



การเปรียบเทียบการฝึกด้วยความหนักสูงแบบหนักสลับช่วงและแบบใช้พลัง
ที่มีผลต่อการใช้ออกซิเจนหลังการออกกำลังกาย
COMPARISON OF HIIT AND HIPT ON OXYGEN CONSUMPTION

เศวตฉัตร วันนา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2562

การเปรียบเทียบการฝึกด้วยความหนักสูงแบบหนักสลับช่วงและแบบใช้พลัง
ที่มีผลต่อการใช้ออกซิเจนหลังการออกกำลังกาย



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

COMPARISON OF HIIT AND HIPT ON OXYGEN CONSUMPTION



SAWETTACHAT WANNA

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

2019

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การเปรียบเทียบการฝึกด้วยความหนักสูงแบบหนักสลับช่วงและแบบใช้พลัง
ที่มีผลต่อการใช้ออกซิเจนหลังการออกกำลังกาย
ของ
เพศชาย วัยหนุ่ม

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก	 ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิฑิต มิตรานันท์)	(รองศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์เกียรติ เทียนทอง)
	 กรรมการ
	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ปิปปทุม)

ชื่อเรื่อง	การเปรียบเทียบการฝึกด้วยความหนักสูงแบบหนักสลับช่วงและแบบใช้พลังที่มีผลต่อการใช้ออกซิเจนหลังการออกกำลังกาย
ผู้วิจัย	เสวตฉัตร วันนา
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิทิต มิตรานนท์

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบการฝึกด้วยความหนักสูงแบบหนักสลับช่วงและแบบใช้พลังที่มีผลต่อการใช้ออกซิเจนหลังการออกกำลังกาย (Comparison of HIIT and HIPT on Oxygen consumption) เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่มีสุขภาพดี จำนวน 30 คน สุขภาพแข็งแรง ไม่มีอาการบาดเจ็บและข้อจำกัดในการทำการศึกษา คัดเลือกโดยการสุ่มแบบง่าย (Sample Random) ทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระบบแอโรบิก ระบบแอนแอโรบิก การใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกายและพลังของกล้ามเนื้อ หลังจากนั้นฝึกโปรแกรม HIPT โปรแกรม HIIT และการฝึกแบบปกติ เพื่อเปรียบเทียบการฝึกด้วยความหนักสูงแบบหนักสลับช่วงและแบบใช้พลังที่มีผลต่อการใช้ออกซิเจนและพลังของกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย ผลการวิจัย พบว่า ภายหลังจากการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยโปรแกรมการฝึกแบบ HIPT, HIIT และแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีสุขภาพที่ดีขึ้น ไม่ว่าจะเป็นน้ำหนักตัวเฉลี่ย ค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย ร้อยละไขมันในร่างกายเฉลี่ย มีค่าลดลง รวมทั้งมวลกล้ามเนื้อเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ทั้งนี้หลังการฝึกแบบ HIIT กลุ่มตัวอย่างมีการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกายมากกว่าการฝึกแบบ HIPT เมื่อพิจารณาจากความหนักของการฝึกพบว่า การฝึกแบบ HIIT มีค่าความหนักที่สูงกว่า ทำให้การใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกายมากกว่า ส่วนการใช้ออกซิเจนสูงสุดของการฝึกแบบ HIPT มากกว่าการฝึกแบบ HIIT ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อ (Power) ของทั้งสามกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน

คำสำคัญ : HIIT, HIPT, การใช้ออกซิเจนหลังออกกำลังกาย, พลังของกล้ามเนื้อ

Title	COMPARISON OF HIIT AND HIPT ON OXYGEN CONSUMPTION
Author	SAWETTACHAT WANNA
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2019
Thesis Advisor	Assistant Professor dr. Witid Mittranun

The purposes of this study were to compare HIIT and HIPT on oxygen consumption. This research used the experimental research method. The population of this research consisted of 30 healthy people, without limitations in their studies. The sampling was conducted by the Simple Random Method. This experiment tested the maximum volume of oxygen consumption (Vo_{2max}), aerobic, anaerobic, excess post-exercise oxygen consumption (EPOC) and power. The subjects were trained in HIPT, HIIT and regular programs to compare EPOC and Vo_{2Max} . The results of this study revealed that training with the exercise program using HIPT, HIIT and regular programs, all subjects had better health, including weight loss, BMI, a decrease in body fat and an increase in muscle mass. After the HIIT training, the subjects used more oxygen after exercise than HIPT training. Considering the intensity of the training, it was found that HIIT training had a higher intensity and more excess post-exercise oxygen consumption (EPOC). The maximum volume of oxygen consumption (Vo_{2max}) of HIPT training was higher than HIIT training (.05) and the power of the three programs combined was no different.

Keyword : HIIT, HIPT, Vo_{2Max} , Power

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสามารถจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิฑิต มิตรานันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด จนงานวิจัยเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ พี่ชาย และภรรยา ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ สนับสนุนทุน และส่งเสริมในเรื่องต่าง ๆ รวมทั้งเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ขอบคุณสมาชิกที่เข้าร่วมโครงการ ที่ช่วยสละเวลาในการเข้าร่วมการฝึกการออกกำลังกายในงานวิจัยชิ้นนี้ และให้ความร่วมมือตลอดระยะเวลาดำเนินการ

สุดท้ายขอขอบคุณ เด็กหญิงปณทริกา วันนา ที่เป็นกำลังใจ แรงผลักดัน และเป็นแรงบันดาลใจให้การทำงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เศวตฉัตร วันนา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญรูปภาพ	ฐ
บทที่ 1 ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ขอบเขตการศึกษา.....	3
ตัวแปรที่ศึกษา	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
ข้อตกลงเบื้องต้น	4
กรอบแนวคิด	5
สมมุติฐานในการวิจัย	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
การทำงานของกล้ามเนื้อ.....	7
ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด	10
การใช้ออกซิเจนส่วนเกินหลังจากการออกกำลังกาย	12
หลักในการออกกำลังกาย.....	15
หลักการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดและพลัง	17

หลักความก้าวหน้าในการฝึกความแข็งแรง (Progressive Principle)	19
งานวิจัยในประเทศ	20
งานวิจัยต่างประเทศ	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	29
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	29
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	31
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	31
การเก็บรวบรวมข้อมูล	32
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	34
บทที่ 4 ผลการวิจัย	35
ส่วนที่ 1 แสดงข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง	35
ส่วนที่ 2 ทดสอบสมมุติฐาน	41
บทที่ 5 สรุปผลและอภิปราย	65
1. สรุปผลการวิจัย	65
2. อภิปรายผล	71
3. ปัญหาและอุปสรรค	73
บรรณานุกรม	74
ภาคผนวก	78
ประวัติผู้เขียน	96

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ค่ามาตรฐานความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของประชาชนไทยเพศชาย (มิลลิลิตร/ กิโลกรัม/ นาที)	11
ตาราง 2 ค่ามาตรฐานความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของประชาชนไทยเพศหญิง (มิลลิลิตร/ กิโลกรัม/ นาที) (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2543)	11
ตาราง 3 จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	30
ตาราง 4 แสดงจำนวนและเพศ ร้อยละ (%) ของกลุ่มตัวอย่าง	35
ตาราง 5 แสดงข้อมูล อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ร้อยละไขมันในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ ระบบแอโรบิก (Aerobic) ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย(EPOC) และ พลังของกล้ามเนื้อ (Power)	36
ตาราง 6 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระบบแอโรบิก (Aerobic) จำแนกตามระบบ การ ฝึก	41
ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหาร กล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) จำแนกตามระบบการฝึก	42
ตาราง 8 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่น กล้ามเนื้อขา (1RM Squat) จำแนกตามระบบการฝึก	43
ตาราง 9 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่ มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) โดยใช้สถิติ POST-HOC Test ของ Least-Significant Different (LSD) จำแนกตามระบบการฝึก	43
ตาราง 10 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่น กล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) จำแนกตามระบบการฝึก	44
ตาราง 11 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อ หลัง (1RM Deadlift) จำแนกตามระบบการฝึก	45

ตาราง 12 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังของกล้ามเนื้อ (POWER) จำแนกตามระบบการฝึก.....	46
ตาราง 13 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) จำแนกตามระบบการฝึก.....	46
ตาราง 14 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระบบแอโรบิก (Aerobic) จำแนกตามระบบการฝึก	47
ตาราง 15 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของระบบแอโรบิก (Aerobic) โดยใช้สถิติ POST-HOC Test ของ Least-Significant Different (LSD) จำแนกตามระบบการฝึก.....	48
ตาราง 16 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) จำแนกตามระบบการฝึก	49
ตาราง 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) จำแนกตามระบบการฝึก	49
ตาราง 18 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนขา (1RM Squat) โดยใช้สถิติ POST-HOC Test ของ Least-Significant Different (LSD) จำแนกตามระบบการฝึก	50
ตาราง 19 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) จำแนกตามระบบการฝึก	51
ตาราง 20 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) จำแนกตามระบบการฝึก	52
ตาราง 21 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังของกล้ามเนื้อ (POWER) จำแนกตามระบบการฝึก.....	52
ตาราง 22 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) จำแนกตามระบบการฝึก.....	53
ตาราง 23 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) โดยใช้สถิติ POST-HOC Test ของ Least-Significant Different (LSD) จำแนกตามระบบการฝึก.....	54

ตาราง 24 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	55
ตาราง 25 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	56
ตาราง 26 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	56
ตาราง 27 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	57
ตาราง 28 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM deadlift) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) .	58
ตาราง 29 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ(Power)จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	58
ตาราง 30 แสดงการเปรียบเทียบผลของระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย(EPOC)จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	59
ตาราง 31 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	60
ตาราง 32 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press)จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	61
ตาราง 33 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	61
ตาราง 34 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	62

ตาราง 35 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) .	63
ตาราง 36 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ(Power)จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	63
ตาราง 37 แสดงการเปรียบเทียบผลของระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT).....	64



สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 $EPOC(t) = f(EPOC(t-1), \text{exercise_intensity}(t), \Delta t)$. (1) (Saalasti, 2003) . 13

ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการวิจัย 33



บทที่ 1

ภูมิหลัง

การออกกำลังกายในปัจจุบันมีรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น โดยมีจุดเด่นของแต่ละโปรแกรมที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งนอกจากการออกกำลังกายที่เน้นพัฒนารูปร่างแล้ว การหันมาให้ความสำคัญในเรื่องของสมรรถภาพทางด้านร่างกาย เช่น การออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่พัฒนาระบบหัวใจ ปอดและหลอดเลือดให้ทำงานร่วมกันในระหว่างการออกกำลังกาย ซึ่งมีรายงานว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิก 2 ครั้งต่อสัปดาห์สามารถเพิ่มยีนส์ Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha (PPARGC1A) ได้ ซึ่งเป็นยีนที่กระตุ้นการทำงานของไมโทคอนเดรีย (Joven, 2013) โดยกระตุ้นผ่านการแสดงออกของยีนส์ที่เกี่ยวข้องในการผลิตโปรตีน PGC1ALPHA (Sadegh, 2020) ช่วยให้การเผาผลาญออกซิเจนเพิ่มขึ้น เพิ่มขีดความสามารถในการออกกำลังกาย เช่น เพิ่มอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ซึ่งสามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการใช้ออกซิเจนเพื่อเผาผลาญอาหารเป็นพลังงานให้กับกล้ามเนื้อ (Aerobic metabolism) ในช่วงของการออกกำลังกาย (Ahmad & Maruful Kahri, 2020) มีส่วนช่วยให้มีสุขภาพที่ดีขึ้นและถึงเป้าหมายได้เร็วมากขึ้น โดยตัวอย่างของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ได้แก่ การเดิน การวิ่ง การปั่นจักรยาน การว่ายน้ำ และการกีฬาเช่น เทนนิสและบาสเก็ตบอล เป็นต้น

โปรแกรมการฝึกที่ได้ยอมรับกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันคือโปรแกรม High intensity interval training (HIIT) โดยได้รับความนิยมอันดับที่ 1 ในปี 2018 จากการสำรวจความนิยมการออกกำลังกายจากทั่วโลก (Thompson WR, 2018) ซึ่งรูปแบบการฝึกแบบหนักสลับเบาโดยใช้ระยะเวลาการฝึกความเข้มข้นสูงอยู่ที่ 5 วินาทีจนถึง 8 นาที ใช้ความหนักอยู่ที่ 80-95% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด สลับกับช่วงพัก (Krustrup, 2005) HIIT เป็นหนึ่งในโปรแกรมการฝึกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบหัวใจและระบบไหลเวียนเลือดมากกว่าโปรแกรมการฝึกแบบต่อเนื่อง 60% ทั้งในผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Mitranun, 2012) คนทั่วไป (Todd, 2012) และนักกีฬา (Sperlich B et al., 2011) มีผลต่อการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ของผู้ที่ออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญ (Nejmeddine, 2014) อีกทั้งการฝึกแบบ HIIT นั้นส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของระบบแอโรบิกและระบบแอนแอโรบิก ความดันโลหิตที่ดีขึ้น (Fergal G et al., 2018) ระบบหัวใจและหลอดเลือดดีขึ้น (Chin, 2020) เพิ่มอัตราการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (Epoc) (ACSM, 2014) ความไวของอินซูลินซึ่งจะช่วยให้การใช้กลูโคสเป็นพลังงานของกล้ามเนื้อที่ดีขึ้น ระดับคอเลสเตอรอล ไชมันในช่องท้องและน้ำหนักของร่างกายที่เหมาะสม (Menz, 2016)

การออกกำลังกายในรูปแบบ HIIT นั้น ยังส่งผลต่อ PGC 1 Alpha เป็นโปรตีนที่ถูกกระตุ้นโดยยีนส์ทำให้การทำงานของไมโทคอนเดรียเพิ่มมากยิ่งขึ้น (Ferenc, 2019) นอกจากนั้นยังเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังของกล้ามเนื้อ (Power) (ACSM, 2011 โดย Fajrin (2018) ได้ศึกษาผลการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของพลัง ความเร็ว และความคล่องตัว โดยได้ทำการออกแบบโปรแกรมและทำการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลปรากฏว่าพลังของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น 15.9% ความเร็วเพิ่มขึ้น 5.9% และความคล่องตัวเพิ่มขึ้น 6.3% ซึ่งผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีการความคล้ายคลึงกับ Chu (2013) ที่ได้กล่าวถึงพลังระเบิดแบบ Plyometric สามารถเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อได้

โปรแกรมการออกกำลังกายแบบ CROSSFIT หรือเรียกการออกกำลังกายแบบ High intensity power training (HIPT) การออกกำลังกายชนิดนี้เป็นรูปแบบการฝึกผสมผสานระหว่างการฝึกแบบ HIIT กับการฝึกพลังของกล้ามเนื้ออย่างหนัก รูปแบบดังกล่าวใช้ระยะเวลาการฝึกที่สั้น มีความเข้มข้นของการฝึกสูง (Joondeph, 2013; Glassman, 2011) ซึ่งในรูปแบบของการฝึกและระดับในการฝึกนั้นจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาการออกกำลังกาย อายุ และวิธีการดำเนินชีวิต (Thompson WR, 2018) และแบ่งการฝึกเป็นช่วงของการอบอุ่นร่างกายแบบ HIIT และช่วงของการฝึกแบบพลังของกล้ามเนื้อโดยใช้รูปแบบการฝึก weight training ฝึกแบบขึ้นบันได ใช้ความหนักอยู่ที่ 60-85% ของ 1RM มีรูปแบบการออกกำลังกายที่มีความแตกต่างกันกับ HIIT โดยนำมาผสมผสานการออกกำลังกายแบบพลังของกล้ามเนื้อ (Power) (Feito, 2018) ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อได้ดีมากยิ่งขึ้น โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาแบบพลังของกล้ามเนื้อ (HIPT) นั้นเป็นการฝึกกระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วผ่าน Motor Unit เพื่อให้ทุกกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับท่าของการฝึกนั้นทำงานด้วยแรงสูงสุดในเวลาเดียวกัน โดยเป็นการฝึกกล้ามเนื้อซ้ำๆจนเกิดการเรียนรู้ซึ่งทำให้พลังของกล้ามเนื้อและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น (Trzaskoma, Tihanyi, & Trzaskoma, 2010) Dong-Hun (2015) ได้กล่าวว่ารูปแบบการฝึกแบบ Crossfit ที่มีความเข้มข้นของการฝึกที่สูงจะใช้รูปแบบของ HIPT แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการฝึกนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ของการออกกำลังกาย เพิ่มสัดส่วนของร่างกาย (Body composition) (Butcher, 2015) และระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจน หลังจากการออกกำลังกายหรือเรียกว่า Excess post exercise oxygen consumption; EPOC (Michael, 2013) เป็นระบบที่ช่วยให้เกิดการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (Epoc) จะช่วยให้เกิดการเผาผลาญพลังงานเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งจะช่วยกระตุ้นการใช้พลังงานในผู้ที่ออกกำลังกายให้มีประสิทธิภาพได้ดีมากยิ่งขึ้นด้วย (ACSM, 2011) ช่วยให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

เพิ่มขึ้น (Bosquet, 2010) และรูปแบบการฝึกแบบ weight training ยังส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของกล้ามเนื้อซึ่งจะช่วยในการทำงานของไมโทคอนเดรียกระตุ้น PGC1ALPHA เพื่อเพิ่มระบบการเผาผลาญพลังงาน (Thomas, 2017) รูปแบบของการฝึกที่ใช้พลังงานของกล้ามเนื้อนั้นยังช่วยให้เพิ่มความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อในนักกีฬา (Lesinski, 2020) และยังช่วยให้นักกีฬาสามารถปรับตัวให้เข้ากับโปรแกรมของการฝึกกีฬาในแต่ละประเภทได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Gerald et al., 2020) นอกจากนี้ยังเพิ่มความแข็งแรงให้กับผู้สูงอายุโดย Stephen (2020) ได้ศึกษาการฝึกโดยใช้พลังของกล้ามเนื้อในรูปแบบแรงและเร็ว ซึ่งสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ในผู้สูงอายุ แต่รูปแบบโปรแกรม HIPT นี้จะใช้ฝึกในบุคคลที่มีความแข็งแรงและมีการฝึกเป็นประจำแล้วเท่านั้น ซึ่งยังไม่มีรายงานการศึกษารูปแบบการฝึกที่นำมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพของระบบแอโรบิก ระบบแอนแอโรบิก และ Epoc ที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่มีสุขภาพดีและบุคคลทั่วไป อีกทั้งยังไม่มีรายงานการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการฝึก HIIT และ HIPT อย่างแน่ชัด

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการฝึกในรูปแบบ HIIT และ HIPT ที่จะส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายประกอบไปด้วยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ การใช้ออกซิเจนสูงสุด และการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกายของผู้ที่มีสุขภาพดี อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการสร้างโปรแกรมฝึกที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่มีสุขภาพดีต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลการฝึกแบบหนักสลับเบา (HIIT) และการฝึกแบบหนักสลับเบาโดยใช้พลัง (HIPT) ที่มีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) และ พลังของกล้ามเนื้อ (Muscle Power)

ขอบเขตการศึกษา

ประชากรที่ศึกษา เป็นผู้ที่มาออกกำลังกายในฟิตเนสที่สโมสรทหารบก(วิภาวดี) จำนวน 950 คน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้ที่มีสุขภาพดี ที่มาออกกำลังกายในฟิตเนสที่สโมสรทหารบก(วิภาวดี) จำนวน 30 คน ไม่มีอาการบาดเจ็บ และข้อจำกัดในการทำการศึกษาคัดเลือกโดยการสุ่มแบบง่าย (Sample random) จากการทดสอบสมรรถภาพ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ฝึกโปรแกรม HIPT กลุ่มที่ฝึกโปรแกรม HIIT และกลุ่มควบคุม

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ โปรแกรมการฝึก HIPT และโปรแกรมการฝึก HIIT

ตัวแปรตาม VO2MAX EPOC และ Power

นิยามศัพท์เฉพาะ

High intensity interval training (HIIT) หมายถึง รูปแบบการฝึกแบบหนักสลับเบาโดยใช้ระยะเวลาการฝึกความเข้มข้นสูงอยู่ที่ 5 วินาทีจนถึง 8 นาทีใช้ความหนักอยู่ที่ 80-95% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ACSM (2019)

High intensity power training (HIPT) หมายถึง รูปแบบการฝึกผสมผสานระหว่างการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) กับพลังของกล้ามเนื้อ โดยการแบ่งเป็นการอุ่นร้อน(Warm up) ฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) ช่วงที่สองฝึกแบบพลังของกล้ามเนื้อโดยใช้รูปแบบการฝึก weight training ฝึกแบบขึ้นบันได ใช้ความหนักอยู่ที่ 60-85% ของ 1RM Michael M (2013)

Excess post-exercise oxygen consumption (Epoc) หมายถึง ปริมาณ การใช้ ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย มีหน่วยเป็น Litre (ACSM, 2019)

1 Repetition Maximum (1RM) หมายถึง น้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถยก ดึง หรือดัน ได้อย่างถูกต้องเพียง 1 ครั้งมีหน่วยเป็นกิโลกรัม (Kg)

Muscle Power หมายถึง ความสามารถของพลังกล้ามเนื้อที่สามารถออกแรงได้อย่างรวดเร็วและรุนแรงเพียง 1 ครั้งมีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ผู้เข้าร่วมการทดลองต้องสมัครใจเข้าร่วมการทดลองโดยมีเกณฑ์การคัดเลือกโดย

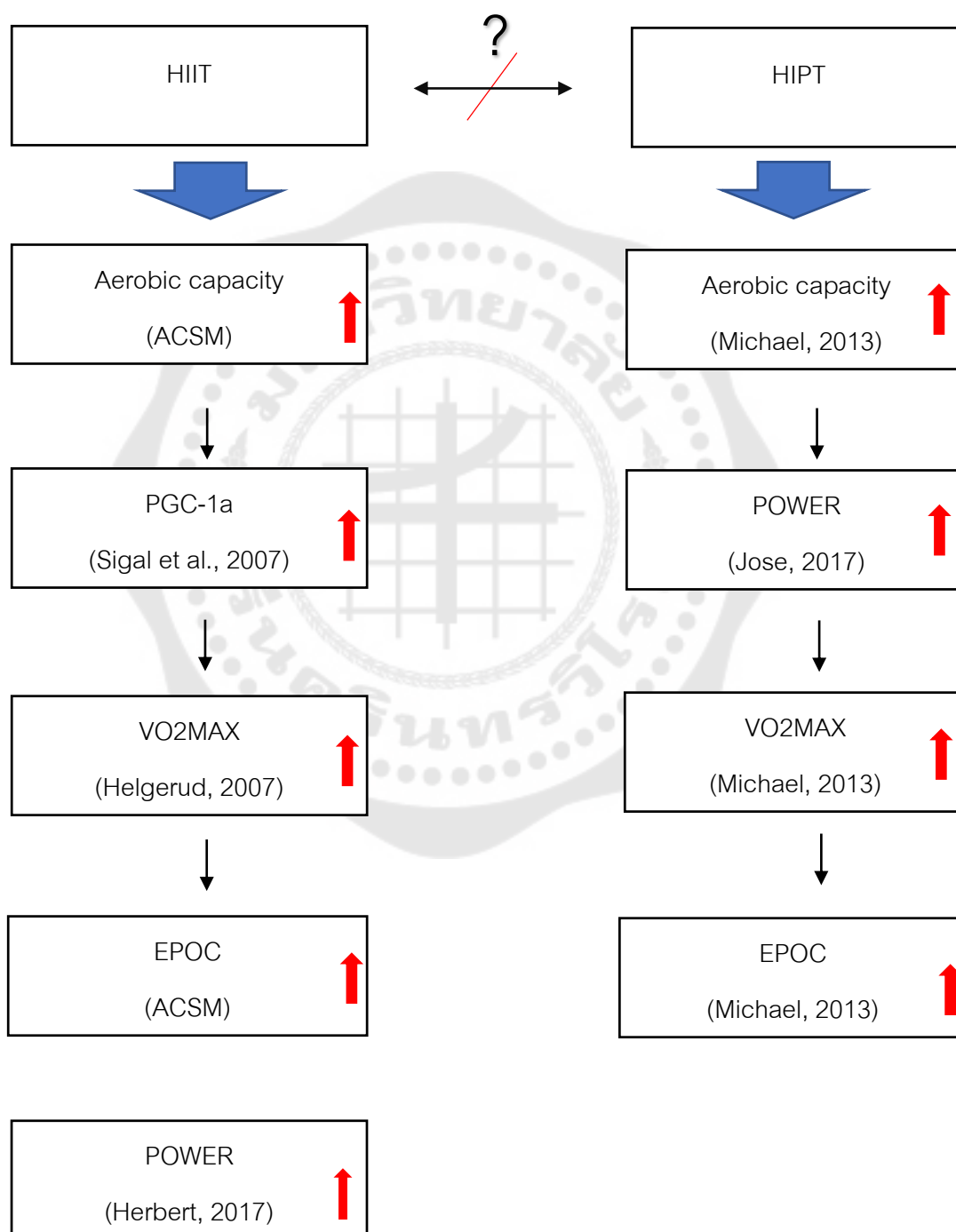
1.1 กลุ่มที่ออกกำลังกายในฟิตเนสที่สโมสรทหารบกมีสุขภาพดีและออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมออย่างน้อย 3 เดือนออกกำลังกายอย่างน้อย 2 ครั้งต่อสัปดาห์ มีอายุระหว่าง 20-40 ปี เพศชายและเพศหญิง

1.2 ไม่มีภาวะของโรคเบาหวาน โรคความดันสูง โรคระบบหัวใจและระบบไหลเวียนเลือด และโรคที่แพทย์วินิจฉัยว่าห้ามออกกำลังกาย

2. ผู้เข้าร่วมการทดลองจะได้รับค่าชี้แจงขั้นตอนต่าง ๆ ของการดำเนินงานวิจัย และผู้เข้าร่วมการทดลองต้องลงชื่อในใบยินยอมของผู้เข้าร่วมในงานวิจัยก่อนเข้าร่วมการทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ที่ทำการศึกษาไม่สามารถควบคุมเรื่องอาหาร การพักผ่อนและการ
ปฏิบัติตนในชีวิตประจำวัน ก่อนเข้าโปรแกรมการฝึกของผู้เข้าร่วมการทดลอง

กรอบแนวคิด



สมมุติฐานในการวิจัย

1. ผลการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) และการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) ที่มีผลต่อ ระบบแอโรบิก (Aerobic) ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) และพลังของกล้ามเนื้อ (Muscle Power) ของบุคคลที่มีสุขภาพดี

2. ผลการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) และการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) ที่มีผลต่อ ระบบแอโรบิก (Aerobic) ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) และ พลังของกล้ามเนื้อ(Muscle Power)ของบุคคลที่มีสุขภาพดีแตกต่างกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.บุคคลที่มีสุขภาพดีมีระบบแอโรบิก (Aerobic) ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) และ พลังของกล้ามเนื้อ (Muscle Power) ดีขึ้น

2.สามารถใช้โปรแกรม High intensity interval training (HIIT) และการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) ร่วมกับโปรแกรมการออกกำลังกายแบบปรกติ

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยกำหนดเนื้อหาต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีและหลักการ
 - 1.1 การทำงานของกล้ามเนื้อ
 - 1.2 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด
 - 1.3 การใช้ออกซิเจนส่วนเกินหลังจากการออกกำลังกาย
2. หลักในการออกกำลังกาย
 - 2.1 หลักการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดและพลัง
 - 2.2 หลักความก้าวหน้าในการฝึกความแข็งแรง (Progressive Principle)
 - 2.3 หลักในการฝึกแบบหนักสลับเบา
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 3.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การทำงานของกล้ามเนื้อ

ร่างกายของเราประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อหลายร้อยมัด การเคลื่อนไหวของร่างกายจะเป็น การทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อหลายมัดประสานสัมพันธ์กัน การเคลื่อนไหวโดยทั่วไปจะมีกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ คือ

1. Agonist muscle / Prime moves คือกล้ามเนื้อหลักที่มีการหดตัวเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวข้อต่อ ทำให้ร่างกายมีการเคลื่อนไหวในท่าทางต่าง ๆ และมีการเคลื่อนที่
2. Synergist muscle คือกล้ามเนื้อที่หดตัวเพื่อช่วยกล้ามเนื้อหลักหรือกล้ามเนื้อเสริม กล้ามเนื้อกลุ่มนี้ไม่ใช้กล้ามเนื้อกลุ่มแรกในการหดตัวตอบสนองในท่าทางนั้น ๆ
3. Antagonist muscle คือกลุ่มกล้ามเนื้อมัดตรงข้ามกับกลุ่มกล้ามเนื้อหลัก จะคลายตัวเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหว ทำหน้าที่เคลื่อนไหวข้อต่อในทิศทางตรงข้ามกลุ่มกล้ามเนื้อหลักเพื่อสร้างความสมดุลของแรง
4. Stabilizer muscle คือกลุ่มกล้ามเนื้อที่ช่วยรักษาสมดุลของการเคลื่อนไหวนั้นให้แม่นยำถูกต้อง โดยการหดตัวเพื่อยึดหรือประคองอวัยวะส่วนนั้นไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่ (วิทยาสตร การกีฬาเพื่อสุขภาพทางกาย มณนิพร รัชษ์บำรุง, น. 267-269)

การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะแบ่ง ออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ (Dick, 2002)

1. ความแข็งแรงสูงสุด (Maximum Strength)
2. ความแข็งแรงแบบยืดหยุ่น (Elastic Strength)

3. ความแข็งแรงแบบทนทาน (Strength Endurance) การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะใช้แรงต้าน (Resistance) ในการฝึกเป็นสำคัญเพื่อเพิ่ม ความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อโดยอาศัยหลักการ Overload Principle

หลักการฝึกกล้ามเนื้อ สำหรับผู้ที่ต้องการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นในขั้นแรก ผู้ฝึกจะต้องหาแรงต้านทาน หรือน้ำหนักที่สามารถยกได้เพียงครั้งเดียว 1 RM (Repetition Maximum) ในทำนองเดียวกันแรง ต้านทานหรือน้ำหนักที่สามารถยกได้ 15 ครั้ง เราเรียกว่า 15 RM ถ้าฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ความหนักของงานจะอยู่ที่ใกล้เคียงกับ 1 RM คือตั้งแต่ 80-100% ของ 1 RM จำนวนครั้งของการยกจะอยู่ที่ 1-6 ครั้ง แต่ถ้าต้องการฝึกเพื่อเพิ่ม ขนาดของกล้ามเนื้อความหนักของงานจะอยู่ที่ 70 - 80 % ของ 1 RM จำนวนครั้งตั้งแต่ 8 - 12 ครั้ง เทคนิคง่าย ๆ ในการหาน้ำหนักเพื่อเริ่มต้นสร้างความแข็งแรงคือท่า bench press ใช้น้ำหนักร้อยละ 30 ของน้ำหนักตัว ท่า leg extension ใช้น้ำหนักร้อยละ 20 ของน้ำหนักตัว ท่า leg flexion ใช้น้ำหนักร้อยละ 10 - 15 ของน้ำหนักตัว ท่า leg press ใช้น้ำหนักร้อยละ 50 ของน้ำหนักตัวในแต่ละท่าสามารถยกได้ถึง 10 RM ให้เพิ่มน้ำหนักขึ้นอีก แต่ถ้าทำได้ไม่ถึงให้ลด น้ำหนักลงมา (Burnett, 1996) การหาค่า 1 RM อย่างละเอียดนั้นได้กล่าวไปแล้วในบท ที่ว่าด้วยหลักวิทยาศาสตร์การกีฬาของการออกกำลังกายในปัจจุบันนั้นจะมีวิธีการใหญ่ ๆ อยู่ 2 วิธีคือ

1. Weight Training การฝึกโดยใช้น้ำหนักเป็นแรงต้าน การฝึกแบบนี้จะให้ความแข็งแรง (Strength) และ พลัง (Power)

2. Body Weight ที่ได้เคยกล่าวถึงไปแล้วในเรื่องการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ

3. Plyometric คือการออกกำลังกายที่มุ่งเน้นการหดและคลายตัวของ กล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวอย่างฉับพลัน ซึ่งมีลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อแบบ Eccentric ต่อเนื่องด้วย Concentric มีหลายรูปแบบเช่น

- การกระโดด (Jumping)
- การกระโดดลงเข่าย่อตัว (Depth jump)
- การกระดอน (Bounding)
- การกระโดดเขย่ง (Hopping)
- การกระโดดแล้วหยุดอยู่กับที่ (Drop jump)

ในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ผลบรรลุเป้าหมายการปฏิบัติจะต้องทำอย่างมีขั้นตอน จะต้องเหมาะสมการออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายก็เช่นเดียวกันถ้าทำน้อยเกินไปก็จะไม่เกิดประโยชน์ แต่ถ้าทำมากเกินไปก็จะเป็นผลเสียต่อร่างกาย หรือถ้าปฏิบัติข้ามขั้นตอนก็จะไม่เกิดประโยชน์เช่นเดียวกันในการออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายมีหลักการทั่ว ๆ ไปคือ (Bryant, 2014)

1. หลักการใช้ความหนักมากกว่าปกติ (Overload Principle) ในการออกกำลังกาย นั้น จะต้องมีความหนักเพื่อที่จะกระตุ้นอวัยวะต่างๆในร่างกายส่วนที่ใช้ฝึกให้ได้ทำงานมากกว่าภาวะปกตินั่นเอง การใช้ความหนักมากกว่าปกติอย่างมีหลักเกณฑ์มีขั้นตอนทำให้ร่างกายหรืออวัยวะส่วนนั้นพัฒนาขึ้นเช่น ปกติวิ่งวันละ 3 กิโลเมตร โดยไม่รู้ล้าเมื่อล้า หลักของการใช้ความหนักมากกว่าปกติจะต้องมากกว่า 3 กิโลเมตร ขึ้นไปเรื่อย ๆ เพื่อให้ร่างกายได้ปรับตัวต่อความหนักที่เพิ่มขึ้นเรื่อย

2. หลักการเพิ่มความหนักเพิ่มขึ้นอย่างเป็นขั้นตอน (Principle Progression) เป็นขั้นตอนต่อเนื่องจาก Overload Principle ในการเพิ่มความหนัก จะเพิ่มขึ้นตามใจชอบไม่ได้ เพราะอาจเกิด ผลเสียทำให้ไม่พัฒนาและอาจจะเกิดการบาดเจ็บได้ในการเพิ่มขึ้นนั้นจะต้องเพิ่มขึ้นอย่างมีขั้นตอนและเหมาะสมกับระยะเวลา การปรับเปลี่ยนความหนัก ความบ่อยและระยะเวลาในการฝึกสามารถ ปรับได้ทั้ง 3 อย่าง ซึ่งถ้าปรับได้ทั้งอย่างใดอย่างหนึ่งก็จะทำให้ความหนัก ของงานในการฝึก เปลี่ยนแปลงไป ในการเพิ่มความหนักควรค่อยๆ เพิ่มขึ้นเพื่อป้องกันการล้าของร่างกาย และควรมีวันพักให้ร่างกายได้ฟื้นฟูสภาพจากอาการเหน็ดเหนื่อย และซ่อมแซมส่วนที่สึกหลอ

3. หลักการออกกำลังกายแบบเฉพาะเจาะจง (Specific of Exercise) ในการออกกำลังกาย นั้นโปรแกรมการออกกำลังกายเพียงโปรแกรมเดียวจะไม่สามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายได้ทุกด้าน ฉะนั้นในการออกกำลังกายจึงมีความจำเป็นจะต้องจัดโปรแกรมแบบเฉพาะเจาะจงสำหรับ สมรรถภาพทางกายด้านนั้นหรือจัดโปรแกรมการออกกำลังกายเฉพาะส่วนหรือเฉพาะอวัยวะที่ต้องการเสริมสร้างนั้น ๆ

4. หลักการของฟื้นฟูสภาพ (Principle of Recuperation) ในการออกกำลังกาย จะทำให้เกิดอาการเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้ายิ่งกว่านั้นจะทำให้เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อเกิดการฉีกขาดในช่วงที่มีการพักก็จะเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ทำให้ร่างกายฟื้นฟูจากอาการเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าทำให้ร่างกายฟื้นฟูสภาพซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ สะสมพลังงาน และสามารถกลับมาออกกำลังกายได้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ และพัฒนามากยิ่งขึ้น

5. หลักของการย้อนกลับ (Reversibility of Training) ถึงแม้ว่าช่วงที่ออกกำลังกายนั้นร่างกายมีความสมบูรณ์เต็มที่ก็ตาม แต่เมื่อหยุดออกกำลังกายนาน ๆ ร่างกายจะเริ่มเสื่อมสภาพลง กลับเข้าสู่สภาวะเดิม โดยเฉพาะในวัยที่สูงอายุไปแล้วจะเสื่อมเร็วกว่าวัยหนุ่ม เนื่องจากกิจกรรมการออกกำลังกาย การเล่นกีฬาลดลง

ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ความหมายความสามารถในการใช้ออกซิเจน (Oxygen consumption: VO_2) หมายถึงอัตราการใช้ออกซิเจนของร่างกายในขณะใดขณะหนึ่ง โดยใช้ออกซิเจนถูกนำไปสันดาปกับกลูโคส ไขมัน โปรตีน เพื่อให้ พลังงาน ATP (Adenosine triphosphate) ซึ่งถูกเซลล์นำไปใช้ ดังนั้นถ้าเซลล์มีการเผาผลาญสูง (Metabolism) อัตราการใช้ออกซิเจนก็จะสูงขึ้นด้วยหน่วยที่ใช้แสดง อัตราการใช้ออกซิเจนมี 2 หน่วย ได้แก่ หน่วยสมบูรณ์ (Absolute unit) แสดงเป็นลิตรต่อนาที (L/ min) หรือ มิลลิลิตรต่อนาที (ml/ min) และหน่วยสัมพันธ์ (Relative unit) แสดงเป็นมิลลิลิตรต่อนาทีต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว (ml/ min/ kg) การใช้ออกซิเจนของร่างกายจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบในร่างกายที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

ระบบหัวใจในการบีบโลหิต (Pump generator) เพื่อนำก๊าซและสารอาหารไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ระบบหายใจในการแลกเปลี่ยนก๊าซ (Gas exchange) อย่างเพียงพอสำหรับความต้องการของเซลล์ระบบโลหิตที่มีหน้าที่จับรวมตัวกับนำก๊าซออกซิเจนและนำไปสู่เซลล์ (Oxygen carrying capacity or oxygen transportation)

ระบบกล้ามเนื้อที่เป็นระบบปลายทาง และสกัดเอาก๊าซออกซิเจนไปใช้ (Oxygen extraction capacity) เซลล์ทุกเซลล์ในร่างกายไม่ว่าจะเป็นกล้ามเนื้อหรือไม่ต้องมี Metabolism ทั้งสิ้นทุกเซลล์จึงมีส่วนต่ออัตราการใช้ออกซิเจน แต่ระบบกล้ามเนื้อมีส่วนการใช้ออกซิเจนมากกว่าระบบอื่น ๆ ทั้งในระยะพักและออกกำลังกายความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด เป็นองค์ประกอบที่สำคัญและมีความสัมพันธ์ในทางกายภาพทอดตน

หลังการทำงานของร่างกายที่หนักต่อเนื่องนาน ๆ กล้ามเนื้อต้องอาศัยอาหารและออกซิเจนมาช่วยในการสร้างพลังงานสิ่งเหล่านี้จะมาถึงกล้ามเนื้อได้โดยส่งผ่านทางกระแสโลหิต นอกจากนี้โลหิตยังจะช่วยนำของเสียที่มีอยู่ในโลหิตไปสลาย จะเป็นได้ว่าโลหิตเป็นตัวลำเลียงที่มีประโยชน์ การที่โลหิตจะไหลเวียนได้ดีหรือไม่ขึ้น หัวใจและหลอดโลหิตมีส่วนสำคัญยิ่งที่จะกำหนดประสิทธิภาพการไหลเวียนของโลหิตนั่นคือหัวใจและหลอดโลหิตมีประสิทธิภาพการทำงานดีเท่าใด การลำเลียงอาหารออกซิเจน ไปกล้ามเนื้อ และการนำของเสียออกจากกล้ามเนื้อ ก็จะมี

ประสิทธิภาพดีขึ้นเท่านั้น องค์ประกอบพื้นฐานทางสรีรวิทยาสามารถบ่งถึงประสิทธิภาพ การทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) ความดันโลหิต (Blood pressure) ปริมาณโลหิตที่ส่งออกจากหัวใจใน 1 นาที (Cardiac output) ปริมาณโลหิต ที่หัวใจบีบแต่ละครั้ง (Stroke volume) การทำงานของระบบหายใจและการทำงานของปอด (Respiratory system) ด้วยการนำเอาออกซิเจนเข้าแล้วส่งผ่านกระแสโลหิตไปสู่เซลล์ และนำของเสียออกมาทำลายได้เร็วขึ้น สมรรถภาพของแต่ละบุคคลในการสร้างพลังงานแบบแอโรบิก (Maximum aerobic power หรือ Maximum exercise capacity) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดความสามารถด้านความอดทนของการออกกำลังกายโดยใช้ค่ามาตรฐานและการแปลผลความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ตารางที่ 1 ถึง ตารางที่ 4 เป็นต้น

ตาราง 1 ค่ามาตรฐานความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของประชาชนไทยเพศชาย (มิลลิลิตร/ กิโลกรัม/ นาที)

ระดับ	อายุ (ปี)					
สมรรถภาพ	17-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-72
ดีมาก	≥ 55.5	≥ 51.6	≥ 43.3	≥ 37.4	≥ 33.9	≥ 30.7
ดี	50.6-55.4	47.1-51.5	39.4-43.2	34.1-37.3	30.7-33.8	27.9-30.6
ปานกลาง	40.7-50.5	38.0-47.0	31.5-39.3	27.4-34.0	24.2-30.6	22.2-27.8
ต่ำ	35.8-40.6	33.5-37.9	27.6-31.4	24.1-27.3	21.0-24.1	19.4-22.1
ต่ำมาก	≤ 35.7	≤ 33.4	≤ 27.5	≤ 24.0	≤ 20.9	≤ 19.3

ตาราง 2 ค่ามาตรฐานความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของประชาชนไทยเพศหญิง (มิลลิลิตร/ กิโลกรัม/ นาที) (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2543)

ระดับ	อายุ (ปี)					
สมรรถภาพ	17-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-72
ดีมาก	≥ 48.0	≥ 45.8	≥ 40.2	≥ 35.8	≥ 30.9	≥ 30.8
ดี	43.9-47.9	41.9-45.7	36.9-40.1	32.4-35.7	28.3-30.8	27.8-30.7
ปานกลาง	35.6-43.8	34.0-41.8	28.7-36.8	25.5-32.3	23.0-28.2	21.7-27.7
ต่ำ	31.5-35.5	30.1-33.9	24.9-28.6	22.1-25.4	20.4-22.9	18.7-21.6
ต่ำมาก	≤ 31.4	≤ 30.0	≤ 24.8	≤ 22.0	≤ 20.3	≤ 18.6

เมื่อได้ออกกำลังกายจนเกิดภาวะทั้ง 3 ประการข้างต้นหมายความว่า ทุกระบบไม่สามารถให้ออกซิเจนตอบสนองความต้องการของร่างกายได้มากกว่านี้อีกแล้ว เราจึงต้องทดสอบจนแน่ใจว่าถึงภาวะของสูงสุดของความสามารถในการให้ออกซิเจนจริง ๆ นักวิทยาศาสตร์การกีฬาจะใช้หลักการว่าความสามารถในการให้ออกซิเจนเกิดขึ้นเมื่อชีพจรถึงจุดสูงสุดแล้วไม่ว่าจะเพิ่มภาระงาน (Workload) ไปอีกเท่าใดก็ตาม ค่า VO_{2max} นี้เป็นดัชนีหลักใช้ในการบอกสมรรถภาพที่ร่างกายของแต่ละคนและเนื่องจากเป็นการสะท้อนหน้าที่สูงสุดของ 3 ระบบหลักของร่างกายค่า VO_{2max} จึงเป็นดัชนีทั้งทางแอโรบิกของร่างกาย (Aerobic index) และดัชนีความอดทนของหัวใจ (Cardiac endurance) ดังนั้นสมรรถภาพการทำงานของระบบหายใจ และไหลเวียนโลหิต เป็นปัจจัยสำคัญที่บอกระดับความสามารถในการให้ออกซิเจนของร่างกาย ซึ่งการมีสมรรถภาพการจับออกซิเจนที่ดี แสดงถึงความสามารถของหัวใจในการสูบฉีดโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ เซลล์ต่าง ๆ ของกล้ามเนื้อสามารถนำออกซิเจนไปสร้างพลังงานได้ดี ร่างกายมีการประสานงานกันเป็นอย่างดีของระบบหายใจ และไหลเวียนโลหิต จึงส่งผลให้สุขภาพดี (Fossdi & Keteyian, 1998; รุ่งชัย ชวนไชยะกุล, 2552; ณัฐพล ไตรเพิ่ม, 2546; เพ็ญพิมล ธรรมรัศคิต, 2537)

การให้ออกซิเจนส่วนเกินหลังจากการออกกำลังกาย

EPOC (excess post exercise oxygen consumption) หมายถึงการให้ออกซิเจนส่วนเกินหลังจากการออกกำลังกายขึ้นอยู่กับอัตราการเต้นของหัวใจเป็นหลัก โดยเป็นการให้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย ซึ่งการให้ออกซิเจนส่วนเกินนั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับหลากหลายปัจจัย เช่น โปรแกรมการฝึก ความหนักของการออกกำลังกาย หรือระดับการให้ออกซิเจนในระหว่างการออกกำลังกาย

การให้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (Epoc) เกิดจากการที่ร่างกายเกิดการเผาผลาญพลังงาน ใน Adenosine triphosphate ช่วงของการออกกำลังกายทั้งในการออกกำลังกายโดยใช้ ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน เมื่อเริ่มออกกำลังกายร่างกายจะใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนและเก็บพลังงาน ATP ไว้เป็นเชื้อเพลิง โดยการอุ่นร้อน (Warm up) ที่เหมาะสมก่อนการออกกำลังกาย 5-8 นาทีจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน ATP เมื่อเกิดภาวะการใช้ ออกซิเจนที่คงที่ (Steady-state) การออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนจะให้ ATP ที่จำเป็นสำหรับการออกกำลังกาย จะมีหน้าที่หลักๆคือ

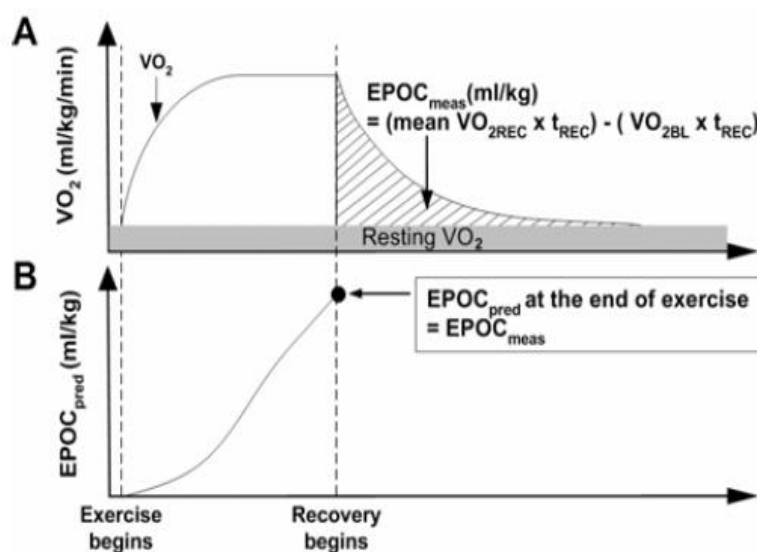
1. การผลิตพลังงาน ATP เพื่อแทนที่พลังงาน ATP ที่ใช้ในระหว่างการออกกำลังกาย
2. การสังเคราะห์กล้ามเนื้อจากแลคเตท (Lactate)

3. คึ้นระดับการใช้ออกซิเจนในหลอดเลือดดำ หลอดเลือดในกล้ามเนื้อโครงร่าง และ ไมโอโกลบินMyoglobin)

4. ลดอุณหภูมิในขณะพัก

5. เผาผลาญแคลอรีได้มากขึ้น (Laforgia, 2006)

หลังจากการออกกำลังกายหัวใจยังสูบฉีดเลือดในปริมาณที่สูง (มากกว่า 4 เท่าในขณะพัก) ไปยังเนื้อเยื่อและกล้ามเนื้อที่ใช้งาน ในช่วงเวลานี้ ออกซิเจนในเลือดยังถูกส่งไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ ซึ่งถูกเรียกว่า สมภาวะการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (excess post exercise oxygen consumption EPOC) ซึ่งอาจจะใช้เวลานานมากกว่า 48 ชั่วโมงหรือเพียงไม่กี่นาทีในการกลับเข้าสู่สมภาวะการใช้ออกซิเจนปกติ (ACSM's Resource manual for guidelines for exercise testing and prescription EPOC สามารถประเมินได้จากการวัด อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (% VO₂max) และระยะเวลาในการออกกำลังกาย (Δt) รูปที่ 1



ภาพประกอบ 1 $EPOC(t) = f(EPOC(t-1), \text{exercise_intensity}(t), \Delta t)$. (1) (Saalasti, 2003)

ระดับความเข้มข้นที่ต่ำในการออกกำลังกาย (<30-40% VO₂max) EPOC จะไม่เกิดการสะสมหลังจากการออกกำลังกาย (ดูรูปที่ 1) ความเข้มข้นที่สูงขึ้น (> 50% VO₂max) EPOC จะถูกสะสมต่อเนื่องมากขึ้น ซึ่งการสะสมของ EPOC มากขึ้นจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของการออกกำลังกายที่มากขึ้น ซึ่ง Pete McCall (2014) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) ว่า

1. การออกกำลังกายจะใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญแคลอรีได้เพิ่มขึ้น

ร่างกายจะใช้ออกซิเจน 1 ลิตร ในการเผาผลาญพลังงาน 5 แคลอรี (แคลอรีคือ ปริมาณพลังงานที่ต้องใช้ในการเพิ่มความร้อนกับน้ำ 1 ลิตรต่อ 1 องศาเซลเซียส) ดังนั้นการเพิ่ม ปริมาณการใช้ออกซิเจนในระหว่างและหลังการออกกำลังกายจะช่วยเพิ่มการเผาผลาญแคลอรีได้

2. การออกกำลังกายแบบวงจร (Circuit training) และการฝึกแบบแรงต้านที่มีความเข้มข้นสูง (Heavy resistance training) สลับกับช่วงพักที่มีระยะเวลาสั้น โดยใช้ พลังงาน ATP จากแอนแอโรบิกจะส่งผลต่อการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญ

การฝึกความแข็งแรงด้วยการออกกำลังกายการยกน้ำหนักแบบหลายข้อต่อหรือ เป็นวงจร ที่สลับกันระหว่างการเคลื่อนไหวร่างกายส่วนบนและส่วนล่างทำให้เกิดการใช้พลังงาน ของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับ ATP จากแอนแอโรบิก ซึ่งการออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิกที่ เพิ่มขึ้นนั้น ยังส่งผลต่อระบบแอโรบิกที่มากขึ้นเพื่อเติมเต็มพลังงาน ATP และกระบวนการกู้คืน หลังการออกกำลังกาย การฝึกฝนอย่างหนักหรือช่วงพักที่สั้นจะเพิ่มความต้องการการใช้พลังงาน แอนแอโรบิกในระหว่างการออกกำลังกายซึ่งจะส่งผลให้เกิด EPOC มากกว่าในช่วงระยะเวลาการ ฟื้นฟูหลังการออกกำลังกาย

3. โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา (High-Intensity Interval Training; HIIT) จะส่งผลต่อการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกายเพิ่มมากขึ้น

ร่างกายจะใช้พลังงาน ATP ได้มากที่สุดจากการเผาผลาญพลังงานในระบบแอโร บิก แต่เมื่อความต้องการการใช้พลังงานที่เพิ่มสูงขึ้นในทันที การใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะ ช่วยกระตุ้นพลังงาน ATP ได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อทำกิจกรรมที่มีความเข้มข้นสูง ในช่วงระยะเวลาที่สั้น ในช่วงเวลาการออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นสูงทำให้พลังงาน ATP หมด ไป ร่างกายจะถูกกระตุ้นขึ้นในช่วงของการพัก

4. การใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกายนั้นขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ การออกกำลังกาย แต่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นที่สูงต้องการพลังงาน ATP จากการออกกำลังกาย แบบแอนแอโรบิก ในระหว่างการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกายนั้น ร่างกายใช้ ออกซิเจนในการฟื้นฟูไกลโคเจนในกล้ามเนื้อและสร้างโปรตีนเพื่อซ่อมแซมกล้ามเนื้อที่เสียหาย ระหว่างการออกกำลังกาย ถึงแม้หลังจากการออกกำลังกาย HIIT สิ้นสุดลงร่างกายจะยังคงใช้ พลังงานแบบแอโรบิก เพื่อแทนที่ ATP ที่ใช้ในช่วงการออกกำลังกายซึ่งจะช่วยให้ออกซิเจน หลังจากการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น

5. ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายแบบแรงต้านสามารถเพิ่มการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกายมากกว่าการวิ่งด้วยความเร็วคงที่

ในงานวิจัยที่ศึกษาการใช้ออกซิเจนหลังการออกกำลังกาย Bersheim และ Bahr (2003) ได้พบว่ารูปแบบที่มีความคล้ายคลึงกับการออกกำลังกายที่ใช้ออกซิเจนสูงสุดเปรียบเทียบกับ การออกกำลังกายแบบต่อเนื่องที่ส่งผลต่อการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย โดยใช้การปั่นจักรยานแบบแอโรบิก ใช้เวลา 40 นาที ความหนักอยู่ที่ 80 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด การฝึกแบบวงจรโดยใช้แรงต้าน (Circuit weight training) จำนวน 4 เซต ใช้ทำการออกกำลังกายจำนวน 8 ท่า จำนวนครั้ง 15 ครั้ง ความหนักอยู่ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ของการยกน้ำหนักด้วยความหนักสูงสุดเพียง 1 ครั้ง (1RM) และการออกกำลังกายโดยใช้แรงต้านที่มีความเข้มข้นสูง (Heavy resistance exercise) จำนวน 3 เซต ใช้ทำการออกกำลังกายจำนวน 8 ท่า จำนวนครั้ง 15 ครั้ง ความหนักอยู่ที่ 80-90 เปอร์เซ็นต์ของการยกน้ำหนักด้วยความหนักสูงสุดเพียง 1 ครั้ง (1RM) ผลปรากฏว่าการออกกำลังกายโดยใช้แรงต้านที่มีความเข้มข้นสูง (Heavy resistance exercise) สามารถเพิ่มการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกายได้ดีกว่า

6. ผลของการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกายจากโปรแกรม HIIT หรือการฝึกความแข็งแรงที่มีความเข้มข้นสูง สามารถเพิ่มการใช้พลังงาน 6-15 เปอร์เซ็นต์

การออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นสูงต้องใช้พลังงานมากขึ้นแบบแอนแอโรบิก สามารถเพิ่มการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกายได้มากขึ้น และนำไปสู่การใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นหลังการออกกำลังกาย การฝึกด้วยน้ำหนักอย่างหนักและการออกกำลังกาย HIIT นั้นสามารถเพิ่มการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกายได้ดีกว่า การฝึกซ้อมแบบความหนักคงที่หรือแบบวงจรที่มีความเข้มข้นต่ำ (LaForgia, Withers and Gore, 2006)

หลักในการออกกำลังกาย

การฝึกกล้ามเนื้อเพื่อสุขภาพนั้นมีจุดประสงค์เพื่อสร้างให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงและอดทน ให้กล้ามเนื้อสามารถทำงานหรือทำกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ มักมีความเข้าใจผิดว่า กล้ามเนื้อที่แข็งแรงคือกล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่ ดังนั้นจึงเข้าใจกันว่าผู้ที่ตัวใหญ่ น้ำหนักมาก มีกล้ามเนื้อมัดใหญ่ๆ คือผู้ที่มีกล้ามเนื้อแข็งแรงกว่าคนอื่น ในความเป็นจริงแล้วการฝึกกล้ามเนื้อให้แข็งแรง คือการฝึกให้กล้ามเนื้อมีความตึงตัว หรือมีแรงในการหดตัวสูงซึ่งสัมพันธ์กับวิธีการฝึก การจะพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อจะเกี่ยวข้องกับการระดมหน่วยยอนต์ (motor unit) ซึ่งเป็นเส้นใยประสาท 1 เส้น ที่แตกแขนง ไปสู่เส้นใยกล้ามเนื้อหลายๆเส้น เส้นใยกล้ามเนื้อที่มี Motor Unit เดียวกันจะมีการตอบสนองต่อ การกระตุ้นเหมือนกันหมดทุกเส้นใยกล้ามเนื้อ ดังนั้นการ

ที่จะทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงจึง ไม่จำเป็นจะต้องเพิ่มกล้ามเนื้อให้มีขนาดใหญ่มา ๆ หรือเพิ่มน้ำหนักตัวให้มาก แต่การฝึกความ แข็งแรงหรือการฝึกความแข็งแรงสูงสุดหรือการฝึกพลังกล้ามเนื้อ ผู้ที่รับการฝึกควรเรียนรู้ วิธีการฝึกโดยใช้แรงต้านที่สามารถระดมการใช้หน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (fast twice fiber) ให้ได้มากซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการฝึกให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรง (Wilson, 1994) ความแข็งแรง (strength) คือสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพอีกด้านหนึ่งที่สำคัญ หากพูดถึงความแข็งแรงแล้วจะมีความหมายเหมือนกับคำว่าแรง (force) ในทางฟิสิกส์ คือสิ่งที่เป็สาเหตุให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ (Brian, 2006) ในการกีฬา หากพูดถึงความแข็งแรงแล้วจะหมายถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยนักกีฬาที่มีกล้ามเนื้อแข็งแรงจะช่วยรองรับแรงต้งต่าง ๆ จากการเคลื่อนไหวและจะทำให้ได้รับบาดเจ็บลดลง (Wrightson & Malanga, 2001)

1. กล้ามเนื้อ (muscle) กล้ามเนื้อ (muscle) มาจากภาษาละตินแปลว่า หนูตัวเล็ก (Costill & Wilmore, 2004) กล้ามเนื้อถือเป็นระบบทางสรีรวิทยาที่สำคัญระบบหนึ่งของร่างกาย และถือเป็นระบบที่สำคัญอย่างมากสำหรับศาสตร์ทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย เพราะการฝึกไม่ว่าจะออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาล้วนแต่มุ่งเน้นความสำคัญไปที่การฝึกกล้ามเนื้อแทบทั้งสิ้น ร่างกายคนเรา ประกอบไปด้วยมวลกล้ามเนื้อประมาณร้อยละ 15 – 20 ของน้ำหนักตัว

1.1 กล้ามเนื้อในร่างกายแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ คือ

1.1.1 กล้ามเนื้อเรียบ (smooth muscle) เป็นกล้ามเนื้อรูปกระสวย มีลักษณะบาง ยาวเรียว เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ (involuntary) ไม่สามารถควบคุมได้ เป็นส่วนประกอบผนังของอวัยวะภายใน (visceral organ) เช่น หลอดอาหาร, หลอดลม, กระเพาะอาหาร, ลำไส้, หลอดเลือด เป็นต้น

1.1.2 กล้ามเนื้อโครงร่างหรือกล้ามเนื้อลาย (striated or skeletal muscle) เป็นรูปทรงกระบอก เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจ (voluntary) สามารถควบคุม ได้ยึดติดกับกระดูกโดยเอ็นกล้ามเนื้อ (tendon) มีหน้าที่หดตัวเพื่อเคลื่อนไหวกระดูกให้ร่างกาย มีท่าทางและกิจกรรมต่าง ๆ โดยทั่วไปผู้ชายประกอบด้วยกล้ามเนื้อโครงร่างร้อยละ 40-50 ส่วนผู้หญิงจะประกอบด้วยกล้ามเนื้อโครงร่าง 30-40 ประมาณกันว่าเมื่อร่างกายเคลื่อนไหว จะมีกล้ามเนื้อโครงร่างที่ทำงานพร้อม ๆ กันถึง 792 มัด กล้ามเนื้อลายประกอบไปด้วยน้ำร้อยละ 70 โปรตีนร้อยละ 25 และ เกลือแร่ต่าง ๆ ร้อยละ 5 (วิทยาศาสตร์การกีฬาเพื่อสุขภาพทางกาย มณนิทร รักษาบำรุง น. 267-269)

1.1.3 กล้ามเนื้อหัวใจ (cardiac muscle) เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ ที่เป็นส่วนประกอบในหัวใจ เพื่อหดตัวทำให้หัวใจเต้น

หลักการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดและพลัง

การฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดนั้น แตกต่างจากการฝึกเพื่อเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ (muscle hypertrophy) เนื่องจากการฝึกความแข็งแรงสูงสุดเป็นการฝึกเพื่อสอนให้ร่างกายมีการระดม (Recruit) เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วผ่าน Motor unit เพื่อให้ทุก ๆ กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวนั้น ๆ หดตัวหรือทำงานด้วยแรงสูงสุดโดยพร้อมเพรียงหรือในเวลาเดียวกัน (muscular synchronize) ความสามารถในการระดมหน่วยย่อยของเส้นใยกล้ามเนื้อ ชนิดหดตัวเร็ว จะขึ้นอยู่กับวิธีการฝึกซึ่งต้องใช้แรงต้านสูงสุด และการฝึกเคลื่อนไหวที่สร้างพลัง ระเบิดของกล้ามเนื้อจะมีการฝึกซ้ำ ๆ จนกล้ามเนื้อเกิดการเรียนรู้ที่จะหดตัวในเวลาสั้นได้ อย่าง พร้อมเพรียงกัน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องเพิ่มกล้ามเนื้อให้มีขนาดใหญ่มา ๆ หรือเพิ่มน้ำหนักตัว ให้มากเพื่อที่จะทำให้แข็งแรงขึ้น โดยทั่วไปการฝึกประเภทนี้จะใช้แรงต้านหรือความหนักของงานอยู่ที่ร้อยละ 80 ถึง 85 ของความแข็งแรงสูงสุด การฝึกกล้ามเนื้อที่ให้ผลดีกับความแข็งแรงสูงสุด คือ

- การฝึกแบบ Eccentric จะสามารถทำให้เกิดความแข็งแรงได้มากที่สุด
- การฝึกแบบ Isometric จะทำให้เกิดความแข็งแรงในระดับรองลงมา
- และการฝึกแบบ Concentric ทำให้เกิดความแข็งแรงได้น้อยที่สุด

สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ ห้ามฝึกความแข็งแรงสูงสุดหรือแม้แต่การฝึกเพื่อพัฒนาขนาด ของกล้ามเนื้อ ในขณะที่ร่างกายมีอาการล้า เนื่องจากการฝึกเกี่ยวข้องกับการกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางที่ระดับสูง เป็นการทำงานร่วมกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (muscle coordination) นอกจากจะเป็นการฝึกเพื่อกระตุ้นให้กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องหดตัวด้วยแรงสูงสุด อย่างพร้อมเพรียงกัน (muscular synchronization) แล้ว ยังต้องฝึกยับยั้งการทำงานของกล้ามเนื้อกลุ่มตรงข้ามการเคลื่อนไหว (antagonistic muscle) หากต้องการให้เกิดแรงสูงสุด กล้ามเนื้อที่ทำงานตรงข้ามกับการเคลื่อนไหวจะต้องทำงานประสานไปในแนวเดียวกัน โดยไม่หดตัวมาต้านกับการเคลื่อนไหว ภาวะที่กล้ามเนื้อข้างต้นหากไม่ได้รับการฝึก จะเกิดขึ้นกับร่างกายได้ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ ซึ่งทำให้กลัวหรือตกใจสุดขีด โดยปกติระบบประสาทส่วนกลางจะทำหน้าที่ยับยั้งการระดมของ Motor unit แต่เมื่อเกิดการตกใจสุดขีดร่างกายจะมีปฏิกิริยาการจัดการยับยั้งของระบบประสาท ส่วนกลาง และการลดลงของการยับยั้งปฏิกิริยาการระดมจากประสาทส่วนกลางจะสัมพันธ์กับ การเพิ่มขึ้นของความแข็งแรง (Fox, Bowes & Foss, 1989) การฝึกความ

แข็งแรงสูงสุดสามารถทำได้หลายวิธีเช่น Weight training หรือการฝึกแบบ Plyometric อย่างที่กล่าวไปแล้วจะทำให้ความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Trzaskoma, Tihanyi, & Trzaskoma, 2010) สำหรับ Training Load ของการฝึกความแข็งแรงสูงสุดนั้นจะมีรูปแบบดังนี้คือ

Volume คือ 1 – 6 ครั้ง

Intensity คือ 85 – 100 % 1 RM

Frequency คือ 3 ครั้ง / สัปดาห์

Recovery คือ 3 – 5 นาที

การฝึกแบบ Maximal Strength นั้นพลังงานส่วนใหญ่ จะมาจากระบบการให้พลังงานแบบที่ 1 คือ ATP – PC ถ้าร่างกายมีการออกแรงสูงสุด จะสามารถใช้ ATP ได้เพียง ไม่เกิน 4 – 5 วินาทีเท่านั้นจากนั้นร่างกายอาจจะได้พลังงานจาก PC เข้ามาช่วยได้เพียงไม่กี่วินาที และระบบที่เข้ามาช่วยต่อไปคือ Anaerobic Glycolysis การฟื้นคืนของพลังงาน ATP จะฟื้นคืนได้เร็วกว่า PC โดยจะใช้เวลาสังเคราะห์กลับมา 100 % ภายในเวลา 3- 4 นาที การฝึกด้วยความแข็งแรงนั้นควรฝึกตั้งแต่ 2 ครั้ง / สัปดาห์ (American College of Sports Medicine, 2002) แต่ไม่ควรเกิน 4 ครั้ง / สัปดาห์ โดยพบว่าถ้าฝึกความแข็งแรง

1 ครั้ง / สัปดาห์ ความแข็งแรงจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 28

2 ครั้ง / สัปดาห์ ความแข็งแรงจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 30

3 ครั้ง / สัปดาห์ ความแข็งแรงจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 30.4

4 ครั้ง / สัปดาห์ ความแข็งแรงจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 26

การพักระหว่าง SET ของการฝึก Weight Training นอกจากมีจุดประสงค์เพื่อให้ระบบพลังงานฟื้นคืนตัวเองแล้ว ยังมีจุดประสงค์เพื่อให้เส้นใยกล้ามเนื้อ (Actins + Myosin) ที่หดตัว Muscle Contraction (ในปัจจุบันนิยมใช้คำว่า Muscle Action) เกิดการคลายตัว โดยจะต้องให้การเหยียดแบบ Static Stretching เป็นตัวช่วย (Robertson, Watt, & Galloway, 2004) แต่ละควรทำค้างไว้ 10 – 30 วินาที และการพักยังมีเพื่อให้ระบบประสาทโดยเฉพาะระบบที่เชื่อมการทำงานกับกล้ามเนื้อได้พัก การฝึก Maximal Strength จะทำให้กล้ามเนื้อใหญ่ขึ้นแต่ไม่มากเท่ากับการฝึกเพื่อ เสริมสร้างกล้ามเนื้อ ส่วนจังหวะการฝึก Maximal Strength โดยหลักการทางสรีรวิทยาแล้ว ควรจะยกช้า ๆ เพราะการยกช้า ๆ จะทำให้เกิดแรงได้สูงสุด แต่ในการฝึกของนักกีฬาจะต้องใช้ จังหวะการยกเร็ว ๆ เพราะการฝึกยกช้า จะเป็นการสอนให้ร่างกายยกน้ำหนักได้มากในจังหวะเวลาช้า ๆ อย่างที่ฝึก แต่ในการเล่นกีฬาจำเป็นจะต้องใช้จังหวะการยกที่รวดเร็ว การฝึกแบบนี้ จะต้องใช้ระยะเวลาตั้งแต่ 6 สัปดาห์ขึ้นไปจึงจะได้ผล การฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงสูงสุด

จำเป็นที่จะต้องใช้ความหนักของงานมาก ๆ ในระดับ (maximal, sub-maximal, and super-maximal) เนื่องจากการฝึกความแข็งแรงชนิดนี้จำเป็นที่จะให้เกิดการกระตุ้นของระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervures System, CNS) ด้วย

- เพื่อให้มีการสร้างพลังงานจำนวนมากในการกระตุ้นหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อ
- มีการระดมเส้นใยกล้ามเนื้อจำนวนมากในการออกแรง
- ได้มาซึ่งพลังงานจำนวนมากในกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อ ตัวอย่างโปรแกรม

การฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อพัฒนาความแข็งแรงสูงสุด

ยกที่ 1 น้ำหนักที่ 90% ของน้ำหนักสูงสุด ยก 3 ครั้ง

ยกที่ 2 น้ำหนักที่ 95% ของน้ำหนักสูงสุด ยก 1 ครั้ง

ยกที่ 3 น้ำหนักที่ 97% ของน้ำหนักสูงสุด ยก 1 ครั้ง

ยกที่ 4 น้ำหนักที่ 100% ของน้ำหนักสูงสุด ยก 1 ครั้ง

ยกที่ 5 น้ำหนักที่ 100% และเพิ่มน้ำหนักอีก 1-2 ครั้ง พักระหว่างยก 3 – 4 นาที

ครบ 5 ยก เป็น 1 ชุด ทำทั้งหมด 2 – 3 ชุด เวลาพักระหว่างชุด 6 – 8 นาที (Verkhoshansky, 2006)

หลักความก้าวหน้าในการฝึกความแข็งแรง (Progressive Principle)

เนื่องจากการฝึกความแข็งแรงจะเกี่ยวข้องกับการใช้น้ำหนักหรือแรงต้านจำนวนมาก ดังนั้นหลักสำคัญในการฝึกคือจำเป็นจะต้อง เพิ่มน้ำหนักอย่างค่อยเป็นค่อยไป เราเรียกหลักการนี้ว่า การเพิ่มแรงต้านแบบก้าวหน้า Progressive resistance exercise (PRE) ซึ่งโดยทั่วไปการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะต้องยกน้ำหนักที่มากกว่า 60 % ของ 1 RM ขึ้นไป (Powers, Dodd, & Noland, 2006) การใช้หลักความก้าวหน้าเพิ่มเพื่อน้ำหนักในการฝึกความแข็งแรงนั้นแบ่งออกได้เป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือ

1. การฝึกแบบกำหนดน้ำหนักใหม่เป็นช่วงเวลา (traditional linear periodization/ LP) การฝึกแบบนี้จะกำหนดช่วงเวลาในการเพิ่มน้ำหนักที่ฝึกโดยมากจะกำหนดเป็นทุกสัปดาห์ หรือ 2 สัปดาห์

2. การฝึกแบบกำหนดน้ำหนักใหม่ทุกครั้งที่ฝึก Auto-regulatory progressive resistance exercise (APRE) การฝึกแบบนี้จะมีการเพิ่มน้ำหนักใหม่ทุกครั้งที่ทำการฝึกพบว่า การฝึกความแข็งแรงแบบกำหนดน้ำหนักใหม่ทุกวันที่ทำการฝึก Auto-regulatory progressive resistance exercise (APRE) และการฝึกความแข็งแรงแบบกำหนดน้ำหนักใหม่เป็น สัปดาห์ traditional linear periodization (LP) โดยใช้เวลาในการฝึก 6 สัปดาห์ ในนักกีฬา ฟุตบอลระดับ

มหาวิทยาลัยปรากฏว่า การฝึกแบบ(APRE) ส่งผลต่อความแข็งแรงของร่างกาย โดยวัดความแข็งแรงจากการยกน้ำหนักในท่า bench press 1 1RM และ squat 1RM ได้ดีกว่า การฝึกแบบ (LP) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (Mann et al., 2010) หรืออีกรูปแบบหนึ่งของการฝึกคือ (สัปดาห์ที่ 1 – 4 ยก 8 RM สัปดาห์ที่ 4- 8 ยก 6 RM และสัปดาห์ที่ 9 – 12 ยก 4 RM) (LP) กับ การฝึกความแข็งแรงแบบ daily undulating periodization (DUP) (วันจันทร์ยก 8 RM วันอังคาร ยก 6 RM วันศุกร์ยก 4 RM) ตลอดช่วงการ ฝึก 12 สัปดาห์ พบว่าการฝึกแบบการฝึกแบบ DUP ทำให้ความแข็งแรงของกลุ่มตัวอย่าง เพิ่มขึ้นระหว่างช่วงที่ 1 (สัปดาห์ที่ 4) และช่วงที่ 2 (สัปดาห์ที่ 8) และช่วงที่ 1 กับช่วงที่ 3 (สัปดาห์ที่ 12) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และแสดงให้เห็นว่าควรมี การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักในการฝึกทุกครั้ง ที่ฝึกความแข็งแรง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึก มากกว่าที่จะมีการ เปลี่ยนแปลงทุก ๆ 4 สัปดาห์ (Rhea et al, 2002)

งานวิจัยในประเทศ

ซัชฎาพร (2542) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกยกน้ำหนักแบบพีระมิดสองรูปแบบที่มีต่อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของ การฝึกยก น้ำหนักแบบพีระมิดขึ้นและพีระมิดลง ที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เครื่องมือที่ใช้คือ โปรแกรม ยกน้ำหนักแบบพีระมิดขึ้นและพีระมิดลง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำพรรคนาวิน เหล่า ทหารสัญญาบัตร ชั้นปีที่ 1 โรงเรียนสื่อสารทหารเรือ อายุระหว่าง 18-20 ปี จำนวน 45 คน ได้จาก การวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (randomized block design) โดยใช้ความแข็งแรง ของ กล้ามเนื้อเป็นเกณฑ์ในการจัดบล็อกจากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 15 คน ประกอบด้วยกลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ปฏิบัติกิจกรรมตามปกติของโรงเรียน และไม่มี การฝึกยก น้ำหนัก กลุ่มที่ 2 ฝึกยกน้ำหนักแบบพีระมิดขึ้น ในท่า bench press และกลุ่มที่ 3 ฝึกยกน้ำหนักแบบ พีระมิดลง ในท่า bench press โดยฝึกยกน้ำหนัก 3 วันต่อสัปดาห์ คือ วันจันทร์ พุธ และ ศุกร์ เวลา 17.00-19.00 น.เป็นเวลา 8 สัปดาห์ติดต่อกัน นำผลการทดสอบ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้ง 3 กลุ่ม ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one way analysis of variance : ANOVA) และ เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างกลุ่ม และภายในกลุ่ม โดยใช้วิธีของ Tukey ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มที่ 1 มีความแข็งแรงของ กล้ามเนื้อไม่แตกต่างกับก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขณะที่กลุ่มที่ 2 และ กลุ่มที่ 3 มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแตกต่างกับก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแตกต่างกับกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่พบความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่ 2 กับกลุ่มที่ 3

ถาวร (2541) ได้ทำการศึกษา ผลของการฝึกยกน้ำหนักในระดับความหนักต่างกันที่มีต่อ กำลังกล้ามเนื้อขา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและหาความแตกต่างของการฝึกยกน้ำหนักในระดับความหนักต่างกันที่มีต่อกำลังของกล้ามเนื้อขา เครื่องมือที่ใช้คือ โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก ที่ระดับความหนัก 60% 70% และ 80% ของ 1 RM กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชาย อายุระหว่าง 18-20 ปี ชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล โดยการสุ่มแบบง่าย (simple random sampling) จำนวน 40 คน ทดสอบพลังกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างที่ถนัด พลังกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างที่ไม่ถนัด และความเร็วในการวิ่งระยะทาง 30 เมตร แล้วนำค่าพลังกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างที่ถนัด มาแบ่งออกเป็นกลุ่ม ที่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน จำนวน 4 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุมร่วมกิจกรรมกีฬา ตามปกติ กลุ่มที่ 2 ฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 60% ของ 1 RM กลุ่มที่ 3 ฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 70% ของ 1 RM และกลุ่มที่ 4 ฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 80% ของ 1 RM ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ คือวันจันทร์ พุธ และ ศุกร์ เป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one way analysis of variance : ANOVA) และ เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างกลุ่ม และภายในกลุ่ม โดยใช้วิธีของ Tukey ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มควบคุมกับกลุ่มฝึกยกน้ำหนักที่ระดับความหนัก 60% ของ 1 RM. กลุ่มควบคุมกับกลุ่มฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 70% ของ 1 RM. กลุ่มควบคุมกับกลุ่มฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 80% ของ 1 RM มีกำลังกล้ามเนื้อขาแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 9 แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม

กิตติศักดิ์ วงษ์ดนตรี (2558) ได้ศึกษาผลของการฝึกที่ความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบา ที่มีต่อน้ำหนักตัวและสมรรถภาพทางกายของนักกีฬามวยปล้ำ โดยสร้างโปรแกรมการฝึกแบบปรกติ ร่วมกับการปั่นจักรยานแบบหนักสลับเบาและโปรแกรมการฝึกปรกติซึ่งมีผลต่อการลดน้ำหนักและสมรรถภาพทางกายที่แตกต่างกัน เป็นนักกีฬา มวยปล้ำ อายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 18 คน เพศชาย จำนวน 11 คน และเพศหญิงจำนวน 7 คน แบ่งกลุ่มโดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ใช้วิธีการจับฉลาก 2 กลุ่ม เพื่อเข้ากลุ่มทดลอง ฝึกตามโปรแกรมปรกติ ร่วมกับการฝึกแบบหนักสลับเบาโดยใช้ความหนักอยู่ที่ 80-90 ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 8 วินาที ความเร็วของรอบอยู่ที่ 120-130 รอบต่อนาที พัก 12 วินาที ควบคุมรอบที่ 40 รอบต่อนาที รวม 20 นาที นาน 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน จำนวน 9 คน และโปรแกรมการฝึกปรกติจำนวน 9 คน ซึ่งส่งผลต่อน้ำหนักตัว สัดส่วนของร่างกาย และสมรรถภาพทางกายแบบแอโรบิก เปรียบเทียบความแตกต่างก่อนการฝึกและหลังการฝึกโดยใช้สถิติ Dependent t-test หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกำหนดค่าที่สำคัญ

ทางสถิติที่ .05 ผลการวิจัยพบว่าน้ำหนักตัวและดัชนีมวลกายของกลุ่มที่ได้รับโปรแกรมการฝึกแบบปรกติควบคู่กับการฝึกแบบหนักสลับเบาหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนเปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลไขมัน และมวลของร่างกายไร้ไขมันของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนสมรรถภาพทางกาย ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการใช้ออกซิเจน และสมรรถภาพการไม่ใช้ออกซิเจน ของกลุ่มทดลอง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนพลังงานสูงสุดแบบไม่ใช้ออกซิเจนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จิราธร ถิ่นอ่อน และเฉลิม ชัยวัชรารณ (2555) ได้เปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิก และแบบฝึกแอนแอโรบิกที่มีผลต่อจุดเริ่มล้าของนักกีฬาฟุตบอล รุ่นอายุ 18 ปี ซึ่งนักกีฬาที่มีความทนทานของระบบหัวใจไหลเวียนเลือดที่สูงจะลดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อซึ่งเกิดจากการดัดเคตอีกทั้งยังช่วยให้นักกีฬาสามารถนำออกซิเจนมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างคือนักกีฬาฟุตบอล กรุงเทพฯ คริสเตียนวิทยาลัย รุ่นอายุ 18 ปี จำนวน 24 คน ซึ่งได้จากเลือกแบบเฉพาะเจาะจง แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คนประกอบไปด้วยกลุ่มการฝึกแบบแอโรบิกจำนวน 12 คน และกลุ่มที่ฝึกแบบแอนแอโรบิกจำนวน 12 คน ฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 30 นาที ทดสอบจุดเริ่มล้า ด้วยการวิเคราะห์การแลกเปลี่ยนก๊าซแบบวิสโลป ก่อนและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และ 8 นำผล ที่ได้มาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์หาค่าที่และความแปรปรวนทางเดียว ชนิดวัดซ้ำ จากนั้นจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีการของ แอลเอสดี โดยทดสอบความมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ผลการฝึกพบว่า กลุ่มฝึก แบบแอนแอโรบิกมีค่าเฉลี่ยของจุดเริ่มล้าและอัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าสูงกว่ากลุ่มฝึกแบบแอโรบิก อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และหลังสัปดาห์ที่ 8 กลุ่ม ฝึกแบบ แอโรบิกมีการพัฒนาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน สูงสุดสูงกว่ากลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 และหลังสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มฝึกแบบแอโรบิก มีค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และหลังสัปดาห์ที่ 4 และ 8 กลุ่มฝึกแบบแอนแอโรบิก มีค่าเฉลี่ยจุดเริ่มล้า อัตราการเต้นของหัวใจที่จุดเริ่มล้าและสมรรถภาพ การใช้ ออกซิเจนสูงสุดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

Rutherford et al. (1986) ได้ทำการศึกษา ผลการฝึกความแข็งแรงและกำลังที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ที่ได้มาในรูปแบบกำลังสูงสุด กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครเยาวชนที่มีสุขภาพดี จำนวน 17 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่าง ยกน้ำหนักที่ความหนักใกล้เคียงความหนักสูงสุด ในท่า leg extension ทำการฝึกเป็นเวลา 12 สัปดาห์ วัดความหนักสูงสุดแบบ isometric สลับกับบันทึกน้ำหนัก ที่ใช้ในการฝึกทุก 2-3 สัปดาห์ วัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มตัวอย่าง ที่เลือกมา 17 คน ก่อนและหลังการฝึก ผลการทดลองพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก ที่ใช้ฝึกเพิ่มขึ้น 160 – 200 % สิ่งที่ตามมาคือ กลุ่มตัวอย่างมีความแข็งแรงแบบ isometric เพิ่มขึ้น 3 – 20 % แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกำลังสูงสุดและปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด

Cronin and Henderson (2004) ได้ทำการศึกษาการประเมินความแข็งแรงสูงสุดและกำลังของกล้ามเนื้อของผู้เริ่มฝึกด้วยน้ำหนัก มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษา การเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงสูงสุดในผู้เริ่มฝึกด้วยน้ำหนัก ทำการประเมินความแตกต่างระหว่าง ร่างกายส่วนบน และส่วนล่าง ข้างเดียวและสองข้างของแขนและขา โดยประเมินจากกลุ่มตัวอย่าง 10 คน ทำการประเมิน 4 ครั้ง ทุก ๆ 7-10 วัน รูปแบบการฝึกความแข็งแรงและกำลังใช้ bench press และ supinesquat พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ขาข้างเดียวเพิ่มขึ้น 9.8-16.8% และขาทั้งสองข้าง 6.8-15.0% การประเมินครั้งแรกมีความแตกต่าง จากทุกการประเมินและการประเมินครั้งที่ 2 แตกต่างจาก การประเมินครั้งที่ 4 คือมีการเปลี่ยนแปลงในร่างกายส่วนบน 10.0-13.6% แต่ไม่มีความแตกต่างกันของกำลังกล้ามเนื้อระหว่างร่างกายส่วนบนและส่วนล่าง

Cali Dunham • Craig A, Harms (2012) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีผลต่อหน้าที่ของปอดซึ่งผู้เข้าร่วมการฝึกผู้ที่มีสุขภาพดีจำนวน 20 คนประกอบไปด้วยเพศชาย 11 คนและเพศหญิง 9 คนหลังจากนั้นแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ฝึกหนักสลับเบา 8 คน เพศชาย 5 คน เพศหญิง 3 คน ฝึกโดยปั่นจักรยาน 43 นาที วอร์มอัพ 3 นาที ปั่นจักรยาน 20 นาที recovery 20 นาที รอบการปั่นรักษาระดับไว้ที่ 60 -100 rpm จะมี 1 นาทีที่ปรับโหลด ที่ 90 เปอร์เซ็นต์ ของการทดสอบ และจะบันทึก Hr.ทุก ๆ นาที ตั้งแต่การวอร์มอัพจนถึงการออกกำลังกาย และกลุ่มที่ฝึกความทนทาน 7 คน เพศชาย 4 คน เพศหญิง 3 คนโดยปั่นจักรยาน 45 นาที ความคงที่ในการปั่นอยู่ที่ 50-80 rpm.และ Hr.จะบันทึกทุก 1 นาที และวอร์มอัพ 5 นาที การทดสอบจะกำหนดระดับความหนัก 60-70 เปอร์เซ็นต์ในแต่ละของการฝึกทั้ง 2 กลุ่ม ก็จะทดสอบ

ปริมาณการไหลสูงสุด P_{lmax} และ P_E_{max} ทั้งนี้มีผู้เข้าร่วมขอยุติทั้งหมด 5 คน หยุดจากการฝึก 2 คน บาดเจ็บ 2 คน และไม่สลาย 1 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ mixed ANOVA กำหนดข้อแตกต่าง ใช้ Tukey post hoc test กำหนดนัยสำคัญผลปฏิบัติสัมพันธ์และตั้งนัยสำคัญน้อยกว่า .05 ผลการฝึกทั้งสองกลุ่ม คือ ET และ HIT ไม่มีข้อแตกต่างนัยสำคัญระหว่างเพศและไม่มีข้อแตกต่างนัยสำคัญในเรื่อง อายุ ส่วนสูง มวลกระดูก รอบเอว และไม่มีการเปลี่ยนแปลงในการฝึก

Fisher (2015) ได้เปรียบเทียบการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ความหนักสูงกับการฝึกที่ความหนักปานกลางสำหรับพัฒนาสุขภาพหัวใจและการเผาผลาญในผู้ที่มีน้ำหนักเกินหรืออ้วนเพศชาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ความหนักสูงกับการฝึกแบบต่อเนื่องที่ความหนักปานกลางใน 6 สัปดาห์ เพื่อพัฒนาองค์ประกอบของร่างกาย ความไวต่ออินซูลิน ความดันโลหิต ไชมันในเลือด และสมรรถภาพของระบบหัวใจไหลเวียนโลหิตในกลุ่มผู้ที่มีน้ำหนักเกินหรืออ้วนเพศชาย กลุ่มตัวอย่าง 28 คน (BMI 25 – 35 kg/m²) เพศชาย อายุระหว่าง 17 – 22 ปี มีกิจกรรมทางกายน้อยกว่า 30 นาที/สัปดาห์ น้ำตาลในเลือดน้อยกว่า 100 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ไม่ใช้ยาที่มีผลต่อองค์ประกอบร่างกายหรือระบบการเผาผลาญ ไม่สูบบุหรี่ การศึกษานี้ได้ผ่านการอนุมัติจริยธรรมการทดลองในมนุษย์จาก the University of Alabama at Birmingham หลังจากนั้นแบ่งเป็นสองกลุ่มโดย วัตถุประสงค์การเผาผลาญพลังงานขณะพัก องค์ประกอบของร่างกาย ความดันโลหิต การทดสอบการตอบสนองของฮอร์โมนอินซูลินต่อระดับน้ำตาลในเลือด Oral Glucose Tolerance Test (OGTT) วัด VO₂ peak โดยใช้จักรยานวัดงาน (Monark894E) วัดอัตราการใช้ออกซิเจน แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ High intensity Interval training (HIIT) 14 คน ออกกำลังกายโดยใช้จักรยานวัดงาน 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ออกกำลังกายครั้งละ 20 นาที ประกอบด้วย

- 4 นาที ความหนัก 15 % ของ maximum anaerobic power
- 30 วินาที ความหนัก 85 % ของ maximum anaerobic power
- 2 นาที ความหนัก 15 % ของ maximum anaerobic power

} 4 รอบ

วัตถุประสงค์การเต้นของหัวใจทันทีหลังจากปั่นที่ความหนัก 85 % ของ maximum anaerobic power และ Moderate Intensity training (MIT) 14 คน ออกกำลังกายโดยใช้จักรยานวัดงาน 5 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ออกกำลังกายครั้งละ 45 - 60 นาที ความหนัก 55 - 65 % ของ maximum anaerobic power วัตถุประสงค์การเต้นของหัวใจทุก ๆ 5 นาที และหลังจากออกกำลังกาย 4 นาที ผลการทดสอบไม่แตกต่างที่ค่า Baseline ทั้ง 2 กลุ่มมีการพัฒนาขึ้นในทุกตัว

แปรแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ VO_2 peak พัฒนาได้ดีกว่าในกลุ่ม MIT เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม HIIT

Menz (2016) ได้ศึกษาผลของการฝึกหนักสลับเบา 3 สัปดาห์ต่อการเปลี่ยนแปลงของ VO_{2max} hemoglobin mass plasma และ blood volume ในนักกีฬาอาชีพ โดยกลุ่มผู้เข้าร่วมงานวิจัย 35 คน เพศชาย โดยวัดค่า tHb-mass BV Blood sample VO_{2max} และ HR_{max} หลังจากนั้นแบ่งเป็น 2 กลุ่มโดยวิธีการสุ่ม ประกอบไปด้วยกลุ่มที่ฝึกด้วย HIT จำนวน 19 คน ฝึก 4 นาทีที่ระดับ 90-95% HR Max และช่วงเบาอีก 4 นาที จะได้อัตราส่วนของการฝึกอยู่ที่ 1 ต่อ 1 ความหนักของการฝึกถูกควบคุมด้วยระดับของ Heart rate และความเหนื่อย (RPE) และกลุ่มควบคุมจำนวน 16 คนฝึกแบบ Maintained training ทดสอบการเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่มด้วย Two-way ANOVA repeated และ ใช้ ANOVA เพื่อ ดูปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศ ดูผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มด้วย Paired student's t tests ใช้ Pearson's correlation ทดสอบความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างตัวแปร ผลการศึกษา ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างกลุ่มกับระยะเวลา ในค่าของ hematological parameter ตัวแปรทางด้าน hematology ไม่มีการเปลี่ยนแปลงภายหลังจากได้รับ HIT exercise ไม่มีความแตกต่างของ VO_{2max} จากการวัดด้วย treadmill ทั้งสองแบบ

Daniel (2001) ศึกษารูปแบบการฝึกพลังของกล้ามเนื้อที่มีความเข้มข้นสูงในนักกีฬารักบี้ระดับลีก ซึ่งพลังงานกล้ามเนื้อที่ถูกฝึกมาจะส่งผลต่อความต้านทานของกล้ามเนื้อ และเพิ่มประสิทธิภาพในการเล่นกีฬา แต่อย่างไรก็ตามในส่วนของการออกแบบโปรแกรมที่พัฒนาองค์ประกอบของความเร็วและความแข็งแรงนั้นยังมีความเข้มข้นในระดับคงที่ หรือความเข้มข้นในรูปแบบเดิม แต่ด้วยความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี ทำให้มีการวัดผลโดยตรงในการส่งออกพลังงานหรือการใช้พลังงานในระหว่างการฝึก เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งส่งผลต่อรูปแบบการฝึกพลังงานจากกล้ามเนื้อ ซึ่ง Kraemer ได้ศึกษาชุดของการฝึกความแข็งแรงที่มีความเข้มข้นสูง ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีรูปแบบการฝึกที่แตกต่างจากการฝึกโปรแกรมทั่วไปของนักกีฬาอเมริกันฟุตบอล ผลปรากฏว่าประสิทธิภาพของการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้นจากการฝึกความเข้มข้นสูง ซึ่งน่าจะนำรูปแบบการฝึกระดับการใช้พลังงานสูงสุดและการจัดการในส่วนของการฝึกจะส่งผลต่อการส่งออกพลังงานในนักกีฬารักบี้ฟุตบอลระดับลีกได้

การทดสอบครั้งที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬารักบี้ระดับ NL 19 คน SL 23 คน และ CL 17 คน ซึ่งมีค่า SD for body mass, ส่วนสูง, และอายุ คือ 94.8 10.1, 191.8 7.0, and 19.8 10.1 kg; 182.2 7.2, 183.6 5.1, and 181.3 5.2 cm; 25.1 3.4, 19.7 2.0, และ 17.6 0.9 ปี ที่ได้

ตกลงที่จะเข้าร่วมการฝึก โดยการทดสอบร่างกายช่วงบนของ BARBELL LOAD โดยใช้หลัก Plyometric Power System (Plyopower Technologies, Lismore, Australia) bench press throw power (BT P) with 40, 50, 60, 70, and 80 kg (BT P40, BT P50, BT P60, BT P70, and BT P80) ซึ่งจะใช้ในส่วนของ Smith machine ในการฝึกด้วยน้ำหนัก ซึ่งมีผลต่อการใช้พลังงานสูงสุดมากกว่าเครื่องมือ Bench press แบบปกติ การทดสอบจะใช้ 3-4 ครั้งในการทดสอบหาค่า PMAX ในแต่ละบุคคล แล้วนำมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบสถิติ ANCOVA ใช้ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ .05

การทดสอบครั้งที่ 2 ผลของค่า Jump Squat เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ใช้ 6 นักกีฬารักบี้ในระดับลีด ซึ่งทั้งหมดเคยออกกำลังกายท่า Squat jump และมีการฝึกอย่างน้อย 2-3 ปีฝึกโดยใช้อุปกรณ์บาร์เบล 40 KG ฝึกในรูปแบบพลัยโอเมตริก 6 ครั้ง 2 เซต และ 3 ครั้ง 1 เซต สำหรับ 60 KG ในส่วนกลุ่มควบคุมใช้น้ำหนัก 40 KG 2 ชุด ใช้การพักในระหว่างเซต 2-3 นาที

การทดสอบครั้งที่ 3 ผลจากการทดสอบการเรียงน้ำหนักน้อยไปหามากในการทดสอบจะส่งผลต่อการใช้พลังงานที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยการทดสอบค่าน้ำหนักจะส่งผลมากต่อประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน ใช้นักกีฬารักบี้อาชีพจำนวน 8 คนมาหาค่า 1 RM และ BENCH THROW PMAX ซึ่งนักกีฬามีการฝึกมาก่อนอย่างน้อย 1-2 ปี หลังจากการฝึก 3 เซตเซตละ 3-6 ครั้งโดยใช้ความหนักที่ 75-85% ของ 1 RM แล้ว สำหรับนักกีฬาใช้การฝึก BENCH PRESS THROW 40 50 60 KG จำนวนครั้ง 6 5 4 ครั้ง

การทดสอบครั้งที่ 4 วัดค่าความสัมพันธ์ของความแข็งแรง พลัง และความเร็ว มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักกีฬารักบี้จำนวน 36 คน โดยวัดการปรับตัวให้เข้ากับอุปกรณ์ในวันแรก และวัดความแข็งแรงและพลังในอีก 48 ชม.ต่อมา การฝึกความแข็งแรงโดยใช้เครื่องมือ BENCH PRESS 3 RM ในช่วงแรก หลังจากนั้นใช้รูปแบบการฝึกแบบพลัยโอเมตริก โดยใช้ INCLINE BENCH PRESS โดยใช้น้ำหนัก 20 KG เพื่อให้คุ้นเคยกับอุปกรณ์ และหลังจากนั้นใช้การเพิ่มน้ำหนัก 40 และ 60 KG หลังจากการฝึกใช้การทดสอบโดยใช้ 3 RM

การทดสอบครั้งที่ 5 นักกีฬาที่มีความแข็งแรง 1RM มาก (1RM 46–51%) จะส่งผลต่อการใช้พลังงานสูงสุดมากกว่านักกีฬาที่มีความแข็งแรงน้อย (58–69%) คัดเลือกนักกีฬาที่แข็งแรง 5-6 คน ที่ได้รับการทดสอบค่านัยสำคัญ และนักกีฬาแข็งแรงน้อย 5-6 คนที่มีความทนทานต่ำในเรื่องการใช้พลังงานสูงสุด และมีความแข็งแรงในของ 1 RM ที่น้อย นำมาวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ 1 way ANOVA ใช้ค่านัยสำคัญที่ .05

Tabata (1996) ได้ศึกษาผลการฝึกความทนทานในระดับปานกลางและฝึกหนักสลับเบา ที่มีผลต่อระบบแอโรบิก และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยการฝึกที่มีความเข้มข้นสูงนั้นในช่วงสุดท้ายของการฝึกพลังงาน ATP จะถูกดึงออกมาใช้โดยระบบแอโรบิกและแอนแอโรบิก พลังงาน ATP จะถูกดึงมาใช้อย่างจำกัด ซึ่งกีฬาหลากหลายชนิดเป็นการดึงพลังงาน ATP ออกมาใช้อย่างมาก ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง แต่ถ้าโปรแกรมการฝึกนักกีฬาส่งผลต่อการเพิ่มระบบการทำงานแอโรบิกและแอนแอโรบิกได้นั้น จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพสมรรถภาพทางกายนักกีฬา ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษายชายที่เรียนพลศึกษาและเป็นตัวแทนในกีฬาเทนนิส เบสบอล บาสเกตบอล และว่ายน้ำ โดยให้คำแนะนำการฝึก รูปแบบการฝึก และความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บให้กับผู้เข้าร่วมการฝึก หลังจากนั้นแบ่งเป็น 2 รูปแบบการฝึกโดยใช้จักรยานวัดงานในการทดสอบผลของการฝึกในรูปแบบความทนทานในระดับปานกลาง 6 สัปดาห์ โดยใช้ความหนักที่ 70 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด เป็นเวลา 60 นาทีต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ หลังการฝึก ระบบแอนแอโรบิกไม่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.1$) ในขณะที่ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.1$) ผลการฝึกแบบหนักสลับเบาโดยใช้พลังงานสูงสุด 7-8 รอบการฝึกเป็นเวลา 5 วันต่อสัปดาห์ จำนวน 6 สัปดาห์ โดยออกกำลังกายเป็นเวลา 20 วินาที ความหนักอยู่ที่ 170 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด และพัก 10 วินาที พบว่าค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น และค่าแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้น 28 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าการฝึกแบบหนักสลับเบาโดยรูปแบบนี้ ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาอย่างมีนัยสำคัญ

Cathal (2013) ได้ศึกษาผลกระทบของการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีความเข้มข้นสูง (HIIT) กับการฝึกความอดทน (HVET) ที่มีผลต่อความทนทาน ความเร็ว และพลังของกล้ามเนื้อในนักกีฬาฟุตบอลเกลิคชาย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลเกลิคระดับสโมสรจำนวน 25 คน อายุตั้งแต่ 18 ปีถึง 35 ปี แบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่กลุ่มฝึกแบบ HIIT (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD; 27.2 ± 3.6 ปี) และกลุ่มฝึกแบบ HVET (ค่าเฉลี่ย $\pm$ 24.7 ± 4.0 ปี) โดยฝึกเป็นจำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ทดสอบความสามารถการใช้ระบบแอโรบิกสูงสุด การกระโดดในแนวตั้ง และวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด 5 เมตร และ 20 เมตร หลังจากนั้น 6 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมการทดสอบยังได้ทดสอบปั่นจักรยาน 6×10 วินาที โดยใช้ความหนักอยู่ที่ 7.5% ของน้ำหนักตัว และสลับกับการใช้ความหนักที่เบาเป็นเวลา 50 วินาที ผลการทดสอบปรากฏว่าความสามารถในการใช้ระบบแอโรบิกสูงสุดเพิ่มขึ้นทั้ง 2 โปรแกรมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความแตกต่างในระหว่างกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน การทดสอบความเร็วระยะทาง 5 เมตร และ 20 เมตร ใช้ระยะเวลาที่สั้นลงในกลุ่มฝึก HVET ในระยะเลาการฝึก 6 สัปดาห์ แต่ไม่มีความเปลี่ยนแปลงของผลการทดสอบในกลุ่ม HIIT ซึ่งทั้ง 2 โปรแกรมนั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาฟุตบอลเกลิคได้

Neal (2017) ฟุตบอลเป็นกีฬาที่ต้องมีการใช้ระบบแอโรบิกที่มีความเข้มข้นสูงสลับกับเบาเป็นประจำ ซึ่งโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา (HIIT) ถือเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความทนทาน และเป็นการประหยัดเวลา ซึ่งได้เปรียบเทียบกับการฝึกของโปรแกรมฟุตบอลแบบปกติ (aerobic-based) ของนักกีฬาฟุตบอลระดับไฮสคูล และผู้เล่นฟุตบอลระดับรองลงมาโดยได้แยกออกเป็น 2 กลุ่มควบคุมคือ กลุ่มการฝึกแบบต่อเนื่องจำนวน 16 คน CON และกลุ่มทดลองฝึกแบบหนักสลับเบาจำนวน 16 คน HIIT ฝึก 10 สัปดาห์ กลุ่มโดยกลุ่มฝึกแบบ HIIT จะวิ่งด้วยความเร็วเป็นเวลา 30 วินาที และพัก 4.5 วินาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ส่วนกลุ่ม CON ดำเนินการฝึกด้วยความเร็วคงที่ในระยะเวลาเดียวกัน ซึ่งในระหว่างกลุ่มนั้นไม่มีความแตกต่างกันในด้านอื่น ๆ ผู้เข้าร่วมการทดสอบความทนทานของระบบหัวใจ Yo-Yo test แบบไม่ต่อเนื่องระดับ 1 (IR1), ระยะทาง 40 หลา การทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว Illinois agility test และการทดสอบแบบนั่งก้มแตะ ทดสอบสองครั้ง ก่อนและหลังการฝึก ผลการฝึกทั้งกลุ่ม HIIT และ CON มีการเพิ่มขึ้นของการทดสอบความทนทานของระบบหัวใจอย่างมีนัยสำคัญ การทดสอบความคล่องแคล่วว่องไวไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม กลุ่ม CON และการทดสอบความยืดหยุ่นไม่มีความแตกต่างในระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยของเราแสดงให้เห็นว่า HIIT มีการเพิ่มขึ้นของความทนทานของระบบหัวใจเช่นเดียวกับการฝึกแบบ CON

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การเปรียบเทียบการฝึกด้วยความหนักสูงแบบหนักสลับช่วงและแบบใช้พลังที่ส่งผลต่ออัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด ความจุแอโรบิก แอนแอโรบิก พลังกล้ามเนื้อและอัตราการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกายของผู้ที่มีสุขภาพดี

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

เป็นผู้ที่มามีสุขภาพดีในฟิตเนสที่สโมสรทหารบก (วิภาวดี) จำนวน 250 คน

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย

1. เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย (Inclusion criteria)

1.1 กลุ่มที่ออกกำลังกายในฟิตเนสที่สโมสรทหารบกมีสุขภาพดีและออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมออย่างน้อย 3 เดือนออกกำลังกายอย่างน้อย 2 ครั้งต่อสัปดาห์ มีอายุระหว่าง 20-40 ปี เพศชายและเพศหญิง

1.2 ไม่มีภาวะของโรคเบาหวาน โรคความดันสูง โรคระบบหัวใจและระบบไหลเวียนเลือด และโรคที่แพทย์วินิจฉัยว่าห้ามออกกำลังกาย

2. เกณฑ์การคัดออกผู้เข้าร่วมการวิจัย (Exclusion criteria)

2.1 มีการบาดเจ็บระหว่างการออกกำลังกาย

2.2 ทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายไม่ครบทุกรายการ

3. เกณฑ์การถอนผู้เข้าร่วมการวิจัยหรือยุติการเข้าร่วมการวิจัย (Withdrawal or termination criteria)

3.1 ไม่มี

4. การจัดผู้เข้าร่วมการวิจัยเข้ากลุ่ม (Subject allocation)

เรียงลำดับตามคะแนนการทดสอบจากทุกรายการโดยเรียงจากมากไปหาน้อย หลังจากนั้นนำไปเข้ากลุ่มโดยเฉพาะเจาะจงเข้ากลุ่มทดลองสองกลุ่มและกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 30 คน (G-power 3.1) โดยใช้การทดสอบกำลังของกล้ามเนื้อประกอบด้วย แผ่นแรง (Force plate) และมิเตอร์ สายขยาย (ตัวแปลงสัญญาณระยะทาง) USB ทดสอบ VO2max และ EPOC แล้วนำมาจำแนกตามกลุ่ม 3 กลุ่มประกอบไปด้วย

1. กลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) (กลุ่มทดลอง) จำนวน 10 คน โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยควบคุมการฝึกทั้ง 2 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์
2. กลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) (กลุ่มทดลอง) จำนวน 10 คน โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยควบคุมการฝึกทั้ง 2 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์
3. กลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึกตามแบบฝึกปกติ (กลุ่มควบคุม) จำนวน 10 คน

ตาราง 3 จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	เพศ			ระยะเวลาที่ออก กำลังกายเฉลี่ย (เดือน)	รูปแบบการออกกำลังกาย	
	จำนวน ประชากร (คน)	ชาย (คน)	หญิง (คน)		ใช้	ใช้ระบบ
					น้ำหนัก เสริม (คน)	หัวใจ ไหลเวียน เลือด (คน)
High intensity interval training (HIIT) (กลุ่มทดลอง)	10	5	5	15	5	5
High intensity power training (HIPT) (กลุ่มทดลอง)	10	5	5	15	4	6
การฝึกตามแบบฝึกปกติ (กลุ่มควบคุม)	10	5	5	20	5	5

การคำนวณขนาดตัวอย่าง (Sample size calculation)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้ที่สุขภาพดีออกกำลังกายเป็นประจำอย่างน้อย 3 เดือน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistage Sampling) โดยขั้นตอนแรก ใช้สูตรการหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างของ ทาโร ยามาเน่ ที่ระดับของความคาดเคลื่อน 5% โดยได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1000 คน (โดยมีเกณฑ์การคัดออก คือ ต้องไม่มีภาวะของ

โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูงโรคที่เกี่ยวข้องกับหัวใจ และโรคอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการออกกำลังกาย และขั้นตอนที่สองใช้วิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เพศ อายุ และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo2max) ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน และใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple random Sampling) เพื่อแบ่งเป็นกลุ่มโปรแกรมการฝึกด้วยความหนักสูงแบบหนักสลับช่วง โปรแกรมการฝึกด้วยความหนักสูงแบบหนักสลับช่วงแบบใช้พลัง และกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo2max) Aerobic Anaerobic และระบบ Epoc ด้วยลู่วิ่ง (Treadmill) และเครื่องวิเคราะห์อากาศ (Gas – analyzer Cardio Coach model 9002-co2)
2. ทดสอบพลังของกล้ามเนื้อ (Muscle Power) โดยยืนกระโดดสูง Smart Jump Test บริษัท Fusion Sport
3. HIIT รูปแบบการฝึกแบบหนักสลับเบาโดยใช้ระยะเวลาการฝึกความเข้มข้นสูงอยู่ที่ 5 วินาทีจนถึง 8 นาทีใช้ความหนักอยู่ที่ 80-95% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (ACSM, 2014)
4. HIPT รูปแบบการฝึกผสมผสานระหว่างการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) กับพลังของกล้ามเนื้อ โดยช่วงของการอบอุ่นร่างกาย (Warm up) ใช้การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) ช่วงที่สองฝึกแบบพลังของกล้ามเนื้อโดยใช้รูปแบบการฝึก weight training ฝึกแบบขึ้นบันได ใช้ความหนักอยู่ที่ 65-85% ของ 1RM (Michael, 2013)
5. แบบประเมินความเหนื่อยด้วย Rate of Perceived Exertion (RPE) โดยใช้ Borg's scale (2010)
6. แบบยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยของกลุ่มตัวอย่าง (Informed Consent Form)

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรมการแบบ HIPT เครื่องมือ ได้แก่ ทำการออกกำลังกาย Back-Squat Deadlift Bench press Overhead press ความหนักอยู่ที่ 65-85% ของ 1RM
2. โปรแกรมการแบบ HIIT เครื่องมือ ได้แก่ ลู่วิ่ง Treadmill เพื่อใช้ในการอบอุ่นร่างกาย (Warm up) ความหนักอยู่ที่ 60 % of MHR และทำ การออกกำลังกาย Burpee และ Mountain Climber ความหนักอยู่ที่ 80-95% ของ MHR

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. ศึกษาค้นคว้าหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมการฝึกแบบ HIIT และโปรแกรมการฝึกแบบ HITP
2. ดำเนินการสร้างโปรแกรมการฝึกแบบ HIIT และโปรแกรมการฝึกแบบ HITP
3. นำโปรแกรมการฝึกแบบ HIIT และโปรแกรมการฝึกแบบ HITP ที่สร้างขึ้นนำเสนอประธานเพื่อตรวจแก้ไขเพิ่มเติม แล้วนำมาปรับปรุงให้ดีขึ้น
4. นำโปรแกรมโปรแกรมการฝึกแบบ HIIT และโปรแกรมการฝึกแบบ HITP ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

วิธีการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. นำโปรแกรมโปรแกรมการฝึกแบบ HIIT และโปรแกรมการฝึกแบบ HITP ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity)
2. นำโปรแกรมโปรแกรมการฝึกแบบ HIIT และโปรแกรมการฝึกแบบ HITP ที่ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้วให้ประธานตรวจครั้งสุดท้าย
3. นำโปรแกรมการฝึกแบบ HIIT และโปรแกรมการฝึกแบบ HITP ไปทำการทดลองฝึกกับกลุ่มบุคคลที่มีความใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง
4. นำโปรแกรมการฝึกแบบ HIIT และโปรแกรมการฝึกแบบ HITP ไปทำการฝึกกับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

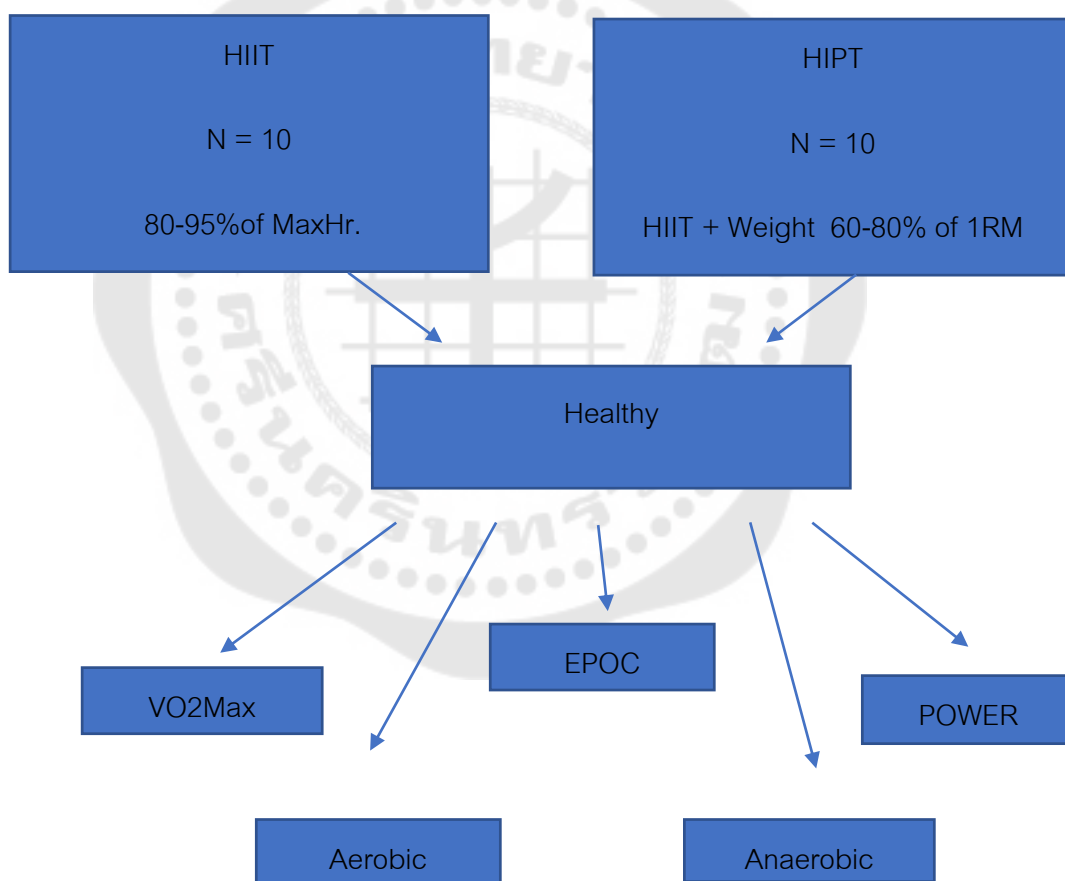
ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สโมสรทหารบก (วิภาวดี) ขอความร่วมมือในการใช้กลุ่มตัวอย่าง สถานที่ อุปกรณ์ และสิ่งอำนวยความสะดวก
2. ขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถึงสโมสรทหารบก (วิภาวดี) เพื่อใช้สถานที่ และเครื่องออกกำลังกาย
3. ทำการทดสอบระบบแอโรบิก (Aerobic) ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) และพลังของกล้ามเนื้อ (Muscle Power) ก่อนการฝึก
4. ทำการทดลองใช้โปรแกรมการฝึกแบบ HIIT และโปรแกรมการฝึกแบบ HITP ก่อนนำไปฝึกจริง
5. นำโปรแกรมการออกกำลังกาย ไปตรวจสอบความเที่ยงตรงโดยผู้เชี่ยวชาญ

6. ชี้แจงและอธิบายโปรแกรมการฝึกแก่กลุ่มตัวอย่างที่ต้องเข้าสู่โปรแกรมการฝึกโดยผู้ทำการวิจัยจะเป็นผู้สาธิตท่าในการฝึก และชักจูงจนเข้าใจเป็นอย่างดี จึงพากกลุ่มตัวอย่างมาฝึกการออกกำลังกาย

7. ควบคุมการฝึกซ้อมของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึก โดยกลุ่มตัวอย่างกลุ่มนี้ต้องใช้ระยะเวลาฝึก 2 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

8. ทำการทดสอบระบบแอโรบิก (Aerobic) ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) และพลังของกล้ามเนื้อ (Muscle Power) ก่อนการฝึก



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการวิจัย

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลการทดลองของผู้ที่เข้ารับการทดสอบมาดำเนินการตามขั้นตอน ด้วยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ดังนี้

1. คำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo2max) แอโรบิก แอนแอโรบิก และการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึกและหลังการฝึก
2. ทดสอบความโค้งโดยใช้สถิติ Normal test
3. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo2max) ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo2max) แอโรบิก แอนแอโรบิก และการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย โดยใช้สถิติ Oneway Anova
4. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo2max) ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo2max) แอโรบิก แอนแอโรบิก และการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย ก่อนการฝึกและหลังการฝึก โดยใช้สถิติ Oneway Anova
5. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มของค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo2max) ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo2max) แอโรบิก แอนแอโรบิก และการใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย หลังการฝึกโดยใช้สถิติ POST-HOC Test ของ Least-Significant Different (LSD)
6. ใช้อำนาจการทดสอบ T-Test independent
7. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบการฝึกด้วยความหนักสูงแบบหนักสลับช่วงและแบบใช้พลังที่มีผลต่อการใช้ออกซิเจนหลังการออกกำลังกาย ใช้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 30 คน แบ่งเป็นจำนวน 3 กลุ่ม ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) (กลุ่มทดลอง) จำนวน 10 คน โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยควบคุมการฝึกทั้ง 2 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) (กลุ่มทดลอง) จำนวน 10 คน โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยควบคุมการฝึกทั้ง 2 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ และกลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึกตามแบบฝึกปกติ(กลุ่มควบคุม) จำนวน 10 คน เพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ย (X) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo2max) ระบบแอโรบิก (Aerobic) ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) และพลังของกล้ามเนื้อ (Power) ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึกและหลังการฝึก เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo2max) ระบบแอโรบิก (Aerobic) ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) และพลังของกล้ามเนื้อ (Power) โดยผลวิจัยเป็นดังนี้

ส่วนที่ 1 แสดงข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ข้อมูลด้านจำนวนเพศของกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 4 แสดงจำนวนและเพศ ร้อยละ (%) ของกลุ่มตัวอย่าง

เพศ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
กลุ่มที่ 1 โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)		
ชาย	5	50
หญิง	5	50
กลุ่มที่ 2 โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)		
ชาย	5	50
หญิง	5	50

ตาราง 4 (ต่อ)

เพศ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
กลุ่มที่ 3 โปรแกรมการฝึกตามแบบฝึกปกติ		
ชาย	5	50
หญิง	5	50
รวม	30	100

จากตารางแสดงจำนวนและเพศของกลุ่มตัวอย่างการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบการฝึกด้วยความหนักสูงแบบหนักสลับช่วงและแบบใช้พลังที่มีผลต่อการใช้ออกซิเจนหลังการออกกำลังกาย มีกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม จำนวนทั้งหมด 32 คน เพศชาย จำนวน 15 คน เพศหญิง จำนวน 17 คน และแยกตามโปรแกรมการฝึกพบว่า กลุ่มที่ 1 โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) เป็นเพศชาย 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 เพศหญิง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) เพศชาย จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 เพศหญิง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 โปรแกรมการฝึกตามแบบฝึกปกติ เพศชาย จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 เพศหญิง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50

1.2 ข้อมูล อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ร้อยละไขมันในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ ระบบแอโรบิก (Aerobic) ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) และ พลังของกล้ามเนื้อ (Power)

ตาราง 5 แสดงข้อมูล อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ร้อยละไขมันในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ ระบบแอโรบิก (Aerobic) ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) และ พลังของกล้ามเนื้อ (Power)

	ก่อนการฝึก		หลังการฝึก	
	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	S.D.	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	S.D.
1. กลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)				
อายุ (ปี)	29.6	6.65	29.60	6.65
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	62.8	12.35	59.80	11.84
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	168.40	10.59	168.40	10.59

ตาราง 5 (ต่อ)

	ก่อนการฝึก		หลังการฝึก	
	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	S.D.	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	S.D.
ค่า BMI (Kg/m ²)	21.92	2.93	20.88	2.64
ร้อยละไขมันในร่างกาย (%)	19.76	5.68	18.35	5.26
มวลกล้ามเนื้อ (Lbs)	104.18	26.67	112.35	24.28
พลังของกล้ามเนื้อ (POWER) (Watt)	15591.16	4424.76	15282.88	4238.67
การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) (ml/kg/min)	27.24	3.02	32.30	2.29
ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจน หลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) (Lite)	7.92	0.57	10.39	.902
น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการ บริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) (Kg)	48.5	27.18	49.90	28.33
น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่น กล้ามเนื้อขา (1RM Squat) (Kg)	48.8	21.84	51.30	22.74
น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่น กล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) (Kg)	31.0	10.15	32.60	11.89
น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับบริหาร กล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) (Kg)	53.26	33.06	56.00	34.17
2. กลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)				
อายุ (ปี)	31.54	4.67	31.81	4.40
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	65.77	16.8	63.36	14.60
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	167.72	7.721	167.72	7.72
ค่า BMI (Kg/m ²)	23.07	4.2	22.24	3.43
ร้อยละไขมันในร่างกาย (%)	18.29	6.26	16.40	5.22
มวลกล้ามเนื้อ (Lbs)	108.03	35.599	126.93	27.14
พลังของกล้ามเนื้อ (POWER) (Watt)	16556.51	5043.88	17314.24	4658.54
การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) (ml/kg/min)	27.26	4.33	33.16	3.55

ตาราง 5 (ต่อ)

	ก่อนการฝึก		หลังการฝึก	
	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	S.D.	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	S.D.
ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจน หลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) (Lite)	7.92	0.58	9.61	.584
น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการ บริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) (Kg)	56.00	28.611	59.72	28.20
น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่น กล้ามเนื้อขา (1RM Squat) (Kg)	70.09	23.3	74.36	23.88
น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่น กล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) (Kg)	35.090	10.6	40.09	12.50
น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับบริหาร กล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) (Kg)	67.27	26.7	72.45	26.86
3.กลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึกตามแบบฝึกปกติ(กลุ่มควบคุม)				
อายุ (ปี)	34.18	5.03	34.18	5.03
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	61.63	12.58	61.36	12.41
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	168.72	11.82	168.54	11.78
ค่า BMI (Kg/m ²)	21.58	3.52	21.38	3.48
ร้อยละไขมันในร่างกาย (%)	18.53	5.60	18.36	5.73
มวลกล้ามเนื้อ (Lbs)	102.76	19.95	109.15	14.00
พลังของกล้ามเนื้อ (POWER) (Watt)	14567.34	4301.06	14316.14	4228.07
การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) (ml/kg/min)	25.69	3.74	27.24	3.93
ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจน หลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) (Lite)	7.574	.733	7.76	.772
น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการ บริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) (Kg)	39.36	16.43	41.36	18.57

ตาราง 5 (ต่อ)

	ก่อนการฝึก		หลังการฝึก	
	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	S.D.	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	S.D.
น้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่น กล้ามเนื้อขา (1RM Squat) (Kg)	48.27	17.98	50.00	17.67
น้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่น กล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) (Kg)	31.86	15.016	32.36	13.32
น้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหาร กล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) (Kg)	45.27	12.51	46.54	12.25

จากตารางที่ 4.2 พบว่า โดยส่วนใหญ่ภายหลังการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายทั้ง 3 โปรแกรม กลุ่มตัวอย่างมีสุขภาพที่ดีขึ้น โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

กลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) มีอายุเฉลี่ย 29.6 ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 168.40 เซนติเมตร น้ำหนักตัวเฉลี่ย 62.8 กิโลกรัม โดยพบว่าหลังเข้าสู่โปรแกรมการฝึกมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยลดลงที่ 59.80 กิโลกรัม ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) เฉลี่ย 21.92 Kg/m² พบว่าลดลงที่ 20.88 Kg/m² ร้อยละไขมันในร่างกายเฉลี่ย ร้อยละ 19.76 ลดลงที่ ร้อยละ 18.35 มวลกล้ามเนื้อเฉลี่ยเพิ่มขึ้น จาก 104.18 กิโลกรัม เป็น 112.35 กิโลกรัม ในขณะที่พลังของกล้ามเนื้อ (Power) เฉลี่ย กลับลดลง จาก 15591.16 Watt เป็น 15282.88 Watt การใช้ ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 27.24 ml/kg/min เป็น 32.30 ml/kg/min ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 7.92 Lite เป็น 10.39 Lite น้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 48.5 กิโลกรัม เป็น 49.90 กิโลกรัม น้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 48.8 กิโลกรัม เป็น 51.30 กิโลกรัม น้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 31.0 กิโลกรัม เป็น 32.60 กิโลกรัม และน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 53.26 กิโลกรัม เป็น 56.00 กิโลกรัม

กลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) มีอายุเฉลี่ย 31.54 ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 167.72 เซนติเมตร โดยพบว่าภายหลังเข้าสู่โปรแกรมการฝึก น้ำหนักตัวเฉลี่ยลดลงจาก 65.77 กิโลกรัม เป็น 63.36 กิโลกรัม ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) เฉลี่ย ลดลงจาก 23.07 Kg/m² เป็น 22.24 Kg/m² ร้อยละไขมันในร่างกายเฉลี่ย ลดลงจาก ร้อยละ 18.29 เป็น ร้อยละ 16.40 มวลกล้ามเนื้อเฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 108.03 กิโลกรัม เป็น 126.93 กิโลกรัม พลังของกล้ามเนื้อ (POWER) เฉลี่ย เพิ่มขึ้น จาก 16556.51 Watt เป็น 17314.24 Watt การใช้ ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 27.26 ml/kg/min เป็น 33.16 ml/kg/min ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 7.92 Lite เป็น 9.61 Lite น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 56.00 กิโลกรัม เป็น 59.72 กิโลกรัม น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 70.09 กิโลกรัม เป็น 74.36 กิโลกรัม น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 35.09 กิโลกรัม เป็น 40.09 กิโลกรัม น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 67.27 กิโลกรัม เป็น 72.45 กิโลกรัม

กลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึกตามแบบฝึกปกติ (กลุ่มควบคุม) มีอายุเฉลี่ย 34.18 ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 168.72 เซนติเมตร น้ำหนักตัวลดลง จาก 61.63 กิโลกรัม เป็น 61.36 กิโลกรัม ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) เฉลี่ย ลดลงจาก 21.58 Kg/m² เป็น 21.38 Kg/m² ร้อยละไขมันในร่างกายเฉลี่ย ลดลงจาก ร้อยละ 18.53 เป็น ร้อยละ 18.36 มวลกล้ามเนื้อเฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 102.76 กิโลกรัม เป็น 109.15 กิโลกรัม ในขณะที่พลังของกล้ามเนื้อ (POWER) เฉลี่ย กลับลดลง จาก 14567.34 Watt เป็น 14316.14 Watt การใช้ ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 25.69 ml/kg/min เป็น 27.24 ml/kg/min ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 7.574 Lite เป็น 7.76 Lite น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 39.36 เป็น 41.36 น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) เฉลี่ย จาก 48.27 กิโลกรัม เป็น 50.00 กิโลกรัม น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) เฉลี่ย จาก 31.86 กิโลกรัม เป็น 32.36 กิโลกรัม และ น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) เฉลี่ย จาก 45.27 กิโลกรัม เป็น 46.54 กิโลกรัม

ส่วนที่ 2 ทดสอบสมมุติฐาน

สมมุติฐานที่ 1 ก่อนเข้าสู่โปรแกรมการฝึก การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) และการฝึกตามแบบฝึกปกติ มีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ระบบการเผาผลาญพลังงาน โดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) และ พลังของกล้ามเนื้อ (Power) ของบุคคลที่มีสุขภาพดี มีความแตกต่างกัน

2.1 สมมุติฐานของการวิจัย : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) แตกต่างกัน

H_0 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) แตกต่างกัน

ตาราง 6 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระบบแอโรบิก (Aerobic) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน S.D.	F	Sig.
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	27.24	3.02	.622	.544
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	27.26	4.33		
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	25.69	3.74		

จากตาราง พบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ($Sig > .05$)

2.2 สมมุติฐานของการวิจัย : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบระบบแอนแอโรบิก(Anaerobic) แตกต่างกัน

2.2.1) ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) แตกต่างกัน

H_0 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) แตกต่างกัน

ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	F	Sig.
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	48.5000	27.18353	1.262	.298
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	56.0000	28.61119		
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	39.3636	16.43942		

จากตาราง พบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig>.05)

2.2.2) ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) แตกต่างกัน

H_0 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) แตกต่างกัน

ตาราง 8 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่น
ก้ามเนื้อขา (1RM Squat) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	F	Sig.
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	48.8000	21.84694	3.755	.035
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	70.0909	23.33004		
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	48.2727	17.98383		

จากตาราง พบว่า ปฏิเสธ H_0 กล่าวคือระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่
มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารก้ามเนื้อขา (1RM Squat) แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ
.05 (Sig < .05)

ตาราง 9 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่
มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารก้ามเนื้อขา (1RM Squat) โดยใช้สถิติ POST-HOC Test
ของ Least-Significant Different (LSD) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก	ความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ย	Sig.
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) -21.29091*	.029
	การฝึกตามแบบฝึกปกติ .52727	.955
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) 21.29091*	.029
	การฝึกตามแบบฝึกปกติ 21.81818*	.022
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) -5.2727	.955
	การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) -21.81818*	.022

จากตาราง พบว่า การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) มากกว่าการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) และ การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) มากกว่าการฝึกตามแบบฝึกปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig <.05)

2.2.3) ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) แตกต่างกัน

H_0 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) แตกต่างกัน

ตาราง 10 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	F	Sig.
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	31.0000	10.15436	.491	.617
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	35.9091	10.69069		
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	31.8636	15.10644		

จากตาราง พบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig>.05)

2.2.4) ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) แตกต่างกัน

H_0 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) แตกต่างกัน

ตาราง 11 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	F	Sig.
	$\bar{x}$	S.D.		
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	53.2600	33.06237	2.130	.137
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	67.2727	26.72486		
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	45.2727	12.51672		

จากตาราง พบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig>.05)

2.3 สมมุติฐานของการวิจัย : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ(Power)แตกต่างกัน

H_0 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (Power) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (Power) แตกต่างกัน

ตาราง 12 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังของกล้ามเนื้อ (POWER) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	F	Sig.
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	15591.1666	4424.76547	.513	.604
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	16556.5144	5043.88199		
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	14567.3432	4301.06722		

จากตาราง พบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อจะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (POWER) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig>.05)

2.4 สมมุติฐานของการวิจัย : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) แตกต่างกัน

H_0 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) แตกต่างกัน

ตาราง 13 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	F	Sig.
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	7.922	.574	.443	.351
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	7.927	.587		
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	7.57	.733		

จากตาราง พบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig>.05)

สมมุติฐานที่ 2 หลังเข้าสู่โปรแกรมการฝึก การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) และการฝึกตามแบบฝึกปกติ มีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) และ พลังของกล้ามเนื้อ (Power) ของบุคคลที่มีสุขภาพดี มีความแตกต่างกัน

2.5 สมมุติฐานของการวิจัย : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) แตกต่างกัน

H_0 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) แตกต่างกัน

ตาราง 14 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระบบแอโรบิก (Aerobic) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	F	Sig.
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	32.3000	2.29976	9.819	.001
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	33.1673	3.55724		
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	27.2455	3.93938		

จากตาราง พบว่า ปฏิเสธ H_0 กล่าวคือระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig<.05)

ตาราง 15 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของระบบแอโรบิก (Aerobic) โดยใช้สถิติ POST-HOC Test ของ Least-Significant Different (LSD) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก		ความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ย	Sig.
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	-.86727	.560
	การฝึกตามแบบฝึกปกติ	5.05455 [*]	.002
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	.86727	.560
	การฝึกตามแบบฝึกปกติ	5.92182 [*]	.000
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	-5.05455 [*]	.002
	การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	-5.92182 [*]	.000

จากตารางพบว่า การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อ ระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max) มากกว่า การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) และ การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max) มากกว่าการฝึกตามแบบฝึกปกติ

2.6 สมมติฐานของการวิจัย : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบระบบแอนแอโรบิก(Anaerobic) แตกต่างกัน

2.6.1) ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) แตกต่างกัน

H₀: ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) ไม่แตกต่างกัน

H₁: ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) แตกต่างกัน

ตาราง 16 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	F	Sig.
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	49.9000	28.33706	1.446	.252
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	59.7273	28.20316		
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	41.3636	18.57026		

จากตาราง พบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig>.05)

2.6.2) ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) แตกต่างกัน

H_0 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) แตกต่างกัน

ตาราง 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	F	Sig.
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	51.3000	22.74032	4.387	.022
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	74.3636	23.88000		
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	50.0000	17.67484		

จากตาราง พบว่า ปฏิเสธ H_0 กล่าวคือระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig <.05)

ตาราง 18 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนขา (1RM Squat) โดยใช้สถิติ POST-HOC Test ของ Least-Significant Different (LSD) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก		ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย	Sig.
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	การฝึกแบบ High intensity		
	power training (HIPT)	-23.06364*	.021
	การฝึกตามแบบฝึกปกติ	1.30000	.891
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	การฝึกแบบ High intensity		
	interval training (HIIT)	23.06364*	.021
	การฝึกตามแบบฝึกปกติ	24.36364*	.013
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	การฝึกแบบ High intensity		
	interval training (HIIT)	-1.30000	.891
	การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	-24.36364*	.013

จากตาราง พบว่า การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Squat) มากกว่าการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) และ การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Squat) มากกว่าการฝึกตามแบบฝึกปกติ ส่วนการฝึกแบบการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Squat) มากกว่าการฝึกตามแบบฝึกปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig <.05)

2.6.3) ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) แตกต่างกัน

H_0 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) แตกต่างกัน

ตาราง 19 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	F	Sig.
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	32.6000	11.89958	1.316	.284
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	40.0909	12.50164		
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	32.3636	13.32871		

จากตาราง พบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig>.05)

4) สมมุติฐานของการวิจัย : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Dedthlift) แตกต่างกัน

H_0 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Dedthlift) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Dedthlift) แตกต่างกัน

ตาราง 20 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	F	Sig.
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	56.0000	34.17927	2.847	.074
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	72.4545	26.86024		
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	46.5455	12.25042		

จากตาราง พบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig>.05)

2.7 สมมุติฐานของการวิจัย : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ(Power)แตกต่างกัน

H_0 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (Power) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (Power) แตกต่าง

ตาราง 21 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังของกล้ามเนื้อ (Power) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	F	Sig.
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	15282.8862	4238.67969	1.337	.278
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	17314.2484	4658.54949		
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	14316.1491	4228.07324		

จากตาราง พบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อจะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (POWER) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig>.05)

2.8 สมมุติฐานของการวิจัย : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย(EPOC) แตกต่างกัน

H_0 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) แตกต่างกัน

ตาราง 22 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	F	Sig.
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	10.395	.902	33.65	.000
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	9.611	.584		
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	7.76	.772		

จากตาราง พบว่า ปฏิเสธ H_0 กล่าวคือระบบการฝึกที่แตกต่างกัน จะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig <.05) โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

ตาราง 23 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) โดยใช้สถิติ POST-HOC Test ของ Least-Significant Different (LSD) จำแนกตามระบบการฝึก

ระบบการฝึก		ความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ย	Sig.
การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	.78318 [*]	.025
	การฝึกตามแบบฝึกปกติ	2.63045 [*]	.000
การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	-.78318 [*]	.025
	การฝึกตามแบบฝึกปกติ	1.84727 [*]	.000
การฝึกตามแบบฝึกปกติ	การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)	-2.63045 [*]	.000
	การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)	-1.84727 [*]	.000

จากตาราง พบว่า การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) มากกว่าการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) และ การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) มากกว่าการฝึกตามแบบฝึกปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig <.05)

สมมุติฐานที่ 3 ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) และการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) ที่มีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) และ พลังของกล้ามเนื้อ (Power) ของบุคคลที่มีสุขภาพดี แตกต่างกัน

2.9 สมมุติฐานการวิจัย ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) แตกต่างกัน

H_0 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) แตกต่างกัน

ตาราง 24 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)

High intensity interval training (HIIT)	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	t	Sig.
ก่อนการฝึก	27.2400	3.02258	-4.213	.001
หลังการฝึก	32.3000	2.29976		

จากตารางพบว่า ปฏิเสธ H_0 กล่าวคือ ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig <.05) โดยก่อนการฝึกกลุ่มตัวอย่างจะมีระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) น้อยกว่าหลังการฝึก

2.10 สมมุติฐานการวิจัย ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) แตกต่างกัน

2.10.1) สมมุติฐาน ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) แตกต่างกัน

H_0 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) แตกต่างกัน

ตาราง 25 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)

High intensity interval training (HIIT)	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	T	Sig.
ก่อนการฝึก	48.5000	27.18353	-1.113	.911
หลังการฝึก	49.9000	28.33706		

จากตารางพบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือ ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig > .05)

2.10.2) สมมุติฐาน ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) แตกต่างกัน

H_0 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) แตกต่างกัน

ตาราง 26 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)

High intensity interval training (HIIT)	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	t	Sig.
ก่อนการฝึก	48.8000	21.84694	-.251	.805
หลังการฝึก	51.3000	22.74032		

จากตารางพบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือ ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig > .05)

2.10.3) สมมุติฐาน ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ำเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) แตกต่างกัน

H_0 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ำเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ำเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) แตกต่างกัน

ตาราง 27 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ำเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)

High intensity interval training (HIIT)	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t	Sig.
	$\bar{x}$	S.D.		
ก่อนการฝึก	31.0000	10.15436	-0.323	.705
หลังการฝึก	32.6000	11.89958		

จากตารางพบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือ ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ำเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) ไม่แตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig > .05)

2.10.4) สมมุติฐาน ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ำเนื้อหลัง (1RM Deadlift) แตกต่างกัน

H_0 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ำเนื้อหลัง (1RM Deadlift) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ำเนื้อหลัง (1RM Deadlift) แตกต่างกัน

ตาราง 28 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM deadlift) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)

High intensity interval training (HIIT)	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	t	Sig.
ก่อนการฝึก	53.2600	33.06237	-.182	.857
หลังการฝึก	56.0000	34.17927		

จากตารางพบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือ ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) ไม่แตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig > .05)

2.10.5) สมมุติฐาน ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (Power) แตกต่างกัน

H_0 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (Power) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (Power) แตกต่างกัน

ตาราง 29 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (Power) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)

High intensity interval training (HIIT)	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	t	Sig.
ก่อนการฝึก	15591.1666	4424.76547	.159	.875
หลังการฝึก	15282.8862	4238.67969		

จากตารางพบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือ ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (Power) ไม่แตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig > .05)

2.11 สมมุติฐานการวิจัย ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) แตกต่างกัน

H_0 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) แตกต่างกัน

ตาราง 30 แสดงการเปรียบเทียบผลของระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย(EPOC)จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)

High intensity interval training (HIIT)	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t	Sig.
	$\bar{x}$	S.D.		
ก่อนการฝึก	7.922	.5748	-.7.307	.000
หลังการฝึก	10.395	.903		

จากตารางพบว่า ปฏิเสธ H_0 กล่าวคือ ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย(EPOC) แตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig >.05) โดยพบว่า หลังการฝึก ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย(EPOC) มากกว่าก่อนการฝึก

2.12 สมมุติฐานการวิจัย ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) แตกต่างกัน

H_0 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) แตกต่างกัน

ตาราง 31 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)

High intensity power training (HIPT)	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	T	Sig.
ก่อนการฝึก	27.2636	4.33481	-3.492	.002
หลังการฝึก	33.1673	3.55724		

จากตารางพบว่า ปฏิเสธ H_0 กล่าวคือ ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig <.05) โดยก่อนการฝึกกลุ่มตัวอย่างจะมีระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) น้อยกว่าหลังการฝึก

2.13 สมมุติฐานการวิจัย ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) แตกต่างกัน

2.13.1) สมมุติฐาน ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) แตกต่างกัน

H_0 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) แตกต่างกัน

ตาราง 32 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)

High intensity power training (HIPT)	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	T	Sig.
ก่อนการฝึก	56.0000	28.61119	-0.308	.671
หลังการฝึก	59.7273	28.20316		

จากตารางพบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือ ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) ไม่แตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig > .05)

2.13.2) สมมุติฐาน ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) แตกต่าง

H_0 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) แตกต่าง

ตาราง 33 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)

High intensity power training (HIPT)	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	t	Sig.
ก่อนการฝึก	70.0909	23.33004	-0.424	.676
หลังการฝึก	74.3636	23.88000		

จากตารางพบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือ ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) ไม่แตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig > .05)

2.13.3) สมมุติฐาน ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) แตกต่างกัน

H_0 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) แตกต่างกัน

ตาราง 34 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)

High intensity power training (HIPT)	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t	Sig.
	$\bar{x}$	S.D.		
ก่อนการฝึก	35.9091	10.69069	-0.843	.409
หลังการฝึก	40.0909	12.50164		

จากตารางพบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือ ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) ไม่แตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig > .05)

2.13.4) สมมุติฐาน ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) แตกต่างกัน

H_0 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) แตกต่างกัน

ตาราง 35 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)

High intensity power training (HIPT)	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	t	Sig.
ก่อนการฝึก	67.2727	26.72486	-.454	.655
หลังการฝึก	72.4545	26.86024		

จากตารางพบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือ ก่อนการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) ไม่แตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig > .05)

2.14 สมมุติฐานการวิจัย ก่อนการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (Power) แตกต่างกัน

H_0 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (Power) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (Power) แตกต่างกัน

ตาราง 36 แสดงการเปรียบเทียบผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (Power) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)

High intensity interval training (HIIT)	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	T	Sig.
ก่อนการฝึก	16556.5144	5043.88199	-.366	.718
หลังการฝึก	17314.2484	4658.54949		

จากตารางพบว่า ยอมรับ H_0 กล่าวคือ ก่อนการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (Power) ไม่แตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig > .05)

2.15 สมมุติฐานการวิจัย ก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) แตกต่างกัน

H_0 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) แตกต่างกัน

ตาราง 37 แสดงการเปรียบเทียบผลของระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) จำแนกตามก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)

High intensity interval training (HIIT)	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	t	Sig.
ก่อนการฝึก	7.9273	.58735	-6.745	.000
หลังการฝึก	9.6118	.58402		

จากตารางพบว่า ปฏิเสธ H_0 กล่าวคือก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (Sig <.05) โดยหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) มากกว่าก่อนการฝึก

บทที่ 5

สรุปผลและอภิปราย

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบการฝึกด้วยความหนักสูงแบบหนักสลับช่วงและแบบใช้พลังที่มีผลต่อการใช้ออกซิเจนหลังการออกกำลังกาย มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระว่างการออกกำลังกายแบบ HIIT และ HIPT

โดยให้กลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึก 3 รูปแบบ ได้แก่ โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) (กลุ่มทดลอง) โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) (กลุ่มทดลอง) และโปรแกรมการฝึกตามแบบฝึกปกติ(กลุ่มควบคุม) เพื่อเปรียบเทียบการใช้ออกซิเจนสูงสุด(Vo2max) ระบบแอโรบิก (Aerobic) ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) และพลังของกล้ามเนื้อ (Power) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึกและหลังการฝึก เมื่อฝึกด้วยโปรแกรมหักล้างเสร็จสิ้น ได้เก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ทำการกำหนดรหัส ลงรหัส บันทึกข้อมูล แล้วจึงนำมาประมวลผลข้อมูลหาค่าทางสถิติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สามารถวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) และสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) หรือการทดสอบสมมติฐาน ได้ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 ลักษณะทางประชากรของกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบการฝึกด้วยความหนักสูงแบบหนักสลับช่วงและแบบใช้พลังที่มีผลต่อการใช้ออกซิเจนหลังการออกกำลังกาย มีกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม จำนวนทั้งหมด 32 คน เพศชาย จำนวน 15 คน เพศหญิง จำนวน 17 คน และแยกตามโปรแกรมการฝึกพบว่า กลุ่มที่ 1 โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) เป็นเพศชาย 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 เพศหญิง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) เพศชาย จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 45.45 เพศหญิง จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 54.55 โปรแกรมการฝึกตามแบบฝึกปกติ เพศชาย จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 45.45 เพศหญิง จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 54.55

1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ร้อยละไขมันในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ ระบบแอโรบิก (Aerobic) ระบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) และ พลังของกล้ามเนื้อ (Power)

จากการวิจัยพบว่า ภายหลังจากการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายทั้ง 3 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) และ โปรแกรมการฝึกตามแบบฝึกปกติ (กลุ่มควบคุม) กลุ่มตัวอย่างเกือบทั้งหมด มีสุขภาพที่ดีขึ้น จากข้อมูลของน้ำหนักตัวเฉลี่ย ค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย ร้อยละไขมันในร่างกายเฉลี่ย ของกลุ่มตัวอย่างมีค่าลดลง รวมทั้งมวลกล้ามเนื้อเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทุกคนเพิ่มขึ้น

ข้อมูลด้านพลังกล้ามเนื้อ (Power) เฉลี่ย ของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) มีค่าลดลง จาก 15591.16 Watt เป็น 15282.88 Watt เช่นเดียวกันกับพลังของกล้ามเนื้อ (POWER) เฉลี่ย ของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึกตามแบบฝึกปกติจาก 14567.34 Watt เป็น 14316.14 Watt ในขณะที่ กลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) มีค่าพลังของกล้ามเนื้อ (POWER) เฉลี่ย เพิ่มขึ้น จาก 16556.51 Watt เป็น 17314.24 Watt

ข้อมูลการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max) เฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่การฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายทั้ง 3 โปรแกรมพบว่า มีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นทุกกลุ่ม โดยโปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 27.24 MI/kg/min เป็น 32.30 MI/kg/min โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 27.26 MI/kg/min เป็น 33.16 MI/kg/min และ กลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการฝึกตามแบบฝึกปกติ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO₂max) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 25.69 MI/kg/min เป็น 27.24 MI/kg/min

ข้อมูลด้านระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) เฉลี่ย ของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่การฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายทั้ง 3 โปรแกรมพบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นทุกกลุ่มตัวอย่าง โดยโปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 7.92 Lite เป็น 10.39 Lite โปรแกรมการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 7.92 Lite เป็น 9.61 Lite และ กลุ่มตัวอย่างที่เข้าสู่โปรแกรมการ

ฝึกตามแบบฝึกปกติ ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจาก 7.574 Lite เป็น 7.76 Lite

1.2 การเปรียบเทียบข้อมูล ก่อนการเข้าสู่โปรแกรมการฝึกแบบต่างๆ

จากการวิจัยพบว่า

1) ก่อนการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) และการฝึกตามแบบฝึกปกติ จะมีผลต่อการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2) ก่อนการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) และการฝึกตามแบบฝึกปกติ จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

3) ก่อนฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) มากกว่าการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) และ การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) มากกว่าการฝึกตามแบบฝึกปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

4) ก่อนการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) และ การฝึกตามแบบฝึกปกติ จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

5) ก่อนการระบบการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) และ การฝึกตามแบบฝึกปกติ จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6) ก่อนการระบบการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) และ การฝึกตามแบบฝึกปกติ จะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (POWER) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

7) ก่อนการระบบการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) และ การฝึกตามแบบฝึกปกติ

จะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

1.3 การเปรียบเทียบข้อมูล หลังการเข้าสู่โปรแกรมการฝึกแบบต่าง ๆ

1) หลังการฝึกด้วยระบบการฝึกที่แตกต่างกันจะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) แตกต่างกัน โดยพบว่า การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อ ระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) มากกว่า การฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) และ การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อ ระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) มากกว่าการฝึกตามแบบฝึกปกติ

2) หลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) และ การฝึกตามแบบฝึกปกติ จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

3) หลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) และ การฝึกตามแบบฝึกปกติ จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนขา (1RM Squat) แตกต่างกัน โดยพบว่า การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนขา (1RM Squat) มากกว่าการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) และ การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนขา (1RM Squat) มากกว่าการฝึกตามแบบฝึกปกติ ส่วนการฝึกแบบการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนขา (1RM Squat) มากกว่าการฝึกตามแบบฝึกปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

4) หลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) และ การฝึกตามแบบฝึกปกติ จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

5) หลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) และ การฝึกตามแบบฝึกปกติ จะมีผลต่อหน้า

ที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6) หลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) และ การฝึกตามแบบฝึกปกติ จะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (POWER) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

7) หลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) และ การฝึกตามแบบฝึกปกติ จะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) แตกต่างกัน โดยพบว่า การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) มากกว่าการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) และ การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) มากกว่าการฝึกตามแบบฝึกปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

1.4 เปรียบเทียบข้อมูลก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT)

1) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) แตกต่างกัน โดยก่อนการฝึกกลุ่มตัวอย่างจะมีระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) น้อยกว่าหลังการฝึก ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

3) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

4) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

5) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (Power) ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

7) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) จะมีผลต่อระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) แตกต่างกัน โดยพบว่า หลังการฝึก ระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) มากกว่าก่อนการฝึก ที่ระดับนัยสำคัญ .05

1.5 เปรียบเทียบข้อมูลก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT)

1) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) แตกต่างกัน โดยก่อนการฝึกกลุ่มตัวอย่างจะมีระบบแอโรบิก (Aerobic) หรือ การใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2max) น้อยกว่าหลังการฝึก ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการบริหารกล้ามเนื้อส่วนอก (1RM Chest Press) ไม่แตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญ .05

3) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อขา (1RM Squat) ไม่แตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญ .05

4) ก่อนการฝึกและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับการเล่นกล้ามเนื้อไหล่ (1RM Shoulder Press) ไม่แตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญ .05

5) ก่อนการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อน้ำหนักที่มากที่สุดที่สามารถรองรับบริหารกล้ามเนื้อหลัง (1RM Deadlift) ไม่แตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญ .05

6) ก่อนการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีผลต่อพลังของกล้ามเนื้อ (Power) ไม่แตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญ .05

7) ก่อนและหลังการฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) แตกต่างกัน โดยหลัง

การฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) จะมีระบบการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ ออกซิเจนหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) มากกว่าก่อนการฝึก ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. อธิปรายผล

โปรแกรมการออกฝึกแบบ High intensity power training (HIPT) การออกกำลังกาย ชนิดนี้เป็นรูปแบบการฝึกผสมผสานระหว่างการฝึกแบบ HIIT กับการฝึกพลังของกล้ามเนื้อ รูปแบบดังกล่าวใช้ระยะเวลาการฝึกที่สั้น มีความเข้มข้นของการฝึกสูง (Joondeph, 2013) โดย แบ่งการฝึกเป็นช่วงของการอบอุ่นร่างกายในรูปแบบ HIIT และช่วงของการฝึกแบบพลังของ กล้ามเนื้อโดยใช้รูปแบบการฝึก weight training ฝึกแบบขึ้นบันได ใช้ความหนักอยู่ที่ 60-85% ของ 1RM เป็นการฝึกกระดมเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วผ่าน Motor Unit เพื่อให้ทุกกล้ามเนื้อที่ เกี่ยวข้องกับท่าของการฝึกนั้นทำงานด้วยแรงสูงสุดในเวลาเดียวกัน เป็นการฝึกโดยใช้กล้ามเนื้อ ทำงานซ้ำๆอย่างต่อเนื่องจนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งทำให้พลังของกล้ามเนื้อและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น (Trazaskomo,Tihany&Trazaskomo, 2010) โดยในส่วนของการแบบหนักสลับเบาโดยใช้พลังของ กล้ามเนื้อ (HIPT) ส่งผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนขา (Squat) มากกว่าโปรแกรมการฝึก แบบหนักสลับเบา (HIIT) การฝึก และโปรแกรมการฝึกปรกติหลังจากการออกกำลังกายในท่า บริหารกล้ามเนื้อส่วนขา (Squat) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากในส่วนของการ โปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาแบบพลังของกล้ามเนื้อ(HIPT)มีท่าการออกกำลังกายโดยการ บริหารกล้ามเนื้อส่วนขา (Squat) โดยใช้พลังกล้ามเนื้อสูงสุด และการใช้น้ำหนักจากภายนอกคือ บาร์เบลทำให้มีความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 สอดคล้องกับ Martínez- Gomez R (2019) ที่ได้ศึกษาการฝึกท่าบริหารกล้ามเนื้อขาในโปรแกรม crossfit ส่งผลให้ความ แข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้น และยังสอดคล้องกับ Bellar,D (2015) ที่ได้ศึกษาระบบแอโรบิก แอนแอโรบิกและพลังในผู้ที่ออกกำลังกายแบบ crossfit โดยหลังจากการฝึกระบบแอโรบิก แอนแอ โรบิกและพลัง เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่การทดสอบการใช้พลังงานของ กล้ามเนื้อ(Power) ซึ่งเป็นการทดสอบการใช้พลังงานสูงสุดในการกระโดด 1 ครั้ง ความแตกต่าง ก่อนและหลังการฝึกของกลุ่มการฝึกแบบหนักสลับเบา (HIIT) และโปรแกรมการฝึกแบบปรกติไม่มี ความแตกต่างกัน ซึ่งโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาโดยใช้พลังของกล้ามเนื้อจะใช้พลังของ กล้ามเนื้อสูงสุดที่ความหนัก 85% ของ 1RM (Feito,Y.2018)และกลุ่มการฝึกแบบหนักสลับเบา (HIIT)นั้นเป็นการฝึกกระดมเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วผ่าน Motor Unit ในท่า กระโดดพุ่งหลัง (Burpee) เพื่อให้ทุกกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับท่าของการฝึกนั้นทำงานด้วยแรงสูงสุดในเวลา

เดียวกัน โดยเป็นการฝึกกล้ามเนื้อซ้ำๆจนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งอาจส่งผลทำให้ทั้งสองโปรแกรมไม่มีความต่างกัน

โปรแกรมการฝึก High intensity power training (HIPT) ยังส่งผลการใช้ออกซิเจนสูงสุดมากกว่ากลุ่มการฝึกแบบ High intensity interval training (HIIT) และโปรแกรมการฝึกปรกติ ซึ่งการฝึกแบบหนักสลับเบาแบบใช้พลัง (HIPT) เป็นการฝึกที่มีการใช้รูปแบบการฝึกแบบ HIIT ในช่วงของการอุ่นร้อน (Warm up) และมีการฝึกต่อเนื่องแบบใช้พลังของกล้ามเนื้อทั้งด้านบนและด้านล่างในแบบขึ้นบันได ซึ่งในอดีตมีรูปแบบการออกกำลังกาย แบบ Lower limb เช่น การวิ่ง การปั่นจักรยาน เป็นต้น ซึ่งเป็นการสร้างไมโตคอนเดรียไมโอไมโอซิน จะมีความในบริเวณที่ขา (Martin, 2017) (Signolet, 2018) ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นการแสดงออกของยีนส์ เกี่ยวข้องกับการผลิต PGC 1Alpha (Sadegh, 2020) ซึ่งโปรแกรม HIPT เป็นโปรแกรมการฝึกที่ใช้กล้ามเนื้อทั้งบนและล่าง และด้วยเหตุนี้อาจจะทำให้ค่า Vo2max มากกว่าโปรแกรม HIIT อย่างไรก็ตามกลไกยังไม่เป็นที่แน่ชัด

การทดสอบระบบการเผาผลาญพลังงานหลังจากการออกกำลังกาย (EPOC) ซึ่งเป็นการทดสอบการนำออกซิเจนเพื่อใช้ในการเผาผลาญพลังงานหลังจากที่ออกกำลังกายเสร็จสิ้นแล้ว พบว่าโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา (HIIT) การฝึกแบบหนักสลับเบาโดยใช้พลังของกล้ามเนื้อ (HIPT) และโปรแกรมการฝึกปรกติมีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากการออกกำลังกาย ส่วนโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบา (HIIT) มีค่าการเผาผลาญพลังงานหลังจากการออกกำลังกายมากกว่า การฝึกแบบหนักสลับเบาโดยใช้พลังของกล้ามเนื้อ (HIPT) และโปรแกรมการฝึกปรกติ ซึ่งโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบานั้นใช้ความหนักอยู่ที่ 80-95% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (Krustrup, 2005) ซึ่งในช่วงของการออกกำลังกายนั้นกล้ามเนื้อจะเป็นการใช้ออกซิเจน หัวใจจะเต้นสูงขึ้นและสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกาย หลังจากการออกกำลังกายเลือดจะยังสูบฉีดในปริมาณที่สูงอยู่ ซึ่งมากกว่า 4 เท่าในขณะที่พัก (ACSM's, 2014) โดย Saalasti(2003) ได้กล่าวว่า ระดับความเข้มข้นที่ต่ำในการออกกำลังกาย EPOC จะไม่เกิดการสะสมหลังจากการออกกำลังกาย ความเข้มข้นที่สูงขึ้น EPOC จะถูกสะสมต่อเนื่องมากขึ้น การออกกำลังกายที่มากกว่า 50-60% ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดนั้น จะช่วยให้ การสะสมของ EPOC มากขึ้น (Laforgia, 2006) ซึ่งหลังจากการฝึกนั้นการทดสอบความหนักของโปรแกรมผ่านค่า RPE ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของการฝึกแบบหนักสลับเบา (HIIT)(RPE=18) มากกว่า (HIPT)(RPE=16) อาจส่งผลให้การใช้ออกซิเจนหลังจากการฝึกในกลุ่มการฝึกแบบหนักสลับเบา (HIIT) มากกว่ากลุ่มการฝึกแบบหนักสลับเบาโดยใช้พลังของกล้ามเนื้อ (HIPT) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ปัญหาและอุปสรรค

1. เนื่องจากทางผู้วิจัยไม่ได้ควบคุมในส่วนของการออกกำลังกายหลังจากเข้ารับโปรแกรมการฝึก โภชนาการ และปัจจัยแวดล้อมทางร่างกายเช่น ประจำเดือนในผู้หญิง อาจจะมี ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลทางสถิติของผู้เข้าร่วม



บรรณานุกรม

- Bosquet L, Porta-Benache J, & Blais J. (2010). Validity of a commercial linear encoder to estimate bench press 1 RM from the force-velocity relationship. *J Sports Sci Med*, 9(3), 459–463.
- Brian, J., Sharkey, Steven, E. Gaskill,. (2006). *Sport Physiology for Coaches*. Human Kinetics: 301-302.
- Bryant, C., Newton-Merrill S, & Green, D. (2014). *ACE personal trainer manual*. San Diego, CA: American Council on Exercise.
- Burnett, C. N., & Glenn, T. M. (1996). *Principles of aerobic exercise*. In Kisner, C. & Colby, L.A. (Eds.) *Therapeutic exercise: foundations and techniques*.
- Butcher, S., Neyedly, T., Horvey, K., & Benko, C. (2015). Do physiological measures predict selected crossFit® benchmark performance? *Open Access Journal of Sports Medicine*.
- Chin EC , Y. A., Lai CW ,Fong DY ,Chan DK ,Wong SH ,Sun F ,Ngai HH ,Yung PSH ,Siu,. (2020). *Low-Frequency HIIT Improves Body Composition and Aerobic Capacity in Overweight Men*: PM Medicine and Science in Sports and Exercise.
- Daniel, B. (2001). A Series of Studies on the Training of High-Intensity Muscle Power in Rugby League Football Players. *J. Strength Cond. Res*, 15(2), 198-209.
- Dick, F. W. (2002). *Sports Training Principles* (4th ed): London: A&C Black.
- Dong-Hun, Y. (2015). The effects of CrossFit-based Training and Weight Training on Health-related Physical Fitness, Functional Fitness and Blood lipids in Middle-Aged Men. *Exercise Science*, 24(2), 109–116.
- Faude, F. T., Zoltan G, Matyas J, Masaki T, Tatsuya M, Zsolt R.,. (2019). High intensity interval training and molecular adaptive response of skeletal muscle. *Sports Medicine and Health Science*, 1(1), 24-32.
- Feito, Y., Heinrich, K., Butcher, S., & Poston, W. (2018). *High-Intensity Functional Training (HIFT) : Definition and Research Implications for Improved Fitness*: Sports.
- Fergal G et al. (2018). High intensity interval training (HIIT) improves resting blood

- pressure, metabolic (MET) capacity and heart rate reserve without compromising cardiac function in sedentary aging men. *Experimental Gerontology*, 109, 75-81.
- Gerald et al. (2020). Physiological differences between advanced Cross Fit athletes recreational CrossFit participants and physically-active adults. *journal.pone*.
- Glassman, G. (2011). Cross Fit training guide level 1. *The Cross Fit Journal*.
- J.D. Le Cheminant, D.J. Jacobsen, B.W. Bailey, M.S. Mayo, J.O. Hill, B.K. Smith, & J.E. Donnelly. (2008). Effects of Long-Term Aerobic Exercise on EPOC. *Int J Sports Med*, 29(1), 53-58.
- Joondeph SA, & Joondeph BC. (2013). *Retinal Detachment due to Cross Fit Training Injury*: Hindawi Publishing Corporation.
- Joven, J. (2013). *Mitochondrial Dysfunction : A Basic Mechanism in Inflammation-Related Non-Communicable Diseases and Therapeutic Opportunities*: Mediators of inflammation.
- LaForgia, J., Withers, R. and Gore, C. (2006). Effects of exercise intensity and duration on the excess post-exercise oxygen consumption. *Journal of Sport Sciences*, 24, 12, 1247-1264.
- Len, K., Ph. D., (2014). *High-Intensity Interval Training*: American College of Sports Medicine.
- Lesinski M, Prieske O, Chaabene H, & Granacher U. (2020). Seasonal Effects of Strength Endurance vs Power Training in Young Female Soccer Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Menz, V. (2016). Cardiorespiratory Effects of One-Legged High-Intensity Interval Training in Normoxia and Hypoxia : A Pilot Study. *Journal of Sports Science and Medicine*, 15, 208-213.
- Michael, M., Allan J., Brooke E., & Steven, T. (2013). Crossfit-based high intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *J Strength Cond Res*.
- Michael R., & Esco, P. D. (2013). *HFS, CSCS*D. Resistance Training for Health and Fitness*: American College of Sports Medicine.

- Neal, H. (2017). In-Season High-Intensity Interval Training Improves Conditioning In High School Soccer Players. *International Journal of Exercise Science*, 10(5), 713-720.
- Nejmeddine, O. (2014). Effects of a high-intensity intermittent training program on aerobic capacity and lipid profile in trained subjects. *Journal of Sports Medicine*, 5, 243–248.
- Pete, McCall. 2014. 7 Things to Know About Excess Post-exercise Oxygen Consumption (EPOC). American Council on Exercise. Exercise Science.
- Rhea et al. (2002). Three sets of weight training superior to 1 set with equal intensity for eliciting strength. *J Strength Cond Res*, 16(4), 525-529.
- Sperlich B et al. (2011). Effects of 5 weeks of high-intensity interval training vs volume training in 14 year-old soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1271-1278.
- Stephen P., Sayers, P., & Kyle, G. (2014). High-speed power training in older adults: A shift of the external resistance at which peak power is produced. *J Strength Cond Res*, 28(3), 616–621.
- Thomas, G. (2017). Impact of Resistance Training on Skeletal Muscle Mitochondrial Biogenesis Content and Function. *Content, and Function. Front. Physiol*, 8, 713.
- Thompson WR. (2018). Worldwide survey of fitness trends for 2018. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 21(6), 9-10.
- Todd, A. (2012). Effect of High-Intensity Interval Training on Cardiovascular Function, V02max, and muscular Force. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 138-145.
- Trzaskoma, L., Tihanyi, J., & Trzaskoma, Z. (2010). The effect of a short-term combined conditioning training for the development of leg strength and power. *J Strength Cond Res*, 2498-2505.
- Verkhoshansky, Y. (2006). *Special Strength Training - A Practical Manual for Coaches*. Michigan USA: Ultimate Athlete Concepts.
- กิตติศักดิ์ วงษ์ดนตรี. (2558). ผลของการฝึกที่ความเข้มข้นสูงแบบหนักสลับเบาที่มีต่อน้ำหนักตัวและสมรรถภาพทางกายของนักกีฬามวยปล้ำ. (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

จิราดร ถิ่นอ่อน และ เฉลิม ชัยวัชรภรณ์. (2555). การเปรียบเทียบผลของแบบฝึกแอโรบิกและแบบฝึกแอนแอโรบิกที่มีผลต่อจุดเริ่มต้นของนักกีฬาฟุตบอล รุ่นอายุ 18 ปี. วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, 13(1).

ณัฐพล ไตรเพิ่ม. (2546). การออกกำลังกายแบบแอโรบิกในปริมาณงานที่แตกต่างกันที่มีผลต่อสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ความจุปอด และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย. (วิทยานิพนธ์ศึกษา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ถาวร กมฺุทศรี. (2560). การเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย. กรุงเทพฯ: หจก. มีเดีย เพรส.

รุ่งชัย ชวนไชยะกุล. (2552). ผลของการอบอุ่นร่างกายต่ออัตราชีพจรและสมรรถนะในการออกตัว และการว่ายน้ำระยะสั้นของนักกีฬาวัยรุ่น. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา, 9(1-2), 95-135.

ภาคผนวก



โปรแกรมการฝึกแบบ HIPT (Michael M. Smith, 2013)

วอร์มอัพ 10-15 Min

WOD (work out of the day)

sun	mon	tue	wed	Thu	fri	sat
		X		X		

	# สัปดาห์ที่ 1	
	วันที่ 1	วันที่ 2
HIPT (Michael M. Smith)	BACK SQUAT 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM BENCH PRESS 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM quickly as possible	DEAD LIFT 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM OVER HEAD PRESS 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM quickly as possible
WOD	as many rounds as possible FOR 10 MIN 5 Pull-ups 10 Push-ups 15 Squats	as many rounds as possible FOR 10 MIN 5 Pull-ups 10 Push-ups 15 Squats

	# สัปดาห์ที่ 2	
	วันที่ 1	วันที่ 2
HIPT (Michael M. Smith)	BACK SQUAT 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM BENCH PRESS 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM quickly as possible	DEAD LIFT 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM OVER HEAD PRESS 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM quickly as possible
WOD	as many rounds as possible FOR 10 MIN 5 Pull-ups 10 Push-ups 15 Squats	as many rounds as possible FOR 10 MIN 5 Pull-ups 10 Push-ups 15 Squats
	# สัปดาห์ที่ 3	
	วันที่ 1	วันที่ 2
HIPT (Michael M. Smith)	BACK SQUAT 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM BENCH PRESS 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM quickly as possible	DEAD LIFT 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM OVER HEAD PRESS 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM quickly as possible
	as many rounds as possible FOR 10 MIN	as many rounds as possible FOR 10 MIN

WOD	5 Pull-ups 10 Push-ups 15 Squats	5 Pull-ups 10 Push-ups 15 Squats
	# สัปดาห์ที่ 4	
	วันที่ 1	วันที่ 2
HIPT (Michael M. Smith)	BACK SQUAT 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM BENCH PRESS 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM quickly as possible	DEAD LIFT 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM OVER HEAD PRESS 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM quickly as possible
WOD	as many rounds as possible FOR 10 MIN 5 Pull-ups 10 Push-ups 15 Squats	as many rounds as possible FOR 10 MIN 5 Pull-ups 10 Push-ups 15 Squats
	# สัปดาห์ที่ 5	
	วันที่ 1	วันที่ 2
HIPT (Michael M. Smith)	BACK SQUAT 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM BENCH PRESS 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM	DEAD LIFT 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM OVER HEAD PRESS 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM

	quickly as possible	quickly as possible
WOD	as many rounds as possible FOR 10 MIN 5 Pull-ups 10 Push-ups 15 Squats	as many rounds as possible FOR 10 MIN 5 Pull-ups 10 Push-ups 15 Squats
	# สัปดาห์ที่ 6	
	วันที่ 1	วันที่ 2
HIPT (Michael M. Smith)	BACK SQUAT 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM BENCH PRESS 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM quickly as possible	DEAD LIFT 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM OVER HEAD PRESS 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM quickly as possible
WOD	as many rounds as possible FOR 10 MIN 5 Pull-ups 10 Push-ups 15 Squats	as many rounds as possible FOR 10 MIN 5 Pull-ups 10 Push-ups 15 Squats
	# สัปดาห์ที่ 7	
	วันที่ 1	วันที่ 2
HIPT (Michael M. Smith)	BACK SQUAT 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM BENCH PRESS	DEAD LIFT 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM OVER HEAD PRESS

Smith)	5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM quickly as possible	5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM quickly as possible
WOD	as many rounds as possible FOR 10 MIN 5 Pull-ups 10 Push-ups 15 Squats	as many rounds as possible FOR 10 MIN 5 Pull-ups 10 Push-ups 15 Squats
	# สัปดาห์ที่ 8	
	วันที่ 1	วันที่ 2
HIPT (Michael M. Smith)	BACK SQUAT 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM BENCH PRESS 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM quickly as possible	DEAD LIFT 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM OVER HEAD PRESS 5 Time intensity 65% of 1RM 5 Time intensity 75% of 1RM 5 Time intensity 85% of 1RM quickly as possible
WOD	as many rounds as possible FOR 10 MIN 5 Pull-ups 10 Push-ups 15 Squats	as many rounds as possible FOR 10 MIN 5 Pull-ups 10 Push-ups 15 Squats

โปรแกรมการฝึกแบบ HIIT (ACSM, 2014)

วอร์มอัพ 5 min

วันอาทิตย์	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์
		X		X		

	# สัปดาห์ที่ 1	
	วันที่ 1	วันที่ 2
INTERVAL TRAINING	Burpee & mountain Climber 20 sec. 80-95% of MHR Recovery 10 sec. 8 Round	Burpee & mountain Climber 20 sec. 80-95% of MHR Recovery 10 sec. 8 Round
WORM UP	Stretching Dynamics Walk on treadmill 10 mins 60 % of MHR	Stretching Dynamics Walk on treadmill 10 mins 60 % of MHR

	# สัปดาห์ที่ 2	
	วันที่ 1	วันที่ 2
INTERVAL TRAINING	Burpee & mountain Climber 20 sec. 80-95% of MHR Recovery 10 sec. 8 Round	Burpee & mountain Climber 20 sec. 80-95% of MHR Recovery 10 sec. 8 Round
WORM UP	Stretching Dynamics Walk on treadmill 10 mins 60 % of MHR	Stretching Dynamics Walk on treadmill 10 mins 60 % of MHR
	# สัปดาห์ที่ 3	
	วันที่ 1	วันที่ 2
INTERVAL TRAINING	Burpee & mountain Climber 20 sec. 80-95% of MHR Recovery 10 sec. 8 Round	Burpee & mountain Climber 20 sec. 80-95% of MHR Recovery 10 sec. 8 Round
WORM UP	Stretching Dynamics Walk on treadmill 10 mins 60 % of MHR	Stretching Dynamics Walk on treadmill 10 mins 60 % of MHR

	# สัปดาห์ที่ 4	
	วันที่ 1	วันที่ 2
INTERVAL TRAINING	Burpee & mountain Climber 20 sec. 80-95% of MHR Recovery 10 sec. 8 Round	Burpee & mountain Climber 20 sec. 80-95% of MHR Recovery 10 sec. 8 Round
WORM UP	Stretching Dynamics Walk on treadmill 10 mins 60 % of MHR	Stretching Dynamics Walk on treadmill 10 mins 60 % of MHR
	# สัปดาห์ที่ 5	
	วันที่ 1	วันที่ 2
INTERVAL TRAINING	Burpee & mountain Climber 20 sec. 80-95% of MHR Recovery 10 sec. 8 Round	Burpee & mountain Climber 20 sec. 80-95% of MHR Recovery 10 sec. 8 Round
WORM UP	Stretching Dynamics Walk on treadmill 10 mins 60 % of MHR	Stretching Dynamics Walk on treadmill 10 mins 60 % of MHR

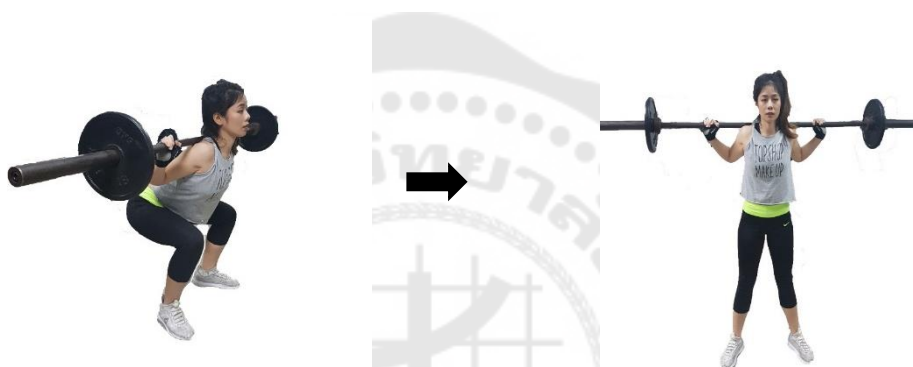
	# สัปดาห์ที่ 6	
	วันที่ 1	วันที่ 2
INTERVAL TRAINING	Burpee & mountain Climber 20 sec. 80-95% of MHR Recovery 10 sec. 8 Round	Burpee & mountain Climber 20 sec. 80-95% of MHR Recovery 10 sec. 8 Round
WORM UP	Stretching Dynamics Walk on treadmill 10 mins 60 % of MHR	Stretching Dynamics Walk on treadmill 10 mins 60 % of MHR
	# สัปดาห์ที่ 7	
	วันที่ 1	วันที่ 2
INTERVAL TRAINING	Burpee & mountain Climber 20 sec. 80-95% of MHR Recovery 10 sec. 8 Round	Burpee & mountain Climber 20 sec. 80-95% of MHR Recovery 10 sec. 8 Round
WORM UP	Stretching Dynamics Walk on treadmill 10 mins 60 % of MHR	Stretching Dynamics Walk on treadmill 10 mins 60 % of MHR

	# สัปดาห์ที่ 8	
	วันที่ 1	วันที่ 2
INTERVAL TRAINING	Burpee & mountain Climber 20 sec. 80-95% of MHR Recovery 10 sec. 8 Round	Burpee & mountain Climber 20 sec. 80-95% of MHR Recovery 10 sec. 8 Round
WORM UP	Stretching Dynamics Walk on treadmill 10 mins 60 % of MHR	Stretching Dynamics Walk on treadmill 10 mins 60 % of MHR

ท่า Barbell Squat

วิธีการทำ

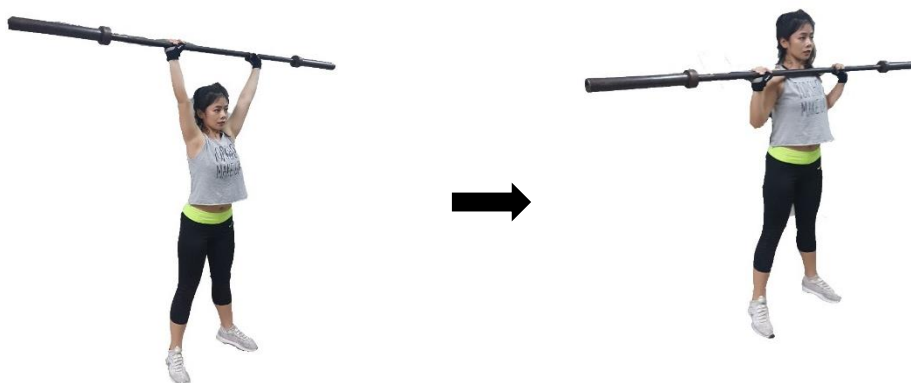
1. วาง Barbell ไว้บนบ่า แล้วประคองด้วยมือทั้งสองข้าง ขาทั้งสองข้างกว้างประมาณหัวไหล่ของผู้ฝึก สูดลมหายใจเข้า
2. ค่อยๆนั่งย่อตัวลง ต้นขาทำแนวระนาบขนานกับพื้นโลก เชิดอก หลังตรง พร้อมกับสูดลมหายใจเข้า
3. ออกแรงดันขึ้นโดยขา และเกร็งลำตัวจนตัวตรง พร้อมกับปล่อยลมหายใจ



ท่า Barbell Over Head Press

วิธีการทำ

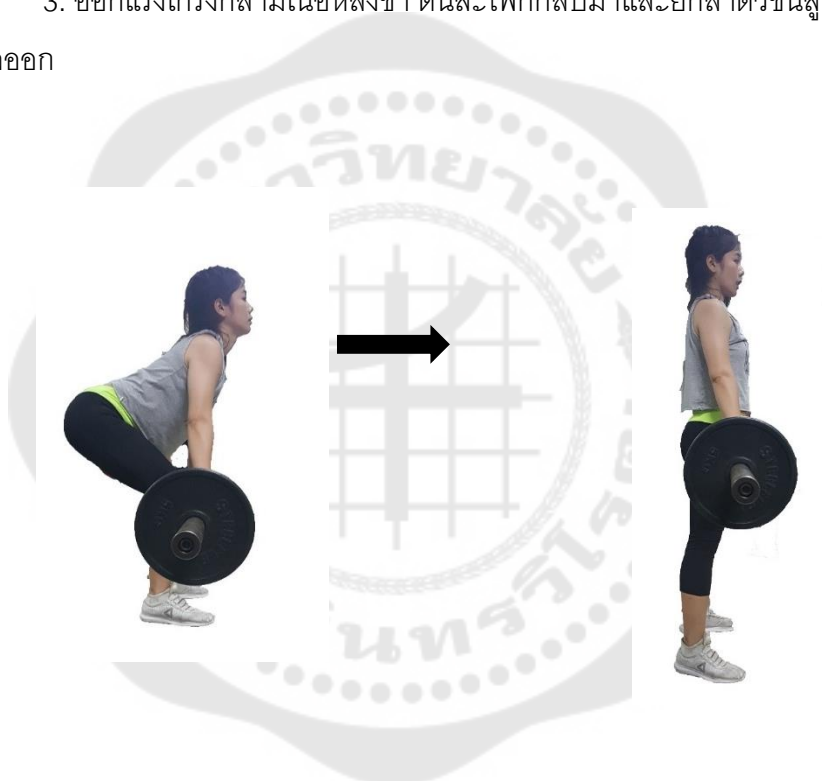
1. ถือ Barbell ด้วยมือทั้งสองข้างที่ด้านหน้าของลำตัวความกว้างของช่วงมืออยู่ในระดับหัวไหล่ โดยที่Barbell อยู่ในช่วงหัวไหล่ ยืนกางขาในระดับหัวไหล่ พร้อมกับการสูดลมหายใจเข้า
2. ออกแรงที่ช่วงแขน แล้วยก Barbell ขึ้นเหนือศีรษะและเหยียดแขนตรง หายใจออก



ท่า Dead Lift

วิธีการทำ

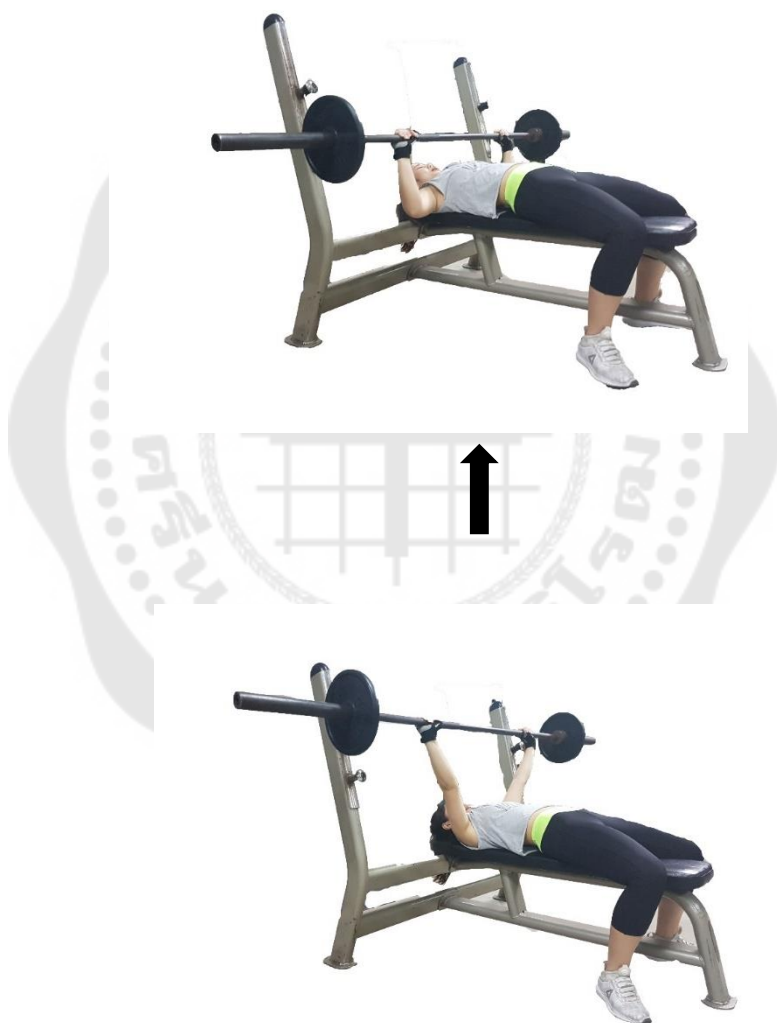
1. ถือ Barbell ความกว้างของช่วงมืออยู่ในระดับหัวไหล่ เขยียดแขนลำตัวตรง วางเท้าอยู่ในช่วงหัวไหล่
2. พับตัวไปทางด้านหน้า พร้อมกับให้ Barbell เคลื่อนที่ลงในลักษณะที่ใกล้กับต้นขา ให้มากที่สุด ทั้งสะโพกไปทางด้านหลัง โดยที่หลังล่างยังคงรักษาแนวเป็นเส้นตรงอยู่ พร้อมกับสูดลมหายใจเข้า
3. ออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อหลังขา ดันสะโพกกลับมาและยกลำตัวขึ้นสู่ท่าเตรียมพร้อมกับหายใจออก



ท่า Bench Press

วิธีทำ

1. จับ Barbell ด้วยความกว้างกว่าหัวไหล่เล็กน้อย ในแขนตึงแต่ไม่ล็อกข้อศอก
2. ค่อย ๆ คลายกล้ามเนื้อหน้าอกจนแขน f Barbell ลงจนแตะหน้าอกแล้วหายใจเข้า
3. ออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อหน้าอกเหยียดแขน กลับสู่ท่าเริ่มต้นพร้อมกับหายใจออก



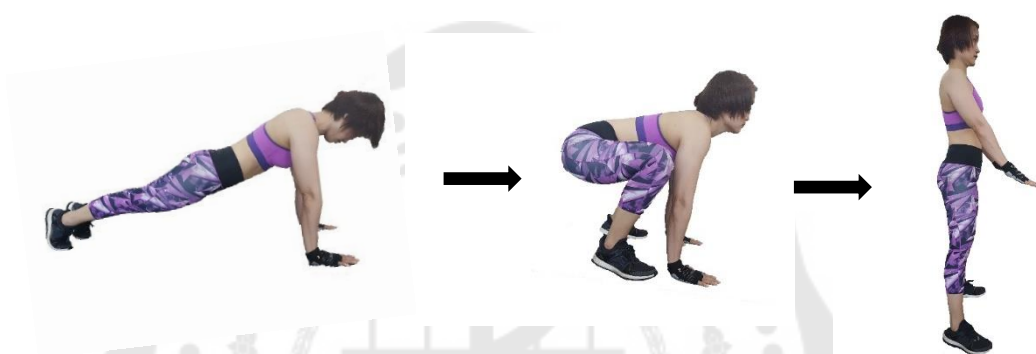
ท่า Burpee

วิธีการทำ

1. นิ่งวางมือไว้บนพื้นในระดับหัวไหล่สุดลมหายใจเข้า
2. กระโดดลงพื้นโดยทิ้งขาไปทางด้านหลัง แขนเหยียดตรงพร้อมกับลำตัวตรง หายใจ

ออก

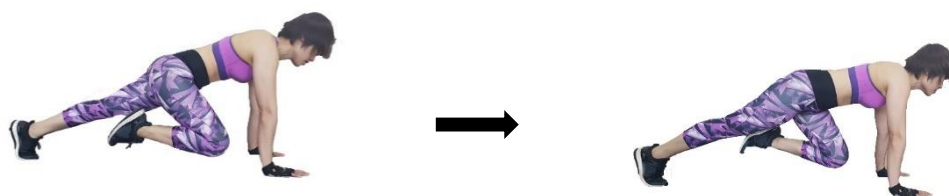
3. กระโดดขึ้นขึ้น



ท่า Mountain Climber

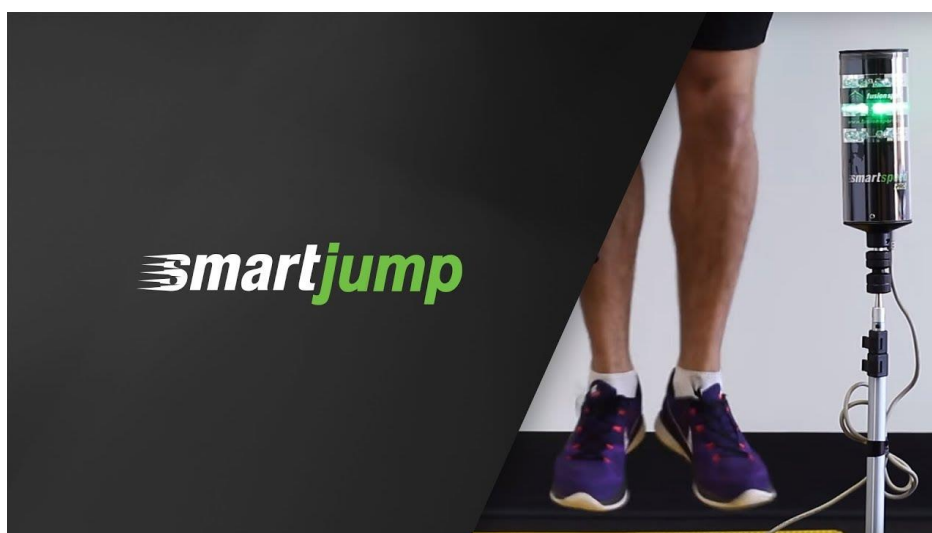
วิธีการทำ

1. นิ่งก้มตัววางฝ่ามือทั้งสองข้างบนพื้นความกว้างระดับหัวไหล่ เหยียดเท้าทั้งสองข้างไปทางด้านหลัง ลำตัวตรง
2. งอเข่าไปทางด้านหน้า สลับซ้ายขวา



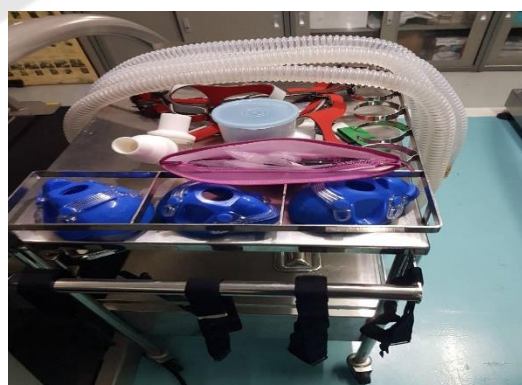
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. Smart Jump



(ที่มา : <https://www.fusionsport.com/blog/use-data-maximize-power-development-guide-safe-training-progression-plyometric-jump-training/>)

2. gas analysis CardioCoach models



แบบประเมินผลการทดสอบ

ชื่อ.....

เพศ..... อายุ.....

ส่วนสูง.....BP.....RHR.....

ตัวแปร	ผล
1.Aerobic	
2.Anaerobic	
3.POWER	
4.EPOC	

หมายเหตุ.....



MF4Version1:15/7/2556

ใบรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและยินยอม

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC- 023/61E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจาก คณะกรรมการสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและ ข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: การเปรียบเทียบการฝึกด้วยความหนักสูงแบบหนักสลับช่วงและแบบใช้พลังที่มีผลต่อการใช้ออกซิเจนหลังการออกกำลังกาย

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นายเศวตฉัตร วันนมา

สังกัด: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เอกสารที่รับรอง:

1. แบบเสนอโครงการวิจัย
2. โครงร่างการวิจัย
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารที่พิจารณาบทวน

1. แบบเสนอโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วันเดือนปี 23 มี.ค. 2561
2. โครงร่างการวิจัย	ฉบับที่ 2 วันเดือนปี 23 มี.ค. 2561
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย	ฉบับที่ 2 วันเดือนปี 23 มี.ค. 2561
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วันเดือนปี 23 มี.ค. 2561

(ลงชื่อ).....

(นายปิยชาติ บุญเพ็ญ)

กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....

(แพทย์หญิงสุวิพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E-023/2561

วันที่ให้การรับรอง : 28/03/2561

วันหมดอายุใบรับรอง : 28/03/2562

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายเศวตฉัตร วันนา
วัน เดือน ปี เกิด	4 กันยายน 2532
สถานที่เกิด	จังหวัดอุบลราชธานี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2551 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช พ.ศ. 2555 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ปริญญาศึกษาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2563 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	12/95 เมโทรลักซ์คอนโด แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400