ผลของการฝึกแบบควบคู่และการฝึกแบบผสมที่มีต่อความแข็งแรงสูงสุดพลังความเร็ว และการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาฟุตซอล

THE EFFECTS OF CONCURRENT AND MIXED METHODS TRAINING ON MAXIMUM STRENGTH, POWER, SPEED, AND VO2MAX IN FUTSAL ATHLETES

ณรงค์ฤทธิ์ ละมั่งทอง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2566

ผลของการฝึกแบบควบคู่และการฝึกแบบผสมที่มีต่อความแข็งแรงสูงสุดพลังความเร็ว และการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาฟุตซอล

ณรงค์ฤทธิ์ ละมั่งทอง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE EFFECTS OF CONCURRENT AND MIXED METHODS TRAINING ON MAXIMUM STRENGTH, POWER, SPEED, AND VO2MAX IN FUTSAL ATHLETES

NARONGRIT LAMANGTONG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of MASTER OF SCIENCE

(Sport and Exercise Science)

Faculty of Physical Education, Srinakharinwirot University

2023

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการฝึกแบบควบคู่และการฝึกแบบผสมที่มีต่อความแข็งแรงสูงสุดพลังความเร็ว
และการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาฟุตซอล

ของ

ณรงค์ฤทธิ์ ละมั่งทอง

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.สนธยา สีละมาด)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.อภิลักษณ์ เทียนทอง)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.เกริกวิทย์ พงศ์ศรี)

ชื่อเรื่อง	ผลของการฝึกแบบควบคู่และการฝึกแบบผสมที่มีต่อความแข็งแรงสูงสุดพลัง ความเร็ว และการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาฟุตซอล
ผู้วิจัย	ณรงค์ฤทธิ์ ละมั่งทอง
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สนธยา สีละมาด

การศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) และการฝึกแบบผสม (Mixed-methods Training) มีผลต่อความแข็งแรงสูงสุด พลัง ความเร็ว และการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาฟุตซอล กลุ่มตัวอย่างนักกีฬาฟุตซอล 40 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มฝึกแบบควบคู่ 12 คน (n=12) อายุ 20 1.24 ปี กลุ่มฝึกแบบผสม (n=8) อายุ 19.12 0.83 ปี และกลุ่มควบคุม (n=8) อายุ 20.37 1.30 ปี ทำการฝึกระยะเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน มีการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 โดยมีการทดสอบความคล่องตัว ความแข็งแรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ ปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และ พลัง ผลการทดลอง พบว่ากลุ่มฝึกแบบควบคู่และกลุ่มฝึกแบบผสมมีการพัฒนาที่ดีขึ้นตามระยะเวลาการฝึก เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 การฝึกแบบควบคู่มีการปรับปรุงของความแข็งแรงสูงสุด ปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และพลัง การฝึกแบบผสมมีการปรับปรุง ความคล่องความเร็ว การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ อย่างไรก็ตามการฝึกทั้งสองรูปแบบต้องคำนึงถึงการวางแผนตามความเหมาะสมของแต่ละช่วงเวลา ชนิดของกีฬา และนักกีฬาแต่ละบุคคล

คำสำคัญ : การฝึกแบบควบคู่, การฝึกแบบผสม, ฟุตซอล, ความคล่องตัว, ความแข็งแรงสูงสุด, ความเร็วสูงสุด, การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ, ปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด, พลัง

Title	THE EFFECTS OF CONCURRENT AND MIXED METHODS TRAINING ON MAXIMUM STRENGTH, POWER, SPEED, AND VO2MAX IN FUTSAL ATHLETES
Author	NARONGRIT LAMANGTONG
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2023
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Sonthaya Sriramatr , Ph.D.

This study compares the effects of concurrent training and mixed methods training on maximal strength, power, speed, and maximal oxygen consumption in futsal athletes. The sample group was comprised of 40 futsal athletes, divided into three groups: a concurrent training group (n=12) aged 20 ±1.24 years, a mixed methods training group (n=8) aged 19.12 ± 0.83 years, and a control group (n=8) aged 20.37 ±1.30 years. The training period spanned eight weeks, with sessions held three days per week, and assessments conducted both before and after training. The tests of agility, maximal strength, maximal speed, repeated sprint training, maximal oxygen consumption, and power were conducted after the fourth and eighth weeks. The results indicated development in both concurrent training and mixed methods training groups over the training period. Specifically, after the eighth week of training, the concurrent training showed significant enhancements in maximal strength and maximal oxygen consumption and power. The mixed-methods training demonstrated improvements in agility, speed, and repeated sprint training, respectively. However, both training must consider planning based on the specific period, type of sport, and the unique characteristics of athletes.

Keyword : Concurrent Training, Mixed-methods Training, Futsal, Agility, Maximal Strength, Repeated Sprint Training (RST), Maximal Oxygen Consumption (VO2max), Power, Maximal Speed

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายด้วยดี เพราะความความเมตตากรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนธยา สีละมาด อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์หลัก ที่คอยแนะนำให้คำปรึกษา ดูแล และคอยช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่ง และเป็นความกรุณาที่ได้ช่วยให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จต่องานวิจัยในครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณท่าน รศ.ดร.อภิลักษณ์ เทียนทอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ได้ให้เกียรติมาเป็นประธานสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ของข้าพเจ้า ท่าน อ.ดร.เกริกวิทย์ พงศ์ศรี ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ได้ให้เกียรติมาเป็นคณะกรรมการในการสอบของข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ เจ้าหน้าที่ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำ ในการทำวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จและผ่านลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่าง นักกีฬาฟุตซอล สังกัดสโมสรฟุตซอลเอสแบค – นอร์ทกรุงเทพ เสียสละเวลาเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ และ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ที่ให้ใช้สถานที่และนักกีฬา ในการเก็บข้อมูลวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายสุดนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และคนรัก ที่ให้กำลังใจในการศึกษาและสนับสนุนในทุกๆ เรื่อง จนการศึกษาในครั้งนี้ได้ประสบความสำเร็จ ตลอดจนพี่น้อง เพื่อนร่วมงาน และผู้ให้ความช่วยเหลือ อีกหลายท่าน ที่ได้คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจเสมอมา จึงขอขอบคุณทุกท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย และประโยชน์ คุณค่า ของผลจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวมา

ณรงค์ฤทธิ์ ละมั่งทอง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญรูปภาพ ..... ณ

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

ความมุ่งหมายของงานวิจัย 7

ความสำคัญของการวิจัย 7

ขอบเขตของการวิจัย 8

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย 8

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 8

ข้อตกลงเบื้องต้น 8

ตัวแปรที่ศึกษา 8

นิยามศัพท์เฉพาะ 8

กรอบแนวคิดในงานวิจัย 10

สมมุติฐานในการวิจัย 10

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

1. กีฬาฟุตซอล (Futsal) 11

2. การฝึกความแข็งแรง (Strength Training) 12

3. การฝึกความอดทน (Endurance training) 17
4. การฝึกพลัง (Power) 24
5. การฝึกความเร็ว (Speed) 26
6. การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) 27
ประสิทธิภาพของความแข็งแรงและแอโรบิก 30
การฝึกแบบควบคู่และผลของการสอดแทรก (Concurrent Training and the Interference Effect) 32
7. การฝึกแบบผสม (mixed methods training) 36
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 43
การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 43
ประชากร 43
กลุ่มตัวอย่าง 43
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 44
ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ 44
วิธีการหาคุณภาพเครื่องมือ 44
เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล 45
สถานที่ทดสอบ 45
การเก็บรวบรวมข้อมูล 45
การวิเคราะห์ข้อมูล 48
บทที่ 4 ผลการศึกษา 49
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 49
การวิเคราะห์ข้อมูล 49
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 50

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานก่อนการฝึก 50
ตอนที่ 2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มการฝึกและระหว่างช่วงเวลาการฝึก ของแต่ละตัวแปรตาม 52
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 75
ข้อมูลพื้นฐานก่อนการฝึก 75
ความคล่องตัว 75
ความแข็งแรงสูงสุด 75
ความเร็วสูงสุด 75
การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ 76
ปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด 76
ทดสอบพลัง 76
อภิปรายผล 76
การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับการฝึกแบบผสม (Mixed -methods Training) ที่ส่งผลต่อการพัฒนาความคล่องตัว 76
การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับการฝึกแบบผสม (Mixed -methods Training) ที่ส่งผลต่อการพัฒนาความแข็งแรง 77
การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับ การฝึกแบบผสม (Mixed - methods Training) ที่ส่งผลต่อการพัฒนาความเร็วสูงสุด 78
การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับ การฝึกแบบผสม (Mixed -methods Training) ที่ส่งผลต่อการพัฒนาการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ 79
การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับ การฝึกแบบผสม (Mixed -methods Training) ที่ส่งผลต่อการพัฒนาปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด 81
การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับ การฝึกแบบผสม (Mixed -methods Training) ที่ส่งผลต่อการพัฒนาพลัง 82
ข้อเสนอแนะ 84

บรรณานุกรม 85
ภาคผนวก 106
ภาคผนวก ก 107
ภาคผนวก ข 113
ภาคผนวก ค 123
ภาคผนวก ง 129
ภาคผนวก จ 131
ประวัติผู้เขียน 133

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ขนาดของผลกระทบของตัวแปรการฝึก ความแข็งแรง ความอดทน และการฝึกแบบควบคู่กัน 35

ตาราง 2 การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนครั้งที่ยกได้ (Repetitions) กับเปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้ง (% of 1 Repetition maximum) 47

ตาราง 3 แสดงข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มทดลอง กลุ่มฝึกแบบควบคู่ (n =12) กลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8) 50

ตาราง 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของอายุ ระหว่างกลุ่มฝึกแบบควบคู่ กลุ่มการฝึกแบบผสม และกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึก 51

ตาราง 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของส่วนสูง ระหว่างกลุ่มฝึกแบบควบคู่ กลุ่มการฝึกแบบผสม และกลุ่มควบคุม..... 51

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของน้ำหนัก ระหว่างกลุ่มฝึกแบบควบคู่ กลุ่มการฝึกแบบผสม และกลุ่มควบคุม 51

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของดัชนีมวลกาย ระหว่างกลุ่มฝึกแบบควบคู่ กลุ่มการฝึกแบบผสม และกลุ่มควบคุม 52

ตาราง 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างความคล่องตัว (T-TEST) ระหว่างกลุ่ม และระหว่างช่วงเวลาการฝึก 52

ตาราง 9 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของการทดสอบความคล่องตัว (T-TEST) ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) กลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 53

ตาราง 10 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างกลุ่มช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 53

ตาราง 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของการทดสอบความคล่องตัว ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มการฝึก แบบควบคู่ (n =12) 54

ตาราง 12 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8..... 54

ตาราง 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของความคล่องตัว ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มการฝึกแบบผสม(n = 8) 55

ตาราง 14 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 55

ตาราง 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของความคล่องตัว ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ภายในกลุ่มควบคุม (n = 8) 56

ตาราง 16 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8 56

ตาราง 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ระหว่างกลุ่ม และระหว่างช่วงเวลาการฝึก 57

ตาราง 18 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) กลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8) ก่อนการฝึก 57

ตาราง 19 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ของการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) กลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8) ในช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8..... 58

ตาราง 20 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 58

ตาราง 21 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ของการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) กลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8) ในช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8..... 59

ตาราง 22 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 59

ตาราง 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ภายในกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) 60

ตาราง 24 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8..... 60

ตาราง 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ภายในกลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) 61

ตาราง 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ภายในกลุ่มควบคุม (n =8) 61

ตาราง 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของความเร็วสูงสุด (Speed Test) ระหว่างกลุ่ม และระหว่างช่วงเวลาการฝึก 62

ตาราง 28 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของการทดสอบความเร็วสูงสุด (Speed Test) ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) กลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8) ก่อนการฝึก 62

ตาราง 29 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ของการทดสอบความเร็วสูงสุด (Speed Test)ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n = 12) กลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8) ในช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4..... 63

ตาราง 30 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ของการทดสอบความเร็วสูงสุด (Speed Test)ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) กลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8) ในช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8..... 63

ตาราง 31 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 64

ตาราง 32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของความเร็วสูงสุด (Speed Test) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ภายในกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) 64

ตาราง 33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของความเร็วสูงสุด (Speed Test) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ภายในกลุ่มการฝึกแบบผสม (n =12) 64

ตาราง 34 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8..... 65

ตาราง 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของความเร็วสูงสุด(Speed Test) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ภายในกลุ่มควบคุม (n =12) 66

ตาราง 36 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8..... 66

ตาราง 37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ (Repeated Sprint Training, RST) ระหว่างกลุ่ม และระหว่างช่วงเวลาการฝึก 67

ตาราง 38 การเปรียบเทียบความแตกต่างของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ (Repeated Sprint Training, RST) ระหว่างกลุ่ม หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 67

ตาราง 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO2max) ระหว่างกลุ่มและระหว่างช่วงเวลาการฝึก 68

ตาราง 40 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของการทดสอบปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO2max) ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) กลุ่มการฝึก แบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8) 69

ตาราง 41 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างกลุ่มช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 70

ตาราง 42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO2max) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) 70

ตาราง 43 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8..... 71

ตาราง 44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO2max) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) 71

ตาราง 45 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8..... 72

ตาราง 46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO2max) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มควบคุม (n = 8) 72

ตาราง 47 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8..... 73

ตาราง 48 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของพลัง (Long Jump) ระหว่างกลุ่ม และระหว่างช่วงเวลาการฝึก..... 73

ตาราง 49 โปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ (concurrent Training Intervention) โปรแกรมการฝึกความแข็งแรง สัปดาห์ที่ 1 – 4 และ โปรแกรมการฝึกความอดทน สัปดาห์ที่ 1 - 4 110

ตาราง 50 โปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ (concurrent Training Intervention) โปรแกรมการฝึกความแข็งแรง สัปดาห์ที่ 5 – 8 และ โปรแกรมการฝึกความอดทน สัปดาห์ที่ 5 - 8 111

ตาราง 51 โปรแกรมการฝึกแบบผสม (Mixed methods training Intervention) โปรแกรมการฝึกสัปดาห์ที่ 1 – 4..... 112

ตาราง 52 โปรแกรมการฝึกแบบผสม (Mixed methods training Intervention) โปรแกรมการฝึกสัปดาห์ที่ 5 - 8 112

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 แผนผังกรอบแนวคิดในงานวิจัย..... 10

ภาพประกอบ 2 ผลของการทอดแทรกของการพัฒนาความแข็งแรงตามการฝึกแบบควบคู่กัน ด้วยการฝึกความแข็งแรงและความอดทนในวันเดียวกัน เมื่อเทียบกับการพัฒนาความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว 33

ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง แรง อัตราความเร็ว และพลัง อัตราความเร็ว ถูกแสดงให้เห็นถึงการกระจัดเมื่อเวลาผ่านไป ผลของรูปแบบจะเพิ่มความสามารถของนักกีฬาในแต่ละปัจจัยการตอบสนองของปัจจัยเหล่านี้ต่อการฝึกในรูปแบบต่าง ๆ 40

ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการทดสอบ การทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (half-squat maximal strength)..... 115

ภาพประกอบ 5 รูปแบบการทดสอบการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ (Repeated Sprint Training, RST (Bangsbo)) 116

ภาพประกอบ 6 รูปแบบการทดสอบการทดทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ด้วยการทดสอบภาคสนามโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ (yo-yo intermittent recovery test).. 119

ภาพประกอบ 7 แบบบันทึกการทดสอบภาคสนามโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ (yo-yo intermittent recovery test) 120

ภาพประกอบ 8 การทดสอบความคล่องตัว (T-Test)..... 121

ภาพประกอบ 9 แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q (1) 125

ภาพประกอบ 10 แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q (2) 126

ภาพประกอบ 11แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q (3) 127

ภาพประกอบ 12 แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q (4) 128

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

ฟุตซอลเป็นกีฬาประเภททีม ที่มีผู้เล่น 5 คนที่อยู่ในสนามแข่งขัน ขนาด 40 × 20 ม. ระยะเวลาจะแบ่งออกเป็นครึ่งแรกและครึ่งหลังใช้เวลาแข่งขันครึ่งละ 20 นาที และพักระหว่างครึ่ง 10 นาที สามารถเปลี่ยนตัวสำรองได้ไม่จำกัด (Travassos et al., 2011) ฟุตซอล คือชื่ออย่างเป็นทางการที่มีมาจากฟุตบอลในร่ม ที่ประกอบด้วยผู้เล่น 5 คน (ผู้รักษาประตู 1 คนและผู้เล่น 4 คน) ที่ถูกควบคุมโดยสหพันธ์ฟุตบอลนานาชาติ (FIFA) (Freitas et al., 2019) ฟุตซอลกำเนิดขึ้นในปี 1930 และได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นทั่วโลก ต่อมาในปี 1989 ได้มีการจัดการแข่งขันฟุตซอลโลกขึ้น โดยมีทีมเข้าร่วมการแข่งขัน 16 ทีม จัดให้มีการแข่งขันในทุก ๆ 4 ปี และ ในปี 2012 มีทีมเข้าร่วมเพิ่มขึ้นเป็น 24 ทีม ฟุตซอลเป็นกีฬาที่มีความหนักสูง (High-intensity) และเป็นกีฬาที่มีกิจกรรมแบบไม่ต่อเนื่อง (intermittent) ในระหว่างการแข่งขัน (Naser, Ali, & Macadam, 2017) ซึ่งมีกิจกรรมระยะเวลาสั้น ๆ ที่มีความหนักสูงประมาณ 3 วินาที เช่น การวิ่งเพื่อเปลี่ยนแปลงทิศทาง การเลี้ยงลูก กระโดด การยิง การปะทะและการพักฟื้นระยะสั้น (20 –30 วินาที) ในระหว่างการแข่งขัน (Álvarez et al., 2009; Castagna & Barbero Álvarez, 2010; Marques et al., 2019)

องค์ประกอบที่สำคัญทางกายภาพของการเล่นกีฬาฟุตซอล คือ ความอดทนของการใช้ออกซิเจน เนื่องจากนักกีฬาฟุตซอลต้องเล่นด้วยความหนักสูงและใช้เวลานาน ผู้เล่นจำเป็นจะต้องสามารถรักษาความอดทนของการใช้ออกซิเจนได้จนกว่าจะสิ้นสุดเกม การแข่งขัน (Ahmad et al., 2020) นักฟุตซอลอาจวิ่ง 3 ถึง 5 กม. ในระหว่างการแข่งขัน ที่มีช่วงความหนักที่มากกว่า 50% ของความหนักที่สูง (> 90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด) (Amani-Shalamzari et al., 2019) การศึกษาก่อนหน้านี้ได้แสดงให้เห็นว่านักกีฬามีแลคเตทในเลือดเข้มข้น 5.3 มิลลิโมล L-1 และ ใช้เวลา 46% ของเวลาการแข่งขันที่มีความหนักสูงกว่า 80% ของการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Castagna et al., 2009; Naser et al., 2017) นักกีฬาฟุตซอลในระดับมืออาชีพจะต้องรับมือกับการออกกำลังกายที่มีความเครียดสูง มีความสามารถในพลังระเบิด (กระโดดและยิง) ประสิทธิภาพของแอโรบิกและแอนแอโรบิก ดังนั้น นักกีฬาฟุตซอลจะต้องมีค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) มากกว่า 60 mL·kg−1 min−1 เพื่อให้สอดคล้องกับสรีรวิทยาในเกมการแข่งขัน (Álvarez et al., 2009; Castagna et al., 2010; Marques et al., 2019)

การฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance Training) โดยใช้น้ำหนักเบาและความเร็วสูงสุดอาจจะเป็น กลยุทธ์ที่ดีที่สุดในการเพิ่มประสิทธิภาพทางกายภาพของนักกีฬา (Torres-Torrelo, Rodriguez-Rosell, & Gonzalez-Badillo, 2017) การพัฒนามวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงนั้นถูกควบคุมด้วยระบบประสาทและฮอร์โมน (Shalamzari et al., 2019; Marcotte et al., 2015)

การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent training) ระหว่างการฝึกแอโรบิกและการฝึกความแข็งแรง เป็นการบูรณาการอย่างเป็นระบบของการฝึกความอดทน (Endurance Training) และการฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance Training) (Fyfe et al., 2014) จุดประสงค์หลักของโปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ คือการปรับปรุงความสามารถทั้งความอดทนและการปรับตัวในการฝึกด้วยแรงต้าน มีการฝึกทั้งในประชากรทั่วไปและนักกีฬาเพื่อปรับปรุงสมรรถภาพทางกาย คุณภาพชีวิต และองค์ประกอบของร่างกาย (Balabinis et al., 2003; Ballantyne, 2017a; Fyfe et al., 2014; Carol Ewing Garber et al., 2011; Häkkinen et al, 2013; Jan Helgerud et al., 2011) การปรับตัวทางกายภาพในระยะยาวเพื่อการฝึกนั้น มาจากการสะสมของการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่เฉพาะเจาะจงกับการฝึกอย่างเฉียบพลันของความเครียดในร่างกายในระหว่างการออกกำลังกายเป็นระยะเวลานาน (Coffey & Hawley, 2007) โดยทั่วไปการฝึกแบบควบคู่ของความอดทนและการฝึกความแข็งแรงภายในโปรแกรมเดียวกันส่งผลให้จำนวนรวมของการฝึกรายสัปดาห์ในการพัฒนาความแข็งแรงและการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อนั้นสูงขึ้น (Hickson, 1980; Ruseski et al., 2011; Schumann et al., 2015; Wilson et al., 2012a) อย่างไรก็ตามการฝึกความแข็งแรงและการฝึกความอดทน ในระยะเวลาที่ยาวนาน (20 สัปดาห์) อาจยับยั้งการปรับตัวตามปกติของการฝึกอย่างใดอย่างหนึ่ง (การฝึกความแข็งแรงหรือการฝึกความอดทน) เมื่อมีการฝึกเพียงโปรแกรมเดียว ผลของการสอดแทรก (Interference Effect) ขึ้นอยู่กับลักษณะและความหนักของโปรแกรมการฝึกส่วนบุคคลและยังระบุว่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) อาจไม่เป็นประโยชน์ต่อการฝึกความอดทนและการฝึกความแข็งแรงควบคู่กัน (Nelson et al,1990) ในขณะที่ การศึกษาส่วนใหญ่ไม่พบการลดลงและการเปลี่ยนแปลงการใช้ออกซิเจนสูงสุด(VO2max) จากการฝึกควบคู่กัน (Wilson et al., 2012)

ในกีฬาหลายๆประเภทมีการฝึกแอโรบิกกับการฝึกความแข็งแรงรวมเข้าด้วยกัน ภายใต้ระบบการฝึกควบคู่ นอกจากนี้สำหรับผู้ออกกำลังกายธรรมดาและผู้สูงอายุมีการแนะนำให้รวมการฝึกแบบแอโรบิกและการฝึกความแข็งแรงเข้าด้วยกัน เนื่องจากทั้งการไหลเวียนโลหิต กล้ามเนื้อและกระดูกมีการปรับปรุงที่ดีขึ้น และไม่เพียงลดความเสี่ยงของโรค แต่ยังช่วยให้ผู้คนทำกิจกรรมประจำวันได้โดยไม่มีปัญหา (Donnelly et al., 2009) การฝึกความแข็งแรง ความอดทน และ

การออกกำลังกายนั้นมีผลต่อการปรับตัวของการฝึกอย่างมีนัยสำคัญต่อระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจของนักกีฬา (Davis et al., 2008a) และยังสามารถช่วยลดความดันโลหิตของเส้นเลือดแดง (Arterial Pressure) ในกลุ่มของผู้ชาย หลังจากออกกำลังกายแล้ว 12 สัปดาห์ (Muthuraj, 2017) การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการฝึกหนักสลับช่วงพักด้วยความหนักสูง ในนักกีฬาฟุตบอลอาชีพ ช่วงก่อนการแข่งขัน สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของพลังระเบิดและความอดทนของแอโรบิก โดยเฉพาะ ท่ากระโดดสูงในแนวดิ่ง ระยะวิ่งความเร็วต้น 10 เมตร และ 30 เมตร การทดสอบภาคสนามโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ (Yo-Yo Intermittent Recovery Test) การทดสอบความเร็วอดทนสูงสุด (maximal aerobic speed test) และการทดสอบความเร็วสูงสุด (maximal aerobic speed) (P.-l. Wong et al., 2010) สอดคล้องกับช่วงก่อนฤดูการแข่งขันโปโลน้ำ การฝึกนักกีฬาแบบความหนักสูงสลับกับพักเป็นช่วง ๆ (High Intensity Interval Training) และการฝึกความแข็งแรงควบคู่กันในนักกีฬาโปโลน้ำ และฝึกโปโลน้ำแบบเฉพาะนั้น ได้ทำให้มีการปรับปรุงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อพร้อมกับช่วยให้การปรับตัวและเพิ่มประสิทธิภาพการว่ายน้ำของผู้เล่นโปโลน้ำ (Botonis et al., 2016)

ผลของการฝึกความแข็งแรงและความอดทนควบคู่กันได้มีการศึกษาอย่างดีในผู้ที่ไม่เคยผ่านการฝึกและได้รับการฝึกในระดับปานกลาง อย่างไรก็ตามการศึกษายังมีข้อมูลไม่มากนักในบุคคลที่มีประวัติการฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance Training : RT) มาเป็นระยะเวลานาน นอกจากนี้มีงานวิจัยจำนวนน้อยที่ตรวจสอบว่าความแข็งแรงและพลัง ได้รับผลอย่างไรเมื่อเพิ่มการฝึกความอดทนประเภทต่าง ๆ ลงในโปรโตคอลของการฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance Training) การศึกษาการเปรียบเทียบของการฝึกควบคู่กัน (Concurrent training) ที่ประกอบไปด้วยการฝึกในช่วงเวลาที่มีความหนังสูงและใช้เวลาน้อย (HIIT 8-24 นาที ที่ช่วงเวลาการฝึก~ 150% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด) หรือความอดทนต่อเนื่องในระดับสูง การฝึก (continuous training : CT) (CT 40-80 นาที ที่ 70% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด) โดยการพิจารณาความแข็งแรงและพลังในนักกีฬาฮ็อกกี้น้ำแข็งและรักบี้ แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มที่ฝึกความอดทนอย่างต่อเนื่อง (continuous training) ควบคู่กับการฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance Training) และกลุ่มที่ฝึกด้วยความหนักสูงสลับกับพักเป็นช่วง ๆ (High Intensity Interval Training : HIIT) ควบคู่กับการฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance Training) ในระหว่างระยะเวลา 6 สัปดาห์ (3 ครั้ง / สัปดาห์) ผลวิจัยสรุปว่า หลังจากการฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance Training) ควบคู่กับการฝึกความอดทนอย่างต่อเนื่อง (continuous training) และ การฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance Training) ควบคู่กับการฝึกด้วยความหนักสูงสลับกับพักเป็นช่วง ๆ (High Intensity Interval Training) นักกีฬา

มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการทดสอบก่อนการฝึก แสดงให้เห็นว่าปริมาตรและ / หรือความหนักของการฝึกความอดทนไม่มีผลต่อการปรับปรุงความแข็งแรงในช่วงเวลาสั้น ๆ ของการฝึกควบคู่กันของบุคคลหรือนักกีฬาที่ผ่านการฝึกความแข็งแรงมาในระยะเวลาที่นาน เมื่อฝึกความอดทนหลังจากการฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance Training) อย่างไรก็ตามเนื่องจากปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) มีการปรับปรุงหลังจากการฝึก ด้วยแรงต้าน (Resistance Training) ควบคู่กับ การฝึกด้วยความหนักสูงสลับกับพักเป็นช่วง ๆ (High Intensity Interval Training) และนี่เป็นโปรโตคอลที่มีประสิทธิภาพ นักวิจัยจึงขอแนะนำการการฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance Training) ควบคู่กับการฝึกด้วยความหนักสูงสลับกับพักเป็นช่วง ๆ (High Intensity Interval Training) (Petre et al., 2018) อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพและการตอบสนองของต่อมไร้ท่อ เอนโดรีน ต่ออัตราส่วนที่แตกต่างกันในการฝึกความแข็งแรงและความอดทนในระบบการฝึกแบบควบคู่ ปริมาณที่มากขึ้นของการฝึกความอดทนทำให้เกิดการยับยั้งความแข็งแรงของร่างกายส่วนล่าง กำลังของร่างกายส่วนล่างได้รับการลดทอนโดยการฝึกความอดทนที่มีความหนักสูงและมีการฝึกที่บ่อย ความถี่ที่สูงขึ้นของการฝึกความอดทนส่งผลให้คอร์ติซอลเพิ่มการตอบสนองต่อการฝึก ซึ่งชี้ให้เห็นว่าหากนักกีฬาต้องการพัฒนาความแข็งแรงเป็นหลัก นักกีฬา ควรปรับลดความถี่ของการฝึกความอดทนให้อยู่ในระดับต่ำ (Jones et al., 2016)

ในการสนับสนุนการกีฬา มีการรายงานการฝึกความแข็งแรงและความอดทนแบบแอโรบิกควบคู่กันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเล่นบาสเก็ตบอล (Balabinis et al., 2003) นักแข่งเรือพาย (Haykowsky et al., 1998) นักวิ่งระยะไกล (Piacentini et al., 2013) นักฟุตบอล (Enright et al., 2015) ผู้เล่นแฮนด์บอลมืออาชีพ (Marques & González-Badillo, 2006) และนักปั่นจักรยานอาชีพ (Paton & Hopkins, 2005) ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าในประเภทของกีฬาและนักกีฬา อย่างน้อยการฝึกความแข็งแรงควบคู่กับการฝึกแบบแอโรบิกอดทน มีผลการฝึกไปทางบวกมากกว่ามีผลการฝึกไปทางลบ การประเมินผลของการฝึกความแข็งแรงควบคู่กับการฝึกความอดทนแบบแอโรบิกต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ องค์ประกอบของร่างกาย และความยืดหยุ่นในนักกีฬา การศึกษาการเปรียบเทียบสองโปรโตคอลของการออกกำลังกายแบบควบคู่ในผู้หญิง (Combined Exercise : CE) แบ่งออกเป็นสองกลุ่มและมีการประเมินผลก่อนและหลังโปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ (Combined Exercise) 11 สัปดาห์ 3 วันต่อสัปดาห์ กลุ่มที่หนึ่งทำการฝึกแบบต่อเนื่องกัน (Serial Combined Exercise) ที่ประกอบด้วยการอบอุ่นร่างกาย การออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่อัตราการเต้นของหัวใจในระดับที่ต่ำ (Heart Rate) การฝึกแอโรบิก และการคลายอุ่นร่างกาย กลุ่มที่สองทำการฝึกแบบรวมกัน (Integrated Combined

Exercise) ซึ่งประกอบด้วย การฝึกแบบแอโรบิก การฝึกด้วยแรงต้านที่มีอัตราเร่งของการเต้นหัวใจที่สูงในแต่ละชุดการฝึก และการคลายอุ่นร่างกาย โปรโตคอลทั้งสองมีความสมดุลและมีความแตกต่างกันเฉพาะในช่วงเวลาและลำดับของการฝึก การฝึกแบบต่อเนื่องกัน (Serial Combined Exercise) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้งร่างกายส่วนร่างและส่วนบนเพิ่มขึ้น มวลกล้ามเนื้อ (Fat Free Mass) เพิ่มขึ้น (1.8%) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของความอดทนในกล้ามเนื้อทั้งส่วนบนและส่วนล่าง (18.2 %) ความยืดหยุ่นของร่างกายส่วนบนลดลง (-160.4%) การฝึกแบบรวมกัน (Integrated Combined Exercise) มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบน (23.3%) และส่วนร่าง (17.8%) เพิ่มขึ้น ความอดทนของกล้ามเนื้อร่างกายส่วนล่าง (27.8%) เพิ่มขึ้น มวลกล้ามเนื้อ (Fat Free Mass) (3.3%) และความยืดหยุ่นของร่างกายส่วนล่าง (8.4%) เพิ่มขึ้น มีการลดลงของมวลไขมัน (-4.5%) และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (-5.7%)ลดลง การฝึกแบบรวมกัน (Integrated Combined Exercise) มีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนกว่าการฝึกแบบต่อเนื่องกัน (Serial Combined Exercise) โดยมีการปรับตัว 6 ใน 9 ครั้งของการฝึกมีผลของขนาดกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับปานกลาง (44.4% ของความแตกต่างที่สังเกตุได้) ถึงผลขนาดใหญ่ของกลุ่มตัวอย่าง (33.3%) ผู้วิจัยสรุปว่าการฝึกแบบต่อเนื่องกัน (Serial Combined Exercise) สร้างการปรับตัวที่ดีกว่าในหลายๆ งานวิจัยที่มีการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกความแข็งแรงเพียงอย่างเดียวในนักกีฬา การฝึกแบบรวมกัน (Integrated Combined Exercise) สามารถสร้างผลลัพธ์ได้ดีกว่าการฝึกแบบต่อเนื่องกัน (Serial Combined Exercise) จากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าควรใช้โปรแกรมการฝึกรวมกัน (Integrated Combined Exercise) มากกว่าใช้การฝึกแบบต่อเนื่องกัน (Serial Combined Exercise) มีการสนับสนุนและการวางเงื่อนไขของการฝึก ภายใต้ข้อกำหนดของการสร้างโปรโตคอลการฝึกที่มีประสิทธิภาพสูงและความสำคัญของลำดับการออกกำลังกาย ต่อผลลัพธ์ของโปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ (Combined Exercise) (Davis et al., 2008b) ในกีฬาที่มีความต้องการความแข็งแรงสูง เช่น แฮนด์บอล เป็นทีมที่ผู้เล่นได้รับการฝึกร่วมกันระหว่างความแข็งแรงกับการฝึกแบบแอโรบิก เป็นกระบวนการเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ประสิทธิภาพอาจจะน้อยกว่าการฝึกความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามหากมี ความถี่ ความหนัก หรือระยะเวลาของการฝึกแอโรบิกลดลง ระดับการรบกวนทางลบระหว่างการฝึกทั้งสองประเภทจะลดลง หากเป้าหมายคือ การปรับปรุงประสิทธิภาพแอโรบิกของผู้เล่น โดยไม่มุ่งเน้นการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ การฝึกเสริมความแข็งแรงควบคู่กับการฝึกแอโรบิกอย่างต่อเนื่อง ในรายครั้งของการฝึกซ้อมที่มีน้ำหนักมากและมีจำนวนครั้งน้อย (2-3 ครั้ง) จะมีการปรับปรุงประสิทธิภาพทั้งระยะสั้นและระยะยาว ความรู้เกี่ยวกับหลักการของการฝึกควบคู่กันเป็นสิ่งสำคัญต่อการวาง

แผนการฝึกที่ดีที่สุดในกีฬาแฮนด์บอลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและหลีกเลี่ยงการบาดเจ็บ (Michalsik, 2017)

การฝึกด้วยแรงต้านเกี่ยวข้องกับตัวแปรจำนวนหนึ่งซึ่งปริมาณการฝึกและความหนักเป็นองค์ประกอบสำคัญ วิธีการที่ใช้กันมากที่สุดคือ การฝึกแบบปิรามิด (Pyramidal Training : PT) ที่มีการออกกำลังกายที่ความหนักสูง จึงต้องรักษาสภาพแวดล้อมแบบแอนโบลิกที่ดีเพื่อเพิ่มมวลกล้ามเนื้อมากขึ้นและเพิ่มความแข็งแรง แม้ว่านักกีฬาจะใช้การฝึกแบบระบบปิรามิดกันอย่างแพร่หลาย แต่ก็มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เพียงเล็กน้อยที่จะสนับสนุนประสิทธิภาพที่แท้จริงของการฝึก เงื่อนไขน้ำหนักที่มีความหนักสูง (1RM) เพิ่มขึ้นมากกว่าเงื่อนไขในน้ำหนักที่ต่ำและความแตกต่างนี้เกิดจากหลักการของความจำเพาะ สำหรับความรู้ของนักวิจัยของการศึกษาดังกล่าวข้างต้นเน้นว่าการกระตุ้นการฝึกที่ดีที่สุดสำหรับการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นที่ถกเถียงกัน

การฝึกแบบผสม (Mixed method Training) คือ การนำแบบฝึกสองอย่างที่ความเหมือนหรือแตกต่างกันมาฝึกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่นักกีฬาให้บรรลุเป้าหมายสูงสุดในการแข่งขัน เช่น รูปแบบการฝึกความแข็งแรงแบบผสม การฝึกในหนึ่งสัปดาห์อาจจะแบ่งเป็น การฝึกพลัง (Power) 1 วัน การฝึกความแข็งแรงสูงสุด (Maximum Strength) 1 วัน และ ฝึกเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ (Hypertrophy) 1 วัน โดยการฝึกวันเว้นวัน (Greco et al., 2019; Newton et al., 2002; Newton & Kraemer, 1994; Vecchio & Reaburn, 2013) ผลของการฝึกความแข็งแรงแบบผสม (Mixed method Training) 8 สัปดาห์ ต่อความแข็งแรงสูงสุดของนักกีฬายกน้ำหนักเพื่อประเมินผลของระยะเวลาการฝึก 8 สัปดาห์ในการฝึกความแข็งแรงวิธีการผสม (Mixed Methods Strength Training : MST) หรือการฝึกแบบปิรามิด (Pyramidal Training: PT) ต่อประสิทธิภาพความแข็งแรงสูงสุดในนักกีฬายกน้ำหนัก ผลการศึกษา พบว่ากลุ่ม MST มีการปรับปรุงที่ดีกว่า PT ในท่า bench press (13.1 ± 0.91 เทียบกับ 3.7 ± 0.47 kg, $p < 0.0001$), barbell deadlifts (19.3 ± 1.27 เทียบกับ 5.3 ± 0.97 kg, $p < 0.0001$), lat pull -down (17.2 ± 1.72 เทียบกับ 2.8 ± 0.79 kg, $p < 0.0001$), และ standing barbell military press (13.1 ± 1.54 เทียบกับ 1.9 ± 0.59 kg, $p < 0.0001$) การค้นพบเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าการฝึกความแข็งแรงแบบผสม แสดงถึงลักษณะของทั้งสองกลุ่ม การฝึกแบบเพิ่มความหนักสลับกับปิรามิด (pyramidal) อาจมีประสิทธิภาพมากกว่าการฝึกแบบปิรามิดเพียงอย่างเดียว เพื่อเพิ่มความแข็งแรงสูงสุดในนักกีฬายกน้ำหนัก จึงถือได้ว่าเป็นทางเลือกที่ถูกต้องและสร้างแรงบันดาลใจให้กับวิธีการฝึกความแข็งแรงแบบดั้งเดิม (Greco et al., 2019)

การวิจัยที่เกี่ยวกับการฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) และการฝึกแบบผสม (Mixed - methods Training) ในประเทศไทยยังมีไม่มากนัก โดยเฉพาะในประเภทกีฬาฟุตซอล เนื่องจากนักกีฬาฟุตซอล หรือสโมสรกีฬาฟุตซอลในประเทศไทยไม่เน้นถึงการพัฒนาประสิทธิภาพ สมรรถภาพที่สำคัญในนักกีฬามากนัก โดยเฉพาะรูปแบบการฝึกแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน การฝึกวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ รวมถึงการประยุกต์รูปแบบการฝึกต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อองค์ประกอบทางกายภาพของนักกีฬาฟุตซอล ดังนั้นเป้าหมายของการศึกษาครั้งนี้คือ การเปรียบเทียบความแตกต่างผลของการฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับการฝึกแบบผสม (Mixed methods Training) ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพ ความแข็งแรงสูงสุด พลัง ความเร็ว และปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในนักกีฬาฟุตซอล เพื่อเป็นแนวทางการวางแผนฝึกซ้อมให้แก่ผู้ฝึกสอน นักวิทยาศาสตร์การกีฬา และผู้ที่สนใจ นำไปพัฒนาโปรแกรมการฝึกซ้อมและนักกีฬาให้มีสมรรถนะสูงสูดก่อนการแข่งขัน

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลของการฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) และการฝึกแบบผสม (Mixed methods Training) ที่มีต่อความแข็งแรงสูงสุด พลัง ความเร็ว และการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในนักกีฬาฟุตซอล

2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับการฝึกแบบผสม (Mixed methods Training) ที่มีต่อความแข็งแรงสูงสุด พลัง ความเร็ว และการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาฟุตซอล

ความสำคัญของการวิจัย

เพื่อทราบผลการฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับ การฝึกแบบผสม (Mixed - methods Training) ที่ส่งผลต่อการพัฒนา ความแข็งแรงสูงสุด พลัง และการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในนักกีฬาฟุตซอล รวมถึงการนำรูปแบบการฝึกแต่ละรูปแบบมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางการวางแผนฝึกซ้อมให้แก่ ผู้ฝึกสอน นักวิทยาศาสตร์การกีฬา และผู้ที่สนใจ ให้นักกีฬามีสมรรถนะสูงสูดก่อนการแข่งขัน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักกีฬาฟุตซอลเพศชาย มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพที่ส่งเข้าร่วมรายการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 47 ประจำปี พ.ศ. 2563

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักกีฬาฟุตซอลเพศชาย จำนวน 40 คน ได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัย ที่ได้เข้าร่วม ในรายการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 47 ประจำปี พ.ศ. 2563

ข้อตกลงเบื้องต้น

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตซอลเพศชายมีประสบการณ์อย่างน้อย 3 ปี เก็บข้อมูลโดยการฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับ การฝึกแบบผสม (Mixed-methods Training) แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละเท่ากัน โดยใช้การสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง กลุ่มที่ 1 ฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กลุ่มที่ 2 ฝึกแบบผสม (Mixed-methods Training) และกลุ่มควบคุม โดยใช้เวลาฝึก 8 สัปดาห์ๆละ 3 วัน มีการประเมินในท่า half-squat maximal strength (1 repetition maximum) maximum aerobic power การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด 20 เมตร และ VO2max มีการทดสอบก่อนการฝึกและหลังการฝึก

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ วิธีการฝึก แบ่งเป็นดังนี้
    1.1 การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training)
    1.2 การฝึกแบบผสม (Mixed-methods Training)
2. ตามแปรตาม ได้แก่
    2.1 ความแข็งแรงสูงสุด
    2.2 พลัง
    2.3 ความเร็ว
    2.4 ออกซิเจนสูงสุด

นิยามศัพท์เฉพาะ

ความแข็งแรงสูงสุด คือ ความสามารถในการหดตัวออกแรงแต่ละครั้งที่ได้แรงสูงสุด (ถาวร กมุทศรี, 2560)

พลัง คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงอย่างเต็มที่ด้วยความเร็วสูงสุด ซึ่งเกิดขึ้นจากองค์ประกอบด้านความแข็งแรงกับความเร็ว (O'Shea, 2000)

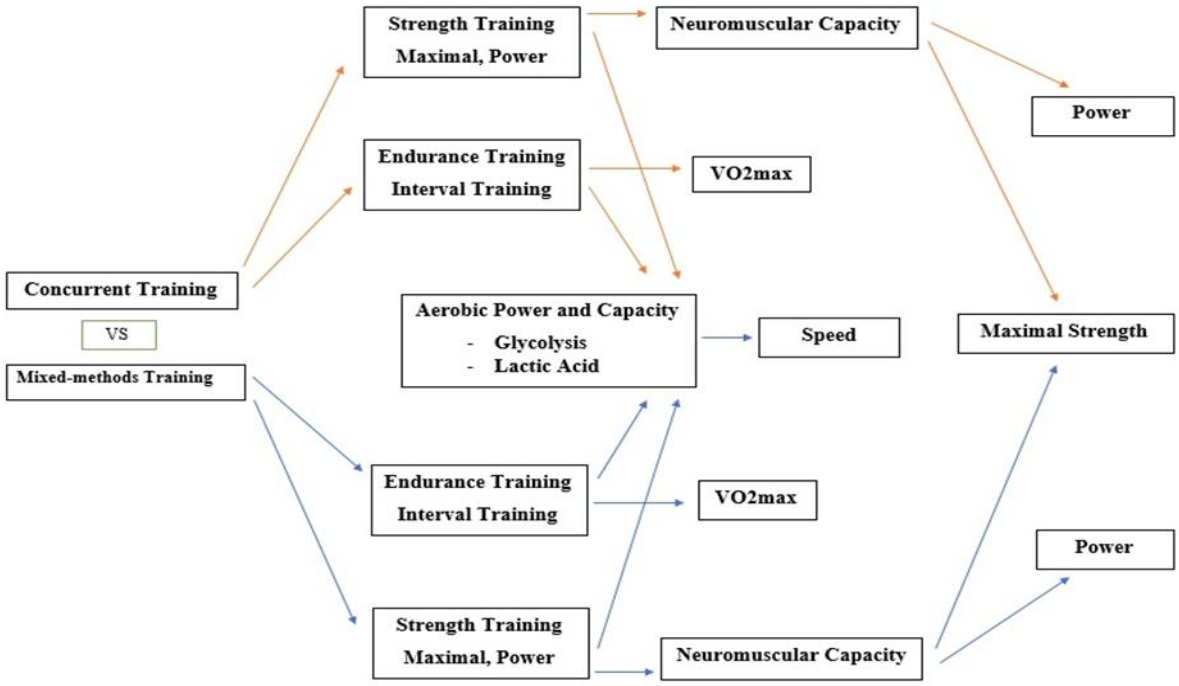
ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum Oxygen Consumption หรือ VO2max) คือ ปริมาณสูงสุดของออกซิเจน (มิลลิลิตร) ที่ร่างกายสามารถใช้ได้ต่อนาที /น้ำหนักของร่างกาย (กิโลกรัม) ขณะออกกำลังกายที่ความหนักสูงสุด (สนธยา สีละมาด, 2560)

ความเร็ว คือ ความเร็ว หมายถึง ความสามารถของร่างกายที่จะเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวไปในทิศทางต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว (สนธยา สีละมาด, 2560)

ฝึกการแบบควบคู่ (Concurrent Training) คือ การนำความแข็งแรงและความอดทนมาฝึกควบคู่กัน โดยฝึกใน เวลาเดียวกัน วันเดียวกัน เพื่อพัฒนาความแข็งแรงและความอดทนในนักกีฬาประชาชนที่มีสุขภาพดี และประชากรพิเศษ (Special Populations)(Hickson et al., 1980)

การฝึกแบบผสม (mixed methods training) คือ การนำแบบฝึกสองอย่างที่มีความเหมือนหรือแตกต่างกันมาฝึกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่นักกีฬาให้บรรลุเป้าหมายสูงสุดในการแข่งขัน เช่น รูปแบบการฝึกความแข็งแรงแบบผสม การฝึกในหนึ่งสัปดาห์อาจจะแบ่งเป็น การฝึกพลัง (Power) 1 วัน การฝึกความแข็งแรงสูงสุด (Maximum Strength) 1 วัน และ ฝึกเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ (Hypertrophy) 1 วัน โดยการฝึกแบบวันเว้นวัน (Del Vecchio & Reaburn, 2013; Greco, Camporeale, & Fischetti, 2019; Newton et al., 2002; Newton & Kraemer, 1994)

กรอบแนวคิดในงานวิจัย



ภาพประกอบ 1 แผนผังกรอบแนวคิดในงานวิจัย

สมมุติฐานในการวิจัย

การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) และการฝึกแบบผสม (Mixed-methods Training) มีผลต่อความแข็งแรงสูงสุด พลัง ความเร็ว และการใช้ออกซิเจนสูงสุด แตกต่างกัน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. กีฬาฟุตซอล (Futsal)
2. การฝึกความแข็งแรง (Strength Training)
3. การฝึกความอดทน (Endurance training)
4. การฝึกพลัง (Power)
5. การฝึกความเร็ว (Speed)
6. การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training)
7. การฝึกแบบผสม (Mixed-methods Training)

1. กีฬาฟุตซอล (Futsal)

ฟุตซอลเป็นกีฬาประเภททีม ที่มีผู้เล่น 5 คนที่อยู่ในสนามแข่งขัน ขนาด 40 × 20 ม. ระยะเวลาจะแบ่งออกเป็นครึ่งแรกและครึ่งหลัง ใช้เวลาแข่งขันครึ่งละ 20 นาที และพักระหว่างครึ่ง 10 นาที สามารถเปลี่ยนตัวสำรองได้ไม่จำกัด (Travassos, Araújo, Vilar, & McGarry, 2011) ฟุตซอล คือ ชื่ออย่างเป็นทางการที่มีมาจากฟุตบอลในร่ม ที่ประกอบด้วยผู้เล่น 5 คน (ผู้รักษาประตู 1 คนและผู้เล่น 4 คน) ที่ถูกควบคุมโดยสหพันธ์ฟุตบอลนานาชาติ สมาคมฟุตบอล (FIFA) ฟุตซอลกำเนิดขึ้นในปี 1930 และได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นทั่วโลก ในปี 1989 ได้มีการจัดการแข่งขันฟุตซอลโลกขึ้นโดยมีทีมเข้าร่วมการแข่งขัน 16 ทีม และจัดให้มีการแข่งขันในทุก ๆ 4 ปี และ ในปี 2012 มีทีมเข้าร่วมเพิ่มขึ้นเป็น 24 ทีม ฟุตซอลเป็นกีฬาที่มีความหนักสูง (High-intensity) และเป็นกีฬาที่มีกิจกรรมแบบไม่ต่อเนื่อง (intermittent) ในระหว่างการแข่งขัน (Naser, Ali, & Macadam, 2017) ซึ่งมีกิจกรรมระยะเวลาสั้น ๆ ที่มีความหนักสูงประมาณ 3 วินาที เช่น การวิ่งเพื่อเปลี่ยนแปลงทิศทาง การเลี้ยงลูก กระโดด การยิง การปะทะและการพักฟื้นระยะสั้น (20 – 30 วินาที) ในระหว่างการแข่งขัน (Álvarez, D'ottavio, Vera,& Castagna, 2009; Carlo & Álvarez, 2010; Marques et al., 2019)

คำว่า “ฟุตซอล (Futsal)” มาจากภาษาสเปนและโปรตุเกส ที่ใช้เรียก “ซอคเกอร์ (Soccer)” ว่า “Futbol หรือ Futebol” และ คำว่า“ในร่ม (Indoor)”เป็นภาษาฝรั่งเศสและภาษาสเปน ที่ใช้เรียกว่า “Salon หรือ Sala” หรือเรียกสั้นๆว่าเป็นการเล่น “ฟุตบอล 5 คน (Five-A-Side

Football or Soccer)" ฟุตซอลจะมีการใช้เล่นในสนามบาสเกตบอลและสามารถเล่นได้กับสนามหลากหลายรูปแบบ ลูกบอลที่ใช้มีลักษณะของการกระดอนจากพื้นน้อย ทำให้ผู้เล่นต้องใช้ความสามารถด้านทักษะที่หลากหลายในการบังคับทิศทาง ให้เกิดการเคลื่อนที่ของร่างกาย เป็นกีฬาที่พัฒนาปฏิกิริยาตอบสนองที่รวดเร็ว เน้นทางด้านความคิดที่ฉับไว รวดเร็วและการส่งลูกบอลที่แม่นยำ การแข่งขันจึงสร้างความตื่นเต้นให้แก่นักกีฬาและผู้เข้าชมการแข่งขัน

การเล่นกีฬาฟุตซอลเริ่มแรกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1930 ที่เมืองมอนเต ประเทศอุรุกวัย โดย โจ อัน คาร์ลอส เซเรียนี (Juan Carlos Ceriani) ได้ริเริ่มการเล่น ฟุตบอล 5 คน เพื่อใช้แข่งขันในกีฬาระดับเยาวชนของ วาย เอ็ม ซี เอ (Y M C A) มีการใช้สนามบาสเกตบอลในการจัดการแข่งขัน ต่อมากีฬาฟุตซอลมีการพัฒนาเข้าสู่ทวีปอเมริกา โดยประเทศบราซิล มีการคิดค้นทักษะต่าง ๆ ที่ใช้ในการเล่นอย่างเห็นได้ชัดในการเล่นของผู้เล่นระดับโลกที่นำไปใช้เล่นในสนามฟุตบอล เช่น เปเล่ ซิโก้ โซเครติส เบเบโต และผู้เล่นคนอื่น ๆ ของบราซิล ประเทศบราซิลจึงได้ชื่อว่าจุดศูนย์กลางการพัฒนาการเล่นกีฬาฟุตซอลอย่างต่อเนื่อง ต่อมาฟีฟ่าได้นำการแข่งขันกีฬาฟุตซอลเข้ามาดูแลและควบคุม โดยมีประเทศสมาชิกทั่วโลกกว่า 100 ประเทศ จากยุโรป อเมริกาเหนือ อเมริกากลาง อเมริกาใต้ แอฟริกา เอเชีย และโอเชียเนีย (กรมพลศึกษา, 2555)

กีฬาฟุตซอลในประเทศไทยเริ่มมีการจัดการแข่งขันเมื่อประมาณ ปี พ.ศ. 2535 - 2536 ระหว่างสมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ กับ บริษัท รีบอค โดยมีทีมสโมสรฟุตบอล ระดับถ้วยพระราชทานประเภท ก เข้าร่วมแข่งขัน ต่อมาปี พ.ศ. 2540 บริษัท เดอะมอลล์ กรุ๊ป จำกัด ได้เริ่มการจัดการแข่งขันร่วมกับสมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และใช้ชื่อการแข่งขันว่า “Bangkok Star Indoor Soccer” (กรมพลศึกษา, 2555) ปัจจุบันมีการแข่งขันกีฬาฟุตซอลในรายการต่าง ๆ เช่น ฟุตซอลระดับอุดมศึกษา ระดับเยาวชน และระดับยุวชน เกิดขึ้นมากมายทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ไทยแลนด์ฟุตซอลลีกเป็นการแข่งขันฟุตซอลลีกสูงสุดในประเทศไทย เริ่มมีการแข่งขันครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2549 ทีมเข้าร่วมการแข่งขันทั้งหมด 12 ทีม ต่อมาปี พ.ศ. 2554 เป็นการแข่งขันครั้งที่ 5 ได้มีการเพิ่มจำนวนทีมเป็น 16 ทีม (กรมพลศึกษา, 2555) ปัจจุบันได้ลดทีมคงเหลือไว้ 14 ทีม (สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย, 2563)

2. การฝึกความแข็งแรง (Strength Training)

ประสิทธิภาพของนักกีฬาในจังหวะเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวต่อการแข่งขันกีฬาประเภทต่าง ๆต้องใช้แรงจากการหดตัวของกล้ามเนื้อที่มาจากความแข็งแรงที่ถูกกำหนดให้มีการฝึกในแผนการฝึกซ้อมแทบทุกชนิดกีฬา (ถาวร กมุทศรี, 2560) การเคลื่อนไหวทางกายของบุคคลส่วนใหญ่จะกระทำกับแรงต้านทานหลายรูปแบบ อาทิ น้ำหนักของร่างกาย แรงดึงดูดโลก อุปกรณ์การ

แข่งขันหรือคู่แข่ง ความแข็งแรงซึ่งนิยามถึงการใช้แรง (Force) จึงมีความสำคัญสำหรับบุคคลที่พยายามจะปรับปรุงความสามารถในการเคลื่อนไหว (สนธยา สีละมาด, 2560) การฝึกด้วยแรงต้านนั้น เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำหนักตัวหรือการใช้น้ำหนักภายนอกร่างกาย เพื่อสร้างความเครียดที่เพียงพอต่อระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อ เอ็นกล้ามเนื้อ และเอ็นข้อต่อ ต่อการกระตุ้นกล้ามเนื้อ ฮอร์โมน ระบบประสาทและเมตาบอลิซึม เพิ่มการปรับปรุงประสิทธิภาพกล้ามเนื้อและกระดูก (Murray & Kenney, 2016)

ความแข็งแรงในทางสรีรวิทยาจะนิยามถึง ความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) ที่เอาชนะแรงต้านทั้งภายนอกและภายใน ความแข็งแรงสูงสุดที่นักกีฬาสามารถพัฒนาร่วมถึงการแสดงออกจะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะทางชีวกลศาสตร์ของการเคลื่อนไหว เช่น คานกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้อง และจำนวนการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้อง ณ เวลาเดียวกันความแข็งแรงสูงสุดยังขึ้นอยู่กับความแรงของการส่งกระแสประสาทที่มากระตุ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนของหน่วยยนต์ที่ถูกระดมมาใช้งานและความถี่ของการสร้างแรงกระตุ้นซึ่งจะมีการเพิ่มขึ้นตามความหนักของการออกกำลังกาย (สนธยา สีละมาด, 2560) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในนักกีฬา หมายถึงการที่นักกีฬามีการพัฒนาและแสดงออกถึงความสามารถในการหดตัวและออกแรงของกล้ามเนื้อให้ได้แรงสูงสุด เพื่อสู้กับแรงต้านในลักษณะต่าง ๆ ที่มากระทำต่อร่างกายในขณะเล่นกีฬาหรือออกกำลังกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของสมรรถภาพทางกายที่ส่งผลต่อความสามารถทางกลไกการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Biomotor Abilities) นักกีฬาทุกประเภทต้องมีพื้นฐานความแข็งแรง เพื่อทำให้การเคลื่อนไหวและการออกแรงในการปฏิบัติทางเทคนิคและทักษะให้มีประสิทธิภาพในขณะแข่งขันแต่ละชนิดกีฬา (ถาวร กมุทศรี, 2560) โดยระดับความแข็งแรงจะเป็นผลจากปัจจัยสามประการดังนี้

ปัจจัยที่หนึ่ง ความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อระหว่างกลุ่มกล้ามเนื้อ (Intermuscular Coordination) หรือความสัมพันธ์ของกลุ่มกล้ามเนื้อต่าง ๆ ในขณะกำลังปฏิบัติการเคลื่อนไหวของกิจกรรมทางกายที่จำเป็นต้องใช้ความแข็งแรงจะต้องการความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อของกลุ่มกล้ามเนื้อที่มีส่วนร่วมในการทำงาน

ปัจจัยที่สอง ความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular Coordination) การได้รับการพัฒนาแรงของกีฬาจะขึ้นอยู่กับหน่วยยนต์ของประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular Units) ด้วยเช่นกัน

ปัจจัยสุดท้าย แรงที่กล้ามเนื้อทำการตอบสนองต่อการกระตุ้นของกระแสประสาท (Nerve Impulse) กล้ามเนื้อจำเป็นจะต้องตอบสนองต่อการกระตุ้นของการฝึกซ้อมเพียงประมาณ

30% ของความสามารถของกล้ามเนื้อทั้งหมดของร่างกาย การใช้วิธีการฝึกซ้อมเพียงชนิดเดียวหรือความหนักระดับเดียวจะมีผลทำให้มีการพัฒนาไปตามการฝึกซ้อมเท่านั้น การใช้ความหนักระดับต่ำจะก่อให้เกิดการปรับปรุงของกลุ่มกล้ามเนื้อที่มีการทำงานขณะที่ได้รับควาหนักในระดับต่ำ การใช้ความหนักสูงจะก่อให้เกิดการปรับปรุงของกลุ่มกล้ามเนื้อที่มีการทำงานขณะได้รับความหนักสูง (สนธยา สีละมาด, 2560)

ธรรมชาติให้องค์ประกอบภายในร่างกายของมนุษย์แต่ละคนแตกต่างกัน โดยเฉพาะโครงสร้างของร่างกาย เช่น ความสูง สีผิว ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีความแตกต่างจากการมองภายนอก แต่สิ่งที่ทำให้มนุษย์มีพื้นฐานความแข็งแรงแตกต่างกัน คือ องค์ประกอบภายในร่างกาย โดยเฉพาะกล้ามเนื้อที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน มนุษย์ที่มีกล้ามเนื้อเป็นมัดๆและมีขนาดใหญ่จะมีแนวโน้มแสดงให้เห็นว่ามีความแข็งแรง ยิ่งถ้าเป็นนักกีฬาจะออกแรงได้มาก แต่ถ้าทำความเข้าใจให้ดีนั้น กล้ามเนื้อในร่างกายมีอยู่ 2 ประเภทที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของร่างกาย โดยเฉพาะทางด้านกีฬา คือ กล้ามเนื้อที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อสีแดง (Red Fiber) มาก จะเป็นประโยชน์ต่อกีฬาที่มีระยะเวลาการแข่งขันนานหรือต่อเนื่อง โดยอาศัยประสิทธิภาพการหดตัวที่มีความอดทนทำงานต่อเนื่อง เพราะเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีหลอดเลือดแดงมาเลี้ยงจำนวนมากทำให้ร่างกายส่งผ่านออกซิเจนมาหล่อเลี้ยงได้ปริมาณสูง มีพลังในการหดตัวได้นาน ส่วนเส้นใยกล้ามเนื้อขาว (White Fiber) มีขนาดใหญ่ สีขาว แข็งแรง หดตัวได้แรงสูง ทำให้เกิดประสิทธิภาพต่อการเคลื่อนไหวที่รวดเร็วและมีพลังในการเล่นกีฬา นักกีฬาที่มีองค์ประกอบภายในร่างกายที่มีจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาวมากจะทำให้ออกแรงเพื่อการเคลื่อนไหว เคลื่อนที่ และปฏิบัติเทคนิคได้อย่างมีกำลัง แต่มีข้อเสีย คือ ขาดความอดทนในการหดตัว จึงเป็นอุปสรรคต่อการเล่นกีฬาบางประเภทเช่นกัน (ถาวร กมุทศรี, 2560)

ชนิดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Type of Muscle Strength) การทำงานที่ต้องออกแรงต้านกับแรงต้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นน้ำหนักของร่างกาย แรงดึงดูดของโลก หรือแม้แต่อุปกรณ์ต่าง ๆ ทางการกีฬาล้วนแต่ต้องการความสามารถของกล้ามเนื้อในการที่จะหดตัวออกแรงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งองค์ประกอบด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจัดเป็นส่วนสำคัญในการกำหนดระดับความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อที่จะต้องทำงานกับแรงต้านทาน (สนธยา สีละมาด, 2560)

รูปแบบการฝึกความแข็งแรงโดยทั่วไปนิยมใช้การฝึกที่มีแรงต้านจากภายนอกร่างกาย เพื่อให้เส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละมัดถูกกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองต่อแรงต้านของวัตถุ ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและรูปร่าง โดยการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight Training)

เป็นการฝึกความแข็งแรงที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด นอกจากนั้นการฝึกด้วยแรงต้านจากอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น ลูก เมดีซีนบอล ยางยืด ลูกเหล็ก ถุงทราย ที่นำมาใช้ฝึกก็จะมีผลทำให้กล้ามเนื้อเกิดความแข็งแรงตามชนิดของแรงต้านและกระบวนการที่ใช้ในการฝึกกล้ามเนื้อนั้น (ถาวร กมุทศรี, 2560) การพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อให้กับนักกีฬาหรือชนิดกีฬาที่แตกต่างกันอาจจะเป็นเรื่องยาก เพราะความต้องการระดับความแข็งแรงของนักกีฬาแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันไปตามความต้องการที่เฉพาะเจาะจงของชนิดกีฬาและรูปแบบการฝึกซ้อมความแข็งแรงที่แตกต่างกันจะให้ผล ที่แตกต่างกัน (สนธยา สีละมาด, 2560) ด้วยวัตถุประสงค์และความต้องการที่จะนำเอาประสิทธิภาพความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไปใช้ให้เกิดประโยชน์ของการเล่นกีฬาที่แตกต่างกันตามธรรมชาติในการเล่น (ถาวร กมุทศรี, 2560)

การจะฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อให้นักกีฬาได้อย่างเหมาะสมกับตำแหน่งและชนิดของกีฬาจะต้องทราบถึงชนิดของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มีความต้องการอย่างแท้จริงของนักกีฬา ซึ่งโดยทั่วไปจะสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ (สนธยา สีละมาด, 2560)

ความแข็งแรงสูงสุด (Maximal Strength) คือ ปริมาณแรง (Force) มากที่สุดที่เกิดขึ้นจากการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ 1 ครั้ง ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านความเร็วและความอดทน (สนธยา สีละมาด, 2560) ความแข็งแรงประเภทนี้เส้นใยกล้ามเนื้อจะถูกกระตุ้นด้วยการฝึกจากแรงต้านหรือน้ำหนักที่สูง ให้กล้ามเนื้อออกแรงสู้กับแรงต้านอย่างช้า ๆ ในลักษณะพลักหรือดึงตามชนิดแรงต้านจากอุปกรณ์ด้วยจำนวนครั้งที่น้อย การกระตุ้นลักษณะนี้กล้ามเนื้อจะหดตัวออกแรงโดยเคลื่อนไหวอย่างช้า ๆ จนสุดระยะการหดตัว แล้วจึงคลายตัวเส้นใยกล้ามเนื้อได้รับการกระตุ้นจากการออกแรงตลอดช่วงการเคลื่อนไหวด้วยจังหวะช้า ๆ จึงทำให้เกิดความแข็งแรงสูงสุดและเมื่อทำการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องเป็นประจำสม่ำเสมอเส้นใยกล้ามเนื้อจะขนาดใหญ่และแข็งแรงขึ้น (ถาวร กมุทศรี, 2560)

ความแข็งแรงแบบยืดหยุ่น(Elastic Strength) หรือ พลัง (Power) คือ ความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular System) ในการที่จะเอาชนะแรงต้านได้ด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว เป็นการทำงานที่เอาชนะความหนักได้ด้วยความเร็ว เป็นความแข็งแรงที่มีบทบาทสำคัญต่อการออกแรงเคลื่อนที่เพื่อปฏิบัติทักษะในการเล่นกีฬาแทบทุกประเภท กำลังของกล้ามเนื้อเกิดจาก ความแข็งแรง (Strength) บวกกับ ความเร็ว (Speed) โดยมีความหมาย คือ ประสิทธิภาพการหดตัวหรือยืดตัวของกล้ามเนื้อให้เกิดแรงมากที่สุดภายในระยะเวลาสั้น ๆ (ถาวร กมุทศรี, 2560)

ความแข็งแรงอดทน (Strength Endurance) หรือความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะต้านทานความเมื่อยล้าในการปฏิบัติการออกกำลังกายที่ใช้ความแข็งแรงในช่วงเวลาที่ยาวนาน ความแข็งแรงอดทนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในประเภทการแข่งขันที่เกี่ยวข้องกับความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจนเกิดกรดแล็กติก (Lactic Anaerobic Endurance) (สนธยา สีละมาด, 2560)

การดำเนินการฝึกความแข็งแรงด้วยแรงต้านทานสูงเป็นประจำ แสดงให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญในการปรับตัวของระบบประสาทและสัณฐานวิทยา ซึ่งอาจผลักดันให้เกิดการปรับปรุงสุขภาพความเป็นอยู่ที่ดีและสมรรถภาพทางกาย ปัจจัยสำคัญหลายประการที่มีอิทธิพลต่อการปรับตัวทางระบบประสาทและทางสัณฐานวิทยาที่เฉพาะเจาะจงกับการฝึกด้วยแรงต้านเหล่านี้รวมถึงความเร็วในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ ความตึงเครียดเชิงกล ความเสียหายของกล้ามเนื้อและความเครียดจากการเผาผลาญพลังงาน (Schoenfeld, 2010) การจัดการกับตัวแปรเหล่านี้ภายในโปรแกรมการฝึกด้วยการแรงต้านเป็นการดัดแปลงเฉพาะภายในกล้ามเนื้อของโครงร่างมนุษย์ การปรับระบบประสาทในการฝึกด้วยแรงต้านทานนั้นสัมพันธ์กับความเฉพาะเจาะจงในการทำงานของหน่วยยนต์ต่อความเครียดเฉพาะด้านความเร็วและมุมร่วมกับน้ำหนัก ตัวแปรเหล่านี้ส่งผลให้เกิดการปรับตัวทางระบบประสาทในการฝึกความแข็งแรงด้วยแรงต้าน เพื่อการปรับปรุงและประสานงานการทำงานกล้ามเนื้อให้มีประสิทธิภาพ (Folland & Williams, 2007) การปรับตัวของกล้ามเนื้อประสาทสามารถเกิดขึ้นได้อย่างอิสระจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อและอาจเป็นตัวขับเคลื่อนหลักของ การเปลี่ยนแปลงการฝึกด้วยแรงต้านภายในระยะเริ่มต้นของการฝึกด้วยแรงต้าน (Sale, 1988)

นอกจากนี้ การฝึกด้วยแรงต้านอาจปรับปรุงการกระตุ้นกล้ามเนื้อเพิ่มความถี่ในการสั่งการทำงานของหน่วยยนต์ (rate coding) และการประสานของหน่วยยนต์ (Behm, 1995) ร่วมกัน การปรับตัวเหล่านี้อาจส่งผลในการเพิ่มความแข็งแรงสูงสุด อัตราการพัฒนากำลังและการใช้พลัง (Ballantyne, 2017a) การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาอาจเกิดขึ้นเนื่องจากการฝึกความแข็งแรงด้วยแรงต้านระดับปานกลาง ถึง สูง (65-95% 1RM) และมีการเปลี่ยนแปลงไปยังเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อ การปรับตัวทางสัณฐานวิทยาเบื้องต้นในการฝึกด้วยแรงต้าน คือการเพิ่มขึ้นของกล้ามเนื้อหน้าตัด (mCSA) ในกล้ามเนื้อทั้งหมดและเส้นใยกล้ามเนื้อ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของขนาดและจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อ ความหนาแน่นของเส้นใยกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นในมุมแกนกลางในลักษณะคล้ายขนนก (pennation angle) และการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและความแข็งแรง (stiffness) (Folland & Williams,

2007) เนื่องจากหลายๆ กีฬามีลักษณะที่ใช้กำลัง แรงและความเร็ว การฝึกด้วยแรงต้านอาจมีคุณค่าต่อนักกีฬา

การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังนั้นเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางการกีฬาในนักกีฬาอายุน้อยและผู้ใหญ่ในหลาย ๆ กีฬา (Timothy J Suchomel et al., 2016; Zouita et al., 2016) นอกจากนี้ยังมีหลักฐานที่ชัดเจนว่าการเพิ่มการฝึกด้วยแรงต้านให้กับโปรแกรมการฝึกสำหรับนักวิ่งและนักปั่นจักรยานมืออาชีพ ช่วยเพิ่มความอดทนในการแข่งขันและการฝึกซ้อม นี่คือความสำเร็จในขั้นต้นผ่านการปรับปรุงการเคลื่อนไหวและความสามารถในการสร้างแรง (Aagaard & Andersen, 2010; Aagaard et al., 2011; Taipale et al., 2013)

3. การฝึกความอดทน (Endurance training)

ความอดทน (Endurance) คือ ความสามารถในการหดตัวออกแรงของกล้ามเนื้อเพื่อเคลื่อนไหวร่างกายด้วยการปฏิบัติซ้ำอย่างต่อเนื่อง ความอดทนเป็นพื้นฐานสำคัญที่นักกีฬาทุกประเภทจะต้องได้รับการฝึกเป็นลำดับแรกและถูกจัดไว้ในตารางฝึกตั้งแต่ช่วงแรกและตลอดการฝึกซ้อม โดยความหมายของการฝึกความอดทน คือ การให้ร่างกายออกแรงในสภาวะที่ไม่มีน้ำหนักมาก แต่มีการปฏิบัติซ้ำโดยใช้จำนวนครั้งหรือระยะเวลาที่ต่อเนื่องให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมีความสำคัญต่อนักกีฬาที่ต้องรักษาระดับความเร็วหรือความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวให้คงที่ตลอดเวลาการแข่งขัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบกล้ามเนื้อในร่างกายที่หดตัวเกือบสูงสุดอย่างต่อเนื่องพร้อมกับระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตต้องเร่งปฏิกิริยาการทำงานตามปกติการลดต่ำลงของประสิทธิภาพและความต่อเนื่องในการเคลื่อนไหวจะเป็นผลมาจากความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในร่างกายจากการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย โดยจะนำพาพลังงานไปสู่อวัยวะปลายทางเพื่อออกแรงเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหว พลังงานจากอาหารจะถูกนำไปใช้ในรูปแบบของเอทีพี (Adenosine Triphosphate) เพื่อถ่ายทอดพลังงานให้กับการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อ แต่จำนวนเอทีพีที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อนั้นมีจำนวนจำกัดและจะลดลงในเวลาอันสั้น เพื่อให้การหดตัวของกล้ามเนื้อดำเนินต่อไปอย่างต่อเนื่อง ร่างกายมีความจำเป็นที่จะต้องสังเคราะห์เอทีพีขึ้นใหม่ (Resynthesis) อย่างต่อเนื่อง ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic) จึงมีบทบาทสำคัญในการรองรับการทำงานของร่างกายในลักษณะนี้ สิ่งที่เป็นอุปสรรคของความอดทน คือ ภาวะที่ร่างกายมีอาการล้า โดยเฉพาะในขณะที่เคลื่อนไหวเล่นกีฬา ถ้ามีอาการเมื่อยล้าเกิดขึ้นจะทำให้ร่างกายสูญเสียการทำงาน ไม่สามารถควบคุมจังหวะหรือความเร็วที่ต้องการได้ นักกีฬาที่ได้รับการฝึกความอดทนมาเป็นอย่างดี

จะเกิดอาการล้าได้ช้า กล้ามเนื้อและการระบวนการอื่น ๆ ของร่างกายสามารถทำงานหรือเคลื่อนไหวได้อย่างต่อเนื่อง การทำงานของร่างกายที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อออกแรง เช่น ระบบหัวใจและระบบไหวเวียนโลหิต จะมีปฏิกิริยาเพิ่มอัตราการเร่งการทำงานของหัวใจ หัวใจจึงเต้นเร็วและแรงมากขึ้น ปฏิกิริยาจะสอดคล้องกับอาการล้าของกล้ามเนื้อที่มีมากขึ้นด้วยการฝึกความอดทนของร่างกายจึงต้องเน้นระยะเวลาและความหนักของการฝึกที่ระดับเบาถึงปานกลาง เพื่อให้ระบบกล้ามเนื้อ ระบบหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิตทำงานได้อย่างต่อเนื่อง (ถาวร กมุทศรี, 2560)

ความอดทนเป็นองค์ประกอบทางสมรรถภาพที่จำต่อการฝึกเป็นสิ่งแรก หากร่างกายไม่ได้สร้างพื้นฐานของการพัฒนาความอดทนทั้งกล้ามเนื้อ และระบบหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต การฝึกพัฒนาสมรรถภาพทางกายในด้านอื่น ๆ อาจไม่สามารถฝึกได้ต่อเนื่อง ทำให้องค์ประกอบสมรรถภาพทางกายด้านต่าง ๆ ไม่สามารถพัฒนาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความสามารถทางด้านความอดทนยังขึ้นอยู่กับลักษณะทางสรีรวิทยาที่เฉพาะเจาะจง ดังนี้

ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximum Oxygen Uptake หรือ VO2Max) เป็นปริมาณออกซิเจนสูงสุด (มิลิลิตร) ที่ร่างกายสามารถใช้ใน 1 นาทีต่อน้ำหนักของร่างกาย (กิโลกรัม) ขณะออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูง ซึ่งจะมีปริมาณแตกต่างกันระหว่างนักกีฬาแต่ละคนและแต่ละประเภทกีฬา นักกีฬาประเภทความอดทนจะมีปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดสูงมากกว่านักกีฬาประเภทอื่น ๆ และนักกีฬาจะประสบผลสำเร็จในประเภทการใช้ความอดทน (Endurance Event) จะต้องมีปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดอย่างน้อย 70 มล./กก./นาที

องค์ประกอบที่สำคัญทางกายภาพของการเล่นกีฬาฟุตซอล คือ ความอดทนของการใช้ออกซิเจน เนื่องจากนักกีฬาฟุตซอลต้องเล่นด้วยความหนักสูงและใช้เวลานาน ผู้เล่นจำเป็นจะต้องสามารถรักษาความความอดทนของการใช้ออกซิเจนได้จนกว่าจะสิ้นสุดเกมการแข่งขัน (Ahmad et al., 2020) นักฟุตซอลอาจวิ่ง 3 ถึง 5 กม. ในระหว่างการแข่งขัน ที่มีช่วงความหนักที่มากกว่า 50% ของความหนักที่สูง (> 90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด) (Amani-Shalamzari et al., 2019) การศึกษาก่อนหน้านี้ได้แสดงให้เห็นว่านักกีฬามีแลคเตทในเลือดเข้มข้น 5.3 มิลลิโมล L-1 และใช้เวลา 46% ของเวลาการแข่งขันที่มีความหนักสูงกว่า 80% ของการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Castagna et al., 2009; Naser et al., 2017) นักกีฬาฟุตซอลในระดับมืออาชีพจะต้องรับมือกับการออกกำลังกายที่มีความเครียดสูง มีความสามารถในพลังระเบิด (กระโดดและยิง) ประสิทธิภาพของแอโรบิกและแอนแอโรบิก ดังนั้น นักกีฬาฟุตซอลจะต้องมีค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) มากกว่า 60 mL·kg−1 ·min−1 เพื่อให้สอดคล้องกับสรีรวิทยาในเกม

การแข่งขัน (Álvarez, D'ottavio, Vera, & Castagna, 2009; Castagna & Barbero Álvarez, 2010; Marques et al., 2019)

แอนแอโรบิกเทรคโฮลด์ (Anaerobic Threshold) เป็นตำแหน่งที่กรดแล็กติกเริ่มมีการสะสมในกล้ามเนื้อ เนื่องจากการผลิตมีมากกว่าการกำจัดทิ้ง ซึ่งจะตรงกับช่วง 85% ถึง 90% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด หรือปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ของนักกีฬาขณะแข่งขัน เป็นระดับความหนักที่เหนื่อยแต่ทนได้ เมื่อระยะทางเวลาการแข่งขันเท่ากัน นักวิ่งมาราธอนและนักปั่นจักรยานอาชีพจะสามารถรักษาระดับไว้ได้ที่ 80% ถึง 90% ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ขณะที่นักกีฬาทั่ว ๆ ไปจะสามารถรักษาระดับไว้ที่ 70% ถึง 75% ของปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความหนักสูงกว่าตำแหน่งแอนแอโรบิกเทรดโฮลด์ กรดแล็กติกจะเริ่มมีการสะสมในกล้ามเนื้อซึ่งจะรบกวนกระบวนการหดตัวของกล้ามเนื้อและการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตช้าลงซึ่งไม่เป็นผลต่อการผลิตพลังงานของนักกีฬา (สนธยา สีละมาด, 2560)

ความทนทานต่อความเมื่อยล้า (Fatigue Resistance) เป็นความสามารถของนักกีฬาที่จะรักษาระดับความเร็วไว้ได้เป็นระยะเวลานานขณะออกกำลังกายประเภทอนทน ซึ่งความทนทานต่อความเมื่อยล้าจะได้รับการพัฒนาเป็นอย่างมากจากการฝึกซ้อมความอดทนที่ใช้ระยะเวลานานความหนักต่ำ เช่น การวิ่งที่ใช้ความเร็วต่ำระยะทางไกล (Long Slow Distance) จะทำให้นักกีฬามีความทนทานต่อความเมื่อยล้าเพิ่มขึ้น (สนธยา สีละมาด, 2560)

ประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหว (Economy of Motion) เป็นปริมาณความต้องการใช้ออกซิเจนเพื่อรักษาระดับความหนักของการทำงาน นักกีฬาประเภทอดทนที่มีเทคนิคดีจะใช้ออกซิเจนเพื่อรักษาระดับความเร็วน้อยกว่านักวิ่งเพื่อนันทนาการ เทคนิคเป็นสิ่งสำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพการเคลื่อนไหว เช่น นักวิ่งควรมีการผ่อนคลายร่างกายส่วนบน นักจักรยานไม่ควรส่ายลำตัวแต่ควรจะมีการผ่อนคลาย การทำงานของร่างกายส่วนอื่นหรือการหดเกร็งจะต้องใช้พลังงานและออกซิเจนแต่ไม่ได้เพิ่มความเร็วให้สูงขึ้น การพัฒนาเทคนิคให้มีความถูกต้องจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของนักกีฬาให้สูงขึ้นขณะที่ใช้พลังงานลดลง (สนธยา สีละมาด, 2560)

การใช้พลังงาน (Fuel Usage) เมื่อออกกำลังกายที่ระดับความเร็วสูง การสร้างพลังงานจะมาจากคาร์โบไฮเดรตมากว่าไขมัน แต่สำหรับนักกีฬาที่ผ่านการฝึกซ้อมมาเป็นอย่างดีขณะแข่งขันจะสามารถใช้ไขมันเป็นต้นต่อการสร้างพลังงานได้มากว่านักกีฬาที่ฝึกซ้อมมาน้อยกว่า (สนธยา สีละมาด, 2560) โดยทั่วไปแล้วความอดทนพื้นฐานที่ควรได้รับการฝึกนั้น แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

ความอดทนแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Endurance) โดยทั่วไปคำว่า แอโรบิก หมายถึง การประกอบไปด้วยออกซิเจน หรือ ด้วยออกซิเจน ซึ่งมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับระบบกล้ามเนื้อ (Muscular System) ระบบหายใจและไหลเวียดโลหิต (Cardiorespiratory System) เรียกว่าการอดทนแบบใช้ออกซิเจนหรือระบบหายใจและไหลเวียดโลหิต การทำงานแบบแอโรบิกเป็นการทำงานที่ร่างกายได้รับออกซิเจนและสารอาหารอย่างเพียงพอ และการผลิตของเสียจะมีน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะถูกกำจัดออกทางเหงื่อและลมหายใจในอัตราส่วนที่สัมพันธ์กับการสร้างขึ้น ความสามารถแบบใช้ออกซิเจนขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิต (Cardiorespiratory System) ระบบหายใจ (Respiratory) ซึ่งทำหน้าที่ขนส่งออกซิเจนและสารอาหารที่สำคัญต่อกระบวนการสำรองพลังงานและเคลื่อนย้ายของเสียออกจากเซลล์กล้ามเนื้อและขึ้นอยู่กับระบบกล้ามเนื้อในการที่จะหดตัวเคลื่อนไหวร่างกายให้ได้ต่อเนื่องและยาวนาน การฝึกเพื่อพัฒนาความอดทนจะถูกกำหนดให้ฝึกในช่วงแรกๆของการฝึกอย่างสม่ำเสมอขึ้นอยู่กับระยะเวลาและความต้องการของนักกีฬาแต่ละประเภท วิธีการฝึกซ้อมความอดทนแบบใช้ออกซิเจนจะประกอบไปด้วย (ถาวร กมุทศรี, 2560)

การออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง (Continuous Exercise) เป็นลักษณะการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ 30 นาที ขึ้นไปถึง 2 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับระดับความสามารถและจุดมุ่งหมายของการฝึกซ้อม รูปแบบการฝึกอย่างต่อเนื่องจะถูกจำกัดด้วยความหนักของการฝึกซ้อม ส่วนใหญ่ความหนักจะอยู่ในระดับการต่ำกว่าสูงสุด จึงเป็นข้อจำกัดของการออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง (สนธยา สีละมาด, 2560)

การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา (Interval Exercise) เป็นรูปแบบการฝึกที่ทำให้นักกีฬาทำงานหนัก (Work Load) เพิ่มขึ้นสลับกับการทำงานช่วงของการฟื้นฟูสภาพ (Recovery) ขณะทำการฝึกร่างกายจะก้าวขึ้นไปสู่ภาวะเป็นหนีออกซิเจนและผลิตกรดแล็กติกเพิ่มขึ้น ขณะช่วงของการฟื้นสภาพและปอดจะยังคงมีการทำงานสูงในการที่จะใช้หนี้ออกซิเจนและการสำรองออกซิเจนเพื่อใช้ในการเผาผลาญแล็กติกและการสังเคราะห์พลังงานกลับคืนมา การฝึกซ้อมจะทำให้เส้นหลอดเลือดแดงฝอยมีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวใจ การพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนและปรับสมดุลการควบคุมดุลกรดด่าง (Buffers) ภายในร่างกาย ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาความสมบูรณ์ทางกายที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิต (สนธยา สีละมาด, 2560)

การฝึกแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Endurance) หมายถึง ปราศจากออกซิเจน การทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนเป็นการทำงานที่ร่างกายได้รับออกซิเจนและสารอาหารในปริมาณที่

น้อยกว่าที่ร่างกายต้องใช้ การทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนสามารถแบ่งออกได้สองลักษณะ คือ ลักษณะแรก การสำรองพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนไม่เกิดกรดแล็กติก (Alactic Anaerobic Pathway) เป็นการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนแต่ปราศจากการผลิตกรดแล็กติกแต่สามารถสำรองพลังงานที่ความพยายามสูงสุดได้นานเพียงเท่ากับปริมาณสารอาหารที่มีสะสมไว้ในกล้ามเนื้อ คือ ปริมาณ 6 ถึง 8 นาที และลักษณะต่อมาการสำรองพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนเกิดแล็กติก (Lactic Anaerobic Pathway) เป็นการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนแต่ผลิตกรดแล็กติก เมื่อมีการทำงานโดยกล้ามเนื้อได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอจะทำให้ร่างกายเข้าสู่สภาวะของการเป็นหนี้ออกซิเจน (O2 Debt) และการสำรองพลังงานเพื่อให้นักกีฬาทำงานต่อไปจะทำให้มีการผลิตกรดแล็กติกขึ้นและเมื่ออัตราการผลิตมีมากกว่าอัตราการกำจัดจะทำให้กรดแล็กติกมีการสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อและการประกอบกิจกรรมก็ต้องหยุดลงประกอบกับความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อและกิจกรรมเที่ยวต่อไปจะไม่สามารถกระทำได้เหมือนเดิมจนกว่ากรดแล็กติกจะถูกกำจัดและมีการใช้หนี้ออกซิเจนอย่างเพียงพอ (สนธยา สีละมาด, 2560)

การฝึกซ้อมความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Endurance Training) เป็นการฝึกภายใต้สภาพร่างกายไม่ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอกับความต้องการใช้ในกระบวนการเผาผลาญอาหารเพื่อการผลิตพลังงานของร่างกาย ร่างกายจึงใช้พลังงานจากการสำรองพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนไม่เกิดกรดแล็กติก (Alactic Anaerobic Pathway) และการสำรองพลังงานแบบไม่ใช่ออกซิเขนเกิดกรดแล็กติก (Lactic Anaerobic Pathway) ความอดทนในการทำงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนจึงถูกจำกัดโดยปัจจัยทางด้านปริมาณเชื้อเพลิงที่ร่างกายเก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อ (เอทีพีและซีพี) และความอดทน (Tolerance) ต่อกรดแล็กติกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาผลาญอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน วิธีการฝึกซ้อมความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Training Methods for Anaerobic Endurance) ประกอบด้วย การฝึกแบบหนักสลับเบา (Interval Training) เป็นการฝึกสลับกับช่วงพักหรือผ่อนคลาย โดยช่วงการฝึกจะประกอบด้วยการออกกำลังด้วยความหนักสูง (High Intensity) และมีช่วงพักหรือผ่อนคลาย (Relief Interval) ช่วงการผ่อนคลายจะประกอบด้วยการผ่อนคลายด้วยการพัก (Rest relief) เช่น การเดิน หรืออาจจะผ่อนคลายด้วยการทำงาน (Work relief) เช่นการออกกำลังกายเบา (สนธยา สีละมาด, 2560)

การผลิตพลังงานและความเมื่อยล้าขณะทำงานหนักสลับเบา เป็นสิ่งที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน การทำงานแบบหนักสลับเบาและการทำงานอย่างต่อเนื่อง ความแตกต่างกันจะมาจากปัจจัยสองประการ คือ ปัจจัยแรก ถ้าให้นักกีฬาวิ่งอย่างต่อเนื่องและมีความเร็วเท่าที่จะไปไกลได้ในหนึ่งนาที เปรียบเทียบการทำงานลักษณะนี้กับการทำงานแบบหนักสลับช่วงพักให้

นักกีฬาวิ่งด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วในตอนแรก แต่ให้วิ่งเพียง 10 วินาที และตามด้วยการพัก 30 วินาที และทำซ้ำอีก 6 ครั้ง สุดท้ายนักกีฬาจะมีการทำงานเท่าเดิม (60 วินาที) แต่ระดับความเมื่อยล้าจากการวิ่งหนักสลับจะต่ำกว่า ปัจจัยสุดท้าย เมื่อพิจารณาทางด้านสรีรวิทยาจะพบว่าการสำรองพลังงานของระบบบอแล็กเทตและระบบแล็กเทตขณะวิ่งแบบหนักสลับช่วงเบาเปรียบเทียบกับการวิ่งอย่างต่อเนื่องจะมีความแตกต่างกัน ขณะช่วงเวลาของการวิ่งแบบหนักสลับเบาการสำรองพลังงานโดยระบบแล็กเทตจะน้อยกว่าการสำรองขณะวิ่งอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากขณะวิ่งแบบหนักสลับเบาจะได้รับพลังงานส่วนใหญ่มาจากระบบบอแล็กเทต การผลิตกรดแล็กติกจึงเกิดขึ้นน้อยกว่า ดังนั้น ความเมื่อยล้าจึงเกิดขึ้นน้อยจากการทำงานแบบหนักสลับเบา การศึกษาผลของการนำวิธีการฝึกแบบหนักสลับช่วงพักด้วยความหนักสูง (High Intensity Interval Training : HIIT) ต่อการเพิ่มความสามารถแบบไม่ใช้ออกซิเจน การศึกษาทดลองการฝึกทางกายภาพของนักฟุตซอลหญิง ระยะเวลา 28 วัน โดยทดสอบความเร็วด้วยการวิ่งระยะ 20 เมตร คล่องตัวและความว่องไว (shuttle run) พลังของขา (Hop Leg) พลังอดทน (Hurdle Jump) วิ่งด้วยความเร็วอดทน 150 เมตร อิทธิพลของการฝึกแบบหนักสลับช่วงพักด้วยความหนักสูง (HIIT) มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของความเร็ว ความคล่องตัวและความว่องไว พลังความอดทนต่อการใช้พลัง และความเร็วอดทน (Fitri et al., 2019)

ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance) หรือความแข็งแรงอดทน เป็นความสามารถของนักกีฬาในการที่จะรักษาระดับแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อภายใต้สภาพการทำงานประเภทความอดทน การพัฒนาความแข็งแรงอดทนสามารถกระทำได้โดยใช้การฝึกแบบสถานี (Circuit) การฝึกซ้อมด้วยน้ำหนัก (Weight) การวิ่งขึ้นเขา (Hill Running) หรือการวิ่งบนลู่กลที่มีระดับความชัน 3-7 องศา และการวิ่งลากยางหรือน้ำหนักถ่วง เป็นต้น (ถาวร กมุทศรี, 2560; สนธยา สีละมาด, 2560)

ความเร็วอดทน (Speed Endurance) หรือ ความอดทนของความเร็วเป็นความสามารถในการใช้ความเร็วของนักกีฬาภายใต้สภาพการทำงานประเภทอดทน ความเร็ว อดทนสามารภพัฒนาได้โดยใช้การปฏิบัติซ้ำ (Repetition Methods) ที่มีจำนวนเซตสูง จำนวนครั้งต่อเซตต่ำและความหนักมากกว่า 85% ขึ้นไป ด้วยระยะทาง 60% ถึง 120% ของระยะทางการแข่งขัน (ถาวร กมุทศรี, 2560; สนธยา สีละมาด, 2560)

การฝึกความอดทน (Endurance training) เพื่อพัฒนาระบบหัวใจและหลอดเลือด (cardiovascular) และระบบหายใจ(cardiorespiratory) สร้างการเผาผลาญพลังงาน (metabolic pathways) และการปรับปรุงในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในระหว่างการ

ออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องและการออกกำลังกายความอดทนแบบไม่ต่อเนื่อง (Blomqvist & Saltin, 1983; Saltin et al., 1976) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การทำงานของกรดไขมันอิสระที่ความเข้มข้นต่ำถึงปานกลางที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ไกลโคเจนของกล้ามเนื้อในการฝึกความเข้มสูงจะเพิ่มขึ้นผ่านการฝึกความอดทนเป็นเวลานา (Carter et al., 2001; Kiens et al., 1993) การฝึกความอดทนช่วยเพิ่มการใช้ออกซิเจนสูงสุด ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจในแต่ละนาที ช่วยเพิ่มการเผาผลาญพลังงาน (oxidative metabolism) (Hurley et al., 1986) การสร้างกล้ามเนื้อ และการสร้างไบโอไมโตคอนเดรีย (mitochondrial) (Blomqvist & Saltin, 1983)

การปรับตัวจากการฝึกความอดทนก็มีส่วนเกี่ยวข้องในการใช้ประโยชน์ด้านสุขภาพทั่วไป (Carol Ewing Garber et al., 2011) ระดับการออกกำลังกาย แบบแอโรบิกที่ดีขึ้นนั้นเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงที่ลดลงของการเสียชีวิตจากทุกสาเหตุ เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ และการเจ็บป่วยด้วย ประโยชน์ที่สำคัญยังช่วยลดปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจ ในปัจจุบันได้มีการแนะนำให้ประชากรวัยผู้ใหญ่ที่ไม่ใช่นักกีฬาที่มีสุขภาพดี มีส่วนร่วมในการฝึกโดยใช้ความอดทนเป็นประจำทุกวันเป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที ห้าครั้งต่อสัปดาห์ที่ระดับความหนักถึงปานกลาง (Carol Ewing Garber et al., 2011)

การปรับตัวการฝึกความอดทนโดยทั่วไปแล้ว จะได้รับการพัฒนาด้วยความหนักในระดับต่ำถึงปานกลางอย่างต่อเนื่องหรือกิจกรรมทางกายแบบหนักสลับช่วงพัก ที่ความหนักสูงอย่างต่อเนื่อง เช่น การเดิน การปั่นจักรยาน การพายเรือหรือการวิ่ง การฝึกความอดทนแบบดั้งเดิมมุ่งเน้นไปที่กิจกรรมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอที่ความหนัก ต่ำถึงปานกลาง (60-80% อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (MHR)) เป็นวิธีที่ใช้ในการปรับปรุงความอดทนแบบเฉพาะ อย่างไรก็ตามควรสังเกตว่าความหนักของการออกกำลังกาย มากกว่าระยะเวลารวมของการออกกำลังกาย เป็นการพิจารณาที่สำคัญเมื่อทำการฝึกความอดทนเพื่อปรับปรุงสมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือด (Gillen et al., 2016) หลักฐานแสดงให้เห็นว่าความพยายามในระยะอันสั้นที่มีความหนักสูงของการฝึกความอดทนค่อนข้างสั้น อาจมีสุขภาพที่คล้ายคลึงกันและนำไปสู่การปรับปรุงทางสรีรวิทยาที่มากขึ้นในการใช้ออกซิเจนสูงสุดและการเผาผลาญพลังงาน (Bartlett et al., 2012) นอกจากนี้การฝึกหนักสลับช่วงพัก (HIIT) อาจจะสนุก (Bartlett et al., 2011) และประหยัดเวลามากกว่า (Tabata et al., 1996) สำหรับการปรับตัวของระบบหัวใจและหลอดเลือดและระบบทางเดินหายใจเมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกความอดทนอย่างต่อเนื่อง กิจกรรมต่อเนื่องที่มีความหนักสูงนี้ อาจเป็นทางเลือกสำหรับผู้ปฏิบัติงานและผู้เข้ารับการฝึก ที่กำลังมองหาวิธีที่สนุกและประหยัดเวลาในการปรับปรุงการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดและระบบทางเดินหายใจ (Gillen et al., 2016)

นักกีฬากีฬายังได้รับประโยชน์จากการใช้ออกซิเจนสูงสุด พลังงานแอโรบิก และการใช้พลังงานของสารตั้งต้น ซึ่งอาจมีนัยสำคัญต่อประสิทธิภาพในการแข่งขัน การฟื้นฟูร่างกาย และการป้องกันการบาดเจ็บ (Malone et al., 2016; Tomlin & Wenger, 2001) การปรับการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดมีความสัมพันธ์กับตัวแปรสำคัญหลายประการที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางกีฬา รวมถึงการเพิ่มระยะเวลาความเหนื่อย ระดับจุดเริ่มล้า (lactate threshold) ที่เพิ่มขึ้น (Jones & Carter, 2000) และการเคลื่อนไหวด้วยอัตราเร่งที่สูงขึ้นในระหว่างการแข่งขันกีฬาทีมประเภทหนักสลับช่วงพัก การออกกำลังกายแบบแอโรบิกหรือคาร์ดิโอ ได้ถูกเลือกใช้ในการฝึกซ้อมในการแข่งขันรักบี้กึ่งอาชีพ (Gabbett & Seibold, 2013) และระดับการแข่งขันของผู้เล่นฟุตบอลยุวชนและเยาวชน (Ingebrigtsen et al., 2012)

การฝึกซ้อมภายใต้ความอดทนและการปรับตัวของระบบทางเดินหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือดที่ดี ควรเป็นสิ่งสำคัญสำหรับเยาวชนที่มีสุขภาพดีและผู้ใหญ่ทั่วไป รวมถึงนักกีฬาที่ต้องการปรับปรุงสุขภาพและประสิทธิภาพของการออกกำลังกาย เรื่องการฝึกด้วยแรงต้านและการฝึกความอดทน มีความแตกต่างกันแต่มีนัยสำคัญต่อกลุ่มประชากร แม้ว่าการฝึกซ้อมทั้งสองแบบนั้นจะอยู่ตรงข้ามกัน แต่สุดท้ายเป็นการปรับตัวในการออกกำลังกายแบบ ต่อเนื่อง แต่การพัฒนาของการฝึกด้วยแรงต้านและการฝึกความอดทนนั้นอาจเป็นที่ต้องการในการฝึกซ้อม มีความเป็นไปได้ที่จะฝึกทั้งสองอย่างพร้อมกันและปรับปรุงทั้งความอดทนและความการฝึกด้วยแรงต้านที่ส่งผลต่อการปรับตัวอย่างต่อเนื่อง (Gravelle & Blessing, 2000; Schumann, Küüsmaa, et al., 2014)

4. การฝึกพลัง (Power)

พลังเป็นส่วนหนึ่งของความแข็งแรงที่มีความจำเพาะกับการเคลื่อนไหวในนักกีฬา การเคลื่อนไหวทางในการกีฬาส่วนมากจะมีลักษณะการเอาชนะแรงต้านทานทั้งภายในและภายนอกของร่างกายด้วยความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด การเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ในการเล่นกีฬาด้วยความเร็ว จะต้องใช้แรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดอย่างรวดเร็ว ช่วงระยะเวลาสั้นๆ รูปแบบการเล่นกีฬาหลายประเภทมีการปรับเปลี่ยนทิศทางและจังหวะในขณะเคลื่อนไหวหรือการปรับอัตราเร่งในการออกตัววิ่งรวมทั้งการลดความเร็วในการวิ่งลงทันทีทันใด จังหวะเคลื่อนที่ตามลักษณะดังกล่าวเกิดขึ้นในการเล่นหรือแข่งขันกีฬาประเภทต่าง ๆ ที่ต้องอาศัยการประยุกต์ใช้แรงจากการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ทำงานอย่างรวดเร็ว กล้ามเนื้อที่มีความแข็งแรงจะออกแรงได้มากพร้อมกับการหดตัวอย่างรวดเร็วทำให้เกิดกำลัง (Power) ของกล้ามเนื้อเพื่อไปควบคุมจังหวะการเคลื่อนไหวให้มีคุณภาพและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการเล่นกีฬาแต่ละประเภท (ถาวร กมุทศรี, 2560; สนธยา สีละมาด, 2560)

การแปลงความแข็งแรงสู่พลัง (Conversion to Power) การแปลงความแข็งแรงไปเป็นพลังจะเป็นการถ่ายโอนความแข็งแรงสูงสุดที่นักกีฬาได้รับจากการฝึกซ้อมเป็นพลังที่เฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬา เนื่องจากความแข็งแรงจะไม่ได้เป็นสมรรถภาพที่สำคัญของนักกีฬาที่ต้องเอาชนะแรงต้านด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว แต่การได้รับผลที่เฉพาะเจาะจงจากการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงจะเป็นสิ่งสำคัญในการที่จะเพิ่มความสามรถทางการกีฬา ตัวแปรที่สำคัญในการที่จะทำให้การแปลงความแข็งแรงเป็นพลังเป็นผลสำเร็จจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาและวิธีการฝึกซ้อมที่เฉพาะเจาะจงที่นำไปใช้ในการถ่ายโอนการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงสูงสุดไปสู่ความต้องการทางด้านความแข็งแรงที่เฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬา นักกีฬาสามารถเป็นผู้ที่มีความแข็งแรงมีมวลของกล้ามเนื้อมากแต่ก็ไม่ได้หมายความว่าจะมีพลัง ถ้านักกีฬาไม่สามารถทำให้กล้ามเนื้อที่มีความแข็งแรงหดตัวได้ในช่วงเวลาที่สั้นที่สุด ซึ่งการที่จะกระทำเช่นนั้นได้นักกีฬาจะต้องอยู่ภายใต้การฝึกซ้อมที่เฉพาะเจาะจง คือ การฝึกซ้อมพลัง ซึ่งจะเป็นผลทำให้มีการปรับปรุงของอัตราความเร็วในการสร้างแรง พลัง หมายถึง ความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อในการที่จะก่อให้เกิดแรงมากที่สุดในช่วงเวลาที่สั้นที่สุดหรือเป็นการเอาชนะแรงต้านด้วยความเร็ว พลังเป็นผลของแรงกล้ามเนื้อและอัตราความเร็วของการเคลื่อนไหว การเพิ่มขึ้นของพลังจึงต้องเป็นผลของการปรับปรุงในความแข็งแรงหรือความเร็วอย่างใดอย่างหนึ่งหรือปรับปรุงทั้งสองอย่าง อย่างไรก็ตาม การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก่อนแล้วค่อยปรับเปลี่ยนเป็นพลังด้วยการเพิ่มความเร็วในการทำงานในตอนหลังจะเป็นวิธีที่ดีในการปรับปรุงพลังกล้ามเนื้อ ระบบประสาทมีวิธีการพื้นฐานอยู่ 2 วิธี ในการควบคุมระดับแรงพยายามของกล้ามเนื้อ คือ เป็นการปรับจำนวนการกระตุ้นของประสารทสั่งการหรือระดมและ เป็นการปรับอัตราความถี่ของสัญญาณประสาทสั่งการ การจะกระตุ้นกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่ระบบประสาทจะต้องระดมหน่วยยนต์ทั้งหมดและกระตุ้นแต่ละหน่วยยนต์ด้วยความถี่สูงเพียงพอที่จะทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อภายในแต่ละหน่วยยนต์หดตัวสร้างแรงสูงสุด การเพิ่มขึ้นของความสมบูรณ์ทางกายซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทในการช่วยให้แต่ละกล้ามเนื้อได้รับความการพัฒนาทางด้านพลัง จึงจำเป็นต้องฝึกซ้อมที่มีการเคลื่อนไหวแบบพลังระเบิด การฝึกซ้อมที่ใช้อัตราความเร็วสูง ซึ่งเป็นวิธีการฝึกซ้อมระบบประสาท เพราะการเคลื่อนไหวที่ใช้พลังจะต้องใช้เวลาน้อยที่สุดและประสาทสั่งการต้องมีความอดทนในการที่จะเพิ่มความถี่ของการสั่งการได้อย่างสม่ำเสมอ (ถาวร กมุทศรี, 2560; สนธยา สีละมาด, 2560)

การศึกษาผลของการฝึกที่มุ่งพัฒนาพลังและสมรรถภาพทางกายของผู้เล่นฟุตซอลในช่วงการแข่งขัน โดยกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยผู้เล่นฟุตซอล 10 คนจากทีมระดับมืออาชีพ อายุ

23.70 ± 5.85 ปี น้ำหนัก 72.33 ± 6.01 กิโลกรัม และส่วนสูง 174.40 ± 0.05 ซม. ฝึกระยะเวลา 4 สัปดาห์ การฝึกจะสอดคล้องกับต้นฤดูการแข่งขัน มีการทดสอบ Squat jump (SJ), Countermovement jump (CMJ), วิ่งด้วยความเร็ว 15 เมตร (Vel_15m) และ Futsal Intermittent Endurance Test (FIET) มีการทดสอบสัปดาห์ที่ 1 และ 3 มีการเพิ่มความหนักของการฝึกในสัปดาห์ 2 และ 4 สรุปได้ว่าการฝึกในช่วงต้นฤดูการแข่งขันมีการปรับปรุงพลังของกล้ามเนื้อขาในผู้เล่นฟุตซอลด้วยการฝึกความเร็วแบบต่อเนื่องที่ความหนักสูง (Freitas et al., 2019)

5. การฝึกความเร็ว (Speed)

ความเร็ว หมายถึง ความสามารถของร่างกายที่จะเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวไปในทิศทางต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ความเร็วถือว่าเป็นสมรรถภาพทางกายและทางกลไกลอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อนักกีฬา ความสามารถด้านความเร็วเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวแบบซ้ำ ๆ ติดต่อกันด้วยอัตราความเร็วสูงสุด เพื่อก่อให้เกิดแรงขับเคลื่อนร่างกายไปยังตำแหน่งที่ต้องการภายในเวลาที่สั้นที่สุด ความเร็วถือเป็นพื้นฐานที่สำคัญของกีฬาเกือบทุกประเภท โดยเฉพาะกีฬาที่มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งได้อย่างรวดเร็วในการแข่งขัน การเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวของร่างกายในการเล่นกีฬาด้วยความเร็วจะทำให้ความสามารถในการเล่นหรือแข่งขันมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะนักกีฬาที่ใช้ความเร็วตามรูปแบบของเทคนิค ทักษะได้อย่างถูกต้องจะทำให้การเล่นมีคุณภาพตลอดการแข่งขัน ความเร็วในการวิ่งมีผลต่อความสามารถในการเล่นหรือแข่งขันของนักกีฬาโดยตรง การวิ่งนักกีฬาจะต้องผ่านการฝึกด้านต่าง ๆ มาอย่างดีจึงจะใช้ความเร็วได้อย่างเหมาะสมในการเล่นกีฬาแต่ละประเภท ปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วจะขึ้นอยู่กับเวลาปฏิกิริยาความสามารถในการเอาชนะแรงต้านภายนอกของนักกีฬา เทคนิค สมาธิ และความตั้งใจ และความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ (สนธยา สีละมาด, 2560)

การพัฒนาความเร็วจะต้องมีการฝึกซ้อมอย่างมีขั้นตอน ความเร็วเป็นผลจากการหดตัวอย่างรวดเร็วของกล้ามเนื้อ ความเร็วจึงขึ้นอยู่กับความแข็งแรง พลัง และความอดทนของกล้ามเนื้อเป็นสำคัญ นอกจากนี้การจะเพิ่มความเร็วยังขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อและความอ่อนตัวของข้อต่อต่าง ๆ การหดตัวของกล้ามเนื้อจะเป็นผลมาจากสัญญาณประสาทที่ส่งผลมาจากระบบประสาทส่วนกลาง การหดตัวคลายตัวของกล้ามเนื้อช้าหรือเร็วจะขึ้นอยู่กับสัญญาณประสาทที่มาควบคุมการที่นักกีฬาจะมีความเร็วได้ นักกีฬาความฝึกสมองหรือประสาทให้เร็วก่อน จะต้องฝึกระบบประสาทให้มีการทำงานอย่างรวดเร็วและเป็นประจำ

การศึกษาผลของการฝึกความเร็วในนักกีฬาฟุตซอล อายุระหว่าง 11 ถึง 12 ปี ทำการทดลองขั้นพื้นฐานเป็นระยะเวลา 30 สัปดาห์ การทดลองเริ่มต้นขึ้นในเดือนพฤศจิกายน 2013 และ

เสร็จสมบูรณ์ในเดือนพฤษภาคม 2014 รวมทั้งสิ้น 138 วันและ 144 ครั้งของการฝึก ระยะเวลาก่อนการแข่งขันและช่วงเวลาการแข่งขันรวม 311 ชั่วโมงของการฝึก ผลการทดสอบวิ่ง 3x10 เมตร ชี้ให้เห็นว่ากลุ่มการทดสองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.0005$) ซึ่งกลุ่มควบคุมไม่มีความก้าวหน้าทางสถิติที่ตามความเป็นจริง ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่มีนัยค่านัยสำคัญทางสถิติที่ไม่มีความสำคัญ การวิเคราะห์เปรียบเทียบของกลุ่มเน้นข้อเท็จจริงที่ว่าโปรแกรมที่นำไปใช้กับกลุ่มทดลองนั้นมีประสิทธิภาพมาก ดังนั้นความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของการทดสอบหลังการฝึกจึงมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.0005$ ในกลุ่มทดลอง การทดสอบความแข็งแรงและพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา (การทดสอบความเร็ว 30 เมตร และ 3x10 เมตร) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันระหว่างค่าเฉลี่ยระยะทางที่ 4.2 เซนติเมตรในกลุ่มการทดลอง และ 1 เซนติเมตรในกลุ่มควบคุม มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.0005$ ในกลุ่มทดลองและ $p < 0.0005$ ในกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยระบุว่า หลังจากการใช้โปรแกรมพัฒนาความเร็วแบบเฉพาะสำหรับกีฬาฟุตซอลในนักกีฬาอายุระหว่าง 11 ถึง 12 ปี พบว่ามีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นในกลุ่มทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Cosmin & Mircea, 2015)

การวิจัยการฝึกความเร็วในนักกีฬาฟุตซอลหญิงและนักกีฬาฟุตบอลหญิง มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความคล่องแคล่ว ความเร็ว และคุณสมบัติการเร่งความเร็วในนักฟุตซอลหญิงและนักฟุตบอลหญิง นักกีฬาจำนวน 70 คน รวมนักกีฬาฟุตซอล 35 คน (อายุ 20.85 ± 1.88 ปีสูง 166.85 ± 4.57 ซม. น้ำหนัก 61.74 ± 9.07 กก.) และนักฟุตบอล 35 คน (อายุ 20.40 ± 3.34 ปีสูง 165.02 ± 7.66 ซม. น้ำหนัก 60.98 ± 6.76 กก.) เข้าร่วมการศึกษาประสบการณ์การฝึกซ้อมของผู้เล่นฟุตซอลและฟุตบอลเท่ากับ 6.08 ± 1.44 ปีและ 5.77 ± 3.26 ปีตามลำดับ ค่าความว่องไวและความเร็วของผู้เข้าร่วม 10 เมตร, 20 เมตรและ 30 เมตร ได้รับการประเมินผลโดยใช้เครื่องมือวัดตัวจับ ผลการวิจัยพบว่าผู้เล่นฟุตซอลหญิงมีค่าความเร็ว 10 เมตร ความเร็ว 20 เมตร และ 30 เมตรและค่าความคล่องแคล่วสูงกว่าผู้เล่นฟุตบอลหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Ünveren, 2015b)

6. การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training)

การฝึกแบบควบคู่ มีความน่าสนใจในปี 1980 เมื่อการศึกษาครั้งแรกของการรวมแอโรบิกและการฝึกความแข็งแรงได้ถูกตีพิมพ์ขึ้น โดยโรเบิร์ต ซี นิสสัน (Robert C Hickson) ค้นพบว่าการฝึกความแข็งแรงอาจจะไม่สามารถพัฒนาความอดทนได้ เมื่อความถี่ของการฝึกซ้อมการวิ่งที่มีความหนักสูงและการฝึกความแข็งแรง (11 ครั้ง ต่อสัปดาห์ในผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกฝนมาก่อน) ได้ถูก

ฝึกพร้อมกันนานกว่า 6 - 8 สัปดาห์ (Hickson, 1980) ในความเป็นจริงข้อสรุปของการศึกษาครั้งนี้อาจเป็นอันตรายสำหรับนักกีฬาที่มีความแข็งแรงและมีการฝึกความอดทนและพลังพร้อมกัน มีข้อสังเกตการสรุปงานวิจัยของ ฮิกสัน (Hickson) ว่าการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงไม่ได้เกิดจากความเหนื่อยล้าที่เหลืออยู่ แม้จะมีการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและความแข็งแรงที่มีปริมาณสูง แต่กลไกที่เป็นไปได้นั้นยังคงต้องหาคำตอบว่าเบื้องหลังการเปลี่ยนแปลงของการฝึกแบบควบคู่คือสิ่งใด นับตั้งแต่บุกเบิกการศึกษาการฝึกแบบควบคู่ของนิสสัน (Hickson) ปรากฏการณ์นี้เป็นที่รู้จักกันในชื่อ“ผลของการสอดแทรก (interference effect)” 5 ปีต่อมา ในปี 1985 ดัดลีย์และจาร์มิว (Dudley and Djamil) กลับมาทำการวิจัยซ้ำแบบเดียวกับของฮิกสัน (Hickson) โดยทำการศึกษาด้วยความถี่ในการฝึกที่ต่ำกว่ามาก (เช่น 3 ครั้งต่อสัปดาห์ของการฝึกแอโรบิก และการฝึกด้วยแรงต้าน ตามลำดับ) (Dudley & Djamil, 1985) การค้นพบที่สำคัญของการศึกษาครั้งนี้คือ "ผลของการสอดแทรก" ถูกตั้งข้อสังเกตเฉพาะที่ความเร็วเชิงมุมที่สูงแต่ไม่ต่ำมาก แม้ว่าจะสรุปได้ว่าการพัฒนากำลังอย่างรวดเร็วอาจมีความอ่อนไหวต่อการฝึกแอโรบิกควบคู่กัน แต่ก็ต้องยอมรับว่าระยะเวลา 7 สัปดาห์อาจสั้นเกินไปที่จะแสดงการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุด เนื่องจากในการศึกษาการปรับปรุงความแข็งแรงของฮิกสัน (Hickson) เริ่มหลังจากผ่านไปแล้ว 6 - 8 สัปดาห์ในกลุ่มฝึกควบคู่กัน (Hickson, 1980) ข้อสรุปแรกเกี่ยวกับความไม่ลงรอยกันของแอโรบิกและการฝึกความแข็งแรง ถูกนำมาทำวิจัยอีกครั้งใน 10 ปีต่อมา เมื่อเอกสารฉบับแรกเกี่ยวกับผลของโหมดการฝึกควบคู่กันที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งได้รับการตีพิมพ์ มีสมมติฐานว่าความเหนื่อยล้าตกค้างที่เกิดจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิกอาจลดความสามารถในการพัฒนาความตึงเครียดในระหว่างการฝึกพลังตามมา (Craig et al., 1991; Lee et al., 1990) เมื่อการออกกำลังกายทั้งสองมีการฝึกในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน ในความเป็นจริงมันเป็นที่คาดการณ์ว่าผลลัพธ์ คือ "คุณภาพ" ที่ลดลงของการฝึกความแข็งแรง อาจนำไปสู่การปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ที่น่าสนใจในการศึกษานี้มีเพียงความแข็งแรงของร่างกายลดลงเล็กน้อยในนักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกมาก่อนหน้านี้ เมื่อทำการวิ่งอย่างต่อเนื่องก่อนการฝึกความแข็งแรง แต่ไม่พบความเปลี่ยนแปลงในร่างกายส่วนบนซึ่งบ่งชี้ว่า เป็นปรากฏการณ์ ผลของการสอดแทรก (interference effect) (Schumann & Rønnestad, 2019).

ในช่วงเวลาเดียวกัน มีการศึกษาและได้ทำการตรวจสอบผลของการฝึกแบบควบคู่กันในวันเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกแบบควบคู่กันแบบสลับวันกัน โดยการสุ่มตัวอย่างเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อของผู้ชาย (Sale et al., 1990) ที่ทำการฝึกแบบควบคู่กัน สองครั้งต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์ ในขณะที่การปรับปรุงความแข็งแรงสูงสุดมีมากกว่าในกลุ่มที่มีการฝึกแบบ

สลับวันกัน แต่กล้ามเนื้อและการปรับปรุงความสามารถของแอโรบิกไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม อย่างไรก็ตามการฝึกแบบสลับวันกันได้เพิ่มกิจกรรม citrate synthase ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อความจุของแอโรบิก และการใช้ประโยชน์จากปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ต่อมาในปี 1993 คอลลินส์และสโนว์ (Collins & Snow, 1993) ได้ศึกษาและเพิ่มตัวแปรจากการวิจัยก่อนหน้านี้ โดยการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยากับการออกกำลังกายสองแบบ (เช่น แอโรบิกตามด้วยการฝึกความแข็งแรง และในทางกลับกัน) ซึ่งปัจจุบันเข้าใจว่าเป็นการฝึกตามคำสั่ง (order effect) (Häkkinen et al, 2013; Schumann et al., 2013) ในการศึกษานี้ทั้งชายและหญิงทำการออกกำลังกายแบบใดแบบหนึ่งจากสองคำสั่ง สามครั้งต่อสัปดาห์ในระยะเวลา 7 สัปดาห์ พบว่าการปรับตัวทางระบบประสาทและกล้ามเนื้อ และระบบทางเดินหายใจ ดูเหมือนจะเกิดขึ้นเป็นอิสระจากคำสั่งการออกกำลังกายหลังจากการฝึก นอกจากนี้คอลลินส์และสโนว์ ไม่ได้สังเกตความแตกต่างของความหนักในการฝึกซ้อม เช่น คุณภาพของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและความแข็งแรง โดยไม่คำนึงถึงลำดับการฝึกซ้อม (Collins & Snow, 1993) ประวัติศาสตร์การพัฒนาของการฝึกแบบควบคู่กันนั้น เกิดขึ้นเพียงไม่กี่ปีหลังจากการศึกษาของฮาร์กินเนน และคณะ (Häkkinen et al., 2003) ผู้ยืนยันสมมติฐานว่าปริมาณการฝึกอาจเป็นสื่อกลางที่สำคัญต่อการฝึกซ้อมในระยะเวลา 21 สัปดาห์ (Häkkinen et al., 2003) ในขณะที่การศึกษานี้ไม่พบการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดที่ผิดปกติ แต่เริ่มมีการปรับตัวในการพัฒนาพลังและแรงอย่างรวดเร็วหลังจากผ่านการฝึกไปแล้ว 7 สัปดาห์ มีการยืนยันจากดัดลีย์ และจาร์มิว ในปี 1985 ว่าแรงระเบิดอาจจะมีแนวโน้มที่จะเกิดการฝึกแบบแอโรบิกมากกว่าการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุด (Dudley & Djamil, 1985) อันที่จริงปรากฏการณ์นี้ยังคงเป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์ จนถึงปัจจุบัน (Häkkinen et al., 2003; Schumann, Küüsmaa, et al., 2014)

ยังมีเหตุการณ์สำคัญอีกเหตุการณ์หนึ่งที่เกิดขึ้นพร้อมกับความก้าวหน้าในด้านวิทยาศาสตร์โมเลกุลและความเป็นไปได้ที่จะมองเข้าไปใกล้กลไกที่เป็นรากฐานของสัญญาณรบกวนที่อาจเกิดขึ้นในเส้นทางการส่งสัญญาณในระหว่างการฝึกแบบควบคู่ ในบรรดากลไกที่อยู่เบื้องหลังผลของการสอดแทรกคือ Adenosine monophosphate-activated protein kinase (AMPK) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญที่ควบคุมสมดุลของระบบการเผาผลาญของร่างกาย (Metabolism) และ pKb (เป็นลอการิทึมลบ p คือลอการิทึมลบ เนื่องจากค่า Kb ส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่มากหรือเล็กมากลอการิทึมเชิงลบของค่าเหล่านี้จึงถูกใช้เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการ) ถูกใช้เพื่อตรวจสอบความแข็งแรงของฐานเชิงปริมาณ (negative base-10 logarithm) เมื่อฐาน (negative base-10 logarithm) ละลายในน้ำมันจะแยกตัวออกเป็นไอออนซึ่งเป็นโซลูชั่นพื้นฐาน ฐานที่

แข็งแกร่งแยกตัวออกจากกันอย่างสมบูรณ์ ฐานอ่อนแอแยกออกบางส่วน) (AMPK-PKB) มีการตั้งสมมติฐาน แบบ switch ซึ่งนำเสนอโดย แอสเทอร์ตัน และคณะ (Atherton et al., 2005) สมมติฐานนี้มีพื้นฐานมาจากแบบจำลองในหนูที่ถูกกระตุ้นด้วยไฟฟ้าเพื่อเลียนแบบการฝึกความอดทนและการฝึกความแข็งแรง พวกเขาเสนอว่าการเปิดใช้งาน AMPK โดยการกระตุ้นความอดทนสามารถยับยั้งการทำงานของ mamalian Target Of Rapamycin (mTOR) คือกลุ่มของ Protein Kinase ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณสารอาหาร เพื่อควบคุมระดับพลังงานภายในเซลล์ไปในทิศทางที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต (Cell Growth) ในที่สุดและบั่นทอนการทำงานเริ่มต้นของการหดตัวและการยืดตัวของกล้ามเนื้อ (Atherton et al., 2005) สมมติฐานนี้ได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมในเอกสารที่ตามมา เช่น คอร์ฟฟี่ และฮอกลีย์ (Coffey & Hawley, 2007) และ ฮอกลีย์ (Hawley, 2009) และยังคงเป็นหนึ่งในสมมติฐานที่กำลังถูกตรวจสอบแม้ว่าจะมีหลักฐานปรากฏขึ้นสำหรับคำอธิบายนี้ (Schumann & Rønnestad, 2019)

ประสิทธิภาพของความแข็งแรงและแอโรบิก

ประสิทธิภาพของความแข็งแรงและแอโรบิก ในการศึกษาครั้งแรกของ ฮิกสัน (Hickson) ได้ข้อสรุปว่ามีประโยชน์น้อยหรือไม่มีเลย สำหรับนักกีฬาที่ฝึกความอดทนและการฝึกความแข็งแรง ในเวลาเดียวกัน (Hickson, 1980) อย่างไรก็ตามในบทความที่ตีพิมพ์ในปีเดียวกันนั้น แสดงให้เห็นว่าผู้ชายที่ไม่ได้รับการฝึกฝน เมื่อทำการทดสอบกับจักรยานวัดงาน หลังจากการฝึกผ่านไป 10 สัปดาห์ของการฝึกความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว มีความอ่อนล้าจากการทดสอบเกือบสองเท่าของระยะเวลาในการทดสอบ โดยไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) (Hickson et al., 1980) เนื่องจากผลกระทบที่มีขนาดเล็กกว่ามากในระหว่างการวิ่งบนลู่วิ่ง สรุปได้ว่าการปรับปรุงประสิทธิภาพการปั่นจักรยานนั้นมีสาเหตุหลักมาจากความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นมากกว่าการเปลี่ยนแปลงในความสามารถในการออกซิเดชัน ยิ่งไปกว่านั้นผู้เข้าร่วมในการศึกษานี้ไม่ได้รับการฝึกมาก่อน ดังนั้นการฝึกทุกประเภทจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการฝึก (Schumann & Rønnestad, 2019)

ในปี 1988 ฮิกสัน (Hickson) ได้ทำการศึกษาซ้ำอีกครั้ง โดยการผสมผสานการออกกำลังกาย เข้ากับขั้นตอนการฝึกซ้อมของนักกีฬาที่มีความอดทน สรุปได้ว่าอย่างน้อยที่สุดประสิทธิภาพของความอดทนมีความจำเป็นและความต้องการ ในการใช้เส้นใยกล้ามเนื้อ แบบรวดเร็ว (fast-twitch fiber) เช่น การฝึกที่ใช้ระยะเวลาสั้น การฝึกความอดทนแบบไม่ใช้ออกซิเจน และควรใช้การฝึกด้วยแรงต้านเพื่อปรับปรุงการใช้งานของเส้นใยกล้ามเนื้อแบบรวดเร็ว (fast-twitch fiber) (Hickson et al., 1988) นอกจากนี้ยังไม่มีข้อบ่งชี้ต่อประสิทธิภาพความอดทน เห็นได้ชัดว่ามีการ

รักษามวลกายและเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อต้นขา แม้ว่าการศึกษานี้ยังขาดกลุ่มควบคุมที่มีการฝึกความอดทนในระยะเวลาการฝึกเท่านั้น แม้จะไม่มีหลักฐานว่ามีการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อมากเกินไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ ในปัจจุบันยังคงเป็นความกังวลสำหรับนักกีฬาและโค้ชที่มีการฝึกด้านความอดทน เนื่องจากน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นอุปสรรคต่อการทำงานในฝึกด้วย (Schumann & Rønnestad, 2019)

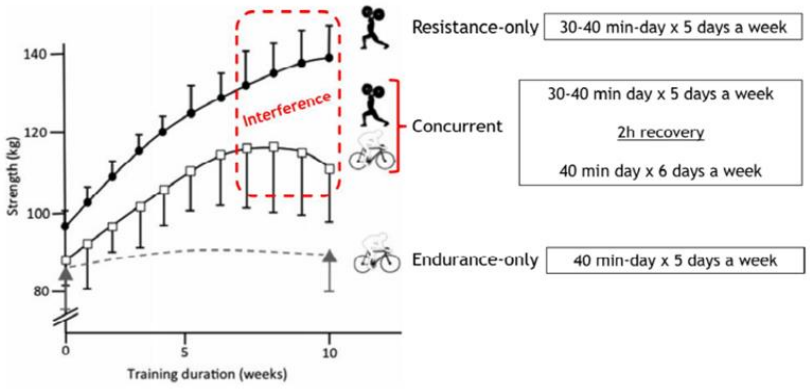
ปีต่อ ๆ มาผลของการฝึกความแข็งแรงต่อสมรรถภาพแอโรบิกนั้นเป็นงานวิจัยที่น่าสนใจที่เล็กน้อย ในปี 1999 การศึกษาโดย Paavolainen และคณะ (Paavolainen et al., 1999) และ Hoff และคณะ (Hoff et al., 1999) เป็นหลักฐานสำหรับการออกกำลังกายที่ประหยัดพลังงาน (exercise economy) และประสิทธิภาพความอดทนโดยรวมของนักสกี ในทำนองเดียวกันกับการศึกษาในช่วงต้นโดย Hickson การศึกษาเหล่านี้ยังแสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงประสิทธิภาพไม่ได้ขึ้นอยู่กับการปรับปรุง VO2max และค่อนข้างจะสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในลักษณะของกล้ามเนื้อและประสาท เป็นเพราะในการศึกษาโดย Paavolainen และคณะ (Paavolainen et al., 1999) มีการปรับปรุงในระยะเวลา 5 กม. นั้นสัมพันธ์กับเวลาที่สั้นกว่าในการสัมผัสกับพื้น และทำให้รูปแบบการวิ่งแบบประหยัดพลังงาน (economic running) เป็นแบบแผนที่ดี ถึงแม้ว่ามีงานวิจัยเพียงไม่กี่ชิ้นเท่านั้นที่ตรวจสอบผลของการฝึกความแข็งแรงสำหรับนักกีฬาที่มีความอดทนในช่วงปลายศตวรรษที่ผ่านมา (Schumann & Rønnestad, 2019)

อย่างไรก็ตามในหนังสือที่เน้นการฝึกและกลยุทธ์ด้านโภชนาการสำหรับกีฬา (Hawley & Burke, 1998) สิ่งนี้สะท้อนให้เห็นอย่างถกเถียงกันมาก คือ เทคนิคการฝึกเพื่อประสิทธิภาพความอดทนที่ประสบความสำเร็จ ได้กล่าวถึง ผลของการฝึกความแข็งแรงสำหรับกีฬา เช่น ว่ายน้ำ การพาย การเล่นสกีข้ามประเทศ และการปั่นจักรยานความอดทน บทสรุปในกีฬาความอดทนทั้งหมดนี้ คือ การฝึกความด้วยแรงต้านที่ปกติไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของนักกีฬาความอดทน โดยส่วนมากอาจจะจำกัดปริมาณของการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงในนักกีฬา ยิ่งไปกว่านั้น หลักฐานที่แสดงว่านักกีฬาที่มีความอดทน ซึ่งผ่านการฝึกมาอย่างดี รวมกับการฝึกความด้วยแรงต้านเข้าในโปรแกรมการออกกำลังกายตามปกติ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพความอดทนและแข็งแรง (Hawley & Burke, 1998, pp. 136) ในขณะที่การศึกษาขั้นต้นของ Hickson และคนอื่น ๆ ได้รับการยอมรับและมีการแนะนำเพิ่มเติมว่า สำหรับนักกีฬาที่ผ่านการฝึกในระดับที่สูง มีความสามารถในการสร้างและผลผลิตพลังงานได้อย่างดี การปรับปรุงเพิ่มเติมในด้านความแข็งแรงอาจเป็นปัจจัยที่สำคัญน้อยกว่าการเพิ่มประสิทธิภาพความอดทน ในระดับสูงสุดของการแข่งขัน การเพิ่มความแข็งแรงและพลังต่อวินาที ไม่สำคัญต่อการประสบความสำเร็จในการพัฒนา

เทคนิคที่ถูกต้อง การศึกษาการฝึกที่ทันสมัยไม่สนับสนุนการใช้โปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพของนักกีฬาที่ผ่านการฝึกในระดับที่สูง" (Hawley & Burke, 1998,pp. 137 – 138) ขณะที่มุมมองนี้ยังคงใช้ร่วมกันของผู้ฝึกสอนและนักกีฬาจำนวนมาก ประมาณ 20 ปีต่อมามีการศึกษาจำนวนมากได้รวบรวมเพื่อเป็นหลักฐานต่อการฝึกความแข็งแรงซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการเล่นกีฬาที่ประสบความสำเร็จ จึงเป็นเรื่องเกี่ยวกับเวลาที่จะสรุปศักยภาพของการฝึกความแข็งแรงในการปรับปรุงประสิทธิภาพการกีฬา ดังนั้นการฝึกแบบควบคู่กันอาจมีโน้มน้าวที่สำคัญ ต่อผู้ฝึกสอนกีฬาและนักกีฬา การผสมผสานของการฝึกแบบแอโรบิกและการฝึกด้วยแรงต้าน เพื่อประสิทธิภาพในการเล่นกีฬาและสุขภาพที่ดีที่สุด

การฝึกแบบควบคู่และผลของการสอดแทรก (Concurrent Training and the Interference Effect)

ความสนใจในการวิจัยการฝึกแบบควบคู่ เริ่มขึ้นในปี 1970 เมื่อ Robert Hickson (Hickson, 1980) ตรวจสอบผลของโปรแกรมการฝึกแบบควบคู่กันในระยะเวลา 10 สัปดาห์ กลุ่มทดลองเป็นชายและหญิงที่ไม่ได้รับการฝึกฝน ในช่วงระยะเวลา 10 สัปดาห์ผู้เข้าร่วมโปรแกรมจะต้องผ่านการฝึกด้วยแรงต้านและฝึกความอดทนในวันเดียวกัน (ปั่นจักรยานหรือวิ่ง) Hickson พบว่ากลุ่มฝึกแบบควบคู่กัน มีการเพิ่มขึ้นคล้ายกันของ VO2max ทั้งการปั่นจักรยาน (25%) และวิ่งบนลู่วิ่ง (20%) อย่างช้า ๆ แบบทดสอบการออกกำลังกาย (GXT) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มฝึกความอดทนเท่านั้น อย่างไรก็ตามการปรับความแข็งแรงสูงสุดสำหรับกลุ่มการฝึกแบบควบคู่กัน มีการปรับปรุงจนถึงสัปดาห์ที่ 7 (เพิ่มขึ้น 34% จากพื้นฐาน) ก่อนที่จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญในสัปดาห์ที่ 10 และจบด้วยการปรับปรุงโดยรวม (25%) จากพื้นฐาน เมื่อเทียบกับกลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านเพิ่มขึ้น (44%) จากพื้นฐาน การระบุการลดทอนของความแข็งแรงในกล้ามเนื้อสูงสุดในกลุ่มการฝึกแบบควบคู่กัน เมื่อเทียบกับกลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านเพียงอย่างเดียว Hickson เรียกการสังเกตนี้ว่า "ผลของการสอดแทรก (interference effect)" (Hickson, 1980) การวิจัยครั้งนี้เป็นครั้งแรกที่เสนอโดยตรงของการฝึกแบบควบคู่กันในวันเดียวกันอาจส่งผลให้การพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดอาจไม่สมบูรณ์ เมื่อเทียบกับการฝึกแบบควบคู่กัน ในช่วงโปรแกรมการฝึก 10 สัปดาห์ (ดูภาพประกอบที่ 2)



ภาพประกอบ 2 ผลของการทอดแทรกของการพัฒนาความแข็งแรงตามการฝึกแบบควบคู่กัน ด้วยการฝึกความแข็งแรงและความอดทนในวันเดียวกัน เมื่อเทียบกับการพัฒนาความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว

ที่มา : Hickson 1980, adapted from Perez Schindler et al. Eur J Sport Sci, 15 (1): 41 52, 2014.

นอกเหนือจากงานวิจัยของฮิกสัน (Hickson) งานวิจัยอื่น ๆ ที่ตามมาได้พยายามอธิบายถึงการฝึกที่มีผลต่อการสอดแทรก การค้นหาหลายครั้งพบว่าการลดทอนของการพัฒนาความแข็งแรง กำลังและแรงสูงสุด เมื่อการฝึกด้วยแรงต้านถูกรวมเข้ากับการฝึกความอดทนในวันเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกด้วยแรงต้านเพียงอย่างเดียว (Bell et al., 2000; Dudley & Djamil, 1985; Hickson, 1980; Kraemer et al., 1995; Moktar et al., 2008) การปรับตัวของการฝึกความอดทนนั้นไม่ได้รับผลมากนักจากการฝึกด้วยแรงต้าน การฝึกด้วยแรงต้านอาจเพิ่มการปรับตัวให้เข้ากับการฝึกความอดทน (Aagaard & J. Andersen, 2010; Chtara et al., 2005; Taipale et al., 2013) ปัจจุบันการทบทวนวรรณกรรมของการฝึกแบบควบคู่กันในวันเดียวกันได้ทดลองผลของการออกกำลังกายตามคำสั่งในชายและหญิง (Collins & Snow, 1993) ผู้หญิงที่เคยผ่านการฝึก (Gravelle & Blessing, 2000) และผู้หญิงที่ไม่เคยผ่านการฝึก (Davitt et al., 2014) การฝึกและ/ ไม่ผ่านการฝึก (Eklund et al., 2015; Küüsmaa et al., 2016; Moktar et al., 2008; Schumann, Walker, et al., 2014) ชายหมุ่มที่ได้รับการฝึกความแข็งแรง (Enright et al., 2015; McGawley & Andersson, 2013) และชายสูงอายุ (Cadore et al., 2013) และประชากรหญิง (Banitalebi & Baghanari, 2015) การฝึกแบบควบคู่โดยการออกคำสั่ง ทำให้ยากที่จะคาดการณ์ผลลัพธ์จากประชากรเฉพาะและให้คำแนะนำทั่วไปเกี่ยวกับการออกกำลังกายเพื่อการฝึกควบคู่กัน

ในวันเดียวกัน นอกเหนือจากความหลากหลายของประชากรที่ถูกตรวจสอบแล้วยังมีการใช้โปรโตคอลการฝึกที่หลากหลายในการศึกษา การวิจัยที่ใช้ความถี่การฝึกสูงกว่า (4 วันต่อสัปดาห์) (Davitt et al., 2014) ความถี่การฝึกปานกลาง (3 วันต่อสัปดาห์) (Collins & Snow, 1993; Gravelle & Blessing, 2000) (McGawley & Andersson, 2013) และความถี่ต่ำ (น้อยกว่า 3 วันต่อสัปดาห์) (Eklund et al., 2015; Eklund et al., 2016; Enright et al., 2015; Küüsmaa et al., 2016; Schumann, Küüsmaa, et al., 2014; Schumann, Walker, et al., 2014) โปรแกรมการฝึกแบบควบคู่กันในวันเดียวกัน โดยมีโปรแกรมความถี่การฝึกที่ต่ำกว่า อาจให้แรงกระตุ้นที่ไม่ดีสำหรับการเปลี่ยนแปลงการฝึกด้วยแรงต้าน (Medicine, 2009, pp. pp. 687-708) นอกจากนี้รูปแบบต่าง ๆ ในการฝึกความอดทนยังใช้การวิ่ง (Davitt et al., 2014; Enright et al., 2015; Gravelle & Blessing, 2000; Küüsmaa et al., 2016; McGawley & Andersson, 2013) การปั่นจักรยาน (Cadore et al., 2013; Eklund et al., 2015, pp. pp. 120-129; Enright et al., 2015; Küüsmaa et al., 2016) และการพายเรือ (Collins & Snow, 1993) สร้างความน่าสงสัยเพิ่มเติม เนื่องจากการฝึกฝนความอดทนอาจทำให้การเปลี่ยนแปลงการฝึกด้วยแรงต้านได้รับผลของการสอดแทรก นอกจากนี้การค้นคว้าเพียงไม่กี่คนก็เปรียบเทียบการฝึกควบคู่กันในวันเดียวกันโดยตรงกับการฝึกด้วยแรงต้านเพียงอย่างเดียว

เนื่องจากการศึกษาจำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับการฝึกแบบควบคู่กันและความแตกต่างดังกล่าวจึงเป็นเรื่องยากที่จะเข้าใจผลของการจัดตารางเวลาและการจัดวางการฝึกความอดทนภายในโปรแกรมการฝึก เรื่องการเปลี่ยนแปลงการฝึกด้วยแรงต้านทั่วร่างกาย การปรับตัวให้เหมาะสมกับการฝึกด้วยแรงต้านภายในโปรแกรมการฝึกควบคู่กันในวันเดียวกัน (Wilson et al., 2012a, pp. pp. 2293-2307) เพื่อทำความเข้าใจในข้อมูลโดยรวมเกี่ยวกับผลของการฝึกควบคู่กันที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการฝึกด้วยแรงต้านถูกนำมาวิเคราะห์แบบ meta-analysis โดยวิลสันและคณะ (Wilson et al., 2012a, pp. pp. 2293-2307) การรวมการศึกษาการฝึกแบบควบคู่ 21 งานวิจัย การตรวจสอบนี้ คือ การระบุองค์ประกอบของการฝึกความอดทน (เช่น แบบแผน ระยะเวลา ความถี่) ที่มีผลต่อการฝึกด้วยแรงต้าน การวิเคราะห์ขนาดของผลกระทบทั้งหมด 422 ผลกระทบ (effect sizes (ESs)) ในการศึกษาของ 1. เปรียบเทียบการฝึกความแข็งแรงเพียงอย่างเดียวกับการฝึกความแข็งแรงและความอดทน (ควบคู่กัน) และเพื่อเปรียบเทียบการผสมผสานการฝึกแบบควบคู่กัน 2. ผลของการทดสอบในการวัด ความแข็งแรง พลังงาน การฝึกเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ และ 3 ข้อมูลที่จำเป็นในการคำนวณ ขนาดของผลกระทบ (ES) จะต้องรวมหรือ ใช้ได้ค่าเฉลี่ย ขนาดของผลกระทบ (ES) ในการฝึกเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรง ขนาดของ

ผลกระทบเท่ากับ 1.23 ในการฝึกความอดทน ขนาดของผลกระทบเท่ากับ 0.27 และการฝึกแบบควบคู่กัน ขนาดของผลกระทบเท่ากับ 0.85 ขนาดของผลกระทบของความแข็งแรงและการฝึกควบคู่กันที่มากกว่าการฝึกความอดทน ค่าเฉลี่ยขนาดของผลกระทบการพัฒนาความแข็งแรงในการฝึกความแข็งแรงเท่ากับ 1.76 การฝึกความอดทนเท่ากับ 0.78 และการฝึกแบบควบคู่กันเท่ากับ 1.44 ความแข็งแรงและการฝึกควบคู่กันมีค่านัยสำคัญทางสถิติมากกว่าการฝึกความอดทน ขนาดของผลกระทบของค่าเฉลี่ยในการพัฒนาพลังเท่ากับ 0.91 ความอดทนเท่ากับ 0.11 และการฝึกควบคู่กันเท่ากับ 0.55 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของทั้ง 3 กลุ่ม สำหรับตัวแปรของการฝึกด้วยแรงต้านควบคู่กับการวิ่ง (แต่ไม่ใช่การปั่นจักรยาน)มีขนาดของผลกระทบลดลงอย่างมีนัยสำคัญของการฝึกเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรง ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่า ความสัมพันธ์เชิงลบมีค่านัยสำคัญระหว่างความถี่ ระยะเวลา และการฝึกความอดทน ในการฝึกเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ ความแข็งแรง และพลัง ค่าความสัมพันธ์ที่สำคัญ (p, 0.05) ระหว่าง ขนาดของผลกระทบในการลดไขมันในร่างกาย และ เปอร์เซ็นของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (r = 20.60) พบว่าผลกระทบจากการสอดแทรกการฝึกความอดทนเป็นปัจจัยในการปรับเปลี่ยนความถี่ และระยะเวลาของการฝึกความอดทน ดูตารางที่ 1 (Wilson et al., 2012, pp. 2293-2307)

การแนะนำการด้วยฝึกแรงต้านและความอดทนควบคู่กันนั้น อาจไม่ดีพอสำหรับการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อและพลัง นักวิจัยชี้ให้เห็นว่าความถี่ของการฝึกความอดทน ความหนักและการออกกำลังกาย เป็นสิ่งที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อผลลัพธ์การฝึกด้วยแรงต้านภายในโปรแกรมการฝึกแบบควบคู่กัน แม้ว่าการวิเคราะห์แบบ meta-analysis จะให้ภาพรวมของการศึกษาของการฝึกแบบควบคู่กัน พร้อมกับการออกแบบโปรแกรมวันเดียวกันและอื่น ๆ ไม่ได้มุ่งเน้นเฉพาะผลของการจัดลำดับการฝึกในวันเดียวกันและการจัดลำดับการฝึกซ้อม ผลการฝึกอาจมีผลลัพธ์ต่อการฝึกด้วยแรงต้านได้ในภายหลัง (Ballantyne, 2017a) ดูตารางที่ 1

ตาราง 1 ขนาดของผลกระทบของตัวแปรการฝึก ความแข็งแรง ความอดทน และการฝึกแบบควบคู่กัน

	Strength	Hypertrophy	Power	VO2max	Body Fat Mass

	(Effect Size)	(Effect Size)	(Effect Size)	(Effect Size)	(Effect Size)
Strength	1.76	1.23	0.91	-0.11	-0.62
Endurance	0.78	0.27	0.11	1.37	-0.75
Concurrent	1.44	0.85	0.55	1.41	-0.95

ที่มา : Wilson, J.M., et al., Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. J Strength Cond Res, 2012. 26(8): pp. 2293-307

7. การฝึกแบบผสม (mixed methods training)

การฝึกแบบผสม (mixed methods training) คือ การนำแบบฝึกสองอย่างที่ความเหมือนหรือแตกต่างกันมาฝึกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่นักกีฬาให้บรรลุเป้าหมายสูงสุดในการแข่งขัน เช่น รูปแบบการฝึกความแข็งแรงแบบผสม การฝึกในหนึ่งสัปดาห์อาจจะแบ่งเป็น การฝึกพลัง (Power) 1 วัน การฝึกความแข็งแรงสูงสุด(Maximum Strength) 1 วัน และ ฝึกเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ (Hypertrophy) 1 วัน โดยการฝึกแบบวันเว้นวัน (Vecchio & Reaburn, 2013; Greco, Camporeale, & Fischetti, 2019; Newton et al., 2002; Newton & Kraemer, 1994)

ในการแข่งขันกีฬาระดับอาชีพ อาจแสดงถึงความสามารถของนักกีฬาและผู้ฝึกสอนสมรรถภาพทางกาย (SCC : strength and conditioning coaches) เมื่อนักกีฬาพยายามปรับปรุงสมรรถภาพทางกาย เพื่อหาแนวทางการฝึกความแข็งแรงในปัจจุบัน ในประเทศอเมริกา วิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแนะนำให้ผู้สูงวัยทำการฝึกความแข็งแรงสองครั้งต่อสัปดาห์โดยแต่ละครั้งรวมถึงการออกกำลังกายที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มกล้ามเนื้อหลัก นอกจากนี้ผู้สูงอายุควรออกกำลังกาย 8 - 12 ครั้ง/ท่า/เซต/การออกกำลังกาย ในระดับความหนักปานกลางถึงหนักมาก (Wojtek et al., 2009)

ปัจจุบันนี้สมรรถภาพทางกาย (strength and conditioning) เป็นแนวทางเดียวที่มีให้สำหรับนักกีฬาระดับมืออาชีพในการอ้างถึงการฝึกความแข็งแรง แนวทางนี้อาจจะเหมาะสำหรับนักกีฬามือใหม่ที่ไม่มีประสบการณ์การฝึกความแข็งแรงที่ความหนักระดับต่ำถึงปานกลาง แต่นักกีฬามืออาชีพหรือขั้นสูงที่มีประสบการณ์การฝึกความแข็งแรงอาจต้องมีการฝึกด้วยแรงต้านที่ซับซ้อนมากขึ้น กลยุทธ์เพื่อเพิ่มความซับซ้อนในเรื่องต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับอายุในหลาย ๆ ระบบทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพทางการกีฬา (Reaburn & Dascombe,

2009; Reaburn & Dascombe, 2008) หมายความว่าแนวทางที่กำหนดไว้ในปัจจุบันสำหรับนักกีฬาที่มีประการณ์หรืออายุยังน้อยนั้นอาจไม่มีผลกับนักกีฬาอาชีพได้

การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมการฝึกแบบผสม (mixed methods training) ของนักกีฬาระดับมืออาชีพในการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับอายุที่มีผลต่อประสิทธิภาพการวิ่งของนักกีฬามืออาชีพ การฝึกความแข็งแรงด้วยวิธีการผสม (mixed methods training) แสดงให้เห็นว่าการรวมโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงด้วยวิธีการผสม (mixed methods training) อาจนำไปสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพการวิ่งของนักกีฬา (Vecchio & Reaburn, 2013)

มีการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนในนักกีฬาระดับมืออาชีพในการศึกษาของเจนท์และนอร์ทตัน (Gent & Norton, 2013) ทำการทดสอบ แอโรบิก พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน และพลัง ในผู้ชาย 156 คน และผู้หญิง 17 คน ที่ได้รับการฝึก แอโรบิก พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน และพลัง มาเป็นอย่างดี อายุระหว่าง 35 และ 64 ปี ทำการทดสอบพลังและความจุแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยใช้เครื่อง Ergometer วัดรอบสูงสุดที่ 10 และ 30 วินาที การวิจัยได้แสดงให้เห็นถึง อายุและความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (8.4 ± 4.1%) และความจุ (capacity) (8.0 ± 3.3%) แม้กลุ่มตัวอย่างจะมีการฝึกทางกายภาพระดับสูง แต่จำนวนนักกีฬาหญิงมีขนาดของกลุ่มตัวอย่างเล็กเกินไปในการวิเคราะห์ข้อมูล อย่างไรก็ตาม การศึกษาพบว่ามีการลดลงของประสิทธิภาพด้านแอนแอโรบิกมากกว่าการลดลงของแอโรบิก

เช่นเดียวกัน นักวิจัยหลายคน (Ł adyga el at, 2008) รายงานว่ามีการลดลงของพลังแอนแอโรบิคในนักกีฬาพายเรือคยัคที่ผ่านการฝึกมาอย่างดี อายุระหว่าง 30 - 67 ปีซึ่งยังคงเล่นกีฬานี้อยู่ ปรากเนอร์ (Faulkner et al., 2007) ได้รายงานว่าการลดลงของประสิทธิภาพแอนแอโรบิคนั้นสูงกว่าการลดลงของประสิทธิภาพแอโรบิกเมื่ออายุมากขึ้น ดังนั้นความอ่อนแอของระบบพลังงานแอนแอโรบิกในนักกีฬาระดับมืออาชีพ เมื่อนำมารวมกันจะปรากฏว่าประสิทธิภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนลดลงตามอายุแม้แต่ในหมู่นักกีฬาระดับมืออาชีพที่ฝึกการออกกำลังกายระดับสูงเป็นประจำ

การลดลงของพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนในนักกีฬาระดับมืออาชีพ ประการแรกเนื่องมาจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาของกล้ามเนื้อ การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นกับอายุ การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยารวมถึงการลดลงของมวลกล้ามเนื้อ (Anton et al., 2004; Bassey et al., 1992; Reaburn & Dascombe, 2009) การลดลงของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 2 (type II) ('Antona et al., 2003; Bassey et al., 1992) และการเปลี่ยนแปลงภายในของกล้ามเนื้อซึ่งรวมถึงลายกล้ามเนื้อ ความยาวของกล้ามเนื้อ (Blazevich, 2006; Reaburn & Dascombe,

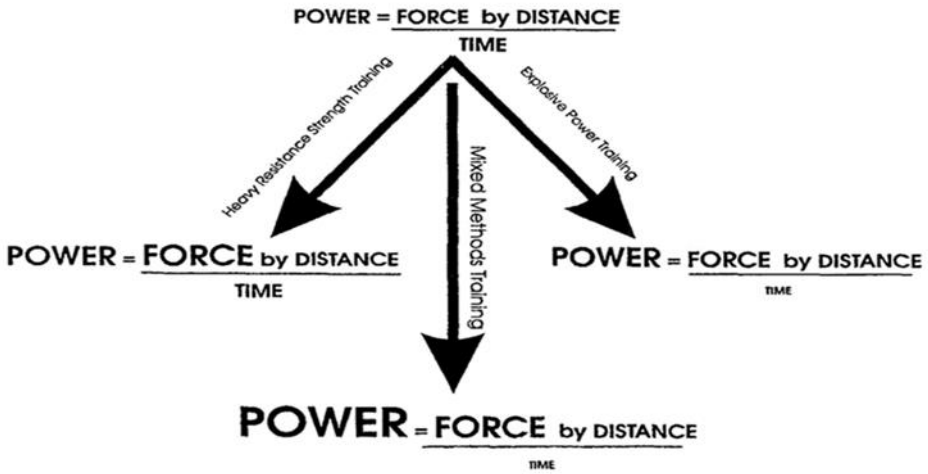
2009) ประการที่สองการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อและระบบประสาท รวมถึงการลดลงของอัตราการพัฒนาแรง (Barry et al., 2005; Häkkinen et al., 1998; Kallinen et al., 1998) การสูญเสียเส้นใยกล้ามเนื้อ (Carlson, 2004) และการประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อลดลง (Kallinen et al., 1998) ในที่สุดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีรวมถึงลดความเข้มข้นของฟอสโฟครีเอติน (phosphocreatine) ในกล้ามเนื้อและลดสัดส่วนของฟอสโฟครีเอตินต่ออนินทรีย์ฟอสเฟต (phosphocreatine to inorganic phosphate) (Möller et al., 1980) ในการตรวจสอบประสิทธิภาพแอนแอโรบิกในนักกีฬาต้นแบบ รีเบิร์นและดัสแคม (Reaburn & Dascombe, 2009) ยังพบว่าประสิทธิภาพ แอนแอโรบิคขึ้นอยู่กับมวลกล้ามเนื้อ ชนิดของกล้ามเนื้อ ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ขนาดของกล้ามเนื้อ รูปร่างของกล้ามเนื้อและความแข็งแรง กรรมพันธุ์และการฝึกทางกายภาพ เมื่อนำมารวมกันจะเห็นได้ชัดว่าปัจจัยทางสัณฐานวิทยาของกล้ามเนื้อและชีวเคมีมีบทบาทต่อการลดลงของประสิทธิภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนในนักกีฬาระดับสูง โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงเป็นวิธีที่ได้รับการพิสูจน์แล้วในการปรับปรุงสมรรถภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนในนักกีฬาที่มีอายุน้อย (Delecluse, 1997; Paton & Hopkins, 2005; Young & Medic, 2011)

เพ็ตเทินย์และฮอปกินส์ (Paton & Hopkins, 2005) ได้ทำการศึกษาการรวมการฝึกพลังระเบิด (กระโดดขาเดียว [explosive] 20 ครั้ง) กับการปั่นจักรยานอย่างเร็วด้วยแรงต้านสูง (high resistance cycle sprints) (5 x 30s รอบ) 3 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นเวลา 5 สัปดาห์ในกลุ่มนักปั่นจักรยานที่ผ่านการฝึกมาเป็นอย่างดี (29.2 +/- 8.4 ปี) การศึกษาพบว่า มีการปรับปรุงสมรรถนะการปั่นจักรยานของนักกีฬาปั่นจักยานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ มีการศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงแบบผสม (Mixed-Methods Strength Training : MST) กับการฝึกแบบปิรามิด (Pyramidal Training: PT) ต่อประสิทธิภาพความแข็งแรงสูงสุดในนักกีฬายกน้ำหนัก ผลการศึกษา พบว่ากลุ่ม MST มีการปรับปรุงที่ดีกว่า PT ในท่า bench press (13.1 ± 0.91 เทียบกับ 3.7 ± 0.47 kg, p <0.0001), barbell deadlifts (19.3 ± 1.27 เทียบกับ 5.3 ± 0.97 kg, p <0.0001), lat pull -down (17.2 ± 1.72 เทียบกับ 2.8 ± 0.79 kg, p <0.0001), และ standing barbell military press (13.1 ± 1.54 เทียบกับ 1.9 ± 0.59 kg, p <0.0001) การค้นพบเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าการฝึกความแข็งแรงแบบผสม การฝึกแบบเพิ่มความหนักสลับกับปิรามิด (pyramidal) อาจมีประสิทธิภาพมากกว่าการฝึกแบบปิรามิดเพียงอย่างเดียว เพื่อเพิ่มความแข็งแรงสูงสุดในนักกีฬายกน้ำหนัก จึงถือได้ว่าเป็นทางเลือกที่ถูกต้องและสร้างแรงบันดาลใจให้กับวิธีการฝึกความแข็งแรงแบบดั้งเดิม (Greco et al., 2019)

ปัจจุบันมีเพียงงานวิจัยสามชิ้นเท่านั้นที่ตรวจสอบผลของความแข็งแรงของวิธีการผสม (mixed methods training) และโปรแกรมการฝึกในนักกีฬาวิ่งและนักกีฬายกน้ำหนักระดับมืออาชีพ (Greco et al., 2019) กับการศึกษาอื่นอีกหนึ่งเรื่องของการตรวจสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมแบบผสม (mixed methods training) ของการฝึกความแข็งแรงในผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดี (Newton & Kraemer, 1994) ในการศึกษาของนิวตันและคณะ (Newton & Kraemer, 1994) ตรวจสอบผลของโปรแกรมความแข็งแรงของวิธีการผสม (mixed methods training) 10 สัปดาห์ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและพลังกล้ามเนื้อในเด็กแปดคน (30.6 ± 5.0 ปี) และอายุมากกว่า 10ปี (61.4 ± 4.0 ปี) ที่ไม่เคยรับการฝึกความแข็งแรงมาก่อน อาสาสมัครเข้าร่วมในโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงซึ่งประกอบด้วยการฝึกสามครั้งต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 10 สัปดาห์ การฝึกรวมถึง ท่าสควอช (squats) การเตะขาและการงอขา (leg extension and leg curl) กล้ามเนื้อหน้าอกและกล้ามเนื้อน่อง (bench presses and calf raises on machines) กล้ามเนื้อลำตัวและหน้าท้อง (trunk flexions and extensions using free) ตามลำดับ รูปแบบของโปรแกรมการฝึกได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นการกระตุ้นและการตอบสนองอย่างดีจากระบบต่อมไร้ท่อและนำไปสู่การกระตุ้นให้เพิ่มขนาดกล้ามเนื้อ (Newton & Kraemer, 1994)

การฝึกทั้ง 3 รูปแบบนั้นแบ่งออกเป็นการฝึกแบบเพิ่มกล้ามเนื้อ (3 – 6 เซต 8 – 10 ครั้ง โดยพัก 1 นาที) การฝึกความแข็งแรง (3 – 6 เซต 3 - 5 ครั้ง (RM) ของความแข็งแรงสูงสุด) และการฝึกพลัง (3 - 6 เซต 6 - 8 ครั้ง โดยลดจำนวนครั้งลง ผู้เข้าร่วมได้รับคำสั่งให้ดำเนินการตามขั้นตอน โดยการใช้ความเร็วสูงสุดเท่าที่จะทำได้ ในส่วนท่าสควอช (squats) การเตะขาและการงอขา (leg extension and leg curl) ปริมาณของการฝึกมีความก้าวหน้าตลอด 10 สัปดาห์ โปรแกรมการฝึกไม่เป็นการเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง (non-linear periodised program) ผู้เข้าร่วมยังคงทำกิจกรรมทางกายตามปกติ (ขี่จักรยาน เดิน และวิ่งจ๊อกกิ้ง) 1 - 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เมื่อเสร็จสิ้นโปรแกรมเสริมความแข็งแรงของวิธีการผสม (mixed method training) 10 สัปดาห์ นักวิจัยได้ชี้ให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของความแข็งแรงของ ไอโซเมติกส์สควอช (isometric squat strength) (40.0 ± 42.0%) พลังการกระโดดของสควอช (jump squat power) (36.0 ± 23.0%) แรงสควอชการกระโดด (jump squat force) (29.0 ± 14.0%) การวัดกระแสไฟฟ้าของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (quadriceps EMG activation) (43.0 ± 64.0%) ของผู้สูงอายุเพศชาย ในชายหนุ่มมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของความแข็งแรงของไอโซเมติกส์สควอช (isometric squat strength (23.0 ± 15.0%) พลังการกระโดดของสควอช (jump squat power) (33.0 ± 16.0%) แรงสควอชการกระโดด (jump squat force) (29.0 ± 13.0%) และการ

วัดกระแสไฟฟ้าของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (quadriceps EMG activation) (43.0 ± 64.0%) ในผู้สูงอายุเมื่อนำมารวมกันดูเหมือนว่าชายสูงอายุจะแสดงความสามารถที่คล้ายกันกับชายหนุ่มเพื่อเพิ่มตัวแปรเหล่านี้ตามโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านตามระยะเวลาที่เหมาะสม



ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง แรง อัตราความเร็ว และพลัง อัตราความเร็ว ถูกแสดงให้เห็นถึงการกระจัดเมื่อเวลาผ่านไป ผลของรูปแบบจะเพิ่มความสามารถของนักกีฬาในแต่ละปัจจัยการตอบสนองของปัจจัยเหล่านี้ต่อการฝึกในรูปแบบต่าง ๆ

ที่มา : Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed method training strategy. Strength & Conditioning Journal, 16(5), 20-31.

ในการศึกษาก่อนหน้านี้มุ่งเน้นไปที่ผู้เชี่ยวชาญด้านการติดตามนักกีฬา รีเบริน (Reaburn et al., 1994) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกเพิ่มกล้ามเนื้อ 8 สัปดาห์ต่อประสิทธิภาพการวิ่ง 100 และ 300 เมตร ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาและเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อต้นขา (measured danthropometrically) ในนักวิ่งชายอายุ 45-79 ปีที่ได้รับการฝึกมาเป็นอย่างดี การฝึกความแข็งแรงเกิดขึ้น 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ภายใต้การดูแลของผู้ฝึกสอนที่มีประสบการณ์และมีคุณสมบัติ ผู้เข้าร่วมดำเนินการฝึก 3 เซตใน 12 ครั้ง 10 ครั้ง จากนั้นทำซ้ำ 8 ครั้งที่ 80% ของ 1RM โดยพักหนึ่งนาทีระหว่างเซต ท่าแบบฝึกที่เลือกใช้รวมถึงส่วน กล้ามเนื้อต้นขา (leg extensions leg curls leg press half and squats) กล้ามเนื้อหน้าอก (bench press and upright row) กล้ามเนื้อแขน (bicep curl and tricep push down) และกล้ามเนื้อหน้าท้อง

(abdominal crunches) ทดสอบ 1RM ทุก ๆ 2 สัปดาห์เพื่อปรับโหลดการฝึกอย่างเหมาะสม ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับคำสั่งให้รักษาการฝึกซ้อมวิ่งแบบปกติตลอดระยะเวลาของการศึกษา เมื่อเสร็จสิ้นโปรแกรมการฝึกภายหลัง 8 สัปดาห์ พบว่ามีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ของการวิ่ง 100 และ 300 เมตร ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาและเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อต้นขา

การศึกษาของ คริสเตีย และคณะ (Alexander Cristea et al., 2008) ได้ตรวจสอบผลของการวิ่งพร้อมกัน 20 สัปดาห์ของความแข็งแรงและโปรแกรมการฝึกพลังต่อประสิทธิภาพการวิ่ง การปรับตัวทางสัณฐานวิทยาและระบบประสาทในนักกีฬาต้นแบบ 7 คนที่อายุ 66.0 ± 3.0 ปี มีประสบการณ์การฝึกความแข็งแรง นักวิจัยออกแบบโปรแกรมการฝึกตามความรู้ที่ได้รับจากการวิจัยที่คล้ายกัน ซึ่งดำเนินการก่อนหน้านี้กับนักกีฬาผู้ใหญ่ โปรแกรมการฝึกแบบผสมความแข็งแรงและพลัง ได้รับการออกแบบมาเพื่อเพิ่มพลังระเบิดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ในขณะเดียวกันก็ทำการฝึกวิ่งเพื่อปรับปรุงอัตราการเร่ง ความเร็ว และความเร็วสูงสุด การฝึกความแข็งแรงดำเนินการ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เช่นเดียวกับการฝึกซ้อมวิ่ง ทั้ง 2 โปรแกรมจะดำเนินการแบบวันเว้นวัน โปรแกรมการฝึกถูกแบ่ง 3 ระยะ โดยการฝึก 3 ถึง 4 ครั้งต่อสัปดาห์ในระยะที่ 1 ระยะที่ 2 และระยะที่ 3 ฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ในระยะเวลา 4 สัปดาห์ ขั้นตอนที่ 1 ระยะที่ 1 เกี่ยวข้องกับโปรโตคอลการฝึกเพื่อเพิ่มกล้ามเนื้อ (3 - 4 เซต ๆ ละ 8 - 12 ครั้ง 50 - 70% (1RM) ของความแข็งแรงสูงสุด) ระยะที่ 2 และ 3 เกี่ยวข้องกับการฝึกพลัยโอเมตริก ความแข็งแรงสูงสุด และการฝึกด้วยน้ำหนัก (พลังระเบิด) (การฝึกความแข็งแรงใช้การทำซ้ำ 4 - 6 ครั้งที่ 70 - 85% (1RM) ของความแข็งแรงสูงสุด การฝึกพลังระเบิดใช้ความหนักที่ 35 - 60% (1RM) ของความแข็งแรงสูงสุด และการฝึก พลัยโอเมตริก (plyometric) (ความแข็งแรงและความเร็วของความหนักที่ต่ำ) ใช้ 2 - 3 เซต ๆ ละ 3 - 10 ครั้ง ขั้นตอนที่ 2 ใช้การฝึกและช่วงการกระทำซ้ำที่คล้ายกันซึ่งใช้ในขั้นตอนที่หนึ่ง แต่ลดปริมาณการฝึกและความหนักลงในช่วงการฝึกซ้อมทั้งแบบความเร็วต้นและพลัง โปรแกรมการฝึกวิ่งถูกออกแบบมาเพื่อปรับปรุงทั้งความเร่งและความสามารถในการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด ในช่วงแรกนักวิ่งจะวิ่ง 5 x 200 - 250 เมตรที่ความหนัก 75 - 85% ของความเร็วสูงสุด

การวิ่งแบบภาคสนามได้รับการออกแบบมาตามวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความอดทนต่อความเร็วด้วยการใช้ปริมาณความหนักที่ต่ำเพื่อรองรับความแข็งแรง โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาอัตราเร่งในนักกีฬาในระยะ 4 x 30 เมตรวิ่งที่ความหนัก 80% ของความพยายามสูงสุด (maximal effort) ในระหว่างขั้นตอนการฝึกครั้งที่ 2 และ 3 ความหนักของการวิ่งจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกว่าจะถึงความเร็วสูงสุด ในครั้ง 2 ถึง 3 การวิ่งระยทาง 30 – 80 เมตรวิ่งที่ความหนัก 90 - 98%

ความพยายาม (effort) ในช่วงท้ายของระยะเวลาการฝึก 20 สัปดาห์ นักวิจัยรายงานการเพิ่มความเร็วในการวิ่ง 10 เมตร (4%) เวลาวิ่ง 60 ม. (2%) ความแข็งแรงในท่าสวอทช (squat strength) 1RM (27%) การท่ากระโดดสวอทช (squat jump) (10%) กระโดดสามครั้ง (triple jump) (4%) นอกจากนี้ผู้เข้าร่วมแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญ รวมถึงการเพิ่มขึ้นของเส้นใยกล้ามเนื้อประเภท IIA (40%) การเปลี่ยนแปลงทางระบบประสาท รวมถึงการเพิ่มขึ้นของพลังในการตอบสนอง (29%) และการวัดกระแสไฟฟ้าของกล้ามเนื้อในท่ากระโดดสวอทช iEMG (jump squat iEMG) (9%) ผลลัพธ์เหล่านี้ แสดงให้เห็นถึงวิธีการที่หลากหลายของโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงความแข็งแรง พลังงาน และประสิทธิภาพการวิ่งในนักวิ่งระยะสั้น

การฝึกแบบผสมทั้งความอดทนและการฝึกด้วยแรงต้านในเวลาเดียวกันสำหรับเยาวชนและผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพดีหรือนักกีฬา ความอดทนระดับสูงอาจมีประสิทธิภาพเพิ่มเติมเมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกความอดทนเพียงอย่างเดียว เช่น การฝึกด้วยแรงต้านเป็นประจำ การปรับตัวทางสรีรวิทยาเป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่งสำหรับกลุ่มประชากรทั่วไปและนักกีฬา ซึ่งอาจพยายามปรับปรุงสุขภาพและประสิทธิภาพของสมรรถภาพทางกาย (Ballantyne, 2017)

จากการทบทวนวรรณกรรมที่มีอยู่อย่างจำกัด ได้ชี้ให้เห็นว่าทั้งผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดีและนักกีฬาระดับมืออาชีพ ยังคงต้องการการตอบสนองต่อโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงด้วยวิธีต่างๆ นอกจากนี้ประสิทธิภาพการวิ่งในนักกีฬาระดับมืออาชีพอาจได้รับการปรับปรุงโดยการรวมโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงด้วยวิธีการฝึกแบบผสม (mixed methods training) (Vecchio & Reaburn, 2013)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

นักกีฬาฟุตซอลเพศชาย มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ได้ร่วมรายการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 47 ประจำปี พ.ศ. 2563 จำนวน 40 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตซอลเพศชายมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ มีประสบการณ์อย่างน้อย 3 ปี จำนวน 40 คน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างคิดมาจากการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (GPower Version 3.1)(Faul et al., 2009; นิพิฐพนธ์ และคณะ, 2019) และกำหนดขนาดของอิทธิพล (Effect Size, ES) = 0.70 มีการกำหนดให้การทดลองมีกำลัง (power) = 0.80 และค่านัยสำคัญที่ (p) = 0.05 โดยใช้การสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละเท่ากัน โดยใช้วิธีทดสอบความแข็งแรงสูงสุดและนำข้อมูลมาเรียงลำดับนักกีฬาจากความแข็งแรงมากที่สุดไปหานักกีฬาที่มีความแข็งแรงน้อยที่สุด ดังนี้

กลุ่ม A ประกอบด้วย สถิติในลำดับที่ 1, 6, 7, 12, 13, 18, 19, 24, 25, 30, 31, 36 และ 37

กลุ่ม B ประกอบด้วย สถิติในลำดับที่ 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, 32, 35 และ 38

กลุ่ม C ประกอบด้วย สถิติในลำดับที่ 3, 4, 9, 10, 15, 16, 21, 22, 27, 28, 33, 34, 39 และ 40

ต่อจากนั้น ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยการจับฉลาก (Random Treatments) กำหนดกลุ่มการฝึก ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) จำนวน 13 คน

กลุ่มที่ 2 ฝึกแบบผสม (Mixed methods Training) จำนวน 13 คน

กลุ่มควบคุม จำนวน 14 คน

เกณฑ์การคัดเข้า

1. เป็นนักกีฬาฟุตซอล มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ส่งเข้าร่วมรายการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 47 ประจำปี พ.ศ. 2563

2. มีสุขภาพดี

3. ไม่มีอาการบาดเจ็บก่อนการทำวิจัยอย่างน้อย 6 เดือน

4. มีประสบการณ์การเล่นกีฬาฟุตซอลอย่างน้อย 3 ปี

เกณฑ์การคัดออก

1. นักกีฬาเกิดอาการบาดเจ็บ ไม่สามารถเข้าร่วมวิจัยได้

2. นักกีฬาไม่ประสงค์เข้าร่วมงานวิจัย

จริยธรรมการทำวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ถูกเลือกมาเป็นผู้เข้าร่วมในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ทุกคนยินยอมการเข้าร่วมโดยผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการพิจารณาการศึกษางานวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผู้เข้าร่วมจะต้องทราบถึงวัตถุประสงค์ในการศึกษาและรายละเอียดในงานวิจัยและสามารถถอนตัวออกได้ทุกกรณี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) และโปรแกรมการฝึกแบบผสม (Mixed methods Training) ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

1. ศึกษาเอกสาร หลักการแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร ตำรา บทความต่าง ๆ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อเสนอแนะจากผู้มีประสบการณ์

2. กำหนดวิธีการรูปแบบการฝึก โปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) และโปรแกรมการฝึกแบบผสม (Mixed methods Training)

วิธีการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. นำเครื่องมือที่ใช้เสนออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม

2. นำเครื่องมือที่ใช้ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงพินิจ

3. นำเครื่องมือที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษา

4. นำเครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

1. โปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) และโปรแกรมการฝึกแบบผสม (Mixed methods Training) ที่มีค่าความตรงเชิงพินิจ มีค่า IOC ไม่ต่ำกว่า 0.50 (Thorn & Deitz, 1989; Turner & Carlson, 2003)

2. อุปกรณ์ฝึกด้วยน้ำหนัก (free weight และ weight machine)

3. กรวยขนาด 12 นิ้ว จำนวน 20 อัน

4. นาฬิกาจับเวลา

5. เครื่องมือบันทึกผลการฝึก

สถานที่ทดสอบ

อาคารศูนย์กีฬาในร่ม มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยยื่นเรื่องไปทางบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ใช้สถานที่และอุปกรณ์ในการวิจัยไปยังมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

2. ผู้วิจัยยื่นเรื่องไปทางต้นสังกัดของนักกีฬา เพื่อทำหนังสือขอความอนุเคราะห์นักกีฬามาเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

3. ผู้วิจัยอธิบายเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และรายละเอียดของขั้นตอนการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ให้กลุ่มตัวอย่างทราบ

4. ผู้วิจัยเก็บข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ, น้ำหนัก, ส่วนสูง

5. ทำการทดสอบตัวแปรตาม ดังนี้ ก่อนการฝึก (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

5.1 การทดสอบความเร็ว ด้วยการวิ่ง 20 เมตร

5.2 การทดสอบความแข็งแรงสูงสุด ด้วยท่า half-squat maximal strength (1 repetition maximum) ด้วยเครื่องฝึกด้วยน้ำหนัก

5.3 การทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ (Repeated Sprint Training, RST)

5.4 การทดสอบความคล่องตัว (T-Test)

5.5 การทดทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ด้วยการทดสอบภาคสนามโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ (yo-yo intermittent recovery test)

การทดสอบแต่ละตัวแปร โดยการนำกลุ่มตัวอย่าง 40 คน มาทำการบันทึกข้อมูลพื้นฐาน โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ไขมันทานิต้า (TANITA Model) วัดส่วนสูง โดยใช้ที่วัดส่วนสูงติดผนัง (Stadiometer Roll-Up) แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 วันดังนี้

วันที่ 1 จัดฐานการทดลองออกเป็น 3 ฐาน

ฐานที่ 1 บันทึกข้อมูลส่วนตัวและข้อมูลพื้นฐาน มีผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1 ประจำเครื่องชั่งน้ำหนัก ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 2 ประจำที่วัดส่วนสูง ใช้เวลา ประมาณ 1 ชั่วโมง

ฐานที่ 2 ทำการทดสอบความเร็วระยะทาง 20 เมตร โดยผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1 นำกลุ่มตัวอย่าง ทำการวิ่งอบอุ่นร่างกาย 10 นาที ให้ใกล้เคียงกับลักษณะการทดสอบ ทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ 5 นาที และทำการทดสอบครั้งละ 1 คน คนละประมาณ 1 นาที พักระหว่างฐาน 20 นาที ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

ฐานที่ 3 การทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ (Repeated Sprint Training, RST) ผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกาย 10 นาที และทำการทดสอบครั้งละ 1 คน คนละประมาณ 5 นาที เมื่อทดสอบเสร็จสิ้นผู้ช่วยวิจัยคนที่ 2 จะนำกลุ่มตัวอย่างคลายอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง

วันที่ 2 จัดฐานการทดลองออกเป็น 3 ฐาน

ฐานที่ 1 การทดสอบความแข็งแรงสูงสุด ด้วยท่า half-squat maximal strength (1 repetition maximum) ด้วยเครื่องฝึกด้วยน้ำหนัก โดยผู้เชียวชาญด้านการฝึกความแข็งแรงและผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1 นำกลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ ผู้วิจัยอธิบายวิธีการทดสอบและให้นักกีฬาทำการจำลองการทดสอบโดยไม่ใช้แผ่นน้ำหนัก หลังจากนั้นผู้วิจัยจะนำนักกีฬามาทำการทดสอบครั้งละ 1 คน ๆ ละ 3 นาที (พัก 2 ชั่วโมงต่อฐาน) ให้กลุ่มตัวอย่างทำการเลือกน้ำหนักและทำการยกน้ำหนักที่เลือกให้ได้จำนวนครั้งมากที่สุดและครั้งสุดท้ายไม่สามารถออกแรงยกได้ นำค่าน้ำหนักที่ได้มาคำนวณหาค่าน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้ง โดยวิธีการทำนายของ บาเอเกอร์ และ เออเลร์ (Baechle & Earle, 2008; Brzycki, 1993) จากสูตรคำนวณ ดังนี้ 1 Repetition maximum = Weight × [1 + (0.033 × Number of repetitions)]

ตาราง 2 การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนครั้งที่ยกได้ (Repetitions) กับเปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้ง (% of 1 Repetition maximum)

	Rep.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15
%1RM	Brzycki	100	95	90	88	86	83	80	78	76	75	72	70	-
	Beachle	100	95	93	90	87	85	83	80	77	75	-	67	65

ที่มา : Brzycki, M. (1993). Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. Journal of physical education, recreation & dance, 64(1), 88-90 และ Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2008). Essentials of strength training and conditioning: Human kinetics

ฐานที่ 2 การทดสอบความคล่องตัว (T-Test) ผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกาย 10 นาที และทำการทดสอบครั้งละ 1 คน คนละประมาณ 1 นาที เมื่อทดสอบเสร็จสิ้น ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 2 จะนำกลุ่มตัวอย่างคลายอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง

ฐานที่ 3 การทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ด้วยการทดสอบภาคสนามโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ (yo-yo intermittent recovery test) โดยผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1 จะแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 ชุด ๆ ละ 10 คน อธิบายวิธีการทดสอบ และนำกลุ่มตัวอย่างชุดแรกอบอุ่นร่างกาย 15 นาที ผู้ช่วยผู้วิจัยคนที่ 2 จะเป็นผู้ให้สัญญาณในการทดสอบ การทดสอบจะทดสอบครั้งละ 10 คน ใช้เวลาทดสอบครั้งละ 30 นาที ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมงในการทดสอบ เมื่อกลุ่มตัวอย่างชุดแรกทดสอบเสร็จสิ้น ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 3 นำกลุ่มตัวอย่าง คลายอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

6. ดำเนินการฝึกตามโปรแกรม 8 สัปดาห์ มีขั้นตอนดังนี้

6.1 อธิบายและสาธิตท่าการฝึกความแข็งแรงและความอดทนในกลุ่มทดลอง สำหรับกลุ่มควบคุม ฝึกโปรแกรมฟุตซอลตามปกติ

6.2 ดำเนินการฝึกตามโปรแกรม โดยมีผู้ฝึกสอนควบคุมอย่างใกล้ชิด

6.3 ระยะเวลาในการฝึกของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ๆ ละ 90 นาที โดย

6.3.1 โปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) ทำการฝึกในวันจันทร์ พุธ และศุกร์

6.3.2 โปรแกรมการฝึกแบบผสม (Mixed methods Training) ทำการฝึกในวันอังคาร พฤหัสบดี และเสาร์

6.4 ทำการทดสอบตัวแปรตาม หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 (เหมือนข้อ 5)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลจะทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

1. ตรวจสอบข้อมูลว่าเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติพารามิเตอร์ ด้วยสถิติ Shapiro wilk test

2. คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าสูงสุด (Max) ค่าต่ำสุด (Min) ของตัวแปรต่าง ๆ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

3. การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) การฝึกแบบผสม (Mixed methods Training) และกลุ่มควบคุม ที่มีต่อความแข็งแรงสูงสุด พลังความเร็ว และการใช้ออกซิเจน โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำสองมิติ (3x2 Two-Way ANOVA with repeated measures) หากพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการฝึกและระยะเวลาการฝึก จะแยกทดสอบภายในแต่ละตัวแปรต้น คือ ทดสอบระหว่างวิธีการฝึกด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) และระหว่างก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (one-way ANOVA with repeated measures)

4. กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 4
ผลการศึกษา

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการแปลความหมายและการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อใช้นำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
F	แทน	ค่าสถิติที่ใชในการวิเคราะห์การแจกแจงแบบเอฟ (F - Distribution)
df	แทน	ชั้นแห่งความอิสระ (Degree of Freedom)
SS	แทน	ผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนกำลังสอง (Sum of Square)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนกำลังสอง (Mean of Square)
p	แทน	ความน่าจะเป็น (Probability
*	แทน	ค่านัยสำคัญทางสถิตที่ระดับ .05 (P<.05)
**	แทน	ค่านัยสำคัญทางสถิตที่ระดับ .01 (P<.01)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลจะทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

1. ตรวจสอบข้อมูลว่าเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติพารามิเตอร์ ด้วยสถิติ Shapiro wilk test

2. คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าสูงสุด (Max) ค่าต่ำสุด (Min) ของตัวแปรต่าง ๆ ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

3. การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) การฝึกแบบผสม (Mixed methods Training) และกลุ่มควบคุม ที่มีต่อความแข็งแรงสูงสุด พลังความเร็ว และการใช้ออกซิเจน โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำสองมิติ (3x2 Two-Way ANOVA with repeated measures) หากพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการฝึกและระยะเวลาการฝึกจะแยกทดสอบภายในแต่ละตัวแปรต้น คือ ทดสอบระหว่างวิธีการฝึกด้วยสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) และระหว่างก่อนหลังการฝึกด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (one-way ANOVA with repeated measures)

4. กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานก่อนการฝึก

ตาราง 3 แสดงข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มทดลอง กลุ่มฝึกแบบควบคู่ (n =12) กลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8)

ตัวแปร	กลุ่มฝึกแบบควบคู่ (Concurrent) $\bar{x} \pm$ S.D.	กลุ่มการฝึกแบบผสม (Mixed methods) $\bar{x} \pm$ S.D.	กลุ่มควบคุม (Control) $\bar{x} \pm$ S.D.
อายุ (ปี)	20 $\pm$ 1.24	19.12 $\pm$ 0.83	20.37 $\pm$ 1.30
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	174.33 $\pm$ 5.74	174.12 $\pm$ 4.70	171.37 $\pm$ 4.80
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	69.16 $\pm$ 12.93	72.25 $\pm$ 8.73	65.00 $\pm$ 8.38
ค่าดัชนีมวลกาย (BMI)	22.74 $\pm$ 3.92	23.51 $\pm$ 2.80	22.10 $\pm$ 2.24

จากตาราง 3 พบว่าค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของกลุ่มการฝึกแบบควบคู่มีอายุ 20 ± 1.24 ปี ส่วนสูง 174.33 ± 5.74 เซนติเมตร น้ำหนัก 69.16 ± 12.93 กิโลกรัม และค่าดัชนีมวลกาย 22.74 ± 3.92 กิโลกรัม กลุ่มการฝึกแบบผสมมีอายุ 19.12 ± 0.83 ปี ส่วนสูง 174.12 ± 4.70 เซนติเมตร น้ำหนัก 72.25 ± 8.73 กิโลกรัม และค่าดัชนีมวลกาย 23.51 ± 2.80 กิโลกรัม และกลุ่มควบคุมมีอายุ 20.37 ± 1.30 ปี ส่วนสูง 171.37 ± 4.80 เซนติเมตร น้ำหนัก 65.00 ± 8.38 กิโลกรัม และค่าดัชนีมวลกาย 22.10 ± 2.24 กิโลกรัม

ตาราง 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของอายุ ระหว่างกลุ่มฝึกแบบควบคู่ กลุ่มการฝึกแบบผสม และกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึก

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	7.01	2	3.50	2.60	.094
ภายในกลุ่ม	33.66	25	1.34		
รวม	40.67	27			

จากตาราง 4 พบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มีอายุไม่แตกต่างกัน

ตาราง 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของส่วนสูง ระหว่างกลุ่มฝึกแบบควบคู่ กลุ่มการฝึกแบบผสม และกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	47.44	2	23.72	.873	.430
ภายในกลุ่ม	679.41	25	27.17		
รวม	728.85	27			

จากตาราง 5 พบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ส่วนสูงไม่แตกต่างกัน

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของน้ำหนัก ระหว่างกลุ่มฝึกแบบควบคู่ กลุ่มการฝึกแบบผสม และกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	163.69	2	81.84	.724	.495
ภายในกลุ่ม	2825.16	25	113.00		
รวม	2988.85	27			

จากตาราง 6 พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มมีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของดัชนีมวลกาย ระหว่างกลุ่มฝึกแบบควบคู่ กลุ่มการฝึกแบบผสม และกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	8.04	2	4.02	.38	.683
ภายในกลุ่ม	260.01	25	10.40		
รวม	268.06	27			

จากตาราง 7 พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มมีดัชนีมวลกายไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มการฝึกและระหว่างช่วงเวลาการฝึกของแต่ละตัวแปรตาม

ตาราง 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างความคล่องตัว (T-TEST) ระหว่างกลุ่ม และระหว่างช่วงเวลาการฝึก

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
กลุ่ม	1.14	2	.57	.90	.42	.07
ความคลาดเคลื่อน	15.77	25	.63			
ช่วงเวลา	4.95	1.37	3.61	22.64	.001	.48
ปฏิสัมพันธ์	1.51	2.73	.56	3.46	.03*	.22
ความคลาดเคลื่อน	5.46	34.23	.159			

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 8 ช่วงเวลาการทดสอบและกลุ่มการฝึกมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงแยกทดสอบในแต่ละกลุ่มการฝึกโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) เพื่อดูความแตกต่างระหว่างก่อนกับหลังการฝึกภายในแต่ละกลุ่มการฝึก และในแต่ละช่วงเวลาการทดสอบ

ตาราง 9 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของการทดสอบความคล่องตัว (T-TEST) ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) กลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8) ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

แหล่งความแปรปรวน		SS	df	MS	F	P
ก่อนการฝึก	ระหว่างกลุ่ม	.11	2	.06	.15	.867
	ภายในกลุ่ม	9.66	25	.39		
	รวม	9.77	27			
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4	ระหว่างกลุ่ม	.69	2	.34	1.34	.281
	ภายในกลุ่ม	6.43	25	.26		
	รวม	7.12	27			
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	ระหว่างกลุ่ม	1.85	2	.92	4.50	.02*
	ภายในกลุ่ม	5.16	25	.21		
	รวม	7.00	27			

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 9 พบว่า ค่าเฉลี่ยความคล่องตัวก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีความแตกกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ในช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ตาราง 10 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างกลุ่มช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

กลุ่ม	กลุ่มการฝึกแบบควบคู่	กลุ่มการฝึกแบบผสม	กลุ่มควบคุม
กลุ่มการฝึกแบบควบคู่	-	.19	.32
กลุ่มการฝึกแบบผสม		-	.02*
กลุ่มควบคุม			-

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 10 พบว่า หลังการฝึกหลังสัปดาห์ที่ 8 ค่าเฉลี่ยของความคล่องตัวระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มการฝึกแบบผสม และกลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มการฝึกแบบผสมกับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของการทดสอบความคล่องตัว ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มการฝึก แบบควบคู่ (n =12)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
ความคล่องตัว	2.06	1.32	1.57	9.62	.005*	.47
ความคลาดเคลื่อน	2.36	14.51	0.16			

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 11 พบว่าค่าเฉลี่ยความคล่องตัวของกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ ในแต่ละช่วงเวลาการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 12 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8

ช่วงเวลาการทดสอบ	$\bar{x} \pm$ S.D.	ก่อนการฝึก	หลังสัปดาห์ที่ 4	หลังสัปดาห์ที่ 8
		11.35 ± .10	10.91 ± .10	10.79 ± .12
ก่อนการฝึก	11.35 ± .17	-	.02*	.02*
หลังสัปดาห์ที่ 4	10.91 ± .10		-	.57
หลังสัปดาห์ที่ 8	10.79 ± .12			-

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 12 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความคล่องตัวระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกัน

ตาราง 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของความคล่องตัว ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มการฝึกแบบผสม(n = 8)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
ความคล่องตัว	4.38	2	2.19	10.32	.002*	.60
ความคลาดเคลื่อน	2.97	14	.21			

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 13 พบว่าค่าเฉลี่ยความคล่องตัวของกลุ่มการฝึกแบบผสม ในแต่ละช่วงเวลาการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 14 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8

ช่วงเวลาการทดสอบ	$\bar{x} \pm$ S.D.	ก่อนการฝึก	หลังสัปดาห์ที่ 4	หลังสัปดาห์ที่ 8
		11.45 ± .27	10.76 ± .24	10.43 ± .16
ก่อนการฝึก	11.45 ± .27	-	.14	.01*
หลังสัปดาห์ที่ 4	10.76 ± .24		-	.09
หลังสัปดาห์ที่ 8	10.43 ± .16			-

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 14 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความคล่องตัวระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกัน แต่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของความคล่องตัว ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ภายในกลุ่มควบคุม (n = 8)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
ความคล่องตัว	.14	1.10	.13	4.93	.02*	.53
ความคลาดเคลื่อน	.12	7.66	.02			

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 15 พบว่าค่าเฉลี่ยความคล่องตัวของกลุ่มควบคุม ในแต่ละช่วงเวลาการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 16 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8

ช่วงเวลาการทดสอบ	$\bar{x} \pm$ S.D.	ก่อนการฝึก	หลังสัปดาห์ที่ 4	หลังสัปดาห์ที่ 8
		11.29 ± .16	11.17 ± .16	11.11 ± .16
ก่อนการฝึก	11.29 ± .16	-	.22	.03*
หลังสัปดาห์ที่ 4	11.17 ± .16		-	.01*
หลังสัปดาห์ที่ 8	11.11 ± .16			-

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 16 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความคล่องตัวระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ไม่แตกต่างกัน แต่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ระหว่างกลุ่ม และระหว่างช่วงเวลาการฝึก

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
กลุ่ม	3301.17	2	1650.59	15.26	.001**	.99
ความคลาดเคลื่อน	2704.55	25	108.18			
ช่วงเวลา	1300.64	1.14	1143.99	36.77	.001**	.60
ปฏิสัมพันธ์	1512.35	2.27	665.10	21.38	.001**	.63
ความคลาดเคลื่อน	884.31	28.42	31.11			

**มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (P<.01)

จากตาราง 17 ช่วงเวลาการทดสอบและกลุ่มการฝึกมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงแยกทดสอบในแต่ละกลุ่มการฝึกโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) เพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาการทดสอบภายในแต่ละกลุ่มการฝึก และใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปวนทางเดียว (one-way ANOVA) เพื่อดูความแตกต่างระหว่างกลุ่มในแต่ละช่วงเวลาการทดสอบ

ตาราง 18 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) กลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8) ก่อนการฝึก

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	854.66	2	427.33	7.48	.003*
ภายในกลุ่ม	1427.45	25	57.09		
รวม	2282.10	27			

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 18 พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดในช่วงเวลาก่อนการฝึก มีความแตกกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (ANCOVA) เพื่อดูความแตกต่างระหว่างกลุ่มในสัปดาห์ที่ 4 และ กลุ่มในสัปดาห์ที่ 8

ตาราง 19 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ของการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) กลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8) ในช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ความแข็งแรงสูงสุด	169.05	2	84.53	17.04	.001**
ความคลาดเคลื่อน	119.05	24	4.96		

**มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (P<.01)

จากตาราง 19 พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดระหว่างกลุ่ม ในช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

ตาราง 20 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4

กลุ่ม	กลุ่มการฝึกแบบควบคู่	กลุ่มการฝึกแบบผสม	กลุ่มควบคุม
กลุ่มการฝึกแบบควบคู่	-	.84	.001**
กลุ่มการฝึกแบบผสม		-	.01*
กลุ่มควบคุม			-

**มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (P<.01)
*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 20 พบว่า หลังการฝึกหลังสัปดาห์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุดระหว่าง กลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มการฝึกแบบผสม ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มการฝึกแบบควบคู่

กับกลุ่มควบคุม และกลุ่มการฝึกแบบผสมกับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 21 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ของการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) กลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8) ในช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ความแข็งแรงสูงสุด	2554.76	2	1277.38	53.55	.001**
ความคลาดเคลื่อน	572.49	24	23.85		

**มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (P<.01)

จากตาราง 21 พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดระหว่างกลุ่ม ในช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

ตาราง 22 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

กลุ่ม	กลุ่มการฝึกแบบควบคู่	กลุ่มการฝึกแบบผสม	กลุ่มควบคุม
กลุ่มการฝึกแบบควบคู่	-	.01*	.001**
กลุ่มการฝึกแบบผสม		-	.001**
กลุ่มควบคุม			-

**มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (P<.01)
*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 22 พบว่า หลังการฝึกหลังสัปดาห์ที่ 8 ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุด ระหว่าง กลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มการฝึกแบบผสม กลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มควบคุม

และกลุ่มการฝึกแบบผสมกับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ภายในกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
ความแข็งแรงสูงสุด	3279.29	1.05	3126.88	59.78	.001**	.85
ความคลาดเคลื่อน	603.38	11.54	52.30			

**มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (P<.01)

จากตาราง 23 พบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ ในแต่ละช่วงเวลาการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 24 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8

ช่วงเวลาการทดสอบ	$\bar{x} \pm$ S.D.	ก่อนการฝึก	หลังสัปดาห์ที่ 4	หลังสัปดาห์ที่ 8
		59.45 ± 2.90	66.00 ± 2.74	82.16 ± 1.53
ก่อนการฝึก	59.45 ± 2.90	-	.001**	.001**
หลังสัปดาห์ที่ 4	66.00 ± 2.74		-	.001**
หลังสัปดาห์ที่ 8	82.16 ± 1.53			-

**มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (P<.01)

จากตาราง 24 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุด ระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ช่วงเวลาก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ภายในกลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
ความแข็งแรงสูงสุด	158.08	1.19	131.84	4.03	.07	.37
ความคลาดเคลื่อน	274.58	8.39	32.71			

จากตาราง 25 พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดภายในกลุ่มการฝึกแบบผสม ในแต่ละช่วงเวลาการทดสอบไม่มีความแตกต่างกัน

ตาราง 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ภายในกลุ่มควบคุม (n =8)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
ความแข็งแรงสูงสุด	2.15	1.13	1.89	2.36	.16	.25
ความคลาดเคลื่อน	6.35	7.91	.80			

จากตาราง 26 พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดภายในกลุ่มควบคุม ในแต่ละช่วงเวลาการทดสอบไม่มีความแตกต่างกัน

ตาราง 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของความเร็วสูงสุด (Speed Test) ระหว่างกลุ่ม และระหว่างช่วงเวลาการฝึก

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
กลุ่ม	3.72	2	1.86	8.79	.001**	.41
ความคลาดเคลื่อน	5.28	25	.21			
ช่วงเวลา	2.19	1.28	1.71	14.60	.001**	.38
ปฏิสัมพันธ์	2.28	2.55	.89	7.60	.001**	.38
ความคลาดเคลื่อน	3.74	31.87	.12			

**มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (P<.01)

จากตาราง 27 ช่วงเวลาการทดสอบและกลุ่มการฝึกมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงแยกทดสอบในแต่ละกลุ่มการฝึกโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) เพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาการทดสอบภายในแต่ละกลุ่มการฝึก และใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปวนทางเดียว (one-way ANOVA) เพื่อดูความแตกต่างระหว่างกลุ่มในแต่ละช่วงเวลาการทดสอบ

ตาราง 28 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของการทดสอบความเร็วสูงสุด (Speed Test) ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) กลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8) ก่อนการฝึก

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	4.59	2	2.29	10.48	.001**
ภายในกลุ่ม	5.47	25	.22		
รวม	10.06	27			

**มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (P<.01)

จากตาราง 28 พบว่า ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด (Speed Test) ในช่วงเวลาก่อนการฝึกมีความแตกกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (ANCOVA) เพื่อดูความแตกต่างระหว่างกลุ่มในสัปดาห์ที่ 4 และ กลุ่มในสัปดาห์ที่ 8

ตาราง 29 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ของการทดสอบความเร็วสูงสุด (Speed Test)ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n = 12) กลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8) ในช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ความเร็วสูงสุด	.35	2	.18	2.81	.08
ความคลาดเคลื่อน	572.49	24	23.85		

จากตาราง 29 พบว่า การทดสอบความเร็วสูงสุด (Speed Test) ในช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกัน

ตาราง 30 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ของการทดสอบความเร็วสูงสุด (Speed Test)ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) กลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8) ในช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ความเร็วสูงสุด	.37	2	.18	3.30	.05*
ความคลาดเคลื่อน	1.34	24	.06		

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 30 พบว่า การทดสอบความเร็วสูงสุด (Speed Test) ในช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 31 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ช่วงเวลาหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 8

กลุ่ม	กลุ่มการฝึกแบบควบคู่	กลุ่มการฝึกแบบผสม	กลุ่มควบคุม
กลุ่มการฝึกแบบควบคู่	-	1.00	.05*
กลุ่มการฝึกแบบผสม		-	.38
กลุ่มควบคุม			-

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 31 พบว่า หลังการฝึกหลังสัปดาห์ที่ 8 ค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด (Speed Test) ในกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ กับ กลุ่มการฝึกแบบผสม กลุ่มการฝึกแบบควบคู่ กับ กลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มการฝึกแบบผสมกับ กลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของความเร็วสูงสุด (Speed Test) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ภายในกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
ความเร็วสูงสุด	.12	1.26	.09	1.12	.33	.09
ความคลาดเคลื่อน	1.16	13.80	.08			

จากตาราง 32 พบว่า ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด (Speed Test) ภายในกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ ในแต่ละช่วงเวลาการทดสอบไม่มีความแตกต่างกัน

ตาราง 33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของความเร็วสูงสุด (Speed Test) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ภายในกลุ่มการฝึกแบบผสม (n =12)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
ความเร็วสูงสุด	3.97	2	1.98	11.03	.001**	.61
ความคลาดเคลื่อน	2.52	14	.18			

**มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (P<.01)

จากตาราง 33 พบว่า ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด (Speed Test) ภายในกลุ่มการฝึกแบบผสม ในแต่ละช่วงเวลาการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 34 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8

ช่วงเวลาการทดสอบ	$\bar{x} \pm$ S.D.	ก่อนการฝึก	หลังสัปดาห์ที่ 4	หลังสัปดาห์ที่ 8
		4.46 ± .29	3.77 ± .13	3.50 ± .04
ก่อนการฝึก	4.46 ± .29	-	.04*	.03*
หลังสัปดาห์ที่ 4	3.77 ± .13		-	.21
หลังสัปดาห์ที่ 8	3.50 ± .04			-

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 34 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด (Speed Test) ระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และช่วงเวลาก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกัน

ตาราง 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อ ทดสอบความแตกต่างของความเร็วสูงสุด(Speed Test) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ภายในกลุ่มควบคุม (n =12)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
ความเร็วสูงสุด	.03	2	.02	3.94	.04*	.36
ความคลาดเคลื่อน	.06	14	.00			

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 35 พบว่าค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุด (Speed Test) ภายในกลุ่มควบคุม ในแต่ละช่วงเวลาการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 36 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8

ช่วงเวลาการทดสอบ	$\bar{x} \pm$ S.D.	ก่อนการฝึก	หลังสัปดาห์ที่ 4	หลังสัปดาห์ที่ 8
		3.76 ± .05	3.72 ± .07	3.67 ± .05
ก่อนการฝึก	3.76 ± .05	-	1.00	.04*
หลังสัปดาห์ที่ 4	3.72 ± .07		-	.43
หลังสัปดาห์ที่ 8	3.67 ± .05			-

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 36 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด (Speed Test) ระหว่างช่วงเวลาก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ช่วงเวลาก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกัน

ตาราง 37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ (Repeated Sprint Training, RST) ระหว่างกลุ่ม และระหว่างช่วงเวลาการฝึก

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
กลุ่ม	44.15	2	22.08	3.61	.04*	.22
ความคลาดเคลื่อน	152.61	25	6.10			
ช่วงเวลา	1.23	1.59	.77	.07	.89	.00
ปฏิสัมพันธ์	4.67	3.18	1.46	.13	.95	.01
ความคลาดเคลื่อน	438.26	39.79	11.01			

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 37 พบว่าช่วงเวลาการทดสอบและกลุ่มการฝึกไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ระหว่างช่วงเวลาการทดสอบของทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ ระหว่างกลุ่มการฝึกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 38 การเปรียบเทียบความแตกต่างของการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ (Repeated Sprint Training, RST) ระหว่างกลุ่ม หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

กลุ่ม	กลุ่มการฝึกแบบควบคู่	กลุ่มการฝึกแบบผสม	กลุ่มควบคุม
กลุ่มการฝึกแบบควบคู่	-	.51	.19
กลุ่มการฝึกแบบผสม		-	.03*
กลุ่มควบคุม			-

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 38 พบว่า หลังการฝึกหลังสัปดาห์ที่ 8 การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ (Repeated Sprint Training, RST) ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มการฝึกแบบผสม และ

กลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มการฝึกแบบผสมกับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO2max) ระหว่างกลุ่มและระหว่างช่วงเวลาการฝึก

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
กลุ่ม	176.89	2	88.45	4.64	.019*	.27
ความคลาดเคลื่อน	476.73	25	19.07			
ช่วงเวลา	935.01	2	467.50	126.99	.001**	.84
ปฏิสัมพันธ์	70.76	4	17.69	4.81	.002**	.28
ความคลาดเคลื่อน	184.06	50	3.68			

**มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (P<.01)

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 39 ช่วงเวลาการทดสอบและกลุ่มการฝึกมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงแยกทดสอบในแต่ละกลุ่มการฝึกโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way ANOVA with repeated measures) เพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาการทดสอบภายในแต่ละกลุ่มการฝึก และใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปวนทางเดียว (one-way ANOVA) เพื่อดูความแตกต่างระหว่างกลุ่มในแต่ละช่วงเวลาการทดสอบ

ตาราง 40 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของการทดสอบปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO2max) ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) กลุ่มการฝึก แบบผสม (n = 8) และกลุ่มควบคุม (n = 8)

แหล่งความแปรปรวน		SS	df	MS	F	P
ก่อนการฝึก	ระหว่างกลุ่ม	7.64	2	3.82	1.21	.315
	ภายในกลุ่ม	79.00	25	3.16		
	รวม	86.65	27			
	ระหว่างกลุ่ม	67.37	2	33.69	3.23	.06
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4	ภายในกลุ่ม	260.56	25	10.42		
	รวม	327.94	27			
	ระหว่างกลุ่ม	172.64	2	86.32	6.72	.005*
	ภายในกลุ่ม	321.23	25	12.85		
หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8	รวม	493.87	27			

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 40 พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO2max) ระหว่างกลุ่ม ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ระหว่างกลุ่มมีความแตกกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ในช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ตาราง 41 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างกลุ่มช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

กลุ่ม	กลุ่มการฝึกแบบควบคู่	กลุ่มการฝึกแบบผสม	กลุ่มควบคุม
กลุ่มการฝึกแบบควบคู่	-	.06	.005*
กลุ่มการฝึกแบบผสม		-	.57
กลุ่มควบคุม			-

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 41 พบว่า หลังการฝึกหลังสัปดาห์ที่ 8 ค่าเฉลี่ยของปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO2max) ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มการฝึกแบบผสม และกลุ่มการฝึกแบบผสมกับกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO2max) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
ออกซิเจนสูงสุด	768.93	2	384.47	96.89	.001*	.89
ความคลาดเคลื่อน	87.29	22	3.97			

**มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (P<.01)

จากตาราง 42 พบว่าปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดในช่วงเวลาก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (n =12) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 43 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8

ช่วงเวลาการทดสอบ	$\bar{x} \pm$ S.D.	ก่อนการฝึก	หลังสัปดาห์ที่ 4	หลังสัปดาห์ที่ 8
		43.20 ± .51	49.11 ± .85	54.51 ± 1.08
ก่อนการฝึก	43.20 ± .51	-	.001**	.001**
หลังสัปดาห์ที่ 4	49.11 ± .85		-	.001**
หลังสัปดาห์ที่ 8	54.51 ± 1.08			-

**มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (P<.01)

จากตาราง 43 พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO2max) ระหว่างช่วงเวลาก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ช่วงเวลาก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO2max) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
ออกซิเจนสูงสุด	200.79	2	100.39	15.19	.001*	.69
คลาดเคลื่อน	92.49	14	6.61			

**มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (P<.01)

จากตาราง 44 พบว่าปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดในช่วงเวลาก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 45 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8

ช่วงเวลาการทดสอบ	$\bar{x} \pm$ S.D.	ก่อนการฝึก	หลังสัปดาห์ที่ 4	หลังสัปดาห์ที่ 8
		43.52 ± .77	46.73 ± 1.68	50.60 ± 1.75
ก่อนการฝึก	43.52 ± .77	-	.15	.001**
หลังสัปดาห์ที่ 4	46.73 ± 1.68		-	.07
หลังสัปดาห์ที่ 8	50.60 ± 1.75			-

**มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (P<.01)

จากตาราง 45 พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO2max) ระหว่างช่วงเวลาก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ไม่แตกต่างกัน แต่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO2max) ในช่วงก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มควบคุม (n = 8)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
ออกซิเจนสูงสุด	172.92	2	86.46	282.59	.001*	.98
คลาดเคลื่อน	4.28	14	.30			

**มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (P<.01)

จากตาราง 46 พบว่าปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดในช่วงเวลาก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ภายในกลุ่มการฝึกแบบผสม (n = 8) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 47 การเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึก หลังสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 8

ช่วงเวลาการทดสอบ	$\bar{x} \pm$ S.D.	ก่อนการฝึก	หลังสัปดาห์ที่ 4	หลังสัปดาห์ที่ 8
		42.21 ± .42	45.51 ± .29	48.78 ± .44
ก่อนการฝึก	42.21 ± .42	-	.001**	.001**
หลังสัปดาห์ที่ 4	45.51 ± .29		-	.001**
หลังสัปดาห์ที่ 8	48.78 ± .44			-

**มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .01 (P<.01)

จากตาราง 47 พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO2max) ระหว่างช่วงเวลา ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ช่วงเวลาก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 48 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของพลัง (Long Jump) ระหว่างกลุ่ม และระหว่างช่วงเวลาการฝึก

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	η_P^2
กลุ่ม	.81	2	.40	3.85	.04*	7.69
ความคลาดเคลื่อน	2.63	25	.11			
ช่วงเวลา	.23	1.23	.19	5.74	.02*	.19
ปฏิสัมพันธ์	.05	2.46	.02	.56	.61	.43
ความคลาดเคลื่อน	1.02	30.80	0.33			

*มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (P<.05)

จากตาราง 48 พบว่าช่วงเวลาการทดสอบและกลุ่มฝึกไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน แต่ค่าเฉลี่ยพลังระหว่างกลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และค่าเฉลี่ยพลังระหว่างช่วงเวลาการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับด้านการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุด พลังความเร็ว และการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยใช้โปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับการฝึกแบบผสม (Mixed -methods Training) ในนักกีฬาฟุตซอล ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลและสรุปผลดังนี้

ข้อมูลพื้นฐานก่อนการฝึก

อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก และค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ระหว่างกลุ่มฝึกแบบควบคู่ กลุ่มการฝึกแบบผสม และกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน

ความคล่องตัว

ผลการศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบความคล่องตัว พบว่า ค่าเฉลี่ยความคล่องตัวก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ระหว่างกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และเมื่อเปรียบเทียบเพื่อดูความแตกต่างในช่วงหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่าค่าเฉลี่ยของความคล่องตัวระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มการฝึกแบบผสม และกลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มการฝึกแบบผสมกับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความแข็งแรงสูงสุด

ผลการศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด พบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดในช่วงเวลาก่อนการฝึก มีความแตกกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังการฝึกหลังสัปดาห์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุดระหว่าง กลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มการฝึกแบบผสมไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มควบคุม และกลุ่มการฝึกแบบผสมกับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และหลังการฝึกหลังสัปดาห์ที่ 8 ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุดระหว่าง กลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มการฝึกแบบผสม กลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มควบคุม และกลุ่มการฝึกแบบผสมกับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความเร็วสูงสุด

ผลการศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบความเร็วสูงสุด พบว่า ในช่วงเวลาก่อนการฝึก มีความแตกกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกัน และการฝึกหลังสัปดาห์ที่ 8 ค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด (Speed Test) ในกลุ่มการฝึก

แบบควบคู่กับกลุ่มการฝึกแบบผสม กลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มการฝึกแบบผสมกับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ

ผลการศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ พบว่าช่วงเวลาการทดสอบและกลุ่มการฝึกไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ของทั้ง 3 กลุ่ม ในแต่ละช่วงเวลาการทดสอบไม่มีความแตกต่างกัน แต่ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ ระหว่างกลุ่มการฝึกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ผลการศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO2max) ระหว่างกลุ่ม ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ระหว่างกลุ่มมีความแตกกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เมื่อเปรียบเทียบภายหลังเพื่อดูความแตกต่างระหว่างกลุ่มช่วงหลังการฝึกหลังสัปดาห์ที่ 8 ค่าเฉลี่ยของปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มการฝึกแบบผสม และกลุ่มการฝึกแบบผสมกับกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มการฝึกแบบควบคู่กับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ทดสอบพลัง

ผลการศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบพลัง พบว่า ช่วงเวลาการทดสอบและกลุ่มฝึกไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน แต่ค่าเฉลี่ยพลังระหว่างกลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าเฉลี่ยพลังของทั้งสามกลุ่มระหว่างช่วงเวลาการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

อภิปรายผล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการอภิปรายดังนี้

การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) **กับการฝึกแบบผสม** (Mixed -methods Training) **ที่ส่งผลต่อการพัฒนาความคล่องตัว**

การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับ การฝึกแบบผสม (Mixed -methods Training) และกลุ่มควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 แต่ช่วงเวลาหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มการฝึกแบบผสมกับกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยอธิบายได้ว่าแนวโน้มกลุ่มการฝึกแบบผสมจะมีการพัฒนาความคล่องตัวได้ดีกว่ารูปแบบอื่นๆ เนื่องจากมีการฝึกความแข็งแรง พลัง และ ความเร็ว สามารถที่จะพัฒนากลไกความ

คล่องตัวที่เป็นพื้นฐานของกีฬาที่ฟุตซอลที่ได้รับการฝึกตามระยะเวลาที่กำหนด ความคล่องตัวเป็นแนวคิดที่สำคัญและซับซ้อนในการแข่งขันกีฬาประเภททีม เนื่องจากธรรมชาติของความคล่องตัวที่มีหลากหลายมิติ จึงสอดคล้องกับทักษะของกีฬา ทักษะการรับรู้ และทักษะความเข้าใจ เช่นเดียวกับความสามารถทางกายภาพ (เช่น ความสามารถในการออกแรงเร่ง ความเร็ว การชะลอตัว และการเปลี่ยนทิศทาง) (Mota et al., 2022)

ในกรณีศึกษาเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติ ความคล่องตัว ความเร็ว และความเร่งของนักกีฬาฟุตซอลหญิงและฟุตบอลหญิง จำนวนทั้งหมด 70 คน ได้แก่ นักฟุตซอล 35 คน (อายุ 20.85 ± 1.88 ปี ส่วนสูง 166.85 ± 4.57 ซม. น้ำหนัก 61.74 ± 9.07 กก.) และนักฟุตบอล 35 คน (อายุ 20.40 ± 3.34 ปี ส่วนสูง 165.02 ± 7.66 ซม. น้ำหนัก 60.98 ± 6.76 กก.) ประสบการณ์นักกีฬาฟุตซอลและฟุตบอลคือ 6.08 ± 1.44 ปี และ 5.77 ± 3.26 ปี ตามลำดับทำการทดสอบความคล่องตัวและความเร่ง ระยะ 10 เมตร 20 เมตร และ 30 เมตร โดยใช้เครื่องมือวัด New Test Power Timer ทำการทดสอบ พบว่า ค่าความเร็วและความคล่อง ตัวระยะ 10 เมตร 20 เมตร และ 30 เมตรของของนักกีฬาฟุตซอลหญิงสูงกว่านักกีฬาฟุตบอลหญิงอย่างมีนัยสำคัญ (Ünveren, 2015a) แสดงให้เห็นว่าในกีฬาฟุตซอลความคล่องตัวมีส่วนสำคัญที่ช่วยให้การแข่งขันมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การศึกษาผลของการฝึก Quick Strength Training (QST) ที่มีผลต่อความคล่องตัวและกำลังขา โดยมีแบ่งเป็น 2 กลุ่มการทดลอง กลุ่มของการฝึก Quick Strength Training (QST) และ กลุ่มควบคุม ทำการฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน มีการทดสอบก่อนและหลังการฝึก พบว่า ความคล่องตัวและความแข็งแรงของขาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของทั้ง 2 กลุ่ม เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึกทั้ง 2 กลุ่ม ก่อนการทดสอบความคล่องตัวและกำลังขาไม่แตกแตกต่างกัน หลังสัปดาห์ที่ 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การฝึก Quick Strength Training (QST) จึงเพิ่มความคล่องตัวและพลังขาของนักกีฬาฟุตซอลให้ดีขึ้น (Akhmad et al., 2023)

การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับการฝึกแบบผสม (Mixed -methods Training) ที่ส่งผลต่อการพัฒนาความแข็งแรง

การฝึกแบบควบคู่กับการฝึกแบบผสมมีการพัฒนาความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้นักกีฬา (C. E. Garber et al., 2011; T. J. Suchomel et al., 2016) เนื่องจากฟุตซอลเป็นกีฬาที่มีกิจกรรมแบบไม่ต่อเนื่อง (intermittent) และมีความต้องการด้านการเผาผลาญพลังงาน (metabolic) และทางกายภาพสูง การฝึกความแข็งแรงที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็น มีการศึกษาผลกระทบของโปรแกรม

การฝึกแบบควบคู่ ทั้งความแข็งแรงและการเผาผลาญพลังงานที่เกิดขึ้นในช่วงเตรียมพร้อมก่อนการแข่งขัน (Preseason) พบว่า โปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ สามารถปรับปรุงความแข็งแรงและเพิ่มประสิทธิภาพของผู้เล่นฟุตบอลได้ (Adlof et al., 2018) สอดคล้องกับ เฮลเกรุดและคณะ (J. Helgerud et al., 2011) ได้ศึกษาความแข็งแรงและความอดทน ในนักกีฬาฟุตบอลชั้นนำที่เพิ่งเข้าร่วมการแข่งขันในรายการยูฟ่าแชมเปียนส์ลีก จำนวน 21 ราย (อายุ 20-31 ปี ส่วนสูง 171-194 ซม.น้ำหนัก 58.8-88.1 กก.) โดยการฝึกพลังงานแอโรบิกแบบหนักสลับช่วงพักที่ 90-95% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และการฝึกความแข็งแรงแบบฮาล์ฟสควอต โดยใช้ความหนักสูงสุด (1RM) ระยะเวลาการฝึก 8 สัปดาห์ๆ ละ 2 ครั้ง พบว่า โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงกับความอดทนควบคู่กับการฝึกฟุตบอลเป็นประจำ ส่งผลให้ความสามารถทางกายภาพของผู้เล่นดีขึ้นอย่างมาก และอาจประสบความสำเร็จในการแข่งขันหรือในนักกีฬาฟุตบอล

คริสเตีย และคณะ (A. Cristea et al., 2008) ได้ตรวจสอบผลของการวิ่งพร้อมกัน 20 สัปดาห์ของความแข็งแรงและโปรแกรมการฝึกพลังต่อประสิทธิภาพการวิ่งการปรับตัวทางสัณฐานวิทยาและระบบประสาทในนักกีฬาต้นแบบ 7 คนที่อายุ 66.0 ± 3.0 ปี มีประสบการณ์การฝึกความแข็งแรง โดยโปรแกรมการฝึกแบบผสม ความแข็งแรงและพลัง ได้รับการออกแบบมาเพื่อเพิ่มพลังระเบิดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ผลลัพธ์เหล่านี้ แสดงให้เห็นถึงวิธีการที่หลากหลายของโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงความแข็งแรง พลังงาน และประสิทธิภาพการวิ่งในนักวิ่งระยะสั้น

การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับ การฝึกแบบผสม (Mixed - methods Training) ที่ส่งผลต่อการพัฒนาความเร็วสูงสุด

ความเร็วสูงสุด เป็นอีกหนึ่งทักษะที่มีความจำเป็นต่อนักกีฬาฟุตซอล เพื่อให้สอดคล้องกับการเล่นบนพื้นที่ที่มีขนาดเล็ก ดังนั้นจึงทำให้ผู้เล่นทุกคนในสนามต้องเล่นเกมรับและรุกอย่างรวดเร็ว นักกีฬาจำเป็นต้อง เน้นลำดับการเคลื่อนไหว เช่น การวิ่งระยะสั้น (sprinting) และการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด (maximum speed) ตลอดการแข่งขันในระยะเวลาอันสั้น (Apriantono et al., 2023) การศึกษาความเร็วสูงสุด ในกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับ การฝึกแบบผสม (Mixed -methods Training) พบว่า ในกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษารูปแบบการฝึกวิ่งระยะสั้นที่ให้ผลต่อการเพิ่มความคล่องตัวให้กับผู้เล่น งานวิจัยก่อนหน้านี้สรุปได้ว่าการฝึกความเร็วในช่วงระยะเวลา 6-10 สัปดาห์มีผลดีต่อประสิทธิภาพของนักกีฬาในกีฬาประเภทต่างๆ เช่น เทควันโด ปันจักสีลัต และฟุตบอล (Apriantono et al., 2023; Mathisen, 2014; Mathisen & Pettersen, 2015; Rusdianto Hidayat & Tomoliyus, 2018; Singh et al., 2017) ความคล่องตัวและความเร็วที่เพิ่มขึ้นของนักกีฬาฟุต

ซอล เนื่องมาจากโปรแกรมการฝึกวิ่งระยะสั้นเกี่ยวข้องกับ การเปลี่ยนทิศทาง และการเคลื่อนไหวอื่นๆ เช่น การเร่งความเร็ว และการชะลอความเร็ว ดังนั้นด้วยการเคลื่อนไหวเหล่านี้ ร่างกายจึงมีการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ จึงเกิดการประสานงานของกล้ามเนื้อและองค์ประกอบด้านความคล่องตัวดีขึ้น (Apriantono et al., 2023; Mathisen, 2014; Mathisen & Pettersen, 2015; Rusdianto Hidayat & Tomoliyus, 2018; Singh et al., 2017) อย่างไรก็ตาม หลังจากเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกวิ่งระยะสั้นเป็นเวลา 10 สัปดาห์ มีความคล้ายคลึงกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ ซึ่งสรุปการฝึกความเร็วส่งผลต่อความแข็งแรงของขาในนักกีฬาวอลเลย์บอลและฟุตบอล (Apriantono et al., 2023; Majid et al., 2021; Perez-Gomez & Calbet, 2013; Tønnessen et al., 2011) ประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อขาที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นเพราะกล้ามเนื้อขา และเส้นเอ็นกล้ามเนื้อ มีการปรับตัวของความแข็งแรงและพลังระเบิดหลังการฝึกความเร็ว (Ramírez-Campillo et al., 2014)

การวิจัยที่หลากหลาย ได้แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มความแข็งแรงอาจส่งผลให้สมรรถภาพทางกีฬาเพิ่มขึ้น แม้ว่าการพัฒนาความแข็งแรงจะยังไม่ได้รับการฝึกในกีฬาบางประเภท โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงในช่วงการแข่งขัน โดยฝึกท่าสควอชจะส่งผลให้มีความแข็งแรงและเพิ่มประสิทธิภาพการวิ่งระยะสั้นในนักกีฬาฟุตบอล ในทำนองเดียวกัน มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในการเพิ่มประสิทธิภาพการวิ่งในระยะ 5 เมตร การเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของท่าสควอช ได้เหมือนจะสะท้อนให้เห็นการเพิ่มประสิทธิภาพการวิ่งระยะสั้น โดยเน้นถึงความสำคัญของการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการวิ่งระยะสั้น ยิ่งไปกว่านั้น นี่แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงเหล่านี้สามารถทำได้ในระหว่างฤดูกาลแข่งขันของนักฟุตบอลอาชีพ (Comfort et al., 2012; Comfort et al., 2014; Kirkpatrick & Comfort, 2013; McBride et al., 2009; Styles et al., 2016; Wisløff et al., 2004)

การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับ การฝึกแบบผสม (Mixed -methods Training) ที่ส่งผลต่อการพัฒนาการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ

ในกีฬาประเภททีมนักกีฬาจะมีการทำกิจกรรมแบบซ้ำๆ สั้นๆ และมีความเข้มข้นสูง (high-intensity actions : HIAs) เช่น การวิ่ง การเร่งความเร็ว-การลดความเร็ว การเลี้ยว การเปลี่ยนแปลงของทิศทาง (COD) และการกระโดด(Bangsbo et al., 2006; Ben Abdelkrim et al., 2007; Stølen et al., 2005) เช่น ในระหว่างการแข่งขันบาสเก็ตบอล ฟุตบอล และฟุตซอล มีการวิ่งระยะสั้นในลักษณะที่มีความเข้มข้นสูง (high-intensity actions : HIAs) ทำซ้ำทุกๆ 10 ถึง 20 วินาที (Bangsbo et al., 2006; Ben Abdelkrim et al., 2010; Ben Abdelkrim et al., 2007) ความสามารถในการรักษาสมรรถนะความเข้มข้นสูง (high-intensity actions : HIAs) ตลอดการ

แข่งขันเป็นสิ่งสำคัญในฟุตบอล (Gabbett & Mulvey, 2008) บาสเก็ตบอล (Castagna et al., 2007) และฟุตซอล (Castillo et al., 2022) อย่างไรก็ตาม มีการรายงานการลดลงของความเข้มข้นสูง (high-intensity actions : HIAs) ซึ่งส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงหลังของการแข่งขัน (Ben Abdelkrim et al., 2007) ผลการศึกษา การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับ การฝึกแบบผสม (Mixed -methods Training) เกี่ยวกับการทดสอบวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ พบว่าช่วงเวลาการทดสอบและกลุ่มการฝึกไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ระหว่างช่วงเวลาการทดสอบของทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ค่าเฉลี่ยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ ระหว่างกลุ่มการฝึกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาก่อนหน้านี้ของ จูเลียน โรบินัว และคณะ (Robineau et al., 2017) ได้เปรียบเทียบผลของการฝึกแบบควบคู่เกินความหนักสูงสุดและความเข้มข้นสูง (HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING : HIIT) ในกีฬาประเภททีม (สมรรถะนักกีฬา) มีการประเมินประสิทธิภาพและทดสอบความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง ความสามารถในการวิ่งซ้ำๆ ในส่วนของการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ (Repeated Sprint Ability : RSA) ประกอบด้วยการวิ่งระยะสั้น 15 เมตร จำนวน 6 ครั้ง โดยมีการเปลี่ยนทิศทาง 180 องศา 2 ครั้ง และการฟื้นฟูพลังงาน 30 วินาทีระหว่างเซต (Buchheit, et al., 2008) ก่อนการทดสอบ RSA ผู้เข้าร่วมการทดสอบมีการประเมินเบื้องต้นของการวิ่งกลับตัว (single shuttle-sprint) ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์คะแนนของแต่ละบุคคล (Robineau et al., 2017; P. L. Wong et al., 2010) ผู้เข้ารับการทดสอบ มีเวลาพัก 5 นาที ก่อนเริ่มการทดสอบ RSA หากประสิทธิภาพในการวิ่งครั้งแรกไม่เป็นไปตามเกณฑ์ ค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล นำค่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ ที่ดีที่สุด (Repeated Sprint Ability Best : RSAb) ค่าเฉลี่ยการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ (Repeated Sprint Ability Mean : RSAm) และ นำค่าการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ ที่ช้าที่สุด (Repeated Sprint Ability Best Slowest : RSAs) จากสูตรคำนวณ 100 x (เวลาการวิ่งทั้งหมด / RSAb) – 100 เป็นสูตรการคำนวณที่ถูกต้องและเชื่อถือได้มากที่สุดในการหาปริมาณความเหนื่อยล้าในการทดสอบ RSA (Glaister et al., 2008) ช่วงเวลาที่ดีที่สุด RSAb เวลาเฉลี่ย RSAm และเวลาที่ช้าที่สุด (RSA) การกระโดด และประสิทธิภาพการวิ่งกลับตัว ภายในกลุ่มทั้ง 2 กลุ่มแสดงให้เห็นคะแนนที่ดีขึ้นอย่างมากในการเปลี่ยนทิศทาง RSAb และ RSAm และประสิทธิภาพการวิ่งกลับตัว การวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มแสดงให้เห็นการปรับปรุงที่ดีขึ้นในการเปลี่ยนทอศทาง RSAb, RSAm, RSAs และการกระโดดหลังจากการฝึกแบบต่อเนื่องเพิ่มเติม เมื่อเปรียบเทียบกับ HIIT เพียงอย่างเดียว เมื่อเปรียบเทียบกับ HIT เพียงอย่างเดียว การฝึกแบบควบคู่เกินความหนักสูงสุด

และการฝึก HIIT พร้อมกันภายในกลุ่มเดียวกันช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนทิศทาง RSA, การกระโดด และการวิ่งกลับตัว ในทีมกีฬาบาสเกตบอล ฟุตบอล

สอดคล้องกับ ฮอร์เก้ การ์เซีย-อูนานูเอ และคณะ (García-Unanue et al., 2020) ได้ตรวจสอบการตอบสนองทางกายภาพและระบบกล้ามเนื้อ ต่อความคล่องตัว และการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ ในระดับลีกการแข่งขันของนักกีฬาฟุตซอลระหว่าง ระดับลีกสูงสุดและลีกดิวิชั่น 1 พบว่า การทดสอบ RSA ของนักกีฬาระดับลีกสูงสุดมีเวลาการวิ่งที่ดี เมื่อเปรียบเทียบกับนักกีฬาจากลีกดิวิชั่น 1 เช่นเดียวกับในการวิ่ง 30 ม. และในการทดสอบความคล่องตัว ($p < 0.05$) ก่อนการทดสอบ นักกีฬาจากลีกสูงสุด แสดงเวลาที่สูงกว่า อย่างไรก็ตาม หลังการทดสอบไม่มีความแตกต่างที่มีนัยสำคัญ สรุปว่า นักกีฬาจากลีกสูงสุดแสดงประสิทธิภาพที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับนักกีฬาจากลีกดิวิชัน 1 ในการทดสอบ RSA การวิ่ง 30 ม. และ ความคล่องตัว

การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับ การฝึกแบบผสม (Mixed -methods Training) ที่ส่งผลต่อการพัฒนาปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด

กีฬาฟุตซอลจำเป็นต้องมีประสิทธิภาพในการใช้ปริมาณออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ที่ดี ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ที่สามารถใช้เพื่อกำหนด สภาพร่างกายของบุคคลและเป็นองค์ประกอบสำคัญของการฝึกซ้อม (Coppola & Raiola, 2019; Habibi et al., 2014) มีหลากหลายวิธีที่สามารถพัฒนาการใช้ปริมาณออกซิเจนสูงสุด (VO2max) อาจจะฝึกแบบหนักสลับช่วงพัก (interval training) แบบสถานี (circuit training) (Cuesta-Vargas et al., 2011) และแบบควบคู่ ในงานวิจัยนี้ผลการศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด พบว่าการฝึกแบบควบคู่มีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption, VO2max) ในนักกีฬาฟุตซอล ช่วงหลังการฝึกหลังสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้ปริมาณออกซิเจนสูงสุด VO2max เป็นตัวบ่งชี้พื้นฐานในการวัดระดับการทำงานของหัวใจ ปอด และความอดทนแบบแอโรบิก การฝึกความอดทนทั่วไปประกอบด้วยการฝึกแบบต่อเนื่อง (continuous training) การฝึกหนักสลับช่วงพักแบบความเข้มข้นสูง (high-intensity interval training) การฝึกความเข้มข้นต่อกรดแลคเตท (lactate threshold intensity training) และการฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) ซึ่งประกอบด้วยการฝึกความอดทนที่นานขึ้น (Gao & Yu, 2023)

ในปัจจุบัน เชื่อกันว่าการฝึกความอดทนในระยะยาวส่งผลต่อการเติบโตของความสามารถด้านความแข็งแรง ในขณะที่การฝึกความแข็งแรงบางอย่างไม่มีผลกระทบที่ชัดเจนต่อความสามารถด้านความอดทน และการฝึกแบบแอโรบิก และการฝึกความแข็งแรงควบคู่กับ

ความสามารถด้านความอดทนนั้นอาจจะไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพความแข็งแรง เมื่อเทียบกับการฝึกความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว (Gao & Yu, 2023; Wilson et al., 2012b) โดยปกติแล้วการเพิ่มขึ้นของปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) มักจะมาพร้อมกับโครงข่ายของเส้นเลือดฝอยที่สมบูรณ์ จำนวนของไมโตคอนเดรีย และปฏิกิริยาการเผาผลาญพลังงาน (oxidase activity) ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับระดับการแลกเปลี่ยนก๊าซในปอดและกระบวนการที่อากาศในทางเดินหายใจและในถุงลมปอด ถูกแทนที่ด้วยอากาศจากบรรยากาศภายนอก ความสามารถของเลือดและระบบไหลเวียนโลหิตในการขนส่งออกซิเจน และความสามารถที่ของเนื้อเยื่อและกล้ามเนื้อที่สามารถใช้ออกซิเจนได้ดี ไม่มีความแตกต่างในผลของการฝึกความอดทนควบคู่กับความแข็งแรงต่อปัจจัยที่มีอิทธิพลข้างต้น นอกจากนั้นยังมีการศึกษา พบว่า นักกีฬาชายและหญิงที่ฝึกแบบควบคู่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของความเร็วสูงสุด และการประหยัดพลังงานในการวิ่ง (Barnes et al., 2013)

การฝึกความแข็งแรงควบคู่กับการฝึกหนักสลับช่วงพักแบบความเข้มข้นสูง (high-intensity interval training : HIIT)หลังจาก 12 สัปดาห์ สามารเพิ่มประสิทธิภาพการวิ่ง 4 กม. และความเร็วแอโรบิกสูงสุด (maximal aerobic speed : VVO2max) มีประสิทธิภาพมากว่าการฝึกแบบย้อนกลับ (M. Chtara et al., 2005) ซึ่งอาจเป็นเพราะการฝึกความแข็งแรงอาจนำไปสู่อาการตึงตัวของกล้ามเนื้อและโครงร่าง ความเมื่อยล้าของเส้นประสาท ลดการตอบสนองและการปรับตัวและคุณภาพในการออกกำลังกายลดลง (Doma et al., 2017) ส่งผลให้ปริมาณอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ในช่วงการฝึกแบบแอโรบิกลดลง ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเล่นกีฬาลดลงเช่นกัน (Gao & Yu, 2023)

การฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับ การฝึกแบบผสม (Mixed -methods Training) ที่ส่งผลต่อการพัฒนาพลัง

ความสามารถในการสร้างพลังกล้ามเนื้อในระดับสูง อาจส่งผลให้สมรรถภาพทางกีฬาดีขึ้น การพัฒนากำลังของกล้ามเนื้อสูงสุดอาจถูกกำหนดโดยความสัมพันธ์ของแรง-ความเร็ว ความสัมพันธ์ของความตึงเครียดตามความยาว ความหนัก ชนิด/ความจำเพาะของการกระทำของกล้ามเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทส่วนกลางหรือส่วนปลายและทางสัณฐานวิทยาของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (Ballantyne, 2017b; Cormie et al., 2011) ผลการศึกษานี้เกี่ยวกับการทดสอบพลัง พบว่า ช่วงเวลาการทดสอบและกลุ่มฝึกไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน แต่ค่าเฉลี่ยพลังระหว่างกลุ่มการฝึกแบบควบคู่ (Concurrent Training) กับ การฝึกแบบผสม และกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าเฉลี่ยพลังระหว่างช่วงเวลาการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ชธารา, โมกตาร์ (Chtara et al., 2008) ทำการตรวจสอบอิทธิพลของลำดับของการฝึกความอดทนที่มีความเข้มข้นสูงและการฝึกแบบวงจรต่อการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน พบว่า การฝึกแบบสถานีเพียงอย่างเดียวทำให้เกิดการปรับปรุงความแข็งแรงและพลัง เมื่อเปรียบเทียบกับฝึกแบบควบคู่การฝึกพลัยโอเมตริก 4 สัปดาห์ๆ 4 ครั้ง ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อ biceps femoris สำหรับการเคลื่อนไหวท่าสควอช ลักษณะและประเภทของพลัยโอเมตริกจะเพิ่มแรงให้กับเส้นใยกล้ามเนื้อ อาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหรือทางชีวภาพที่จำเป็นในเส้นใยกล้ามเนื้อและส่วนอื่นๆ ของการหดตัว และยังสามารถทำให้กล้ามเนื้ออาจมีการเพิ่มขึ้นได้ ดังนั้น เมื่อนักกีฬามีการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุด เป็นไปได้ว่าการฝึกพลัยโอเมตริกจะไม่มีอิทธิพลเท่ากับการฝึกด้วยน้ำหนัก ผลการวิจัยของโอลสัน และคิเมร่า (Chimera et al., 2004; Olson, 2011) ตรวจสอบผลลัพธ์เหล่านี้ ในขณะที่ของเอร์เรโร และ อาราบัตซี่และคณะ (Arabatzi et al., 2010; Herrero et al., 2005) การวิเคราะห์ทางสถิติของผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าการฝึกพลัยโอเมตริก 4 สัปดาห์ใน ทำให้กล้ามเนื้อ biceps femoris ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทำการกระโดดในแนวดิ่ง (พลังระเบิด) สาเหตุอาจสังเกตได้จากการฝึกกล้ามเนื้อไม่เพียงพอหรือความหนักที่ไม่เหมาะสมกับการฝึก การค้นพบนี้คล้ายคลึงกับของ เอร์เรโร (Herrero et al., 2005) ซึ่งตรงข้ามกับ โพแทค และคณะ (Potach et al., 2009) การศึกษาครั้งนี้เน้นย้ำว่าการฝึกพลัยโอเมตริก 4 ครั้งต่อสัปดาห์ มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อ การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อ เมื่อผู้เข้าร่วมทดสอบทำการเคลื่อนไหวท่าสควอช ไมเออร์และคณะ พอลล็อค คาโต้ และ คูโบ้ (Kato et al., 2011; Kubo et al., 2007; Myer et al., 2006; Pollock et al., 2012) ยังพบการเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนอื่นๆ เฮนรี่ และคณะ และเอร์เรโร (Henry et al., 2010; Herrero et al., 2005) ได้ข้อสรุปอื่น ๆ เหตุผลบางประการสำหรับผลลัพธ์ที่หลากหลายเช่นนี้ อาจสังเกตได้จากความแตกต่างของผู้เข้าร่วม ประเภทของแบบฝึกที่ใช้ เวลาในการฝึก และความแตกต่างในศึกษากล้ามเนื้อ การศึกษานี้ยังเน้นย้ำว่าการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นเวลา 4 สัปดาห์ส่งผลต่อกล้ามเนื้อ ในขณะที่การกระโดดแนวตั้ง (พลังระเบิด) สาเหตุของผลการศึกษาดังกล่าวสามารถระบุได้เป็นความหนักของการฝึกพลัยโอเมตริกและมีผลต่อองค์ประกอบการหดตัวของกล้ามเนื้อและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ บอลและสเคอร์ร์ และโปทาช (Ball & Scurr, 2009; Potach et al., 2009) พบว่าการกระโดดแนวดิ่งมีอิทธิพลเช่นกัน การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการฝึกพลัยโอเมตริก 4 สัปดาห์สามารถช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในบางส่วนได้ กล้ามเนื้อส่วนล่างของผู้เล่นฟุตซอล แบบฝึกประเภทนี้

สามารถใช้สำหรับฤดูกาลเตรียมพร้อมก่อนการแข่งขัน และฤดูกาลแข่งขัน เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างของนักกีฬาฟุตซอล

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้ แสดงให้เห็นถึงผลของการฝึกแบบควบคู่และการฝึกแบบผสมที่มีผลต่อสมรรถนะ ด้านความแข็งแรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด ความคล่องตัว พลัง และปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด ในกีฬาฟุตซอล สามารถนำไปพัฒนาการฝึกซ้อมและวางแผนการฝึกในแต่ละช่วงการแข่งขัน โดย

1. โปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ อาจจะวางแผนการฝึกในช่วงเตรียมความพร้อมก่อนการแข่งขันอย่างน้อย 12 สัปดาห์ เพื่อพัฒนาความแข็งแรงสูงสุด ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด และพลังของกล้ามเนื้อ

2. โปรแกรมการฝึกแบบผสม อาจจะวางแผนการฝึกในช่วงเตรียมความพร้อมก่อนการแข่งขันอย่างน้อย 8 สัปดาห์ เพื่อพัฒนาความเร็วสูงสุด ความคล่องตัว และความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ

3. ควรมีการศึกษาในชนิดกีฬาอื่น ที่มีกิจกรรมแบบหนักสลับช่วงพัก หรือ การออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง

4. จากผลการศึกษาพบว่าโปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ มีผลต่อความแข็งแรง ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด และพลัง อาจจะนำโปรแกรมไปพัฒนากีฬาที่มีกิจกรรมแบบไม่ต่อเนื่อง เช่น ฟุตบอล วอลเลย์บอล ตะกร้อ แบดมินตัน โปโลน้ำ และยูโด

5. จากผลการศึกษาพบว่าโปรแกรมการฝึกแบบผสม มีผลต่อความเร็วสูงสุด ความเร็วสูงสุดแบบซ้ำๆ และความล่องตัว อาจจะนำโปรแกรมไปพัฒนากีฬา เช่น วิ่ง 100 เมตร วิ่ง 200 เมตร ยกน้ำหนัก และรักบี้ฟุตบอล

บรรณานุกรม

'Antona, G., Pellegrino, M. A., Adami, R., Rossi, R., Carlizzi, C. N., Canepari, M., Saltin, B., & Bottinelli, R. (2003). The effect of ageing and immobilization on structure and function of human skeletal muscle fibres. *The Journal of physiology*, *552*(2), 499-511.

Aagaard, & Andersen. (2010). Effects of strength training on endurance capacity in top-level endurance athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *20*, 39-47.

Aagaard, Andersen, Bennekou, Larsson, B., Olesen, J., Crameri, R., Magnusson, S. P., & Kjaer, M. (2011). Effects of resistance training on endurance capacity and muscle fiber composition in young top-level cyclists. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *21*(6), e298-e307.

Aagaard, & Andersen, J. (2010). Effects of strength training on endurance capacity in top-level endurance athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *20*, 39-47.

Adlof, L., Cosio-Lima, L., Crawley, A., & Lee, Y. (2018). The Effects of Concurrent Training on Female Soccer Players. *Sports and Exercise Medicine - Open Journal*, *4*, 16-23. https://doi.org/10.17140/SEMOJ-4-156

Ahmad, N., Maruful, K., & Shadiqin. (2020). The Effect of Interval Run Training on Increasing VO2 Max on Futsal Player. *1st South Borneo International Conference on Sport Science and Education (SBICSSE 2019)*, 136-137. Retrieved 2020/02/27, from https://doi.org/10.2991/assehr.k.200219.039

Akhmad, I., Dewi, R., Suprayitno, S., & Priyambada, G. (2023). The Effect of Quick Strength Training on the Agility and Leg Power of Futsal Junior Athletes. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, *11*, 477-483. https://doi.org/10.13189/saj.2023.110227

Álvarez, J. C. B., D'ottavio, S., Vera, J. G., & Castagna, C. (2009). Aerobic Fitness in Futsal Players of Different Competitive Level. *The Journal of Strength & Conditioning*

Research, *23*(7), 2163-2166. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b7f8ad

Amani-Shalamzari, S., Farhani, F., Rajabi, H., Abbasi, A., Sarikhani, A., Paton, C., Bayati, M., Berdejo-del-Fresno, D., Rosemann, T., Nikolaidis, P. T., & Knechtle, B. (2019). Blood Flow Restriction During Futsal Training Increases Muscle Activation and Strength [Original Research]. *Frontiers in Physiology*, *10*(614). https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00614

Anton, M. M., Spirduso, W. W., & Tanaka, H. (2004). Age-related declines in anaerobic muscular performance: weightlifting and powerlifting. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *36*(1), 143-147.

Apriantono, T., Juniarsyah, A. D., Adnyana, I. K., Hasan, M. F., & Resmana, D. (2023). The effect of speed training on the physical performance of adolescent futsal players. *Jurnal SPORTIF : Jurnal Penelitian Pembelajaran*, *9*(1), 172-184. https://doi.org/10.29407/js_unpgri.v9i1.19047

Arabatzi, F., Kellis, E., & De Villarreal, E. S.-S. (2010). Vertical jump biomechanics after plyometric, weight lifting, and combined (weight lifting+ plyometric) training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(9), 2440-2448.

Aspenes, S., Kjendlie, P.-L., Hoff, J., & Helgerud, J. (2009). Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *Journal of sports science & medicine*, *8*(3), 357-365. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24149998

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3763280/

Atherton, P. J., Babraj, J. A., Smith, K., Singh, J., Rennie, M. J., & Wackerhage, H. (2005). Selective activation of AMPK-PGC-1α or PKB-TSC2-mTOR signaling can explain specific adaptive responses to endurance or resistance training-like electrical muscle stimulation. *The FASEB journal*, *19*(7), 1-23.

Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2008). *Essentials of strength training and conditioning*. Human kinetics.

Balabinis, C. P., Psarakis, C. H., Moukas, M., Vassiliou, M. P., & Behrakis, P. K. (2003). Early phase changes by concurrent endurance and strength training. *Journal of strength and conditioning research*, *17*(2), 393-401.

Ball, N. B., & Scurr, J. C. (2009). Bilateral neuromuscular and force differences during a plyometric task. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *23*(5), 1433-1441.

Ballantyne, J. (2017a). The Effect of Exercise Order on Same Day Concurrent Training: Implications for the development of Maximal Strength, Power, Force and changes in Body Composition in Recreationally Trained Men Following 5 weeks of a Concurrent versus Resistance-only Training Program.

Ballantyne, J. (2017b). *The Effect of Exercise Order on Same Day Concurrent Training: Implications for the development of Maximal Strength, Power, Force and changes in Body Composition in Recreationally Trained Men Following 5 weeks of a Concurrent versus Resistance-only Training Program*

Bangsbo, J., Mohr, M., & Krustrup, P. (2006). Bangsbo J, Mohr M, Krustrup P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. J Sports Sci.24(7):665-74. *Journal of Sports Sciences*, *24*, 665-674. https://doi.org/10.1080/02640410500482529

Banitalebi, E., & Baghanari, H. B. (2015). Effect of sequence order of combined training (resistance and endurance) on strength, aerobic capacity, and body composition in older women. *Middle East Journal of Rehabilitation and Health*, *2*(2).

Barnes, K. R., Hopkins, W. G., Mcguigan, M. R., Northuis, M. E., & Kilding, A. E. (2013). Effects of resistance training on running economy and cross-country performance.

Barry, B. K., Warman, G. E., & Carson, R. G. (2005). Age-related differences in rapid muscle activation after rate of force development training of the elbow flexors. *Experimental brain research*, *162*(1), 122-132.

Bartlett, J. D., Close, G. L., MacLaren, D. P., Gregson, W., Drust, B., & Morton, J. P. (2011). High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. *Journal of Sports Sciences*, *29*(6), 547-553.

Bartlett, J. D., Hwa Joo, C., Jeong, T.-S., Louhelainen, J., Cochran, A. J., Gibala, M. J., Gregson, W., Close, G. L., Drust, B., & Morton, J. P. (2012). Matched work high-

intensity interval and continuous running induce similar increases in PGC-1α mRNA, AMPK, p38, and p53 phosphorylation in human skeletal muscle. *Journal of applied Physiology*, *112*(7), 1135-1143.

Bassey, E. J., Fiatarone, M. A., O'neill, E. F., Kelly, M., Evans, W. J., & Lipsitz, L. A. (1992). Leg extensor power and functional performance in very old men and women. *Clinical science*, *82*(3), 321-327.

Behm, D. G. (1995). Neuromuscular implications and applications of resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *9*, 264-274.

Bell, G., Syrotuik, D., Martin, T., Burnham, R., & Quinney, H. (2000). Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *European journal of applied physiology*, *81*(5), 418-427.

Ben Abdelkrim, N., Castagna, C., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2010). The effect of players' standard and tactical strategy on game demands in men's basketball. *J Strength Cond Res*, *24*(10), 2652-2662. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e2e0a3

Ben Abdelkrim, N., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *Br J Sports Med*, *41*(2), 69-75; discussion 75. https://doi.org/10.1136/bjsm.2006.032318

Blazevich, A. J. (2006). Effects of physical training and detraining, immobilisation, growth and aging on human fascicle geometry. *Sports medicine*, *36*(12), 1003-1017.

Blomqvist, C. G., & Saltin, B. (1983). Cardiovascular adaptations to physical training. *Annual Review of Physiology*, *45*(1), 169-189.

Bloomquist, K., Langberg, H., Karlsen, S., Madsgaard, S., Boesen, M., & Raastad, T. (2013). Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. *European journal of applied physiology*, *113*(8), 2133-2142.

Botonis, P. G., Toubekis, A. G., & Platanou, T. I. (2016). Concurrent strength and interval endurance training in elite water polo players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *30*(1), 126-133.

Brzycki, M. (1993). Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue.

Journal of physical education, recreation & dance, *64*(1), 88-90.

Cadore, E. L., Izquierdo, M., Pinto, S. S., Alberton, C. L., Pinto, R. S., Baroni, B. M., Vaz, M. A., Lanferdini, F. J., Radaelli, R., & González-Izal, M. (2013). Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. *Age*, *35*(3), 891-903.

Carlson, B. M. (2004). Denervation and the aging of skeletal muscle. *Basic Appl Myol*, *14*(3), 135-139.

Carter, S., Rennie, C., & Tarnopolsky, M. (2001). Substrate utilization during endurance exercise in men and women after endurance training. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, *280*(6), E898-E907.

Castagna, C., & Barbero Álvarez, J. C. (2010). Physiological Demands of an Intermittent Futsal-Oriented High-Intensity Test. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(9), 2322-2329. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e347b9

Castagna, C., D'Ottavio, S., Granda Vera, J., & Barbero Alvarez, J. C. (2009). Match demands of professional Futsal: a case study. *J Sci Med Sport*, *12*(4), 490-494. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.02.001

Castagna, C., Manzi, V., D'Ottavio, S., Annino, G., Padua, E., & Bishop, D. (2007). Relation between maximal aerobic power and the ability to repeat sprints in young basketball players. *J Strength Cond Res*, *21*(4), 1172-1176. https://doi.org/10.1519/r-20376.1

Castillo, M., Martínez-Sanz, J. M., Penichet-Tomás, A., Sellés, S., González-Rodriguez, E., Hurtado-Sánchez, J. A., & Sospedra, I. (2022). Relationship between Body Composition and Performance Profile Characteristics in Female Futsal Players. *Applied Sciences*, *12*(22), 11492. https://www.mdpi.com/2076-3417/12/22/11492

Chimera, N. J., Swanik, K. A., Swanik, C. B., & Straub, S. J. (2004). Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *Journal of athletic training*, *39*(1), 24.

Chtara, Chamari, Chaouachi, Chaouachi, Koubaa, Feki, Millet, & Amri, M. (2005). Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic

performance and capacity. *British journal of sports medicine*, *39*(8), 555-560.

Chtara, M., Chamari, K., Chaouachi, M., Chaouachi, A., Koubaa, D., Feki, Y., Millet, G., & Amri, M. (2005). Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. *British journal of sports medicine*, *39*(8), 555-560.

Chtara, M., Chaouachi, A., Levin, G. T., Chaouachi, M., Chamari, K., Amri, M., & Laursen, P. B. (2008). Effect of Concurrent Endurance and Circuit Resistance Training Sequence on Muscular Strength and Power Development. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *22*(4). https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2008/07000/effect_of_concurrent_endurance_and_circuit.2.aspx

Coffey, V. G., & Hawley, J. A. (2007). The molecular bases of training adaptation. *Sports medicine*, *37*(9), 737-763.

Collins, M. A., & Snow, T. K. (1993). Are adaptations to combined endurance and strength training affected by the sequence of training? *Journal of Sports Sciences*, *11*(6), 485-491.

Comfort, P., Bullock, N., & Pearson, S. J. (2012). A comparison of maximal squat strength and 5-, 10-, and 20-meter sprint times, in athletes and recreationally trained men. *J Strength Cond Res*, *26*(4), 937-940. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822e5889

Comfort, P., Stewart, A., Bloom, L., & Clarkson, B. (2014). Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. *J Strength Cond Res*, *28*(1), 173-177. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318291b8c7

Coppola, C., & Raiola, G. (2019). Interest in VO 2 max capacity: comparing Norwegian and Italian training. *Journal of Physical Education and Sport*, *19*, 1825-1827.

Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1—Biological basis of maximal power production. *Sports Medicine*, *41*, 17-38.

Cosmin, D., & Mircea, N. (2015). Speed training model in futsal game. *Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport/Science, Movement and Health, 15*

(2), 213, *222*.

Craig, B. W., Lucas, J., Pohlman, R., & Stelling, H. (1991). The effects of running, weightlifting and a combination of both on growth hormone release. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *5*(4), 198-203.

Cristea, A., Korhonen, M., Häkkinen, K., Mero, A., Alén, M., Sipilä, S., Viitasalo, J., Koljonen, M., Suominen, H., & Larsson, L. (2008). Effects of combined strength and sprint training on regulation of muscle contraction at the whole-muscle and single-fibre levels in elite master sprinters. *Acta Physiologica*, *193*(3), 275-289.

Cristea, A., Korhonen, M. T., Häkkinen, K., Mero, A., Alén, M., Sipilä, S., Viitasalo, J. T., Koljonen, M. J., Suominen, H., & Larsson, L. (2008). Effects of combined strength and sprint training on regulation of muscle contraction at the whole-muscle and single-fibre levels in elite master sprinters. *Acta Physiol (Oxf)*, *193*(3), 275-289. https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2008.01843.x

Cuesta-Vargas, A. I., Paz-Lourido, B., & Rodriguez, A. (2011). Physical fitness profile in adults with intellectual disabilities: differences between levels of sport practice. *Research in developmental disabilities*, *32*(2), 788-794.

Davis, W. J., Wood, D. T., Andrews, R. G., Elkind, L. M., & Davis, W. B. (2008a). Concurrent training enhances athletes' cardiovascular and cardiorespiratory measures. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *22*(5), 1503-1514.

Davis, W. J., Wood, D. T., Andrews, R. G., Elkind, L. M., & Davis, W. B. (2008b). Concurrent training enhances athletes' strength, muscle endurance, and other measures. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *22*(5), 1487-1502.

Davitt, P. M., Pellegrino, J. K., Schanzer, J. R., Tjionas, H., & Arent, S. M. (2014). The effects of a combined resistance training and endurance exercise program in inactive college female subjects: does order matter? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *28*(7), 1937-1945.

Del Vecchio, L., & Reaburn, P. (2013). Mixed methods strength training for the masters athlete a review. *J Aust Strength Cond*, *21*, 1-10.

Delecluse, C. (1997). Influence of strength training on sprint running performance. *Sports*

medicine, *24*(3), 147-156.

Doma, K., Deakin, G. B., & Bentley, D. J. (2017). Implications of impaired endurance performance following single bouts of resistance training: an alternate concurrent training perspective. *Sports Medicine*, *47*, 2187-2200.

Donnelly, J. E., Blair, S. N., Jakicic, J. M., Manore, M. M., Rankin, J. W., & Smith, B. K. (2009). Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *41*(2), 459-471.

Dudley, G. A., & Djamil, R. (1985). Incompatibility of endurance-and strength-training modes of exercise. *Journal of applied Physiology*, *59*(5), 1446-1451.

Eklund, Pulverenti, T., Bankers, S., Avela, J., Newton, R., Schumann, M., & Häkkinen, K. (2015). Neuromuscular adaptations to different modes of combined strength and endurance training. *International journal of sports medicine*, *36*(02), 120-129.

Eklund, D., Häkkinen, A., Laukkanen, J. A., Balandzic, M., Nyman, K., & Häkkinen, K. (2016). Fitness, body composition and blood lipids following 3 concurrent strength and endurance training modes. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, *41*(7), 767-774.

Enright, K., Morton, J., Iga, J., & Drust, B. (2015). The effect of concurrent training organisation in youth elite soccer players. *European journal of applied physiology*, *115*(11), 2367-2381.

Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior research methods*, *41*(4), 1149-1160.

Faulkner, J. A., Larkin, L. M., Claflin, D. R., & Brooks, S. V. (2007). Age‐related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, *34*(11), 1091-1096.

Fitri, R., Dikdik Zafar, S., & Agus, R. (2019). The Implementation Impact of High Intensity Interval Training (HIIT) Methods for the Increase of Anaerobic Abilities (Experimental study of physical training for 28 day meeting on student activity unit

women futsal UPI Bandung). *3rd International Conference on Sport Science, Health, and Physical Education (ICSSHPE 2018)*. Retrieved 2019/09, from Retrieved from https://doi.org/10.2991/icsshpe-18.2019.5

Folland, J. P., & Williams, A. G. (2007). Morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports medicine*, *37*(2), 145-168.

Freitas, V. H. d., Rinaldo, M., Turquino, G. G., Miloski, B., & Ramos, S. d. P. (2019). Training aimed at the development of power and physical performance of futsal players. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, *21*.

Fyfe, J. J., Bishop, D. J., & Stepto, N. K. (2014). Interference between Concurrent Resistance and Endurance Exercise: Molecular Bases and the Role of Individual Training Variables. *Sports Medicine*, *44*(6), 743-762. Retrieved 2014/06/01, from Retrieved from https://doi.org/10.1007/s40279-014-0162-1

Gabbett, T. J., & Mulvey, M. J. (2008). Time-motion analysis of small-sided training games and competition in elite women soccer players. *J Strength Cond Res*, *22*(2), 543-552. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181635597

Gabbett, T. J., & Seibold, A. J. (2013). Relationship between tests of physical qualities, team selection, and physical match performance in semiprofessional rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *27*(12), 3259-3265.

Gao, J., & Yu, L. (2023). Effects of concurrent training sequence on VO2max and lower limb strength performance: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, *14*, 1072679.

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I.-M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *43*(7), 1334-1359.

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining

cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*, *43*(7), 1334-1359. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb

García-Unanue, J., Felipe, J. L., Bishop, D., Colino, E., Ubago-Guisado, E., López-Fernández, J., Hernando, E., Gallardo, L., & Sánchez-Sánchez, J. (2020). Muscular and Physical Response to an Agility and Repeated Sprint Tests According to the Level of Competition in Futsal Players. *Front Psychol*, *11*, 583327. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.583327

Gent, D. N., & Norton, K. (2013). Aging has greater impact on anaerobic versus aerobic power in trained masters athletes. *Journal of Sports Sciences*, *31*(1), 97-103.

Gillen, J. B., Martin, B. J., MacInnis, M. J., Skelly, L. E., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. (2016). Twelve weeks of sprint interval training improves indices of cardiometabolic health similar to traditional endurance training despite a five-fold lower exercise volume and time commitment. *PloS one*, *11*(4).

Glaister, M., Howatson, G., Pattison, J. R., & McInnes, G. (2008). The reliability and validity of fatigue measures during multiple-sprint work: an issue revisited. *J Strength Cond Res*, *22*(5), 1597-1601. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318181ab80

Gravelle, B. l., & Blessing, D. l. (2000). Physiological adaptation in women concurrently training for strength and endurance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *14*(1), 5-13.

Greco, G., Camporeale, F., & Fischetti, F. (2019). Effects Of An 8-week Mixed-methods Strength Training On Maximal Strength Of Weightlifting Athletes. *MEDICINE AND SCIENCE IN SPORTS AND EXERCISE*, *51*(6), 44-44.

Habibi, E., Dehghan, H., Moghiseh, M., & Hasanzadeh, A. (2014). Study of the relationship between the aerobic capacity (VO2 max) and the rating of perceived exertion based on the measurement of heart beat in the metal industries Esfahan. *Journal of education and health promotion*, *3*.

Häkkinen et al. (2013). Acute hormonal and force responses to combined strength and endurance loadings in men and women: the “order effect”. *PloS one*, *8*(2).

Häkkinen, K., Alen, M., Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., Lassila, H., MaÈlkia, E., Kraemer, W., & Newton, R. (1998). Muscle cross-sectional area, force production, and neural activation of leg extensor muscles during isometric and dynamic actions in middle-aged and elderly men and women. *J Aging Physical Activity*, *6*, 232-247.

Häkkinen, K., Alen, M., Kraemer, W., Gorostiaga, E., Izquierdo, M., Rusko, H., Mikkola, J., Häkkinen, A., Valkeinen, H., & Kaarakainen, E. (2003). Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *European journal of applied physiology*, *89*(1), 42-52.

Hawley, & Burke, L. (1998). Peak performance: training and nutritional strategies for sport.

Hawley, J. A. (2009). Molecular responses to strength and endurance training: are they incompatible? *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, *34*(3), 355-361.

Haykowsky, M., Chan, S., Bhambhani, Y., Syrotuik, D., Quinney, H., & Bell, G. (1998). Effects of combined endurance and strength training on left ventricular morphology in male and female rowers. *The Canadian journal of cardiology*, *14*(3), 387-391.

Helgerud, J., Rodas, G., Kemi, O., & Hoff, J. (2011). Strength and endurance in elite football players. *International journal of sports medicine*, *32*(09), 677-682.

Helgerud, J., Rodas, G., Kemi, O. J., & Hoff, J. (2011). Strength and endurance in elite football players. *Int J Sports Med*, *32*(9), 677-682. https://doi.org/10.1055/s-0031-1275742

Henry, B., McLoda, T., Docherty, C. L., & Schrader, J. (2010). The effect of plyometric training on peroneal latency. *Journal of sport rehabilitation*, *19*(3), 288-300.

Herrero, J., Izquierdo, M., Maffiuletti, N., & Garcia-Lopez, J. (2005). Electromyostimulation and plyometric training effects on jumping and sprint time. *International journal of sports medicine*, 533-539.

Hickson. (1980). Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, *45*(2-3), 255-263.

Hickson, Dvorak, B., Gorostiaga, E., Kurowski, T., & Foster, C. (1988). Potential for strength

and endurance training to amplify endurance performance. *Journal of applied Physiology*, *65*(5), 2285-2290.

Hickson, Rosenkoetter, M., & Brown, M. (1980). Strength training effects on aerobic power and short-term endurance. *Medicine and science in sports and exercise*, *12*(5), 336-339.

Hoff, J., Helgerud, J., & Wisløff, U. (1999). Maximal strength training improves work economy in trained female cross-country skiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *31*(6), 870-877.

Hurley, B., Nemeth, P., Martin 3rd, W., Hagberg, J., Dalsky, G., & Holloszy, J. (1986). Muscle triglyceride utilization during exercise: effect of training. *Journal of applied Physiology*, *60*(2), 562-567.

Ingebrigtsen, J., Bendiksen, M., Randers, M. B., Castagna, C., Krustrup, P., & Holtermann, A. (2012). Yo-Yo IR2 testing of elite and sub-elite soccer players: performance, heart rate response and correlations to other interval tests. *Journal of Sports Sciences*, *30*(13), 1337-1345.

Jones, & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports medicine*, *29*(6), 373-386.

Jones, T. W., Howatson, G., Russell, M., & French, D. N. (2016). Performance and endocrine responses to differing ratios of concurrent strength and endurance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *30*(3), 693-702.

Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., Lassila, H., Malkia, E., Kraemer, W., Newton, R., & Alen, M. (1998). Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *Journal of applied Physiology*, *84*(4), 1341-1349.

Kato, E., Vieillevoye, S., Balestra, C., Guissard, N., & Duchateau, J. (2011). Acute effect of muscle stretching on the steadiness of sustained submaximal contractions of the plantar flexor muscles. *Journal of Applied Physiology*, *110*(2), 407-415.

Kiens, B., Gustavsson, B., Christensen, N. J., & Saltin, B. (1993). Skeletal muscle substrate utilization during submaximal exercise in man: effect of endurance training. *The*

Journal of physiology, *469*(1), 459-478.

Kirkpatrick, J., & Comfort, P. (2013). Strength, power, and speed qualities in English junior elite rugby league players. *J Strength Cond Res*, *27*(9), 2414-2419. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182804a6d

Kraemer, W. J., Patton, J. F., Gordon, S. E., Harman, E. A., Deschenes, M. R., Reynolds, K., Newton, R. U., Triplett, N. T., & Dziados, J. E. (1995). Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *Journal of applied Physiology*, *78*(3), 976-989.

Kubo, K., Morimoto, M., Komuro, T., Yata, H., Tsunoda, N., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2007). Effects of plyometric and weight training on muscle-tendon complex and jump performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *39*(10), 1801-1810.

Küüsmaa, M., Schumann, M., Sedliak, M., Kraemer, W. J., Newton, R. U., Malinen, J.-P., Nyman, K., Häkkinen, A., & Häkkinen, K. (2016). Effects of morning versus evening combined strength and endurance training on physical performance, muscle hypertrophy, and serum hormone concentrations. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, *41*(12), 1285-1294.

Ładyga el at. (2008). Age-related decrease of the indices of aerobic capacity in the former elite rowers and kayakers. *Biol Sport*, *25*(3), 245-260.

Lee, A., Craig, B. W., Lucas, J., Pohlman, R., & Stelling, H. (1990). The effect of endurance training, weight training and a combination of endurance and weight training upon the blood lipid profile of young male subjects. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *4*(3), 68-75.

Majid, N., Fauzi, & Foster, N. (2021). (b): Nur Cholis Majid, Fauzi (2021). The Effect of Sprint Training on Vertical Jump Height of Female Youth Volleyball Players. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, *9*, 334-339. https://doi.org/10.13189/saj.2021.090222

Malone, S., Roe, M., Doran, D. A., Gabbett, T. J., & Collins, K. D. (2016). Aerobic Fitness and Playing Experience Protect Against Spikes in Workload: The Role of the Acute: Chronic Workload Ratio on Injury Risk in Elite Gaelic Football. *International journal*

of sports physiology and performance.

Marques, D. L., Travassos, B., Sousa, A. C., Gil, M. H., Ribeiro, J. N., & Marques, M. C. (2019). Effects of Low-Moderate Load High-Velocity Resistance Training on Physical Performance of Under-20 Futsal Players. *Sports*, *7*(3), 69.

Marques, M. A. C., & González-Badillo, J. J. (2006). In-season resistance training and detraining in professional team handball players. *Journal of strength and conditioning research*, *20*(3), 563.

Mathisen, G. (2014). Effect of High-Speed and Plyometric Training for 13-Year-Old Male Soccer Players on Acceleration and Agility Performance. *LASE Journal of Sport Science*, *5*, 3-14. https://doi.org/10.1515/ljss-2016-0027

Mathisen, G., & Pettersen, S. (2015). The Effect of Speed Training on Sprint and Agility Performance in 15-Year-Old Female Soccer Players. *LASE Journal of Sport Science*, *6*, 61-70. https://doi.org/10.1515/ljss-2016-0006

McBride, J. M., Blow, D., Kirby, T. J., Haines, T. L., Dayne, A. M., & Triplett, N. T. (2009). Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. *J Strength Cond Res*, *23*(6), 1633-1636. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b2b8aa

McGawley, K., & Andersson, P.-I. (2013). The order of concurrent training does not affect soccer-related performance adaptations. *International journal of sports medicine*, *34*(11), 983-990.

Medicine, A. C. o. S. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, *41*(3), 687.

Michalsik, L. (2017). Concurrent aerobic and strength training in elite team handball.

Moktar, Chaouachi, A., Levin, G. T., Chaouachi, M., Chamari, K., Amri, M., & Laursen, P. B. (2008). Effect of concurrent endurance and circuit resistance training sequence on muscular strength and power development. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *22*(4), 1037-1045.

Möller, P., Bergström, J., Fürst, P., & Hellström, K. (1980). Effect of aging on energy-rich

phosphagens in human skeletal muscles. *Clinical science*, *58*(6), 553-555.

Mota, T., Afonso, J., Sá, M., & Clemente, F. M. (2022). An Agility Training Continuum for Team Sports: From Cones and Ladders to Small-Sided Games. *Strength & Conditioning Journal*, *44*(1), 46-56. https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000653

Murray, R., & Kenney, W. L. (2016). *Practical guide to exercise physiology*. Human Kinetics.

Muthuraj, M. (2017). IMPACT OF CONCURRENT STRENGTH AND ENDURANCE TRAINING ON MEAN ARTERIAL PRESSURE.

Myer, G. D., Ford, K. R., Brent, J. L., & Hewett, T. E. (2006). The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *20*(2), 345-353.

Naser, N., Ali, A., & Macadam, P. (2017). Physical and physiological demands of futsal. *Journal of Exercise Science & Fitness*, *15*(2), 76-80. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jesf.2017.09.001

Newton, R. U., Häkkinen, K., Häkkinen, A., McCormick, M., Volek, J., & Kraemer, W. J. (2002). Mixed-methods resistance training increases power and strength of young and older men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *34*(8), 1367-1375.

Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. *Strength & Conditioning Journal*, *16*(5), 20-31.

Olson, M. W. (2011). Passive repetitive loading of the lumbar tissues influences force output and EMG during maximal efforts. *European journal of applied physiology*, *111*, 1269-1278.

Paavolainen, L., Hakkinen, K., Hamalainen, I., Nummela, A., & Rusko, H. (1999). Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *Journal of applied Physiology*, *86*(5), 1527-1533.

Paton, C. D., & Hopkins, W. G. (2005). Combining explosive and high-resistance training improves performance in competitive cyclists. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *19*(4), 826-830.

Perez-Gomez, J., & Calbet, J. A. (2013). Training methods to improve vertical jump performance. *J Sports Med Phys Fitness*, *53*(4), 339-357.

Petre, H., Lofving, P., & Psilander, N. (2018). The Effect of Two Different Concurrent Training Programs on Strength and Power Gains in Highly-Trained Individuals. *J Sports Sci Med*, *17*(2), 167-173. Retrieved Jun, from

Piacentini, M. F., De Ioannon, G., Comotto, S., Spedicato, A., Vernillo, G., & La Torre, A. (2013). Concurrent strength and endurance training effects on running economy in master endurance runners. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *27*(8), 2295-2303.

Polito, L., Figueira Jr, A., Miranda, M., Chtourou, H., Miranda, J., & Brandão, M. (2017). Psychophysiological indicators of fatigue in soccer players: A systematic review. *Science & Sports*, *32*(1), 1-13.

Pollock, C., Jones, I., Jenkyn, T., Ivanova, T., & Garland, S. (2012). Changes in kinematics and trunk electromyography during a 2000 m race simulation in elite female rowers. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *22*(4), 478-487.

Potach, D., Kastavelis, D., Karst, G. M., Latin, R., & Stergiou, N. (2009). The effects of a plyometric training program on the latency time of the quadriceps femoris and gastrocnemius short-latency responses.

Ramírez-Campillo, R., Alvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Baez, E. B., Martínez, C., Andrade, D. C., & Izquierdo, M. (2014). Effects of plyometric training on endurance and explosive strength performance in competitive middle- and long-distance runners. *J Strength Cond Res*, *28*(1), 97-104. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a1f44c

Raya, M. A., Gailey, R. S., Gaunaurd, I. A., Jayne, D. M., Campbell, S. M., Gagne, E., Manrique, P. G., Muller, D. G., & Tucker, C. (2013). Comparison of three agility tests with male servicemembers: Edgren Side Step Test, T-Test, and Illinois Agility Test. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, *50*(7).

Reaburn, & Dascombe. (2009). Anaerobic performance in masters athletes. *European Review of Aging and Physical Activity*, *6*(1), 39-53.

Reaburn, Logan, & Mackinnon. (1994). The effect of hypertrophy resistance training on anaerobic work capacity in veteran sprint runners. *Canberra (AU): Australian Sports Commission*.

Reaburn, P., & Dascombe, B. (2008). Endurance performance in masters athletes. *European Review of Aging and Physical Activity*, *5*(1), 31.

Robineau, J., Lacome, M., Piscione, J., Bigard, X., & Babault, N. (2017). Concurrent Training in Rugby Sevens: Effects of High-Intensity Interval Exercises. *Int J Sports Physiol Perform*, *12*(3), 336-344. https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0370

Rusdianto Hidayat, R., & Tomoliyus, M. (2018). *The Effects of Plyometric Training and Age on The Agility of Silat Fighters*. https://doi.org/10.2991/yishpess-cois-18.2018.112

Ruseski, J. E., Humphreys, B. R., Hallmann, K., & Breuer, C. (2011). Family structure, time constraints, and sport participation. *European review of aging and physical activity*, *8*(2), 57.

Sale, Jacobs, I., MacDougall, J., & Garner, S. (1990). Comparison of two regimens of concurrent strength and endurance training. *Medicine and science in sports and exercise*, *22*(3), 348-356.

Sale, D. G. (1988). Neural adaptation to resistance training. *Medicine and science in sports and exercise*, *20*(5 Suppl), S135-145.

Saltin, B., Essén, B., & Pedersen, P. K. (1976). Intermittent exercise: its physiology and some practical applications. *Advances in exercise physiology*, *9*, 23-51.

Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(10), 2857-2872.

Schumann, M., Eklund, D., Taipale, R. S., Nyman, K., Kraemer, W. J., Häkkinen, A., Izquierdo, M., & Häkkinen, K. (2013). Acute neuromuscular and endocrine responses and recovery to single-session combined endurance and strength loadings:“order effect” in untrained young men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *27*(2), 421-433.

Schumann, M., Küüsmaa, M., Newton, R. U., Sirparanta, A.-I., Syväoja, H., Häkkinen, A., &

Häkkinen, K. (2014). Fitness and lean mass increases during combined training independent of loading order. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *46*(9), 1758-1768.

Schumann, M., & Rønnestad, B. R. (2019). A Brief Historical Overview on the Science of Concurrent Aerobic and Strength Training. *Concurrent Aerobic and Strength Training*, 1-6.

Schumann, M., Walker, S., Izquierdo, M., Newton, R. U., Kraemer, W. J., & Häkkinen, K. (2014). The order effect of combined endurance and strength loadings on force and hormone responses: effects of prolonged training. *European journal of applied physiology*, *114*(4), 867-880.

Schumann, M., Yli-Peltola, K., Abbiss, C. R., & Häkkinen, K. (2015). Cardiorespiratory adaptations during concurrent aerobic and strength training in men and women. *PloS one*, *10*(9).

Singh, A., Sathe, A., & Sandhu, J. (2017). Effect of a 6-week agility training program on performance indices of Indian taekwondo players. *Saudi Journal of Sports Medicine*, *17*, 139-143. https://doi.org/10.4103/sjsm.sjsm_19_17

Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Med*, *35*(6), 501-536. https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004

Styles, W. J., Matthews, M. J., & Comfort, P. (2016). Effects of Strength Training on Squat and Sprint Performance in Soccer Players. *J Strength Cond Res*, *30*(6), 1534-1539. https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001243

Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports Med*, *46*(10), 1419-1449. https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0

Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports medicine*, *46*(10), 1419-1449.

Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M., & Yamamoto, K. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent

training on anaerobic capacity and VO2max. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *28*(10), 1327-1330.

Taipale, R., Mikkola, J., Vesterinen, V., Nummela, A., & Häkkinen, K. (2013). Neuromuscular adaptations during combined strength and endurance training in endurance runners: maximal versus explosive strength training or a mix of both. *European journal of applied physiology*, *113*(2), 325-335.

Thorn, D. W., & Deitz, J. C. (1989). Examining Content Validity through the Use of Content Experts. *The Occupational Therapy Journal of Research*, *9*(6), 334-346. Retrieved 1989/11/01, from https://doi.org/10.1177/153944928900900602

Tomlin, D. L., & Wenger, H. A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports medicine*, *31*(1), 1-11.

Tønnessen, E., Shalfawi, S., Haugen, T., & Enoksen, E. (2011). The Effect of 40-m Repeated Sprint Training on Maximum Sprinting Speed, Repeated Sprint Speed Endurance, Vertical Jump, and Aerobic Capacity in Young Elite Male Soccer Players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, *25*, 2364-2370. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182023a65

Travassos, B., Araújo, D., Vilar, L., & McGarry, T. (2011). Interpersonal coordination and ball dynamics in futsal (indoor football). *Human Movement Science*, *30*(6), 1245-1259. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.humov.2011.04.003

Turner, R. C., & Carlson, L. (2003). Indexes of item-objective congruence for multidimensional items. *International journal of testing*, *3*(2), 163-171.

Ünveren, A. (2015a). Investigating Women Futsal and Soccer Players' Acceleration, Speed and Agility Features. *Anthropologist*, *21*, 361-365.

Ünveren, A. (2015b). Investigating women futsal and soccer players' acceleration, speed and agility features. *The Anthropologist*, *21*(1-2), 361-365.

Vecchio, L., & Reaburn, P. (2013). Mixed methods strength training for the masters athlete a review. *J Aust Strength Cond*, *21*, 1-10.

Wilson, J. M., Marin, P. J., Rhea, M. R., Wilson, S. M., Loenneke, J. P., & Anderson, J. C.

(2012a). Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *26*(8), 2293-2307.

Wilson, J. M., Marin, P. J., Rhea, M. R., Wilson, S. M., Loenneke, J. P., & Anderson, J. C. (2012b). Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *26*(8), 2293-2307.

Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*, *38*(3), 285-288. https://doi.org/10.1136/bjsm.2002.002071

Wojtek, J., Chodzko, Z., Proctor, D., Fiatarone Singh, M., Minson, C., Claudio, R., Salem, G., & Nigg, C. (2009). Position Stand: Exercise and Physical Activity for Older Adults. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 1510-1530.

Wong, P.-l., Chaouachi, A., Chamari, K., Dellal, A., & Wisloff, U. (2010). Effect of preseason concurrent muscular strength and high-intensity interval training in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(3), 653-660.

Wong, P. L., Chaouachi, A., Chamari, K., Dellal, A., & Wisloff, U. (2010). Effect of preseason concurrent muscular strength and high-intensity interval training in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, *24*(3), 653-660. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181aa36a2

Young, B. W., & Medic, N. (2011). Examining social influences on the sport commitment of Masters swimmers. *Psychology of Sport and Exercise*, *12*(2), 168-175.

Zouita, S., Zouita, A. B., Kebsi, W., Dupont, G., Abderrahman, A. B., Salah, F. Z. B., & Zouhal, H. (2016). *Strength training reduces injury rate in elite young soccer players during one season* (Vol. 30)

กรมพลศึกษา. (2555). คู่มือผู้ฝึกสอนกีฬาฟุตซอล *T-Certificate : Futsal Coaching Guide*. สำนักงานกิจการโรงพิมพ์ องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก ในพระบรมราชูปถัมภ์.

ถาวร กมุทศรี. (2560). การเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย *Physical Fitness Conditioning (*ฉบับ

ปรับปรุง). หจก.มีเดีย เพรส.

นิพิฐพนธ์ และคณะ. (2019). การ คำนวณ ขนาด ตัวอย่าง ด้วย โปรแกรม สำเร็จรูป G* Power. *Journal of Suvarnabhumi Institute of Technology (Humanities and Social Sciences)*, *5*(1), 496-507.

สนธยา สีละมาด. (2560). หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา (พิมพ์ครั้งที่ 5 ed.). โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มาวิทยาลัย.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

โปรแกรมการฝึก (Training Intervention)

โปรแกรมการฝึก (Training Intervention)

ผู้เข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ จะทำการฝึกหลังจากทำการทดสอบแล้ว 5-7 วัน กลุ่มการฝึกทั้งหมดมีโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกัน กลุ่มที่ฝึกแบบควบคู่ กลุ่มการฝึกแบบผสม และกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มฝึกแบบควบคู่จะทำการฝึกทุกวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ กลุ่มการฝึกแบบผสมจะฝึกทุกวันอังคาร วันพฤหัสบดี และวันเสาร์ ทุกโปรแกรมจะมีการเพิ่มความหนักเพื่อให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเพียงพอ

ขั้นตอนการทดลอง (Experimental)

ผู้เข้าร่วมดำเนินการปฏิบัติ ดังนี้

กลุ่มการฝึกแบบควบคู่

การอบอุ่นร่างกาย (วิ่ง 10 นาที, การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว แบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬาฟุตซอล (50% ของความหนักคงที่)) เริ่มการฝึกความแข็งแรงสัปดาห์ที่ 1 – 4 (6 ครั้ง ต่อ 3 เซต ความหนักที่ 75% ของความแข็งแรงสูงสุด) (Enright et al., 2015) สัปดาห์ที่ 5 - 8 (3 ครั้ง ต่อ 3 เซต ความหนักที่ 85% ของความแข็งแรงสูงสุด) การฝึกความอดทนสัปดาห์ที่ 1 - 4 (High Intensity Interval Training : 3x3 นาที small side game ความหนักที่ 60 – 75% อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด) สัปดาห์ที่ 5 – 8 (High Intensity Interval Training : 4x4 นาที small side game ความหนักที่ 60 – 75% อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด) (Aspenes et al., 2009)

กลุ่มการฝึกแบบผสม

การอบอุ่นร่างกาย (วิ่ง 10 นาที, การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว แบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬาฟุตซอล (50% ของความหนักคงที่)) เริ่มโปรแกรมการฝึก

โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงสูงสุด สัปดาห์ที่ 1 – 4 (6 ครั้ง ต่อ 3 เซต ความหนักที่ 75% ของความแข็งแรงสูงสุด) สัปดาห์ที่ 5 - 8 (4 ครั้ง ต่อ 3 เซต ความหนักที่ 85% ของความแข็งแรงสูงสุด)

โปรแกรมการฝึกความพลังระเบิด สัปดาห์ที่ 1 – 4 (6 ครั้ง ต่อ 3 เซต ความหนักที่ 35% ของความแข็งแรงสูงสุด) สัปดาห์ที่ 5 - 8 (4 ครั้ง ต่อ 4 เซต ความหนักที่ 40% ของความแข็งแรงสูงสุด)

โปรแกรมการฝึกพลังผสมกับการฝึกความเร็ว (Power and Speed Training (Mixed Training)) สัปดาห์ที่ 1 - 4 (Power : 6 ครั้ง ต่อ 3 เซต ความหนักที่ 30% ของ

ความแข็งแรงสูงสุด การฝึกความเร็ว: 6 เซต ๆ ละ 200 - 250 เมตร ความหนักที่ 60 – 75% อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด) สัปดาห์ที่ 5 – 8 (Power : 4 ครั้ง ต่อ 4 เซต ความหนักที่ 35% ของความแข็งแรงสูงสุด การฝึกความเร็ว: 4 เซต ๆ ละ 200 - 250 เมตร ความหนักที่ 60 – 75% อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด) (Del Vecchio & Reaburn, 2013)

ตาราง 49 โปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ (concurrent Training Intervention) โปรแกรมการฝึกความแข็งแรง สัปดาห์ที่ 1 – 4 และ โปรแกรมการฝึกความอดทน สัปดาห์ที่ 1 - 4

โปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ (concurrent Training Intervention)

โปรแกรมการฝึกความแข็งแรง สัปดาห์ที่ 1 - 4							
	วันจันทร์	**วันอังคาร**	**วันพุธ**	**วันพฤหัสบดี**	**วันศุกร์**	**วันเสาร์**	**วันอาทิตย์**
โปรแกรม	**ความแข็งแรง**	**พัก**	**ความแข็งแรง**	**พัก**	**ความแข็งแรง**	**พัก**	**พัก**
จำนวนเซต	3	**พัก**	3	**พัก**	3	**พัก**	**พัก**
จำนวนครั้ง	6	**พัก**	6	**พัก**	6	**พัก**	**พัก**
ความหนัก	75% of 1 RM	**พัก**	75% of 1 RM	**พัก**	75% of 1 RM	**พัก**	**พัก**
เวลาพัก	2-3 นาที	**พัก**	2-3 นาที	**พัก**	2-3 นาที	**พัก**	**พัก**
โปรแกรมการฝึกความอดทน สัปดาห์ที่ 1 - 4							
	วันจันทร์	**วันอังคาร**	**วันพุธ**	**วันพฤหัสบดี**	**วันศุกร์**	**วันเสาร์**	**วันอาทิตย์**
โปรแกรม	HIIT (small side game)	**พัก**	HIIT (small side game)	**พัก**	HIIT (small side game)	**พัก**	**พัก**
จำนวนเซต	3	**พัก**	3	**พัก**	3	**พัก**	**พัก**
จำนวนครั้ง	3 นาที	**พัก**	3 นาที	**พัก**	3 นาที	**พัก**	**พัก**
ความหนัก	60 - 75% of HRmax	**พัก**	60 - 75% of HRmax	**พัก**	60 - 75% of HRmax	**พัก**	**พัก**
เวลาพัก	2 นาที	**พัก**	2 นาที	**พัก**	2 นาที	**พัก**	**พัก**

หมายเหตุ

1. **โปรแกรมการฝึกแบบควบคู่** (concurrent training) **จะทำการฝึกโดยนำการฝึกความแข็งแรงกับการฝึกความอดทน นำมาฝึกรวบกัน**
2. **ทำการฝึกโปรแกรมความแข็งแรงก่อนหลังจากนั้นฝึกโปรแกรมความอดทน**
3. **ทำการพักระหว่างแบบฝึก 10 นาที**

ตาราง 50 โปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ (concurrent Training Intervention) โปรแกรมการฝึกความแข็งแรง สัปดาห์ที่ 5 – 8 และ โปรแกรมการฝึกความอดทน สัปดาห์ที่ 5 - 8

โปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ (concurrent Training Intervention)

โปรแกรมการฝึกความแข็งแรง สัปดาห์ที่ 5 - 8							
	วันจันทร์	**วันอังคาร**	**วันพุธ**	**วันพฤหัสบดี**	**วันศุกร์**	**วันเสาร์**	**วันอาทิตย์**
โปรแกรม	**ความแข็งแรง**	**พัก**	**ความแข็งแรง**	**พัก**	**ความแข็งแรง**	**พัก**	**พัก**
จำนวนเซต	3	**พัก**	3	**พัก**	3	**พัก**	**พัก**
จำนวนครั้ง	3	**พัก**	3	**พัก**	3	**พัก**	**พัก**
ความหนัก	85% of 1 RM	**พัก**	85% of 1 RM	**พัก**	85% of 1 RM	**พัก**	**พัก**
เวลาพัก	2-3 นาที	**พัก**	2-3 นาที	**พัก**	2-3 นาที	**พัก**	**พัก**
โปรแกรมการฝึกความอดทน สัปดาห์ที่ 5 - 8							
	วันจันทร์	**วันอังคาร**	**วันพุธ**	**วันพฤหัสบดี**	**วันศุกร์**	**วันเสาร์**	**วันอาทิตย์**
โปรแกรม	HIIT (small side game)	**พัก**	HIIT (small side game)	**พัก**	HIIT (small side game)	**พัก**	**พัก**
จำนวนเซต	4	**พัก**	4	**พัก**	4	**พัก**	**พัก**
จำนวนครั้ง	4 นาที	**พัก**	4 นาที	**พัก**	4 นาที	**พัก**	**พัก**
ความหนัก	60 - 75% of HRmax	**พัก**	60 - 75% of HRmax	**พัก**	60 - 75% of HRmax	**พัก**	**พัก**
เวลาพัก	2 นาที	**พัก**	2 นาที	**พัก**	2 นาที	**พัก**	**พัก**

หมายเหตุ 1. **โปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ (concurrent training) จะทำการฝึกโดยนำการฝึกความแข็งแรงกับการฝึกความอดทน นำมาฝึกรวบกัน**

2. **ทำการฝึกโปรแกรมความแข็งแรงก่อนหลังจากนั้นฝึกโปรแกรมความอดทน**

3. **ทำการพักระหว่างแบบฝึก 10 นาที**

ตาราง 51 โปรแกรมการฝึกแบบผสม (Mixed methods training Intervention) โปรแกรมการฝึกสัปดาห์ที่ 1 – 4

โปรแกรมการฝึกแบบผสม (Mixed methods training Intervention)

โปรแกรมการฝึก สัปดาห์ที่ 1 - 4								
	วันจันทร์	**วันอังคาร**	**วันพุธ**	**วันพฤหัสบดี**	**วันศุกร์**	**วันเสาร์**		**วันอาทิตย์**
โปรแกรม	**พัก**	**ความแข็งแรง**	**พัก**	**พลังระเบิด**	**พัก**	**พลัง**	**การฝึกความเร็ว**	**พัก**
จำนวนเซต	**พัก**	3	**พัก**	3	**พัก**	3	6	**พัก**
จำนวนครั้ง	**พัก**	6	**พัก**	6	**พัก**	6	6 x 200 – 250 m	**พัก**
ความหนัก	**พัก**	75% of 1 RM	**พัก**	35% of 1 RM	**พัก**	30% of 1 RM	60 - 75% of HRmax	**พัก**
เวลาพัก	**พัก**	2-3 นาที	**พัก**	2 นาที	**พัก**	3 นาที	2-3 นาที	**พัก**

ตาราง 52 โปรแกรมการฝึกแบบผสม (Mixed methods training Intervention) โปรแกรมการฝึกสัปดาห์ที่ 5 - 8

โปรแกรมการฝึกแบบผสม (Mixed methods training Intervention)

โปรแกรมการฝึก สัปดาห์ที่ 5 - 8								
	วันจันทร์	**วันอังคาร**	**วันพุธ**	**วันพฤหัสบดี**	**วันศุกร์**	**วันเสาร์**		**วันอาทิตย์**
โปรแกรม	**พัก**	**ความแข็งแรง**	**พัก**	**พลังระเบิด**	**พัก**	**พลัง**	**การฝึกความเร็ว**	**พัก**
จำนวนเซต	**พัก**	3	**พัก**	4	**พัก**	4	4	**พัก**
จำนวนครั้ง	**พัก**	4	**พัก**	4	**พัก**	4	4 x 200 – 250 m	**พัก**
ความหนัก	**พัก**	85% of 1 RM	**พัก**	40% of 1 RM	**พัก**	35% of 1 RM	60 - 75% of HRmax	**พัก**
เวลาพัก	**พัก**	2-3 นาที	**พัก**	2 นาที	**พัก**	3 นาที	2-3 นาที	**พัก**

ภาคผนวก ข

รูปแบบการทดสอบงานวิจัย

การทดสอบความเร็วระยะ 20 เมตร

อุปกรณ์

1. สนามฟุตซอล
2. ผู้ดูแลระบบทดสอบ
3. เทปวัด (≥20m)
4. นาฬิกาจับเวลา
5. กรวยเครื่องหมาย
6. แผ่นบันทึกการทดสอบ
7. smart speed

ขั้นตอน

1. อบอุ่นร่างกาย

ผู้เข้าร่วมควรอบอุ่นร่างกายก่อนเริ่มการทดสอบ การอุ่นเครื่องควรสอดคล้องกับลักษณะทางชีวกลศาสตร์และสรีรวิทยาของการทดสอบ

2. การทดสอบ

ผู้เข้าร่วมยืนที่จุดเริ่มต้น

ผู้ควบคุมให้สัญญาณโดยใช้นกหวีด

เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณ ผู้เข้าร่วมจะต้องวิ่งด้วยความเร็วให้ถึงเส้นชัย

3. หลังการทดสอบ

เมื่อการทดสอบสิ้นสุดลง ผู้เข้าร่วมควรพักผ่อนไม่ว่าจะนั่งหรือยืนเป็นเวลาอย่างน้อย 2-3 นาที หากรู้สึกตัวว่ารู้ไม่สบายหรือปวดหัว ให้บอกต่อผู้ควบคุมทันที

หมายเหตุ: อย่าปล่อยให้ผู้เข้าร่วมอยู่คนเดียวหลังจากการทดสอบ

การทดสอบความแข็งแรงสูงสุด ด้วยท่า half-squat maximal strength
(1repetition maximum)

อุปกรณ์

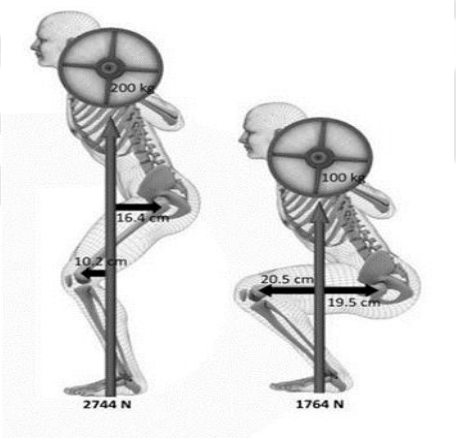
1. Barball
2. แผ่นน้ำหนัก

ขั้นตอน

1. ให้ผู้ฝึกยืนอยู่ตรงกลางบาร์เบลและยกบาร์เบลโดยที่ย่อตัวลงไปใต้บาร์เบลและวางบาร์เบลไว้ตรงหลังส่วนบกตรงสะบักและประคองบาร์เบลด้วยมือทั้ง2ข้างและยกบาร์เบลออกจาก power rack ด้วยถ้ายืนที่ขาทั้ง2ข้างของผู้ฝึกกว้างพอดีกับหัวไหล่และหลักตั้งฉากกับพื้นพร้อมสุดลมหายใจเข้าจดสุดเป็นท่าเตรียม

2. ให้ผู้ฝึกค่อยๆนั่งย่อตัวลงจนต้นขาทำแนวระนาบขนานกับพื้นโลกโดยที่หย่อนก้นลงก่อนคล้ายกับนั่งเก้าอี้พร้อมกับสูดลมหายใจเข้า

3. ออกแรงโดยที่ดันบาร์ขึ้นด้วยหน้าขาจนขาและลำตัวของผู้ฝึกตั้งฉากกลับพื้นเพื่อกลับมาสู่ท่าเตรียมพร้อมกับปล่อยลมหายใจออก นับเป็น1ครั้ง (Bloomquist et al., 2013)



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการทดสอบ การทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (half-squat maximal strength)

ที่มา: Bloomquist, K., Langberg, H., Karlsen, S., Madsgaard, S., Boesen, M., & Raastad, T. (2013). Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. *European journal of applied physiology,* 113(8), 2133-2142

การทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ (Repeated Sprint Training, RST)

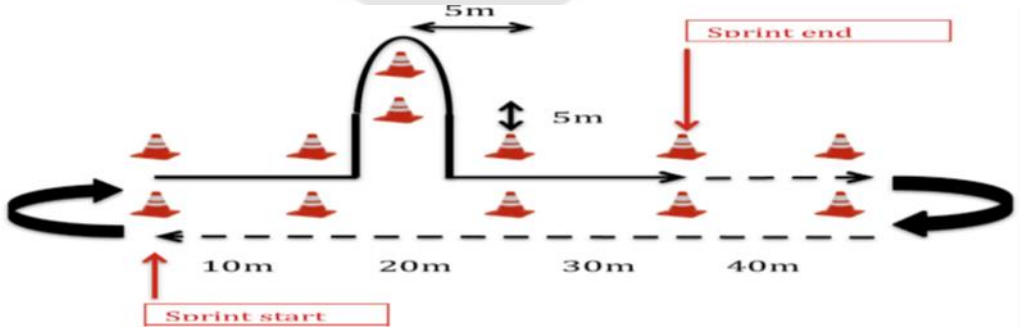
อุปกรณ์

1. สนามฟุตซอล
2. เทปวัดความยาวอย่างน้อย 20 เมตร
3. กรวยเครื่องหมาย
4. นาฬิกาจับเวลา
5. แผ่นบันทึกและปากกา
6. ผู้ช่วยผู้วิจัย

ขั้นตอน

การทดสอบนี้จะมีขนาดของพื้นที่การวิ่ง 10 x 30 ม (Polito et al., 2017)

1. ผู้วิจัยและผู้ช่วยจัดฐานการฝึก
2. ผู้ช่วยนำนักกีฬาอุ่นเครื่องเป็นเวลา 10 นาที
3. ผู้ช่วยให้คำสั่ง "GO" และเริ่มจับเวลา
4. นักกีฬาวิ่งจาก A ถึง B ระหว่างกรวยที่เบี่ยงเบนไป 5 เมตรในช่วงกลางของการวิ่ง
5. ผู้ช่วยหยุดนาฬิกาจับเวลาเมื่อนักกีฬาผ่านกรวย B และบันทึกเวลา
6. นักกีฬาวิ่งเหยาะๆช้าๆกลับไปที่จุด A (ใช้เวลาไม่เกิน 30 วินาทีในการทำเช่นนั้น)
7. นักกีฬาจะต้องวิ่ง 10 ครั้ง



ภาพประกอบ 5 รูปแบบการทดสอบการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ (Repeated Sprint Training, RST (Bangsbo))

ที่มา : Polito, L., Figueira Jr, A., Miranda, M., Chtourou, H., Miranda, J., & Brandão, M. (2017). Psychophysiological indicators of fatigue in soccer players: A systematic review. Science & Sports, 32(1), 1-13.

การทดทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ด้วย
การทดสอบภาคสนามโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่
(yo-yo intermittent recovery test Level 1)

อุปกรณ์

1. สนามฟุตซอล
2. เทปวัดความยาวอย่างน้อย 20 เมตร
3. กรวยเครื่องหมาย
4. ซีดีเสียงหรือ MP3
5. เครื่องเล่นซีดีหรือ mp3
6. ลำโพง
7. แผ่นบันทึกและปากกา

ขั้นตอน

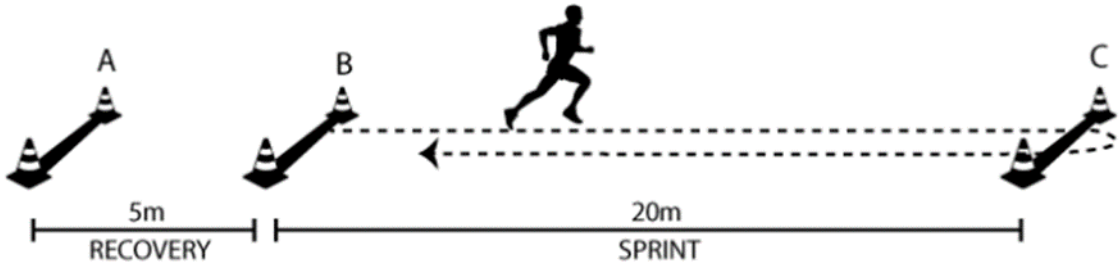
1. ใช้กรวยหรือเทปเพื่อทำเครื่องหมายที่ต้องการ สำหรับการทดสอบความอดทน วางกรวยตามแนวยาวของสนามให้ห่างกัน 20 เมตร และ 5 เมตรจากจุดเริ่มต้น

2. การเตรียมการ ตรวจสอบให้แน่ใจว่าผู้เข้าร่วมได้เตรียมความพร้อม และคุ้นเคยกับขั้นตอนการทดสอบและมีแรงจูงใจในการดำเนินการอย่างเต็มที่ ให้คำแนะนำที่ชัดเจนและเป็นมาตรฐานเกี่ยวกับการทดสอบและสิ่งที่คาดหวังจากพวกเขา รวมถึงความสำคัญของการรักษาเวลาในการบันทึกและการดำเนินการให้สมบูรณ์ในระยะการทดสอบ

3. การเริ่มต้นการทดสอบ ผู้เข้าร่วมทุกคนควรเข้าแถวตามเส้นเริ่มต้น เริ่มวิ่งเมื่อได้ยินสัญญาณเสียง และกลับสู่จุดเริ่มต้นตามสัญญาณเสียง สำหรับการทดสอบความอดทน นักกีฬายังคงวิ่งตามเวลาพร้อมสัญญาณเสียงโดยไม่มีการพัก สำหรับการทดสอบเป็นระยะ ๆ และเดินหรือวิ่งเหยาะๆไปยังกรวยถัดไปและกลับมาเพื่อหยุดที่จุดเริ่มต้นอีกครั้งก่อนที่จะเริ่มวิ่ง

4. ในระหว่างการทดสอบ จะมีระยะเวลาการกู้คืนอยู่ 5 หรือ 10 วินาทีระหว่างทุก ๆ 40 เมตร

5. สิ้นสุดการทดสอบ ผู้เข้าร่วมจะต้องดำเนินการต่อไปจนสุดความสามารถ นักกีฬาบางคนเลือกที่จะหยุดเมื่อถึงขีดจำกัดทางกายภาพ สำหรับคนอื่นคุณจะต้องส่งคำเตือนเมื่อมีข้อผิดพลาด เช่น วิ่งไม่ถึงจุดสิ้นสุดหรือจุดเริ่มต้น 2 ครั้ง ถ้าเกิด 2 ครั้ง ต้องตัดออกจากการทดสอบ



ภาพประกอบ 6 รูปแบบการทดสอบการทดทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ด้วยการทดสอบภาคสนามโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ (yo-yo intermittent recovery test)

ที่มา : Wood, R. (2018), "All About the Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1" The Complete Guide to the Yo-Yo Test, https://www.theyoyotest.com/yyir1.htm [Accessed 25/5/2563]

Yo-Yo Test Recording Sheet

Yo-Yo Endurance Test Level 1

Date: _____

Time: _____

Surface: _____

Conditions: _____

1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7								
2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8							
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8							
4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8							
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9						
6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9						
7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	7.10					
8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	8.10					
9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	9.10	9.11				
10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8	10.9	10.10	10.11				
11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	11.10	11.11				
12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8	12.9	12.10	12.11	12.12			
13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9	13.10	13.11	13.12			
14.1	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9	14.10	14.11	14.12	14.13		
15.1	15.2	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9	15.10	15.11	15.12	15.13		
16.1	16.2	16.3	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	16.9	16.10	16.11	16.12	16.13		
17.1	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.9	17.10	17.11	17.12	17.13	17.14	
18.1	18.2	18.3	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	18.10	18.11	18.12	18.13	18.14	
19.1	19.2	19.3	19.4	19.5	19.6	19.7	19.8	19.9	19.10	19.11	19.12	19.13	19.14	19.15
20.1	20.2	20.3	20.4	20.5	20.6	20.7	20.8	20.9	20.10	20.11	20.12	20.13	20.14	20.15

ภาพประกอบ 7 แบบบันทึกการทดสอบภาคสนามโยโย่ อินเตอร์มิตเตนท์ รีคัฟเวอรี่ (yo-yo intermittent recovery test)

การทดสอบความคล่องตัว (T-Test)

อุปกรณ์

1. เทปวัด
2. กรวยเครื่องหมาย
3. นาฬิกาจับเวลา
4. ผู้ช่วยผู้วิจัย

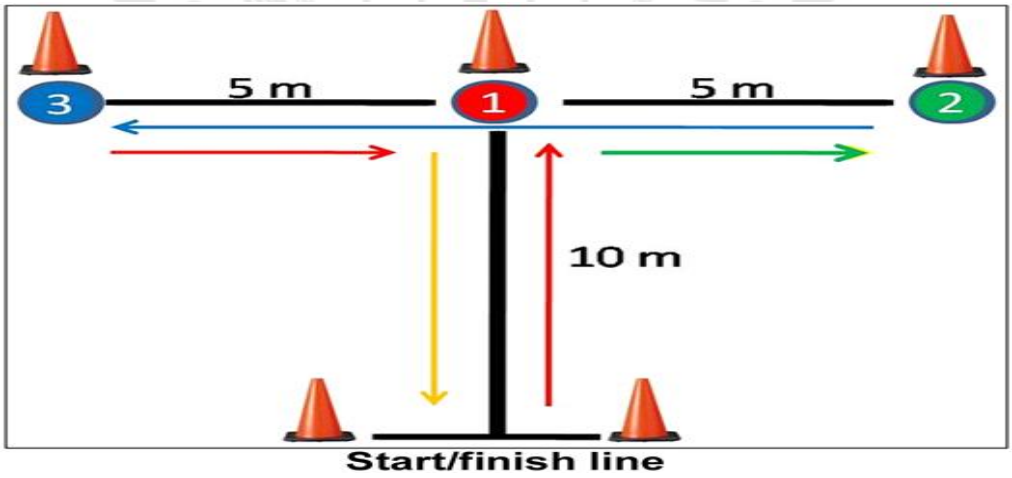
ขั้นตอน

1. การทดสอบความคล่องตัว (T-Test) เป็นการทดสอบความคล่องตัวของนักกีฬาและรวมถึงการวิ่งไปข้างหน้า ข้างหลังและด้านซ้าย – ขวา (Raya et al., 2013)

2. ผู้ช่วยนำนักกีฬาอุ่นเครื่องเป็นเวลา 10 นาที

3. เริ่มต้นที่กรวย A เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณนักกีฬาจะวิ่งจากกรวย A ไปที่กรวย B และสัมผัสฐานกรวย B ด้วยมือขวา จากนั้นสไลด์ไปทางด้านซ้ายไปยังกรวย C และแตะกรวย C ด้วยมือซ้าย จากนั้นสลับด้านข้างไปทางขวาไปที่กรวย D แล้วแตะด้วยมือขวา จากนั้นสลับกลับไปที่กรวย B โดยใช้มือซ้ายแล้ววิ่งถอยหลังไปที่กรวย A

4. หยุดเวลาเมื่อผ่านกรวย A



ภาพประกอบ 8 การทดสอบความคล่องตัว (T-Test)

ที่มา : Raya, M. A., Gailey, R. S., Gaunaurd, I. A., Jayne, D. M., Campbell, S. M., Gagne, E., Tucker, C. (2013). Comparison of three agility tests with male servicemembers: Edgren Side Step Test, T-Test, and Illinois Agility Test. Journal of Rehabilitation Research & Development, 50(7).

ภาคผนวก ค

แบบบันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัย

แบบบันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัย

☐ ก่อนการฝึก ☐ หลังการฝึก

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

รหัสประจำตัวในงานวิจัย.....

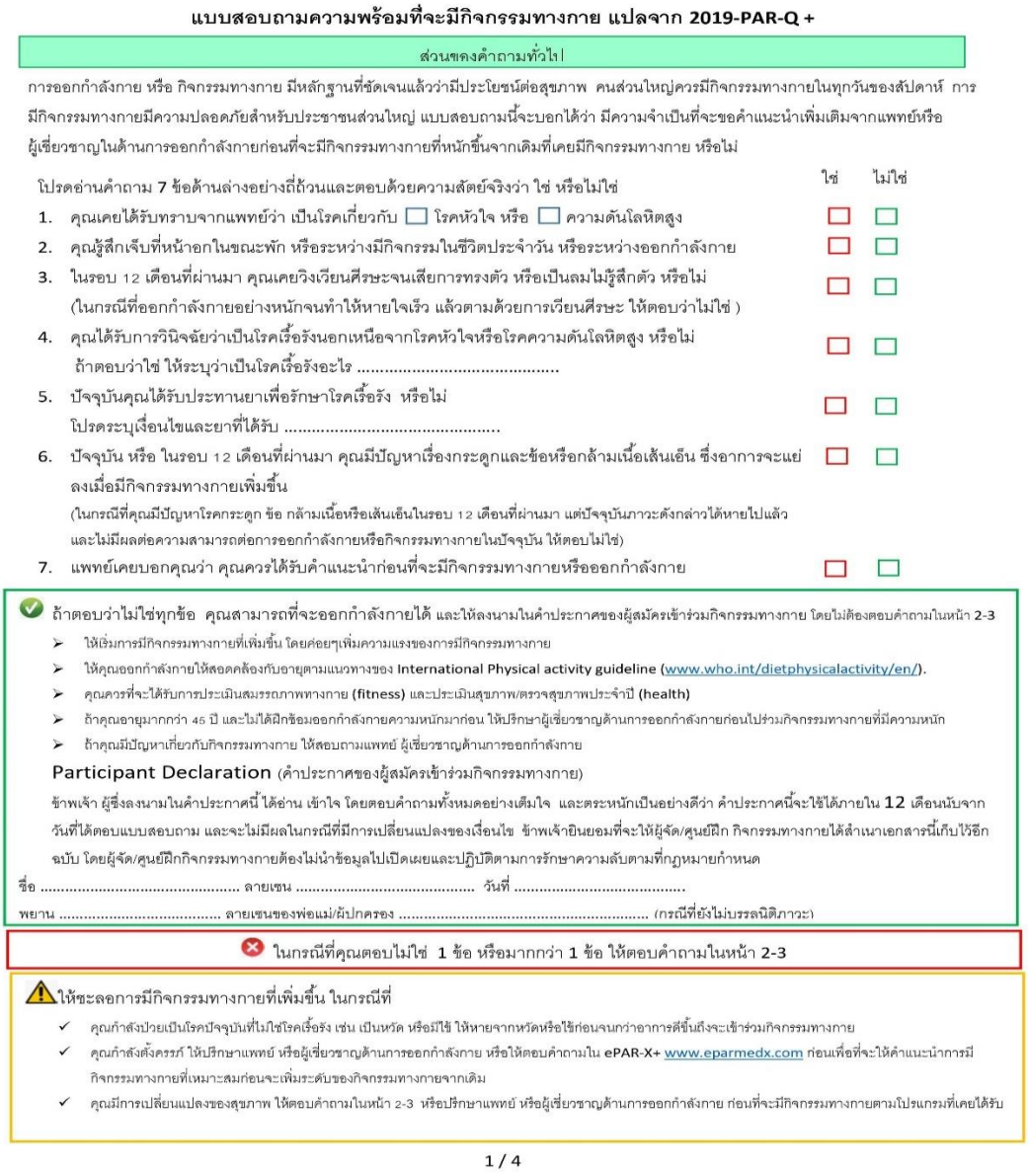
ชื่อ-นามสกุล.....

อายุ.....ปี น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร

ผลการทดสอบสมรรถภาพ

1. การทดสอบความสามารถสูงสุดในการนาออกซิเจนไปใช้ (VO2MAX).....
2. การทดสอบความแข็งแรงสูงสุด.....
3. การทดสอบความเร็ว (20 เมตร).....
4. การทดสอบการทดสอบการทดสอบการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดแบบซ้ำ ๆ (Repeated Sprint Training, RST (Bangsbo)) .....

แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q



แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q +

ส่วนของคำถามทั่วไป

การออกกำลังกาย หรือ กิจกรรมทางกาย มีหลักฐานที่ชัดเจนแล้วว่ามีประโยชน์ต่อสุขภาพ คนส่วนใหญ่ควรมีกิจกรรมทางกายในทุกวันของสัปดาห์ การมีกิจกรรมทางกายมีความปลอดภัยสำหรับประชาชนส่วนใหญ่ แบบสอบถามนี้จะบอกได้ว่า มีความจำเป็นที่จะขอคำแนะนำเพิ่มเติมจากแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกกำลังกายก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายที่หนักขึ้นจากเดิมที่เคยมีกิจกรรมทางกาย หรือไม่

โปรดอ่านคำถาม 7 ข้อด้านล่างอย่างถี่ถ้วนและตอบด้วยความสัตย์จริงว่า ใช่ หรือไม่ใช่	ใช่	ไม่ใช่
1. คุณเคยได้รับทราบจากแพทย์ว่า เป็นโรคเกี่ยวกับ ☐ โรคหัวใจ หรือ ☐ ความดันโลหิตสูง	☐	☐
2. คุณรู้สึกเจ็บที่หน้าอกในขณะพัก หรือระหว่างมีกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือระหว่างออกกำลังกาย	☐	☐
3. ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยวิงเวียนศีรษะจนเสียการทรงตัว หรือเป็นลมไม่รู้สึกตัว หรือไม่ (ในกรณีที่ออกกำลังกายอย่างหนักจนทำให้หายใจเร็ว แล้วตามด้วยการเวียนศีรษะ ให้ตอบว่าไม่ใช่)	☐	☐
4. คุณได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเรื้อรังนอกเหนือจากโรคหัวใจหรือโรคความดันโลหิตสูง หรือไม่ ถ้าตอบว่าใช่ ให้ระบุว่าเป็นโรคเรื้อรังอะไร	☐	☐
5. ปัจจุบันคุณได้รับประทานยาเพื่อรักษาโรคเรื้อรัง หรือไม่ โปรดระบุเงื่อนไขและยาที่ได้รับ	☐	☐
6. ปัจจุบัน หรือ ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณมีปัญหาเรื่องกระดูกและข้อหรือกล้ามเนื้อเส้นเอ็น ซึ่งอาการจะแย่ลงเมื่อมีกิจกรรมทางกายเพิ่มขึ้น (ในกรณีที่คุณมีปัญหาโรคกระดูก ข้อ กล้ามเนื้อหรือเส้นเอ็นในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา แต่ปัจจุบันภาวะดังกล่าวได้หายไปแล้ว และไม่มีผลต่อความสามารถต่อการออกกำลังกายหรือกิจกรรมทางกายในปัจจุบัน ให้ตอบไม่ใช่)	☐	☐
7. แพทย์เคยบอกคุณว่า คุณควรได้รับคำแนะนำก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายหรือออกกำลังกาย	☐	☐

ถ้าตอบว่าไม่ใช่ทุกข้อ คุณสามารถที่จะออกกำลังกายได้ และให้ลงนามในคำประกาศของผู้สมัครเข้าร่วมกิจกรรมทางกาย โดยไม่ต้องตอบคำถามในหน้า 2-3

- ให้เริ่มการมีกิจกรรมทางกายที่เพิ่มขึ้น โดยค่อยๆเพิ่มความแรงของการมีกิจกรรมทางกาย
- ให้คุณออกกำลังกายให้สอดคล้องกับอายุตามแนวทางของ International Physical activity guideline (www.who.int/dietphysicalactivity/en/).
- คุณควรที่จะได้รับการประเมินสมรรถภาพทางกาย (fitness) และประเมินสุขภาพ/ตรวจสุขภาพประจำปี (health)
- ถ้าคุณอายุมากกว่า 45 ปี และไม่ได้ฝึกซ้อมออกกำลังกายความหนักมาก่อน ให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายก่อนไปร่วมกิจกรรมทางกายที่มีความหนัก
- ถ้าคุณมีปัญหาเกี่ยวกับกิจกรรมทางกาย ให้สอบถามแพทย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย

Participant Declaration (คำประกาศของผู้สมัครเข้าร่วมกิจกรรมทางกาย)

ข้าพเจ้า ผู้ซึ่งลงนามในคำประกาศนี้ ได้อ่าน เข้าใจ โดยตอบคำถามทั้งหมดอย่างเต็มใจ และตระหนักเป็นอย่างดีว่า คำประกาศนี้จะใช้ได้ภายใน 12 เดือนนับจากวันที่ได้ตอบแบบสอบถาม และจะไม่มีผลในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของเงื่อนไข ข้าพเจ้ายินยอมที่จะให้ผู้จัด/ศูนย์ฝึก กิจกรรมทางกายได้สำเนาเอกสารนี้เก็บไว้อีกฉบับ โดยผู้จัด/ศูนย์ฝึกกิจกรรมทางกายต้องไม่นำข้อมูลไปเปิดเผยและปฏิบัติตามการรักษาความลับตามที่กฎหมายกำหนด

ชื่อ ..... ลายเซน ..... วันที่ .....

พยาน ..... ลายเซนของพ่อแม่/ผู้ปกครอง ..... (กรณีที่ยังไม่บรรลนิติภาวะ)

ในกรณีที่คุณตอบไม่ใช่ 1 ข้อ หรือมากกว่า 1 ข้อ ให้ตอบคำถามในหน้า 2-3

ให้ชะลอการมีกิจกรรมทางกายที่เพิ่มขึ้น ในกรณีที่

- ✓ คุณกำลังป่วยเป็นโรคปัจจุบันที่ไม่ใช่โรคเรื้อรัง เช่น เป็นหวัด หรือมีไข้ ให้หายจากหวัดหรือไข้ก่อนจนกว่าอาการดีขึ้นถึงจะเข้าร่วมกิจกรรมทางกาย
- ✓ คุณกำลังตั้งครรภ์ ให้ปรึกษาแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย หรือให้ตอบคำถามใน ePAR-X+ www.eparmedx.com ก่อนเพื่อที่จะให้คำแนะนำการมีกิจกรรมทางกายที่เหมาะสมก่อนจะเพิ่มระดับของกิจกรรมทางกายจากเดิม
- ✓ คุณมีการเปลี่ยนแปลงของสุขภาพ ให้ตอบคำถามในหน้า 2-3 หรือปรึกษาแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย ก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายตามโปรแกรมที่เคยได้รับ

1 / 4

ภาพประกอบ 9 แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q (1)

ที่มา : สมาคมส่งเสริมความรู้ด้านสุขภาพไทย. (2562). การประเมินความพร้อมในการมีกิจกรรมทางกาย (Physical Activity Readiness Questionnare Plus – PAR-Q+). สืบค้นจาก http://doh.hpc.go.th/bs/issueDisplay.php?id=186&category=A04&issue=Physical%20Activity

แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q +

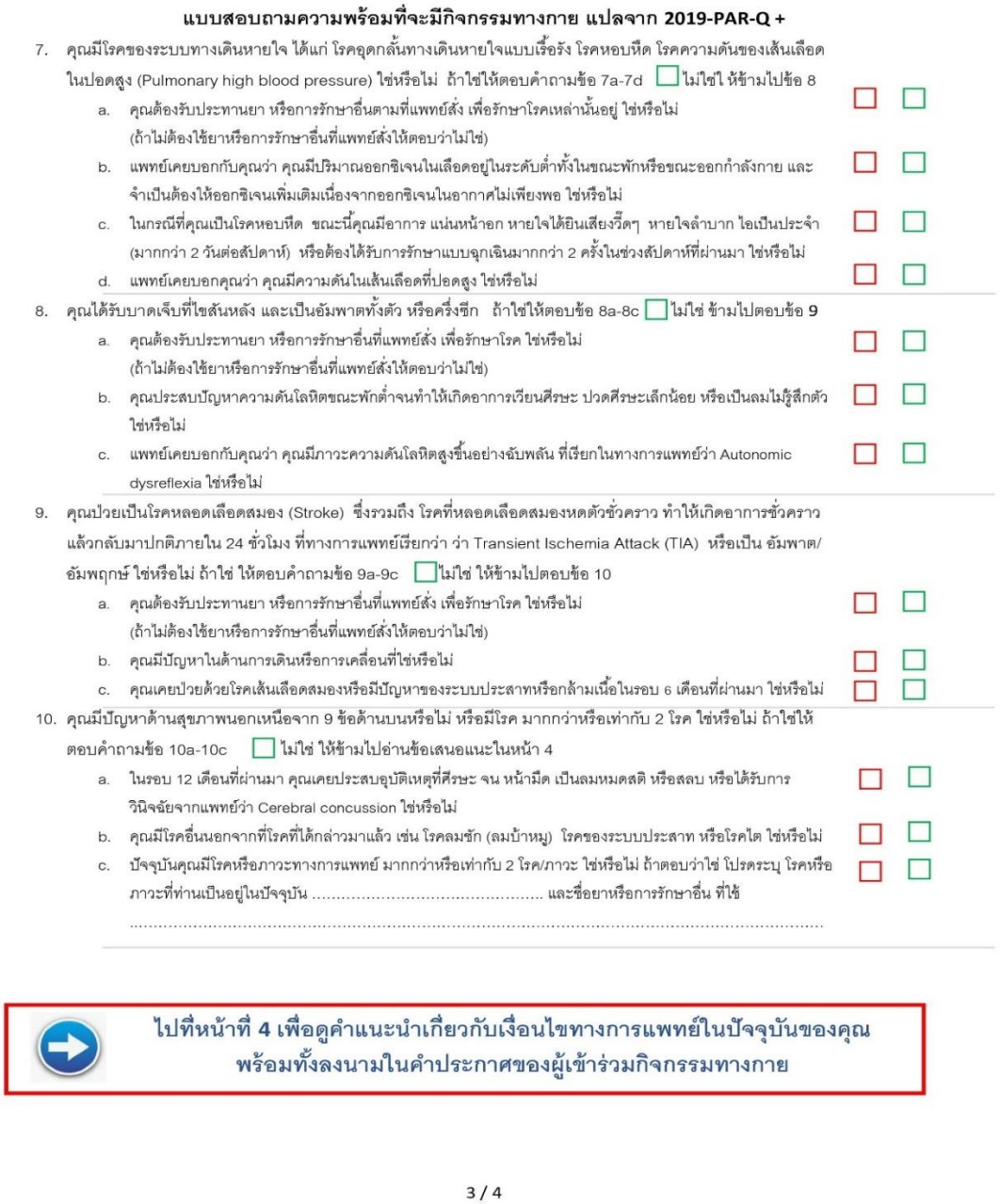
ส่วนของคำถามต่อเนื่อง เกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์

	ใช่	ไม่ใช่
1. คุณมีอาการข้ออักเสบ กระดูกพรุน หรือมีปัญหาปวดหลัง ใช่หรือไม่ (ถ้าใช่ ตอบข้อ 1a-1c) ☐ ไม่ใช่ข้ามไปตอบข้อ 2		
a. คุณมีปัญหาในเรื่องความปวด โดยการใช้ยาหรือการรักษาด้วยวิธีอื่นนอกจากยาเพื่อควบคุมอาการ (ตอบไม่ใช่ กรณีที่ปัจจุบันคุณไม่ได้รับประทานยาหรือการรักษาด้วยวิธีการอื่นที่ไม่ใช้ยา)	☐	☐
b. ในปัจจุบันหรือที่ผ่านมา คุณมีอาการปวดที่เกิดจากข้อ , กระดูกหักเนื่องจากกระดูกพรุนหรือเป็นมะเร็ง ,กระดูกสันหลังเคลื่อน (spondylolisthesis) ,กระดูกสันหลังเสื่อม (spondylosis) หรือกระดูกสันหลังยุบ	☐	☐
c. ฉีดยาหรือรับประทานยาในกลุ่มสเตียรอยด์ติดต่อกันเป็นเวลามากกว่า 3 เดือน	☐	☐
2. คุณเป็นมะเร็งชนิดใดชนิดหนึ่ง ใช่หรือไม่ (ถ้าใช่ให้ตอบ ข้อ 2a -2b) ☐ ไม่ใช่ ข้ามไปตอบข้อ 3		
a. ประเภทของมะเร็งที่เป็นได้แก่ มะเร็งปอดหรือหลอดลม มะเร็งของระบบ ศีรษะ หู คอ จมูก ,multiple myeloma ใช่หรือไม่	☐	☐
b. ท่านกำลังรักษามะเร็งด้วย เคมีบำบัดหรือรังสีบำบัดอยู่ ใช่หรือไม่	☐	☐
3. คุณป่วยเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งรวมถึงโรคหลอดเลือดหัวใจ หัวใจล้มเหลว หรือจังหวะการเต้นของหัวใจผิดปกติของหรือไม่ ถ้าตอบว่าใช่ ให้ตอบข้อ 3a-3b ☐ ไม่ใช่ ข้ามไปข้อ 4		
a. คุณต้องใช้ยาหรือวิธีการรักษาอย่างอื่นที่ไม่ใช่ยาเพื่อควบคุมอาการของโรคอยู่ (ถ้าเคยรับประทานยาแต่ตอนนี้ไม่ต้องรับประทานยาหรือการรักษาอื่นที่ไม่ใช่ยาแล้ว ให้ตอบว่าไม่ใช่)	☐	☐
b. คุณเคยต้องใช้ยาเพื่อรักษาภาวะการเต้นของหัวใจผิดจังหวะ เช่น การเต้นผิดจังหวะเช่น AF หรือ PVC	☐	☐
c. คุณเป็นโรคหัวใจล้มเหลวแบบเรื้อรัง	☐	☐
d. คุณได้รับการวินิจฉัยเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ และไม่ได้ออกกำลังกายในช่วง 2 เดือนที่ผ่านมา	☐	☐
4. คุณเป็นโรคความดันโลหิตสูงหรือไม่ ถ้าใช่ให้ตอบคำถามข้อ 4a-4b ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปตอบข้อ 5		
a. คุณต้องควบคุมความดันโลหิตโดยใช้ยาหรือการรักษาอื่นๆที่ไม่ใช่ยาหรือไม่ (ถ้าเคยได้รับแต่ปัจจุบันไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่ไม่ใช่ยาแล้วให้ตอบข้อนี้ว่า ไม่ใช่)	☐	☐
b. ขณะนี้ คุณมีความดันโลหิตขณะพัก มากกว่าหรือเท่ากับ 160/90 ไม่ว่าจะรับประทานยาหรือไม่ได้รับประทานยา หรือไม่ (ถ้าไม่ทราบค่าความดันโลหิตขณะพักของคุณ ให้ตอบว่าใช่)	☐	☐
5. คุณเป็นโรคเบาหวานหรือมีภาวะน้ำตาลในเลือดสูงที่เรียกว่าภาวะก่อนเบาหวานหรือไม่ ถ้าตอบว่าใช่ให้ไปตอบคำถามข้อ 5a-5e ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปตอบข้อ 6		
a. คุณต้องควบคุมเบาหวานด้วยยา และการรักษาอื่นๆที่ไม่ใช่ยาหรือไม่	☐	☐
b. คุณประสบปัญหาภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำหลังจากการออกกำลังกายหรือมีกิจกรรมประจำวันเป็นประจำ ใช่หรือไม่ (อาการของการมีน้ำตาลต่ำในเลือดได้แก่ มือสั่น ใจสั่น กระวนกระวาย เหงื่อออกมาก เวียนศีรษะ ปวดศีรษะเล็กน้อย สับสน พูดไม่รู้เรื่องหรือพูดลำบาก อ่อนเพลียหรือ ซึม)	☐	☐
c. คุณมีอาการหรืออาการแสดงของผลแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน ได้แก่ผลแทรกซ้อนของระบบหัวใจหรือหลอดเลือด หรือผลแทรกซ้อนทางตา ไต หรือมีอาการชาที่เท้าและนิ้วเท้า หรือไม่	☐	☐
d. คุณมีผลแทรกซ้อนอื่นๆหรือไม่ เช่น เป็นเบาหวานที่เกิดจากการตั้งครรภ์ หรือโรคไตวายเรื้อรัง หรือโรคตับ ใช่หรือไม่	☐	☐
e. คุณมีโปรแกรมที่จะออกกำลังกายที่หนักขึ้นกว่าที่เคยออกกำลังกายปกติ ในอนาคตอันใกล้ ใช่หรือไม่	☐	☐
6. คุณมีปัญหาสุขภาพจิต เช่นความจำเสื่อม โรคซึมเศร้า โรควิตกกังวล ความผิดปกติของการกิน โรคจิต โรคที่มีผลต่อเชาว์ปัญญา เช่น กลุ่มอาการดาวน์ ใช่หรือไม่ ถ้าใช่ให้ตอบคำถามข้อ 6a-6c ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปตอบข้อ 7		
a. คุณต้องรับประทานยา หรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่ง เพื่อรักษาโรคเหล่านั้นอยู่ ใช่หรือไม่ (ถ้าไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่งให้ตอบว่าไม่ใช่)	☐	☐
b. คุณเป็นโรคกลุ่มอาการดาวน์ (Down syndrome) และมีปัญหาปวดหลังอยู่ใช่หรือไม่	☐	☐

2 / 4

ภาพประกอบ 10 แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q (2)

ที่มา : สมาคมส่งเสริมความรู้ด้านสุขภาพไทย. (2562). การประเมินความพร้อมในการมีกิจกรรมทางกาย (Physical Activity Readiness Questionnare Plus – PAR-Q+). สืบค้นจาก http://doh.hpc.go.th/bs/issueDisplay.php?id=186&category=A04&issue=Physical%20Activity



แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q +

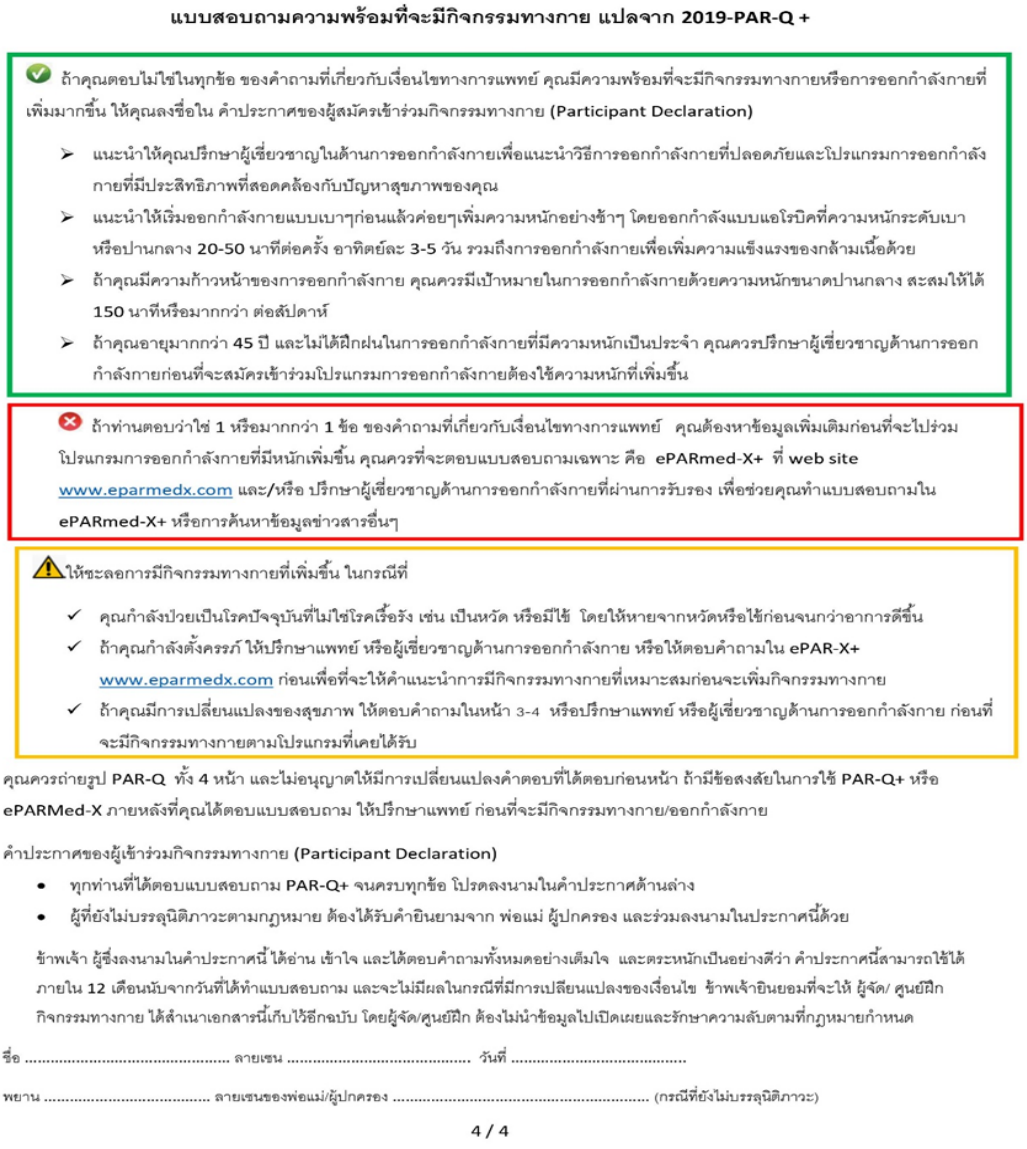
7. คุณมีโรคของระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ โรคอุดกลั้นทางเดินหายใจแบบเรื้อรัง โรคหอบหืด โรคความดันของเส้นเลือดในปอดสูง (Pulmonary high blood pressure) ใช่หรือไม่ ถ้าใช่ให้ตอบคำถามข้อ 7a-7d ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปข้อ 8
   a. คุณต้องรับประทานยา หรือการรักษาอื่นตามที่แพทย์สั่ง เพื่อรักษาโรคเหล่านั้นอยู่ ใช่หรือไม่ (ถ้าไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่งให้ตอบว่าไม่ใช่) ☐ ☐
   b. แพทย์เคยบอกกับคุณว่า คุณมีปริมาณออกซิเจนในเลือดอยู่ในระดับต่ำทั้งในขณะพักหรือขณะออกกำลังกาย และจำเป็นต้องให้ออกซิเจนเพิ่มเติมเนื่องจากออกซิเจนในอากาศไม่เพียงพอ ใช่หรือไม่ ☐ ☐
   c. ในกรณีที่คุณเป็นโรคหอบหืด ขณะนี้คุณมีอาการ แน่นหน้าอก หายใจได้ยินเสียงวี๊ดๆ หายใจลำบาก ไอเป็นประจำ (มากกว่า 2 วันต่อสัปดาห์) หรือต้องได้รับการรักษาแบบฉุกเฉินมากกว่า 2 ครั้งในช่วงสัปดาห์ที่ผ่านมา ใช่หรือไม่ ☐ ☐
   d. แพทย์เคยบอกคุณว่า คุณมีความดันในเส้นเลือดที่ปอดสูง ใช่หรือไม่ ☐ ☐
8. คุณได้รับบาดเจ็บที่ไขสันหลัง และเป็นอัมพาตทั้งตัว หรือครึ่งซีก ถ้าใช่ให้ตอบข้อ 8a-8c ☐ ไม่ใช่ ข้ามไปตอบข้อ 9
   a. คุณต้องรับประทานยา หรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่ง เพื่อรักษาโรค ใช่หรือไม่ (ถ้าไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่งให้ตอบว่าไม่ใช่) ☐ ☐
   b. คุณประสบปัญหาความดันโลหิตขณะพักต่ำจนทำให้เกิดอาการเวียนศีรษะ ปวดศีรษะเล็กน้อย หรือเป็นลมไม่รู้สึกตัว ใช่หรือไม่ ☐ ☐
   c. แพทย์เคยบอกกับคุณว่า คุณมีภาวะความดันโลหิตสูงขึ้นอย่างฉับพลัน ที่เรียกในทางการแพทย์ว่า Autonomic dysreflexia ใช่หรือไม่ ☐ ☐
9. คุณป่วยเป็นโรคหลอดเลือดสมอง (Stroke) ซึ่งรวมถึง โรคที่หลอดเลือดสมองหดตัวชั่วคราว ทำให้เกิดอาการชั่วคราว แล้วกลับมาปกติภายใน 24 ชั่วโมง ที่ทางการแพทย์เรียกว่า ว่า Transient Ischemia Attack (TIA) หรือเป็น อัมพาต/อัมพฤกษ์ ใช่หรือไม่ ถ้าใช่ ให้ตอบคำถามข้อ 9a-9c ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปตอบข้อ 10
   a. คุณต้องรับประทานยา หรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่ง เพื่อรักษาโรค ใช่หรือไม่ (ถ้าไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่งให้ตอบว่าไม่ใช่) ☐ ☐
   b. คุณมีปัญหาในด้านการเดินหรือการเคลื่อนที่ใช่หรือไม่ ☐ ☐
   c. คุณเคยป่วยด้วยโรคเส้นเลือดสมองหรือมีปัญหาของระบบประสาทหรือกล้ามเนื้อในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา ใช่หรือไม่ ☐ ☐
10. คุณมีปัญหาด้านสุขภาพนอกเหนือจาก 9 ข้อด้านบนหรือไม่ หรือมีโรค มากกว่าหรือเท่ากับ 2 โรค ใช่หรือไม่ ถ้าใช่ให้ตอบคำถามข้อ 10a-10c ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปอ่านข้อเสนอแนะในหน้า 4
    a. ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยประสบอุบัติเหตุที่ศีรษะ จน หน้ามืด เป็นลมหมดสติ หรือสลบ หรือได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่า Cerebral concussion ใช่หรือไม่ ☐ ☐
    b. คุณมีโรคอื่นนอกจากที่โรคที่ได้กล่าวมาแล้ว เช่น โรคลมชัก (ลมบ้าหมู) โรคของระบบประสาท หรือโรคไต ใช่หรือไม่ ☐ ☐
    c. ปัจจุบันคุณมีโรคหรือภาวะทางการแพทย์ มากกว่าหรือเท่ากับ 2 โรค/ภาวะ ใช่หรือไม่ ถ้าตอบว่าใช่ โปรดระบุ โรคหรือภาวะที่ท่านเป็นอยู่ในปัจจุบัน ..... และชื่อยาหรือการรักษาอื่น ที่ใช้ ☐ ☐
    .....

ไปที่หน้าที่ 4 เพื่อดูคำแนะนำเกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ในปัจจุบันของคุณ พร้อมทั้งลงนามในคำประกาศของผู้เข้าร่วมกิจกรรมทางกาย

3 / 4

ภาพประกอบ 11แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q (3)

ที่มา : สมาคมส่งเสริมความรู้ด้านสุขภาพไทย. (2562). การประเมินความพร้อมในการมีกิจกรรมทางกาย (Physical Activity Readiness Questionnare Plus – PAR-Q+). สืบค้นจาก http://doh.hpc.go.th/bs/issueDisplay.php?id=186&category=A04&issue=Physical%20Activity



แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q +

ถ้าคุณตอบไม่ใช่ในทุกข้อ ของคำถามที่เกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ คุณมีความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกายหรือการออกกำลังกายที่เพิ่มมากขึ้น ให้คุณลงชื่อใน คำประกาศของผู้สมัครเข้าร่วมกิจกรรมทางกาย **(Participant Declaration)**

- แนะนำให้คุณปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกกำลังกายเพื่อแนะนำวิธีการออกกำลังกายที่ปลอดภัยและโปรแกรมการออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพที่สอดคล้องกับปัญหาสุขภาพของคุณ
- แนะนำให้เริ่มออกกำลังกายแบบเบาๆก่อนแล้วค่อยๆเพิ่มความหนักอย่างช้าๆ โดยออกกำลังแบบแอโรบิคที่ความหนักระดับเบาหรือปานกลาง **20-50** นาทีต่อครั้ง อาทิตย์ละ **3-5** วัน รวมถึงการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วย
- ถ้าคุณมีความก้าวหน้าของการออกกำลังกาย คุณควรมีเป้าหมายในการออกกำลังกายด้วยความหนักขนาดปานกลาง สะสมให้ได้ **150** นาทีหรือมากกว่า ต่อสัปดาห์
- ถ้าคุณอายุมากกว่า **45** ปี และไม่ได้ฝึกฝนในการออกกำลังกายที่มีความหนักเป็นประจำ คุณควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายก่อนที่จะสมัครเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายต้องใช้ความหนักที่เพิ่มขึ้น

ถ้าท่านตอบว่าใช่ **1** หรือมากกว่า **1** ข้อ ของคำถามที่เกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ คุณต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมก่อนที่จะไปร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายที่มีหนักเพิ่มขึ้น คุณควรที่จะตอบแบบสอบถามเฉพาะ คือ **ePARmed-X+** ที่ **web site** www.eparmedx.com และ/หรือ ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายที่ผ่านการรับรอง เพื่อช่วยคุณทำแบบสอบถามใน **ePARmed-X+** หรือการค้นหาข้อมูลข่าวสารอื่นๆ

ให้ชะลอการมีกิจกรรมทางกายที่เพิ่มขึ้น ในกรณีที่

- ✓ คุณกำลังป่วยเป็นโรคปัจจุบันที่ไม่ใช่โรคเรื้อรัง เช่น เป็นหวัด หรือมีไข้ โดยให้หายจากหวัดหรือไข้ก่อนจนกว่าอาการดีขึ้น
- ✓ ถ้าคุณกำลังตั้งครรภ์ ให้ปรึกษาแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย หรือให้ตอบคำถามใน **ePAR-X+** www.eparmedx.com ก่อนเพื่อที่จะให้คำแนะนำการมีกิจกรรมทางกายที่เหมาะสมก่อนจะเพิ่มกิจกรรมทางกาย
- ✓ ถ้าคุณมีการเปลี่ยนแปลงของสุขภาพ ให้ตอบคำถามในหน้า 3-4 หรือปรึกษาแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย ก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายตามโปรแกรมที่เคยได้รับ

คุณควรถ่ายรูป **PAR-Q** ทั้ง **4** หน้า และไม่อนุญาตให้มีการเปลี่ยนแปลงคำตอบที่ได้ตอบก่อนหน้า ถ้ามีข้อสงสัยในการใช้ **PAR-Q+** หรือ **ePARMed-X** ภายหลังที่คุณได้ตอบแบบสอบถาม ให้ปรึกษาแพทย์ ก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกาย/ออกกำลังกาย

คำประกาศของผู้เข้าร่วมกิจกรรมทางกาย **(Participant Declaration)**

- ทุกท่านที่ได้ตอบแบบสอบถาม **PAR-Q+** จนครบทุกข้อ โปรดลงนามในคำประกาศด้านล่าง
- ผู้ที่ยังไม่บรรลุนิติภาวะตามกฎหมาย ต้องได้รับคำยินยอมจาก พ่อแม่ ผู้ปกครอง และร่วมลงนามในประกาศนี้ด้วย

ข้าพเจ้า ผู้ซึ่งลงนามในคำประกาศนี้ ได้อ่าน เข้าใจ และได้ตอบคำถามทั้งหมดอย่างเต็มใจ และตระหนักเป็นอย่างดีว่า คำประกาศนี้สามารถใช้ได้ภายใน **12** เดือนนับจากวันที่ได้ทำแบบสอบถาม และจะไม่มีผลในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของเงื่อนไข ข้าพเจ้ายินยอมที่จะให้ ผู้จัด/ ศูนย์ฝึกกิจกรรมทางกาย ได้สำเนาเอกสารนี้เก็บไว้อีกฉบับ โดยผู้จัด/ศูนย์ฝึก ต้องไม่นำข้อมูลไปเปิดเผยและรักษาความลับตามที่กฎหมายกำหนด

ชื่อ ..... ลายเซน ..... วันที่ .....

พยาน ..... ลายเซนของพ่อแม่/ผู้ปกครอง ..... (กรณีที่ยังไม่บรรลุนิติภาวะ)

4 / 4

ภาพประกอบ 12 แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q (4)

ที่มา : สมาคมส่งเสริมความรู้ด้านสุขภาพไทย. (2562). การประเมินความพร้อมในการมีกิจกรรมทางกาย (Physical Activity Readiness Questionnare Plus – PAR-Q+). สืบค้นจาก http://doh.hpc.go.th/bs/issueDisplay.php?id=186&category=A04&issue=Physical%20Activity

ภาคผนวก ง

หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัย

MF-04-version-2.0
วันที่ 18 ต.ค. 61

หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและใบยินยอม

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC-G- 334/2563E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: ผลของการฝึกแบบควบคู่และการฝึกแบบผสมที่มีต่อความแข็งแรงสูงสุดพลังความเร็วและการใช้ออกซิเจนสูงสุดในนักกีฬาฟุตซอล

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นาย ณรงค์ฤทธิ์ ละมั่งทอง

สังกัด: คณะพลศึกษา

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

เอกสารที่พิจารณาทบทวน

1. แบบเสนอโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 9 พฤศจิกายน 2563
2. โครงร่างการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 9 พฤศจิกายน 2563
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 9 พฤศจิกายน 2563
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 9 พฤศจิกายน 2563

(ลงชื่อ).....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทันตแพทย์หญิงณปภา เอี่ยมจิรกุล)
กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....
(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E/G-334/2563
วันที่ให้การรับรอง : 09/12/2563
วันหมดอายุใบรับรอง : 09/12/2564

ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ผู้ช่วยศาตราจารย์ถาวร กมุทศรี รักษาการแทนรองคณบดี วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
2. ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.มาริสา ภูมิภาค ณ หนองคาย ผู้อำนวยการศูนย์ส่งเสริมวัฒนธรรมและการกีฬา มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
3. ดร.วรเชษฐ์ จันติยะ อาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ณรงค์ฤทธิ์ ละมั่งทอง
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2542 จบการศึกษาประถมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาล 2 วัดโพธิ์ ฉะเชิงเทรา พ.ศ. 2545 จบการศึกษาประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเทศบาล 2 วัดโพธิ์ ฉะเชิงเทรา พ.ศ. 2548 จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนวัดเปี่ยมนิโครธาราม ฉะเชิงเทรา พ.ศ. 2551 จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา พ.ศ. 2558 จบการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ) มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ที่อยู่ปัจจุบัน	71 หมู่ 10 ตำบลบางยาง อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี 25150