวอย่างในวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬา มวยปล้ำ อายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 18 คน เพศชาย จำนวน 11 คน และเพศหญิงจำนวน 7 คน แบ่งกลุ่มโดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายใช้วิธีการจับฉลาก 2 กลุ่ม เพื่อเข้ากลุ่มทดลอง จำนวน 9 คน ฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานแบบอินเทอร์วาลความหนักอยู่ที่ร้อยละ 80-90 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดเป็นเวลา 8 วินาที ควบคุมรอบที่ 120-130 รอบต่อนาที พัก 12 วินาที ควบคุมรอบที่ 40 รอบต่อนาที รวม 20 นาที นาน 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน และกลุ่มควบคุม จำนวน 9 คน ฝึกตามโปรแกรมปกติ ตัวแปรที่ศึกษา คือ น้ำหนักตัว สัดส่วนของร่างกาย และสมรรถภาพทางกาย ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และสมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของกลุ่มตัวอย่าง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามก่อนการฝึกและหลังการฝึกกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยใช้สถิติ Dependent t-test และเปรียบเทียบความแตกต่างระว่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองโดยใช้สถิติ Independent t-test ค่านัยสำคัญทางสถิติกำหนดไว้ที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า ความสำเร็จในการลดน้ำหนัก ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักตัว (จาก 64.8 ± 16.0 เป็น 62.4 ± 15.1) และดัชนีมวลกาย (จาก 23.8 ± 5.3 เป็น 23.0 ± 5.0) ของกลุ่มทดลอง ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนเปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมัน และมวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สมรรถภาพทางกาย ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (จาก 143.8 ± 38.1 เป็น 188.5 ± 54.1) ความสามารถในการใช้

ออกซิเจนสูงสุด (จาก 40.2 ± 5.9 เป็น 45.2 ± 6.7) และสมรรถภาพการไม่ใช้ออกซิเจน (จาก 6.8 ± 0.9 เป็น 7.3 ± 0.9) ของกลุ่มทดลอง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนพลังงานสูงสุดแบบไม่ใช้ออกซิเจนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย การฝึกการปั่นจักรยานแบบการฝึกแบบหนักสลับเบา ที่มีความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบาสามารถควบคุมและลดน้ำหนักได้โดยไม่ส่งผลกระทบกับสมรรถภาพทางกายและส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และสมรรถภาพการไม่ใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น

53910308: MAJOR: EXERCISE AND SPORT SCIENCE;
M.Sc. (EXERCISE AND SPORT SCIENCE)
KEYWORDS: INTERVAL TRAINING/ SUCCESS RATE OF WEIGHT LOSS/ PHYSICAL FITNESS/ WRESTLER ATHLETES

KITTISAK WONGDONTREE: EFFECT OF LOW VOLUME HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING ON BODY WEIGHT AND PHYSICAL FITNESS OF WRESTLERS. ADVISORY COMMITTEE: SUKANYA CHAROENWATTANA, Ph.D., KANOK PANTHONG, Ph.D., ALISARA WONGSUTTILERT, M.D. 88 P. 2015.

The objective of this research was to compare the effect of interval training programs to regular training on success rate of weight loss and physical fitness in wrestles. The eighteen wrestler athletes (aged between 18-24 years) 11 males and 7 females were randomly selected equally into two groups; a experimental group who undertook interval training program at intensity of 80-90 percent of MHR (8 sec 120-130 rpm with 12 sec 40 rpm) 20 min along with usual training program (n = 9), and an control group who undertook only usual training program (n = 9). Both groups participated in an 8 weeks training program, three days a week. The variables studied were body weight, body composition, physical fitness (leg strength, maximum oxygen uptake, anaerobic power and anaerobic capacity). Dependent t-test and Independent t-test were used for pre-training and post-training data analysis. Significant level was set at .05

The results showed that after 8 weeks of interval training programs, significant ($p < .05$) decrease in Body weight (64.8 ± 16.0 to 62.4 ± 15.1) and BMI (23.8 ± 5.3 to 23.0 ± 5.0) in experimental group. %Fat, FM and FFM were no significant differences between groups. Significant ($p < 0.05$) increase in leg strength (143.8 ± 38.1 to 188.5 ± 54.1), maximum oxygen uptake (40.2 ± 5.9 to 45.2 ± 6.7) and anaerobic capacity (6.8 ± 0.9 to 7.3 ± 0.9) in experimental group. Anaerobic power were no significant differences between groups.

It was concluded that interval training program at intensity of 80-90 percent of MHR (8 sec 120-130 rpm with 12 sec 40 rpm/ 20 min in 3 day a week/ overall 8 weeks) was the most effective for controlling and reducing weight without affecting the physical fitness.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... จ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ช

สารบัญ..... ซ

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์..... 2

สมมติฐานของการวิจัย..... 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 2

ขอบเขตการวิจัย..... 3

นิยามศัพท์เฉพาะ..... 4

กรอบแนวคิดการวิจัย..... 5

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 6

การฝึกแบบอินเทอร์วาล..... 6

การลดน้ำหนักในนักกีฬามวยปล้ำ..... 8

สมรรถภาพทางกาย..... 24

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 41

กลุ่มตัวอย่าง..... 41

แผนการทดลอง..... 42

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย..... 42

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 43

การวิเคราะห์ข้อมูล..... 44

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	45
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์	45
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	45
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	56
สรุปผลการวิจัย	56
อภิปรายผล	57
ข้อเสนอแนะ	60
บรรณานุกรม	61
ภาคผนวก	67
ภาคผนวก ก	68
ภาคผนวก ข	71
ภาคผนวก ค	78
ภาคผนวก ง	83
ประวัติย่อของผู้วิจัย	88

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 ผลสรีรวิทยาของร่างกายที่เกิดจากการลดน้ำหนักอย่างรวดเร็ว โดยวิธีเดียว หรือใช้หลายวิธี..... 10

2-2 พลังงานที่ต้องใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ..... 21

2-3 การได้รับพลังงานต่อวันเพื่อการลดน้ำหนักของคนทั่วไปและนักกีฬา..... 23

2-4 เวลาในการเปลี่ยนแปลงชนิดของสารอาหารที่ได้รับให้เป็นน้ำตาลเพื่อการนำไปใช้ในร่างกาย..... 23

2-5 สมรรถภาพทางกายของนักกีฬามวยปล้ำ..... 25

2-6 ความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ของคนทั่วไปและกีฬาแต่ละชนิด..... 29

4-1 ค่าเฉลี่ย อายุ น้ำหนักและส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่าง..... 46

4-2 การเปรียบเทียบน้ำหนักตัว ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 46

4-3 การเปรียบเทียบดัชนีมวลกาย ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 47

4-4 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไขมัน ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 48

4-5 การเปรียบเทียบมวลไขมัน ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 49

4-6 การเปรียบเทียบมวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 50

4-7 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 51

4-8 การเปรียบเทียบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 52

4-9 การเปรียบเทียบพลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิก ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 53

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-10 การเปรียบเทียบสมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 54

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	5
2-1	ความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ในขณะออกกำลังกายเมื่อความหนักของงานเพิ่มขึ้น.....	27
3-1	แบบแผนการทดลองแบบ The control-group pretest-posttest time-series design..……	42
4-1	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์.....	47
4-2	ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์.....	48
4-3	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์.....	49
4-4	ค่าเฉลี่ยมวลไขมัน ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์.....	50
4-5	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของร่างกายที่ไม่รวมไขมัน ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์.....	51
4-6	ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์.....	52
4-7	ค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์.....	53
4-8	ค่าเฉลี่ยพลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิก ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์.....	54
4-9	ค่าเฉลี่ยสมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิกก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์.....	55

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการแข่งขันกีฬาในโอลิมปิก พบว่า มีกีฬาประเภทต่อสู้ประมาณร้อยละ 25 (Kim, Greenwell, Andrew, Lee, & Mahony, 2008) ส่วนใหญ่เป็นกีฬาประเภทศิลปะป้องกันตัว เช่น ยูโด เทควันโด มวยปล้ำ โดยแบ่งรุ่นน้ำหนักเพื่อลดความได้เปรียบ เสียเปรียบในการแข่งขัน นักกีฬาจะลดน้ำหนักตัว เพื่อเข้าสู่ การแข่งขัน ในรุ่นที่เล็กกว่า โดยการเลือกใช้วิธี ลดน้ำหนักอย่างรวดเร็ว (Rapid Weight Loss: RWL) ส่งผลโดยตรงกับสมรรถภาพในการแข่งขัน เป้าหมายสูงสุดของนักกีฬาคือความสำเร็จ จากการแข่งขันในรายการที่ได้เข้าร่วมการแข่งขัน การจะก้าวไปสู่ความสำเร็จในการแข่งขันต้องมีองค์ประกอบมากมาย หนึ่งในองค์ประกอบที่สำคัญของการประสบความสำเร็จก็คือการฝึกซ้อม

วงการวิทยาศาสตร์การกีฬาพยายามค้นหาวิธีการฝึกลดน้ำหนักเพื่อให้เกิดผลดีที่สุดกับนักกีฬา และสามารถเพิ่มสมรรถภาพทางการกีฬาได้ ซึ่งการฝึกแบบอินเทอร์วาล (Interval training) เป็นรูปแบบที่ใช้ในการออกกำลังกายและการฝึกซ้อมกีฬามากมาย ซึ่งมีการศึกษาของ Mehrdad, Judith and Stephen (2012) ทำการศึกษาวิธีการออกกำลังกายแบบ High-intensity ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดเป็นเวลา 8 วินาที ควบคุมรอบที่ 120-130 รอบต่อนาที พัก 12 วินาที ควบคุมรอบที่ 40 รอบต่อนาที รวม 20 นาที นาน 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน รวมทั้งสิ้น 12 สัปดาห์ พบว่า สามารถลดไขมันหน้าท้อง ลำตัว และไขมันในช่องท้องได้ เพิ่มมวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน และพลังงานสูงสุดแบบไม่ใช้ออกซิเจน สอดคล้องกับการศึกษา King, Broeder, Browder and Panton (2002) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบอินเทอร์วาล และการฝึกวิ่งแบบต่อเนื่องในผู้หญิงที่มีน้ำหนักตัวเกิน พบว่า การฝึกแบบอินเทอร์วาลช่วยลดปริมาณไขมันในร่างกายได้ นอกจากนี้ Hetlelid, Herold and Seiler (2009) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงาน และอัตราการเผาผลาญไขมันของผู้ที่ฝึกเป็นอย่างดี และผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ฝึกวิ่งแบบ อินเทอร์วาลบนลู่วิ่งกลเป็นเวลา 34 นาที 6 เซต ให้วิ่งความเร็วเต็มที่เท่าที่จะสามารถวิ่งได้ใน 4 นาที สลับกับช่วงเบา 2 นาที พบว่า ผู้ที่ฝึกเป็นอย่างดีมีอัตราการเผาผลาญไขมันสูงขึ้นร้อลละ 35 ของพลังงานทั้งหมด และการศึกษาของ Mahdi, Babak, Reza and Hamid (2011) การศึกษาวิธีการออกกำลังกายแบบ low-volume high-intensity interval training โดย 1) ปั่นจักรยานเต็มสปีด 30 วินาที พัก 4 นาที 3-5 เซต 3 ครั้งต่อสัปดาห์ 2) ปั่นจักรยานความหนักที่ 125 เปอร์เซ็นต์ VO_{2max} 30 วินาที พัก 2 นาที

6-10 เซต 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ทั้ง 2 วิธีฝึก 4 สัปดาห์ พบว่า เพิ่ม VO2max, Peak power แสดงให้เห็นว่าการฝึกแบบอินเทอร์วาลนั้นสามารถที่จะใช้ไขมันมาเผาผลาญให้เป็นพลังงาน เพิ่มความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ (VO_{2max}) และสมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic performance) ของนักกีฬาได้

จากข้อมูลที่กล่าวมาขั้นต้นพบว่านักกีฬาและโค้ชยังใช้วิธีลดน้ำหนักที่ส่งผลเสียต่อร่างกายของนักกีฬา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการฝึกแบบอินเทอร์วาล ที่ไม่ส่งผลเสียต่อร่างกายของนักกีฬา และสอดคล้องกับสัดส่วนของร่างกาย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความสำเร็จในการลดน้ำหนัก โดยการฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานอินเทอร์วาล และการฝึกตามโปรแกรมปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกาย โดยการฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานอินเทอร์วาล และการฝึกตามโปรแกรมปกติ

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสำเร็จในการลดน้ำหนัก โดยการฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานอินเทอร์วาล และการฝึกตามโปรแกรมปกติ ภายหลังการฝึก แตกต่างกัน
2. สมรรถภาพทางกาย โดยการฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานอินเทอร์วาล และการฝึกตามโปรแกรมปกติ ภายหลังการฝึก แตกต่างกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. นำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมการฝึกซ้อมเพื่อเพิ่มสมรรถภาพทางกายและลดน้ำหนักในนักกีฬาประเภทต่อสู่หรือศิลปะป้องกันตัว นำไปสู่การแข่งขัน และพัฒนานักกีฬาสู่ความเป็นเลิศได้ต่อไป
2. เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการฝึกการลดน้ำหนักอย่างถูกวิธี สามารถนำไปประยุกต์ไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และเป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจทำการศึกษาสำหรับกีฬาชนิดอื่น ๆ ค้นคว้าต่อไป

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรเป็นนักกีฬา มวยปล้ำ ของสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชลบุรี อายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 28 คน

2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬา มวยปล้ำ ของสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชลบุรี อายุระหว่าง18-22 ปี จำนวน 18 คน ซึ่งได้มาจากการรับสมัคร ประกอบด้วย เพศหญิงและเพศชาย อายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 18 คน โดยนักกีฬา มวยปล้ำ ต้องมีประสบการณ์การแข่งขันและการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 2 ปี ผ่านการวินิจฉัยการตรวจสุขภาพโดยแพทย์ และไม่มีประวัติการบาดเจ็บจากการฝึกซ้อมหรือการแข่งขัน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ โปรแกรมการฝึก ดังนี้

3.1.1 การฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานอินเทอร์วาล

3.1.2 โปรแกรมฝึกแบบปกติ

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ความสำเร็จในการลดน้ำหนัก ได้แก่

3.2.1.1 น้ำหนักตัว (Body weight)

3.2.1.2 ดัชนีมวลกาย (Body mass index)

3.2.1.3 เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent fat)

3.2.1.4 มวลไขมัน (Fat mass)

3.2.1.5 มวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน (Free fat mass)

3.2.2 สมรรถภาพทางกาย ได้แก่

3.2.2.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength)

3.2.2.2 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Oxygen consumption: VO2max)

3.2.2.3 พลังสูงสุดแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic power)

3.2.2.4 สมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic)

นิยามศัพท์เฉพาะ

การฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานอินเทอร์วาล หมายถึง โปรแกรมการฝึกซ้อมกีฬามวยปล้ำ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชลบุรี ร่วมกับการฝึกปั่นจักรยานแบบอินเทอร์วาล (Interval training) เป็นการฝึกออกกำลังแบบหนักสลับเบาเพื่อพัฒนาความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ และสมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก โดยกำหนดความหนักของงานจากความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ในระหว่างการฝึก มีช่วงพักที่มีกิจกรรมระหว่างพัก และมีการปั่นจักรยานซ้ำหลาย ๆ รอบ ซึ่งในการวิจัยนี้ ใช้การฝึกปั่นจักรยานความหนักอยู่ที่ 80-90 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดเป็นเวลา 8 วินาที 120-130 รอบต่อนาที พัก 12 วินาที 40 รอบต่อนาที 20 นาที ดัดแปลงมาจาก Mehrdad et al. (2012)

โปรแกรมฝึกแบบปกติ หมายถึง โปรแกรมการฝึกซ้อมกีฬามวยปล้ำ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชลบุรี

ความสำเร็จในการลดน้ำหนัก หมายถึง การลดปริมาณไขมันในร่างกาย โดยรักษากล้ามเนื้อไว้ และไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพทางกาย ได้แก่

ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) หมายถึง ค่าดัชนีที่คำนวณได้จากน้ำหนักของร่างกาย และส่วนสูง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบความสมดุลระหว่างน้ำหนักของร่างกายต่อความสูงของมนุษย์ วิธีการคำนวณ BMI = น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)/ ส่วนสูง (เมตร)^2

สัดส่วนของร่างกาย (Body composition) หมายถึง ส่วนประกอบที่มีอยู่ในร่างกาย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

มวลไขมัน (Fat mass) หมายถึง เนื้อเยื่อไขมันที่อยู่ในร่างการเพียงอย่างเดียว

มวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน (Free fat mass) หมายถึง ปริมาณของกล้ามเนื้อ กระดูก อวัยวะภายในไม่รวมไขมัน

สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) หมายถึง ความสามารถของบุคคล ในอันที่จะใช้ระบบต่าง ๆ ของร่างกายประกอบกิจกรรมใดเกี่ยวกับการแสดงออกซึ่งความสามารถทางร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือได้อย่างหนักติดต่อกัน โดยไม่แสดงอาการเหน็ดเหนื่อยให้ปรากฏ และร่างกายสามารถฟื้นตัวสู่สภาพปกติได้ ในเวลาอันรวดเร็ว แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัว ออกแรงต้านน้ำหนักอย่างเต็มที่เพียงครั้งเดียวโดยไม่จำกัดเวลา

ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum Oxygen Consumption**:** VO_{2max}) หมายถึง ปริมาณสูงสุดของออกซิเจนที่ร่างกายสามารถนำเข้าไปใช้ในช่วง 1 นาที มีหน่วยเป็น $ml/kg^{-1}/min^{-1}$

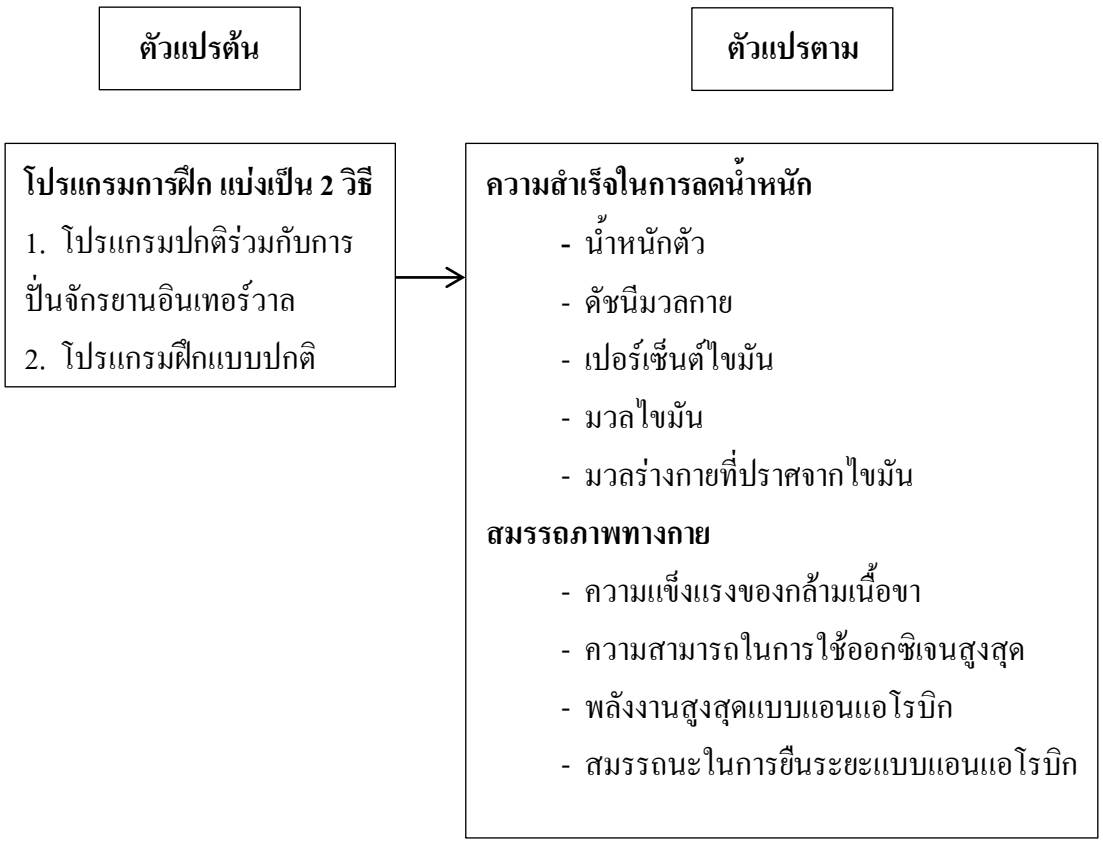
สมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic performance) หมายถึง สมรรถภาพในการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ขึ้นอยู่กับสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะขบวนการเมตาบอลิซึมกล้ามเนื้อ ได้แก่

พลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการที่จะปล่อยพลังงานสูงสุด ในระยะเวลาที่สั้นที่สุด

สมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ทนต่อการทำงานต่อไปได้ในภาวะที่กล้ามเนื้อไม่ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ

นักกีฬามวยปล้ำ หมายถึง นักกีฬามวยปล้ำ ที่ศึกษาในสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชลบุรี จังหวัดชลบุรี

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาผลของการฝึกแบบอินเทอร์วาล ที่มีต่อความสำเร็จในการลดน้ำหนัก และสมรรถภาพทางกายของนักมวยปล้ำผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การฝึกแบบอินเทอร์วาล (Interval training)
2. การลดน้ำหนักในนักกีฬามวยปล้ำ
   2.1 ผลของการลดน้ำหนักต่อสมรรถภาพทางกายในนักกีฬา
   2.2 แนวทางการออกกำลังกายเพื่อควบคุมน้ำหนักและลดน้ำหนัก
   2.3 การลดน้ำหนักที่ถูกวิธี
3. สมรรถภาพทางกาย
   3.1 สัดส่วนของร่างกาย (Body composition)
      3.1.1 มวลไขมัน (Fat mass)
      3.1.2 มวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน (Free fat mass)
   3.2 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength)
   3.3 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max})
   3.4 สมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic performance)
      3.4.1 พลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic power)
      3.4.2 สมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic carpacity)

การฝึกแบบอินเทอร์วาล (Interval training)

ประทุม ม่วงมี (2532) ได้ให้ความหมายของการฝึกแบบอินเทอร์วาลว่าเป็นระบบของการพัฒนาหรือรักษาสภาพ (Conditioning) และการฝึก (Training) ที่ประกอบด้วยการฝึกเป็นชุด (ยก) สลับกับช่วงเวลาของการพัก ซึ่งเวลาของการพักมักมีการออกกำลังกายแบบเบา ๆ

ประโยชน์ของการฝึกแบบอินเทอร์วาล (Fitness Work Athletic Club, 1999 อ้างถึงใน วิรัตน์ สนจันทร์, 2555)

1. การฝึกแบบอินเทอร์วาลช่วยเพิ่มความแข็งแรง (Strength), กำลัง (Power), ความเร็ว (Speed) และเพิ่มการใช้พลังงานจากไขมัน (Fat metabolism) ได้ดีกว่าการฝึกแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) ทั่วไป การฝึกแบบอินเทอร์วาลจะเพิ่มปริมาณกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน (Lean muscle tissue) ได้ดีกว่าการฝึกแบบแอโรบิก และการเพิ่มขึ้นของปริมาณกล้ามเนื้อปราศจากไขมันนี้จะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการสลายไขมันเพื่อสร้างพลังงานในระหว่างการออกกำลังกาย จากการศึกษา King et al. (2002) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบอินเทอร์วาล และการฝึกวิ่งแบบต่อเนื่องในผู้หญิงที่มีน้ำหนักตัวเกินที่มีต่อการเผาผลาญไขมัน พบว่า การฝึกแบบอินเทอร์วาลช่วยลดปริมาณไขมันในร่างกายได้ สอดคล้องกับการศึกษา Hetlelid et al. (2009) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานรวม และอัตราการเผาผลาญไขมันของผู้ที่ฝึกเป็นอย่างดี และผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ ฝึกวิ่งแบบอินเทอร์วาลบนลู่วิ่งกลเป็นเวลา 34 นาที 6 เซต ให้วิ่งความเร็วเต็มที่เท่าที่จะสามารถวิ่งได้ใน 4 นาที สลับกับช่วงเบา 2 นาที พบว่า ผู้ที่ฝึกเป็นอย่างดีมีอัตราการเผาผลาญไขมันสูงถึง 35 เปอร์เซ็นต์ ของพลังงานรวมทั้งหมด

2. การฝึกแบบอินเทอร์วาล เพิ่มสมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic performance) และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) จากการศึกษาของ Mahdi et al. (2011) การศึกษาวิธีการออกกำลังกายแบบ Low-volume high-intensity interval training โดย 1) ปั่นจักรยานเต็มสปีด 30 วินาที พัก 4 นาที 3-5 เซต 3 ครั้งต่อสัปดาห์ 2) ปั่นจักรยานความหนักอยู่ที่ 125 เปอร์เซ็นต์ VO_{2max} 30 วินาที พัก 2 นาที 6-10 เซต 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ทั้ง 2 วิธีฝึก 4 สัปดาห์ พบว่า เพิ่ม VO2max, Peak power แสดงให้เห็นว่าการฝึกแบบอินเทอร์วาลนั้นสามารถที่จะใช้ไขมันมาเผาผลาญให้เป็นพลังงาน เพิ่มความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ (VO_{2max}) และสมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic performance) ของนักกีฬาได้ การศึกษาของ Heydari, Freund and Boutcher (2012) ทำการศึกษาวิธีการออกกำลังกายแบบ High-intensity intermittent ที่ 80-90 เปอร์เซ็นต์ของ MHR ควบคุมรอบที่ 120-130 r.p.m 8 วินาที และ Recovery ที่ 40 r.p.m. 12 วินาที รวมเวลาทั้งหมด 20 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ 12 สัปดาห์ พบว่า สามารถลดไขมันหน้าท้อง ลำตัว และไขมันในช่องท้องได้ เพิ่ม Fat free mass และ Aerobic power

3. การฝึกแบบอินเทอร์วาลช่วยประหยัดเวลา จากการศึกษาพบว่าการฝึกแบบอินเทอร์วาลที่ใช้เวลา 30 นาที จะเทียบได้กับการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั่วไป 60 นาที และการฝึกแบบอินเทอร์วาลจะได้ผลดีไม่แพ้การฝึกแบบแอโรบิกทั่ว ๆ ไป

การลดน้ำหนักในนักกีฬามวยปล้ำ

นักกีฬาที่ต้องการลดน้ำหนักส่วนใหญ่เลือกใช้ คือ การลดน้ำหนักอย่างรวดเร็ว (Rapid Weight Loss: RWL) ที่มีผลโดยตรงกับสมรรถภาพของการแข่งขัน เช่น การลดลงของการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อ (VO_{2max}) สุขภาพโดยรวมของนักกีฬาตลอดจนพัฒนาการและการเจริญเติบโตตามวัยสำหรับนักกีฬาเยาวชน โดยการลดน้ำหนักในนักกีฬามวยปล้ำเยาวชน มีจำนวน 20 เปอร์เซ็นต์ หรือจำนวนหนึ่งในสามของนักกีฬาที่ต้องมีการลดน้ำหนัก 2-2.7 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ จำนวน 10 ครั้ง ในระหว่างฤดูการแข่งขัน ส่วนในช่วงปิดฤดูการในรุ่นนักเรียนสามารถลดไขมันได้ 8-11 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยไขมันอยู่ที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการประมาณค่าของไขมันในช่วงกลางฤดูกาลอาจต่ำลงประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ยประมาณ 6-7 เปอร์เซ็นต์ (Oppliger, Case, Horswill, Landry, & Shelter, 1996)

โดยทั่วไปแล้วการลดไขมันอย่างรวดเร็วจะทำให้น้ำหนักตัวลดลง เพียงเล็กน้อย เช่น การออกกำลังกาย การจำกัดอาหาร การอดอาหาร ภาวะขาดน้ำ เป็นต้น นักมวยปล้ำจะวิธีนี้จะใช้ประมาณ 25-67 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลต่อจำนวนน้ำในร่างกาย ปริมาณไกลโคเจน และน้ำหนักของกล้ามเนื้อ การใช้ยาเพื่อการลดน้ำหนัก เช่น ยาขับปัสสาวะ ยาประเภทกระตุ้น และยาถ่าย ที่ใช้ในการลดน้ำหนัก พบบ้างบางส่วนของนักกีฬา เทคนิคการลดน้ำหนักที่นักมวยปล้ำใช้เมื่อ 25 ปี ที่แล้ว คือ จากนักกีฬาสู่นักกีฬาและจากโค้ชสู่นักกีฬา เช่น วิธีการจำกัดอาหารร่วมกับการขาดน้ำ มักเกิดผลต่อร่างกายของนักมวยปล้ำทำให้เกิดการเจ็บป่วยได้ โดยเฉพาะภาวะขาดน้ำจากการเสียเหงื่อจำนวนมากจะทำให้สูญเสียอิเล็กโทรไลต์ร่วมกับการเสียน้ำ โดยวิธีการอบตัวหรือใช้ชุดกีฬาที่ทำด้วยยาง ส่งผลทำให้ลดปริมาณไกลโคเจนและลดปริมาณของกล้ามเนื้อในร่างกาย ตลอดจนการใช้ยาลดน้ำหนักเช่นยาขับปัสสาวะ ยากระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง และการใช้ยาถ่าย นักกีฬาส่วนใหญ่คิดว่าวิธีเหล่านี้สามารถทำให้ร่างกายกลับสู่สภาพเดิมภายในเวลารวดเร็ว 30 นาที ถึง 20 ชั่วโมง เพื่อแข่งขันได้ทันในช่วงเวลาที่กำหนดหรือเพื่อให้ทันฤดูกาลแข่งขัน แต่ความจริงคือ โดยปกติร่างกายจะรักษาสภาพสมดุลของน้ำภายใน 24-48 ชั่วโมง (Costill & Sparks, 1973) การทดแทนกลับของไกลโคเจนของกล้ามเนื้อภายใน 72 ชั่วโมง (Coyle & Coyle, 1993) และการทดแทนกล้ามเนื้อให้คงสภาพเดิมจะใช้เวลานานเพิ่มขึ้น ดังนั้น การลดน้ำหนักที่รวดเร็วเกินไปจึงส่งผลโดยตรงต่อพลังงานของกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ ยังส่งผลกระทบต่อปริมาณเกลือแร่และน้ำในร่างกายที่ต้องรักษาสภาพสมดุลด้วย (Mahan & Escott-Stump, 2000) ผลเสียจากการลดปริมาณน้ำในร่างกายอย่างรวดเร็วโดยวิธีการทำให้เหงื่อออกปริมาณมากและการกินยาถ่าย ทำให้เกิดการขาดความสมดุลของปริมาณเกลือแร่ในเซลล์และปริมาณน้ำของร่างกาย

การลดน้ำหนักของนักมวยปล้ำเยาวชนโดยการอดอาหาร ศึกษาจากอัตราการเผาผลาญ

พลังงานขณะพัก และกิจกรรมทางกายในการลดน้ำหนัก อาสาสมัคร 2 กลุ่มเปรียบเทียบระหว่างการรอดอาหารและไม่อดอาหาร พบว่าการงดหรืออดอาหารทำให้การใช้ออกซิเจนในกล้ามเนื้อลดลง นอกจากนี้การปรับเปลี่ยนปริมาณการบริโภคคาร์โบไฮเดรตร่วมกับการออกกำลังกายหนักสามารถลดน้ำหนักได้ 6 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักร่างกาย จากการบริโภคคาร์โบไฮเดรตที่แตกต่างกัน มีการเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน และกลีเซอรีน และทดสอบสมรรถภาพทางกายพบว่า การลดปริมาณอาหารร่วมกับการออกกำลังกายหนัก ทำให้ความอดทนของกล้ามเนื้อลดลง สูญเสียไกลโคเจนของกล้ามเนื้อและตับ (McArdle, Katch & Katch, 2007) ทำให้ความสามารถในการรักษาระดับน้ำตาลในเลือดเปลี่ยนแปลง และไปกระตุ้นให้เกิดการสูญเสียโปรตีนของร่างกาย

การให้เวลาก่อนแข่งขันในการเก็บตัวฝึกซ้อมเป็นเวลา 2 เดือน โดยการควบคุมอาหารและการออกกำลังกาย โดยมีการวิ่ง 3.2-9.7 กิโลเมตร ทุกเช้า และซ้อมมวยปล้ำ 1-2.5 ชั่วโมงในช่วงบ่าย ส่วนอาหารที่ได้รับเป็นอาหารที่มีไขมันต่ำ โปรตีนสูง คาร์โบไฮเดรตสูง เมื่อครบ 2 เดือน นักกีฬามีน้ำหนักจาก 55 กิโลกรัม ลดลงเป็น 51 กิโลกรัม แต่ในวันแข่งขันจะต้องลดน้ำหนักให้เหลือ 48 กิโลกรัม หลังจากให้การลดน้ำหนักอย่างรวดเร็ว พบว่า นักมวยปล้ำได้รับการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ และยังคงรักษาระดับสูงสุดของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังงานแอโรบิกสูงสุดได้ แต่ความสามารถในการยืนระยะของงานที่ทำ และการรักษาระดับของงานลดลง และยังพบว่าการงดหรืออดอาหาร ร่วมกับการงดน้ำ ทำให้เกิดการเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะพักเกิดการลดลงของปริมาณเลือดที่เข้า-ออกหัวใจ และเกิดการลดลงของพลาสม่าและปริมาณของเลือด

ภาวะการขาดน้ำร่วมกับการสูญเสียน้ำหนักอย่างรวดเร็ว

การลดน้ำหนักอย่างรวดเร็วที่ส่งผลกับปัสสาวะของนักกีฬามวยปล้ำระดับวิทยาลัย พบว่าการสูญเสียน้ำหนักมากร่วมกับภาวะการขาดน้ำที่เกิดขึ้น ทำให้มีปริมาณโปแตสเซียมสูงในร่างกาย ระบบไหลเวียนเลือดล้มเหลวร่วมกับความดันโลหิตลดลง การเต้นของหัวใจผิดปกติ ระบบขับปัสสาวะและการกรองเลือดของไตเกิดการสูญเสียเกลือแร่ส่งผลให้การทำงานของกล้ามเนื้อไม่สมบูรณ์

ได้ศึกษาการขาดน้ำโดยการใช้ความร้อนร่วมกับยาขับปัสสาวะเพื่อศึกษาการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายและผลกระทบของการสูญเสียน้ำเฉียบพลัน ใช้การปั่นจักรยานที่ 35 เปอร์เซ็นต์ VO_2max ในสภาพร้อน 39 องศาเซลเซียส กลุ่มทดลองใช้ยาขับปัสสาวะ “Iasix” พบว่าการงดน้ำร่วมกับการใช้ยาขับปัสสาวะ ทำให้สูญเสียระบบระบายความร้อนและการควบคุม

อุณหภูมิร่างกาย ส่งผลต่อการออกกำลังกายแบบอดทนลดลง และเพิ่มความเสี่ยงของการได้รับอันตรายจากความร้อน การนำเลือดและออกซิเจนไปเลี้ยงกล้ามเนื้อลดลง

สรุปผลที่เกิดจากการลดน้ำหนักอย่างรวดเร็วโดยวิธีเดียวหรือใช้หลายวิธีประกอบกันจะส่งผลต่อสรีรวิทยาของร่างกาย แสดงในตารางที่ 2-1 ดังนี้

ตารางที่ 2-1 ผลสรีรวิทยาของร่างกายที่เกิดจากการลดน้ำหนักอย่างรวดเร็ว โดยวิธีเดียวหรือใช้หลายวิธี

วิธีการ	**ผลสรีรวิทยา**	**วิธีการ**	**ผลสรีรวิทยา**
a	การใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อลดลง	b, c	การลดลงของพลาสมาและปริมาตรของเลือด การเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะพักและระดับต่ำกว่าการออกกำลังกายสูงสุด (Submaximal) การลดลงของปริมาณเลือดเข้า-ออกหัวใจ (Stroke volume) ความสามารถในการยืนระยะของงานที่ทำและการรักษาระดับของงานลดลง การลดความจุในการออกกำลังกายแบบอดทน (Endurance capacity)
a, b	การสูญเสียไกลโคเจนของกล้ามเนื้อและตับทำให้สมรรถภาพของความอดทนของกล้ามเนื้อลดลง ทำให้ความสามารถในการรักษาระดับน้ำตาลในเลือดเปลี่ยนแปลง และกระตุ้นให้เกิดการสูญเสียโปรตีนของร่างกาย	c	การลดลงของระบบไหลเวียนเลือดของระบบขับปัสสาวะ และการกรองเลือดของไต

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

วิธีการ	ผลสรีรวิทยา	วิธีการ	ผลสรีรวิทยา
a, c	ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง และ การลดลงของ Anaerobic power capacity	c, d	การสูญเสียระบบระบายความร้อนและการควบคุมอุณหภูมิกาย ทำให้ความจุของการออกกำลังกายแบบอดทนลดประสิทธิภาพลง (Endurance capacity) เพิ่มความเสี่ยงของการได้รับอันตรายจากความร้อน
a, c, d	การสูญเสียเกลือแร่ส่งผลกับการทำงานของกล้ามเนื้อไม่สมบูรณ์ การทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อและระบบประสาทลดลง (Cooordination) และการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ		

หมายเหตุ a = การงดหรืออดอาหาร b = การออกกำลังกาย c = การลดน้ำอย่างรวดเร็ว
d = การใช้ยาขับปัสสาวะหรือยาถ่าย

จากตารางดังกล่าวจะแสดงผลเสียต่อความสมดุลหลายประการ เช่น วิธีการอดอาหารร่วมกับการออกกำลังกายมากเกินไปจะทำให้เกิดการสูญเสียปริมาณไกลโคเจนของกล้ามเนื้อและตับทำให้สมรรถภาพของความอดทนของกล้ามเนื้อลดลง ทำให้ความสามารถในการรักษาระดับน้ำตาลในเลือดเปลี่ยนแปลง และกระตุ้นให้เกิดการสูญเสียโปรตีนของร่างกายทำให้เกิดผลกระทบกับภูมิคุ้มกันได้ ดังนั้นนักกีฬาจึงควรต้องมีการควบคุมด้านโภชนาการและการฝึกให้เหมาะสมกันด้วย

ผลของการลดน้ำหนักต่อสมรรถภาพทางกายในนักกีฬา

การลดน้ำหนักอย่างรวดเร็วมีผลกระทบต่อสรีรวิทยาของร่างกายและสมรรถภาพทางกีฬาหลายประการเช่นสภาพสมดุลของฮอร์โมนเปลี่ยนแปลง เกิดสภาพการขาดโปรตีนของกล้ามเนื้อ การส่งผลกับการเจริญเติบโตและพัฒนาการ ผลทางระดับจิตวิทยา ผลกับสมรรถภาพทางกายอย่างรุนแรงเช่นการเกิดฟองอากาศอุดตันปอด (Pulmonary emboli) ตับอ่อนอักเสบ (Pancreatitis) และการลดลงของภูมิคุ้มกันของร่างกาย (Reduce immune function) และผลจากยาขับปัสสาวะมักส่งผลต่อระบบหัวใจและหลอดเลือดและความสมดุลของเกลือแร่มากกว่าผลจากน้ำหนักที่ลดลง เป็นต้น

Steen, Oppliger and Brownell (1988) ได้ศึกษา ผลการเผาผลาญพลังงานของการลดน้ำหนักและการคืนสมดุลย์ของนักมวยปล้ำเยาวชน และ Melby, Schmidt and Corrigan (1990) ได้ศึกษา อัตราการเผาผลาญพลังงานขณะพักและกิจกรรมทางกายในการลดน้ำหนัก โดยการอดอาหารของนักกีฬามวยปล้ำวิทยาลัย เปรียบเทียบกับอาสาสมัครที่ไม่ใช้วิธีการลดน้ำหนักโดยการอดอาหาร พบว่า การงดหรืออดอาหารทำให้การใช้ออกซิเจนในกล้ามเนื้อลดลง

Zambraski, Foster, Gross and Tipton (1976) ได้ศึกษาการลดน้ำหนักและรายละเอียดปัสสาวะของวิทยาลัย ในการศึกษาครั้งนี้ต้องการทราบถึงการสูญเสียน้ำหนักมาก กับการขาดน้ำที่เกิดขึ้นในนักกีฬามวยปล้ำระดับวิทยาลัย พบว่า การงดน้ำทำให้มีปริมาณโปแตสเซียมสูง ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับภาวะขาดน้ำในนักกีฬามวยปล้ำ อาจส่งผลถึงระบบไหลเวียนเลือดล้มเหลวร่วมกับความดันโลหิตลดลง เกิดการลดลงของระบบไหลเวียนเลือด การเต้นของหัวใจผิดปกติ เกิดความผิดปกติของระบบขับปัสสาวะและการกรองเลือดของไต เกิดการสูญเสียเกลือแร่ส่งผลให้การทำงานของกล้ามเนื้อไม่สมบูรณ์

Widerman and Hagan (1982) ได้ศึกษาการลดน้ำหนักของร่างกายในนักมวยปล้ำที่เตรียมพร้อมสำหรับการการแข่งขัน ในการศึกษาครั้งนี้นักมวยปล้ำอายุ 21 ปี ได้เก็บตัวฝึกซ้อมเป็นเวลา 2 เดือน มีการฝึกซ้อมและมีการควบคุมอาหาร ในการฝึกซ้อมต้องวิ่ง 3.2-9.7 กิโลเมตรทุกเช้า และต้องซ้อมมวยปล้ำ 1-2.5 ชั่วโมง ในช่วงบ่าย ส่วนอาหารที่ได้รับ เป็นอาหารที่มีไขมันต่ำ โปรตีนสูง คาร์โบไฮเดรตสูง เมื่อครบ 2 เดือน นักกีฬามีน้ำหนักจาก 54.88 กิโลกรัม ลดลงเป็น 50.59 กิโลกรัม แต่ในวันแข่งขันจะต้องลดน้ำหนักเพิ่มให้เหลือ 48.0 กิโลกรัม หลังจากให้การลดน้ำหนักอย่างรวดเร็ว พบว่า นักมวยปล้ำได้รับการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 8.0 เปอร์เซ็นต์ และยังคงรักษาระดับสูงสุดของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังงานแอโรบิกสูงสุดได้ แต่ความสามารถในการยืนระยะของงานที่ทำ และการรักษาระดับของงานลดลง และยังพบว่าการงดหรืออดอาหารร่วมกับ การงดน้ำ ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก เกิดการลดลงของปริมาณเลือดที่เข้า-ออกหัวใจ และเกิดการลดลงของพลาสม่าและปริมาณของเลือด

Oppliger et al. (1996) ได้ศึกษา การลดน้ำหนักโดยการปรับเปลี่ยนการบริโภคคาร์โบไฮเดรต และความเข้มข้นสูงสุด สมรรถภาพทางกาย การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาการลดน้ำหนัก 6 เปอร์เซ็นต์ ของปริมานน้ำหนักของร่างกาย จากการบริโภคคาร์โบไฮเดรตที่แตกต่างกัน เพื่อตรวจสอบสมรรถภาพทางกายในการรักษาระดับพลังงานในร่างกาย มีการเจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน และกลีเซอรีน พบว่า การลดปริมาณอาหารร่วมกับการออกกำลังกาย ทำให้ความอดทนของกล้ามเนื้อลดลง สูญเสียไกลโคเจนของกล้ามเนื้อและตับ ทำให้ความสามารถในการรักษาระดับน้ำตาลในเลือดเปลี่ยนแปลง และไปกระตุ้นให้เกิดการสูญเสีย

โปรตีนของร่างกาย

Claremont, Costill, Fink and Van Handel (1976) ได้ศึกษาโรคร้อนในกระหายน้ำ จากการใช้ยาขับปัสสาวะที่ทำให้เกิดการขาดน้ำ เพื่อศึกษาการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายในผลกระทบของการสูญเสียน้ำเฉียบพลัน จากการปั่นจักรยานที่ 35 เปอร์เซ็นต์ VO_{2max} ในสภาพที่ร้อน 39 องศาเซลเซียส กลุ่มทดลองใช้ยาขับปัสสาสะ “Iasix” พบว่า การงดน้ำร่วมกับการใช้ยาขับปัสสาวะหรือยาถ่าย ทำให้สูญเสียระบบระบายความร้อนและการควบคุมอุณหภูมิร่างกาย ทำให้ความสามารถในการออกกำลังกายแบบอดทนลดลง และเพิ่มความเสี่ยงของการได้รับอันตรายจากความร้อน ซึ่งการออกกำลังกายในที่ร้อนในการทำงานของร่างกายต้องแย่งเลือดกัน ระหว่างการนำเลือดไประบายความร้อน และการนำเลือดและออกซิเจนไปเลี้ยงกล้ามเนื้อเพื่อการออกกำลังกาย เมื่อนักกีฬาเผชิญความร้อนจะเกิดภาวะลมแดด และตะคริวจากความร้อนได้

จากผลเสียต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น American College of Sports Medicine [ACSM] (1996) ได้ให้ข้อมูลว่า นักมวยปล้ำหวังว่าการกลับคืนสมดุลน้ำในร่างกาย อิเล็กโทรไลต์และไกลโคเจน จะกลับคืนอย่างรวดเร็ว 30 นาที ถึง 20 ชั่วโมง เพื่อให้ได้น้ำหนักในการแข่งขัน อย่างไรก็ตาม การกลับคืนสมดุลน้ำในร่างกายจะให้เวลา 24-48 ชั่วโมง การกลับคืนของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อให้เวลา 72 ชั่วโมง และการทดแทนกล้ามเนื้อจะต้องใช้เวลานาน ดังนั้น การลดน้ำหนักอย่างรวดเร็วซึ่งสงผลต่อพลังงานที่สะสม จำนวนน้ำ และความสมดุลของอิเล็กโทรไลต์จึงเป็นเรื่องสำคัญ

ACSM (1996) ได้ให้ข้อแนะนำในการลดน้ำหนักในนักมวยปล้ำ ดังนี้

1. การให้ความรู้กับโค้ชและนักกีฬาในเรื่องของการอดอาหารเป็นเวลานานการขาดน้ำที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายและสมรรถภาพเพื่อสุขภาพ

2. การใช้ชุดยาง ห้องซาวน่า ตู้อบ ห้องอบไอน้ำ ยาถ่าย และยาขับปัสสาวะ เพื่อการลดน้ำหนัก

3. การปรับความคิดหรือระบบการจัดการร่างกายและการวางตาราง การชั่งน้ำหนักทุกวันจนถึงวันแข่งขัน

4. การจัดตารางน้ำหนักก่อนฝึกและหลังฝึกเพื่อติดตามน้ำหนักที่สูญเสียและภาวะขาดน้ำ นอกจากนี้น้ำหนักที่ลดในช่วงการฝึกยังแสดงให้เห็นถึงความสมดุลของอาหารและการดื่มน้ำ

5. การประเมินสัดส่วนของร่างกายของนักมวยปล้ำในฤดูการแข่งขันโดยวิธีที่น่าเชื่อถือ ซึ่งนักกีฬาชายอายุ 16 ปี หรือต่ำกว่า ควรมีไขมันในร่างกายไม่ต่ำกว่า 7 ชั่วโมง ถ้าอายุมากว่า 16 ปี ถ้าไขมันต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ต้องมีการพบแพทย์ นักมวยปล้ำหญิงควรมีไขมันไม่ต่ำกว่า 12-14 เปอร์เซ็นต์

6. ความต้องการพลังงานในแต่ละวันควรมีความสมดุลของอาหาร โดยมีคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 55 ไขมันน้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ของกิโลแคลอรี่ (kcal) ทั้งหมด ปริมาณโปรตีนที่เพียงพอ 15-20 เปอร์เซ็นต์ ของ kcal ทั้งหมดหรือ 1-1.5 กรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน โดยมีค่ามาตรฐานของ RDA

7. พลังงานน้อยที่สุดในนักกีฬามวยปล้ำมัธยมอยู่ในช่วง 1700- 2500 กิโลแคลอรี่ต่อวัน และใน Vigorous training ถ้ามีการฝึกหนักควรมีการเพิ่มพลังงานอีก 1000 กิโลแคลอรี่

นักมวยปล้ำควรจะมีการแนะนำโดยโค้ชผู้ปกครอง เจ้าหน้าที่ของโรงเรียน แพทย์ เพื่อไม่ให้รับประทานอาหารต่ำกว่าที่กำหนดการรับประทานอาหารต้องควบคู่กับการออกกำลังกาย โดยการลดพลังงานในอาหาร จะทำให้น้ำหนักลดเล็กน้อยเมื่อมีการเพิ่มพลังงานที่เพียงพอ การรักษาระดับน้ำหนักจะทำให้เกิดพัฒนาการที่เหมาะสมสำหรับนักกีฬาเยาวชนต่อไป

แนวทางการออกกำลังกายเพื่อควบคุมน้ำหนักและลดน้ำหนัก

ภาวะน้ำหนักเกินมาตรฐานและโรคอ้วน เป็นปัญหาสำคัญทางสาธารณสุขปัญหาหนึ่งที่มีผลให้เกิดโรคแทรกซ้อนอื่นได้อย่างมากมาย อัตราความชุกของโรคอ้วนเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วทั่วโลกองค์การอนามัยประกาศว่าโรคอ้วนเป็นโรคระบาดของโลก (World wide epidemic) มีการศึกษาและพบว่าเด็กอ้วนมีความเสี่ยงที่จะเติบโตเป็นผู้ใหญ่อ้วน รวมทั้งมีโรคเรื้อรังจนกระทั่งโตเป็นผู้ใหญ่ได้ จากการสำรวจในประเทศสหรัฐอเมริกา ปี พ.ศ. 1999 พบว่า 13 เปอร์เซ็นต์ ของเด็กอายุ 6-11 ปี และ 14 เปอร์เซ็นต์ ของวัยรุ่นอายุ 12-19 ปี มีภาวะน้ำหนักเกินจำนวนมาก เพิ่มเป็น 2 ใน 3 เท่าของทศวรรษที่ผ่านมา (อุไร อุตตโรทัย, 2553)

ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนมีสาเหตุมาจากปัจจัยหลายประการทั้งเหนือการควบคุมประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ และอยู่ภายใต้การควบคุม ประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ (กองโภชนาการ, 2538 อ้างถึงใน ถาวรินทร รักษ์บำรุง, 2544) ซึ่งในส่วนหลังนี้หมาถึงพฤติกรรมการบริโภคและการออกกำลังกายจนสุดท้าย ทำให้เกิดการสะสมพลังงานในรูปไขมันตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย การที่ร่างกายมีภาวะอ้วนทำให้มีผลกระทบทางร่างกาย จิตใจ สังคม ผลกระทบของโรคอ้วนต่อพยาธิสภาพในร่างกายจะพบได้ตั้งแต่วัยเด็กและต่อเนื่องไปถึงวัยผู้ใหญ่ เช่น โรคความดันโลหิตสูง เบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด โคเลสเตอรอลในเลือดสูง การอุดตันของเส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงสมอง โรคของถุงน้ำดี โรคไขข้อกระดูกอักเสบ ภาวะหยุดหายใจขณะหลับ หายใจบกพร่องหายใจลำบาก หรือมีการกรนรุนแรง และมะเร็งบางประเภท เช่น มดลูก เต้นนม ลำไส้ใหญ่ ทวารหนัก เป็นต้น

ดังนั้น การป้องกันและรักษาโรคอ้วนจึงเป็นการป้องกันโรคอื่น ๆ ที่เป็นโรคแทรกซ้อนได้เป็นอย่างดี ซึ่งการรักษาโรคอ้วนที่ถูกต้องจะต้องอาศัยความรู้ในเรื่อง การออกกำลังกายควบคู่ไปกับเรื่องโภชนาการ โปรแกรมการออกกำลังกายควรจัดให้เหมาะสมกับบุคคลเป็นราย ๆ ไป โดย

ต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ความพร้อม ความชอบ และความสะดวกของบุคคลเป็นสำคัญ พร้อมให้คนแนะนำเฝ้าระวังและติดตามการรักษาอย่างเหมาะสม เพื่อให้เกิดความมั่นใจ และสามารถดำเนินโปรแกรมด้วยตนเองได้อ่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ การจัดรูปแบบวิธีการออกกำลังกายของแต่ละคนจึงมีความแตกต่างกันออกไป ซึ่งรูปแบบหรือกิจกรรมการออกกำลังกายเพื่อลดไขมันนั้นมีมากมายหลายวิธี เช่น การเดิน การวิ่ง ว่ายน้ำ ปั่นจักรยาน การเต้นแอโรบิก เป็นต้น และมีอีกวิธีหนึ่งที่สามารถไขมันได้ซึ่งในขณะนี้กำลังได้รับความนิยมกันอย่างมาก และยังช่วยทำให้กล้ามเนื้อทุกส่วนของร่างกายมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอีกด้วย ได้แก่การออกกำลังกายด้วยการยกน้ำหนัก (Weight training) ซึ่งการออกกำลังกายวิธีดังกล่าว สามารถให้มีเป็นหมายได้หลายกรณี เช่น การฝึกยกน้ำหนักเพื่อต้องการให้กล้ามเนื้อใหญ่ขึ้น ต้องการให้กล้ามเนื้อกระชับสัดส่วน เป็นต้น ซึ่งรูปแบบการจัดโปรแกรมการยกน้ำหนัก (Weight training) สามารถฝึกให้ตรงตามเป็นหมายที่ต้องการได้เป็นอย่างดี

หลักการออกกำลังกายเพื่อควบคุมน้ำหนักและลดน้ำหนักตัว

การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพเป็นวิธีอย่างหนึ่งที่จะส่งเสริมสุขภาพ ป้องกัน รักษา และฟื้นฟูสภาพร่างกายที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพ สามารถปฏิบัติได้ทุกคนและทุกสภาพร่างกาย ถ้าปฏิบัติไม่ถูกวิธีและไม่เหมาะสมกับสภาพรางกาย อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพและร่างกายได้เช่นกัน ฉะนั้นควรคำนึงและเรียนรู้ว่าการออกกำลังกายนานและหนักเท่าไรจึงจะพอเพียงที่จะให้ผลดีต่อสุขภาพ การออกกำลังกายที่มีผลต่อสุขภาพนั้นควรทำให้พอดี โดยยึดหลัก 3 ประการ คือ

1. ความหนัก (Intensity) ดัชนีบ่งชี้ความหนักของการออกกำลังกายที่เพียงพอในแต่ละครั้งคือ การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ การออกกำลังกายจะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้นกว่าขณะที่ไม่ออกกำลังกาย ดังนั้น จึงต้องกำหนดอัตราการเต้นของหัวใจไว้ เรียกว่า “อัตราชีพจรเป้าหมาย” (Target Heart Rate = THR) ซึ่งแต่ละคนจะไม่เท่ากันเนื่องจากถูกกำหนดโดยอัตราการเต้นสูงสุกของหัวใจ (220-อายุ) การฝึกออกกำลังกายเพื่อรักษาระดับสมรรถภาพทางกายควรทำการฝึกออกกำลังกายที่ระดับความเข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์ ด้วยระยะเวลา 20-30 นาที 3-5 วันต่อสัปดาห์

2. ความบ่อย (Frequency) จะอธิบายถึงจำนวนการฝึกต่อสัปดาห์ โดยทั่วไปแล้วมักอยู่ในช่วง 3-5 วัน ทั้งนี้ต้องดูความเข้มข้นและระยะเวลาเป็นส่วนประกอบ ความบ่อยของการฝึกออกกำลังกายจะบ่งบอกถึงประเภทของการฝึกออกกำลังกาย สถานภาพของสมรรถภาพและเป้าหมายของการฝึกออกกำลังกาย เช่น ในคนทีมีปัญหาสุขภาพ มีโรคประจำตัว ก็จะมีขีดจำกัดในการฝึกออกกำลังกายที่น้อยกว่าคนปกติ

3. ระยะเวลา (Time) หมายถึง ช่วงเวลาในการออกกำลังกายในแต่ละประเภทของการออกกำลังกายในแต่ละครั้งโดยทั่วไปแล้วควรอยู่ระหว่าง 20-60 นาที มีความต่อเนื่องอย่างพอเพียง ซึ่งระยะเวลาของการออกกำลังกายแบบออกเป็น 3 ช่วงคือ

3.1 ระยะอบอุ่นร่างกาย (Warm up phase) เป็นช่วงเวลาสำหรับความพร้อมของร่างกายก่อนการออกกำลังกายจริง ทำให้การประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อหดตัวดีขึ้น การเคลื่อนไหวของข้อต่อต่าง ๆ คล่องแคล่ว ระยะเวลานี้ใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที สำหรับลักษณะของการออกกำลังกายที่ให้อบอุ่นร่างกาย เช่น การเดินช้า ๆ หรือการออกกำลังกายเหยียดยืดกล้ามเนื้อต่าง ๆ โดยเฉพาะบริเวณแขนและขา เพื่อลดอาการบาดเจ็บขณะออกกำลังกาย ในการอบอุ่นร่างกายจำเป็นต้องคำนึงถึงอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมด้วย ถ้าสภาพแวดล้อมมีอาการร้อนจะต้องใช้เวลาน้อย แต่ถ้าอากาศหนาวจำเป็นต้องใช้เวลานานมากขึ้นไปด้วย

3.2 ระยะออกกำลังกาย (Exercise phase) เป็นช่วงเวลาที่ออกกำลังกายจริง ๆ หรือเต็มที่หลังจากอบอุ่นร่างกายแล้ว การที่จะออกกำลังกายประเภทใดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของวัย สภาพร่างกาย ความชอบ ระยะเวลาที่ใช้ 20-60 นาที ส่วนใหญ่เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

3.3 ระยะผ่อนคลายร่างกาย (Cool down phase) เป็นระยะหลังการออกกำลังกายเต็มที่แล้ว ซึ่งจะต้องมีการผ่อนคลายการออกกำลังกายให้ลดลงเป็นลำดับโดยการเดิน กายบริหาร หรือการออกกำลังกายเหยียดยืดกล้ามเนื้อ เพื่อปรับอุณหภูมิของร่างกาย การหายใจเพื่อให้ร่างกายกลับเข้าสู่ภาวะปกติและช่วยลดอาการปวด ระยะเวลานี้ประมาณ 5-10 นาที

ในระดับความเข้มข้น เป็นระดับความยากของงานในขณะฝึกการออกกำลังกาย ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของไขมันในร่างกาย ความเข็มข้นของงานถ้าเป็นงานที่เบาจนเกินไปก็จะไม่เกิดประโยชน์หรือไม่สามารถเกิดเปลี่ยนแปลงของไขมันได้ ในขณะเดียวกันถ้าเป็นงานที่หนักเกินไป ก็จะเกิดผลเสียต่อหัวใจและระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ดังนั้น หลักวิทยาศาสตร์การกีฬาจึงทำการทดสอบเพื่อกำหนดช่วงของระดับความเข้มข้นของงานที่ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วงที่กำหนดไม่หนักหรือเบาเกินไปและยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา การกำหนดช่วงดังกล่าวได้มาจากอัตราการเต้นของหัวใจ หรือชีพจรเป้าหมาย (Target Heart Rate: THR) ซึ่ง THR ของแต่ละคนจะไม่เท่ากันเนื่องจากถูกกำหนดโดยอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ (220-อายุ) (McArdle et al., 2007)

ระยะเวลา เป็นช่วงที่ใช้ในการฝึก ระยะเวลาและความเข้มข้นจะมีความสัมพันธ์กันทางลบ นั่นก็คือในขณะที่ความเข้มข้นในการฝึกสูง ระยะเวลาที่ใช้จะน้อยแต่ไม่ควรน้อยจนเกินไป ระยะเวลาที่นิยมใช้อยู่ในช่วง 30-40 นาที โดนกระทำอย่างต่อเนื่อง 30 นาทีขึ้นไป สำหรับคนที่

ต้องการลดน้ำหนักหรือคนที่ทำการฝึกออกกำลังกายอยู่เป็นประจำ (ถาวรินทร รักษ์บำรุง, 2544) ซึ่งช่วงระยะเวลาดังกล่าวในการฝึกออกกำลังกายเป็นรูปแบบการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก ความบ่อย จะอธิบายถึงจำนวนของการฝึกต่อสัปดาห์ โดยทั่วไปแล้วมักอยู่ในช่วง 3-5 วัน ทั้งนี้ต้องดูความเข้มข้นและระยะเวลาเป็นส่วนประกอบ ความบ่อยของการฝึกออกกำลังกายจะบ่งบอกถึงประเภทของการออกกำลังกาย สถานภาพของสมรรถภาพ และเป้าหมายของการฝึก ออกกำลังกาย (Robergs & Roberts, 1997) ขณะเดียวกันคนทั่วไปก็มีขีดจำกัดในการฝึกออกกำลังกายเช่นกัน การฝึกด้วยวิธีเดิม ๆ ด้วยความบ่อยที่มากเกินไปเช่น 6-7 วันต่อสัปดาห์ บุคคลผู้นั้นก็มีโอกาสที่จะเสี่ยงต่อการบาดเจ็บได้

ประทุม ม่วงมี (2527) ได้เสนอแนวทางในการฝึกกำลังกายโดยการยึดหลักการเพิ่มงานว่าต้องมีความเข้มข้น ระยะเวลา และความบ่อยที่พอเพียง โดยความเข้มข้นที่ทำให้อัตราการเต้นหัวใจเพิ่มขึ้นที่ 70 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ ระยะเวลาอย่างน้อย 30 นาที ความบ่อยอย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ จะทำให้ระบบการไหลเวียนของโลหิตและระบบการหายใจดีขึ้น เมื่อระบบการไหลเวียนดีขึ้น ส่งผลให้การขนส่งเชื้อเพลิงที่จะนำมาใช้ในการสร้างพลังงานในระยะยาวคือ กรดไขมัน (Free fatty acids) เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ Robergs and Roberts (1997) ได้กล่าวถึง ระดับความเข้มข้นของการออกกำลังกาย ถ้าเป็นงานเบา (Low-intensity) จะอยู่ในช่วง 50-60 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ ในงานระดับปานกลาง (Moderate-intensity) ความเข้มข้นจะอยู่ในช่วง 70-80 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ และในงานที่หนัก (High intensity) ควรทีความเข้มข้นอยู่ที่ระดับ 85-90 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นสูงสุดของหัวใจ โดยใช้เวลาตั้งแต่ 30-40 นาที ด้วยความบ่อย 4-5 วันต่อสัปดาห์

ถาวรินทร รักษ์บำรุง (2544) ได้ศึกษาวิธีการออกกำลังกาย 5 แบบ ด้วยความเข้มข้น ระยะเวลาและความบ่อยที่แตกต่างกันต่อสมรรถภาพทางกาย โดยกลุ่มที่ 1 ใช้ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ MHR ระยะเวลา 45 นาทีและความบ่อย 4 วันต่อสัปดาห์ กลุ่มที่ 2 ใช้ความเข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์ MHR ระยะเวลา 20 นาทีและความบ่อย 5 วันต่อสัปดาห์ กลุ่มที่ 3 ใช้ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ MHR ระยะเวลา 20 นาทีและความบ่อย 3 วันต่อสัปดาห์ กลุ่มที่ 4 ใช้ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ MHR ระยะเวลา 30 นาทีและความบ่อย 3 วันต่อสัปดาห์ และกลุ่มที่ 5 ใช้ความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ MHR ระยะเวลา 20 นาทีและความบ่อย 2 วันต่อสัปดาห์ พบว่าค่า HR, Vo_{2max}, เปอร์เซ็นต์ Fat ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 5 กลุ่มพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ 3 เกิดการพัฒนาความแข็งแรงและแรงระเบิดของกล้ามเนื้อขาที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพในการลดน้ำหนักประกอบไปด้วยหลักการสำคัญ 4 ข้อ ดังต่อไปนี้

1. ทำให้อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักไขมันในร่างกายและน้ำหนักของส่วนที่ไม่ใช่ไขมันลดลง

2. กระตุ้นให้เกิดการทำงานของกล้ามเนื้อของร่างกายที่ไม่ค่อยได้ใช้งานและกล้ามเนื้อที่อ่อนแรง

3. ฝึกการเคลื่อนไหวของข้อต่อสำคัญ ๆ เช่น ข้อต่อบริเวณคอ หลังและเอว ไหล่และเข่าอย่างสม่ำเสมอ

4. เพิ่มสมรรถภาพระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ

ก่อนการเริ่มโปรแกรมการลดน้ำหนักตัว ควรได้รับการตรวจสมรรถภาพร่างกายเริ่มต้นเพื่อประเมินสมรรถภาพร่างกายเกี่ยวกับการมีสุขภาพดีก่อน เช่น สมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ, ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ, ความอ่อนตัว และสัดส่วนของร่างกาย เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้มีความสำคัญในการวางแผนและประเมินว่าบุคคลนั้นจะสามารถออกกำลังกายได้เต็มที่ที่ความหนักเท่าใด และเพื่อให้การออกกำลังกายเป็นไปอย่างเหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไป การประเมินสภาพจิตวิทยาและความมุ่งมั่นในการจะลดน้ำหนักตัวมีความสำคัญเช่นกัน ทั้งนี้ เพื่อเป็นแรงผลักดันให้ทำได้ตามโปรแกรมการคุมน้ำหนักอย่างต่อเนื่อง โปรแกรมการออกกำลังกายเพื่อลดน้ำหนักแบ่งเป็น 3 ระยะ ประกอบด้วย

1. ระยะที่ 1 เริ่มด้วยการฝึกด้วยการออกกำลังกายแบบเบา ๆ โดยมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนต่าง ๆ เช่น ส่วนแขน ขา และลำตัว ทำได้โดยใช้กายบริหาร, การเคลื่อนไหวช้า ๆ ด้วยแรงไม่มาก เพื่อป้องกันการเจ็บปวดที่อาจเกิดขึ้นได้ในระยะแรก หลังจากนั้นจึงให้กล้ามเนื้อออกแรงต้านแรงโน้มถ่วง เช่น ใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน, ยกดัมเบลล์, หรือเมดิซินบอล ระยะเวลาและความหนักของการออกกำลังกายควรเพิ่มขึ้นทีละน้อย การออกกำลังกายในส่วนนี้ควรเริ่มด้วยการทำครั้งละ 2-3 นาที และพัก 30-60 วินาที ทำซ้ำ 3-5 ครั้ง การฝึกแต่ละวันอาจมีลำดับคล้าย ๆ กัน เช่น เริ่มจากท่ายืนแยกขา และหุบขาสลับกัน ยื่นแขนทั้ง 2 ไปข้างหน้า, คว่ำและหงายมือสลับกัน, งอศอกและกางศอก, หมุนแขนรอบไหล่เป็นวงกลม, หันคอไปมา, ก้มและแอ่นหลังและยืนตรง, เอียงลำตัวไปข้าง ๆ ซ้าย-ขวาสลับกัน, แล้วนอนลง แล้วเคลื่อนฝ่าเท้าไปมารอบข้อเท้า, งอเข่ากางเข่า, เคลื่อนขาไปมารอบสะโพก, ลุกนั่ง, ยกขาขึ้นและจับด้วยมือสลับซ้ายและขวา, เป็นต้นการออกกำลังกายในรูปแบบนี้ทุกวัน เป็นเวลาอย่างน้อย 2-4 สัปดาห์ จากนั้นจึงเริ่มฝึกน้ำหนักเบา ๆ โดยใช้อุปกรณ์ง่าย ๆ เช่น เริ่มจากยกน้ำหนัก 1 กิโลกรัมด้วยกล้ามเนื้อส่วนแขนหรือขาและทำการเคลื่อนไหวแบบสลับไปมา เมื่อกล้ามเนื้อแข็งแรงขึ้นจึงเพิ่ม

น้ำหนักขึ้นเรื่อย ๆ เป็น 4-5 กิโลกรัม จนเมื่อมีความแข็งแรงพอจึงเริ่มออกกำลังกายหนักขึ้นในระยะถัดไป

2. ระยะที่ 2 การออกกำลังกายในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มสมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิต ระบบหายใจ ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ โดยมุ่งไปที่การเคลื่อนไหวซึ่งเริ่มด้วยการฝึกด้วยความหลักปานกลางโดยให้อัตราการเต้นหัวใจมีค่าประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (220-อายุ) หากการฝึกด้วยการฝึกที่ต่ำเกินไปจะไม่ทำให้เกิดการปรับตัวของระบบไหลเวียนและระบบหายใจ การฝึกที่ถูกต้องจะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักและความดันโลหิตลดลง อัตราการไหลกลับของเลือดเข้าสู่หัวใจเพิ่มขึ้น มีความอดทนต่อการออกกำลังกายอย่างหนักดีขึ้น และการปรับระบบเมตาบิลิซึมโดยร่างกายจะใช้ไขมันเป็นพลังงานมากขึ้น การออกกำลังกายที่ความหนักต่อเนื่องนานพอสมควร จะทำให้เกิดการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต, กรดไขมัน, การกระตุ้นเอทีพี (ATP) โดยใช้ออกซิเจนเมตาบอลิซึม (Aerobic metabolism) และการกระตุ้นการทำงานของระบบไหลเวียนและระบบหายใจเพิ่มการใช้ออกซิเจนของเนื้อเยื่อต่าง ๆ ซึ่งในภาพรวมจะทำให้ร่างกายมีประสิทธิภาพในการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตและไขมันได้ดีขึ้น การออกกำลังกายประเภทนี้ควรเริ่มต้นด้วยการเดินเร็วสลับด้วยการวิ่งช้า ๆ ปรับความเร็วและระยะเวลาของการออกกำลังกายเท่าที่ร่างการจะทำได้ เช่น การเดินหรือวิ่งเป็นเวลานานประมาณ 15 นาที ภายหลังการอบอุ่นร่างกาย หลังจากนั้นจึงเพิ่มความเร็วและระยะเวลาของการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องและเป็นไปอย่างช้า ๆ หากมีต้องการควบคุมน้ำหนักต้องออกกำลังกายต่อเนื่องครั้งละ 20-60 นาทีต่อวัน อย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์ โดยให้ความหนักของการออกกำลังกายอยู่ระหว่าง 40-85 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ซึ่งเท่ากับการใช้พลังงาน 4200 กิโลแคลอรี่ต่อสัปดาห์ หรือหากต้องการลดน้ำหนักในคนที่เป็นโรคอ้วน ควรทำการออกกำลังกายอย่างน้อย 60-80 นาทีต่อวัน ไม่น้อยกว่า 6 วันต่อสัปดาห์ ซึ่งเท่ากับการใช้พลังงาน 10,000-14,000 กิโลแคลอรี่ต่อสัปดาห์ ในกรณีที่มีคนน้ำหนักมากและไม่สามารถออกกำลังกายโดยการวิ่งหรือเดินเพราะน้ำหนักตัวที่มากเกินไปมีผลต่อการรับน้ำหนักของข้อต่อในร่างกายให้เลือกการออกกำลังกายแบบไม่ลงน้ำหนัก เช่น การว่ายน้ำหรือการปั่นจักรยานในระดับความหนักเทียบเท่ากันก็สามารถทำทดแทนการเดินหรือการวิ่งได้

3. ระยะที่ 3 การฝึกในระยะที่ 1 และ 2 มีผลให้ร่างกายมีความแข็งแรงและความพร้อมที่จะออกกำลังกายต่อไปได้โดยไม่เหนื่อยง่ายและมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บน้อยลง เพื่อเป็นการเพิ่มสมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิต ระบบหายใจ และกล้ามเนื้อ จุดประสงค์สำคัญของการออกกำลังกายระยะที่ 3 คือ การทำให้การออกกำลังกายเป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดความเพลิดเพลินเพื่อใช้เป็นแรงกระตุ้นให้สามารถทำการออกกำลังกายได้อย่างต่อเนื่องต่อไป การออกกำลังกายในระยะ

นี้ทำได้โดยให้เลือกกีฬาหรือกิจกรรมที่ชอบและมีความหนักของการออกกำลังกายมากกว่าระยะ 1 และ 2 โดยกีฬาหรือกิจกรรมที่ชอบควรเป็นเป็นกีฬาที่เล่นอย่างต่อเนื่องซึ่งเป็นกีฬาที่ใช้ความอดทน (Endurance exercise) เช่น ฟุตบอล วอลเลย์บอล บาสเกตบอล เทนนิส รวมไปถึงกีฬาประเภทอื่นที่เล่นได้อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานเพียงพอ

การลดน้ำหนักที่ถูกวิธี

การลดน้ำหนักที่ถูกวิธีและสำเร็จได้ควรต้องมีการประเมินสัดส่วนของร่างกาย (Body composition assessment) และการให้ความรู้เรื่องโภชนาการเฉพาะบุคคล (Personal communication) การทำงานทีมสุขภาพควรมีการจัดขึ้นเพื่อให้คำปรึกษาเช่น แพทย์ให้การรักษา นักโภชนาการ นักจิตวิทยาและนักพฤติกรรมบำบัด เนื่องจากการลดน้ำหนักจำเป็นต้องวางเป้าหมายให้ตรงกันเพื่อให้เกิดการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ และเห็นผลได้ชัดเจน ส่วนระยะเวลาในการลดน้ำหนักแต่ละบุคคลจะปรับตัวไม่เท่ากันเป็นเรื่องของเพศ วัย ความตั้งใจ ความสม่ำเสมอ และความซื่อสัตย์ต่อตนเอง น้ำหนักที่ควรลดอย่างพอเหมาะโดยไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพคือการลดน้ำหนักตัว 0.5- 1 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ และเห็นผลได้ในระยะยาว โดยการประเมินจากดัชนีทางโภชนาการ

การประเมินตัวบ่งชี้หรือดัชนีทางโภชนาการ (Nutritional indicator, parameter or marker) ภาวะโภชนาการของแต่ละบุคคล หรือกลุ่มบุคคลเช่นนักกีฬา ต้องมีตัวบ่งชี้ทางโภชนาเพื่อใช้ในการตรวจสอบ คัดเลือก วินิจฉัย ติดตาม และประเมินจากผลภาวะโภชนาการโดยมี 4 ชนิด (Gibson, 1990) ดังนี้

1. ตัวบ่งชี้ที่เกี่ยวกับอาหารที่รับประทาน (Dietary parameters) เช่นการบันทึกอาหาร การชั่งอาหารที่รับประทาน เป็นต้น

2. ตัวบ่งชี้ทางชีวเคมี (Biochemical parameters) เช่น การตรวจเลือด ตรวจปัสสาวะ เป็นต้น

3. ตัวบ่งชี้ที่เกี่ยวกับขนาดและสัดส่วนของร่างกาย (Anthropometric parameters) เช่น การวัดส่วนสูง การชั่งน้ำหนัก การวัดเส้นรอบวงของร่างกาย เป็นต้น

4. ตัวบ่งชี้ทางคลินิก (Clinical parameters) เช่น การแสดงอาการขาดสารอาหาร เป็นต้น

การใช้ตัวบ่งชี้ในการประเมินภาวะโภชนาการ มักจะใช้ตัวบ่งชี้หลายชนิดประกอบกัน ไม่ใช้ตัวบ่งชี้เพียงชนิดเดียว ผลที่ได้ทั้งหมดจะนำไปแปลผลประกอบกับประวัติส่วนบุคคล ภาวะสังคมเศรษฐกิจ และปัจจัยทางสุขภาพอื่นประกอบกัน การประเมินภาวะโภชนาการจำเป็นจะต้องประเมินปัจจัยที่เกี่ยวข้องให้ครอบคลุมอย่างกว้างขวาง เพื่อที่จะได้เป็นผลที่สามารถบอกถึงคุณภาพชีวิตที่แท้จริงการประเมินภาวะโภชนาการจะเป็นกิจกรรมหนึ่งในการรวบรวมข้อมูลที่บอกให้ทราบถึงธรรมชาติ และสาเหตุของโรคทางโภชนาการและปัญหาสุขภาพ (Mahan & Escott-Stump, 2000)

การประเมินภาวะโภชนาการของนักกีฬาจึงต้องมีการประเมินตัวบ่งชี้หรือดัชนีทางโภชนาการอย่างน้อย 2 ชนิด คือ ตัวบ่งชี้ที่เกี่ยวกับอาหารที่รับประทานอาหาร (Dietary parameters) ซึ่งเป็นการจัดการด้านอาหาร (Nutritional management) และตัวบ่งชี้ขนาดและสัดส่วนของร่างกาย (Anthropometric parameters) ซึ่งเป็นการจัดการด้านการออกกำลังกาย (Exercise management) ที่มีการใช้โปรแกรมการฝึก ระยะเวลา ซึ่งส่งผลกับการลดน้ำหนัก

การคำนวณพลังงานและการควบคุมอาหาร

ความต้องการพลังงานในแต่ละวันควรมีความสมดุล จากสารอาหารหลักที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีน (55: 30:15) โดยคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 55 ไขมันน้อยกว่าร้อยละ 30 ของพลังงานจากสารอาหารทั้งหมด และปริมาณโปรตีนที่เพียงพอร้อยละ 15-20 ของพลังงานจากสารอาหารทั้งหมด หรือ 1-1.5 กรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน โดยมีค่ามาตรฐานของพลังงานที่ควรได้รับน้อยที่สุดต่อวันในนักกีฬามวยปล้ำมัธยมอยู่ในช่วง 1700- 2500 กิโลแคลอรีต่อวัน และในช่วงของการฝึกหนักควรมีการเพิ่มพลังงานอีก 1000 กิโลแคลอรี เพื่อให้นักกีฬาเยาวชนได้รับพลังงานเพียงพอกับการฝึกซ้อมและการเจริญเติบโตอย่างสมดุลกับเพศ วัย และการเคลื่อนไหวของร่างกายตลอดจนการเลือกรับประทานอาหารให้สมดุลกับระยะเวลาและปริมาณพลังงานที่ได้รับจากอาหารต่อวัน (Ministry of Public Health, 2003)

ตารางที่ 2-2 พลังงานที่ต้องใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ (Wilmore, Costill & Kenney, 2008, p. 112)

กิจกรรม	**ชาย (kcal/ min)**	**หญิง (kcal/ min)**	**Relative to body mass ($kcal.kg^{-1}.min^{-1}$)**
บาสเกตบอล	8.6	6.8	0.123
ปั่นจักรยาน			
11.3 km/h (7.0 mph)	5.0	3.9	0.071
16.1 km/h (10.0 mph)	7.5	5.9	0.107
แฮนด์บอล	11.0	8.6	0.157
วิ่ง			
12.1 km/h (7.0 mph)	14.0	11.0	0.200
16.1 km/h (10.0 mph)	18.2	14.3	0.260
นั่ง	1.7	1.3	0.024
นอน	1.2	0.9	0.017

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

กิจกรรม	ชาย (kcal/ min)	หญิง (kcal/ min)	Relative to body mass ($kcal.kg^{-1}.min^{-1}$)
ยืน	1.8	1.4	0.026
ว่ายน้ำ (Crawl stroke), 4.8 km/h (3.0 mph)	20.0	15.7	0.285
เทนนิส	7.1	5.5	0.101
เดิน 5.6 km/h (3.5 mph)	5.0	3.9	0.071
ยกน้ำหนัก	8.2	6.4	0.117
มวยปล้ำ	**13.1**	**10.3**	**0.187**

หมายเหตุ * ชาย น้ำหนัก 70 กิโลกรัม หญิง น้ำหนัก 55 กิโลกรัม และความแตกต่างเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างบุคคล

การคำนวณพลังงานที่ได้รับต่อวันจากการเล่นกีฬาในนักกีฬาเยาวชน เช่น บาสเกตบอล 45-55 แคลอรีต่อกิโลกรัมต่อวัน (สุกัญญา เจริญวัฒนะ, 2547) เกือบเทียบเท่ากับพลังงานที่ได้รับของนักฟุตบอลอาชีพ 4,000 โลแคลอรีต่อวัน (สุกัญญา เจริญวัฒนะ, 2552) โดยการคำนวณพลังงานควรมีการปรับเปลี่ยนตามปัจจัยของช่วงเวลาในการแข่งขัน เช่น ช่วงก่อนการแข่งขันที่มีการฝึกซ้อมเป็นหลัก ช่วงการแข่งขันที่มีการทดแทนพลังงานของกล้ามเนื้อเป็นหลัก และช่วงหลังการแข่งขันที่มีการพัก โดยเฉพาะในช่วงหยุดการฝึกซ้อมที่ไม่ลดพลังงานของอาหารต่อวัน ซึ่งโดยปกติจะเพิ่มพลังงานที่ได้รับต่อวันให้นักกีฬาจากการฝึกซ้อมแต่เมื่อช่วงหยุดการฝึกซ้อมไม่ได้ลดพลังงานที่ได้รับโดยนักกีฬามีการรับประทานอาหารในปริมาณเท่าเดิมทำให้เกิดปัญหาน้ำหนักเกินเมื่อถึงฤดูกาลแข่งขันได้ ในการมีพลังงานจากสารอาหารเกินร่วมกับนักกีฬาไม่มีการฝึกซ้อมหรือความหนักในการฝึกซ้อมน้อยลง จะส่งผลให้นักกีฬามีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นได้จากร้อยละของไขมันในร่างกายเพิ่มขึ้น ในการคำนวณพลังงานที่ได้รับต่อวันจากน้ำหนักตัวมีดังนี้

ตารางที่ 2-3 การได้รับพลังงานต่อวันเพื่อการลดน้ำหนักของคนทั่วไปและนักกีฬา

คนทั่วไป	นักกีฬา	หมายเหตุ
ชาย = 25 กิโลแคลอรี x IBW หญิง = 25 กิโลแคลอรี x IBW (ปกติต้องลด 0.5-1.0 kg/wks ถ้าต้องการมากกว่า 0.5-1.0 kg/wks ต้องคำนวณทั้ง Energy in-out และความหนักในการฝึก)	ชาย = 35-45 กิโลแคลอรี x IBW หญิง= 30-45 กิโลแคลอรี x IBW	นักกีฬาต้องมีการบันทึกจำนวนชั่วโมงที่ฝึก ความหนักในการฝึกซ้อมเพื่อนำมาคำนวณแคลอรีต่อวัน โดยเฉพาะถ้าเป็นนักกีฬาเยาวชนต้องมีการบวกพลังงานเพิ่มมากขึ้นเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและพัฒนาการ

มีข้อสังเกตของเวลาในการเปลี่ยนชนิดของสารอาหารที่ได้รับให้เป็นน้ำตาลเพื่อการนำไปใช้ในร่างกาย แสดงในตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 2-4 เวลาในการเปลี่ยนแปลงชนิดของสารอาหารที่ได้รับให้เป็นน้ำตาลเพื่อการนำไปใช้ในร่างกาย

ชนิดอาหาร	ร้อยละของการเปลี่ยนเป็นกลูโคส	เวลาที่ใช้เปลี่ยน (นาที)
คาร์โบไฮเดรตเชิงเดี่ยว เช่น น้ำตาล น้ำผลไม้ เป็นต้น	100	15-30
คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน เช่น ข้าว ขนมปัง เผือก เป็นต้น	90-100	30-90
โปรตีน	58	3-4 ชั่วโมง
ไขมัน	10-30	มากกว่า 4 ชั่วโมง

จากตารางพบว่าการได้รับน้ำผลไม้ทำให้การดูดซึมและการเปลี่ยนเป็นน้ำตาลเร็ว อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของไขมันที่เพิ่มขึ้น ซึ่งนักกีฬาเมื่อได้รับน้ำผลไม้ขนาด 250 ซีซีจำนวน 2 กล่องจะย่อยและดูดซึมใช้เวลา 30 นาที โดยจะได้รับพลังงานเทียบเท่ากับก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กน้ำหมู 1

ชามประมาณ 280 แคลอรีซึ่งใช้เวลาย่อยและดูดซึม 1-2 ชั่วโมง ในการดื่มน้ำผลไม้ที่ย่อยเร็วและส่งผลให้หิวอีกทำให้ปริมาณพลังงานที่ได้รับเพิ่มโดยเกิดการได้รับพลังงานเกินได้

การได้รับอาหารเพื่อควบคุมน้ำหนักควรพิจารณาจากเกณฑ์มาตรฐานของแต่ละประเทศและบุคคลทั่วไปก่อน ประเทศไทยใช้มาตรฐานของโภชนบัญญัติ (Food Based Dietary Guidance: FBDG) และธงโภชนาการ (Nutrition flag) ซึ่งเป็นข้อปฏิบัติการกินอาหารเพื่อสุขภาพที่ดีของคนไทย (กรมอนามัย, 2543) และในการแบ่งมื้ออาหารควรแบ่งเป็นมื้ออาหารหลักและมื้ออาหารรองหรือเรียกว่าอาหารว่าง บุคคลทั่วไปได้รับอาหารมื้อหลัก 3 มื้อและมื้อรอง 2 มื้อโดยต้องห่างกันประมาณ 2-4 ชั่วโมงและไม่ควรข้ามมื้อใดมื้อหนึ่งที่อาจเกิดการรับประทานอาหารเพิ่มจากเดิมจำนวนสองเท่า ในนักกีฬาที่มีช่วงของการฝึกซ้อมอาจต้องการอาหารมากกว่า 8 มื้อต่อวัน ตามความสมดุลในการใช้พลังงานต่อวัน

การลดน้ำหนักที่มีประสิทธิภาพต้องการความต่อเนื่อง ความจริงจังในการลดน้ำหนัก ความอดทนและความสม่ำเสมอในการปฏิบัติ การที่นักกีฬาต้องการความรีบด่วนแสดงถึงความพร้อมของทีมกีฬาที่มีการทำงานหรือตารางเวลาการฝึกและการแข่งขันที่ไม่ชัดเจนจึงทำให้การลดน้ำหนักประสบความสำเร็จได้ยาก

จากการศึกษาพบว่าการลดน้ำหนักที่ส่งผลดีในระยะเวลายาวนานใช้เวลาระหว่าง 4-12 สัปดาห์ โดยขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้เช่นการควบคุมอาหารและความหนักของการฝึกร่วมด้วย ดังนั้นการใช้ดัชนีชี้วัดในด้านโภชนาการจึงควรมีการใช้ดัชนีที่สำคัญในการคำนวณพลังงานเพื่อพิจารณาการใช้พลังงานให้สมดุลกับการฝึกและการแข่งขันกีฬา และที่สำคัญเพื่อให้การลดน้ำหนักมีประสิทธิภาพต่อไป ซึ่งในวงการวิทยาศาสตร์การกีฬาก็พยายามค้นหาวิธีการฝึกลดน้ำหนักเพื่อให้เกิดผลดีที่สุดกับนักกีฬา และสอดคล้องกับสมรรถภาพทางการกีฬาแต่ละชนิด ซึ่งการฝึกแบบอินเทอร์วาล (Interval training) เป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมมาก

สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness)

สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) หมายถึง ความสามารถของบุคคล ในอันที่จะใช้ระบบต่าง ๆ ของร่างกายประกอบกิจกรรมใดเกี่ยวกับการแสดงออกซึ่งความสามารถทางร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือได้อย่างหนักติดต่อกัน โดยไม่แสดงอาการเหน็ดเหนื่อยให้ปรากฏ และร่างกายสามารถฟื้นตัวสู่สภาพปกติได้ ในเวลาอันรวดเร็ว

ตารางที่ 2-5 สมรรถภาพทางกายของนักกีฬามวยปล้ำ (สิริกาญจน์ สันติเสวี, 2549)

สมรรถภาพ	% ไขมัน	แรงบีบมือ	แรงเหยียดขา	ความอ่อนตัว	ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด	พลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิก	สมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก
ชาย	12.54 ดี	0.68 พอใช้	4.01 ดี	21.00 ดี	48.10 พอใช้	11.12 ดี	8.33 พอใช้
หญิง	18.68 ดี	0.68 พอใช้	3.72 ดีมาก	19.40 พอใช้	46.78 พอใช้	10.18 ดีมาก	7.55 พอใช้

สัดส่วนของร่างกาย (Body composition)

สัดส่วนของร่างกาย (Body composition) หมายถึง ส่วนประกอบที่มีอยู่ในร่างกาย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ มวลไขมัน (Fat mass) หมายถึง เนื้อเยื่อไขมันที่อยู่ในร่างการเพียงอย่างเดียว มวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน (Free fat mass) หมายถึง ปริมาณของกล้ามเนื้อ กระดูก อวัยวะภายในไม่รวมไขมัน แต่สิ่งที่สำคัญต่ออัตราการเผาผลาญพลังงานเป็นหลักใหญ่คือสัดส่วนของร่างกายที่ไม่เป็นไขมัน (Fat Free Mass: FFM) หรือ สัดส่วนของกล้ามเนื้อ (Lean Body Mass: LBM) โดยสัดส่วนของร่างกายที่ไม่ใช่ไขมันจะมีอัตราการเผาผลาญของเนื้อเยื่อที่ทำงานตลอกเวลา และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการเผาผลาญพลังงานของแต่ละบุคคล สัดส่วนกล้ามเนื้อและสัดส่วนไขมันที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสามารถวัดได้ เพื่อประเมินสภาพอัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกาย โดยการศึกษาจากความต้องการพลังงานในการเคลื่อนไหวจากน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (Body mass) ในการวิ่งระยะทาง 1 เมตร พบว่าสิ่งที่มีอิทธิพลมี 3 ประการคือระดับการของการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกล้ามเนื้อ (VO_{2max}) ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมที่สูง ทำให้มีการใช้พลังงานได้ดี ประการที่สองคือพลังงานที่ใช้ในการวิ่งจะมากขึ้นเมื่อมีน้ำหนักตัวสูง เปอร์เซ็นต์ไขมันต่ำ และ FFM สูง และประการที่สามเมื่อมีระดับในการฝึกที่ลดลง (Decrease training state) จะสัมพันธ์กับไขมันที่เพิ่มขึ้น

องค์ประกอบร่างกายแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ มวลไขมัน มวลกล้ามเนื้อ และมวลกระดูก โดยมวลไขมันที่สะสมลดลงเมื่อมีการใช้พลังงานเพื่อการเคลื่อนไหว ในขณะที่มวลกล้ามเนื้อและมวลกระดูกเพิ่มขึ้นตามงานที่ใช้และแรงกระแทกที่ได้รับ ดังนั้น การวัดองค์ประกอบร่างกายถูกนำมาใช้

ประเมินผลการฝึกซ้อมและประเมินภาวะโภชนาการด้วย ในการศึกษาองค์ประกอบทางร่างกายและร้อยละไขมันในนักกีฬายูโดเยาวชนไทยกลุ่มที่ได้รับชัยชนะกับไม่ได้รับชัยชนะโดยใช้ Skinfold measurements พบว่า ไขมันในร่างกายของกลุ่มที่ได้รับชัยชนะ 12.4 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ไม่ได้ได้รับชัยชนะ 10.5 เปอร์เซ็นต์ (ปิยาวัฒน์ ศรีสวัสดิ์นุภาพ, วิภาวรรณ ลีลาสำราญ และวุฒิชัย เพิ่มศิริวาณิชย์, 2554) และการประเมินองค์ประกอบทางสรีรวิทยาของนักมวยปล้ำ ได้ประเมินสัดส่วนของร่างกายโดยวัด น้ำหนักตัว (BW: Body Weight) เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Body fat percentage, %Fat) มวลไขมัน (Fat Mass: FM) มวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน (Fat Free Mass: FFM) โดยใช้ Skinfold measurements พบว่า ไขมันในร่างกายของนักมวยปล้ำ 4.2-15.6 เปอร์เซ็นต์ (Callan et al., 2000)

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength)

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) หมายถึง การใช้แรงสูงสุดของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่ปล่อยออกมาเพื่อต้านกับแรงต้านต่ออัตราความเร็ว (ประทุม ม่วงมี, 2527) การบริหารร่างกายด้วยการยกน้ำหนักทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงสูงสุดขึ้น ความแข็งแรงกล้ามเนื้อแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

1. ความแข็งแรงแบบระเบิด หรือกำลังของกล้ามเนื้อ (Power strength) หมายถึง ความสามารถที่จะใช้กล้ามเนื้อทำงานสูงสุดในการทำงานครั้งหนึ่ง เช่น การยืนกระโดดไกล ยืนกระโดดสูง การพุ่ง ทุ่ม ขว้าง เป็นต้น

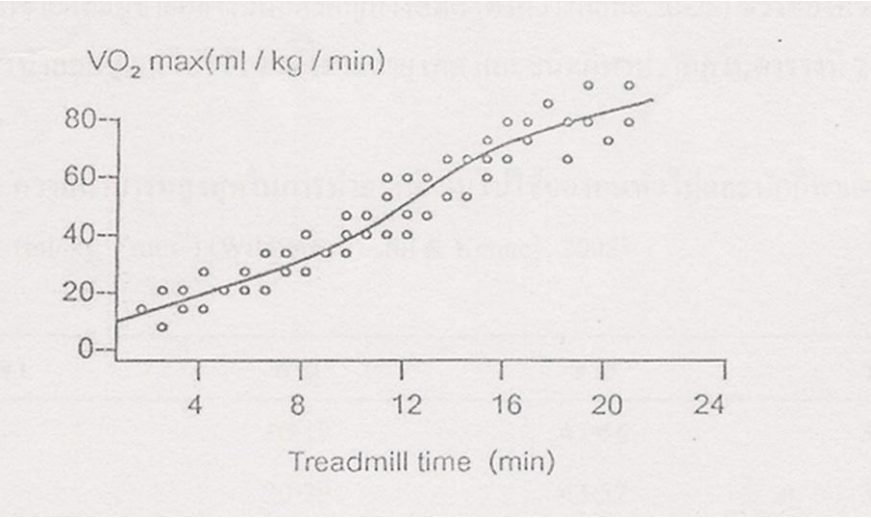
2. ความแข็งแรงแบบที่มีการเคลื่อนที่ (Dynamic strength) หมายถึง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มือ หรือเท้าในขณะเคลื่อนไหวร่างกายขึ้นมากครั้งในเวลาที่กำหนดให้ เช่น การไต่เชือก ดึงข้อ (Pull-ups) ยุบข้อ (Dips) เห็นต้น

3. ความแข็งแรงแบบอยู่กับที่ (Static strength) หมายถึง การใช้กล้ามเนื้ออย่างแรงที่สุดต่อสิ่งที่อยู่กับที่ และจะแตกต่างกับความแข็งแรงในสองประเภทแรกตรงที่ไม่ค่อยมีการเคลื่อนไหวของร่างกาย ตัวอย่างของการวัดความแข็งแรงในลักษณะนี้ ได้แก่ การวัดแรงบีบมือ (Hand grip) เป็นต้น

ในการเล่นกีฬา หรือ การฝึกออกกำลังกายที่ต้องใช้ความอดทนจำเป็นต้องทำการฝึกความแข็งแรงควบคู่กัน โดยมากมักมุ่งหวังผลไปที่ (1) การเพิ่มจำนวนแรงของกล้ามเนื้อ (2) เพิ่มปริมาณการเผาผลาญออกซิเจน และจำนวนของพลังงาน (3) เป็นการป้องกันการบาดเจ็บและปัญหาที่เกิดจากการฝึกหนักจนเกินไป การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะส่งผลต่อเส้นใยกล้ามเนื้อ

ความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ (VO_{2max})

ความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ (Oxygen consumption: **VO_{2max}**) หมายถึง ปริมาณสูงสุดของออกซิเจนที่ร่างกายสามารถนำเข้าไปใช้ในช่วง 1 นาที มีหน่วยเป็น $ml/kg^{-1}/min^{-1}$ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดนี้จะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงานของร่างกายในเชิงแอโรบิก ซึ่งความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของแต่ละคนจะไม่เท่ากัน เมื่อร่างกายเริ่มเปลี่ยนสภาพจากขณะพักมาเป็นการออกกำลังกายค่าความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ การออกกำลังกายเป็นระยะเวลานาน ๆ โดยใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ ซึ่งมีความหนักเป็นตัวกำหนดมีระยะเวลาที่เพียงพอ จะทำให้ค่าความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 2-1 ความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ในขณะออกกำลังกายเมื่อความหนักของงานเพิ่มขึ้น (Roberg & Roberts, 1997, p. 490)

ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน

1. อายุ ค่าความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นตามอายุ โดยเฉพาะในช่วงอายุ 16-17 ปี ของผู้หญิงและช่วงอายุ 18-20 ปี ในผู้ชาย ในช่วงแรกเกิดถึง 10 ปี พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนตามอายุไม่มากนักทั้งในเด็กชายและเด็กหญิงหลังจากอายุ 25 ปี ค่าความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนจะค่อย ๆ ลดลง จนเมื่ออายุ 60 ปี จะมีค่าเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ ของเมื่อตอนอายุ 25 ปี (Astrand & Rodahl, 1986)

2. เพศ ในวัยเด็กนั้นพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ของค่าความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนทั้งเด็กหญิงและเด็กชาย แต่เมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์พบว่าเพศหญิงจะมีค่าความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนที่ 65-75 เปอร์เซ็นต์ ของเพศชาย ด้วยเหตุผลของความแตกต่างทางด้านร่างกาย โดยส่วนใหญ่ผู้ชายจะมีกล้ามเนื้อขนาดใหญ่กว่าผู้หญิง และมีไขมันในร่างกายน้อยกว่า ดังนั้นผู้ชายจึงสามารถทำงานในเชิงแอโรบิคได้ดีกว่า และผู้ชายยังมีปริมาณฮีโมโกลบินมากกว่าในเพศหญิง 10-14 เปอร์เซ็นต์ (Astrand, 1956, p. 307)

3. กล้ามเนื้อ ค่าสูงสุดของปริมาณการใช้ออกซิเจนจะเกิดขึ้นเมื่อมีการใช้งานของกล้ามเนื้อมัด ใหญ่ ๆ หรือมีกลุ่มของกล้ามเนื้อที่ใช้งานหลายกลุ่ม พบว่าการวิ่งบนลู่วิ่งกลที่มีการปรับขั้นได้ จะให้ค่าสูงสุดของการใช้ออกซิเจนมากกว่าการปั่นจักรยาน (Cycle ergometer) 7 เปอร์เซ็นต์ (Hermansen, 1973, p. 395)

4. ระยะเวลาและความหนักของการทำงาน พบว่าในการทดสอบเกี่ยวกับระบบขนส่งออกซิเจน นั้น ระยะเวลาที่จะทำให้ผู้ทดสอบสามารถถึงค่าสูงสุดในการใช้ออกซิเจน คือ 10-12 นาที (Buchfugrer & Hansen, 1983, pp. 1558-1564)

5. พันธุกรรม ประมาณการว่า 93% ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีผลมาจากอิทธิพลของพันธุกรรม (Noble, 1986)

6. การฝึก การฝึกมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสูงสุดในการใช้ออกซิเจน ในคนทั่วไป การฝึกออกกำลังกายที่ความหนักไม่มากนัก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ จะทำให้ค่าสูงสุดในการจับออกซิเจนเพิ่มขึ้น 5-10 เปอร์เซ็นต์ และ 10-20 เปอร์เซ็นต์ ในกลุ่มที่ออกกำลังกายอย่างหนัก (Satin et al., 1968, p. 7)

ตารางที่ 2-6 ความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ (ml. $kg^{-1}.min^{-1}$) ของคนทั่วไปและกีฬาแต่ละชนิด (Wilmore et al., 2008)

กลุ่มหรือกีฬา	อายุ	ชาย	หญิง
คนทั่วไป	10-19	47-56	38-46
	20-29	43-52	33-42
	30-39	39-48	30-38
	40-49	36-44	26-35
	50-59	34-41	24-33
	60-69	31-38	22-30
	70-79	28-35	20-27
เบสบอล/ ซอฟท์บอล	18-32	48-56	52-57
บาสเกตบอล	18-30	40-60	43-60
จักรยาน	18-26	62-74	47-57
แคนนู	22-28	55-67	48-52
อเมริกันฟุตบอล	20-36	42-60	-
ยิมนาสติก	18-22	52-58	36-50
ฮอกกี้น้ำแข็ง	10-30	50-63	-
ขี่ม้า	20-40	50-60	-
ออเรียนเตียริง	20-60	47-53	46-60
กีฬาแร็กเก็ต	20-35	55-62	50-60
เรือพาย(กรรเชียง)	20-35	60-72	58-65
สกีลงเขา	18-30	57-68	50-55
สกีข้ามทุ่ง	20-28	65-94	60-75
สกีกระโดดไกล	18-24	58-63	-
ฟุตบอล	22-28	54-64	50-60
สเก็ตติ้ง	18-24	56-73	44-55
ว่ายน้ำ	10-25	50-70	40-60
กรีฑา (ขว้างจักร)	22-30	42-55	-

ตารางที่ 2-6 (ต่อ)

กลุ่มหรือกีฬา	อายุ	ชาย	หญิง
กรีฑา (วิ่ง)	18-39	60-85	0-75
	40-75	40-60	35-60
กรีฑา (ทุ่มน้ำหนัก)	22-30	4046	-
วอลเล่บอล	18-22	-	40-56
ยกน้ำหนัก	20-30	38-52	-
มวยปล้ำ	**20-30**	**52-65**	**-**

Mehdi, Alireza and Mohammad (2012) ได้ศึกษาลักษณะทางสรีระวิทยาและสมรรถภาพทางกายในกักกีฬามวยปล้ำ พบว่า นักกีฬามวยปล้ำมีค่าความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้ 48.83 ± 4.46 ml. $kg^{-1}.min^{-1}$

สมรรถภาพการทำงานของระบบหายใจ และไหลเวียนเลือด เป็นปัจจัยสำคัญที่บอกระดับความสามารถในการใช้ออกซิเจนของร่างกาย ซึ่งการมีสมรรถภาพจับออกซิเจนที่ดีแสดงถึงความสมบูรณ์ของหัวใจในการสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เซลล์ต่าง ๆ ของกล้ามเนื้อสามารถนำออกซิเจนไปสร้างพลังงานได้ดี ร่างกายมีการประสานงานกันเป็นอย่างดีของระบบหายใจ และไหลเวียนเลือด จึงส่งผลให้สุขภาพดี (Foss & Keteyian, 1998) ผู้สามารถสำเลียงออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อต่าง ๆ ได้มากในขณะออกกำลังกาย แสดงว่าเป็นผู้มีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูง (Maximum oxygen consumption: Vo_2 max)

ทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ศึกษาได้จากการทำงานของระบบหายใจและไหลเวียนเลือด และความสามารถในการเคลื่อนไหวของกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ทำงานได้อย่างสัมพันธ์กันอย่างดีที่ระดับความหนักปานกลางจนถึงระดับความหนักสูงสุดในระยะเวลาที่ยาวนานต่อเนื่องกัน (American College of Sports Medicine, 2000) ซึ่งผู้ที่มีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดมากกว่าจะเป็นเครื่องแสดงถึงความสมบูรณ์ของหัวใจในการสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปอดสามารถรับอากาศได้มาก เซลล์กล้ามเนื้อสามารถรับเอาออกซิเจนไปสร้างเป็นพลังงาน และกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีเช่นกัน (ประทุม ม่วงมี, 2527)

ปัจจัยที่กำหนดความสามารถในการใช้ออกซิเจน

การทำงานของระบบต่าง ๆ ของร่างกายที่มีต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดอันดับแรกคือ ระบบหายใจและไหลเวียนเลือด การทำงานของหัวใจ ปอด และหลอดเลือด ต้องมี

ความเพียงพอ ในการเอาอากาศจากสิ่งแวดล้อมเข้าไปกับเนื้อเยื่อต่าง ๆ จากเซลล์เม็ดเลือดแดง (Red blood cell) หัวใจต้องทำงานเป็นปกติ ซึ่งการทำงานของหัวใจ ปริมาณเลือด จำนวนเซลล์เม็ดเลือดแดง และความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ต้องสามารถเคลื่อนย้ายเลือดจากเนื้อเยื่อที่ไม่ทำงานไปยังกล้ามเนื้อที่กำลังทำงานอยู่ อันดับที่สาม คือ ความสามารถในการขนส่งออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้ามเนื้อ โดยปกติจะขึ้นอยู่กับกระบวนการเผาพลาญพลังงานและหน้าที่การทำงานของไมโตคอนเดียร (Mitochondria) ซึ่งประสิทธิภาพการทำงานของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) ความดันเลือด (Blood pressure) ปริมาณเลือดที่ส่งออกจากหัวใจใน 1 นาที (Cardiac output) หรือปริมาณเลือดที่หัวใจบีบตัวแต่ละครั้ง (Stroke volume) ขึ้นอยู่กับการทำงานของหัวใจ และหลอดเลือดเช่นเดียวกัน ถ้ามีประสิทธิภาพการทำงานดีเท่าใด การลำเลียงอาหาร ออกซิเจนไปสู่กล้ามเนื้อ และการนำของเสียออกจากกล้ามเนื้อก็จะมีประสิทธิภาพดีขึ้นด้วย ออกซิเจนจะถูกส่งไปให้กล้ามเนื้อใช้ได้มากน้อยเท่าไรนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 4 อย่าง คือ

1. ปริมาณของอากาศที่เข้าสู่ปอด (Minute ventilation) เมื่ออากาศเข้าสู่ปอดมากในขณะออกกำลังกายหรือมีความจุปอด (Vital capacity) เพิ่มขึ้นจะทำให้ความดันของออกซิเจนภายในปอดมีมากขึ้น การฟุ้งกระจาย การไหลของก๊าซสู่ระบบการไหลเวียนสะดวกยิ่งขึ้นออกซิเจนเข้าสู่ภายในเซลล์มากขึ้น

2. ความสามารถของเลือดที่จะรับออกซิเจนเข้าไปได้ ตัวการสำคัญในการจับออกซิเจนเข้าสู่กระแสเลือด คือ Hemoglobin หากมีจำนวนมากก็สามารถพาออกซิเจนไปใช้ได้มาก

3. ความต้องอาการออกซิเจนของเนื้อเยื่อ หมายถึง ความจำเป็นที่จะต้องสร้างพลังงานโดยใช้ออกซิเจนในกิจกรรมที่ต้องออกแรงติดต่อกันเป็นเวลานาน ร่างกายใช้ออกซิเจนจึงต้องมีการนำเอาออกซิเจนจากบรรยากาศมาทดแทนออกซิเจนที่เสียไป

4. ปริมาณที่ฉีดออกจากหัวใจในเวลา 1นาที (Cardiac output) หากหัวใจฉีดเลือดออกจากหัวใจมากเท่าใด การใช้ออกซิเจนจะมากไปด้วย (ประทุม ม่วงมี, 2527)

อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดถูกกำหนดโดยความสามารถของระบบไหลเวียนที่จะนำออกซิเจนไปสู่กล้ามเนื้อที่กำลังทำงาน อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะขึ้นกับปริมาณเลือดที่สูบฉีดออกจากหัวใจได้สูงสุดในหนึ่งนาที (Maximal Cardiac Output: Max CO) และความแตกต่างสูงสุดระหว่างปริมาณออกซิเจนในเลือดแดงกับเลือดดำผสม (Maximum Arteriovenous O_2 Difference: Max a-v O2 Diff) (เพ็ญพิมล ธัมมรัคคิต, 2532)

$$VO_{2\,max} = \text{max CO x max a-v } O_2 \text{ diff}$$

โดยที่ VO2 max = ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที

Max CO = ปริมาณเลือดสูบฉีดออกจากหัวใจได้สูงสุดใน 1 นาที

Max a-v O_2 diff = ความแตกต่างสูงสุดระหว่างปริมาณออกซิเจนในเลือดแดงกับเลือดดำผสม

แต่ปริมาณเลือดที่สูบฉีดออกจากหัวใจหนึ่งนาที (Cardiac Output: CO) มีหน่วยเป็นลิตร/นาที เท่ากับผลคูณของปริมาณเลือดสูบฉีดออกจากหัวใจในแต่ละครั้ง (Stroke Volume: SV) และอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate: HR) ค่า CO จะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนสัมพันธ์กับอัตราการใช้ออกซิเจน และปริมาณงานที่กระทำ เพราะกล้ามเนื้อที่ทำงานหนักมากขึ้นจะเพิ่มอัตราการใช้ออกซิเจน จะมีผลในการขยายตัวของหลอดเลือดในกล้ามเนื้อ การออกกำลังกายเป็นการเพิ่มจำนวนเส้นใยกล้าเนื้อ ทำให้ขนาดเส้นเลือดเพิ่มขึ้น (พีระพงศ์ บุญศิริ, 2538) ดังนั้น ปริมาณเลือดที่ไหลกลับสู่หัวใจ (Venous return) จะเพิ่ม ทำให้ SV เพิ่ม CO จึงเพิ่มด้วย ขณะที่ความแตกต่างสูงสุดระหว่างปริมาณออกซิเจนในเลือดแดง และความสามารถสูงสุดในการดึงออกซิเจนออกจากเลือดของเซลล์กล้ามเนื้อที่กำลังทำงาน ซึ่งพิจารณาได้จากปริมาณน้อยที่สุดของออกซิเจนในเลือดดำผสม (เพ็ญพิมล ธัมมรัคคิต, 2532)

จึงสรุปได้ว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะมีค่าน้อยเพียงใดต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านสรีรวิทยา ได้แก่ หน้าที่การทำงานของหัวใจในการบีบตัวเพื่อฉีดเลือดแดงไปให้อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย การหายใจนำเอาออกซิเจนเข้าสู่ปอด ความแข็งแรงของหลอดเลือด และการทำงานของกล้ามเนื้อ ถ้าร่างกายมีสมรรถภาพทางกายดีจะทำให้ความสามารถในการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สิ่งที่เป็นข้อจำกัด ที่มีผลทำให้การขนส่งออกซิเจนไปสู่ปลายทางล่าช้าหรือหยุดลง มีความเป็นได้จากการบกพร่องของระบบใดระบบหนึ่งต่อไปนี้

1. ระบบหายใจ หากการไหลเวียนอากาศในปอดไม่ดี เช่น มีเสมหะคั่งค้าง (Secretion) หรือถุงลมปกติดีแก่เส้นเลือดฝอยที่ปอดไหลเวียนไม่สะดวก ฯลฯ เหล่านี้ล้วนทำให้การแลกเปลี่ยนอากาศในปอดลดลง จึงไม่สามารถเติมเต็มก๊าซออกซิเจนให้แก่เลือดที่ฟอกได้

2. ระบบหัวใจ หากหัวใจทำงานบกพร่อง เช่น การบีบตัวลดลงจากกล้ามเนื้อหัวใจตายไปบางส่วน หรือบีบตัวช้าลง (Bradycardia) จากการนำสัญญาณประสาทบกพร่อง ฯลฯ จะทำให้ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจลดลง

3. ระบบเลือด ค่าปกติของเม็ดเลือดต่อน้ำเลือด (Hematocrit) เท่ากับ 40-45 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความสามารถในการขนส่งออกซิเจน (Oxygen carrying capacity) เป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีที่เสียเลือดจะเป็นการสูญเสียเม็ดเลือดไปด้วยจะทำให้ค่า Hematocrit ลดลง ดังนั้น Oxygen carrying capacity จึงลดลง

4. ระบบกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่ใช้ออกซิเจนมากกว่ากล้ามเนื้อที่มีขนาดเล็ก ดังนั้น คนที่เคยเป็นนักกีฬาแล้วหยุดการฝึกร่างกายในช่วง Detraining การใช้ออกซิเจนจะลดลง เนื่องจากความ สามารถของเอนไซม์และไมโตคอนเดียร์ลดลง

5. ขนาดร่างกาย คนที่รูปร่างใหญ่จะมีการใช้ออกซิเจนมากกว่าคนที่รูปร่างเล็ก $VO_{2\ max}$ ในผู้หญิงจึงน้อยกว่าในผู้ชาย เพราะประมาณว่าคนที่รูปร่างใหญ่จะมีปริมาณกล้ามเนื้อมากกว่าด้วย

ความสำคัญของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจที่มีต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ระบบไหลเวียนเลือดกับการออกกำลังกาย มีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง กลไกการทำงานของร่างกายของคนเราขณะออกกำลังกายจะต้องอาศัย พลังงานจากการเผาผลาญสารอาหาร โดยมีระบบไหลเวียนเลือดเป็นตัวกลาง ในการลำเลียงออกซิเจน และสารอาหารต่าง ๆ ไปกับเลือด เข้าสู่เซลล์และขับถ่ายของเสียต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากขบวนการ รวมทั้งคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากเซลล์ รวมทั้ง การระบายความร้อนและรักษาสมดุล กรด-ด่าง ของร่างกายให้เกิดสมดุล เมื่อกล้ามเนื้อมีการเคลื่อนไหว ระบบไหลเวียนเลือดจะต้องเพิ่มการทำงานเพื่อสร้างพลังงานที่จะนำมาใช้ให้เพียงพอต่อความต้องการของกล้ามเนื้อ (วุฒิพงษ์ ปรมัตถากร และอารี ปรมัตถากร, 2542, หน้า 25-26)

ปกติร่างกายจะมีเลือดประมาณ 5,645 มิลลิลิตร โดยอยู่ในห้องหัวใจประมาณ 1,016 มิลลิลิตร ซึ่งเป็น 18 เปอร์เซ็นต์ ของเลือดทั้งหมดในร่างกาย อยู่ในห้องหัวใจ ประมาณ 677 มิลลิลิตร ซึ่งเป็น 12 เปอร์เซ็นต์ ของเลือดทั้งหมดในร่างกาย และอยู่ในระบบไหลเวียนเลือด ประมาณ 3,952 มิลลิลิตร ซึ่งเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ ของเลือดทั้งหมดในร่างกาย (ธวัชชัย กาญจนะทวีกุล, 2541, หน้า 10)

ระบบไหลเวียนเลือดกับการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์อย่างยิ่ง กลไกลการทำงานของร่างกายของคนเราขณะออกำลังกายจะต้องอาศัยพลังงานจากการเผาผลาญสารอาหาร โดยมีระบบไหลเวียนเป็นตัวกลาง ในการลำเลียงออกซิเจน และสารอาหารต่าง ๆ ไปกับเลือด เข้าสู่เซลล์ และขับถ่ายของเสียต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากขบวนการ รวมทั้งคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากเซลล์ รวมทั้ง การระบายความร้อน และรักษาสมดุลกรด-ด่าง ของร่างกายให้เกิดสมดุล

ระบบพลังงานแบบแอโรบิก (Aerobic system) ร่างกายออกกำลังกายและเล่นกีฬา โดยการทำงานแบบต่อเนื่องยาวนาน เป็นการสร้างพลังงานเพื่อให้ร่างกายใช้ความอดทนสูง (Endurance) เป็นระบบพลังงานที่ใช้คาร์โบไฮเดรตหรือไขมันมาใช้เป็นสารตั้งต้นในการใช้พลังงานและสุดท้ายของปฏิกิริยาได้คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ พลังงาน ADP ฟอสเฟตและ ATP ระบบพลังงานแบบแอโรบิก ต้องใช้ O_2 มาจากพลังงาน 3 ชนิด คือ

1. Aerobic glycolysis และร่างกายจะรับเข้าสู่ จะได้พลังงาน Aerobic glycolysis มากกว่า 4-5 เท่า
2. สร้างจากไขมันและในยามที่จำเป็น
3. ต้องสร้างที่ Mitochondria เซลเดียว

ในช่วงการใช้พลังงานแบบแอโรบิกมีการนำ ATP มาใช้ใหม่โดยออกซิเจนจะเป็นตัวสำรองการรับอิเลกตรอนตัวสุดท้ายโดยออกซิเจนจะรวมกับไฮโดรเจนในรูปของน้ำ โดยเวลาในการใช้พลังงานสำคัญโดยการใช้พลังงานมากแต่ช่วงสั้นหมายถึงร่างกายมีการนำพลังงานไปใช้มาก และเมื่อใช้พลังงานน้อย แต่ช่วงยาวร่างกายมีการนำพลังงานไปใช้มากเช่นกัน การออกกำลังกายแบบแอโรบิกมีประโยชน์กับโรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ เนื่องจากมีการพัฒนาระบบหัวใจและไหลเวียน และควรระวังการใช้กล้ามเนื้อมัดเล็ก เช่น ส่วนบนของร่างกาย ทำงานหนักจะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจจะทำงานมากกว่าส่วนล่างของร่างกาย เพราะพึงระวังในการใช้ร่างกายส่วนบนเป็นการกดดันให้ร่างกายทำงานหนัก

การเปลี่ยนแปลงแบบแอโรบิก เป็นอย่างไร

1. เพิ่มปริมาณเชื้อเพลิงในแหล่งสะสม เช่น ในกล้ามเนื้อจะมากขึ้นตั้งแต่ PC, ATP แต่ตัวที่เพิ่มคือปริมาณของ Glycogen ในกล้ามเนื้อ
2. เพิ่มพวก Enzyme หรือตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้เผาผลาญสารอาหารโดย เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อภายหลังการฝึกออกกำลัง
3. เพิ่มปริมาณจำนวนและขนาดของไมโตคอนเดรีย แหล่งสุดท้ายที่สันดาป O_2 และสารอาหาร การแข่งขันกีฬาทุกอย่างตั้งแต่ เทคนิค, จิตใจ เป็นส่วนประกอบสำคัญน้อยกว่าการใช้พลังงานให้เหมาะสม
4. ปริมาณของ O_2 ที่ใช้ในการสันดาปเพิ่มขึ้นภายหลังจากการฝึกเพราะ O_2 ใช้ในการสันดาป หมายความว่าเราจะเอา O_2 ไปสันดาปกับพลังงานในการสร้างเพิ่มในระบบไหลเวียน

การแสดงผลของฮอร์โมนที่มีต่อการเผาผลาญพลังงานในระหว่างการออกกำลังกายในระบบแอโรบิก

1. การกระตุ้นออกซิเดชั่นของ FFA ทำให้เพิ่มความเข้มข้นของพลาสมา FFA เนื่องจากมีการเคลื่อนไหวของ FFA มากขึ้นจากเนื้อเยื่อไขมัน โดยมีการทำงานร่วมกับการเพิ่มขึ้นของฮอร์โมนในกระแสเลือดเช่นแอดรินาลิน นอร์แอดรินาลีน กลูดากอนโกรทฮอร์โมนและคอร์ติซอล รวมไปถึงการลดระดับอินซูลินในกระแสเลือด

2. การยับยั้งออกซิเดชั่นของ FFA

2.1 การเพิ่มขึ้นของแลคเตทในเลือด ระหว่างที่มีการออกกำลังกายหนักมากทำให้เกิดกระบวนการยับยั้งการสลายไขมัน

2.2 การเพิ่มความเข้มข้นของอินซูลินภายหลังการได้รับสารอาหารคาร์โบไฮเดรต

3. การกระตุ้นการทำงานระบบ Oxidative phosphorylation

3.1 การเพิ่มระดับความเข้มข้นของ ADP ในไมโตคอนเดรีย ที่ทำงานร่วมกับ ATP มีการแตกตัวในระหว่างที่กล้ามเนื้อหดตัว

3.2 การเพิ่มการขนส่งออกจิเจนในไมโตคอนเดรีย

4. การยับยั้งการทำงานของระบบ Oxidative phosphorylation

4.1 การลดความเข้มข้นของ ADP ในไมโตคอนเดรียโดยเริ่มมีการสร้าง ATP ในอิเลคตรอนทรานสปอตเทชั่นหรือเมื่อกำลังในการออกกำลังกายลดลง

4.2 การลดประสิทธิภาพของออกซิเจนในไมโตคอนเดรีย

4.3 การลดค่าของ NADH และ $FADH_2$ เมื่อการทำงานของระบบ TCA ลดลง

สมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic performance)

ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic system) ระบบพลังงานแบบระเบิดใช้ความรวดเร็วและเข้มข้น เป็นกีฬาที่ใช้เวลาสั้น ๆ และไม่ใช้ O_2 เป็นพลังงานเช่น การวิ่งระยะสั้น, การวิ่ง 100, 200 เมตร ดังนั้น การฝึกที่ใช้ความเข้มข้นมากหรือการฝึกแบบ Anaerobic จะเกิดได้ดีต้องมีระยะเวลาที่เหมาะสมประมาณ 6 สัปดาห์หรือ 2 เดือน ระบบพลังงานเริ่มจากสารครีอะทีนฟอสเฟต (Creatine Phosphate: PC) เป็นสารตั้งต้น และสุดท้ายของปฏิกิริยาเคมีได้สารฟอสเฟต (Pi) คาร์บอน และพลังงาน การเกิด PCr ฟอสเฟตครีอะทีนทำปฏิกิริยากับ ADP เพื่ออยู่ในรูป ATP เป็นพลังงานในรูปแอนแอโรบิกเป็นรูปพลังงานสูง โดยกระบวนการฟอสโฟรีเลชั่นจะส่งพลังงานผ่านพันธะฟอสเฟตในรูป ADP และครีอะทีนจะถูกนำกลับมาใช้เพื่อเปลี่ยนเป็น ATP และ PCr ในส่วนการเกิดออกซิเดชั่นของเซลล์ส่วนในของไมโตคอนเดรียจะทำให้เกิดการส่งผ่านของอิเลกตรอนจาก

NADH และ $FADH_2$ไปสู่ออกซิเจน การเกิดอิเลกตรอนทราสปอรต์ ออกซิเดทีฟฟอสโฟรีเลชั่น จะสร้างพลังงานเคมีอย่างสมบูรณ์จาก ATP และจาก ADP บวกกับฟอสเฟตอิออน

พลังงานที่ปล่อยออกมาจากคาร์โบไฮเดรตโดยเป็นพลังงานที่เก็บไว้ให้เซลล์ใช้ในอันดับแรกโดยสารอาหารหลักที่เป็นพลังงานเริ่มจากคาร์โบไฮเดรตโดยเหตุผล ดังนี้ คาร์โบไฮเดรตเป็นพลังงานชนิดเดียวที่เป็นสารตั้งต้นของการเก็บพลังงานในรูปแอนแอโรบิกซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการต้องการพลังงานที่รวดเร็วและเป็นพลังงานสำรองเพื่อเข้าสู่ระบบการเผาผลาญแบบแอโรบิก โดยเฉพาะในกล้ามเนื้อที่เก็บพลังงานในรูปไกลโคเจนเพื่อให้เกิดการสังเคราะห์ ATP ได้

ในระหว่างการออกกำลังกายแบบแอโรบิกแบบเบาและปานกลางคาร์โบไฮเดรตจะเก็บสำรองพลังงานไว้ถึงหนึ่งในสามของพลังงานที่ร่างกายต้องการ และเมื่อร่างกายต้องการใช้พลังงานจากไขมันเพื่อเป็นพลังงานต้องใช้กระบวนการเผาผลาญพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตด้วย การออกกำลังกายแบบแอโรบิกต้องการพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตเนื่องจากใช้ได้รวดเร็วมากกว่าการแตกตัวของพลังงานจากกรดไขมัน ดังนั้น การลดลงของไกลโคเจนที่เก็บไว้รวดเร็วเกิดจากการใช้พลังงานในรูปของพลังงานสูงในช่วงเวลาสั้นมาก ในการออกกำลังกายใช้เวลานานเช่นการวิ่งมาราธอน นักกีฬาจะมีประสบการณ์จากการเมื่อยล้าจากสารอาหารไม่เพียงพอ ซึ่งขึ้นอยู่กับช่วงการใช้ไกลโคเจนจากตับและจากกล้ามเนื้อ

การเกิดแลกเตทจากการเกิดการเผาผลาญแบบแอนแอโรบิก ในการพักและออกกำลังกายแบบปานกลางแลกเตทจะเกิดได้ 2 รูปแบบได้แก่จากกระบวนการเผาผลาญของเม็ดเลือดแดงที่ไม่มีไมโตคอนเดรีย และข้อจำกัดของเอนไซม์ในกล้ามเนื้อที่มีความจุพลังงานแบบไกลโคไลติกสูง การเกิดของแลกเตทจึงเกิดขึ้นได้โดยเปรียบเหมือนกับเพื่อนบ้านของกล้ามเนื้อที่มีความจุพลังงานสูงหรือในกล้ามเนื้ออื่นเช่นหัวใจแต่สิ่งสำคัญคือแลกเตทไม่มีการสะสมจะสลายไปเท่ากับกระบวนการสร้างในนักกีฬาที่ผึกแบบอดทนจะมีการกำจัดแลกเตทหรือการนำกลับมาใช้ในขณะออกกำลังกาย

การมีออกซิเจนเพียงพอสามารถทำให้มีการเผาผลาญพลังงานสมบูรณ์โดยการออกกำลังกายแบบเบาและปานกลาง โดยอิเลกตรอนไฮโดรเจนจะหลุดออกจากสารตั้งต้นและพาไปโดย NADH ออกซิไดซ์ในไมโตคอนเดรียเพื่อกลายเป็นน้ำเมื่อรวมกับออกซิเจนในกระบวนการทางเคมีเมื่อมีภาวะ Steady state หมายถึงการมี Steady rate โดยโมเลกุลของไฮโดรเจนมีการเคลื่อนที่เท่าเดิมทำให้เกิดออกซิไดซ์โดยเรียกว่าเป็น Aerobic glycolysis โดยมีไพรูเวทเป็นส่วนสุดท้ายที่เหลือ เมื่อออกกำลังกายแบบหนักพลังงานต้องการออกซิเจนสำรองในอัตราที่ใช้ กระบวนการหายใจไม่สามารถส่งผ่านไฮโดรเจนได้เพื่อให้กับ NADH การทำงานแบบแอโรบิกในกระบวนการไกลโคไลซิสต้องการ NAD^+ เพื่อออกซิไดซ์ 3-phosphoglyceraldehyde ทำให้เกิดอัตราไกลโคไลซิสแบบรวดเร็ว

ในระหว่างไกลโคไลซิสแบบแอนแอโรบิก NAD^+ ไฮโดรเจนจะไม่ได้ออกซิไดซ์จึงไปรวมกับไพรูเวทเพื่อเปลี่ยนเป็นรูปของแลกเตท เมื่อเกิดแลกเตทขึ้นต้องมีการเพิ่มอีก 1 ขั้นตอนคือการสลายโดยกระบวนการ Lactate dehydrogenase ที่เป็นปฏิกิริยาย้อนกลับได้

การเก็บไฮโดรเจนชั่วคราวของไพรูเวทเป็นลักษณะเฉพาะของกระบวนการเผาผลาญเนื่องจากต้องเก็บไว้เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายของระบบแอนแอโรบิกไกลโคไลซิส เมื่อแลกเตทเกิดในกล้ามเนื้อจะถูกแพร่เข้าสู่ส่วน Interstitial space และระบบบัฟเฟอร์ในเลือดและถูกกำจัดออกจากการเผาผลาญพลังงาน ในทางเดียวกันกับไกลโคไลซิสต้องเก็บพลังงานสำรองสำหรับพลังงานแบบแอนแอโรบิกเพื่อนำ ATP กลับมาใช้อีก เส้นทางนี้มีพลังงานมากชั่วคราวเนื่องจากแลกเตทในเลือดและแลกเตทในกล้ามเนื้อจะเพิ่มมากขึ้นทำให้กระบวนการนำ ATP กลับมาใช้จะล้มเหลว การเกิดการเมื่อยล้าจึงถูกจัดขึ้นในขณะออกกำลังกายหรือเมื่อออกกำลังกายเสร็จสิ้นแล้ว การเพิ่มความเป็นกรดในเซลล์จะรบกวนระบบแอนแอโรบิกจึงมีการเมื่อยล้าโดยการทำงานที่ไม่สมบูรณ์ของเอนไซม์

แต่การที่มีความเป็นกรดมากขึ้นไม่สามารถอธิบายได้ถึงการมีความจุในการออกกำลังกายแบบหนักเพียงอย่างเดียวปริมาณกรดแลกติกเกิดมากในระบบแอนแอโรบิกเนื่องจากมีการสร้าง การกระจาย และการสลายตัว กรดแลกติกจะเพิ่มจากค่าปกติประมาณ 2-3 เท่า ของการออกกำลังกายแอโรบิก เช่น การวิ่งมาราธอนประมาณ 3 ชั่วโมง การสลายกรดแลกติกที่ดีต้องมีการออกกำลังกายในช่วงพักในแบบเบาในผู้ที่ไม่ได้ฝึก ถ้าผู้ที่มีการฝึกควรออกกำลังกายแบบปานกลางจึงทำให้ระดับของกรดแลกติก ลดลงได้เร็วขึ้น ซึ่งกรดแลกติกสามารถกำจัดได้โดยปัสสาวะ เหงื่อ หรือการกลับไปเป็นกลูโคส ไกลโคเจนหรือโปรตีนเล็กน้อย หรือเข้าสู่ออกซิเดชั่นเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และ ATP เมื่อร่างกายมีการเผาผลาญพลังงานในระหว่างการออกกำลังกายในระบบแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้นฮอร์โมนในร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงดังแสดงในตารางที่ 3

ผลของฮอร์โมนที่มีต่อการเผาผลาญพลังงานระบบแอนแอโรบิก

1. เมื่อกระตุ้นพลังงาน Phosphate creatine (Pc)/ ผลคือการลดอัตราส่วนระหว่าง ATP: ADP เนื่องจากมีการแตกตัวของ ATP ในระหว่างกล้ามเนื้อมีการหดตัว

2. เมื่อยับยั้งพลังงานของ Pc ผลที่ได้คือการเพิ่มอัตราส่วนของ ATP: ADP โดยการทำงานร่วมกับกระบวนการสร้างแอโรบิกของ ATP หรือการลดอัตราการสร้าง ATP จากการมีกำลังลดลง

3. การกระตุ้นให้เกิดกระบวนการไกลโคไลซิส

3.1 อัตราส่วนATP: (ADP + AMP) ลดลง เนื่องจาก ATP มีการแตกตัวในระหว่างที่กล้ามเนื้อมีการหดตัว

3.2 การลดความเข้มข้นของ Pc เนื่องจากตัวฮอร์โมนเป็นตัวบัพเฟอร์ ของการเก็บ ATP ในระหว่างกล้ามเนื้อมีการหดตัว

3.3 การเพิ่มความเข้มข้นของแคลเซียม อิออน เนื่องจากถูกปล่อยออกมาจาก SR (Sarcoplasmic reticulum) ในระหว่างการหดตัวของกล้ามเนื้อ

3.4 การเพิ่มระดับของ แอดรินาลีนในกระแสเลือด (จากต่อมแอดดีนอล) และนอร์แอดรินาลีนที่หลั่งจากระบบประสาทส่วนปลายของซิมพาธีติก โดยการกระตุ้นจากเอนไซม์ พอสโฟลีเรชั่น (Phospholyration)

3.5 การเพิ่มความเข้มข้นของฟรุกโตส 6 ฟอสเฟต

4. การยับยั้งกระบวนการไกลโคไลซิส

4.1 การเพิ่มอัตราส่วนของ ATP: (ADP + AMP) เนื่องจากมีการเพิ่ม กระบวนการสร้างแบบแอโรบิกของ ATP หรือการลดอัตราการสร้าง ATP ที่ทำงานร่วมกันหรือเมื่อมีกำลังลดลง

4.2 การเพิ่มความเข้มข้นของความเข้มข้นของ Citrate โดยเป็นผลจากการเพิ่มของ FFA และอะเซททิลโคเอ เพื่อให้มีการสลายพลังงานมากขึ้นในระบบ TCA

4.3 การเพิ่มความเข้มข้นของ Pcr เนื่องจากถูกแทนที่โดยระบบการสร้าง ATP แบบแอโรบิกหรือเมื่อมีกำลังลดลง

4.4 การลดความเข้มข้นของแคลเซียมอิออนใน Sarcoplasm ของกล้ามเนื้อที่มีการพัก

4.5 การลดลงของค่าความเป็นกรด, ด่าง (PH) ที่เป็นผลมาจากการสร้างกรดแลคติกเพิ่มมากขึ้น

4.6 การเพิ่มความเข้มข้นของกรดไขมัน (Free Fatty Acid: FFA) ที่ยับยั้งกลูโคสเข้าสู่กล้ามเนื้อ

Inbar, Bar-Or and Skinner (1996) ระบุว่า ความสามารถในการทำงานเชิงแอนแอโรบิกมีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ

พลังงานเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic power) หมายถึง ความสามารถสูงสุดที่กล้ามเนื้อทำงานโดยใช้ระบบพลังงานแบบเฉียบพลัน (Immediate energy system) เป็นหลักหรือเป็นค่าปริมาณงานสูงสุดที่ทำได้ในช่วงที่ทำได้ในช่วง 3-5 วินาทีแรกของการทดสอบเรียกว่า Peak power output มีหน่วยเป็นวัตต์

ความสามารถในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity) หมายถึง ปริมาณงานสูงสุดในการที่จะรักษาระดับการทำงานของกล้ามเนื้อให้คงอยู่ เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อให้คงอยู่ เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อที่ไม่ใช้ออกซิเจนได้สูงสุด โดยใช้ระบบพลังงานแบบเฉียบพลัน (Immediate energy system) และใช้พลังงานแบบระยะสั้น (Short term energy system) ที่เก็บสะสม

ไว้ในกล้ามเนื้อ (ไกลโคเจน) เป็นหลัก ขณะที่ปราศจากการใช้ออกซิเจนมีหน่วยเป็นวัตต์ (Watts) ซึ่งมีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งในเกือบทุกประเภทกีฬา โดยเฉพาะกีฬาที่ใช้ความเร็วสูงสุดซ้ำ ๆ เป็นระยะเวลานาน ๆ

ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานแบบแอนแอโรบิก

1. ระยะเวลาในการฝึก พบว่ามีความเกี่ยวข้องกับการฝึกเพื่อเพิ่มพลังงานและความสามารถแบบแอนแอโรบิก อุไร พรหมมา (2528) ศึกษาการเปรียบเทียบการฝึกเพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานแบบแอนแอโรบิก ด้วยความหนักของงานเท่ากับ 0.075 กิโลปอนด์ ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม โดยใช้ระยะเวลาการฝึกแตกต่างกัน คือ 20, 30 และ 40 วินาที และใช้อัตราการเร่งสูงสุดตามระยะเวลาทั้ง 3 แบบ ผลการศึกษาพบว่า การฝึกทั้ง 3 แบบ สามารถเพิ่มพลังและความสามารถแบบแอนแอโรบิกได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่ยังไม่เห็นความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติของผลการฝึกทั้ง 3 แบบ

2. ลักษณะการออกกำลังกาย พบว่ารูปแบบการออกกำลังกายส่งผลต่อความสามารถแบบแอนแอโรบิกแตกต่างกัน กล่าวคือ การออกกำลังกายที่ใช้กล้ามเนื้อขาเป็นหลักจะให้ค่าความสามารถแบบแอนแอโรบิกสูงกว่าการออกกำลังกายที่ใช้กล้ามเนื้อแขน ซึ่ง Davis, Voda and Wilmor (1976) สรุปว่าอาจเป็นผลมาจากกลุ่มกล้ามเนื้อที่ขามีขนาดใหญ่กว่า รวมทั้งมีความแตกต่างระหว่างชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อซึ่งอาจส่งผลต่อการทำงานดังกล่าวได้

3. แรงต้านที่ใช้ในการฝึก พบว่าการเพิ่มแรงต้านมีผลต่อความสามารถแบบแอนแอโรบิก ซึ่งสอดคล้องกับ Sidner (1998) ที่ศึกษาผลจากการฝึกด้วยแรงต้านที่สูงุดที่มีต่อค่าของงานที่ทำได้สูงสุด (Peak Power Output: PP) ในนักกีฬาหญิง พบว่าเมื่อเพิ่มแรงต้านในการฝึกให้สูงขึ้นมีผลให้ค่าของงานที่ทำได้สูงสุด (Peak power Output: PP) เพิ่มสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. เครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต พบว่ามีผลต่อความสามารถแบบแอโรบิก ซึ่งสอดคล้องกับ Ball (1995) ที่ศึกษาผลของเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรตที่มีความหวาน 7 เปอร์เซ็นต์ โดยได้รับเครื่องดื่มในนาทีที่ 10, 20, 30 และ 40 ของการทดสอบต่อความสามารถในการเร่งความเร็วสูงสุดในช่วงท้ายหลังจากครบ 50 นาที โดยการปั่นจักรยานที่ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ของ VO_2 max จากนั้น ทำการทดสอบด้วยวิธี Wingate test พบว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรต สามารถปฏิบัติทักษะแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับน้ำเปล่า

5. การสลายตัวของสารอาหาร พบว่าสารอาหารไขมันมีส่วนเกี่ยวข้องกับการสะสมของกรดแลคติก ซึ่ง Ivy and Van (1981) สรุปว่า การเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) ในเลือดจะพบระหว่างการออกกำลังกาย และจากการศึกษาพบว่า ระยะเวลาก่อสะสมของกรดแลคติกจะมากขึ้นในผู้ที่ได้รับประทานอาหารประเภทไขมัน ซึ่งหมายความว่า ผู้ที่มีการออกกำลังกายเป็น

ประจำจะมีการใช้พลังงานจากไขมันได้ดีกว่าผู้ที่ไม่ได้ออกกำลังกาย ทำให้ยืดระยะของการสะสมของกรดแลคติก อีกทั้งยังส่งผลต่อความสามารถในการออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิกอีกด้วย

6. ขนาดของร่างกายและมวนกล้ามเนื้อ พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของร่างกายกับความสามารถกับความสามารถแบบแอนแอโรบิก Cooper, Weiler, Whipp and Wasserman (1984) และคนที่มีขนาดกล้ามเนื้อใหญ่จะช่วยให้สามารถเข้าถึงการทำงานที่ความหนักสูงสุดก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงระบบพลังงานเป็นไม่ใช้ออกซิเจน ผลของการปรับเปลี่ยนพลังงานในครั้งนี้ทำให้ยืดระยะเวลาการสะสมกรดแลคติกให้ช้าลง จึงมีผลต่อค่าความสามารถในการทำงานแบบแอนแอโรบิก และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอีกด้วย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสำเร็จในการลดน้ำหนัก และสมรรถภาพทางกาย โดยการฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานอินเทอร์วาล และการฝึกตามโปรแกรมปกติ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬามวยปล้ำของสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชลบุรี อายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 18 คน ซึ่งได้มาจากการรับอาสาสมัครนักกีฬาเพศหญิงและเพศชาย

ผู้วิจัยมีการประชุมและชี้แจงรายละเอียดของการวิจัยให้กลุ่มประชากร และรับสมัครประชากรที่สนใจเป็นอาสาสมัครเพื่อเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งมีการกำหนดเงื่อนไขหรือเกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัคร ดังนี้

1. ประสบการณ์การแข่งขันและการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 2 ปี
2. ผ่านการวินิจฉัยการตรวจสุขภาพโดยแพทย์ และไม่มีประวัติการบาดเจ็บจากการฝึกซ้อมหรือการแข่งขัน

แบ่งกลุ่มโดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) ใช้วิธีการจับฉลาก 2 กลุ่ม เพื่อเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 9 คน ดังนี้

1. กลุ่มทดลอง 9 คน ฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานแบบอินเทอร์วาล ความหนักอยู่ที่ร้อยละ 80-90 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดเป็นเวลา 8 วินาที ควบคุมรอบที่ 120-130 รอบต่อนาที พัก 12 วินาที ควบคุมรอบที่ 40 รอบต่อนาที รวม 20 นาที นาน 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน
2. กลุ่มควบคุม จำนวน 9 คน ฝึกตามโปรแกรมปกติ

แผนการทดลอง

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental designs) ดำเนินการวิจัยแบบกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ตามแบบแผนการทดลองแบบศึกษาสองกลุ่มวัดสองครั้ง The pretest-posttest design with nonequivalent groups (วรรณี แกมเกตุ, 2551, หน้า 146) โดยแบบเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังภาพที่ 3-1

Group	Pre-test		Post-test
E ⟶	O_1 ⟶	X_1 ⟶	O_2
C ⟶	O_1 ⟶	X_2 ⟶	O_2

เมื่อ E แทน กลุ่มทดลอง
C แทน กลุ่มควบคุม
O_1 แทน ทดสอบก่อนการทดลอง
O_2 แทน ทดสอบหลังการทดลอง
X_1 แทน ฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานอินเทอร์วาล
X_2 แทน ฝึกตามโปรแกรมปกติ

ภาพที่ 3-1 แบบแผนการทดลองแบบ The control-group pretest-posttest time-series design

โดยระดับค่าเริ่มต้นของตัวแปรด้านความสำเร็จในการลดน้ำหนักและด้านสมรรถภาพทางกาย ของกลุ่มทดลอง (E) และกลุ่มควบคุม (C) มีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย
   1.1 Bicycle ergometer (Cateye ergociser รุ่น EC-1200)
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ประกอบด้วย
   2.1 แบบบันทึกการตรวจสุขภาพ
   2.2 แบบบันทึกข้อมูลสัดส่วนของร่างกาย
   2.3 แบบบันทึกสมรรถภาพทางกาย

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ประกอบด้วย

3.1 น้ำหนักตัว (Body weight) ใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก Scaleman body fat analyzer (รุ่น FS-080W)

3.2 สัดส่วนของร่างกาย (Body composition) โดยวิธี DEXA (GE Lunar prodigy, Madison, WI, USA) ปริมาณรังสีรวม ประมาณ 1.5 microSv

3.3 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาใช้เครื่อง Back and leg dynamometer (Takei รุ่น T.K.K. 5402, Japan)

3.4 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Oxygen consumption: VO2max) ใช้แบบทดสอบสมรรถภาพเชิงแอโรบิกของออสตรานด์-ไรห์มิ่ง (Astrand-rhyming test) ใช้จักรยาน Bicycle ergometer (Cateye ergociser EC-1200)

3.5 สมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic performance) ใช้แบบทดสอบสมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิกของวินเกต (Wingate anaerobic test) ใช้จักรยาน Ergometer bike (Monark รุ่น 828E)

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ทำหนังสือประสานงานกับโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยบูรพา ห้องปฏิบัติการทดสอบสมรรถภาพทางกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา และศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชลบุรี เพื่อนัดหมายในการนำกลุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดสอบค่าตัวแปรต่าง ๆ ก่อนและหลังการฝึก

2. ประชุม อธิปรายและชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของการทำวิจัย ลำดับขั้นตอนการทดสอบ วิธีการทดสอบ รวมไปถึงข้อตกลงต่าง ๆ ในระหว่างการเข้าร่วมทำการวิจัย ให้กลุ่มตัวอย่างลงนามยินยอมเข้าร่วม ตามเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างการวิจัย และทำการบันทึกลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนักส่วนสูง

3. นำกลุ่มตัวอย่างวัดหาค่าสัดส่วนของร่างกาย เข้ารับการทดสอบ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน และสมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิกของกลุ่มตัวอย่างก่อนเข้ารับการฝึก

4. ดำเนินการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม โดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ใช้วิธีการจับฉลาก 2 กลุ่ม เพื่อเข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 9 คน ประกอบด้วย เพศชายและเพศหญิง รวมทั้งสิ้น 18 คน

5. กำหนดนัดประชุมกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนัดหมายวันเวลากับกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เพื่อดำเนินการทดลอง รวมถึงแจ้งรายละเอียดข้อควรปฏิบัติ และการสิ้นสุดการเข้าร่วมการวิจัย

6. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ตามวัน เวลา และสถานที่ที่นัดหมายไว้ โดยให้กลุ่มทดลอง ฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานอินเทอร์วาลกับการฝึกตามโปรแกรมปกติ และกลุ่มควบคุมฝึกโปรแกรมฝึกแบบปกติ

7. นำกลุ่มตัวอย่างวัดหาค่าสัดส่วนของร่างกาย เข้ารับการทดสอบ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน และสมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิกของกลุ่มตัวอย่างภายหลังเข้ารับการฝึก

8. นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อนำมาใช้ในการสรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่เก็บได้ไปวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

2. เปรียบเทียบความแตกต่างระว่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามก่อนการฝึกและหลังการฝึก โดยใช้สถิติ Dependent t-test

3. เปรียบเทียบความแตกต่างระว่างค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่างภายหลังการฝึก โดยใช้สถิติ Independent t-test

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสำเร็จในการลดน้ำหนัก และสมรรถภาพทางกาย โดยการฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานอินเทอร์วาล และการฝึกตามโปรแกรมปกติ ดังนี้

ตอนที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างก่อนการฝึก

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ขอมูลเพื่อเปรียบเทียบ ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมัน และมวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ขอมูลเพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด พลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิก และสมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

SD แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n แทน จำนวนกลุ่มตัว

t แทน ค่าสถิติทดสอบที

p แทน ค่าความน่าจะเป็น

* แทน ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างก่อนการฝึก

ตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ย อายุ น้ำหนักและส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะทางกายภาพ	อายุ (ปี)		น้ำหนัก (kg)		ส่วนสูง (cm)	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
กลุ่มทดลอง (n = 9)	20.33	1.32	64.76	16.02	164.44	7.57
กลุ่มควบคุม (n = 9)	20.22	13.02	63.72	9.41	165.89	5.71

จากตารางที่ 4-1 พบว่า กลุ่มทดลอง อายุเฉลี่ย 20.33 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 64.76 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 164.44 เซนติเมตร กลุ่มทดลอง อายุเฉลี่ย 20.22 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 63.72 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 165.89 เซนติเมตร

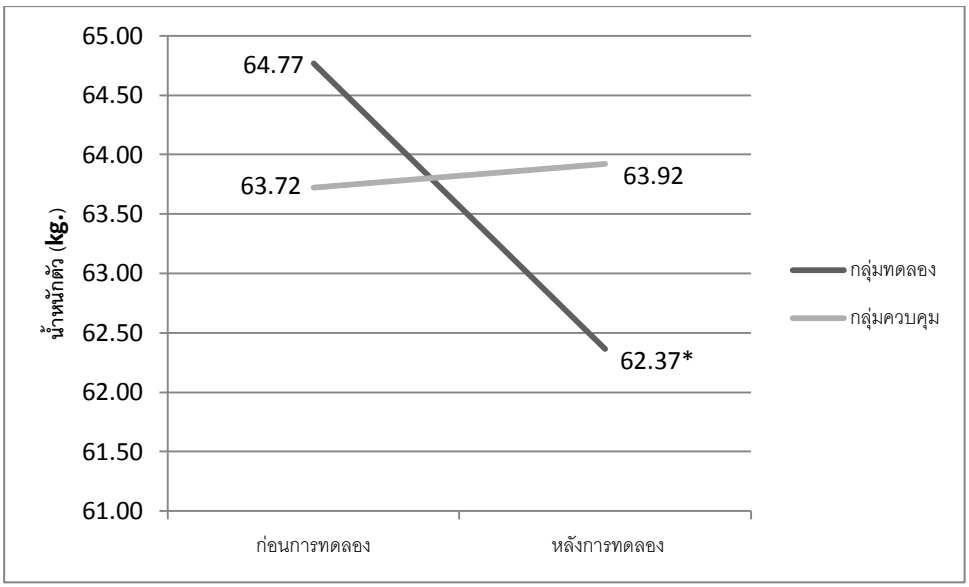
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ขอมูลเพื่อเปรียบเทียบ ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมัน และมวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์

ตารางที่ 4-2 การเปรียบเทียบน้ำหนักตัว (Body weight) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	น้ำหนักตัว (kg.)				
	n	$\bar{x}$	SD	t	p
กลุ่มทดลอง					
ก่อนการฝึก	9	64.77	16.02	4.188	.003*
หลังการฝึก	9	62.37	15.14		
กลุ่มควบคุม					
ก่อนการฝึก	9	63.72	9.41	-.282	.785
หลังการฝึก	9	63.92	9.99		

*p < .05

จากตารางที่ 4-2 ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักตัว (Body weight) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำหนักตัวของกลุ่มทดลองลดลงจาก 64.76 เป็น 62.36 กิโลกรัม สำหรับกลุ่มควบคุม พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังภาพที่ 4-1



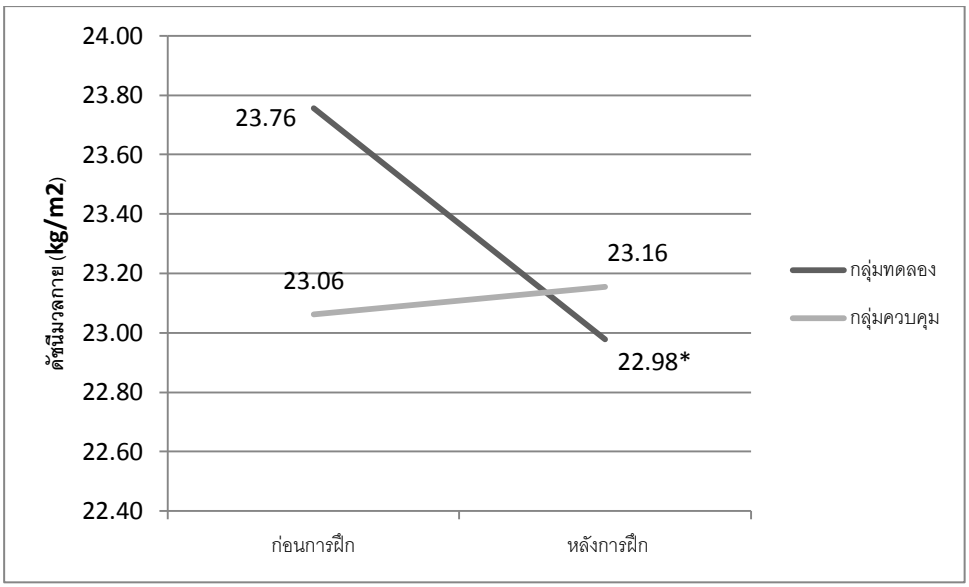
ภาพที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว (Body weight) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์

ตารางที่ 4-3 การเปรียบเทียบดัชนีมวลกาย (Body mass index) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	ดัชนีมวลกาย (kg/m^2)				
	n	$\bar{x}$	**SD**	**t**	**p**
กลุ่มทดลอง					
ก่อนการฝึก	9	23.75	5.24	4.360	.002*
หลังการฝึก	9	22.98	4.96		
กลุ่มควบคุม					
ก่อนการฝึก	9	23.06	2.74	-.367	.723
หลังการฝึก	9	23.16	3.05		

*p < .05

จากตารางที่ 4-3 ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า ดัชนีมวลกาย (Body mass index) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดัชนีมวลกายของกลุ่มทดลองลดลงจาก 23.75 เป็น 22.97 กิโลกรัมต่อตารางเมตร สำหรับกลุ่มควบคุม พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังภาพที่ 4-2

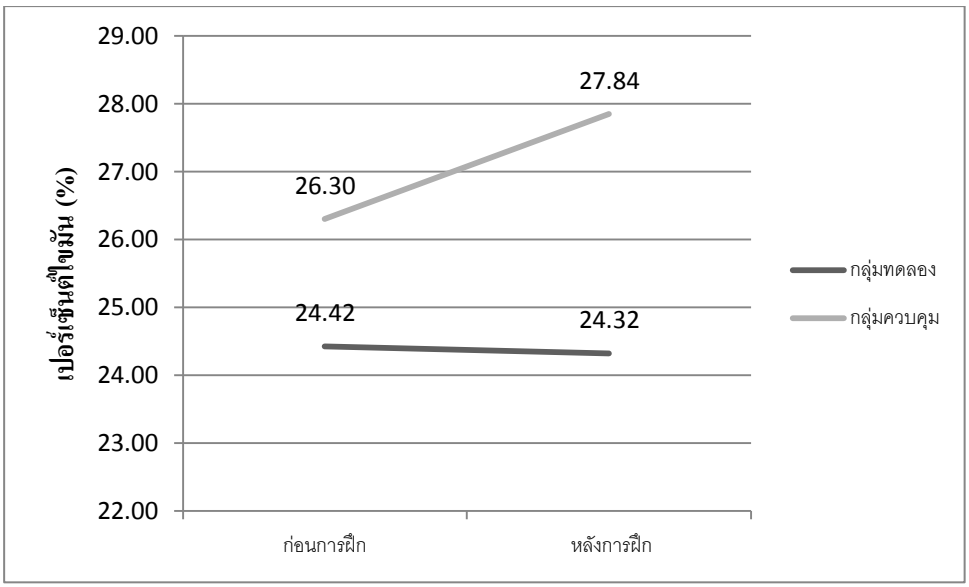


ภาพที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย (Body mass index) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์

ตารางที่ 4-4 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent fat) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	เปอร์เซ็นต์ไขมัน (%)				
	n	$\bar{x}$	**SD**	**t**	**p**
กลุ่มทดลอง					
ก่อนการฝึก	9	24.42	14.66	.096	.926
หลังการฝึก	9	24.32	14.55		
กลุ่มควบคุม					
ก่อนการฝึก	9	26.30	9.63	-1.686	.130
หลังการฝึก	9	27.84	9.15		

จากตารางที่ 4-4 ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent fat) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังภาพที่ 4-3

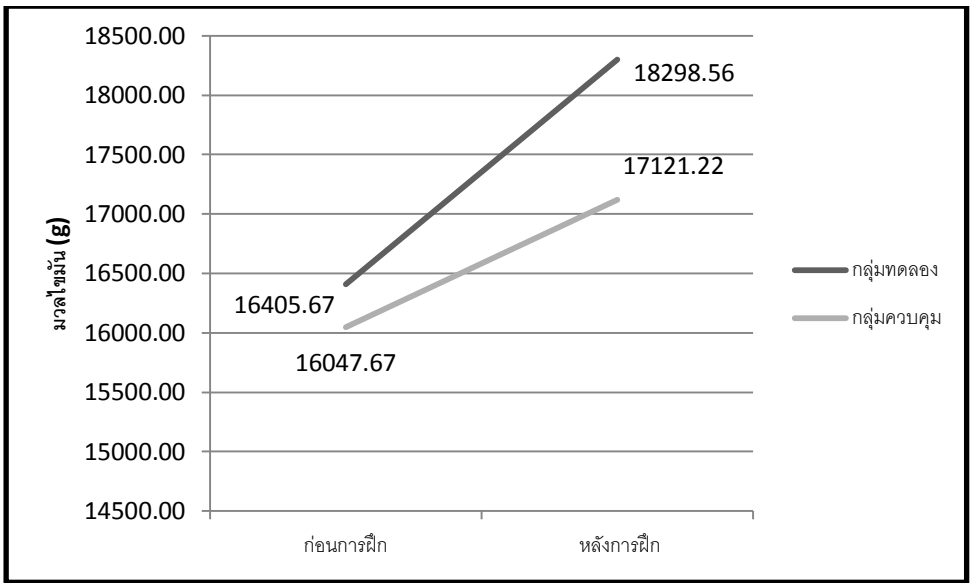


ภาพที่ 4-3 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent fat) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์

ตารางที่ 4-5 การเปรียบเทียบมวลไขมัน (Fat mass) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	น้ำหนักไขมัน (g)				
	n	$\bar{x}$	**SD**	**t**	**p**
กลุ่มทดลอง					
ก่อนการฝึก	9	164.05.67	13213.37	-1.188	.269
หลังการฝึก	9	182298.56	15432.55		
กลุ่มควบคุม					
ก่อนการฝึก	9	16047.67	6470.68	-1.434	.189
หลังการฝึก	9	17121.22	6051.64		

จากตารางที่ 4-5 ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า มวลไขมัน (Fat mass) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังภาพที่ 4-4

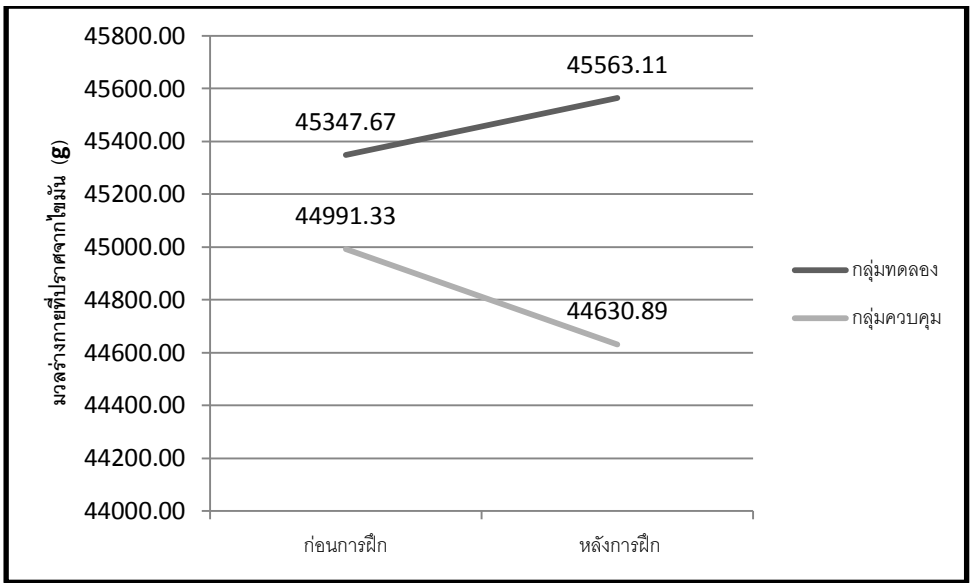


ภาพที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยมวลไขมัน (Fat mass) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์

ตารางที่ 4-6 การเปรียบเทียบมวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน (Free fat mass) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	น้ำหนักของร่างกายที่ไม่รวมไขมัน (g)				
	n	$\overline{x}$	**SD**	**t**	**p**
กลุ่มทดลอง					
ก่อนการฝึก	9	45347.66	9289.63	-.343	.741
หลังการฝึก	9	45563.11	8823.30		
กลุ่มควบคุม					
ก่อนการฝึก	9	44991.33	8865.78	.811	.441
หลังการฝึก	9	44630.88	9012.39		

จากตารางที่ 4-6 ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า มวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน (Free fat mass) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังภาพที่ 4-5



ภาพที่ 4-5 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของร่างกายที่ไม่รวมไขมัน (Free fat mass) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์

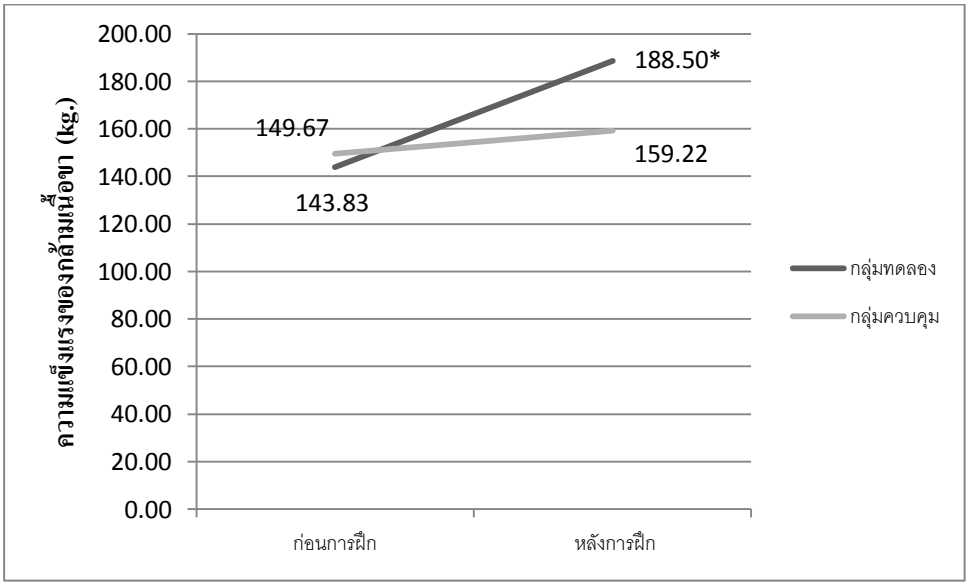
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ขอมูลเพื่อเปรียบเทียบ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด พลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิก และสมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์

ตารางที่ 4-7 การเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (kg.)				
	n	$\bar{x}$	**SD**	**t**	**p**
กลุ่มทดลอง					
ก่อนการฝึก	9	143.83	38.14	5.893	.000*
หลังการฝึก	9	188.50	54.06		
กลุ่มควบคุม					
ก่อนการฝึก	9	149.67	48.35	1.013	.341
หลังการฝึก	9	159.22	46.22		

*p < .05

จากตารางที่ 4-7 ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลอง เพิ่มขึ้นจาก 143.83 เป็น 188.50 กิโลกรัม สำหรับกลุ่มควบคุม พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังภาพที่ 4-6



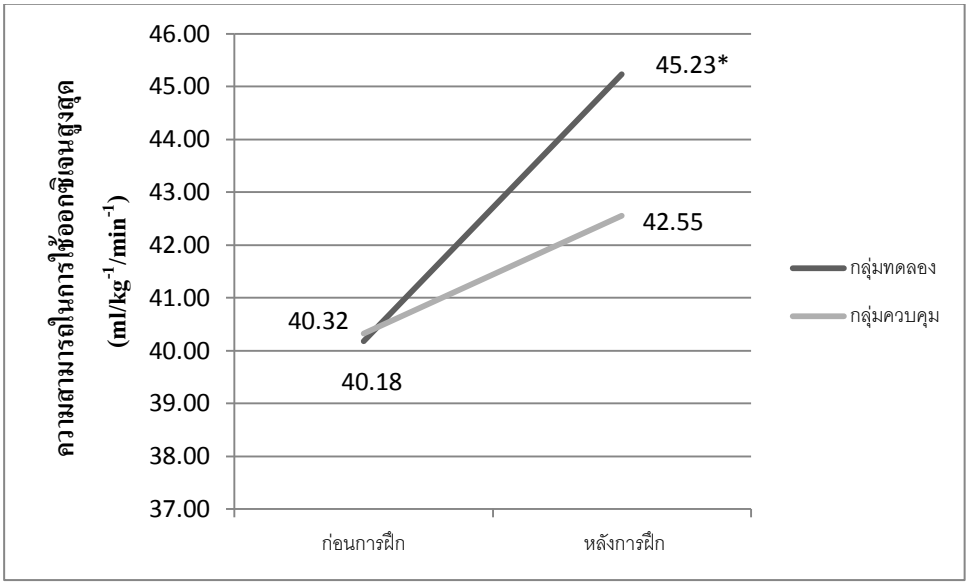
ภาพที่ 4-6 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์

ตารางที่ 4-8 การเปรียบเทียบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($ml/kg^{-1}/min^{-1}$)				
	n	$\bar{x}$	**SD**	**t**	**p**
กลุ่มทดลอง					
ก่อนการฝึก	9	40.18	5.85	3.374	.010*
หลังการฝึก	9	45.23	6.65		
กลุ่มควบคุม					
ก่อนการฝึก	9	40.32	6.74	1.261	.243
หลังการฝึก	9	42.55	8.48		

*p < .05

จากตารางที่ 4-8 ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มทดลอง เพิ่มขึ้นจาก 40.18 เป็น 45.23 $ml/kg^{-1}/min^{-1}$ สำหรับกลุ่มควบคุม พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังภาพที่ 4-7



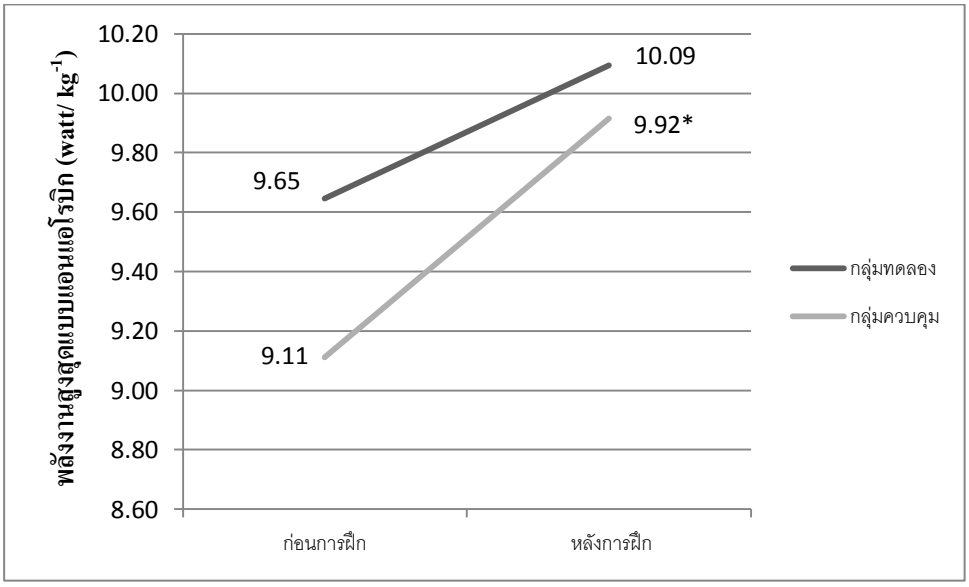
ภาพที่ 4-7 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์

ตารางที่ 4-9 การเปรียบเทียบพลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิก ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	พลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิก (watt/ kg^{-1})				
	n	$\bar{x}$	**SD**	**t**	**p**
กลุ่มทดลอง					
ก่อนการฝึก	9	9.65	1.33	1.648	.138
หลังการฝึก	9	10.09	1.56		
กลุ่มควบคุม					
ก่อนการฝึก	9	9.11	1.06	3.003	.017*
หลังการฝึก	9	9.92	1.51		

*p < .05

จากตารางที่ 4-9 ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า พลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิก ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิกของกลุ่มทดลอง เพิ่มขึ้นจาก 9.11 เป็น 9.91 watt/ kg^{-1} สำหรับกลุ่มทดลอง พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังภาพที่ 4-8



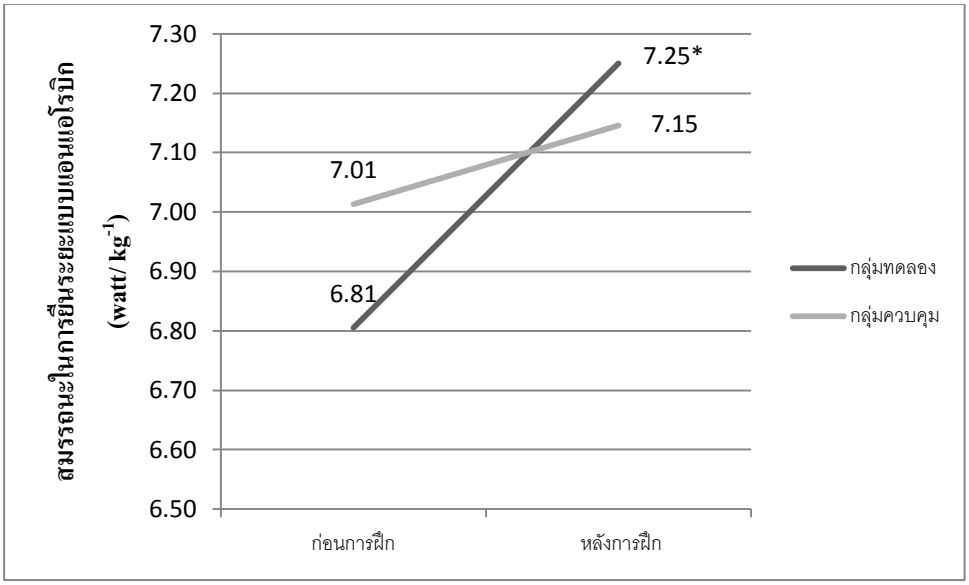
ภาพที่ 4-8 ค่าเฉลี่ยพลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิก ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์

ตารางที่ 4-10 การเปรียบเทียบสมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	สมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก (watt/ kg^{-1})				
	n	$\bar{x}$	**SD**	**t**	**p**
กลุ่มทดลอง					
ก่อนการฝึก	9	6.81	0.88	2.752	.025*
หลังการฝึก	9	7.25	0.88		
กลุ่มควบคุม					
ก่อนการฝึก	9	7.01	0.76	1.331	.220
หลังการฝึก	9	7.14	0.72		

*p < .05

จากตารางที่ 4-10 ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า สมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิกของกลุ่มทดลอง เพิ่มขึ้นจาก 6.81 เป็น 7.25 watt/ kg^{-1} สำหรับกลุ่มควบคุม พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสิถิติ ดังภาพที่ 4-9



ภาพที่ 4-9 ค่าเฉลี่ยสมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิกก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสำเร็จในการลดน้ำหนักและสมรรถภาพทางกาย โดยการฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานอินเทอร์วาลกับการฝึกตามโปรแกรมปกติ กลุ่มตัวอย่างในวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬา มวยปล้ำ อายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 18 คน เพศชาย จำนวน 11 คน และเพศหญิงจำนวน 7 คน แบ่งกลุ่มโดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายใช้วิธีการจับฉลาก 2 กลุ่ม เพื่อเข้ากลุ่มทดลอง จำนวน 9 คน ฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานแบบอินเทอร์วาลความหนักอยู่ที่ร้อยละ 80-90 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดเป็นเวลา 8 วินาที ควบคุมรอบที่ 120-130 รอบต่อนาที พัก 12 วินาที ควบคุมรอบที่ 40 รอบต่อนาที รวม 20 นาที นาน 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน และกลุ่มควบคุม จำนวน 9 คน ฝึกตามโปรแกรมปกติ เปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำหนักตัว สัดส่วนของร่างกายและสมรรถภาพทางกาย ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และสมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก

สรุปผลการวิจัย

ความสำเร็จในการลดน้ำหนัก ประกอบด้วย

1. น้ำหนักตัว (Body weight) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำหนักตัวของกลุ่มทดลองลดลงจาก 64.76 เป็น 62.36 กิโลกรัม สำหรับกลุ่มควบคุม พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทาง

2. ดัชนีมวลกาย (Body mass index) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดัชนีมวลกายของกลุ่มทดลองลดลงจาก 23.75 เป็น 22.97 kg/m^2 สำหรับกลุ่มควบคุม พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3. เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent fat) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4. มวลไขมัน (Fat mass) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

5. มวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน (Free fat mass) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สมรรถภาพทางกาย ประกอบด้วย

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลอง เพิ่มขึ้นจาก 143.83 เป็น 188.50 กิโลกรัม สำหรับกลุ่มควบคุม พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2. ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มทดลอง เพิ่มขึ้นจาก 40.18 เป็น 45.23 $ml/kg^{-1}/min^{-1}$ สำหรับกลุ่มควบคุม พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3. พลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิก ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิกของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้น จาก 9.11 เป็น 9.92 $watt/ kg^{-1}$ สำหรับกลุ่มทดลอง พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4. สมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก ของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นจาก 6.81 เป็น 7.25 $watt/ kg^{-1}$ สำหรับกลุ่มควบคุม พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสิถิติ

อภิปรายผล

จากการเปรียบเทียบความสำเร็จในการลดน้ำหนักและสมรรถภาพทางกาย โดยการฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานอินเทอร์วาลกับการฝึกตามโปรแกรมปกติของกลุ่มตัวอย่างภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า

น้ำหนักตัวก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำหนักตัวของกลุ่มทดลอง ลดลงจาก 64.76 เป็น 62.36 กิโลกรัม สำหรับกลุ่มควบคุม พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทาง ซึ่งเป็นผลมาจากการฝึกแบบอินเทอร์วาล เป็นแบบฝึกที่มีความเข้มข้นสูง ระยะเวลา 20 นาที และความบ่อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำให้ระบบการไหลเวียนของโลหิตและระบบการหายใจดีมีการการขนส่งเชื้อเพลิงที่จะนำมาใช้ในการสร้างพลังงานในระยะที่สั้น จึงทำให้น้ำหนักตัวลดลงเพียง 2.4 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 3.71 ซึ่งการลดน้ำหนักจำเป็นต้องวางเป้าหมายให้ตรงกันเพื่อให้เกิดการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ และเห็นผลได้ชัดเจน น้ำหนักที่ควรลดอย่างพอเหมาะโดยไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพคือการลดน้ำหนักตัว 0.5- 1 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ และเห็นผลได้ในระยะยาว

ดัชนีมวลกาย ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดัชนีมวลกายของกลุ่มทดลองลดลงจาก 23.75 เป็น 22.97 kg/m^2 สำหรับกลุ่มควบคุม

พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งเป็นผลน้ำหนักตัวภายหลังจากการฝึกแบบอินเทอร์วาล เป็นแบบฝึกที่มีความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบาลดลง จึงทำให้ดัชนีมวลกายลดลง โดยลดลง 0.78 kg/m^2 คิดเป็นร้อยละ 3.28

เปอร์เซ็นต์ไขมัน, มวลไขมัน และมวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งแหล่งของพลังงานในร่างกายได้จากการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตและไขมัน การเผาผลาญของสารอาหารทั้ง 2 ชนิด ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความหนักของการออกกำลังกาย (Intensity) ระยะเวลาในการออกกำลังกาย ระดับของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาแต่ละคน รวมทั้งองค์ประกอบของอาหารที่บริโภคก่อนการออกกำลังกาย และเมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์พบว่า ภายหลังการฝึกแบบอินเทอร์วาล เป็นการฝึกที่มีความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบา ทำให้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อและในตับที่สะสมอยู่มีจำนวนจำกัด และจะมีจำนวนลดลงในระหว่างการฝึกจนกระทั่งถึงจุดที่เกิดอาการเมื่อยล้า การออกกำลังกายด้วยแบบอินเทอร์วาลร่างกายจะเผาผลาญไขมันมาเป็นพลังงานได้ การเผาผลาญไขมันสะสมมาเป็นพลังงานในระหว่างการออกกำลังกายจะช่วยทำให้ออกกำลังกายได้นานขึ้นและเกิดอาการเมื่อยล้าช้าลง แต่สิ่งที่ควบคุมการสลายไขมันมาเป็นพลังงานภายในเซลล์ที่สำคัญ คือ ปริมาณกลูโคสที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย ถ้ามีในปริมาณสูงจะส่งผลให้การเผาผลาญกรดไขมัน โดยยับยั้งการขนส่งกรดไขมันเข้าไปในไมโตรคอนเดรีย กลูโคสที่อยู่ในสภาพนำมาใช้ประโยชน์ได้ง่ายและถูกเผาผลาญมักเกิดควบคู่กัน และปริมาณกรดไขมันอิสระในกระแสโลหิตที่มีระดับสูงในระหว่างการออกกำลังกายจะนำไปเผาผลาญในกล้ามเนื้อ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นจาก 143.83 เป็น 188.50 กิโลกรัม สำหรับกลุ่มควบคุม พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ พบว่า การฝึกแบบอินเทอร์วาล เป็นแบบฝึกที่มีความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบา โดยความหนักอยู่ที่ร้อยละ 80-90 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด เกิดจากการคลายและการเกร็งของกล้ามเนื้อลายอย่างต่อเนื่อง มีการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อ มีการเพิ่มขึ้นของไมโตคอนเดรีย ส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ซึ่งการฝึกแบบอินเทอร์วาลจะเป็นผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของระบบหัวใจไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ ซึ่งจะทำให้กล้ามเนื้อได้รับออกซิเจนและคาร์โบไฮเดรตมากขึ้น ซึ่งการฝึกความแข็งแรงในอีกความหมายหนึ่งคือการกำหนดระบบหดตัวของกล้ามเนื้อร่างกายทุกส่วนหรือเฉพาะส่วน มีการเคลื่อนไหวต่อต้านหรือแรงที่มีมากระทำในทิศทางตรงกันข้ามกับแรงของกล้ามเนื้อ ดังนั้น ความสามารถในการใช้แรงได้สูงสุดของนักกีฬา

มวยปล้ำที่ต้องการจะประสบความสำเร็จมิใช่มีแต่ทักษะอย่างเดียว แต่จะต้องมีกล้ามเนื้อที่แข็งแรงอย่างมากด้วย

ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นจาก 40.18 เป็น 45.23 ml/kg^{-1}/min^{-1} สำหรับกลุ่มควบคุม พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ช่วยพัฒนาค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยเพิ่มขึ้น 5.05 ml/kg^{-1}/min^{-1} คิดเป็นร้อยละ 2.03 ซึ่งเป็นผลมาจากลักษณะการออกกำลังกายแบบอินเทอร์วาล เป็นรูปแบบที่กลุ่มทดลองต้องฝึกความหนักที่เกือบสูงสุด (Submaximal) อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน กล้ามเนื้อสามารถนำออกซิเจนไปสร้างพลังงานได้ดี ร่างกายมีการประสานงานกันเป็นอย่างดีของระบบหายใจ และไหลเวียนเลือด จึงส่งผลให้ค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดภายหลังการฝึกเพิ่มขึ้น ซึ่งค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเป็นสิ่งที่แสดงถึงความสามารถสูงสุดในการนำเอาออกซิเจนเข้าสู่ร่างกาย การขนส่งออกซิเจน และการใช้ออกซิเจนให้เป็นประโยชน์ในระหว่างการออกกำลังกายโดยไม่มีการกลับไปใช้พลังงานในระบบแอนแอโรบิกอีก และไม่ก่อให้เกิดการเป็นหนี้ออกซิเจนด้วย ดังนั้นการมีสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มมากขึ้นก็คือ การมีระดับสมรรถภาพทางกายเพิ่มมากขึ้นไปด้วย ซึ่งหมายความว่า ระบบหายใจและไหลเวียนเลือดได้กลายเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในด้านที่เกี่ยวกับการนำเอาออกซิเจนเข้าสู่ร่างกาย การขนส่งออกซิเจน และการใช้ออกซิเจนให้เป็นประโยชน์ในระหว่างการออกกำลังกาย

พลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิก ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิกของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นจาก 9.11 เป็น 9.91 watt/ kg^{-1} สำหรับกลุ่มทดลอง พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์พบว่า ภายหลังการฝึก พบว่า พลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิกไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความหนักของการฝึกไม่เพียงพอต่อการเปลี่ยนแปลงของพลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิก ถึงแม้ว่าความหนักของกลุ่มทดลองจะมีความหนักร้อยละ 80-90 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด แต่ก็ไม่ใช่การฝึกที่หนักสูงสุด ซึ่งอาจจะยังหนักไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในพลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิก

สมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก ก่อนการฝึกและหลังการฝึก ของกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก ของกลุ่มทดลอง เพิ่มขึ้นจาก 6.81 เป็น 7.25 watt/ kg^{-1} สำหรับกลุ่มควบคุม พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสิถิติ เมื่อพิจารณาจากผลการวิจัย พบว่า ภายหลังการฝึก ช่วยพัฒนาค่าสมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก สอดคล้องกับ Colin (2013) ทำการศึกษาสมรรถนะในการยืนระยะแบบ

แอนแอโรบิก โดย Rope hight interval training สะบัดสลับขึ้นลงซ้ายขวา 30 วินาที พัก โดยการสะบัดแยกออกจากกัน 60 วินาที เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า สมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.94

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

โปรแกรมการฝึกแบบอินเทอร์วาลสามารถนำไปพัฒนาสมรรถภาพทางกายและควบคุมน้ำหนักในนักกีฬาประเภทศิลปะป้องกันตัว หรือกีฬาชนิดอื่นรวมทั้งคนทั่วไปได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการประเมินสัดส่วนของร่างกายและการให้ความรู้เรื่องโภชนาการเฉพาะบุคคลและมีการคำปรึกษา เช่น แพทย์ให้การรักษา นักโภชนาการ นักจิตวิทยาและนักพฤติกรรมบำบัด เนื่องจากการลดน้ำหนักจำเป็นต้องวางเป้าหมายให้ตรงกันเพื่อให้เกิดการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพและเห็นผลได้ชัดเจน ส่วนระยะเวลาในการลดน้ำหนักแต่ละบุคคลจะปรับตัวไม่เท่ากันเป็นเรื่องของเพศ วัย ความตั้งใจ ความสม่ำเสมอ และความซื่อสัตย์ต่อตนเอง น้ำหนักที่ควรลดอย่างพอเหมาะโดยไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

บรรณานุกรม

กรมอนามัย. (2543). *เกณฑ์อ้างอิง น้ำหนัก ส่วนสูง และเครื่องชี้วัด ภาวะโภชนาการของประชาชนไทยอายุ 1 วัน-19 ปี.* นนทบุรี: กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

ถาวรินทร รักษ์บำรุง. (2544). *ผลการฝึกออกกำลังกายด้วยความเข้มข้น ระยะเวลาและความบ่อยที่แตกต่างกันต่อสมรรถภาพทางกาย.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ธวัชชัย กาญจนะทวีกุล. (2541). *ผลของการฝึกการออกกำลังกายประเภททนทานต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของหัวใจ.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาพลศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประทุม ม่วงมี. (2527). *รากฐานทางสรีรวิทยา.* กรุงเทพฯ: บูรพาสาส์น.

ประทุม ม่วงมี. (2532). *อินเทอร์วาลเทรนนิ่ง คู่มือการฝึกกีฬา.* กรุงเทพฯ: อมรการพิมพ์.

ปิยาวัฒน์ ศรีสวัสดิ์นุภาพ, วิภาวรรณ ลีลาสำราญ และวุฒิชัย เพิ่มศิริวาณิชย์. (2554). การศึกษาองค์ประกอบทางร่างกายและร้อยละไขมันในนักกีฬายูโดเยาวชนไทยกลุ่มที่ได้รับชัยชนะกับไม่ได้รับชัยชนะ. *เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร*, 21(2), 68-72.

พีระพงศ์ บุญศิริ. (2538). *สรีรวิทยาการออกกำลังกาย (วิทยาศาสตร์การกีฬา).* กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

เพ็ญพิมล ธัมมรัคคิต. (2532). *สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย.* ขอนแก่น: ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วรรณี แกมเกตุ. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ (Research methodology in behavioral sciences)* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิรัตน์ สนจันทร์. (2555). *ผลของการฝึกแบบอินเทอร์วาลในระดับความหนักและระยะเวลาต่างกันที่มีต่อความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้ ปริมาณฮีโมโกลบิน สมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก และแอนแอโรบิกเทรชโฮล.* ดุษฎีนิพนธ์วิทยาศาสตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.

วุฒิพงษ์ ปรมัตถากร และอารี ปรมัตถากร. (2542). *วิทยาศาสตร์การกีฬา.* กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

สิริกาญจน์ สันติเสวี. (2549). การทดสอบสมรรถภาพทางกายที่เหมาะสมกับนักกีฬามวยปล้ำ *สารวิทยาศาสตร์การกีฬา, 72*, 8-9.

สุกัญญา เจริญวัฒนะ. (2547). *สภาพโภชนาการนักกีฬาบาสเกตบอลเยาวชน*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุกัญญา เจริญวัฒนะ. (2552). พลังงานจากสารอาหารและปริมาณไขมันของนักกีฬาฟุตบอลอาชีพในระหว่างฤดูกาลแข่งขัน. ใน *ICSES 2010 International conference on sports and exercise science, 11-14 Dec, 2010*, Chiang Mai, Thailand. ม.ป.ท.

อุไร พรหมมา. (2528). *การเปรียบเทียบผลการฝึกความอดทนแบบอากาศนิยมด้วยความหนักของงานสูงสุด โดยใช้ระยะเวลาแตกต่างกัน*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาพลศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุไร อุตตโรทัย. (2553). *บทความโภชนาการ*. กรุงเทพฯ: ฝ่ายโภชนาการ กองส่งเสริมสุขภาพ สำนักอนามัย.

Agel, J., Ransone, J., Dick, R., Oppliger, R., & Marshall, S. W. (2007). Descriptive epidemiology of collegiate men's wrestling injuries: National collegiate athletic association injury surveillance system, 1988-1989 through 2003-2004. *Journal of Athletic Training*, *42*(2), 303-310.

American College of Sports Medicine. (2000). *ACSM's guideline for exercise testing and prescription* (6th ed.). Maryland: Lippincott Williams and Wikings'.

Artioli, G. G., Gualano, B., Franchini, E., Scagliusi, F. B., Takesian, M., Fuchs, M., & Lancha A. H. (2010). Prevalence, magnitude, and methods of rapid weight loss among judo competitors. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 42*(3), 436-442.

Astrand, P. O. (1956). Human physiology fitness with special reference to age and sex. *Physiology Review*, *36*, 307.

Astrand, P. O., & Rodahl, H. K. (1986). *Textbook of work physiology bases of exercise.* New York: McGraw-Hill.

Ball, T. C. (1995). The effect of a carbohydrate-electrolyte replacement drink taken during high Intensity exercise on sprint capacity at the end of exercise. *Institute for Sport and Human Performance University of Oregon, 52*, 546-553.

Buchfuhrer, M. J., & Hansen, J. E. (1983). Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment. *Journal of Applied Physiology, 55*(5), 1558-1564.

Cadwallader, A. B., de la Torre, X., Tieri, A., & Botre, F. (2010). The abuse of diuretics as performance-enhancing drugs and masking agents in sport doping: Pharmacology, toxicology and analysis. *British Journal Pharmacology, 161*(1), 1-16.

Callan, S. D., Brunner, D. M., Devolve, K. L., Mulligan, S. E., Hesson, J., Wilber, R. L., & Kearney, J. T. (2000). Physiological profiles of elite freestyle wrestlers. *Journal of Strength and Conditioning Research, 14*(2), 162-169.

Claremont, A. D., Costill, D. L., Fink, W. J., & Vanhandel, P. (1976). Heat tolerance following diuretic induced dehydration. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 8,* 239-243.

Colin, M. (2013). *Physiology responses to a battling rope high intensity interval training protocol.* Master's thesis, Human Kinetics, The University of Windsor.

Cooper, D. M., Weiler, R. D., Whipp, B. J., & Wasserman, K. (1984). Aerobic parameter of exercise as a function body size during growth in children. *Journal of Applied Physiology, 56*(3), 628-634.

Costill, D. L., & Sparks, K. E. (1973). Rapid fluid replacement following thermal dehydration. *Journal of Applied Physiology, 34*(3), 299-303.

Coyle, E. F., & Coyle, E. (1993). Carbohydrates that speed recovery from training. *The Physician and Sportsmedicine, 21*(21), 111-123.

Davis, J. A., Voda, P., & Wilmor, J. H. (1976). Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three mode of exercise. *Journal of Applied Physiology, 41*(4), 544-550.

Filaire, E., Maso, F., Degoutte, F., Jouanel, P., & Lac, G. (2001). Food restriction, performance, psychological state and lipid values in judo athletes. *International Journal of Sports Medicine, 22*(6), 454-459.

Fogelholm, G. M. (1994). Effects of body weight reduction on sports performance. *International Journal of Sports Medicine, 18*(4), 249-267.

Fogelholm, G. M., Koskinen, R., Laakso, J., Rankinen, T., & Ruokonen, I. (1993). Gradual and rapid weight loss: Effects on nutrition and performance in male athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 25*(3), 371-377.

Forster, C., Poole, C., Bushey, B., & Wilborn, C. (2009). Interval vs. continuous training methods roduce both different and similar effects on physiological measures. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *16*(1), 2897. Retrieved form www.acsm.org

Foss, M. L., & Keteyian, S. J. (1998). *FOX's physiological basis for exercise and sport* (6th ed.). Boston: WCB McGraw Hill.

Gibson, R. S. (1990). *Principles of nutritional assessment.* New York: Oxford University Press.

Green, C. M., Petrou, M. J., Fogarty-Hover, M. L. S., & Rolf, C. G. (2007). Injuries among judokas during competition, Scandinavian. *Journal of Medicine & Science Sports, 17*(3), 205-210.

Hermansen, L. (1973). Oxygen transport during exercise in humans subject. *Acta Physiology Scand, 399,* 1-104.

Hetlelid, K. J., Herold, E., & Seiler, S. (2009). Comparison of metabolic responses to high intensity interval training in trained and well-trained males. *International Journal of Sports Medicine, 41*(5), 501.

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*, 1-8. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1155/2010/480467

Inbar, O., Bar-Or, O., & Skinner, J. S. (1996). *The wingate anaerobic test*. Champaign: Human Kinetics.

Ivy, J. L., & Van, H. (1981). Alteration in the lactate threshold with changes in substrate a vailability. *International Sport Medicine, 2,* 139-142.

Kim, S., Greenwell, T. C., Andrew, D. P. S., Lee, J., & Mahony, D. F. (2008). An analysis of spectator motives in an individual combat sport: A study of mixed martial arts fans. *Sport Marketing Quarterly, 17*(2), 109-119.

King, J., Broeder, C., Browder, K., & Panton, L. (2002). A comparison of interval vs. steady-state exercise on substrate utilization in overweight women. *International Journal of Sports Medicine, 34*(5), s 130.

Mahan, K., & Escott-Stump, S. (2000). *Krause's food, nutrition & diet therapy*. USA WB: Sanders Company.

Mahdi, B., Babak, F., Reza, G., & Hamid, A. A. (2011). A practical model of low-volume high-intensity interval training induces performance and metabolic adaptations that resemble 'all-out' sprint interval training. *Journal of Sports Science and Medicine, 10,* 571-576.

McArdle, W. D., Katch, F. L., & Katch, V. L. (2007). *Essentials of exercise physiology* (6th ed.). Lippincott: William & Wilkins.

Mehdi, A., Alireza, R., & Mohammad, A. A. (2012). Comparison of physiological characteristics and physical fitness of junior young students in freestyle and Greco-Roman wrestling. *Scholars Research Library Annals of Biological Research, 3*(7), 3229-3233.

Melby, C. L., Schmidt, W. D., & Corrigan, D. (1990). Resting metabolic rate in weight-cycling collegiate wrestlers compared with physically active, noncycling control subjects. *The American Journal of Clinical Nutrition, 52,* 409-414.

Ministry of Public Health. (2003). *Dietary reference intake tables for Thais 2003*. Bangkok: Nutrition Division Department.

Nobel, B. J. (1986). *Physiology of exercise and sport*. St.Louis: Time Mirror/ Mosby College.

Oopik, V., Paasuke, M., Sikku, T., Timpmann, S., Medijainen, L., Ereline, J., Smirnova, T., & Gapejeva, E. (1996). Effect of rapid weight loss on metabolism and isokinetic performance capacity. A case study of two well trained wrestlers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 36*(2), 127-131.

Oppliger, R. A., Case, H. S., Horswill, C. A., Landry, G. L., & Shelter, A. C. (1996). Position stand: Weight loss in wrestlers. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 28*(2), 9-12.

Robergs, R. A., & Roberts, S. O. (1997). *Exercise physiology* (3rd ed.). St Louis: The C. V. Mosby.

Roemmich, J. N., & Sinning, W. E. (1996). Sport-seasonal changes in body composition, growth, power and strength of adolescent wrestlers. *International Journal of Sports Medicine, 17*(2), 92-99.

Satin, B., Biomqvist, G., Mitchell, J. H., Johnson, R. L., Wildenthal, K., & Chapman, C. B. (1968). Response to submaximal exercise after bed rest and training. *Circulation Journal, 38*(5), 1-78.

Sidner, A. B. (1998). *The effect of high resistance on peak power output and total mechanical workduring shor duration high intensity of Oregon*. Retrieved from: Sport Discus: anaerobic power Item: 1

Steen, S. N., Oppliger, R. A., & Brownell, K. D. (1988). Metabolic effects of repeated weight loss and regain in adolescent wrestlers. *The Journal of the American Medical Association*, *260,* 47-50.

Swain et al. (1994). Target HR for the development of CV fitness'. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 26*(1), 112-116 .

Webster, S., Rutt, R., & Weltman, A. (1990). Physiological effects of a weight loss regimen practiced by college wrestlers. *International Journal of Sports Medicine, 22*(2), 229-234.

Widerman, P. M., & Hagen, R. D. (1982). Body weight loss in a wrestler preparing for competition: A case report. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 14,* 413-418.

Wilmore, J., Costill, D., & Kenney, W. (2008). *Physiology of sport and exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Zambraski, E. J., Foster, D. T., Gross, P. M., & Tipton, C. M. (1976). Iowa wrestling study: Weight loss and urinary profiles of collegiate wrestlers. *Journal of Medicine & Science Sports, 8,* 105-108.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

โปรแกรมการฝึกมวยปล้ำ

โปรแกรมการฝึกซ้อมแบบปกติ กีฬามวยปล้ำ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชลบุรี วันจันทร์ พุธ และศุกร์

วัน	เวลา	รายการ	ความถี่	ความหนัก	เวลา
จ-พ-ศ	17.00-19.00	Weight training program			
		Worm up treadmill			10 min
		Stretching			10 min
		Eco meter bicycle exercise		5,000 m.	20 min
		Weight training			60 min
		Cool down and stretching			20 min

โปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานอินเทอร์วาล กีฬามวยปล้ำ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชลบุรี วันจันทร์ พุธ และศุกร์

วัน	เวลา	รายการ	ความถี่	ความหนัก	เวลา
จ-พ-ศ	17.00-19.00	Weight training program			
		Worm up treadmill			15 min
		Stretching			10 min
		Interval training			20 min
		Weight training			60 min
		Cool down and stretching			25 min

<u>หมายเหตุ</u> การฝึกปั่นจักรยานแบบอินเทอร์วาล (Interval training) คือ การปั่นจักรยานความหนักอยู่ที่ 80-90% MHR 8 วินาที 120-130 rpm พัก 12 วินาที 40 rpm 20 นาที

วิธีฝึกปั่นจักรยานแบบอินเทอร์วาล

ปั่นจักรยานความหนักอยู่ที่ 80-90% MHR 8 วินาที 120-130 rpm พัก 12 วินาที 40 rpm 20 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ฝึก 8 สัปดาห์

การหาชีพจรเป้าหมาย (Target heart rate)

$$THR = [(MHR - RHR) \times \%HRR] + RHR$$

เมื่อ

THR = Target heart rate (ชีพจรเป้าหมาย)

MHR = Maximum heart rate (ชีพจรสูงสุดตามอายุ)

$$MHR = 220 - \text{อายุ}$$

RHR = Resting heart rate (ชีพจรขณะพัก)

HRR = Heart rate reserve (ชีพจรสำรอง)

$$HRR = MHE - RHE$$

เช่น นักกีฬา อายุ 20 ปี ชีพจรขณะพัก 70 ครั้ง/ นาที ออกกำลังการที่ชีพจร 80-90% MHR

$$THR = [(MHR - RHR) \times \%HRR] + RHR$$
$$= [(200-70) \times 0.8] + 70$$
$$= [130 \times 0.8] + 70$$
$$= 104 + 70$$
$$= 174 \text{ ครั้ง/ นาที}$$

ชีพจรเป้าหมายที่ 80% MHR เท่ากับ 174 ครั้ง/ นาที

และ $= [(200-70) \times 0.9] + 70$

$= [130 \times 0.9] + 70$

$= 117 + 70$

$= 187$ ครั้ง/ นาที

ชีพจรเป้าหมายที่ 90% MHR เท่ากับ 187 ครั้ง/ นาที

ดังนั้น ออกกำลังการที่ชีพจร 80-90% MHR เท่ากับ 174-187 ครั้ง/ นาที

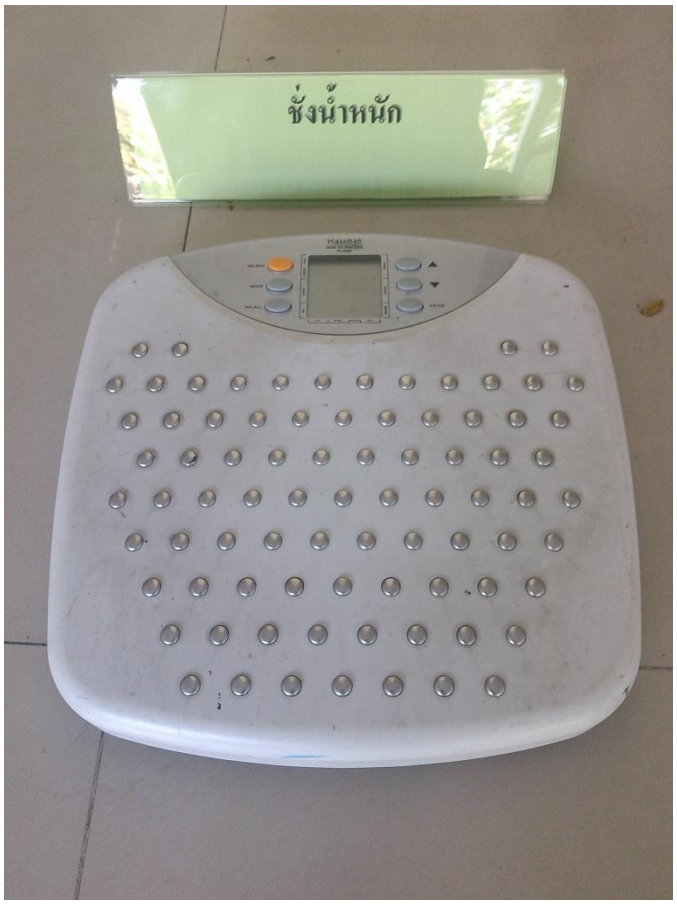
ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

น้ำหนักตัว (Body weight)

การวัดหาค่าน้ำหนักตัว โดย เครื่องชั่งน้ำหนัก Scale man body fat analyzer (รุ่น FS-080W)



เครื่องชั่งน้ำหนัก Scale man body fat analyzer (รุ่น FS-080W)

สัดส่วนของร่างกาย (Body composition)

การวัดสัดส่วนของร่างกาย การวัดหาปริมาณ %Fat, Fat Mass และ Free fat mass โดย

Body composition measurement

The body composition is measured using dual energy X-ray absorptiometry (DXA) (GE Lunar Prodigy, Madison, WI, USA) including whole-body and regional body compositions. Manufacturer's normative data is used as a reference range.

ปริมาณรังสีรวมที่ได้รับจากการตรวจด้วย Dual energy X-ray absorptiometry (DXA) ประมาณ 1.5 microSv ซึ่งเป็นปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณรังสีที่ได้รับจากการถ่ายภาพเอกซเรย์ปอด 1 ครั้ง (คือประมาณ 20.0 microSv)

Dual energy X-ray absorptiometry (DXA) (GE Lunar Prodigy, Madison, WI, USA)

การวัดหาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา โดย Back and leg dynamometer (Takei รุ่น T.K.K. 5102)

วิธีการทดสอบ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบยืนบนที่วางเท้าของเครื่องมือ
2. ย่อเข่าลงและแยกเข่าออกเล็กน้อย หลังและแขนตรง เข่างอประมาณ 130 - 140 องศา
3. จับที่ดึงในท่ามือคว่ำเหนือระหว่างเข่าทั้งสอง จัดสายให้พอเหมาะ
4. ออกแรงเหยียดขาให้เต็มที่
5. ทำ 2 ครั้ง ใช้ค่าที่มากที่สุด
6. บันทึกผลการวัดเป็นกิโลกรัม นำผลที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัว

Back and leg dynamometer (Takei รุ่น T.K.K. 5102)

การทดสอบสมรรถภาพเชิงแอโรบิก ใช้แบบทดสอบสมรรถภาพเชิงแอโรบิกของออสตรานด์-ไรห์มิ่ง (Astrand-rhyming test)

วิธีการทดสอบ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบขึ้นนั่งบนอานจักรยาน จัดระดับอานให้พอเหมาะ (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

6. บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจทุกครั้งเป็นเวลา 6 นาที ถ้าถึงนาทีที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจยังต่ำกว่า 120 ครั้ง/นาที ให้เพิ่มน้ำหนักถ่วงอีก 0.5 กิโลปอนด์ เพิ่มเวลาในการทดสอบอีก 1 นาที และจับชีพจรต่อทุกนาที แล้วนำอัตราการเต้นของหัวใจ ช่วง 2 นาทีสุดท้ายมาหาค่าเฉลี่ย (ถ้าอัตราการเต้นของหัวใจคงที่ หรือมีความแตกต่างไม่เกิน บวกลบ 5 ครั้งต่อนาที)

การบันทึก

1. บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจที่อ่านตารางหาค่าสมรรถภาพในการใช้ออกิเจนจากการเต้นของหัวใจและน้ำหนักถ่วง

2. เทียบจากน้ำหนักตัวและค่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอายุ (Age factor) เป็นสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด มีหน่วยเป็น มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที

Bicycle Ergometer (Cateye ergociser EC-1200)

การทดสอบสมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก ใช้แบบทดสอบสมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิกของวินเกต (Wingate anaerobic test)

การทดสอบวินเกท แอนแอโรบิกเทสต์ (Wingate anaerobic test)

การทดสอบวินเกท แอนแอโรบิกเทสต์ เป็นการทดสอบพลังและสมรรถภาพของการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนของสถาบันวิทยาศาสตร์วินเกทในประเทศอิสราเอล ซึ่งพัฒนามาจากแบบทดสอบการทำงานที่ระดับสูงสุดในระยะเวลาสั้น ๆ คือ การปั่นจักรยานแบบเร่งเต็มที่ (All out)

ในเวลา 30 วินาที โดยตั้งน้ำหนักถ่วงให้สัมพันธ์กับน้ำหนักตัวของผู้เข้าร่วมการทดสอบและวัดระยะทางจากจำนวนรอบถีบ ซึ่งบันทึกทุก ๆ 5 วินาที นำมาคำนวณหา Anaerobic power และ Anaerobic capacity การทดสอบแบบนี้มีความเที่ยงตรงสามารถนำไปทำนายพลังงและสมรรถภาพแบบแอนแอโรบิก เพราะมีความสัพพันธ์กันระหว่าง Power กับ Capacity ของ ATP และ Glycolysis system ในกล้ามเนื้อ โดยจะสามารถวัดค่าต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้ (Inbar, Bar-Or & Skinner, 1996)

1. ค่าของงานที่ทำได้สูงสุด (Peak Power Output: PP) เป็นค่าของพลังสูงสุดที่วัดจากช่วง 5 วินาทีของการออกกำลังกาย บ่งชี้ถึงความสามารถในการสร้างกำลังงานของระบบพลังงานแบบฉับพลัน

$$\text{Peak Power Output: PP} = \frac{\text{แรง X ระยะทาง (จำนวนรอบ + 6 เมตร)}}{\text{เวลาเป็นนาที (5 วินาที = 0.0833 นาที)}}$$

2. ค่าสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic capacity) เป็นค่าของงานที่ได้สำเร็จในระยะเวลา 30 วินาที คำนวณจากสูตร

$$\text{Anaerobic capacity} = \text{แรง X ระยะทางรวมทั้งหมดภายในเวลา 30 วินาที}$$

3. ค่าความสัมพันธ์ของสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่อมวลของร่างกาย (Relative anaerobic capacity) คำนวณจากสูตร

$$\text{Relative anaerobic capacity} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยของกำลังงานที่ทำได้ใน 30 วินาที}}{\text{มวลของร่างกาย (กิโลกรัม)}}$$

4. ความสัมพันธ์ของกำลังงานที่ทำได้สูงสุดต่อมวลร่างกาย (Relative Peak Power Output: RPP) คำนวณจากสูตร

$$\text{Relative peak power output} = \frac{\text{กำลังงานที่ทำได้สูงสุด}}{\text{มวลของร่างกาย (กิโลกรัม)}}$$

5. ร้อยละดัชนีบ่งชี้ความเหนื่อย (% Fatigue Index) คือเปอร์เซ็นต์ของการลดลงของกำลังงานในระหว่างการทดสอบ มีหน่วยเปอร์เซ็นต์ คำนวณจากสูตร

$$\%\ \text{Fatigue index} = \frac{\text{(กำลังงานสูงสุด - กำลังงานต่ำสุด) X100}}{\text{กำลังงานสูงสุด}}$$

การทดสอบสมรรถภาพแบบแอนแอโรบิกตามวิธีของวินเกท (Wingate test)

วิธีการทดสอบประกอบด้วย

1. ปรับระดับที่นั่งของจักรยานวัดงานให้พอเหมาะ โดยให้ผู้รับการทดสอบสามารถเหยียดขาให้สุดพอดีขณะนั่ง

2. ป้อนข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ได้แก่ ชื่อ อายุ น้ำหนักตัว และน้ำหนักถ่วงในการทดสอบ (น้ำหนัก X 0.075)

3. อบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 2 นาที โดยใช้งานระดับเบา แล้วเพิ่มความเร็วของการปั่นประมาณ 100 รอบต่อนาที

4. บอก “เริ่ม” พร้อมกดสัญญาณที่แป้นพิมพ์ เพื่อเพิ่มน้ำหนักถ่วงและนับรอบจากการปั่นขณะเดียวกันผู้เข้าร่วมการทดสอบต้องปั่นจักรยานอย่างเต็มที่ตลอดเวลา 30 วินาที

5. เมื่อปั่นครบเวลาแล้วต้องรีบลดน้ำหนักถ่วง แล้วให้ผู้ทดสอบปั่นต่อช้า ๆ อีก 2-3 นาที

6. ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ จะขึ้นกราฟความเร็วของการปั่นตลอดเวลาการทดสอบ และค่าพลังงานแบบแอนแอโรบิกกับสมรรถภาพแบบแอนแอโรบิก

Ergometer Bike (Monark รุ่น 828E)

ภาคผนวก ค

แบบบันทึกการตรวจสุขภาพ

แบบบันทึกข้อมูลสัดส่วนของร่างกาย

แบบบันทึกผลการทดสอบสมรรถภาพทางกาย

ลำดับ.....

แบบบันทึกการตรวจสุขภาพ

งานวิจัยเรื่อง: ผลของการฝึกแบบอินเทอร์วาลที่มีต่อความสำเร็จในการลดน้ำหนัก และสมรรถภาพทางกายของนักกีฬามวยปล้ำ

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ นายกิตติศักดิ์ วงษ์ดนตรี

ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ดร.สุกัญญา เจริญวัฒนะ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.กนก พานทอง, พญ. อลิสรา วงศ์สุทธิเลิศ

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ชื่อ-สกุล.....อายุ.....ปี เพศ.....

ส่วนสูง.....เซนติเมตร น้ำหนัก.....กิโลกรัม

สัญญาณชีพ:

Body temp = ...องศาเซลเซียส Heart rate =.....ครั้ง/ นาที

Blood pressure =.....มิลลิลิตรปรอท RR. =.....ครั้ง/ นาที

ประวัติการเจ็บป่วย:

……

……

……

ประวัติการผ่าตัดในอดีตที่สำคัญ:

……

……

โปรประจำตัว:

……

……

ประวัติการแพ้ยา:

……..……..……

……

Physical examination

General appearance:

.....……..……

….....

Remark:

.....

.....

Musculoskeletal evaluation

Remark:

.....

.....

Final impression

☐ Normal ☐ Abnormal

Remark:

.....

.....

แพทย์ผู้ตรวจ.....

( )

ลำดับ.....

แบบบันทึกข้อมูลสัดส่วนของร่างกาย

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ชื่อ-สกุล.....อายุ.....ปี เพศ.....

ส่วนสูง.....เซนติเมตร น้ำหนัก.....กิโลกรัม

ดัชนีมวลกาย.....กิโลกรัม/น้ำหนัก(เมตร)^2

1. Total mass		kg
2. Region		%Fat
3. Tissue		g
4. Fat		g
5. Lean		g
6. BMC		g
7. Fat free		g

ลำดับ.....

แบบบันทึกผลการทดสอบสมรรถภาพทางกาย

ข้อมูลส่วนตัว

ชื่อ-สกุล.....อายุ.....ปี เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

วัน/เดือน/ปีเกิด.....น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร

1. แรงเหยียดขา (Back and leg)		(kg)
2. ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen consumption หรือ VO_{2max})		(ml/kg/min)
3. พลังงานสูงสุดแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic power)		(watt)
4. สมรรถนะในการยืนระยะแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity)		(watt)

ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal oxygen consumption หรือ VO_{2max})

ชีพจรขณะพัก ……...	**HR. นาทีที่**							**อัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ย**	**น้ำหนักถ่วง kg**	**VO_2 Max ml/kg/min**
นาทีที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**			
อัตราการเต้นชีพจร										
น้ำหนักถ่วง										

ภาคผนวก ง

ข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัย

ใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกที่ความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบาที่มีต่อน้ำหนักตัว และสมรรถภาพทางกายของนักกีฬามวยปล้ำ

เรียน ผู้เข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้

เอกสารฉบับนี้เป็นเอกสารที่แสดงข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจของท่านในการเข้าร่วมศึกษาวิจัย อย่างไรก็ตาม ก่อนที่จะตกลงเข้าร่วมการศึกษาวิจัยดังกล่าว ขอให้ท่านอ่านเอกสารฉบับนี้อย่างละเอียดให้ท่านได้รับทราบถึงเหตุผล และรายละเอียดของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้หากมีข้อสงสัยใด ๆ เพิ่มเติม กรุณาซักถามจากผู้วิจัย/ ผู้สนับสนุนการวิจัย ซึ่งจะเป็นผู้ที่สามารถให้ความกระจ่างแก่ท่านได้ และท่านสามารถขอคำแนะนำในการเข้าร่วมการวิจัยนี้จากครอบครัว เพื่อน อาจารย์ที่ปรึกษา หรือแพทย์ประจำตัวของท่านได้ ท่านมีเวลาเพียงพอในการตัดสินใจโดยอิสระ ถ้าท่านตัดสินใจแล้วว่าจะเข้าร่วมการวิจัยนี้ ขอให้ท่านเซ็นชื่อยินยอมในเอกสารฉบับนี้

ผู้ควบคุมและดูแลการวิจัยที่สามารถติดต่อได้

1. ดร.สุกัญญา เจริญวัฒนะ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา โทรศัพท์: (มือถือ) 092-256-2875 (ที่ทำงาน) 038-1102-060, 038-390-045

2. ดร.กนก พานทอง อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิทาการวิจัย และวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา โทรศัพท์: (มือถือ) 081-782-1762 (ที่ทำงาน) 038-102-106 ต่อ 105

3. พญ.อลิสรา วงศ์สุทธิเลิศ อาจารย์ประจำสาขาวิชารังสีวิทยาและเวชศาสตร์นิวเคลียร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาโทรศัพท์: (มือถือ) 081-909-0612 (ที่ทำงาน) 038-810-153, 038-103-178

นายกิตติศักดิ์ วงษ์ดนตรี นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา โทรศัพท์: (มือถือ) 087-817-8044

รายละเอียดที่จะปฏิบัติต่อผู้เข้าร่วมการวิจัย

1. ท่านจะได้รับกรชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัยโดยย่อ และได้รับการแจ้งให้ทราบว่าการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น

2. หากท่านมีคุณสมบัติที่เหมาะสม และยินยอมที่จะเข้ารวมการวิจัยครั้งนี้ ท่านจะได้รับการทดสอบดังนี้

2.1 สัดส่วนของร่างกาย (Body composition) โดย DEXA (GE Lunar prodigy, Madison, WI, USA)

2.2 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength)

2.2.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา โดย Back and leg dinamometer (Takei รุ่น T.K.K. 5402, Japan)

2.3 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Oxygen consumption: VO2max) ออสตรานด์-ไรห์มิ่ง (Astrand-Rhyming test) โดย Bicycle ergometer (Cateye ergociser EC-1200)

2.4 สมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic performance) วินเกต (Wingate anaerobic test) โดย Ergometer bike (Monark รุ่น 828E)

3. ท่านจะได้รับการจัดเข้ากลุ่มตัวอย่างที่กำหนด จากผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมดจำนวน 20 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน ซึ่งจะให้เวลาในการตั้งแต่วันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2556 ถึงวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2556

4. ท่านจะได้รับกรอธิบายถึงรายละเอียด และวิธีการฝึกตามโปรแกรมปกติ และการฝึกแบบผสมผสานโดยเพิ่มการฝึกปั่นจักรยานแบบอินเทอร์วาล คือ การปั่นจักรยานแบบอินเทอร์วาล ความหนักอยู่ที่ร้อยละ 80-90 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดเป็นเวลา 8 วินาที ควบคุมรอบที่ 120-130 รอบต่อนาที พัก 12 วินาที ควบคุมรอบที่ 40 รอบต่อนาที รวม 20 นาที นาน 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ด้วยการแบ่งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมดังนี้

4.1 โปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานอินเทอร์วาล

4.2 โปรแกรมการฝึกแบบปกติ

ความรับผิดชอบของอาสาสมัครผู้เข้าร่วมการวิจัย

เพื่อให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับความร่วมมือจากท่าน โดยท่านต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ทำวิจัยอย่างเคร่งครัด รวมทั้งแจ้งอาการผิดปกติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับท่านระหว่างที่เข้าร่วมการวิจัยให้ผู้วิจัยได้รับทราบ

ค่าใช้จ่ายของอาสาสมัครในการเข้าร่วมการวิจัย

ท่านจะได้รับการประเมินผลและกระบวนการทดลองในการวิจัยจากผู้วิจัย โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใด ๆ รวมถึงค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

การเข้าร่วมและการสิ้นสุดการเข้าร่วมการวิจัย

การเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้เป็นไปโดยความสมัครใจ หากท่านอาจปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการศึกษาครั้งนี้ได้ทุกเมื่อโดยไม่มีข้อผูกพันใด ๆ หรือผู้วิจัยอาจถอนท่านจากการเข้าร่วมวิจัย เพื่อเหตุผลด้านความปลอดภัยของตัวท่าน

- ท่านไม่สามารถปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้วิจัยได้
- ท่านเกิดอาการข้างเคียง ความผิดปกติจากกระบวนการฝึกปั่นจักรยานแบบอินเทอร์วาลหรือจากการทดสอบต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษานี้

การเก็บข้อมูลของผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นความลับ

ผู้วิจัยยืนยันว่า ข้อมูลที่เกี่ยวกับตัวท่านจะถูกเก็บไว้ในที่ลับในตู้เหล็กที่มีกุลแจล๊อค และจะใช้ในการวิจัยนี้เท่านั้น และชื่อของท่านจะไม่ปรากฏในแบบฟอร์มการเก็บข้อมูล และในฐานข้อมูลทั่วไป ผู้วิจัยจะสร้างฐานข้อมูลลับที่มีชื่อท่านเขียนไว้ต่างหาก โดยมีผู้วิจัยคนเดียวเท่านั้นที่ทราบรายละเอียดของข้อมูลนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณท่านเป็นอย่างยิ่ง ในความร่วมมือในการวิจัยนี้

นายกิตติศักดิ์ วงษ์ดนตรี

ผู้วิจัย

ใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการฝึกที่ความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบาที่มีต่อน้ำหนักตัวและสมรรถภาพทางกายของนักกีฬามวยปล้ำ

วันให้คำยินยอม วันที่ ……เดือน……..พ.ศ. ……

ก่อนที่จะลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย ประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียดและมีความเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้ายินดีเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ และข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ และการบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อข้าพเจ้า

ผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่าง ๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยด้วยความเต็มใจ ไม่ปิดบัง ซ่อนเร้น จนข้าพเจ้าพอใจ ข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าจะถูกเก็บเป็นความลับและจะเปิดเผยในภาพรวมที่เป็นการสรุปผลการวิจัย

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้ว และมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม……ผู้ยินยอม

(……)

ลงนาม……พยาน

(……..……..……)

ลงนาม……ผู้ทำวิจัย

(……)