# ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง แนวพื้นราบ และแบบผสมผสานที่มีต่อตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดด

วรเชษฐ์ จันติยะ

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย และการกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา
มกราคม 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์ และคณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์ ได้พิจารณาดุษฎีนิพนธ์ของ วรเชษฐ์ จันติยะ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย และการกีฬา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ดร.เสกสรรค์ ทองคำบรรจง)

คณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์

.....ประธาน

(ดร.ธวัชชัย กาญจนะทวีกูล)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

.....กรรมการ

(ดร.เสกสรรค์ ทองคำบรรจง)

.....กรรมการ

(ดร.ธรรมนันทิกา แจ้งสว่าง)

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาอนุมัติให้รับดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย และการกีฬา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....ผู้รักษาการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

(นายเสถียร ปุรณะวิทย์)

วันที่ 19 เดือน มกราคม พ.ศ.2561

# กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และอาจารย์ ดร. เสกสรรค์ ทองคำบรรจง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ช่วยเหลือสนับสนุน และตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาของการศึกษาวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.ธวัชชัย กาญจนะทวีกูล ที่ได้กรุณามาเป็นประธานในการสอบปากเปล่า ท่านอาจารย์ ดร.ธรรมนันทิกา แจ้งสว่าง ที่กรุณามาเป็นกรรมการในการสอบ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนธยา สีละมาด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เพียรชัย คำวงษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ถาวร กมุทศรี อาจารย์ ดร.ชินวัฒน์ ไข่เกตุ และอาจารย์เพิ่มศักดิ์ สุริยจันทร์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยให้มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ที่ให้กำลังใจและอำนวยความสะดวกในการทำการศึกษาวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณนักศึกษาที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา ตลอดจนเพื่อน ๆ ร่วมหลักสูตร รวมทั้งรุ่นพี่และรุ่นน้อง ที่เกื้อกูล และให้กำลังใจที่ดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา คุณพ่อดิเรก และคุณแม่ศรีบาล จันติยะ นางมิ่งขวัญ ประสาท และครอบครัว รวมถึงญาติพี่น้องทุกท่าน และขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วาสนา คุณาอภิสิทธิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พราม อินพรม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย-อาจารย์ ดร.ศศิธร ศรีพรหม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธารินทร์ ก้านเหลือง อาจารย์ ดร.สมพร ส่งตระกูล อาจารย์ ดร.ปวีณ วิยาภรณ์ อาจารย์ ดร.อภิรมย์ จามพฤกษ์ อาจารย์ ดร.มาโนช บุตรเมือง อาจารย์ ดร.นิรอมลี มะกาเจ อาจารย์ ดร.ศิริพร ชอบสะอาด ว่าที่ร้อยตรีหญิง ดร.ศุภวรรณ วงษ์สร้างทรัพย์ อาจารย์ ดร.สุภิญญา ปัญญาสีห์ นายเอกธนิน ฟองกาด ครอบครัวนาคะสุวรรณ เพื่อน ๆ สมาชิกกลุ่มตะลอน ตะลอน รวมทั้งกำลังใจที่ได้จาก อาจารย์ ดร.ทัศนีย์ จันติยะ คู่ชีวิต และครอบครัวองค์สรณะคมกุล ที่ให้การสนับสนุนให้เกิดพลังกายและพลังใจที่ดีเสมอมา คุณค่าทั้งมวลของดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบแด่บิดา มารดา ครู อาจารย์ ญาติพี่น้อง มิตรทุกท่าน ทั้งผู้ที่เอ่ยนามและมิได้เอ่ยนามที่ให้โอกาสผู้วิจัยประสบความสำเร็จ

วรเชษฐ์ จันติยะ

54810242: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา; ปร.ด. (วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและกีฬา)
คำสำคัญ: การฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง/ การฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ/ การฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน/ ตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก/ ความสามารถในการกระโดด

วรเชษฐ์ จันติยะ: ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง แนวพื้นราบ และแบบผสมผสานที่มีต่อตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดด (THE EFFECTS OF INCLINE SURFACE, FLAT SURFACE AND COMBINED PLYOMETRICS TRAINING ON ANAEROBIC PARAMETERS, ACCELERATION AND JUMPING ABILITY) คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์: ประทุม ม่วงมี, Ph.D., เสกสรรค์ ทองคำบรรจง, วท.ด. 134 หน้า. ปี พ.ศ. 2561.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง แนวพื้นราบ และแบบผสมผสาน ต่อตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดด ระหว่างกลุ่ม และภายในกลุ่ม ก่อนฝึก และหลังฝึก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาเพศชาย อายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 30 คน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 10 คน คือ กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกบนแนวพื้นลาดเอียง กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกบนแนวพื้นราบ และกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ โดยใช้ระยะเวลาการฝึกรวมทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ ทดสอบพลังอนากาศนิยมด้วยการปั่นจักรยานวัดงาน 30 วินาที ตามวิธีของ Wingate test ทดสอบการเร่งความเร็วในการวิ่งระยะทาง 40 เมตรด้วยเครื่อง Smart speed และทดสอบความสามารถของการกระโดดด้วยเครื่อง Smart jump นำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยค่าสถิติพื้นฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Univariate analysis of variance) เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีของ Scheffe's และทดสอบค่าความแตกต่างภายในกลุ่มก่อนและหลังการฝึกโดยใช้สถิติ t-test กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ พบว่า พลังสูงสุดแบบแอนแอโรบิกหลังการฝึก 8 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $F (1.403, 12.626 ) = 24.291$, $P < 0.05$ กลุ่มฝึกแนวพื้นลาดเอียง 824.41±222.83 วัตต์ กลุ่มฝึกแนวพื้นราบ 668.10±114.04 วัตต์ และกลุ่มฝึกแบบผสมผสาน 721.67±82.63 วัตต์เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่พบว่า กลุ่มฝึกแนวพื้นลาดเอียง และกลุ่มฝึกแนวพื้นราบมีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มในตัวแปรการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก กลุ่มฝึกแนวพื้นลาดเอียง 548.55±112.91วัตต์ กลุ่มฝึกแนวพื้นราบ 487.52±84.46 วัตต์ และกลุ่มฝึกแบบผสมผสาน 507.68±102.38 วัตต์ การเร่งความเร็ว กลุ่มฝึกแนวพื้นลาดเอียง 5.20±0.44 วินาที กลุ่มฝึกแนวพื้นราบ 5.57±0.38 วินาที และกลุ่มฝึกแบบผสมผสาน 5.20±0.11 วินาที และความสามารถในการโดด กลุ่มฝึกแนวพื้นลาดเอียง 44.93±7.42 เซนติเมตร กลุ่มฝึกแนวพื้นราบ 40.18±5.21 เซนติเมตร และกลุ่มฝึกแบบผสมผสาน 43.84±5.41 เซนติเมตร เมื่อทดสอบค่าความแตกต่างค่าเฉลี่ยภายในกลุ่มก่อนและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของการฝึกพลัยโอเมตริกทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า มีความแตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่ทำการฝึกพลัยโอเมตริกบนแนวพื้นลาดเอียง มีค่าเฉลี่ย พลังสูงสุดแบบแอนแอโรบิก การยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการโดด พัฒนาดีขึ้นมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกอีก 2 กลุ่ม จากผลการวิจัย จึงสรุปได้ว่า การฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นเอียงส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาความสามารถในการเพิ่มพลังเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการโดด ดังนั้น ผู้ฝึกสอนควรให้ความสำคัญกับการกำหนดรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นเอียงลงในโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนากำลังระเบิด การเร่งความเร็ว หรือแม้กระทั่งการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการเพิ่มพลังเชิงแอนแอโรบิก

54810242: MAOR: EXERCISE AND SPORT SCIENCE; Ph.D. (EXERCISE AND SPORT SCIENCE)
KEYWORDS: INCLINE SURFACE PLYOMETRICS TRAINING/ FLAT SURFACE PLYOMETRICS TRAINING/ COMBINED PLYOMETRICS TRAINING/ ANAEROBIC PARAMETERS/ JUMPING ABILITY

VORACHET JUNTIYA: THE EFFECTS OF INCLINE SURFACE, FLAT SURFACE AND COMBINED PLYOMETRICS TRAINING ON ANAEROBIC PARAMETERS, ACCELERATION AND JUMPING ABILITY. ADVISORY COMMITTEE: ASSOC.PROF. PRATOOM MUONGMEE, Ph.D., SAKESAN TONGKHAMBANCHONG, Ph.D. 134 P. 2018.

The purpose of this research was to study the effects of incline surface plyometrics, flat surface plyometrics and combined plyometrics training between and within groups on anaerobic performance, acceleration and jumping ability. Thirty healthy male with age ranging from 18-22 years were divided in three training groups, training duration was 8 weeks. The incline surface plyometrics group (IP) (n = 10) was trained by performing consecutive jump on the incline surface while the flat surface plyometrics group (FP) (n = 10) performed the same jump on the flat surface and the combined plyometrics group (CP) (n = 10) performed alternately on both surfaces. All three groups trained three times per week. The Wingate test was used in the measurement of peak anaerobic power and anaerobic capacity. Acceleration performance was assessed by the 40 m maximum sprint test using Smart speed system. Each subject completed vertical jump test to evaluated jumping ability by using Smart jumping system. Intergroup differences in anaerobic performance, acceleration and jumping ability were evaluated using Univariate Analysis of Variance with Scheffe's multiple comparison post-test. The effect of the different plyometrics training upon the anaerobic performance, acceleration and jumping ability between pre and post training conditions was evaluated intergroup by using t-test. Statistical significance was set at .05

ANOVA for repeated measures on anaerobic power (IP: 824.41±222.83, FP: 668.10±114.04, CP: 721.67±196.10 watt) of three differences plyometrics training response across eight weeks of training time revealed statistically significant $F(1.403, 12.626) = 24.291$, $P < 0.05$). Post hoc test using Scheffe's correction revealed that incline plyometrics group (IP) has predominantly improved anaerobic power compare to flat plyometrics group with statistically significant ($p = 0.05$). However, there were no statistically significant difference among three types of plyometrics training on anaerobic capacity (IP: 548.55±112.91, FP: 487.52±84.46, CP: 507.68±102.38 watt), acceleration (IP: 5.20±0.42, FP: 5.57±0.36, CP: 5.20±0.13 s) and jumping ability (IP: 44.93±6.24 cm., FP: 40.18±5.36 cm., CP: 43.84±11.71 cm.). The effects of the different plyometrics training between pre and post training in three conditions have depicted very interesting results. Due to the means of pre and post of the p-value, we can conclude that there were significant improvement in anaerobic performance, acceleration and jumping ability following the three plyometrics training programs. The incline plyometrics showed a better improvement of anaerobic power, anaerobic capacity, acceleration and jumping ability after eight weeks of training compared to the other two plyometrics training programs.

# สารบัญ


หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

คำถามการวิจัย..... 5

วัตถุประสงค์การวิจัย..... 5

สมมติฐานการวิจัย..... 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 5

ขอบเขตของการวิจัย..... 6

ข้อจำกัดของการวิจัย..... 7

นิยามศัพท์เฉพาะ..... 7

กรอบแนวคิดการวิจัย..... 9

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 10

ความหมายของพลัยโอเมตริก..... 11

ความสำคัญของการฝึกพลัยโอเมตริก..... 12

ความสำคัญของสมรรถนะเชิงแอนแอโรบิก..... 13

ความสำคัญของพลังเชิงแอนแอโรบิก..... 13

ความสามารถของการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก..... 13

ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ..... 14

ความสำคัญของการเร่งความเร็ว และความเร็ว..... 16

ความสำคัญของความสามารถในการกระโดด..... 18

# สารบัญ (ต่อ)


| บทที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| | กายวิภาคศาสตร์ และสรีรวิทยาของการฝึกพลัยโอเมตริก | 18 |
| | วงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อ | 24 |
| | ระบบพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการฝึกพลัยโอเมตริก | 26 |
| | การทำงานของกล้ามเนื้อกับการฝึกพลัยโอเมตริก | 28 |
| | ความหนักในการฝึกพลัยโอเมตริก | 30 |
| | ความถี่ในการฝึกพลัยโอเมตริก | 32 |
| | ปริมาณการฝึกพลัยโอเมตริก | 32 |
| | การพักฟื้นสภาพร่างกาย | 36 |
| | วงรอบการชดเชยที่มากกว่าปกติ | 37 |
| | หลักพิจารณาเพื่อกำหนดโปรแกรมการฝึกซ้อม | 40 |
| | แนวคิดการประยุกต์หลักวิธีการฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อพัฒนาสมรรถนะในเชิงแอนแอโรบิก | 47 |
| | การนำการฝึก Hill sprint มาประยุกต์ใช้กับงานวิจัย | 48 |
| | การฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง | 51 |
| | ข้อได้เปรียบของการใช้ความชันของพื้นที่ลาดเอียง ในการฝึกวิ่ง และการฝึกพลัยโอเมตริก | 51 |
| | การประยุกต์ใช้ลักษณะความชันของพื้นที่ลาดชัน | 52 |
| 3 | วิธีการดำเนินการวิจัย | 54 |
| | แบบแผนการวิจัย | 54 |
| | ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง | 55 |
| | เครื่องมือ และการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย | 57 |
| | วิธีการดำเนินการ | 60 |
| | ผังขั้นตอนการดำเนินการทดลอง | 62 |
| | วิธีการดำเนินการวิจัย | 65 |
| 4 | ผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 66 |
| | สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์และแปลผล | 66 |
| | การนำเสนอข้อมูล | 68 |

# สารบัญ (ต่อ)


| บทที่ | หน้า |
|---|---|
| ผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 69 |
| 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ… | 81 |
| สรุปผลการค้นพบ | 81 |
| อภิปรายผล | 82 |
| สรุปผลการการวิจัย | 90 |
| ข้อเสนอแนะ | 90 |
| รายการอ้างอิง | 92 |
| ภาคผนวก | 99 |
| ภาคผนวก ก | 100 |
| ภาคผนวก ข | 124 |
| ภาคผนวก ค | 128 |
| ภาคผนวก ง | 130 |
| ภาคผนวก จ | 132 |
| ประวัติย่อของผู้วิจัย | 134 |

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2-1 | รูปแบบการทดสอบการทรงตัว 3 รูปแบบ เรียงลำดับจากง่ายหาไปยาก | 23 |
| 2-2 | ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความหนักในการฝึกพลัยโอเมตริกของร่างกายส่วนล่าง | 31 |
| 2-3 | ปริมาณการฝึกพลัยโอเมตริกที่เหมาะสมกับประสบการณ์ในการฝึกพลัยโอเมตริก | 32 |
| 2-4 | การชดเชยเวลาฝึกที่แตกต่างกันตามระบบพลังงาน | 37 |
| 2-5 | ระดับความหนักที่ใช้ในการฝึกพลัยโอเมตริก | 42 |
| 2-6 | แผนการฝึกระยะยาวในการพัฒนารูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกในแต่ละช่วงอายุ | 44 |
| 2-7 | แผนการฝึกระยะยาวในการพัฒนารูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกในแต่ละช่วงอายุ เมื่อนักกีฬามีพัฒนาการก้าวหน้าขึ้น ตามลำดับการฝึก | 45 |
| 2-8 | ความหนัก และรูปแบบการฝึก | 46 |
| 3-1 | แบบแผนการทดลอง | 54 |
| 4-1 | ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง | 68 |
| 4-2 | ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิก | 70 |
| 4-3 | ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก | 73 |
| 4-4 | ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการเร่งความเร็ว | 75 |
| 4-5 | ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความสามารถในการกระโดดสูงแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง | 78 |

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1-1 | กรอบแนวคิดการวิจัย | 9 |
| 2-1 | ลำดับการใช้ความเร็วของการวิ่ง 100 เมตร | 16 |
| 2-2 | วงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อ | 24 |
| 2-3 | ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนและไม่เกิดกรดแลกติก | 27 |
| 2-4 | ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนและเกิดกรดแลกติก | 27 |
| 2-5 | ความหนักและระยะเวลาพักที่เหมาะสม | 38 |
| 2-6 | การเปรียบเทียบความลาดเอียงที่เป็นเปอร์เซ็นต์และองศา | 50 |
| 2-7 | การเปรียบเทียบมุมของข้อเท้าระหว่างการกระโดดในแนวพื้นลาดเอียง และแนวราบ | 53 |
| 3-1 | ผังขั้นตอนการดำเนินการทดลอง | 63 |

# บทที่ 1
# บทนำ

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความสำเร็จของนักกีฬาในการได้รับชัยชนะจากการแข่งขัน ต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างมาประกอบเข้าด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยภายใน คือ ตัวของนักกีฬา ลักษณะที่ถูกถ่ายทอดทางพันธุกรรม เช่น ปริมาณของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่เหมาะสมกับการเล่นกีฬาแต่ละประเภท ส่วนปัจจัยภายนอก ซึ่งรวมถึงผู้ฝึกสอน ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับนักกีฬา ทั้งทางตรง และทางอ้อม องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีด้านวิทยาศาสตร์ด้านการกีฬา การจัดรูปแบบการฝึกซ้อม การเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่เป็นระบบ และเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่มีผลทางด้านบวก หรือลบต่อตัวนักกีฬา และอีกหลาย ๆ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของนักกีฬา

การฝึกเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะทำให้นักกีฬาประสบความสำเร็จในการแข่งขัน และมีความพร้อมสมบูรณ์ที่สุดในด้านสมรรถภาพทางกาย นักกีฬาสามารถแสดงสมรรถนะสูงสุดในเชิงทักษะกีฬาได้อย่างเต็มศักยภาพ ลดการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นจากการฝึกซ้อม และการแข่งขัน สมรรถภาพทางกายด้านพลัง ความแข็งแรง และความเร็ว เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญ และมีความจำเป็นที่สุดในกีฬาหลายชนิด ประทุม ม่วงมี (2527) กล่าวว่า นักกีฬาที่มีความสามารถในการสร้าง และปล่อยพลังงานออกมาได้มากกว่าคนอื่น ถือว่านักนักกีฬาคนนั้น มีความได้เปรียบ และมีโอกาสได้รับชัยชนะมากกว่านักกีฬาคนอื่น อีกทั้ง เจริญ กระบวนรัตน์ (2557) ยังกล่าวว่า พลัง ความแข็งแรง และความเร็ว สามารถพัฒนา ปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ด้วยการฝึกเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย เช่น การฝึกซ้อมความเร็ว และข้อเท็จจริงประการหนึ่งที่นักกีฬาพึงตระหนักไว้ คือ ความเร็วเป็นคุณสมบัติที่สามารถพัฒนา หรือสร้างเสริม ปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ ด้วยการจัดระบบการฝึกให้ถูกต้อง เหมาะสม และต่อเนื่องสม่ำเสมอ ด้วยเป้าหมายที่จะสร้างความเป็นเลิศทางด้านสมรรถนะสูงสุดให้กับนักกีฬา ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทางการกีฬา ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา จึงทำการศึกษาวิจัย คิดค้น หารูปแบบวิธีการฝึกที่มีประสิทธิภาพที่สุด

ในเกมการแข่งขันกีฬาหลายประเภทในปัจจุบัน สมรรถนะเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic performance) หรือความสามารถสูงสุดของร่างกาย ในการใช้พลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจน ความสามารถรูปแบบนี้ ประกอบด้วย พลังในเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic power) ซึ่งเป็นความสามารถสูงสุดของกล้ามเนื้อ ที่ต้องออกแรงหดตัวเคลื่อนไหว หรือเคลื่อนที่ในช่วงระยะเวลาอันสั้น นอกจากนี้ ยังมีความสามารถในการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity) ซึ่งเป็น

ความสามารถสูงสุดในการออกแรงหดตัวของกล้ามเนื้อแบบซ้ำ ๆ เพื่อคงสภาพของการเคลื่อนที่หรือการเคลื่อนไหวด้วยกำลังสูงสุดให้ได้นานที่สุด

นอกจากนี้ สมรรถนะด้านการเร่งความเร็ว ซึ่งเป็นความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยการออกแรงด้วยความพยายามสูงสุด เพื่อให้ร่างกายสร้างอัตราเร่งในการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ในแนวทิศทางตรงไปข้างหน้าในระยะทางสั้น ๆ ด้วยระยะเวลาที่น้อยที่สุด ซึ่งมีความสำคัญมากในเกมการแข่งขันกีฬาหลายประเภทที่ต้องมีการเคลื่อนไหว หรือการเคลื่อนที่ในลักษณะของการกระโดดที่ต้องใช้ความพยายามสูงสุด ร่วมกับการใช้ทักษะทางกีฬา และต้องใช้ความถี่ หรือการทำซ้ำด้วยจำนวนครั้งที่มากในเกมการแข่งขันกีฬา เช่น บาสเกตบอล วอลเลย์บอล แบดมินตัน ความสามารถในการกระโดด (Vertical jumping ability) มีความสำคัญต่อนักกีฬาเหล่านี้มาก จึงเป็นความท้าท้ายต่อผู้ฝึกสอน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา ที่จะแสวงหาวิธีการ หรือรูปแบบการฝึกเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อให้นักกีฬามีความพร้อมที่สุดทางด้านสมรรถภาพทางกายในการนำไปสู่สมรรถนะสูงสุดในเชิงทักษะกีฬาจนถึงวันแข่งขัน

ดังนั้น สมรรถนะด้านพลังในเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดดสูง จึงมีความสำคัญและมีความจำเป็นมาก ต่อกีฬาหลายประเภทที่มีการแข่งขันในแต่ละระดับในปัจจุบัน และจำเป็นต้องทำการศึกษา ค้นคว้า วิจัย รูปแบบวิธีการฝึกที่มีประสิทธิภาพ และเหมาะสมที่สุดให้กับนักกีฬาต่อไป

พลัยโอเมตริก (Plyometric) เป็นวิธีการฝึกเพื่อพัฒนาพลังระเบิด (Explosive power) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการฝึกซ้อมของนักกีฬา การนำเอาโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริก มาเป็นส่วนหนึ่งของการฝึกซ้อมกีฬา สามารถพัฒนาสมรรถนะด้านความเร็ว ความแข็งแรง การเร่งความเร็ว และพลังระเบิดอย่างมีนัยสำคัญ และจัดให้การฝึกรูปแบบนี้ควบคู่ในแผนการพัฒนาการฝึกซ้อมของนักกีฬา (Chu, 1998; Radcliffe & Farentinos, 2015) การออกกำลังกายรูปแบบพลัยโอเมตริก หมายถึง การออกกำลังกาย หรือการฝึกที่เป็นการรวมคุณลักษณะของสมรรถภาพทางกาย ด้านความแข็งแรง กำลัง และความเร็วเข้าด้วยกัน กล้ามเนื้อมีการหดตัวอย่างรวดเร็วรุนแรงเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่แบบฉับพลันทันที ลักษณะการทำงานของกล้ามที่เป็นการฝึกแบบพลัยโอเมตริก สามารถอธิบายถึง ลำดับกลไกลการหดตัวของกล้ามเนื้อ ดังนี้ เริ่มจากกล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบยืดออก (Eccentric contraction) ตามด้วยการหดตัวแบบสั้นเข้า (Concentric contraction) ในกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกัน ระยะเวลาการหดตัวลักษณะนี้ จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาอันสั้น กลไกลการหดตัวแบบนี้เป็นที่รู้จักกันว่า วงจรการยืดออกและหดตัวสั้นเข้าอย่างฉับพลัน (Stretch shortening cycle: SSC) ส่งผลให้กล้ามเนื้อสร้างพลังงานได้มากขึ้นกว่าการหดตัวแบบเกร็งนิ่งใน

ท่าเริ่มต้นการเคลื่อนไหว (Static position) รูปแบบกิจกรรมที่เป็นลักษณะของการฝึกพลัยโอเมตริก ได้แก่ การฝึกกระโดดในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขย่ง (Hopping) การกระโดด (Jumping) เจริญ กระบวนรัตน์ (2557) กล่าวว่า ในปี ค.ศ.1970 เริ่มมีการนำเอาประสิทธิภาพของหลักการฝึกในรูปแบบ SSC มาใช้ให้เกิดความสำเร็จในกีฬากรีฑาทั้งลู่และลาน และยิมนาสติก โดยผู้ฝึกสอนกรีฑาชื่อ Fred Wilt ซึ่งเป็นการนำเอาคำว่า พลัยโอเมตริก มาใช้เป็นครั้งแรก แทนคำว่า Shock training ปัจจุบันมีงานวิจัยที่สนับสนุนผลของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพสูงสุดด้านสมรรถนะของนักกีฬามากขึ้น อาทิเช่น การฝึกสมรรถนะการกระโดดแนวดิ่ง (Vertical depth jumps) มีความสัมพันธ์ต่อความสูงที่เพิ่มขึ้นในการกระโดด Bedi, Cresswell, Engel and Nicol (1987) ฝึกพลัยโอเมตริกร่วมกับการฝึกด้วยน้ำหนัก สามารถสร้างแรงในการหดตัวแบบยืดออกและหดตัวสั้นเข้าอย่างฉับพลันในกล้ามเนื้อ Wilson, Murphy and Giiorgi (1996) นับจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ไม่ใช่ Donald Chu เพียงคนเดียวที่เชื่อมั่นในผลของการฝึกพลัยโอเมตริก ในการพัฒนาขีดความสามารถของนักกีฬา ผู้ฝึกสอนกีฬา และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาขีดความสามารถของนักกีฬาอีกหลายคน ยังเชื่อมั่นอีกว่า การนำวิธีการฝึกพลัยโอเมตริกมาใช้อย่างถูกต้อง จะสามารถพัฒนาปรับปรุง ความเร็ว ความแข็งแรง การเร่งความเร็ว และพลังระเบิดให้กับนักกีฬาได้

ปัจจุบันได้มีการศึกษาวิจัยโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริก และนำหลักการฝึกพลัยโอเมตริกมาปรับปรุงดัดแปลงใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อกระตุ้นการทำงานของวงจรการยืดออก และหดตัวสั้นเข้าอย่างฉับพลัน ส่งผลให้กล้ามเนื้อสร้างพลังงานได้มากขึ้น เช่น การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกความแข็งแรงด้วยการยกน้ำหนัก การจัดสภาพแวดล้อม เพื่อให้นักกีฬามีการพัฒนากลไกการเคลื่อนไหวที่ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานแบบวงจรการยืดออก และหดตัวสั้นเข้าอย่างฉับพลันให้มากขึ้น บางงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลการฝึกพลัยโอเมตริกที่ยังไม่มีความชัดเจนต่อการเพิ่มสมรรถนะพลังในเชิงแอนแอโรบิก เช่น งานวิจัยของ Impellizzeri et al. (2008) พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นทราย และบนพื้นหญ้า ที่จะนำไปสู่การพัฒนาการทำงานในรูปแบบการพัฒนากลไกการเคลื่อนไหวแบบวงจรการยืดออกและหดตัวสั้นเข้าอย่างฉับพลันในนักกีฬาฟุตบอลทั้งสองรูปแบบ ทำให้ประสิทธิภาพการกระโดดเพิ่มขึ้น ความหลากหลายของวิธีการพัฒนา ปรับปรุงรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริก ล้วนนำมาซึ่งสมรรถนะสูงสุดในเชิงแอนแอโรบิก อีกทั้ง ความหลากหลายรูปแบบของการฝึกพลัยโอเมตริก ยังคงเป็นที่ถกเถียงกันต่อไปว่า วิธีการใดจะดี และเหมาะสมกับนักกีฬามากที่สุด

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพของการเพิ่มมุมการทำงานของข้อเท้า และการยืดเหยียดของกล้ามเนื้อน่อง (Gastrocnemius) อาจจะเป็นอีกวิธีการหนึ่ง ที่ทำให้การทำงานใน

รูปแบบ วงจรการยืดออกและหดตัวสั้นเข้าอย่างฉับพลันมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงเกิดการศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้วิธีการที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดในการพัฒนาสมรรถนะเชิงแอนแอโรบิก ซึ่งมีการศึกษาวิจัยอยู่หลากหลายวิธี ได้แก่ การผลิตอุปกรณ์เสริมที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกพลัยโอเมตริก

Kraemer et al. (2000) และ Ratamess (2012) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้รองเท้า Meridian elyte ร่วมกับการฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกความเร็วในการวิ่งระยะสั้น (Sprint) ซึ่งรองเท้า Meridian elyte ถูกออกแบบให้มีลักษณะส่วนโค้งนูนบริเวณส่วนกลางของรองเท้า เพื่อให้เท้ามีการทำงานในลักษณะเหยียดฝ่าเท้า (Overload plantar flexor) มากกว่าปกติ เมื่อใช้รองเท้าแบบนี้ ร่วมกับโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก จะช่วยกระตุ้นให้การทำงานในการเหยียดฝ่าเท้าเพิ่มมากขึ้น ผลการศึกษาพบว่า สามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการกระโดด และความเร็วของการวิ่งให้เพิ่มขึ้น หลังจากการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ จากงานวิจัยดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกขึ้นมาใหม่ ด้วยการพัฒนากลไก และคุณสมบัติการกระดกข้อเท้า (Dorsi flexor) และการเหยียดฝ่าเท้า (Plantar flexor) ซึ่งเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มความสามารถในการกระโดด และสมรรถนะพลังเชิงแอนแอโรบิกของนักกีฬา

การใช้คุณสมบัติเฉพาะในสภาพแวดล้อม หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ให้ปรับสภาพการทำงานในการระดมหน่วยประสาทยนต์ (Motor unit) ให้มีการทำงานมากที่สุด เพื่อสร้างแรงในการหดตัว ทำให้เกิดสมรรถนะสูงสุดเชิงแอนแอโรบิก เช่น การฝึกพลัยเมตริกในสภาพแวดล้อมบนพื้นทราย บนพื้นหญ้า หรือในน้ำ (Impellizzeri et al., 2008; Martel, Harmer, Logan, & Parker, 2005)

การฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นลาดเอียง (Incline plyometric) เป็นแนวคิดที่นำความลาดเอียงของพื้นที่ มาปรับใช้กับการฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อและมุมของข้อเท้าให้มีการทำงานในรูปแบบวงจรการยืดออก และหดตัวสั้นเข้าอย่างฉับพลัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kannas, Kellis, and Amiridis (2011) ซึ่งพบจากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น และประกอบด้วยสภาพภูมิประเทศทางภาคเหนือของประเทศไทยที่มีลักษณะเป็นภูเขา มีเส้นทางและสถานที่ที่มีความลาดชั้นที่หลากหลาย จึงเหมาะแก่การศึกษารูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกในสภาพแวดล้อมพื้นที่ลาดเอียง เพื่อเสริมประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อรูปแบบ วงจรการยืดออกและหดตัวสั้นเข้าอย่างฉับพลันการฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ และการฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาผลของการฝึกระหว่างพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง แนวพื้นราบ และแบบผสมผสานต่อตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก ความเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดด

## คำถามการวิจัย

1. การฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง แนวพื้นราบ และแบบผสมผสาน ส่งผลต่อตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดด ก่อนฝึก และหลังฝึกระหว่างกลุ่ม หรือไม่ อย่างไร

2. การฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง แนวพื้นราบ และแบบผสมผสาน ส่งผลต่อตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดด ก่อนฝึก และหลังฝึกภายในกลุ่มหรือไม่ อย่างไร

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง แนวพื้นราบ และแบบผสมผสานที่มีต่อตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดดระหว่างกลุ่ม ก่อนฝึก และหลังฝึก

2. เพื่อศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง แนวพื้นราบ และแบบผสมผสาน ที่มีต่อตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดดภายในกลุ่ม ก่อนฝึก และหลังฝึก

## สมมติฐานการวิจัย

1. การฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง แนวพื้นราบ และแบบผสมผสาน ส่งผลต่อตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดด ก่อนฝึก และหลังฝึกระหว่างกลุ่มต่างกัน

2. การฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง แนวพื้นราบ และแบบผสมผสาน ส่งผลต่อตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดด ภายในกลุ่มก่อนฝึกและหลังฝึก แตกต่างกัน

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้แนวทางการจัดโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง แนวพื้นราบและแบบผสมผสาน เพื่อพัฒนาสมรรถนะเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดด

2. เป็นแนวทางในการออกแบบโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง

แนวพื้นราบ และแบบผสมผสาน เพื่อทำให้เกิดความเหมาะสม มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล สำหรับการพัฒนาสมรรถภาพทางกายในการฝึกซ้อมของนักกีฬาต่อไป

**ขอบเขตของการวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง แนวพื้นราบ และแบบผสมผสานต่อตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดด โดยมีผู้เข้ารับการทดลอง และตัวแปรในการศึกษา ดังนี้

1. การวิจัยผลของการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง แนวพื้นราบ และแบบผสมผสานต่อตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดด เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research)

2. กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาอยู่ในสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย เพศชาย จำนวน 200 คน อายุระหว่าง 18 ถึง 22 ปี ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง (Incline plyometric training) กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นราบ (Flat surface plyometric training) และกลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน (Combined plyometric training)

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่

3.1.1 โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง

3.1.2 โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นราบ

3.1.3 โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน

3.2 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย 3 ตัวแปรหลัก 4 ตัวแปรย่อย ได้แก่

3.2.1 ตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก

3.2.1.1 พลังในเชิงแอนแอโรบิก

3.2.1.2 สมรรถนะการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก

3.2.2 การเร่งความเร็ว

3.2.3 ความสามารถในการกระโดด

## ข้อจำกัดของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมเรื่องนอนหลับ การรับประทานอาหาร การใช้ยา ของกลุ่มตัวอย่าง แต่ผู้วิจัยได้ชี้แจงและขอความร่วมมือกับกลุ่มตัวอย่างในการปฏิบัติตน ให้เข้าใจตรงกันระหว่างที่เข้าร่วมการทดลองอย่างถูกต้อง ตามที่ผู้วิจัยกำหนด

## นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. พลัยโอเมตริก หมายถึง การออกกำลังกาย หรือการฝึกกายบริหารร่างกายที่รวมไว้ซึ่งกำลัง ความแข็งแรง ความรวดเร็ว ในการหดตัวของกล้ามเนื้อมีลักษณะหดตัวแบบมีความยาวเพิ่มขึ้นก่อนอย่างฉับพลัน ตามด้วยการหดตัวแบบความยาวลดลงอย่างรวดเร็วทันที ลักษณะของการฝึกอาจมีได้หลายรูปแบบของการกระโดด หรือการใช้เมดิซินบอล แต่ในการวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบต่าง ๆ ในการกระโดดมุ่งเน้นการฝึกในส่วนของลำตัวช่วงล่าง

2. การฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง หมายถึง โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกที่มีการกระโดดแบบอยู่กับที่และแบบเคลื่อนที่ไปข้างหน้า บนพื้นที่ที่มีความลาดเอียงในความชัน 15 องศา โดยข้อเท้าอยู่ในลักษณะกระดกปลายเท้าเข้าหาหน้าแข้ง (Dorsi flexion) ก่อนช่วงของการทำงานของกล้ามเนื้อแบบยืดเหยียดออก (Eccentric phase) ต่อด้วยการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดตัวสั้นเข้าอย่างรวดเร็ว เพื่อสร้างกำลัง ความแข็งแรง ความรวดเร็ว ในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อการเคลื่อนไหวอย่างฉับพลัน การวิจัยครั้งนี้ จะใช้รูปแบบต่าง ๆ ในการกระโดด มุ่งเน้นการฝึกในส่วนของลำตัวช่วงล่าง ซึ่งโปรแกรมการฝึกนี้ประยุกต์ใช้ ตามหลักการฝึกพลัยโอเมตริกของ Bompa and Buzzichelli (2015), Chu and Myer (2013) และเจริญ กระบวนรัตน์ (2557) ผ่านการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน และนำมาทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ และได้ปรับปรุงให้มีความเหมาะสมก่อนนำมาใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัยในครั้งนี้

3. การฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นราบ หมายถึง การฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้น โดยที่เท้าทำมุมศูนย์องศาเมื่อลำตัวยืนตรงตั้งฉากจากแนวระนาบหรือแนวราบ เพื่อสร้างกำลัง ความแข็งแรง ความรวดเร็ว ในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อการเคลื่อนไหวอย่างฉับพลัน การวิจัยครั้งนี้จะใช้รูปแบบต่าง ๆ ในการกระโดดมุ่งเน้นการฝึกในส่วนของลำตัวช่วงล่างซึ่งโปรแกรมการฝึกนี้ประยุกต์ใช้ตามหลักการฝึกพลัยโอเมตริกจาก Chu and Myer (2013) และเจริญ กระบวนรัตน์ (2557) ที่ผ่านการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน และนำมาทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ และได้ปรับปรุงให้มีความเหมาะสม ก่อนนำมาใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัยในครั้งนี้

4. การฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน หมายถึง การฝึกพลัยโอเมตริกที่มีการรวมการฝึก 2 รูปแบบเข้าด้วยกัน ได้แก่ การฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง การฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นราบ เพื่อสร้างกำลัง ความแข็งแรง ความรวดเร็ว ในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อการเคลื่อนไหวอย่างฉับพลัน การวิจัยครั้งนี้จะใช้รูปแบบต่าง ๆ ในการกระโดด โดยมุ่งเน้นการฝึกในส่วนของลำตัวช่วงล่าง ซึ่งโปรแกรมการฝึกนี้ประยุกต์ใช้ตามหลักการฝึกพลัยโอเมตริกของ Chu and Myer (2013) และเจริญ กระบวนรัตน์ (2557) ผ่านการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน และนำมาทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ และได้ปรับปรุงให้มีความเหมาะสม ก่อนนำมาใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

5. สมรรถนะในเชิงแอนแอโรบิก หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการสร้างพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ในการวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาสมรรถนะเชิงแอนแอโรบิก ซึ่งประกอบด้วย

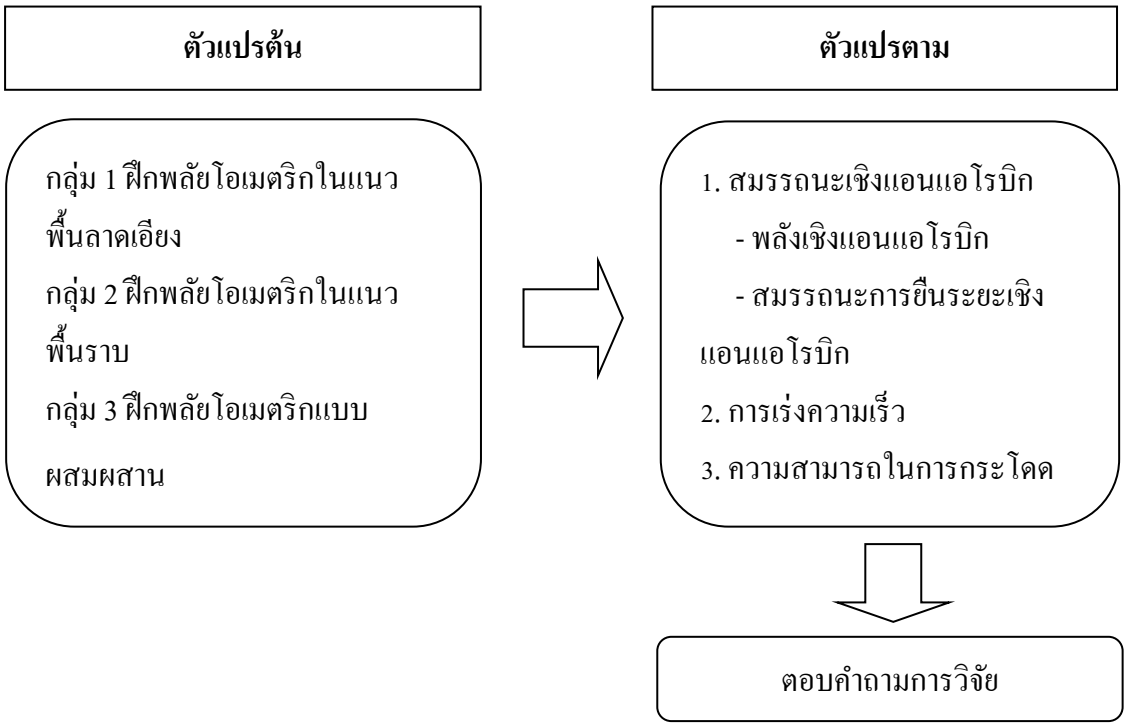
5.1 พลังเชิงแอนแอโรบิก หมายถึง ความสามารถสูงสุดของกล้ามเนื้อในการหดตัวแบบซ้ำ ๆ กันโดยร่างกายไม่ใช้ออกซิเจน สามารถทดสอบได้โดย แบบทดสอบวินเกท 5 วินาทีแรก

5.2 การยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก หมายถึง ความสามรถในการคงสภาพสูงสุดในการหดตัวแบบซ้ำ ๆ กันโดยร่างกายไม่ใช้ออกซิเจน สามารถทดสอบได้โดยแบบทดสอบวินเกท 30 วินาที

6. การเร่งความเร็ว หมายถึง ความสามารถสูงสุดของร่างกาย ในการสร้างกำลังและความเร็ว เคลื่อนที่ไปข้างหน้า จากจุดเริ่มต้นไปจนถึงสุดที่สามารถทำความเร็วได้สูงที่สุด ทดสอบได้โดยการจับเวลาของการวิ่งระยะทาง 40 เมตร สามารถวัดได้จากเครื่องมือ Fusion sport รุ่น Smart speed จากประเทศ เป็นผลิตภัณฑ์จากประเทศออสเตรเลีย นำเข้าโดยบริษัทสมารท์ เมดดิคอล ไซเอนซ์ แอนเทคโนโลยี

7. ประสิทธิภาพในการกระโดด หมายถึง ความสามารถสูงสุดของการใช้พลังในการกระโดดสูง ในการวิจัยครั้งนี้มีการวัดประสิทธิภาพการกระโดด วัดได้จากเครื่องมือ Fusion sport รุ่น Smart jump จากประเทศ เป็นผลิตภัณฑ์จากประเทศออสเตรเลีย นำเข้าโดยบริษัทสมารท์ เมดดิคอลไซเอนซ์ แอนเทคโนโลยี

**กรอบแนวคิดการวิจัย**




ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง แนวพื้นราบ และแบบผสมผสาน ต่อตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดด ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ความหมายของพลัยโอเมตริก
2. ความสำคัญของการฝึกพลัยโอเมตริก
3. ความสำคัญของสมรรถนะเชิงแอนแอโรบิก
4. ความสำคัญของพลังเชิงแอนแอโรบิก
5. ความสามารถของการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก
6. ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ
7. ความสำคัญของการเร่งความเร็ว และความเร็ว
8. ความสำคัญของความสามารถในการกระโดด
9. กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของการฝึกพลัยโอเมตริก
10. วงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อ
11. ระบบพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการฝึกพลัยโอเมตริก
12. การทำงานของกล้ามเนื้อกับการฝึกพลัยโอเมตริก
13. ความหนักในการฝึกพลัยโอเมตริก
14. ความถี่ในการฝึกพลัยโอเมตริก
15. ปริมาณการฝึกพลัยโอเมตริก
16. การฟื้นสภาพร่างกาย
17. วงรอบการชดเชยที่มากกว่าปกติ
18. หลักพิจารณาเพื่อกำหนดโปรแกรมการฝึกซ้อม
19. แนวคิดการประยุกต์หลักวิธีการฝึกพลัยโอเมตริกเพื่อพัฒนาสมรรถนะในเชิงแอนแอโรบิก
20. การนำการฝึก Hill sprint มาประยุกต์ใช้กับงานวิจัย
21. การฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง
22. ข้อได้เปรียบของการใช้ความชันของพื้นที่ลาดเอียง ในการฝึกวิ่ง และการฝึกพลัยโอเมตริก

23. การประยุกต์ใช้ลักษณะความชันของพื้นที่ลาดชัน

## ความหมายของพลัยโอเมตริก

พลัยโอเมตริก มาจากภาษากรีก คือ Plethyein ซึ่งหมายถึง เพิ่มมากขึ้น(Augment/ to increase) หรือมาจากรากศัพท์ภาษากรีก ที่เรียกว่า Plio หมายถึงเพิ่มขึ้น มากขึ้นอีก (More) รวมกับคำว่า Metric หมายถึง การวัดขนาด หรือระยะ (Measure) Plyometric exercise จึงหมายถึง การออกกำลังกายหรือการฝึกบริหารร่างกายที่รวมไว้ซึ่งกำลัง ความแข็งแรง และความรวดเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ เพื่อการเคลื่อนไหวอย่างฉับพลัน Ward (1988 อ้างถึงใน เจริญ กระบวนรัตน์, 2557) และ Fraley (1995 อ้างถึงใน เจริญ กระบวนรัตน์, 2557) การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก โดยกระบวนการทำงานของกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย การยืดเหยียดออกของเอ็นกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วก่อน ตามด้วยการหดของกล้ามเนื้อสั้นเข้าอย่างฉับพลันซึ่งเป็นการทำงานในรูปแบบวงจร การยืดเหยียดออกและหดสั้นเข้า จึงเป็นการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกอย่างสมบูรณ์ กระบวนการ SSC จึงส่งเสริมให้เกิดผลต่อการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรุนแรงมากยิ่งขึ้น การที่เอ็นกล้ามเนื้อเหยียดตัวออกแรงมากเท่าใด ก็ยิ่งมีการพัฒนาแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสั้นเข้าทันที ได้มากยิ่งขึ้น (Rassier & Herzog, 2005; Bobbert, Gerritsen, Litjens, & Van Soest, 1996) ดังนั้น ใช้ประโยชน์จากการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก เพื่อเป็นสะพานเชื่อมต่อกันระหว่างความแข็งแรง และกีฬาที่มีความเกี่ยวข้องกับพลัง และความเร็ว

Yuri Verhoshansky (1960 อ้างถึงใน เจริญ กระบวนรัตน์ 2557) กล่าวว่า ความสำคัญของการพัฒนาศักยภาพในการกระโดด และความเร็วในการวิ่ง จะต้องเพิ่มการออกกำลังกายในรูปแบบของการกระโดดในการฝึกซ้อมกีฬา นอกจากนี้ ยังได้รับการยืนยันถึงการประสบความสำเร็จของนักวิ่งระยะสั้น Veleri Borzov เหรียญทองโอลิมปิก ที่ได้รับการพัฒนาความเร็ว และพลังระเบิดของการวิ่ง โดยการฝึกเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย ด้วยการฝึกในรูปแบบของการกระโดด และต่อมาผลของการฝึกพลัยโอเมตริก ยังคงได้รับการยืนยันจากการศึกษาของ Komi (2003) ซึ่งเป็นหลักฐานแสดงถึงการฝึกผสมผสานระหว่างพลัยโอเมตริก ร่วมกับโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนัก สามารถช่วยให้เกิดการพัฒนาด้านสมรรถภาพทางด้านความแข็งแรง ความเร็ว มากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักเพียงอย่างเดียว แต่มีข้อควรระวังในเรื่องของการเกิดการบาดเจ็บกับการฝึกแบบผสมผสาน (Radcliff & Farentinos, 2015) การนำพลัยโอเมตริกมาใช้ฝึกนักกีฬา โดยขาดการเสริมสร้างความแข็งแรง และความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อ และข้อต่อไว้เป็นรากฐานรองรับในการฝึก นอกจากจะไม่ช่วยให้การฝึกบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายการพัฒนาอัตราเร่งความเร็ว และกำลังระเบิด รวมทั้ง

กำลังความเร็ว ให้กับนักกีฬา แล้วยังทำให้นักกีฬามีโอกาสเสี่ยงต่อการบาดเจ็บสูง และอาจนำไปสู่ปัญหาการฝึกซ้อมที่หนักมากเกินไป (Over training) (เจริญ กระบวนรัตน์, 2557)

การฝึกพลัยโอเมตริก เป็นตัวกลางประสานความเชื่อมโยงระหว่างความแข็งแรง กับความเร็ว โดยสามารถส่งผลต่อความสามารถ และประสิทธิภาพในเกมการแข่งขันของนักกีฬาโดยตรง เนื่องจากสามารถประยุกต์รูปแบบการฝึก หรือการเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงกับทักษะจริงทางกีฬา การฝึกพลัยโอเมตริกได้ถูกนำมาใช้ เพื่อกระตุ้นปฏิกิริยาการสะท้อนกลับจากการยืดของกล้ามเนื้อ (Stretch reflex) เพื่อระดมประสาทควบคุมการเคลื่อนไหว (Motor unit) มากระตุ้นกล้ามเนื้อให้ออกแรงมากขึ้น Wilmore and Costill (2008) และการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกยังเป็นรูปแบบการฝึกที่กระตุ้นกล้ามเนื้อออกแรงสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ในช่วงเวลาสั้น ๆ ซึ่งเป็นพื้นฐานการฝึกที่ตั้งอยู่บนรากฐานวงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อแต่ละครั้ง (Brown, 2007) กล่าวว่าเป็นการเคลื่อนไหวที่ใช้แรงกล้ามเนื้อสูงสุด หรือเกือบสูงสุดอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เพียงไม่กี่วินาที หรือปฏิกิริยาการเคลื่อนไหวที่มีการปรับเปลี่ยนอัตราเร่งความเร็วเพิ่มขึ้นหรือลดอัตราเร่งความเร็วลงอย่างรวดเร็ว ในแต่ละช่วงจังหวะของการเคลื่อนไหวในการปฏิบัติกิจกรรมหรือทักษะกีฬา การใช้แรงของกล้ามเนื้อรูปแบบนี้สามารถประยุกต์ใช้เพื่อให้กล้ามเนื้อออกแรงหดตัวได้อย่างรวดเร็ว เพื่อทำให้ร่างกายหรือวัตถุมีกำลังหรือคุณภาพในการเคลื่อนไหวมากขึ้น (Momentum) ซึ่งสามารถอธิบายในเชิงชีวกลศาสตร์

จากสูตร ได้ดังนี้ (Burkett, 2010; Enoka, 2008; Sharkey & Gaskill, 2006)

สูตร กำลัง (Power) = แรง (Force) x ความเร็ว (Velocity)

ความเร็ว (Velocity) = $\frac{\text{ระยะทาง (Distance)}}{\text{เวลา (Time)}}$

ดังนั้น กำลัง (Power) = $\frac{\text{แรง (Force) x ระยะทาง (Distance)}}{\text{เวลา (Time)}}$

หรือ $P = \frac{F \times d}{T}$

## ความสำคัญของการฝึกพลัยโอเมตริก

การฝึกพลัยโอเมตริก เป็นวิธีการฝึกพัฒนาพลังระเบิด ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดของนักกรีฑา เนื่องจากประสิทธิภาพของการฝึกพลัยโอเมตริก ส่งผลต่อการเพิ่มสมรรถภาพทางกายด้านความเร็ว พลังระเบิด โดยได้รับการยอมรับจาก ผู้ฝึกสอน และนักกีฬา ปัจจุบันพลัยโอเมตริกได้ถูกนำมาบูรณาการกับโปรแกรมการฝึกซ้อมนักกีฬาหลายประเภท ที่ต้องการสมรรถภาพทางกาย

ด้านความแข็งแรง ความคล่องตัว ความเร็ว พลังระเบิด ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการวางแผนการฝึกเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายให้กับนักกีฬา

## ความสำคัญของสมรรถนะเชิงแอนแอโรบิก

สมรรถนะเชิงแอนแอโรบิก เป็นความสามารถในการทำงานของร่างกายโดยไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งมีความสำคัญ และมีความจำเป็นอย่างยิ่งในนักกีฬาหลายประเภทที่ต้องการพัฒนาพลังเพื่อแสดงทักษะความสามารถของร่างกาย ในรูปแบบกิจกรรมที่ต้องใช้ความเร็วสูงสุดเท่าที่เป็นไปได้ในระยะเวลาที่สั้นที่สุด (Castagna, Chaouachi, Rampinini, Chamari, & Impellizzeri, 2009) สมรรถนะพลังเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว มีความสำคัญต่อเกมการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล โดยรูปแบบการใช้พลัง สามารถแสดงออกมาได้หลายรูปแบบ เช่น กีฬาที่ต้องใช้ความสามารถสูงสุด ในการทุ่ม พุ่ง ขว้าง ตบ ตี ต่อย เตะ การเร่งความเร็วในการวิ่ง การกระโดด และการเคลื่อนไหวที่มีการเปลี่ยนทิศทาง โดยใช้ระยะเวลาที่น้อยที่สุด การทำงานของกล้ามเนื้อในร่างกายในลักษณะเหล่านี้ล้วนเป็นความสามารถของร่างกายที่เป็นสมรรถนะเชิงแอนแอโรบิก ทั้งสิ้น โดยรวมสมรรถนะแบบไม่ใช้ออกซิเจนนี้ จะมีรูปแบ่งลักษณะความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อในร่างกายออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

## ความสำคัญของพลังเชิงแอนแอโรบิก

พลังในเชิงแอนแอโรบิก เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic energy system) ซึ่งเป็นรูปแบบของการใช้พลังด้วยความเร็วสูงสุดในการออกแรงเคลื่อนไหวของนักกีฬา ประเภทของกีฬาที่ต้องใช้ประโยชน์จากพลังงานเชิงแอนแอโรบิกนี้ ได้แก่ กิจกรรมที่ต้องมีการออกแรงด้วยความพยายามสูงสุด ในการเคลื่อนไหว หรือเคลื่อนที่โดยใช้เวลาสั้น ๆ ลักษณะของกิจกรรมที่ต้องออกแรง ทุ่ม พุ่งขว้าง กระโดด การตบ การตี ต่อย การวิ่งด้วยความเร็วระยะทางสั้น ๆ ด้วยความเร็วสูงสุด ประกอบด้วย กรีฑาประเภทลาน กรีฑาประเภทวิ่งระยะ 100 เมตร ฟุตบอล บาสเกตบอล วอลเลย์บอล เทนนิส แบดมินตัน รักบี้ กีฬาประเภทต่อสู้ เช่น มวย ยูโด เทควันโด

## ความสามารถของการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก

ความสามารถในการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก เป็นความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อในการออกแรงสูงสุดหดตัวซ้ำ ๆ ต้านแรงต้าน เพื่อรักษาพลังและความเร็วสูงสุดในการเคลื่อนที่ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งของทักษะเฉพาะกีฬา เช่น การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดพร้อมกับ

พยายามรักษาอัตราความเร็วสูงสุดนั้นไว้ให้นานที่สุด หรือยืดระยะของการใช้ความเร็วให้ค่อยลดลง เพื่อที่จะได้ระยะทางของการวิ่งให้มากที่สุด หรือจากการทดสอบด้วยการปั่นจักรยานวินเกท นักกีฬาต้องออกแรงปั่นจักรยานด้วยความพยายามสูงสุด และในขณะเดียวกัน ต้องรักษาความเร็วสูงสุดที่จะทำได้ให้นานที่สุด ด้วยการทดสอบการปั่นจักรยานวินเกท ในช่วงที่ผู้ทดสอบต้องใช้ความพยายามออกแรงสูงสุดปั่นจักรยานช่วง 5 วินาทีแรก เป็นแสดงค่าของการใช้พลังเชิงแอนแอโรบิก และค่าเฉลี่ยของเวลาทุก ๆ 5 วินาที การออกแรงพยายามสูงสุดของการปั่นจักรยาน 30 วินาที จะแสดงผลของความสามารถในการยืนระยะในเชิงแอนแอโรบิก นักกีฬาที่มีความสามารถออกแรงด้วยกำลังสูงที่สุดและรักษากำลังในการใช้ความเร็วนั้นให้ได้นานที่สุด ถือว่านักกีฬาคนนั้นได้เปรียบในรูปแบบที่เรียกว่า การยืนระยะในเชิงแอนโรบิก มากกว่านักกีฬาคนอื่น

## ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ

พลังกล้ามเนื้อ เป็นความสามารถของร่างกายที่ใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic alactic energy system ATP+CP) เป็นองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกลไกที่สำคัญอย่างหนึ่งของนักกีฬา และเป็นตัวกำหนดขีดความสามารถของนักกีฬาในการปลดปล่อยพลังสูงสุดในเชิงแอนแอโรบิก (Power output) เป็นคุณสมบัติที่นักกีฬาแต่ละคนมีไม่เท่ากัน ส่วนหนึ่งถูกกำหนดมาโดยพันธุกรรม และการฝึกฝนของแต่ละบุคคล พลังกล้ามเนื้อ จึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักกีฬา ด้วยเหตุที่พลังกล้ามเนื้อเป็นผลของความแข็งแรง และความเร็ว ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะที่บ่งบอกถึงข้อได้เปรียบ และความสำเร็จของนักกีฬา สำหรับการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านพลังของกล้ามเนื้อในรูปแบบของพลังสูงสุดในเชิงแอนแอโรบิก ด้วยวิธีการทดสอบการกระโดดในแนวดิ่ง (Vertical jump test) หรือการทดสอบยืนกระโดดไกล (Standing jump) และการทดสอบประสิทธิภาพของการกระโดดด้วยเครื่องสมาร์ทจั๊ม พร้อมแผ่นรับแรง (Force plate)

ดังที่กล่าวถึงขีดความความสามารถของนักกีฬา ส่วนหนึ่งถูกกำหนดโดยพันธุกรรม ซึ่งเป็นสิ่งที่กำหนดปริมาณและสัดส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อลาย ที่มีบทบาทกับการออกกำลังกาย ความสามารถในการสร้างพลังงาน ATP เพื่อที่จะนำมาใช้ในการหดตัว กล้ามเนื้อลายจึงถูกแบ่งแยกเส้นใยกล้ามเนื้อออกมาสองลักษณะ เพื่อเป็นตัวกำหนดความสามารถในการหดตัว และให้สอดคล้องกับการใช้พลังงานในแต่ละระบบ เส้นใยกล้ามเนื้อที่มีศักยภาพที่จะสร้างพลังงานแบบแอโรบิกได้ดี ส่งผลให้สามารถออกกำลังกาย หรือเล่นกีฬาที่ต้องใช้ความอดทนได้ดี คือ เส้นใยกล้ามเนื้อแดง (Red หรือ Slow twitch fiber) และอีกชนิดหนึ่ง เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีความสามารถที่สร้างพลังงานแบบ Anaerobic ได้ดีกว่าอีกชนิดหนึ่ง จึงสามารถออกกำลังกายประเภทรวดเร็วรุนแรง คือ ใยกล้ามกล้ามเนื้อขาว (White หรือ Fast twitch fiber)

ดังนั้น การพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านพลังในเชิงแอนแอโรบิก ควบคู่ไปกับสมรรถนะด้านทักษะเฉพาะกีฬา จึงมีความสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งต่อนักกีฬา โดยเฉพาะในกีฬาหลาย ๆ ประเภทที่ต้องใช้สมรรถภาพทางกายด้านพลัง และความเร็วในการเคลื่อนที่ หรือเคลื่อนไหวควบคู่กับการใช้ทักษะเฉพาะกีฬา เช่น นักวิ่งระยะสั้นใช้พลังสูงสุดในการออกแรงเคลื่อนที่ในช่วงของการออกตัววิ่งและการเร่งความเร็วเพื่อสร้างความเร็วสูงสุดในการวิ่ง จังหวะการออกตัววิ่งระยะทางสั้น ๆ ของนักฟุตบอล หรือเคลื่อนที่เปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็วฉับพลันควบคู่กับทักษะกีฬา จึงต้องอาศัยพลังเชิงแอนแอโรบิก และประสิทธิภาพการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก เพื่อสร้างการเร่งความเร็วในการเคลื่อนที่และใช้ทักษะเฉพาะกีฬาให้เกิดประสิทธิภาพและสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน

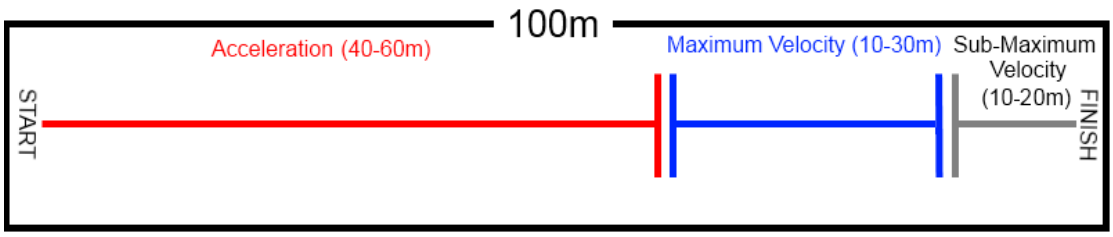
สรุปความสำคัญ พลังในเชิงแอนแอโรบิก และประสิทธิภาพการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อ ที่ใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีความสำคัญต่อกิจกรรมที่ต้องออกแรงด้วยกำลังสูงสุดการเคลื่อนไหว และเคลื่อนที่ในรูปแบบ ทุ่ม พุ่ง ขว้าง กระโดด การตบ การตี ชก การวิ่งระยะสั้น โดย พลังในเชิงแอนแอโรบิก ช่วยนักกีฬาให้สามารถออกแรงสูงสุดในการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหว และประสิทธิภาพการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก ช่วยให้นักกีฬาสร้างอัตราการเร่งความเร็ว ในการเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็วเพื่อให้เกิดความเร็วสูงสุดในการเคลื่อนที่ และการทดสอบสมรรถภาพด้านสมรรถนะในเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic performance test) (Heck, Schulz, & Bartmus, 2003) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อในรูปแบบพลังในเชิงแอนแอโรบิก และความสามารถในการยืนระยะในเชิงแอนแอโรบิก โดยใช้วิธีการวัดโดยวิธีการทดสอบปั่นจักรยานวินเกท ด้วยความพยายามสูงสุด 30 วินาที การทดสอบแบบวินเกท (Wingate anaerobic test) เป็นวิธีการทดสอบที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อวัดความสามารถในการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนสองทาง ได้แก่ ATP-PCr และ Glycolysis system วิธีการนี้นิยมใช้วัดสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาหลายประเภท เช่น อเมริกันฟุตบอล ฟุตบอล ยิมนาสติก (Zupan et al., 2009) ในการพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพสมรรถนะของนักกีฬาด้านพลังในเชิงแอนแอโรบิก ประสิทธิภาพการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก และการเร่งความเร็ว ให้กับนักกีฬาจึงต้องอาศัยปัจจัยหลาย ๆ ปัจจัยมาเป็นองค์ประกอบในการหารูปแบบของการฝึกที่ดีและเหมาะสมในการพัฒนาสมรรถภาพดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดและลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บให้น้อยที่สุด ซึ่งการฝึกพลัยโอเมตริก เป็นรูปการณ์ฝึกทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาพลังในเชิงแอนแอโรบิก ประสิทธิภาพการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก และการเร่งความเร็ว

**ความสำคัญของการเร่งความเร็ว และความเร็ว**

ความสามารถในการเร่งความเร็ว เมื่อนักกีฬามีความสามารถในการสร้างอัตราเร่งความเร็วที่มีประสิทธิภาพ ย่อมส่งผลต่อความสามารถในการใช้ความเร็วสูงสุด ดังนั้น การเร่งความเร็ว จึงเป็นคุณสมบัติที่มีความสำคัญกับนักกีฬาหลาย ๆ ประเภททั้งกีฬาที่ต้องมีการตัดสินด้วยเวลา เช่น กรีฑาวิ่ง 100 เมตร ว่ายน้ำท่าฟรีสไตล์ 50 เมตร และกีฬาอีกหลายประเภทที่ซ่อนความเร็วในทักษะกีฬา เช่น ฟุตบอล บาสเกตบอล เทนนิส แบดมินตัน และอีกหลายประเภทกีฬา คุณสมบัติความเร็วของนักกีฬาแต่ละคนมีไม่เท่ากัน ส่วนหนึ่งถูกกำหนดมาด้วยพันธุกรรม จากการมีขนาดและจำนวนใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Fast-twitch fiber/ type II) เทคนิค วิธีการ และประการณ์การฝึกซ้อมของนักกีฬาแต่ละบุคคล

ความเร็ว คือ ความสามารถในการเคลื่อนไหวร่างกายหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยใช้เวลาสั้นที่สุด ซึ่งก็คือ ระยะทางที่เคลื่อนไหวหารด้วยเวลาเป็นอัตราความเร็ว (Martens, 2012 อ้างถึงใน เจริญกระบวนรัตน์, 2557)

นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยอีกหนึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการพัฒนาความเร็วได้ ความสามารถในการเร่งความเร็ว นักกีฬาที่สามารถสร้างอัตราการเร่งความเร็วได้ดีย่อมส่งผลให้เกิดความเร็วสูงสุดในการเคลื่อนที่ด้วยระยะเวลาที่สั้นที่สุด ระยะทางของการวิ่งที่เป็นช่วงของการสร้างอัตราการเร่งความเร็ว จะอยู่ในช่วง 40 ถึง 60 เมตร แรกของการออกตัววิ่ง จากนั้นจะเป็นช่วงของการสร้างความเร็วสูงสุด ระยะทางประมาณ 60 ถึง 80 เมตร และช่วง 80 จนถึง 100 เมตรสุดท้ายจะเป็นช่วงที่ใช้ความเร็วที่ต่ำกว่าความเร็วสูงสุด การพัฒนา และการสร้างความสามารถในการเร่งความเร็วให้มีประสิทธิภาพสูงสุดต้อง อาศัยความสามารถในการทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อและระบบประสาทสั่งการ เพื่อให้เกิดการทำงานของกล้ามเนื้อในการหดตัวแบบพลังระเบิด เมื่อนักกีฬาสามารถพัฒนาการเคลื่อนไหว แบบพลังระเบิด ที่มีประสิทธิภาพก็ทำให้การออกตัวสร้างอัตราเร่งความเร็วมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น




ภาพที่ 2-1 ลำดับการใช้ความเร็วของการวิ่ง 100 เมตร (Track Star USA, 2018)

ความเร็ว ยังเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความสามารถทางกลไก การเคลื่อนไหวร่างกาย (Bio motor abilities) ที่สามารถจำแนกออกได้หลายประเภทความเร็ว เช่น กำลังความเร็ว จำเป็นสำหรับกีฬาประเภทที่มีการปรับเปลี่ยนจังหวะความเร็วหรือทิศทางการเคลื่อนที่ ในขณะที่ความเร็วสูงสุด ซึ่งจำเป็นสำหรับกีฬาหลายประเภทที่มีการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องในช่วงเวลาสั้น ๆ ไม่เกิน 10 วินาทีโดยใช้ระยะทางอยู่ในช่วงระหว่าง 40-100 หลา หรือ 37-91 เมตร และน้อยครั้งที่นักกีฬาส่วนใหญ่ จะใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ทางตรงเกินกว่า 30 หลา หรือ 27 เมตร (NSCA, 2012 อ้างถึงใน เจริญ กระบวนรัตน์, 2557) ส่วนความเร็วอดทน จำเป็นสำหรับนักกีฬาที่มีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว และต้องปฏิบัติซ้ำอย่างต่อเนื่องหรือปฏิบัติซ้ำเป็นช่วง ๆ ด้วยความรวดเร็วระดับใดระดับหนึ่งจนกระทั่งสิ้นสุดการแข่งขัน นอกจากนี้ ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ช่วยให้การฝึกความเร็วบังเกิดผลมากที่สุด คือ ความอ่อนตัวหรือความยืดหยุ่นของข้อต่อ (Joint flexibility) สำหรับการทดสอบสมรรถภาพทางกาย ด้านความเร็ว และการเร่งความเร็ว สามารถวัดด้วยวิธีการทดสอบ วิ่งด้วยความเร็วสูงสุดระยะทาง 30 ถึง 40 เมตร ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการวัดความเร็วสูงสุดของการวิ่ง ระยะ 40 เมตร ด้วยเครื่องวัดความเร็วแบบ Fusion sport smart speed timing gates คุณสมบัติทั่วไป เป็นชุดวิเคราะห์สมรรถนะการเคลื่อนไหวทางกีฬา (Sports speed and Jump performance analysis system) ประกอบด้วย ชุดส่งสัญญาณการเคลื่อนไหวแบบไร้สาย พร้อมตัวสะท้อน จำนวนอย่างน้อย 4 ชุด และสามารถจัดรูปแบบการทดสอบได้ง่ายและรวดเร็ว แบบหลายช่อง (Multi-lane timing gate) เพื่อใช้ในการทดสอบ ความคล่องแคล่วว่องไว การฝึกความเร็ว การฝึกจังหวะการก้าว ความเร็ว ความแข็งแรง กำลัง การฝึกความเร็ว ความคล่องตัว และความว่องไวแบบต่าง ๆ เฉพาะกีฬาแต่ละชนิด การฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการเร่งความเร็วและความเร็ว ผู้ฝึกสอนกีฬา และนักกีฬา จะต้องพยายามพัฒนาทักษะการเคลื่อนไหว ทักษะกีฬาและเทคนิคกีฬาควบคู่ไปด้วยกัน เพื่อให้การพัฒนาความเร็วในการเคลื่อนไหวปฏิบัติทักษะได้ผลสัมฤทธิ์สูงสุด การพัฒนาความเร็วของทักษะการเคลื่อนไหว จะต้องเริ่มจากการปฏิบัติทักษะด้วยการเคลื่อนไหวจากอัตราช้า ไปสู่ความเร็วที่เพิ่มขึ้น จนกระทั่งถึงความเร็วระดับสูงสุด ควบคู่กับการฝึกพัฒนาความถี่ของการก้าวเท้า และความยาวก้าวเท้าที่เหมาะสม โดยเน้นความสมบูรณ์แบบของการปฏิบัติทักษะการเคลื่อนไหวหรือทักษะกีฬาที่ถูกต้องเป็นหลัก และต้องไม่เกิดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายในขณะปฏิบัติทักษะการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วเกือบสูงสุด

## ความสำคัญของความสามารถในการกระโดด

ความสามารถในการกระโดด เป็นความสามารถของร่างกายที่ใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยไม่เกิดกรดแลคติก ซึ่งเป็นความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อที่อยู่ในรูปแบบของพลังเป็นสมรรถภาพทางกาย ซึ่งมีความสำคัญยิ่งในกีฬาหลายประเภท เช่น บาสเกตบอล วอลเลย์บอล แบดมินตัน ตะกร้อ ซึ่งกีฬาเหล่านี้ ต้องมีการเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะควบคู่กับการกระโดดอยู่ตลอดเวลา โดยในเกมการแข่งขันนักกีฬาต้องทำการกระโดดซ้ำ ๆ หลาย ๆ รูปแบบ และหลากหลายทิศทาง ดังนั้น นักกีฬาที่มีความสามารถในการกระโดดสูง ย่อมมีความได้เปรียบในการสร้างจังหวะ และโอกาสการทำคะแนนให้กับตนเอง หรือทีมของตนได้ดี ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการยืนระยะของการใช้พลังในเชิงแอนแอโรบิกได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความสามารถในการกระโดด ยังคงมีความสำคัญต่อนักกีฬา และผู้ฝึกสอนอย่างยิ่ง ข้อมูลจากการทดสอบจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนฝึกซ้อม และพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาได้ตรงตามความต้องการทางสมรรถนะ ทักษะ และเทคนิคของกีฬา และสอดคล้องกับการใช้พลังงานในเชิงสรีรวิทยาการออกกำลังกาย และกีฬาของกีฬาแต่ละชนิด ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการทดสอบความสามารถในการกระโดดสูงในแต่ละครั้ง โดยใช้เครื่องมือ Smart jump หรือเรียกอีกอย่างว่า Smart jump lite manual โดยหน่วยการวัดจะเป็นแบบเซนติเมตร (Ht; cm)

## กายวิภาคศาสตร์ และสรีรวิทยาของการฝึกพลัยโอเมตริก

กายวิภาคศาสตร์สำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก จะมุ่งเน้นไปที่ 7 กลุ่มกล้ามเนื้อหลัก ซึ่งผู้ฝึกสอนกีฬา ควรตระหนักถึงความหลากหลายในการทำงานของกล้ามเนื้อหลัก ที่มีบทบาทสำคัญต่อการเคลื่อนไหว และการสร้างความมั่นคง (Stabilizers) ของความเร็วและพลังของระยางค์ส่วนล่าง (Lower extremity) ซึ่งมีดังต่อไปนี้

1. กลุ่มกล้ามเนื้อสะโพก ประกอบด้วย กล้ามเนื้อ 3 มัด ได้แก่

1.1 Gluteus maximus อยู่ตำแหน่งจาก Iliac crest, Sacrum และ Coccyx ไปที่ส่วนบนของ Femur ทำหน้าที่เหยียดและกางต้นขา

1.2 Gluteus medius อยู่ตำแหน่งจากพื้นของ Ilium ไปที่ Greater trochanter ของ Femur ทำหน้าที่กางต้นขา

1.3 Gluteus minimus อยู่ตำแหน่งจากพื้นของ Ilium ไปที่ Greater trochanter ของ Femur ทำหน้าที่หมุนต้นขาเข้าด้านใน Gluteal muscle group เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ ที่มีความสามารถมากที่สุดในร่างกาย ซึ่งมีประสิทธิภาพควบคุมการพัฒนากำลัง เมื่อนักกีฬาสามารถ

พัฒนาแรงให้มากขึ้นด้วยกล้ามเนื้อ ผลของแรงที่สูงกว่าถูกผลักดันไปสู่พื้นและกลับไปยังร่างกาย เป็นผลให้มีแรงที่มากขึ้น สำหรับทำให้ช่วงก้าวยืดยาวออกไป ร่างกายมีแรงขับเคลื่อนออกจากพื้น และเอาชนะแรงเฉื่อยของร่างกาย เมื่อนักกีฬาเริ่มต้นเคลื่อนไหว ซึ่งนักกีฬาสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกลุ่มกล้ามนี้โดยใช้ความหลากหลายของการฝึกในท่ายืนย่อเข่า ต้นขาขนานกับพื้น

2. กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่งอสะโพก (Hip flexor group)

กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่งอสะโพก เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อลำดับที่สองที่มีศักยภาพสำหรับการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพ กล้ามเนื้อนี้ช่วยในการยกเข่า ในการกระโดดและวิ่ง ซึ่งมีความจำเป็นในการสร้างแรงขับเคลื่อนของร่างกายไปข้างหน้าในขณะวิ่ง

3. กลุ่มกล้ามเนื้อขาด้านหน้า (Quadriceps muscle group) ประกอบด้วย กล้ามเนื้อ 4 มัด ได้แก่

3.1 Rectus femoris อยู่ที่ตำแหน่ง Anterior inferior iliac spine ขอบของ Acetabulum ไปที่เอ็นที่หุ้มลูกสะบ้า

3.2 Vastus medialis อยู่ที่ตำแหน่ง Linea aspera ของกระดูก Femur ไปที่เอ็นที่หุ้มลูกสะบ้า

3.3 Vastus lateralis อยู่ที่ตำแหน่ง Greater trochanter ของ Femur ไปที่เอ็นที่หุ้มลูกสะบ้า

3.4 Vastus intermedius อยู่ที่ตำแหน่งพื้นหน้าของกระดูก Femur ไปที่เอ็นที่หุ้มลูกสะบ้ากล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด ทำหน้าที่เหยียดปลายขา และงอต้นขา กลุ่มกล้ามเนื้อขาด้านหน้า (Quadriceps muscle group) มีบทบาทที่ความสำคัญหลายอย่าง กลุ่มกล้ามเนื้อนี้เป็นตัวดูดซับการกระแทกที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลันในการวิ่ง นอกจากกล้ามเนื้อ Quadriceps จะมีส่วนช่วยพัฒนาความแข็งแรงแบบยืดออกในการวิ่ง และการกระโดด ยังเป็นตัวที่ทำหน้าที่เหยียดขาและสร้างความมั่นคงให้กับหัวเข่า กล้ามเนื้อ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวิ่งและการกระโดด

4. กลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring muscle group) ประกอบด้วย กล้ามเนื้อ 3 มัด ได้แก่

4.1 Biceps femoris อยู่ที่ตำแหน่งหัวยาวจาก Tuberosity ischium หัวสั้นจาก Linea aspera femur ไปที่หัวของ Fibula & lateral condyle ของ Tibia ทำหน้าที่งอปลายขาเหยียดต้นขา

4.2 Semitendinosus อยู่ที่ตำแหน่ง Tuberosity ischiumไปที่ Medial condyle ของ Tibia ทำหน้าที่ งอปลายขา หมุนปลายขาเข้าข้างใน

4.3 Semimembranosus อยู่ที่ตำแหน่ง Tuberosity ischium ไปที่ Medial condyle ของ Tibia ทำหน้าที่งอปลายขา หมุนปลายขาเข้าข้างในกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring muscle

group) มีบทบาทสำคัญมากมาย กลุ่มกล้ามเนื้อนี้ช่วยงอเข่า และสร้างความมั่นคงให้กับด้านหลัง และยังช่วยในการเหยียดของสะโพกด้วยเหตุนี้ Hamstring จึงช่วยให้กล้ามเนื้อสะโพก (Gluteal muscle) ทำให้ร่างกายมีแรงขับเคลื่อนไปข้างหน้า

5. กล้ามเนื้อน่อง (Gastrocnemius)

กล้ามเนื้อน่อง มีบทบาทที่หลากหลายซึ่งอยู่ด้านหลังในส่วนของขาส่วนล่างช่วยรองรับข้อเข่าและทำหน้าที่งอข้อเท้า ซึ่งเป็นตอนสุดท้ายของห่วงโซ่ของการเคลื่อนไหวเมื่อร่างกายผลักตัวขึ้นจากพื้น นอกจากนี้ Gastrocnemius ยังมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการช่วยพัฒนาแรงเหยียดของข้อเท้าที่มีต่อพื้นดิน

6. กล้ามเนื้อหน้าแข้ง (Anterior tibialis)

กล้ามเนื้อหน้าแข้ง อยู่ตำแหน่งด้านหน้าของกระดูก Tibia ทำหน้าที่กระดกข้อเท้าขึ้น เหยียดนิ้วเท้า หมุนฝ่าเท้าเข้าข้างใน มีความสำคัญในการสร้างความมั่นคงให้กับข้อเท้า และช่วยในการดึงลำตัวไปข้างหน้าเมื่อเท้ากระทบพื้น ทำให้นักกีฬาสามารถล็อคข้อเท้า ทำให้การทำงานแบบคานของมุมข้อเท้าและเท้ามีความแข็งแรงสามารถส่งแรงไปสู่การวิ่งหรือการกระโดดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. กล้ามเนื้อหน้าท้อง (Abdominal muscles)

กล้ามเนื้อหน้าท้อง อยู่ด้านแกนกลางของลำตัว มีความสำคัญในการเชื่อมโยงส่วนบนของร่างกายไปยังครึ่งหนึ่งของส่วนล่างของร่างกาย เนื่องจากกล้ามเนื้อในส่วนล่างของร่างกายมีความสำคัญ เนื่องจากเป็นส่วนเชื่อมต่อและถูกดึงจาก กล้ามเนื้อหน้าท้อง ซึ่งส่งผลต่อส่วนบนของร่างกายหรือลำตัว ทำให้ลำตัวและกล้ามเนื้อหน้าท้องที่เป็นทรงกระบอกของร่างกายทั้งหมดสามารถทำงานร่วมกันกับกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ กลุ่มกล้ามเนื้อแต่ละกลุ่มควรมีการฝึกความแข็งแรงเฉพาะกลุ่มกล้ามเนื้อเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก และในส่วนของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานตรงข้ามหรือทำงานสนับสนุนกับกลุ่มกล้ามเนื้อหลัก โดยให้ความสำคัญในการออกแบบโปรแกรมฝึกความแข็งแรงเพื่อให้เกิดความสมดุล ระหว่างความแข็งแรง และความยืดหยุ่นเพื่อลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บ และเพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกพลัยโอเมตริก

กล้ามเนื้อที่ควรฝึกเสริมสร้างความแข็งแรงควบคู่กับความยืดหยุ่นที่มีบทบาทต่อการฝึกพลัยโอเมตริกมีดังต่อไปนี้

1. Spinal erector muscle group
2. Latissimus dorsi
3. Trapezius

4. Scapular stabilizers
5. Rotator cuff muscles
6. Deltoids
7. Biceps
8. Triceps

การเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก หรือพัฒนาให้เป็นกำลัง สามารถกระทำได้โดยใช้วิธีการฝึกกำลังโดยเฉพาะ ด้วยการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก หรือเรียกอีกชื่อหนึ่ง คือ การฝึกในเชิงปฏิกิริยา ซึ่งเป็นกิจกรรมการฝึกที่กระตุ้นกล้ามเนื้อหดตัวแบบยืดออก แล้วต่อด้วยการหดตัวแบบสั้นเข้าอย่างฉับพลัน ในเชิงสรีรวิทยา การที่กล้ามเนื้อถูกยืดเหยียดตัวยาวออกก่อนหดตัว จะทำให้กล้ามเนื้อสามารถหดตัวได้แรงเต็มที่ และหดตัวได้เร็วขึ้น

ดังนั้น หลักการสำคัญของการนำรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกมาใช้ในการฝึก เพื่อพัฒนาพลัง ความเร็วของนักกีฬา คือ การกระตุ้นปฏิกิริยาการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system) Chu (1995) หรือระบบประสาทกลไกที่ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายหรือกล้ามเนื้อ ให้สามารถทำงานหรือรับรู้และสั่งงานได้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยเฉพาะความสามารถในการยืดเหยียดตัวของกล้ามเนื้อก่อนที่จะหดตัวอย่างฉับพลัน (Kiray & Shewman, 1999)

ขั้นตอนปฏิบัติในการฝึกแบบพลัยเมตริกซึ่งมีวงจรการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยเริ่มจากวงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังต่อไปนี้ (Wilk et al., 1993; Baechle & Earle, 2008)

**ระยะที่ 1 Eccentric contraction**

กล้ามเนื้อส่วนที่ใช้ออกแรงเพื่อการเคลื่อนไหวมีการยืดเหยียดตัวออกเพื่อสะสมพลังงานศักย์หรือแรงในกล้ามเนื้อ ก่อนที่จะหดตัวเพื่อปฏิบัติทักษะการเคลื่อนไหว ระยะดังกล่าวเรียกว่า Amortization phase หากการเคลื่อนไหวในช่วงหดตัวแบบสั้นเข้า ใช้ระยะเวลายาวนานเท่าใด การสูญเสียกำลังในการหดตัวของกล้ามเนื้อก็จะเกิดมากขึ้นเท่านั้น (Bompa & Buzzichelli, 2015) ดังนั้น ข้อต่อส่วนที่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ออกแรงเพื่อการเคลื่อนไหวในการกระโดด ได้แก่ ข้อเท้า เข่า และสะโพก จะต้องมีการงอและเหยียดกลับอย่างรวดเร็ว ไม่ว่ารูปแบบของการกระโดดที่นำมาใช้ในการฝึกนั้นจะเป็นลักษณะใดก็ตาม รวมทั้งการฝึกที่ใช้ เมดิซินบอลในการทุ่ม ผลัก ขว้าง โยน เป็นต้น

**ระยะที่ 2 Reactive recovery**

กล้ามเนื้อหดตัวออกแรงเพื่อทำการเคลื่อนไหวไปในทิศทางและเป้าหมายที่ต้องการ เรียกระยะนี้ว่า Reactive recovery ซึ่งต้องการปฏิกิริยาการตอบสนอง หรือการสะท้อนกลับด้วยจังหวะของการเคลื่อนไหวหรือการหดตัวของกล้ามเนื้อที่รวดเร็วและแรงเต็มที่ในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ

**ระยะที่ 3 Active take-off**

กล้ามเนื้อหดตัวเพื่อรับน้ำหนักตัว หรือแรงกระแทกขณะลงสู่พื้น เพื่อที่จะทำการกระโดดในจังหวะต่อไประยะนี้เรียกว่า Active take-off การเพิ่มประสิทธิภาพของการกระโดดทุกรูปแบบ นักกีฬาจะต้องพยายามควบคุมมุมของการเคลื่อนไหวของข้อเข่า ไม่ให้งอหรือย่อลงต่ำมากเกินไปในแต่ละจังหวะของการกระโดดลงสู่พื้น ในขณะเดียวกัน ต้องพยายามควบคุมเวลาระหว่างช่วงที่กล้ามเนื้อหดตัวแบบยืดออก ให้สั้นที่สุดหรือเร็วที่สุดเท่าที่จะสามารถกระทำได้ การพยายามจำกับมุมของการงอเข่าขึ้นอยู่กับรูปแบบของการกระโดดที่นำมาใช้ในการฝึก เพื่อเน้นความเร็วในการยืดตัวและหดตัวของกล้ามเนื้อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งหมายถึง กำลังความเร็ว หรือกำลังสูงสุดในการเคลื่อนไหวหรือการเคลื่อนที่ของนักกีฬา

การทรงตัวกับการฝึกพลัยโอเมตริก (Balance and plyometric training) สิ่งสำคัญของการฝึกพลัยโอเมตริกร่างกายส่วนล่าง นอกเหนือจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสะโพก ต้นขา ลำตัวแล้ว การทรงตัว เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญ และสามารถสังเกตเห็นได้จากการเคลื่อนไหวอย่างชัดเจน มีส่วนสำคัญในการรักษาและควบคุมจังหวะการเคลื่อนไหวในแต่ละรูปแบบการฝึกซ้อม ที่มีความแตกต่างไปจากการเคลื่อนไหวปกติ เช่น การกระโดดสองขา การเขย่งซิกแซก การก้าวถอยหลังกระโดด) หรือแม้แต่การกระโดดขาเดียว ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งแต่ละรูปแบบของการฝึกล้วนต้องการความหนักแน่น มั่นคงในการทรงตัวซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการช่วยสนับสนุนให้การปฏิบัติทักษะการเคลื่อนไหวในการฝึกพลัยโอเมตริกของนักกีฬาเป็นไปอย่างถูกต้อง และปลอดภัย โดยสามารถทดสอบได้โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ ด้วยวิธีทดสอบการทรงตัว (Balance test) 3 รูปแบบ โดยแต่ละท่าทาง (Position) จะใช้เวลาในการทดสอบ 30 วินาที (Voight, Dravoitch, & Tippett, 1995) ตัวอย่างเช่น นักกีฬาที่เข้ารับการฝึกพลัยโอเมตริกครั้งแรก จะถูกทดสอบด้วยการยืนด้วยขาข้างเดียว 30 วินาที โดยไม่เสียการทรงตัว ส่วนนักกีฬาที่มีประสบการณ์ฝึกพลัยโอเมตริกขั้นก้าวหน้า หรือขั้นสูง (Advance plyometric training program) จะต้องได้รับการทดสอบด้วยการยืนย่อเข่าด้วยขาข้างเดียว (Single-leg half squat) 30 วินาที โดยไม่เสียการทรงตัว โดยที่ผิวการทดสอบจะต้องเหมือนกับพื้นที่ที่ใช้ในการฝึกพลัยโอเมตริก

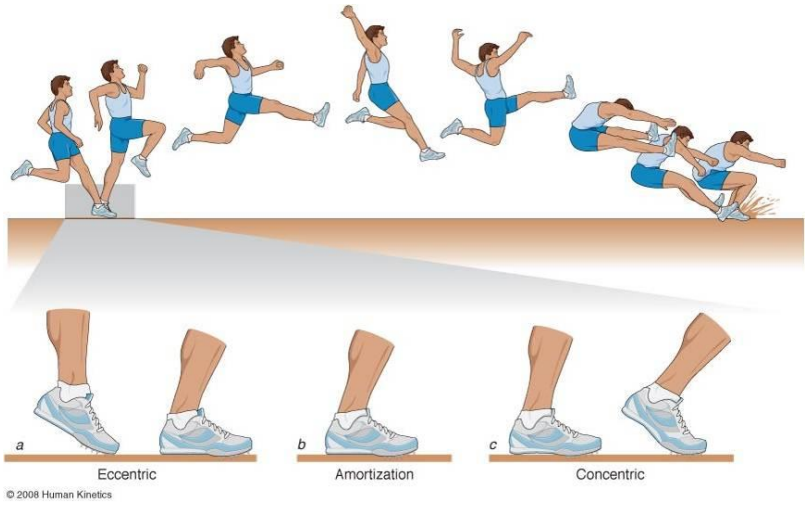
ตารางที่ 2-1 รูปแบบการทดสอบการทรงตัว 3 รูปแบบ เรียงลำดับจากง่ายหาไปยาก (Baechle & Earle, 2008 อ้างถึงใน เจริญ กระบวนรัตน์, 2557)

| **การทดสอบ (Test)** | **ความหลากหลาย (Variations)** |
|---|---|
| การยืน (Standing) | สองขา (Double leg), ขาเดียว (Single leg) |
| ย่อเข่า 45 องศา (Quarter squat) | สองขา (Double leg), ขาเดียว (Single leg) |
| ย่อเข่า 90 องศา (Half squat) | สองขา (Double leg), ขาเดียว (Single leg) |

สนธยา สีละมาด (2560) กล่าวว่า การนำหลักการ และวิธีการฝึกพลัยโอเมตริกมาใช้เพื่อให้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาสมรรถนะสูงสุดให้กับนักกีฬา ความรู้ความเข้าใจทางด้านกายวิภาคสาสตร์ และสรีรวิทยาการออกกำลังกายและกีฬา จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในที่จะทำให้ผู้ฝึกสอนกีฬาสามารถวิเคราะห์ ออกแบบโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อนำมาใช้ในการเพิ่มพลัง จังหวะและการเคลื่อนไหว เพื่อปฏิบัติทักษะทางกีฬา ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับสมรรถนะทางกีฬาที่มีลักษณะเฉพาะ และเกิดความก้าวหน้าด้านสมรรถนะต่อนักกีฬาอย่างชัดเจน รวมถึงการลดความเสี่ยงการบาดเจ็บจากการฝึก ซึ่งเป็นผลในเชิงบวกที่ผู้ฝึกสอนกีฬา และนักกีฬาที่ต้องการให้เกิดขึ้น ลักษณะสรีรวิทยานั้น คือ การที่กล้ามเนื้อมีการยืดยาวออก ก่อนที่จะหดตัวจะสามารถหดตัวได้อย่างเต็มกำลังและรวดเร็วมาก การทำงานของรีเฟล็กซ์ยืด เป็นตัวกำหนดระดับการยืดของกล้ามเนื้อ และป้องกันไม่ให้เส้นใยของกล้ามเนื้อมีการยืดยาวออกมากเกิน โดยอาศัยกลไกการทำงานของตัวรับความรู้สึกในกล้ามเนื้อ ตัวรับความรู้สึกภายในกล้ามเนื้อจะรับรู้ถึงอัตราขนาดของการยืดยาวออก และประสาทรับความรู้สึกของตัวรับความรู้สึกภายในกล้ามเนื้อจะส่งสัญญาณประสาทไปยังประสาทสั่งการภายในกระดูกไขสันหลัง โดยประสาทสั่งการจะเป็นตัวส่งสัญญาณมายังกล้ามเนื้อที่ยืดยาวออก ให้มีการหดตัวกลับ เพื่อป้องกันการยืดยาวออกที่มากเกิน และการบาดเจ็บภายในกล้ามเนื้อ ซึ่งทำหน้าที่หดตัว และส่วนที่ไม่ได้ทำหน้าที่หดตัว ก็จะเป็นองค์ประกอบที่ทำหน้าที่ยืดหยุ่น เมื่อมีการยืดยาวออกขององค์ประกอบที่ทำหน้าที่ยืดหยุ่น ขณะที่กล้ามเนื้อมีการยืดยาวออกจะก่อให้เกิดพลังงานศักย์ (Potential energy) เหมือนกับการทำงานของสปริง จากนั้นเมื่อพลังงานศักย์มีการปลดปล่อย จะทำให้มีการเพิ่มขึ้นของพลังงานในการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ การทำงานลักษณะดังกล่าวจะพบได้ในการเคลื่อนไหวแบบพลัยโอเมตริกเมื่อกล้ามเนื้อมีการยืดยาวออกอย่างรวดเร็วองค์ประกอบที่ทำหน้าที่ยืดหยุ่นจะมีการยืดยาวออก ดังนั้นจะมีการสะสมปริมาณของแรงในรูปของพลังงาน

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการฝึกพลัยโอเมตริกที่ใช้กิจกรรมการฝึก เป็นลักษณะของการกระโดดในรูปแบบต่าง ๆ และมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับนักกีฬา การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวที่เป็นกิจกรรมพลัยโอเมตริก ผู้ฝึกสอนกีฬาควรมุ่งเน้นการทำความเข้าใจการทำงานของกล้ามเนื้อแบบวงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อในเชิงสรีรวิทยา และกายวิภาคศาสตร์

## วงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อ




ภาพที่ 2-2 วงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อ (Baechle & Earle, 2008)

จากภาพที่ 2-2 แสดงวงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นลำดับขั้นตอนที่โดดเด่นที่เกิดขึ้นจากการทำงานของกล้ามเนื้อ เมื่อมีการเคลื่อนไหวแบบพลัยโอเมตริกใช้คุณสมบัติความยืดหยุ่น (Elasticity) และกิจกรรมการตอบสนอง (Reactivity) ของกล้ามเนื้อ เพื่อที่จะทำให้เกิดแรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดจากโครงสร้างภายในแต่ละมัดของกล้ามเนื้อลายในช่วงเวลาสั้น ๆ เพื่อกระตุ้นให้เกิด Stretch reflex และการสะสมพลังงานแบบ Elastic energy ซึ่งจะทำให้เกิดการสร้างแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบ Concentric contraction เพิ่มขึ้น และนอกจากจะมีเซลล์กล้ามเนื้อลายที่หดตัวได้ (Contractile component) เป็นจำนวนมากแล้ว ยังมีกล้ามเนื้ออื่น ๆ ซึ่งทำหน้าที่ยึดกล้ามเนื้อลายไว้ด้วยกัน คือ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue) และเส้นใยยืดหยุ่น (Elastic fiber) Connective tissue นี้หดตัวไม่ได้ ในขณะที่ Elastic fiber มีคุณสมบัติของความยืดหยุ่นเมื่อถูกยืดออกแล้วจะหดตัวกลับ (Recoil) ได้เอง

นอกจากนี้ Proprioceptors ของร่างกาย ได้แก่ Muscle spindle, Golgi tendon organ (GTO) และ Joint capsule ligamentous receptors ซึ่งการกระตุ้นตัวรับรู้ (Receptor) เหล่านี้เป็นสาเหตุให้มีการเร่งเร้าการยับยั้งและการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานระหว่างกล้ามเนื้อกลุ่มหลัก (Agonist) และกลุ่มตรงกันข้าม (Antagonist) ทั้ง Muscle spindle และ GTO นี้เป็นตัวรับรู้พื้นฐานสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก (เพียรชัย คำวงษ์, 2537) โดย Muscle spindle มีหน้าที่เป็นตัวรับรู้การยืด (Stretch receptor) ส่วนประกอบของ Muscle spindle นั้นไวต่อการรับรู้การเปลี่ยนแปลงของความเร็ว คือ Nuclear bag intrafusal muscle fiber ซึ่งถูกเลี้ยงโดยเส้นใยประสาทชนิดหดตัวเร็ว (Type la phasic nerve fiber) การกระตุ้น Muscle spindle ใช้การยืดอย่างรวดเร็ว (Quick stretch) ที่กล้ามเนื้อกลุ่มหลัก อาจทำได้โดยการเคลื่อนไหวจากแรง ภายนอก และการเคลื่อนไหวด้วยตัวเอง ทำให้เกิดปฏิกิริยาการตอบสนอง โดยมีการหดตัวอย่างรวดเร็วของกล้ามเนื้อกลุ่มหลัก และ Synergistis extrafusal fibers ในส่วนของ Golgi tendon organ (GTO) ซึ่งพบในบริเวณระหว่างกล้ามเนื้อกับเอ็น ซึ่งมีหน้าที่รับความรู้สึกไปยังระบบประสาท เมื่อกล้ามเนื้อหดตัว หรือยืดตัวมากเกินไป เพื่อให้ระบบประสาทระงับการหดที่มากเกิน จึงช่วยป้องกันการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อที่อาจเกิดขึ้นเพราะการยืดหรือหดตัวอย่างรุนแรง

Chu and Myer (2013) ได้อธิบาย การทำงานของวงจรการยืด และหดของกล้ามเนื้อ แบ่งออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้

1. Setting หรือ Eccentric phases
2. Amortization phases
3. Concentric phases

**ช่วงที่ 1 Eccentric contraction phases หรือ Setting phases**

กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หลักในการหดตัว มีการหดตัวแบบ Eccentric contraction กล้ามเนื้อยืดยาวออกและสิ้นสุด ทำให้มีการทำงานของ Muscle spindle activity โดย Pre-stretching กล้ามเนื้อก่อนที่จะกระตุ้นและทำให้เกิดความเตรียมพร้อมในการกระตุ้น ต่อ Alpha motor neuron เพื่อทำให้เกิดการหดตัวของ Extra fusal muscle ส่งผลช่วง Amortization phases มีการสร้างพลังงานแบบแบบยืดหยุ่น (Plastic energy) ถูกเก็บสะสมไว้ในส่วนประกอบของขั้นตอนการยืดหยุ่น ต่อด้วยปลายประสาทรับความรู้สึกถูกกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาสะท้อนกลับ (Stretch reflex) ของการยืด ช่วงระยะเวลาของ Setting phases นั้นยังขึ้นอยู่กับระดับของกล้ามเนื้อและประสาทที่ออกมาเพื่อรับการเร้า

**ช่วงที่ 2 Amortization phase**

เป็นช่วงของการเปลี่ยนผ่านหรือเปลี่ยนถ่าย (Transition) จากการยืดสู่การหดตัวของกล้ามเนื้อซึ่งเป็นช่วงจังหวะที่หยุดอยู่ระหว่าง ช่วงที่ 1 Eccentric contraction phase และช่วงที่ 3 Concentric contractions phase ช่วงของการเปลี่ยนผ่าน มีการสร้างพลังงานแบบยืดหยุ่น (Elastic energy) ถูกเก็บสะสมไว้ (Stored energy) เป็นลักษณะการทำงานของเอ็นร้อยหวาย (Achilles tendon) โดยเซลล์ประสาทนำเข้า (Afferent nerves) เชื่อมต่อกับเซลล์ประสาท Alpha motor neurons ส่งสัญญาณไปถึงกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำหน้าที่หลักในการหดตัว ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราของการยืดมากกว่า ความยาวของการยืด ถ้า Amortization phases ช้า ผลคือ Elastic energy ซึ่งเป็นไฟฟ้ากลศาสตร์ (Electro mechanic) ที่เกิดขึ้นระหว่างการหดตัวแบบยืดยาวออกและหดสั้นเข้าจะสูญเสียไปในรูปของความร้อน และจะไม่มีการกระตุ้น Stretch reflex แต่เมื่อมีการหดตัวอย่างรวดเร็วจะทำให้เกิดการตอบสนองของกำลังอย่างมากความยาวของ Amortization phases จะสั้นเข้า การพัฒนานี้เป็นผลต่อเนื่องจากการเรียนรู้และทักษะการฝึก ที่เป็นพื้นฐานการพัฒนาความกำลัง

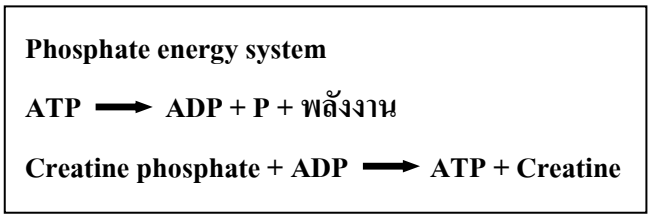
**ช่วงที่ 3 Concentric contraction phase**

เป็นช่วงระยะเวลาที่เกิดการตอบสนองของช่วงที่เป็นการรวมผลของ Setting หรือ Eccentric phases และ Amortization phases เป็นช่วงที่กล้ามเนื้อกลุ่มหลัก ทำงานหดตัวแบบ Concentric contraction หลังจากพลังงานยืดหยุ่น ถูกปล่อยออกมาจาก ลำดับขั้นตอนของการยืดหดโดย Alpha motor neurons กระตุ้นกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หลักในการหดตัว

## ระบบพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการฝึกพลัยโอเมตริก

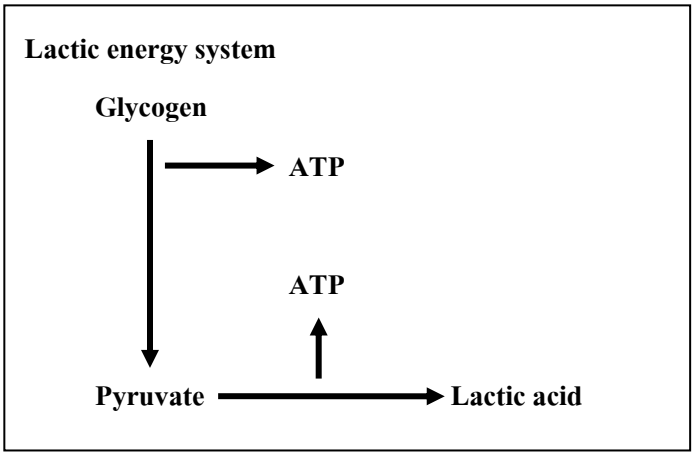
การฝึกพลัยโอเมตริก เป็นกิจกรรมในลักษณะการกระโดดในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งต้องออกแรงด้วยกำลังในการฝึกปฏิบัติอย่างเต็มที่ ด้วยความรวดเร็ว และรุนแรงในระยะเวลาสั้น ๆ กิจกรรมลักษณะนี้เป็นการเคลื่อนไหวที่ไม่ใช้ออกซิเจนเป็นพลังงาน โดยสามารถแบ่งการทำงานเป็น 2 ระบบ (Bompa, 2005 อ้างถึงใน เจริญ กระบวนรัตน์, 2557) คือ

1. ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนและไม่เกิดกรดแลกติก (Anaerobic alactic/ ATP-CP System) การฝึกพลัยโอเมตริกโดยใช้พลังงานแบบนี้เหมาะสำหรับนักกีฬาประเภทที่ต้องใช้กำลังระเบิด หรือกำลังความเร็วเต็มที่เป็นการเคลื่อนที่ช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ไม่เกิน 10 วินาที โดยมีช่วงระยะเวลาพักระหว่างฝึกปฏิบัติกิจกรรมซ้ำแต่ละครั้งหรือแต่ละเที่ยว นานอย่างน้อยประมาณ 3-5 นาที เช่น กีฬาประเภท ทุ่ม พุ่ง ขว้าง กระโดด และยกน้ำหนัก เป็นต้น




ภาพที่ 2-3 ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนและไม่เกิดกรดแลกติก (Anaerobic alactic/ ATP-CP system) (Bompa, 2005 อ้างถึงในเจริญ กระบวนรัตน์, 2557)

2. ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน และเกิดกรดแลกติก (Anaerobic lactic/ lactic system)




ภาพที่ 2-4 ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนและเกิดกรดแลกติก (Bompa, 2005 อ้างถึงในเจริญ กระบวนรัตน์, 2557)

ระบบนี้อาศัยการสลายน้ำตาล คือ ไกลโคเจนที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อ สังเคราะห์ ATP ขึ้นมาใหม่ แต่ผลที่ตามมา คือ เกิดกรดแลกติก ในกล้ามเนื้อ การฝึกพลัยโอเมตริก โดยใช้พลังงานในระบบนี้ เหมาะสำหรับนักกีฬาที่ต้องใช้กำลังความเร็วแบบอดทน ในช่วงเวลาตั้งแต่ 30 วินาที แต่ไม่เกิน 2 นาที หรือประมาณ 30-90 วินาที โดยมีช่วงเวลาพักระหว่างการฝึกปฏิบัติซ้ำในแต่ละเที่ยวสั้น ๆ ประมาณ 1-3 นาที เช่น บาสเกตบอล ฟุตบอล มวย วอลเลย์บอล เทนนิส ว่ายน้ำ 100 และ 200 เมตร วิ่ง 400 และ 800 เมตร เป็นต้น

## การทำงานของกล้ามเนื้อกับการฝึกพลัยโอเมตริก

การทำงานของกล้ามเนื้อ ในลักษณะความยาวของกล้ามเนื้อถูกยืดออกภายใต้ความตึงตัวที่เกิดขึ้น Eccentric action การทำงานของกล้ามเนื้อลักษณะนี้ ถูกใช้เพื่อชะลอการเคลื่อนไหวของร่างกาย การหดตัวแบบยืดออก (Eccentric) มีความสัมพันธ์กับ ช่วงบรรจุพลัง (Loading phase) ของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก เช่น การชะลอความเร็วจากการวิ่งทางตรง ในจังหวะที่เท้าข้างใดข้างหนึ่งสัมผัสพื้น เพื่อต้องการลดจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายอย่างทันทีทันใด ด้วยเหตุที่ การทำงานแบบ Eccentric สามารถสร้างแรงได้มากถึง 40 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าการหดตัวของกล้ามเนื้อในลักษณะอื่น ๆ ดังนั้น ความสามารถในการสร้างแรงหดตัวของกล้ามเนื้อแบบ Eccentric จึงมีความสำคัญต่อความสำเร็จทางด้านสมรรถนะในหลายชนิดกีฬา (Chu et al., 2013)

เมื่อนักกีฬาวิ่ง ลักษณะการก้าวเท้าจะเป็นการยืดเหยียดขาออกมาครึ่งหนึ่งของช่วงก้าวในการวิ่ง ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อ และข้อต่อ การเคลื่อนไหวเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้น ๆ ซึ่งไม่สามารถสังเกตเห็นการทำงานของข้อต่อ และกล้ามเนื้อว่าทำงานอย่างไร การก้าวลักษณะนี้เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อที่เกิดความตึงตัว โดยความยาวของกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยน (Isometric) ส่วนกิจกรรมการเคลื่อนไหวทางการกีฬา การทำงานของกล้ามเนื้อลักษณะแบบนี้เกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้น ๆ เป็นการแทนที่กันระหว่างการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบ Eccentric และขั้นตอนของการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดเข้า (Concentric) ซึ่งเป็นจังหวะเปลี่ยนผ่านช่วงของการรวมประสานกัน (Coupling phase) ของช่วง Isometric จะมีผลต่อการสร้างความสำเร็จของการเพิ่มพลังในการเคลื่อนไหวแบบพลัยโอเมตริก วงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อจะส่งผลมากขึ้น เมื่อนักกีฬามีการสร้างแรงและจังหวะที่เหมาะสมในการทำงานร่วมกัน การทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดเข้า หลังจากช่วง รวมประสานกันช่วง Isometric ที่แสดงออกมาจากการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นในช่วง Unloading phase ของกิจกรรม พลัยโอเมตริก ในการวิ่ง ช่วงของการเคลื่อนไหวแบบพลัยโอเมตริกจะมีความสัมพันธ์กับการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดเข้า ซึ่งมีผลต่อการเร่งความเร็วในการวิ่ง โดยการทำงานของกล้ามเนื้อแบบ Eccentric strength เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกแรงต้านแรงภายนอกที่มากกว่า ทำให้กล้ามเนื้อยืดยาวออก แรงชนิดนี้รู้จักกันดี เรียกว่า Eccentric action หรือแรงเชิงลบ การทำงานของกล้ามเนื้อรูปแบบนี้ เกิดขึ้นขณะที่นักกีฬากำลังวิ่งหรือกระโดด Eccentric action เกิดขึ้น เมื่อส่วนล่างของร่างกายสัมผัสกับพื้น ถ้าไม่มีการทำงานรูปแบบนี้ทำการชะลอร่างกาย นักกีฬาจะทรุดตัวลงกับพื้นทุกครั้งเมื่อเท้าสัมผัสกับพื้น ซึ่งโครงสร้างของกล้ามเนื้อถูกสร้างขึ้นมาเพื่อดูดซับแรง และชะลอร่างกายในลักษณะเพื่อปกป้องร่างกาย ในกรณีที่ร่างกายต้องมีการพักฟื้นจากการบาดเจ็บของเอ็น กล้ามเนื้อ และการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ การทำงานในรูปแบบ Eccentric action จะถูกนำมาใช้บูรณาการในโปรแกรมการฟื้นฟู

ดังนั้น การทำงานของกล้ามเนื้อในรูปแบบ Eccentric action จึงมุ่งเน้นไปในทางการป้องกันการบาดเจ็บเป็นหลัก

สำหรับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแบบ Eccentric action ควรให้ความสำคัญในรายละเอียดของการเคลื่อนไหว เช่นเดียวกับการให้ความสำคัญในรายละเอียดของการเคลื่อนไหวเพื่อการทำงานของกล้ามเนื้อรูปแบบ Concentric action ถึงแม้ว่า การทำงานของกล้ามเนื้อแบบ Eccentric action เป็นองค์ประกอบที่เล็กน้อยในเชิงปริมาณของการฝึกความแข็งแรงทั้งหมด การทำงานของกล้ามเนื้อรูปแบบ Eccentric action ยังคงเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อระยะแรก และมีผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อในฐานะเป็นตัวดูดซับแรงแบบฉับพลัน หรือการยืดหด (Springs) การทำงานของกล้ามเนื้อรูปแบบนี้เป็นที่รู้จักกัน ว่าเป็นช่วงของการบรรจุพลัง (Loading phase) ในการเคลื่อนไหวแบบ Plyometric ซึ่งในระหว่างกำลังเดิน หรือกำลังวิ่ง ปกติ ซึ่งกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกายมีการทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิด และมีจำนวนการทำงานระหว่างแบบหดตัวยืดยาวออกและหดตัวสั้นเข้า การเคลื่อนไหวที่สมดุลระหว่างการทำงานของกล้ามเนื้อทั้งสองแบบสามารถอธิบายได้ด้วย วงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อ และมีบทบาทในการพัฒนาสมรรถนะของนักกีฬา

ระยะแรกของวงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นช่วงของการบรรจุพลังของการเคลื่อนไหว การบรรจุพลังอาจสร้างโดยแรงดึงดูดของโลก และน้ำหนักตัวของแต่ละคนในขณะสัมผัสกับพื้น ลักษณะเช่นนี้จะเกิดการสร้างพลังงานแบบยืดหด (Elastic energy) กับกล้ามเนื้อ และอาจถูกเก็บในช่วงเวลาที่สั้นมาก ถ้า Eccentric action เกิดขึ้นอย่างฉับพลันก่อน Concentric action กล้ามเนื้อจะหยุดการทำงานแบบฉับพลันในการเป็นตัวดูดซับแรง และจะทำการสปริงตัวทันที อย่างไรก็ตาม ถ้าเวลาของการหดตัวระหว่าง Eccentric และ Concentric ใช้เวลานาน ซึ่งหมายความว่า ระยะเวลาตามขั้นตอนของการยืดหดของกล้ามเนื้อไม่ได้เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใด พลังงานจะหมดไปกับความร้อนที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อ

การสะสม และการคืนสภาพของพลังงานแบบยืดหดในกล้ามเนื้อ ระหว่างการเกิดวงจรการยืดหดของกล้ามเนื้อ กลับมามีบทบาทสำคัญกับสมรรถนะทางกีฬา ซึ่งในความเป็นจริงพลังงานที่ถูกสะสมไว้ สามารถเพิ่มการสร้างแรงและพลัง ภายหลังวงจรหดสั้นเข้า ทำให้มีผลต่อกล้ามเนื้อในการสร้างเนื้อเยื่อบาง ๆ ในเส้นใยกล้ามเนื้อ และเอ็นกล้ามเนื้อ ตามลำดับ โดยเนื้อเยื่อทั้งหมดจะส่งเสริมต่อคุณสมบัติ การยืดหดของระบบเอ็นกล้ามเนื้อนั้น มีการสะสมและการคืนสภาพพลังงานแบบยืดหด ระหว่างการวิ่งและการกระโดด

การหดตัวแบบยืดออก มีประโยชน์สำหรับโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรง เพราะการหดตัวแบบยืดออก มีลักษณะเฉพาะที่สามารถพัฒนาให้แข็งแรงได้มากขึ้น เมื่อกล้ามเนื้อมี

การชะลอการเคลื่อนที่ของส่วนที่เป็นระยางค์ของร่างกาย หรือส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย ร่วมกับระบบกล้ามเนื้อ และเอ็นทั้งหมด ถ้าร่างกายต้องการแรงที่จะชะลอความเร็ว หรือหยุดการเคลื่อนไหว ร่างกายจะต้องใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และเอ็นกล้ามเนื้อ ด้วยเหตุนี้ จึงอาจส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เอ็นกล้ามเนื้อ นักกีฬาที่เคยมีอาการตึงที่กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring) และกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหุบขา (Adductor) แสดงให้เห็นว่า การหดตัวแบบยืดออกขาดความแข็งแรง การฝึกแรงต้านแบบการหดตัวแบบยืดออก อาจช่วยป้องกันการบาดเจ็บที่เอ็นกล้ามเนื้อ โดยปรับปรุงความสามารถในการดูดซับพลังงานก่อนที่จะเกิดการบาดเจ็บ การสร้างความแข็งแรงแบบหดตัวสั้นเข้า มีความเกี่ยวข้องกับ การเพิ่มขนาด และผลการเปลี่ยนแปลงในเชิงบวกของเซลล์นั้น บ่งบอกถึง ความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นของเอ็นที่เชื่อมต่อกันระหว่างกล้ามเนื้อกับกล้ามเนื้อ (Muscle-tendon) และเพิ่มการผลิตคอลลาเจน เพื่อหล่อเลี้ยงให้กับเนื้อเยื่อ

อย่างไรก็ตาม การเพิ่มมวลกระดูก และกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์โดยตรงกับแรงของกล้ามเนื้อ และน้ำหนักตัวต่อกระดูก เพราะฉะนั้น ความแข็งแรง และความหนาแน่นของกระดูกส่งผลในเชิงบวก เมื่อกล้ามเนื้อถูกพัฒนาความแข็งแรง โดยการฝึกด้วยแรงต้าน และต่อด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกในขั้นตอนสุดท้าย

การฝึกแบบแยกส่วนการทำงานของกล้ามเนื้อในระหว่างที่ร่างกายมีการเคลื่อนไหวนับเป็นเรื่องยาก เนื่องจากการแยกส่วนการทำงานเฉพาะกล้ามเนื้อ เป็นเรื่องที่ท้าทายความสามารถของผู้รับการฝึก อย่างไรก็ตาม เทคนิคที่ถูกต้องสามารถนำมาใช้ เพื่อเน้นพัฒนาเฉพาะกล้ามเนื้อและข้อต่อที่ทำงาน การออกกำลังกายลักษณะนี้มักถูกนำมาใช้ในการผสมผสานกับเทคนิคการสอนเพื่อช่วยปรับปรุงเทคนิคการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกทั้งหมด เพื่อมุ่งเน้นไปที่การฝึกตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น นักกีฬาสามารถใช้การออกกำลังกายที่มุ่งเน้น Assisted Russian hamstring curl อย่างไรก็ตาม นักกีฬาควรเพิ่มความก้าวหน้าของการฝึกแบบเน้นการทำงานของกล้ามเนื้อและข้อต่อแบบ Eccentric ไปจนถึงการเคลื่อนไหวที่มีทั้งความเร็วร่วมกับความแข็งแรง (Speed-strength movement) แต่ยังคงใช้การเคลื่อนไหวแบบพลัยโอเมตริก โดยมุ่งเน้นไปที่การทำงานของกล้ามเนื้อแบบ Eccentric หรือ Loading phase เช่น Squat jumps หรือ Single leg squats เป็นต้น

## ความหนักในการฝึกพลัยโอเมตริก

ความหนักในการฝึกพลัยโอเมตริก หมายถึง แรงกดดันทั้งหมดที่มีต่อกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และข้อต่อซึ่งถูกควบคุม และกำหนดโดยรูปแบบของการฝึกแต่ละประเภท ความหนักของการฝึกพลัยโอเมตริกแต่ละแบบฝึก มีขอบเขตครอบคลุมค่อนข้างกว้าง เช่น การก้าวกระโดดจะมี

ความหนักน้อย ในขณะที่การทิ้งตัวจากกล่องสูง และต่อด้วยการลอยตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว ในรูปแบบต่าง ๆ ก่อให้เกิดแรงกดดันอย่างมากต่อกล้ามเนื้อและข้อต่อ นอกจากนี้ รูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกแต่ละประเภท ยังส่งผลกระทบต่อปัจจัยด้านอื่น และความหนักอีกมากมาย โดยทั่วไปเมื่อปรับความหนักในการฝึกเพิ่มขึ้น ปริมาณในการฝึกจะต้องลดลง (Stone & O'Bryant, 1987) เนื่องจากความหนักของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกจะมีความหลากหลายและแตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้ จึงควรพิจารณาให้รอบคอบในการเลือกรูปแบบการฝึกให้ถูกต้อง เหมาะสม และตรงกับจุดมุ่งหมายเฉพาะของการฝึกในแต่ละวงรอบ

ตารางที่ 2-2 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความหนักในการฝึกพลัยโอเมตริกของร่างกายส่วนล่าง (Stone & O'Bryant, 1987 อ้างถึงใน เจริญ กระบวนรัตน์, 2557)

| ปัจจัยสำคัญ | ผลกระทบ |
|---|---|
| จุดสัมผัส (Point of contraction) | แรงปฏิกิริยาจากพื้นในการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยรูปแบบการฝึกกระโดดขาเดียว จะมีแรงกดดันจากกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และข้อต่อ มากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยรูปแบบการฝึกกระโดดสองขา |
| ความเร็ว (Speed) | ยิ่งใช้ความเร็วในการฝึกมากเท่าใด ยิ่งเพิ่มความหนักในการฝึกมากเท่านั้น |
| ความสูงของการฝึก (Height of the drill) | ยิ่งเพิ่มความสูงจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย ยิ่งเพิ่มแรงกระแทกในขณะลงสู่พื้นมากยิ่งขึ้น |
| น้ำหนักตัว (Body weight) | น้ำหนักตัวยิ่งมากเท่าใด แรงกดดันที่เกิดขึ้นกับขึ้นกับกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และข้อต่อจะยิ่งเพิ่มความหนักในการฝึกมากขึ้นเท่านั้น รวมทั้งน้ำหนักภายนอกร่างกาย (External weight) ได้แก่ เสื้อกั๊กถ่วงน้ำหนัก (Weight vest) สายรัดข้อเท้าถ่วงน้ำหนัก (Ankle weights) สายรัดข้อมือถ่วงน้ำหนัก (Wrist weights) ซึ่งสามารถทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น |

## ความถี่ในการฝึกพลัยโอเมตริก

ความถี่ หมายถึง จำนวนครั้งของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อสัปดาห์ โดยส่วนมากจะอยู่ที่ประมาณ 1-3 ครั้งต่อสัปดาห์ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับประเภทกีฬา และระยะเวลาในการฝึกซ้อมของแต่ละปี รวมไปถึงประมาณ และความหนักของการฝึกซ้อมในแต่ละวัน และช่วงเวลาในการฝึกซ้อมแต่ละวงรอบ เช่น ในช่วงของฤดูการแข่งขัน นักบาสเกตบอล และนักวอลเลย์บอล อาจทำการฝึกพลัยโอเมตริก 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ในขณะที่หลังฤดูการแข่งขัน การฝึกพลัยโอเมตริก อาจเพิ่มขึ้นเป็น 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นต้น

## ปริมาณการฝึกพลัยโอเมตริก

ปริมาณการฝึกพลัยโอเมตริก คือ สิ่งที่แสดงออกด้วยการกระทำ หรือการปฏิบัติ เช่น จำนวนครั้งของการทำซ้ำ จำนวนช่วงที่ปฏิบัติในระหว่างการฝึกในแต่ละครั้ง ปริมาณการฝึกพลัยโอเมตริกร่างกายส่วนล่าง โดยปกติใช้นับจำนวนครั้งที่เท้าที่สัมผัสพื้นแต่ละครั้งในการฝึกแต่ละครั้ง หรืออาจเป็นการประเมินจากระยะทาง ควบคู่กันไปด้วย เช่น การฝึกพลัยโอเมตริกในรูปแบบของการกระโดดแบบกระดอน นักกีฬาที่ยังไม่เคยมีประสบการณ์ในการฝึกพลัยโอเมตริกมาก่อน อาจเริ่มต้นด้วยการฝึกกระโดดแบบกระดอนขาเดียว ระยะทาง 30 เมตรต่อเที่ยว จากนั้นปรับเพิ่มระยะทางก้าวหน้าขึ้นตามลำดับ จนสามารถการโดดได้ระยะทาง 100 เมตรต่อเที่ยว

ตารางที่ 2-3 ปริมาณการฝึกพลัยโอเมตริกที่เหมาะสมกับประสบการณ์ในการฝึกพลัยโอเมตริก (เจริญ กระบวนรัตน์, 2557)

| ประสบการณ์ในการฝึกพลัยโอเมตริก | ปริมาณเริ่มต้นการฝึก* |
|---|---|
| ไม่มีประสบการณ์ในการฝึก | 80-100 ครั้ง |
| มีประสบการณ์ในการฝึกพอสมควร | 100-120 ครั้ง |
| มีประสบการณ์ในการฝึกมาก | 120-140 ครั้ง |

หมายเหตุ * ปริมาณ คือ จำนวนครั้งที่เท้าสัมผัสพื้น หรือจำนวนครั้งในการขว้างหรือการทุ่มในการฝึกแต่ละครั้ง

**สิ่งที่ควรพิจารณาก่อนเริ่มทำการฝึกพลัยโอเมตริก**

1. นักกีฬาต้องได้รับการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างน้อย 4 สัปดาห์ก่อนที่จะเริ่มทำการฝึกพลัยโอเมตริกที่ความหนักเบาถึงปานกลาง และต้องใช้ระยะเวลาเป็นปี ก่อนที่จะเข้าสู่ระดับการฝึกที่เน้นการกระตุ้นระบบประสาท หรือปฏิกิริยาความเร็ว

2. นักกีฬาจำเป็นต้องรับการฝึกความเร็วอย่างน้อย 4 สัปดาห์ ก่อนที่จะเริ่มทำการฝึกพลัยโอเมตริกที่ความหนักเบาถึงปานกลาง

3. ต้องแน่ใจว่านักกีฬาสามารถควบคุมร่างกายและทักษะการเคลื่อนไหวได้อย่างถูกต้อง โดยได้รับการฝึกความคล่องแคล่วว่องไวมาแล้ว 4 สัปดาห์ ก่อนที่จะเริ่มการฝึกพลัยโอเมตริก

4. ก่อนที่จะพยายามฝึกพลัยโอเมตริก ในรูปแบบที่เน้นการกระตุ้นระบบประสาท หรือปฏิกิริยาความเร็ว นักกีฬาต้องยกน้ำหนักท่าสควอทได้อย่างน้อย 1.5-2 เท่าของน้ำหนักตัว (Wathen, 1993; Jacoby & Fraley, 1995; Holcomb, Kleiner, & Chu, 1998; Kiraly & Shewman, 1999; Bompa & Buzzichelli, 2015) ถ้าน้ำหนักตัว 60 กิโลกรัม หมายความว่า จะต้องยกน้ำหนักในท่าสวอทได้อย่างน้อย 90-120 กิโลกรัม ก่อนที่จะพยายามฝึกกระโดดลงจากที่สูง หรือการกระโดดต่อเนื่องแบบกระดอน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นักกีฬาที่เพิ่งจะเริ่มฝึกพลัยโอเมตริกเป็นปีแรก ไม่ควรที่จะทำการฝึกในรูปแบบที่เน้นการกระตุ้นระบบประสาท หรือความเร็ว เช่น การทิ้งตัวลงจากกล่องสูงแล้วกระโดดขึ้นด้วยแรงสูงสุดอย่างรวดเร็ว เนื่องจากยังขาดทักษะและประสบการณ์ ความชำนาญตลอดจนความสัมพันธ์ในการเคลื่อนไหวและการควบคุมร่างกาย

5. ก่อนที่จะเริ่มต้นทำการฝึกพลัยโอเมตริก นักกีฬาจะต้องไม่มีปัญหาเรื่องการบาดเจ็บ

6. ไม่ควรฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นคอนกรีต หรือพรมที่ปูอยู่บนพื้นคอนกรีต หรือบนถนนลาดยางแอสฟัลต์ (Asphalt) ซึ่งทำให้เกิดแรงกระแทกที่เป็นอันตราย ควรฝึกบนพื้นผิวที่มีความนุ่ม เช่น สนามหญ้าหรือบนพื้นยางสังเคราะห์ เป็นต้น

7. การฝึกพลัยโอเมตริก ควรอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลและการจัดการที่มีคุณภาพซึ่งรวมไปถึงเทคนิคการสอน การกำหนดปริมาณ ได้แก่ จำนวนครั้งที่เท้าสัมผัสพื้น ความหนักในการฝึกพลัยโอเมตริก คือ รูปแบบของกิจกรรมที่ฝึกพลัยโอเมตริก ความพร้อมทางด้านอุปกรณ์การฝึก สถานที่ และความปลอดภัย

8. การฝึกพลัยโอเมตริกที่ถูกต้อง แม้กระทำการฝึกเพียงเล็กน้อย จะช่วยให้เกิดผลดีมากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกที่มากเกินไป ผลสุดท้ายที่เกิดจากการฝึก คือ ระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system: CNS) ได้รับการพัฒนา ในทางตรงกันข้าม หากระบบประสาทส่วนกลางเกิดอาการล้าหรือได้รับการฝึกหนักมากเกินไป จะเป็นเรื่องที่ยากมากในการที่จะทำให้ฟื้นสภาพ

กลับมาเป็นปกติในเร็ววันนั้น ย่อมหมายถึง ความสามารถของนักกีฬาจะลดลง หรือสร้างความผิดหวังให้กับตนเอง (เจริญ กระบวนรัตน์ (2557)

9. ลำดับก่อนหลังในการฝึกภายหลังการอบอุ่นร่างกาย และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อพร้อมแล้ว ให้ทำการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นลำดับแรก ก่อนที่จะทำการฝึกความเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไว หรือความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ไม่ควรฝึกพลัยโอเมตริกในขณะที่ร่างกายมีความเมื่อยล้า ซึ่งจะมีผลทำให้การบาดเจ็บของข้อต่อ เอ็นข้อต่อ เอ็นกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อ และกระดูกอย่างรุ่นแรง

10. พยายามออกแรงในแต่ละครั้ง ของการปฏิบัติให้ได้มากที่สุดในทุกกิจกรรม การฝึกที่เป็นการฝึกพลัยโอเมตริก หรือต้องระเบิดแรงที่ใช้ในการเคลื่อนไหวแต่ละครั้งอย่างเต็มที่ มิฉะนั้นการฝึกจะไม่ได้ผลตามเป้าหมายที่ต้องการ หรือเสียเวลาเปล่า

เจริญ กระบวนรัตน์ (2557) กล่าวว่า สิ่งสำคัญที่ผู้ฝึกสอนกีฬาและนักกีฬา ควรพิถีพิถันและคำนึงถึงในการปฏิบัติการฝึกพลัยโอเมตริกนั้น ได้แก่

1. กล้ามเนื้อสามารถหดตัวได้อย่างรวดเร็ว และแรงมากยิ่งขึ้น ถ้าหากกล้ามเนื้อได้มีการยืดเหยียดตัวออกก่อนที่จะหดตัว

2. การยืดเหยียดของกล้ามเนื้อก่อนที่จะหดตัว ยิ่งเร็วเท่าใดยิ่งมีผลต่อแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อมากเท่านั้น

3. ผู้ฝึกสอนกีฬาและนักกีฬา ควรเรียนรู้และทำความเข้าใจถึงเทคนิคที่ถูกต้องในการปฏิบัติ หรือการฝึกพลัยโอเมตริกทุกรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการกระโดดในรูปแบบใดก็ตาม รวมทั้งการฝึกโดยเมดิซินบอลและการยกน้ำหนัก

4. ผู้ฝึกสอนกีฬาและนักกีฬา ต้องแน่ใจทุกครั้งว่าขณะที่นักกีฬาลงสู่พื้นหรือรับแรงกระแทกจากน้ำหนักตัว กล้ามเนื้อหรือข้อต่อที่ทำหน้าที่รับแรงกระแทกก่อนที่จะออกแรงเพื่อทำการเคลื่อนไหว เช่น ขาหรือแขน จะต้องอยู่ในลักษณะงอทุกครั้ง

5. กล้ามเนื้อจะต้องหดตัวออกแรงอย่างทันทีทันใด โดยใช้ช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ภายหลังจากที่กล้ามเนื้อถูกยืดเหยียดตัวพร้อมแล้ว

6. การเปลี่ยนสภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ จากสภาวะที่มีการยืดเหยียดตัวออกไปสู่สภาวะที่มีการหดตัวสั้นเข้า จะต้องทำด้วยความต่อเนื่องและรวดเร็ว ไม่มีการหยุดชะงัก หรืออาการกระตุกเกร็งเกิดขึ้นในทุกจังหวะของการเคลื่อนไหว

7. การฝึกพลัยโอเมตริกที่ถูกต้อง จะส่งผลต่อการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อ ดังนี้

7.1 ช่วยกระตุ้นเซลล์ประสาทที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว ให้มีปฏิกิริยาทำงานเร็วขึ้น

7.2 มีการระดมประสาทหน่วยยนต์ หรือประสาทสั่งการที่ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวและเส้นใยกล้ามเนื้อให้ทำงานเพิ่มขึ้น

7.3 ช่วยเพิ่มอัตราความเร็วในการทำงานของระบบประสาทรับรู้และสั่งการ

7.4 ช่วยปรับเปลี่ยนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ให้เป็นกำลังระเบิด

8. การฝึกพลัยโอเมตริกจะช่วยพัฒนาปฏิกิริยาการทำงานของระบบประสาท เพื่อกระตุ้นปฏิกิริยาความเร็วสูงในการยืดเหยียดตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว และได้แรงสูงสุดในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ (Chu, 1995) ปฏิกิริยาการยืดเหยียดตัวของกล้ามเนื้อ คือ การตอบสนองของร่างกายที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ (Body's involuntary response) ที่มีต่อสิ่งเร้าภายนอก ทำให้มีการยืดเหยียดตัว (Guyton & Hall, 2000; Matthew, 1990)

9. การฝึกซ้ำ ๆ ในลักษณะใดลักษณะหนึ่งของพลัยโอเมตริก จะก่อให้เกิดความล้าซึ่งมีผลต่อปฏิกิริยาหรือความเร็วในการยืดเหยียดตัว และการหดตัวสั้นเข้าของกล้ามเนื้อ ซึ่งผู้ฝึกสอนกีฬาจะสามารถเห็นได้โดยง่ายจากความสามารถ หรือความเร็วในการเคลื่อนไหวหรือการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ลดลง ซึ่งแสดงถึงสภาวะของความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้น ส่งผลให้ระยะเวลาที่เท้าสัมผัสพื้นยาวนานขึ้น และประสิทธิภาพของการฝึกหรือการเคลื่อนไหวลดลง ด้วยเหตุนี้ จึงควรหลีกเลี่ยงการฝึกพลัยโอเมตริกในขณะที่ร่างกายหรือกล้ามเนื้อมีอาการเมื่อยล้า ซึ่งจะมีผลต่อปฏิกิริยาความเร็วในการยืดเหยียดและการหดตัวของกล้ามเนื้อและระบบประสาทการฝึกเพื่อพัฒนาปรับปรุงเปลี่ยนแปลง

การกำหนดจำนวนครั้งหรือจำนวนเที่ยวของการปฏิบัติซ้ำในแต่ละกิจกรรมการฝึกเป็นสิ่งสำคัญที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ต้องการระยะเดียวกัน ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกเพื่อการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลง ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของทักษะในการเคลื่อนไหว ความสามารถในการปรับสภาพของร่างกายและจิตใจของนักกีฬาที่มีต่อความยาก หรือความหนักของแต่ละกิจกรรม ที่นำมาใช้ในการฝึก ยิ่งองค์ประกอบหรือความซับซ้อนของกิจกรรมที่นำมาใช้ฝึกมีความยาก หรือมีขั้นตอนการปฏิบัติที่ซับซ้อนมากเท่าใด ความต้องการระยะเวลาในการฝึกยิ่งต้องการเพิ่มขึ้นมากเท้านั้น

การฝึกพลัยโอเมตริกที่มีความหนักระดับต่ำในเด็กที่กำลังเข้าสู่ช่วงวัยรุ่นตอนต้น จะมีผลช่วยกระตุ้นพัฒนาเปลี่ยนแปลงระบบโครงสร้าง โดยเฉพาะกระดูกยาว เช่น กระดูกต้นขาและกระดูกต้นแขนให้มีความแข็งแรงและเจริญเติบโตยิ่งขึ้น ในทางตรงกันข้าม การกระโดดทิ้งตัวจากที่สูงลงสู่พื้น หรือการฝึกพลัยโอเมตริกระดับสูง อาจมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของกระดูก

หรือความสูงที่กำลังพัฒนาในเด็กวัยรุ่น (Allerheiligen & Reqers, 1995; Holcomb et al., 1998; LaChance, 1995)

จุดประสงค์ของการฝึกพลัยโอเมตริก คือ การสร้างความกดดันเพื่อกระตุ้นให้ร่างกายตอบสนองต่อการฝึก ทั้งทางด้านระบบประสาท และกล้ามเนื้อ (Wilk et al. (1993) ในทางที่ก่อให้เกิดการพัฒนาประสิทธิภาพความสัมพันธ์ของการใช้แรงในรูปของความเร็วในการเคลื่อนไหว โดยเฉพาะทางด้านการปรับอัตราเร่งความเร็วในการเคลื่อนที่ และกำลังความเร็ว (Hewett, Stroupe, Nance, & Noyes, 1996; Svantesson, Grimby, & Thomee, 1994) การฝึกพลัยโอเมตริก คือ รูปแบบการฝึกที่ถูกคิดค้นเพื่อนำมาใช้เป็นสะพาน (Bridge) ในการประสานหรือเชื่อมโยงระหว่างความแข็งแรงกับความเร็วเข้าด้วยกัน (Wilmore & Costill, 2008) โดยสามารถนำมาปรับใช้กับกิจกรรมและอุปกรณ์การฝึกได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การกระโดด การเขย่งในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อส่วนล่าง หรือการใช้เมดิซินบอลเป็นอุปกรณ์ในการฝึกร่างกายส่วนบน เช่น ผลัก โยน ทุ่ม ขว้าง เหวี่ยง เป็นต้น จุดมุ่งหมายสำคัญของการฝึก พลัยโอเมตริก คือ การกระตุ้นปฏิกิริยาการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อให้สามารถยืดหดตัวแต่ละครั้งได้อย่างรวดเร็ว และแรงสูงสุดในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ

## การพักฟื้นสภาพร่างกาย

การพักฟื้นสภาพร่างกายนั้น เนื่องจากการฝึกพลัยโอเมตริกในรูปแบบต่าง ๆ ล้วนแต่เป็นการฝึกที่ต้องใช้แรง และความพยายามอย่างเต็มที่ เพื่อพัฒนากำลังความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน การพักระหว่างการปฏิบัติแต่ละครั้ง การพักระหว่างการฝึกแต่ละช่วง และการพักระหว่างการออกกำลังกาย หรือการฝึกโปรแกรมพลัยโอเมตริกแต่ละครั้ง จนกระทั่งหายเหนื่อย คือ สิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก แต่ละครั้ง ควรมีเวลาพักประมาณ 5-10 วินาที และระหว่างช่วง ควรมีเวลาพักประมาณ 2-3 นาที (Baechle & Earle, 2008)

ตารางที่ 2-4 การชดเชยเวลาฝึกที่แตกต่างกันตามระบบพลังงาน (Baechle & Earle, 2000)

| Interval training different energy systems | | | |
|---|---|---|---|
| **% of Maximum anaerobic power** | **Energy system taxed** | **Interval time** | **Work: rest ratio** |
| 90-100 | Phosphogen | 5-10 s | 1: 12 to 1: 20 |
| 75-90 | Fast glycolysis | 15-30 s | 1: 3 to 1: 5 |
| 30-75 | Fast glycolysis and oxidative | 1-3 min | 1: 3 to 1: 4 |
| 20-35 | Oxidative | > 3 min | 1: 1 to 1: 3 |

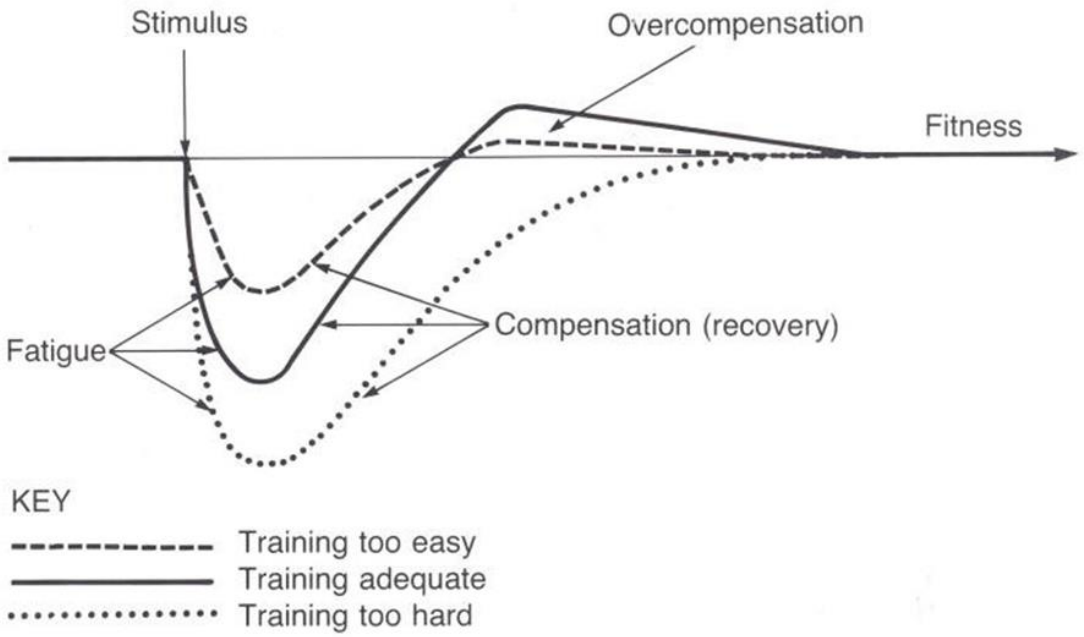
สำหรับเวลาพักระหว่างช่วงของการฝึกพลัยโอเมตริก ใช้การพิจารณาอัตราส่วนของการฝึกต่อเวลาพัก 1:5 ถึง 1:10 เช่น ถ้าหากใช้เวลาในการฝึก 10 วินาที ควรกำหนดให้นักกีฬามีเวลาพักอย่างน้อย 50-100 วินาที Chu (1995) นอกจากนี้การฝึกพลัยโอเมตริกในแต่ละครั้ง ควรมีระยะพักอย่างน้อย 48 ชั่วโมง ก่อนที่จะมีการฝึกพลัยโอเมตริกอีกครั้ง หารด้วยการฟื้นสภาพร่างกายในการปฏิบัติแต่ละครั้ง หรือแต่ละช่วงไม่เพียงพอการฝึก ก็จะกลายเป็นการพัฒนาระบบไหลเวียนเลือดหรือระบบหายใจ (Cardiorespiratory conditioning) แทนที่จะเป็นการฝึกกำลัง (Power training) และอาจนำไปสู่ปัญหาการฝึกซ้อมที่หนักมากเกินไป (Overtraining) (Baechle & Earle, 2008)

ขณะเดียวกัน มีผู้เชี่ยวชาญการฝึกพลัยโอเมตริกหลายท่านแนะนำว่า การฝึกพลัยโอเมตริกแต่ละครั้งควรพักระหว่างการฝึกแต่ละครั้ง ประมาณ 48-72 ชั่วโมง ซึ่งจากข้อเสนอแนะดังกล่าวนี้ การฝึกพลัยโอเมตริกโดยทั่วไปสามารถนำมาปฏิบัติกับนักกีฬาได้ 2-4 ครั้ง ต่อสัปดาห์ Chu (1998) อย่างไรก็ตาม ปริมาณการพักที่เหมาะสมสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริกแต่ละครั้งยังไม่เป็นที่แน่ชัด ซึ่งขึ้นอยู่ปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญหลายด้าน เช่น ความหนักของโปรแกรมการฝึกซ้อม ทักษะ และระดับความสามารถ ตลอดจนความแข็งแรงของร่างกายนักกีฬาในช่วงเวลานั้น ด้วยเหตุนี้ การพักระหว่างช่วงของการฝึกพลัยโอเมตริกแต่ละครั้งที่เหมาะสม และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ก้าวหน้ามากที่สุด และมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บน้อยที่สุด (Minimize the athlete's risk of injury) ควรมีเวลาฝึกอย่างน้อย 2-3 วัน (Chu, Faigenbaum, & Falkel, 2006)

## วงรอบการชดเชยที่มากกว่าปกติ

วงรอบการชดเชยที่มากกว่าปกติ (The overcompensation cycle) เป็นขึ้นตอนของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในร่างกาย ส่งผลมาจากความสม่ำเสมอ และความต่อเนื่อง ระหว่าง

การกระตุ้น หรือการฝึกสลับช่วงระยะเวลาในการพัก เพื่อให้เกิดการชดเชย หรือการเติมพลังงานให้กับร่างกายและกล้ามเนื้อ ซึ่งหมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างภาระงาน และความหนักที่ใช้ในการฝึก (Load) กับช่วงเวลาในการพักฟื้นสภาพร่างกาย หรือช่วงการชดเชยพลังงาน เพื่อใช้สำหรับการฝึกในช่วงต่อไปนั้น จะต้องมีความสมดุลหรือสัมพันธ์กัน มิฉะนั้น จะทำให้ร่างกายไม่ได้รับการพัฒนา หรือการชดเชยเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ ขั้นตอนอันเป็นผลการเปลี่ยนแปลง หรือการปรับตัวของร่างกายที่เกิดขึ้นจากการกระตุ้นด้วยการฝึก (Stimulus in training) สามารถนำมาอธิบายด้วยภาพที่ 2-3 ดังนี้




Different training loads have different effects on the athlete's recovery

ภาพที่ 2-5 ความหนักและระยะเวลาพักที่เหมาะสม (เจริญ กระบวนรัตน์, 2557)

**ช่วงที่ 1** ร่างกายและระบบการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกาย ได้รับการกระตุ้นด้วยภาระงานหรือความหนักในการฝึก มีผลทำให้ร่างกายเกิดความเมื่อล้า

**ช่วงที่ 2** เป็นช่วงพักฟื้นสภาพร่างกายภายหลังการฝึก

**ช่วงที่ 3** ขณะที่ร่างกายได้รับการพักฟื้นร่างกายจะมีการสะสมและชดเชยพลังงานให้กับร่างกายพร้อมกันไปด้วย ซึ่งการชดเชยหรือการสะสมพลังงานจะทำได้ดีหรือเพิ่มสูงกว่าระดับปกติ

มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับระดับความหนักที่ใช้ในการฝึกกับช่วงเวลาพักมีความสมดุลและมีความเหมาะสมกับสภาพร่างกายเพียงใด

**ช่วงที่ 4** เมื่อร่างกายมีการพัฒนาความสามารถเพิ่มขึ้นสูงกว่าระดับปกติ ระบบการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกายตลอดจนประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของนักกีฬาจะได้รับการพัฒนาเพิ่มขึ้นด้วย แต่ถ้าสิ่งเร้าหรือความหนักที่นำมาใช้ในการฝึกซ้อมหรือกระตุ้นครั้งต่อไปไม่สอดคล้องเหมาะสมกับสภาพร่างกายของนักกีฬา ความสามารถและประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของนักกีฬาจะเสื่อมถอยลง หรือกลับคืนสู่สภาวะปกติ แต่ถ้าการปรับเพิ่มความหนักในการฝึกของนักกีฬา แนวโน้มการพัฒนาความสามารถของนักกีฬาจะมีความหน้าหรือเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ และมีลักษณะคล้ายคลื่น

โปรแกรมการฝึกแต่ละครั้ง จะมีการกระตุ้นด้วยความหนักอย่างเหมาะสม และมีช่วงเวลาพักพักฟื้นสภาพร่างกายอย่างพอเพียงที่จะช่วยให้การชดเชย หรือการสะสมพลังงานของร่างกายได้รับการตอบสนองสูงกว่าปกติ โดยทั่วไปควรจะมีระยะเวลาในการฟื้นสภาพร่างกายแต่ละครั้งประมาณ 24 ชั่วโมง ยิ่งการฝึกซ้อมที่ใช้ความหนักในระดับที่ที่ค่อนข้างหนัก หรือหนักมาก ระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการควบคุมการทำงาน และการเคลื่อนไหวของร่างกาย ยิ่งต้องการเวลาในการพักฟื้นสภาพร่างกายยาวนานมากยิ่งขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการพักฟื้นยาวนาน ประมาณ 36-48 ชั่วโมง หรือมากกว่าต่อการฝึกแต่ละครั้ง เช่น การฝึกพลัยโอเมตริก การฝึกด้วยน้ำหนัก เป็นต้น

Baechle and Earle (2008) ผู้ฝึกสอนกีฬา และนักกีฬาที่มีความวิตกกังวลกับชัยชนะมากเกินไป หรือขาดความรู้ความเข้าใจในหลักการวางแผนการฝึกซ้อมอย่างต่อเนื่องเป็นระบบ จึงมักจะมีความเชื่อและความรู้สึกที่เป็นความเข้าใจของตนเองว่า ยิ่งพยายามต่อการฝึกหนักติดต่อกันยาวนานมากขึ้น เพราะการฝึกที่หนักมากติดต่อกันหรือกระชั้นชิดมากเกินไป กลับกลายเป็นผลเสียต่อร่างกายมากกว่าผลดี ทำให้สภาพทางกายและประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของร่างกายลดลง เนื่องจากการทำงานของอวัยวะระบบต่าง ๆ ภายในร่างกายไม่มีโอกาสได้พักฟื้นสภาพร่างกาย เพื่อคลายความเมื่อล้า และซ้อมแซมสร้างเสริม หรือชดเชยพลังงานให้กับร่างกายอย่างเพียงพอ ทำให้ความสามารถของร่างกายลดต่ำลง ในขณะเดียวกัน ความเครียด ความกดดัน และความเมื่อยล้าที่ร่างกายได้รับจากการฝึกหนักติดต่อกันหลายวัน หรือหลายสัปดาห์กลับสะสมทวีเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น ในการจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมที่ดี เมื่อร่างกายได้รับการกระตุ้นด้วยการฝึกอย่างหนักมาครั้งหนึ่งแล้ว ครั้งต่อไปควรกระตุ้นร่างกายด้วยงานหรือความหนักในการฝึกที่เบาลงหรือหนักปานกลาง เพื่อให้ร่างกายได้มีโอกาสพักฟื้นสภาพร่างกาย เพื่อผ่อนคลายความเมื่อยล้าและชดเชยพลังงานให้กับร่างกายเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้การฝึกประสบความสำเร็จตามเป้าหมายและ

นักกีฬาได้รับการพัฒนาความสามารถและความก้าวหน้าเพิ่มขึ้น โดยไม่นำไปสู่ปัญหาการบาดเจ็บหรือการฝึกซ้อมที่หนักมากเกินไปกับนักกีฬา

## หลักพิจารณาเพื่อกำหนดโปรแกรมการฝึกซ้อม

เจริญ กระบวนรัตน์ (2557) ได้กล่าวว่า ก่อนที่ผู้ฝึกสอนจะกำหนดแผนการฝึกซ้อมให้กับนักกีฬานั้น ควรจะพิจารณาถึงองค์ประกอบ ที่เป็นปัจจัยเกี่ยวข้องกับประเภทกีฬา และนักกีฬาที่จะทำการฝึก ซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญ ดังนี้

1. ความต้องการเฉพาะด้านหรือความเฉพาะเจาะจงในแต่ละประเภทกีฬา เช่น
   1.1 พลังงานหลักที่ต้องการในการเคลื่อนไหวของกีฬาแต่ละประเภท
   1.2 ทักษะที่สำคัญและจำเป็นต่อการเคลื่อนไหวของกีฬาแต่ละประเภท
   1.3 ลักษณะหรือรูปแบบการเคลื่อนไหวของกีฬาแต่ละประเภท
   1.4 สมรรถภาพทางกายที่เป็นหลักสำคัญในการเคลื่อนไหวของกีฬาแต่ละประเภท
   1.5 กลุ่มกล้ามเนื้อที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของกีฬาแต่ละประเภท
2. ความแตกต่างของนักกีฬาแต่ละบุคคล อาทิเช่น
   2.1 อายุพัฒนาการ (วุฒิภาวะ) และอายุตามปีเกิดของนักกีฬาแต่ละบุคคล
   2.2 ในการฝึกซ้อม และแข่งขันของนักกีฬาแต่ละบุคคล
   2.3 ความสามารถเฉพาะตัวและประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของนักกีฬาแต่ละบุคคล
   2.4 ความพร้อมในด้านการฝึก และความพร้อมทางด้านสุขภาพของนักกีฬาแต่ละบุคคล
   2.5 ความสามารถในการเรียนรู้ รับรู้ และปรับตัวของนักกีฬาแต่ละบุคคล
   2.6 ระดับความหนักที่ใช้ฝึก และอัตราความเร็วในการฟื้นสภาพร่างกายของนักกีฬาแต่ละบุคคล
   2.7 ลักษณะโครงสร้างทางด้านร่างกายของนักกีฬาแต่ละบุคคล
3. การปรับเพิ่มระดับความหนักหรือความก้าวหน้าในการฝึก เช่น
   3.1 การปรับความหนักเพิ่มขึ้นตามลำดับจากเบาไปหาหนัก
      3.1.1 ความหนักน้อยจำนวนครั้งที่ปฏิบัติซ้ำมาก
      3.1.2 ความหนักมาก จำนวนครั้งที่ปฏิบัติซ้ำน้อย
   3.2 การปรับความหนักเบาสลับกันเป็นช่วง
      3.2.1 2 สัปดาห์ ให้ใช้ความหนักน้อย จำนวนครั้งที่ปฏิบัติซ้ำมาก

3.2.2 2 สัปดาห์ต่อไปให้ใช้ความหนักมาก จำนวนครั้งในการปฏิบัติซ้ำน้อย

4. ความหนักในการฝึกพลัยโอเมตริก เช่น
   4.1 ความสูงในการกระโดดแต่ละครั้ง
   4.2 ระยะทางหรือความไกลในการกระโดดแต่ละครั้ง
   4.3 แรงกระแทกน้อย
   4.4 แรงกระแทกมาก
5. ปริมาณในการฝึก เช่น
   5.1 จำนวนครั้งที่ปฏิบัติซ้ำ
   5.2 จำนวนเซทที่ปฏิบัติ
   5.3 จำนวนรอบหรือช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกแต่ละครั้ง
6. การพักฟื้นสภาพร่างกาย เช่น
   6.1 ระหว่างครั้งที่ปฏิบัติ
   6.2 ระหว่างเซตที่ปฏิบัติ
   6.3 ระหว่างรอบหรือช่วงเวลาที่ปฏิบัติ
7. การวางแผนการฝึกในแต่ละช่วง เช่น
   7.1 ช่วงการฝึกเตรียมความพร้อมร่างกายทั่วไป
   7.2 ช่วงการฝึกเตรียมความพร้อมร่างกายเฉพาะประเภทกีฬา
   7.3 ช่วงก่อนการแข่งขัน
   7.4 ช่วงการแข่งขันที่สำคัญหรือช่วงที่ร่างกายมีความสมบูรณ์พร้อมสูงสุด
   7.5 ช่วงหลังการแข่งขัน

ตารางที่ 2-5 ระดับความหนักที่ใช้ในการฝึกพลัยโอเมตริก (เจริญ กระบวนรัตน์, 2557)

| ค่าของความหนัก | รูปแบบกิจกรรมที่ใช้ในการฝึก | ความหนักของการฝึก | จำนวนครั้งและจำนวนช่วง | จำนวนครั้งรวมในการฝึกแต่ละครั้ง | เวลาพักระหว่างช่วง |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | กระโดดขึ้นกล่องที่สูงกว่า 60 ซม. ต่อด้วยการกระโดดลอยตัวขึ้นเร็วสุดเน้นปฏิกิริยาการถีบเท้าเร็วและแรงเต็มที่ | หนักสูงสุด | 5-8 ครั้ง x 10-20 ช่วง | 120-150 ครั้ง (200) | 80-10 นาที |
| 2 | ทิ้งตัวลงจากกล่องที่สูงประมาณ 80-120 ซม. ต่อด้วยการกระโดดลอยตัวขึ้นเร็วเน้นปฏิกิริยาการถีบเท้าเร็วและแรงเต็มที่ | หนักมาก | 5-15 ครั้ง x 5-15 ช่วง | 75-150 ครั้ง | 5-7 นาที |
| 3 | การเขย่ง (Hopping)<br>การกระโดดแบบกระดอน (Bounding)<br>- สองขา<br>- ขาเดียว | ค่อนข้างหนัก | 3-25 ครั้ง x 5-15 ช่วง | 50-250 ครั้ง | 3-5 นาที |
| 4 | กระโดดขึ้นกล่องที่สูงกว่า 20-50 ซม. ต่อด้วยการกระโดดลอยตัวขึ้นเร็วสุดเน้นปฏิกิริยาการถีบเท้าเร็วแรง | ปานกลาง | 10-25 ครั้ง x 10-25 ช่วง | 150-300 ครั้ง | 3-5 นาที |

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

| ค่าของความหนัก | รูปแบบกิจกรรมที่ใช้ในการฝึก | ความหนักของการฝึก | จำนวนครั้งและจำนวนช่วง | จำนวนครั้งรวมในการฝึกแต่ละครั้ง | เวลาพักระหว่างช่วง |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | กระโดดเบาอยู่กับที่หรือโยนขว้างด้วยเมดิซินบอล | เบา | 10-30 ครั้ง x 10-15 ช่วง | 150-300 ครั้ง | 2-3 นาที |

หมายเหตุ 1 = หนักสูงสุด, 2 = หนักมาก, 3 = ข้อนข้างหนัก, 4 = ปานกลาง, 5 = ระดับเบา

แผนการฝึกระยะยาว ในการพัฒนารูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกในแต่ละช่วงอายุ เมื่อนักกีฬามีพัฒนาการก้าวหน้าขึ้น ตามลำดับการฝึก

ตารางที่ 2-6 แผนการฝึกระยะยาวในการพัฒนารูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกในแต่ละช่วงอายุ (เจริญ กระบวนรัตน์, 2557)

| **การฝึกแต่ละช่วงอายุ** | | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** | **21** | **22** | **23** | **24** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ความหนักและรูปแบบการฝึก** | | **การเริ่มต้นฝึก** | | | | | | | **เริ่มต้นเข้าสู่การเป็นนักกีฬา** | | | **การฝึกเฉพาะประเภทกีฬา** | | | **การพัฒนาไปสู่ความสามารถสูงสุด** | | | | | |
| 5 | กระโดดเชือก | | | ← | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | → | | | |
| | เขย่งอยู่กับที่ | | | | | ← | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | → | | | |
| 4 | กระโดดแบบกระดอนอย่างง่าย | | | | | | | | ← | — | — | — | — | — | — | — | — | → | | |
| | การทุ่ม ขว้างลูกเมดิซินบอล | | | | | | | ← | — | — | — | — | — | — | — | — | — | → | | |
| | การขว้างลูกบาสเกตบอล | | | | | | | ← | — | — | — | — | — | — | — | — | — | → | | |
| | เขย่งระยะทางช่วงสั้น ๆ | | | | | | | | | ← | — | — | — | — | — | — | — | — | → | |
| | ก้าวกระโดดระยะทางช่วงสั้น ๆ | | | | | | | | | ← | — | — | — | — | — | — | — | — | → | |
| | กระโดดสองขา | | | | | | | | | | ← | — | — | — | — | — | — | — | → | |
| | เขย่ง/ ก้าวกระโดด | | | | | | | | | ← | — | — | — | — | — | — | — | — | → | |

หมายเหตุ 1 = หนักสูงสุด, 2 = หนักมาก, 3 = ค่อนข้างหนัก, 4 = ปานกลาง, 5 = เบา

ตารางที่ 2-7 แผนการฝึกระยะยาวในการพัฒนารูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกในแต่ละช่วงอายุ เมื่อนักกีฬามีพัฒนาการก้าวหน้าขึ้น ตามลำดับการฝึก (เจริญ กระบวนรัตน์, 2557)

| **การฝึกแต่ละช่วงอายุ** | | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** | **21** | **22** | **23** | **24** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ความหนักและรูปแบบการฝึก** | | **การเริ่มต้นฝึก** | | | | | | | **เริ่มต้นเข้าสู่การเป็นนักกีฬา** | | | **การฝึกเฉพาะประเภทกีฬา** | | | **การพัฒนาไปสู่ความสามารถสูงสุด** | | | | | |
| 3 | กระโดดสองขาสูง | | | | | | | | | | ← | — | — | — | — | — | — | — | — | → |
| | ฝึกร่างกายส่วนบน | | | | | | | | | | ← | — | — | — | — | — | — | — | — | → |
| | ฝึกลำตัวกับเมดิซินบอล | | | | | | | | | | | ← | — | — | — | — | — | — | — | → |
| | ทุ่ม ขว้างเมดิซินบอล | | | | | | | | | | | ← | — | — | — | — | — | — | — | → |
| | ทิ้งตัวระดับต่ำลงสู่พื้น ถีบเท้าเร็ว | | | | | | | | | | | | ← | — | — | — | — | — | — | → |
| | ฝึกด้วยรูปแบบอื่นที่ต้องการ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | ทิ้งตัวลงสู่พื้นกระโดดขึ้นเร็ว | | | | | | | | | | | | ← | — | — | — | — | — | — | → |
| | ฝึกเมดิซินบอลด้วยความเร็ว | | | | | | | | | | | | ← | — | — | — | — | — | — | → |
| | ฝึกด้วยรูปแบบอื่นที่ต้องการ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

<u>หมายเหตุ</u> 1 = หนักสูงสุด, 2 = หนักมาก, 3 = ค่อนข้างหนัก, 4 = ปานกลาง, 5 = เบา

ตารางที่ 2-8 ความหนัก และรูปแบบการฝึก (เจริญ กระบวนรัตน์, 2557)

| **การฝึกแต่ละช่วงอายุ** | | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** | **21** | **22** | **23** | **24** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ความหนักและรูปแบบการฝึก** | | **การเริ่มต้นฝึก** | | | | | | | **เริ่มต้นเข้าสู่การเป็นนักกีฬา** | | | **การฝึกเฉพาะประเภทกีฬา** | | | **การพัฒนาไปสู่ความสามารถสูงสุด** | | | | | |
| 1 | ฝึกการถีบยันเท้ากระโดดเร็วสูง | | | | | | | | | | | | | ← | — | — | — | — | — | → |
| | ฝึกการแกว่งแขนเร็วและแรง | | | | | | | | | | | | | | ← | — | — | — | — | → |
| | ฝึกหนัก ด้วยเครื่องมือ | | | | | | | | | | | | | | | ← | — | — | — | → |

หมายเหตุ 1 = หนักสูงสุด, 2 = หนักมาก, 3 = ข้อนข้างหนัก, 4 = ปานกลาง, 5 = เบา

## แนวคิดการประยุกต์หลักวิธีการฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อพัฒนาสมรรถนะในเชิงแอนแอโรบิก

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การใช้สภาพภูมิประเทศที่มีแนวพื้นลาดเอียง โดยเริ่มจากการค้นคว้าเอกสารที่การฝึกออกกำลังกาย ในสภาพแวดล้อมที่มีความลาดเอียงที่มีผลต่อการพัฒนาสมรรถภาพในเชิงแอนแอโรบิก พบว่า การฝึกวิ่งขึ้นเนินเขาด้วยความเร็ว (Hill sprint) สามารถพัฒนาสมรรถนะด้านการเร่งความเร็ว และความเร็วของการวิ่ง และลักษณะของการวิ่งมีการทำงานของกล้ามเนื้อแบบ วงจรการยืดออกและหดตัวสั้นเข้าแบบทันทีทันใด จึงเริ่มจากการศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยการฝึกวิ่งขึ้นเนินเขาด้วยความเร็ว เพื่อหาความเชื่อมโยงต่อการการฝึกพลัยโอเมตริก ดังนี้

Phillips (2016) ได้กล่าวว่า การฝึกวิ่งขึ้นเนินเขาด้วยความเร็วสูงสุด หรือ Explosive hill sprint ด้วยการฝึกความเร็วโดยการวิ่งรูปแบบนั้น อาศัยความลาดชันของพื้นที่ เพื่อช่วยสร้างแรงต้านให้กับกล้ามเนื้อในขณะวิ่ง ยิ่งพื้นที่หรือเส้นทางที่มีความลาดชันมากเท่าใด ก็จะทำให้ผู้ฝึกวิ่งต้องใช้ความพยายามออกแรงวิ่งให้มากยิ่งขึ้น ส่งผลให้กล้ามเนื้อหลักที่เกี่ยวข้องในการวิ่งต้องออกแรงหดตัวให้เร็วและแรงอย่างต่อเนื่อง และถ้าเพิ่มระยะทางของการวิ่งให้ไกลออกไปก็จะช่วยพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อไปด้วย การประยุกต์ให้ลักษณะเฉพาะทางภูมิประเทศที่มีพื้นที่ลาดชัน เพื่อใช้เสริมสร้างสมรรถภาพทางกายให้กับนักกีฬา จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะเป็นประโยชน์ต่อนักกีฬา ผู้ฝึกสอนกีฬา และผู้ที่เกี่ยวข้อง ในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา โดยอาศัย ทฤษฎี หลักการทางการฝึกซ้อมกีฬา ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาและเทคโนโลยีมาประยุกต์ให้เกิดความเหมาะสมสอดคล้องกับสมรรถนะ และทักษะเฉพาะของกีฬานั้น รวมถึงช่วยลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บของนักกีฬา

Gaudette (2011) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ 3 ประการ ของการฝึกวิ่งขึ้นเนินด้วยความเร็ว (Hill sprint) ได้แก่

1. ช่วยพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การวิ่งขึ้นเนินเขาหรือพื้นที่ ที่มีลักษณะความลาดชันร่างกายต้องออกแรงพยายามต่อสู้ต้านทานกับแรงดึงดูดของโลกเพิ่มขึ้นทุก ๆ ก้าวของการวิ่ง กล้ามเนื้อต้องออกแรงหดตัวเพิ่มมากขึ้น ซึ่งแตกต่างกับการวิ่งบนพื้นราบ กล้ามเนื้อออกแรงต้านน้อยกว่า ดังนั้น การวิ่งขึ้นเนินจึงสร้างแรงต้านเพิ่มมากขึ้น และยังสร้างความแข็งแรงที่เป็นลักษณะเฉพาะในการเคลื่อนไหวของวิ่งซึ่งให้ความเป็นธรรมชาติของการวิ่ง มากกว่าการฝึกความแข็งแรงแบบ Squats, Lunges และ Hamstring curls และการวิ่งขึ้นเนินด้วยความเร็ว ยังสร้างปฏิกิริยาการตอบสนองในรูปแบบการใช้พลังระเบิดในการหดตัวออกแรงยกของกล้ามเนื้อสะโพก กล้ามเนื้อก้น และกลุ่มกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า คล้ายกับหลักการการเกิดกลไกลการเคลื่อนไหว

ที่เกิดจากการฝึกพลัยโอเมตริก อย่างไรก็ตาม การพัฒนาความเร็วของการวิ่งระยะสั้นโดยการฝึกวิ่งขึ้นเนินด้วยความเร็ว ควรกำหนดเวลาของการวิ่งไว้ ไม่เกิน 10 วินาที เพื่อไม่ให้เกิดการคลั่งของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อมากเกินไป และเพื่อเป็นการลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บเนื่องจากภาวะใช้เกิน

2. การฝึกวิ่งขึ้นเนินด้วยความเร็ว ช่วยพัฒนาระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system development) ระบบประสาทกล้ามเนื้อ คือ ระบบการรับส่งข้อมูลระหว่างสมองและกล้ามเนื้อ การพัฒนาความเร็วของการของการวิ่ง และพลังของกล้ามเนื้อต้องอาศัยประสิทธิภาพในการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system) ยิ่งระบบประสาทกล้ามเนื้อได้รับการกระตุ้น โดยการส่งสัญญาณแสประสาทไปยังหน่วยประสาทยนต์ ในเส้นใยกล้ามเนื้อมีจำนวนมากเท่าใด พลังและความเร็วของการหดตัวของกล้ามเนื้อจะเพิ่มมากยิ่งขึ้น ดังนั้น การฝึกพลังระเบิดโดยการวิ่งขึ้นเนินในช่วงเวลาสั้น ๆ จึงเป็นปัจจัยส่งเสริมประสิทธิภาพการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ

3. การฝึกวิ่งขึ้นเนินด้วยความเร็ว ช่วยพัฒนาระบบไหลเวียนโลหิต (Cardiovascular system adaptations) และช่วยให้ปริมาณเลือดที่ถูกฉีดออกจากหัวใจห้องล้างซ้ายจากการบีบตัวของหัวใจในหนึ่งครั้ง (Stroke volume) เพิ่มขึ้น ระบบไหลเวียนโลหิต คือ ระบบการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด ที่จะส่งเลือดและสารอาหารต่าง ๆ รวมถึงออกซิเจนไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย ระบบไหลเวียนโลหิต (Cardiovascular system) มีความสำคัญต่อนักกีฬาทุกประเภท ทำให้นักกีฬาสามารถเล่นกีฬาหรือแสดงความสามารถในเชิงกีฬาเป็นระยะเวลานาน และมีการฟื้นตัวจากสภาพที่เหนื่อยล้าได้อย่างรวดเร็ว ประสิทธิภาพการทำงานของ ระบบไหลเวียนโลหิต ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ขนาดของหัวใจ ความแรงของการบีบตัวของหัวใจในหนึ่งครั้ง และปริมาณเลือดที่ถูกฉีดออกจากหัวใจห้องล้างซ้าย เมื่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตที่ดีย่อมส่งผลต่อสมรรถนะสูงสุดเชิงเอโรบิก ($VO_2max$) หรือ ความสามารถสูงสุดในการขนส่งออกซิเจน โดยเลือดเพื่อให้เซลล์รับไปใช้สร้างพลังงาน และกระการทำงานต่าง ๆ ในร่างกาย โดยปริมาณของออกซิเจนที่เซลล์รับมาใช้ มีหน่วยเป็นมิลิลิตรต่อหนักตัวเป็นกิโลกรัมต่อเวลาหนึ่งนาที (ml/kg/min)

## การนำการฝึก Hill sprint มาประยุกต์ใช้กับงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้นำแนวคิดจุดเด่นที่เป็นลักษะเฉพาะของการฝึกวิ่งขึ้นเนินด้วยความเร็วมาประยุกต์ใช้กับโปรแกรมพลัยโอเมตริก เพื่อศึกษาผลของการฝึกศึกษาผลของโปรแกรมฝึก

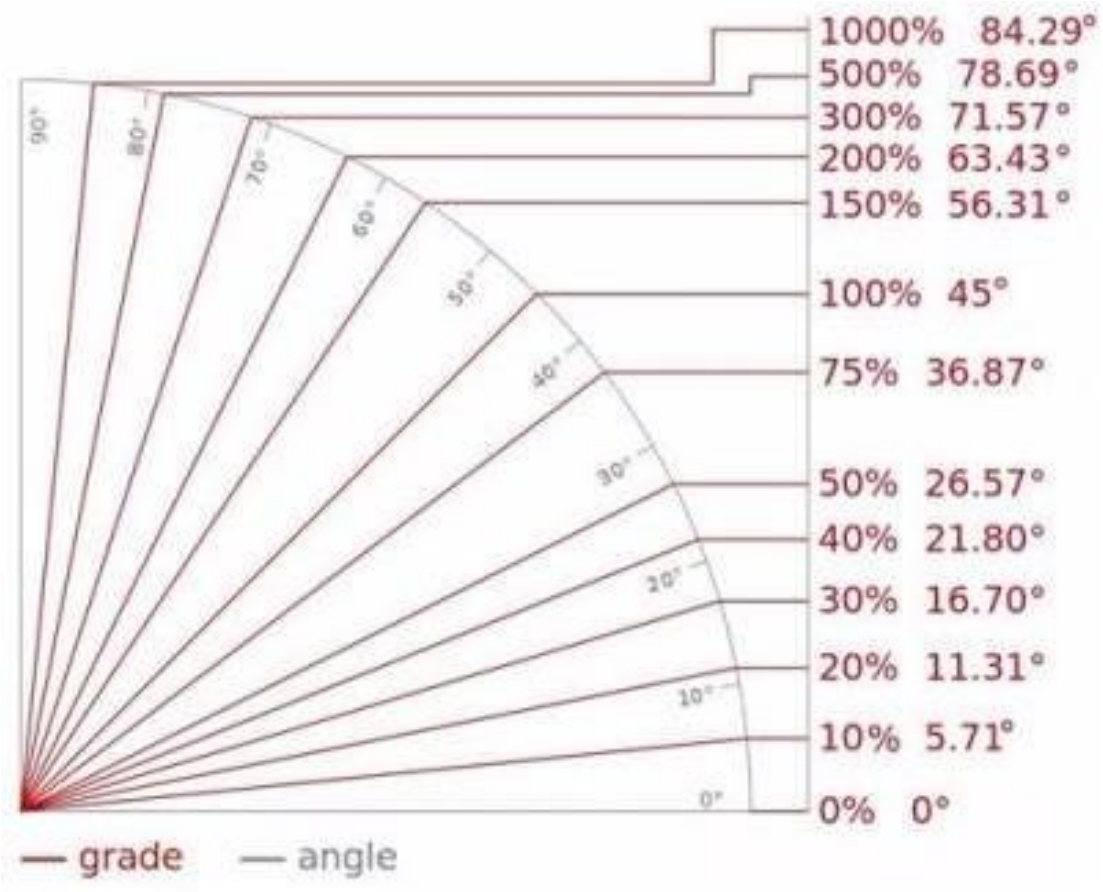
พลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง และแนวพื้นราบ ส่งผลต่อสมรรถนะด้านพลังในเชิงแอนแอโรบิกในนักกีฬา โดยศึกษาลักษะเด่นของวิธีการฝึกวิ่งขึ้นเนินด้วยความเร็ว ดังนี้

1. ความลาดชันของพื้นที่ ทำให้กล้ามเนื้อต้องออกแรงหัดตัวต้านทานต่อแรงโน้มถ่วงของโลก ยิ่งความชันมากกล้ามเนื้อต้องออกแรงพยายาม ในการเคลื่อนไหวในลักษณะของการฝึกพลัยโอเมตริก สอดคล้องกับ Gaudetee (2011) ที่กล่าวว่า การพัฒนาพลัง และความเร็วของการวิ่งด้วยการการฝึกวิ่งขึ้นเนินด้วยความเร็ว มาประยุกต์ใช้ออกแบบโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง นิยมใช้ความชันของการฝึกระหว่าง 7-10 เปอร์เซ็นต์ระยะเวลาในการใช้ความพยายามสูงสุดในการปฏิบัติต่อหนึ่งกิจกรรม ประมาณ 8-10 วินาที พักระหว่างชุดการฝึก 2-3 นาที

2. การปรับระดับความหนัก (Intensity) ในการสร้างเครื่องมือในการวิจัย และออกแบบโปรแกรมฝึก โดยใช้หลักการเพิ่มความหนัก (The principle overload training) และแนวทางการฝึกในรูปของ Interval training พิจารณาทั้งความหนักในเชิงปริมาณ เช่น ความชัน ระยะทาง เวลา และเชิงความเข้มข้นของความเหนื่อย ที่ตอบสนองจากร้อยละของการเต้นของชีพจรสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับ Hudson (2009) ที่กล่าวว่า ผู้ฝึกสอนกีฬานิยมนำวิธีการฝึกวิ่งขึ้นเนินเขาในระยะทางสั้น ๆ (Short hill sprint) เพื่อพัฒนาความแข็งแรงข้องกล้ามเนื้อ พลัง และความเร็วในการวิ่งของนักกีฬา

3. การใช้ประโยชน์จากความลาดเอียงของพื้นที่ เพื่อเพิ่มแรงต้านทานจากแรงโน้มถ่วง เพื่อเพิ่มการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ ที่ส่งเสริมสรรถนะของการวิ่ง โดยไปกระตุ้นหน่วยประสาทยนต์ ให้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น และเพิ่มความเร็วในการกระตุ้นให้มากขึ้น เพื่อให้กล้ามเนื้อสร้างแรงในการหดตัวเพิ่มขึ้นและทนต่อความล้าสูงสุด เมื่อกล้ามเนื้อต้องออกแรงในการหดตัวใกล้เคียงระดับสูงสุด ส่วนระดับความลาดชันที่นิยมนำมาใช้ฝึกสำหรับผู้ที่เริ่มต้นการฝึกวิ่งขึ้นเนินด้วยความเร็ว จะใช้ความชันอยู่ที่ 6-8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความใกล้กับระดับความชั้นของเครื่องวิ่งลู่กลไฟฟ้า (Treadmill) ในความชันประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ นิยมฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เวลาที่ใช้ทำความเร็วในการวิ่งประมาณ 8-12 วินาที จำนวนรอบในการทำซ้ำประมาณ 8-10 รอบ

นอกจากนี้ การฝึกวิ่งในพื้นที่ลาดเอียงยังลดแรงกระแทกของข้อเท้าได้มากกว่าพื้นที่แนวราบเนื่องจากระยะทางของจากแรงกระแทกของข้อเท้าสั้นกว่าแนวพื้นราบ ส่งผลให้ช่วยลดแรงดึงของเอ็นร้อยหวายลดลง สอดคล้องกับ Ferruggia (2016) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการฝึก Hill sprint interval ช่วยพัฒนา Lactate threshold ความลาดเอียงจะช่วยพัฒนากลไกของการวิ่ง โดยจะช่วยให้ผู้ฝึกพยายามยกเข่าในการวิ่งได้สูงขึ้น ช่วยให้มุมของข้อเท้าทำงานในการยืดเหยียด และงอข้อเท้าเพิ่มมากขึ้น




Grades and degree

ภาพที่ 2-6 การเปรียบเทียบความลาดเอียงที่เป็นเปอร์เซ็นต์และองศา (Matt, 2016)

Imbo (2015) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการฝึกวิ่งขึ้นเนิน ดังนี้

1. ช่วยลดแรงกระแทกของกระดูกหน้าแข้ง (Tibia, fibula) และข้อเท้าและเข่าด้วยการวิ่งขึ้นเนินเขาช่วยลดแรงกระแทกในจังหวะที่เท้าสัมผัสกับพื้นและทำให้กล้ามเนื้อดูดซับแรงกระแทกกระดูกและข้อต่อ

2. ช่วยสร้างกล้ามเนื้อและพลังของกล้ามเนื้อ เนื่องจากการวิ่งขึ้นเนินเขาทำให้กล้ามเนื้อต้องทำงานหนักเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากต้องออกแรงต้านความลาดเอียงและแรงโน้มถ่วงด้วยน้ำหนักตัว ทำให้กล้ามเนื้อต้องสร้างแรงในการหดตัวสูงสุดในขณะวิ่งขึ้นเนินลาดชัน จึงทำให้ร่างกายมีการปรับตัวต่อแรงต้านทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น และยังกระตุ้นการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดตัวเร็ว (Fast twitch fibers) ทำให้ช่วยพัฒนาการทำงานของกล้ามเนื้อแบบพลังระเบิด

กิจกรรมที่ใช้เป็นกิจกรรม Hill train มีดังต่อไปนี้

1. Hill sprints
2. Hill run with weight vest/ sandbags/ parachute
3. Hill intervals
4. Uphill/ downhill repeats
5. Hill bounding
6. Long hill runs
7. Bear crawls (face forward uphill, back ward hill)

## การฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง

การฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นที่มีลาดเอียง เป็นการประยุกต์ใช้สภาพภูมิประเทศที่มีความลาดเอียง เพื่อเพิ่มแรงต้านให้กล้ามเนื้อได้ออกแรงในการหดตัวมากขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้สามารถพัฒนาพลัง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ รวมถึงความเร็วในการวิ่ง การฝึกวิ่งขึ้นเนินด้วยความเร็วเป็นอีกรูปแบบที่มักจะถูกเลือกมาใช้ฝึกเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายด้านพลัง ความแข็งแรง ความอดทนของกล้ามเนื้อ รวมถึงความเร็วของการวิ่ง (Hudson, 2009) ของนักกีฬา นอกจากนี้ ยังสามารถประยุกต์ใช้การวิ่งขึ้นเนินด้วยความเร็วให้สอดคล้องกับระบบพลังงานของแต่ละชนิดกีฬา เช่น เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานระบบขนส่งออกซิเจนเพื่อสุขภาพ หรือการพัฒนาสมรรถนะด้านการขนส่งออกซิเจนสูงสุด โดยเลือดไปยังเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกายหรือเรียกว่า $VO_2max$ โดยใช้วิธีการฝึกแบบหนักสลับเบา การวิจัยครั้งนี้ได้ปรับรูปแบบของการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนด้วยโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อพัฒนาสมรรถนะ พลังระเบิด การเร่งความเร็ว พลังในเชิงแอนแอโรบิก การยืนระยะในเชิงแอนแอโรบิก ตลอดจนความสามารถในการกระโดด

## ข้อได้เปรียบของการใช้ความชันของพื้นที่ลาดเอียง ในการฝึกวิ่ง และการฝึกพลัยโอเมตริก

1. ในฝึกวิ่งหรือการฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นที่ลาดเอียง ร่างกายต้องออกแรงเคลื่อนที่ต้านแรงโน้มถ่วงทำให้กล้ามเนื้อออกแรงหดตัวเพิ่มมากขึ้น

2. ลักษณะของข้อเท้ามีการทำมุมลักษณะกระดกปลายเท้าเมื่อทำการวิ่งหรือกระโดดจะทำให้ข้อเท้ามีการเหยียดปลายเท้าออกเพิ่มมากขึ้น เมื่อมีการเพิ่มความพยายามสูงสุดในการออกแรงวิ่งหรือการกระโดด ระบบประสาทกล้ามเนื้อ จะถูกกระตุ้นการทำงานมากขึ้นส่งผลให้การทำงานของระบบประสาทหน่วยยนต์ ให้ได้รับการกระตุ้นเพิ่มมากขึ้นกล้ามเนื้อจึงส่งผลการสร้างแรง

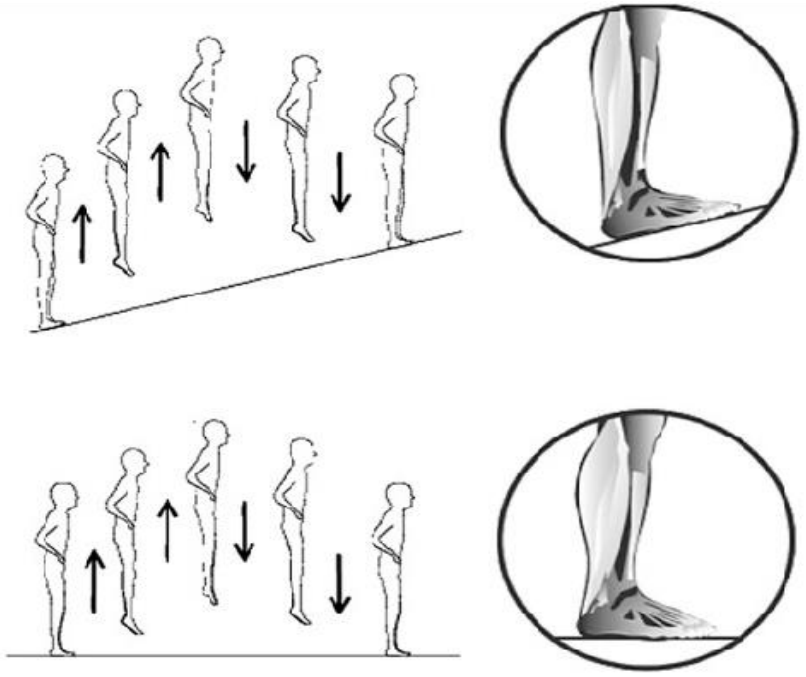
หดตัวอย่างรวดเร็วรุนแรงทำให้เกิดการพัฒนา สมรรถนะทางด้านพลัง ความแข็งแรง ความเร็ว เพิ่มขึ้น

3. สามารถออกแรงใช้ความพยายามสูงสุดในการเคลื่อนที่ได้อย่างเต็มที่ แตกต่างจากการวิ่งบนเครื่องวิ่งไฟฟ้าที่ปรับระดับความลาดชัน

4. การใช้แนวพื้นลาดเอียงฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อเพิ่มการทำงานของวงจรการยืดออกและหดตัวสั้นเข้า โดยเพิ่มระยะการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบยืดออก ทำได้มากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกบนแนวราบ

## การประยุกต์ใช้ลักษณะความชันของพื้นที่ลาดชัน

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการใช้พื้นที่ลาดเอียงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของวงจรการยืดออก และหดตัวสั้นเข้าด้วยวิธีการฝึกพลัยโอเมตริก เนื่องจากยังมีงานวิจัยและการศึกษาการฝึกพลัยโอเมตริกจำนวนไม่มาก บางงานวิจัยมีการศึกษาเฉพาะสมรรถนะพลังในรูปแบบของการกระโดด เช่น การศึกษาของ Kannas et al. (2011) ศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียงต่อความสามารถในการกระโดด โดยศึกษากับกลุ่มตัวอย่างเพศชาย จำนวน 20 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง 15 องศา จำนวน 10 คน และกลุ่มที่สองฝึกพลัยโอเมตริกในแนวราบ จำนวน 10 คน ทำการฝึก 4 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำการฝึก 4 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง มีสมรรถนะด้านการกระโดดมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 2-7 การเปรียบเทียบมุมของข้อเท้าระหว่างการกระโดดในแนวพื้นลาดเอียง และแนวราบ (Kannas, Kellis, & Amiridis, 2012)

จากการศึกษานี้ ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลของฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียงในประเด็นอื่นเพิ่มเติม และยังมีสมรรถนะอีกหลายด้าน ซึ่งเป็นจุดเด่นของการฝึกพลัยโอเมตริกที่น่าสนใจศึกษา เช่น ตัวแปรในเชิงแอนเอโรบิก การเร่งความเร็วและความสามารถในการกระโดดโดยการประยุกต์ใช้ความลาดชันในการฝึกพลัยโอเมตริก

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยใช้แบบแผนการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi experimental design) โดยมีแบบแผนการทดลอง Three-group pretest-posttest design โดยมีตัวแปรอิสระ คือ โปรแกรมฝึกพลับโอเมตริก 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง 2) ฝึกพลัยโอเตริกแนวราบ 3) แบบผสมผสาน และตัวแปรตาม 4 ตัว ได้แก่ พลังในเชิงแอนแอโรบิก การยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว ความสามารถในการกระโดดสูงแนวดิ่ง โดยกำหนดขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

## แบบแผนการวิจัย

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการทดลอง (Experimental design)

| **รูปแบบการฝึก** | **ระหว่างการฝึกซ้อม** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **วัดผลครั้งที่ 1 ก่อนฝึกโปรแกรม Pretest** | | | | **วัดผลครั้งที่ 2 Mid test** | | | | **วัดผลครั้งที่ 3 Post test** |
| | | WK1 | WK2 | WK3 | WK4 | WK5 | WK6 | WK7 | WK8 |
| Incline plyometric | | Tr2 | Tr2 | Tr2 | Tr2 | Tr3 | Tr3 | Tr3 | Tr3 |
| Flat surface plyometric | | Tr2 | Tr2 | Tr2 | Tr2 | Tr3 | Tr3 | Tr3 | Tr3 |
| Combined plyometric | | Tr2 | Tr2 | Tr2 | Tr2 | Tr3 | Tr3 | Tr3 | Tr3 |

ตารางแสดงแบบแผนการวิจัยเชิงทดลองแบบวัดซ้ำ 3 ช่วงเวลา (Repeated measured design) ทำการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำการฝึกตามโปรแกรมในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

## ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

**ประชากร**

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษา ชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 4 เพศชาย ที่กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงจังหวัดเชียงราย อายุระหว่าง 18 ถึง 22 ปี โดยเป็นผู้ที่มีสุขภาพร่างกายสมบูรณ์ ผ่านการตรวจร่างกายโดยแพทย์ พร้อมทั้งมีใบรับรองแพทย์ ไม่มีปัญหาการบาดเจ็บใด ๆ ที่จะเป็นอุปสรรคในการทำวิจัย ไม่มีโรคประจำตัว ได้รับอนุญาตจากผู้ปกครองในการเข้าร่วมการวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร ไม่อยู่ในช่วงทำการฝึกซ้อมและแข่งขันกีฬาใด ๆ มีประสบการณ์ในการฝึกความแข็งแรงด้วยน้ำหนักอย่างน้อย 1 ปี จำนวน 200 คน

**กลุ่มตัวอย่าง**

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 4 เพศชาย ที่กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง อายุระหว่าง 18 ถึง 22 ปี โดยผู้วิจัยได้กำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่าง จำนวนกลุ่มละ 10 คน โดยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างกรณีวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง การคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างจาก df ของระดับองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบ ด้วยสูตรการคำนวณ ดังนี้ (Cohen, 1969, p. 397 อ้างถึงในระพินทร์ โพธิ์ศรี, 2549, หน้า 128-131)

$$n_{jk} = \frac{(n'-1)(df+1)}{RxC} + 1$$

เมื่อ $n_{jk}$ แทน ขนาดกลุ่มตัวอย่างในแต่ละเซลล์

$n'$ แทน ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากตารางความแปรปรวนทางเดียว

โดยมี ขนาดอิทธิพล (Effect size: ES) แต่ละขนาดมีค่า ดังนี้ ขนาดอิทธิพลเล็ก ES = 0.10 ขนาดอิทธิพลกลาง ES = 0.25 ขนาดอิทธิพลใหญ่ ES = 0.40 และมีการกำหนดให้การทดลองมี Power = 0.80, $\alpha$ = 0.05, R = Row, C = Column

ผู้วิจัยได้เลือก ขนาดอิทธิพล ES = 0.40 โดยศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกพลัยโอเมตริก โดยส่วนใหญ่จะส่งผลต่อตัวแปรตามสูง

วิธีการคำนวณ

แทนค่าจากสูตร $n_{jk} = \frac{(21-1)(2+1)}{3x3} + 1$

$= 7.66$ หรือ 8 คน

เกณฑ์การคัดเข้า

1. กลุ่มตัวอย่างผ่านการตรวจร่างกายโดยแพทย์ พร้อมทั้งมีใบรับรองแพทย์ ไม่มีปัญหาการบาดเจ็บใด ๆ ที่จะเป็นอุปสรรคในการทำวิจัย ไม่มีโรคประจำตัว ได้รับอนุญาตจากผู้ปกครองในการเข้าร่วมการวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร

2. มีการพักผ่อนนอนหลับอย่างเพียงพออย่างน้อย 7 ถึง 8 ชั่วโมงต่อวัน และไม่ดื่มแอลกอฮอล์ในช่วงระยะเวลาการทำวิจัย

3. มีการชดเชยการฝึกซ้อมกรณีที่กลุ่มตัวอย่างที่ผิดเงื่อนไขตามข้อที่ 2 โดยให้กลุ่มตัวอย่างมีการพักผ่อนอย่างเพียงพอ พร้อมฝึกตามโปรแกรมที่ได้รับมอบหมาย

เกณฑ์การคัดออก

กลุ่มตัวอย่างสามารถออกจากการทำวิจัยได้ทุกกรณีเสมอ ไม่สมัครใจที่จะอยู่ร่วมฝึกตามโปรแกรมจนครบ 8 สัปดาห์

โดยผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ด้วยคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 30 คน โดยกลุ่มตัวอย่างจะถูกทดสอบด้วยเครื่องวัดความสามารถด้านกระโดดแบบ Fusion smart jump timing gate คุณสมบัติโดยทั่วไปเป็นชุดวิเคราะห์สมรรถนะการเคลื่อนไหวทางการกระโดด (Fusion sports jump performance analysis system) โดยเลือกวิธีการวัดค่าความสูงของการกระโดด Height (Ht; cm or inches) เพื่อนำมาเป็นเกณฑ์สถิติ คัดเลือกแบ่งกลุ่มตัวอย่างงานวิจัยผู้ที่ทำสถิติความสูงของการกระโดดได้สูงที่สุด ลำดับที่ 1 ถึง 30 ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้วิธีเรียงลำดับแบบจัดเข้ากลุ่ม (Randomly assignment) ทำให้ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่ม A ประกอบด้วย ผู้มีสถิติในการวิ่งลำดับที่ 1, 6, 7, 12, 13, 18, 19, 24, 25, และ 30

กลุ่ม B ประกอบด้วย ผู้มีสถิติในการวิ่งลำดับที่ 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, และ 29

กลุ่ม C ประกอบด้วย ผู้มีสถิติในการวิ่งลำดับที่ 3, 4, 9, 10, 15, 16, 21, 22, 27, และ 28

ต่อจากนั้น ทำการจับฉลาก (Random treatments) อีกครั้ง เพื่อเข้ากลุ่มฝึกทั้งสามกลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง (Incline plyometric training)

กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกในพื้นที่แนวราบ (Flat plyometric training)

กลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน (Combination plyometric training)

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างไว้สำรองเพิ่มเติม กลุ่มละ 5 คน ทำการทดลองเหมือนกับกลุ่มตัวอย่างหลักทุกประการ เพื่อรองรับการคลาดเคลื่อนและให้เสถียรภาพของกลุ่มตัวอย่าง

## เครื่องมือ และการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

**1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่**

1.1 แบบฟอร์มการบันทึกประวัติ และผลของการทดสอบสมรรถภาพทางกายของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งช่วง Pre-test, Mid-test, Post-test

1.2 แบบฟอร์มบันทึกผลการฝึกซ้อมในแต่ละครั้ง

1.3 นาฬิกาจับเวลา Casio stopwatch รุ่น HS-80TW จำนวน 3 เรือน

1.4 กล้องวัดระดับพื้นที่ความลาดชัน Electronic theodolite ยี่ห้อ Pentax รุ่น ETH-502 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

1.5 เครื่องมือวัดค่าพลังในเชิงแอนแอโรบิก และการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก มีหน่วยวัดเป็นวัตต์ ซึ่งสามารถทดสอบได้โดยแบบทดสอบของวินเกท ด้วยจักรยานวัดงานโมนาร์ค 828 E ผลิตจากประเทศสวีเดน

1.6 เครื่องมือวัดความสามารถของการเร่งความเร็ว มีหน่วยวัดเป็นวินาที ใช้เครื่องมือ Fusion sport รุ่น Smart speed ผลิตจากประเทศ จากประเทศออสเตรเลีย ในการจับเวลาของการวิ่งระยะทาง 40 เมตร

1.7 เครื่องมือวัดค่าความสามารถในการกระโดด (Vertical jumping ability) โดยเครื่อง Fusion sport รุ่น Smart jump ผลิตจากประเทศออสเตรเลีย ตัวแปรในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย

- Height (Ht; cm) มีหน่วยวัดเป็นเซนติเมตร

1.8 รั้วที่ใช้ฝึกกระโดด ความสูง 20, 50 เซนติเมตร อย่างละ 12 รั้ว รวมจำนวน 24 รั้ว

1.9 กล่องที่ใช้ฝึกการโดด ความสูง 20, 50 เซนติเมตร อย่างละ 4 กล่อง รวมจำนวน 8 กล่อง

**2. วิธีการทดสอบ**

**ขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้**

2.1 กลุ่มตัวอย่างทำการอบอุ่นร่างกาย 5-10 นาที

2.2 ผู้เชี่ยวชาญเครื่องมือทดสอบ เลือกค่าหรือชนิดการทดสอบการกระโดดเป็นแบบ Height (Ht; cm) เลือกจำนวนการกระโดดเป็น 3 ครั้ง ตั้งค่าน้ำหนักที่เป็นกิโลกรัม ส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่าง แนะนำวิธีการและท่าทางของการกระโดดที่ถูกต้อง มือทั้งสองข้างแตะที่เอว ท่ายืนเท้าทั้งสองข้างห่างกันประมาณช่วงไหล่ ย่อเข่าประมาณ ทำมุมประมาณ 90 องศา ทำการกระโดดด้วยความพยามสูงสุด ขณะลอยลอยตัวขาและเข่ายืดเหยียดตรง ไม่มีการดึงเข่างอสะโพกไปด้านหน้าหรืองอเข่าดึงส้นเท้าไปด้านหลัง

2.3 ให้กลุ่มตัวอย่างยืนบนแผ่นกระโดดทำการกระโดดด้วยความพยามสูงสุด 1 ครั้ง จากนั้นใช้เวลาพักระหว่างเที่ยว 2 นาที จึงทำการกระโดด ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 เครื่องทดสอบจะบันทึกผลการทดสอบออกมาทั้ง 3 ค่า การทดสอบที่ถูกกำหนดไว้ ได้แก่ Height (Ht; cm) จากนั้นบันทึกสถิติเวลาการกระโดดและความสูงที่ทำได้ดีที่สุด ทำการทดสอบจนครบทุกคน

2.4 ทดสอบ สมรรถนะด้านการเร่งความเร็ว โดยการวิ่งระยะทาง 40 เมตร โดยใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือในการทดสอบ Fusion sports smart jump เป็นเครื่องรับสัญญาณการทดสอบแบบไร้สายไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Pocket PC) เพื่อควบคุมการทดสอบ ชุดส่งสัญญาณการเคลื่อนไหวแบบไร้สาย (Multi-lane timing gate) 2 ชุด พร้อมสายสัญญาณเชื่อมตัวกับสถานีฐานควบคุม ชุดแรกวางตรงจุดเริ่มออกตัววิ่ง และชุดที่สอง วางตรงจุดสุดท้ายของระยะทางวิ่ง 40 เมตร ผู้ทำการทดสอบ ตั้งค่าการทดสอบเป็นการวิ่งจับเวลาระยะทาง 40 เมตร ทำการทดสอบการส่งสัญญาณของอุปกรณ์จับเวลา โดยการเดินผ่านตัวจับสัญญาณ ตั้งแต่จุดเริ่มต้นของการวิ่งไปยังจุดสิ้นสุดระยะทาง 40 เมตร ถ้าปรากฏสัญญาณไฟสีเขียวที่อุปกรณ์ทั้งสองจุด แสดงว่า เครื่องจับเวลาพร้อมทำงาน ให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งด้วยความพยายามสูงสุด จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุดระยะทางพักระหว่างรอบ 2 นาที จึงทำการทดสอบรอบที่ 2 ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างจนครบทุกคน คนละ 2 รอบ เลือกบันทึกสถิติที่ดีที่สุดของกลุ่มทดลองแต่ละคน

2.5 การทดสอบด้านพลังแอนแอโรบิก และสมรรถภาพแอนแอโรบิก โดยใช้การทดสอบตามวิธีของวินเกท สถาบันวินเกท (Wingate institute) โดยการใช้จักรยานทดสอบ ซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ก่อนการทดสอบผู้ทดสอบที่ผ่านการทดสอบ ควรมีเวลาพักฟื้นร่างกายจากการทดสอบที่ก่อนหน้า อย่างน้อย 1 ชั่วโมง

การทดสอบวิธีของวินเกทมีวิธี และขั้นตอนการในการทดสอบ ดังนี้

2.5.1 ปรับระดับที่นั่งของจักรยานทดสอบให้พอเหมาะ โดยให้ผู้รับการทดสอบสามารถเหยียดขาได้สุดพอดีในขณะที่นั่ง

2.5.2 ป้อนข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ได้แก่ ชื่อ เพศ น้ำหนักตัว และน้ำหนักถ่วงที่ใช้ทดสอบ (น้ำหนักตัว × 0.067)

2.5.3 อบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 2 นาที โดยใช้งานระดับเบา แล้วเพิ่มความเร็วของการปั่นประมาณเป็น 100 รอบต่อนาที

2.5.4 บอก “เริ่ม” พร้อมกดสัญญาณที่แป้นพิมพ์ เพื่อเพิ่มน้ำหนักถ่วง และนับรอบจากการปั่น ขณะเดียวกัน ผู้เข้ารับการทดสอบต้องปั่นจักรยานอย่างเต็มที่ตลอดเวลา 30 วินาที

2.5.5 เมื่อปั่นครบเวลาแล้วต้องรีบลดน้ำหนักถ่วง แล้วให้ผู้เข้ารับการทดสอบปั่นต่อช้า ๆ อีก 2 ถึง 3 นาที หน้าจอ คอมพิวเตอร์ จะขึ้นกราฟความเร็วของการปั่นตลอดเวลาการทดสอบ และค่าพลังแบบแอนแอโรบิก กับสมรรถภาพแบบแอนแอโรบิก ค่าของงานที่ทำได้สูงสุดของช่วงใดช่วงหนึ่ง คือ ค่าของพลังแบบแอนแอโรบิก ค่าของงานที่ทำได้ทั้งหมดในช่วง 30 วินาที คือ ค่าของสมรรถภาพการสร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิกแล้ว จึงนำค่าที่ได้มาเข้าสูตรการคำนวณตามวิธีของวินเกท ดังนี้

ความสามารถในการออกแรงอย่างเร็วที่สุดในการปั่นจักรยานวัดงานในช่วง 5 วินาทีแรก Peak power (PP) มีหน่วยเป็นวัตต์ และความสามารถในการออกแรงอย่างเร็วที่สุดในการปั่นจักรยานวัดงานในช่วง 5 วินาทีแรก (Anaerobic power) (วัตต์/ กิโลกรัม)

Anaerobic power = PP/ Bodyweight

โดย ค่าเฉลี่ยเพื่อคำนวณค่าสมรรถภาพการออกกำลังสูงสุดโดยไม่ใช้ออกซิเจน (ทำการทดสอบทั้งหมด 30 วินาที) Mean power (MP) (วัตต์/ กิโลกรัม) สมรรถภาพการออกกำลังสูงสุดโดยไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic capacity) (วัตต์/ กิโลกรัม) และ Anaerobic capacity = MP/ Body weight ค่าความแตกต่างระหว่างค่า พลังสูงสุด (Peak power) กับพลังต่ำสุด (Lowest power) ค่าที่ออกมาจะเป็นเปอร์เซ็นต์ (Fatigue index) (Wingate power test) (Beam & Adams, 2014)

$$\text{Fatigue Index (FI)} = \frac{(A-B)\ 100}{A}$$

A = Peak power

B = Lowest power

**3. การหาคุณภาพเครื่องมือ**

โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกทั้ง 3 โปรแกรม ได้แก่ โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ และโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน ผู้วิจัยได้ประยุกต์หลักทฤษฎี และวิธีการจาก Bompa and Buzzichelli (2015), Chu and Myer (2013) และเจริญ กระบวนรัตน์ (2557) เพื่อออกแบบโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก อีกทั้ง ผู้วิจัยได้นำโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกทั้ง 3 โปรแกรม ที่ผ่านกระบวนการตรวจสอบด้วยการหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity) จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item objective congruence: IOC) อยู่ระหว่าง 0.7-1.00 จากนั้นนำโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกที่ผ่านการพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้กับกลุ่มประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และประสิทธิภาพของโปรแกรม รวมถึงปรับปรุงแก้ไข ให้มีความเหมาะสม ก่อนนำไปใช้ฝึกกับกลุ่มทดลองต่อไป

## วิธีการดำเนินการ

**ขั้นที่ 1 ขั้นก่อนการวิจัย**

1. การเตรียมกลุ่มตัวอย่าง ก่อนเข้าสู่โปรมฝึกพลัยโอเมตริก

ผู้วิจัยได้ทำข้อตกลงกับกลุ่มตัวอย่างในการเตรียมความพร้อมด้านการฝึกเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย ด้วยการฝึกความแข็งแรงด้วยน้ำหนักตัว และการฝึกความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ก่อนเข้าสู่โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อช่วยลดและป้องกันการบาดเจ็บที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการฝึกโปรแกรม และหลังการฝึกโปรแกรม และในช่วงของการเข้าสู่โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก ผู้วิจัยได้ทำการอธิบาย และสาธิตท่าฝึกปฏิบัติพลัยโอเมตริกในแต่ละท่าฝึก และให้กลุ่มตัวอย่างทำการฝึกการเคลื่อนไหวอย่างถูกต้องเพื่อสร้างความคุ้นเคยก่อนการฝึกพลัยโอเมตริกในสัปดาห์แรก และสัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ ที่ 6 ซึ่งเป็นสัปดาห์ที่ต้องมีการปรับเพิ่มความหนักในการฝึก ทั้งจำนวนครั้งในการทำซ้ำ ความสูงของการกระโดด ท่าฝึกใหม่ที่มีความซับซ้อน กลุ่มตัวอย่างไม่มีความคุ้นเคยกับการเคลื่อนไหว เช่น ท่ากระโดดลงจากพื้นขึ้นสู่กล่องที่มีความสูง Depth jump ซึ่งเป็นท่าฝึกที่ข้อเท้า ข้อเข่า ข้อต่อสะโพก และหลัง ต้องแบกรับน้ำหนักตัวทั้งหมดขณะลงสู่พื้นดิน ซึ่งเป็นท่าฝึกที่มีความเสี่ยงต่อ

การเกิดการบาดเจ็บ

2. การประสานงาน และการเตรียมสถานที่

2.1 ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง รับผิดชอบสถานที่และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการศึกษาวิจัย ร่วมถึงขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในการสำรวจวัดมุมความลาดเอียงภายในมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ในส่วนอุปกรณ์และเครื่องมือทดสอบสมรรถนะในเชิงแอนแอโรบิก และสมรรถภาพทางกาย ได้ความอนุเคราะห์ยืม จากการกีฬาแห่งประเทศไทย จังหวัดเชียงราย โดยทำหนังสือจากสำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

2.2 ทำการวัดสำรวจสถานที่ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ที่คาดว่าจะมีระดับความลาดชันในการทำการศึกษาวิจัย 15 องศา

2.3 ติดต่อประสานงานศูนย์กีฬามหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงในการขอใช้สนามกรีฑาในการฝึกโปรแกรมพลัยโอเมตริกแนวราบ

**ขั้นที่ 2 ขั้นดำเนินการวิจัย**

1. ทำการนัดหมายกลุ่มตัวอย่าง เพื่อดำเนินการทดสอบสมรรถภาพทางกาย โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นในการเตรียมความพร้อมของร่างกายก่อนทดสอบ ดังนี้

1.1 กลุ่มตัวอย่างมีการพักผ่อนอย่างน้อย 6 ชั่วโมง และไม่นอนดึก

1.2 ควรงดอาหารหนักอย่างน้อย 1-2 ชั่วโมง ก่อนมาตรวจ อาจรับประทานอาหารเบา ๆ ได้ และควรหลีกเลี่ยงสิ่งกระตุ้น เช่น กาแฟ ชา บุหรี่ ฯลฯ

1.3 เตรียมเครื่องแต่งกายที่เหมาะสม (เสื้อผ้าสบาย ๆ มีความคล่องตัวดี ไม่คับหรือหลวมจนเกินไป)

1.4 เพื่อความถูกต้องในการทดสอบ ไม่ควรออกกำลังกายใด ๆ มาก่อนในวันทดสอบ

1.5 มีการอบอุ่นร่างกายก่อนการทดสอบทุกครั้ง เพื่อเตรียมความพร้อมของร่างกายและช่วยป้องกันการบาดเจ็บ จากการทดสอบสมรรถภาพทางกาย

2. ปฐมนิเทศกลุ่มตัวอย่างให้ทราบถึง จุดมุ่งหมายของการวิจัย ข้อตกลงร่วมกัน ขั้นตอนวิธีการฝึกตามตารางการฝึกโปรแกรมตลอดทั้งระยะเวลา 8 สัปดาห์ อธิบายสาธิต วิธีการทดสอบสมรรถภาพทางกายก่อนดำเนินการทดสอบ โดยเรียงลำดับขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

2.1 ตรวจวัดความดันโลหิต อัตราการเต้นชีพจรขณะพัก ชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง

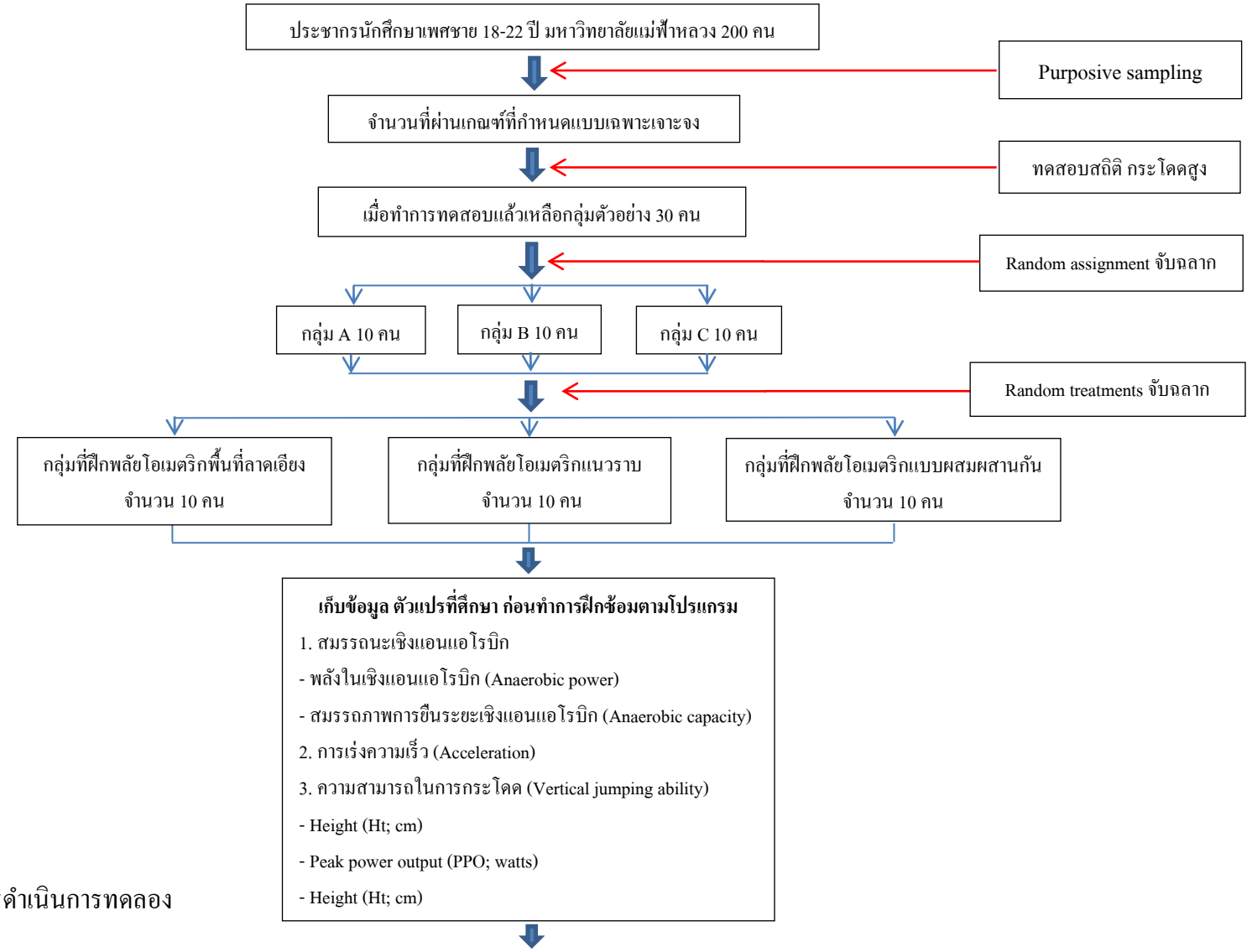
2.2 ทดสอบความสามารถของการกระโดด (Vertical jumping ability) อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ประกอบด้วย เครื่อง Fusion sports smart jump เครื่องรับสัญญาณ

การทดสอบแบบไร้สายไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (pocket PC) เพื่อควบคุมการทดสอบ ชุดส่งสัญญาณการเคลื่อนไหวแบบไร้สาย (Multi-lane timing gate) แผ่นกระโดด ทำด้วย PVC กันน้ำ ขนาด 75 x 75 เซนติเมตร หนัก 10.5 กิโลกรัม พร้อมตาไก่โลหะ เพื่อใช้แขวนกับผนังหรือยึดกับพื้น พร้อมสายสัญญาณเชื่อมตัวกับสถานีฐานควบคุม เพื่อทดสอบการกระโดดสูง Height (Ht; cm)

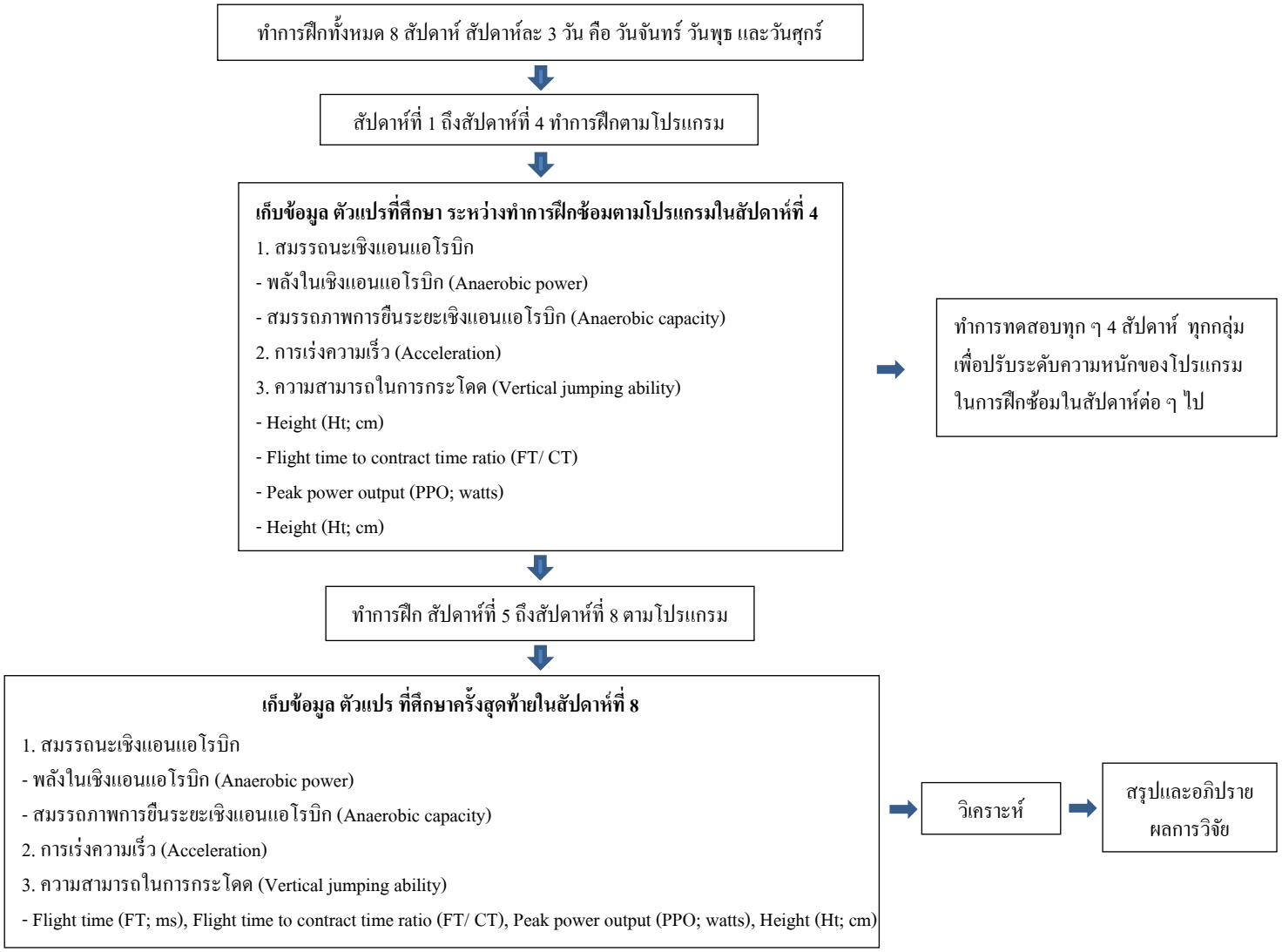
2.3 โปรแกรมฝึก ฝึกตามโปรแกรมการฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ทั้ง 3 กลุ่ม ฝึกโปรแกรมพลัยโอเมตริก ตามแบบฝึกโปรแกรมเดี่ยวกัน แต่ในสภาพแวดล้อมต่างกัน ใช้เวลาในการฝึก 90 นาทีต่อวัน ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ ในสัปดาห์ที่ 1- 4 จะทำการฝึกทุก ๆ วันจันทร์ และวันพฤหัสบดี เป็นระเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ที่ 5-8 มีการปรับระดับความสูงของรั้ว และกล่องกระโดด โดยจะทำการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ฝึกทุก ๆ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ทั้ง 3 กลุ่ม ทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายก่อนเริ่มฝึกตามโปรแกรม Pre-test และ Mid-test และ Post-test ในสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ตามลำดับ

## ผังขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

ดังแสดงในภาพที่ 3-1




ภาพที่ 3-1 ผังขั้นตอนการดำเนินการทดลอง


ทำการฝึกทั้งหมด 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์
สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 4 ทำการฝึกตามโปรแกรม
เก็บข้อมูล ตัวแปรที่ศึกษา ระหว่างทำการฝึกซ้อมตามโปรแกรมในสัปดาห์ที่ 4
1. สมรรถนะเชิงแอนแอโรบิก
- พลังในเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic power)
- สมรรถภาพการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity)
2. การเร่งความเร็ว (Acceleration)
3. ความสามารถในการกระโดด (Vertical jumping ability)
- Height (Ht; cm)
- Flight time to contract time ratio (FT/ CT)
- Peak power output (PPO; watts)
- Height (Ht; cm)
ทำการทดสอบทุก ๆ 4 สัปดาห์ ทุกกลุ่ม เพื่อปรับระดับความหนักของโปรแกรมในการฝึกซ้อมในสัปดาห์ต่อ ๆ ไป
ทำการฝึก สัปดาห์ที่ 5 ถึงสัปดาห์ที่ 8 ตามโปรแกรม
เก็บข้อมูล ตัวแปร ที่ศึกษาครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 8
1. สมรรถนะเชิงแอนแอโรบิก
- พลังในเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic power)
- สมรรถภาพการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity)
2. การเร่งความเร็ว (Acceleration)
3. ความสามารถในการกระโดด (Vertical jumping ability)
- Flight time (FT; ms), Flight time to contract time ratio (FT/ CT), Peak power output (PPO; watts), Height (Ht; cm)
วิเคราะห์
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ภาพที่ 3-1 (ต่อ)

## วิธีการดำเนินการวิจัย

### การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย

1. สถิติพื้นฐานเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
2. สถิติเพื่อการทดสอบสมมติฐานการวิจัย

การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามในกลุ่มการฝึก 3 กลุ่ม 3 ช่วงเวลาของการวัด โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบวัดซ้ำ (Univariate analysis of variance with repeated measure: RM MANOVA) เมื่อพบความแตกต่างทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยวิธีของ Scheffe โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติของการทดสอบไว้ที่ระดับ .05 ($\alpha$ = .05) และก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยนั้น ผู้วิจัยจะได้ทำการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญ ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ ดังต่อไปนี้

ข้อตกลงเบื้องต้น 1) Normal distribution ผู้วิจัยจะได้ทำการทดสอบการกระจายแบบปกติโดยใช้สถิติทดสอบ Shapiro-Wilk test of normality

ข้อตกลงเบื้องต้น 2) Sphericity ผู้วิจัยจะได้ทำการทดสอบโดยใช้ Mauchly's test of sphericity

ข้อตกลงเบื้องต้น 3) Outlier ผู้วิจัยจะได้ทำการตรวจสอบเบื้องต้นโดยพิจารณาค่าสูงสุดและต่ำสุด ร่วมกับการแปลงคะแนนดิบเป็นคะแนนมาตรฐาน Z โดยค่าที่เหมาะสม ควรอยู่ระหว่าง -3.0 SD ถึง +3.0 SD

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง การฝึกพลัยโอเมตริกพื้นแนวราบ และการฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน ระยะเวลา 8 สัปดาห์ ที่มีต่อตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดด ก่อนฝึก (Pre-test) ระหว่างฝึก (Mid-test) และหลังฝึก (Post-test) โดยมีขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ในแต่ละตัวแปร ดังนี้

1. การนำเสนอสถิติพื้นฐาน
2. ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น
3. วิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่ม
4. วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

## สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์และแปลผล

การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| n | หมายถึง | จำนวนกลุ่มตัวอย่าง |
| $\overline{X}$ | หมายถึง | ค่าเฉลี่ย (Mean) |
| SD | หมายถึง | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) |
| F | หมายถึง | ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงค่าเอฟ (F-distribution) |
| SS | หมายถึง | ผลบวกของคะแนนเบี่ยงเบนแต่ละตัวยกกำลังสอง (Sum squares) |
| MS | หมายถึง | ค่าความแปรปรวน (Mean squares) |
| df | หมายถึง | องศาแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom) |
| $\Lambda$ | หมายถึง | ค่าสถิติ Wilks' Lambda |
| Partial $\eta^2$ | หมายถึง | ค่าขนาดอิทธิพลของการทดลอง (Effect size) |
| p-value | หมายถึง | ค่าความน่าจะเป็นของทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ |
| * | หมายถึง | การมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 |
| Test | หมายถึง | ครั้งที่ทดสอบ |

| | | |
|---|---|---|
| Pre | หมายถึง | การทดสอบก่อนการฝึก |
| Mid | หมายถึง | การทดสอบระหว่างการฝึก |
| Post | หมายถึง | การทดสอบหลังการฝึก |
| Treatment | หมายถึง | วิธีการฝึก |
| Group 1 IP | หมายถึง | กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นลาดเอียงในความชัน 15 องศา (Incline plyometric training) |
| Group 2 CP | หมายถึง | กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกที่มีการแบบผสมผสานทั้งสองรูปแบบ ได้แก่ การฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นลาดเอียงและการฝึกพลัยโอเมตริกแนวราบ (Combination plyometric training) |
| Group 3 FP | หมายถึง | กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นราบโดยที่เท้าทำมุมศูนย์องศาเมื่อตัวยืนตรงตั้งฉากจากแนวราบ (Flat plyometric training) |

**สัญลักษณ์แทนตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย**

| | | |
|---|---|---|
| POW | หมายถึง | สมรรถนะในเชิงพลังสูงสุดแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic power) มีหน่วยเป็นวัตต์ (Watts) |
| APC | หมายถึง | สมรรถนะในการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity) มีหน่วยเป็นวัตต์ (Watts) |
| AC | หมายถึง | การเร่งความเร็ว (Acceleration) เวลาในการวิ่งทางตรงด้วยความพยายามสูงสุดตั้งแต่เริ่มต้นไปจนถึงจุดสุดท้ายของการวิ่งระยะทาง 40 เมตร (40 Mater performance) วัดหน่วยเวลาเป็นวินาที |
| HT | หมายถึง | ความสูงของการกระโดดแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง โดยการวัดเป็นแบบเซนติเมตร Height (Ht; cm or inches) |

**ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มทดลอง**

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มีอายุเฉลี่ย 20 ปี กลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นลาดเอียง มีน้ำหนักเฉลี่ย 77.20 กิโลกรัม ส่วนสูง 169.5 เซนติเมตร กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นราบ มีน้ำหนักเฉลี่ย 76.85 กิโลกรัม ส่วนสูง 167.36 เซนติเมตร และกลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน มีน้ำหนักเฉลี่ย 76.46 กิโลกรัม ส่วนสูง 168.20 เซนติเมตร

ตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง

| Group | Age (Year) | | | Weight (kg) | | | Height (cm) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\overline{X}$ | | SD | $\overline{X}$ | | SD | $\overline{X}$ | | SD |
| 1 | 20.00 | ± | 1.24 | 77.20 | ± | 0.27 | 169.5 | ± | 1.13 |
| 2 | 20.00 | ± | 1.21 | 76.85 | ± | 0.32 | 167.36 | ± | 1.15 |
| 3 | 20.00 | ± | 1.25 | 76.46 | ± | 0.25 | 168.20 | ± | 1.13 |

## การนำเสนอข้อมูล

การวิเคราะห์ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นที่ลาดเอียงฝึกพลัยโอเมตริกในพื้นที่แนวราบ และฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสานที่มีต่อสมรรถนะในเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดด ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)

จากผลของการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นที่ลาดเอียง การฝึกพลัยโอเมตริกในพื้นที่แนวราบ และการฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสานที่มีต่อสมรรถนะในเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในระยะก่อนการฝึก และระหว่างการฝึก และหลังการฝึก

2. การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับ Compound symmetry หมายถึง ระดับความสัมพันธ์ของการวัดแต่ละครั้งมีขนาดความสัมพันธ์เท่า ๆ กัน (Equal correlation) และความแปรปรวนของการวัดแต่ละครั้งมีขนาดเท่า ๆ กัน โดยใช้ Mauchly's test of sphericity พิจารณาค่านัยสำคัญของค่าสถิติ Mauchly's W และสถิติไคสแควร์ซึ่งกำหนดสมมติฐานของการทดสอบ ดังนี้

$H_0$: ความแปรปรวนมีลักษณะเป็น Compound symmetry

$H_1$: ไม่เป็น Compound symmetry

หากความแปรปรวนมีลักษณะเป็น Compound symmetry จึงสามารถวิเคราะห์ด้วยวิธีการ Repeated measurement ได้

3. วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (Test of between-subject effects) เป็นการทดสอบสมมติฐานเพื่อตรวจสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของผลการวัดระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกที่แตกต่างกัน 3 กลุ่ม ว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หรือไม่ และถ้าพบความแตกต่างแล้ว ก็จะดำเนินการทดสอบความแตกต่างรายคู่เป็นลำดับถัดไป (Post Hoc comparisons)

4. วิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่ม (Test of within-subject effects) เป็นการทดสอบสมมติฐานเพื่อตรวจสอบนัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลงของผลการวัดที่ได้จากการฝึกพลัยโอเมตริกทั้ง 3 วิธีการฝึก ในแต่ละกลุ่มว่าแตกต่างกันหรือไม่ มีพัฒนาการเป็นอย่างไร โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated measures) และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของผลการวัดตัวแปรในแต่ละช่วงว่าแตกต่างกันอย่างไร โดยพิจารณาจากค่าสถิติต่าง ๆ ได้แก่ ค่าแลมด้า (Lambda: $\Lambda$) ค่าขนาดอิทธิพลของสิ่งทดลอง (Effect size: Partial $\eta^2$) และค่านัยสำคัญของการทดสอบ (p-value) และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่โดยทดสอบแบบ Paired samples t-test ซึ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในแต่ละตัวแปรตาม (Dependent variables) โดยแบ่งเป็น 7 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 พลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิก

ตอนที่ 2 การยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก

ตอนที่ 3 การเร่งความเร็ว

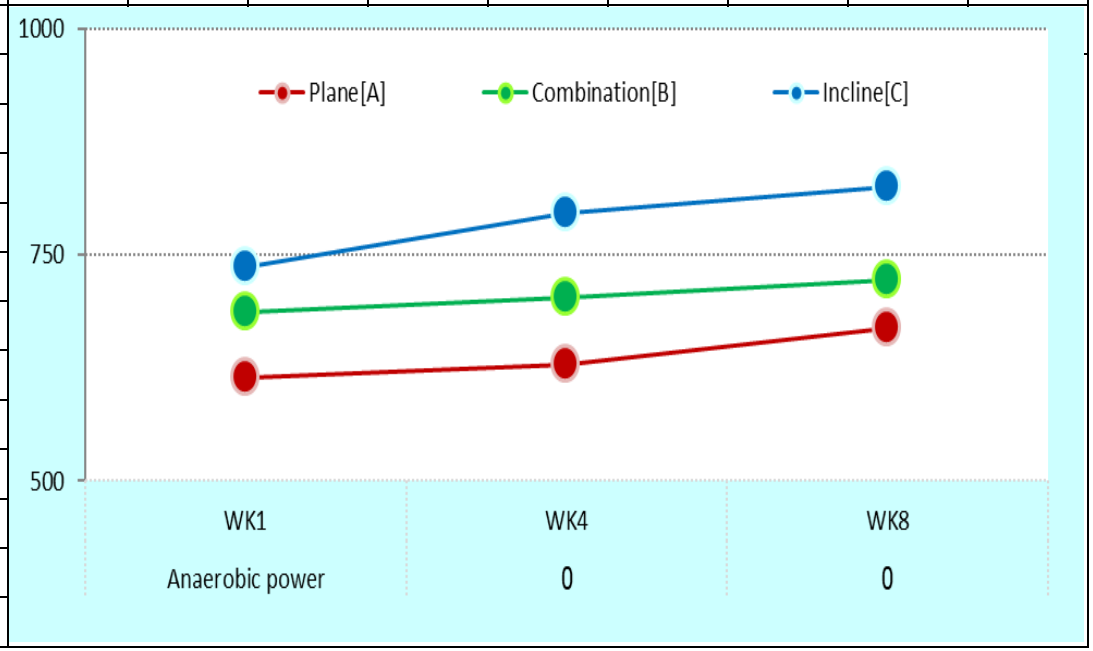
ตอนที่ 4 ความสามารถในการกระโดดสูงแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง Height (Ht; cm or inches) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

**ตอนที่ 1 พลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic power)**

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิก

| | Treatments | Descriptive statistics | | | Tests of within-subjects effects | | | Tests of within-subjects contrasts | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Anaerobic power | | | Univariate test | | | wk1-wk4 | | wk4-wk8 | | wk1-wk8 | |
| | | wk1 | wk4 | wk8 | F-ratio | p-value | Partial $\eta^2$ | p-value | Partial $\eta^2$ | p-value | Partial $\eta^2$ | p-value | Partial $\eta^2$ |
| | Plane [A] | 613.78 | 628.91 | 668.10 | 18.935 | 0.001* | 0.678 | 0.01* | 0.644 | 0.01* | 0.633 | 0.01* | 0.707 |
| | Combination [B] | 686.07 | 703.41 | 721.67 | 15.165 | 0.001* | 0.628 | 0.01* | 0.548 | 0.05* | 0.412 | 0.001* | 0.758 |
| | Incline [C] | 736.65 | 795.74 | 824.41 | 46.993 | 0.001* | 0.839 | 0.001* | 0.801 | 0.001* | 0.779 | 0.001* | 0.865 |
| Test of between subjects | | | | | | | | | | | | | |
| Multivariate test | Wilks' lambda | 0.420 | | | | | | | | | | | |
| | Multivariate F | 4.522 | | | | | | | | | | | |
| | p-value | 0.001* | | | | | | | | | | | |
| | Partial $\eta^2$ | 0.352 | | | | | | | | | | | |
| Univariate test | MS [treatment] | 38136.52 | 69845.16 | 63099.58 | | | | | | | | | |
| | MS [error] | 12749.09 | 14303.55 | 14074.36 | | | | | | | | | |
| | F-ratio | 2.991 | 4.883 | 4.483 | | | | | | | | | |
| | p-value | 0.067 | 0.015* | 0.021* | | | | | | | | | |
| | Partial $\eta^2$ | 0.181 | 0.266 | 0.249 | | | | | | | | | |
| Post Hoc comparisons | CI = 95%, a < .05 | A = B | A = B | A = B | | | | | | | | | |
| | | A = C | A < C | A < C | | | | | | | | | |
| | | B = C | B = C | B = C | | | | | | | | | |




*p < .05

ผลการทดสอบสมมติฐาน ในภาพรวมของการวิเคราะห์ความแตกต่างพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกระหว่างกลุ่ม (Test of between subjects) ทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน และกลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง ในช่วงเวลา ก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ค่า Wilks' lambda ($\Lambda$) มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\Lambda$ = 0.42; Multivariate F-statistic = 4.522; p-value = 0.05) แสดงว่าพบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 โดยกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ มีพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิก ($\overline{X}$ = 628.91) วัตต์ น้อยกว่ากลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง ($\overline{X}$ = 795.74) วัตต์ และหลังฝึกสัปดาห์ 8 พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ มีพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิก ($\overline{X}$ = 668.10) วัตต์ น้อยกว่ากลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง ($\overline{X}$ = 824.41) วัตต์

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบภายในกลุ่ม (Tests of within-subjects effects) ช่วงเวลาก่อนฝึกและหลังฝึก พบว่า ทั้ง 3 กลุ่ม มีสมรรถนะพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย กลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ (Pre-test) ($\overline{X}$ = 613.70) วัตต์ และหลังฝึก (Post-test) ($\overline{X}$ = 668.09 วัตต์, p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.678) กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน (Pre-test) ($\overline{X}$ = 686.07) วัตต์ และหลังฝึก (Post-test) ($\overline{X}$ = 721.67 วัตต์, p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.628) และกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง (Pre-test) ($\overline{X}$ = 613.70) วัตต์ และหลังฝึก (Post-test) ($\overline{X}$ = 668.09) วัตต์, p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.839)

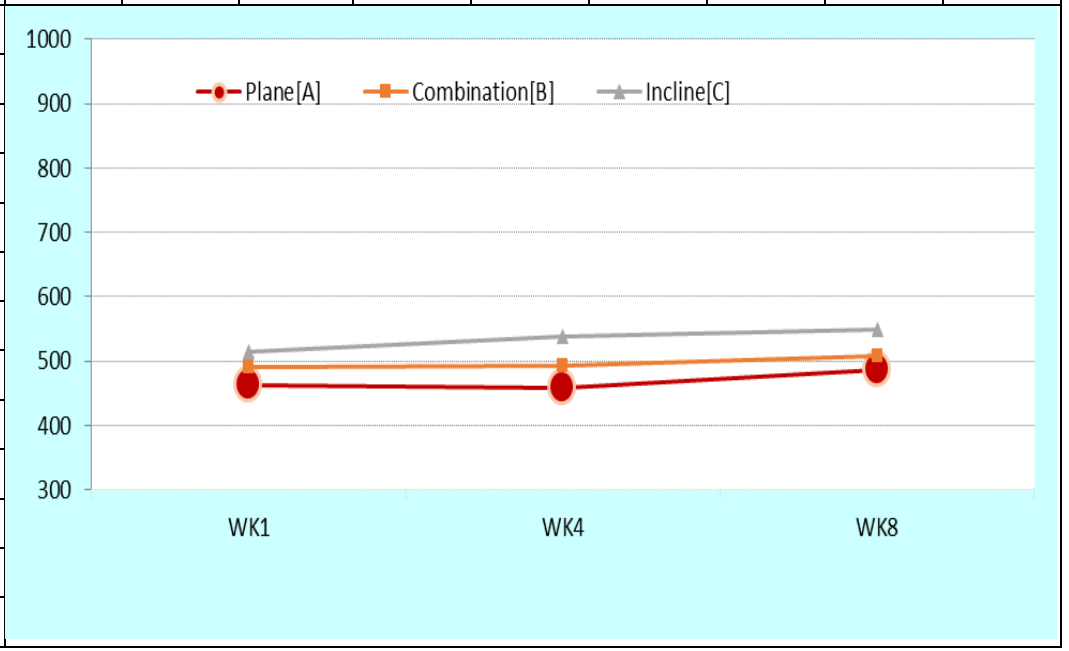
เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่ม (Tests of within-subjects effects contrasts) ทั้ง 3 กลุ่ม ในช่วงฝึกทั้ง 3 ช่วง คือ สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 4 ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ทั้ง 3 กลุ่ม มีความแตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ ช่วงฝึกสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ฝึกที่ 4 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.644) ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.633) และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.707) กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน คือ ช่วงฝึกสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ฝึกที่ 4 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.548) ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.412) และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.758) กลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง คือ ช่วงฝึกสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ฝึกที่ 4 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.801) ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.779) และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.865)

สรุปโดยภาพรวมผลของการวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังฝึก 4 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\overline{X}$ = 795.74) วัตต์ มากกว่ากลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวราบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\overline{X}$ = 628.91) วัตต์ และหลังฝึกสัปดาห์ 8 พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\overline{X}$ = 824.41) วัตต์ มากกว่ากลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวราบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\overline{X}$ = 668.10) วัตต์ และพบความแตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทางด้านพัฒนาของระยะเวลาก่อนฝึก และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ (p-value = 0.05) กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน (p-value = 0.05) และกลุ่ม ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง (p-value = 0.05)

**ตอนที่ 2 การยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity) มีหน่วยเป็นวัตต์**

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก

| | Treatments | Descriptive statistics | | | Descriptive statistics | | | Descriptive statistics | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Anaerobic capacity | | | Anaerobic capacity | | | Anaerobic capacity | | Univariate test | | wk1-wk4 | |
| | | wk1 | wk1 | wk1 | F-ratio | p-value | Partial $\eta^2$ | p-value | Partial $\eta^2$ | p-value | Partial $\eta^2$ | p-value | Partial $\eta^2$ |
| | Plane [A] | 462.65 | 462.65 | 462.65 | 1.055 | 0.369 | 0.105 | 0.850 | 0.004 | 0.05* | 0.442 | 0.339 | 0.102 |
| | Combination [B] | 490.56 | 490.56 | 490.56 | 4.880 | 0.05* | 0.325 | 0.721 | 0.015 | 0.05* | 0.378 | 0.05* | 0.472 |
| | Incline [C] | 515.33 | 515.33 | 515.33 | 58.734 | 0.001* | 0.867 | 0.001* | 0.378 | 0.01* | 0.548 | 0.001* | 0.907 |
| Test of between subjects | | | | | | | | | | | | | |
| Multivariate test | Wilks' lambda | 0.754 | | | | | | | | | | | |
| | Multivariate F | 1.261 | | | | | | | | | | | |
| | p-value | 0.292 | | | | | | | | | | | |
| | Partial $\eta^2$ | 0.131 | | | | | | | | | | | |
| Univariate test | MS [treatment] | 6946.16 | 6946.16 | 6946.16 | | | | | | | | | |
| | MS [error] | 6755.88 | 6755.88 | 6755.88 | | | | | | | | | |
| | F-ratio | 1.028 | 1.028 | 1.028 | | | | | | | | | |
| | p-value | 0.371 | 0.371 | 0.371 | | | | | | | | | |
| | Partial $\eta^2$ | 0.071 | 0.071 | 0.071 | | | | | | | | | |
| Post Hoc comparisons | CI = 95%, a < .05 | A = B | A = B | A = B | | | | | | | | | |
| | | A = C | A = C | A = C | | | | | | | | | |
| | | B = C | B = C | B = C | | | | | | | | | |




*p < .05

ผลการทดสอบสมมติฐาน ในภาพรวมของการวิเคราะห์ความแตกต่าง การยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก ระหว่างกลุ่ม (Test of between subjects) ทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน กลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง ในช่วงก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 ค่า Wilks' lambda ($\Lambda$) มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\Lambda$ = 0.742; Multivariate F-statistic = 1.261; p-value = 0.292) แสดงว่า ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบช่วงเวลาฝึกภายในกลุ่ม (Tests of within-subjects effects) ก่อนฝึก และหลังฝึก พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน (Pre-test) ($\overline{X}$ = 490.56) วัตต์ และหลังฝึก (Post-test) ($\overline{X}$ = 507.68) วัตต์, p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.325) และกลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง (Pre-test) ($\overline{X}$ = 515.33) วัตต์ และหลังฝึก (Post-test) ($\overline{X}$ = 548.55) วัตต์, p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.867)

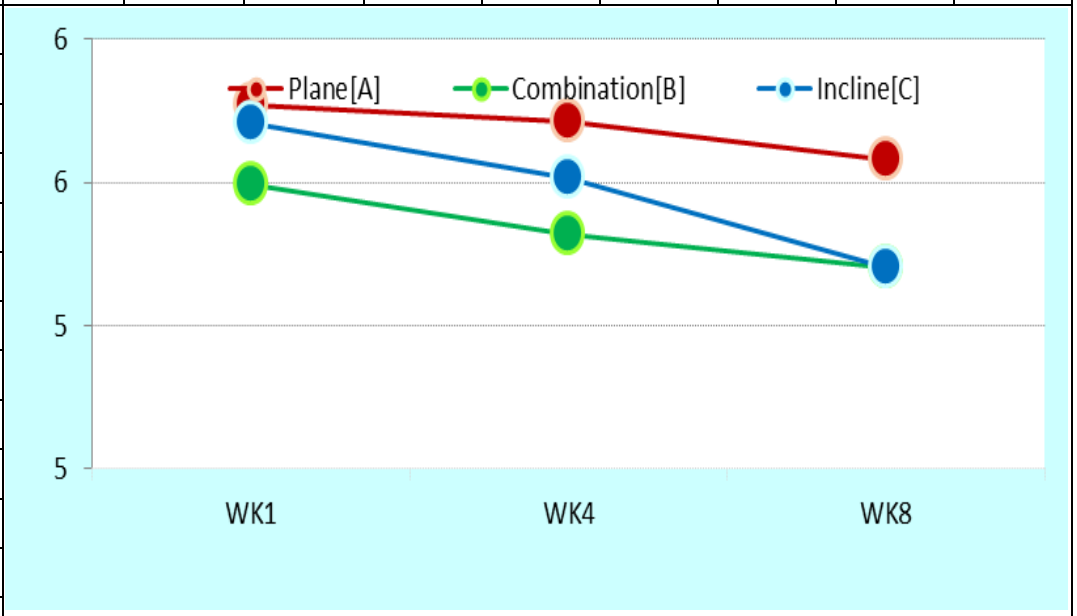
เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่ม (Tests of within-subjects effects contrasts) ทั้ง 3 กลุ่ม ในช่วงฝึกทั้ง 3 ช่วง คือ สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 4 ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า มีความแตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05) (Partial $\eta^2$ = 0.442) กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน คือ ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05) (Partial $\eta^2$ = 0.378) และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05) (Partial $\eta^2$ = 0.472) กลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง คือ ช่วงฝึกสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ฝึกที่ 4 (p-value = 0.05) (Partial $\eta^2$ = 0.378) ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05) (Partial $\eta^2$ = 0.548) และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05) (Partial $\eta^2$ = 0.907)

สรุปโดยภาพรวมผลของการวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 3 ช่วงระยะเวลาของการฝึก พบความแตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของระยะเวลาก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน (p-value = 0.05, $\overline{X}$ = 490.56 วัตต์) และกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง (p-value = 0.05, 548.55 วัตต์) พบความแตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทางด้านพัฒนาของระยะเวลาก่อนฝึก และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน (p-value = 0.05) และกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง (p-value = 0.05) ไม่พบความแตกต่างภายในกลุ่มในกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ

**ตอนที่ 3 การเร่งความเร็ว (Acceleration) มีหน่วยเป็นวินาที**

ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการเร่งความเร็ว

| | Treatments | Descriptive statistics | | | Tests of within-subjects effects | | | Tests of within-subjects contrasts | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Acceleration | | | Univariate test | | | wk1-wk4 | | wk4-wk8 | | wk1-wk8 | |
| | | wk1 | wk4 | wk8 | F-ratio | p-value | Partial $\eta^2$ | p-value | Partial $\eta^2$ | p-value | Partial $\eta^2$ | p-value | Partial $\eta^2$ |
| | Plane [A] | 5.7710 | 5.7100 | 5.5780 | 8.674 | 0.01* | 0.491 | 0.311 | 0.114 | 0.05* | 0.390 | 0.001* | 0.896 |
| | Combination [B] | 5.4920 | 5.3180 | 5.2010 | 18.241 | 0.001* | 0.670 | 0.01* | 0.587 | 0.01* | 0.677 | 0.01* | 0.704 |
| | Incline [C] | 5.7070 | 5.5180 | 5.2001 | 12.757 | 0.001* | 0.586 | 0.05* | 0.534 | 0.05* | 0.527 | 0.01* | 0.620 |
| Test of between subjects | | | | | | | | | | | | | |
| Multivariate test | Wilks' lambda | 0.636 | | | | | | | | | | | |
| | Multivariate F | 2.116 | | | | | | | | | | | |
| | p-value | 0.068 | | | | | | | | | | | |
| | Partial $\eta^2$ | 0.203 | | | | | | | | | | | |
| Univariate test | MS [treatment] | 0.21 | 0.38 | 0.40 | | | | | | | | | |
| | MS [error] | 0.18 | 0.14 | 0.12 | | | | | | | | | |
| | F-ratio | 1.179 | 2.668 | 3.358 | | | | | | | | | |
| | p-value | 0.323 | 0.088 | 0.05* | | | | | | | | | |
| | Partial $\eta^2$ | 0.080 | 0.165 | 0.199 | | | | | | | | | |
| Post Hoc comparisons | CI = 95%, a < .05 | A = B | A = B | A = B | | | | | | | | | |
| | | A = C | A = C | A = C | | | | | | | | | |
| | | B = C | B = C | B = C | | | | | | | | | |




*p < .05

ผลการทดสอบสมมติฐาน ในภาพรวมของการวิเคราะห์ความแตกต่าง การเร่งความเร็วระหว่างกลุ่ม (Test of between subjects) ทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน กลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง ในช่วงก่อนฝึก หลังฝึก และหลังฝึก ค่า Wilks' lambda ($\Lambda$) มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\Lambda$ = 0.635; Multivariate F-statistic = 2.116; p-value = 0.067) แสดงว่าการเร่งความเร็วทั้ง 3 กลุ่ม ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบช่วงเวลาฝึกภายในกลุ่ม (Tests of within-subjects effects) ก่อนฝึก และหลังฝึก พบว่า ทั้ง 3 กลุ่ม มีสมรรถนะการเร่งความเร็วเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย กลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ (Pre-test) ($\overline{X}$ = 5.77 วินาที) และหลังฝึก (Post-test) ($\overline{X}$ = 5.57 วินาที, p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.491) กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน (Pre-test) ($\overline{X}$ = 5.49 วินาที) และหลังฝึก (Post-test) ($\overline{X}$ = 5.20 วินาที, p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.670) และกลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง (Pre-test) ($\overline{X}$ = 5.70 วินาที) และหลังฝึก (Post-test) ($\overline{X}$ = 5.20 วินาที, p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.586)

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่ม (Tests of within-subjects effects contrasts) ทั้ง 3 กลุ่ม ในช่วงฝึกทั้ง 3 ช่วง คือ สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 4 ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า มีความแตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.390) สัปดาห์ที่ 1 ถึง หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.896) กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน คือ ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.587) ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.677) และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.704) กลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง คือ ช่วงฝึกสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ฝึกที่ 4 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.534) ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.527) และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.620)

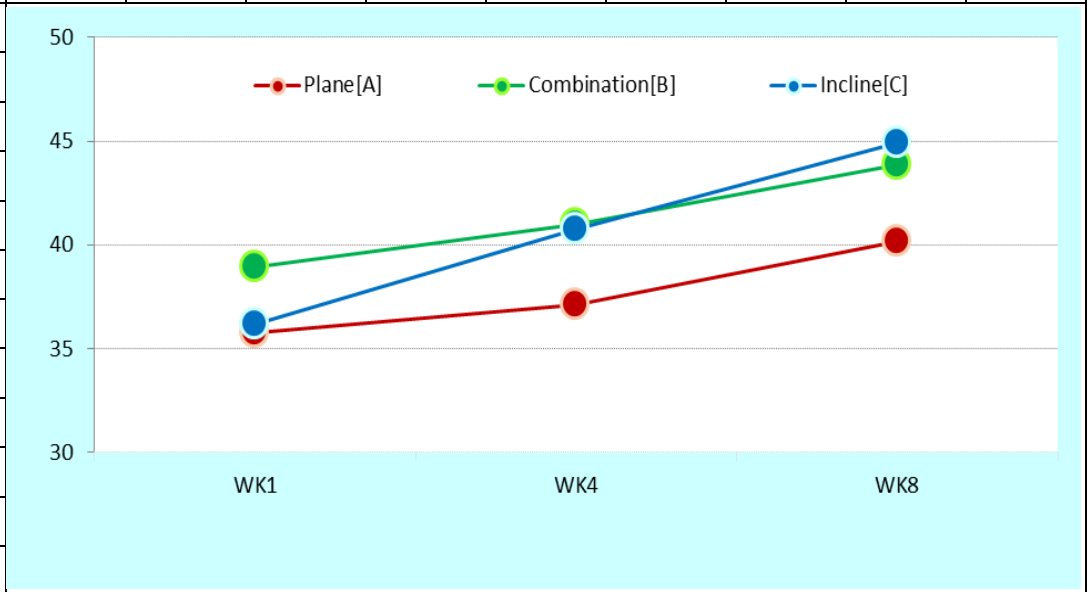
สรุปโดยภาพรวมผลของการวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 3 ช่วงระยะเวลาของการฝึก พบความแตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของระยะเวลาก่อนฝึก และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ (p-value = 0.05, $\overline{X}$ = 5.57 วินาที) กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน (p-value = 0.05, $\overline{X}$ = 5.20 วินาที) และกลุ่ม ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง (p-value = 0.05, $\overline{X}$ = 5.20 วินาที) พบความ

แตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทางด้านพัฒนาของระยะเวลาก่อนฝึก และหลังฝึก สัปดาห์ที่ 8 โดยกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ (p-value = 0.05) กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน (p-value = 0.05) และกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง (p-value = 0.05)

**ตอนที่ 4 ความสามารถในการกระโดดสูงแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง Height (Ht; cm) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร**

ตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความสามารถในการกระโดดสูงแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง

| | Treatments | Descriptive statistics | | | Tests of within-subjects effects | | | Tests of within-subjects contrasts | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Height | | | Univariate test | | | wk1-wk4 | | wk4-wk8 | | wk1-wk8 | |
| | | wk1 | wk4 | wk8 | F-ratio | p-value | Partial $\eta^2$ | p-value | Partial $\eta^2$ | p-value | Partial $\eta^2$ | p-value | Partial $\eta^2$ |
| | Plane [A] | 35.7520 | 37.1260 | 40.1820 | 19.141 | 0.001* | 0.680 | 0.01* | 0.614 | 0.01* | 0.600 | 0.01* | 0.735 |
| | Combination [B] | 38.9240 | 40.9940 | 43.8480 | 13.394 | 0.001* | 0.598 | 0.05* | 0.420 | 0.05* | 0.476 | 0.01* | 0.713 |
| | Incline [C] | 36.1620 | 40.7420 | 44.9310 | 70.703 | 0.001* | 0.887 | 0.001* | 0.837 | 0.001* | 0.771 | 0.001* | 0.935 |
| Test of between subjects | | | | | | | | | | | | | |
| Multivariate test | Wilks' lambda | 0.457 | | | | | | | | | | | |
| | Multivariate F | 3.987 | | | | | | | | | | | |
| | p-value | 0.01* | | | | | | | | | | | |
| | Partial $\eta^2$ | 0.324 | | | | | | | | | | | |
| Univariate test | MS [treatment] | 29.76 | 46.83 | 61.94 | | | | | | | | | |
| | MS [error] | 46.08 | 41.66 | 28.34 | | | | | | | | | |
| | F-ratio | 0.646 | 1.124 | 2.186 | | | | | | | | | |
| | p-value | 0.532 | 0.340 | 0.132 | | | | | | | | | |
| | Partial $\eta^2$ | 0.046 | 0.077 | 0.139 | | | | | | | | | |
| Post Hoc comparisons | CI = 95%, a < .05 | A = B | A = B | A = B | | | | | | | | | |
| | | A = C | A = C | A = C | | | | | | | | | |
| | | B = C | B = C | B = C | | | | | | | | | |




*p < .05

ผลการทดสอบสมมติฐาน ในภาพรวมของการวิเคราะห์ความแตกต่าง ความสามารถในการกระโดดสูงแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง ระหว่างกลุ่ม (Test of between subjects) ทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน กลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง ในช่วงก่อนฝึก (Pre-test) หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 (Mid-test) และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (Post-test) ค่า Wilks' lambda ($\Lambda$) มีนัยสำคัญทางสถิติ ($\Lambda$ = 0.457; Multivariate F-statistic = 3.987; p-value = 0.05) แสดงว่า ทั้ง 3 กลุ่ม พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบช่วงเวลาฝึกภายในกลุ่ม (Tests of within-subjects effects) ก่อนฝึก (Pre-test) และหลังฝึก (Post test) พบว่า ทั้ง 3 กลุ่ม มีสมรรถนะความสามารถในการกระโดดสูงแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ (Pre-test) ($\overline{X}$ = 35.75 เซนติเมตร) และหลังฝึก (Post-test) ($\overline{X}$ = 40.18 เซนติเมตร, p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.680) กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน (Pre-test) ($\overline{X}$ = 38.92 เซนติเมตร) และหลังฝึก (Post-test) ($\overline{X}$ = 43.84 เซนติเมตร, p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.598) และกลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง (Pre-test) ($\overline{X}$ = 36.16) เซนติเมตร และหลังฝึก (Post-test) ($\overline{X}$ = 44.93 เซนติเมตร, p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.887)

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่ม (Tests of within-subjects effects contrasts) ทั้ง 3 กลุ่ม ในช่วงระยะเวลาทั้ง 3 ช่วงฝึก คือ สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 4 ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 1 ถึง หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ทั้ง 3 กลุ่ม พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ ช่วงฝึกสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ฝึกที่ 4 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.614) ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.600) และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.735) กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน คือ ช่วงฝึกสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ฝึกที่ 4 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.548) ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.420) และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.476) กลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง คือ ช่วงฝึกสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ฝึกที่ 4 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.837) ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.771) และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 (p-value = 0.05, Partial $\eta^2$ = 0.935)

สรุปโดยภาพรวมผลของการวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 3 ช่วงระยะเวลาของการฝึก พบความแตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของระยะเวลาก่อนฝึก และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ

(p-value = 0.05, $\overline{X}$ = 40.18 เซนติเมตร) กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน (p-value = 0.05, $\overline{X}$ = 43.84 เซนติเมตร) และกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง (p-value = 0.05, $\overline{X}$ = 44.49 เซนติเมตร) พบความแตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทางด้านพัฒนาของระยะเวลาก่อนฝึก และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ (p-value = 0.05) กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน (p-value = 0.05) และกลุ่ม ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง (p-value = 0.05)

# บทที่ 5
# สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง การฝึกพลัยโอเมตริกในพื้นแนวราบ และการฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสานในระยะเวลา 8 สัปดาห์ ที่มีต่อตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดดก่อนฝึก (Pre-test), ระหว่างฝึก (Mid-test) และหลังฝึก (Post-test) โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกชาย 30 คน ที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ มีสมรรถภาพทางกายพร้อมที่จะทำการทดลอง โดยผ่านการตรวจสุขภาพและมีเอกสารรับรองเป็นลายลักษณ์อักษรลงนามจากแพทย์ที่ทำการตรวจ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Repeated measure ANOVA และนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ โดยมีความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ หรือค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

## สรุปผลการค้นพบ

จากข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ทำให้สรุปได้ว่า ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ และกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน ส่งผลต่อตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดด โดยภาพรวมพบว่าทั้ง 3 รูปแบบ ส่งผลดีต่อพัฒนาการตัวแปรเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดดในทิศทางที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังฝึก 8 สัปดาห์ และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหลังฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียงส่งผลดีต่อค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกโดยเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในพื้นแนวราบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังฝึก 8 สัปดาห์ ในขณะเดียวกัน ยังพบความแตกต่างภายในกลุ่มทั้ง 3 กลุ่มในแต่ละตัวแปร ซึ่งส่งผลดีในทิศทางเดียวกันโดยมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นหลังฝึก 8 สัปดาห์ ซึ่งในแต่ละกลุ่มแต่ละตัวแปรมีพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันในแต่ละช่วงระยะเวลาการฝึก ดังจะนำเสนอในการอภิปรายผลต่อไป

## อภิปรายผล

จากผลสรุปการค้นพบของการวิจัย สามารถอภิปรายผลการทดสอบสมมติฐานการวิจัยได้ดังนี้

**1. พลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิก**

พลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกมีหน่วยวัดเป็นวัตต์ โดยพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิก เป็นความสามารถในการทำงานของร่างกายโดยไม่ใช้พลังงานแบบออกซิเจน ซึ่งมีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งในนักกีฬาหลายประเภท ที่ต้องการพัฒนาพลัง เพื่อแสดงทักษะความสามารถของร่างกายในรูปแบบกิจกรรมที่ต้องใช้ความเร็วสูงสุดเท่าที่เป็นไปได้ในระยะเวลาที่สั้นที่สุด Castagna et al. (2009) นอกจากนี้ พลังในเชิงแอนแอโรบิกยังช่วยให้นักกีฬาสามารถออกแรงสูงสุดในการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหว และประสิทธิภาพการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิกจะช่วยให้นักกีฬาสร้างอัตราการเร่งความเร็วในการเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว เพื่อให้เกิดความเร็วสูงสุดในการเคลื่อนที่ พลังในเชิงแอนแอโรบิกสามารถทดสอบ โดยการปั่นจักรยานวินเกท ในช่วงที่ผู้ทดสอบต้องใช้ความพยายามออกสูงสุดปั่นจักรยานช่วง 5 วินาทีแรก เป็นการแสดงค่าของการใช้พลังเชิงแอนแอโรบิก

ในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า หลังจากการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียงการฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบและการฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสานเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียงมีค่าเฉลี่ยของการใช้พลังเชิงแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวราบหลังฝึก 4 สัปดาห์ และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียงมีค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกเท่ากับ 795.74 วัตต์ และกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวราบเท่ากับ 628.91 วัตต์ และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังฝึก 8 สัปดาห์ โดยกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียงมีค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกเท่ากับ 824.41 วัตต์ และกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวราบเท่ากับ 668 วัตต์

พบความแตกต่างภายระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนฝึก และหลังฝึก 8 สัปดาห์ โดยแต่ละกลุ่มมีค่าเฉลี่ย ดังนี้ กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นที่ลาดเอียงจาก 736.65 วัตต์เป็น 824.41 วัตต์ กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในพื้นที่แนวราบจาก 613.78 วัตต์เป็น 668.10 วัตต์ และกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสานจาก 686.07 วัตต์ เป็น 721.67 วัตต์

พบความแตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านพัฒนาการพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้นแต่ละช่วงก่อนฝึกและหลังฝึกทั้ง 3 กลุ่ม มีพัฒนาการพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้นทุกช่วงระยะการฝึก คือ ก่อนฝึก และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8

เมื่อพิจารณาค่าขนาดอิทธิพลพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกของแต่ละกลุ่ม หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นที่ลาดเอียงมีค่าขนาดอิทธิพลมากที่สุด คือ 0.865 รองลงมา คือ กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสานเท่ากับ 0.758 และน้อยที่สุด คือ กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวราบเท่ากับ 0.707 สรุปได้ว่า รูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียงส่งผลต่อการพัฒนาพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิก มากกว่ารูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวราบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุของการฝึกพลัยเมตริกที่มีความแตกต่างกันด้านสภาพแวดล้อม พบว่าทั้ง 3 กลุ่ม มีพัฒนาการพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกช่วงการฝึกเมื่อพิจารณาค่าขนาดอิทธิพลพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกของแต่ละกลุ่มหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 อาจเป็นไปได้ว่า การฝึกพลัยโอเมตริกมีประสิทธิภาพมากพอที่จะส่งผลต่อการพัฒนาพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกทั้งในสภาพพื้นแนวราบ และแนวพื้นลาดเอียง สอดคล้องกับ Radcliffe and Farentions (1985 อ้างถึงใน เจริญ กระบวนรัตน์, 2557) การฝึกพลัยโอเมตริกสามารถส่งผลให้เกิดการพัฒนากำลังของกล้ามเนื้อและความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพและด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นวิธีการฝึกที่ต้องใช้ความพยายามสูงสุดในการออกแรงเคลื่อนที่ในลักษณะของการกระโดดในรูปแบบที่หลากหลาย ซึ่งกล้ามเนื้อต้องมีการหดตัวด้วยความรวดเร็วและรุนแรงเพื่อกระตุ้นการปฏิกิริยาการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อ ให้สามารถสั่งการได้มากที่สุด ได้เร็วยิ่งขึ้น จึงทำให้การทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อแบบวงจรการยืดเหยียดออกและหดตัวสั้นเข้า Willmore and Costill (2008) กล่าวว่า การฝึกพลัยโอเมตริกได้ถูกนำมาใช้เพื่อกระตุ้นปฏิกิริยาสะท้อนกลับจากการยืดของกล้ามเนื้อ เพื่อระดมประสาทควบคุมการเคลื่อนไหว มากระตุ้นกล้ามเนื้อให้ออกแรงมากขึ้น จึงส่งผลการหดตัว สร้างและปล่อยพลังอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้สามารถพัฒนาพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกได้มีประสิทธิผล (ประทุม ม่วงมี, 2527; เจริญ กระบวนรัตน์, 2557) ดังนั้น การฝึกพลัยโอเมตริกยังคงเป็นวิธีการฝึกที่ส่งผลต่อเพิ่มสมรรถนะพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกทั้ง 3 กลุ่ม Komi, Rusko, Vos, and Vihko (1977) รูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกสามารถพัฒนาสมรรถนะพลัง ความแข็งแรง และความสูงในการกระโดดให้กับนักกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพ Brown (2007) กล่าวว่า การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกยังเป็นรูปแบบการฝึกที่กระตุ้นกล้ามเนื้อให้ออกแรงสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ในช่วงเวลาสั้น ๆ ซึ่งเป็นพื้นฐานการฝึก ที่ตั้งอยู่บนรากฐานวงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อแต่ละ

ครั้ง ผลของการฝึกสามารถเพิ่มพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งสอดคล้องกับ Luebbers et al. (2003) ที่ได้ศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมติก และการฟื้นคืนสภาพต่อสมรรถนะด้านการกระโดด และพลังเชิงแอนแอโรบิก พบว่า การฝึกพลัยโอเมติกสามารถพัฒนาสมรรถนะพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เหตุผลอีกประการหนึ่ง คือ การที่กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นที่ลาดเอียงมีค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกเพิ่มมากกว่ากลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังฝึก 8 สัปดาห์ เป็นไปได้ว่าความลาดเอียง 15 องศา ส่งผลต่อการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อแบบวงจรการยืดเหยียดออก และหดตัวสั้นเข้าโดยความลาดเอียงจะบังคับให้ข้อเท้ามีการทำมุมลักษณะกระดกปลายเท้า เมื่อทำการกระโดดจะทำให้ข้อเท้ามีการเหยียดปลายเท้าออกเพิ่มมากขึ้น เพิ่มความพยายามสูงสุดในการออกแรงกระโดด ระบบประสาทกล้ามเนื้อ จึงถูกกระตุ้นการทำงานแบบวงจรการยืดเหยียดออก และหดตัวสั้นมากขึ้น จะส่งผลทำให้การทำงานของระบบประสาทหน่วยยนต์ ได้รับการกระตุ้นเพิ่มมากขึ้น กล้ามเนื้อมีการสร้างแรงหดตัวอย่างรวดเร็วรุนแรง ส่งผลให้มีการพัฒนาสมรรถนะทางด้านพลัง ความแข็งแรง ความเร็ว เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Kannas et al. (2011) ที่ทำการศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมติกแนวพื้นลาดเอียงต่อความสามารถในการกระโดด พบว่า หลังจากการฝึกพลัยโอเมติกแนวพื้นลาดเอียง โดยใช้มุมของความลาดเอียงในระดับ 15 องศา เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มฝึกพลัยโอเมติกแนวพื้นลาดเอียง มีสมรรถนะด้านการกระโดดมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**2. การยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity)**

การยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก มีหน่วยวัดเป็นวัตต์ โดยความสามารถในการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก เป็นความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อในการออกแรงสูงสุดหดตัวซ้ำ ๆ ต้านแรงต้าน เพื่อรักษาพลังและความเร็วสูงสุดในการเคลื่อนที่ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งของทักษะเฉพาะกีฬา เช่น การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด พร้อมกับพยายามรักษาอัตราความเร็วสูงสุดนั้นไว้ให้นานที่สุด หรือยืดระยะของการใช้ความเร็วให้ค่อยลดลง เพื่อที่จะได้ระยะทางของการวิ่ง ให้มากที่สุด หรือจากการทดสอบด้วยการปั่นจักรยานวินเกท นักกีฬาต้องออกแรงปั่นจักรยานด้วยความพยายามสูงสุด และในขณะเดียวกัน ต้องรักษาความเร็วสูงสุดที่ทำได้ให้นานที่สุด ด้วยการทดสอบการปั่นจักรยานวินเกท ในช่วงที่ผู้ทดสอบต้องใช้ความพยายามออกสูงสุด ปั่นจักรยานช่วง 5 วินาทีแรก เป็นค่าแสดงการใช้พลังเชิงแอนแอโรบิก และค่าเฉลี่ยของเวลาทุก ๆ 5 วินาที การออกแรงพยายามสูงสุดของการปั่นจักรยาน 30 วินาที จะแสดงผลของความสามารถในการยืนระยะในเชิงแอนแอโรบิกของนักกีฬาที่มีความสามารถออกแรงด้วยกำลังสูงที่สุด และรักษากำลังในการใช้

ความเร็วนั้นให้ได้นานที่สุด ซึ่งถือว่านักกีฬาคนนั้นได้เปรียบในรูปแบบที่เรียกว่า การยืนระยะในเชิงแอนโรบิกมากกว่านักกีฬาคนอื่น ๆ

ในการวิจัยครั้งนี้พบว่า หลังจากการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง การฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบและการฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสานเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน พบว่า ค่าเฉลี่ยของการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก ส่งผลดีต่อการเปลี่ยนแปลงต่อการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้น ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มในช่วงก่อนฝึกและหลังฝึก ในสัปดาห์ที่ 8 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบพัฒนาการตามช่วงระยะเวลาการฝึกระหว่างสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 4 ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบความแตกต่างภายในกลุ่ม ว่ามีเพียงกลุ่มเดียวที่มีพัฒนาการการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกช่วงการฝึก คือ กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง และพบความแตกต่างภายในกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสานในสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยมีพัฒนาการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิกหลังฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นที่ลาดเอียงมีค่าเฉลี่ยการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิกมากกว่า คือ 548.55 วัตต์ รองลงมา คือ กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสานเท่ากับ 507.68วัตต์ ในขณะเดียวกัน ไม่พบความแตกต่างภายในกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในพื้นแนวราบ สรุปได้ว่า รูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นที่ลาดเอียงส่งผลต่อการพัฒนาพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกมากกว่ารูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวราบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สาเหตุที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิกของกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง และกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน อาจมีเหตุผลในแนวทางเดียวกันกับพัฒนาการค่าเฉลี่ยพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิก ของกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียงที่เพิ่มขึ้น มากกว่ากลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ แสดงว่าความลาดเอียง 15 องศา ส่งผลต่อการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อแบบวงจรการยืดเหยียดออก และหดตัวสั้นเข้า โดยความลาดเอียงจะบังคับให้ข้อเท้ามีการทำมุมลักษณะกระดกปลายเท้า เมื่อทำการกระโดด จะทำให้ข้อเท้ามีการเหยียดปลายเท้าออกเพิ่มมากขึ้น มีการเพิ่มความพยายามสูงสุดในการออกแรงกระโดดระบบประสาทกล้ามเนื้อ จึงทำให้เกิดการกระตุ้นการทำงานแบบวงจรการยืดเหยียดออก และหดตัวสั้นเข้า มากขึ้น ส่งผลให้การทำงานของระบบประสาทหน่วยยนต์ได้การกระตุ้นเพิ่มมากขึ้น กล้ามเนื้อมีการสร้างแรงหดตัวอย่างรวดเร็วรุนแรง ส่งผลให้มีการพัฒนาสมรรถนะทางด้านพลัง ความแข็งแรง ความเร็ว เพิ่มขึ้น และอาจส่งผลต่อส่งผลต่อการกระตุ้นการทำงานของ Proprioceptors ของร่างกาย ได้แก่ Muscle spindle, Golgi

tendon organ (GTO) และ Joint capsule ligamentous receptors ซึ่งการกระตุ้นตัวรับรู้ เหล่านี้ เป็นสาเหตุให้มีการเร่งเร้า การยับยั้ง และการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานระหว่างกล้ามเนื้อกลุ่มหลักและกลุ่มตรงกันข้าม ทั้ง Muscle spindle และ GTO นี้เป็นตัวรับรู้พื้นฐานสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก (เพียรชัย คำวงษ์, 2537; Kannas et al., 2011) ด้วยเหตุนี้ จึงส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิกในกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง และกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน

**3. สมรรถนะการเร่งความเร็ว**

สมรรถนะการเร่งความเร็ว มีหน่วยการวัดเป็นเวลา หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการใช้พลังสูงสุดในการออกแรงเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว เพื่อให้เกิดความเร็วสูงสุดในการเคลื่อนที่ด้วยระยะเวลาที่สั้นที่สุด ระยะทางของการวิ่งที่เป็นช่วงของการสร้างอัตราการเร่งความเร็ว จะอยู่ในช่วง 40 ถึง 60 เมตร เช่น จังหวะการออกตัววิ่งระยะทางสั้น ๆ ของนักฟุตบอล หรือเคลื่อนที่เปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็วฉับพลันควบคู่กับทักษะกีฬา จึงต้องอาศัยพลังเชิงแอนแอโรบิก และประสิทธิภาพการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก เพื่อสร้างการเร่งความเร็วในการเคลื่อนที่ และใช้ทักษะเฉพาะกีฬาให้เกิดประสิทธิภาพ และสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน การสร้างความสามารถในการเร่งความเร็วให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ต้องอาศัยความสามารถในการทำงานประสานกัน ระหว่างกล้ามเนื้อและระบบประสาทสั่งการ เพื่อให้เกิดการทำงานของกล้ามเนื้อในการหดตัวแบบพลังระเบิด เมื่อนักกีฬาสามารถพัฒนาการเคลื่อนไหวแบบพลังระเบิดที่มีประสิทธิภาพ ก็จะทำให้การออกตัวสร้างอัตราเร่งความเร็วมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การฝึกพลัยโอเมติกจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยเสริมสร้างสมรรถนะการเร่งความเร็วให้กับนักกีฬา ในการวิจัยครั้งนี้ทำการวัดสมรรถนะการเร่งความเร็วด้วยการวิ่งระยะ 40 เมตร ด้วยเครื่องวัดความเร็วแบบ Fusion sport smart speed timing gates

ในการวิจัยครั้งนี้พบว่า หลังจากการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง การฝึกพลัยโอเมตริกในพื้นแนวราบ และการฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วันนั้น พบว่า การฝึกพลัยโอแมตริกทั้ง 3 รูปแบบ ส่งผลดีต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยการเร่งความเร็วเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ในช่วงระยะเวลาก่อนฝึก และหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการเร่งความเร็วเพิ่มขึ้นภายในกลุ่ม พบว่า ทั้ง 3 กลุ่มมีความแตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในช่วงระยะเวลาการหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง มีค่าเฉลี่ยการเร่งความเร็วเท่ากับ 5.2001 วินาที กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน มีค่าเฉลี่ยการเร่งความเร็วเท่ากับ 5.2010 วินาที และกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในพื้นแนวราบ มีค่าเฉลี่ยการเร่งความเร็วเท่ากับ 5.5700 วินาที

แสดงให้เห็นว่า กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง ทำเวลาการเร่งความเร็วได้เร็วที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน และกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในพื้นแนวราบ ทำเวลาได้ช้าที่สุด

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่มด้านพัฒนาการแต่ละช่วงระยะเวลาการฝึก ระหว่างสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 4 ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบความแตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง และกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน มีพัฒนาการของการเร่งความเร็วเพิ่มขึ้นทั้ง 3 ช่วงฝึก ในขณะที่กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ มีความแตกต่างกันภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึง หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง และกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน มีพัฒนาการของการเร่งความเร็วเพิ่มขึ้นได้เร็ว และเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกว่ากลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ

จากผลการศึกษา เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุของการฝึกพลัยเมตริกที่มีความแตกต่างกันด้านสภาพแวดล้อม พบว่า ทั้ง 3 กลุ่ม มีพัฒนาการของการเร่งความเร็วเพิ่มขึ้นหลังฝึกครบ 8 สัปดาห์ ซึ่งมีเหตุผลที่สอดคล้องกับการอภิปรายผลตัวแปรพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิก ที่แสดงให้เห็นถึงรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริก ยังส่งผลดีต่อการเพิ่มสมรรถนะการเร่งความเร็วในทิศทางเดียวกัน เจริญ กระบวนรัตน์ (2557) กล่าวว่า การฝึกพลัยโอเมตริกให้ประโยชน์และคุณค่าต่อการเพิ่มศักยภาพให้นักกีฬา สามารถนำไปใช้ในการเพิ่มอัตราการเร่งความเร็วในการเคลื่อนไหวหรือการเคลื่อนที่ของร่างกายด้วยการใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน ซึ่งสอดคล้องกับ Spinks, Murphy, Spinks, and Lockie (2007) ที่ทำการศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อสมรรถนะการเร่งความเร็วในนักกีฬาฟุตบอล และนักรักบี้ ระยะเวลาของการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า การฝึกพลัยโอเมตริกส่งผลต่อการเพิ่มสมรรถนะการเร่งความเร็วในนักกีฬาฟุตบอล และนักรักบี้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับ Sedano, Matheu, Redondo, and Cuadrado (2011) ที่ได้ศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อสมรรถนะการเร่งความเร็วของนักฟุตบอลระดับเยาวชนระยะเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า การฝึกพลัยโอเมตริกมีผลต่อการเพิ่มสมรรถนะการเร่งความเร็วของนักฟุตบอลระดับเยาวชนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**4. ความสามารถในการกระโดด (Jumping ability)**

ความสามารถในการกระโดดเป็นความสามารถของร่างกายที่ใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยไม่เกิดกรดแลคติก ซึ่งเป็นความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อที่อยู่ในรูปแบบของพลัง เป็นสมรรถภาพทางกายซึ่งมีความสำคัญยิ่งในกีฬาหลายประเภท เช่น บาสเกตบอล

วอลเลย์บอล แบดมินตัน ตะกร้อ โดยกีฬาเหล่านี้ต้องมีการเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะควบคู่กับการกระโดดอยู่ตลอดเวลา โดยในเกมการแข่งขัน นักกีฬาต้องทำการกระโดดซ้ำ ๆ หลาย ๆ รูปแบบ และหลากหลายทิศทาง ดังนั้น นักกีฬาที่มีความสามารถในการกระโดดลอยตัวอยู่ได้นาน ย่อมมีความได้เปรียบในการสร้างจังหวะ และโอกาสการทำคะแนนให้กับตนเอง หรือทีมของตนได้ดี นอกจากนี้ ถ้านักกีฬายังคงรักษาประสิทธิภาพของการทำซ้ำในการกระโดดได้นานตลอดเกมการแข่งขัน ก็จะเป็นการแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการยืนระยะของการใช้พลังในเชิงแอนแอโรบิคได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการทดสอบความสามารถในการกระโดด โดยใช้เครื่องมือ Smart jump หรือ Smart jump lite manual ในการทดสอบครั้งนี้

**ความสามารถในการกระโดดสูงแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง Height**

ความสามารถในการกระโดดสูงแนวดิ่ง ด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง มีหน่วยวัดเป็นเซนติเมตร นักกีฬาที่สามารถสร้างพลังในการกระโดดสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควบคู่ไปกับการใช้ทักษะกีฬาที่ดี ย่อมส่งผลต่อความได้เปรียบในจังหวะของการทำคะแนนในการแข่งขัน การฝึกพลัยโอเมตริก จึงเป็นอีกหนึ่งวิธีการที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการกระโดดสูงของนักกีฬาหลายประเภท เช่น กีฬาวอลเลย์บอล บาสเกตบอล แบดมินตัน เป็นต้น

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ พบว่า หลังจากการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง การฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบ และการฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ความสามารถในการกระโดดสูงแนวดิ่ง ด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง ทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า การฝึกพลัยโอแมตริกทั้ง 3 รูปแบบ ส่งผลดีต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยความสามารถในการกระโดดสูงแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มในช่วงระยะเวลาก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสามารถในการกระโดดสูงแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง ภายในกลุ่ม พบว่า ทั้ง 3 กลุ่มมีความแตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในช่วงระยะเวลาก่อนฝึก และการหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง ค่าเฉลี่ยความสามารถในการกระโดดสูงแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้งจาก 36.16 เซนติเมตร เป็น 44.93 เซนติเมตร กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสานจาก 38.92 เซนติเมตร เป็น 43.84 เซนติเมตร และกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวราบจาก 35.75 เซนติเมตร เป็น 40.18 เซนติเมตร

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่ม ด้านพัฒนาการแต่ละช่วงระยะเวลาการฝึก ระหว่างสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 4 ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ทั้ง 3 กลุ่ม มีความแตกต่างด้านพัฒนาการความสามารถในการกระโดดสูงแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทั้ง 3 ช่วงฝึก คือ ระหว่างสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 4 ช่วงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 1 ถึงหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8

เมื่อพิจารณาค่าขนาดอิทธิพลความสามารถในการกระโดดสูงแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง ของแต่ละกลุ่ม หลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง มีค่าขนาดอิทธิพลมากที่สุด เท่ากับ 0.935 กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน เท่ากับ 0.713 และกลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกในแนวราบเท่ากับ 0.735

จากผลการศึกษา เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุของการฝึกพลัยเมตริกที่มีความแตกต่างด้านสภาพแวดล้อม พบว่า ทั้ง 3 กลุ่ม ส่งผลต่อพัฒนาการความสามารถในการกระโดดสูงแนวดิ่ง ด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังฝึกครบ 8 สัปดาห์ แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกมีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อการเพิ่มความสามารถในการกระโดดสูงแนวดิ่งด้วยความพยายามสูงสุด 1 ครั้ง เนื่องจากการฝึกพลัยโอเมตริก การออกกำลังกาย หรือการฝึกบริหารร่างกาย ที่รวมไว้ซึ่งกำลังความแข็งแรง และความรวดเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ เพื่อการเคลื่อนไหวอย่างฉับพลัน (Dintiman & Ward, 1988; Fraley, 1995 อ้างถึงใน เจริญ กระบวนรัตน์, 2557) ด้วยลักษณะที่มีความเฉพาะของการฝึกพลัยโอเมตริก ที่มีกระบวนการทำงานของกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย การยืดเหยียดออกของเอ็นกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วก่อน ตามด้วยการหดของกล้ามเนื้อสั้นเข้าอย่างฉับพลัน ซึ่งเป็นการทำงานในรูปแบบวงจรการยืดเหยียดออกและหดสั้นเข้า (Stretch-shortening cycle) จึงส่งผลต่อการเพิ่มความสูงในการกระโดดในแนวดิ่ง ซึ่งสอดคล้อง Matavulj, Kukolj, Ugarkovic, Tihanyi, and Jaric (2001) ที่พบว่า รูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกส่งผลพัฒนาความสามารถในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการศึกษาของ Manouras, Papanikolaou, Karatrantou, Kouvarakis, and Gerodimos (2016) ที่ศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกต่อความเร็วของการวิ่ง สมรรถนะการกระโดดของนักกีฬาฟุตบอล ระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ความเร็วของการวิ่ง สมรรถนะการกระโดดของนักกีฬาฟุตบอลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการศึกษาของ Chelly et al. (2010) ที่ทำการศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกระยะเวลาสั้น ต่อสมรรถนะของการกระโดด และความเร็วในการวิ่งของนักกีฬาฟุตบอลที่ทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า สมรรถนะของการกระโดดในแนวดิ่ง และความเร็วในการวิ่งของนักกีฬาฟุตบอลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Meylan and Malatesta (2009) ที่ได้ศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกในนักกีฬาฟุตบอลระดับเยาวชน โดยทำการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า การฝึกพลัยโอเมตริกส่งผลต่อการเพิ่มความสามารถในการกระโดดสูงในนักกีฬาฟุตบอลระดับเยาวชนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับ Fatouros et al. (2000) ที่ศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริก การฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกแบบผสมผสานต่อ

สมรรถนะในการกระโดด และความแข็งแรงของขาในกลุ่มตัวอย่าง เพศชาย จำนวน 40 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มฝึกตามรูปแบบการฝึก เป็นระยะเวลาฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีสมรรถนะการกระโดด และความแข็งแรงของขาเพิ่มขึ้นทั้ง 4 กลุ่ม

## สรุปผลการการวิจัย

จากข้อมูลที่ปรากฏ ทำให้สามารถสรุปได้ว่า วิธีการฝึกพลัยโอเมตริกทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นลาดเอียง การฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบและการฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน หลังฝึก 8 สัปดาห์ พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยตัวแปรพลังสูงสุดเชิงแอนแอโรบิกของกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นที่ลาดเอียงสูงกว่ากลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแนวราบ และพบความแตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแนวราบ และกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสานส่งผลดีต่อการเพิ่มสมรรถนะตัวแปรการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถในการกระโดดหลังฝึก 8 สัปดาห์ เหมือนกัน

## ข้อเสนอแนะ

### สำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

การนำรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกทั้ง 3 รูปแบบ ไปปรับใช้เพื่อพัฒนาพลังเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถของการกระโดด ควรพิจารณาถึงประสบการณ์พื้นฐานความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความแตกต่างทางประสบการณ์ด้านการกีฬา และการออกกำลังกายของแต่ละบุคคล แล้วเลือกใช้วิธีการฝึกพลัยโอเมตริกแต่ละรูปแบบให้เหมาะสมเฉพาะเจาะจงกับทักษะกีฬาแต่ละชนิด เช่น หากเป็นนักกีฬาที่มีประสบการณ์และมีพื้นฐานความแข็งแรงกล้ามเนื้อเป็นอย่างดี ควรเลือกใช้การฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง ในช่วงการเตรียมความพร้อมสมรรถภาพทางกายก่อนการแข่งขัน ช่วง 4 ถึง 6 สัปดาห์ ก่อนการแข่งขัน เนื่องจากการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียง ส่งผลต่อการพัฒนาพลังเชิงแอนแอโรบิก การเร่งความเร็ว และความสามารถของการกระโดดได้มากกว่า และเร็วกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกแนวพื้นราบและสำหรับบุคคลทั่วไปที่มีสุขภาพดี ควรเตรียมความพร้อมของร่างกายด้วยการฝึกความแข็งแรงก่อนอย่างน้อย 6 ถึง 8 สัปดาห์ ก่อนเข้าสู่รูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริก ควรเริ่มฝึกพลัยโอเมตริกในแนวราบก่อน ในช่วงแรก ตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน และการฝึกพลัยโอเมตริกในแนวพื้นลาดเอียงในช่วงสุดท้าย

**สำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป**

1. ควรทำการศึกษาการฝึกพลัยโอเมตริกทั้ง 3 รูปแบบ ร่วมการฝึกวิ่งขึ้นเนินด้วยความเร็ว โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬาที่มีพื้นฐานความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นอย่างดี

2. ควรทำการศึกษาการฝึกพลัยโอเมตริกทั้ง 3 รูปแบบ ในระยะเวลาของการฝึกที่ 4 ถึง 6 สัปดาห์

# รายการอ้างอิง


เจริญ กระบวนรัตน์. (2557). *วิทยาศาสตร์การฝึกสอนกีฬา.* กรุงเทพฯ: สินธนาก๊อปปี้เซ็นเตอร์.

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

เพียรชัย คำวงษ์. (2537). *เอกสารประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬาภาควิชากายภาพบำบัด.* เชียงใหม่: คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ระพินทร์ โพธิ์ศรี. (2549). *สถิติเพื่อการวิจัย.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สนธยา สีละมาด. (2560). *หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Allerheiligen, B., & Rogers, R. (1995). Plyometrics program design. *Strength & Conditioning Journal, 17*(4), 26-31.

Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2000). *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics

Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2008). *Essentials of strength training and conditioning* (3nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Beam, W. C., & Adams, G. M. (2014). *Exercise physiology laboratory manual* (7th ed.). New York: McGraw-Hill.

Bedi, J. F., Cresswell, A. G., Engel, T. J., & Nicol, S. M. (1987). Increase in jumping height associated with maximal effort vertical depth jumps. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 58*(1), 11-15.

Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C., & Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height?. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 28*, 1402-1412.

*BodyTastic is the Australian distributor for extreme elite plyometric boxes*. (n.d.). Retrieved from http://bodytastic.com.au/product/plyometric-box/

Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2015). *Periodization training for sports* (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Brown, A. C., Wells, T. J., Schade, M. L., Smith, D., & Fehling, P. C. (2007). Effects of plyometric training versus traditional weight training on strength, power, and aesthetic jumping ability in female collegiate dancers. *Journal of Dance Medicine & Science, 11*(2), 38-44.

Brown, L. E. (2007). *Strength training: National strength and conditioning association*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Burkett, B. (2010). *Sport mechanics for coaches* (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Byrne, C., Twist, C., & Eston, R. (2004). Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine, 34*(1), 49-69.

Castagna, C., Chaouachi, A., Rampinini, E., Chamari, K., & Impellizzeri, F. (2009). Anaerobic and aerobic performances in elite basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *23*(7), 1982-1987.

Chelly, M. S., Ghenem, M. A., Abid, A. K., Hermassi, S., Tabka, Z., & Shephard, R. J. (2010). Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump-and sprint performance of soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(10), 2670-2676.

Chmielewski, T. L., Myer, G. D., Kauffman, D., & Tillman, S. M. (2006). Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: Physiological responses and clinical application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 36*(5), 308-319.

Chu, D. A. (1995). *Power tennis training*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Chu, D. A. (1998). *Jumping into plyometrics* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Chu, D. A., Faigenbaum, A. D., & Falkel, J. E. (2006). *Progressive plyometrics for kids.* Monterey, CA: Healthy Learning.

Chu, D. A., & Myer, G. D. (2013). *Plyometrics: Dynamic strength and explosive power.* Champaign, IL: Human Kinetics.

*Computer.* (n.d.). Retrieved from http://www.afrindex.com/buying_leads/detail_1492/

*Digital electronic theodolite.* (n.d.). Retrieved from https://www.surveying.com/en/digital-electronic-theodolite.html

Dintiman, G. B., & Ward, R. D. (1988). *Sport speed* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Enoka, R. M. (2008). *Neuromechanics of human movement* (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, N., Kostopoulos, N. & Buckenmeyer, P. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 14*(4), 470-476.

Ferruggia, J. (2016). *How to burn more fat with hill sprints.* Retrieved from http://www.mensfitness.com

*Focus exercise: Weighted jump squats*. (n.d.). Retrieved from http://athletefit.com/training-blog/focus-exercise-weighted-jump-squats/

*Fusion sport smart speed timing gates and jump mat*. (n.d.). Retrieved from https://www.scoop.it/t/postzoo- com/p/4037249760/2015/02/13/fusion-sport-smart-speed-timing-gates-and-jump-mat

*Fusion sport smart speed timing gates and jump mat free ads.* (n.d.). Retrieved from http://postzoo.blogspot.com/2015/02/fusion-sport-smart-speed-timing-gates.html

Gaudette, J. (2011). *3 Reasons explosive hill sprints will make you run faster.* Retrieved from https://runnersconnect.net/explosive-hill-sprints/

Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2000). *Textbook of medical physiology* (10th ed.). Philadeplphia, PA: Saunders.

Heck, H., Schulz, H., & Bartmus, U. (2003). Diagnostics of anaerobic power and capacity. *European Journal of Sport Science, 3*(3), 1-23.

Hewett, T. E., Stroupe, A. L., Nance, T. A., & Noyes, F. R. (1996). Plyometric training in female athletes: Decreased impact forces and increased hamstring torques. *The American Journal of Sports Medicine, 24*(6), 765-773.

Holcomb, W. R., Kleiner, D. M., & Chu, D. A. (1998). Plyometrics: Considerations for safe and effective training. *Strength & Conditioning Journal, 20*(3), 36-41.

Hudson, B. (2009). *Short+steep+swift = strength.* Retrieved from http://www.runnerworld.com

*Hurdle jump & hold.* (n.d.). Retrieved from http://squashmagazine.ussquash.com/2014/03/deceleration-the-art-of-slowing-down-part-3-2/

Imbo, W. (2015). *The benefits of hill training.* Retrieved from http://boxlifemagazine.com/the-benefits-of-hill-training/

Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Martino, F., Fiorini, S., & Wisloff, U. (2008). Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. *British Journal of Sports Medicine, 42*(1), 42-46.

Jacoby, E., & Fraley, B. (1995). *Complete book of jumps.* Champaign, IL: Human Kinetics.

Kannas, T. M., Kellis, E., & Amiridis, I. G. (2011). Biomechanical differences between incline and plane hopping. *Journal of Strength and Conditioning Research, 25*(12), 3334-3341.

Kannas, T. M., Kellis, E., & Amiridis, I. G. (2012). Incline plyometrics-induced improvement of jumping performance. *European Journal of Applied Physiology, 112*(6), 2353-2361.

Kiraly, K., & Shewman, B. (1999). *Beach volleyball*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Komi, P. V. (2003). Stretch-shortening cycle. In P. V. Komi (Ed.). *Strength and power in sport* (2nd ed.). Oxford: Blackwell Science.

Komi, P. V., Rusko, H., Vos, J., & Vihko, V. (1977). Anaerobic performance capacity in athletes. *Acta Physiologica, 100*(1), 107-114.

Kraemer, W. J., Ratamess, N., Fry, A. C., Triplett-McBride, T., Koziris, L. P., Bauer, J. A., Lynch, J. M., & Fleck, S. J. (2000). Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. *The American Journal of Sports Medicine, 28*(5), 626-633.

LaChance, P. (1995). Plyometric exercise. *Strength & Conditioning Journal, 17*(4), 16-23.

Luebbers, P. E., Potteiger, J. A., Hulver, M. W., Thyfault, J. P., Carper, M. J., & Lockwood, R. H. (2003). Effects of plyometric training and recovery on vertical jump performance and anaerobic power. *Journal of Strength and Conditioning Research, 17*(4), 704-709.

Manouras, N., Papanikolaou, Z., Karatrantou, K., Kouvarakis, P., & Gerodimos, V. (2016). The efficacy of vertical vs. horizontal plyometric training on speed, jumping performance and agility in soccer players. *International Journal of Sports Science & Coaching, 11*(5), 702-709.

Martel, G. F., Harmer, M. L., Logan, J. M., & Parker, C. B. (2005). Aquatic plyometric training increases vertical jump in female volleyball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 37*(10), 1814-1819.

Martens, R. (2012). *Successful coaching* (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Matavulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J., & Jaric, S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 41*(2), 159-64.

Matt, P. (2016). *Hill sprints for neuromuscular fitness*. Retrieved from https://runnersconnect.net/sprint-training-program-for-novice-runners

Matthews, P. B. (1990). The knee jerk: Still an enigma?. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, 68*(3), 347-354.

Meylan, C., & Malatesta, D. (2009). Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 23*(9), 2,605-2,613.

Mihalik, J., Libby, J., Battaglini, C., & McMurray, R. (2008). Comparing short-term complex and compound training programs on vertical jump height and power output. *Journal of Strength & Conditioning Research, 22*(1), 47-53.

*Monark 894E anaerobic wingate ergometer*. (n.d.). Retrieved from https://www.rehabmart.com/product/monark-894e-anaerobic-wingate-ergometer-46030.html

*New design plastic maker cones soccer training cones.* (n.d.). Retrieved from https://m.alibaba.com/showroom/plastic-soccer-cones.html

Ozbar, N., Ates, S., & Agopyan, A. (2014). The effect of 8-week plyometric training on leg power, jump and sprint performance in female soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research, 28*(10), 2888-2894.

Phillips, M. (2016). *Hill sprints for neuromuscular fitness*. Retrieved from https://runnersconnect.net/sprint-training-program-for-novice-runners

Radcliffe, J., & Farentinos, R. (2015). *High-powered plyometrics* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Rassier, D. E., & Herzog, W. (2005). Force enhancement and relaxation rates after stretch of activated muscle fibres. In *Proceedings biological sciences* (pp. 475-480). n.p.

Ratamess, N. (2012). *ACSM's Foundations of strength training and conditioning.* New York: McGraw-Hill.

Sedano, S., Matheu A., Redondo, J. C., & Cuadrado, G. (2011). Effects of plyometric training on explosive strength, acceleration capacity and kicking speed in young elite soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 51*(1), 50-58.

*Seiko S141 300 memory stopwatch.* (n.d.). Retrieved from http://www.amazon.com/Seiko-S141-300-Memory-Stopwatch/dp/B0069Q3CFE

Sharkey, B. J., & Gaskill, S. E. (2006). *Sport physiology for coaches*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Sheppard, J. M., Cronin, J. B., Gabbett, T. J., McGuigan, M. R., Etxebarria, N., & Newton, R. U. (2008). Relative importance of strength, power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 22*(3), 758-765.

Spinks, C. D., Murphy, A. J., Spinks, W. L., & Lockie, R. G. (2007). The effects of resisted sprint training on acceleration performance and kinematics in soccer, rugby union, and Australian football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *21*(1), 77-85.

*Stanley fiberglass measuring long tape 50 metre 34-263, 1 pcs*. (n.d.). Retrieved from https://www.amazon.com/Stanley-Fiberglass-Measuring-Metre-34-263/dp/B01F7J7L82

Stone, M. H., & O'Bryant, H. S. (1987). *Weight training: A scientific approach*. Edina, MN: Burgess International Group.

Svantesson, U., Grimby, G., & Thomee, R. (1994). Potentiation of concentric plantar flexion torque following eccentric and isometric muscle actions. *Acta Physiologica, 152*(3), 287-293.

Track Star USA. (2018). *How to run the 100 m*. Retrieved from http://trackstarusa.com/how-to-run-the-100m/

Voight, M., Dravoitch, P., & Tippett, S. (1995). Plyometric. In M. Albert (Ed.), *Eccentric muscle training in sports and orthopaedics* (pp. 61-88). New York: Churchill Livingstone.

Wathen, D. (1993). Literature review: Explosive/ plyometric exercises. *Strength and Conditioning*, *15*(3), 17-19.

Wilk, K. E., Voight, M. L., Keirns, M. A., Gambetta, V., Andrews, J. R., & Dillman, C. J. (1993). Stretch-shortening drills for the upper extremities: Theory and clinical application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 17*(5), 225-239.

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

Wilson, G. J., Murphy, A. J., & Giorgi, A. (1996). Weight and plyometric training: Effects on eccentric and concentric force production. *Canadian Journal of Applied Physiology, 21*(4), 301-315.

Zupan, M. F., Arata, A. W., Dawson, L. H., Wile, A. L., Payn, T. L., & Hannon, M. E. (2009). Wingate anaerobic test peak power and anaerobic capacity classifications for men and women intercollegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research, 23*(9), 2598-2604.

# ภาคผนวก

**ภาคผนวก ก**

โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก

# โปรแกรมฝึกสำหรับการวิจัย

## โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นที่ลาดเอียง (Incline surface plyometric)

ระยะการฝึก จำนวน 8 สัปดาห์

ใช้ฝึกกับ กลุ่มตัวอย่างที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นที่ลาดเอียง (Incline surface plyometric)

ทำการฝึกซ้อม ทำการฝึกซ้อมตามโปรแกรมในวันจันทร์, วันพุธ และวันศุกร์

ช่วงเวลาฝึก 16.00-17.30 น.

**ขั้นตอนการฝึกโปรแกรม**

ขั้นอบอุ่นร่างกาย 10-20 นาที

ขั้นฝึกซ้อม 40-50 นาที

กิจกรรมในการฝึก รูปแบบตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก ในแต่ละสัปดาห์

ขั้นคูลดาวน์ 10-20 นาที

**หมายเหตุ**

1. โปรแกรมนี้ใช้แนวทางการออกแบบตามหลักทฤษฎีของ Chu (1998), Radcliffe and Farentinos (2015), Baechle and Earle (2000) และเจริญ กระบวนรัตน์ (2557)

2. โปรแกรมนี้ใช้ความลาดเอียงของพื้นที่ ประมาณ 15 องศา ตามแนวทางการศึกษาของ Kannas et al. (2011)

3. ก่อนเข้าสู่โปรแกรมฝึก กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกความแข็งแรงด้วยการฝึกความแข็งแรงด้วยน้ำหนัก (Weight training) 6 สัปดาห์

4. การอบอุ่นร่างกายและการคูลดาวน์ ให้กลุ่มตัวอย่าง ทำการวิ่งจ๊อกกิ้ง และทำยืดเหยียดกล้ามเนื้อ รวมถึงฝึกการเคลื่อนไหวที่มีควรความใกล้เคียงกับท่าทางของกิจกรรมที่ต้องฝึกตามโปรแกรมโดยใช้ความพยายาม 40-50 เปอร์เซ็นต์ ของชีพจรสูงสุด ใช้เวลาโดยรวม 10-20 นาที

5. ทดสอบสมรรถนะเชิงแอนแอโรบิกพลังในเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic power) สมรรถภาพการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity)

6. การเร่งความเร็ว (Acceleration) ความสามารถในการกระโดด (Vertical jumping ability)ในสัปดาห์ที่ 4 เพื่อปรับโปรแกรมการฝึกในสัปดาห์ต่อไป

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นลาดเอียง (Incline plyometric) สัปดาห์ที่ 1-2**

| วัน | สัปดาห์ที่ทำการฝึกตามโปรแกรมในแต่ละสัปดาห์ และท่าฝึก และจำนวนการทำซ้ำ | จำนวนเที่ยวหรือยก (Set) ในการฝึกต่อวัน | จำนวนรวมของการกระโดดทั้งหมดครั้งต่อวัน | ความหนักหรือความพยายามสูงสุดที่ทำการฝึกเปอร์เซ็นต์อัตราการชีพจรสูงสุด | กิจกรรมระหว่างพัก |
|---|---|---|---|---|---|
| วันจันทร์, วันพุธ และ วันศุกร์ | Front box jump (ความสูงของกล่อง 20 เซนติเมตร) 10 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | 138 ครั้ง | 85-100 % | เดิน และวิ่ง (Jogging) เบา ๆ ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ |
| | Split jumps 12 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Double leg front cone hope 12 ครั้ง x 3 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 3 | | | |

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นลาดเอียง (Incline surface plyometric) สัปดาห์ที่ 3-5**

| วัน | ท่าฝึกและจำนวนการทำซ้ำ | จำนวนเที่ยวหรือยก (Set) ในการฝึกต่อวัน | จำนวนรวมของการกระโดดทั้งหมดครั้งต่อวัน | ความหนักหรือความพยายามสูงสุดที่ทำการฝึกเปอร์เซ็นต์ อัตราการชีพจรสูงสุด | กิจกรรมระหว่างพัก |
|---|---|---|---|---|---|
| วันจันทร์, วันพุธ และ วันศุกร์ | One front box jump (ความสูงของกล่อง 40 เซนติเมตร) 8 ครั้ง x 3 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 3 | 150 ครั้ง | 85-100 % | เดิน และวิ่ง (Jogging) เบา ๆ ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ |
| | Tuck jumps 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Double leg bounding 10 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Hurdle jumps (ความสูงของรั้ว 20 เซนติเมตร) 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นลาดเอียง (Incline surface plyometric) สัปดาห์ที่ 6-8**

| วัน | ท่าฝึกและจำนวนการทำซ้ำ | จำนวนเที่ยวหรือยก (Set) ในการฝึกต่อวัน | จำนวนรวมของการกระโดดทั้งหมดครั้งต่อวัน | ความหนักหรือความพยายามสูงสุดที่ทำการฝึกเปอร์เซ็นต์ อัตราการชีพจรสูงสุด | กิจกรรมระหว่างพัก |
|---|---|---|---|---|---|
| วันจันทร์, วันพุธ และ วันศุกร์ | Depth jump (ความสูงของกล่อง 60 เซนติเมตร) 6 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 5 นาที | 4 | 146 ครั้ง | 85-100 % | เดิน และวิ่ง (Jogging) เบา ๆ ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ |
| | Tuck jumps 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Single leg bounding 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Hurdle jumps (ความสูงของรั้ว 40 เซนติเมตร) 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |

## โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นบนที่แนวราบ (Flat surface plyometric training)

ระยะการฝึก จำนวน 8 สัปดาห์

ใช้ฝึกกับ กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นบนที่แนวราบ (Flat surface plyometric training)

ทำการฝึกซ้อม ทำการฝึกซ้อมตามโปรแกรมในวันจันทร์, วันพุธ และวันศุกร์

ช่วงเวลาฝึก 16.00-17.30 น.

**ขั้นตอนการฝึกโปรแกรม**

1. ขั้นอบอุ่นร่างกาย 10-20 นาที
2. ขั้นฝึกซ้อม 40-50 นาที
3. กิจกรรมในการฝึก รูปแบบตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก ในแต่ละสัปดาห์
4. ขั้นคูลดาวน์ 10-20 นาที

**หมายเหตุ**

1. โปรแกรมนี้ใช้แนวทางการออกแบบตามหลักทฤษฎีของ Chu (1998), Radcliffe and Farentinos (2015), Baechle and Earle (2000) และเจริญ กระบวนรัตน์ (2557)

2. ก่อนเข้าสู่โปรแกรมฝึก กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกความแข็งแรงด้วยการฝึกความแข็งแรงด้วยน้ำหนัก (Weight training) 6 สัปดาห์

3. การอบอุ่นร่างกายและการคูลดาวน์ ให้กลุ่มตัวอย่าง ทำการวิ่งจ๊อกกิ้ง และทำยืดเหยียดกล้ามเนื้อ รวมถึงฝึกการเคลื่อนไหวที่มีควรความใกล้เคียงกับท่าทางของกิจกรรมที่ต้องฝึกตามโปรแกรมโดยใช้ความพยายาม 40-50 เปอร์เซ็นต์ ของชีพจรสูงสุด ใช้เวลาโดยรวม 10-20 นาที

4. ทดสอบสมรรถนะเชิงแอนแอโรบิกพลังในเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic power) สมรรถภาพการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic Capacity) การเร่งความเร็ว (Acceleration) ความสามารถในการกระโดด (Vertical jumping ability) ในสัปดาห์ที่ 4 เพื่อปรับโปรแกรมการฝึกในสัปดาห์ต่อไป

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นบนที่แนวราบ (Flat surface plyometric training) สัปดาห์ที่ 1-2**

| วัน | สัปดาห์ที่ทำการฝึกตามโปรแกรมในแต่ละสัปดาห์ และท่าฝึก และจำนวนการทำซ้ำ | จำนวนเที่ยวหรือยก (Set) ในการฝึกต่อวัน | จำนวนรวมของการกระโดดทั้งหมดครั้งต่อวัน | ความหนักหรือความพยายามสูงสุดที่ทำการฝึกเปอร์เซ็นต์อัตราการชีพจรสูงสุด | กิจกรรมระหว่างพัก |
|---|---|---|---|---|---|
| วันจันทร์, วันพุธ และวันศุกร์ | Front box jump (ความสูงของกล่อง 20 เซนติเมตร) 12 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | 142 ครั้ง | 85-100% | เดิน และวิ่ง (Jogging) เบา ๆ ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ |
| | Split jumps 15 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Double leg front cone hope 12 ครั้ง x 3 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 3 | | | |

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นบนที่แนวราบ (Flat surface plyometric training) สัปดาห์ที่ 3-5**

| วัน | ท่าฝึกและจำนวนการทำซ้ำ | จำนวนเที่ยวหรือยก (Set) ในการฝึกต่อวัน | จำนวนรวมของการกระโดดทั้งหมดครั้งต่อวัน | ความหนักหรือความพยายามสูงสุดที่ทำการฝึกเปอร์เซ็นต์ อัตราการชีพจรสูงสุด | กิจกรรมระหว่างพัก |
|---|---|---|---|---|---|
| วันจันทร์, วันพุธ และ วันศุกร์ | One front box jump (ความสูงของกล่อง 40 เซนติเมตร) 10 ครั้ง x 3 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 3 | 158 ครั้ง | 85-100 % | เดิน และวิ่ง (Jogging) เบา ๆ ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ |
| | Tuck jumps 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Double leg bounding 12 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Hurdle jumps (ความสูงของรั้ว 20 เซนติเมตร) 12 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นบนที่แนวราบ (Flat surface plyometric training) สัปดาห์ที่ 6-8**

| วัน | ท่าฝึกและจำนวนการทำซ้ำ | จำนวนเที่ยวหรือยก (Set) ในการฝึกต่อวัน | จำนวนรวมของการกระโดดทั้งหมดครั้งต่อวัน | ความหนักหรือความพยายามสูงสุดที่ทำการฝึกเปอร์เซ็นต์ อัตราการชีพจรสูงสุด | กิจกรรมระหว่างพัก |
|---|---|---|---|---|---|
| วันจันทร์, วันพุธ และ วันศุกร์ | Depth jump (ความสูงของกล่อง 60 เซนติเมตร) 10 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 5 นาที | 4 | 150 ครั้ง | 85-100% | เดิน และวิ่ง (Jogging) เบา ๆ ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ |
| | Tuck jumps 10 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Single leg bounding 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Hurdle jumps (ความสูงของรั้ว 40 เซนติเมตร) 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |

# เครื่องมือในการทำวิจัย

## โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริก แบบผสมผสาน (Combined plyometric training)

ระยะการฝึก จำนวน 8 สัปดาห์

ใช้ฝึกกับ กลุ่มตัวอย่างที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นที่ลาดเอียง (Incline plyometric training)

ฝึกสลับวันกับ โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นบนที่แนวราบ (Flat surface plyometric training)

ทำการฝึกซ้อม ทำการฝึกซ้อมตามโปรแกรม

**ช่วงสัปดาห์ที่ 1** วันจันทร์ (Flat surface plyometric training), วันพุธ (Incline surface plyometric) และวันศุกร์ (Flat surface plyometric training)

**ช่วงสัปดาห์ที่ 2** วันจันทร์ (Incline surface plyometric training), วันพุธ (Flat surface plyometric training) และวันศุกร์ (Incline surface plyometric training)

**ช่วงสัปดาห์ที่ 3** วันจันทร์ (Flat surface plyometric training), วันพุธ (Incline surface plyometric training) และวันศุกร์ (Flat surface plyometric training)

**ช่วงสัปดาห์ที่ 4** วันจันทร์ (Incline surface plyometric), วันพุธ (Flat surface plyometric training) และวันศุกร์ (Incline surface plyometric training)

**ช่วงสัปดาห์ที่ 5** วันจันทร์ (Flat surface plyometric training), วันพุธ (Incline surface plyometric training) และวันศุกร์ (Flat surface plyometric training)

**ช่วงสัปดาห์ที่ 6** วันจันทร์ (Incline surface plyometric training), วันพุธ (Flat surface plyometric training) และวันศุกร์ (Incline surface plyometric training)

**ช่วงสัปดาห์ที่ 7** วันจันทร์ (Flat surface plyometric training), วันพุธ (Incline surface plyometric training) และวันศุกร์ (Flat surface plyometric training)

**ช่วงสัปดาห์ที่ 8** วันจันทร์ (Incline surface plyometric training), วันพุธ (Flat surface plyometric training) และวันศุกร์ (Incline surface plyometric training)

ช่วงเวลาฝึก 16.00-17.30 น.

**ขั้นตอนการฝึกโปรแกรม**

1. ขั้นอบอุ่นร่างกาย 10-20 นาที
2. ขั้นฝึกซ้อม 40-50 นาที

3. กิจกรรมในการฝึก รูปแบบตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริก ในแต่ละสัปดาห์

4. ขั้นคูลดาวน์ 10-20 นาที

**หมายเหตุ**

1. โปรแกรมนี้ใช้แนวทางการออกแบบตามหลักทฤษฎีของ Chu (1998), Radcliffe and Farentinos (2015), Baechle and Earle (2000) และเจริญ กระบวนรัตน์ (2557)

2. โปรแกรมนี้ใช้ความลาดเอียงของพื้นที่ ประมาณ 15 องศา ตามแนวทางการศึกษาของ Kannas et al. (2011)

3. ก่อนเข้าสู่โปรแกรมฝึก กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกความแข็งแรงด้วยการฝึกความแข็งแรงด้วยน้ำหนัก (Weight training) 6 สัปดาห์

4. การอบอุ่นร่างกายและการคูลดาวน์ ให้กลุ่มตัวอย่าง ทำการวิ่งจ๊อกกิ้ง และทำยืดเหยียดกล้ามเนื้อ รวมถึงฝึกการเคลื่อนไหวที่มีควรความใกล้เคียงกับท่าทางของกิจกรรมที่ต้องฝึกตามโปรแกรมโดยใช้ความพยายาม 40-50 เปอร์เซ็นต์ ของชีพจรสูงสุด ใช้เวลาโดยรวม 10-20 นาที

5. ทดสอบสมรรถนะเชิงแอนแอโรบิกพลังในเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic power) สมรรถภาพการยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity) การเร่งความเร็ว (Acceleration) ความสามารถในการกระโดด (Vertical jumping ability) ในสัปดาห์ที่ 4 เพื่อปรับโปรแกรมการฝึกในสัปดาห์ต่อไป

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริก แบบผสมผสาน (Combined plyometric training) สัปดาห์ที่ 1**

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นบนที่แนวราบ (Flat surface plyometric training)**

| วัน | ท่าฝึกและจำนวนการทำซ้ำ | จำนวนเที่ยวหรือยก (Set) ในการฝึกต่อวัน | จำนวนรวมของการกระโดดทั้งหมดครั้งต่อวัน | ความหนักหรือความพยายามสูงสุดที่ทำการฝึกเปอร์เซ็นต์ อัตราการชีพจรสูงสุด | กิจกรรมระหว่างพัก |
|---|---|---|---|---|---|
| วันจันทร์, และ วันศุกร์ | One front box jump (ความสูงของกล่อง 40 เซนติเมตร) 10 ครั้ง x 3 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 3 | 158 ครั้ง | 85-100% | เดิน และวิ่ง (Jogging) เบา ๆ ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ |
| | Trunk jumps 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Double leg bounding 12 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Hurdle jumps (ความสูงของรั้ว 20 เซนติเมตร) 12 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริก แบบผสมผสาน (Combined plyometric training) สัปดาห์ที่ 2**

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นลาดเอียง (Incline surface plyometric)**

| วัน | สัปดาห์ที่ทำการฝึกตามโปรแกรมในแต่ละสัปดาห์ และท่าฝึก และจำนวนการทำซ้ำ | จำนวนเที่ยวหรือยก (Set) ในการฝึกต่อวัน | จำนวนรวมของการกระโดดทั้งหมดครั้งต่อวัน | ความหนักหรือความพยายามสูงสุดที่ทำการฝึกเปอร์เซ็นต์อัตราการชีพจรสูงสุด | กิจกรรมระหว่างพัก |
|---|---|---|---|---|---|
| วันจันทร์และวันพุธ | Front box jump (ความสูงของกล่อง 20 เซนติเมตร)<br>10 ครั้ง x 4 เซต<br>พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | 138 ครั้ง | 85-100% | เดิน และวิ่ง (Jogging) เบา ๆ ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ |
| | Split jumps<br>12 ครั้ง x 4 เซต<br>พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Double leg front cone hope<br>12 ครั้ง x 3 เซต<br>พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 3 | | | |

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริก แบบผสมผสาน (Combined plyometric training) สัปดาห์ที่ 3**

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นบนที่แนวราบ (Flat surface plyometric training)**

| วัน | ท่าฝึกและจำนวนการทำซ้ำ | จำนวนเที่ยวหรือยก (Set) ในการฝึกต่อวัน | จำนวนรวมของการกระโดดทั้งหมดครั้งต่อวัน | ความหนักหรือความพยายามสูงสุดที่ทำการฝึกเปอร์เซ็นต์ อัตราการชีพจรสูงสุด | กิจกรรมระหว่างพัก |
|---|---|---|---|---|---|
| วันจันทร์, และ วันศุกร์ | One front box jump (ความสูงของกล่อง 40 เซนติเมตร) 10 ครั้ง x 3 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 3 | 158 ครั้ง | 85-100% | เดิน และวิ่ง (Jogging) เบา ๆ ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ |
| | Trunk jumps 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Double leg bounding 12 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Hurdle jumps (ความสูงของรั้ว 20 เซนติเมตร) 12 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริก แบบผสมผสาน (Combined plyometric training) สัปดาห์ที่ 4**

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นลาดเอียง (Incline surface plyometric training)**

| วัน | ท่าฝึกและจำนวนการทำซ้ำ | จำนวนเที่ยวหรือยก (Set) ในการฝึกต่อวัน | จำนวนรวมของการกระโดดทั้งหมดครั้งต่อวัน | ความหนักหรือความพยายามสูงสุดที่ทำการฝึกเปอร์เซ็นต์ อัตราการชีพจรสูงสุด | กิจกรรมระหว่างพัก |
|---|---|---|---|---|---|
| วันจันทร์และวันพุธ | One front box jump (ความสูงของกล่อง 40 เซนติเมตร) 8 ครั้ง x 3 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 3 | 150 ครั้ง | 85-100% | เดิน และวิ่ง (Jogging) เบา ๆ ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ |
| | Trunk jumps 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Double leg bounding 10 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Hurdle jumps (ความสูงของรั้ว 20 เซนติเมตร) 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริก แบบผสมผสาน (Combined plyometric training) สัปดาห์ที่ 5**

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นบนที่แนวราบ (Flat surface plyometric training)**

| วัน | ท่าฝึกและจำนวนการทำซ้ำ | จำนวนเที่ยวหรือยก (Set) ในการฝึกต่อวัน | จำนวนรวมของการกระโดดทั้งหมดครั้งต่อวัน | ความหนักหรือความพยายามสูงสุดที่ทำการฝึกเปอร์เซ็นต์ อัตราการชีพจรสูงสุด | กิจกรรมระหว่างพัก |
|---|---|---|---|---|---|
| วันจันทร์ และ วันศุกร์ | One front box jump (ความสูงของกล่อง 40 เซนติเมตร) 10 ครั้ง x 3 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 3 | 158 ครั้ง | 85-100% | เดิน และวิ่ง (Jogging) เบา ๆ ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ |
| | Trunk jumps 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Double leg bounding 12 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Hurdle jumps (ความสูงของรั้ว 20 เซนติเมตร) 12 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริก แบบผสมผสาน (Combined plyometric training) สัปดาห์ที่ 6**

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นลาดเอียง (Incline surface plyometric training)**

| วัน | ท่าฝึกและจำนวนการทำซ้ำ | จำนวนเที่ยวหรือยก (Set) ในการฝึกต่อวัน | จำนวนรวมของการกระโดดทั้งหมดครั้งต่อวัน | ความหนักหรือความพยายามสูงสุดที่ทำการฝึกเปอร์เซ็นต์ อัตราการชีพจรสูงสุด | กิจกรรมระหว่างพัก |
|---|---|---|---|---|---|
| วันจันทร์และวันพุธ | One front box jump (ความสูงของกล่อง 40 เซนติเมตร) 8 ครั้ง x 3 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 3 | 150 ครั้ง | 85-100% | เดิน และวิ่ง (Jogging) เบา ๆ ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ |
| | Trunk jumps 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Double leg bounding 10 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Hurdle jumps (ความสูงของรั้ว 20 เซนติเมตร) 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริก แบบผสมผสาน (Combined plyometric training) สัปดาห์ที่ 7**

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นบนที่แนวราบ (Flat surface plyometric training)**

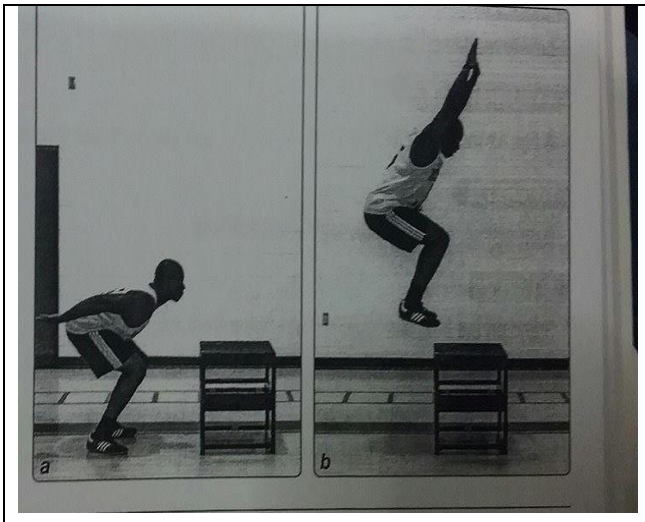
| วัน | ท่าฝึกและจำนวนการทำซ้ำ | จำนวนเที่ยวหรือยก (Set) ในการฝึกต่อวัน | จำนวนรวมของการกระโดดทั้งหมดครั้งต่อวัน | ความหนักหรือความพยายามสูงสุดที่ทำการฝึกเปอร์เซ็นต์ อัตราการชีพจรสูงสุด | กิจกรรมระหว่างพัก |
|---|---|---|---|---|---|
| วันจันทร์และวันศุกร์ | Depth jump (ความสูงของกล่อง 60 เซนติเมตร) 10 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 5 นาที | 4 | 150 ครั้ง | 85-100% | เดิน และ วิ่ง (Jogging) เบา ๆ ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ |
| | Trunk jumps 10 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Single leg bounding 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Hurdle jumps (ความสูงของรั้ว 40 เซนติเมตร) 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริก แบบผสมผสาน (Combined plyometric training) สัปดาห์ที่ 8**

**โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นลาดเอียง (Incline surface plyometric training)**

| วัน | ท่าฝึกและจำนวนการทำซ้ำ | จำนวนเที่ยวหรือยก (Set) ในการฝึกต่อวัน | จำนวนรวมของการกระโดดทั้งหมดครั้งต่อวัน | ความหนักหรือความพยายามสูงสุดที่ทำการฝึกเปอร์เซ็นต์ อัตราการชีพจรสูงสุด | กิจกรรมระหว่างพัก |
|---|---|---|---|---|---|
| วันจันทร์และวันพุธ | Depth jump (ความสูงของกล่อง 60 เซนติเมตร) 6 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 5 นาที | 4 | 146 ครั้ง | 85-100% | เดิน และวิ่ง (Jogging) เบา ๆ ร่วมกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ |
| | Trunk jumps 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Single leg bounding 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |
| | Hurdle jumps (ความสูงของรั้ว 40 เซนติเมตร) 8 ครั้ง x 4 เซต พักระหว่างเซต 3-5 นาที | 4 | | | |

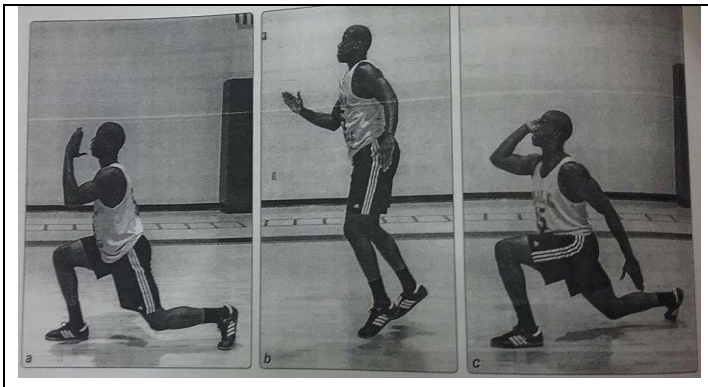
**ภาพแสดงการสาธิต ตัวอย่างวิธีการฝึกพลัยโอเมตริก ตามโปรแกรมฝึก**




**One front box jump**

**วิธีปฏิบัติ**

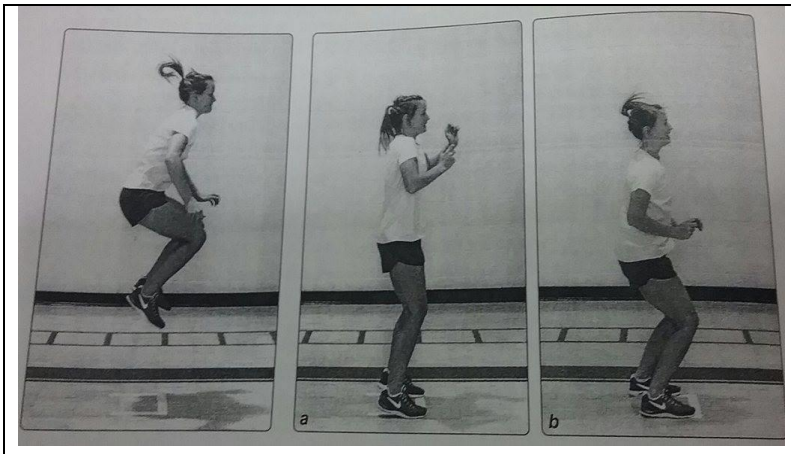
1. ท่าเตรียม ยืนแยกเท้าประมาณ 1 ช่วงไหล่ ย่อเข่าทำมุมประมาณ 90 องศา เหยียดแขนทั้งสองข้างไปด้านหลัง ถ่ายน้ำหนักตัวไปทางปลายเท้า
2. กระโดดขึ้นบนกล่องด้วยความพยายามสูงสุด ในขณะกระโดดต้อง ดึงเข่า เหวี่ยงแขนไปข้างหน้า อย่างรวดเร็ว




**Split jumps**

**วิธีปฏิบัติ**

1. ก้าวเท้าขวาไปข้างหน้า เข่าทำมุม 90 องศา เท้าหลังเท้าซ้ายทำมุมมากกว่า 90 องศา งอข้อศอกซ้าย ทำมุม 90 องศา แขนท่อนบนอยู่ในแนวขนานกับพื้น แขนขวาเหยียดตรงทางด้านหลัง
2. กระโดดสลับเท้าในแนวดิ่ง พร้อมกับเหวี่ยงแขนด้วยความความพยามสูงสุด ออกแรงยันเท้าที่อยู่ด้านหน้าด้วยกำลัง พยายามใช้เวลาให้น้อยที่สุดเท้าทั้งสองสัมผัสพื้น

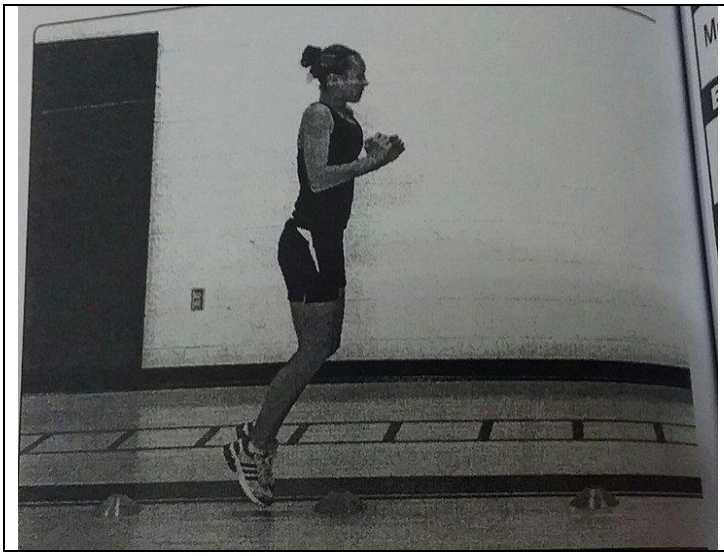



**Double leg jumps**

**(vertical jumps)**

**วิธีปฏิบัติ**

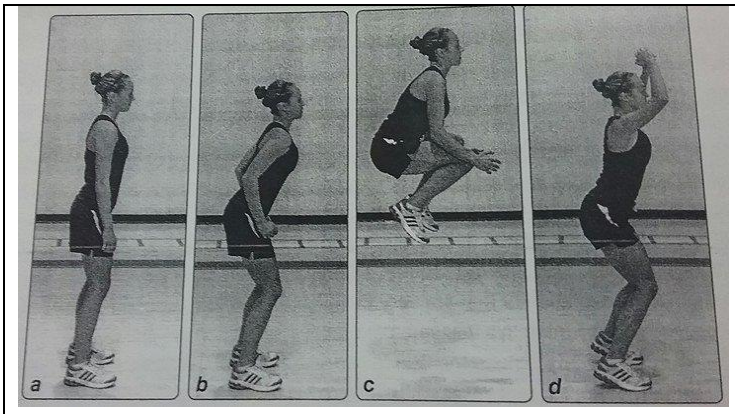
1. ท่าเตรียม ยืนแยกเท้าประมาณ 1 ช่วงไหล่ ย่อเข่าทำมุมประมาณ 90 องศา เหยียดแขนทั้งสองข้างไปด้านหลัง ถ่ายน้ำหนักตัวไปทางปลายเท้า
2. ใช้ความพยายามสูงสุดทำการกระโดดอยู่กับที่ทำต่อเนื่องในจังหวะของการกระโดดพยายามเหวี่ยงแขน ดึงเข่าไปข้างหน้า พยายามใช้เวลาให้น้อยที่สุดให้เท้าทั้งสองสัมผัสพื้นความสูงของการกระโดดประมาณเข่า



**Double leg front cone hope**

**วิธีปฏิบัติ**

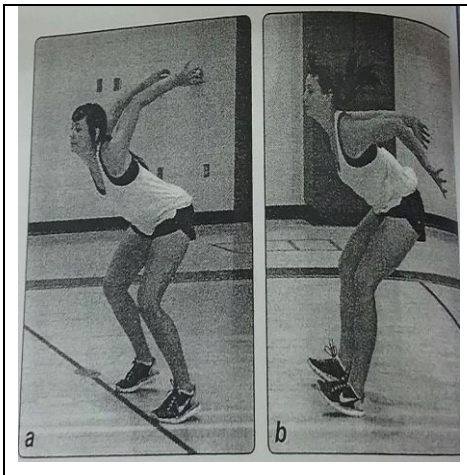
1. ทำการกระโดดเท้าคู่ข้าม Cone ไปทางด้านหน้า ใช้ความเร็วในการกระโดดพยายามใช้เวลาให้น้อยที่สุด ให้เท้าทั้งสองสัมผัสพื้น ไม่เน้นความสูงของการกระโดด




**Tuck jumps**

**วิธีปฏิบัติ**

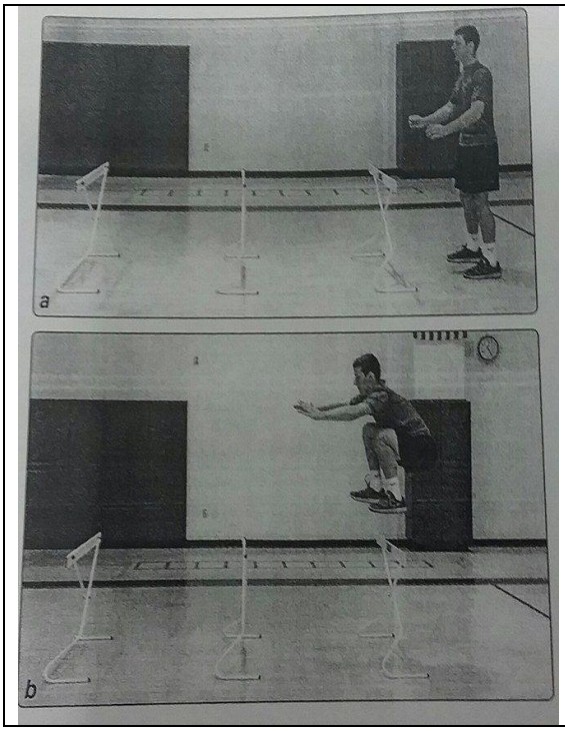
1. ท่าเตรียม ยืนแยกเท้าประมาณ 1 ช่วงไหล่ ย่อเข่าทำมุมประมาณ 90 องศา เหยียดแขนทั้งสองข้างไปด้านหลัง ถ่ายน้ำหนักตัวไปทางปลายเท้า ใช้ความพยายามสูงสุด ทำการกระโดดเคลื่อนที่ไปทางด้านหน้า ทำต่อเนื่องในจังหวะของการกระโดดพยายามเหวี่ยงแขนดึงเข่าชิดกลับหน้าอกให้มากที่สุด พยายามใช้เวลาให้น้อยที่สุด ให้เท้าทั้งสองสัมผัสพื้น เน้นความถี่และความเร็วในการกระโดดไม่เน้นระยะทาง




**Double leg bounding**

**วิธีปฏิบัติ**

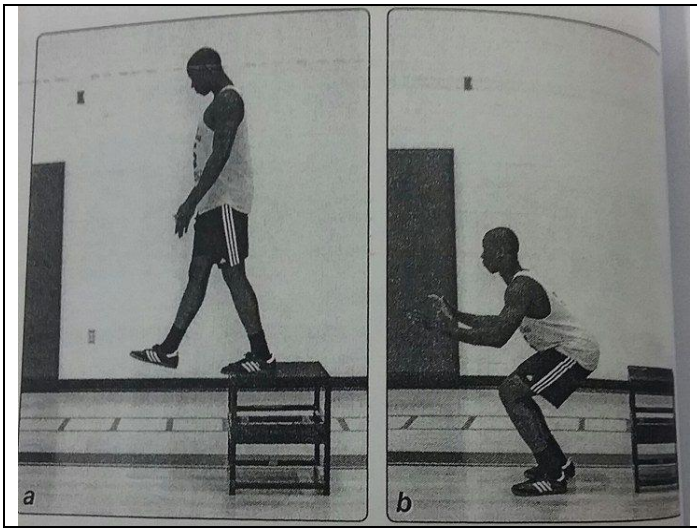
1. ท่าเตรียม ยืนแยกเท้าประมาณ 1 ช่วงไหล่ ย่อเข่าทำมุมประมาณ 90 องศา เหยียดแขนทั้งสองข้างไปด้านหลัง ถ่ายน้ำหนักตัวไปทางปลายเท้า
2. ใช้ความพยายามสูงสุด ทำการกระโดดเคลื่อนที่ไปทางด้านหน้า ทำต่อเนื่องในจังหวะของการกระโดดพยายามเหวี่ยงแขน พยายามใช้เวลาให้น้อยที่สุด ให้เท้าทั้งสองสัมผัสพื้น เน้นความถี่และความเร็ว และความไกลหรือระยะทางในการกระโดด



**Hurdle jumps**

**วิธีปฏิบัติ**

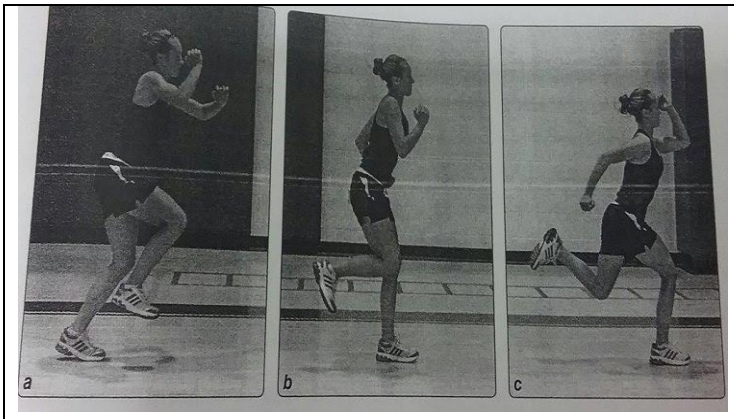
1. ท่าเตรียม ยืนแยกเท้าประมาณ 1 ช่วงไหล่ ย่อเข่าทำมุมประมาณ 90 องศา เหยียดแขนทั้งสองข้างไปด้านหลัง ถ่ายน้ำหนักตัวไปทางปลายเท้า
2. ใช้ความพยายามสูงสุด ทำการกระโดดข้ามรั้ว ทำต่อเนื่อง ด้วยกำลัง และความเร็ว ในจังหวะของการกระโดดพยายามเหวี่ยงแขนดึงเข่าชิดกลับหน้าอกให้มากที่สุด พยายามใช้เวลาให้น้อยที่สุดให้เท้าทั้งสองสัมผัสพื้น



**Depth jump**

**วิธีปฏิบัติ**

1. ยืนบนกล่อง ก้าวเท้าทิ้งตัวลงสู่พื้น ขณะลงสู่พื้นพยายามให้ปลายเท้าสัมผัสกับพื้นก่อนย่อเข่าเกร็งหน้าท้องเพื่อลดแรงกระแทก




**Single leg bounding**

**วิธีปฏิบัติ**

กระโดดสลับเท้าซ้ายและตามด้วยเท้าขวาไปข้างหน้าทีละก้าวอย่างต่อเนื่อง พยายามเข่าให้สูง ก้าวขาให้ยาวเพื่อเพื่อระยะความยาวของก้าวแต่ละก้าว ใช้ความพยายามสูงสุดในการออกแรงกระโดดและก้าวเท้า พยายามใช้เวลาให้น้อยที่สุดให้เท้าแต่ละข้างสัมผัสพื้น

**ภาคผนวก ข**

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

## เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

| | |
|---|---|
| | **อุปกรณ์ วินเกท (Wingate anaerobic test) ด้วยจักรยานวัดงานโมนาร์ค 828 อี ผลิตโดย ประเทศสวีเดนและคอมพิวเตอร์ พร้อมโปรแกรมทดสอบ Wingate** ใช้วัดความสามารถด้านสมรรถนะเชิงแอนแอโรบิก ประกอบด้วย 1. พลังในเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic power) 2. การยืนระยะเชิงแอนแอโรบิก (Anaerobic capacity) |
| (Monark 894E anaerobic wingate ergometer, n.d.; Computer, n.d.) | |

| | |
|---|---|
| | **เครื่อง Fusion sport smart speed performance การจับเวลาของการวิ่งระยะทาง40 เมตร** ใช้ความสามารถของการเร่งความเร็ว (Acceleration) |
| (Fusion sport smart speed timing gates and jump mat free ads, n.d.). | |

| | |
|---|---|
| (Fusion sport smart speed timing gates and jump mat, n.d.; Focus exercise: Weighted jump squats, n.d.) | **เครื่อง Fusion sports jumping performance analysis system ใช้วัดความสามารถในการกระโดด (Vertical jumping ability)** เพื่อวัด 4 ตัวแปร ในการศึกษา ได้แก่<br>1. Flight time (FT; ms)<br>2. Flight time to contract time ratio (FT/ CT)<br>3. Peak power output (PPO; Watts)<br>4. Height (Ht; cm) |

| | |
|---|---|
| รั้ว โคน และกล่องที่ใช้ฝึกกระโดด | นาฬิกาจับเวลา CASIO Stopwatchรุ่น Seiko S141 300 Memory Stopwatch |
| (BodyTastic is the Australian distributor for extreme elite plyometric boxes. n.d.; Hurdle jump & hold, n.d.; New design plastic maker cones soccer training cones, n.d.) | (Seiko S141 300 memory stopwatch, n.d.) |

| | |
|---|---|
| <br>เครื่องวัดความชันของพื้นที่ Theodolite | <br>ตลับเมตร |
| (Digital electronic theodolite, n.d.) | (Stanley fiberglass measuring long tape 50 metre 34-263, 1 pcs., n.d.) |

**ภาคผนวก ค**

แบบฟอร์มประวัติกลุ่มตัวอย่าง

**แบบฟอร์มประวัติกลุ่มตัวอย่าง**

ชื่อ…….....

สาขา…….ประเภท

กีฬา…….

อายุ……ปี ส่วนสูง……..ซม. น้ำหนักตัว……..กิโลกรัม

**รายการทดสอบ**

| ลำดับที่ | รายการทดสอบ | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Running speed 40 m. test | | | |
| 2 | Height | | | |
| 3 | FT (ms) | | | |
| 4 | PPO (watts) | | | |
| 5 | FT/ CT | | | |
| 6 | Wingate anaerobic test anaerobic power | | | |
| 7 | Wingate anaerobic test anaerobic capacity | | | |

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

**ภาคผนวก ง**

แบบฟอร์มใบลงเวลา Plometric project

## ใบลงเวลาเข้าร่วมกิจกรรม

Plyometric project กลุ่มฝึก……

วันที่/ เดือน/ ปี……...……

| ลำดับที่ | ชื่อ – นามสกุล | ID | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

(ลงชื่อ).....ผู้ควบคุม

(อาจารย์วรเชษฐ์ จันติยะ)

**ภาคผนวก จ**

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริก

**รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริก**

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนธยา สีละมาด สังกัด ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาสังกัด คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพิ่มศักดิ์ สุริยจันทร์ สังกัด สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถาวร กมุทศรี สังกัด วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล

4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพียรชัย คำวงษ์ สังกัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

5. อาจารย์ ดร.ชินวัฒน์ ไข่เกตุ สังกัด สาขาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่