



ผลของการฝึกโปรแกรมแบบสแตน์และการฝึกแบบหนักสลับเบา
ที่มีต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตซอล โรงเรียนวัดราชบพิธ

THE EFFECTS OF CIRCUIT TRAINING AND INTERVAL TRAINING
ON CARDIOVASCULAR ENDURANCE OF FUTSAL ATHLETES
WAT RAJABOPIT SCHOOL.

สุนิษา คชายุทธ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2562

ผลของการฝึกโปรแกรมแบบสถานีและการฝึกแบบหนักสลับเบา
ที่มีต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตบอล โรงเรียนวัดราชบพิธ



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาสุขศึกษาและพลศึกษา
คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE EFFECTS OF CIRCUIT TRAINING AND INTERVAL TRAINING
ON CARDIOVASCULAR ENDURANCE OF FUTSAL ATHLETES
WAT RAJABOPIT SCHOOL.



A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for MASTER OF EDUCATION (Health Education & Physical Education)
Faculty of Physical Education Srinakharinwirot University

2019

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการฝึกโปรแกรมแบบสถานีและการฝึกแบบหนักสลับเบา
ที่มีต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตบอล โรงเรียนวัดราชบพิธ
ของ
สุนิษา ชาญยุทธ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาสุขภาพศึกษาและพลศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(อาจารย์ ดร.สาธิต ประจันบาน) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พราหม อินพรม)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทรเสม) (อาจารย์ ดร.ภาณุ กุศลวงศ์)

ชื่อเรื่อง	ผลของการฝึกโปรแกรมแบบสถานีและการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตบอล โรงเรียนวัดราชบพิธ
ผู้วิจัย	สุนิษา คชายุทธ
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. สาธิต ประจันบาน
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไวกัญ จันทร์เสม

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกโปรแกรมแบบสถานีและโปรแกรมแบบหนักสลับเบาที่มีผลต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักกีฬาฟุตบอล จำนวน 45 คน ได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 15 คน ดังนี้ กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโปรแกรมแบบสถานี กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา และกลุ่มควบคุม ฝึกโปรแกรมแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 4 ชนิด ได้แก่ 1) โปรแกรมฝึกแบบสถานี 2) โปรแกรมฝึกแบบหนักสลับเบา 3) แบบทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน 4) แบบทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพลังงานกาคินนิม, ด้านสมรรถภาพอนากาซินิมและด้านดัชนีความล้า สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจนภายในกลุ่ม พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม หลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 หลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจนระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผลการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่า ผลการฝึกโปรแกรมแบบสถานีและการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา สามารถพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตบอลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : โปรแกรมฝึกแบบสถานี การฝึกแบบหนักสลับเบา ระบบไหลเวียนโลหิต ฟุตบอล

Title	THE EFFECTS OF CIRCUIT TRAINING AND INTERVAL TRAINING ON CARDIOVASCULAR ENDURANCE OF FUTSAL ATHLETES WAT RAJABOPIT SCHOOL.
Author	SUNISA KACHAYUT
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2019
Thesis Advisor	Dr. Sathin Prachanban
Co Advisor	Assistant Professor Dr. Wipoj Chansem

The purpose of this research was to study and compare the effects of circuit and interval training on the cardiovascular endurance of futsal athletes at Wat Rajabopit School. The sample group consisted of forty-five futsal athletes from Wat Rajabopit School. The methodology used in this study was purposive sampling. The participants were divided into three groups of fifteen athletes: circuit training group, interval training group, and ordinary training group. There were four instruments used to collect the data: (1) Circuit Training Program; (2) Interval Training Program; (3) Multistage Fitness Test; Beep Test; and (4) Running-Based Anaerobic Sprint Test (RAST), which had three aspects, including anaerobic power, anaerobic capacity and the fatigue index. The statistical methods included mean, standard deviation, One-way analysis of variance, and One-way analysis of variance with repeated measures. The research findings were as follows: (1) the results of aerobic endurance test within the group showed that Experimental Group 1, Experimental Group 2 and the Control Group performed better after training than before training, with a statistical significance level of .05; (2) the results of the anaerobic endurance test within the group revealed that after training, Experimental Group 1 and Experimental Group 2 were better after training than before, with a statistical significance level of .05; (3) the results of the aerobic endurance test between groups demonstrated that Experimental Group 1 and Experimental Group 2 were better than the control group, with a statistical significance level of .05; (4) the results of the anaerobic endurance test between the groups showed that Experimental Group 1 and Experimental Group 2 were better than the control group, with a statistical significance level of .05. In conclusion, the results of the programs on both circuit and interval training were found to effectively improve the cardiovascular endurance of Futsal athletes.

Keyword : CIRCUIT TRAINING INTERVAL TRAINING CARDIOVASCULAR FUTSAL

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างยิ่งจากอาจารย์ ดร.สาธิต ประจันบาน ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไวกจน์ จันทรเสม รองประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พราม อินพรม ประธานกรรมการสอบปากเปล่า อาจารย์ ดร.ภาณุ กุศลวงศ์ คณะกรรมการสอบปากเปล่า ที่ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ข้อแก้ไขต่าง ๆ จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้วเสร็จสมบูรณ์ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ในโอกาสนี้ ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ทศพล ธาณี อาจารย์ ดร. เทเวศน์ จันทรหอม อาจารย์ ดร. นภัสวรรณ เจริญชัยภินันท์ อาจารย์ ดร. ภาณุ กุศลวงศ์และอาจารย์อนุศักดิ์ สุขคง ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้คำปรึกษา และปรับปรุงโปรแกรมการฝึกในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ คณะครู นายธนพล ชมภูแสงและนักกีฬาฟุตบอล โรงเรียนวัดราชบพิศ เป็นอย่างยิ่งที่สละเวลาให้ ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกด้านสถานที่ อุปกรณ์เป็นอย่างดีในการเก็บข้อมูลตลอด ระยะเวลา 8 สัปดาห์ ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อศิวกุ และคุณแม่จำเรียง คชายุทธ์ และครอบครัว นางสาวมนรัตน์ แก้วเกิด นางสาวพิชญ์ภรณ์ เกื้ออรุณที่เป็นกำลังใจมาตลอดจนทุก อย่างสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี นางสาววรรณวิไล ภักดีรักษ์ ที่อยู่เคียงข้างตลอดในการดำเนินงานวิจัย พี่ ๆ น้อง ๆ เพื่อน ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้เสมอมา

สุนิษา คชายุทธ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	น
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	6
ความสำคัญของงานวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	7
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	7
2. ตัวแปรที่ศึกษา	8
นิยามคำศัพท์เฉพาะ	8
กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า	9
สมมุติฐานในการวิจัย.....	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกีฬามวย	11
2. สมรรถภาพทางกายของนักกีฬามวย	12
2.1 องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย	13
3. ระบบพลังงาน	17

4. การฝึกสมรรถภาพทางแอโรบิก	26
4.1 ความหมายของสมรรถภาพทางแอโรบิก	26
4.2 ความสำคัญของสมรรถภาพทางแอโรบิก	28
4.3 บทบาทของระบบหายใจ และไหลเวียนโลหิตที่มีต่อการออกกำลังกาย	29
4.4 การประเมินสมรรถภาพทางแอโรบิก	31
5. การฝึกสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก	34
5.1 ความสำคัญของการฝึกสมรรถภาพแอนแอโรบิก	34
5.2 วิธีการประเมินสมรรถภาพแอนแอโรบิก	35
6. วิธีฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางแอโรบิกและสมรรถภาพแอนแอโรบิก.....	38
6.1 การฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training).....	38
6.2 การฝึกแบบสถานี (Circuit Training).....	45
7. การพัฒนาความอดทน (Endurance Development).....	55
7.1 ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความสามารถทางด้านความอดทน (Factors Related Endurance Performance).....	56
7.2 ประเภทของความอดทน (Classification of Endurance)	59
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	75
งานวิจัยต่างประเทศ.....	75
งานวิจัยในประเทศ.....	77
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	84
1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	84
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	84
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	86
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	86

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล	89
3.1 แบบแผนการทดลอง	89
3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง	89
4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	91
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	92
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	92
ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ แทนความหมายดังต่อไปนี้	92
บทที่ 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	145
สรุปผลการวิจัย	145
การอภิปรายผล	156
ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย	168
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	168
บรรณานุกรม	169
ภาคผนวก	174
ประวัติผู้เขียน	234

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 หลักการฝึกโปรแกรมฝึกแบบสถานีและการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น	54
ตาราง 2 รายละเอียดโปรแกรมการฝึกแบบสถานีและการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น .	54
ตาราง 3 แสดงช่วงของอัตราการเต้นของหัวใจที่ใช้เป็นแนวทางการฝึกซ้อมความอดทน	66
ตาราง 4 แสดงรายละเอียดการฝึกซ้อมความอดทนแบบใช้ออกซิเจน	67
ตาราง 5 แสดงรายละเอียดการฝึกซ้อมความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน	73
ตาราง 6 แสดงระดับค่าประมาณ VO2max (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) ตามช่วงอายุ	86
ตาราง 7 รายละเอียดโปรแกรมการฝึกแบบสถานีและโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น.....	87
ตาราง 8 แบบแผนการทดลอง Pretest – Posttest Control Group Design	89
ตาราง 9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (มล./กก./นาที).....	94
ตาราง 10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอำนาจอาศัยนิม (Anaerobic power) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัตต์/กก.).....	95
ตาราง 11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพพอนาอาศัยนิม (Anaerobic capacity) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1,กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัตต์/กก.)	96
ตาราง 12 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อน	

การฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1,กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม (%)	97
ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1	98
ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ของ กลุ่มทดลองที่ 1 (มล./กก./นาที)	99
ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2	99
ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ของ กลุ่มทดลองที่ 2 (มล./กก./นาที)	100
ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม	101
ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ของ กลุ่มควบคุม (มล./กก./นาที)	101
ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1	102
ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) โดยวิธีของแอล เอส ดี(LSD) ของกลุ่มทดลองที่ 1 (วัตต์/กก.)	103

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2	103
ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทน แบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) โดยวิธีของแอล เอส ดี(LSD) ของกลุ่มทดลองที่ 2 (วัดต/กก.)	104
ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม	105
ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทน แบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) โดยวิธีของแอล เอส ดี(LSD) ของกลุ่มควบคุม (วัดต/กก.)	105
ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic Capacity) ก่อนการฝึก หลังการ ฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1	106
ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทน แบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพ อนา การศนิยม (Anaerobic Capacity) โดยวิธีของแอล เอส ดี(LSD) ของกลุ่มทดลองที่ 1 (วัดต/กก.)	107
ตาราง 27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic Capacity) ก่อนการฝึก หลังการ ฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2	107

ตาราง 28 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพ อนุภาคนิยม (Anaerobic Capacity) โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ของกลุ่มทดลองที่ 2 (วัดต์/กก.)	108
ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนุภาคนิยม (Anaerobic Capacity) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม	109
ตาราง 30 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพ อนุภาคนิยม (Anaerobic Capacity) โดยวิธีของแอล เอส ดี(LSD) ของกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.) ...	109
ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1	110
ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ของกลุ่มทดลองที่ 1 (%)	111
ตาราง 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2	111
ตาราง 34 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ของกลุ่มทดลองที่ 2 (%)	112
ตาราง 35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic	

Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม	113
ตาราง 36 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทน แบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ของกลุ่มควบคุม (%)	113
ตาราง 37 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม (มล.กก./นาที)	114
ตาราง 38 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทน แบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม	115
ตาราง 39 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (มล.กก./นาที)	115
ตาราง 40 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม	116
ตาราง 41 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (มล.กก./นาที)	116
ตาราง 42 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบ ใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม	117
ตาราง 43 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความ อดทน แบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (มล.กก./นาที)	117

ตาราง 44 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (มล.กก./นาที).....	118
ตาราง 45 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม.....	118
ตาราง 46 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความ อดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (มล.กก./นาที).....	119
ตาราง 47 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาสนิยม (Anaerobic power) ก่อนการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัตต์/กก.)	119
ตาราง 48 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบ ไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาสนิยม (Anaerobic power) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม....	120
ตาราง 49 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาสนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม (วัตต์/กก.)	120
ตาราง 50 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบ ไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาสนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม.....	121
ตาราง 51 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาสนิยม	

(Anaerobic power) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.).....	122
ตาราง 52 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังงานกายาศินิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.).....	122
ตาราง 53 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบ ไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังงานกายาศินิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม.....	123
ตาราง 54 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังงานกายาศินิยม (Anaerobic power) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.).....	124
ตาราง 55 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังงานกายาศินิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.).....	124
ตาราง 56 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบ ไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังงานกายาศินิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม.....	125
ตาราง 57 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังงานกายาศินิยม (Anaerobic power) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.).....	126

ตาราง 58 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.).....	126
ตาราง 59 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบ ไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม	127
ตาราง 60 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.)	127
ตาราง 61 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบ ไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม.....	128
ตาราง 62 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพ อนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.)	129
ตาราง 63 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.).....	129
ตาราง 64 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบ ไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม.....	130

ตาราง 65 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพ อนุภาคนิยม (Anaerobic capacity) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต/กก.)	131
ตาราง 66 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนุภาคนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม (วัดต/กก.).....	131
ตาราง 67 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบ ไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนุภาคนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม.....	132
ตาราง 68 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพ อนุภาคนิยม (Anaerobic capacity) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต/กก.)	133
ตาราง 69 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (%)	133
ตาราง 70 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบ ไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม	134
ตาราง 71 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (%)	134

ตาราง 72 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบ ไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม.....	135
ตาราง 73 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (%)	136
ตาราง 74 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (%)	136
ตาราง 75 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบ ไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม.....	137
ตาราง 76 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (%)	138
ตาราง 77 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (%)	138
ตาราง 78 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบ ไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม.....	139
ตาราง 79 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (%)	140

ตาราง 80 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของโปรแกรมการฝึกแบบสถานี (Circuit training).....	215
ตาราง 81 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval training).....	215
ตาราง 82 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 (มล./กก./นาที)	217
ตาราง 83 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2 (มล./กก./นาที)	218
ตาราง 84 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม (มล./กก./นาที)	219
ตาราง 85 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม(Anaerobic power) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 (วัตต์/กก.)	220
ตาราง 86 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2 (วัตต์/กก.)	221
ตาราง 87 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม(Anaerobic power) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม (วัตต์/กก.)	222
ตาราง 88 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 (วัตต์/กก.)	223
ตาราง 89 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2 (วัตต์/กก.)	224

ตาราง 90 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม(Anaerobic capacity) ก่อนฝึกและหลังฝึก ในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.).....	225
ตาราง 91 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index)ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 (%)	226
ตาราง 92 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2 (%).....	227
ตาราง 93 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม (%).....	228

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า.....	9
ภาพประกอบ 2 แหล่งพลังงานหลักแบ่งตามระยะเวลาและความหนัก	20
ภาพประกอบ 3 ระบบพลังงานที่ร่างกายใช้ในช่วงเวลาและระยะทางในการวิ่ง	22
ภาพประกอบ 4 เปอร์เซ็นต์ความต้องการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยของกีฬาประเภทต่าง ๆ	23
ภาพประกอบ 5 แหล่งพลังงานพื้นฐานที่ต้องการสำหรับกีฬาแต่ละประเภท (Primary metabolic demands of various sports).....	25
ภาพประกอบ 6 วิธีการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test).....	33
ภาพประกอบ 7 การทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST).....	37
ภาพประกอบ 8 เปรียบเทียบความหนักของการฝึกหนักสลับเบา	40
ภาพประกอบ 9 แนวทางการสร้างโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาโดยกำหนด จากระยะเวลาของการฝึก	43
ภาพประกอบ 10 การฝึกแบบวงจรหรือสถานี	48
ภาพประกอบ 11 แสดงเปอร์เซ็นต์การสำรองพลังงานของระบบแอโรบิกและแอนแอโรบิก	61
ภาพประกอบ 12 แสดงปัจจัยที่มีความเฉพาะเจาะจงของการออกกำลังกายประเภทใช้ออกซิเจน (ที่บ) และไม่ใช้ออกซิเจน (ขาว) ลูกศรแสดงการทำงานที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน.....	61
ภาพประกอบ 13 วิธีการคำนวณชีพจรขณะฝึกซ้อม	63
ภาพประกอบ 14 แสดงอัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึกซ้อมที่คำนวณได้ระหว่างวิธีการเปอร์เซ็นต์โดยตรงและวิธีการใช้อัตราการเต้นของหัวใจสำรองของนักกีฬาที่มีอายุ 20 ปีและอายุ 30 ปี.....	64
ภาพประกอบ 15 วิธีการจับกลุ่มแบบ (Matching Groups).....	85

ภาพประกอบ 16 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) (มล./กก./นาที)	141
ภาพประกอบ 17 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน ด้านพลังอำนาจสัณย (Anaerobic power) (วัตต์/กก.)	142
ภาพประกอบ 18 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน ด้านสมรรถภาพอานากาสนิย (Anaerobic capacity) (วัตต์/กก.)	143
ภาพประกอบ 19 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) (%)	144
ภาพประกอบ 20 การทดสอบ Multistage Fitness Test (Beep Test)	176
ภาพประกอบ 21 ใบบันทึกผลการทดสอบ Multistage Fitness Test (Beep Test)	177
ภาพประกอบ 22 ตารางแสดงค่าประมาณ VO ₂ max จากการวิ่งต่อเนื่องระยะ 20 เมตร Multistage Fitness Test (Beep Test) level 4-11	178
ภาพประกอบ 23 ตารางแสดงค่าประมาณ VO ₂ max จากการวิ่งต่อเนื่องระยะ 20 เมตร Multistage Fitness Test (Beep Test) level 12 - 17	179
ภาพประกอบ 24 ตารางแสดงค่าประมาณ VO ₂ max จากการวิ่งต่อเนื่องระยะ 20 เมตร Multistage Fitness Test (Beep Test) level 18 - 21	180
ภาพประกอบ 25 ตารางแสดงระดับค่าประมาณ VO ₂ max (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) ตามช่วงอายุ	181
ภาพประกอบ 26 การทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST))	183
ภาพประกอบ 27 แบบบันทึกการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST))	184
ภาพประกอบ 28 โปรแกรมฝึกแบบสถานที่ที่ 1 – 2	186
ภาพประกอบ 29 โปรแกรมฝึกแบบสถานที่ที่ 3 – 5	187
ภาพประกอบ 30 โปรแกรมฝึกแบบสถานที่ที่ 6 – 8	188

ภาพประกอบ 31 โปรแกรมฝึกแบบสถานีที่ 9 – 11	189
ภาพประกอบ 32 โปรแกรมฝึกแบบสถานีที่ 11 -12	190
ภาพประกอบ 33 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบสถานีสัปดาห์ที่ 1-2	191
ภาพประกอบ 34 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบสถานีสัปดาห์ที่ 1-2 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบ สถานีสัปดาห์ที่ 3-4	192
ภาพประกอบ 35 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบสถานีสัปดาห์ที่ 5-6	193
ภาพประกอบ 36 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบสถานีสัปดาห์ที่ 7 - 8	194
ภาพประกอบ 37 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบสถานีสัปดาห์ที่ 7 - 8 (ต่อ)	195
ภาพประกอบ 38 โปรแกรมฝึกแบบหนักสลับเบาแบบที่ 1 - 2	197
ภาพประกอบ 39 โปรแกรมฝึกแบบหนักสลับเบาแบบที่ 3 - 4	198
ภาพประกอบ 40 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบาสัปดาห์ที่ 1 - 2.....	199
ภาพประกอบ 41 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบาสัปดาห์ที่ 3 - 4.....	200
ภาพประกอบ 42 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบาสัปดาห์ที่ 5 - 6.....	201
ภาพประกอบ 43 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบาสัปดาห์ที่ 7 – 8	202
ภาพประกอบ 44 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบาสัปดาห์ที่ 7 – 8 (ต่อ)	203
ภาพประกอบ 45 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 1-2	205
ภาพประกอบ 46 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 3 - 5	206
ภาพประกอบ 47 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 6 – 8	207
ภาพประกอบ 48 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 9 – 11	208
ภาพประกอบ 49 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 12 – 14	209
ภาพประกอบ 50 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 15 – 17	210
ภาพประกอบ 51 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 18 – 19	211
ภาพประกอบ 52 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 20 – 21	212

ภาพประกอบ 53 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 22 – 23213



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ฟุตบอล คือชื่อที่ FIFA (Federation Internationale de Football Association : สหพันธ์ฟุตบอลนานาชาติ) ใช้เรียกการแข่งขันฟุตบอลในร่ม (Indoor Soccer) ระดับนานาชาติ ซึ่งขณะนี้ มีนักกีฬาฟุตบอลที่มาขึ้นทะเบียนกับสหพันธ์ฟุตบอลนานาชาติมากกว่า 25 ล้านคน ต้นกำเนิดของกีฬาฟุตบอลน่าจะมาจากประเทศแคนาดาในปี ค.ศ. 1854 เนื่องจากสภาพอากาศในช่วงฤดูหนาวที่นั่น มีหิมะปกคลุมทั่วบริเวณยากแก่การเล่นฟุตบอลในสนาม กลางแจ้ง จึงได้จัดให้มีการเล่นฟุตบอลในร่มขึ้น โดยใช้สนามบาสเกตบอลภายในโรงยิม ซึ่งในเวลานั้นเรียกการเล่นฟุตบอลประเภทนี้ว่า "Indoor Soccer" ต่อมาในปี ค.ศ. 1930 ณ กรุงมอนเตวิเดโอ (Montevideo) ประเทศอุรุกวัย (Uruguay) ฮวน คาร์ลอส เซอริเนีย (Juan Carlos Ceriani) ได้นำเกมอินดอร์ซอกเกอร์นี้ไปให้เยาวชนใน YMCA (Young Men's Christian Association) ได้เล่นกัน โดยใช้สนามแข่งขันบาสเกตบอลในการเล่น แต่ก็มีทั้งนอกและในโรงยิม เพราะไม่ได้ติดปัญหาเรื่องภูมิอากาศอีกต่อไป เนื่องจากอุรุกวัยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อน อินดอร์ซอกเกอร์ได้รับความนิยมและมีคนสนใจเล่นเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งปี ค.ศ. 1932 โรเจอร์ เกรน (Roger Grain) ได้บัญญัติกฎที่เป็นมาตรฐาน ในการควบคุมการแข่งขันขึ้น (Standard Set of Rules) และกฎนี้ใช้มาถึงปัจจุบัน กีฬาฟุตบอลไม่เห็นปรากฏแน่ชัดว่ามีมาเล่นในประเทศไทยเมื่อใด กระทั่งปี พ.ศ. 2540 สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และการกีฬาแห่งประเทศไทย ได้จัดให้มีการแข่งขันฟุตบอล 5 คน ซิงแชมป์แห่งประเทศไทยขึ้นเป็นครั้งแรก และได้มีการจัดการแข่งขันขึ้นเป็นประจำทุกปีหลังจากนั้น ในระดับนานาชาติทีมฟุตบอล 5 คน ตัวแทนประเทศไทยก้าวหน้าไปถึงขั้นเป็นตัวแทนทวีปเอเชียเข้าร่วมการแข่งขันฟุตบอลซิงแชมป์โลก ซึ่งจะเห็นว่าคนไทยก็มีทักษะการเล่นกีฬาฟุตบอลไม่น้อยหน้าชาติอื่น ปัจจุบันกีฬาฟุตบอล 5 คนหรือฟุตบอลในประเทศไทยได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในหมู่เยาวชน ซึ่งก็เนื่องมาจากความสะดวกสบายในเรื่องสนาม หรือจะเป็นจำนวนผู้เล่นซึ่งไม่มากจนเกินไป และที่สำคัญคือฟุตบอลทีมชาติไทยเป็นทีมระดับแนวหน้า ในทวีปเอเชีย ทำให้เยาวชนใฝ่ฝันจะเป็นตัวแทนของประเทศเพื่อจะได้สัมผัสบรรยากาศการแข่งขันฟุตบอลโลก (สกายบุ๊กส์, 2550)

กีฬาฟุตซอลมีลักษณะเกมการเล่นที่มีเอกลักษณ์และลักษณะเฉพาะ ซึ่งได้แก่เกมที่เน้นการส่งบอลเป็นหลัก มีการใช้ความเร็วในช่วงสั้น ๆ ในการเล่นอย่างต่อเนื่อง มีการหมุนสลับตำแหน่งทดแทนในการเล่นตลอดเวลา เป็นเกมที่ต้องใช้ความคิด การแก้สถานการณ์เฉพาะหน้า และใช้สมาธிக่อนข้างสูง อีกทั้งนักกีฬาจะต้องมีการสื่อสารระหว่างผู้เล่นตลอดเวลา ซึ่งจะต้องอาศัยการทำงานเป็นทีมทั้ง 5 คน เพื่อทำประตู และป้องกันประตู จากการที่กีฬาฟุตซอลต้องเล่นในสนามที่มีขนาดกว้าง 18 – 22 เมตร และความยาว 25 – 42 เมตร เมื่อเทียบกับอัตราส่วนของพื้นสนามกับจำนวนผู้เล่นที่แต่ละทีมประกอบไปด้วยผู้เล่นข้างละ 5 คน พบว่า ผู้เล่นแต่ละคนจะมีพื้นที่ว่างสำหรับการเล่นลูกค่อนข้างน้อยมาก กติกาที่กำหนดขึ้นดังกล่าวนี้ จึงเป็นเงื่อนไขที่ทำให้ผู้เล่นต้องเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาเพื่อหาพื้นที่ว่างในการครอบครองบอล อีกทั้งระยะเวลาที่ผู้เล่นต้องทำการแข่งขันมีทั้งหมด 2 ครึ่ง ๆ ละ 20 นาที เวลาจะหยุดเมื่อลูกตายหรือลูกเสีย (คณาธิป, 2548) ซึ่งจากกติกาของกีฬาฟุตซอลในเรื่องของจำนวนผู้เล่น ขนาดสนาม และระยะเวลาที่ใช้ในการแข่งขัน จึงทำให้นักกีฬาฟุตซอลจำเป็นต้องมีสมรรถภาพทางกายที่ดี เช่นเดียวกับ นิรอมลี (2555) พบว่า นักกีฬาฟุตซอลไทยระดับชั้นเลิศใช้ระดับความหนักขณะแข่งขันประมาณ 90 % HRmax ผู้เล่นจะใช้เวลาประมาณร้อยละ 80 ของเวลาทั้งหมดที่เคลื่อนไหวโดยใช้ความหนักที่มากกว่า 85 % HRmax และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Barboro - Alvarez et al. (2008) ที่ศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาและรูปแบบกิจกรรมที่ใช้ในขณะแข่งขันของนักกีฬาฟุตซอลอาชีพของประเทศสเปน พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจในขณะแข่งขันเฉลี่ยเท่ากับ 90 % HRmax โดย 83 % ของเวลาทั้งหมดจะถูกใช้ไปกับกิจกรรมที่มีความหนักระดับสูง 16 ของเวลาทั้งหมดจะใช้ไปกับความหนักระดับปานกลาง และร้อยละ 1.3 ของเวลาทั้งหมดจะใช้ไปกับความหนักระดับต่ำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากีฬาฟุตซอลต้องมีสมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว พลังกล้ามเนื้อ ความอดทนระบบแอโรบิก และความอดทนระบบแอนแอโรบิก ซึ่งในขณะทำการแข่งขันนักกีฬาจะมีการใช้องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่แตกต่างกันไป ดังนั้นสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตซอล ควรมีการฝึกซ้อมควบคู่ไปกับการฝึกทักษะเฉพาะในนักกีฬานั้น ซึ่งสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาดีจะส่งผลให้ความสามารถทางด้านทักษะและการเล่นเป็นทีมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น กีฬาฟุตซอลเป็นเกมที่ต้องใช้ความสามารถทางด้านร่างกายทั้งสมรรถภาพทั่วไปและสมรรถภาพเฉพาะหรือความสามารถเชิงทักษะ เพื่อนำไปใช้ในการแข่งขัน กรมพลศึกษากระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา (2555) ได้กล่าวว่า สมรรถภาพทางกายทั่วไปได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว ความอดทนของกล้ามเนื้อ และความอดทนระบบไหลเวียนโลหิต เป็นต้น และสมรรถภาพทางกายเฉพาะ

(Special Condition) คือ ความสามารถทางร่างกายของนักกีฬาที่นำไปใช้ในการเล่นกีฬาต่าง ๆ โดยเฉพาะ กีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาหนึ่งที่ต้องใช้ความทนทานตลอดระยะเวลาการเล่น ครึ่งละ 20 นาที 2 ครั้งรวม 40 นาทีโดยไม่เหนื่อย ซึ่งในระหว่างการเล่นนั้น มีการสลับหยุดพักในขณะลูกบอลอยู่นอกการเล่น การขอเวลานอก รวมทั้งการเปลี่ยนตัวต้องออกมาพักแล้วเปลี่ยนกลับไปเล่นใหม่อีก ดังนั้นสมรรถภาพทางกายที่เป็นองค์ประกอบสำคัญอีกหนึ่งด้าน คือ ความอดทน

ความอดทนเป็นความสามารถของร่างกายในการที่จะปฏิบัติกิจกรรมการเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดช่วงเวลาที่ยาวนาน ความอดทนสามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้ คือความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Endurance) และความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Endurance) ในขณะแข่งขันนักกีฬาจะใช้องค์ประกอบสมรรถภาพทางกายในด้าดังกล่าวแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับทักษะและลักษณะกิจกรรมที่ใช้ในขณะแข่งขัน (กรมพลศึกษากระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2555) ความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Endurance) นั้นเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจเป็นส่วนสำคัญของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา เพราะต้องนำออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อให้มีความสามารถในการทำกิจกรรมการเคลื่อนไหวหรือการออกกำลังกายแบบแอโรบิก จตุรงค์ เหมรา (2560) ได้กล่าวว่า ในกีฬาหลายชนิดจะพบว่า มีความต้องการพลังงานจากระบบแอโรบิกและการฟื้นฟูตัวของระบบดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง เช่น ฮ็อกกี้ ฟุตบอล บาสเกตบอล ฟุตบอล มวยปล้ำ เป็นต้น (Baechle&Earle. 2008) โดยในนักกีฬาเหล่านี้จะมีการสลับเปลี่ยนกลับไปกลับมาในความหนักเบาของกิจกรรมอย่างทันทีทันใดตลอดเกมการแข่งขัน ซึ่งการออกกำลังกายกับระบบความอดทนแบบใช้ออกซิเจนเป็นเรื่องที่สัมพันธ์กันอยู่เสมอ เพราะว่าร่างกายต้องการนำออกซิเจนเข้าไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยระบบไหลเวียนโลหิตจะเป็นตัวนำเลือดกับออกซิเจนไปให้เกิดกระบวนการเผาผลาญ เพื่อสร้างพลังงานให้กับร่างกาย เพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม เช่นเดียวกับ นริรัตน์ บุตรบุญปิ่น (2555) ได้กล่าวว่า กลไกการทำงานของร่างกายคนเราขณะออกกำลังกายจะต้องอาศัยพลังงานจากการเผาผลาญสารอาหาร ซึ่งมีระบบไหลเวียนโลหิตเป็นตัวกลางในการลำเลียงออกซิเจนและสารอาหารต่าง ๆ ไปกับเลือดเข้าสู่เซลล์ และขับถ่ายของเสียต่าง ๆ ที่เกิดจากขบวนการเผาผลาญ ดังนั้นการทำงานร่วมกันของระบบไหลเวียนและระบบหายใจเพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงานจึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น ถ้าระบบดังกล่าวมีความอดทนต่อการทำงานจะมีผลต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อ

นอกจากความอดทนแบบแอโรบิก ยังมีความอดทนแบบแอนแอโรบิก คือ การทำงานที่ปราศจากการใช้ออกซิเจน แต่เป็นการสำรองพลังงานเพื่อไม่ให้เกิดกรดแลคติกหรือความสามารถของกล้ามเนื้อที่ทนต่อความล้า แรงต้านทานที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยลักษณะของความอดทนแบบแอนแอโรบิก เป็นการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับกีฬาประเภททีมเช่น ฟุตบอล ฟุตซอล บาสเกตบอล ฯ เพื่อให้ นักกีฬาทนทานต่อผลของกรดแลคติกที่เกิดขึ้น ซึ่งพลังงานที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะเกิดในช่วงแรกของการออกกำลังกายซึ่งอยู่ในช่วง 30 – 90 วินาที การใช้ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ระบบ ดังนี้ คือ การใช้ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนแบบไม่เกิดกรดแลคติก (Anaerobic alactic system) หรือที่เรียกว่า ATP-CP system หรือ Immediate energy system เป็นระบบพลังงานที่มีการดึงอะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (Adenosine triphosphate: ATP) และครีเอทีนฟอสเฟต (Creatine phosphate : CP) ที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อมาใช้เป็นพลังงาน กับระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนแบบเกิดกรดแลคติก (Anaerobic lactic system) หรือที่เรียกว่า ไกลโคไลซิส (Glycolysis system) ซึ่งเป็นระบบพลังงานที่เกิดขึ้น หลังจากที่ได้ใช้ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนแบบไม่เกิดกรดแลคติก (Anaerobic alactic system) โดยกล้ามเนื้อจะมีความทำงานอย่างหนักและต่อเนื่อง โดยใช้เวลาไม่เกิน 90 วินาที เป็นระบบพลังงานที่ดึงไกลโคเจน (Glycogen) มาใช้โดยตรง ไม่ต้องใช้ออกซิเจน ในกระบวนการสังเคราะห์หรือผลิตพลังงาน แต่จะก่อให้เกิดกรดแลคติกขึ้นมา (ปิตรีฐ คงทองคำ, 2561) ซึ่งทั้ง 2 ระบบพลังงานนี้เกิดขึ้นกับการเล่นกีฬาฟุตซอล ดังนั้นสมรรถภาพด้านความอดทนในนักกีฬาฟุตซอล ทั้งความอดทนแบบใช้ออกซิเจน และความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนเป็นสมรรถภาพที่สำคัญที่ควรมีการวางแผนในการฝึกซ้อม และปรับปรุงพัฒนาสมรรถภาพให้มีประสิทธิภาพ เพื่อให้ นักกีฬาประสบความสำเร็จในการเล่นได้

รูปแบบกิจกรรมหรือรูปแบบการฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านความอดทน มีวิธีการพัฒนาหลายรูปแบบ เช่นการฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายแบบสถานี (Circuit Training) การฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายแบบสถานี เป็นรูปแบบหรือวิธีการฝึกที่ผู้ฝึกสอนและนักกีฬารู้จักและคุ้นเคยเป็นอย่างดี โดยเรียกกันว่า การฝึกแบบวงจรหรือแบบหมุนเวียนตามสถานีที่กำหนดให้ การฝึกแบบสถานีถูกนำมาใช้พัฒนาความแข็งแรงอดทน (Strength Endurance) และพัฒนาความอดทนระบบไหลเวียนโลหิต (Cardiovascular Endurance) ให้กับนักกีฬา โดยมีประโยชน์โดยตรงจากการฝึกรูปแบบการฝึกแบบสถานี 3 ข้อดังต่อไปนี้

1. พัฒนาหรือเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อ (Muscular Strength)
2. เสริมสร้างความอดทนให้กับกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance)
3. พัฒนาคความอดทนให้กับระบบไหลเวียนเลือด (Cardiovascular Endurance)

การฝึกแบบสถานีจะทำให้เกิดความแข็งแรงอดทนของกล้ามเนื้อ เนื่องจากการฝึกที่ใช้จำนวนครั้ง จำนวนท่าฝึก และจำนวนรอบในการฝึกในปริมาณค่อนข้างสูง มีเวลาพักสั้น จึงทำให้เกิดการพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อและระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนของร่างกายมีประสิทธิภาพสูงขึ้นไป (ถาวร กุมุทศรี, 2560)

นอกจากการฝึกแบบสถานีแล้วยังมีโปรแกรมการฝึกอีกหลายรูปแบบที่ช่วยพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬาในเรื่องของความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต เช่นเดียวกับถาวร กุมุทศรี (2560) ได้อธิบายว่าการฝึกพัฒนาสมรรถภาพทางกายแบบการฝึกหนักสลับเบา (Interval Training) การฝึกเพื่อพัฒนาความอดทนด้วยการฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นวิธีการที่ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาทัวป็นำมาใช้ในการฝึกอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะการเชื่อมโยงต่อจากการฝึกแบบต่อเนื่อง การฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นวิธีการที่ร่างกายทำงานหนักขึ้นแต่ละช่วงพักช่วงสั้น ๆ แล้วปฏิบัติในรูปแบบเดิม โดยมีจำนวนเที่ยวหรือจำนวนครั้งมาให้นักกีฬาฝึกในลักษณะนี้จะทำให้ร่างกายออกแรงเคลื่อนไหวโดยใช้ความหนักสูงและมีจังหวะพักสลับด้วยการลดระดับความหนักลง การฝึกแบบนี้นิยมใช้การวิ่งในสนามกีฬา ปั่นจักรยาน หรือวิ่งบนเครื่องลู โดยให้ร่างกายทำงานในระดับสูง แล้วค่อยพักให้การทำงานความหนักลดลงด้วยกิจกรรมเบา ๆ หรือเป็นการพักร่างกาย ซึ่งการฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นอีกหนึ่งวิธีที่สามารถพัฒนาสมรรถภาพในเรื่องของความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตได้ดี และพัฒนาได้อย่างรวดเร็วอีกด้วยจากกิจกรรมข้างต้นที่ได้กล่าวมาจะช่วยพัฒนาความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตได้ แต่อีกสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงคือการทดสอบสมรรถภาพของนักกีฬา เพื่อที่จะได้ทราบว่าหลังจากการฝึกโปรแกรมไปแล้วนั้น มีผลจากหลังการฝึกเป็นอย่างไร แบบทดสอบจึงมีความสำคัญที่จะช่วยให้นำผลไปพัฒนาการฝึกซ้อม ซึ่งสมรรถภาพด้านความอดทนแบบใช้ออกซิเจนและความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนนั้น มีรูปแบบหรือวิธีการทดสอบด้วยวิธีต่าง ๆ เช่นการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test (Beep Test) เพื่อวัดสมรรถภาพของการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยให้นักกีฬาวิ่งในระยะทาง 20 เมตร จนกว่านักกีฬาจะหมดแรง จากนั้นนำผลไปเทียบค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในด้านการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีวิธีการทดสอบโดยใช้การทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running-based anaerobic sprint test: RAST) เพื่อใช้ในการทดสอบการออกกำลังกายโดยไม่ใช้ออกซิเจนของนักกีฬา คือ วัดค่าของพลังงานกาศนิยม

(Anaerobic power) สมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) และดัชนีความล้า (Fatigue index) โดยให้นักกีฬาวิ่งระยะ 35 เมตร จำนวน 6 รอบ และพักแต่ละรอบคือ 10 วินาที จากนั้นนำเวลา กับระยะทาง และน้ำหนักตัวคำนวณค่าทั้ง 3 ด้าน สรุปได้ว่าแบบทดสอบเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต้องเลือกแบบทดสอบให้ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัด และนำผลที่ได้นำไปปรับปรุงพัฒนานักกีฬาทุกระดับให้ดีและมีสมรรถภาพที่สามารถนำไปใช้ในการเล่นหรือการแข่งขันกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่

ในปัจจุบันการแข่งขันกีฬาฟุตบอลเป็นที่นิยมในกลุ่มของเยาวชน ซึ่งโรงเรียนต่าง ๆ จะมีการเตรียมทีมในการเข้าร่วมการแข่งขัน เช่นเดียวกับโรงเรียนวัดราชบพิธเป็นโรงเรียนหนึ่งที่จะเห็นความสำคัญของการสร้างนักกีฬาฟุตบอลเข้าร่วมแข่งขันในรายการต่าง ๆ เช่น กรมพลศึกษา รายการเขตพื้นที่การศึกษา เป็นต้น โดยมีนักกีฬาฟุตบอลในรุ่นอายุไม่เกิน 13 ปีถึงรุ่นอายุไม่เกิน 18 ปี แต่ก็ยังพบปัญหาในการสร้างทีมเข้าร่วมการแข่งขันอยู่เสมอ จากการที่ผู้วิจัยได้เป็นผู้ฝึกสอนทีมฟุตบอลโรงเรียนวัดราชบพิธ พบว่าสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอลในเรื่องของความสามารถของระบบไหลเวียนโลหิตนั้นยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายในเรื่องของความสามารถของระบบไหลเวียนโลหิต โดยสร้างโปรแกรมฝึกแบบสถานี (Circuit Training) และโปรแกรมฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) ช่วยพัฒนาให้นักกีฬาที่มีความสามารถในการใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนได้ ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าจะสามารถพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬาให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกโปรแกรมแบบสถานี และโปรแกรมแบบหนักสลับเบาที่มีต่อความสามารถของระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตบอล โรงเรียนวัดราชบพิธ

ความสำคัญของงานวิจัย

1. เพื่อนำผลจากการค้นคว้าในครั้งนี้ ไปใช้ในการพัฒนาความสามารถแบบใช้ออกซิเจนและความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนของนักกีฬาฟุตบอล
2. เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ฝึกสอนกีฬาฟุตบอล ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องกับกีฬาฟุตบอล
3. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการฝึกกีฬาฟุตบอลต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักกีฬาฟุตซอล โรงเรียนวัดราชบพิธ จำนวน 70 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักกีฬาฟุตซอล โรงเรียนวัดราชบพิธ จำนวน 45 คน โดยกำหนดให้มีคุณสมบัติ ดังนี้

1.2.1 คุณสมบัติของกลุ่มตัวอย่างที่เลือกเข้าศึกษา (Inclusion criteria)

- 1.2.1.1 เพศชาย
- 1.2.1.2 อายุระหว่าง 14 – 16 ปี
- 1.2.1.3 นักกีฬาฟุตซอล โรงเรียนวัดราชบพิธ ปีการศึกษา 2561
- 1.2.1.4 เป็นผู้ยินยอมในการเข้าร่วมการวิจัย
- 1.2.1.5 ไม่มีโรคประจำตัว เจ็บป่วยรุนแรง หรือเป็นอุปสรรคต่อการเข้าร่วมการวิจัย

1.2.2 เกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง (Exclusion criteria)

- 1.2.2.1 ผู้ที่ไม่มีความประสงค์จะเข้าร่วมในการวิจัย
- 1.2.2.2 เป็นผู้ที่มีอาการบาดเจ็บ มีโรคประจำตัว เจ็บป่วยรุนแรงเป็นอุปสรรคในการวิจัย

โดยกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยทำการทดสอบวัดสมรรถภาพด้านการสังเคราะห์พลังงานแบบใช้ออกซิเจน โดยใช้แบบทดสอบ (Multistage Fitness Test : Beep Test) และเลือกนักกีฬาที่มีความสามารถในการใช้ออกซิเจนอยู่ในระดับต่ำ (>level 7) จากนั้นทำการเรียงลำดับคะแนนจากมากไปน้อย และเลือกนักกีฬาที่มีระดับความสามารถเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ด้วยวิธีการจับคู่ (Matching Groups) ดังนี้

กลุ่มทดลอง 1 จำนวน 15 คน (ฝึกโปรแกรมแบบสถานี)

กลุ่มทดลอง 2 จำนวน 15 คน (ฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา)

กลุ่มควบคุม จำนวน 15 คน (ฝึกโปรแกรมปกติ)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

- 2.1.1 โปรแกรมการฝึกแบบสถานี (Circuit Training)
- 2.1.2 โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training)

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 2.2.1 ความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Endurance)
- 2.2.2 ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Endurance)
 - 2.2.2.1 ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power)
 - 2.2.2.2 ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity)
 - 2.2.2.3 ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index)

นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. **ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตบอล** หมายถึง ความอดทนแบบใช้ออกซิเจน กับความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน

2. **ความอดทนแบบใช้ออกซิเจน** หมายถึง การทำงานของกล้ามเนื้อหรือการเคลื่อนไหวที่ใช้ออกซิเจนในการผลิตพลังงานขณะที่ร่างกายทำงานไม่หนักแต่ใช้ระยะเวลาต่อเนื่องเพื่อให้สามารถเคลื่อนไหวขณะเล่นกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดการฝึกซ้อมหรือแข่งขัน

3. **ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน** หมายถึง ระบบพลังงานที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อที่ร่างกายดึงออกมาใช้ได้อย่างรวดเร็วเมื่อต้องการใช้เป็นพลังงานในการออกแรงในเวลาสั้น ๆ และปฏิบัติซ้ำบ่อยครั้งในกิจกรรมการเคลื่อนไหว

4. **การทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน** หมายถึง การวัดสมรรถภาพด้านการสังเคราะห์พลังงานแบบใช้ออกซิเจนของนักกีฬาฟุตบอล โรงเรียนวัดราชบพิธ

5. **การทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน** หมายถึง การใช้วัดสมรรถภาพด้านการสังเคราะห์พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนของนักกีฬาฟุตบอล โรงเรียนวัดราชบพิธ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านพลังอนาการศนิยม, ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม และด้านดัชนีความล้า

6. **พลังอนาการศนิยม** หมายถึง ความสามารถในการที่กล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจนในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ โดยสะสมไว้ในกล้ามเนื้อเป็นหลัก หน่วยเป็น (วัตต์/กก.)

7. **สมรรถภาพอนาการศนิยม** หมายถึง ความสามารถในการที่กล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน ในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ โดยใช้พลังงานในรูปแบบ ATP – CP ที่สะสมไว้ที่กล้ามเนื้อ หน่วยเป็น (วัตต์/กก.)

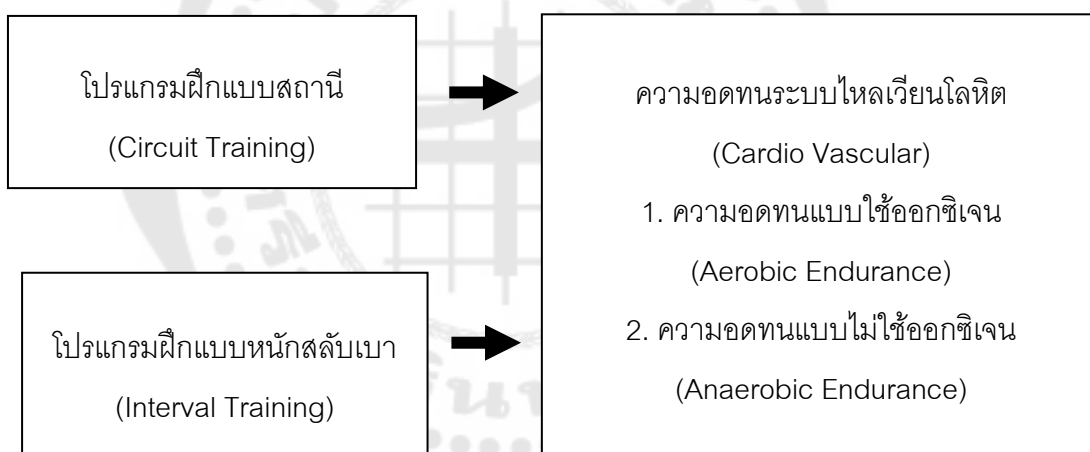
8. **ดัชนีความล้า** หมายถึง การลดลงของกำลังงานในการใช้พลังงานในระบบ แอนแอโรบิก หน่วยเป็น (%)

9. **โปรแกรมการฝึกแบบสถานี** หมายถึง การฝึกหมุนเวียนตามสถานีจำนวน 12 สถานี เพื่อพัฒนาความอดทนแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนในนักกีฬาฟุตบอล

10. **โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา** หมายถึง การฝึกแบบออกแรงเคลื่อนไหวด้วยความหนักสูงและมีจังหวะพักสลับด้วยการลดระดับความหนักลงหรือหยุดพักช่วงสั้น ๆ จำนวน 4 แบบฝึก เพื่อพัฒนาความอดทนแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนในนักกีฬาฟุตบอล

11. **นักกีฬาฟุตบอล** หมายถึง นักกีฬาฟุตบอล โรงเรียนวัดราชบพิธที่มีช่วงอายุ 14 -16 ปี

กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า

สมมุติฐานในการวิจัย

1. ผลการฝึกโปรแกรมแบบสถานี และโปรแกรมแบบหนักสลับเบาที่มีต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตบอล หลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึก

2. ผลการฝึกระหว่างโปรแกรมแบบสถานี และโปรแกรมแบบหนักสลับเบาที่มีต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตบอล หลังการฝึกของกลุ่มทดลองดีกว่ากลุ่มควบคุม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกีฬาฟุตบอล
2. สมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอล
 - 2.1 องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย
3. ระบบพลังงาน
4. การฝึกสมรรถภาพทางแอโรบิก
 - 4.1 ความหมายของสมรรถภาพทางแอโรบิก
 - 4.2 ความสำคัญของสมรรถภาพทางกายแบบแอโรบิก
 - 4.3 บทบาทของระบบหายใจ และไหลเวียนโลหิตที่มีต่อการออกกำลังกาย
 - 4.4 การประเมินสมรรถภาพทางแอโรบิก
5. การฝึกสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก
 - 5.1 ความสำคัญของการฝึกสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก
 - 5.2 วิธีการประเมินสมรรถภาพแอนแอโรบิก
6. วิธีการฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางแอโรบิกและแอนแอโรบิก
 - 6.1 การฝึกหนักสลับเบา (Interval Training)
 - 6.2 การฝึกแบบสถานีหรือวงจร (Circuit Training)
7. การพัฒนาความอดทน (Endurance Development)
 - 7.1 ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความสามารถทางด้านความอดทน (Factors Related to Endurance Performance)
 - 7.2 ประเภทความอดทน (Classification of Endurance)
 - 7.2.1 ความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Endurance)
 - 7.2.2 ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Endurance)
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในต่างประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยในประเทศ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกีฬาฟุตซอล

ฟุตซอลเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ทั้งในต่างประเทศและประเทศไทยเป็นกีฬาที่เล่นกันมานานแล้ว ดังประวัติความเป็นมาดังนี้ (Football Association of Singapore, 1997.P. 26) คำว่า “ฟุตซอล (Futsal)” เป็นคำที่ใช้เรียกในการแข่งขันระหว่างชาติมาจากภาษาสเปนและโปรตุเกสที่ใช้เรียก “ซอกเกอร์ (Soccer)” ว่า “Futebol หรือ Futebol” และคำว่า “ในร่ม (Indoor)” นำมาจากภาษาฝรั่งเศสและภาษาสเปน ที่เรียกว่า “Salon หรือ Sala” เป็นการแข่งขันที่มักเรียกกันอยู่เสมอ ๆ ว่าเป็นการเล่น “ฟุตบอลล 5 คน (Five-A-Side Football or Soccer)”

กีฬาฟุตซอลใช้เล่นในสนามบาสเกตบอลและสามารถเล่นได้กับพื้นผิวสนามหลายแบบ ลูกบอลที่ใช้มีการกระดอนน้อย ผู้เล่นต้องใช้ความสามารถทางทักษะอย่างมากในการบังคับให้เกิดการเคลื่อนที่ เป็นกีฬาที่พัฒนาให้เกิดทักษะต่าง ๆ อย่างมาก ต้องการปฏิกิริยาตอบสนองที่รวดเร็ว ความคิดฉับไวและการส่งที่แม่นยำ ทำให้การแข่งขันมีความตื่นเต้นเร้าใจทั้งผู้เล่นและผู้ชม (กรมพลศึกษากระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2555)

ต่อมาในปี ค.ศ.1930 ณ กรุงมอนเตวิเดโอ (Montevideo) ประเทศอุรุกวัย (Uruguay) ฮวน คาร์ลอส เซอริเนีย (Juan Carlos Ceriani) ได้นำเกมอินดอร์ซอกเกอร์นี้ไปให้เยาวชนใน YMCA (Young Men's Christian As-sociation) ได้เล่นกัน โดยใช้สนามแข่งขันบาสเกตบอลในการเล่น แต่ก็มีทั้งนอกและในโรงยิม เพราะไม่ได้ติดปัญหาเรื่องภูมิอากาศอีกต่อไป เนื่องจากอุรุกวัยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อน อินดอร์ซอกเกอร์ได้รับความนิยมและมีคนสนใจเล่นเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งปี ค.ศ. 1932 โรเจอร์ เกรน (Roger Grain) ได้บัญญัติกฎที่เป็นมาตรฐานในการควบคุมการแข่งขันขึ้น (Standard Set of Ruled) และกฎนี้ใช้มาถึงปัจจุบัน กีฬาฟุตซอลไม่เห็นปรากฏแน่ชัดว่ามีมาเล่นในประเทศไทยเมื่อใด กระทั่งปีพ.ศ. 2540 สมาคมฟุตบอลลแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และการกีฬาแห่งประเทศไทยได้จัดให้มีการแข่งขันฟุตบอลล 5 คน ซิงแฮมป์แห่งประเทศไทยขึ้นเป็นครั้งแรก และได้มีการจัดการแข่งขันขึ้นเป็นประจำทุกปีหลังจากนั้น ในระดับนานาชาติทีมฟุตบอลล 5 คน ตัวแทนประเทศไทย ก้าวหน้าไปถึงขั้นเป็นตัวแทนทวีปเอเชียเข้าร่วมการแข่งขันฟุตซอลซิงแฮมป์โลก ซึ่งจะเห็นว่าคนไทยก็มีทักษะการเล่นกีฬาฟุตซอลไม่น้อยหน้าชาติอื่น ปัจจุบันกีฬาฟุตบอลล 5 คนหรือฟุตซอลในประเทศไทยได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในหมู่เยาวชน ซึ่งก็เนื่องมาจากความสะดวกสบายในเรื่องสนาม หรือจะเป็นจำนวนผู้เล่นซึ่งไม่มากจนเกินไป และที่สำคัญคือฟุตซอลทีมชาติไทยเป็นทีมระดับแนวหน้า

ในทวีปเอเชีย ทำให้เยาวชนไผ่ผืนจะเป็นตัวแทนของประเทศ เพื่อจะได้สัมผัสบรรยากาศการแข่งขันฟุตบอลโลก (สกายบุ๊กส์, 2550)

สรุปได้ว่ากีฬามวยปล้ำเป็นกีฬานิยมของประเทศไทยในปัจจุบัน ซึ่งมีการจัดการแข่งขันขึ้นมากมาย เช่น รายการแข่งขันมวยปล้ำสมัครเล่น กีฬา การแข่งขันมวยปล้ำนักเรียนนักศึกษา และต่อยอดไปสู่การแข่งขันมวยปล้ำอาชีพ เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้แต่ละโรงเรียนหรือสถาบันกีฬาต่าง ๆ มีการเตรียมความพร้อมและสร้างทีมมวยปล้ำเพื่อเข้าร่วมการแข่งขัน แต่ทั้งนี้การสร้างทีมหรือการพัฒนาทีมกีฬามวยปล้ำต้องมีการวางแผนและมีปัจจัยต่าง ๆ ในการสร้างทีมขึ้นมา เช่นเดียวกับ กรมพลศึกษากระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา (2555) ได้กล่าวว่า ผู้ฝึกสอนควรมีทักษะและความรู้ในเรื่องต่าง เช่น ทักษะในกีฬามวยปล้ำ ความรู้ทางกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา รู้หลักและวิธีการฝึก มีทักษะในการสื่อสาร การปฐมพยาบาลเบื้องต้น จิตวิทยาทั่วไปและจิตวิทยาการกีฬา และความรู้ทางสถิติและรายงาน ซึ่งเรื่องที่สำคัญมาก และเป็นสิ่งที่ควรพัฒนานักกีฬามวยปล้ำอยู่เสมอก็คือ เรื่องของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา เพราะว่าสมรรถภาพทางกายของนักกีฬามวยปล้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ดีช่วยให้การเล่นนั้นมีประสิทธิภาพไปด้วย

2. สมรรถภาพทางกายของนักกีฬามวยปล้ำ

สมรรถภาพทางกายเป็นสิ่งสำคัญที่ทุกกีฬาจำเป็นต้องมีการพัฒนา เช่นเดียวกับกีฬามวยปล้ำที่มีองค์ประกอบสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นหลายด้าน เพราะกีฬามวยปล้ำเป็นกีฬาที่มีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว และมีการเปลี่ยนทิศทาง และใช้เวลาในการเล่นอย่างต่อเนื่อง จึงอยากให้ความเข้าใจในเรื่องของสมรรถภาพทางกาย มีหลายบุคคลที่ได้ให้ความหมายของสมรรถภาพทางกายไว้ ดังนี้

สมบัติ กาญจนกิจ และ สมหญิง จันทุไทย (2541) ได้ให้ความหมายของคำว่าสมรรถภาพทางกาย ไว้ว่า สมรรถภาพทางกายเป็นธรรมชาติที่จะชี้ให้เห็นว่านักกีฬานำเอาความสามารถทางด้านร่างกายที่มีอยู่มาใช้ได้ดีมากน้อยเพียงใด นักกีฬาที่มีสมรรถภาพทางกายดีก็จะนำเอาความสามารถที่มีอยู่มาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

พีรพงศ์ บุญศิริ (2544) ได้ให้ความหมายของคำว่าสมรรถภาพทางกายไว้ว่า ความสามารถของบุคคลในการรักษาร่างกายของตนเองให้คงสภาพดี และสามารถทำงานหนักได้เป็นเวลานานโดยไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อยและไม่เสียประสิทธิภาพในการทำงานที่น้อยลง

สนธยา สีละมาด (2557) ได้ให้ความหมายของคำว่าสมรรถภาพทางกาย ไว้ว่า การมีสภาพสรีรวิทยาที่ช่วยให้บุคคลสามารถประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือการมีสภาพสรีรวิทยาพื้นฐานสำหรับการมีความสมบูรณ์ทางการกีฬา

หรือทั้ง 2 อย่าง ซึ่งสมรรถภาพทางกายมี 2 ประเภท คือสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (health – related fitness) และสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะกีฬา (skill – related fitness)

กรมพลศึกษากระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา (2555) ได้ให้ความหมายของคำว่า สมรรถภาพทางกาย ไว้ว่าความสามารถด้านร่างกายในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีผลจากการฝึกซ้อมร่างกายให้มีความพร้อมต่อการทำกิจกรรมนั้น ๆ เป็นอย่างดี การสร้างสมรรถภาพทางกายเพื่อนำไปใช้ในการเล่นและการแข่งขันกีฬา จะต้องคำนึงถึงชนิดของสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ในกีฬานั้น ๆ ด้วย

ถาวร กุมุทศรี (2560) ได้ให้ความหมายของคำว่าสมรรถภาพทางกาย ไว้ว่าความสามารถในการแสดงออกของร่างกาย เพื่อการเคลื่อนไหวปฏิบัติเทคนิค ทักษะในการเล่นกีฬา ให้ได้มาซึ่งผลจากการปฏิบัติหรือแสดงออกให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อการเล่นกีฬา อย่างเหมาะสม มีความสม่ำเสมอตลอดการแข่งขันของแต่ละชนิดกีฬา

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ดังนี้ สมรรถภาพทางกาย หมายถึงความสามารถของระบบต่าง ๆ ของร่างกายที่สามารถปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ โดยมีความพร้อมและไม่เหน็ดเหนื่อยจากการทำงานซึ่งสมรรถภาพทางกายที่ดีนั้นต้องมีการสร้างเสริมให้มีสมรรถภาพทางกายที่ดีเพื่อนำไปใช้ในการเล่นและการแข่งขันกีฬา และที่สำคัญควรมีการสร้างสมรรถภาพทางกายให้เหมาะสมกับชนิดกีฬานั้นด้วย เช่นเดียวกับกรมพลศึกษากระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา (2555) กล่าวว่า กีฬาฟุตบอลเป็นกีฬาที่ต้องใช้การเคลื่อนไหวหลายรูปแบบดังนั้น กีฬาฟุตบอลจึงต้องอาศัยความสามารถทางด้านร่างกายทั้งสมรรถภาพทางกายทั่วไปและสมรรถภาพทางกายเฉพาะร่วมกันเพื่อนำไปใช้ในการแข่งขัน เช่น ความทนทานตลอดระยะเวลาการเล่นครึ่งละ 20 นาที 2 ครั้ง รวม 40 นาที โดยไม่เหนื่อยซึ่งในระยะเวลาการเล่นนั้น มีการสลับการหยุดพักในขณะลูกบอลอยู่นอกการเล่น การขอเวลานอกรวมทั้งการเปลี่ยนตัวออกมาพักแล้วเปลี่ยนกลับไปเล่นใหม่อีก จึงได้อธิบายเรื่องของชนิดของสมรรถภาพทางกายไว้ในหัวข้อองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย

2.1 องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย

กรมพลศึกษากระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา (2555) ได้กล่าวว่า ชนิดของสมรรถภาพทางกายแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1.1 สมรรถภาพทางกายทั่วไปเป็นความสมบูรณ์พื้นฐานทางกาย

2.1.1.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength) คือความสามารถของกล้ามเนื้อที่หดตัวเพื่อดำนน้ำหนักหรือเคลื่อนน้ำหนักเพียงครั้งเดียวโดยไม่จำกัดเวลา

2.1.1.2 พลังของกล้ามเนื้อ (Muscular Power) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่หดตัวได้แรงที่ทำให้วัตถุหรือร่างกายเคลื่อนที่ออกไปเป็นระยะทางมากที่สุดในเวลาจำกัด

2.1.1.3 ความทนทานของกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่สามารถทำงานติดต่อกันได้นานโดยไม่เสื่อมประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นความสามารถในการต่อต้านสภาวะความเมื่อยล้าให้เกิดได้ช้ากว่าปกติ

2.1.1.4. ความคล่องตัว (Agility) คือ ความสามารถของร่างกายในการควบคุมเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วและตรงเป้าหมาย

2.1.1.5 ความอ่อนตัว (Flexibility) คือ ความสามารถในการเคลื่อนไหวให้ได้มุมของการเคลื่อนไหวอย่างเต็มที่ของข้อและข้อต่อ

2.1.1.6 ความเร็ว (Speed) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่สามารถทำงานเคลื่อนที่ช้ากันได้อย่างรวดเร็ว

2.1.1.7 ความสมดุลของร่างกาย (Balance) คือ ความสามารถในการควบคุมท่าของร่างกายให้อยู่ในลักษณะที่ต้องการทั้งในระหว่างการอยู่กับที่และขณะเคลื่อนที่

2.1.1.8 การทำงานประสานกันระหว่างระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ (Muscular Coordination) คือ การควบคุมให้ร่างกายตอบสนองการสั่งงานของระบบประสาทอย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.1.9 ความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบการหายใจ (Cardio Respiratory) คือ ความสามารถหรือประสิทธิภาพของการนำเอาออกซิเจนเข้าสู่ปอดแล้วขนถ่ายผ่านระบบไหลเวียนโลหิตนำไปใช้ในการทำงานของระบบกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.2 สมรรถภาพทางกายเฉพาะ (Specail Condition)

หมายถึง สมรรถภาพทางร่างกายของนักกีฬาที่นำไปใช้ในการเล่นกีฬาชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะ ดังนั้น การเล่นกีฬาแต่ละชนิดกีฬา นักกีฬาจะมีความต้องการในการสร้างสมรรถภาพทางกายที่แตกต่างกัน กล่าวคือ นักกีฬาฟุตบอลต้องมีสมรรถภาพทางกายเฉพาะที่แตกต่างไปจากนักกรีฑา นักเทนนิส นักวอลเลย์บอล หรือนักมวย เป็นต้น

ถาวร กุมุทศรี (2560) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย คือสมรรถภาพทางกายพื้นฐานในแต่ละด้านต่อไปนี้ นักกีฬาจะต้องได้รับการฝึกควบคู่ไปกับการฝึกพัฒนาความสามารถด้านเทคนิค ทักษะ ของแต่ละชนิดกีฬา เพราะเป็นองค์ประกอบที่จะทำให้กลไกการเคลื่อนไหว (Biomotor Ability) ของร่างกายมีความสมบูรณ์ โดยประกอบไปด้วย

1. ความอดทน (Endurance)
2. ความแข็งแรง (Strength)
3. ความเร็ว (Speed)
4. ความอ่อนตัว (Flexibility)
5. การประสานงานและความสัมพันธ์ของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

(Co-ordination)

องค์ประกอบทั้ง 5 ด้าน ถูกแบ่งออกเป็นประเภท โดยมีรายละเอียดบอกถึงความสัมพันธ์ของแต่ละประเภท โดยสรุปเพื่อให้เกิดความเข้าใจ ดังนี้

1. ความอดทน (Endurance) คือ ความสามารถในการเคลื่อนไหวหรือปฏิบัติงานของร่างกายอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน โดยอาศัยการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด และระบบกล้ามเนื้อที่ทำงานภายใต้อุปสรรค คือเกิดอาการเมื่อยล้า (Fatigue) จากกล้ามเนื้อที่ออกแรงเกือบสูงสุด เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องหรือปฏิบัติงานซ้ำเป็นเวลานานโดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 ความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Endurance) เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อหรือการเคลื่อนไหวที่ใช้ออกซิเจนในการผลิตพลังงานขณะที่ร่างกายทำงานไม่หนักแต่ใช้ระยะเวลาต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถเคลื่อนไหวขณะเล่นกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดการฝึกซ้อมหรือแข่งขัน

1.2 ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Endurance) คือ ระบบพลังงานที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อที่ร่างกายดึงออกมาใช้ได้อย่างรวดเร็วเมื่อต้องการใช้เป็นพลังงานในการออกแรงในเวลาสั้น ๆ และปฏิบัติซ้ำบ่อยครั้งในกิจกรรมการเคลื่อนไหวของแต่ละชนิดกีฬา

2. ความแข็งแรง (Strength) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่หดตัวออกแรงด้วยความพยายามเอาชนะแรงต้านหรือความต้านทานที่มากระทำต่อร่างกาย โดยแข็งแรงแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.1 ความแข็งแรงสูงสุด (Maximum Strength) คือความสามารถของกล้ามเนื้อหดตัวออกแรงแต่ละครั้งได้แรงมากที่สุด

2.2 ความแข็งแรงแบบยืดหยุ่น (Elastic Strength) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อหดตัวออกแรงเคลื่อนไหวกระทำกับแรงต้านได้อย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดกำลัง (Power) ของกล้ามเนื้อ

2.3 ความแข็งแรงอดทน (Strength Endurance) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่หดตัวออกแรงเพื่อเคลื่อนไหวร่างกายอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอในสภาวะที่มีความล้าโดยต้องออกแรงเกือบสูงสุดและต่อเนื่องเป็นเวลานานเพื่อปฏิบัติกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ

3. ความเร็ว (Speed) คือ ความสามารถในการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งได้อย่างรวดเร็วโดยใช้เวลาน้อยที่สุด ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทดังต่อไปนี้

3.1 กำลังความเร็ว (Power Speed) เป็นความเร็วที่พบในการเปลี่ยนจังหวะหรือทิศทางในการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว จะพบในชนิดกีฬาที่มีการออกตัวเคลื่อนไหวเคลื่อนที่ อย่างรวดเร็ว เช่น ฟุตบอล ฟุตซอล บาสเกตบอล วอลเลย์บอล เป็นต้น

3.2 ความเร็วสูงสุด (Maximum Speed) เป็นความเร็วที่มีการเคลื่อนที่เคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง ภายใต้ระยะเวลาสั้น ๆ ไม่เกิน 10 วินาที เช่น การวิ่งระยะ 50 – 60 เมตร

3.3 ความเร็วอดทน (Speed Endurance) เป็นความเร็วที่มีความจำเป็นในชนิดกีฬาที่มีการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว แต่มีการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง เช่นการวิ่งขณะเล่นกีฬาประเภทต่าง ๆ ที่มีการเคลื่อนที่ในการเล่น เช่น ฟุตบอล รักบี้ บาสเกตบอล เป็นต้น

4. ความอ่อนตัว (Flexibility) คือ ความสามารถในการทำงานของข้อต่อในร่างกายในทุก ๆ การเคลื่อนไหวด้วยระยะทางหรือมุมที่มากกว่าปกติ โดยสามารถแบ่งความอ่อนตัวเป็น 3 ประเภท คือ

4.1 ความอ่อนตัวแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic Flexibility) เป็นความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของแขนหรือขาได้สุดมุมหรือระยะการเคลื่อนไหวที่เป็นธรรมชาติของข้อต่อส่วนนั้น

4.2 ความอ่อนตัวแบบคงสภาพการเคลื่อนไหวด้วยแรงหดตัวของกล้ามเนื้อ (Static Active Flexibility) เป็นความอ่อนตัวที่เคลื่อนไหวด้วยตัวเองสู่ตำแหน่งที่ต้องการแล้วคงสภาพท่านั้นไว้ โดยการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อที่หดตัวออกแรง (Agonist) ร่วมกับกล้ามเนื้อสนับสนุนการเคลื่อนไหว (Synergist) หดตัวออกแรงเกร็ง ณ ตำแหน่งนั้น แล้วกลุ่มกล้ามเนื้อตรงข้าม (Antagonist) จะคลายตัวหรือเหยียดออก

4.3 ความอ่อนตัวแบบคงสภาพการเคลื่อนไหวด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ (Static Passive Flexibility) เป็นความอ่อนตัวที่เริ่มจากการเคลื่อนไหวไปสู่ตำแหน่งหรือท่าทางที่ต้องการแล้วคงท่านั้นไว้โดยใช้อุปกรณ์รองรับ ณ ตำแหน่งนั้น เช่น รัด แก้ว ถัก โดยให้น้ำหนักตัวทั้งแรงลงที่ข้อต่อที่เกี่ยวข้องนั้น เพื่อเป็นแรงกระทำให้เกิดการยืดเหยียดที่ข้อต่อนั้น ๆ

5. การประสานงานการเคลื่อนไหว (Coordination) คือความสามารถในการปฏิบัติการเคลื่อนไหวที่ใช้ร่างกายหลายส่วนประกอบกัน ให้การปฏิบัติทักษะได้ผลตามต้องการด้วยจังหวะการเคลื่อนไหวที่เป็นไปตามลำดับแต่ละขั้นตอนของทักษะ และในแต่ละส่วนของร่างกายอย่างสัมพันธ์กัน ทำให้การควบคุมร่างกายในการทำงานตอบสนองการสั่งการของระบบประสาทอย่างมีประสิทธิภาพและสัมพันธ์กับการหดตัวของกล้ามเนื้อตลอดการเคลื่อนไหว

จากองค์ประกอบสมรรถภาพทางกายข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบสมรรถภาพของนักกีฬา คือ เรื่องของความอดทนของกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัวความเร็ว และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต สิ่งสำคัญที่ผู้วิจัยสนใจ คือ เรื่องของสมรรถภาพความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตที่เป็นสมรรถภาพที่สามารถพัฒนาได้ด้วยวิธีการฝึกสมรรถภาพทางแอโรบิก ซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

3. ระบบพลังงาน

พลังงานเป็นหัวใจสำคัญสำหรับการเคลื่อนไหวที่เคลื่อนไหวหรือการทำงานของร่างกายในการกำหนดรูปแบบหรือวิธีการเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกาย โดยเฉพาะการทำงานของร่างกายที่ออกแรงเพื่อการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนไหวที่ในการฝึกซ้อมหรือแข่งกีฬา การศึกษาทางด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกายและการกีฬาจะเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เกิดขึ้นโดยตรงในขณะ ก่อน ระหว่าง และหลังการฝึกซ้อมหรือแข่งขัน เช่น ระบบพลังงานสำรองของร่างกายในการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนไหวที่ในระยะเวลา ระดับความหนักและการหยุดพักในทุกกรณีนั้นระบบพลังงานจะมีส่วนเกี่ยวข้องเสมอร่างกายจำเป็นต้องใช้พลังงานในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อใช้ในการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนไหวที่ของร่างกาย ซึ่งพลังงานขึ้นอยู่กับรูปแบบกิจกรรม ระยะเวลาที่ใช้ การพักผ่อน และระดับความหนัก จึงสามารถแบ่งระบบพลังงานออกเป็น 3 ระบบ ดังนี้ (ปิตรีฐ คงทองคำ, 2561)

1. ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนแบบไม่เกิดกรดแลคติก (Anaerobic alactic system) หรือที่เรียกว่า ATP - CP system หรือ Immediate energy system เป็นระบบพลังงานที่มีการดึงอดีโนซีนไตรฟอสเฟต (Adenosine triphosphate: ATP) และครีเอทีนฟอสเฟต (Creatine phosphate: CP) ที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ มาใช้เป็นพลังงานซึ่งเป็นระบบที่สามารถสำรองพลังงานขึ้นมาได้โดยตรง ไม่ต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการสังเคราะห์หรือผลิตพลังงานและไม่ก่อให้เกิด

กรดแลคติกขึ้นมา เมื่อร่างกายมีการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วหรือแรงสูงสุดสามารถดึงพลังงานมาใช้ได้อย่างทันทีทันใด และสามารถสำรองพลังงานได้ในช่วงเวลา 5-8 วินาที เนื่องจากสารครีเอทีนฟอสเฟตจะมีปริมาณน้อยและใช้หมดไปในเวลาสั้น ๆ ระบบพลังงานนี้จะเกิดขึ้นในช่วงแรกของการออกกำลังกาย การเล่นกีฬา หรือการแข่งขัน โดยสารที่สร้างขึ้นจะสร้างสารครีเอทีนฟอสเฟตขึ้นมาใหม่ได้จะใช้เวลา 30 วินาที สามารถชดเชยขึ้นมาใหม่ได้ร้อยละ 50 และจะใช้เวลาประมาณ 3-5 นาที ก็สามารถสร้างชดเชยขึ้นมาใหม่ได้อย่างสมบูรณ์ สำหรับกิจกรรมที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นการทุ่ม ฟัน ขว้าง ยกน้ำหนัก วิ่งระยะสั้น 100 เมตร และว่ายน้ำ 50 เมตร เป็นต้น (McArdle, 2016)

2. ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนแบบเกิดกรดแลคติก (Anaerobic lactic system) หรือที่เรียกว่า ไกลโคไลซิส (Glycolysis system) ซึ่งเป็นระบบพลังงานที่เกิดขึ้นหลังจากที่ได้ใช้ระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนแบบไม่เกิดกรดแลคติก (Anaerobic alactic system) โดยกล้ามเนื้อจะมีการทำงานอย่างหนักและต่อเนื่อง โดยใช้เวลาไม่เกิน 90 วินาที เป็นระบบพลังงานที่ดึงไกลโคเจน (Glycogen) มาใช้โดยตรง ไม่ต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการสังเคราะห์หรือผลิตพลังงาน แต่จะก่อให้เกิดกรดแลคติกขึ้นมา ซึ่งจะมีผลทำให้ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อลดลง มีอาการเมื่อยล้าและมีของเสียเกิดขึ้น การเพิ่มขึ้นของกรดแลคติก จะมีผลต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อ คือการลดเอนไซม์ฟอสโฟฟรุกโตไคเนส (Phosphofructokinase: PFK) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีความสำคัญในกระบวนการไกลโคไลซิส และจะไปขัดขวางหรือแทรกแซงการทำงานของแคลเซียมในกระบวนการครอสบริดจ์ (Cross-bridge) โดยป้องกันการเกาะของแคลเซียมกับโทรโปนิน-ซี (Troponin-C) ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ กิจกรรมที่ร่างกายต้องใช้ระบบพลังงานนี้ได้แก่ การวิ่ง 400 เมตร การว่ายน้ำ 200 เมตร เป็นต้น (McArdle, 2016)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น สรุปว่า ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic metabolism) เป็นระบบพลังงานที่ใช้ได้ทันที โดยต้องอาศัยพลังงานสำรองในร่างกายที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อ คือ ATP (Adenosine Triphosphate) ที่ร่างกายสามารถดึงมาใช้ในช่วงเวลา 4 – 6 วินาที โดยการออกแรงด้วยความเร็วและความหนักสูงสุด ส่วนพลังงานในรูปแบบของ CP (Creatine phosphate) ที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อ จะถูกดึงมาใช้ในระยะเวลา 8-10 วินาที เมื่อร่างกายยังคงทำงานด้วยความเร็วและความหนักสูง พลังงานสำรองจะมีบทบาทสำคัญเมื่อร่างกายยังทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานานขึ้น จำเป็นต้องดึงเอาพลังงานที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อและตับในรูปของไกลโคเจน (Glycogen) มาใช้และจะหมดไปอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลา 60 - 90 วินาที (ถาวร กุมุทศรี, 2560)

3. ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic system) หรือที่เรียกว่า Oxidative system เป็นระบบพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกายโดยใช้เวลา 120 วินาทีขึ้นไป ซึ่งต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการเผาผลาญหรือสังเคราะห์พลังงานขึ้นมา แหล่งที่มาของระบบพลังงานนี้ได้มาจากการที่คาร์โบไฮเดรตและไขมันทำปฏิกิริยาสันดาปกับออกซิเจน เพื่อแปรสภาพเป็นพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีความต่อเนื่องและไม่หนักมากจนเกินไป โดยไม่ก่อให้เกิดกรดแลคติกขึ้นมา ในช่วงแรกของการออกกำลังกายคาร์โบไฮเดรตจะเป็นต้นตอหลักของพลังงานทั้งหมด แต่เมื่อระยะเวลาการออกกำลังกายยาวนานขึ้น การสำรองพลังงานจากการเผาผลาญไขมันจะเข้ามามีบทบาทเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกลายเป็นต้นตอหลักในการผลิตพลังงานทั้งหมด การเก็บสะสมคาร์โบไฮเดรตและไขมันจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน คือ คาร์โบไฮเดรตจะมีการเก็บสะสมที่มีจำนวนจำกัด ส่วนไขมันจะเก็บสะสมจำนวนไม่จำกัด การสำรองพลังงานทั้งสองต้นตอจะทำงานในช่วงเวลาเดียวกัน จะมีการแบ่งสัดส่วนกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระดับความหนัก ระยะเวลาในการฝึกซ้อมและการออกกำลังกายหรือการแข่งขัน กิจกรรมที่ร่างกายต้องใช้ในระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน ได้แก่ จักรยานทางไกล และวิ่งมาราธอน เป็นต้น (McArdle, 2016)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น สรุปว่า ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic metabolism) เป็นระบบพลังงานที่ต้องใช้ระยะเวลาช่วงหนึ่ง (ประมาณ 120 วินาที) จึงจะเริ่มมีบทบาทสำคัญในการเป็นพลังงานหลักให้กับร่างกาย โดยที่ร่างกายยังคงทำงานหนักอย่างต่อเนื่อง สุดท้ายก็จะดึงเอาไขมันที่สะสมมาทำปฏิกิริยากับออกซิเจน แล้วนำไขมันที่มีอยู่ในร่างกายมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้โดยไม่มีข้อจำกัด เพราะปริมาณไขมันในร่างกายถูกสะสมไว้มากจึงเป็นพลังงานที่สำคัญและจำเป็นต่อการเล่นกีฬาหรือการออกกำลังกายที่ใช้ระยะเวลานานหรือเป็นกิจกรรมที่มีความต่อเนื่อง (ถาวร กุมุทศรี, 2560)

ในแต่ละชนิดกีฬาหรือการออกกำลังกายจะมีรูปแบบการใช้พลังงาน ระยะเวลาและความหนักที่ต่างกัน ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะที่เกิดขึ้นเมื่อเริ่มออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาในช่วงเริ่มต้นถึง 6 วินาที ใช้ระดับความหนักสูงสุด ร่างกายจะมีการดึงพลังงานสำรองที่เก็บสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อมาใช้และจะหมดไปอย่างรวดเร็วหรือที่รู้จักกัน คือ ระบบฟอสฟาเจน และหลังจากนั้นร่างกายจะมีการเชื่อมโยงระบบพลังงานแบบไกลโคไลซิสเข้ามาเพื่อช่วยให้กลไกการทำงานของร่างกายสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องในช่วง 6 - 30 วินาที โดยใช้ความหนักในการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬายู่ในช่วงหนักมาก และจะเข้าสู่ระบบพลังงานแบบไกลโคไลซิสอย่างสมบูรณ์ในช่วงเวลา 30 - 120 วินาที มีการใช้พลังงานสำรองในร่างกายที่เก็บสะสมไว้ที่ตับและกล้ามเนื้อในรูปแบบของไกลโคเจน สามารถดึงมาใช้ได้เลยโดยไม่ต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการ

สังเคราะห์หรือผลิตพลังงาน แต่จะก่อให้เกิดกรดแลคติกสะสมในร่างกาย ความหนักของการออกกำลังกายและเล่นกีฬาจะอยู่ในระดับหนัก เมื่อการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬายังคงดำเนินต่อไป พลังงานที่สะสมในกล้ามเนื้อก็จะหมดไป ซึ่งจะสอดคล้องกับความหนักที่ลดลง ร่างกายจำเป็นต้องมีการเชื่อมโยงระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนเพื่อใช้ในการเผาผลาญพลังงานโดยมีคาร์โบไฮเดรตและไขมันทำปฏิกิริยาสันดาปกับออกซิเจนในช่วงเวลา 120-180 วินาที ซึ่งเป็นช่วงรอยต่อระหว่างระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนกับระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน ระดับความหนักของการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาจะอยู่ในระดับปานกลาง และหลังจากเวลา 180 วินาที ร่างกายจะมีการใช้ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนอย่างสมบูรณ์ต่อเนื่องจนกว่าจะหยุดการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา ความหนักจะอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งจะมีความสอดคล้องและสัมพันธ์กันระหว่างเวลาความหนัก และแหล่งพลังงานที่เกิดขึ้น ดังภาพประกอบที่ 2

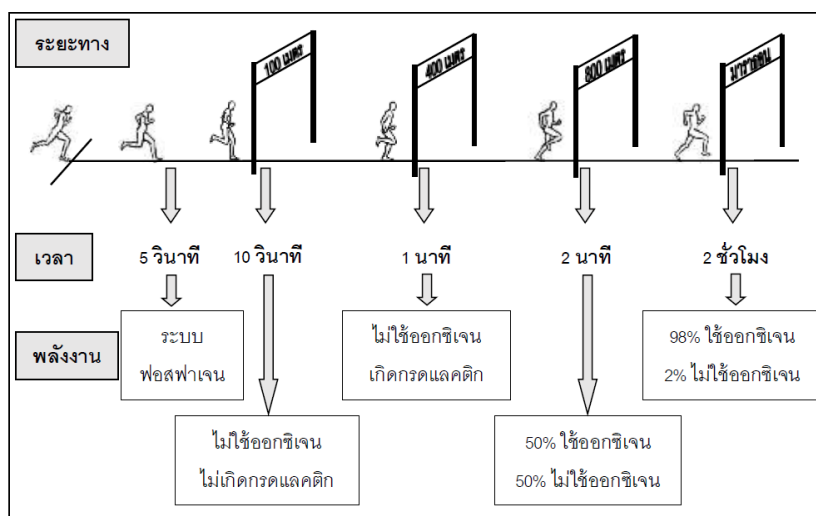
ระยะเวลา	ความหนัก	แหล่งพลังงานหลัก
0-6 วินาที	หนักสูงสุด	ฟอสฟาเจน (Phosphagen)
6-30 วินาที	หนักมาก	ฟอสฟาเจนและไกลโคไลซิส (Phosphagen & fast glycolysis)
30-120 วินาที	หนัก	ไกลโคไลซิส (Fast glycolysis)
120-180 วินาที	ปานกลาง	ไกลโคไลซิสและระบบออกซิเดทีฟ (Fast glycolysis & oxidative system)
> 180 วินาที	ต่ำ	ระบบออกซิเดทีฟ (Oxidative system)

ภาพประกอบ 2 แหล่งพลังงานหลักแบ่งตามระยะเวลาและความหนัก

ที่มา : ถาวร กุมุทศรี (2560)

พลังงานในร่างกายของคนเราจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อร่างกายมีการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ตามลักษณะกิจกรรมหรือกิจวัตรประจำวัน บางคนมีการทำกิจกรรมที่มีลักษณะรวดเร็วแข็งแรงในช่วงเวลาสั้น ๆ และบางคนมีลักษณะการทำกิจกรรมที่ค่อนข้างช้า ระดับความหนักเบาและระยะเวลานาน ซึ่งจะมีความสอดคล้องกับระบบพลังงานที่เกิดขึ้นในร่างกาย ตัวแปรที่มีความสำคัญในการทำงานของร่างกายให้มีประสิทธิภาพนั้น คือ การรับประทานอาหารหรือ

สารอาหารที่สำคัญและจำเป็นต่อร่างกายที่จะนำไปสู่กระบวนการสังเคราะห์แปรรูปเป็นพลังงาน เพื่อใช้ในการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ของร่างกาย สารอาหารที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อร่างกาย คือ สารอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน และสารอาหารอื่น ๆ ที่ไม่มีความจำเป็นต่อร่างกายแต่ร่างกายขาดไม่ได้ การสังเคราะห์สารอาหารประเภทต่าง ๆ นั้น จะเกิดขึ้นตามระยะทาง ระยะเวลา และระบบพลังงาน จะเห็นได้จากการวิ่งมาราธอน ในช่วงเริ่มต้นของการวิ่งจนถึงประมาณ 5 วินาที หรือระยะทางประมาณ 50 เมตร ร่างกายเริ่มมีการสังเคราะห์พลังงานในระบบฟอสฟาเจน เป็นระบบพลังงานที่ไม่ใช้ออกซิเจนและไม่เกิดกรดแลคติกสะสมในร่างกาย โดยการดึง Adenosine triphosphate: ATP และ Creatine phosphate: CP หรือที่เรียกว่า ATP - CP จากกล้ามเนื้อมาใช้ โดยไม่ต้องอาศัยออกซิเจนมาสังเคราะห์หรือผลิตพลังงาน ระบบพลังงานนี้จะยืดระยะการใช้งานสูงสุดจนถึงประมาณ 10 วินาที หรือระยะทางประมาณ 100 เมตร พลังงานที่เก็บสะสมไว้จะหมดไปอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาสั้น ๆ และหากการวิ่งนั้นยังคงดำเนินต่อไปด้วยความเร็ว ระยะเวลาและความต่อเนื่อง ร่างกายจะเริ่มดึงพลังงานสำรองที่เก็บสะสมไว้ในตับและกล้ามเนื้อที่อยู่ในรูปแบบของไกลโคเจนมาใช้โดยไม่ต้องอาศัยออกซิเจนมาช่วยสังเคราะห์พลังงานแต่จะมีกรดแลคติกสะสมในร่างกาย ซึ่งจะเริ่มจากช่วงเวลาประมาณ 10 วินาที ถึง 1 นาที หรือระยะทางประมาณ 400 เมตร พลังงานที่สำรองในร่างกายนี้ก็จะหมดไปในการใช้งานในช่วงเวลา 2 นาที กลไกการทำงานของร่างกายเริ่มดึงพลังงานที่เป็นส่วนประกอบของไขมันมาใช้ โดยจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในการสังเคราะห์พลังงาน การที่ร่างกายจะสามารถเข้าสู่กระบวนการนี้ได้ ร่างกายจำเป็นที่จะต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะสามารถเชื่อมโยงระบบพลังงานต่อไปได้ ถ้าเกิดพลังงานไม่เพียงพอร่างกายก็ไม่สามารถทำงานได้และหยุดการเคลื่อนไหว หรือที่เรียกว่าภาวะชนกำแพง (Hit the wall) เป็นภาวะที่นักกีฬาไม่อยากจะออกกำลังกายและแข่งขันกีฬา ระหว่างรอยต่อการเชื่อมโยงระบบพลังงานหลังจาก 2 นาที หรือระยะทาง 800 เมตร ค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงาน คือ ร้อยละ 50 ของระบบพลังงานจะเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจนและอีกร้อยละ 50 จะเป็นระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน หรือ 50:50 แต่เมื่อการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬายังคงดำเนินต่อไปเรื่อย ๆ จนถึงช่วงเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนก็จะทำงานเกือบสมบูรณ์ร้อยละ 98 และเหลืออีกร้อยละ 2 จะเป็นระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งจะปรากฏในภาพประกอบที่ 3



ภาพประกอบ 3 ระบบพลังงานที่ร่างกายใช้ในช่วงเวลาและระยะทางในการวิ่ง

ที่มา : ถาวร กุมุทศรี (2560)

จากภาพแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง เวลา และพลังงานที่เกิดขึ้นในช่วงของการวิ่ง เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป สิ่งที่เกิดขึ้นตามมา คือ การใช้พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย และพลังงานที่เกิดขึ้น จากการวิ่งนั้น ก็จะแปรผันตรงกับระยะทางและเวลาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งพลังงานในร่างกายก็จะมีขีดจำกัดในเรื่องปริมาณตามระยะเวลาที่กำหนด คือ เมื่อเริ่มต้นวิ่งในไม่กี่วินาที ร่างกายจะมีการดึงพลังงานสำรองที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อมาใช้โดยไม่ใช้ออกซิเจนในการสังเคราะห์พลังงานขึ้นมาและไม่เกิดการสะสมของเสียหรือกรดแลคติกในร่างกาย และเมื่อการวิ่งยังคงดำเนินต่อไปตามระยะทางและเวลาที่เพิ่มขึ้น ร่างกายจะดึงพลังงานอีกรูปแบบหนึ่งเข้ามาใช้ คือ ดึงไกลโคเจน โดยไกลโคเจนจะไม่ใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญเหมือนกับระบบพลังงานในรูปแบบแรก แต่จะก่อให้เกิดของเสียหรือกรดแลคติกสะสมในร่างกาย จะทำให้เกิดข้อจำกัดในการทำงานของร่างกายในช่วงหนึ่งถึงสองนาที จึงทำให้ระบบพลังงานสุดท้าย คือ ระบบพลังงานที่ต้องใช้ออกซิเจนเข้ามาสังเคราะห์หรือเผาผลาญให้เกิดเป็นพลังงานที่จะต้องใช้ในการวิ่งที่ระยะทางและเวลาที่ยาวนานขึ้นแต่ความเร็วของการวิ่งนั้น จะลดลงจากการวิ่งในระยะแรก และจะใช้ระบบพลังงานนี้จนสิ้นสุดการวิ่ง

กีฬาในแต่ละประเภทจะมีความต้องการใช้พลังงานในแต่ละระบบที่แตกต่างกัน ซึ่งจะสอดคล้องกับความเฉพาะเจาะจงในกิจกรรมที่ใช้ในการเล่นหรือแข่งขันและความต้องการทางสรีรวิทยา กีฬาฟุตบอลจะมีความต้องการใช้พลังงานในระบบไม่ใช้ออกซิเจนที่ไม่เกิด

กรดแลคติกหรือแบบฟอสฟาเจน โดยการดึงอินโนซีนไตรฟอสเฟต (เอทีพี) และครีเอทีนฟอสเฟต (ซีทีพี) หรือที่เรียกว่า ATP - CP จากกล้ามเนื้อมาใช้เป็นหลัก คือ ประมาณร้อยละ 85 ของพลังงานทั้งหมด และเมื่อมีการใช้อย่างต่อเนื่องในช่วงเวลาสั้น ๆ ไม่กี่วินาที ATP-CP ก็จะหมดไปอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นก็จะมีการใช้ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่เกิดกรดแลคติกในร่างกายหรือที่เรียกว่า ไกลโคไลซิส โดยการดึงเอาพลังงานสำรองที่ดับและกล้ามเนื้อ ในรูปแบบของไกลโคเจนมาใช้ประมาณร้อยละ 15 ของพลังงานทั้งหมด ซึ่งกีฬาฟุตบอลจะมีลักษณะการใช้พลังงานเหมือนกันกับกีฬาบาสเกตบอล สองชนิดกีฬานี้มีความคล้ายคลึงกันอาจจะเนื่องมาจากรูปแบบการเคลื่อนไหวและเคลื่อนที่ตลอดเวลา ความหนักค่อนข้างสูง ขนาดของสนามที่ใช้ในการแข่งขันมีลักษณะใกล้เคียงกัน ปรากฏดังรูปภาพประกอบที่ 4

ชนิดกีฬา	ระบบ Phosphate และ Lactate	ระบบ Lactate และ Oxygen	ระบบ Oxygen
เบสบอล	80	20	-
บาสเกตบอล	85	15	-
ฟุตบอล	85	15	-
ฮอกกี้	60	20	20
อเมริกันฟุตบอล	90	10	-
ยูโรเปียนฟุตบอล	60	20	20
กอล์ฟ	95	5	-
ยิมนาสติก	90	10	-
ฮอกกี้น้ำแข็ง	80	20	-
เรือพาย	20	30	50
เทนนิส	70	20	10
กรีฑาสู่ 100, 200 เมตร	98	2	-
กรีฑาลาน	90	10	-
มาราธอน	-	5	95
วอลเลย์บอล	90	10	-
จักรยานประเภทถนน	-	5	95
มวยปล้ำ	90	10	-
มวย	90	10	-
เซปักตะกร้อ	90	10	-

ภาพประกอบ 4 เปอร์เซนต์ความต้องการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยของกีฬาประเภทต่าง ๆ

ที่มา : เจริญ กระบวนรัตน์ (2557)

การประสบความสำเร็จในกีฬาเกือบทุกประเภทนั้น จะต้องมีความสมรรถภาพทางกายพื้นฐานที่ดีและเหมาะสมกับความเฉพาะของกีฬา สมรรถภาพด้านแอโรบิกถือว่าเป็นสมรรถภาพทางกายพื้นฐานที่มีความสำคัญกับทุกชนิดกีฬา เพื่อใช้ในการแสดงทักษะได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถยืนระยะได้เป็นเวลายาวนาน โดยไม่ก่อให้เกิดอาการเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าและสามารถฟื้นคืนสภาพได้อย่างรวดเร็ว สิ่งสำคัญที่เป็นตัวจำแนกแต่ละชนิดกีฬาก็คือกีฬาแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน คือ ระบบพลังงาน (Energy system) ตามหลักวิชาการแล้วสามารถจำแนกระบบพลังงานออกเป็น 2 ระบบใหญ่ ๆ คือ ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic system) และระบบพลังงานแบบแอโรบิก (Aerobic system) สำหรับกีฬาฟุตบอลนั้น เป็นกีฬาที่ใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic system) เป็นหลักในการแสดงทักษะต่าง ๆ ที่ใช้ในการแข่งขัน เพื่อให้ได้เปรียบคู่ต่อสู้ในการเลี้ยงหลบหลีก การโต้กลับและการตั้งรับอย่างรวดเร็ว การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดซ้ำ ๆ หลายเที่ยวจากเกมรุกและรับ การยิงประตู เป็นต้น โดยระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิกก็สามารถแบ่งย่อยเป็น 2 ระบบหลัก คือ ระบบฟอสฟาเจน (Phosphagen system) และระบบแอนแอโรบิกไกลโคไลซิส (Anaerobic glycolysis system) กีฬาฟุตบอลจะใช้ระบบพลังงานแบบฟอสฟาเจนอยู่ในระดับสูง เป็นระบบพลังงานที่ใช้ ATP-CP ที่มาจากกล้ามเนื้อเป็นหลัก ร่างกายสามารถนำมาใช้ได้ทันทีทันใดและหมดไปอย่างรวดเร็วภายในไม่กี่วินาทีแต่ร่างกายสามารถสร้างขึ้นมาใหม่ได้จะใช้เวลา 30 วินาที สามารถชดเชยขึ้นมาใหม่ได้ประมาณร้อยละ 50 และจะใช้เวลาประมาณ 3-5 นาที ก็สามารถสร้างชดเชยขึ้นมาใหม่ได้อย่างสมบูรณ์

Ramos (2016) กล่าวว่า รูปแบบกิจกรรมการเคลื่อนที่ของกีฬาฟุตบอลที่มีความหนักสูงไม่คงที่ (Intermittent high intensity) เป็นรูปแบบการเคลื่อนที่ที่มีหลายระดับ คือ ยืนอยู่กับที่ เดิน วิ่งเหยาะ วิ่งด้วยความเร็วระดับต่ำ วิ่งด้วยความเร็วระดับปานกลาง วิ่งด้วยความเร็วระดับสูง และวิ่งด้วยความเร็วระดับสูงสุด ทำให้ง่ายต่อการมีเวลาฟื้นคืนสภาพได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ถ้าพลังงานที่สะสมไว้มีปริมาณเพียงพอและยังไปสอดคล้องกับกติกาเรื่องการเปลี่ยนตัวที่นักกีฬาสามารถเปลี่ยนตัวได้ตลอดเวลาการแข่งขันเพื่อออกมานั่งพักฟื้นคืนสภาพ โดยส่วนมากแล้วผู้เล่นในทีมจะมีการแบ่งกลุ่มหมุนเวียนกันเล่นการแบ่งกลุ่มอาจจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีการฝึกซ้อมเป็นทีมก่อนการแข่งขัน และอาจจะมีการหมุนเวียนกันเล่นตามตำแหน่ง ตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นผู้เล่นแต่ละคนแต่ละกลุ่มจะมีเวลาในการเล่นต่อเนื่องไม่กี่นาที ยกเว้นผู้รักษาประตูที่สามารถเล่นได้ตลอดทั้งเกมการแข่งขัน หากเกมการแข่งขันมีความใกล้เคียงกัน ผู้เล่นจำเป็นต้องใช้ทักษะและสมรรถภาพทางกายขั้นสูง ระบบพลังงาน

แบบฟอสฟาเจนไม่เพียงพอ ร่างกายต้องใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิกไกลโคไลซิสเข้ามาช่วยสนับสนุน โดยการดึงพลังงานสำรองที่เก็บสะสมที่ตับและกล้ามเนื้อมาใช้ในรูปแบบของไกลโคเจนการใช้พลังงานแบบแอนแอโรบิกไกลโคไลซิสสำหรับกีฬาฟุตบอลจะใช้ในระดับปานกลางค่อนข้างสูง ปรากฏในภาพประกอบที่ 5

กีฬา	ระบบฟอสฟาเจน	แอนแอโรบิกไกลโคไลซิส	แอโรบิก
เบสบอล	สูง	ต่ำ	-
บาสเกตบอล	สูง	ปานกลางค่อนข้างสูง	-
ฟุตบอล	สูง	ปานกลางค่อนข้างสูง	-
มวยสากล	สูง	สูง	ปานกลาง
กระโดดน้ำ	สูง	ต่ำ	-
ดาบสากล	สูง	ปานกลาง	-
กรีฑาประเภทลาน	สูง	-	-
ฮอกกี้	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง
อเมริกันฟุตบอล	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
ยิมนาสติก	สูง	ปานกลาง	-
กอล์ฟ	สูง	-	-
มาราธอน	ต่ำ	ต่ำ	สูง
ศิลปะการต่อสู้	สูง	สูง	ปานกลาง
ฟุตบอล	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง
ว่ายน้ำ			
ระยะสั้น	สูง	ปานกลาง	-
ระยะไกล	-	ปานกลาง	สูง
เทนนิส	สูง	ปานกลาง	-
กรีฑาประเภทลู่			
ระยะสั้น	สูง	ปานกลาง	สูง
ระยะไกล	-	ปานกลาง	-
เรือพาย	ต่ำ	ต่ำ	สูง
วอลเลย์บอล	สูง	ปานกลาง	-
มวยไทย	สูง	สูง	ปานกลาง

ภาพประกอบ 5 แหล่งพลังงานพื้นฐานที่ต้องการสำหรับกีฬาแต่ละประเภท (Primary metabolic demands of various sports)

ที่มา : เจริญ กระบวนรัตน์ (2557)

จากตารางแสดงให้เห็นว่า กีฬาฟุตบอลใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิกเป็นหลัก โดยเฉพาะระบบพลังงานแอนแอโรบิกแบบฟอสฟาเจนอยู่ในระดับสูงและรองลงมา คือไกลโคไลซิส ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่จะนำมาพัฒนานักกีฬาให้เหมาะสมและสอดคล้องกับระบบพลังงานที่เกิดขึ้น

4. การฝึกสมรรถภาพทางแอโรบิก

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ได้รับความสนใจจากคนทั่วไปเป็นจำนวนมากนั้นอาจนับได้ว่ามีจุดเริ่มต้นโดย ดร.เคนเนท คูเปอร์ (Dr. Kenneth Cooper) ซึ่งได้เขียนหนังสือเกี่ยวกับสมรรถภาพทางแอโรบิกที่ขายดีที่สุด และหลังจากนั้นคำว่า แอโรบิก ได้กลายเป็นคำที่ถูกใช้เรียกกันโดยทั่วไป ซึ่งหมายถึงรูปแบบการออกกำลังกายทุกชนิดที่มีความเข้มข้นต่ำ เช่น การเดิน การวิ่ง ว่ายน้ำ ขี่จักรยาน เป็นต้น การศึกษาวิจัยได้พิสูจน์ให้เห็นว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกมีผลช่วยลดน้ำหนักตัวและลดอัตราการเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด นักวิทยาศาสตร์การกีฬาส่วนมากลงความเห็นว่า สมรรถภาพด้านแอโรบิกเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับสุขภาพที่มีความสำคัญมากที่สุด จากการศึกษาค้นคว้าทางด้านวิทยาศาสตร์ทำให้นำไปสู่การพัฒนาเกี่ยวกับหลักการฝึกสำหรับสมรรถภาพทางแอโรบิก คำว่าสุขภาพและสมรรถภาพทางกายไม่ใช่เป็นสิ่งเดียวกัน ดังนั้นปริมาณและคุณภาพในการออกกำลังกายเพื่อพัฒนาสุขภาพจึงไม่เหมือนกับการพัฒนาสมรรถภาพทางกาย

4.1 ความหมายของสมรรถภาพทางแอโรบิก

สมรรถภาพทางแอโรบิก โดยทั่วไปจะถูกใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ทางสรีรวิทยาที่สำคัญที่สุดของการมีสุขภาพที่ดีและการมีสมรรถภาพทางกายที่ดี ยังมีคำอื่น ๆ อีกเป็นจำนวนมากที่สามารถใช้อธิบายถึงองค์ประกอบที่สำคัญของสมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับสุขภาพนี้ คำที่มีใช้โดยทั่วไปคือความทนทางแอโรบิก (aerobic endurance) สมรรถภาพทางแอโรบิก(aerobic capacity) พลังทางแอโรบิก (aerobic power) สมรรถภาพของระบบไหลเวียนเลือดและหายใจ (Cardiorespiratory fitness) สมรรถภาพของระบบหัวใจและหลอดเลือดและหายใจ (cardiovascular fitness) ความอดทนระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ (cardiorespiratory endurance) ถึงแม้คำว่าหัวใจ (cardio) หลอดโลหิต (vascular) และการหายใจ (respiratory) รวมทั้งคำว่า แอโรบิกจะเป็นคำเฉพาะทางเทคนิคที่มีความแตกต่างกัน แต่ก็มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด กรณีการใช้คำว่าหัวใจและคำว่าหลอดเลือดนั้น ความจริงหมายถึงระบบเดียวกัน คือระบบไหลเวียนโลหิต ดังนั้นจึงนิยมใช้คำว่า การหายใจ และไหลเวียนโลหิตมากกว่าคำว่าหัวใจ และคำว่าหลอดเลือด เพราะได้เริ่มมีความเข้าใจถึงความสำคัญของการได้รับออกซิเจน

เข้าสู่ร่างกาย (oxygen intake) และการขนส่งลำเลียงออกซิเจน คำว่าแอโรบิก จึงได้ถูกยอมรับว่าเป็นคำที่บ่งชี้ถึง การนำเอาออกซิเจนและการใช้ออกซิเจนให้เป็นประโยชน์ ซึ่งทั้งหมดนี้สามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึก คำต่าง ๆ เหล่านี้จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ศึกษาจะต้องมีความเข้าใจว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อจะได้ไม่เกิดความสับสนเมื่อมีโอกาสได้รับข้อมูลความรู้จากการใช้คำที่มีความแตกต่างกัน

คำว่า ความอดทนทางแอโรบิกจะสามารถใช้แทนซึ่งกันและกันได้กับคำว่า สมรรถภาพของระบบหายใจและการไหลเวียนเลือด ซึ่งเป็นความสามารถของร่างกายในการนำส่งออกซิเจนและสารอาหารให้กับอวัยวะที่จำเป็นของชีวิตเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างยาวนานต่อไป การจัดหาออกซิเจนของร่างกายได้อย่างดีเพียงใดจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต ซึ่งหมายถึง การรับออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายการขนส่งออกซิเจน และการใช้ออกซิเจน แต่การฝึกทางด้านแอโรบิกก็จะมีผลต่อระบบกล้ามเนื้อด้วยเช่นกัน โดยมีเอนไซม์ที่จำเป็นสำหรับกล้ามเนื้อเพื่อใช้ในการสร้างพลังงานได้เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้มีการเพิ่มขนาดและจำนวนของไมโทคอนเดรีย ซึ่งเป็นแหล่งผลิตพลังงานของเซลล์ และเพิ่มความสามารถของกล้ามเนื้อในการใช้ไขมันให้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงสำหรับการสร้างพลังงาน อัตราการใช้พลังงาน (Metabolic rate) และการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อ ถ้ามีมากพอก็จะทำให้มีสมรรถภาพทางแอโรบิก หรือมีความสามารถที่ใช้พลังงานได้ในระดับสูงสุด ถ้าการนำส่งออกซิเจนไปให้กล้ามเนื้อไม่เพียงพอก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้น ความสมบูรณ์แข็งแรงของหัวใจ และการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพของระบบหายใจจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการทำให้สมรรถภาพทางกายอยู่ในระดับสูง คุณค่าที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของการมีหัวใจแข็งแรงก็คือ ทำให้มีศักยภาพในการจัดหาออกซิเจนให้กับกล้ามเนื้อหัวใจเองได้เพิ่มมากขึ้น การออกกำลังกายจะทำให้หัวใจมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสามารถในการขับดันโลหิตไปเลี้ยงทั่วร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกกำลังกายจะมีผลต่อการลดลงของการผลิตฮอร์โมนอีพิเนฟริน (epinephrine) จากต่อมหมวกไต อัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิต ซึ่งปัจจัยทั้งสามประการนี้ถ้าถูกทำให้ลดลงได้ในขณะพักก็จะทำให้ความต้องการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อหัวใจมีปริมาณลดลงตามไปด้วย (ธีรศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล, 2552)

สมรรถภาพทางแอโรบิก คือความสามารถในการออกกำลังกายที่ใช้กลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ได้อย่างยาวนานมากขึ้น ซึ่งโดยปกติจะอยู่ระหว่าง 15 – 60 นาที หรือนานมากกว่านี้ ตัวอย่างของกิจกรรมทางแอโรบิก ได้แก่ การเดิน การวิ่งเหยาะๆ ขี่จักรยาน ว่ายน้ำ หรือเต้นแอโรบิก เป็นต้น สมรรถภาพทางแอโรบิกจะมีประโยชน์ต่อสุขภาพอย่างมาก เพราะการออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะทำให้มีอัตราการใช้พลังงานอย่างมากมาเกิดขึ้น ซึ่งจะช่วยลดไขมันในร่างกาย เพิ่มระดับความหนาแน่นของสารประกอบที่เรียกว่า ลิพोโปรตีน (Lipoprotein) และนอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความสามารถในการทำงานและความอดทนต่อแรงตึงเครียดด้วย คุณค่าทั้งหมดจะผันแปรไปเป็นสมรรถภาพทางแอโรบิก ซึ่งทำให้ลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรค ในยุคปัจจุบันทั่วโลกจำนวนมากสนใจการออกกำลังกายแบบแอโรบิกจึงเป็นรูปแบบที่ดีที่สุด สำหรับการพัฒนาสุขภาพของหัวใจ ช่วยควบคุมน้ำหนักตัว เสริมสร้างกระดูก กล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อของข้อต่อ กิจกรรมแบบแอโรบิกจะเป็นการออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด สำหรับการลดคอเรสเตอรอล ลดความดันโลหิต เพิ่มสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และยกระดับพลังงานให้สูงขึ้น (Clack, 1992)

4.2 ความสำคัญของสมรรถภาพทางแอโรบิก

นักวิทยาศาสตร์การกีฬาได้เริ่มพบความจริงว่า การฝึกความอดทนมีความสำคัญต่อกีฬาเกือบทุกชนิด ได้แก่กีฬาที่ใช้พลังงานมาก เช่น ฟุตบอล บาสเกตบอล กีฬาที่มีความเข้มข้นปานกลางและใช้ทักษะ เช่น เบสบอล กอล์ฟ และกีฬาที่ใช้ความอดทน เช่น การวิ่ง จักรยานว่ายน้ำ เป็นต้น ความอดทนเป็นค่าที่สามารถอธิบายได้เป็น 2 แนวทาง คือ ความอดทนของกล้ามเนื้อและความอดทนของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต ความอดทนทั้งสองอย่างนี้ จะมีลักษณะเฉพาะที่ช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานกีฬาสูงขึ้น ได้ทั้งสิ้น ดังนั้น ความอดทนทั้งสองอย่างนี้จึงมีความสำคัญกับนักกีฬาแต่ละประเภทแตกต่างกัน เช่น ในนักกีฬาประเภทวิ่งระยะสั้น ความอดทนจะเป็นคุณภาพที่ทำให้นักวิ่งมีความเร็วในการวิ่งอย่างสูงสุดได้ตลอดระยะทาง 100 หรือ 200 เมตร คุณภาพในกรณีเช่นนี้ คือความอดทนของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นความสามารถของมัดกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่สามารถทำงานด้วยความเข้มข้นสูงทำงานได้ช้า ๆ กัน หรือทำงานแบบเกร็งนิ่งอยู่กับที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างของกีฬาที่ใช้ความอดทนชนิดนี้คือ ยกน้ำหนัก มวยสากล และมวยปล้ำ เป็นต้น ซึ่งระยะเวลาในการปฏิบัติงานมักจะไม่เกิน 1 – 2 นาทีและถ้ามีอาการล้าเกิดขึ้น ในกรณีเช่นนี้จะเกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อเฉพาะกลุ่มเท่านั้น ความอดทนของกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก (ธีรศักดิ์ อภาวฒนาสกุล, 2552)

สิ่งที่ตรงข้ามกับความอดทนของกล้ามเนื้อ ได้แก่ ความอดทนของระบบหายใจ และไหลเวียนโลหิต ซึ่งเป็นความอดทนของร่างกายทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะหมายถึงความสามารถของร่างกายในการออกกำลังกายที่เป็นจังหวะสม่ำเสมอต่อเนื่องอย่างยาวนาน ความอดทนชนิดนี้จะมีอยู่ในกีฬาประเภทจักรยาน วิ่งระยะไกล หรือว่ายน้ำที่นักกีฬาสามารถทำความเร็วได้ตลอดระยะทางยาวโดยสมบูรณ์ ความอดทนชนิดนี้จะมีความสัมพันธ์กันอย่างสูงกับการพัฒนาทางระบบหายใจและไหลเวียนโลหิตซึ่งทำให้เกิดเป็นการพัฒนาทางด้านแอโรบิก

4.3 บทบาทของระบบหายใจ และไหลเวียนโลหิตที่มีต่อการออกกำลังกาย

ระบบหายใจและไหลเวียนโลหิตจะประกอบด้วย หัวใจ ปอด และหลอดเลือด ซึ่งทำหน้าที่ในการนำออกซิเจนจากอากาศภายนอกไปส่งให้กับกล้ามเนื้อที่ปฏิบัติงานตลอดจนอวัยวะภายในและเนื้อเยื่ออื่น ๆ ทั้งหมดของร่างกาย นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ในการนำคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำออกจากร่างกายอีกด้วย (คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ คือผลผลิตที่เป็นของเสียซึ่งเกิดจากกล้ามเนื้อและอวัยวะอื่น ๆ ของร่างกายที่ใช้ออกซิเจนในกระบวนการสร้างพลังงาน) ในระหว่างการออกกำลังกาย ระบบการหายใจและไหลเวียนโลหิตจะมีบทบาทหน้าที่สำคัญคือ นำออกซิเจนไปส่งให้กล้ามเนื้อด้วยอัตราที่เหมาะสมกับความต้องการในการใช้ออกซิเจนเพื่อการเผาผลาญ เป็นพลังงานในระบบแอโรบิก ขจัดคาร์บอนไดออกไซด์และผลผลิตขั้นสุดท้ายที่เกิดขึ้นในกระบวนการเผาผลาญพลังงานด้วยอัตราที่เท่ากันกับการผลิต ช่วยในการกำจัดความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาผลาญให้ออกไปจากร่างกายโดยการเพิ่มการไหลเวียนของโลหิตให้ไปที่ผิวหนังมากขึ้น (หลังเหงื่อ) และช่วยควบคุมการขนส่งฮอร์โมนจากอวัยวะที่ทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนไปให้เนื้อเยื่อที่ต้องการเมื่อกล้ามเนื้อมีการทำงานด้วยกิจกรรมออกกำลังกายจะทำให้มีปริมาณโลหิตจำนวนมากถูกสูบฉีดออกจากหัวใจไปเลี้ยงที่กล้ามเนื้อเหล่านั้น ซึ่งการตอบสนองต่อการออกกำลังกายของระบบหัวใจและหลอดเลือดที่ควรทราบมีดังต่อไปนี้

1. อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate or HR) คือ จำนวนครั้งที่หัวใจบีบตัวใน 1 นาที อัตราการเต้นของหัวใจต่อ 1 นาที จะมีความสัมพันธ์กันอย่างสูงกับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ค่าทั้งสองอย่างนี้จะเพิ่มขึ้นคู่กันเป็นแนวเส้นตรงเมื่อการออกกำลังกายมีความเข้มข้นมากขึ้น ซึ่งหมายความว่า เมื่อการออกกำลังกายมีความเข้มข้นขึ้นก็จะทำให้มีอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น โดยปฏิกิริยาอัตโนมัติ เพื่อนำโลหิตไปเลี้ยงกล้ามเนื้อให้เพียงพอกับความต้องการที่มีมากขึ้น โดยเฉลี่ยในขณะพักอัตราการเต้นของหัวใจในผู้ชายจะอยู่ที่ 68 – 72 ครั้งต่อนาที และโดยทั่วไปผู้หญิงจะมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าผู้ชายเล็กน้อยเนื่องจากมีขนาดของหัวใจ

เล็กกว่า สำหรับอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดของแต่ละบุคคลที่สามารถกระทำได้ง่ายและรวดเร็วที่สุดก็คือ นำจำนวนอายุ (ปี) ลบออกจากค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่กำหนดเป็นมาตรฐาน คือ 220 ครั้งต่อนาที ถ้าสมรรถภาพของระบบหัวใจและหลอดเลือดมีการพัฒนามากขึ้นก็จะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจในขณะพัก และขณะออกกำลังกายลดต่ำลง ซึ่งผลที่เกิดขึ้นเช่นนี้ ก็แสดงว่าหัวใจมีประสิทธิภาพในการนำส่งโลหิตแก่เนื้อเยื่อต่าง ๆ ต่อนาทีได้เพิ่มมากขึ้น กรณีที่อัตราการเต้นของหัวใจถูกทำให้ลดต่ำลงได้นั้นจะขึ้นอยู่กับความถี่บ่อยในการออกกำลังกาย ความเข้มข้นในการออกกำลังกายและความยาวนานในการออกกำลังกาย อย่างไรก็ตามกรณีเช่นนี้ ยังจะต้องพิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย

2. ปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดแต่ละครั้ง (Stroke Volume or SV) โดยเฉลี่ยปริมาณที่หัวใจสูบฉีดแต่ละครั้ง จะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 70 มิลลิลิตร (วัดค่าในขณะที่อยู่ในท่านั่ง) บุคคลที่ผ่านการฝึกซ้อมมาเป็นอย่างดีจะมีค่าที่วัดได้สูงถึง 100 มิลลิลิตร และโดยทั่วไปผู้หญิงจะมีค่าปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดแต่ละครั้งน้อยกว่าผู้ชายเนื่องจากการมีขนาดหัวใจที่เล็กกว่า ในระหว่างการออกกำลังกายปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดแต่ละครั้งจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าจากที่วัดได้ในขณะพักเนื่องจากกล้ามเนื้อที่กำลังทำงานนั้นมีความต้องการใช้ออกซิเจนมากขึ้นและเร็วขึ้น ในระหว่างการออกกำลังกายที่มีการเพิ่มระดับความเข้มข้นมากขึ้นเรื่อย ๆ นั้นจะมีปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดแต่ละครั้งเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ไปจนถึงระดับที่มีความเข้มข้นของงานอยู่ที่ประมาณ 40 – 50 % ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดและถ้าการออกกำลังกายนั้นมีความเข้มข้นสูงมากขึ้นไปกว่านี้อีก ปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดแต่ละครั้งก็จะเพิ่มขึ้นได้อีกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ค่าปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดแต่ละครั้งจะไม่เหมือนกับค่าอัตราการเต้นของหัวใจ และค่าปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดต่อนาที นั่นคือ จะไม่เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรง เมื่อการออกกำลังกายมีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นและการใช้ออกซิเจนมากขึ้นในขณะที่อัตราการเต้นของหัวใจลดต่ำลง เนื่องจากการปรับตัวที่ผ่านการฝึกซ้อมมาเป็นเวลานานนั้น ค่าปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดแต่ละครั้งก็จะขึ้นสูงไปจนถึงในระดับที่แน่ใจได้ว่าการไหลเวียนโลหิตจะมีการนำส่งโลหิตไปให้กับเซลล์ได้อย่างเพียงพอกับความต้องการไม่ว่าจะอยู่ในขณะพักหรือในขณะออกกำลังกาย

3. ปริมาณที่หัวใจสูบฉีดต่อนาที (Cardiac Output or CO) คือ ภาพสะท้อนโดยรวมทั้งหมดในการทำงานของหัวใจและเป็นปัจจัยกำหนดที่สำคัญที่สุดของอัตราการนำส่งออกซิเจนให้กับเนื้อเยื่อส่วนรอบนอก เช่น กล้ามเนื้อ ค่าปริมาณโลหิต ที่หัวใจสูบฉีดต่อนาทีของผู้ชายในขณะพักโดยเฉลี่ยจะมีค่าเท่ากับ 5 ลิตรต่อนาที และในระหว่างการออกกำลังกายของผู้ชายที่มีสุขภาพดีค่านี้อาจสามารถมีได้มากถึง 20 – 25 ลิตรต่อนาที ส่วนในผู้หญิงจะมีค่าอยู่ที่

ประมาณ 15 – 20 ลิตรต่อนาที ในนักกีฬาประเภทอดทนจะมีค่านี้สูงถึง 35 – 40 ลิตรต่อนาที ค่าปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดต่อนาทีจะมีค่าเท่ากับอัตราการเต้นของหัวใจ X ค่าปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดแต่ละครั้ง ซึ่งเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้ $CO = HR \times SV$ ถ้าอัตราการเต้นของหัวใจและปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดแต่ละครั้งมีค่าเพิ่มมากขึ้น ค่าปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดต่อนาทีก็จะต้องสูงเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน เมื่อสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวกับระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตมีการพัฒนาดีขึ้นอันเนื่องมาจากการฝึกซ้อมก็จะทำให้มีค่าปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดต่อนาทีสูงขึ้น ซึ่งเป็นการทดแทนการเต้นของหัวใจที่มีจำนวนลดลง

4.4 การประเมินสมรรถภาพทางแอโรบิก

1. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดหรือพลังทางแอโรบิก สมรรถภาพทางแอโรบิก คือ สิ่งบ่งชี้ถึงความสามารถของหัวใจในการสูบฉีดโลหิต (Pump) ที่เต็มไปด้วยออกซิเจนไปเลี้ยงร่างกาย และเป็นความสามารถในการปรับตัวและฟื้นตัวจากการออกกำลังกาย การประเมินสมรรถภาพทางแอโรบิกจะกระทำได้จากการวัดทางห้องปฏิบัติการ (Laboratory) โดยการวัดค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum Oxygen Uptake) ซึ่งหมายถึงอัตราการใช้ออกซิเจนเป็นจำนวนสูงสุดในระหว่างการออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นสูงสุด (การออกกำลังกายจนรู้สึกเหนื่อยอ่อน) โดยทั่วไปการวัดค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้รับการพิจารณาว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุดสำหรับการวัดสมรรถภาพทางแอโรบิกและแบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดนั้น จะถูกออกแบบโดยให้มีการปฏิบัติกิจกรรมที่มีความเข้มข้นในระดับต่าง ๆ แต่การทดสอบเหล่านี้จะต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาแพงเพื่อวัดอัตราการใช้ออกซิเจนและโดยปกติก็จะกระทำด้วยการวิ่งบนลู่วิ่งไฟฟ้า หรือการขี่จักรยานวัดงานอยู่กับที่ซึ่งสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นอย่างสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรงกับอัตราการทำงานในทุกระดับความเข้มข้นของการปฏิบัติกิจกรรม ถ้าความเข้มข้นของการปฏิบัติกิจกรรมมีมากขึ้นจนเลยจุดที่ทำให้เกิดการใช้ออกซิเจนในปริมาณสูงสุดแล้ว ก็จะทำให้การใช้ออกซิเจนไม่มีอัตราเพิ่มขึ้นต่อไปอีก หรืออาจจะมีการลดลงเล็กน้อยการมาถึงตรงจุดที่ไม่มีอัตราใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นอีกนี้ หมายถึง ช่วงเวลาของการปฏิบัติกิจกรรมกำลังใกล้จะสิ้นสุดลงเนื่องจากระบบการไหลเวียนโลหิตไม่สามารถนำส่งออกซิเจนให้ได้อย่างรวดเร็วได้ทันตามความต้องการของกล้ามเนื้อ ซึ่งสภาพเช่นนี้ผู้ถูกทดสอบจะสามารถปฏิบัติกิจกรรมต่อไปได้อีกเพียงระยะสั้นๆ หลังจากมาถึงจุดของการใช้ออกซิเจนอย่างสูงสุดนั้นแล้วโดยจะได้พลังงานสำรองมาจากระบบแอนแอโรบิก ดังนั้นสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดจึงเป็นเครื่องหมายที่แสดงให้เห็นถึงขีดความสามารถสูงสุดของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต

2. สมรรถภาพในการขนส่งออกซิเจน คือ ความอดทนทางระบบหายใจ และไหลเวียนโลหิตจะมีความสัมพันธ์กันอย่างมากกับความสามารถของร่างกายในการนำส่งออกซิเจนอย่างเพียงพอกับความต้องการของเนื้อเยื่อที่ปฏิบัติงานโดยตรง การลำเลียงและการนำส่งออกซิเจนเป็นหน้าที่สำคัญร่วมกันของทั้งระบบหัวใจ – หลอดโลหิตและระบบหายใจ หน้าที่การขนส่งออกซิเจนจะหมายถึงปฏิกิริยาการทำงานที่เกิดขึ้นร่วมกันระหว่างปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดต่อนาที (Cardio Output) และปริมาณความแตกต่างของออกซิเจนในหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำ (Arterial – Venous oxygen difference) ซึ่งปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดต่อนาที (ปริมาณที่หัวใจสูบฉีดแต่ละครั้ง x อัตราการเต้นของหัวใจต่อนาที) จะเป็นสิ่งที่บอกให้ทราบถึงการขนส่งออกซิเจนของโลหิตออกจากหัวใจใน 1 นาทีได้ปริมาณมากเท่าใด ส่วนปริมาณความแตกต่างของออกซิเจนที่มีอยู่ในหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำจะเป็นสิ่งที่บอกให้ทราบว่าออกซิเจนถูกเนื้อเยื่อนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์เป็นจำนวนเท่าใด ผลที่เกิดขึ้นจากค่าทั้ง 2 ประการนี้ จะบอกให้ทราบถึงอัตราการใช้ออกซิเจนของเนื้อเยื่อร่างกาย นั่นคือ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (Vo_2) เท่ากับปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดแต่ละครั้ง (SV) คูณด้วยอัตราการเต้นของหัวใจ (HR) คูณด้วยปริมาณความแตกต่างของออกซิเจนในหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำ ($a-vO_2 \text{ diff}$) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้ $Vo_2 = SV \times HR \times (a - vO_2 \text{ diff})$ (Wilmore และ Costill, 1994)

สรุปได้ว่า การวัดค่าสมรรถภาพในการใช้ออกซิเจนสูงสุดนั้น จะมีการออกแบบกิจกรรมในความเข้มข้นในระดับต่าง ๆ ซึ่งมีลักษณะของการทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดนั้น คือ ผู้ที่ถูกทดสอบจะปฏิบัติกิจกรรมตามแบบทดสอบโดยทำงานในระดับความเข้มข้นของกิจกรรมมากขึ้นถึงจุดที่ทำให้เกิดการใช้ออกซิเจนในปริมาณที่สูงสุดแล้ว ก็จะทำให้ไม่มีอัตราการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นอีก คือ ช่วงเวลาของการปฏิบัติกิจกรรมกำลังจะใกล้สิ้นสุดลงเนื่องจากระบบไหลเวียนโลหิตไม่สามารถนำส่งออกซิเจนให้ได้อย่างรวดเร็วตามความต้องการของกล้ามเนื้อ สภาพนี้ผู้ทดสอบจะสามารถปฏิบัติกิจกรรมต่อไปได้แค่ระยะเวลานั้น ๆ ดังนั้นสิ่งสำคัญต้องมีการทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพื่อนำผลการทดสอบไปพัฒนานักกีฬาให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสามารถทดสอบได้ด้วยวิธีการ ดังนี้

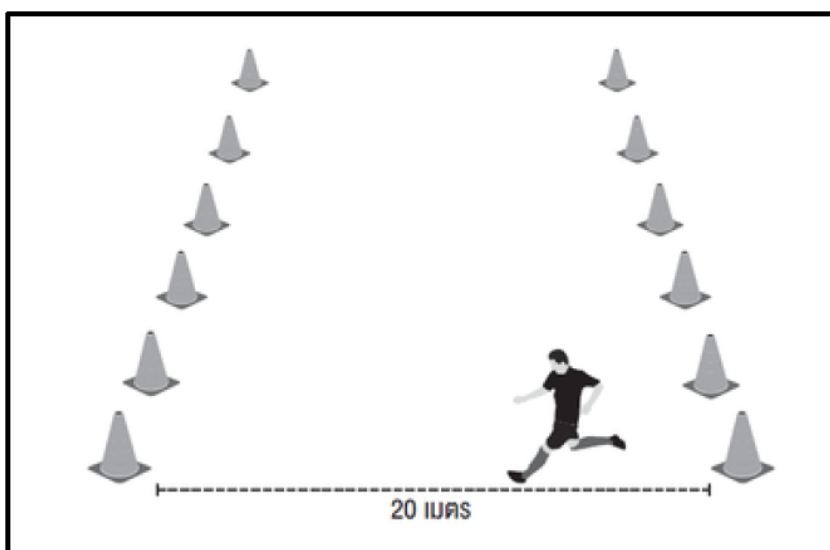
การทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test)

แบบทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) เป็นการทดสอบเพื่อวัดสมรรถภาพด้านการสังเคราะห์พลังงานแบบใช้ออกซิเจน มีหน่วยเป็น (มล/กก./วินาที)

วัตถุประสงค์ : เพื่อวัดสมรรถภาพด้านการสังเคราะห์พลังงานแบบใช้ออกซิเจน

วิธีการทดสอบ : นักกีฬาจะวิ่งไปและกลับในระยะ 20 เมตร โดยนักกีฬาจะต้องวิ่งให้ทันตามความเร็วที่กำหนดจากสัญญาณเสียง ซึ่งจะเพิ่มทุกนาที ๆ ละ 0.5 กม/ชม หากนักกีฬาไม่สามารถที่จะรักษาระดับความเร็วในการวิ่งทันตามสัญญาณเสียงที่กำหนดได้ ต่อเนื่องสองเที่ยวจะยุติการทดสอบ

การบันทึกผล : บันทึกจำนวนชั้น (Level) และจำนวนเที่ยว (Shuttle) ที่ทำได้ เพื่าคำนวณหาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max)



ภาพประกอบ 6 วิธีการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test)

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา (2560)

5. การฝึกสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก

การออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิกเป็นการออกกำลังกายที่ไม่ใช้ออกซิเจนมาใช้ในการเผาผลาญพลังงาน ซึ่งมี 2 ระบบที่นำไปใช้ คือ หนึ่ง การสำรองพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนไม่เกิดกรดแลคติก (Alactic Anaerobic Pathway) สอง การสำรองพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนเกิดกรดแลคติก (Lactic Anaerobic Pathway) เป็นการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนแต่ผลิตกรดแลคติก เมื่อมีการทำงานโดยที่กล้ามเนื้อได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอจะทำให้ร่างกายเข้าสู่ภาวะการเป็นหนี้ออกซิเจน และการสำรองพลังงานเพื่อให้นักกีฬาทำงานต่อไปจะทำให้มีการผลิตกรดแลคติก เพิ่มมากขึ้น และเมื่ออัตราการผลิตมีมากกว่าอัตราการกำจัดจะทำให้กรดแลคติก มีการสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อและประกอบกิจกรรมก็ต้องหยุดลงพร้อมกับความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ และการประกอบกิจกรรมในเที่ยวต่อไปจะไม่สามารถกระทำได้เหมือนเดิมจนกว่ากรดแลคติกจะถูกกำจัดและมีการใช้หนี้ออกซิเจนอย่างเพียงพอ

5.1 ความสำคัญของการฝึกสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก

สมรรถภาพทางแอนแอโรบิกเป็นสิ่งสำคัญในเกมการแข่งขัน โดยเฉพาะนักกีฬาที่มีลักษณะของการวิ่งช่วงระยะเวลาสั้น ๆ หรือต้องใช้ความเร็วสูงสุดซ้ำ ๆ ซึ่งความสามารถในการใช้พลังงานแบบแอนแอโรบิกจะใช้พลังงานที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อเป็นหลัก ถ้านักกีฬามีสมรรถภาพทางแอนแอโรบิกที่ดีจะส่งผลต่อการเล่นกีฬาหรือปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ ได้เป็นระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น ซึ่งความสามารถสูงสุดของร่างกายโดยใช้ระบบการสร้างพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ประกอบไปด้วย

พลังแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic Power) คือ ความสามารถสูงสุดในการทำงานโดยใช้ระบบพลังงานที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ โดยอาศัยพลังงานจาก ATP – CP ซึ่งพลังงานนั้นจะเกิดขึ้นในปริมาณที่มากและในเวลารวดเร็ว

ความสามารถสูงสุดแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity) คือ ความสามารถสูงสุดแบบแอนแอโรบิกในการที่จะรักษาระดับการทำงานให้คงอยู่ ซึ่งจะใช้พลังงานแบบไกลโคไลซิสจะมีการคั่งของกรดแลคติกในส่วนนี้ด้วย โดยจะถูกสะสมไว้ที่กล้ามเนื้อ ส่วนนี้ถ้าเกิดกรดแลคติกขึ้นมาก จะมีผลต่อการปวดเมื่อยล้า

ค่าดัชนีความล้า (Fatigue index) คือ อัตราการลดลงของกำลังงานระหว่างการทดสอบ เป็นการบ่งชี้ถึงการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน เป็นการแสดงความสามารถในการผลิตเอทีพี ซึ่งในนักกีฬาที่มีดัชนีความล้าสูง ค่าของพลังแอนแอโรบิกจะต่ำกว่านักกีฬาที่มีค่าดัชนีความล้าต่ำ (ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2549)

สรุปได้ว่า การออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิกมีความสำคัญกับการเล่นกีฬาหรือการแข่งขัน เป็นการใช้พลังงานในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ซ้ำ ๆ ซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่นักกีฬาฟุตบอลจำเป็นต้องได้รับการฝึกในระบบพลังงานแอนแอโรบิก ซึ่งความสามารถของแอนแอโรบิกประกอบด้วย 3 ด้านที่สอดคล้องกัน คือ พลังแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic Power), ความสามารถสูงสุดแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity), และค่าดัชนีความล้า (Fatigue index) ดังนั้น การที่จะประเมินได้นักกีฬามีสมรรถภาพทางกายแอนแอโรบิก อยู่ในระดับใด ต้องมีการประเมินด้วยวิธีการที่ตรงกับเป้าหมาย ซึ่งวิธีการประเมินสมรรถภาพแอนแอโรบิก มีหลายวิธีการด้วยกันซึ่งจะอธิบายในหัวข้อถัดไป

5.2 วิธีการประเมินสมรรถภาพแอนแอโรบิก

การทดสอบสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิกกีฬาและการออกกำลังกายที่ต้องมีการเคลื่อนที่เคลื่อนไหวในระยะสั้น ๆ หรือแรงที่ใช้สูงสุด การเคลื่อนที่แบบทันทีทันใด เช่น การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด การกระโดด การทุ่ม การพุ่ง เป็นต้น ซึ่งการออกกำลังกายในลักษณะนี้ ร่างกายจะใช้งานระบบพลังงานไม่ใช้ออกซิเจนในสัดส่วนที่แตกต่างกันออกไปตามเป้าหมายหรือความต้องการของชนิดกีฬาและการออกกำลังกาย ดังนั้น ถ้ามีการประเมินสมรรถภาพทางกายด้านแอนแอโรบิกจะช่วยให้ทราบข้อจุดเด่นและจุดด้อยของนักกีฬา และสามารถนำผลการทดสอบที่ได้นำมาวางแผนสร้างโปรแกรมการออกกำลังกายให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การทดสอบสมรรถภาพด้านแอนแอโรบิก จะเป็นการทดสอบความสามารถและประสิทธิภาพของร่างกายในการสังเคราะห์พลังงานระบบแอนแอโรบิก โดยนิยมแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 รูปแบบ ตามระดับความหนักและระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ การทดสอบรูปแบบ Immediate-term test และ Short-term test ดังนี้ (Power, 2001)

1. การทดสอบรูปแบบ Immediate-term test เป็นรูปแบบการทดสอบที่ต้องให้ผู้ทดสอบออกแรงหรือความพยายามสูงสุดแบบฉับพลันทันทีทันใด หรือใช้ในระยะเวลาที่สั้นระหว่าง 3 - 5 วินาที โดยกิจกรรมที่นิยมนำมาทดสอบในรูปแบบ คือ การกระโดด (Jumping) และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด (Sprinting) การทดสอบรูปแบบนี้จะเป็นการทดสอบเพื่อประเมินความสามารถในการใช้พลังงานระบบ ATP-PC system ซึ่งจะบ่งชี้ถึงปริมาณเอทีพีและพีซีทีที่สะสมในกล้ามเนื้อ รวมถึงความสามารถในการใช้พลังงานขณะออกกำลังกายอย่างหนักในช่วงเวลาสั้น ๆ ตัวอย่าง แบบทดสอบรูปแบบ Immediate-term test ได้แก่ การทดสอบยืนกระโดดสูง (Vertical jump test) เป็นการทดสอบที่ง่ายที่สุดและนิยมใช้กันมาก (Simplest and most popular test) ในการทดสอบพลังของกล้ามเนื้อ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ เช่น

Vertec jump testing system เป็นต้น การทดสอบวิ่งขึ้นบันได (Margaria-Kalamen power test) เป็นวิธีการทดสอบที่เก่าแก่ที่สุดและยังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก (Oldest and still more popular test) และการทดสอบวิ่งเร็ว 30 เมตร (Kraemer, 2016)

2. การทดสอบรูปแบบ Short-term test เป็นรูปแบบการทดสอบที่ต้องให้ผู้ทดสอบออกแรงหรือให้ความพยายามอย่างต่อเนื่องได้ตลอดช่วงของการออกกำลังกายอย่างหนักในระยะเวลา 20-60 วินาที โดยใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานที่ไม่ใช้ออกซิเจนในระบบ ไกลโคไลซิสสำหรับกิจกรรมที่นิยมนำมาทดสอบในรูปแบบนี้ ได้แก่ การกระโดดซ้ำ (Repeated jumping) การวิ่งที่ใช้ระยะเวลา 20 - 60 วินาที หรือการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดซ้ำ ๆ กันหลายเที่ยว (Repeated sprint ability test: RSA) ซึ่งในขณะที่ทำการทดสอบความสามารถทางด้าน แอนแอโรบิกในรูปแบบนี้ร่างกายจะมีการสะสมกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ และเลือดในปริมาณมาก ดังนั้น ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกจึงเป็นตัวบ่งชี้ถึงการทำงานของระบบ Short term energy system โดยการทดสอบรูปแบบ Short-term test สามารถแบ่งการทดสอบย่อยออกเป็น รูปแบบตามกิจกรรมที่นำมาใช้ทดสอบ ดังนี้ (Australian Institute of Sports, 2013)

2.1 รูปแบบ Single bout exercise test เป็นกิจกรรมการทดสอบที่ผู้ทดสอบ ทำแบบต่อเนื่องด้วยความหนักสูงสุดในระยะเวลาหรือระยะทางที่กำหนด เช่น การทดสอบการปั่นจักรยานวัดงาน 30 วินาที ตามวิธีของสถาบันวินเกต ประเทศอิสราเอล (30 second cycle ergometry Wingate test) เป็นวิธีการทดสอบระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิกที่มีมาตรฐานสากล และนิยมใช้กันมาก (Goal standard and most popular test) โดยใช้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ (Zupan, 2009) หรือการทดสอบวิ่ง 400 เมตร การวิ่งไป-กลับ 300 หลา และการทดสอบกระโดดซ้ำ 30-90 วินาที เป็นต้น ซึ่งการทดสอบสามารถเลือกทดสอบได้ทั้งในห้องปฏิบัติการและการทดสอบในภาคสนาม

2.2 รูปแบบ Repeated sprint ability test เป็นรูปแบบการทดสอบที่ผู้ทดสอบ จะต้องทดสอบด้วยความสามารถสูงสุด โดยทำเป็นเที่ยว มีช่วงเวลาพักระหว่างเที่ยว 10-30 วินาที เช่น การทดสอบตามวิธี Running based anaerobic sprint test (RAST) ซึ่งจะเป็นการทดสอบโดยให้นักกีฬาวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดในระยะ 35 เมตร จำนวน 6 เที่ยว พักระหว่างเที่ยว 10 วินาที หรือการทดสอบ The running shuttle sprint ability test (RSSA test) ซึ่งเป็นการทดสอบโดยให้นักกีฬาวิ่งไป - กลับ ระยะ 20 เมตร จำนวน 6 เที่ยว พักระหว่างเที่ยว 20 วินาที เป็นต้น ซึ่งการทดสอบรูปแบบ Repeated sprint ability test (RSA) ส่วนใหญ่นิยมนำมาใช้ในกีฬา

ประเภททีม ประเภทเร็กเกต หรือกีฬาที่ต้องมีการวิ่งซ้ำ หลาย ๆ เที้ยว (Multi-sprint sports) เช่น ฟุตบอล รักบี้ ฟุตบอล และบาสเกตบอล เป็นต้น (ปิติรัฐ คงทองคำ, 2561)

สรุปได้ว่า แบบทดสอบที่นำมาใช้กับนักกีฬาฟุตบอล สามารถนำการทดสอบรูปแบบ Repeated sprint ability test เป็นรูปแบบการทดสอบที่ผู้ทดสอบจะต้องทดสอบความสามารถสูงสุด โดยทำเป็นเที้ยว มีช่วงเวลาพักสั้น ๆ เพื่อแสดงความสามารถทางด้านแอนแอโรบิกในรูปแบบนี้ ร่างกายจะมีการสะสมกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ และเลือดในปริมาณมาก ซึ่งการทดสอบด้วยวิธี 8 มีวิธีการทดสอบ ดังนี้

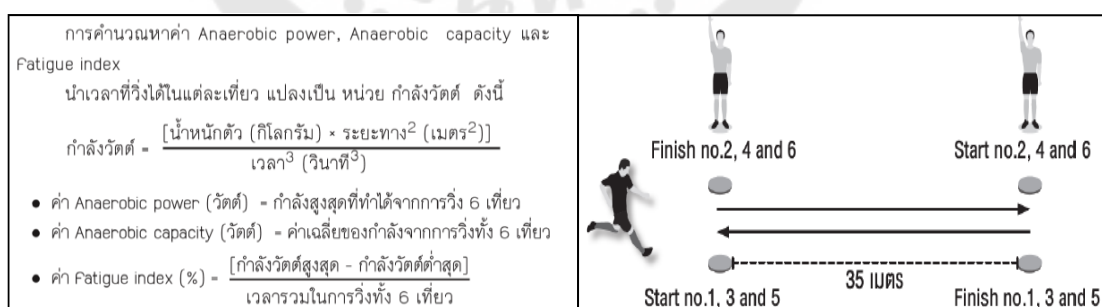
การทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running - based Anaerobic Sprint Test :RAST)

แบบทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน เพื่อใช้ในการทดสอบการออกกำลังกายโดยไม่ใช้ออกซิเจนของนักกีฬา โดยมีการวัด 3 ด้าน คือ วัดค่าของพลังงานกาศนิยม สมรรถภาพพลังงานกาศนิยม และดัชนีความล้า

วัตถุประสงค์ : เพื่อวัดสมรรถภาพการสังเคราะห์พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน

วิธีการทดสอบ : นักกีฬาเริ่มต้นวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด เป็นระยะทาง 35 เมตร จากนั้น นักกีฬาวิ่งในเที้ยวที่สอง โดยออกตัวเริ่มจากจุดเริ่มต้นอีกด้านหนึ่ง มีเวลาพักแต่ละเที้ยว 10 วินาที ซึ่งนักกีฬาจะต้องทำการทดสอบทั้งหมด 6 เที้ยว

การบันทึกผล : บันทึกเวลาในแต่ละเที้ยว (หน่วยเป็นวินาที) เที้ยวที่นักกีฬาทำได้เพื่อนำไปคำนวณหาค่า Anaerobic power, Anaerobic capacity และ Fatigue index



ภาพประกอบ 7 การทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST))

ที่มา : (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2560)

การวิเคราะห์ผล คือ การเปรียบเทียบกับผลการทดสอบก่อนหน้าของนักกีฬา คาดว่าด้วยการฝึกที่เหมาะสมระหว่างการทดสอบแต่ละครั้ง การวิเคราะห์จะบ่งบอกถึงการพัฒนาขีดความสามารถแบบไม่ใช้ออกซิเจนของนักกีฬา (DRAPER, 1997)

6. วิธีฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางแอโรบิกและสมรรถภาพแอนแอโรบิก

การฝึกสมรรถภาพทางแอโรบิกคือ การฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งจัดกระทำการฝึกโดยให้มีการเพิ่มปริมาณโลหิตสูงสุดที่หัวใจสูบฉีดต่อนาทีและการเพิ่มปริมาณความแตกต่างของออกซิเจนในหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำ ดังนั้น การออกแบบโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาศักยภาพสูงสุดทางแอโรบิกจะต้องสร้างภาระงานที่หนักเกินปกติให้กับระบบไหลเวียนโลหิตและกระตุ้นให้เกิดสมรรถภาพในการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อเป็นเวลานานหลายปีมาแล้วที่วิธีการฝึกความอดทนของแอโรบิกที่เกิดขึ้นมาอย่างมากมายหลายวิธีดังนี้ 1. การฝึกแบบต่อเนื่อง 2. การฝึกแบบสลับช่วง 3. การฝึกแบบวงจร 4. การฝึกแบบกระทำซ้ำ ๆ 5. การฝึกแบบสลับชนิดกิจกรรม 6. การฝึกสลับช่วงร่วมกับการฝึกแบบวงจร 7. การฝึกแบบรวม แต่ในการวิจัยเรื่องนี้ผู้วิจัยมีความสนใจการฝึก 2 รูปแบบ ได้แก่ การฝึกแบบสลับช่วง หรือการฝึกแบบหนักสลับเบา และการฝึกแบบวงจร (ธีรศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล, 2552) ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

6.1 การฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training)

การฝึกเพื่อพัฒนาความอดทนด้วยการฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) เป็นวิธีการที่ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาทั่วไปนำมาใช้ในการฝึกอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะการเชื่อมโยงต่อการฝึกแบบต่อเนื่อง การฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นวิธีการที่ร่างกายทำงานหนักขึ้นแต่จะมีช่วงพัก โดยการลดระดับความหนักลงหรือหยุดพักช่วงสั้น ๆ แล้วปฏิบัติในรูปแบบเดิม โดยมีจำนวนเที่ยวหรือจำนวนครั้งมาก การให้นักกีฬาฝึกในลักษณะนี้จะทำให้ร่างกายออกแรงเคลื่อนไหวโดยใช้ความหนักสูงและมีจังหวะพักสลับด้วยการลดระดับความหนักลง โดยมีการเคลื่อนที่หรือหยุดพักอยู่กับที่แล้วเริ่มเคลื่อนที่ด้วยกิจกรรมหรือเวลาเท่าเดิมโดยต้องปฏิบัติตามจำนวนที่กำหนด การฝึกแบบนี้นิยมใช้การวิ่งในสนามกีฬา ปั่นจักรยานอยู่กับที่ วิ่งบนเครื่องเพื่อทำให้ร่างกายทำงานในความหนักสูง แล้วผ่อนแรงในช่วงพักด้วยการลดระดับความหนักลงให้ร่างกาย (Recovery) โดยการเดิน การจ็อกกิ้ง การผ่อนความเร็ว การยืนพักอยู่กับที่จนครบระยะทางหรือเวลาที่กำหนด เพื่อให้ร่างกายได้พักแบบมีกิจกรรม (Active Rest) แต่ในขณะเดียวกัน กิจกรรมหรือเวลาขณะพักนั้น ร่างกายก็ยังคงมีความล้าสะสมจากปริมาณแลคติกที่เกิดขึ้นในร่างกายต้องใช้แรงและเวลามากขึ้น จึงใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิกและแบบแอนแอโรบิกเพื่อทำให้ร่างกายทำงานในขณะที่มีสภาวะความล้าสูง จึงเป็นการฝึกความอดทนให้ระบบหายใจ

ระบบไหลเวียนโลหิตและระบบกล้ามเนื้อให้พัฒนาอย่างรวดเร็ว การฝึกรูปแบบนี้เป็นงานค่อนข้างหนักจึงนำมาใช้ฝึกนักกีฬาในช่วงการแข่งขัน ในขณะที่เดียวกันช่วงฝึกเพื่อเตรียมร่างกาย การฝึกรูปแบบนี้สามารถนำมาใช้ได้ แต่ต้องกำหนดเงื่อนไข โดยเฉพาะความหนัก ระยะทาง เวลาต้องลดลง เพื่อทำให้เกิดการพัฒนาความอดทนของร่างกายที่เตรียมพร้อมยกระดับให้สูงขึ้นต่อไป

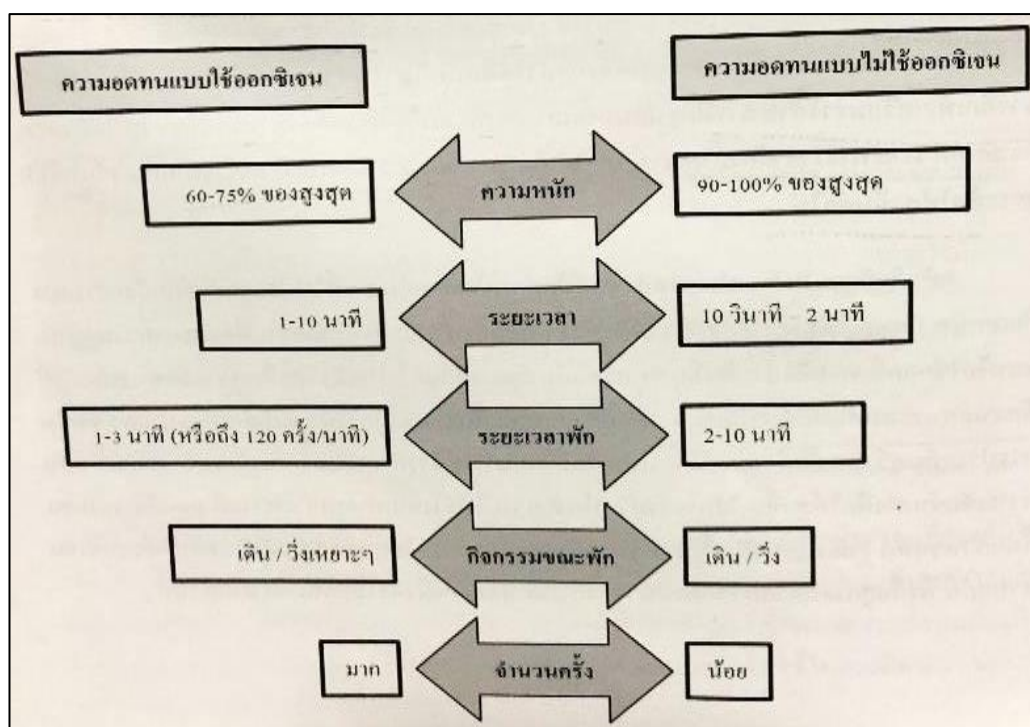
อย่างไรก็ตามในกีฬาระเภทต่าง ๆ ผู้ฝึกสอนนำเอาหลักการนี้ไปประยุกต์ใช้กับกิจกรรมการฝึกเทคนิค ทักษะ ให้ร่างกายออกแรงเป็นช่วง ๆ และกำหนดเวลาพักชัดเจน เพื่อพัฒนาความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนให้มีประสิทธิภาพ พร้อมกับพัฒนาทักษะในตัวเอง การฝึกความอดทนรูปแบบนี้มีความเหมาะสมกับนักกีฬาที่ผ่านการฝึกความอดทนพื้นฐานจากการฝึกแบบต่อเนื่องมาแล้ว จึงเป็นการปรับเพิ่มความหนักด้วยการฝึกแบบหนักสลับเบาให้ร่างกายพัฒนาความอดทนโดยการยกระดับความเข้มข้นการฝึกให้สูงขึ้น ใช้การวิ่งหรือการปั่นจักรยาน ให้ร่างกายทำงานด้วยความเร็วและใช้เวลานานขึ้นแล้วหยุดพัก รูปแบบการฝึกนี้เป็นการฝึกความอดทนแบบใช้ออกซิเจนและแบบไม่ใช้ออกซิเจนควบคู่กัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับได้เงื่อนไขและแนวทางการฝึกที่ต้องคำนึงถึงในแต่ละข้อ ดังต่อไปนี้

1. ความหนัก (Intensity)
2. ระยะเวลาของการฝึกแต่ละช่วง (Time of Training)
3. ระยะเวลาของการพักแต่ละช่วง (Recovery)
4. การกระทำหรือปฏิบัติซ้ำในกิจกรรมของช่วงพักในแต่ละช่วง (Repeated)

รูปแบบกิจกรรมการฝึกแบบหนักสลับเบา มีหลากหลาย การนำรูปแบบใดไปใช้ฝึกควรพิจารณาให้เหมาะสมกับตัวแปรที่มีผลต่อการฝึกในแต่ละข้อดังต่อไปนี้

1. เวลาหรือระยะทางที่จะใช้ในการฝึก
2. ความหนักหรือความเร็วที่ใช้ในการฝึก
3. จำนวนครั้งที่กระทำต่อเซตและจำนวนเซตที่ทำการฝึก
4. กิจกรรมที่ปฏิบัติในช่วงของการพัก
5. สภาพของสถานที่ฝึก เช่น ความชื้น ความร้อน พื้นสนาม กระแสลม

ขึ้น – ลงเนิน



ภาพประกอบ 8 เปรียบเทียบความหนักของการฝึกหนักสลับเบา

ที่มา : ถาวร กมุทรศรี (2560)

การฝึกหนักสลับเบา (Interval Training) เป็นรูปแบบที่ใช้การวิ่งเป็นวิธีการหลักโดยกำหนดความเร็วและระยะทางในการวิ่ง และกิจกรรมของช่วงพักที่มีความเฉพาะเจาะจง โดยระยะทางที่นำมาใช้ในการพักต้องสอดคล้องกับระยะทางในการวิ่ง ส่วนความหนักที่ใช้ในการฝึกกับระยะเวลาที่ใช้ในการพักนั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือระยะทางในการวิ่ง เป้าหมายในการวิ่ง เป้าหมายที่ต้องการพัฒนา โดยเฉพาะระบบพลังงานและระดับความสมบูรณ์ทางด้านร่างกายของนักกีฬา (Kelso, 2005) การฝึกแบบหนักสลับเบาจะเน้นใช้วิธีการควบคุมความหนักการฝึก โดยใช้อัตราการเต้นของชีพจรเป็นเกณฑ์กำหนดความหนักในการฝึก

ดังที่กล่าวมาในเบื้องต้นนั้น การฝึกแบบหนักสลับเบาจะเกี่ยวข้องกับระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน แต่ด้วยการฝึกมีการปฏิบัติหรือทำซ้ำบ่อยครั้งจึงทำให้ระบบพลังงานแบบแอโรบิกมาทำงานร่วมเสมอ กล่าวคือ ขณะเล่นกีฬาต่อเนื่องเป็นเวลานานทำให้ร่างกายอยู่ในสภาวะเหน็ดเหนื่อยไม่สามารถนำออกซิเจนที่หายใจเข้าไปในขณะนั้นไปเป็นพลังงานได้ทันที

แต่จะนำไปนำเอาออกซิเจนที่ร่างกายเก็บสะสมไว้ตามเนื้อเยื่อหรือเซลล์กล้ามเนื้อออกมาใช้เป็นพลังงานแทนเพื่อให้ร่างกายทำงานต่อไปเป็นระยะสั้น ๆ โดยถ้าเรานับจากจุดที่เกิดสภาวะความล้าไปจนถึงสิ้นสุดการเคลื่อนไหว เป็นช่วงเวลาการออกกำลังกายสั้นๆ เช่น การวิ่ง 100 เมตร ที่ใช้ความเร็วเต็มที่ตลอดช่วงเป็นรูปแบบหรือวิธีการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ถูกนำมาฝึกพัฒนาความอดทน โดยเฉพาะความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีหลักและวิธีการที่มีผู้นำไปใช้ฝึกนักกีฬาอย่างหลากหลาย และได้รับการยอมรับว่าเกิดประโยชน์ต่อร่างกายประกอบด้วย

1. Short Interval Training เป็นรูปแบบการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีความเหมาะสมกับการนำมาใช้ฝึกนักกีฬาประเภททีม กล่าวคือ เป็นการวิ่งที่ใช้ความเร็วสูงสุดระดับ 90% ของความเร็วสูงสุดหรืออัตราการเต้นของชีพจรสูงสุด เวลาที่ใช้ฝึก 5 – 30 วินาทีหยุดพักระหว่างเที่ยวประมาณ 15 – 150 วินาที หรือกำหนดเป็นอัตราเวลาในการฝึกต่อเวลาในการพักที่ 1 : 3 หรือ 1 : 5 ตามลักษณะของกิจกรรม โดยกิจกรรมช่วงเวลาพักจะใช้เป็นวิ่งเบา ๆ (Active Recovery) เพื่อให้อัตราการเต้นของชีพจรค่อย ๆ ลดระดับลงมาเหลือ 120 ครั้งต่อนาที แล้วจึงทำการฝึกในเที่ยวต่อไป จำนวน 5 – 20 ครั้ง/ชุดการฝึก โดยกำหนดให้สอดคล้องกับเป้าหมายและสภาพความพร้อมของนักกีฬาขณะนั้น

2. Intermediate Interval Training เป็นรูปแบบการฝึกที่เหมาะสมกับกลุ่มกีฬาที่มีการเคลื่อนที่ใช้เวลาปานกลาง เช่น วิ่ง 200 – 400 เมตร หรือว่ายน้ำระยะ 100 – 200 เมตร ความหนักที่ใช้ในการฝึกประมาณ 90% ของความเร็วสูงสุดหรืออัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดใช้เวลาในการฝึกแต่ละครั้งประมาณ 30 – 120 วินาที เวลาพักระหว่างเที่ยว 2 – 6 นาทีโดยมีอัตราเวลาหรือความนานในการฝึกต่อเวลาในการพักที่ 1 : 2 ถึง 1 : 3 กิจกรรมในขณะพักจะใช้การวิ่งเบา ๆ หรือใช้การลอยตัวในน้ำสำหรับนักว่ายน้ำ (Active - Recovery) ให้อัตราการเต้นของชีพจรลดลงมาที่ 120 ครั้งต่อนาทีจึงค่อยทำการฝึกในเที่ยวต่อไป จำนวนครั้งต่อชุดในการฝึกประมาณ 3 – 12 ครั้งต่อหนึ่งชุด

3. Long Interval Training เป็นรูปแบบของการฝึกหนักสลับเบาที่เหมาะสมกับนักกีฬาที่ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนไหวต่อเนื่องนาน ๆ เช่น กรีฑาระยะกลาง วิ่ง 1500 เมตรขึ้นไป หรือนักว่ายน้ำระยะทาง 400 เมตรขึ้นไป โดยใช้ความหนักในการฝึกประมาณ 85 – 90 % ของความเร็วสูงสุดหรืออัตราการเต้นของชีพจรสูงสุด ใช้เวลาในการฝึกประมาณ 2 – 5 นาทีเวลาพักระหว่างเที่ยว 2 -10 นาที หรือใช้อัตราการฝึกต่อเวลาพักที่ 1 : 2 ถึง 1 : 3 โดยกิจกรรมในการพักเป็นการวิ่งเบา ๆ (Active Recovery) ให้อัตราการเต้นของชีพจรลดลงมาที่

120 ครั้งต่อหน้าที่จึงค่อยทำการฝึกในเที่ยวต่อไป จำนวนครั้งต่อชุดในการฝึกประมาณ 3 – 10 ครั้ง ต่อหนึ่งชุด (ถาวร กุมุทศรี, 2560)

6.1.1 องค์ประกอบการฝึกแบบหนักสลับเบา (Plowman & Smith, 2008)

ดังนี้

1. กำหนดระยะทางหรือความหนัก
2. กำหนดระยะเวลาของการฝึก
3. กำหนดเวลาพักหรือการฟื้นตัว

6.1.2 หลักการในการเขียนโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา

1. วิเคราะห์ดูว่าประเภทกีฬาหรือการออกกำลังกายนั้นใช้ระบบการสร้างพลังงานประเภทใดเป็นหลัก

2. ใช้หลักการเพิ่มปริมาณหรือความหนัก (Overload principle) คือการค่อย ๆ ให้ร่างกายได้เผชิญกับงานที่ทำโดยการกำหนดจาก

2.1 ความเร็วหรือเวลา เช่น จากช้าไปเร็ว

2.2 ความเข้มข้น เช่น จากน้อยไปมาก จากต่ำไปสูง หรือจากที่ทำได้มากครั้งไปสู่ที่ทำได้น้อยครั้ง

2.3 สร้างโปรแกรมการฝึกที่สอดคล้องกับสภาพของผู้เข้าฝึก ดังนั้นก่อนที่จะเขียนโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาได้อย่างเหมาะสมจึงต้องมีการทดสอบความสามารถก่อน และเมื่อฝึกแบบหนักสลับเบาไปได้ 2-3 สัปดาห์ ควรมีการทดสอบอีกว่าโปรแกรมการฝึกนั้น ควรปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

2.4 การฝึกแบบหนักสลับเบาที่เน้นการรักษาระดับของสมรรถภาพทางกายจะได้ประโยชน์เมื่อใช้เวลาการฝึกระหว่าง 6 - 8 สัปดาห์

2.5 สร้างโปรแกรมที่มีลักษณะ วันเว้นวัน เพื่อให้ร่างกายได้พัก

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

ภาพประกอบ 9 แนวทางการสร้างโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาโดยกำหนด
จากระยะเวลาของการฝึก

ที่มา : ปิยพงษ์ สายสวาท (2558)

6.1.3 การกำหนดความเข้มข้นของการฝึก

1. การจับอัตราการเต้นของหัวใจ เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากอัตราการเต้นของหัวใจเป็นเครื่องบ่งชี้ที่สำคัญว่าควรเลือกทำกิจกรรมใด กำหนดความหนัก-เบาของกิจกรรม ซึ่งความเข้มข้นในการฝึกต้องมีความหนักที่เพียงพอในระดับร้อยละ 60-90 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด
2. สังเกตผลทางกายภายหลังจากฝึกตามจำนวนเที่ยวต่อครั้งที่กำหนด วิธีการนี้จำนวนเที่ยวหรือครั้งที่ทำงานจะถูกกำหนดขึ้น หากออกกำลังกายไปแล้วเห็นว่าเกินกำลังอย่างมากแสดงว่าความเข้มข้นสูงเกินไปหรือหากออกกำลังกายไปแล้วรู้สึกว่าได้ทำอะไรมากก็เป็นเครื่องบ่งชี้ว่างานนั้นมีความเข้มข้นไม่เพียงพอ

6.1.4 กิจกรรมและระยะเวลาของช่วงพัก

ในช่วงพักของการฝึกแบบหนักสลับเบา ควรคำนึงถึงระบบพลังงานที่ใช้ไป เช่น หากออกกำลังกายโดยใช้ระบบการสร้างพลังงานแบบ เอทีพี-พีซี เป็นหลัก ในช่วงพักควรเป็นการเดินหรือการยืดกล้ามเนื้อ (Rest-relief) และหากระบบการใช้พลังงานเป็นระบบ แลกติก - แอซิด กิจกรรมในช่วงพักควรเป็นการเดินเร็ว จ็อกกิ้งหรือออกกำลังเบา (Work-relief) จะช่วยให้ปริมาณของกรดแลกติกในกล้ามเนื้อและในเลือดลดลงเร็วกว่ากิจกรรมที่หยุดพักอยู่เฉย ๆ

6.1.5 ระยะเวลาและความบ่อยของการฝึก

ผลของการฝึกแบบหนักสลับเบานั้น จะมีผลต่อเมื่อมีเวลาของการฝึกประมาณ 6-8 สัปดาห์ ในกิจกรรมที่ใช้ระบบการสร้างพลังงานแบบเอทีพี-พีซี และแลกติก-แอซิด เป็นหลัก ในขณะที่กิจกรรมที่ต้องใช้ระบบออกซิเจนเป็นหลักอาจต้องเพิ่มเวลาฝึกอีกเล็กน้อย ใน 1 สัปดาห์ ควรมีการฝึกระหว่าง 2 - 5 ครั้ง การฝึกควรเป็นลักษณะวันหนักสลับวันเบา หลักในการสร้างโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับผู้เข้ารับโปรแกรม ระยะเวลาที่เหมาะสมควรฝึกตั้งแต่ 6 - 8 สัปดาห์ อัตราการเต้นของหัวใจเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการกำหนดความหนัก - เบาของกิจกรรมที่ทำ ซึ่งความหนักที่เพียงพอควรอยู่ในระดับร้อยละ 60 - 90 ของอัตราการเต้นของหัวใจ ส่วนช่วงพักกิจกรรมที่ควรเป็นการเดินเร็วหรือออกกำลังเบา ดีกว่าการหยุดพักเฉย ๆ

6.1.6 ประโยชน์ของการฝึกแบบหนักสลับเบา มณินทร รักษาบำรุง (2546) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1. การฝึกแบบหนักสลับเบาเพิ่มความแข็งแรง (Strength), กำลัง (Power), ความเร็ว (Speed) และเพิ่มการใช้พลังงานจากไขมัน (Fat metabolism) ได้ดีกว่าการฝึกแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) ทั่วไป จากรายงานการค้นพบที่ว่า การฝึกแบบหนักสลับเบา จะเพิ่มปริมาณกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน (Lean muscle tissue) ได้ดีกว่าการฝึกแบบแอโรบิก และการเพิ่มขึ้นของปริมาณกล้ามเนื้อปราศจากไขมันนี้ จะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการสลายไขมันเพื่อสร้างพลังงาน

2. การฝึกแบบหนักสลับเบา เพิ่มค่าแอนแอโรบิกหรือแลคติกเทรชโฮลด์ (Anaerobic or lactic acid threshord) และปริมาณการจับออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) เมื่อค่าต่าง ๆ เหล่านี้เพิ่มขึ้นจะทำให้ร่างกายสามารถออกกำลังกายที่ระดับการเต้นของหัวใจสูง ๆ (Higher heart rate) โดยปราศจากการสะสมของกรดแลกติกในเลือดและกล้ามเนื้อ (Lactic acid accumulation)

3. การฝึกแบบหนักสลับเบาช่วยประหยัดเวลา จากการศึกษา พบว่าการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ใช้เวลา 30 นาที จะเทียบได้กับการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั่วไป 60 นาที และการฝึกแบบหนักสลับเบา 3 ครั้งต่อสัปดาห์ จะเทียบได้กับการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั่วไป 4 - 6 ครั้งต่อสัปดาห์

6.2 การฝึกแบบสถานี (Circuit Training)

การฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายแบบสถานี (Circuit Training) เป็นรูปแบบหรือวิธีการฝึกที่ผู้ฝึกสอนและนักกีฬารู้จักและคุ้นเคยเป็นอย่างดี โดยเรียกกันว่า การฝึกแบบวงจรหรือแบบหมุนเวียนตามสถานีที่กำหนดให้ การฝึกแบบสถานีถูกนำมาใช้พัฒนาพื้นฐานความแข็งแรงอดทน (Strength Endurance) และพัฒนาความอดของระบบไหลเวียนเลือด (Cardiovascular Endurance) ให้กับนักกีฬา โดยเฉพาะในการฝึกช่วงเตรียมร่างกายทั่วไป เพื่อพัฒนาพื้นฐานความแข็งแรงให้กับร่างกายก่อนเตรียมเข้าสู่โปรแกรมฝึกหลัก การฝึกรูปแบบจัดทำฝึกหรือกิจกรรมลงในสถานีฝึกนี้เป็นวิธีการฝึกที่กระตุ้นให้นักกีฬาได้มีความพร้อมของกล้ามเนื้อและระบบหัวใจไหลเวียนเลือดในขณะเดียวกันยังถูกนำไปใช้ในการกำหนดหลักการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight Training) เพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งการฝึกแบบผสมผสานปฏิกิริยาความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไวด้วย โดยมีประโยชน์โดยตรงจากการจัดรูปแบบการฝึกแบบสถานี 3 ข้อดัง ต่อไปนี้

1. พัฒนาหรือเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อ (Muscular Strength)
2. เสริมสร้างความอดทนให้กับกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance)
3. พัฒนาความอดทนให้กับระบบไหลเวียนเลือด (Cardiovascular Endurance)

กระบวนการฝึกแบบสถานี เป็นรูปแบบการฝึกที่ทำให้เกิดประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย แต่มีเป้าหมายที่สำคัญ คือ พัฒนาสมรรถภาพทางกายที่มีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกับความสามารถ (Fitness – Related Abilities) ได้แก่ ความแข็งแรง ความเร็ว ความอดทน โดยสามารถนำเอาสมรรถภาพทางกายทั้ง 3 ด้าน มาผสมผสานกันเพื่อให้เกิดพื้นฐานความพร้อมของร่างกาย เป็นการยกระดับการฝึกเพื่อพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาให้มีระดับความสามารถที่สูงขึ้นต่อไป

6.2.1 ภาระงานในการฝึก (Training Load)

การฝึกแบบสถานีนี้นั้นมีองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้อง คือ การกำหนดภาระงานให้กับนักกีฬาที่ทำการฝึกให้เหมาะสมกับสภาพความพร้อมหรือความต้องการของนักกีฬาในขณะนั้น จึงมี 2 ประการ ที่ผู้กำหนดภาระงานจะต้องคำนึงถึง คือ

1. ประเมินสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นต่อนักกีฬาแต่ละคน

2. ประเมินสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นต่อประเภทกีฬาที่จะทำการฝึกในการฝึกแบบสถานีกาหนดความหนักหรือภาระงาน (Loading) เพื่อจัดโปรแกรมการฝึกให้เกิดผลสูงสุดกับนักกีฬาในแต่ละช่วงของการฝึกซ้อมนั้น สามารถดำเนินการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบสำคัญที่มีรูปแบบเพื่อการพัฒนาประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อและสมรรถภาพทางกายด้านอื่น ๆ ที่นำมาฝึก การจัดการฝึกแบบผสมผสานด้วยท่าบริหารท่าต่าง ๆ มารวมเป็นชุดหรือเป็นวงรอบ แล้วจัดให้นักกีฬาฝึกตามที่กำหนด จึงเรียกวิธีการฝึกนี้ว่า “การฝึกแบบสถานี (Circuit Training)” ซึ่งมีหลักการสำคัญคือ วิธีการฝึก จำนวนท่า เวลาในการฝึก จำนวนครั้งในการฝึก เวลาพักระหว่างฝึกและถูกกำหนดอย่างเป็นระบบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือความต้องการโดยเฉพาะเงื่อนไขของการฝึกต้องกำหนดให้สอดคล้องกับความพร้อมของนักกีฬาและรูปแบบการฝึกสามารถกำหนดให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้

การฝึกแบบสถานีโดยส่วนใหญ่จะใช้การฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance-Training) จากน้ำหนักของตัวนักกีฬาเอง (Body Weight) และแรงต้านจากอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักเบาทั่วไปนิยมกำหนดท่าฝึกจำนวน 8 – 12 ท่า ให้นักกีฬาปฏิบัติในแต่ละท่าจนครบ โดยอาจจะใช้เวลาหรือจำนวนครั้งให้ปฏิบัติในท่านั้น เมื่อฝึกครบตามจำนวนหรือเวลาที่กำหนดแล้วให้หยุดพักตามเวลา ส่วนใหญ่กำหนดเวลาพักในช่วงสั้น ๆ แล้วเปลี่ยนไปฝึกในท่าบริหารต่อไปจนครบตามจำนวนท่าฝึกที่กำหนดไว้ ในการฝึกแต่ละครั้ง (Training Session) กำหนดให้ฝึก 1 – 3 รอบความหนักในการฝึกเบาหรือเบามาก ซึ่งการปฏิบัติแต่ละครั้งควรฝึกให้ได้จำนวนครั้งมากที่สุดหรือกำหนดเวลาให้ฝึก 15 – 30 วินาที และกำหนดเวลาพักระหว่างสถานีไม่เกิน 30 วินาที หลักการฝึกนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อและสมรรถภาพความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดไปพร้อมกันด้วย

ดังนั้น ประโยชน์ที่เกิดต่อร่างกายเมื่อนักกีฬาเข้ารับการฝึกแบบสถานีหรือแบบวงจรมี คือ ทำให้เกิดความแข็งแรงอดทนของกล้ามเนื้อ เนื่องจากการฝึกที่ใช้จำนวนครั้งจำนวนท่าฝึก และจำนวนรอบในการฝึกฝนปริมาณค่อนข้างสูง มีเวลาพักสั้น จึงทำให้เกิดการพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อและระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนของร่างกายให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

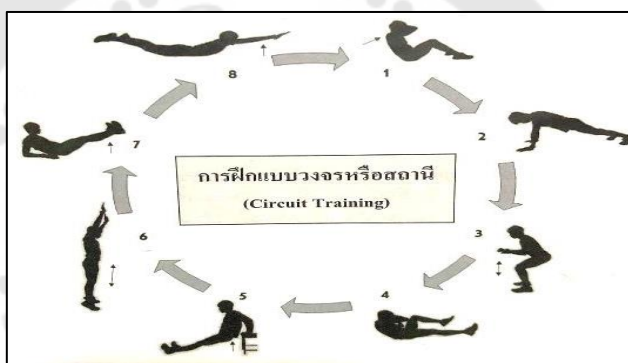
การฝึกโดยใช้แรงต้านที่กำหนดให้นักกีฬาฝึกแบบสถานีหรือวงจรมีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายกับนักกีฬาประเภทต่าง ๆ โดยเน้นฝึกให้กลุ่มกล้ามเนื้อโครงสร้างหลักทั่วร่างกายโดยกำหนดรายละเอียดการฝึกให้ตรงกับวัตถุประสงค์ โดยส่วนใหญ่เน้นฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ต้นขาด้านหลัง หน้าอก ท้อง หัวไหล่ น่อง ต้นแขนด้านหน้า ด้านหลัง เป็นต้น กลุ่มกล้ามเนื้อต่าง ๆ เหล่านี้มีท่าบริหารโดยเฉพาะที่มาจากอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่สามารถจัดได้ง่ายหรือถ้าเป็นงานที่เบาหรือเบามากอาจจะกำหนดให้ใช้แรงต้านจากน้ำหนักของตัวเอง เช่น ดันพื้น (Push Up) ลูกนั่ง (Sit Up) และยังมีท่าบริหารกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ครอบคลุมทั่วร่างกาย โดยเฉพาะกลุ่มกล้ามเนื้อมัดหลักที่ควบคุมการเคลื่อนไหวและเกี่ยวข้องกับการทำงานของข้อต่อทั่วร่างกายที่จะต้องได้รับการพัฒนาอย่างทั่วถึงโดยมีเทคนิคการฝึกสำคัญคือ ให้ออกกำลังกายได้ฝึกและมีการพักสลับกัน เมื่อเปลี่ยนท่าฝึกต้องมีเวลาพักประมาณ 30 วินาทีหรือน้อยกว่า ทั้งนี้อัตราการเต้นของหัวใจยังสูงอยู่ แต่ต้องฝึกในท่าต่อไปสภาวะเช่นนี้จะกระตุ้นการทำงานของหัวใจให้มีความต่อเนื่อง ทำให้เกิดผลดีต่อระบบไหลเวียนเลือดหรือสมรรถภาพการทำงานของระบบใช้ออกซิเจนให้กับร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพพร้อมไปด้วย

การฝึกพัฒนาความแข็งแรง อดทนให้กล้ามเนื้อโดยใช้การฝึกแบบสถานีหรือวงจรมี นักกีฬาคควรฝึกโดยพิจารณาตามสถานการณ์และความเหมาะสมกับนักกีฬา ควรเลือกท่าฝึกบริหารกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของแต่ละชนิดกีฬาเป็นหลัก และที่สำคัญท่าฝึกจะต้องไม่ใช่กลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกัน 2 สถานติดต่อกัน ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพจากการฝึกหรือการทำงานของกล้ามเนื้อลดลงไป ดังนั้นการกำหนดท่าฝึกจึงต้องให้มีการหมุนเวียนกลุ่มกล้ามเนื้อที่ฝึกแล้วให้ได้พัก แล้วฝึกกลุ่มกล้ามเนื้ออื่นต่อแล้วย้อนกลับมา ฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อเดิมในสถานีฝึกอื่น ๆ ตามลำดับ เพื่อไม่ให้กล้ามเนื้อมีอาการล้าจากการที่ฝึกมากเกินไป

6.2.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกและพักในแต่ละสถานี

การกำหนดเวลาการฝึกและเวลาพักระหว่างสถานีมีความสำคัญต่อการบรรลุวัตถุประสงค์การฝึกที่เน้นให้ร่างกายได้ทำงานอย่างต่อเนื่อง จึงใช้เวลาเป็นเงื่อนไขให้ปฏิบัติซ้ำโดยทั่วไปใช้เวลาการฝึกและเวลาพักระหว่างสถานีตามเงื่อนไขที่กำหนดตามตัวอย่างต่อไปนี้ที่มีเป้าหมายพัฒนาความแข็งแรงอดทนให้กล้ามเนื้อและระบบหัวใจไหลเวียนเลือด ได้แก่

1. ระยะเวลาในการฝึกของแต่ละสถานี 1 – 30 วินาที
2. ระยะเวลาในการพัก (ระหว่างท่าฝึก) 30 – 60 วินาที
3. จำนวนรอบในการฝึก 3 รอบ (ขั้นต่ำ)
4. เวลาพักระหว่างรอบ ประมาณ 60 – 90 วินาที



ภาพประกอบ 10 การฝึกแบบวงจรหรือสถานี

ที่มา : ถาวร กุมุทศรี (2560)

ในการฝึกแบบสถานี การกำหนดเวลาการฝึกหรือจำนวนครั้งในการฝึกของแต่ละสถานีจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับนักกีฬาและเป้าหมาย โดยพิจารณาจากความสามารถสูงสุดที่ปฏิบัติได้ในแต่ละท่าฝึกนำมากำหนดจำนวนครั้งให้เหมาะสม และควรมีการปรับเปลี่ยนจำนวนครั้งให้มากขึ้นในทุก 4 สัปดาห์ เพื่อให้กล้ามเนื้อได้ออกแรงสู้กับแรงต้านที่เหมาะสมกับความพร้อมของนักกีฬาแต่ละคน และสามารถปรับเปลี่ยนจำนวนเซตให้เพิ่มมากขึ้นเมื่อประเมินแล้วพบว่าเมื่อนักกีฬาพัฒนาการเกิดขึ้นจากการฝึกที่ผ่านมา

6.2.3 การปรับเปลี่ยนภาระงานในการฝึก (Work Load)

การปรับเปลี่ยนภาระงานในการฝึกเพื่อให้ร่างกายได้ออกแรงสู้กับแรงต้านจำนวนครั้งหรือจำนวนสถานีที่มากขึ้น สามารถกระทำได้หลายวิธีการ ดังต่อไปนี้

1. เพิ่มจำนวนกิจกรรมโดยการเพิ่มสถานีหรือท่าฝึก
2. เพิ่มระยะเวลาในการฝึกของแต่ละท่าหรือสถานีฝึก
3. เพิ่มจำนวนรอบหรือจำนวนเซตในการฝึก
4. เพิ่มจำนวนครั้งที่ปฏิบัติในแต่ละเซต
5. ลดเวลาพักให้น้อยลง

การฝึกแบบสถานีเป็นวิธีฝึกที่ผู้สอนและนักกีฬานิยมนำมาใช้ฝึก โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายทั่วไป ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานสำคัญของสมรรถภาพทางกายที่จะนำไปสู่การพัฒนาสมรรถภาพทางกายเฉพาะด้านหลัก ๆ เพื่อเชื่อมโยงกับการพัฒนาเทคนิค ทักษะหรือการเคลื่อนไหวในการเล่นกีฬาให้เกิดประสิทธิภาพ และการฝึกแบบสถานีเป็นวิธีการฝึกที่สามารถดำเนินการได้ง่าย ในบางครั้งไม่ต้องใช้เครื่องมือในการฝึกเพียงใช้ท่าบริหารกล้ามเนื้อแต่ละมัดได้แรงต่อเนื่อง เป็นแรงจูงใจที่ทำให้นักกีฬามีความกระตือรือร้นหรือมีความท้าทายในการฝึกทำให้เกิดความพยายามพัฒนาสมรรถภาพทางกาย และเทคนิคทักษะในแต่ละชนิดกีฬาให้ประสบความสำเร็จในการแข่งขันอย่างเต็มความสามารถของนักกีฬาแต่ละคน

6.2.4 การผสมผสานการฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้วยรูปแบบการฝึกแบบสถานี

การฝึกแบบสถานีหรือแบบวงจร มีหลายรูปแบบในการกำหนดความเข้มข้นในการฝึก ซึ่งแต่ละรูปแบบเหมาะกับการนำไปใช้ในวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับความพร้อมของนักกีฬาและช่วงเวลาในการฝึก โดยทั่วไปจะแบ่งระดับความเข้มข้นออกเป็น 4 รูปแบบ ที่ผสมผสานการฝึกเข้าด้วยกัน เพื่อให้มีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายแต่ละด้านมาฝึกผสมผสานกัน โดยการกำหนดท่าบริหาร อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่นำมาฝึก ความหนัก จำนวนครั้ง เวลา จังหวะหรือความเร็ว เป็นตัวกำหนดเป้าหมาย ซึ่งเป็นสมรรถภาพทางกายทั่วไปที่ต้องพัฒนา โดยในแต่ละด้านมีองค์ประกอบเป็นรายละเอียดการฝึกที่แตกต่างกัน และต่อไปนี้เป็นการผสมผสานแบบฝึกแบบสถานีที่กำหนดให้นักกีฬาฝึกพัฒนาสมรรถภาพทางกายในแต่ละด้าน โดยในแต่ละวัตถุประสงค์จะถูกกำหนดระดับความหนัก เวลาฝึก เวลาพัก จำนวนครั้ง จำนวนเซต และจำนวนท่าฝึกที่แตกต่างกันออกไปตามรายละเอียดของแต่ละข้อดังต่อไปนี้

6.2.5 หลักการฝึกด้วยการผสมผสานรูปแบบของการฝึกแบบสถานี

1. การฝึกหนักแบบสถานี (The Hard Circuit Travel) การฝึกแบบนี้จะพัฒนาและเสริมสร้างความแข็งแรงและกำลังของกล้ามเนื้อ การพักระหว่างท่าฝึกและพักระหว่างเซตจะใช้เวลานานจนหายใจเหนื่อย (ประมาณ 2 – 3 นาที) หรือใช้อัตราเต้นของชีพจรเป็นกำหนด โดยให้ลดลงเกือบภาวะปกติ รูปแบบการฝึกนี้จะกำหนดให้ฝึก 6 – 10 สถานี

2. การฝึกหนักแบบผสมผสานระหว่างปฏิกิริยาความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไวและกำลังแบบสถานี (The Hard Combination Circuit Travel) การฝึกแบบนี้เป็นการพัฒนาปฏิกิริยาด้านกำลัง ความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว และการประสานงานของกล้ามเนื้อการฝึกในแต่ละฐานใช้เวลา 6 – 15 วินาที พักระหว่างสถานี 30 – 90 วินาที ใช้ท่าฝึกประมาณ 10– 12 สถานี

3. การฝึกหนักปานกลางแบบสถานี (The Medium – hard Circuit Travel) การฝึกแบบนี้จะพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Endurance) เวลาในการฝึกแต่ละสถานี 15 – 30 วินาที พักระหว่างเซต 30 – 90 วินาที ใช้สถานีฝึกประมาณ 12 – 14 สถานี

4. การฝึกทั่ว ๆ ไปแบบสถานี (The Easy Circuit Travel) การฝึกแบบนี้จะพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงความอดทนทั่วไปหรือระบบการทำงานของกล้ามเนื้อแบบใช้ออกซิเจนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การฝึกแต่ละสถานีจะต้องปฏิบัติต่อเนื่องจนครบทุกสถานี โดยไม่มีช่วงเวลาวพักระหว่างการฝึกในแต่ละสถานี ใช้สถานีฝึกประมาณ 14 – 16 สถานี

อย่างไรก็ตามการที่จะนำรูปแบบการฝึกใดไปใช้ในการฝึกให้กับนักกีฬาจะขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการฝึก โดยแต่ละรูปแบบจะมีความแตกต่างกันในการกำหนดรายละเอียดการฝึกโดยเฉพาะความหนัก จำนวนครั้ง จำนวนท่าฝึกและเวลาในการฝึกที่มีความแตกต่างกัน แต่มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกายให้เป็นไปตามความต้องการ และคุณลักษณะที่จะพัฒนานักกีฬาแต่ละคนหรือแต่ละทีม และที่สำคัญการฝึกที่กำหนดให้ต้องสอดคล้องหรือเหมาะสมกับความพร้อมทางด้านสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาในภาพรวม ในขณะเดียวกันการที่จะฝึกตามโปรแกรมได้จะต้องผ่านการวางแผนและมีนักวิทยาศาสตร์การกีฬาหรือผู้ฝึกสอนที่มีความรู้ความเข้าใจคอยควบคุมและแนะนำอย่างใกล้ชิดตลอดช่วงของการฝึก

6.2.6 หลักของการฝึกแบบสถานี

การฝึกแบบสถานีจะมีนักกีฬาเข้ารับการฝึกพร้อมกันจำนวนหลายคน ก่อนทำการฝึกผู้ควบคุมจะต้องอธิบายให้นักกีฬาเข้าใจในหลักการฝึก พร้อมทั้งจัดเตรียมเครื่องมือ และกำหนดท่าฝึกให้พร้อมก่อนลงมือปฏิบัติ โดยมีแนวทางเป็นข้อแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. การฝึกควรเน้นเป้าหมายเพื่อพัฒนาความแข็งแรง ความอดทน ของกล้ามเนื้อและระบบไหลเวียนเลือดควบคู่กันไปเสมอ
2. การปรับเปลี่ยนความหนักในการฝึกจะต้องค่อยเป็นค่อยไป หรือเพิ่มทีละน้อย แต่เพิ่มแบบเป็นลำดับและตามความเหมาะสม
3. ท่าฝึกหรือท่าบริหารจะต้องให้นักกีฬาปฏิบัติได้ง่ายไม่สลับซับซ้อน
4. การฝึกต้องดำเนินไปได้พร้อมกันหลาย ๆ คน จึงต้องจัดอุปกรณ์ และพื้นที่ให้เพียงพอ
5. ระยะเวลาในการฝึกไม่นานเกินไป ทำให้ร่างกายมีอาการล้ามากเกินไป
6. การฝึกต้องไม่ก่อให้เกิดอันตราย หรือเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บ
7. ท่าฝึกต้องมีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกับชนิดกีฬาควบคู่ไปด้วยเสมอ
8. แต่ละท่าฝึกนักกีฬาสามารถปรับเปลี่ยนความหนักได้ด้วยตนเอง

6.2.7 ตัวอย่างท่าฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงอดทนที่ควรนำไปใช้ในการฝึกแบบสถานี (Circuit Training)

1. Squats
2. Single Leg Squat
3. Front Lunge
4. Side Lunge
5. Calf Raise
6. Triceps Dips
7. Push Ups
8. Mountain Climbers
9. Sit Up
10. Back Extension

11. Medicine Ball Overhead Sit Up

12. Medicine Russian Twist

13. Lateral Box Jump

6.2.8 หลักการฝึกแบบสถานีหรือการฝึกแบบวงจร (Circuit Training)

การกำหนดท่าฝึกตามสถานีเป็นรูปแบบการฝึกที่ทำให้เกิดความแข็งแรงอดทน (Strength Endurance) ให้กล้ามเนื้อ โดยการกำหนดท่าฝึกไว้ตามจุดหรือสถานี และทำการฝึกหมุนเวียนไปจนครบทุกสถานี ด้วยการกำหนดเวลาหรือจำนวนครั้งในการฝึกแต่ละท่า และกำหนดเวลาพักระหว่างเปลี่ยนท่าฝึก สามารถกำหนดให้ฝึกได้หลายท่าใน 1 รอบ แต่จะทำการกำหนดให้ฝึกสลับกลุ่มกล้ามเนื้อหรืออวัยวะที่ทำงาน โดยเน้น 4 จุดสำคัญของร่างกาย ได้แก่

1. แขนและหัวไหล่
2. ท้อง
3. หลัง
4. ขาและสะโพก

การฝึกแบบวงจรเพื่อพัฒนาความแข็งแรงให้กับร่างกาย เน้นการพัฒนากล้ามเนื้อพื้นฐาน โดยสามารถฝึกพร้อมกันได้หลายคน เพื่อฝึกพื้นฐานความแข็งแรงด้วยรูปแบบวงจรนี้ นอกจากจะเป็นการฝึกเพื่อปรับสภาพความแข็งแรงของกล้ามเนื้อให้กับนักกีฬาแล้วยังสามารถยกระดับพื้นฐานความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือดให้พัฒนาการดีขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดจำนวนท่า จำนวนรอบ และเวลาในการฝึกที่กำหนดให้ โดยเน้นให้ร่างกายทำงานอย่างเป็นขั้นตอน เช่น การเริ่มปฏิบัติด้วยการเรียงลำดับกลุ่มกล้ามเนื้อให้ทำงานสลับกันหรือเน้นงานแยกอวัยวะ เช่น ขาหรือแขน ทีละข้าง เพื่อเน้นให้ออกแรงอย่างเต็มที่ โดยสามารถนำท่าฝึกที่ใช้แรงต้านจากน้ำหนักของตัวเอง (Body Weight) หรืออุปกรณ์ที่มีน้ำหนักเบามาเป็นแรงต้านให้กล้ามเนื้อได้ออกแรงมากขึ้น (ถาวร กุมุทศรี, 2560)

สรุปได้ว่า การฝึกแบบสถานีมีการฝึกซ้อมหรือแบบวงลานั้น ขึ้นอยู่กับเป้าหมายของผู้ฝึกสอนว่าต้องการพัฒนานักกีฬาอย่างไร ซึ่งหลักของการฝึกสถานี สามารถแบ่งการฝึกได้ 3 ระดับ คือ ระดับน้อยสุดคือ 6 – 9 สถานี ระดับปานกลาง 9 – 12 สถานี หรือมากที่สุด 12 – 15 สถานี และสิ่งสำคัญในการฝึกสถานีคือ ควรเลือกกลุ่มกล้ามเนื้อสลับกันในแต่ละสถานีเพื่อช่วยในเรื่องของการฟื้นฟูสภาพที่เร็วและดีกว่า ช่วงเวลาพัก 60 – 90 วินาทีและ 1 – 3 นาทีระหว่างรอบการฝึกซ้อม ดังนั้น ในการออกกำลังกายซึ่งปกติจะมีความแตกต่างจากอุปกรณ์ และสร้างความท้าทายในการฝึกปฏิบัติของนักกีฬา ขณะเดียวกันก็เพิ่มความสนใจของนักกีฬายู่

ตลอดเวลา การฝึกแบบสถานีนี้สามารถใช้กับกลุ่มนักกีฬาทุกชนิด ทุกช่วงอายุ แต่โปรแกรมต้องมีความเหมาะสมกับผู้ฝึกด้วย เช่นเดียวกับ สนธยา สีสมาด (2557) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อด้อยของโปรแกรมฝึกแบบสถานีไว้ดังนี้

ข้อดีของการฝึกแบบสถานี (Advantages Circuit Training) คือ

1. ช่วยพัฒนาความแข็งแรง ความอดทนของกล้ามเนื้อ และระบบไหลเวียนโลหิต
2. สามารถปรับรูปแบบการฝึกซ้อมให้เหมาะกับนักกีฬาแต่ละประเภทได้
3. สามารถปรับการฝึกให้เหมาะสมกับอายุ สมรรถภาพ และสุขภาพของนักกีฬาแต่ละคนได้
4. กิจกรรมการฝึกสามารถปรับระดับความยาก - ง่าย หนัก-เบาให้เหมาะสมกับนักกีฬาได้
5. สามารถเลือกออกแบบการฝึกได้อย่างหลากหลาย กระตุ้นให้นักกีฬาเกิดความกระตือรือร้นตลอดช่วงของการฝึก

ข้อด้อยของการฝึกแบบสถานี (Disadvantages Circuit Training) คือ

1. มีกิจกรรมฝึกที่หลากหลาย อาจทำให้ต้องใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือจำนวนมาก
2. ความต้องการที่หลากหลายในการฝึก อาจทำให้กำหนดขอบเขตในการเตรียมการได้ยาก
3. ทัวไปแล้ว การฝึกแบบสถานีต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกที่พร้อมเท่านั้นจึงจะทำให้การฝึกมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า การฝึกแบบสถานี (Circuit Training) เป็นการฝึกที่นำมาใช้ในการพัฒนาสมรรถภาพที่มุ่งพัฒนาระดับไปสู่กำลัง ความแข็งแรง ความอดทนให้กับนักกีฬาแต่ละประเภทได้ ที่สำคัญเป็นกิจกรรมที่กระตุ้น ความสนใจ สร้างความกระตือรือร้นในการฝึกแต่ละสถานี สร้างความท้าทาย กระตุ้นให้เกิดความพยายามในการฝึก และถ้าเกิดการฝึกอย่างต่อเนื่องจะนำไปสู่ความสำเร็จในการพัฒนาสร้างเสริมสมรรถภาพทางกาย และความสามารถในการเล่นกีฬาต่อไป

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้สร้างโปรแกรมการฝึกแบบ
สถานี (Circuit Training) และโปรแกรมแบบหนักสลับเบา (Interval Training) โดยสรุปได้ดังนี้

ตาราง 1 หลักการฝึกโปรแกรมฝึกแบบสถานีและการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

หลักการฝึก	โปรแกรมฝึกสถานี	โปรแกรมฝึกหนักสลับเบา
Frequency (ความถี่)	3 – 5 วัน / สัปดาห์	3 – 5 วัน / สัปดาห์
Intensity (ความหนัก)	80 – 90 % ของอัตรา การเต้นของหัวใจสูงสุด	80 – 90 % ของอัตรา การเต้นของหัวใจสูงสุด
Time (ระยะเวลา)	50 นาทีขึ้นไป	50 นาทีขึ้นไป
กิจกรรมขณะพัก (Rest activity)	-	จ็อกกิ้ง
Tye (ประเภทของกิจกรรม)	การฝึกแบบสถานีจำนวน 12 สถานี	การฝึกแบบหนักสลับเบา โดยฝึกจำนวน 4 แบบฝึก

ตาราง 2 รายละเอียดโปรแกรมการฝึกแบบสถานีและการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

รายละเอียด	โปรแกรมฝึกสถานี	โปรแกรมฝึกหนักสลับเบา
ความถี่	3 วัน / สัปดาห์ (จันทร์, พุธ, ศุกร์)	3 วัน / สัปดาห์ (จันทร์, พุธ, ศุกร์)
ความหนัก	สัปดาห์ 1 – 2 (80 – 90 %) สัปดาห์ 3 – 4 (80 – 90 %) สัปดาห์ 5 – 6 (80 – 90 %) สัปดาห์ 7 – 8 (80 – 90 %)	สัปดาห์ 1 – 2 (80 – 90 %) สัปดาห์ 3 – 4 (80 – 90 %) สัปดาห์ 5 – 6 (80 – 90 %) สัปดาห์ 7 – 8 (80 – 90 %)
ขั้นตอน	ช่วงที่ 1 อบอุ่นร่างกายและการยืด เหยียดกล้ามเนื้อ ช่วงที่ 2 ฝึกโปรแกรมสถานี ช่วง 3 คลายกล้ามเนื้อ	ช่วงที่ 1 อบอุ่นร่างกายและการยืด เหยียดกล้ามเนื้อ ช่วงที่ 2 ฝึกโปรแกรมหนักสลับเบา ช่วงที่ 3 คลายกล้ามเนื้อ

ตาราง 2 (ต่อ)

รายละเอียด	โปรแกรมฝึกสถานี	โปรแกรมฝึกหนักสลับเบา
รายละเอียดการฝึกโปรแกรม	ภาคผนวก ค	ภาคผนวก ง
เวลา	สัปดาห์ 1 – 2 (45 นาที)	สัปดาห์ 1 – 2 (45 นาที)
	สัปดาห์ 3 – 4 (50 นาที)	สัปดาห์ 3 – 4 (50 นาที)
	สัปดาห์ 5 – 6 (60 นาที)	สัปดาห์ 5 – 6 (60 นาที)
	สัปดาห์ 7 – 8 (70 นาที)	สัปดาห์ 7 – 8 (70 นาที)
การปรับโปรแกรม	สัปดาห์ 3 – 4 (เพิ่มเวลาฝึก)	สัปดาห์ 3 – 4 (เพิ่มเวลาฝึก)
การฝึก	สัปดาห์ 5 – 6 (เพิ่มจำนวนรอบ)	(เพิ่มจำนวนรอบ)
	(ลดเวลาพัก)	สัปดาห์ 5 – 6 (ลดเวลาพัก)
	สัปดาห์ 7 – 8 (เพิ่มจำนวนรอบ)	(เพิ่มจำนวนรอบ)
	(ลดเวลาพัก)	สัปดาห์ 7 – 8 (ลดเวลาพัก)
		(เพิ่มจำนวนรอบ)

7. การพัฒนาความอดทน (Endurance Development)

ความอดทนเป็นความสามารถของร่างกายในการที่จะปฏิบัติกิจกรรมการเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดช่วงเวลาที่ยาวนานจะมีความสำคัญสำหรับนักกีฬาที่ต้องรักษาระดับความเร็วหรือความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวให้คงที่ตลอดการแข่งขัน ซึ่งโดยปกติการลดต่ำลงของประสิทธิภาพและความต่อเนื่องในการเคลื่อนไหวจะเป็นผลมาจากความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีภายในร่างกายจากการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์พลังงานจากอาหารจะถูกใช้ไปในรูปของ เอทีพี (Adenosine Triphosphate) เพื่อถ่ายทอดพลังงานให้กับการหดตัวของกล้ามเนื้อ แต่จำนวนเอทีพีที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อจะมีจำนวนจำกัดและจะลดลงภายในช่วงเวลาอันสั้น ฉะนั้น เพื่อให้การหดตัวของกล้ามเนื้อดำเนินไปอย่างต่อเนื่องร่างกายมีความจำเป็นที่จะต้องสังเคราะห์เอทีพีขึ้นใหม่ (Resynthesis) อย่างต่อเนื่องสำหรับการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง สำหรับการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องเอทีพีต้องถูกสังเคราะห์ขึ้นใหม่ในอัตราส่วนที่เท่ากับปริมาณที่ต้องการใช้สำหรับการทำงานของกล้ามเนื้อ และร่างกายต้อง

สามารถกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาผลาญอาหารให้ได้อย่างสมดุลกับการผลิตขึ้น การฝึกซ้อมความอดทนซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบพลังงานสำรอง (Energy=y Supply Systems) ให้สามารถผลิตพลังงานได้อย่างเพียงพอกับความต้องการใช้ในขณะแข่งขันและเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายช่วยชะลอให้เกิดความเมื่อยล้าของนักกีฬา และช่วยให้นักกีฬามีความสามารถในการที่จะปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง จากการศึกษาของ Deusch และคณะ (1999) พบว่า การปรับปรุงความสามารถทางด้านแอโรบิกจะมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการกำจัดแล็กเทต (Lactate Clearance) ของร่างกายและการฝึกซ้อมทางด้านแอโรบิกจะช่วยให้กระบวนการฟื้นสภาพ (Recovery) ของร่างกายเร็วขึ้นขณะฝึกซ้อมและระหว่างการฝึกซ้อมในแต่ละครั้ง (สนธยา สีละมาด, 2560)

7.1 ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความสามารถทางด้านความอดทน (Factors Related Endurance Performance)

ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาได้สรุปให้เห็นว่า นอกจากปัจจัยทางด้านพันธุกรรม (Genetics) อายุ เพศ สัดส่วนร่างกาย (Body Composition) และการฝึกซ้อม (Training) ความสามารถทางด้านความอดทนยังขึ้นอยู่กับลักษณะทางด้านสรีรวิทยาที่เฉพาะเจาะจงต่อไปนี้

7.1.1 ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum Oxygen Uptake)

ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max) เป็นปริมาณออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตร) ที่ร่างกายสามารถใช้ใน 1 นาที/น้ำหนักของร่างกาย (กิโลกรัม) ขณะออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูงสุด ซึ่งจะมีปริมาณแตกต่างกันระหว่างนักกีฬาแต่ละคนแต่ละประเภทกีฬา นักกีฬาประเภทอดทนจะมีปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max) สูงกว่านักกีฬาประเภทอื่น ๆ และนักกีฬาที่จะประสบความสำเร็จในประเภทของการแข่งขันที่ใช้ความอดทน (Endurance Event) จะต้องมีการใช้ออกซิเจนสูงสุด อย่างน้อย 70 มล./กก./ นาที ขณะที่เพศชายจะมีการใช้ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดสูงกว่าเพศหญิงประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ นักกีฬาวัยน้ำและนักกีฬาจักรยานปกติจะมีปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดต่ำกว่านักวิ่ง เนื่องจากกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการทำงานน้อยกว่าจึงใช้ออกซิเจนน้อยกว่า

อย่างไรก็ตาม ยังมีผู้ฝึกสอนและนักกีฬาบางคนในปัจจุบันมีความคิดว่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max) เป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่สุดในการที่นักกีฬาจะได้รับความสามารถสูงสุดด้านความอดทนเป็นความคิดที่ผิด จริงอยู่ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max) มีความสำคัญ แต่ไม่ใช่ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดเมื่อต้องการได้รับความสามารถสูงสุดบนลู่วิ่ง บนถนน ในทะเลหรือสระน้ำ ซึ่งจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า นักกีฬาสามารถปรับปรุงความสามารถทางด้านความอดทนโดยปราศจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการใช้

ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) Acevedo and Goldfarb (1989) พบว่า การเพิ่มความหนักของการฝึกซ้อมให้กับนักวิ่งระยะไกลขึ้นถึง 90 – 95 % ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 8 สัปดาห์สามารถช่วยให้เวลาการวิ่ง 10 กม. ลดลง 63 วินาที และมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของแล็กเทตในกระแสเลือดเมื่อทำงานที่ระดับความหนัก 85 และ 90 % ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) แต่ไม่มีการเปลี่ยนในปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ฉะนั้นปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ที่สามารถรักษาระดับไว้ได้คงที่ตลอดระยะเวลาของการแข่งขัน หรือที่เรารู้จักในชื่อของแอนแอโรบิกเทรชโฮลด์ (Anaerobic Threshold) (สนธยา สีละมาด, 2560)

7.1.2 แอนแอโรบิกเทรชโฮลด์ (Anaerobic Threshold)

แอนแอโรบิกเทรชโฮลด์ เป็นตำแหน่งที่กรดแลคติกเริ่มมีการสะสมในกล้ามเนื้อ เนื่องจากผลิตมีมากกว่าการกำจัดทิ้ง ซึ่งจะตรงกับช่วง 85% ถึง 90% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด หรือเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ของนักกีฬา ขณะแข่งขัน เป็นความหนักที่ระดับ “เหนื่อยแต่ทนได้” เมื่อระยะทางการแข่งขันเท่ากัน นักวิ่งมาราธอนและนักจักรยานชั้นนำจะรักษาระดับไว้ได้ที่ 80 – 90 % ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) และความหนักที่สูงกว่าตำแหน่งแอนแอโรบิกเทรชโฮลด์ กรดแลคติกจะเริ่มมีการสะสมในกล้ามเนื้อและการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตช้าลงซึ่งไม่เป็นผลดีต่อการผลิตพลังงานของนักกีฬา

จากการศึกษานักวิ่งมาราธอนที่มีชื่อเสียงมากที่สุดของโลก Derek Clayton ทำให้ทราบถึงความสำคัญของแอนแอโรบิกเทรชโฮลด์ที่มีต่อความสามารถสูงสุดทางด้านความอดทน Derek เป็นชาวออสเตรเลียที่เป็นเจ้าของสถิติโลกตลอดหนึ่งทศวรรษระหว่างปี ค.ศ.1960 – 1970 การทดสอบในห้องทดลองแสดงให้เห็นว่า Derek มีปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ต่ำกว่าคู่แข่งส่วนใหญ่ของเขา แต่ Derek เป็นผู้ที่มีตำแหน่งแอนแอโรบิกเทรชโฮลด์สูงกว่าคู่แข่งคนอื่น ๆ จึงทำให้เป็นผู้ชนะเมื่อทำการแข่งขัน (สนธยา สีละมาด, 2560)

7.1.3 ความทนทานต่อความเมื่อยล้า (Fatigue Resistance)

ความทนทานต่อความเมื่อยล้า เป็นความสามารถของนักกีฬาที่จะรักษาระดับความเร็วไว้ได้เป็นระยะเวลานานขณะออกกำลังกายประเภทความอดทน ซึ่งความทนทานต่อความเมื่อยล้าจะได้รับการพัฒนาเป็นอย่างมากจากการฝึกซ้อมความอดทนที่ใช้เวลานาน ความหนักต่ำ เช่น การวิ่งที่ใช้ความเร็วต่ำระยะทางไกล (Long Slow Distance) จะทำให้นักกีฬามีความทนทานต่อความเมื่อยล้าเพิ่มขึ้น (สนธยา สีละมาด, 2560)

7.1.4 ประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหว (Economy of Motion)

ประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหว เป็นปริมาณความต้องการใช้ออกซิเจนเพื่อรักษาระดับความหนักของการทำงาน นักกีฬาประเภทความอดทนที่มีเทคนิคดี จะใช้ออกซิเจนเพื่อรักษาระดับความเร็วน้อยกว่านักวิ่งเพื่อสันทนากการ เทคนิคเป็นสิ่งสำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหว เช่น นักวิ่งควรมีการผ่อนคลาย การทำงานของร่างกายส่วนอื่นหรือการหดตัวเกร็งจะต้องใช้พลังงานและออกซิเจนแต่ไม่ได้เพิ่มให้ความเร็วสูงขึ้น ดังนั้น การพัฒนาเทคนิคจะต้องให้มีความถูกต้องจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของนักกีฬาให้สูงขึ้นขณะที่ใช้พลังงานลดลง (สนธยา สีละมาด, 2560)

7.1.5 การใช้พลังงาน (Fuel Usage)

เมื่อออกกำลังกายที่ระดับความเร็วสูง การสร้างพลังงานจะมาจากคาร์โบไฮเดรตมากกว่าไขมัน แต่สำหรับนักกีฬาที่ผ่านการฝึกซ้อมมาเป็นอย่างดีขณะแข่งขันจะสามารถใช้ไขมันเป็นต้นตอการสร้างพลังงานได้มากกว่านักกีฬาที่ฝึกซ้อมน้อยกว่า ซึ่งจากการศึกษาของ Rodas และคณะ (2000) แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบาที่มีความหนักสูงสามารถเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการเผาผลาญอาหารแบบใช้ออกซิเจน (Oxidative Enzyme Activity) ภายในกล้ามเนื้อ Rodas ทำการประเมินการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเผาผลาญอาหารแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic) และไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic) ของกลุ่มตัวอย่างเพศชายหลังจากเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกซ้อม 2 สัปดาห์ ด้วยการฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบาที่มีความหนักสูงทุกวัน ประกอบด้วยช่วงการทำงานหนัก 2 เทียวย เทียวละ 15 วินาทีสลับด้วยช่วงพัก 45 นาที และตามด้วยช่วงการทำงานหนัก 2 เทียวย เทียวละ 30 วินาทีสลับด้วยช่วงพัก 12 นาที และจะเพิ่มงานขึ้นทุก ๆ สองครั้งของการฝึกซ้อม การฝึกซ้อม 3 ครั้งสุดท้ายประกอบด้วยช่วงการทำงานหนัก 7 เทียวย เทียวละ 15 วินาที และช่วงการทำงานหนัก 7 เทียวย เทียวละ 30 วินาที การศึกษาพบว่า ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพิ่มขึ้นจาก 57 เป็น 64 มล./กก./นาที และมีการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการทำงานของ Citrate Synthase 38 % และ 3 - hydroxyacyl-CoA Dehydrogenate 60 % ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ในกระบวนการเผาผลาญอาหารดังกล่าวอาจจะเพิ่มอัตราการเผาผลาญไขมัน และลดการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต ซึ่งจะลดการสะสมกรดภายในกล้ามเนื้อ ฉะนั้นจึงสามารถปรับปรุงความสามารถทางด้านความอดทนของนักกีฬาให้เพิ่มขึ้น (สนธยา สีละมาด, 2560)

7.2 ประเภทของความอดทน (Classification of Endurance)

ความอดทนสามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้ คือ ความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Endurance) ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Endurance) ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance) และความเร็วอดทน (Speed Endurance)

7.2.1 ความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Endurance)

แอโรบิก หมายถึง “ด้วยออกซิเจน” การทำงานแบบแอโรบิกเป็นการทำงานที่ร่างกายได้รับออกซิเจนและสารอาหารอย่างเพียงพอ และการผลิตของเสียจะมีเพียงน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะถูกกำจัดออกทางเหงื่อและลมหายใจในอัตราส่วนที่สัมพันธ์กับการสร้างขึ้นความอดทนแบบใช้ออกซิเจนขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบหัวใจไหลเวียนเลือด (Cardiovascular) ระบบหายใจ (Respiratory) ที่ทำหน้าที่ขนส่งออกซิเจนและสารอาหารที่จำเป็นต่อกระบวนการสำรองพลังงานและเคลื่อนย้ายของเสียออกจากเซลล์กล้ามเนื้อ และขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบกล้ามเนื้อในการที่จะหดตัวเคลื่อนไหวร่างกายให้ได้อย่างต่อเนื่องและยาวนาน สำหรับบุคคลที่ต้องการความสมบูรณ์ทางด้านความอดทนแบบใช้ออกซิเจนสูงสุด นักกีฬาจะต้องมีการพัฒนาทั้งความสามารถของระบบขนส่งและระบบกล้ามเนื้อ เนื่องจากการทำงานของทั้งสองระบบจะมีความสัมพันธ์กันในการเพิ่มความอดทนของร่างกาย

ความอดทนแบบใช้ออกซิเจนเป็นสมรรถภาพพื้นฐานของนักกีฬาทุกประเภท และเป็นพื้นฐานของการพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านอื่น ๆ ในการที่จะช่วยเพิ่มปริมาณของการฝึกซ้อม (Volume) ถ้านักกีฬามีระดับความอดทนแบบใช้ออกซิเจนสูงขณะออกกำลังกายร่างกายจะได้รับพลังงานส่วนใหญ่มาจากระบบแอโรบิก (Aerobic System) ซึ่งจะทำให้มีการสะสมของกรดแลคติกเกิดขึ้นน้อย จึงเป็นผลทำให้ชะลอการเกิดความเมื่อยล้าและช่วยให้นักกีฬาฟื้นสภาพได้อย่างรวดเร็วหลังการฝึกซ้อมและการแข่งขัน ตัวอย่างเช่น การพัฒนาความเร็วซึ่งในการฝึกซ้อมจะต้องให้นักกีฬามีการปฏิบัติเคลื่อนไหวที่มีความเร็วสูงสุดจำนวนหลายเที่ยวเพื่อทำให้ระบบประสาทเกิดการเรียนรู้และกล้ามเนื้อเกิดความเคยชินกับการหดตัวอย่างรวดเร็ว ดังนั้น ถ้ามีความอดทนแบบใช้ออกซิเจนที่ดีนักกีฬาจะใช้เวลาในการฟื้นสภาพน้อยลงและสามารถฝึกซ้อมได้จำนวนหลายเที่ยวเพิ่มขึ้นโดยไม่มีการสะสมความเมื่อยล้าความอดทนแบบใช้ออกซิเจนสามารถแบ่งย่อยได้ดังต่อไปนี้

1. ใช้ออกซิเจนระยะสั้น 2 นาทีถึง 8 นาที (แลคติก/แอโรบิก)
2. ใช้ออกซิเจนระยะกลาง 8 นาทีถึง 30 นาที (แลคติก/แอโรบิก)
3. ใช้ออกซิเจนระยะยาว 30 นาทีขึ้นไป (แอโรบิก)

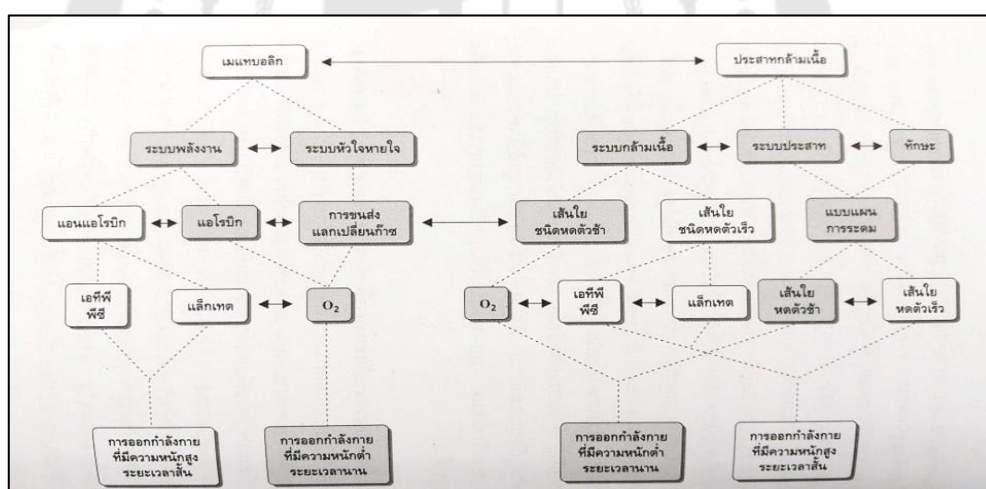
7.2.1.1 การฝึกซ้อมความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Endurance)

การออกแบบโปรแกรมการฝึกซ้อมความอดทนแบบใช้ออกซิเจนที่มีประสิทธิภาพ ผู้ฝึกสอนต้องพิจารณาถึงความต้องการทางด้านสรีรวิทยาที่เฉพาะเจาะจงกับการปฏิบัติทักษะหรือกิจกรรมทางการกีฬา การฝึกซ้อมความอดทนแบบใช้ออกซิเจนต้องมุ่งพัฒนาระบบกล้ามเนื้อโครงร่าง (Skeletal Muscle) ระบบหัวใจหายใจ (Cardiorespiratory) และระบบประสาทกล้ามเนื้อ (neuromuscular) โดยควรพิจารณาถึงข้อสำคัญต่อไปนี้ คือ หนึ่ง การทำงานประเภทที่ใช้ความอดทนแบบใช้ออกซิเจนระบบกล้ามเนื้อโครงร่างจะได้รับพลังงานส่วนใหญ่จากระบบแอโรบิก กิจกรรมที่นำมาใช้ในการฝึกซ้อมจึงต้องสนับสนุนการทำงานของระบบแอโรบิกเป็นสำคัญ สอง การสำรองออกซิเจนให้เพียงพอกับความต้องการใช้ในกระบวนการเผาผลาญอาหารแบบใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อจะอาศัยระบบขนส่งเป็นสำคัญ การพัฒนาความอดทนแบบใช้ออกซิเจนจึงต้องพัฒนาระบบหัวใจซึ่งจะได้รับการพัฒนาจากการออกกำลังกายที่มีความหนักต่ำระยะเวลานาน (Low – intensity, Long - duration) สาม ระบบประสาทกล้ามเนื้อจะเป็นตัวกำหนดชนิดของหน่วยยนต์หรือชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อ และมีแบบแผนการระดมที่เฉพาะขณะปฏิบัติการออกกำลังกาย การระดมเส้นใยกล้ามเนื้อจะถูกควบคุมโดยระบบประสาทส่วนกลาง (สมองและประสาทสันหลัง) ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (ชนิดหดตัวช้าและชนิดหดตัวเร็ว) จะมีกระบวนการเมแทบอลิซึมที่เฉพาะ เส้นใยชนิดหดตัวช้า (Type I) มีความสามารถทางด้านแอโรบิกสูงและมีความสามารถด้านแอนแอโรบิกต่ำ เส้นใยชนิดหดตัวเร็วเอ (Type IIa) มีความสามารถในการทำงานทั้งด้านแอโรบิกและแอนแอโรบิก ขณะที่ชนิดบี (Type IIb) มีความสามารถทางด้านแอโรบิกต่ำ แต่มีความสามารถทางด้านแอนแอโรบิกสูง เพราะฉะนั้นเส้นใยชนิดหดตัวช้าและบางส่วนชนิดเส้นใยหดตัวเร็วเอจะถูกระดมมาใช้สำหรับการปฏิบัติกิจกรรมประเภทแอโรบิก ดังนั้นด้วยแบบแผนการระดมที่เฉพาะ การออกกำลังกายที่นำมาใช้ในการฝึกซ้อมควรจะมีใกล้เคียงกับรูปแบบการเคลื่อนไหวขณะปฏิบัติขณะแข่งขัน สำหรับความง่ายต่อการเข้าใจความเฉพาะเจาะจงของการฝึกซ้อมความอดทนแบบใช้ออกซิเจนสามารถแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 11 (สนธยา สีสะมาต, 2560)

การแข่งขัน	แอนแอโรบิก		แอโรบิก
	เอทีพี-ซีพี/แล็กเทต	เอทีพี-ซีพี/แอโรบิก	
การตีกอล์ฟ	95	5	-
กีฬาฟันดาบ	90	10	-
กรีฑา 100 เมตร	90	10	-
กีฬาโยมนาสติก	80	15	5
กีฬาโอลิมเปียบอล	80	5	15
กีฬาเทนนิส	70	20	10
กีฬาบาสเกตบอล	60	20	20
กีฬาฮอกกี้	50	20	30
กีฬาฟุตบอล	50	20	30
กีฬาเรือพาย	20	30	50
กรีฑาระยะไกล	10	20	70
ว่ายน้ำ 1,500 เมตร	10	20	70

ภาพประกอบ 11 แสดงเปอร์เซ็นต์การสำรองพลังงานของระบบแอโรบิกและแอนแอโรบิก

ที่มา : สนธยา สีสละมาต (2560)



ภาพประกอบ 12 แสดงปัจจัยที่มีความเฉพาะเจาะจงของการออกกำลังกายประเภทใช้ออกซิเจน (ที่บ) และไม่ใช้ออกซิเจน (ขาว) ลูกศรแสดงการทำงานที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

ที่มา : สนธยา สีสละมาต (2560)

7.2.1.2 การกำหนดความหนักของการฝึกซ้อม (Determining Intensity)

การฝึกซ้อมความอดทนแบบใช้ออกซิเจนด้วยการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอที่ระดับความหนัก 50 - 85 % ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจัดเป็นวัฏกระตุ้นที่มีความหนักเพียงพอสำหรับการพัฒนาระบบไหลเวียนโลหิตและระบบกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตาม การกำหนดความหนักของการฝึกซ้อมโดยใช้ค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดขณะฝึกซ้อมจะต้องทำการวัดค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดในร่างกาย ขณะทำการฝึกซ้อมแต่ละครั้งซึ่งสามารถวัดได้ด้วยวิธีการวัดปริมาณการใช้ออกซิเจนต่อนาที (Douglas Bag Procedure) ซึ่งมีความยากในการปฏิบัตินักกีฬาจึงควรใช้วิธีการวัดทางด้านอื่น ๆ ในการกำหนดความหนักของการออกกำลังกายที่มีความสัมพันธ์กับการวัดค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งจะประกอบด้วยวิธีการทั้งสองสามารถนำมาใช้กำหนดความหนักของการออกกำลังกายให้อยู่ในช่วง 50% ถึง 85% ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ (สนธิยา สีสะมาต, 2560)

7.2.1.3 วิธีการใช้อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Method)

สำหรับวิธีการกำหนดความหนักของการฝึกซ้อมโดยมีพื้นฐานอยู่บนวิธีการใช้อัตราการเต้นของหัวใจจะมีวิธีการอยู่สองวิธี คือ วิธีการใช้เปอร์เซ็นต์โดยตรง (Straight Percentage Method) และวิธีการใช้อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (Heart Rate Reserve Method)

7.2.1.3.1 วิธีการใช้เปอร์เซ็นต์โดยตรง (Straight Percentage Method)

วิธีการใช้เปอร์เซ็นต์โดยตรงเป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดและมีพื้นฐานอยู่บนอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximum Heart Rate) ซึ่งสามารถวัดได้โดยตรงขณะออกกำลังกายด้วยความพยายามสูงสุดหรือประมาณค่าได้จากสูตร $220 - \text{อายุ}$ ซึ่งในการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาความอดทนจะใช้ค่าอัตราการเต้นของหัวใจระหว่าง 60 – 90 % ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด อาจจะมีคำถามว่าทำไมต้องใช้อัตราการเต้นหัวใจระหว่าง 60% ถึง 90% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ความจริงก็คือ ถึงแม้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดและอัตราการเต้นของหัวใจจะเป็นเส้นตรงแต่ก็ไม่ได้หมายความว่าความสัมพันธ์ตรงกันทีเดียว ในกรณีอัตราการเต้นของหัวใจระหว่าง 60% และ 90% จะตรงกับค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุดระหว่าง 50% และ 85% ดังนั้น ในการกำหนดความหนักของการฝึกซ้อมด้วยวิธีการใช้อัตราการเต้นของหัวใจจะต้องใช้ความหนักระหว่าง 60% ถึง 90% จึงจะก่อให้เกิดการพัฒนาของความสามารถในการทำงานแบบใช้ออกซิเจน

7.2.1.3.2 วิธีการใช้อัตราการเต้นหัวใจสำรอง (Heart Rate Reserve Method)

สำหรับการกำหนดความหนักของการออกกำลังกายโดยใช้อัตราการเต้นหัวใจสำรอง ซึ่งคิดค้นโดยคาร์โวเนน (Karvonen, 1957) อันดับแรกคำนวณหาอัตราการเต้นหัวใจสำรอง (Heart Rate Reserve) อัตราการเต้นของหัวใจสำรองเป็นอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นจากขณะพักเมื่อออกกำลังกายด้วยความพยายามสูงสุด กล่าวคือ เป็นความแตกต่างระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Resting Heart Rate) และอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximum Heart Rate) ตัวอย่างเช่น สมมติว่านักกีฬามีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักเท่ากับ 65 ครั้งต่อนาที และอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเท่ากับ 200 ครั้งต่อนาที นักกีฬาก็จะมีอัตราการเต้นของหัวใจสำรองเท่ากับ 135 ครั้งต่อนาที ($200 - 65 = 135$) และหลังจากมีการคำนวณหาอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง อัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึกซ้อมสามารถคำนวณได้โดยใช้สมการ ดังภาพประกอบที่ 13

$$\text{ชีพจรขณะฝึกซ้อม} = (\text{อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง}) \times \% \text{ความหนัก} \\ + \text{อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก}$$

ภาพประกอบ 13 วิธีการคำนวณชีพจรขณะฝึกซ้อม

ที่มา : สนธยา สีละมาด (2560)

การกำหนดความหนักของการออกกำลังกายโดยวิธีการใช้อัตราการเต้นของหัวใจสำรอง ถ้าเปรียบเทียบกับวิธีการใช้เปอร์เซ็นต์โดยตรงอาจมีความยากกว่า แต่วิธีการใช้อัตราการเต้นของหัวใจสำรองเป็นวิธีการที่มีความแม่นยำและเหมาะสมกับนักกีฬามากที่สุดเมื่อกำหนดความหนักของการฝึกซ้อมให้กับนักกีฬา โดยเฉพาะการฝึกซ้อมของนักกีฬาประเภททีมหรือนักกีฬาเป็นกลุ่ม จริงอยู่ นักกีฬาที่อยู่ในวัยเดียวกันจะมีความสามารถใกล้เคียงกัน แต่ก็ไม่ใช่ความจริงเสมอไป เพราะนักกีฬาบางคนอาจมีประสบการณ์การเข้าร่วมการฝึกซ้อมมากกว่าหรือน้อยกว่าหรือบางครั้งนักกีฬาที่มีอายุเท่ากันแต่มีอายุพัฒนาการมากกว่าหรือน้อยกว่าหรือบางครั้งอายุน้อยกว่าก็อาจจะสามารถมากกว่าก็ได้ ดังนั้น ในกระบวนการฝึกซ้อมการ

ใช้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักของนักกีฬาเป็นตัวกำหนดระดับความสามารถของนักกีฬา และความหนักของการฝึกซ้อมน่าจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับตัวนักกีฬามากที่สุด ภาพประกอบที่ 13 แสดงอัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึกซ้อมที่คำนวณได้ระหว่างวิธีการใช้อัตราการเต้นของหัวใจสำรองของนักกีฬาที่มีอายุเท่ากันและแตกต่างกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่ระดับอายุเดียวกันและแตกต่างกัน โดยใช้วิธีการใช้อัตราการเต้นของหัวใจสำรองจะมีอัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมายสูงกว่าวิธีการใช้เปอร์เซ็นต์โดยตรง และที่ระดับความหนักเดียวกัน นักกีฬาที่มีอัตราการเต้นขณะพักต่ำกว่าก็จะมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายต่ำกว่านักกีฬาที่มีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักสูงกว่า หรือเมื่อออกกำลังกาย นักกีฬาจะสามารถเพิ่มระดับความหนักได้สูงกว่าและเหมาะสมกับตัวนักกีฬามากกว่า

	อัตราการเต้น หัวใจสูงสุด	อัตราการเต้น ของหัวใจ	% ความหนัก ของการออกกำลังกาย		อัตรา การเต้นของหัวใจเป้าหมาย	
นักกีฬาอายุ 20 ปี						
- เปอร์เซนต์โดยตรง *	200	60	60%	90%	120	180
- อัตราการเต้นหัวใจ สำรอง 0	200		60%	90%	144	186
นักกีฬาอายุ 30 ปี						
- เปอร์เซนต์โดยตรง *	190	60	60%	90%	114	171
- อัตราการเต้นหัวใจ สำรอง 0	190		60%	90%	142	178

* อัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย เท่ากับ ต่ำสุด = อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด $\times 0.6$
 สูงสุด = อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด $\times 0.9$
 0 อัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย เท่ากับ ต่ำสุด = อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด $\times 0.6$ + อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก
 สูงสุด = อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด $\times 0.9$ + อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก

ภาพประกอบ 14 แสดงอัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึกซ้อมที่คำนวณได้ระหว่างวิธีการเปอร์เซ็นต์โดยตรงและวิธีการใช้อัตราการเต้นของหัวใจสำรองของนักกีฬาที่มีอายุ 20 ปีและอายุ 30 ปี

ที่มา : สนธยา สีละมาด (2560)

7.2.1.3.3 อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (Maximum Heart Rate)

นักกีฬาที่ใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัวกำหนดความหนักของการฝึกซ้อมควรได้มีการตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดช่วงความหนักในการฝึกซ้อม (Training Zone) ที่เหมาะสม ซึ่งการตรวจวัดผู้ฝึกสอนสามารถปฏิบัติได้ 2 วิธีการ คือ วิธีการหาโดยตรง และการหาคำนวณจากสูตร

1. วิธีการหาโดยตรง (Direct Method)

การหาอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด สำหรับนักกีฬาที่มีอายุมากกว่า 40 ปี ต้องปฏิบัติในห้องทดลองวิทยาศาสตร์การกีฬาภายใต้การดูแลของแพทย์ แต่สำหรับนักกีฬาที่มีสุขภาพดีและมีประสบการณ์อาจจะหาอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดได้ด้วยตนเอง นักกีฬาที่มีการอบอุ่นร่างกายอย่างดี หลังจากนั้นให้ออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง 10 ระดับความหนัก โดยเพิ่มความหนักขึ้นทุก ๆ หนึ่งนาที เริ่มต้นด้วยการออกกำลังกายเบา ๆ และเพิ่มขึ้นจนกระทั่งนาทีสุดท้ายให้ออกกำลังกายหนักเต็มที่ (Flatout) และตามด้วยคลายอบอุ่นร่างกาย 10-15 นาที โดยในการทดสอบนักกีฬาควรมีการตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Monitor) ตลอดเวลา และอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จะทำงานหนักเต็มที่ที่จะถือเป็นอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดของนักกีฬา

2. วิธีการหาโดยการคำนวณ (Calculation Method)

วิธีการที่มีความง่ายที่สุดในการคำนวณอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดก็คือ จากสูตร $220 - \text{อายุ}$ สำหรับนักกีฬาประเภทอดทน ความหนักจะถูกกำหนดโดยอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดของแต่ละประเภทกีฬา อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (และปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด) ของนักกีฬาจะมีความแตกต่างกันตามประเภทกีฬา ระหว่างนักกีฬาวัยรุ่น นักกีฬานักเรียน นักกีฬาอาชีพ และนักวิ่งจะมีค่าแตกต่างกันเพราะความแตกต่างของมวลกล้ามเนื้อและสัดส่วนของร่างกายในแต่ละประเภทกีฬา

3. การใช้อัตราการเต้นของหัวใจกำหนดช่วงฝึกซ้อม (Heart Rate Training Zone)

เมื่อทราบอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด นักกีฬาสามารถใช้ช่วงของอัตราการเต้นของหัวใจกำหนดความหนักของการฝึกซ้อมได้ (ตารางที่ 14) ช่วงของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Zone) เป็นแนวทางที่มีพื้นฐานอยู่บนหลักการทางวิทยาศาสตร์ แต่นักกีฬาควรใช้เพียงแคเป็นแนวทาง (Only Guidelines) ในการฝึกซ้อมเท่านั้น เมื่อใช้ช่วงของอัตราการเต้นของหัวใจและการตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะฝึกซ้อม เป็นสิ่งที่สำคัญที่นักกีฬาจะต้องทราบเกี่ยวกับอัตราการเต้นของหัวใจจะสูงขึ้นเมื่อออกกำลังกายในสภาพอากาศ

ร้อนหรือร้อนขึ้น ซึ่งเป็นเพราะการฝึกซ้อมในสภาพอากาศร้อนอาจจะมีการขาดน้ำ (Dehydrate) เล็กน้อยจากการหลังเหงื่อ จึงทำให้ปริมาณเลือด (Blood Volume) ลดต่ำลง ซึ่งเป็นผลทำให้หัวใจต้องบีบตัวแรงและเร็วมากขึ้นเพื่อส่งเลือดและออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อที่ทำงานได้ปริมาณคงที่ นอกจากนี้ เมื่อฝึกซ้อมในสภาพอากาศร้อน เลือดยังถูกส่งไปที่ผิวหนังมากขึ้นเพื่อช่วยกำจัดความร้อนที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานเพื่อรักษาระดับความเร็วหรือความหนักในการทำงานของนักกีฬา

ตาราง 3 แสดงช่วงของอัตราการเต้นของหัวใจที่ใช้เป็นแนวทางการฝึกซ้อมความอดทน

ช่วง (Zone)	ชื่อ (Name)	ความหนัก (Intensity)	ระยะเวลา (Duration)
1	การฟื้นฟูสภาพ (Recovery)	<65% ของชีพจร สูงสุด	15-30 นาที
2	แอโรบิก (Aerobic)	65-70% ของชีพจร สูงสุด	มากกว่า 60 นาที
3	ความอดทนต่ำ (Extensive Endurance)	75-80% ของชีพจร สูงสุด	45 – 90 นาที
4	ความอดทนสูง (Intensive Endurance)	80-85% ของชีพจร สูงสุด	30-45 นาที
5	แอนแอโรบิกเทรชโฮลด์ (Anaerobic Threshold)	85-90% ของชีพจร สูงสุด	10-20 นาที
6	แอโรบิกสูงสุด (Maximal Aerobic)	>90% ของชีพจร สูงสุด	0.5-4 นาที

ที่มา : สนธยา สีสะมาด (2560)

4. การกำหนดระยะเวลาและความบ่อยของการฝึกซ้อม

(Determining Duration and Frequency)

โดยทั่วไปโปรแกรมการฝึกซ้อมความอดทนที่มีความบ่อยครั้งมากและระยะเวลานานจะเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพ ซึ่งความบ่อยครั้งของการฝึกซ้อมความอดทนจะอยู่ระหว่าง 3 ถึง 5 วันต่อสัปดาห์ แต่สำหรับประเภทกีฬาที่ความอดทนมีความสำคัญ เช่น ไตรกีฬา มาราธอน ความบ่อยอาจจะอยู่ระหว่าง 6 ถึง 7 วันต่อสัปดาห์ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันมีผู้ฝึกสอนบางท่านทำการเพิ่มจำนวนครั้งของการฝึกซ้อมโดยหวังว่าจะทำให้เพิ่มความสมรรถภาพทางกายให้สูงขึ้น แต่จากการศึกษาพบว่าหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มทำงานสองหรือสามครั้งต่อวันจะนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพหรือความสมรรถภาพทางกายที่มากกว่าการฝึกซ้อมหนึ่งครั้งต่อวัน

ตาราง 4 แสดงรายละเอียดการฝึกซ้อมความอดทนแบบใช้ออกซิเจน

ตัวแปรของการฝึกซ้อม	งาน
ความหนัก	-85 % ถึง 90% ของชีพจรสูงสุด -80% ถึง 85% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง -อัตราการเต้นของหัวใจที่ต่ำกว่าพอดีหรือสูงกว่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ตำแหน่งแล็กเทตเทรชโฮลด์ (Lactate Threshold)
ความบ่อยครั้ง	-4 ถึง 6 วันต่อสัปดาห์
จำนวนครั้งต่อวัน	-1 (อาจจะ 2)
ระยะเวลาของโปรแกรม	- อย่างน้อย 8 สัปดาห์
ระยะเวลาต่อครั้ง	- การฝึกซ้อมต่อเนื่องใช้เวลา 30 นาที ถึง 2 ชั่วโมง - การฝึกซ้อมหนักสลับเบา ใช้เวลา 30 วินาที ถึง 4 นาที

ที่มา : สนธยา สีสมาด (2560)

5. วิธีการฝึกซ้อมความอดทนแบบใช้ออกซิเจน(Training Method for Aerobic Endurance)

วิธีการฝึกซ้อมที่นำมาใช้พัฒนาความสมบูรณ์ทางด้านความอดทนแบบใช้ออกซิเจนต้องเป็นวิธีการที่สามารถสนับสนุนให้มีการพัฒนาของระบบหัวใจไหลเวียนเลือด ความสามารถในการเผาผลาญอาหารของกล้ามเนื้อ และมีความเฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬา ซึ่งวิธีการที่นิยมนำมาใช้พัฒนาความอดทนแบบใช้ออกซิเจนจะประกอบด้วยการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง (Continuous) และการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา (Interval)

5.1 การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา (Interval Exercise)

การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาเป็นรูปแบบที่ช่วยให้นักกีฬามีการทำงานหนัก (Work) เพิ่มขึ้นโดยการสลับช่วงของการทำงานด้วยช่วงภาวะเป็นหนี้ออกซิเจนและผลิตกรดแลคติกเพิ่มขึ้น ขณะที่ช่วงของการฟื้นฟูสภาพหัวใจและปอดจะยังคงมีการทำงานสูงในการที่จะใช้หนี้ออกซิเจนและการสำรองออกซิเจนเพื่อใช้ในการเผาผลาญกรดแลคติกและการสังเคราะห์พลังงานกลับคืนมา การฝึกซ้อมจึงส่งผลให้ร่างกายมีการพัฒนาด้วยการเพิ่มขึ้นของหลอดเลือดแดงฝอย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวใจ การปรับปรุงความสามารถในการใช้ออกซิเจนและปรับปรุงการควบคุมดุลกรดต่าง (Buffers) ของร่างกาย ซึ่งจะเป็นผลนำไปสู่การปรับปรุงความสมบูรณ์ทางกายที่เกี่ยวกับการทำงานของระบบไหลเวียนเลือด

การเปิดโอกาสให้ร่างกายมีการฟื้นฟูสภาพ(Recovery) ระหว่างการทำงานที่มีความหนักจะช่วยให้นักกีฬาสามารถทำงานได้เพิ่มขึ้นนี้ทางด้านความหนักและปริมาณการฝึกซ้อม อีกทั้งยังเป็นผลทำให้การพัฒนาทางด้านสรีรวิทยาเกิดขึ้นเร็วกว่าการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง ซึ่ง Hawley และคณะ (1997) กล่าวว่า ขณะที่นักกีฬาพยายามที่จะใช้กลยุทธ์การฝึกซ้อมรูปแบบต่าง ๆ ในการที่จะเพิ่มปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด การวิจัยเมื่อเร็ว ๆ นี้ได้แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบา (Interval Training) จะนำไปสู่การปรับปรุงอย่างรวดเร็วของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความสามารถทางด้านความอดทนซึ่ง Tabata และคณะ (1997) พบว่า โปรแกรมการฝึกซ้อมหนักสลับเบาที่มีความหนักสูงสามารถเพิ่มปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2Max) ได้มากกว่าโปรแกรมการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง (Continuous) กลุ่มตัวอย่างเพศชายสองกลุ่มทำการฝึกซ้อมเป็นเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 วัน กลุ่มที่หนึ่งฝึกอย่างต่อเนื่อง 60 นาที ที่ระดับความหนัก 70% ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2Max) รวมเวลา 5 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2Max) เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 9% ขณะที่กลุ่มที่สองทำการฝึกในแต่ละครั้งประกอบด้วยการทำงานหนัก 8 เทียว เทียวละ

20 วินาทีสลับด้วยช่วงของการพัก 10 วินาที ซึ่งมีการทำงานเพียง 20 นาที/สัปดาห์ ปริมาณการใช้ ออกซิเจนสูงสุด (VO₂Max) เพิ่มขึ้นถึง 15 % การปรับปรุงความอดทนได้ แต่การออกแบบการ ฝึกซ้อมให้มีช่วงการทำงานและอัตราส่วนของการพักอย่างเหมาะสมก็เป็นเรื่องที่ยากสำหรับ ผู้ฝึกสอนเช่นเดียวกัน (ถาวร กุมุทศรี, 2560)

7.2.2 ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Endurance)

แอนแอโรบิก หมายถึง “ปราศจากออกซิเจน” การทำงานแบบแอนแอโรบิก เป็นการทำงานที่ร่างกายได้รับออกซิเจนและสารอาหารในปริมาณที่น้อยกว่าร่างกายที่ต้องการใช้ การทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนสามารถแบ่งได้สองลักษณะ คือ หนึ่ง การสำรองพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนไม่เกิดกรดแลคติก (Alactic Anaerobic Pathway) เป็นการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน แต่ปราศจากการผลิตกรดแลคติกแต่ก็สามารถสำรองพลังงานที่ความพยายามสูงสุดได้นานเพียง เท่ากับปริมาณสารอาหารที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อ คือ ประมาณ 6-8 วินาที และสอง การสำรอง พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนเกิดกรดแลคติก (Lactic Anaerobic Pathway) เป็นการทำงานแบบ ไม่ใช้ออกซิเจนแต่ผลิตกรดแลคติก เมื่อมีการทำงานโดยที่กล้ามเนื้อได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอจะ ทำให้ออกซิเจนเข้าสู่ภาวะการเป็นหนี้ออกซิเจน และการสำรองพลังงานเพื่อให้ร่างกายทำงานต่อไป จะทำให้มีการผลิตกรดแลคติกเพิ่มมากขึ้น และเมื่ออัตราการผลิตมีมากกว่าอัตราการกำจัดจะทำให้ กรดแลคติกมีการสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อและประกอบกิจกรรมก็ต้องหยุดลงพร้อมกับความ เจ็บปวดของกล้ามเนื้อ และการประกอบกิจกรรมในเที่ยวต่อไปจะไม่สามารถกระทำได้เหมือนเดิม จนกว่ากรดแลคติกจะถูกกำจัดและมีการใช้หนี้ออกซิเจนอย่างเพียงพอ

ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนไม่ได้ขึ้นอยู่กับระบบที่ทำหน้าที่ขนส่ง สารอาหารและเคลื่อนย้ายของเสียโดยตรง แต่ขึ้นอยู่กับความสามารถของกล้ามเนื้อเป็นสำคัญ เนื่องจากความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะถูกนำมาใช้ในกิจกรรมกีฬาที่มีความสูงช่วงเวลาสั้น ๆ ที่ระบบประสาทอัตโนมัติ (ANS) ไม่สามารถถูกกระตุ้นให้มีการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพได้จึง เป็นสาเหตุทำให้ระบบที่ทำหน้าที่ขนส่งอาหารและเคลื่อนย้ายของเสียซึ่งขึ้นอยู่กับระบบประสาท อัตโนมัตินี้ยังไม่สามารถมีงานขึ้นไปถึงระดับที่เหมาะสมได้ กล่าวคือ เป็นการปฏิบัติกิจกรรม ที่ระบบหัวใจไหลเวียนเลือดไม่สามารถเข้าสู่สภาวะคงที่ได้ (Steady State) จึงไม่สามารถขนส่ง อาหารที่จำเป็นต่อการสำรองพลังงานให้กับเซลล์กล้ามเนื้อได้เพียงพอกับระดับความต้องการใช้จึง เป็นสาเหตุให้เซลล์กล้ามเนื้อต้องดึงระบบสำรองพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy System) เข้ามาสำรองพลังงานให้เพียงพอกับระดับความต้องการใช้ในการทำงาน อย่างไรก็ตาม การสำรองพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนก็ก่อให้เกิดผลเสียต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อ ด้วยเหตุ

ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนจึงขึ้นอยู่กับความสามารถของกล้ามเนื้อเป็นสำคัญในการหดตัวทำงานต้านกับแรงต้านทานและความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้น ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนสามารถแบ่งย่อยได้ดังต่อไปนี้

1. ไม่ใช้ออกซิเจนระยะสั้น น้อยกว่า 25 วินาที (อแลคติกเป็นหลัก)
2. ไม่ใช้ออกซิเจนระยะกลาง 25 วินาทีถึง 60 วินาที (แลคติกเป็นหลัก)
3. ไม่ใช้ออกซิเจนระยะยาว 60 วินาทีถึง 120 วินาที (แลคติก+แอโรบิก)

7.2.2.1 การฝึกซ้อมความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Endurance Training)

การทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic) เป็นการทำงานภายใต้สภาพที่ร่างกายไม่ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอกับความต้องการใช้ในกระบวนการเผาผลาญอาหารเพื่อการผลิตพลังงานของร่างกาย ร่างกายจึงใช้พลังงานจากการสำรองพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนไม่เกิดกรดแลคติก (Alactic Anaerobic Pathway) และการสำรองพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนเกิดกรดแลคติก (Lactic Anaerobic Pathway) เพราะฉะนั้น ความอดทนในการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนจึงถูกจำกัดโดยปัจจัยทางด้านปริมาณเชื้อเพลิงที่ร่างกายเก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อ (เอทีพีและซีพี) และความทนทาน (Tolerance) ต่อกรดแลคติกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาผลาญอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน ดังนั้น ถ้าต้องการพัฒนาความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อให้มีความทนทานต่อสภาพความเป็นกรดของร่างกายให้สูงขึ้น

7.2.2.2 การกำหนดความหนักของการฝึกซ้อม (Determining Intensity)

สำหรับการฝึกซ้อม ผู้ฝึกสอนสามารถใช้อัตราการเต้นของหัวใจระดับแลคเทตในเลือด และความเร็วหรืออัตราความเร็วในการฝึกซ้อมเป็นตัวกำหนดความหนักของการฝึกซ้อมได้ อย่างไรก็ตาม การจะพัฒนาความสามารถในการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ผู้ฝึกสอนจะต้องใช้การฝึกซ้อมที่ทำให้กระบวนการในการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีการทำงานมากขึ้น ซึ่งวิธีการที่สามารถแสดงให้เห็นว่าการเผาผลาญไกลโคเจนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic glycolysis) ของนักกีฬาได้รับความเครียดที่เพียงพอจะเป็นวิธีการตรวจวัดความเข้มข้นของแลคเทตในเลือด แต่การปฏิบัติทดสอบในแต่ละวันหรือสัปดาห์จะเป็นสิ่งที่ไม่สามารถกระทำได้และมีค่าใช้จ่ายสูง ผู้ฝึกสอนหรือนักกีฬาจึงควรใช้อัตราการเต้นของหัวใจและอัตราความเร็วที่ตำแหน่งเทรตโฮลด์มากำหนดความหนักในการฝึกซ้อมแทนการตรวจวัดความเข้มข้นของแลคเทตขณะฝึกซ้อม

ขณะออกกำลังกายนักกีฬาสามารถตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้ โดยใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ หรือในกรณีที่ไม่มีอุปกรณ์ ผู้ฝึกสอนควรสอนให้นักกีฬาจับชีพจรของตนเองขณะฝึกซ้อมในแต่ละครั้ง โดยประเมินได้จากการสัมผัสของหลอดเลือดที่ข้อมือ (Radial Artery) หรือหลอดเลือดแดงที่คอ (Carotid Artery) โดยการกดเบา ๆ โดยเฉพาะหลอดเลือดแดงที่คอจะต้องหลีกเลี่ยงการกดอย่างรุนแรงเพราะจะก่อให้เกิดการอุดตันการไหลของเลือดไปยังสมองได้ เมื่อมีการจับชีพจรที่หลอดเลือดที่คอข้างหนึ่งและใช้นิ้วหัวแม่มือกดที่คออีกข้างหนึ่งพร้อมกัน ขณะออกกำลังกายการจับชีพจรอาจจะเป็นสิ่งที่มีความยุ่งยาก อย่างไรก็ตาม การจับโดยใช้เวลา 6 วินาที 10 วินาที หรือ 15 วินาที ทันทีหลังการออกกำลังกายจะสามารถเป็นตัวชี้ให้เห็นอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายได้

7.2.2.3 การกำหนดระยะเวลาและความบ่อยของการฝึกซ้อม (Determining Frequency and Duration)

สำหรับการฝึกซ้อมในแต่ละครั้งไม่ควรที่จะให้นักกีฬาปฏิบัติภารกิจซ้อมทางด้านแอนแอโรบิกตลอดระยะเวลาการฝึกซ้อม ทั้งนี้เนื่องจากเป็นการทำงานที่ก่อให้เกิดความเครียดกับร่างกายสูง นักกีฬามีโอกาสพักเพื่อยอมให้มีการกำจัดแลคเตตออกจากกล้ามเนื้อและสร้างพลังงานกลับคืนจากกระบวนการเผาผลาญพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ถ้านักกีฬามีการพัฒนาระบบแอนโรบิกที่ดีจะช่วยให้การกำจัดแลคเตตและการสร้างเอทีพี-ซีพีกลับคืนเร็วขึ้น ซึ่งจะช่วยลดเวลาการพักลงและเพิ่มปริมาณการทำงานให้มากขึ้น

สำหรับการฝึกซ้อมความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน ความบ่อยครั้งควรอยู่ระหว่าง 3 ถึง 4 วันต่อสัปดาห์ และมีการฝึกซ้อมเพียงหนึ่งครั้งต่อวัน เพราะการฝึกซ้อมสองหรือสามครั้งต่อวันจะไม่ได้นำไปสู่การเพิ่มขึ้นของสมรรถภาพหรือความสมบูรณ์ทางกายที่มากกว่าการฝึกซ้อมหนึ่งครั้งต่อวัน

สำหรับเวลาการฝึกซ้อมในแต่ละครั้ง นักกีฬาที่ต้องการพัฒนาระบบออกแลคเตต (เอทีพี-ซีพี) ด้วยการวิ่งเร็วควรใช้เวลาต่อเนื่องน้อยกว่า 25 วินาที และการพัฒนาระบบแลคเตต (เผาผลาญไกลโคเจนแบบไม่ใช้ออกซิเจน) การปฏิบัติในแต่ละเที่ยวระยะเวลาปฏิบัติควรอยู่ระหว่างหรือน้อยกว่า 3 ถึง 4 นาที สำหรับเวลาในการฝึกซ้อมในแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับความสำคัญของระบบพลังงานที่ใช้ในการแข่งขัน ตัวอย่างเช่น ในการฝึกซ้อมแต่ละครั้งนักวิ่ง 100 เมตรหรือ 200 เมตร อาจจะใช้เวลาส่วนใหญ่ฝึกซ้อมระบบแอนแอโรบิก ขณะที่นักวิ่ง 5,000 เมตร อาจจะต้องใช้เวลาเกือบทั้งหมดฝึกซ้อมระบบแอนโรบิก

7.2.3 วิธีการฝึกซ้อมความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Training Method for Anaerobic Endurance)

การฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบา (Interval Training) การเปิดโอกาสให้มีการหยุดพักขณะทำงานระยะเวลานานที่ระดับความหนักสูงกว่าระดับเทรชโฮลด์ (Threshold) นับเป็นสิ่งที่สำคัญมาก การฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบาจึงเป็นชุดของการทำงานสลับด้วยการผ่อนคลาย โดยช่วงการทำงาน (Work Interval) เป็นช่วงที่ประกอบด้วยการออกกำลังกายที่มีความหนักสูง (High - Intensity) และช่วงการผ่อนคลาย (Relife Interval) เป็นช่วงเวลาพักระหว่างช่วงการทำงาน ช่วงเวลาการผ่อนคลายอาจจะประกอบไปด้วยการผ่อนคลายด้วยการพัก (Rest relief) เช่น การออกกำลังกายเบา แต่สำหรับการพักอย่างสมบูรณ์ (ไม่มีกิจกรรม) ปกติจะไม่ค่อยนำมาใช้ในการผ่อนคลาย

7.2.3.1 การผลิตพลังงานและความเมื่อยล้าขณะทำงานหนักสลับเบา

เมื่อพิจารณาถึงการผลิตพลังงาน การผลิตพลังงานเป็นสิ่งหนึ่งที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนสำหรับการทำงานแบบหนักสลับเบาและการทำงานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งความแตกต่างจะมาจาก หนึ่ง ถ้าให้นักกีฬาวิ่งอย่างต่อเนื่องเร็วเท่าที่จะสามารถได้ไกลในเวลาหนึ่งนาที เปรียบเทียบการทำงานลักษณะนี้กับการทำงานแบบสลับช่วงพัก ให้นักกีฬาวิ่งด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วที่สามารถทำได้ในตอนแรก แต่ให้วิ่งเพียง 10 วินาที และตามด้วยการผ่อนคลาย 30 วินาที และกระทำซ้ำเหมือนเดิม 6 ครั้ง สุดท้าย นักกีฬาจะมีความเหนื่อยเท่าเดิม (60 วินาที ที่ความหนักเดิม) แต่ระดับความเมื่อยล้าจากการวิ่งแบบหนักสลับเบาจะต่ำกว่าสอง เมื่อพิจารณาทางด้านสรีรวิทยาจะพบว่า สลับเบาเปรียบเทียบกับการทำงานอย่างต่อเนื่องจะมีความแตกต่างกัน ขณะช่วงเวลาของการวิ่งแบบหนักสลับเบาการสำรองพลังงานโดยระบบแลคเตตจะน้อยกว่าการสำรองขณะวิ่งอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากขณะวิ่งแบบหนักสลับเบาจะได้รับพลังงานส่วนใหญ่มาจากระบบอแลคเตต การผลิตกรดแลคติกจึงเกิดขึ้นน้อยกว่า ดังนั้น ความเมื่อยล้าจึงเกิดขึ้นน้อยกว่าการทำงานแบบหนักสลับเบา

นอกจากนี้ ด้วยการฝึกซ้อมที่เปิดโอกาสให้มีการผ่อนคลายขณะทำงาน จะมีผลดีต่อการฝึกซ้อม ซึ่งจากการศึกษาของ Stageman (1981) พบว่า การฟื้นฟูสภาพของร่างกายในช่วงแรกของการหยุดพักจะมีประสิทธิภาพมากกว่าในช่วงท้ายของการหยุดพัก การหยุดพักช่วงสั้น ๆ (Short Pauses) ขณะฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบาจึงมีประสิทธิภาพมากกว่าการหยุดพักที่ยาวนาน (Long Pauses) ระดับกรดแลคติกในร่างกายจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการหยุดพัก ขณะที่ช่วงเวลาที่การพักที่ยาวนานกว่าจะไม่ได้เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นต่อการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก เมื่อนักกีฬาปฏิบัติการฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบาจะช่วยให้นักกีฬาสามารถฝึกซ้อมด้วย

ระดับความหนักสูง ปริมาณการฝึกซ้อมเพิ่มมากขึ้น และสามารถรักษาระดับสมรรถภาพสูงสุดในการทำงานไว้ได้ตลอดทุกเที่ยวการฝึกซ้อม การฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบาจึงเป็นวิธีการฝึกซ้อมที่มีประสิทธิภาพอย่างมากสำหรับการพัฒนาความสามารถในการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Capacity)

ตาราง 5 แสดงรายละเอียดการฝึกซ้อมความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ตัวแปรของการฝึกซ้อม	งาน
ความหนัก	- อัตราการเต้นของหัวใจที่ตำแหน่ง แล็กเททเทรชโฮลด์
ความบ่อยครั้ง	- 3 ถึง 4 วันต่อสัปดาห์
จำนวนครั้งต่อวัน	- 1 (อาจจะ 2)
ระยะเวลาของโปรแกรม	- 8 ถึง 10 สัปดาห์
ระยะเวลาดำเนินการ	- การฝึกซ้อมในแต่ละเที่ยวใช้เวลา น้อยกว่า 25 วินาที
- ระบบอแล็กเทต(เอทีพี-ซีพี)	- การฝึกซ้อมในแต่ละเที่ยวใช้เวลา น้อยกว่า 3 นาที ถึง 4 นาที
- ระบบแล็กเทต (ไกลโคไลซิส)	

ที่มา : สนธยา สีสะมาด (2560)

7.2.3.2 การสร้างเอทีพี และซีพี ขึ้นกลับคืน

ผู้ฝึกสอนอาจจะสงสัยว่าทำไมระบบแลคเตตสามารถสำรองพลังงานได้จำนวนมากขณะวิ่งแบบหนักสลับเบาทั้งที่ปริมาณเอทีพี-ซีพีที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อจะพร่องลงหลังจากเพียงสองสามวินาทีของการวิ่งเร็วเต็มที่ อย่างไรก็ตาม ต้องไม่ลืมว่าระหว่างการวิ่งแต่ละเที่ยวในการทำงานแบบหนักสลับเบาจะมีช่วงการผ่อนคลาย ดังนั้น สิ่งที่เราต้องการรู้ก็คือเกิดอะไรขึ้นในช่วงการผ่อนคลาย

จากความรู้เรื่องการฟื้นฟูสภาพ (Recovery) ปัจจัยที่มีความสำคัญของการเก็บสะสมเอทีพี - ซีพีขึ้นกลับคืนในกล้ามเนื้อจากการพ่วงลงขณะช่วงการทำงานจะเป็นการสร้างขึ้นกลับคืนโดยระบบแอโรบิก (Aerobic) ขณะเดียวกันปริมาณออกซิเจนในกล้ามเนื้อก็จะมีการสร้างขึ้นกลับคืนเช่นเดียวกัน ดังนั้น ในการวิ่งแต่ละเที่ยวและตามด้วยช่วงผ่อนคลาย ปริมาณเอทีพี-ซีพีและปริมาณออกซิเจนในกล้ามเนื้อสร้างขึ้นกลับคืนอีกครั้ง ซึ่งมีความเพียงพอสำหรับการสำรองพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะไม่มีการนำมาใช้หรือเข้ามามีส่วนในการผลิตพลังงานเพียงจำนวนเล็กน้อย ซึ่งหมายถึงกรดแลคติกจะไม่มีสะสมขึ้นอย่างรวดเร็วหรือปริมาณมาก ในทางตรงกันข้าม ขณะวิ่งอย่างต่อเนื่อง 60 วินาที จนอ่อนล้า ปริมาณครีเอตินฟอสเฟส (ซีพี) จะพ่วงลงในเวลาเพียงไม่กี่วินาที เพราะฉะนั้น กระบวนการเผาผลาญไกลโคเจนแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะเข้ามามีบทบาทในการสำรองพลังงานเอทีพีตั้งแต่ตอนแรกของการวิ่งและกรดแลคติกจะมีการสะสมอยู่ในระดับสูง ซึ่งจะเป็นผลดีในการปรับปรุงความสามารถในการทำงานของนักกีฬา

อย่างไรก็ตาม สำหรับการฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบา การร่วมมือกันสำรองพลังงานระหว่างระบบแอโรบิกและระบบแลคเตท ในช่วงการผ่อนคลายจะมีความแตกต่างกันตามชนิด ระยะเวลา และความหนักของกิจกรรมที่นำมาใช้ในการผ่อนคลาย ถ้าช่วงการทำงานมีความหนักและระยะเวลาเท่ากันผ่อนคลายด้วยการทำงานที่มีความหนักต่ำถึงปานกลาง เปรียบเทียบกับการผ่อนคลายด้วยการพัก การผลิตกรดแลคติกในช่วงการทำงานจะมีมากกว่า ทั้งนี้เพราะปานกลางจะทำให้การสร้างขึ้นกลับคืนของพลังงานเอทีพี-ซีพีไม่มีความเพียงพอ การทำงานภายในภายหลังพลังงานที่ได้รับจะมาจากการสำรองของระบบแลคเตทและจะเป็นผลให้มีการสร้างแลคเตทเพิ่มขึ้น

7.2.3.3 เวลาของช่วงการผ่อนคลาย (Time of Relief Interval)

ความหนักของช่วงการทำงานสามารถกำหนดได้โดยการใช้เวลาหรือความเร็วเป็นตัวกำหนด โดยการฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบาเพื่อพัฒนาระบบแอโรบิก ควรใช้ช่วงการทำงานที่มีเวลาสั้น ๆ (Short-duration) ความหนักสูง (High-intensity) แต่ถ้าต้องการพัฒนาระบบแลคเตทควรใช้ช่วงการทำงานที่มีเวลาปานกลาง (Medium duration) ความหนักปานกลางถึงสูง (Medium to High Intensity) ความหนักปานกลางถึงสูง (Medium to High Intensity)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

ทิจอนน่า และคณะ (Tjonna และคนอื่น ๆ, 2009) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกหนักสลับเบาและกลุ่มที่ออกกำลังกายแนะนำการกินอาหารและจิตวิทยาในเด็กวัยรุ่นที่มีภาวะน้ำหนักเกินอายุ 14 ± 0.3 ปี ฝึกออกกำลังกาย 12 สัปดาห์ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกหนักสลับเบาความหนักร้อยละ 90 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด สลับกับช่วงพักร้อยละ 70 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด นาน 40 นาที 2 วันต่อสัปดาห์ กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ออกกำลังกาย แนะนำการกินอาหารและจิตวิทยา หลังจากการฝึกพบว่ากลุ่มที่ฝึกแบบหนักสลับเบามีความสามารถความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้และการตอบสนองต่ออินซูลิน (Insulin sensitivity) เพิ่มขึ้นและไขมันหน้าท้อง เส้นรอบเอวเปอร์เซ็นต์ไขมันลดลง

เสีจี้ (Sijie, Hainai, Fengying, และ Jianxiong, 2012) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาเปรียบเทียบกับแบบต่อเนื่องของวัยรุ่นหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินจำนวน 60 คน ทั้ง 2 กลุ่มฝึก 5 ครั้งต่อสัปดาห์ ทั้งหมด 12 สัปดาห์ โดยกลุ่มของการฝึกแบบหนักสลับเบา ระดับความหนักร้อยละ 85 ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด สลับกับเบาที่ระดับความหนัก ร้อยละ 50 ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เปรียบเทียบกับการฝึกแบบต่อเนื่องที่ระดับความหนักร้อยละ 50 ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบของร่างกายระบบการไหลเวียนเลือด และความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มฝึกแบบหนักสลับเบาดีกว่ากลุ่มที่ฝึกแบบต่อเนื่อง

จางและอึ้ง (Cheung, Catherine Y W, และ Gabriel Y F Ng eds, 2003) ได้ทำการศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกแบบวงจร 8 สัปดาห์ด้วยความหนักระดับปานกลางที่มีผลต่อสมรรถภาพของวัยรุ่นหญิง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นวัยรุ่นหญิงที่สุขภาพดี อายุระหว่าง 14-18 ปี กลุ่มตัวอย่างได้แบ่ง ออกเป็นสองกลุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบกำหนด โดยแบ่งกลุ่มทดลอง 15 คน และกลุ่มควบคุม 15 คน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบวงจรครั้งละ 60 นาที ทำการฝึกสัปดาห์ละ 2 ครั้งเป็นเวลา 8 สัปดาห์ การทดสอบค่าที (independent t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ผลการวิจัยพบว่าในกลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มทดลองที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบวงจรมีการพัฒนาทางด้านความสามารถในการลุกนั่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และน้ำหนักตัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.015$) จากงานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องข้างต้นสามารถ สรุปได้ว่า ในเด็กผู้ชายและเด็กผู้หญิงมีความแตกต่างกันทั้งรูปร่าง ความแข็งแรง ดังนั้น การจัดกิจกรรมต่าง ๆ จึงต้องจัด ให้เหมาะสมกับเพศและวัย นอกจากนี้ยัง

พบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ความหนักของงาน 65 - 80% ของระดับชีพจรสูงสุดในระยะเวลา 8 - 10 สัปดาห์สามารถทำให้เนื้อเยื่อไขมัน น้ำหนักลดลงได้

คอตเทน (Cotton, 1968, March) ได้ศึกษาแบบทดสอบสำหรับวัดสมรรถภาพการทำงานประสานกันระหว่างหัวใจ กับหลอดเลือด และระบบกล้ามเนื้อ (Cardiovascular Fitness) โดยพัฒนารูปแบบทดสอบสเตปเทสต์ (Step Test) 18 ช่วง บนม้าสูง 17 นิ้ว แต่ละช่วงทำ 30 วินาทีเพื่อจับชีพจร โดยการจับวินาทีที่ 5 - 15 ของช่วงเวลาหยุดพัก (จับชีพจร 10 วินาทีในการทำสเตปเทสต์นี้ จะให้เพิ่มความเร็วของการก้าวเป็นสามระยะคือ

ระยะที่ 1 - ระยะที่ 6 ให้ความเร็วของการก้าว 24 ครั้ง / นาที

ระยะที่ 2 - ระยะที่ 12 ให้ความเร็วของการก้าว 30 ครั้ง / นาที

ระยะที่ 3 - ระยะที่ 18 ให้ความเร็วของการก้าว 36 ครั้ง / นาที

ผู้ถูกทดสอบจะต้องทำการทดสอบจนกระทั่งอัตราการเต้นของหัวใจเต้นถึง 150 ครั้งต่อนาที (25 ครั้ง / 10 วินาที) หรือเมื่อทำการทดสอบครบ 18 ครั้ง จึงหยุดให้คะแนนตามจำนวนครั้งที่สามารถทำได้ ผู้ถูกทดสอบทำการทดสอบ สเตปเทสต์ ที่ดัดแปลงและทดสอบด้วยแบบทดสอบลูกลองขงบัลค์ (Balke Treadmill Test) การทดสอบทั้งสองอย่างให้ทำภายในสัปดาห์เดียวกันแต่ไม่ให้ทำภายในวันเดียวกัน ผลปรากฏว่า สหสัมพันธ์ระหว่างสเตปเทสต์ที่ดัดแปลงกับผลการทดสอบลูกลองขงบัลค์ มีค่าเท่ากับ 0.84 ดังนั้น สเตป เทสต์ ที่ดัดแปลงขึ้นมาก็สามารถใช้คาดคะเนหรืออธิบายสมรรถภาพการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดได้ ผลการวิจัย พบว่า อายุ น้ำหนัก และความสูง มีความสัมพันธ์เพียงเล็กน้อยต่อการจัดชั้นในการปฏิบัติแบบทดสอบสมรรถภาพทางกลไก

ซีแมน และคณะ (Ziemann E., Grywacz T., และ R., 2011) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางแอโรบิกและแอนแอโรบิกจากการฝึกหนักสลับเบาที่มีความหนักสูงในนักศึกษา มหาวิทยาลัยเพชชายกุ่มตัวอย่าง 21 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 จำนวน 10 คน ฝึกหนักสลับเบา และกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มควบคุม 11 คน โดยโปรแกรมการฝึกมีช่วงหนักสลับช่วงพักในอัตราส่วน 2:1 จำนวน 6 รอบ รอบละ 90 วินาที ที่ความหนัก 80% ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และตามด้วยระยะผ่อนเบา 180 วินาที ทดลอง 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน พบว่า ความสามารถที่แสดงออกทางแอโรบิกและแอนแอโรบิกหลังฝึกดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อันโตนิโอ เปาลี (Antonio paoli, 2013, (January)) ได้ศึกษาผลของการฝึกแบบวงจรเข้มข้นสูง ซึ่งปัจจัยเสี่ยงโรคหัวใจหลอดเลือดในอาสาสมัครวัยกลางคนที่น้ำหนักเกิน และเพื่อเปรียบเทียบผลกระทบของการฝึกแบบวงจรดั้งเดิมการฝึกแบบวงจรที่มีความเข้มข้นต่ำ วิธีการที่ใช้ในการศึกษามีผู้เข้าร่วมจำนวน 18 คน อายุ 61 ปี ซึ่งกลุ่มออกกำลังกายทั้ง 3 กลุ่มนี้ต้องออกกำลังกาย 3 ครั้ง/สัปดาห์ ผลสรุปได้ว่าการฝึกแบบวงจรที่มีความเข้มข้นสูงมีประสิทธิภาพมากขึ้นในการพัฒนาเรื่องของความดันโลหิต

งานวิจัยในประเทศ

ภรณ์ยุ สกุขชิต (2559, มกราคม – มิถุนายน) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกแบบวงจรที่มีต่อความคล่องแคล่ว ความอดทน และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักกีฬาเทเบิลเทนนิส ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเทเบิลเทนนิส จำนวน 14 คนที่มีอายุเฉลี่ย 22.45 ± 2.07 ปี โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 7 คน ประกอบด้วยกลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่ฝึกเทเบิลเทนนิสร่วมกับการฝึกแบบวงจร และกลุ่มควบคุมที่ฝึกเทเบิลเทนนิสเพียงอย่างเดียวเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ หลังจากการฝึกจะทำการทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว โดยใช้แบบทดสอบตาราง 9 ช่อง ทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อโดยใช้แบบทดสอบ Wall - squat ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและแขนโดยใช้ Leg strength และ Hand grip dynamometer ก่อนและหลังการฝึก ผลการวิจัย พบว่าภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีความอดทน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและแขนดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มควบคุมมีความอดทนและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า ความอดทนของกล้ามเนื้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตามความคล่องแคล่ว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและแขน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สรุปได้ว่าการฝึกแบบวงกลมนั้นทำให้ความอดทนของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เนื่องจากการฝึกแบบแต่ละวงกลมนั้นโดยใช้เวลาเป็นตัวกำหนด ทำให้ส่งเสริมความอดทนของกล้ามเนื้อได้ดีขึ้นแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกนี้สามารถนำไปใช้สำหรับการฝึกเพื่อพัฒนาทักษะด้านความอดทนของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเทเบิลเทนนิสได้

อมรเทพ วันดี (2558) ได้ศึกษาผลของสมรรถภาพทางกาย และระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกต่อเนื่อง ฝึกหนักสลับเบา และฝึกหนักสลับเบาที่มีความหนักสูง โดยทำการทดสอบในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 24 คน ประกอบด้วย การทดสอบวิ่งเพิ่มความหนัก การทดสอบด้วยการนั่งย่อหลังชิดฝ่าผนัง การทดสอบหาค่าความแข็งแรงสูงสุด การทดสอบไขมันใต้ฝ่ามือ และนั่งอตัว ซึ่งผู้วิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 8 คน กลุ่มที่ 1 ฝึกต่อเนื่อง โดยการวิ่งบนลู่วิ่ง

ไฟฟ้าที่ความเร็ว 70% ต่อเนื่อง 35 นาที กลุ่มที่ 2 ผีหนักสลับเบา โดยการวิ่งบนลู่วิ่งไฟฟ้า ความเร็ว 85% ที่ระดับความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (Maximum Aerobic Velocity) ในอัตราส่วนฝึก 1 นาที และผ่อนเบา 2 นาที ทำซ้ำ 13 รอบ และกลุ่มที่ 3 ผีหนักสลับเบาที่ความหนักสูงโดยการวิ่งบนลู่วิ่งไฟฟ้า ที่ความเร็ว 85% ที่ระดับความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน (Maximum Aerobic Velocity) ในอัตราส่วนฝึก 2 นาที และผ่อนเบา 1 นาที ทำซ้ำ 13 รอบ ที่ความหนักสูง หลังจากการฝึก ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ 1 ฝึกต่อเนื่อง ได้รับการฝึกอย่างต่อเนื่อง มีการเพิ่มขึ้นในการทดสอบด้วยการนั่งย่อหลังชิดฝาผนัง กลุ่มที่ 2 ที่ได้รับการฝึกหนักสลับเบา มีการเพิ่มขึ้น ในการทดสอบหาค่าความแข็งแรงสูงสุด และเมื่อทดสอบไขว้มันได้ผิวหนังมีค่าลดลง และกลุ่มที่ 3 ที่ได้รับการฝึกหนักสลับเบาที่ความหนักสูง มีการเพิ่มขึ้น ในการทดสอบหาค่าความแข็งแรงสูงสุด ขณะเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การฝึกต่อเนื่องสามารถพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อ และการฝึกหนักสลับเบา และการฝึกหนักสลับเบาที่ความหนักสูงสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ แต่ไม่สามารถทราบถึงความแตกต่างประสิทธิผลของแต่ละแบบฝึกที่ส่งผลสมรรถภาพทางกาย เนื่องจากระยะเวลาฝึกสั้นเกินไป

นิรุทธิ์ สุขดี (2558) ได้ศึกษาการวิจัยเรื่อง ผลของการออกกำลังกายโดยใช้โบซบอล ที่มีผลต่อการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและระบบไหลเวียนโลหิตของเด็กออทิสติก มีกลุ่มตัวอย่างเพียงหนึ่งกลุ่ม โดยได้คัดเลือกกลุ่มเด็กออทิสติกที่ได้รับการวินิจฉัยจากทางแพทย์ว่ามีภาวะออทิสซึมอยู่ในระดับปานกลาง อายุระหว่าง 13 ปีถึง 18 ปี เพศชาย จำนวน 15 คน ทำการเปรียบเทียบผลการทดลองจากการทดสอบก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลองสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และหลังจากการทดลองจำนวน 8 สัปดาห์ ผลของการทดลองในเชิงสถิติผลการวิจัย พบว่า 1. ผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านการทรงตัว พบว่า ระหว่างการทดลองสัปดาห์ที่ 4, 6 และหลังการทดลอง อัตราค่าเฉลี่ยความสามารถในการทรงตัวของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง ผลการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พบว่า ระหว่างการทดลองสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และหลังการทดลอง อัตราค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง ผลการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านระบบไหลเวียนโลหิต พบว่า ระหว่างการทดลองสัปดาห์ที่ 4, 6 และหลังการทดลอง อัตราค่าเฉลี่ย

ความสามารถทางกายในด้านระบบไหลเวียนโลหิตของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง ผลการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยในเรื่องของการฝึกแบบสถานีหรือการฝึกแบบวงจร (Ciurcuit-Training) ของ(ภรณ์ญู สกุลชิต, 2559, มกราคม – มิถุนายน)แสดงให้เห็นถึงการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกแบบวงจรที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา เช่นเดียวกับงานวิจัยของ (อมรเทพ วันดี, 2558) ที่ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมแบบหนักสลับเบามาช่วยพัฒนาสมรรถภาพทางกายในนักศึกษาชายสาขาพลศึกษา ซึ่งงานวิจัยที่ได้ศึกษามานั้น การเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นวิธีเดียวกัน คือการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ส่วนใหญ่พบการฝึกใช้เวลาในการฝึกประมาณ 8 สัปดาห์ และผลการวิจัยยังพบว่า สัปดาห์ที่ 8 คือสัปดาห์ที่มีผลการเปลี่ยนแปลงหลังจากการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ(นิรุทธิ์ สุขดี, 2558) ผลการทดลองสมรรถภาพทางกายมีความแตกต่างจากก่อนการฝึกและหลังการฝึก นอกจากงานวิจัยในประเทศแล้ว ได้ศึกษางานวิจัยของต่างประเทศที่ศึกษาเกี่ยวกับการฝึกแบบสถานี (Circuit Training) แบบหนักสลับเบา (Interval Training) และผลของความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตของที่จอนนา,เสจี , จางและอึ้ง และคอตเทน ทำให้พบว่งานวิจัยต่างประเทศมีการฝึกถึง 12 สัปดาห์ ซึ่งเนื้อหาที่ได้จากการศึกษามานั้นได้เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ศึกษา และนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

ปิยพงษ์ สายสวาท (2558) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องผลของโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับ หลักการความก้าวหน้าต่อดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกายและความสามารถในการนำออกซิเจน ไปใช้สูงสุด ของนักศึกษาหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน อายุ 18-23 ปี จำนวน 15 คน เข้ารับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้าที่ระดับความหนักร้อยละ 70 - 80 ของ อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเป็นเวลา 3 นาที พักที่ระดับความหนักร้อยละ 50 ของอัตราการเต้นของหัวใจ สูงสุดเป็นเวลา 3 นาที รวม 40 - 60 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ นาน 8 สัปดาห์ ผลการวิจัย พบว่า ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีมวลกายของกลุ่มตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 ไม่แตกต่างกัน ส่วนในสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างค่าเฉลี่ยจากก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในด้านองค์ประกอบของร่างกาย (เปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมัน และมวลไร้ไขมัน) ภายหลังจากการฝึก พบว่า เปอร์เซนต์ไขมันและมวลไขมันของกลุ่มตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 ไม่แตกต่างกัน ส่วนในสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนมวลไร้ไขมันของกลุ่ม

ตัวอย่าง พบว่า หลังจากการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 สัปดาห์ที่ 6 และสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกัน ความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดของกลุ่มตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 4 ไม่มีความแตกต่างส่วนในสัปดาห์ที่ 6 และสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปผลการวิจัย โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้าสามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดและลดค่าเปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมันและดัชนีมวลกาย ของกลุ่มตัวอย่างที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนได้

กิตติศักดิ์ วงษ์ดนตรี (2558) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องความสำเร็จในการลดน้ำหนักและสมรรถภาพทางกาย โดยการฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่นจักรยานการฝึกแบบหนักสลับเบากับการฝึกตามโปรแกรมปกติ กลุ่มตัวอย่างในวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬา มวยปล้ำ อายุระหว่าง 18 - 22 ปี จำนวน 18 คน เพศชาย จำนวน 11 คน และเพศหญิง จำนวน 7 คน แบ่งกลุ่มโดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายใช้ วิธีการจับฉลาก 2 กลุ่ม เพื่อเข้ากลุ่มทดลอง จำนวน 9 คน ฝึกตามโปรแกรมปกติร่วมกับการปั่น จักรยานแบบอินเทอร์วาลความหนักอยู่ที่ร้อยละ 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 และกลุ่มควบคุมจำนวน 9 คน ฝึกตามโปรแกรมปกติ ผู้วิจัยได้ศึกษาเรื่องของน้ำหนักตัว สัดส่วนของร่างกายและสมรรถภาพทางกาย ได้แก่ ความแข็งแรงของ กล้ามเนื้อขา ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และสมรรถภาพเชิงแอนแอโรบิก โดยเปรียบเทียบผลก่อนการฝึกและหลังการฝึกกลุ่มควบคุมและกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ความสำเร็จในการลดน้ำหนักภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักตัวและดัชนีมวลกายของกลุ่มทดลองลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนเปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมันและมวล ร่างกายที่ปราศจากไขมัน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่าไม่แตกต่าง และสมรรถภาพทางกาย ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และสมรรถภาพการไม่ใช้ออกซิเจนของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนพลังงานสูงสุดแบบไม่ใช้ออกซิเจนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า ไม่แตกต่าง สรุปผลการวิจัย การฝึกการปั่นจักรยานแบบการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีความเข้มข้น สูงแบบหนักสลับเบาสามารถควบคุมและลดน้ำหนักได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพทางกาย และส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด และสมรรถภาพการไม่ใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายและการลดน้ำหนักในนักกีฬาและนักศึกษาของปิยะพงษ์ สายสวาท, อมรเทพ วันดี และกิตติศักดิ์ วงษ์ดนตรี แสดงให้เห็นถึงการสังเคราะห์การวิจัยหรือทบทวนวรรณกรรมในงานวิจัยต่าง ๆ พบว่างานวิจัยเชิงทดลองที่มีรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – experimental designs) และงานวิจัยเชิงทดลองอย่างแท้จริง (True Experimental Design) ส่วนใหญ่งานวิจัยเป็นการทดลองโดยใช้โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบามาช่วยในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและการลดน้ำหนัก แต่นอกเหนือจากนี้พบว่า มีการให้ฝึกโปรแกรมอื่น ๆ ควบคู่กับการฝึกโปรแกรมหนักสลับเบาไปด้วย ส่งผลให้การวิจัยที่ได้ศึกษาเป็นการทดลองแบบมีกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยมาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง และสุ่มอย่างง่ายจากแบบแผนการทดลองที่แท้จริงของอมรเทพ วันดี (2558) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีลักษณะที่คล้ายกัน คือนำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยมีการทดสอบก่อนการฝึกและหลังการฝึก จากนั้นดำเนินการฝึกโปรแกรมพร้อมกับการทดสอบหลังการฝึกในแต่ละสัปดาห์ ซึ่งส่วนใหญ่จะทำการทดสอบในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 จึงทำให้ผลสรุปจากการทำวิจัย พบว่าส่วนใหญ่สัปดาห์ที่ 4 และ 6 จะไม่แตกต่างกัน แต่หลังสัปดาห์ที่ 8 ชัดเจนว่าหลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และภายในกลุ่มทดลองพบว่ามีค่าความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากการวัดสมรรถภาพแล้ว งานวิจัยยังมีการศึกษาองค์ประกอบของสมรรถภาพในด้านต่าง ๆ ไปด้วย

หทัยชนก เสาร์แก้ว (2559) ได้ศึกษาการวิจัยเรื่องผลการออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยโปรแกรมฝึกแบบวงจรที่มีต่อสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพของเด็กชายอายุ 9 ปี ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน ผู้วิจัยได้ใช้กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชายระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน จำนวน 30 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ โปรแกรมการฝึกแบบวงจรมีค่าความเชื่อมั่น .83 และแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพเด็กไทยอายุ 7 – 18 ปี ของกรมพลศึกษา ปี พ.ศ. 2555 ประกอบด้วย 5 รายการ ได้แก่ ดัชนีมวลกาย นั่งอตัวไปข้างหน้า ดันพื้น 30 วินาที ลูกนั่ง 60 วินาทีและวิ่งระยะไกล 600 เมตร ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการทดสอบสมรรถภาพทางกายของกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย ดัชนีมวลกาย นั่งอตัวไปข้างหน้า การลูกนั่ง 60 วินาทีการดันพื้น 30 วินาที และการวิ่ง 600 เมตร ภายหลังการออกกำลังกายแบบแอโรบิกโปรแกรมฝึกแบบวงจรดีขึ้นก่อนการฝึก และเมื่อเปรียบเทียบผลการออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบวงจร ที่มีต่อสมรรถภาพ

ทางกาย หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2,4,6 และ 8 กลุ่มตัวอย่างที่มีสมรรถภาพทางกายดีขึ้นก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

จากการศึกษางานวิจัยในเรื่องของการฝึกแบบสถานีหรือการฝึกแบบวงจรที่มีต่อ ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนของ(สมชาติ, ณภัทรวรรณ, และ อรัทยา, 2561, พฤษภาคม- สิงหาคม) ได้ทำการศึกษาโปรแกรมการฝึกแบบวงจรควบคู่กับการบริโภคผลิตภัณฑ์นมรส ช็อกโกแลตที่มีต่อสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬา ฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักกีฬาฟุตบอลชายมีอายุระหว่าง 16-18 ปี ที่มีสุขภาพแข็งแรง จำนวน 10 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายที่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดจากนักกีฬาฟุตบอลชายของ โรงเรียนมัธยมศึกษาประจำอำเภอแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยซึ่งมีความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อขาใกล้เคียงกัน โปรแกรมฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธและวันศุกร์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ใช้เวลาในการฝึก 90 นาที ได้รับผลิตภัณฑ์นมรสช็อกโกแลตเป็นอาหารเสริม จำนวนปริมาณ 5 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมทุกครั้งก่อนการฝึก 30 นาทีทดสอบสมรรถภาพ ทางแอนแอโรบิกและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 8 ผลการทดลองพบว่า การฝึกแบบวงจรควบคู่กับการบริโภคผลิตภัณฑ์นมรสช็อกโกแลต มีสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาฟุตบอลดีขึ้น ภายหลังก การทดลองสัปดาห์ที่ 8 สามารถเพิ่มสมรรถภาพทางแอนแอโรบิกและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ขามากกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ค่าดัชนีลดลงช่วยพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และส่งผลให้ช่วงของจุด ความล้ายาวนานมากยิ่งขึ้นสมรรถภาพแอนแอโรบิกยิ่งดีขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยในเรื่องของความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนของ(กันตพิชญ์ สมคง, 2554) การวิจัยนี้ศึกษาผลของการฝึกโปรแกรมการเคลื่อนที่ทางกีฬาบาสเกตบอลที่มีต่อ ความคล่องแคล่วว่องไวและสมรรถภาพแอนแอโรบิกของนักกีฬาบาสเกตบอลหญิงระดับเยาวชน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาบาสเกตบอลหญิงอายุ 16 – 18 ปี จำนวน 24 คนการคัดเลือกกลุ่ม ตัวอย่างแบบเจาะจง โดยมีกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มควบคุม ซึ่งแต่ละกลุ่มมีจำนวน 12 คน ทั้ง 2 กลุ่มทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง ซึ่งผลการทดสอบหลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 8 พบว่ากลุ่มทดลองมีความคล่องแคล่วว่องไวและสมรรถภาพแอนแอโรบิก ด้านความสามารถสูงสุด พลังแอนแอโรบิก และค่าดัชนีความล้าดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 โปรแกรมดังกล่าวสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดให้กับนักกีฬา บาสเกตบอลได้

จากการศึกษาวิจัยในเรื่องของการฝึกสลับช่วงพักของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของ(บรรจง เรืองสุขสุด, 2560, กันยายน - ธันวาคม) การวิจัยครั้งนี้ เพื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก ความอดทนและความเร็วในนักวิ่งระยะสั้นที่ใช้ช่วงเวลาพักที่แตกต่างกัน ก่อนการฝึกระหว่างฝึกและหลังการฝึก กลุ่มตัวอย่างเป็นชายอายุ 17 – 19 ปีระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนประโคนชัยพิทยาคมจำนวน 30 คน คัดเลือกโดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบง่ายแบ่งกลุ่มทดลองเป็น 3 กลุ่ม ๆละ 10 คน ทั้ง 3 กลุ่ม ฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบสลับช่วงเวลาพักที่ความหนักที่ 80-90 % MHR. วิ่งระยะทาง 50 เมตรจำนวน 8 เที้ยว ช่วงเวลาพักแต่ละกลุ่มที่ 30, 60 และ 90 วินาที โดยจะทำการสัปดาห์ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ พุธ และศุกร์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลการทดลอง พบว่า กลุ่มทดลองที่ฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบสลับช่วงเวลาพักที่ความหนัก 80-90 % MHR.วิ่งที่ระยะทาง 50 เมตร จำนวน 8 เที้ยว ช่วงเวลาพักแต่ละเที้ยว 60วินาที พบว่า สมรรถภาพทางแอนแอโรบิกค่ากำลังสูงสุด มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการฝึกมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งระยะเวลาในการพัก กลุ่มที่พัก 60 วินาทีมีผลการทดสอบสูงที่สุด และผลการทดสอบเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักกีฬาฟุตซอล โรงเรียนวัดราชบพิตร
จำนวน 70 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักกีฬาฟุตซอล โรงเรียนวัดราชบพิตร
จำนวน 45 คน โดยกำหนดให้มีคุณสมบัติ ดังนี้

1. คุณสมบัติของกลุ่มตัวอย่างที่เลือกเข้าศึกษา (Inclusion criteria)

- 1.1 เพศชาย
- 1.2 อายุระหว่าง 14 – 16 ปี
- 1.3 นักกีฬาฟุตซอลโรงเรียนวัดราชบพิตร ปีการศึกษา 2561
- 1.4 เป็นผู้ยินยอมในการเข้าร่วมการวิจัย
- 1.5 ไม่มีโรคประจำตัว เจ็บป่วยรุนแรง หรือเป็นอุปสรรคต่อการเข้าร่วม

การวิจัย

2. เกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง (Exclusion criteria)

- 2.1 ผู้ที่ไม่มีความประสงค์จะเข้าร่วมในการวิจัย
- 2.2 เป็นผู้ที่มีอาการบาดเจ็บ มีโรคประจำตัว เจ็บป่วยรุนแรงเป็นอุปสรรค

ในการวิจัย

โดยกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยทำการทดสอบวัดสมรรถภาพด้านการสังเคราะห์พลังงานแบบใช้ออกซิเจน โดยใช้แบบทดสอบ (Multistage Fitness Test (Beep Test) และเลือกนักกีฬาที่มีความสามารถในการใช้ออกซิเจนอยู่ในระดับต่ำ (>level 7) จากนั้นทำการเรียงลำดับคะแนนจากมากไปน้อย และเลือกนักกีฬาที่มีระดับความสามารถเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ด้วยวิธีการจับเข้ากลุ่ม (Matching Groups) ดังนี้

	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มควบคุม
ลำดับที่	1	2	3
	6	5	4
	7	8	9
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
	30	29	28

ภาพประกอบ 15 วิธีการจับกลุ่มแบบ (Matching Groups)

กลุ่มทดลอง 1 จำนวน 15 คน (ฝึกโปรแกรมแบบสถานี)

กลุ่มทดลอง 2 จำนวน 15 คน (ฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา)

กลุ่มควบคุม จำนวน 15 คน (ฝึกโปรแกรมปกติ)

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 2 แบบ ดังนี้

1.1 แบบทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน Multistage Fitness Test : Beep Test) ของสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬากรมพลศึกษา กระทรวงท่องเที่ยวและกีฬา ซึ่งมีเกณฑ์ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงระดับค่าประมาณ VO2max (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) ตามช่วงอายุ

AGE	Very Poor	Poor	Fair	Good	Excellent	Superior
13-19	<35	35-37	38-44	45-50	51-55	>55
20-29	<33	33-35	36-41	42-45	46-52	>52
30-39	<31	31-34	35-40	41-44	45-49	>49
40-49	<30	30-32	33-38	39-42	43-47	>48
50-59	<26	26-30	31-35	36-40	41-45	>45
60+	<20	20-25	26-31	32-35	36-44	>44

ที่มา : Heywood (1998)

1.2 แบบทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน(Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ของสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬากรมพลศึกษา กระทรวงท่องเที่ยวและกีฬา ซึ่งการทดสอบนี้ไม่มีเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ จึงใช้การเปรียบเทียบผลก่อนการฝึกกับหลังการฝึก

การสร้างและการพัฒนาแบบทดสอบ

นำแบบทดสอบทั้ง 2 แบบไปทดสอบซ้ำเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบกับประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ด้วยวิธีการทดสอบซ้ำ (Test – retest method) โดยแบ่งช่วงระยะเวลาในการทดสอบ 1 – 2 สัปดาห์แล้วนำคะแนนการทดสอบทั้งสองครั้งมาหาความสัมพันธ์กัน ค่าที่ได้เรียกค่าสัมประสิทธิ์ของความคงที่ (Coefficient of stability) สูตรที่ใช้คำนวณหาความเชื่อมั่นกรณีนี้คือ สูตรการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) หลังจากการทดสอบได้ค่าความเชื่อมั่น $r = 0.85$

2. โปรแกรมฝึกที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 2 โปรแกรม ดังนี้

2.1 โปรแกรมการฝึกแบบสถานี (Circuit Training) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.2 โปรแกรมการฝึกหนักสลับเบา (Interval Training) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

การสร้างและการพัฒนาโปรแกรมฝึก

1. ศึกษา ค้นคว้าเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตลอดจนสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประกอบเป็นแนวทางในการสร้างโปรแกรมการฝึกทั้ง 2 โปรแกรม

2. สร้างโปรแกรมการฝึกจำนวน 2 โปรแกรม คือ โปรแกรมฝึกแบบสถานีและโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา โดยมีรายละเอียดดังตาราง 7

ตาราง 7 รายละเอียดโปรแกรมการฝึกแบบสถานีและโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

รายละเอียด	โปรแกรมฝึกสถานี	โปรแกรมฝึกหนักสลับเบา
ความถี่	3 วัน / สัปดาห์ (จันทร์, พุธ, ศุกร์)	3 วัน / สัปดาห์ (จันทร์, พุธ, ศุกร์)
ความหนัก	สัปดาห์ 1 – 2 (80 – 90 %) สัปดาห์ 3 – 4 (80 – 90 %) สัปดาห์ 5 – 6 (80 – 90 %) สัปดาห์ 7 – 8 (80 – 90 %)	สัปดาห์ 1 – 2 (80 – 90 %) สัปดาห์ 3 – 4 (80 – 90 %) สัปดาห์ 5 – 6 (80 – 90 %) สัปดาห์ 7 – 8 (80 – 90 %)
ขั้นตอน	ช่วงที่ 1อบอุ่นร่างกายและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ช่วงที่ 2 ฝึกโปรแกรมสถานี ช่วง 3 คลายกล้ามเนื้อ	ช่วงที่ 1อบอุ่นร่างกายและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ช่วงที่ 2 ฝึกโปรแกรมหนักสลับเบา ช่วงที่ 3 คลายกล้ามเนื้อ
รายละเอียดการฝึกโปรแกรม	ภาคผนวก ค	ภาคผนวก ง
เวลา	สัปดาห์ 1 – 2 (45 นาที) สัปดาห์ 3 – 4 (50 นาที) สัปดาห์ 5 – 6 (60 นาที) สัปดาห์ 7 – 8 (70 นาที)	สัปดาห์ 1 – 2 (45 นาที) สัปดาห์ 3 – 4 (50 นาที) สัปดาห์ 5 – 6 (60 นาที) สัปดาห์ 7 – 8 (70 นาที)

ตาราง 7 (ต่อ)

รายละเอียด	โปรแกรมฝึกสถานี	โปรแกรมฝึกหนักสลับเบา
การปรับโปรแกรม	สัปดาห์ 3 – 4 (เพิ่มเวลาฝึก)	สัปดาห์ 3 – 4 (เพิ่มเวลาฝึก)
การฝึก	สัปดาห์ 5 – 6 (เพิ่มจำนวนรอบ) (ลดเวลาพัก)	(เพิ่มจำนวนรอบ) สัปดาห์ 5 – 6 (ลดเวลาพัก)
	สัปดาห์ 7 – 8 (เพิ่มจำนวนรอบ) (ลดเวลาพัก)	(เพิ่มจำนวนรอบ) สัปดาห์ 7 – 8 (ลดเวลาพัก)
		(เพิ่มจำนวนรอบ)

3. นำโปรแกรมการฝึกเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบ ปรับปรุง และแก้ไข

4. นำโปรแกรมการฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อหาค่าความสอดคล้องตาม วัตถุประสงค์ (Index of Item objective Congruence : IOC) ซึ่งได้ค่าความตรงเชิงเนื้อหา ดังนี้

4.1 โปรแกรมการฝึกแบบสถานี (Circuit Training) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC = 1)

4.2 โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC = 1)

5. นำโปรแกรมฝึกไปศึกษาความเป็นไปได้ โดยนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักกีฬาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่มีคุณสมบัติเหมือนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน ผลการทดลอง พบว่า การฝึกในสัปดาห์ที่ 4 มีระยะเวลาพักนานเกินไป ส่งผลให้ขาดความต่อเนื่องและความ ท้าทายในการฝึก ผู้วิจัยจึงมีการเพิ่มจำนวนรอบ และลดเวลาพักของนักกีฬา และปรับโปรแกรมให้ มีความเหมาะสม

6. นำโปรแกรมฝึกที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ แล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการศึกษา เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล และนำมาวิเคราะห์ผลสรุปผล ในการวิจัยต่อไป

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experiment Research) โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Pretest – Posttest Control Group Design ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังตาราง 8

ตาราง 8 แบบแผนการทดลอง Pretest – Posttest Control Group Design

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	การทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
CR	T1	-	T2
RE1	T1	X1	T2
RE2	T1	X2	T2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

CR	แทน	กลุ่มควบคุม
RE1	แทน	กลุ่มทดลองที่ 1
RE2	แทน	กลุ่มทดลองที่ 2
X1	แทน	การฝึกแบบสถานี (Circuit Training)
X2	แทน	การฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training)
T1	แทน	การทดสอบก่อนได้รับการฝึก
T2	แทน	การทดสอบหลังได้รับการฝึก

3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. ขอบเขตหมายแนะนำตัวจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร-วิโรฒถึงผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ดำเนินการขอส่งโครงการวิจัยเพื่อขออนุญาตการทำวิจัยในมนุษย์จากประธานคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ ได้รับพิจารณาอนุญาต หมายเลขรับรอง SWUEC/E/Gro7o/2562 วันที่รับรอง 23/08/62

3. ขอจดหมายแนะนำตัวจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร-
วิโรฒถึงผู้อำนวยการโรงเรียนวัดราชบพิตร เพื่อขอความร่วมมือในการใช้กลุ่มตัวอย่าง สถานที่และ
สิ่งอำนวยความสะดวก ตลอดจนนัดหมายวันและเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4. จัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

5. จัดปฐมนิเทศให้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อทำความเข้าใจและแจ้งรายละเอียด
เกี่ยวกับการทำวิจัยในครั้งนี้

6. ดำเนินการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness
Test :Beep Test) และทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic
Sprint Test : RAST) กับกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง

7. ดำเนินการทดลอง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

7.1 กลุ่มทดลองที่ 1 ทำการฝึกโปรแกรมแบบสแตที เป็นเวลา 8 สัปดาห์
สัปดาห์ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ เวลา 16.00 – 17.00 น.

7.2 กลุ่มทดลองที่ 2 ทำการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา เป็นเวลา
8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ เวลา 16.00 – 17.00 น.

7.3 กลุ่มควบคุม ทำการฝึกซ้อมตามโปรแกรมปกติ เป็นเวลา 8 สัปดาห์
สัปดาห์ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ เวลา 16.00 – 17.00 น.

8. ดำเนินการทดสอบความแบบใช้ออกซิเจน และการทดสอบความอดทน
แบบไม่ใช้ออกซิเจน ด้านพลังงานกาศนิยม, ด้านสมรรถภาพอานากาศนิยมและด้านดัชนีความล้า
กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8ตามลำดับ

9. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง และบันทึกข้อมูลกลุ่มตัวอย่างเป็น
รายบุคคล และนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

10. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

11. นำผลที่ได้มาจากการวิเคราะห์ผลทางสถิตินำมาสรุปผลและอภิปรายผล
ในการวิจัย

4. การจัดการทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้จัดการทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ของการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) และความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST)
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจน ($Vo_2 \text{ max}$) และความสามารถในการใช้พลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจนทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) และด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 ตามลำดับ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One – way analysis of variance with repeated measures)
3. วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 โดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียว (One – way analysis of variance)
4. เมื่อพบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจน และความสามารถในการใช้พลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจนทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพลังอนาการศนิยม, ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยมและด้านดัชนีความล้า ให้ทำการเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีของ Least – Significant Diferent (LSD) โดยกำหนดค่าความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
5. การวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ผู้วิจัยได้คำนวณหาค่าทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ แทนความหมายดังต่อไปนี้

n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
*	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05
SS	แทน	ผลโดยรวมกำลังสอง
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสอง
F	แทน	ค่าสถิติในการวิเคราะห์การแจกแจงแบบเอฟ (F – Distribution)
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็น
Sig	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Significances)

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกโปรแกรมแบบสถานี และโปรแกรมแบบหนักสลับเบาที่มีต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตบอล โรงเรียนวัดราชพิพิธ ซึ่งได้เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มฝึกทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 45 คน เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีการทางสถิติ โดยคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป จึงนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียงและแผนภูมิ โดยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) และความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังงานอากาศนิยม (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอากาศนิยม (Anaerobic capacity) และด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมของนักกีฬาฟุตบอล

ตอนที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One way analysis of variance with repeated measure) ของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) และความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity), และด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ของนักกีฬาฟุตบอลทั้ง 3 กลุ่ม และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตอนที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) และความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity), และด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ของนักกีฬาฟุตบอล ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 เปรียบเทียบความแปรปรวนระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าเอฟ (F – test) เมื่อพบความแตกต่างจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตอนที่ 4 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) และความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity), และด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ของนักกีฬาฟุตบอลก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของทั้ง 3 กลุ่ม

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) และความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาศนิยม (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอนากาศนิยม (Anaerobic capacity) และด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมของนักกีฬาฟุตบอล

ตาราง 9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (มล./กก./นาที)

ความอดทนแบบ ใช้ออกซิเจน (มล./กก./นาที) ระยะเวลา	กลุ่มทดลองที่ 1		กลุ่มทดลองที่ 2		กลุ่มควบคุม	
	n = 15		n = 15		n = 15	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ก่อนการฝึก	31.92	3.34	31.88	3.44	31.88	3.41
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	35.88	3.48	36.33	3.86	34.47	3.26
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 6	39.93	3.51	40.58	3.98	36.69	3.27
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8	44.52	3.90	45.70	4.52	39.11	3.07

จากตาราง 9 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ของกลุ่มทดลองที่ 1 ก่อนการฝึกเท่ากับ 31.92 และ 3.34 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 35.88 และ 3.48 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 เท่ากับ 39.93 และ 3.51 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 44.52 และ 3.90 กลุ่มทดลองที่ 2 ก่อนการฝึกเท่ากับ 31.88 และ 3.44 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 36.33 และ 3.86 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 เท่ากับ 40.58 และ 3.98 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 45.70 และ 4.52 กลุ่มควบคุม ก่อนการฝึกเท่ากับ 31.88 และ 3.41 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 34.47 และ 3.26 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 เท่ากับ 36.69 และ 3.27 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 39.11 และ 3.07

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.)

ด้านพลังอนาการศนิยม (วัดต์/กก.)	กลุ่มทดลองที่ 1		กลุ่มทดลองที่ 2		กลุ่มควบคุม	
	n = 15		n = 15		n = 15	
ระยะเวลา	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ก่อนการฝึก	7.82	1.45	8.70	1.46	7.54	1.18
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	8.27	1.47	9.13	1.67	7.53	1.25
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 6	8.65	1.61	9.49	1.86	7.35	1.08
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8	9.15	1.85	9.84	2.04	7.25	1.04

จากตาราง 10 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ของกลุ่มทดลองที่ 1 ก่อนการฝึกเท่ากับ 7.82 และ 1.45 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 8.27 และ 1.47 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 เท่ากับ 8.65 และ 1.61 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 9.15 และ 1.85 กลุ่มทดลองที่ 2 ก่อนการฝึกเท่ากับ 8.70 และ 1.46 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 9.13 และ 1.67 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 เท่ากับ 9.49 และ 1.86 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 9.84 และ 2.04 กลุ่มควบคุมก่อนการฝึกเท่ากับ 7.54 และ 1.18 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 7.53 และ 1.25 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 เท่ากับ 7.35 และ 1.08 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 7.25 และ 1.04

ตาราง 11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาerobic (Anaerobic capacity) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.)

ด้านสมรรถภาพ	กลุ่มทดลองที่ 1		กลุ่มทดลองที่ 2		กลุ่มควบคุม	
อากาศนิยม (วัดต์/กก.)	n = 15		n = 15		n = 15	
ระยะเวลา	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ก่อนการฝึก	7.16	1.40	8.08	1.48	6.96	1.07
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	7.76	1.47	8.60	1.55	6.65	1.03
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 6	8.32	1.58	9.08	1.83	6.54	1.07
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8	8.91	1.81	9.53	2.02	6.34	0.94

จากตาราง 11 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาerobic (Anaerobic capacity) ของกลุ่มทดลองที่ 1 ก่อนการฝึกเท่ากับ 7.16 และ 1.40 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 7.76 และ 1.47 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 เท่ากับ 8.32 และ 1.58 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 8.91 และ 1.81 กลุ่มทดลองที่ 2 ก่อนการฝึกเท่ากับ 8.08 และ 1.48 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 8.60 และ 1.55 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 เท่ากับ 9.08 และ 1.83 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 9.53 และ 2.02 กลุ่มควบคุมก่อนการฝึกเท่ากับ 6.96 และ 1.07 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 6.65 และ 1.03 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 เท่ากับ 6.54 และ 1.07 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 6.34 และ 0.94

ตาราง 12 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม (%)

ด้านดัชนีความล้า (%)	กลุ่มทดลองที่ 1		กลุ่มทดลองที่ 2		กลุ่มควบคุม	
	n = 15		n = 15		n = 15	
ระยะเวลา	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ก่อนการฝึก	1.36	0.31	1.63	0.57	1.44	0.47
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	1.14	0.87	1.37	0.49	1.70	0.54
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 6	0.85	0.29	1.13	0.44	1.80	0.55
หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8	0.67	0.30	0.91	0.42	1.93	0.58

จากตาราง 12 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ของกลุ่มทดลองที่ 1 ก่อนการฝึกเท่ากับ 1.36 และ 0.31 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 1.14 และ 0.27 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 เท่ากับ 0.85 และ 0.29 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 0.67 และ 0.30 กลุ่มทดลองที่ 2 ก่อนการฝึกเท่ากับ 1.63 และ 0.57 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 1.37 และ 0.49 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 เท่ากับ 1.13 และ 0.44 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 0.91 และ 0.42 กลุ่มควบคุมก่อนการฝึกเท่ากับ 1.44 และ 0.47 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 1.70 และ 0.54 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 เท่ากับ 1.80 และ 0.55 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 1.93 และ 0.58

ตอนที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One way analysis of variance with repeated measure) ของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) และความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running - based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาศนิยม (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอนากาศนิยม (Anaerobic capacity), และด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ของนักกีฬาฟุตบอลทั้ง 3 กลุ่ม และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างบุคคล	1	86936.654	86936.654	1757.427*	.000
ภายในบุคคล	14	692.554	49.468		
รวม	15	87629.208			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 13 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ของกลุ่มทดลองที่ 1 (มล./กก./นาที)

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	ก่อนฝึก	หลังฝึก 4 สัปดาห์	หลังฝึก 6 สัปดาห์	หลังฝึก 8 สัปดาห์
		31.92	35.88	39.93	44.52
ก่อนฝึก	31.92	-	-3.953*	-8.007*	-12.60*
หลังฝึก 4 สัปดาห์	35.88		-	-4.053*	-8.64*
หลังฝึก 6 สัปดาห์	39.93			-	-4.59*
หลังฝึก 8 สัปดาห์	44.52				-

จากตาราง 14 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ของกลุ่มทดลองที่ 1 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างบุคคล	1	89505.713	895.05.713	1468.567*	.000
ภายในบุคคล	14	853.267	60.948		
รวม	15	90358.98			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 15 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ของกลุ่มทดลองที่ 2 (มล./กก./นาที)

การทดลอง					
	ก่อนฝึก	หลังฝึก	หลังฝึก	หลังฝึก	
		4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์	
ค่าเฉลี่ย	31.88	36.33	40.58	45.70	
ก่อนฝึก	31.88	-	-4.45*	-8.70*	-13.83*
หลังฝึก 4 สัปดาห์	36.33	-	-4.25*	-9.38*	
หลังฝึก 6 สัปดาห์	40.58		-	-5.13*	
หลังฝึก 8 สัปดาห์	45.70			-	

จากตาราง 16 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ของกลุ่มทดลองที่ 2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างบุคคล	1	75778.388	75778.388	1827.828*	.000
ภายในบุคคล	14	580.414	41.458		
รวม	15	76358.802			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 17 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ของกลุ่มควบคุม (มล./กก./นาที)

		ก่อนฝึก	หลังฝึก 4 สัปดาห์	หลังฝึก 6 สัปดาห์	หลังฝึก 8 สัปดาห์
การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	31.88	34.47	36.69	39.11
ก่อนฝึก	31.88	-	-2.59*	-4.82*	-7.23*
หลังฝึก 4 สัปดาห์	34.47		-	-2.23*	-4.65*
หลังฝึก 6 สัปดาห์	36.69			-	-2.42*
หลังฝึก 8 สัปดาห์	39.11				-

จากตาราง 18 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ของกลุ่มควบคุม หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างบุคคล	1	4908.012	4308.012	428.256*	.000
ภายในบุคคล	14	140.832	10.059		
รวม	15	5048.84			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 19 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ของกลุ่มทดลองที่ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ของกลุ่มทดลองที่ 1 (วัดต/กก.)

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	ก่อนฝึก	หลังฝึก 4 สัปดาห์	หลังฝึก 6 สัปดาห์	หลังฝึก 8 สัปดาห์
		7.82	8.27	8.65	9.15
ก่อนฝึก	7.82	-	.445*	.833*	-1.333*
หลังฝึก 4 สัปดาห์	8.27		-	-.338*	-.887*
หลังฝึก 6 สัปดาห์	8.65			-	-.499*
หลังฝึก 8 สัปดาห์	9.15				-

จากตาราง 20 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ของกลุ่มทดลองที่ 1 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างบุคคล	1	5177.87	5177.87	424.460*	.000
ภายในบุคคล	14	170.78	12.199		
รวม	15	5348.65			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 21 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) โดยวิธีของแอล เอส ดี(LSD) ของกลุ่มทดลองที่ 2 (วัดต/กก.)

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	ก่อนฝึก	หลังฝึก 4 สัปดาห์	หลังฝึก 6 สัปดาห์	หลังฝึก 8 สัปดาห์
		8.70	9.13	9.49	9.84
ก่อนฝึก	8.70	-	-.433*	-.787*	-1.135*
หลังฝึก 4 สัปดาห์	9.13		-	-.354*	-.702*
หลังฝึก 6 สัปดาห์	9.49			-	-.348*
หลังฝึก 8 สัปดาห์	9.84				-

จากตาราง 22 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ของกลุ่มทดลองที่ 2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างบุคคล	1	5177.87	5177.87	424.460*	.000
ภายในบุคคล	14	170.78	12.199		
รวม	15	5348.65			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 23 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ของกลุ่มควบคุม (วัดต/กก.)

		ก่อนฝึก	หลังฝึก	หลังฝึก	หลังฝึก
			4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์
การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	7.54	7.53	7.35	7.25
ก่อนฝึก	7.54	-	-.433*	-.787*	-1.135*
หลังฝึก 4 สัปดาห์	7.53		-	-.354*	-.702*
หลังฝึก 6 สัปดาห์	7.35			-	-.348*
หลังฝึก 8 สัปดาห์	7.25				-

จากตาราง 24 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอำนาจการสปีด (Anaerobic power) ของกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึกมีค่าสูงกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพการสปีด (Anaerobic Capacity) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างบุคคล	1	3877.853	3877.853	403.855*	.000
ภายในบุคคล	14	134.429	9.602		
รวม	15	4012.282			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 25 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพการสปีด (Anaerobic Capacity) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบ เป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศินิยม (Anaerobic Capacity) โดยวิธีของแอล เอส ดี(LSD) ของกลุ่มทดลองที่ 1 (วัดต/กก.)

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	ก่อนฝึก	หลังฝึก 4 สัปดาห์	หลังฝึก 6 สัปดาห์	หลังฝึก 8 สัปดาห์
		7.16	7.76	8.32	8.91
ก่อนฝึก	7.16	-	-.604*	-1.161*	-1.755*
หลังฝึก 4 สัปดาห์	7.76		-	-.557*	-1.151*
หลังฝึก 6 สัปดาห์	8.32			-	-.595*
หลังฝึก 8 สัปดาห์	8.91				-

จากตาราง 26 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศินิยม (Anaerobic Capacity) ของกลุ่มทดลองที่ 1 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศินิยม (Anaerobic Capacity) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างบุคคล	1	4673.367	4673.367	402.066*	.000
ภายในบุคคล	14	162.727	11.623		
รวม	15	4836.094			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 27 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศินิยม (Anaerobic Capacity) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 28 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศินิยม (Anaerobic Capacity) โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ของกลุ่มทดลองที่ 2 (วัดต์/กก.)

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	ก่อนฝึก	หลังฝึก 4 สัปดาห์	หลังฝึก 6 สัปดาห์	หลังฝึก 8 สัปดาห์
		8.08	8.60	9.08	9.53
ก่อนฝึก	8.08	-	-.509*	-.996*	-1.442*
หลังฝึก 4 สัปดาห์	8.60		-	-.487*	-.933*
หลังฝึก 6 สัปดาห์	9.08			-	-.446*
หลังฝึก 8 สัปดาห์	9.53				-

จากตาราง 28 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศินิยม (Anaerobic Capacity) ของกลุ่มทดลองที่ 2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศินิยม (Anaerobic Capacity) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างบุคคล	1	2631.450	2631.450	636.195*	.000
ภายในบุคคล	14	57.907	4.136		
รวม	15	2689.357			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 29 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศินิยม (Anaerobic Capacity) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 30 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศินิยม (Anaerobic Capacity) โดยวิธีของแอล เอส ดี(LSD) ของกลุ่มควบคุม (วัดต/กก.)

		ก่อนฝึก	หลังฝึก	หลังฝึก	หลังฝึก
			4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์
การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	6.96	6.65	6.54	6.34
ก่อนฝึก	6.96	-	.316*	.423*	.619*
หลังฝึก 4 สัปดาห์	6.65		-	.107	.303*
หลังฝึก 6 สัปดาห์	6.54			-	.197*
หลังฝึก 8 สัปดาห์	6.34				-

จากตาราง 30 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศินิยม (Anaerobic Capacity) ของกลุ่มควบคุม หลังการฝึกต่ำกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างบุคคล	1	60.682	60.682	194.212*	.000
ภายในบุคคล	14	4.374	.312		
รวม	15	65.056			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 31 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ของกลุ่มทดลองที่ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ของกลุ่มทดลองที่ 1 (%)

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	ก่อนฝึก	หลังฝึก 4 สัปดาห์	หลังฝึก 6 สัปดาห์	หลังฝึก 8 สัปดาห์
		1.36	1.14	0.85	0.67
ก่อนฝึก	1.36	-	.217*	.507*	.693*
หลังฝึก 4 สัปดาห์	1.14		-	.291*	.477*
หลังฝึก 6 สัปดาห์	0.85			-	.186*
หลังฝึก 8 สัปดาห์	0.67				-

จากตาราง 32 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ของกลุ่มทดลองที่ 1 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ต่ำกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ต่ำกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ต่ำกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างบุคคล	1	95.609	95.609	108.479*	.000
ภายในบุคคล	14	12.339	.881		
รวม	15	107.948			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 33 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 34 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ของกลุ่มทดลองที่ 2 (%)

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	ก่อนฝึก	หลังฝึก 4 สัปดาห์	หลังฝึก 6 สัปดาห์	หลังฝึก 8 สัปดาห์
		1.63	1.37	1.13	0.91
ก่อนฝึก	1.63	-	.273*	.510*	.725*
หลังฝึก 4 สัปดาห์	1.37		-	.237*	.453*
หลังฝึก 6 สัปดาห์	1.13			-	.215*
หลังฝึก 8 สัปดาห์	0.91				-

จากตาราง 34 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ของกลุ่มทดลองที่ 2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างบุคคล	1	75778.388	75778.388	1827.828*	.000
ภายในบุคคล	14	580.414	41.458		
รวม	15	76358.802			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 35 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 36 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ของกลุ่มควบคุม (%)

		ก่อนฝึก	หลังฝึก	หลังฝึก	หลังฝึก
			4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์
การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	1.44	1.70	1.80	1.93
ก่อนฝึก	1.44	-	-2.587*	-4.813*	-7.233*
หลังฝึก 4 สัปดาห์	1.70		-	-2.227*	-4.647*
หลังฝึก 6 สัปดาห์	1.80			-	-2.420*
หลังฝึก 8 สัปดาห์	1.93				-

จากตาราง 36 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ของกลุ่มควบคุม หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 สูงกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 สูงกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 สูงกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) และความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity), และด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ของนักกีฬาฟุตซอล ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 เปรียบเทียบความแปรปรวนระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าเอฟ (F – test) เมื่อพบความแตกต่างจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยวิธีของแอล เอส ดี (LSD) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตาราง 37 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (มล.กก./นาที)

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มทดลองที่ 1	15	31.92	3.34
กลุ่มทดลองที่ 2	15	31.88	3.44
กลุ่มควบคุม	15	31.88	3.41
รวม	45	31.89	3.32

จากตาราง 37 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 เท่ากับ 31.92 และ 3.34, กลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 31.88 และ 3.44, กลุ่มควบคุม เท่ากับ 31.88 และ 3.41 ตามลำดับ

ตาราง 38 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

ความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	0.22	.011	.001	.999
ภายในกลุ่ม	42	484.837	11.544		
รวม	44	484.859			

จากตารางที่ 38 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

ตาราง 39 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (มล.กก./นาที)

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มทดลองที่ 1	15	35.88	3.48
กลุ่มทดลองที่ 2	15	36.33	3.86
กลุ่มควบคุม	15	34.47	3.26
รวม	45	35.56	3.55

จากตาราง 39 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ของกลุ่มทดลองที่ 1 เท่ากับ 35.88 และ 3.48, กลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 36.33 และ 3.86, กลุ่มควบคุมเท่ากับ 34.47 และ 3.26

ตาราง 40 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

ความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	28.283	14.142	1.128	.333
ภายในกลุ่ม	42	526.527	12.536		
รวม	44	554.810			

จากตารางที่ 40 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

ตาราง 41 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (มล.กก./นาที)

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มทดลองที่ 1	15	39.93	3.51
กลุ่มทดลองที่ 2	15	40.58	3.98
กลุ่มควบคุม	15	36.69	3.27
รวม	45	39.07	3.91

จากตาราง 41 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 1 เท่ากับ 39.93 และ 3.51, กลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 40.58 และ 3.98, กลุ่มควบคุมเท่ากับ 36.69 และ 3.27

ตาราง 42 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

ความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	130.110	65.055	5.027*	.011
ภายในกลุ่ม	42	543.487	12.940		
รวม	44	673.596			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 42 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 43 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (มล.กก./นาที)

		กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มควบคุม
การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	39.93	40.58	36.69
กลุ่มทดลองที่ 1	39.93	-	-.646	3.24*
กลุ่มทดลองที่ 2	40.58		-	3.87*
กลุ่มควบคุม	36.69			-

จากตาราง 43 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 44 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (มล.กก./นาที)

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มทดลองที่ 1	15	44.52	3.90
กลุ่มทดลองที่ 2	15	45.70	4.52
กลุ่มควบคุม	15	39.11	3.07
รวม	45	43.11	4.77

จากตาราง 44 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 เท่ากับ 44.52 และ 3.90, กลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 45.70 และ 4.52, กลุ่มควบคุมเท่ากับ 39.11 และ 3.07

ตาราง 45 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

ความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	370.561	185.281	12.341*	.000
ภายในกลุ่ม	42	630.571	15.014		
รวม	44	1001.132			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 45 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 46 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (ม.ล.กก./นาที)

		กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มควบคุม
การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	44.52	45.70	39.11
กลุ่มทดลองที่ 1	44.52	-	-1.19	5.41*
กลุ่มทดลองที่ 2	45.70		-	6.59*
กลุ่มควบคุม	39.11			-

จากตาราง 46 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 47 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาสนิยม (Anaerobic power) ก่อนการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัตต์/กก.)

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มทดลองที่ 1	15	7.82	1.45
กลุ่มทดลองที่ 2	15	8.70	1.46
กลุ่มควบคุม	15	7.54	1.18
รวม	45	8.02	1.43

จากตาราง 47 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาศนิยม (Anaerobic power) ก่อนการฝึกของกลุ่มทดลองที่ 1 เท่ากับ 7.82 และ 1.45, กลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 8.70 และ 1.46, กลุ่มควบคุมเท่ากับ 7.54 และ 1.18

ตาราง 48 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาศนิยม (Anaerobic power) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

ความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	10.982	5.491	2.908	.066
ภายในกลุ่ม	42	79.314	1.888		
รวม	44	90.296			

จากตารางที่ 48 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาศนิยม (Anaerobic power) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

ตาราง 49 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาศนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต/กก.)

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มทดลองที่ 1	15	8.27	1.47
กลุ่มทดลองที่ 2	15	9.13	1.67
กลุ่มควบคุม	15	7.53	1.25
รวม	45	8.31	1.59

จากตาราง 49 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาสนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ของกลุ่มทดลองที่ 1 เท่ากับ 8.27 และ 1.47, กลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 9.13 และ 1.67, กลุ่มควบคุมเท่ากับ 7.53 และ 1.25

ตาราง 50 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาสนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

ความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	19.433	9.717	4.466*	.017
ภายในกลุ่ม	42	91.387	2.176		
รวม	44	110.82			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 50 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาสนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 51 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.)

		กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มควบคุม
การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	8.27	9.13	7.53
กลุ่มทดลองที่ 1	8.27	-	-868	.740
กลุ่มทดลองที่ 2	9.13		-	1.608*
กลุ่มควบคุม	7.53			-

จากตาราง 51 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 52 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.)

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มทดลองที่ 1	15	8.65	1.61
กลุ่มทดลองที่ 2	15	9.49	1.86
กลุ่มควบคุม	15	7.35	1.08
รวม	45	8.49	1.76

จากตาราง 52 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาสนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ของกลุ่มทดลองที่ 1 เท่ากับ 8.65 และ 1.61, กลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 9.49 และ 1.86, กลุ่มควบคุมเท่ากับ 7.35 และ 1.08

ตาราง 53 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาสนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

ความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	34.720	17.360	7.215*	.002
ภายในกลุ่ม	42	101.060	2.406		
รวม	44	135.780			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 53 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาสนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 54 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.)

		กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มควบคุม
การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	8.65	9.49	7.35
กลุ่มทดลองที่ 1	8.65	-	-834	1.300*
กลุ่มทดลองที่ 2	9.49		-	2.135*
กลุ่มควบคุม	7.35			-

จากตาราง 54 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 55 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.)

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มทดลองที่ 1	15	9.15	1.85
กลุ่มทดลองที่ 2	15	9.84	2.04
กลุ่มควบคุม	15	7.25	1.04
รวม	45	8.48	2.00

จากตาราง 55 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาสนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 เท่ากับ 9.15 และ 1.85, กลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 9.84 และ 2.04, กลุ่มควบคุมเท่ากับ 7.25 และ 1.04

ตาราง 56 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาสนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

ความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	53.761	26.880	9.277*	.000
ภายในกลุ่ม	42	121.694	2.897		
รวม	44	175.455			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 56 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาสนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 57 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต/กก.)

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มควบคุม
		9.15	9.84	7.25
กลุ่มทดลองที่ 1	9.15	-	-683	1.900*
กลุ่มทดลองที่ 2	9.84		-	2.583*
กลุ่มควบคุม	7.25			-

จากตาราง 57 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 58 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต/กก.)

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มทดลองที่ 1	15	7.16	1.40
กลุ่มทดลองที่ 2	15	8.08	1.48
กลุ่มควบคุม	15	6.96	1.07
รวม	45	7.40	1.39

จากตาราง 58 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 เท่ากับ 7.16 และ 1.40, กลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 8.08 และ 1.48, กลุ่มควบคุมเท่ากับ 6.96 และ 1.07

ตาราง 59 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

ความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	10.860	5.430	3.057	.058
ภายในกลุ่ม	42	74.597	1.776		
รวม	44	85.457			

จากตารางที่ 59 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

ตาราง 60 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต/กก.)

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มทดลองที่ 1	15	7.76	1.47
กลุ่มทดลองที่ 2	15	8.60	1.55
กลุ่มควบคุม	15	6.65	1.03
รวม	45	7.67	1.53

จากตาราง 60 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 เท่ากับ 7.76 และ 1.47, กลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 8.60 และ 1.55, กลุ่มควบคุมเท่ากับ 6.65 และ 1.03

ตาราง 61 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

ความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	28.777	14.389	7.665*	.001
ภายในกลุ่ม	42	78.839	1.877		
รวม	44	107.616			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 61 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 62 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอานาการศินิยม (Anaerobic capacity) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.)

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มควบคุม
		7.76	8.60	6.65
กลุ่มทดลองที่ 1	7.76	-	-835	1.117*
กลุ่มทดลองที่ 2	8.60		-	1.952*
กลุ่มควบคุม	6.65			-

จากตาราง 62 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอานาการศินิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 63 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอานาการศินิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.)

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มทดลองที่ 1	15	8.32	1.58
กลุ่มทดลองที่ 2	15	9.08	1.83
กลุ่มควบคุม	15	6.54	1.07
รวม	45	7.98	1.83

จากตาราง 63 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 เท่ากับ 8.32 และ 1.58, กลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 9.08 และ 1.83, กลุ่มควบคุมเท่ากับ 6.54 และ 1.07

ตาราง 64 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

ความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	51.171	25.586	11.010*	.000
ภายในกลุ่ม	42	97.603	2.324		
รวม	44	148.774			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 64 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 65 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.)

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มควบคุม
		8.32	9.08	6.54
กลุ่มทดลองที่ 1	8.32	-	-.765	1.780*
กลุ่มทดลองที่ 2	9.08		-	2.545*
กลุ่มควบคุม	6.54			-

จากตาราง 65 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 66 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.)

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มทดลองที่ 1	15	8.91	1.81
กลุ่มทดลองที่ 2	15	9.53	2.02
กลุ่มควบคุม	15	6.34	0.94
รวม	45	8.26	1.65

จากตาราง 66 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 เท่ากับ 8.91 และ 1.81, กลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 9.53 และ 2.02, กลุ่มควบคุมเท่ากับ 6.34 และ 0.94

ตาราง 67 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

ความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	85.790	42.895	15.603*	.000
ภายในกลุ่ม	42	115.461	2.749		
รวม	44	201.250			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 67 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 68 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.)

		กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มควบคุม
การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	8.91	9.53	6.34
กลุ่มทดลองที่ 1	8.91	-	-616	2.572*
กลุ่มทดลองที่ 2	9.53		-	3.188*
กลุ่มควบคุม	6.34			-

จากตาราง 68 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาภาศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 69 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (%)

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มทดลองที่ 1	15	1.36	0.31
กลุ่มทดลองที่ 2	15	1.63	0.57
กลุ่มควบคุม	15	1.44	0.47
รวม	45	1.48	0.47

จากตาราง 69 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 เท่ากับ 1.36 และ 0.31, กลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 1.63 และ 0.57, กลุ่มควบคุมเท่ากับ 1.44 และ 0.47

ตาราง 70 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

ความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	.616	.308	1.426	.252
ภายในกลุ่ม	42	9.074	.216		
รวม	44	9.690			

จากตารางที่ 70 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

ตาราง 71 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (%)

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มทดลองที่ 1	15	1.14	0.27
กลุ่มทดลองที่ 2	15	1.37	0.49
กลุ่มควบคุม	15	1.70	0.54
รวม	45	1.41	0.50

จากตาราง 71 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 เท่ากับ 1.14 และ 0.27, กลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 1.37 และ 0.49, กลุ่มควบคุมเท่ากับ 1.70 และ 0.54

ตาราง 72 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

ความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	2.426	1.213	6.072*	.005
ภายในกลุ่ม	42	8.391	.200		
รวม	44	10.817			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 72 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 73 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (%)

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มควบคุม
		1.14	1.37	1.70
กลุ่มทดลองที่ 1	1.14	-	-.223	-.565*
กลุ่มทดลองที่ 2	1.37		-	.341*
กลุ่มควบคุม	1.70			-

จากตาราง 73 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 74 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (%)

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มทดลองที่ 1	15	0.85	0.29
กลุ่มทดลองที่ 2	15	1.13	0.44
กลุ่มควบคุม	15	1.80	0.55
รวม	45	1.26	0.44

จากตาราง 74 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 เท่ากับ 0.85 และ 0.29, กลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 1.13 และ 0.44, กลุ่มควบคุมเท่ากับ 1.80 และ 0.55

ตาราง 75 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุม

ความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	7.227	3.614	18.528*	.000
ภายในกลุ่ม	42	8.181	.195		
รวม	44	15.419			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 75 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และ กลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

ตาราง 76 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (%)

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มควบคุม
		0.85	1.13	1.80
กลุ่มทดลองที่ 1	0.85	-	-.277	-.954*
กลุ่มทดลองที่ 2	1.13		-	.677*
กลุ่มควบคุม	1.80			-

จากตาราง 76 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 77 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (%)

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.
กลุ่มทดลองที่ 1	15	0.67	0.30
กลุ่มทดลองที่ 2	15	0.91	0.42
กลุ่มควบคุม	15	1.93	0.58
รวม	45	1.17	0.48

จากตาราง 77 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 เท่ากับ 0.67 และ 0.30, กลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 0.91 และ 0.42, กลุ่มควบคุมเท่ากับ 1.93 และ 0.58

ตาราง 78 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

ความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	13.523	6.762	33.740*	.000
ภายในกลุ่ม	42	8.417	.200		
รวม	44	21.940			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 78 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามวิธีของแอล เอส ดี (LSD)

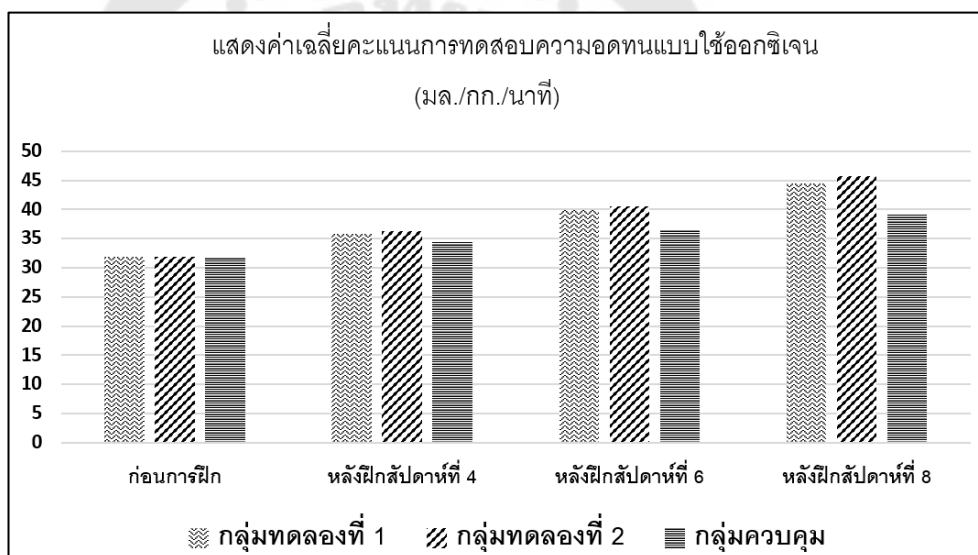
ตาราง 79 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (%)

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มควบคุม
		0.67	0.91	1.93
กลุ่มทดลองที่ 1	0.67	-	-.247	-1.266*
กลุ่มทดลองที่ 2	0.91		-	-1.019*
กลุ่มควบคุม	1.93			-

จากตาราง 79 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 แสดงแผนภูมิค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) และความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) และด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ของนักกีฬาฟุตบอล ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

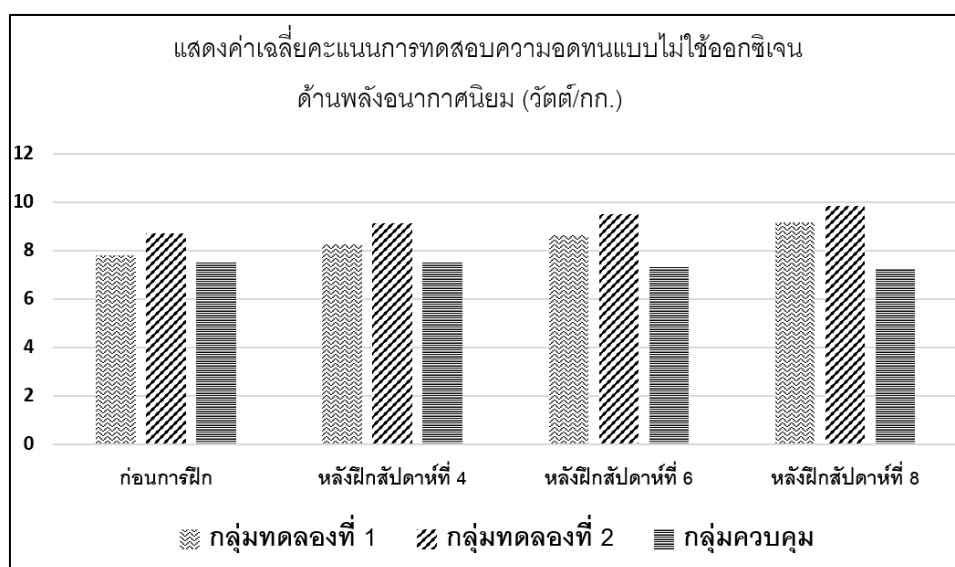
แผนภูมิที่ 1 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage - Fitness Test : Beep Test) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (มล./กก./นาที)



ภาพประกอบ 16 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน
(Multistage Fitness Test : Beep Test) (มล./กก./นาที)

จากแผนภูมิที่ 1 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้น

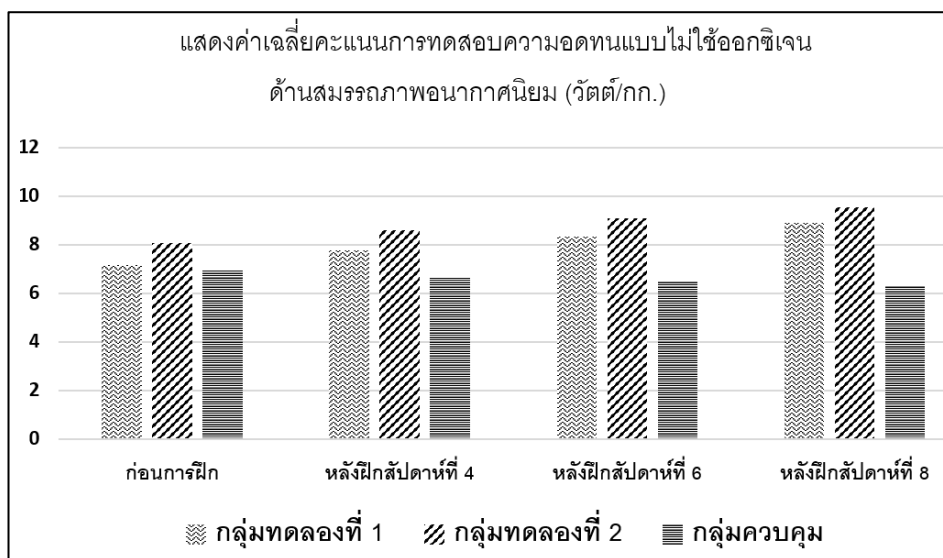
แผนภูมิที่ 2 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน(Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาสนิยม (Anaerobic power) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัตต์/กก.)



ภาพประกอบ 17 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน
ด้านพลังอนากาสนิยม (Anaerobic power) (วัตต์/กก.)

จากแผนภูมิที่ 2 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน ด้านพลังอนากาสนิยม ก่อนการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนของกลุ่มควบคุมมีค่าลดลง

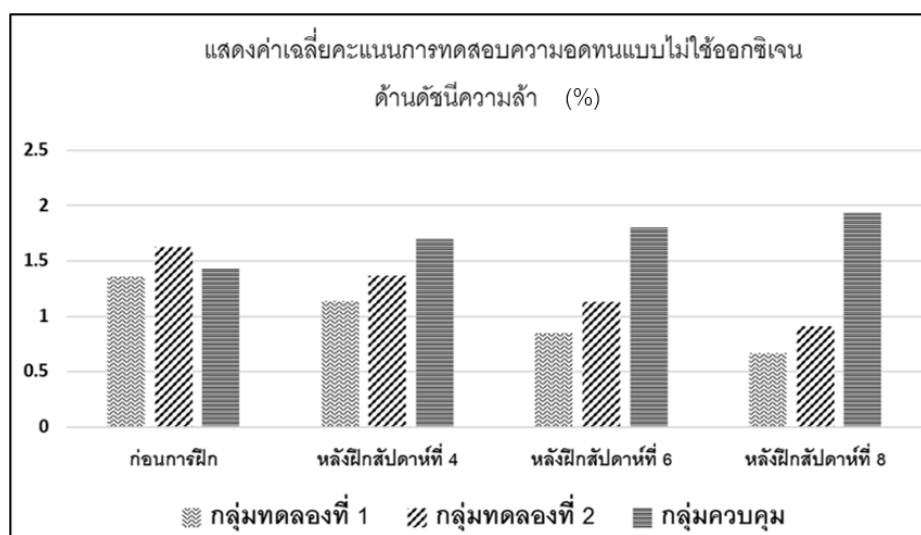
แผนภูมิที่ 3 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน(Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนากาศนิยม (Anaerobic capacity) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.)



ภาพประกอบ 18 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน
ด้านสมรรถภาพอนากาศนิยม (Anaerobic capacity) (วัดต์/กก.)

จากแผนภูมิที่ 3 ค่าเฉลี่ยคะแนนการความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน ด้านสมรรถภาพอนากาศนิยม ก่อนการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนของกลุ่มควบคุมมีค่าลดลง

แผนภูมิที่ 4 ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน(Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม (%)



ภาพประกอบ 19 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) (%)

จากแผนภูมิที่ 4 ค่าเฉลี่ยคะแนนการความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน ด้านดัชนีความล้า ก่อนการฝึกหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าลดลง ส่วนของกลุ่มควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้น

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test: Beep Test) สามารถสรุปได้ดังนี้ (มล./กก./นาที)

1.1 กลุ่มทดลองที่ 1

1.1.1 ก่อนการฝึก มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 31.92, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.34

1.1.2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 35.88, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.48

1.1.3 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 39.93, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.51

1.1.4 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 44.52, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.90

1.2 กลุ่มทดลองที่ 2

1.2.1 ก่อนการฝึก มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 31.88, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.44

1.2.2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 36.33, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.86

1.2.3 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 40.58, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.98

1.2.4 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 45.70, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.52

1.3 กลุ่มควบคุม

1.3.1 ก่อนการฝึก มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 31.88, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.41

1.3.2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 34.47, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.26

1.3.3 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 36.69, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.27

1.3.4 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 39.11, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.07

2. คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนากาสนิยม (Anaerobic power) สามารถสรุปได้ดังนี้ (วัตต์/กก.)

2.1 กลุ่มทดลองที่ 1

2.1.1 ก่อนการฝึก มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 7.82, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.45

2.1.2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 8.27, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.47

2.1.3 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 8.65, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.61

2.1.4 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 9.15, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.85

2.2 กลุ่มทดลองที่ 2

2.2.1 ก่อนการฝึก มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 8.70, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.46

2.2.2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 9.13, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.67

2.2.3 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 9.49, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.86

2.2.4 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 9.84, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.04

2.3 กลุ่มควบคุม

2.3.1 ก่อนการฝึก มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 7.54, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.18

2.3.2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 7.53, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.25

2.3.3 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 7.35, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.08

2.3.4 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 7.25, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.04

3. คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) สามารถสรุปได้ดังนี้ (วัตต์/กก.)

3.1 กลุ่มทดลองที่ 1

3.1.1 ก่อนการฝึก มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 7.16, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.40

3.1.2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 7.76, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.47

3.1.3 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 8.32, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.58

3.1.4 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 8.91, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.81

3.2 กลุ่มทดลองที่ 2

3.2.1 ก่อนการฝึก มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 8.08, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.48

3.2.2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 8.60, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.55

3.2.3 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 9.08, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.83

3.2.4 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 9.53, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.02

3.3 กลุ่มควบคุม

3.3.1 ก่อนการฝึก มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 6.96, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.07

3.3.2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 6.65, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.03

3.3.3 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 6.54, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.07

3.3.4 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 6.34, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.94

4. คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) สามารถสรุปได้ดังนี้ (%)

4.1 กลุ่มทดลองที่ 1

4.1.1 ก่อนการฝึก มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 1.36, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31

4.1.2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 1.14, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.27

4.1.3 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 0.85, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.29

4.1.4 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 0.67, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30

4.2 กลุ่มทดลองที่ 2

4.2.1 ก่อนการฝึก มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 1.63, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57

4.2.2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 1.37, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49

4.2.3 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 1.13, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44

4.2.4 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 0.91, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.93

4.3 กลุ่มควบคุม

4.3.1 ก่อนการฝึก มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 1.44, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47

4.3.2 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 1.70, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54

4.3.3 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 1.80, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55

4.3.4 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 1.93, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58

5. ผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ภายในกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ก่อนฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 สามารถสรุปได้ดังนี้ (มล./กก./นาที)

5.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่า หลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ภายในกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า หลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ภายในกลุ่มควบคุม พบว่า หลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึก

สัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. ผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ก่อนฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 สามารถสรุปได้ดังนี้ (วัดต์/กก.)

6.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่า หลังการฝึกดีวก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดีวก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ภายในกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า หลังการฝึกดีวก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดีวก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ภายในกลุ่มควบคุม พบว่า ก่อนการฝึกสูงกว่าหลังฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า ก่อนการฝึกมีค่าสูงกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7. ผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ก่อนฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 สามารถสรุปได้ดังนี้ (วัดต์/กก.)

7.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่า หลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) ภายในกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า หลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) ภายในกลุ่มควบคุม พบว่า หลังฝึกต่ำกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า ก่อนการฝึกมีค่าต่ำกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

8. ผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ก่อนฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 สามารถสรุปได้ดังนี้ (%)

8.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 พบว่า หลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

8.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ภายในกลุ่มทดลองที่ 2 พบว่า หลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

8.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ภายในกลุ่มควบคุม พบว่า หลังการฝึกสูงกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า ก่อนการฝึกมีค่าต่ำกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

9. ผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ก่อนฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 สามารถสรุปได้ดังนี้ (มล./กก./นาที)

9.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม พบว่า ก่อนการฝึกไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

9.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

9.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม พบว่า แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

9.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม พบว่า แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

10. ผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ก่อนฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 สามารถสรุปได้ดังนี้ (วัดต/กก.)

10.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม พบว่า ก่อนการฝึกไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

10.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม พบว่า แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า กลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

10.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม พบว่า แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

10.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม พบว่า แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

11. ผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ก่อนฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 สามารถสรุปได้ดังนี้ (วัดต/กก.)

11.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม พบว่า ก่อนการฝึกไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

11.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม พบว่า แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

11.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1,

กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม พบว่า แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

11.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม พบว่า แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

12. ผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ก่อนฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 สามารถสรุปได้ดังนี้ (%)

11.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม พบว่า ก่อนการฝึกไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

11.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม พบว่า แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

11.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม พบว่า แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

11.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1, กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม พบว่า แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของแอลเอสดี (LSD) พบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผล

1. จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า ผลการฝึกโปรแกรมแบบสถานี และโปรแกรมแบบหนักสลับเบาที่มีต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตบอล หลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึกซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ จากผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน และค่าเฉลี่ยความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพลังอนาการิก (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอนาการิก (Anaerobic capacity) และด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 หลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 การฝึกโปรแกรมแบบสถานีส่งผลให้ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนของนักกีฬาฟุตบอลหลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึก สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เป็นผลมาจากการที่นักกีฬาได้รับการฝึกโปรแกรมแบบสถานีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารหลักการฝึกโปรแกรมแบบสถานีว่าสามารถช่วยพัฒนาในเรื่องของสมรรถภาพแอโรบิก ซึ่งการฝึกแบบสถานีเป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมและคุ้นเคยในการนำมาฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬา อีกทั้งของถาวร กุมุทศรี (2560) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของโปรแกรมการฝึกแบบสถานีมีประโยชน์โดยตรงที่ช่วยพัฒนาความอดทนให้กับระบบไหลเวียนโลหิตได้ จะต้องได้รับการฝึกที่ถูกต้องเหมาะสม ผู้วิจัยจึงได้สร้างโปรแกรมแบบสถานี โดยพิจารณาความหนัก ความถี่ เวลาในการฝึกซ้อมและชนิดของกิจกรรมโดยอาศัยหลักการสร้างโปรแกรมที่ช่วยในการพัฒนาความอดทนระบบไหลเวียนโลหิต โดยใช้การคำนวณอัตราการเต้นหัวใจหัวใจสูงสุด คือ 220- อายุ ซึ่งเป็นวิธีกำหนดความหนักที่ง่ายและสามารถทำได้ โดยผู้วิจัยได้กำหนดความหนักไว้ที่ 80 – 90 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด เช่นเดียวกับ สนธยา สีละมาด (2560) ได้กล่าวไว้ว่า การพัฒนาความอดทนสูงความหนักควรอยู่ที่ 80 – 90 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ระยะเวลาในการฝึกอยู่ที่ 30 – 45 นาที ซึ่งพบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 นักกีฬาฟุตบอลที่ทำการฝึกโปรแกรมแบบสถานีมีการพัฒนาในด้านความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนดีกว่าก่อนการฝึก เนื่องจากนักกีฬา

ได้รับการฝึกแบบสถานีเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ นักกีฬาทำการฝึกโดยฝึก จำนวน 12 สถานีแต่ละสถานีจะมีกิจกรรมที่มีลักษณะใกล้เคียงกับการพัฒนาสมรรถภาพที่นำไปใช้ในการเล่นกีฬาฟุตบอล เช่น การวิ่งข้ามรั้ว การวิ่งขึ้นบันได การวิ่งสลับพื้นปลา การกระโดด วิ่งกลับตัว เป็นต้น การฝึกยังมีความต่อเนื่อง ซึ่งนักกีฬาจะทำการฝึก จำนวน 3 เซต แต่ละเซต จำนวน 12 สถานี จึงส่งผลให้นักกีฬามีพัฒนาการที่ดีขึ้นหลังจากการฝึกผ่านไปแล้ว 4 สัปดาห์ ซึ่งตรงกับ ถาวร กุมุทศรี (2560) ได้กล่าวว่า การฝึกแบบสถานีจะพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรง ความอดทนและระบบการทำงานของกล้ามเนื้อแบบใช้ออกซิเจนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การฝึกแต่ละสถานีจะต้องปฏิบัติต่อเนื่องจนครบทุกสถานี จากนั้นผลการทดลอง พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจาก ผู้วิจัยเพิ่มจำนวนรอบและลดเวลาพักให้น้อยลง จึงส่งผลให้นักกีฬามีการทำงานที่หนักเพิ่มมากขึ้น เมื่อการทำงานหนักมากขึ้นก็จะส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มมากขึ้นโดยอัตโนมัติ เพื่อนำเลือดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อให้เพียงพอต่อความต้องการที่มีมากขึ้น เมื่อนักกีฬาได้ฝึกด้วยความหนักมากยิ่งขึ้น และต่อเนื่องจะส่งผลให้ความสามารถของหัวใจและการทำงานของระบบหายใจดียิ่งขึ้น เมื่อร่างกายสามารถนำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายได้มากขึ้นก็จะทำให้เกิดการเผาผลาญพลังงาน และส่งผลให้กล้ามเนื้อสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ หทัยชนก เสาร์แก้ว (2559) ได้ทำการศึกษางานวิจัยเรื่องการฝึกโปรแกรมแบบวงจรที่มีต่อสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพเด็กชายอายุ 9 ปี ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน ผลการทดลอง พบว่า โปรแกรมแบบวงจรสามารถช่วยพัฒนาความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตหลังการฝึกดีกว่า ก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับ (Antonio paoli, 2013, (January)) ได้ศึกษาผลของการฝึกแบบวงจรที่มีความเข้มข้นสูงช่วยพัฒนาเรื่องของความดันโลหิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ สรุปได้ว่า การฝึกโปรแกรมแบบสถานีมีประโยชน์ที่เกิดต่อร่างกายเมื่อนักกีฬาเข้ารับการฝึกแบบสถานีหรือแบบวงจรนี้ คือ ทำให้เกิดความแข็งแรงอดทนของกล้ามเนื้อ เนื่องจากการฝึกที่ใช้จำนวนครั้ง จำนวนท่าในการฝึก และจำนวนรอบในการฝึกฝนปริมาณค่อนข้างสูง มีเวลาพักสั้น จึงทำให้เกิดการพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อและระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจนของร่างกายให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นไปด้วย

1.2 การฝึกโปรแกรมแบบสถานีส่งผลให้ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม(Anaerobic capacity) และด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ของนักกีฬาฟุตบอลหลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึกสาเหตุที่เป็นเช่นนี้เป็นผลมาจากการฝึกแบบสถานีที่มีต่อความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน การฝึก

โปรแกรมแบบสถานี นอกจากจะพัฒนาระบบพลังงานแอโรบิกได้แล้ว สิ่งทีโปรแกรมแบบสถานีนี้นั้น มีข้อดี คือ สามารถพัฒนาความแข็งแรงควบคู่ไปกับการพัฒนาความอดทนระบบไหลเวียนโลหิต ได้อีกด้วย กระบวนการฝึกแบบผสมผสานพัฒนาศักยภาพของนักกีฬาให้มีระดับความสามารถสูงขึ้น ผู้วิจัยสร้างโปรแกรมการฝึกแบบสถานีให้มีลักษณะของการฝึกแบบใช้เวลาประมาณ 30 – 40 นาที สลับพักประมาณ 20 – 40 วินาที ในแต่ละสถานีจะมีกิจกรรมที่แตกต่างกันออกไป แต่ส่วนใหญ่จะส่งผลต่อกกล้ามเนื้อส่วนล่าง เช่น ต้นขาด้านหน้า ต้นขาด้านหลัง กล้ามเนื้อน่อง เป็นการทำงานกล้ามเนื้อมัดใหญ่ (มัดหลัก) จึงช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อควบคู่ไปกับขณะที่เปลี่ยนสถานี อัตราการเต้นหัวใจยังคงสูงอยู่ แต่ต้องฝึกในท่าต่อไป สถาวะนี้จะทำให้ กระตุ้นหัวใจให้มีความต่อเนื่อง จึงเป็นผลดีต่อระบบไหลเวียนโลหิตในการใช้สมรรถภาพแบบใช้ออกซิเจนไปพร้อมกันด้วย เช่นเดียวกับ (ภรณ์ยู สกุลชิต, 2559, มกราคม – มิถุนายน) ได้ศึกษาผลการฝึกแบบวงจรที่มีต่อความคล่องแคล่วว่องไว ความอดทนและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักกีฬาเทเบิลเทนนิส พบว่า การฝึกแบบวงจรส่งผลให้ความอดทนและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งตรงกับผู้วิจัย พบว่า ผลของการฝึกแบบสถานีหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพลังอนากาศนิยม (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอนากาศนิยม (Anaerobic capacity) และด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังฝึกมีค่าพัฒนาการดีขึ้นตามลำดับ อาจเนื่องมาจากโปรแกรมสถานีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้กำหนดความหนักไว้ที่ 80 – 90 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ระยะเวลาในการฝึกแต่ละสถานี 30 – 40 วินาที สอดคล้องกับ สนธยา สีละมาด (2560) ได้กล่าวว่า การฝึกซ้อมความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนควรใช้ความหนักอยู่ที่ 85 – 90 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ความบ่อยครั้ง 3 – 4 วันต่อสัปดาห์ ซึ่งตรงกับโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่า ผลการทดลองหลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึก นอกจากการกำหนดความหนัก ความบ่อยของการฝึกโปรแกรมแล้ว ระบบการสร้างพลังงานเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพัฒนาให้นักกีฬามีความสามารถในการใช้พลังงานนั้น ๆ เช่นเดียวกับ เจริญ กระบวนรัตน์ (2557) ได้กล่าวไว้ว่า นักกีฬาฟุตบอลมีความต้องการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่ไม่ก่อให้เกิดกรดแลคติกหรือระบบฟอสฟาเจน โดยการดึง ATP – CP จากกล้ามเนื้อมาใช้เป็นหลัก คือ ประมาณร้อยละ 85 ของพลังงานทั้งหมด และเมื่อมีการใช้อย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาดังนั้น ๆ จะมีการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่เกิดกรดแลคติก กระบวนการไกลโคไลซิส การดึงเอาพลังงานสำรองที่ดับและกล้ามเนื้อมาใช้ ดังนั้น นักกีฬาที่ได้รับการฝึกแบบสถานีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจึงมีการพัฒนาสมรรถภาพแอโรบิก เพราะความหนัก 80 – 90 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด เป็นตำแหน่ง

ความหนักที่ส่งผลให้เกิดกรดแลคติกเริ่มสะสมในกล้ามเนื้อ เมื่อนักกีฬามีการฝึกในความหนักที่ส่งผลให้นักกีฬามีความทนต่อความล้ามากยิ่งขึ้น หรือเรียกว่า อยู่ในจุดที่เหนื่อยแต่ทนได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัย พบว่า ด้านพลังอนาการอนิยม (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอนาการอนิยม (Anaerobic capacity) และด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) หลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังที่กล่าวข้างต้น ลักษณะของการฝึกแบบสถานีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจะฝึก 1 สถานี จะมีการพัก 30 – 40 วินาทีนั้น เป็นสิ่งที่ดีกับนักกีฬาที่กระทำการฝึก เพราะว่าการพักจะเป็นการทำให้ร่างกายได้ปริมาณ ATP – CP ในกล้ามเนื้อสร้างขึ้นกลับคืนมาอีกครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับ (สมชาติ และคนอื่น ๆ, 2561, พฤษภาคม-สิงหาคม) ที่ได้ศึกษาการฝึกแบบสถานีที่มีต่อความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน ผลการทดลอง พบว่า ค่าดัชนีความล้าลดลง ช่วยพัฒนาความอดทนระบบไหลเวียนโลหิต และส่งผลให้ช่วงจุดความล้ายาวนานขึ้น สมรรถภาพแอนแอโรบิกดีขึ้น สรุปได้ว่า การฝึกแบบสถานีสามารถพัฒนาความสามารถแบบแอนแอโรบิกได้ โดยให้นักกีฬทำการฝึกในความหนักที่เหมาะสม กิจกรรมที่ทำด้วยความเร็วช้า ๆ พร้อมกับการพักระหว่างสถานี จึงส่งผลให้นักกีฬาได้พัฒนาการสร้างพลังงานในรูปแบบแอนแอโรบิก โดยการสร้างให้มีความสามารถในการสะสมพลังงานในกล้ามเนื้อพร้อมกับการทำงานร่วมกับระบบแอโรบิกด้วย

1.3 การฝึกโปรแกรมหนักสลับเบาส่งผลให้ความอดทนแบบใช้ออกซิเจนของนักกีฬาฟุตบอลหลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึก สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เป็นผลมาจากโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาที่นักกีฬาฟุตบอลได้ทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ พุธ และวันศุกร์ ส่งผลให้การทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักกีฬาดีกว่าก่อนการฝึกอาจเป็นเหตุผลที่โปรแกรมมีลักษณะการทำงานที่หนัก โดยผู้วิจัยกำหนดความหนักไว้ที่ 80 – 90 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ในการฝึกนั้นนักกีฬาจะมีการปฏิบัติช้า ๆ จำนวนหลาย ๆ เทียวย สอดคล้องกับ ถาวร กุมุทศรี (2560) ได้กล่าวไว้ว่า การฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นวิธีที่ร่างกายทำงานหนักขึ้นแต่จะมีช่วงพักลดระดับความหนักลงและมีการปฏิบัติรูปแบบเดิม โดยมีจำนวนเทียวยหรือจำนวนครั้งมากส่งผลให้นักกีฬามีความหนักสูง มีจังหวะพักสลับด้วยการลดระดับความหนักลง โดยเคลื่อนที่ด้วยกิจกรรมที่กำหนด การฝึกในลักษณะนี้จะส่งผลต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ระบบกล้ามเนื้อพัฒนาได้อย่างรวดเร็ว ผู้วิจัยพบว่า การฝึกแบบหนักสลับเบาส่งผลให้ความอดทนแบบใช้ออกซิเจน หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 มีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ เนื่องจากผู้วิจัยมีการปรับโปรแกรม โดยการเพิ่มการทำงานให้มีความหนักมากยิ่งขึ้น และเพิ่มจำนวนเทียวยในการฝึกและลดเวลาในการพักให้กับ

นักกีฬา โดยผู้วิจัยใช้หลักการฝึกแบบ Short Interval Training เป็นรูปแบบการฝึกแบบหนัก สลับเบาที่มีความเหมาะสมกับนักกีฬาประเภททีม ลักษณะของการฝึกจะใช้ความเร็วสูงสุด 90 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เวลาที่ใช้ในการฝึก 15 – 30 วินาที หยุดพักระหว่าง เทียบประมาณ 15 – 150 วินาที และกิจกรรมขณะพักจะใช้เป็นการวิ่งเบา ๆ การฝึกในแต่ละแบบ จำนวน 5 – 20 ครั้ง นอกจากลักษณะของโปรแกรมแล้ว ระยะเวลาเป็นสิ่งสำคัญ การฝึกแบบหนัก สลับเบาควรฝึกอย่างน้อย 6 – 8 สัปดาห์ จะเห็นค่าพัฒนาการที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Sijie และคนอื่น ๆ (2012) ได้ศึกษาผลการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบาเปรียบเทียบกับ การฝึกแบบต่อเนื่องของวัยรุ่นหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน ผลการวิจัย พบว่า ผลการฝึกแบบ หนักสลับเบาดีกว่ากลุ่มที่ฝึกแบบต่อเนื่องในด้านความสามารถใช้ออกซิเจนสูงสุด และอีก ส่วนหนึ่งผู้วิจัย พบว่า ผลของการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจนของกลุ่มฝึกแบบ หนักสลับเบา มีพัฒนาการจริง แต่การพัฒนานั้นยังอยู่ในระดับ พอใช้ - ดี ซึ่งยังไม่อยู่ในเกณฑ์ ที่ดีมาก หรือมากที่สุด ผู้วิจัยคาดว่าจากการฝึกนักกีฬามีค่าพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ แต่ถ้า นักกีฬาได้รับการฝึกในระยะเวลาที่นานมากยิ่งขึ้นมีความต่อเนื่อง เช่นการได้รับการฝึกเพิ่มขึ้นอีก 2 สัปดาห์ อาจส่งผลให้ค่าพัฒนาการความอดทนแบบใช้ออกซิเจนของนักกีฬาเพิ่มสูงขึ้น ไป ถึงระดับที่ดีมากได้ อย่างไรก็ตามนักกีฬาเริ่มจากการที่มีค่าสมรรถภาพด้านความอดทน แบบใช้ออกซิเจนอยู่ในเกณฑ์ต่ำอยู่แล้ว หลังจากที่ได้รับการฝึกมีพัฒนาการที่ดีขึ้นมาในระดับดี ถือว่านักกีฬามีความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน สอดคล้องกับ ถาวร กมฺุทศรี (2560) ได้กล่าวว่า การฝึกแบบหนักสลับเบาจะเกี่ยวข้องกับระบบพลังงานแบบ ไม่ใช้ออกซิเจน แต่ด้วยการฝึกมีการปฏิบัติหรือทำซ้ำบ่อยครั้งจึงทำให้ระบบพลังงานแบบแอโรบิก มาทำงานร่วมเสมอ กล่าวคือ ขณะเล่นกีฬาต่อเนื่องเป็นเวลานานทำให้ร่างกายอยู่ในสภาวะ เหน็ดเหนื่อยไม่สามารถนำออกซิเจนที่หายใจเข้าไปในขณะนั้นไปเป็นพลังงานได้ทันทีแต่จะไป นำเอาออกซิเจนที่ร่างกายเก็บสะสมไว้ตามเนื้อเยื่อหรือเซลล์กล้ามเนื้อออกมาใช้เป็นพลังงานแทน เพื่อให้ร่างกายทำงานต่อไปเป็นระยะสั้นๆ โดยถ้าเรานับจากจุดที่เกิดสภาวะความล้า สรุปได้ว่า การฝึกแบบหนักสลับเบาส่งผลต่อความอดทนแบบใช้ออกซิเจนให้เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากได้รับการฝึก ด้วยภาระงานที่หนัก ส่งผลให้ประสิทธิภาพหัวใจแข็งแรง นำเลือดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อได้เพิ่มมากขึ้น ทำให้การปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง และเกิดการสะสมออกซิเจนในกล้ามเนื้อ เพื่อเป็น พลังงานสำรองในการปฏิบัติกิจกรรมในระยะเวลาสั้น ๆ ได้อีกด้วย

1.4 การฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบาส่งผลให้ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) และด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ของนักกีฬาฟุตบอลหลังการฝึกดีกว่า ก่อนการฝึกสาเหตุที่เป็นเช่นนี้เป็นผลมาจากการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีลักษณะของการทำงานที่เปิดโอกาสให้มีการหยุดพักขณะการทำงานระยะเวลานานที่มีระดับความหนักสูง 80 – 90 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด พร้อมสลับช่วงพักการผ่อนคลายจึงส่งผลดีในการใช้ระบบพลังงานเช่นเดียวกับ สนธยา สีละมาด (2560) ได้กล่าวไว้ว่า การฟื้นฟูสภาพของร่างกายในช่วงแรกของการหยุดพักจะมีประสิทธิภาพมากกว่าในช่วงท้ายของการหยุดพัก ซึ่งการหยุดพักช่วงสั้น ๆ (Short pauses) ขณะฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบาจึงมีประสิทธิภาพมากกว่าการหยุดพักที่ยาวนาน (Long pauses) ระดับกรดแลคติกในร่างกายจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการหยุดพัก ขณะที่ช่วงเวลาการพักที่ยาวนานกว่าจะไม่ได้ประโยชน์เพิ่มขึ้นต่อการเคลื่อนผ่านกรดแลคติก เมื่อนักกีฬาปฏิบัติกรฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบาจะช่วยให้นักกีฬาสามารถฝึกซ้อมระดับความหนักสูงปริมาณการฝึกซ้อมเพิ่มมากขึ้น และรักษาระดับสมรรถภาพสูงสุดในการทำงานไว้ได้ตลอดทุกเที่ยวของการฝึกซ้อม ซึ่งสอดคล้องกับโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีการปรับภาระงานการลดเวลาพักลงในสัปดาห์ที่ 6 และ 8 ดังนั้นการฝึกซ้อมแบบหนักสลับเบาจึงเป็นวิธีที่ฝึกซ้อมที่มีประสิทธิภาพอย่างมากสำหรับการพัฒนาความสามารถในการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ผู้วิจัยได้ปรับโปรแกรมหนักสลับเบาที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผลการวิจัย พบว่า พลังอนาการศนิยม (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) ของนักกีฬาหลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากพลังอนาการศนิยมเป็นความสามารถสูงสุดในการทำงานโดยใช้ระบบพลังงาน ATP – CP ซึ่งการสร้างระบบพลังงานแบบ ATP – CP ขึ้นมานั้นจะเกิดขึ้นโดยการประสานงานของระบบแอโรบิก คือการฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นการออกกำลังกายด้วยความหนักสลับกับการมีช่วงพัก ดังนั้น ในช่วงพักหรือการผ่อนคลาย การเก็บสะสม ATP – CP จะกลับคืนในกล้ามเนื้อ สนธยา สีละมาด (2560) อธิบายไว้ว่า การฟื้นฟูสภาพ (Recovery) ปัจจัยที่มีความสำคัญของการเก็บสะสม ATP – CP ขึ้นกลับคืนในกล้ามเนื้อจากการพร้อมลงขณะช่วงการทำงานจะเป็นการสร้างขึ้นกลับคืนโดยระบบแอโรบิก (Aerobic) ขณะเดียวกันปริมาณออกซิเจนในกล้ามเนื้อก็จะมีสร้างขึ้นกลับคืนเช่นเดียวกัน ดังนั้น ในการวิ่งแต่ละเที่ยวและตามด้วยช่วงผ่อนคลาย ปริมาณ ATP – CP และปริมาณออกซิเจนในกล้ามเนื้อสร้างขึ้นกลับคืนอีกครั้ง ซึ่งมีความเพียงพอสำหรับการสำรองพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนและจะไม่มีนำมาใช้หรือเข้ามามีส่วนในการผลิตพลังงานเพียงจำนวนเล็กน้อย

หมายถึง กรดแลคติกจะไม่มีการสะสมขึ้นอย่างรวดเร็วหรือปริมาณมาก ในทางตรงกันข้าม ขณะวิ่งอย่างต่อเนื่อง 60 วินาที จนอ่อนล้า ปริมาณครีเอตินฟอสเฟต (ซีพี) จะพร่องลงในเวลาเพียงไม่กี่วินาที เพราะฉะนั้น กระบวนการเผาผลาญไกลโคเจนแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะเข้ามามีบทบาทในการสำรองพลังงานเอทีพีตั้งแต่ตอนแรกของการวิ่งและกรดแลคติกจะมีการสะสมอยู่ในระดับสูง ซึ่งจะเป็นผลดีในการปรับปรุงความสามารถในการทำงานของนักกีฬา ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัย นักกีฬามีค่าพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) เพิ่มขึ้นหลังจากที่ได้รับการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา จากนั้นโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกำหนดกิจกรรมอยู่ในความหนักสูง จึงส่งผลให้การสะสม ATP – CP มากขึ้นและกรดแลคติกมีการสะสมน้อยลงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอมรเทพ วันดี (2558) ได้ศึกษาโปรแกรมแบบหนักสลับเบาที่มีความหนักสูงในนักศึกษาเพศชาย พบว่า การฝึกที่มีช่วงความหนักสลับช่วงพัก ความสามารถทางแอโรบิกและความสามารถแอนแอโรบิกหลังฝึกดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับการฝึกซ้อมทางด้านแอนแอโรบิกไม่ควรมีการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง อาจส่งผลให้นักกีฬามีความเครียดได้ ดังนั้นโปรแกรมตามรายละเอียดของสนธยา สีสะมาด (2560) ได้กล่าวไว้ว่า ความหนัก 80 – 90 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ความบ่อย 3 – 4 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 8 – 10 สัปดาห์ ถ้าพัฒนาระบบ ATP – CP การใช้เวลาในแต่ละเที่ยวน้อยกว่า 25 วินาที ถ้าฝึกซ้อมระบบแลคเทต (ไกลโคไลซิส) การฝึกซ้อมในแต่ละเที่ยวใช้เวลาไม่น้อยกว่า 3 นาที ซึ่งโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ตรงกับหลักการดังกล่าว สรุปได้ว่า การฝึกแบบหนักสลับเบาควรมีการทำงานอยู่ในระดับความหนักพร้อมสลับกับช่วงพัก เพราะว่าการพักมีบทบาทสำคัญในการที่จะช่วยในการสร้างระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิกขึ้นมาใหม่ เพื่อสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อพร้อมใช้งานในการปฏิบัติงานในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ และที่สำคัญการทำงานต้องพัฒนาควบคู่ไปกับระบบแอโรบิกด้วย เพราะระบบแอโรบิกจะช่วยให้ร่างกายสามารถนำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายได้มากยิ่งขึ้นเท่าใด ประสิทธิภาพของการทำงานของกล้ามเนื้อก็เพิ่มมากขึ้น และส่งผลต่อการสำรองออกซิเจนในกล้ามเนื้อได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ สนธยา สีสะมาด (2560) ได้กล่าวว่า ความอดทนเป็นความสามารถของร่างกายในการที่จะปฏิบัติกิจกรรมการเคลื่อนไหวให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดช่วงเวลาที่ยาวนานจะมีความสำคัญสำหรับนักกีฬาที่ต้องรักษาระดับความเร็วหรือความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวให้คงที่ตลอดการแข่งขัน ซึ่งโดยปกติการลดต่ำลงของประสิทธิภาพและความต่อเนื่องในการเคลื่อนไหวจะเป็นผลมาจากความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีภายในร่างกายจากการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์พลังงานจากอาหาร

จะถูกใช้ไปในรูปของ เอทีพี (Adenosine Triphosphate) เพื่อถ่ายทอดพลังงานให้กับการหดตัว กลายตัวของกล้ามเนื้อแต่จำนวนเอทีพีที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อจะมีจำนวนจำกัดและจะลดลง ภายในช่วงเวลาอันสั้น ฉะนั้น เพื่อให้การหดตัวของกล้ามเนื้อดำเนินไปอย่างต่อเนื่องร่างกาย มีความจำเป็นที่จะต้องสังเคราะห์เอทีพีขึ้นใหม่ (Resynthesis) อย่างต่อเนื่อง สำหรับการ ออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องเอทีพีต้องถูกสังเคราะห์ขึ้นใหม่ในอัตราส่วนที่เท่ากับปริมาณที่ต้องการ ใช้สำหรับการทำงานของกล้ามเนื้อ และร่างกายต้องสามารถกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจาก กระบวนการเผาผลาญอาหารให้ได้อย่างสมดุลกับการผลิตขึ้นการฝึกซ้อมความอดทน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบพลังงานสำรอง (Energy = y Supply Systems) ให้สามารถ ผลิตพลังงานได้อย่างเพียงพอกับความต้องการใช้ในขณะแข่งขันและเพิ่มประสิทธิภาพในการ กำจัดของเสียออกจากร่างกายช่วยชะลอให้เกิดความเมื่อยล้าของนักกีฬาและช่วยให้นักกีฬามี ความสามารถในการที่จะปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง และการปรับปรุงความสามารถทางด้าน แอโรบิกจะมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการกำจัดแล็กเตต (Lactate Clearance) ของร่างกาย และการฝึกซ้อมทางด้านแอโรบิกจะช่วยให้กระบวนการฟื้นสภาพ (Recovery) ของร่างกายเร็วขึ้นขณะฝึกซ้อมและระหว่างการฝึกซ้อมในแต่ละครั้ง

2. จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า ผลการฝึกระหว่างโปรแกรมแบบสถานี และโปรแกรม แบบหนักสลับเบาที่มีต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตบอล ก่อนการฝึกและ หลังการฝึกของกลุ่มทดลองดีกว่ากลุ่มควบคุม เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ จากผลการวิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ยของความอดทนแบบใช้ออกซิเจน และค่าเฉลี่ยความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพลังอนาการสนิยม (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอนาการสนิยม (Anaerobic capacity) และด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 การฝึกโปรแกรมแบบสถานีและการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบาส่งผลให้ความ อดทนแบบใช้ออกซิเจนของนักกีฬาฟุตบอล กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 หลังการฝึก ดีกว่ากลุ่มควบคุม สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เป็นผลมาจากการที่กลุ่มทดลองที่ 1 ได้ทำการฝึกโปรแกรม แบบสถานีและกลุ่มทดลองที่ 2 ได้ทำการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบาทั้ง 2 กลุ่มนี้ได้ทำการฝึก จำนวน 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วันซึ่งโปรแกรมทั้ง 2 รูปแบบนี้ คือโปรแกรมที่สามารถพัฒนาระบบ ไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาได้ ซึ่งสอดคล้องกับของ (ธีรศักดิ์ อภาวัฒนาสกุล, 2552) ที่กล่าวว่า การฝึกเพื่อพัฒนสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดซึ่งวัดกระทำการฝึกโดยให้มีการเพิ่มปริมาณ โลหิตสูงสุดที่หัวใจบีบตัวต่อนาที เพิ่มปริมาณความต่างของออกซิเจนในหลอดเลือดแดง

และหลอดโลหิตดำ การออกแบบโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาศักยภาพสูงสุดทางแอโรบิก จะต้องสร้างภาระงานที่หนักเกินกว่าปกติให้กับระบบไหลเวียนโลหิตซึ่งวิธีการฝึกความอดทนของแอโรบิกที่เกิดขึ้นมาอย่างมากมายหลายวิธีดังนี้ 1. การฝึกแบบต่อเนื่อง 2. การฝึกแบบหนักสลับช่วงหรือหนักสลับเบา 3. การฝึกแบบวงจร เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยได้นำรูปแบบการฝึกดังกล่าว มาจัดสร้างโปรแกรมการฝึกแบบสถานีและโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา มาช่วยพัฒนาสมรรถภาพด้านความอดทนระบบไหลเวียนโลหิต โดยฝึกให้นักกีฬามีความอดทนแบบใช้ออกซิเจนให้มากยิ่งขึ้น เพื่อช่วยให้นักกีฬาสามารถเล่นกีฬาฟุตบอลได้ดีมากยิ่งขึ้น และเล่นได้อย่างเต็มความสามารถ มีศักยภาพอดทนต่อการเล่นในระยะเวลาช่วงของการแข่งขันในเกมนั้น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ สนธยา สีละมาด (2560) ที่กล่าวว่า ความอดทนแบบใช้ออกซิเจนเป็นสมรรถภาพพื้นฐานของนักกีฬาทุกประเภทและเป็นพื้นฐานของการพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านอื่น ๆ ในการที่จะช่วยเพิ่มปริมาณของการฝึกซ้อม (Volume) ถ้านักกีฬามีระดับความอดทนแบบใช้ออกซิเจนสูงสุดขณะออกกำลังกายร่างกายจะได้รับพลังงานส่วนใหญ่มาจากกระบบแอโรบิก (Aerobic System) ซึ่งจะทำให้การสะสมของกรดแลคติกเกิดขึ้นน้อย จึงเป็นผลทำให้ชะลอการเกิด ความเมื่อยล้าและช่วยให้นักกีฬาฟื้นสภาพได้อย่างรวดเร็วหลังการฝึกซ้อมและการแข่งขัน ส่วนในด้านของกลุ่มควบคุมที่ได้ทำการฝึกโปรแกรมปกตินั้น นักกีฬาจะทำการฝึกในเรื่องของการสร้างความคุ้นเคย หรือทักษะเฉพาะตัว เช่น การเตะบอลการเล่นลิงชิงบอล การส่งบอล ด้วยข้างเท้าด้านใน เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมของกลุ่มควบคุมนั้นจะเป็นการออกกำลังกายที่มีความหนักต่ำ - ปานกลาง โดยไม่ได้รับการฝึกที่มีความหนักสูง เช่น 2 กลุ่มทดลองที่กระทำการฝึกด้วยโปรแกรมแบบสถานีและโปรแกรมหนักสลับเบา จึงส่งผลให้นักกีฬาฟุตบอลที่อยู่ในกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีพัฒนาการหลังการฝึกดีกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งตรงกับธีรศักดิ์ อาภาวัฒนาสกุล (2552) ได้กล่าวไว้ว่า การฝึกเพื่อพัฒนาศักยภาพศักยภาพสูงสุดทางแอโรบิกจะต้องสร้างภาระงานที่เกินกว่าปกติให้กับระบบไหลเวียนโลหิต และผลการทดสอบระบบความอดทนแบบใช้ออกซิเจนของกลุ่มควบคุมที่ฝึกโปรแกรมปกติ หลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 อาจมีสาเหตุมาจากการออกกำลังกายตามปกติอย่างต่อเนื่องทุกวัน และกิจกรรมที่ปฏิบัติมีการเคลื่อนไหวของร่างกายเช่นเดียวกัน จึงอาจเป็นผลที่ทำให้กลุ่มควบคุมมีการพัฒนาความอดทนแบบใช้ออกซิเจนได้ แต่ถ้าเปรียบเทียบค่าพัฒนาการแล้ว กลุ่มทดลองมีพัฒนาการที่ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างชัดเจน

นอกจากนี้รูปแบบการฝึกที่สามารถช่วยพัฒนาสมรรถภาพด้านความอดทนแบบใช้ออกซิเจนที่ได้นำมาปรับใช้ในการพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬาแล้ว อีกส่วนหนึ่งที่นักกีฬาสามารถพัฒนาได้ดีมากขึ้นกว่าก่อนการฝึก คือระยะเวลาและการสร้างโปรแกรมเป็นส่วนสำคัญ ดังนั้น ผลการฝึกที่ดีขึ้นอาจเกิดจากการสร้างโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมที่สร้างขึ้นจำนวน 8 สัปดาห์ พบว่า นักกีฬาที่สมรรถภาพด้านความอดทนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งตรงกับวิจัยของ Cheung และคนอื่น ๆ (2003) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกโปรแกรมแบบวงจรที่มีต่อสมรรถภาพของวัยรุ่นหญิงจำนวน 8 สัปดาห์ หลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ได้นำข้อมูลมาทำการทดสอบค่าที (Independent t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนวัดซ้ำ พบว่า กลุ่มทดลองมีสมรรถภาพที่ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05 และสอดคล้องกับของ ปิยพงษ์ สายสวาท (2558) ที่ได้ทำการวิจัยศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับความก้าวหน้าต่อดัชนีมวลกายในผู้หญิงที่มีน้ำหนักเกิน อายุ 180-23 ปี ระยะเวลาในการฝึก คือ 3 วันต่อสัปดาห์ จำนวน 8 สัปดาห์ พบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05 ซึ่งผลการฝึกโดยใช้โปรแกรมแบบสถานีและโปรแกรมแบบหนักสลับเบาสามารถพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬาฟุตบอลได้เช่นเดียวกัน ผู้วิจัยจึงได้มีความสนใจนำมาสร้างโปรแกรมพัฒนานักกีฬาฟุตบอลในเรื่องของความอดทนแบบใช้ออกซิเจน ซึ่งผลของการฝึก พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโปรแกรมแบบสถานี กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา มีการพัฒนาสมรรถภาพความอดทนแบบใช้ออกซิเจนเพิ่มสูงขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05 ซึ่งอาจเป็นผลมาจากที่กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มได้ทำการฝึกโปรแกรมทั้ง 2 รูปแบบอย่างต่อเนื่อง ส่วนกลุ่มควบคุมได้ทำการฝึกโปรแกรมปกติ จึงทำให้ผลของกลุ่มทดลองนั้นแตกต่างกับกลุ่มควบคุม เพราะโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นได้จัดทำขึ้นมาเพื่อมีเป้าหมายในการพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต โดยนำหลักการฝึกมาจากทฤษฎีต่าง ๆ ในการกำหนดการฝึกเช่น ความหนัก เวลาพัก ระยะเวลาในการฝึก และรูปแบบกิจกรรม เป็นต้น ซึ่งได้ศึกษามาจากถาวร กุมทศศรี (2560) ที่ได้กล่าวว่า การฝึกความอดทนแบบใช้ออกซิเจนหรือความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนต้องคำนึงถึงข้อต่าง ๆ ดังนี้ 1. ความหนัก 2.ระยะเวลาในการฝึกแต่ละช่วง 3. ระยะเวลาในการพักแต่ละช่วง 4. การกระทำหรือปฏิบัติกิจกรรม ดังนั้น ถ้าผู้ฝึกสอนสามารถวางแผนโปรแกรมการฝึกซ้อมที่ดีและเหมาะสม ตรงกับเป้าหมายที่ต้องการพัฒนา จะส่งผลให้นักกีฬามีความสามารถและศักยภาพในการเล่นกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 การฝึกโปรแกรมแบบสถานีและการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบาส่งผลให้ความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power), ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) และด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ของนักกีฬาฟุตบอลหลังการฝึกดีกว่ากลุ่มควบคุม สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เป็นผลมาจาก

2.2.1 ผลการฝึกความความอดทนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ก่อนฝึก และหลังฝึก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เป็นผลมาจากการที่ 2 กลุ่มได้รับการฝึกโปรแกรมที่ช่วยพัฒนาความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน รูปแบบโปรแกรมทั้ง 2 โปรแกรม โปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีความใกล้เคียงกับลักษณะกิจกรรมที่นำไปใช้ในการแข่งขันกีฬาฟุตบอล ซึ่งถ้าได้วิเคราะห์แล้วนั้น สมรรถภาพที่ใช้แอโรบิกเป็นฐานและสมรรถภาพในด้านแอนแอโรบิกจึงจำเป็นสำหรับนักกีฬาฟุตบอลเช่นกัน เพราะในสนามแข่งขันกีฬาฟุตบอลมีลักษณะเกมการเล่นที่มีเอกลักษณ์ และใช้ความเร็วในช่วงสั้น ๆ สลับการเล่นอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามนอกจากนักกีฬาที่ได้รับการฝึกในเรื่องของความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนแล้วนั้น โปรแกรมทั้ง 2 รูปแบบ พบว่า สามารถพัฒนาความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้เช่นเดียวกับของถาวร กุมุทศรี (2560) ที่ได้กล่าวว่า การฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นการฝึกในความหนักระดับสูง (Hight Interval) และช่วงของการผ่อนคลาย (Relife Interval) เป็นช่วงพักลับกับช่วงการทำงาน เมื่อพิจารณาถึงการผลิตพลังงานการทำงานแบบหนักสลับเบาและการทำงานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งความแตกต่างจะมาจากหนึ่ง ถ้าให้นักกีฬาวิ่งอย่างต่อเนื่องเร็วเท่าที่จะสามารถได้ไกลในเวลาหนึ่งนาที เปรียบเทียบการทำงานลักษณะนี้กับการทำงานแบบสลับช่วงพักให้นักกีฬาวิ่งด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วที่สามารถทำได้ในตอนแรกแต่ให้วิ่งเพียง 10 วินาที และตามด้วยการผ่อนคลาย 30 วินาที และกระทำซ้ำเหมือนเดิม 6 ครั้งสุดท้าย นักกีฬาจะมีความทำงานเท่าเดิม (60 วินาที ที่ความหนักเดิม) แต่ระดับความเมื่อยล้าจากการวิ่งแบบหนักสลับเบาจะต่ำกว่าสอง เมื่อพิจารณาทางด้านสรีรวิทยาจะพบว่า หนักสลับเบาเปรียบเทียบกับการทำงานอย่างต่อเนื่องจะมีความแตกต่างกัน ขณะช่วงเวลาของการวิ่งแบบหนักสลับเบาการสำรองพลังงาน โดยระบบแลคเตตจะน้อยกว่าการสำรองขณะวิ่งอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากขณะวิ่งแบบหนักสลับเบาจะได้รับพลังงานส่วนใหญ่มาจากระบบอแลคเตต การผลิตกรดแลคติกจึงเกิดขึ้นน้อยกว่า ดังนั้น ความเมื่อยล้าจึงเกิดขึ้นน้อยจากการทำงานแบบหนักสลับเบาเช่นเดียวกับผลการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนในนักกีฬาฟุตบอล พบว่า กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา มีค่าดัชนีความล้าลดลงหลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6

และสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่มีค่าดัชนีความล้าเพิ่มสูงขึ้น เมื่อกลุ่มทดลองที่ 2 มีการฝึกระดับความหนักที่สูงการฝึกซ้อมเพิ่มมากขึ้นจะสามารถรักษาระดับของการทำงานไว้ได้ตลอดทุกการฝึกซ้อม ซึ่งสอดคล้องกับของสมชาติ และคนอื่น ๆ (2561, พฤษภาคม-สิงหาคม) กล่าวว่า ค่าดัชนีความล้ายังน้อยสมรรถภาพทางแอนแอโรบิกยังดีขึ้น ผู้ที่มีสมรรถภาพทางแอนแอโรบิกมีการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่องย่อมส่งผลดีต่อสมรรถภาพแอนแอโรบิก นอกจากนี้การฝึกแบบหนักสลับเบา พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 ที่ทำการฝึกโปรแกรมแบบสแตชันีมีผลการฝึกหลังสัปดาห์ที่ 4, 6 และสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมเช่นเดียวกับกลุ่มทดลองที่ 2 ดังนั้น การฝึกแบบสแตชันีส่งผลให้เกิดการพัฒนาด้านสมรรถภาพความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้ ซึ่งสอดคล้องกับสมชาติ และคนอื่น ๆ (2561, พฤษภาคม-สิงหาคม) ได้ศึกษาการวิจัยครั้งนี้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับโปรแกรมการฝึกแบบวงจร จำนวน 8 สัปดาห์โดยเปรียบเทียบระยะเวลาการฝึกมีความแตกต่างกัน ส่งผลดีต่อสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก และทั้งนี้ เนื่องมาจากการเคลื่อนไหวของร่างกายอย่างสม่ำเสมอและ ต่อเนื่องและส่งผลดีต่อการพัฒนาความแข็งแรงและความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจการฝึกซ้อมเป็นประจำส่งผลต่อความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Surgeons (1991) ระบุว่าโปรแกรมการฝึกซ้อม (training program) น่าจะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการ เพิ่มความแข็งแรง (strength) กำลัง (power) ความทนทาน (endurance) และความเร็ว (speed) ซึ่งมีความสำคัญสำหรับ นักกีฬาฟุตบอลทุกคน โปรแกรมการฝึกเน้นเฉพาะด้าน (specific training program) ที่จะเสริมสร้างพัฒนาสมรรถภาพทางกาย ให้เกิดขึ้นกับนักกีฬาย่อมส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มประสิทธิภาพ สมรรถภาพทางแอนแอโรบิก ดังนั้น จุดเริ่มล้าในการฝึกซ้อมมีความสำคัญในการพัฒนาสมรรถภาพทางแอนแอโรบิก ถ้ามีการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่องและอยู่ในความหนักที่เหมาะสม จะส่งผลให้นักกีฬาสามารถฟื้นฟูร่างกายและสามารถเล่นกีฬาได้มีศักยภาพมากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับของ Robergs (1997) ได้ศึกษาว่าจุดเริ่มล้าในขณะการฝึกซ้อมและแข่งขัน เพื่อนำผลไปวางแผนโปรแกรมในการขยายจุดเริ่มล้าให้ยาวนานมากขึ้นและการพัฒนาจุดเริ่มล้าจะช่วยพัฒนาความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตและการเมื่อยล้าอาการกรดแลคติกได้

สรุปได้ว่า นักกีฬาฟุตบอลโรงเรียนวัดราชพิพิธที่ได้รับการฝึกโปรแกรมแบบสแตชันีและโปรแกรมแบบหนักสลับเบา มีผลสมรรถภาพทางความอดทนแบบใช้ออกซิเจนและสมรรถภาพความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน หลังการฝึกดีกว่าก่อนการฝึก และมีค่าพัฒนาการสมรรถภาพที่ดีขึ้นเป็นลำดับ ถึงแม้ว่าผลการทดสอบหลังการฝึกไม่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก อาจเกิดจากปัจจัยแทรกซ้อนในการควบคุมความหนักในขณะทำการฝึก หรือเป็นผลที่ต้องใช้ระยะเวลานานขึ้น

ปัจจัยนี้ สามารถนำไปพัฒนาในการทำวิจัยครั้งต่อไปให้ดีและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นได้ ดังนั้น การฝึกโปรแกรมแบบสถานีและการฝึกแบบหนักสลับเบาสามารถพัฒนาความอดทนของระบบ ไหลเวียนโลหิตได้ดีกว่าโปรแกรมปกติ

ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย

1. โปรแกรมการฝึกแบบสถานีและโปรแกรมแบบหนักสลับเบาเป็นโปรแกรมที่มีความเฉพาะเจาะจงในการพัฒนาความอดทนระบบไหลเวียนโลหิต ซึ่งเป็นสมรรถภาพที่มีความจำเป็นในการเล่นกีฬาทุกชนิด สามารถนำโปรแกรมทั้ง 2 โปรแกรมไปปรับใช้ในการฝึกซ้อมกีฬาได้
2. การฝึกโปรแกรมสถานีและโปรแกรมหนักสลับเบา อาจมีการปรับเปลี่ยนกิจกรรมที่ทำหายเพิ่มมากขึ้นและลดการใช้อุปกรณ์ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการฝึก
3. การฝึกโปรแกรมแบบสถานีและโปรแกรมหนักสลับเบานั้นต้องมีความแข็งแรงเป็นพื้นฐานอย่างมาก เพราะลักษณะของโปรแกรมที่ใช้มีความหนักสูง ยังไม่เหมาะสำหรับนักกีฬาที่เริ่มเล่นใหม่ อาจส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บได้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. โปรแกรมการฝึกแบบสถานีและโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา สามารถปรับเปลี่ยนกิจกรรม โดยการใช้ทักษะเฉพาะของกีฬาฟุตบอลมาใช้ในการฝึกควบคู่ไปกับการพัฒนาความอดทนระบบไหลเวียนโลหิต
2. ค้นคว้ารูปแบบการฝึกสมัยใหม่ ที่ช่วยพัฒนาความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตบอล
3. ศึกษาผลของการฝึกโปรแกรมในสมรรถภาพด้านอื่น ๆ เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความเร็ว พลัง เป็นต้น

บรรณานุกรม

- Antonio paoli. (2013, (January)). Effect of high – intensity circuit training, low-intensity circuit training and endurance training on blood pressure and lipoproteins in middle-aged overweight men. *Biomedical Sciences*, 12, 131
- Australian Institute of Sports. (2013). *The physiological test for elite athletes (2nd ed.)*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Cheung, Catherine Y W, และ Gabriel Y F Ng eds. (2003). An eight- week exercise Programmer improves physical fitness offemaleadolescents. *Physiotherapy*, 89(4), 249-255.
- Clack, J. (1992). *Full life fitness : A complete exercise program for mature adult*. Champaign: Human Kinetics.
- Cotton, D. J. (1968, March). "A Modified Step Test for Group Cardiovascular Testion. *Research Quarterly*, 42, 91 - 95.
- DRAPER, N. a. W., G. (1997). Hear's a new runing based test of anaerobic performance for which you need only a stopwatch and a calculator. *Health and Human Development*, 96(1), 3-5.
- Heywood, V. (1998). *Advance Fitness Assessment & Exercise Prescription (3)*. Leeds: Human Kinetics.
- Kelso, T. (2005). *The interval training manual: 520+ interval running workouts for all sports and abilities.*: Coaches Choice Books.
- Kraemer, W. J., Fleck, S. J., & Deschenes, M. R. (2016). *exercise physiology: Integrating theory and application (2nd ed.)*. Philadelphia: Wolters Kluwer.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2016). *Essentials of exercise physiology (5th ed.)*. Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Power, K. S., & Howley, T. E. (2001). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance (4th ed.)*. New York: McGraw-Hill.
- Ramos, D. J., Rubio, J. A., Carrasco, M., & Alcaraz, P. E. (2016). Physical performance of elite and sub-elite Spanish female futsal players. *Biology of Sport*, 33(3), 297-304.

- Robergs, R. A., & Roberts, S (1997). *Exercise physiology: Exercise, performance and clinical applications*. Exercise physiology: Exercise, performance and clinical applications: MO: Mosby.
- Sijie, T., Hainai, Y., Fengying, Y., และ Jianxiong, W. (2012). High intensity interval exercise training in overweight young women. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52(3), 255-262.
- Surgeons, A. A. o. O. (1991). *Athletic training and sport medicine (2nd ed)*. Chicago: Lippincott Williams and Wilkins.
- Tjonna, A. E., Stolen, T. O., Bye, A., Volden, M., Slordahl, S. A., Odegard, R., Skogvoll, E., และ Wisloff, U. (2009). Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clinical Science*, 116(4), 317-326.
- Wilmore, J. H., และ Costill, D. L. (1994). *Physiology of sport and exercise*. Champaign: Human Kinetics.
- Ziemann E., Grywacz T., L. k. M., และ R., O. R., and Gibson A,. (2011). Aerobic and Anaerobic change high – intensity Interval Training in Active College-Aged Men. *Journal of strength of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 1104 - 1112.
- Zupan, M. F., Arata, A. W., Dawson, L. H., Wile, A. L., Payn, T. L., & Hannon, M. E. (2009). Wingate anaerobic test peak power and anaerobic capacity classifications for men and women intercollegiate athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2,598-592,604.
- กรมพลศึกษากระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2555). คู่มือผู้ฝึกสอนกีฬาฟุตซอล T – Certificate : *Futsal Coaching guide* (พ. 1). กรุงเทพฯ: กิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์.
- กันตพิชญ์ สมคง. (2554). ผลของการฝึกโปรแกรมการเคลื่อนที่ทางกีฬาบาสเกตบอลที่มีต่อความคล่องแคล่วว่องไวและสมรรถภาพแอโรบิกของนักกีฬาบาสเกตบอลหญิงระดับเยาวชน. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. (ปริญญาณิพนธ์ วท.ม. วิทยาศาสตร์การกีฬา).

- กิตติศักดิ์ วงษ์ดนตรี. (2558). ผลของการฝึกความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบาที่มีต่อน้ำหนักตัวและสมรรถภาพทางกายของนักกีฬามวยปล้ำ. กีฬามหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. (ปริญญาณิพนธ์ วท.บ. วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา).
- จตุรงค์ เหมรา. (2560). หลักการและการปฏิบัติ : การทดสอบสมรรถภาพทางกาย (พ. 1). ลำปาง: ลำปางบรรณกิจพริ้นติ้ง.
- เจริญ กระบวนรัตน์. (2557). วิทยาศาสตร์การฝึกสอนกีฬา. กรุงเทพฯ ฯ: สนิธนาทอปปี้เซนเตอร์.
- ถาวร กุมุทศรี. (2560). การสร้างเสริมสมรรถภาพทางกาย *Physical Fitness Conditioning* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ห.จ.ก. มีเดีย เพรส.
- ธีรศักดิ์ อภาวัฒนาสกุล. (2552). หลักวิทยาศาสตร์ในการฝึกกีฬา (พ. 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นริรัตน์ บุตรบุญบัน. (2555). ระดับความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักศึกษาศาสนาการพลศึกษาวิทยาเขตชลบุรี. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ ฯ. (ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (สาขาวิชาพลศึกษา)).
- นิรุทธิ์ สุขดี. (2558). ผลของการออกกำลังกายโดยใช้โบซบอลที่มีผลต่อการทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและระบบไหลเวียนโลหิตของเด็กออทิสติก. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 10(2), 335-349.
- บรรจง เรืองสุขสุด. (2560, กันยายน - ธันวาคม). ผลของการฝึกแบบสลับช่วงพักที่มีต่อสมรรถภาพทางแอนแอโรบิกความอดทนและความเร็วในนักเรียนชาย. วารสารการบริหารและนันทนาการศึกษา, 3(8), 104-115.
- ปิติรัฐ คงทองคำ. (2561). การพัฒนารูปแบบการทดสอบความเร็วสูงสุดแบบซ้ำเชิงแอนแอโรบิกสำหรับกีฬาฟุตบอล. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. (ดุขนิพนธ์ ปร.ด. (สาขาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา)).
- ปิยพงษ์ สายสวาท. (2558). ผลของโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาพร้อมกับหลักการความก้าวหน้าต่อดัชนีมวลกายองค์ประกอบของร่างกายและความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดของนักศึกษาหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. (ปริญญาณิพนธ์ วท.บ. วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา).
- ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย. (2549). การทดสอบสมรรถภาพทางกาย. สารวิทยาศาสตร์การกีฬา, 7(76), 13-15.
- พีรพงศ์ บุญศิริ. (2544). โภชนาการและการออกกำลังกาย (มปป). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

- ภรณ์ญู สกุลชิต. (2559, มกราคม – มิถุนายน). ภาผลของการฝึกแบบวงจรที่มีต่อความคล่องแคล่ว ความอดทนและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักกีฬาเทเบิลเทนนิส. วารสารบัณฑิตวิจัย, 7(1), 115–124.
- มณีนทร รัชชบำรุง. (2546). ผลการฝึกวิ่งแบบต่อเนื่องควบคู่กับการฝึกวิ่งแบบอินเทอร์วาล ที่มีต่อ แอนแอโรบิคเทรชไฮล ปริมาณฮีมาโตคริต และความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา).
- สกายบุ๊กส์. (2550). ฟุตซอล รวม กฎ กติกาและพื้นฐานการเล่น (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สกายบุ๊กส์.
- สนธยา สีละมาด. (2557). กิจกรรมทางกายเพื่อสุขภาพ *Physical Activities for Wellness* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สนธยา สีละมาด. (2560). หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมชาติ, บ., ณัฏสวรรณ, ธ., และ อรัทยา, ถ. (2561, พฤษภาคม-สิงหาคม). ผลของผลิตภัณฑ์นมรส ช็อกโกแลตที่มีต่อสมรรถภาพทางแอนแอโรบิกและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬา ฟุตบอล. วารสารวิทยบริการ, 29(2), 161-171.
- สมบัติ กาญจนกิจ, และ สมหญิง จันทูไทย. (2541). พฤติกรรมการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2560). การทดสอบ สมรรถภาพทางกายภาคสนามกีฬาฟุตบอล – ฟุตซอล วอลเลย์บอล แบดมินตัน (มปป). กรุงเทพฯ: บริษัท ชัน แพ็คเก็ตจิ้ง (2014) จำกัด.
- หทัยชนก เสาร์แก้ว. (2559). ผลการออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยโปรแกรมฝึกแบบวงจรที่มีต่อ สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพของเด็กชายอายุ 9 ปีที่มีภาวะน้ำหนักเกิน. บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (ปริญญาโท กศ.ม. การจัดการ เรียนรู้พลศึกษา).

อมรเทพ วันดี. (2558). การเปรียบเทียบผลของการฝึกต่อเนื่อง การฝึกหนักสลับเบา และการฝึกหนักสลับเบาที่ความหนักสูง ที่มีต่อสมรรถภาพทางกายในนักศึกษาชาย สาขาวิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. สถาบันวิจัยและพัฒนา บุรีรัมย์.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
แบบทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน
(Multistage Fitness Test : Beep Test)

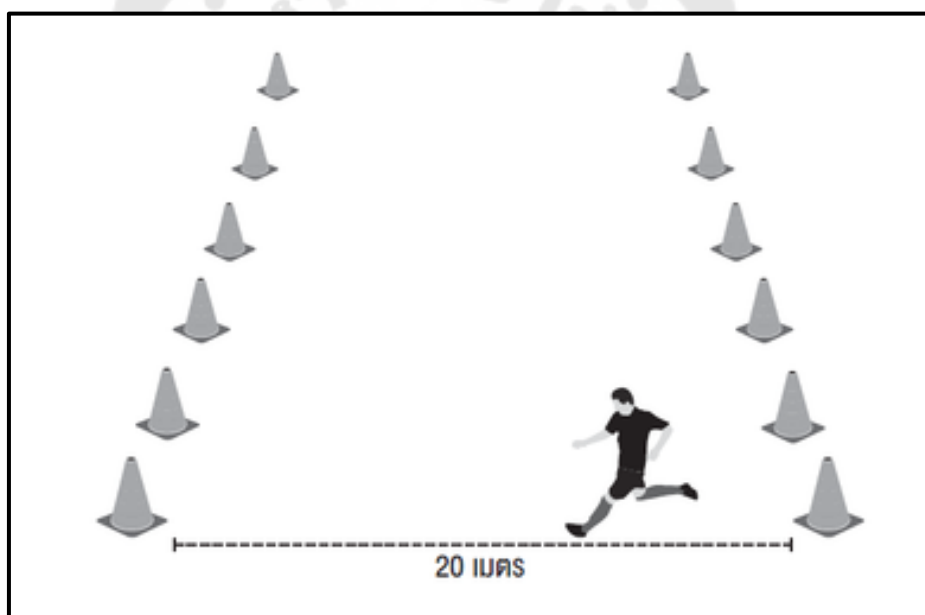
แบบทดสอบ

แบบทดสอบ Multistage Fitness Test (Beep Test)

วัตถุประสงค์ : เพื่อวัดสมรรถภาพด้านการสังเคราะห์พลังงานแบบใช้ออกซิเจน

วิธีการทดสอบ : นักกีฬาจะวิ่งไปและกลับในระยะ 20 เมตร โดยนักกีฬาจะต้องวิ่งให้ทันตามความเร็วที่กำหนดจากสัญญาณเสียง ซึ่งจะเพิ่มทุกนาที ๐.๕ กม/ชม. หากนักกีฬาไม่สามารถที่จะรักษาระดับความเร็วในการวิ่งทันตามสัญญาณเสียงที่กำหนดได้ต่อเนื่องสองเที่ยวจะยุติการทดสอบ

การบันทึกผล : บันทึกจำนวนชั้น (Level) และจำนวนเที่ยว (Shuttle) ที่ทำได้ เพื่อคำนวณหาค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max)



ภาพประกอบ 20 การทดสอบ Multistage Fitness Test (Beep Test)

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษากระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2560)

ใบบันทึกผลการทดสอบ Multistage Fitness Test (Beep Test)

Beep Test Recording Sheet

Date: _____ Time: _____ Conditions: _____

Level 1	1 2 3 4 5 6 7
Level 2	1 2 3 4 5 6 7 8
Level 3	1 2 3 4 5 6 7 8
Level 4	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Level 5	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Level 6	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Level 7	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Level 8	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Level 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Level 10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Level 11	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Level 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Level 13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
Level 14	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
Level 15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
Level 16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
Level 17	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
Level 18	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
Level 19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
Level 20	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
Level 21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

* circle the level reached for each participant, and write their name next to that line.

©topendsports.com for detailed instructions for conducting the beep test, see http://www.topendsports.com/testing/tests/20m_shuttle.htm

ภาพประกอบ 21 ใบบันทึกผลการทดสอบ Multistage Fitness Test (Beep Test)

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษากระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.

(2560)

ตารางแสดงค่าประมาณ VO₂max จากการวิ่งต่อเนื่องระยะ 20 เมตร

Multistage Fitness Test (Beep Test)

Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max
4	2	26.8		5	2	30.2
4	4	27.6		5	4	31.0
4	6	28.3		5	6	31.8
4	9	29.5		5	9	32.9

Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max
6	2	33.6		7	2	37.1
6	4	34.3		7	4	37.8
6	6	35.0		7	6	38.5
6	8	35.7		7	8	39.2
6	10	36.4		7	10	39.9

Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max
8	2	40.5		9	2	43.9
8	4	41.1		9	4	44.5
8	6	41.8		9	6	45.2
8	8	42.4		9	8	45.8
8	11	43.3		9	11	46.8

Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max
10	2	47.4		11	2	50.8
10	4	48.0		11	4	51.4
10	6	48.7		11	6	51.9
10	8	49.3		11	8	52.5
10	11	50.2		11	10	53.1
				11	12	53.7

ภาพประกอบ 22 ตารางแสดงค่าประมาณ VO₂max จากการวิ่งต่อเนื่องระยะ 20 เมตร

Multistage Fitness Test (Beep Test) level 4-11

ที่มา : LEGER, L.A. and LAMBERT, J. (1982)

ตารางแสดงค่าประมาณ VO₂max จากการวิ่งต่อเนื่องระยะ 20 เมตร

Multistage Fitness Test (Beep Test) (ต่อ)

Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max
12	2	54.3		13	2	57.6
12	4	54.8		13	4	58.2
12	6	55.4		13	6	58.7
12	8	56.0		13	8	59.3
12	10	56.5		13	10	59.8
12	12	57.1		13	13	60.6

Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max
14	2	61.1		15	2	64.6
14	4	61.7		15	4	65.1
14	6	62.2		15	6	65.6
14	8	62.7		15	8	66.2
14	10	63.2		15	10	66.7
14	13	64.0		15	13	67.5

Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max
16	2	68.0		17	2	71.4
16	4	68.5		17	4	71.9
16	6	69.0		17	6	72.4
16	8	69.5		17	8	72.9
16	10	69.9		17	10	73.4
16	12	70.5		17	12	73.9
16	14	70.9		17	14	74.4

ภาพประกอบ 23 ตารางแสดงค่าประมาณ VO₂max จากการวิ่งต่อเนื่องระยะ 20 เมตร

Multistage Fitness Test (Beep Test) level 12 - 17

ที่มา : LEGER, L.A. and LAMBERT, J. (1982)

ตารางแสดงค่าประมาณ VO₂max จากการวิ่งต่อเนื่องระยะ 20 เมตร
Multistage Fitness Test (Beep Test) (ต่อ)

Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max
18	2	74.8		19	2	78.3
18	4	75.3		19	4	78.8
18	6	75.8		19	6	79.2
18	8	76.2		19	8	79.7
18	10	76.7		19	10	80.2
18	12	77.2		19	12	80.6
18	15	77.9		19	15	81.3

Level	Shuttle	VO ₂ max		Level	Shuttle	VO ₂ max
20	2	81.8		21	2	85.2
20	4	82.2		21	4	85.6
20	6	82.6		21	6	86.1
20	8	83.0		21	8	86.5
20	10	83.5		21	10	86.9
20	12	83.9		21	12	87.4
20	14	84.3		21	14	87.8
20	16	84.8		21	16	88.2

ภาพประกอบ 24 ตารางแสดงค่าประมาณ VO₂max จากการวิ่งต่อเนื่องระยะ 20 เมตร
Multistage Fitness Test (Beep Test) level 18 - 21

ที่มา : LEGER, L.A. and LAMBERT, J. (1982)

ตารางแสดงระดับค่าประมาณ VO₂max (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)
ตามช่วงอายุ

Age	Very Poor	Poor	Fair	Good	Excellent	Superior
13-19	<35	35 - 37	38 - 44	45 - 50	51 - 55	>55
20-29	<33	33 - 35	36 - 41	42 - 45	46 - 52	>52
30-39	<31	31 - 34	35 - 40	41 - 44	45 - 49	>49
40-49	<30	30 - 32	33 - 38	39 - 42	43 - 47	>48
50-59	<26	26 - 30	31 - 35	36 - 40	41 - 45	>45
60+	<20	20 - 25	26 - 31	32 - 35	36 - 44	>44

ภาพประกอบ 25 ตารางแสดงระดับค่าประมาณ VO₂max (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) ตามช่วงอายุ

ที่มา : Heywood (1998)



ภาคผนวก ข

แบบทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(Running - based Anaerobic Sprint Test :RAST)

แบบทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST))

วัตถุประสงค์ : เพื่อวัดสมรรถภาพด้านการสังเคราะห์พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน

วิธีการทดสอบ : นักกีฬาเริ่มต้นวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด เป็นระยะทาง 35 เมตร จากนั้น นักกีฬาวิ่งในเที่ยวที่สอง โดยออกตัวเริ่มจากจุดเริ่มต้นอีกด้านหนึ่ง มีเวลาพักแต่ละเที่ยว 10 วินาที ซึ่งนักกีฬาจะต้องทำการทดสอบทั้งหมด 6 เที่ยว

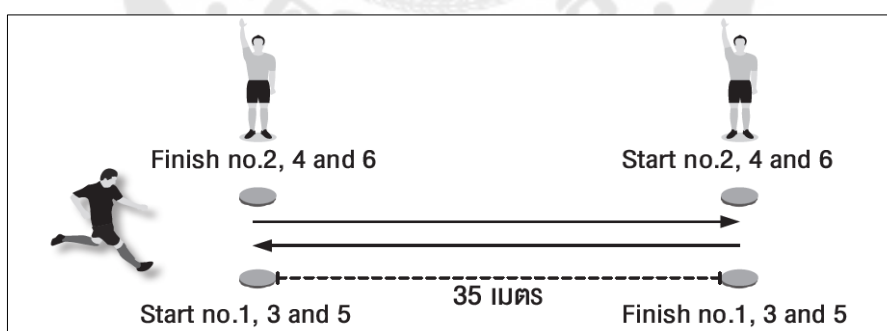
การบันทึกผล : บันทึกเวลาในแต่ละ (หน่วยเป็นวินาที) ที่วิ่งที่นักกีฬาทำได้ เพื่อนำไป คำนวณหาค่า Anaerobic power, Anaerobic capacity และ Fatigue index

การคำนวณค่า Anaerobic power, Anaerobic capacity และ Fatigue index

นำเวลาที่วิ่งได้ในแต่ละเที่ยว แปลงเป็น หน่วย กำลังวัตต์ ดังนี้

$$\text{กำลังวัตต์} = \frac{[\text{น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)} \times \text{ระยะทาง}^2 (\text{เมตร}^2)]}{\text{เวลา}^3 (\text{วินาที}^3)}$$

- ค่า Anaerobic power (วัตต์) = กำลังสูงสุดที่ได้จากการวิ่ง 6 เที่ยว
- ค่า Anaerobic capacity (วัตต์) = ค่าเฉลี่ยของกำลังจากการวิ่งทั้ง 6 เที่ยว
- ค่า Fatigue index (%) = $\frac{[\text{กำลังวัตต์สูงสุด} - \text{กำลังวัตต์ต่ำสุด}]}{\text{เวลารวมในการวิ่งทั้ง 6 เที่ยว}}$



ภาพประกอบ 26 การทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST))

ที่มา : สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษากระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.
(2560)

แบบบันทึกการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน
(Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST))

Athlete's Weight		No..... GROUP.....ครั้งที่	
Run	Time	Power	
1	seconds	watts	Calculate
2	seconds	watts	Maximum Power watts
3	seconds	watts	Minimum Power watts
4	seconds	watts	Average Power watts
5	seconds	watts	Fatigue Index watts/sec
6	seconds	watts	

ภาพประกอบ 27 แบบบันทึกการทดสอบความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST))

ที่มา : DRAPER, N. and WHYTE, G (1997)

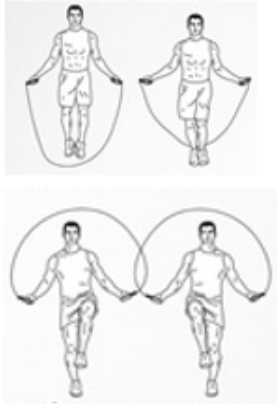


ภาคผนวก ค

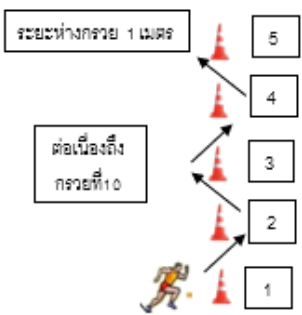
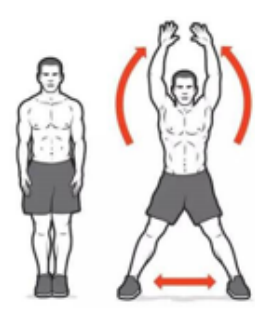
โปรแกรมฝึกแบบสถานี (Circuit Training)

คู่มือโปรแกรมการฝึกแบบสถานี (Circuit Training)

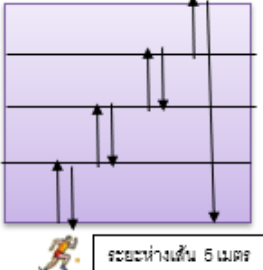
ที่มีผลต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตบอล โรงเรียนวัดราชบพิธ
โปรแกรมการฝึกแบบสถานี (Circuit Training) มีจุดมุ่งหมายพัฒนาความอดทนระบบไหลเวียน
โลหิตของนักกีฬา โดยใช้เวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ สัปดาห์ที่ 1- 8 ฝึกปฏิบัติสัปดาห์ละ 3 วัน
คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ เวลา 16.00 - 17.00 น. โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ท่า	ภาพประกอบ	วิธีการปฏิบัติ
สถานีที่ 1 กระโดดเชือก	 ที่มา : https://men.kapook.com/view131125.html	ท่าเตรียม - ยืนตัวตรง เขยิบตรงกลางของเชือกแล้วดึงปลายเชือกทั้งสองข้างขึ้น ซึ่งปลายด้านจับควรต้องเสมอกับระดับของรักแร้พอดี กว้างของหัวไหล่ แขนทั้งสองข้างแนบข้างลำตัวไว้ ขั้นตอนการฝึก 1. ใช้ข้อมือและแขนช่วงล่างในการแกว่งเชือก 2. กระโดดข้ามเชือกไม่ให้เกิน 1-2 นิ้วเพื่อช่วยลดการกระแทกของข้อเท้าและหัวเข่า 3. กระโดดเท้าคู่และกระโดดลงด้วยปลายเท้า ควรย่อหัวเข่าด้วยเสมอและพยายามอย่าให้ส้นเท้าโดนพื้น 4. ทำไปเรื่อย ๆ จนครบตามกำหนด
สถานีที่ 2 วิ่งข้ามรั้ว	ระยะห่างรั้วคือ 40 เซนติเมตร 	ท่าเตรียม - เตรียมพร้อมในการวิ่ง ขั้นตอนการฝึก 1. ได้ยินสัญญาณนกหวีด วิ่งออกจากกรวยแล้ววิ่งข้ามรั้วเล็ก 2. ก้าวเท้าข้างที่ถนัดข้ามรั้ว และตามด้วยเท้าอีกข้าง วิ่งข้ามรั้วเล็กจำนวน 10 รั้ว ปฏิบัติเช่นเดิมจนหมดเวลาตามที่กำหนด

โปรแกรมการฝึกแบบสถานี (Circuit Training) (ต่อ)

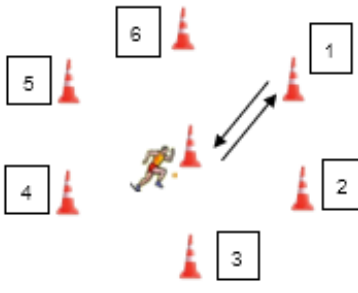
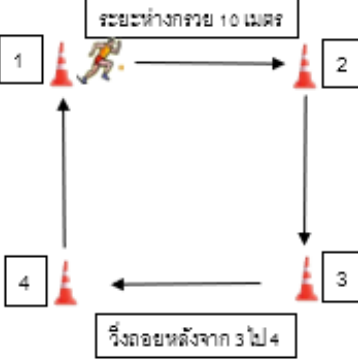
ท่า	ภาพประกอบ	วิธีการปฏิบัติ
สถานีที่ 3 วิ่งขึ้น-ลงบันได		ท่าเตรียม - เตรียมวิ่งก้าวขึ้น-ลงบันได ขั้นตอนการฝึก 1. เริ่มต้นโดยวิ่งก้าวขึ้นบันไดที่ละ 1 ชั้น วิ่งจนถึงชั้น 2 (จำนวน 20 ชั้น) 2. จากนั้นวิ่งลงกลับมาที่ละ 1 ชั้นจนถึง จุดเริ่มต้น ปฏิบัติจนครบตามเวลาที่กำหนด
สถานีที่ 4 วิ่งสลับฟันปลา		ท่าเตรียม - ยืนในท่าเตรียมพร้อมที่จุดเริ่มต้น กรวยที่ 1 ขั้นตอนการฝึก 1. วิ่งไปข้างหน้าโดยผ่านกรวยอย่างรวดเร็ว ในลักษณะเป็นแนวทแยงโดยเริ่มจากเท้า ขวาเป็นเท้าหลักและก็ตามด้วยเท้าซ้าย 2. เปลี่ยนทิศทางสลับเท้าซ้ายเป็นเท้าหลัก ตามด้วยเท้าขวาจนสิ้นสุดกรวยที่ 10 พลิกตัววิ่งเร็วอีก 10 เมตร
สถานีที่ 5 กระโดดตบ	 ที่มา : การกระโดดตบ (2562) http://www.liekr.com/detail/pcbek9gsRe	ท่าเตรียม - ยืนยืดตัวตรง ออกผายไหล่ผึ่ง ทั้งสองมือ แนบข้างลำตัว ขั้นตอนการฝึก 1. เริ่มต้นโดยการยืนตรงและกระโดด เท้า กางออกด้านข้างเอนตัวมาทางด้านหน้า พร้อมโก่งบั้นท้ายขึ้นเล็กน้อย 2. เหยียดแขนเหนือศีรษะกระโดดพร้อมกับ การกางเท้าออก ทำสลับกันไปเรื่อย ๆ ทำ เช่นนี้ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จนครบจำนวนเซต

โปรแกรมการฝึกแบบสถานี (Circuit Training) (ต่อ)

สถานีที่ 6 วิ่งกลับตัว แตะเส้น	 ระยะทางเส้น 5 เมตร	ทำเตรียม - ผู้รับการฝึกยืนหลังเส้นเริ่ม ปลายเท้าไม่ล้ำเส้นเริ่ม ขั้นตอนการฝึก 1. เมื่อได้ยินสัญญาณ "เริ่ม" ให้วิ่ง Speed ไปแตะเส้นตามที่กำหนด และกลับตัวมายังเส้นเริ่ม 2. โดยวิ่งแตะเส้นจำนวน 4 เส้น หลังจากนั้นปฏิบัติจนครบตามเวลาที่กำหนด
สถานีที่ 7 วิ่งตบเท้า ข้ามช่องบันได	 ที่มา : ประโยชน์ของ สปีด แลดเดอร์ (2562) https://sites.google.com/site/speedladder-pravochon-khong-spid-laedde-xr-speed-ladder	ทำเตรียม - เริ่มต้นที่ขั้นแรกของช่องบันได ขั้นตอนการฝึก 1. เมื่อได้ยินสัญญาณ "เริ่ม" ให้วิ่งด้วยปลายเท้าก้าวตามช่องที่ละ 1 ช่องอย่างรวดเร็ว จนครบตามช่องบันไดที่กำหนดให้ 2. จากนั้นวิ่งเหยาะ ๆ กลับไปยังจุดเริ่มต้น และปฏิบัติซ้ำ ๆ ปฏิบัติจนครบตามเวลาที่กำหนด
สถานีที่ 8 กระโดดบิตตัว	 ที่มา : กระโดดบิตตัว (2562) https://www.menshealth.com.sg/fitness/plyometrics-beginners-jumps	ทำเตรียม - ยืนเท้าคู่พร้อม ยืนทรงตัวให้ดี ขั้นตอนการฝึก 1. เมื่อได้ยินสัญญาณ "เริ่ม" ให้กระโดดเท้าคู่ โดยเริ่มกระโดดบิตลำตัวไปทางด้านซ้าย และสลับกับทางด้านขวาอย่างต่อเนื่อง 2. ปฏิบัติจนครบตามเวลาที่กำหนด

ภาพประกอบ 30 โปรแกรมฝึกแบบสถานีที่ 6 – 8

โปรแกรมการฝึกแบบสถานี (Circuit Training) (ต่อ)

สถานีที่ 9 วิ่งแตะกรวย	ระยะห่างกรวย 5 เมตร 	<u>ทำเตรียม</u> - ยืนในท่าเตรียมพร้อมที่จุดเริ่มต้น <u>ขั้นตอนการฝึก</u> 1. เมื่อได้ยินสัญญาณเริ่มให้วิ่ง sprint ไปที่กรวยที่ 1 และวิ่งถอยหลังกลับมาที่จุดเริ่มต้น 2. จากนั้นวิ่ง sprint ไปที่กรวยที่ 2 และวิ่งถอยหลังกลับมาที่จุดเริ่มต้น ทำเช่นนี้จนครบตามจำนวน 6 กรวยและเวลาที่กำหนด
สถานีที่ 10 วิ่งสี่เหลี่ยม	ระยะห่างกรวย 10 เมตร  วิ่งถอยหลังจาก 3 ไป 4	<u>ทำเตรียม</u> - ยืนในท่าเตรียมพร้อมที่จุดเริ่มต้น กรวยที่ 1 <u>ขั้นตอนการฝึก</u> 1. เมื่อพร้อมให้เริ่มจากการวิ่งเร็วมาถึงกรวยที่ 2 และเปลี่ยนทิศทางไปทางด้านขวาทันที 2. ต่อไปทางด้านขวามาถึงกรวยที่ 3 และเปลี่ยนทิศทางจากการวิ่งเร็วเป็นวิ่งถอยหลังทันทีมาถึงกรวยที่ 4 3. หลังจากกรวยที่ 4 ให้เปลี่ยนทิศทางไปทางซ้ายทันทีและวิ่งเร็วมาถึงกรวยที่ 1 4. ปฏิบัติจนครบตามเวลาที่กำหนด

โปรแกรมการฝึกแบบสถานี (Circuit Training) (ต่อ)

สถานีที่ 11 ขึ้นและสลับ	 ความสูงของชั้นอัฒจันทร์ คือ 30 เซนติเมตร ที่มา : Step test (2562) https://www.appannie.com/en/apps/google-play/app/com.jsdev.threeMinuteStepTest/	<u>ทำเตรียม</u> - ยืนในท่าเตรียมพร้อมที่จุดเริ่มต้น หันหน้าเข้าชั้นที่ 1 ของอัฒจันทร์ <u>ขั้นตอนการฝึก</u> 1. เมื่อพร้อมให้เริ่มจากการนำเท้าซ้ายและบนอัฒจันทร์ขั้นที่ 1 และทำสลับกันกลับเท้าขวาอย่างต่อเนื่อง 2. ปฏิบัติจนครบตามเวลาที่กำหนด
สถานีที่ 12 กระโดดเท้าคู่	 ที่มา : กระโดดเท้าคู่ (2562) https://sites.google.com/site/speetladder	<u>ทำเตรียม</u> - ยืนในท่าเตรียมพร้อมที่จุดเริ่มต้น <u>ขั้นตอนการฝึก</u> 1. เมื่อพร้อมให้เริ่มจากการกระโดดเท้าคู่ข้ามช่องบันไดไปด้านหน้า 2. กระโดดเท้าคู่คร่อมช่องบันไดไปข้างหน้า 3. ทำสลับกันจนสิ้นสุดช่องสุดท้ายของบันได ปฏิบัติจนครบตามเวลาที่กำหนด

ภาพประกอบ 32 โปรแกรมฝึกแบบสถานีที่ 11 -12

โปรแกรมฝึกแบบสถานี (Circuit Training)

ที่มีผลต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิต สัปดาห์ที่ 1 – 8

โปรแกรมการฝึกแบบสถานี (Circuit Training) มีจุดมุ่งหมายพัฒนาความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬา โดยใช้เวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ สัปดาห์ที่ 1- 8 ฝึกปฏิบัติสัปดาห์ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ เวลา 16.00 - 17.00 น. โดยมีรายละเอียด ดังนี้

สัปดาห์	วัน	ขั้นตอน	รายละเอียด	เวลานาที	เวลาแต่ละสถานี (วินาที)	เวลาพักต่อสถานี (วินาที)	จำนวน (รอบ)	เวลาพักระหว่างรอบ (นาที)
ก่อนการฝึก	-	ทำการทดสอบความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตจำนวน 2 แบบ เพื่อเก็บข้อมูลเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลหลังการฝึก	ทดสอบการวิ่งระยะที่หลังงานแบบใช้ออกซิเจน Multistage Fitness Test (Beep Test) ทดสอบการวิ่งระยะที่หลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน Running - based Anaerobic Sprint Test (RAST)	60	-	-	-	-
1-2	จันทร์ พุธ ศุกร์	ขั้นตอนที่ 1 ช่วงอบอุ่นร่างกาย (Warm Up) ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching)	- บริหารกล้ามเนื้อหัวใจและแขน คอ - บริหารเอวและหลัง - บริหารกล้ามเนื้อขาและข้อเท้า น่อง	10	-	-	-	-
		ขั้นตอนที่ 2 ช่วงฝึกโปรแกรมแบบสถานี	ฝึกโปรแกรมแบบสถานีจำนวน 12 สถานี 1. กระโดดเชือก 2. รั้งข้ามรั้ว 3. รั้งขึ้น-ลงบันได 4. รั้งกลับพื้นปลา 5. กระโดดตบ 6. รั้งกลับตัวและเส้น 7. รั้งตบเท้าข้ามช่องบันได 8. กระโดดบิดตัว 9. รั้งแตะกรวย 10. รั้งสี่เหลี่ยม 11. ยืนแตะสลับ 12. กระโดดเก้าอี้	25	20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40	3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3	2

ภาพประกอบ 33 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบสถานีสัปดาห์ที่ 1-2

ตารางการฝึกโปรแกรมแบบสถานี (Circuit Training) (ต่อ)

		ขั้นตอนที่ 3 ช่วง คลายกล้ามเนื้อ (Cool Down)	- บริหารหัวไหล่และแขน - บริหารสะโพกและ กล้ามเนื้อต้นขา	10	-	-	-	-
--	--	--	--	----	---	---	---	---

หมายเหตุ : 1. มีการจับชีพจรขณะทำการฝึก เพื่อควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจให้อยู่

ในระดับ 80 – 90 % ของ Maximum Heart Rate

2. นักกีฬาต้องมีการอบอุ่นร่างกายและคลายอุ่นทุกครั้งที่มีการออกกำลังกาย

สัปดาห์	วัน	ขั้นตอน	รายละเอียด	เวลา นาที	เวลา แต่ละ สถานี (วินาที)	เวลา พักต่อ สถานี (วินาที)	จำนวน (รอบ)	เวลาพัก ระหว่าง รอบ (นาที)
3-4	จันทร์ พุธ ศุกร์	ขั้นตอนที่ 1 ช่วง อบอุ่นร่างกาย (Warm Up) และ ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching)	- บริหารกล้ามเนื้อหัวไหล่ และแขน คอ - บริหารเอวและหลัง - บริหารกล้ามเนื้อขาและ ข้อเท้า น่อง	10	-	-	-	-
		ขั้นตอนที่ 2 ช่วง ฝึกโปรแกรม แบบสถานี	ฝึกโปรแกรมแบบ สถานีจำนวน 12 สถานี 1. กระโดดเชือก 2. รั้งข้ามรั้ว 3. รั้งขึ้น-ลงบันได 4. รั้งสลับพื้นปลา 5. กระโดดตบ 6. รั้งกลับตัวแตะเส้น 7. รั้งตบเท้าข้ามช่องบันได 8. กระโดดบิดตัว 9. รั้งแตะกรวย 10. รั้งสี่เหลี่ยม 11. ยืนแตะศตัมภ์ 12. กระโดดเก้าอี้	30	30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30	40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40	3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3	2
		ขั้นตอนที่ 3 ช่วง คลายกล้ามเนื้อ (Cool Down)	- บริหารหัวไหล่และแขน - บริหารสะโพกและ กล้ามเนื้อต้นขา	10	-	-	-	-

ภาพประกอบ 34 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบสถานีสัปดาห์ที่ 1-2

ตารางการฝึกโปรแกรมแบบสถานีสัปดาห์ที่ 3-4

ตารางการฝึกโปรแกรมแบบสถานี (Circuit Training) (ต่อ)

- หมายเหตุ :** 1. มีการจับชีพจรขณะทำการฝึก เพื่อควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจให้อยู่ในระดับ 80 – 90 % ของ Maximum Heart Rate
2. นักกีฬาต้องมีการอบอุ่นร่างกายและคลายอุ่นทุกครั้งที่มีการออกกำลังกาย
3. ผู้วิจัยปรับเปลี่ยนภาระงาน โดยการเพิ่มเวลาในการปฏิบัติแต่ละสถานี

สัปดาห์	วัน	ขั้นตอน	รายละเอียด	เวลานาที	เวลาแต่ละสถานี (วินาที)	เวลาพักต่อสถานี (วินาที)	จำนวน (รอบ)	เวลาพักระหว่างรอบ (นาที)
หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4	วันอาทิตย์	ทำการทดสอบความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตจำนวน 2 แบบ เพื่อเก็บข้อมูลเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลหลังการฝึก	ทดสอบการวิ่งระยะสั้น พลังงานแบบใช้ออกซิเจน Multistage Fitness Test (Beep Test)	60	-	-	-	-
			ทดสอบการวิ่งระยะสั้น พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน Running - based Anaerobic Sprint Test (RAST)					
5-6	จันทร์ พุธ ศุกร์	ขั้นตอนที่ 1 ช่วงอบอุ่นร่างกาย (Warm Up) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching)	- บริหารกล้ามเนื้อหัวใจและแขน คอ - บริหารเอวและหลัง - บริหารกล้ามเนื้อขาและข้อเท้า น่อง	10	-	-	-	-
		ขั้นตอนที่ 2 ช่วงฝึกโปรแกรมแบบสถานี	ฝึกโปรแกรมแบบสถานีจำนวน 12 สถานี 1. กระโดดเชือก 2. วิ่งข้ามรั้ว 3. วิ่งขึ้น-ลงบันได 4. วิ่งสลับพื้นปลา 5. กระโดดตบ 6. วิ่งกลับตัวแตะเส้น 7. วิ่งแตะกำแพงข้ามช่องบันได 8. กระโดดบิดตัว 9. วิ่งแตะกรวย 10. วิ่งสี่เหลี่ยม 11. ยืนแตะสลับ 12. กระโดดเท้าคู่	40	30	30	4	2

ภาพประกอบ 35 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบสถานีสัปดาห์ที่ 5-6

ตารางการฝึกโปรแกรมแบบสถานี (Circuit Training) (ต่อ)

		ขั้นตอนที่ 3 ช่วง คลายกล้ามเนื้อ (Cool Down)	- บริหารหัวไหล่และแขน - บริหารสะโพกและ กล้ามเนื้อต้นขา	10	-	-	-	-
--	--	--	--	----	---	---	---	---

หมายเหตุ : 1. มีการจับชีพจรขณะทำการฝึก เพื่อควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจให้อยู่ในระดับ

80 – 90 % ของ Maximum Heart Rate

2. นักกีฬาต้องมีการอบอุ่นร่างกายและคลายอุ่นทุกครั้งที่มีการออกกำลังกาย

3. ผู้วิจัยปรับเปลี่ยนภาระงาน โดยการลดเวลาพักเวลาพักต่อสถานีและเพิ่มจำนวนรอบ

สัปดาห์	วัน	ขั้นตอน	รายละเอียด	เวลา นาที	เวลา แต่ละ สถานี (วินาที)	เวลา พักต่อ สถานี (วินาที)	จำนวน (รอบ)	เวลาพัก ระหว่าง รอบ (นาที)
หลัง การฝึก สัปดาห์ ที่ 6	วัน อาทิตย์	ทำการทดสอบ ความอดทน ระบบไหลเวียน โลหิตจำนวน 2 แบบ เพื่อเก็บ ข้อมูลเพื่อนำไป เปรียบเทียบกับ ผลหลังการฝึก	ทดสอบการวิ่งเคาะเท้า หลังงานแบบใช้ออกซิเจน Multistage Fitness Test (Beep Test)	60	-	-	-	-
			ทดสอบการวิ่งเคาะเท้า หลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน Running - based Anaerobic Sprint Test (RAST)					
7-8	จันทร์ พุธ ศุกร์	ขั้นตอนที่ 1 ช่วง อบอุ่นร่างกาย (Warm Up) และ ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching)	- บริหารกล้ามเนื้อหัวไหล่ และแขน คอ - บริหารเอวและหลัง - บริหารกล้ามเนื้อขาและ ข้อเท้า น่อง	10	-	-	-	-
		ขั้นตอนที่ 2 ช่วง ฝึกโปรแกรม แบบสถานี	ฝึกโปรแกรมแบบ สถานีจำนวน 12 สถานี 1. กระโดดเชือก 2. รั้งข้ามรั้ว 3. รั้งขึ้น-ลงบันได 4. รั้งสลับพื้นปลา 5. กระโดดตบ 6. รั้งสลับตัวแตะเส้น 7. รั้งตบเท้าข้ามช่องบันได	50	40 40 40 40 40 40 40	20 20 20 20 20 20 20	4 4 4 4 4 4 4	2

ภาพประกอบ 36 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบสถานีสัปดาห์ที่ 7 - 8

ตารางการฝึกโปรแกรมแบบสถานี (Circuit Training) (ต่อ)

			8. กระโดดบิดตัว 9. วิ่งและกรวย 10. วิ่งสี่เหลี่ยม 11. ยืนและสลับ 12. กระโดดเก้าอี้		40 40 40 40 40	20 20 20 20 20	4 4 4 4 4	
		ขั้นตอนที่ 3 ช่วง คลายกล้ามเนื้อ (Cool Down)	- บริหารหัวใจให้ช้าลงและแขน - บริหารสะโพกและ กล้ามเนื้อต้นขา	10	-	-	-	-
หลัง การฝึก สัปดาห์ ที่ 8	วัน อาทิตย์	ทำการทดสอบ ความอดทน ระบบไหลเวียน โลหิตจำนวน 2 แบบ เพื่อเก็บ ข้อมูลเพื่อนำไป เปรียบเทียบกับ ผลหลังการฝึก	ทดสอบการสังเกต หลังงานแบบใช้ออกซิเจน Multistage Fitness Test (Beep Test)	60	-	-	-	-
			ทดสอบการสังเกต หลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน Running - based Anaerobic Sprint Test (FAST)					

หมายเหตุ : 1. มีการจับชีพจรขณะทำการฝึก เพื่อควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจให้อยู่ในระดับ

80 – 90 % ของ Maximum Heart Rate

2. นักกีฬาต้องมีการอบอุ่นร่างกายและคลายอุ่นทุกครั้งที่มีการออกกำลังกาย

3. ผู้วิจัยปรับเปลี่ยนภาระงาน โดยการเพิ่มเวลาในการปฏิบัติแต่ละสถานี และ
ลดเวลาพักต่อสถานี

ภาพประกอบ 37 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบสถานีสัปดาห์ที่ 7 - 8 (ต่อ)



ภาคผนวก ง

โปรแกรมฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training)

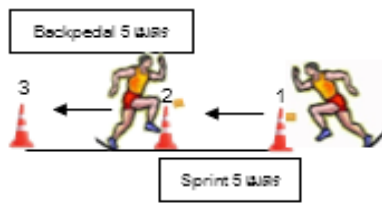
คู่มือโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training)

ที่มีผลต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิต ของนักกีฬาฟุตบอล โรงเรียนวัดราชบพิธ

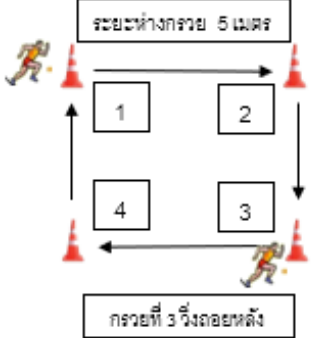
โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) มีจุดมุ่งหมายพัฒนาความอดทนระบบ

ไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตบอล โดยใช้เวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ สัปดาห์ที่ 1- 8 ฝึกปฏิบัติ

สัปดาห์ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ เวลา 16.00 - 17.00 น. โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ท่า	ภาพประกอบ	วิธีการปฏิบัติ
1. วิ่งเร็ว 30 เมตร	 ภาพประกอบที่ วิ่งเร็ว 30 เมตร	<u>ท่าเตรียม</u> - ท่าเตรียมวิ่งที่จุดเริ่มต้น <u>ขั้นตอนการฝึก</u> - เมื่อได้ยินสัญญาณเริ่ม ให้วิ่งเร็วไปในระยะ 30 เมตรให้เร็วที่สุด โดยควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับ 80 – 90 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด
2. วิ่งเร็วและ วิ่งถอยหลัง	 ภาพประกอบที่ เร็วและวิ่งถอยหลัง	<u>ท่าเตรียม</u> - ท่าเตรียมวิ่งที่จุดเริ่มต้น <u>ขั้นตอนการฝึก</u> - เมื่อได้ยินสัญญาณเริ่ม ให้วิ่งเร็วไปในระยะ 5 เมตร จากนั้นเมื่อถึงกรวยที่อยู่ตรงกลาง ให้หมุนตัวและวิ่งถอยหลังไปยังกรวยที่ 3 อีก 5 เมตร โดยควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับ 80 – 90 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดปฏิบัติไปเรื่อย ๆ จนตามกำหนด

โปรแกรมแบบหนักสลับเบา (Interval Training) (ต่อ)

3. วิ่งซิกแซก	 ภาพประกอบที่ วิ่งซิกแซก	<u>ทำเตรียม</u> - เตรียมพร้อมในการวิ่งที่จุดเริ่มต้น <u>ขั้นตอนการฝึก</u> - เมื่อได้ยินสัญญาณเริ่ม ให้ก้าวสไลด์เท้าไปยังกรวยถัดไปเป็นแนวทแยง จนครบจำนวน 6 อัน ในลักษณะฟันปลาแต่ละหลักห่างกันประมาณ 5 เมตร โดยควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับ 80 – 90 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด จนครบ 20 วินาที
4. วิ่งสี่มุม	 ภาพประกอบที่ วิ่งสี่มุม	<u>ทำเตรียม</u> - ยืนเตรียมพร้อมในท่าตรง <u>ขั้นตอนการฝึก</u> - วิ่งเร็วตรงไปข้างหน้า มือแตะพื้นแล้ววิ่งไปทางขวามือแตะพื้น วิ่งถอยหลังจากกรวยที่ 3 ไปยังกรวยที่ 4 มือแตะพื้น และวิ่งสปีดกลับไปยังจุดเริ่มต้น

ภาพประกอบ 39 โปรแกรมฝึกแบบหนักสลับเบาแบบที่ 3 - 4

โปรแกรมฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training)
ที่มีผลต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิต สัปดาห์ที่ 1 - 2

สัปดาห์ที่	วัน	รายการ	รายละเอียดกิจกรรม	ความหนัก % Max HR.	เวลา ฝึกในแต่ละรอบ (วินาที)	เวลาพัก ในแต่ละรอบ (วินาที)	เวลาพัก ระหว่าง แบบฝึก (นาที)	จำนวน รอบ	ระยะเวลา ในการฝึก
ก่อน การฝึก	-	ทำการทดสอบ ความอดทน ระบบไหลเวียน โลหิตจำนวน 2 แบบ เพื่อเก็บ ข้อมูลเพื่อนำไป เปรียบเทียบกับ ผลหลังการฝึก	ทดสอบการวิ่งระยะสั้น พลังงานแบบใช้ออกซิเจน Multistage Fitness Test (Beep Test) ทดสอบการวิ่งระยะสั้น พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน Running - based Anaerobic Sprint Test (RAST)	-	-	-	-	-	60 นาที
1-2	จันทร์ พุธ ศุกร์	ขั้นตอนที่ 1 ช่วง อบอุ่นร่างกาย (Warm Up) และ ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching)	- บริหารกล้ามเนื้อ หัวไหล่และแขน คอ - บริหารเอวและ หลัง - บริหารกล้ามเนื้อ ขาและข้อเท้า น่อง	-	-	-	-	-	10 นาที
		ขั้นตอนที่ 2 ช่วงฝึกโปรแกรม แบบหนักสลับ เบา	ฝึกโปรแกรมแบบ หนักสลับเบา จำนวน 4 แบบ 1. วิ่งเร็ว 30 เมตร 2. วิ่งเร็วและวิ่ง ถอยหลัง 3. วิ่งซิกแซก 4. วิ่งตีมุม	80-90 % 80-90 % 80-90 % 80-90 %	20 20 20 20	40 40 40 40	2 2 2 2	5 5 5 5	25 นาที
		ขั้นตอนที่ 3 ช่วง คลายกล้ามเนื้อ (Cool Down)	- บริหารหัวไหล่ และแขน - บริหารสะโพก กล้ามเนื้อต้นขา	-	-	-	-	-	10 นาที

ภาพประกอบ 40 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา สัปดาห์ที่ 1 - 2

โปรแกรมฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training)
ที่มีผลต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิต สัปดาห์ที่ 3 - 4

สัปดาห์ที่	วัน	รายการ	รายละเอียดกิจกรรม	ความหนัก % Max HR.	เวลาฝึกในแต่ละรอบ (วินาที)	เวลาพักในแต่ละรอบ (วินาที)	เวลาพักระหว่างแบบฝึก (นาที)	จำนวนรอบ	ระยะเวลาในการฝึก
3-4	จันทร์ พุธ ศุกร์	ขั้นตอนที่ 1 ช่วงอบอุ่นร่างกาย (Warm Up) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching)	- บริหารกล้ามเนื้อหัวใจและแขนคอ - บริหารเอวและหลัง - บริหารกล้ามเนื้อขาและข้อเท้า น่อง	-	-	-	-	-	10 นาที
		ขั้นตอนที่ 2 ช่วงฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา	ฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา จำนวน 4 แบบ 1. วิ่งเร็ว 30 เมตร 2. วิ่งเร็วและวิ่งถอยหลัง 3. วิ่งซิกแซก 4. วิ่งลื่นุ่ม	80-90 % 80-90 % 80-90 % 80-90 %	30 30 30 30	40 40 40 40	2 2 2 2	6 6 6 6	30 นาที
		ขั้นตอนที่ 3 ช่วงคลายกล้ามเนื้อ (Cool Down)	- บริหารหัวใจและแขน - บริหารสะโพกและกล้ามเนื้อต้นขา	-	-	-	-	-	10 นาที

หมายเหตุ : ผู้วิจัยปรับเปลี่ยนภาระงาน โดยการเพิ่มเวลาในการปฏิบัติในแต่ละรอบ และเพิ่มจำนวนรอบ

ภาพประกอบ 41 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา สัปดาห์ที่ 3 - 4

โปรแกรมฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training)
ที่มีผลต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิต สัปดาห์ที่ 5 – 6

สัปดาห์ที่	วัน	รายการ	รายละเอียดกิจกรรม	ความหนัก % Max HR.	เวลาฝึกในแต่ละรอบ (วินาที)	เวลาพักในแต่ละรอบ (วินาที)	เวลาพักระหว่างแบบฝึก (นาที)	จำนวนรอบ	ระยะเวลาในการฝึก
หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4	อาทิตย์	ทำการทดสอบความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตจำนวน 2 แบบ เพื่อเก็บข้อมูลเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลหลังการฝึก	ทดสอบการดึงเครื่องวัดพลังงานแบบใช้ออกซิเจน Multistage Fitness Test (Beep Test)	-	-	-	-	-	60 นาที
			ทดสอบการดึงเครื่องวัดพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST)	-	-	-	-	-	
5-6	จันทร์ พุธ ศุกร์	ขั้นตอนที่ 1 ช่วงอบอุ่นร่างกาย (Warm Up) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching)	- บริหารกล้ามเนื้อหัวใจและแขน คอ - บริหารเอวและหลัง - บริหารกล้ามเนื้อขาและข้อเท้า น่อง	-	-	-	-	-	10 นาที
		ขั้นตอนที่ 2 ช่วงฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา	ฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา จำนวน 4 แบบ 1. วิ่งเร็ว 30 เมตร 2. วิ่งเร็วและวิ่งถอยหลัง 3. วิ่งซิกแซก 4. วิ่งสิมูม	80-90 % 80-90 % 80-90 % 80-90 %	30 30 30 30	30 30 30 30	2 2 2 2	8 8 8 8	40 นาที
		ขั้นตอนที่ 3 ช่วงคลายกล้ามเนื้อ (Cool Down)	- บริหารหัวใจและแขน - บริหารสะโพกกล้ามเนื้อต้นขา	-	-	-	-	-	10 นาที

หมายเหตุ : ผู้วิจัยปรับเปลี่ยนการงาน โดยการลดเวลาพักในแต่ละรอบ และเพิ่มจำนวนรอบ

ภาพประกอบ 42 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา สัปดาห์ที่ 5 - 6

โปรแกรมฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training)
ที่มีผลต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิต สัปดาห์ที่ 7 - 8

สัปดาห์ที่	วัน	รายการ	รายละเอียดกิจกรรม	ความหนัก % Max HR.	เวลาฝึกในแต่ละรอบ	เวลาพักในแต่ละรอบ (วินาที)	เวลาพักระหว่างแบบฝึก (นาที)	จำนวนรอบ	ระยะเวลาในการฝึก
หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 6	อาทิตย์	ทำการทดสอบความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตจำนวน 2 แบบ เพื่อเก็บข้อมูลเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลหลังการฝึก	ทดสอบการตั้งเครื่องวัดพลังงานแบบใช้ออกซิเจน Multistage Fitness Test (Beep Test)	-	-	-	-	-	60 นาที
			ทดสอบการตั้งเครื่องวัดพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน Running - based Anaerobic Sprint Test (RAST)						
7-8	จันทร์ พุธ ศุกร์	ขั้นตอนที่ 1 ช่วงอบอุ่นร่างกาย (Warm Up) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching)	- บริหารกล้ามเนื้อหัวใจและแขน คอ - บริหารเอวและหลัง - บริหารกล้ามเนื้อขาและข้อเท้า น่อง	-	-	-	-	-	10 นาที
		ขั้นตอนที่ 2 ช่วงฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา	ฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา จำนวน 4 แบบ 1. วิ่งเร็ว 30 เมตร 2. วิ่งเร็วและวิ่งถอยหลัง 3. วิ่งซิกแซก 4. วิ่งลื่นุ่ม	80-90 % 80-90 % 80-90 % 80-90 %	30 วินาที 30 วินาที 30 วินาที 30 วินาที	20 20 20 20	2 2 2 2	12 12 12 12	50 นาที

ภาพประกอบ 43 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา สัปดาห์ที่ 7 - 8

โปรแกรมฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training)
ที่มีผลต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิต สัปดาห์ที่ 7 - 8 (ต่อ)

		ขั้นตอนที่ 3 ช่วง คลายกล้ามเนื้อ (Cool Down)	- บริหารหัวใจ และแขน - บริหารสะโพก กล้ามเนื้อต้นขา	-	-	-	-	-	10 นาที
หลัง การฝึก สัปดาห์ ที่ ๘	อาทิตย์	ทำการทดสอบ ความอดทน ระบบไหลเวียน โลหิต จำนวน 2 แบบ เพื่อเก็บ ข้อมูลเพื่อนำไป เปรียบเทียบกับ ผลหลังการฝึก	ทดสอบการ สังเคราะห์พลังงาน แบบใช้ออกซิเจน Multistage Fitness Test (Beep Test) ทดสอบการ สังเคราะห์พลังงาน แบบไม่ใช้ออกซิเจน Running - based Anaerobic Sprint Test (RAST)	-	-	-	-	-	60 นาที

หมายเหตุ : ผู้วิจัยปรับเปลี่ยนภาระงาน โดยการลดเวลาพักในแต่ละรอบ และเพิ่มจำนวนรอบ

ภาพประกอบ 44 ตารางการฝึกโปรแกรมแบบหนักสลับเบา สัปดาห์ที่ 7 - 8 (ต่อ)





ภาคผนวก จ

การอบอุ่นร่างกาย การคลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
(Warm up & Cool down & Stretching)

คู่มือการอบอุ่นร่างกาย การคลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Warm up & Cool down & Stretching)

การการอบอุ่นร่างกาย การคลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Warm up & Cool down & Stretching) มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้มีความพร้อมในการเคลื่อนไหวร่างกายป้องกันการบาดเจ็บขณะปฏิบัติกิจกรรม และยังช่วยรักษาสมดุลของร่างกาย ช่วยให้เนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อและกระดูกยืดหยุ่นและอ่อนนุ่ม ซึ่งจะส่งผลให้ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้มากขึ้น โดยมีการอบอุ่นร่างกาย การคลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนการฝึกและหลังการฝึกตามเวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ สัปดาห์ที่ 1- 8 ฝึกปฏิบัติสัปดาห์ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ เวลา 16.00 - 17.00 น. โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ท่า	ภาพประกอบ	วิธีการปฏิบัติ
1. หมุนคอ	 ที่มา : นายอภิมุและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> 1. ยืนกางขากว้างหนึ่งช่วงสะโพก ลำตัวตรง เกร็งคอก้มศีรษะลง 2. หมุนคอด้านบนซ้าย ๆ ไปที่ "3 นาฬิกา"
2. ก้มศีรษะ	 ที่มา : นายอภิมุและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> 1. ยืนประสานมือไว้ที่หลังศีรษะ 2. ก้มศีรษะลงเพื่อยืดกล้ามเนื้อคอส่วนหลัง ทำค้างไว้ประมาณ 30 วินาที

ภาพประกอบ 45 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 1-2

ที่มา : นายอภิมุและคณะ. (2559)

การอบอุ่นร่างกาย การคลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
(Warm up & Cool down & Stretching) (ต่อ)

3. แห้งนศีรษะ	 ที่มา : นายองมุและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> 1. ยืนกางขาเล็กน้อย กำมือทั้งสองข้าง ใช้นิ้วโป้งดันคางเอาไว้ 2. แห้งนศีรษะไปด้านหลังเพื่อยืดกล้ามเนื้อคอส่วนหน้า ทำค้างไว้ประมาณ 30 วินาที
4. เอนศีรษะ	 ที่มา : นายองมุและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> 1. ยืนกางกว้างหนึ่งช่วงสะโพกในท่าเตรียม 2. ใช้มืออีกข้างจับด้านข้างของศีรษะ 3. ก้มหน้าเล็กน้อยและเอนศีรษะไปด้านข้าง เอามือกดค้างไว้ 30 วินาที 4. สลับทำอีกข้างด้วยวิธีเดียวกัน
5. พลิกหน้า	 ที่มา : นายองมุและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> 1. ยืนกางกว้างหนึ่งช่วงสะโพกในท่าเตรียม 2. ใช้มือซ้ายแตะแก้มซ้าย มือขวาแตะแก้มขวา ใช้มือดันแก้มเบา ๆ พร้อมกับหันศีรษะไปทางตรงข้ามจนสุด ค้างไว้ 30 วินาที

ภาพประกอบ 46 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 3 - 5

ที่มา : นายองมุและคณะ. (2559)

การอบอุ่นร่างกาย การคลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
(Warm up & Cool down & Stretching) (ต่อ)

6. งอศอกแล้วหมุน	 ที่มา : นายองมูและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> - ยืนตรงสองมือแตะไหล่ - หมุนข้อศอกจากบนลงล่างเข้าด้านในเป็นวงกว้างช้า ๆ - หมุนข้อศอกขึ้นมาที่ข้างใบหน้าเป็นวงกว้างช้า ๆ - หมุนข้อศอกออกด้านนอกเป็นวงกว้างช้า ๆ ปฏิบัติในเวลา 30 วินาที
7. กล้ามเนื้อไหล่ด้านหน้า	 ที่มา : นายองมูและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> - เหยียดแขนซ้ายเข้าด้านใน ยกแขนให้ขนานกับพื้น งอศอกขวาขึ้น กดข้อศอกซ้ายค้างไว้ 30 วินาที - เหยียดแขนขวาเข้าด้านใน ยกแขนให้ขนานกับพื้น งอศอกขวาขึ้น กดข้อศอกขวาค้างไว้ 30 วินาที
8. กล้ามเนื้อไหล่ด้านหลัง	 ที่มา : นายองมูและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> - ชูแขนซ้ายขึ้น งอศอกไปด้านหลัง ใช้มือขวาดึงข้อศอกซ้ายอ้อมไปทางด้านหลัง ศีรษะ ทำค้างไว้ 30 วินาที - ชูแขนขวาขึ้น งอศอกไปด้านหลัง ใช้มือซ้ายดึงข้อศอกขวาอ้อมไปทางด้านหลัง ศีรษะ ทำค้างไว้ 30 วินาที

ภาพประกอบ 47 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 6 – 8

ที่มา : นายองมูและคณะ. (2559)

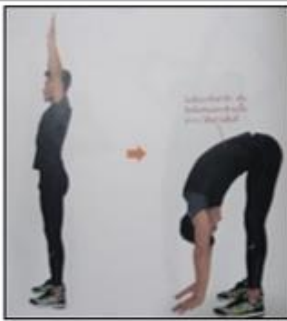
การอบอุ่นร่างกาย การคลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
(Warm up & Cool down & Stretching) (ต่อ)

9. กล้ามเนื้อ อก	 ที่มา : นายองมุและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> - ยืนตรงประสานมือไว้ข้างหลัง - ยกแขนขึ้นด้านหลังและยืดออกขึ้น ทำค้างไว้ 30 วินาที
10. สะโพก เข่า	 ที่มา : นายองมุและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> - ยืนตรงเท้าชิด มือจับเข่า - หมุนเข่าไปทางขวาช้า ๆ สลับทำอีกข้างด้วยวิธีเดียวกัน
11. ยืด กล้ามเนื้อสี่ข้าง	 ที่มา : นายองมุและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> - ยืนกางขากว้างหนึ่งช่วงไหล่ ขูแขนทั้งสองข้างขึ้นเหนือศีรษะ ประสานมือไว้ด้วยกัน - ปล่อยเท้าซ้ายไปข้างหน้า เอนเฉพาะลำตัวไปทางขวา ทำค้างไว้ 30 วินาที สลับทำอีกข้างด้วยวิธีเดียวกัน

ภาพประกอบ 48 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 9 – 11

ที่มา : นายองมุและคณะ. (2559)

การอบอุ่นร่างกาย การคลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
(Warm up & Cool down & Stretching) (ต่อ)

12. ผิด กล้ามเนื้อหลัง	 ที่มา : นายองมูและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> - ยืนตรง ขู่แขนสองข้างขึ้นเหนือศีรษะ - เหยียดขาตรง ก้มตัวลงให้ต่ำที่สุดเท่าที่ทำได้ โดยไม่ต้องเกร็งกล้ามเนื้อ ค่อย ๆ ทำ โดยใช้เวลา 5 วินาที หลังจากนั้นก้มตัวลงอีก ใช้เวลาอีก 10 วินาที
13. ผิด หมุนเขว	 ที่มา : นายองมูและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> - ยืนกางขากว้างหนึ่งสะโพก มือวางไว้ที่บั้นท้าย - ปลายเท้าชี้ไปข้างหน้า เอนเฉพาะลำตัวไปข้างหลัง ค้างไว้ 30 วินาที
14. ผิด กล้ามเนื้อหลัง แนวนอน	 ที่มา : นายองมูและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> - นอนหงาย - งอเข่ายกขึ้นมาเหนืออก ใช้สองแขนสอดเข้าไว้ ทำค้างไว้ 30 วินาที

ภาพประกอบ 49 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 12 – 14

ที่มา : นายองมูและคณะ. (2559)

การอบอุ่นร่างกาย การคลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
(Warm up & Cool down & Stretching) (ต่อ)

15. นีต กล้ามท้อง	 ที่มา : นายองมุและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> 1. นอนคว่ำ เหยียดแขนเหนือศีรษะ 2. จอข้อศอกให้เป็นมุมฉาก ปลายแขนแนบกับพื้น ยกตัวขึ้นค้างไว้ 30 วินาที
16. ปิดลำตัว และนันท้า	 ที่มา : นายองมุและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> 1. นอนหงาย 2. ยกขาขวาขึ้นและงอหัวมุม 90 องศา จากนั้นใช้มือซ้ายยกขาขวาไปทางซ้าย หันศีรษะไปทางขวาและปิดลำตัวไปด้วย ทำค้างไว้ 30 วินาที สลับทำอีกข้างด้วยวิธีเดียวกัน 3. นิ่ง งอขาขวาขึ้นและยกขึ้นคร่อมขาซ้าย ใช้ข้อศอกซ้ายดันขวา และหันศีรษะไปทางขวาด้วย ทำค้างไว้ 30 วินาที สลับทำอีกข้างด้วยวิธีเดียวกัน
17. ปิดลำตัว ในท่าซิม้า	 ที่มา : นายองมุและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> 1. ยืนกางขากว้างกว่าช่วงไหล่ 2. งอเข่าเป็นมุมจากข้อเข่าลง มือทั้งสองข้างจับเข่า ทำค้างไว้ 30 วินาที 3. ปิดลำตัวไปทางขวา พร้อมกับดันหัวเข่าซ้ายออกด้านนอก ทำค้างไว้ 30 วินาที สลับทำอีกข้างด้วยวิธีเดียวกัน

ภาพประกอบ 50 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 15 – 17

ที่มา : นายองมุและคณะ. (2559)

การอบอุ่นร่างกาย การคลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
(Warm up & Cool down & Stretching) (ต่อ)

18. ยืด กล้ามเนื้อต้น ขาด้านหน้า	 ที่มา : นายองมูและคณะ. (2559)	ขั้นตอนการฝึก 1. ยืนกางขากว้างหนึ่งช่วงสะโพก 2. งอเข่าซ้าย ใช้มือซ้ายจับปลายเท้าเอาไว้ จะรู้สึกเกร็งที่ต้นขาด้านหน้า ทำค้างไว้ 30 วินาที สลับทำอีกข้างด้วยวิธีเดียวกัน
19. ยืด กล้ามเนื้อต้น ขาด้านหลัง	  ที่มา : นายองมูและคณะ. (2559)	ขั้นตอนการฝึก 1. ยืนเท้าชิด 2. ก้มตัวลง มือยันพื้น แขนเหยียดตรง ทำค้างไว้ 30 วินาที 3. สามารถปรับเปลี่ยนเป็นขาไขว้ได้

ภาพประกอบ 51 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 18 – 19

ที่มา : นายองมูและคณะ. (2559)

การอบอุ่นร่างกาย การคลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
(Warm up & Cool down & Stretching) (ต่อ)

20. ยืด ต้นขาด้านใน	 ที่มา : นายองมูและคณะ. (2559)	ขั้นตอนการฝึก 1. ยืนกางขากว้างกว่าช่วงไหล่ 2. เหยียดขาขวาไปด้านข้าง สันเท้ายันพื้น ตั้งปลายเท้าขึ้น ขาซ้ายงอเข่า ย่อตัวลง ทำค้างไว้ 30 วินาที สลับทำอีกข้างด้วยวิธีเดียวกัน
21. ยืด ต้นขาด้านหลัง และต้นใน	 ที่มา : นายองมูและคณะ. (2559)	ขั้นตอนการฝึก 1. นั่งกางขากว้างบนเบาะรอง ยืดหลังตรง 2. โน้มตัวไปข้างหน้า งอข้อศอก ปลายมือแนบกับเบาะรอง ก้มตัวต่ำลงเพื่อยืดต้นขาให้มากที่สุด ค้างไว้ 30 วินาที

ภาพประกอบ 52 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 20 – 21

ที่มา : นายองมูและคณะ. (2559)

การอบอุ่นร่างกาย การคลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
(Warm up & Cool down & Stretching) (ต่อ)

22. ซิตหัวชิด	 ที่มา : นายองมุและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> 1. นั่งย่อเข่า ผ่าเท้าประกบกัน มือทั้งสองข้างจับเท้า 2. โน้มตัวไปข้างหน้า เพื่อยืดกล้ามเนื้อต้นขา ค้างไว้ 30 วินาที
23. ซิตขัดเท้าในและนอก	 ที่มา : นายองมุและคณะ. (2559)	<u>ขั้นตอนการฝึก</u> 1. ยืนกว้างหนึ่งช่วงไหล่ งอข้อเท้าออกด้านนอก ใช้ด้านข้างและนิ้วก้อยเท้าเหยียบพื้น กดน้ำหนักลงไปเล็กน้อย ทำค้างไว้ 30 วินาที สลับทำอีกข้างด้วยวิธีเดียวกัน 2. ยืนกว้างหนึ่งช่วงไหล่ งอข้อเท้าเข้าด้านใน นิ้วโป้งเท้าเหยียบพื้น กดน้ำหนักลงไปเล็กน้อย ทำค้างไว้ 30 วินาที สลับทำอีกข้างด้วยวิธีเดียวกัน

ภาพประกอบ 53 การอบอุ่นร่างกาย คลายอุ่นและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 22 – 23

ที่มา : นายองมุและคณะ. (2559)



ภาคผนวก จ
ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ของโปรแกรมการฝึกแบบสถานี (Circuit training)
และโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval training)

ตาราง 80 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของโปรแกรมการฝึกแบบสถานี
(Circuit training)

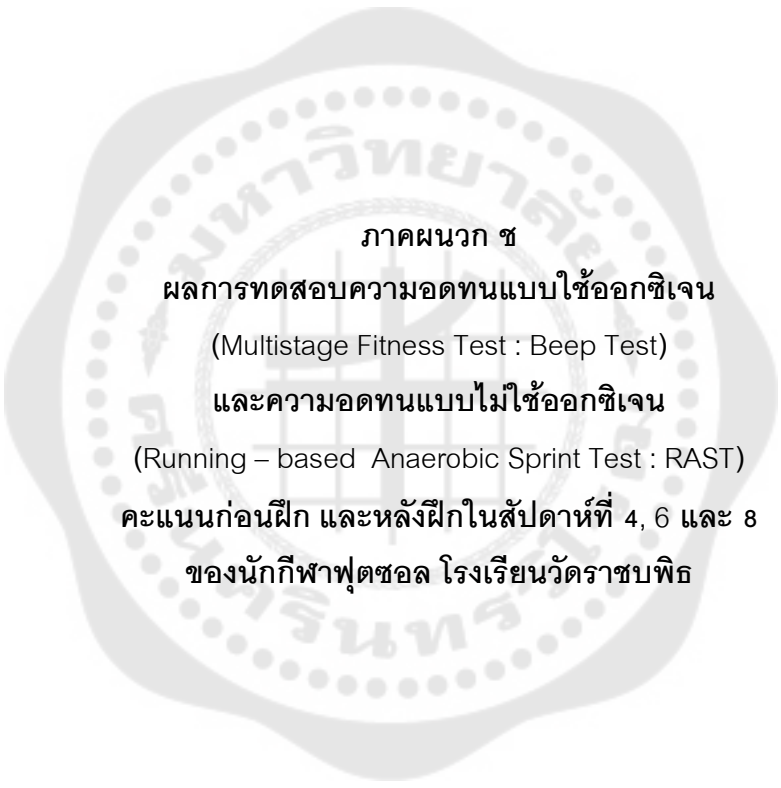
โปรแกรมฝึก แบบสถานี	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
1-2	1.00	ใช้ได้
3-4	1.00	ใช้ได้
5-6	1.00	ใช้ได้
7-8	1.00	ใช้ได้
สรุปผล	1.00	ใช้ได้

ตาราง 81 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา
(Interval training)

โปรแกรมฝึก หนักสลับเบา	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
1-2	1.00	ใช้ได้
3-4	1.00	ใช้ได้
5-6	1.00	ใช้ได้
7-8	1.00	ใช้ได้
สรุปผล	1.00	ใช้ได้

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ควรศึกษาสมรรถภาพที่ตรงกับนักกีฬาฟุตบอล และนำมาปรับใช้ในโปรแกรมการฝึก
2. การฝึกโปรแกรมซ้ำ ๆ อาจทำให้นักกีฬาอาจไม่มีแรงจูงใจในการฝึกซ้อม



ภาคผนวก ช
ผลการทดสอบความอดทนแบบใช้ออกซิเจน
(Multistage Fitness Test : Beep Test)
และความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน
(Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST)
คะแนนก่อนฝึก และหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8
ของนักกีฬาฟุตบอล โรงเรียนวัดราชบพิธ

ตาราง 82 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 (มล./กก./นาที)

คนที่	คะแนนดิบ			
	PRE	POST 4	POST 6	POST 8
1	38.9	42.8	46.9	51.4
2	36.9	42.2	46.3	51.1
3	35.6	36.9	43.8	49.6
4	34.3	38.6	41.8	46.3
5	34.3	37.6	42.2	48.1
6	31.9	35.6	39.6	43.1
7	31.9	34.6	39.2	43.4
8	30.5	34.6	39.2	42.2
9	30.5	34.3	37.9	44.7
10	29.8	34.3	38.3	43.1
11	29.8	33.3	37.3	42.2
12	29.5	33.3	37.3	41.2
13	28.8	32.9	36.6	39.6
14	28.1	31.9	36.3	42.2
15	28.1	32.6	36.3	39.6

ตาราง 83 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2 (มล./กก./นาที)

คนที่	คะแนนดิบ			
	PRE	POST 4	POST 6	POST 8
1	38.9	43.4	48.1	52.9
2	37.6	43.1	47.2	52
3	34.9	40.9	46.3	50.2
4	34.9	39.2	42.5	49.6
5	33.6	38.6	42.8	50.2
6	32.6	36.3	40.2	47.8
7	31.2	35.6	39.6	45.6
8	30.5	34.6	38.9	44.7
9	30.2	35.6	39.9	43.8
10	30.2	34.6	38.9	44.4
11	29.8	33.3	37.9	42.8
12	29.5	32.6	37.6	42.2
13	28.8	32.6	36.3	40.9
14	28.1	32.9	36.9	39.9
15	27.4	31.6	35.6	38.6

ตาราง 84 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Multistage Fitness Test : Beep Test) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม (มด./กก./นาที)

คนที่	คะแนนดิบ			
	PRE	POST 4	POST 6	POST 8
1	38.3	40.5	42.5	44.4
2	38.3	40.2	42.2	44.1
3	34.9	37.3	39.6	41.2
4	34.9	36.9	39.6	42.5
5	32.9	36.3	37.6	39.6
6	32.6	35.3	36.6	39.9
7	31.2	33.9	36.9	39.6
8	31.2	33.9	36.3	37.9
9	30.2	33.9	36.9	39.6
10	30.2	33.6	36.9	38.9
11	29.8	31.6	33.9	36.9
12	29.5	31.6	33.3	36.6
13	28.4	30.9	33.3	36.3
14	28.4	30.9	32.6	34.3
15	27.4	30.2	32.2	34.9

ตาราง 85 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม(Anaerobic power) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 (วัดต์/กก.)

คะแนนดิบ				
คนที่	PRE	POST 4	POST 6	POST 8
1	8.46	9.29	9.91	11.15
2	11.57	11.95	12.44	13.23
3	7.69	7.85	8.37	8.71
4	7.95	8.37	8.61	8.94
5	7.32	7.57	7.64	8.29
6	6.58	6.94	7.18	7.89
7	9.91	10.24	11.18	11.75
8	5.61	6.02	6.57	6.97
9	6.48	7.36	7.57	8.28
10	6.79	7.32	7.54	7.82
11	7.87	8.27	8.52	8.86
12	8.00	8.98	9.76	9.84
13	7.32	7.57	7.78	8.05
14	8.71	8.97	9.23	9.51
15	7.05	7.35	7.45	8

ตาราง 86 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม (Anaerobic power) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2 (วัดต์/กก.)

คนที่	คะแนนดิบ			
	PRE	POST 4	POST 6	POST 8
1	10.06	11.15	11.65	12.34
2	10.36	10.42	10.47	10.68
3	9.23	9.51	9.63	10.07
4	10.80	11.98	13.00	13.62
5	7.05	7.20	7.36	7.87
6	7.78	8.23	8.28	8.32
7	10.21	10.57	10.93	11.31
8	7.28	7.53	7.74	7.78
9	9.12	9.45	9.72	9.88
10	10.44	11.22	12.15	13.11
11	8.13	8.32	8.96	9.13
12	5.92	6.08	6.38	6.53
13	8.27	8.86	9.02	9.23
14	7.73	8.13	8.32	8.71
15	8.13	8.36	8.71	8.96

ตาราง 87 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านพลังอนาการศนิยม(Anaerobic power) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8ของกลุ่มควบคุม (วัดต/กก.)

คนที่	คะแนนดิบ			
	PRE	POST 4	POST 6	POST 8
1	7.77	7.69	7.56	7.36
2	7.20	7.09	6.93	6.83
3	8.56	8.71	8.74	8.46
4	6.83	6.72	6.58	6.51
5	9.34	9.13	8.71	8.27
6	8.42	8.28	8.37	8.32
7	5.99	5.81	6.06	5.87
8	8.71	8.46	8.22	8.13
9	7.78	7.40	7.40	7.56
10	6.05	6.06	5.99	5.97
11	9.23	9.87	8.86	8.71
12	7.05	7.71	7.08	7.01
13	6.72	6.61	6.51	6.44
14	5.61	5.53	5.55	5.48
15	7.86	7.82	7.74	7.87

ตาราง 88 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม (Anaerobic capacity) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 (วัดต์/กก.)

คะแนนดิบ				
คนที่	PRE	POST 4	POST 6	POST 8
1	8.06	8.97	9.61	10.97
2	10.69	11.41	12.27	12.89
3	6.99	7.35	8.05	8.49
4	7.45	8.08	8.32	8.68
5	6.54	6.93	7.28	7.97
6	6.04	6.48	6.95	7.42
7	8.94	9.77	10.58	11.49
8	4.89	5.46	6.27	6.69
9	5.96	6.92	7.20	8.14
10	6.10	6.74	7.17	7.74
11	7.09	7.92	8.21	8.61
12	7.53	8.24	9.48	9.67
13	6.91	7.13	7.55	7.88
14	7.86	8.30	8.73	9.18
15	6.34	6.75	7.20	7.80

ตาราง 89 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศินิยม (Anaerobic capacity) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8ของกลุ่มทดลองที่ 2 (วัดต/กก.)

คะแนนดิบ				
คนที่	PRE	POST 4	POST 6	POST 8
1	9.83	10.05	11.01	11.93
2	9.79	9.95	10.21	10.48
3	8.94	9.24	9.41	9.80
4	10.13	11.32	12.63	13.40
5	6.37	6.73	6.93	7.46
6	6.58	7.67	7.80	7.90
7	9.66	10.06	10.59	11.06
8	6.64	6.89	7.15	7.49
9	8.22	8.70	9.12	9.46
10	9.56	10.48	11.64	12.64
11	7.52	7.90	8.46	8.80
12	5.56	5.90	6.24	6.42
13	7.66	8.28	8.65	8.87
14	7.26	7.78	7.98	8.48
15	7.58	8.02	8.45	8.77

ตาราง 90 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านสมรรถภาพอนาการศนิยม(Anaerobic capacity) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม (วัดต์/กก.)

คะแนนดิบ				
คนที่	PRE	POST 4	POST 6	POST 8
1	8.23	7.94	7.81	7.70
2	8.49	7.85	8.35	7.19
3	7.82	7.71	7.53	7.15
4	6.21	6.05	5.75	5.66
5	6.69	6.59	6.20	6.07
6	7.78	7.51	7.47	7.32
7	5.51	5.16	5.25	5.15
8	7.90	7.70	7.38	7.33
9	7.05	6.76	6.68	6.57
10	5.51	5.19	5.17	5.10
11	6.98	6.72	6.65	6.46
12	7.78	6.45	6.28	6.05
13	6.05	5.87	5.58	5.49
14	5.03	4.92	4.86	4.81
15	7.40	7.27	7.13	7.09

ตาราง 91 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 (%)

คนที่	คะแนนดิบ			
	PRE	POST 4	POST 6	POST 8
1	1.14	1.08	1.01	0.63
2	2.01	1.53	1.44	1.26
3	1.45	1.29	0.96	0.63
4	1.32	1.11	0.71	0.58
5	1.19	1.04	0.66	0.53
6	1.34	1.05	0.93	0.71
7	1.93	1.75	1.22	1.18
8	1.23	1.10	0.93	0.69
9	1.15	0.96	0.68	0.43
10	1.08	1.05	0.42	0.21
11	1.48	0.78	0.58	0.47
12	1.16	1.01	0.75	0.64
13	0.93	0.83	0.51	0.42
14	1.74	1.56	1.26	1.12
15	1.25	1.01	0.73	0.50

ตาราง 92 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 2 (%)

คนที่	คะแนนดิบ			
	PRE	POST 4	POST 6	POST 8
1	2.29	1.99	1.92	0.86
2	1.78	1.46	0.95	0.69
3	0.96	0.85	0.62	0.53
4	1.76	1.36	1.18	0.81
5	1.26	1.04	0.92	0.86
6	2.10	1.50	1.24	1.02
7	1.74	1.61	1.34	0.73
8	1.60	1.54	1.20	1.65
9	2.48	2.08	1.72	1.79
10	2.78	2.28	1.84	0.77
11	1.29	1.01	0.97	1.49
12	0.96	0.55	0.39	0.34
13	1.31	1.23	1.09	0.56
14	0.92	0.90	0.68	0.56
15	1.36	1.10	0.88	0.60

ตาราง 93 ผลการทดสอบคะแนนความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Running – based Anaerobic Sprint Test : RAST) ด้านดัชนีความล้า (Fatigue index) ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของกลุ่มควบคุม (%)

คนที่	คะแนนดิบ			
	PRE	POST 4	POST 6	POST 8
1	2.36	2.59	2.61	2.83
2	2.35	2.67	2.84	2.98
3	1.58	2.10	2.18	2.40
4	1.06	1.49	1.38	1.38
5	0.90	1.07	1.11	1.18
6	1.26	1.56	1.78	2.08
7	0.89	1.05	1.25	1.31
8	1.99	2.37	2.40	2.46
9	1.54	1.68	1.73	2.03
10	1.14	1.46	1.45	1.59
11	1.61	2.03	2.38	2.27
12	1.38	1.64	1.76	2.01
13	1.34	1.60	1.72	1.75
14	1.03	1.05	1.14	1.16
15	1.23	1.26	1.37	1.57



ภาคผนวก ซ

หนังสือรับรองการขอจริยธรรมการวิจัย
ใบรับรองการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์



หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและยินยอม

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC-G- 070/2562E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจาก คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและ ข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: ผลของการฝึกโปรแกรมแบบสถานีและการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีต่อความอดทนระบบ ไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตบอล โรงเรียนวัดราชบพิธ

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นางสาวสุนิษา คชายุทธ

สังกัด: คณะพลศึกษา

เอกสารที่รับรอง: 1. แบบเสนอโครงการวิจัย
2. โครงการวิจัย
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารที่พิจารณาพบทวน

1. แบบเสนอโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 23 ต.ค. 2562
2. โครงร่างการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 23 ต.ค. 2562
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 23 ต.ค. 2562
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 23 ต.ค. 2562

(ลงชื่อ).....

(นายปิยชาติ บุญเพ็ญ)

กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....

(แพทย์หญิงสุวิพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E/G-070/2562

วันที่ให้การรับรอง : 23/08/2562

วันหมดอายุใบรับรอง : 23/08/2563





ที่ อว 8718/

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

เรื่อง ขออนุญาตผลการพิจารณาโครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G- 070/2562E

เรียน นางสาวสุนิษา ศาษฎิธร

สิ่งที่ส่งมาด้วย ใบรับรองโครงการวิจัย SWUEC/E/G-070/2562

ตามที่ท่านได้ส่งโครงการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกโปรแกรมแบบสถานีและการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีต่อความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตของนักกีฬาฟุตบอล โรงเรียนวัดราชพิพิธ โครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G 070/2562E เพื่อรับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ นั้น

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยดังกล่าว บัดนี้คณะกรรมการฯ ให้การรับรองโครงการวิจัยดังกล่าวแล้วเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2562 รายละเอียดดังนี้

Certificate Number SWUEC/E/G-070/2562

Date of Approval 23 สิงหาคม 2562 (อายุใบรับรองโครงการวิจัย 12 เดือน)

Date of Expiration 23 สิงหาคม 2563

Continuing Review ทุก 12 เดือน (ครบกำหนดส่งรายงานครั้งแรก วันที่ 23 สิงหาคม 2563)

ในการนี้ คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ให้ความยินยอมให้ผู้วิจัยส่งรายงานความก้าวหน้าของการวิจัยและต่ออายุการรับรองก่อนกำหนดวันหมดอายุ 30 วัน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีดำเนินการมาตรฐาน (SOPs version 2.0) ของคณะกรรมการฯ ทั้งนี้รายละเอียดของเอกสารที่ให้การรับรองตามที่ปรากฏใน Certificate of Approval (Certificate Number SWUEC/E/G-070/2562) ที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

โทรศัพท์ 0-2649-5000 ต่อ 12430

โทรสาร 0-2259-1822



ภาคผนวก ฅ
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพเครื่องมือ

รายนามผู้ช่วยเชี่ยวชาญ

1. อาจารย์ ดร. ทศพล ธานี

ตำแหน่ง อาจารย์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สถานที่ทำงาน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เขตคลองเตย กรุงเทพฯ

2. อาจารย์ ดร. เทเวศน์ จันทน์หอม

ตำแหน่ง อาจารย์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สถานที่ทำงาน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เขตคลองเตย กรุงเทพฯ

3. อาจารย์ ดร. นภัสวรรณ เจริญชัยภินันท์

ตำแหน่ง อาจารย์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สถานที่ทำงาน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เขตคลองเตย กรุงเทพฯ

4. อาจารย์ ดร. ภาณุ กุศลวงศ์

ตำแหน่ง อาจารย์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สถานที่ทำงาน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เขตคลองเตย กรุงเทพฯ

5. อาจารย์อนุศักดิ์ สุคง

ตำแหน่ง อาจารย์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สถานที่ทำงาน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เขตคลองเตย กรุงเทพฯ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

นางสาวสุนิษา คชายุทธ

วัน เดือน ปี เกิด

30 มิถุนายน 2534

สถานที่เกิด

อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี

วุฒิการศึกษา

พ.ศ. 2546 ประถมศึกษา

จากโรงเรียนเทศบาล 3 บ้านบ่อ

อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี

พ.ศ. 2552 มัธยมศึกษา

จากโรงเรียนกาญจนาอนุเคราะห์

อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี

พ.ศ. 2557 การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.)

สาขาวิชาสุขศึกษาและพลศึกษา

จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พ.ศ. 2563 การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) :

(สุขศึกษาและพลศึกษา)

จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ที่อยู่ปัจจุบัน

124/3 หมู่ 3 ตำบลท่าล้อ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี