การเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนด้วยการใช้ขาสองข้างและการใช้ขาข้างเดียวที่ส่งผลต่อสมรรถนะการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมหาวิทยาลัย

นายวรุตม์ บรรดาศักดิ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2566

A COMPARISON OF COMPLEX TRAINING PROGRAM BETWEEN BILATERAL AND UNILATERAL ON JUMPING PERFORMANCE IN MALE COLLEGE BASKETBALL PLAYERS

Mr. Warut Bandasak

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Sports and Exercise Science
Faculty of Sports Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2023

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนด้วยการใช้ขาสองข้างและการใช้ขาข้างเดียวที่ส่งผลต่อสมรรถนะการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมหาวิทยาลัย
โดย	นายวรุตม์ บรรดาศักดิ์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงนภัส เจริญพานิช)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วรุตม์ บรรดาศักดิ์ : การเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนด้วยการใช้ขาสองข้างและการใช้ขาข้างเดียวที่ส่งผลต่อสมรรถนะการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมหาวิทยาลัย. (A COMPARISON OF COMPLEX TRAINING PROGRAM BETWEEN BILATERAL AND UNILATERAL ON JUMPING PERFORMANCE IN MALE COLLEGE BASKETBALL PLAYERS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนด้วยการใช้ขาสองข้างและการใช้ขาข้างเดียวที่ส่งผลต่อสมรรถนะการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาบาสเกตบอลชาย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุ 18-25 ปี ผ่านเกณฑ์การคัดกรองความแข็งแรงด้วยท่า บาร์เบล แบค สควอท ที่ความหนัก 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว จำนวน 20 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน กำหนดกลุ่มด้วยวิธีการสุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยขาข้างเดียวและกลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยขาสองข้าง ฝึก 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ระยะเวลาฝึกต่อเนื่อง 6 สัปดาห์ โดยมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผลก่อน-หลังฝึก ทั้งหมด 2 ครั้ง ในหมวดของ สรีรวิทยาความแข็งแรงสูงสุดและตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ด้วยวิธีการวัดสถิติ Independent T-test และเปรียบเทียบผลก่อน-หลัง ภายในกลุ่มด้วยวิธีการวัดสถิติ Paired T-test โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ $p<.05$

ผลวิจัยพบว่า 1.การฝึกเชิงซ้อนด้วยการใช้ขาสองข้างและขาข้างเดียวสามารถพัฒนาสมรรถนะในการกระโดดได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2.หลังจากฝึกครบ 6 สัปดาห์ กลุ่มฝึกด้วยขาสองข้าง มีกล้ามเนื้อมากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 3. กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม มีความแข็งแรงสูงสุด ความสูงในการกระโดดและตัวแปรทางชีวกลศาสตร์หลังการฝึก 6 สัปดาห์ มากกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลโดยสรุปการฝึกเชิงซ้อนด้วยขาข้างเดียวและขาสองข้าง ด้วยระยะเวลา 6 สัปดาห์ ส่งผลต่อพัฒนาการของความแข็งแรงสูงสุดในกล้ามเนื้อขาและสมรรถนะการกระโดดได้เท่ากัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2566	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6470028539 : MAJOR SPORTS AND EXERCISE SCIENCE
KEYWORD: Complex training Unilateral Bilateral Jumping performance

Warut Bandasak : A COMPARISON OF COMPLEX TRAINING PROGRAM BETWEEN BILATERAL AND UNILATERAL ON JUMPING PERFORMANCE IN MALE COLLEGE BASKETBALL PLAYERS. Advisor: Assoc. Prof. Chaipat Lawsirirat, Ph.D.

The aim of this research was to compared the effects of unilateral and bilateral complex training programs on jumping performance in male college basketball players. Twenty basketball players, aged between 18-25 years, were recruited for this study. They were members of Chulalongkorn University basketball team and had relative maximal strength during a barbell back squat greater than 1.5 time of body weight and were divided into two groups: unilateral training (n=10) or bilateral training (n=10) group. Lower extremity maximal strength, jump height, and biomechanics variables were assessed before and after 6 weeks of training. Data were analyzed using independent t test and paired t test for between groups and within-group comparison.

These results showed that after 6 weeks of training 1) jumping performance did not differ (P>.05) between unilateral and bilateral training groups 2) lean body mass was greater (P<.05) in bilateral training than in unilateral training group, and 3) lower extremity maximal strength gain, jump height, and biomechanics variables did not differ between groups. In conclusion, a 6-week of unilateral or bilateral complex training is equally effective in improving lower extremity strength and jumping performance.

Field of Study:	Sports and Exercise Science	Student's Signature .....
Academic Year:	2023	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยเริ่มต้นการศึกษาระดับมหาบัณฑิตเมื่อปีการศึกษา 2564 ระหว่างที่มีโรคระบาด โควิด-19 ทำให้การเรียนในช่วงเริ่มต้นเป็นบรรยากาศที่ห้องเรียนเป็นการเรียนออนไลน์ แต่ด้วยความใส่ใจจากอาจารย์ผู้สอนทุกท่านในคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา ทำให้การศึกษาในเนื้อหาวิชาไม่มีความติดขัดและมีเวลาหาข้อมูลทางวิชาการมากขึ้น เมื่อสถานการณ์โรคระบาดคลายตัวลง การเรียนการสอนคืนสู่สภาวะปกติ ภายใต้การดูแล ของรองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ ที่ชี้แนะประเด็นทางวิชาการและให้โอกาสผู้วิจัยได้ฝึกหัดงานภาคสนาม จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอกล่าวคำขอบคุณเป็นพิเศษถึง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิกร อาภานุกูล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นงนภัส เจริญพานิช ที่สละเวลาส่วนตัวสำหรับชี้แนะข้อมูลทางวิชาการให้กับผู้วิจัย ผู้วิจัยทราบซึ้งใจและจดจำได้อยู่เสมอ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณนัฐพงษ์ สีพิกาและคุณธนารีย์ เจนเจริญวิลาศ ที่เอื้อเฟื้อแจ้งข่าวและข้อมูลสำคัญสำหรับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย วิทยานิพนธ์เล่มนี้จึงเสร็จสมบูรณ์ได้โดยสะดวก

และอีกส่วนสำคัญ คือ บุคลากรจากชมรมบาสเกตบอล โค้ชหมู คุณกฤต อิสริยชีวิน คุณก้อง สุรพศ ไกรเกตุ ทีมงานผู้ช่วยวิจัย คุณศุภกิตติ์ แก้วแหลมหญ้า คุณโอเพ่น กรรณรงค์ และคุณอัครยา ศีลสังวรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณถึงความร่วมมือและเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์การกีฬาจนงานทดลองผ่านไปได้ด้วยดี

ตลอดเวลาที่ผู้วิจัยศึกษาในระดับมหาบัณฑิต รั้วจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยต้องขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ คุณประพจน์ อัศววิรุฬหการ คุณนันทวัฒน์ บรมานันท์ และคุณวรรณภา ติระสังขะ ที่ให้ความเมตตาขัดเกลา หล่อหลอมให้เป็นบุคคลที่มีมาตรฐาน มีคุณภาพขึ้น และให้ความสนับสนุนผู้วิจัยในเสมอมา ผู้วิจัยซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่งและมีกำลังใจทำงานวิชาการต่อไป

ในส่วนสุดท้าย หากมีคุณประโยชน์ใดที่เกิดขึ้นจากการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยระลึกได้เสมอว่าส่วนใหญ่ในตัวตนของผู้วิจัย เกิดขึ้นจากการอบรมสั่งสอน เลี้ยงดูจากครอบครัวบรรดาศักดิ์ ที่มอบให้อย่างไม่เคยขาดตกบกพร่อง ขอกล่าวคำขอบคุณเป็นพิเศษถึง คุณภัทชญา ตังควัฒนกุล ที่อยู่ให้กำลังใจและสนับสนุนอยู่เสมอ ในสิ่งที่ผู้วิจัยอยากทำ แม้ต้องแลกมาด้วยความเหน็ดเหนื่อยของแรงกายแรงใจ

วรุตม์ บรรดาศักดิ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

1.3 คำถามในการวิจัย 6

1.4 สมมุติฐานการวิจัย 6

1.5 ขอบเขตการวิจัย 6

1.6 คำจำกัดความของการวิจัย 7

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

2.1 กีฬาบาสเกตบอล 11

2.1.1 ความเป็นมาของกีฬาบาสเกตบอลในต่างประเทศ 11

2.1.2 ความเป็นมาของบาสเกตบอลในประเทศไทย 14

2.2.1 องค์ประกอบของสมรรถนะทางกายที่เกี่ยวข้องกับกีฬาบาสเกตบอล 16

2.2.2 เกณฑ์ความสูงในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอล 19

2.3 ความสำคัญของสมรรถนะในการกระโดด 19

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.1 การฝึกเพื่อสร้างกำลังกล้ามเนื้อ (Explosive power) 21
2.3.2 การทำงานร่วมกันของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular skill and Co-ordination) 22
2.3.3 ความเร็ว-ความแข็งแรง เพื่อพัฒนาการระเบิดพลังกล้ามเนื้อ (Speed-strength for development of explosive muscular power) 22
2.4 องค์ประกอบที่สามารถพัฒนาสมรรถนะในการกระโดด 23
2.4.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength) 24
2.4.2 ความเร็ว (Speed) 28
2.4.3 พลังของกล้ามเนื้อ (Muscle power) 30
2.4.4 การทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscle coordination) 34
2.4.5 ระบบพลังงาน (Energy system) 37
2.5 หลักการฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการกระโดด 40
2.5.1 การฝึกเชิงซ้อน (Complex training) 40
2.5.2 การฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric training) 43
2.5.3 การฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance training) 50
2.5.4 การเปรียบเทียบการฝึกพลัยโอเมตริกและพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก (Compared plyometric and plyometric with weight) 51
2.5.5 การฝึกพลัยโอเมตริกจากแท่นกระโดด (Plyometric training on the box) 53
2.6 กลศาสตร์การเคลื่อนไหวของสมรรถนะในการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอล 55
2.6.1 ความเหมาะสมของมุมในการออกตัว 55
2.6.2 การฝึกเพื่อพัฒนาการเคลื่อนไหวเชิงกล 56
2.6.3 จำนวนครั้งที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มสมรรถนะในการกระโดด 57
2.7 กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา 58
2.7.1 การฝึกด้วยแรงต้านสำหรับขาสองและขาข้างเดียว (Bilateral and Unilateral Exercise) 58

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.7.2 การวางแผนและระยะเวลาของการฝึกกล้ามเนื้อ 61
2.7.3 การปรับตัวทางสรีรวิทยา 65
2.7.4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการของสมรรถนะการกระโดด 67
2.8 กรอบแนวคิดการวิจัย 76
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 78
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 78
3.2 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย 80
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 87
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 88
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 90
4.1 การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ฝึกด้วยขาข้างเดียวและฝึกด้วยขาสองข้าง ก่อน-หลังเข้ารับการฝึกที่ระยะเวลา 6 สัปดาห์ 91
4.2 การเปรียบเทียบผลการทดสอบ ก่อน-หลังเข้ารับการฝึกสำหรับกลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว 98
4.3 การเปรียบเทียบผลการทดสอบ ก่อน-หลังเข้ารับการฝึกสำหรับกลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง 102
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 106
5.1 สรุปผลการวิจัย 106
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 110
5.2.1 สรีรวิทยา 110
5.2.2 ความแข็งแรงสูงสุด 111
5.2.3 ชีวกลศาสตร์ 112
5.3 ข้อจำกัดจากการวิจัยครั้งนี้ 115
5.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 115
บรรณานุกรม 117
ภาคผนวก ก แบบสอบถามความพร้อมในการออกกำลังกาย (PAR-Q) 128

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข แบบบันทึกข้อมูล 129

ภาคผนวก ง แบบบันทึกผลการทดสอบ One-step jump, Countermovement jump with Arms swing และ Repeated jumps test 135

ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ประกอบการวิจัย 140

ภาคผนวก ฉ โปรแกรมการฝึก 143

ภาคผนวก ช การอบอุ่นร่างกายเพื่อเตรียมความพร้อมแบบมีการเคลื่อนไหวประกอบ (Dynamic Stretching) 147

ภาคผนวก ซ การคลายอุ่นร่างกาย (Static Stretching) 150

ภาคผนวก ฌ รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบมาตรฐานรูปแบบการฝึก 153

ภาคผนวก ญ แบบประเมินเนื้อหาและคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการฝึก 154

ภาคผนวก ฎ ผลการประเมินเนื้อหาของการวิจัยเปรียบเทียบแบบฝึกเชิงซ้อนด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียว (A comparison of Complex training between Bilateral and Unilateral training) 159

ประวัติผู้เขียน 161

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อ 27

ตารางที่ 2 ระบบพลังงานสำรองขณะประกอบกิจกรรมที่มีความหนักสูง 38

ตารางที่ 3 การสังเคราะห์เอทีพีและซีพีกลับคืน 38

ตารางที่ 4 การทดสอบหาค่าความแข็งแรงสูงสุด 82

ตารางที่ 5 การทดสอบหาค่าความสูงในการกระโดด 83

ตารางที่ 6 ตารางการฝึกเชิงซ้อน 85

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง มวลกล้ามเนื้อ และเปอร์เซ็นต์ไขมันเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม 91

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ น้ำหนัก มวลกล้ามเนื้อและเปอร์เซ็นต์ไขมันเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม 92

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงสูงสุดเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม 93

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงสูงสุดเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม 94

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวแปรทางชีวกลศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม 95

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวแปรทางชีวกลศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม 96

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนัก มวลกล้ามเนื้อและเปอร์เซ็นต์ไขมันก่อนและหลัง สำหรับกลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยขาข้างเดียว 98

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนและหลังของความแข็งแรงสูงสุด สำหรับกลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยขาข้างเดียว 99

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนและหลังของตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ สำหรับกลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยขาข้างเดียว 100

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนัก มวลกล้ามเนื้อและเปอร์เซ็นต์ไขมันก่อนและหลัง สำหรับกลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยขาสองข้าง 102

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนและหลังของความแข็งแรงสูงสุด สำหรับกลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยขาสองข้าง 103

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนและหลังของตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ สำหรับกลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยขาสองข้าง 104

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัยของแบบฝึกเชิงซ้อนด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียวที่อาจส่งผลต่อสมรรถนะการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมหาวิทยาลัย ดังตารางที่ 6 77

รูปที่ 2 แสดงตาราง Experimental chart ขั้นตอนการวิจัยของการเปรียบเทียบการฝึกเชิงซ้อนด้วยการใช้ขาสองข้างและขาข้างเดียวที่ส่งผลต่อสมรรถนะการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมหาวิทยาลัยและการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลในการเปรียบเทียบ โดยอ้างอิงตารางที่ 4 และตารางที่ 5 86

รูปที่ 3 การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม G*Power 132

รูปที่ 4 การฝึกบาร์เบล ซิงเกิ้ล เลค สควอท (Barbell Single leg squat) 134

รูปที่ 5 การฝึกบาร์เบล สควอท (Barbell squat) 134

รูปที่ 6 การทดสอบ Countermovement jump 136

รูปที่ 7 การทดสอบ One-step jump 137

รูปที่ 8 การทดสอบ Repeated jump test 138

รูปที่ 9 วิธีการทดสอบแรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อขา 139

รูปที่ 10 เครื่องวัดค่าความสูงในการกระโดดยี่ห้อยาร์ดสติ๊ก และเครื่องวัดดัชนีมวลกายยี่ห้อ Accuniq 140

รูปที่ 11 แผ่นตรวจรับแรง C-performance 141

รูปที่ 12 พาวเวอร์แร็คมาตรฐานและบาร์เบล, แผ่นน้ำหนัก Bumper plate และ กล่อง Plyometric box jump box 141

รูปที่ 13 แผ่นตรวจรับแรงกระแทก ยี่ห้อ Fitness technology รุ่น 400s (Force plate 400s) 142

รูปที่ 14 การฝึกบาร์เบล ซิงเกิ้ล เลค สควอท (Barbell Single leg squat) 145

รูปที่ 15 การฝึกซิงเกิ้ล เลค เด็พธ์ จั๊มพ์ (Single leg Depth jump) 145

รูปที่ 16 การฝึกบาร์เบล สควอท (Barbell back squat) 146

รูปที่ 17 การฝึกเด็พธ์ จั๊มพ์ (Depth jump) 146

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 18 ท่าออกกำลังกายเพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อฟอร์เวิร์ด แอนด์ เลทเทอรัล ลังค์เจส (Forward and Lateral lunges)..... 147

รูปที่ 19 ท่ากระตุ้นกล้ามเนื้อสเตรท เลค เลส (Straight leg raise)..... 148

รูปที่ 20 ท่ากระตุ้นกล้ามเนื้อท่ายืนและยกเข่าสูง (Table tops)..... 148

รูปที่ 21 ท่ากระตุ้นกล้ามเนื้อท่าฮาล์ฟ นีลลิ่ง (Half kneeling)..... 148

รูปที่ 22 ท่า Countermovement jump up onto box..... 149

รูปที่ 23 ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อหัวไหล่และหลังแขน (Shoulder and Triceps stretching)..... 150

รูปที่ 24 ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังส่วนบนและลำตัวด้านข้าง (Upper back and Oblique stretching)..... 150

รูปที่ 25 ท่ายืดกล้ามเนื้อสะโพกและขาหนีบ (Glutes and Hip flexor stretching)..... 151

รูปที่ 26 ท่ายืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ขาหนีบ และหลังส่วนบน (Hamstring, Hip flexor and Upper back stretching)..... 151

รูปที่ 27 ท่ายืดกล้ามเนื้อลำตัวและต้นขาด้านหลัง (Torso and Hamstring stretching)..... 152

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กีฬาบาสเกตบอลเป็นกีฬาที่ต้องใช้สมรรถนะร่างกายสูงจากรูปแบบการเล่นที่ต้องการการเคลื่อนไหวหลายทิศทาง เช่น การกระโดด การวิ่งไปด้านหน้าและวิ่งถอยหลัง เพื่อทำการบุกและป้องกันห่วงประตู เนื่องจากห่วงประตูอยู่สูงจากพื้น 3.05 เมตร (FIBA Central board) นักกีฬาที่สามารถกระโดดได้สูงจึงมีความได้เปรียบนักกีฬาที่ไม่สามารถกระโดดได้สูง รามิเรซและคณะ (Ramirez et al., 2020) พบว่าสมรรถภาพทางกายในนักกีฬาบาสเกตบอล ประกอบด้วยองค์ประกอบ ดังนี้

1. สมรรถนะในการกระโดด (Jump Performance)
2. ความเร็วในทางตรง (Linear Sprint Speed)
3. ความเร็วในการเปลี่ยนทิศทาง (Change of Direction Speed)
4. ความสมดุล (Balance)
5. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle Strength)

บัลซินนาส (Balcinnas, 2006) ศึกษาการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอลว่า ตลอดการแข่งขันของระดับกีฬามหาวิทยาลัย 40 นาที เกิดการกระโดดจำนวนครั้งเฉลี่ยที่ 40-60 ครั้ง แต่หลักการกีฬาของบาสเกตบอล บอมพา (Bompa, 1999) กล่าวว่ากีฬาที่ต้องใช้พลังของกล้ามเนื้อกระโดดขึ้นจากพื้น (Take-off power) ต้องการใช้พลังของกล้ามเนื้อในลักษณะสร้างแรงระเบิด (Explosive) เพียงครั้งเดียวเพื่อสร้างประสิทธิภาพของการกระโดดให้มากที่สุด แบบฝึกของนักกีฬาบาสเกตบอลจึงควรมีรูปแบบฝึกสมรรถภาพทางกายที่ทำให้สามารถสร้างพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสูงสุดภายในการกระโดดหนึ่งครั้ง จากสูตร Power = Strength x Speed แสดงว่าหากต้องการเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อ ต้องเพิ่มความแข็งแรงหรือความเร็วของกล้ามเนื้อ เอลเลียท, วิลสสันและเคอร์ (Elliott, Wilson and Kerr, 1989) พบว่าท่ายกน้ำหนักเบนช์เพรส (Bench press) ด้วยความเร็วเต็มที่ จากน้ำหนัก 1 อาร์เอ็ม สามารถสร้างความเร็วได้ 24 เปอร์เซ็นต์ จากความเร็วของกล้ามเนื้อในลักษณะหดสั้น แต่หากลดน้ำหนักลงเหลือ 81 เปอร์เซ็นต์ จากน้ำหนัก 1 อาร์เอ็ม จะเพิ่มความเร็วได้มากขึ้นเป็น 52 เปอร์เซ็นต์ สาเหตุมาจากเมื่อยกน้ำหนักด้วยความเร็วสูงขึ้นต้องผ่อนแรงลดอัตราความเร็วเพื่อหยุดน้ำหนักอยู่ที่จุดสุดท้ายของการเคลื่อนไหวพอดี แสดงว่าแบบฝึกสำหรับเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อควรมีความเข้มข้นของน้ำหนักที่เหมาะสมเพื่อนักกีฬาบาสเกตบอลสามารถระเบิดพลังของกล้ามเนื้อได้มากที่สุดและเร็ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ที่สุดเพื่อความสูงในการกระโดดที่เพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ โอ'เช (O'Shea, 2000) ที่กล่าวว่าในการแข่งขันกีฬาหากนักกีฬามีองค์ประกอบทักษะอื่นเท่ากันหมด พลังของกล้ามเนื้อจะเป็นตัวชี้วัดว่าใครจะเป็นฝ่ายชนะ พลังของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ออกแรงอย่างรวดเร็วในทักษะกีฬาแล้วให้ผลทางการแข่งขันที่แตกต่างกัน ฮาคิเนน (Hakkinen, 1989) เสนอแนวคิดว่าการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ใช้การฝึกด้วยน้ำหนักตามประเพณีนิยมอาจไม่ได้ผลจึงต้องคิดหาวิธีการที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น

สมรรถนะการกระโดดที่ใช้ในกีฬาบาสเกตบอล สุรพศ ไกรเกตุ (2021) ระบุไว้ 2 ประเภท คือ 1. การกระโดดด้วยขาข้างเดียว (Unilateral) เกิดขึ้นขณะทำทักษะเลย์ อัพ (Lay up) และท่าบล็อคป้องกันประตู (Block) 2. การกระโดดด้วยขาทั้งสองข้าง (Bilateral) เกิดขึ้นขณะทำทักษะจั๊มพ์ ชู้ต (Jump shoot) และรีบาวนด์ (Rebound) หากนักกีฬาบาสเกตบอลสามารถกระโดดได้สูงอาจส่งผลดีต่อทักษะกีฬาดังกล่าว ซึ่งวัดความสูงในการกระโดดได้จากงานศึกษาของเวนและคณะ (Wen et al., 2018) ที่จำแนกแบบทดสอบสมรรถนะในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลไว้หลายประเภท คือ การทดสอบสมรรถนะในการกระโดดด้วยขาข้างเดียว วัดประเมินผลได้ด้วยท่าก้าวขาแล้วกระโดด (One-step jump) และสมรรถนะในการกระโดดด้วยขาทั้งสองข้างวัดประเมินผลได้ด้วยท่ากระโดดขาคู่ (Countermovement jump) โดยความสูงที่วัดจากการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลอาจจำแนกนักกีฬาที่มีสมรรถนะในแต่ละระดับที่แตกต่างกันได้ ซึ่งกีฬาบาสเกตบอลต้องใช้ทักษะกีฬาผ่านการกระโดดทั้งสองแบบ คือ กระโดดด้วยการใช้ขาสองข้างและขาข้างเดียว

ในปัจจุบันนักกีฬาบาสเกตบอลระดับอาชีพให้ความสำคัญกับสมรรถนะในการกระโดดมากขึ้นเพราะเป็นทักษะเฉพาะที่ส่งผลกับผลการแข่งขัน มาร์โควิคและมิคูลิค (Markovic and Mikulic, 2010) กล่าวว่า ขณะที่นักกีฬาทำการกระโดดนั้นจะใช้งานกล้ามเนื้อที่ข้อต่อสะโพก 40 เปอร์เซ็นต์ กล้ามเนื้อที่ข้อต่อหัวเข่า 25 เปอร์เซ็นต์ และกล้ามเนื้อที่ข้อเท้า 35 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นแบบฝึกเพื่อเพิ่มความสูงในการกระโดดควรฝึกกล้ามเนื้อขาเป็นหัวใจสำคัญ เกอจิคและคณะ (Grgic et al., 2020) ศึกษาท่ากระโดดพลัยโอเมตริกในนักกีฬาบาสเกตบอลพบว่า ความสามารถการกระโดดแนวดิ่งจะสูงขึ้นนั้นมาจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่หน้าตัด (Cross-sectional Area) เนื่องจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ออกแรงหดตัวร่วมกันอย่างรวดเร็วจะทำให้กระโดดได้สูงขึ้น สอดคล้องกับเดวี่และคณะ (Davies et al., 2015) กล่าวว่า การฝึกพลัยโอเมตริกเป็นที่นิยมสำหรับการพัฒนาทักษะการออกตัววิ่ง การเปลี่ยนทิศทางและการกระโดด ซึ่งเป็นทักษะที่พบบ่อยในกีฬาบาสเกตบอล โดยสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาที่ได้รับการพัฒนาจากการฝึกพลัยโอเมตริก ประกอบด้วย 1. สรีรวิทยา (Physiological) 2. การทำงานเชิงกลไก (Mechanical) และ 3. ระบบประสาท (Neurophysiological) รวมเรียกว่า การทำงานด้วยวงจรการยืดยาวออกและหดสั้นของกล้ามเนื้อ (SSC : Stretch Shortening Cycle) ที่สามารถกระตุ้นให้กล้ามเนื้อของนักกีฬาแสดงสมรรถนะการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กระโดดได้อย่างเต็มที่ แต่การฝึกพลัยโอเมตริกอาจมีข้อจำกัดเนื่องจากมีความเข้มข้นไม่เพียงพอจะเสริมพลังกระโดดให้กับกล้ามเนื้อขาได้จึงควรมีแบบฝึกอื่นเพิ่มเข้ามา

การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาที่มีประสบการณ์ วิลสัน นิวตัน เมอร์ฟี่และฮัมฟรีย์ (Wilson, Newton, Murphy and Humphries, 1993) กล่าวว่าการฝึกเชิงซ้อนอาจมีความเหมาะสม โดย ชู (Chu, 1996) เสนอแนะกระบวนการ 2 ขั้นตอน ของการฝึกเชิงซ้อน (Complex training) ที่อาจเพิ่มความแข็งแรงสูงสุดและพลังของกล้ามเนื้อได้ มีวิธีการดังนี้ ขั้นที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้ความหนักในระดับสูง ขั้นที่ 2 ฝึกให้กล้ามเนื้อทำงานด้วยความเร็วสูงสุดเท่าที่จะทำได้ โดยใช้ท่าพลัยโอเมตริกหรือท่าที่เฉพาะเจาะจงกับการกีฬา (Sport-specific training) ต่อเนื่องโดยทันทีเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวแบบแรงระเบิด โดยนักกีฬาบาสเกตบอลระดับอาชีพส่วนใหญ่ เป็นนักกีฬาบาสเกตบอลที่พัฒนามาจากระดับนักเรียน นักศึกษา นักกีฬาในช่วงวัยนี้กำลังมีพัฒนาการของกล้ามเนื้อที่ดีและมีสมรรถนะในการกระโดดที่ดีอยู่แล้ว ผู้ฝึกสอนจึงจำเป็นต้องพิจารณาเลือกรูปแบบการฝึก ความเข้มข้นและจำนวนครั้ง ให้เหมาะสมพอที่จะเพิ่มสมรรถนะการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลได้

งานศึกษาของ เอกลักษณ์ แสนสุข (2007) ที่เปรียบเทียบผลการฝึกระหว่าง กระโดดพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียวกับการกระโดดพลัยโอเมตริกด้วยการแบกน้ำหนัก ในนักกีฬาบาสเกตบอล พบว่า กลุ่มที่ฝึกกระโดดพลัยโอเมตริกด้วยการแบกน้ำหนักมีค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยการกระโดดพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียวถึง 8 เปอร์เซ็นต์ แต่เป็นที่น่าสนใจว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อาจมีปัจจัยแทรกซ้อนอื่นที่ทำให้พลังระเบิดของกล้ามเนื้อแตกต่างกัน สอดคล้องกับงานศึกษาของมิฮาลิคและคณะ (Mihalik et al.,2008) เปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนกับการฝึกด้วยแรงต้านร่วมกับการกระโดดพลัยโอเมตริก เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ในนักกีฬาวอลเลย์บอลดิวิชั่น 1 (Division I) ด้วยท่าสไปค์ จั๊ม (Spike jump) ที่มีลักษณะคล้ายกับการก้าวขากระโดดในบาสเกตบอลพบว่า หลังเข้ารับการฝึกนักกีฬาวอลเลย์บอลทั้งสองกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยของกำลังสูงสุดใกล้เคียงกัน แต่กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านร่วมกับการกระโดดพลัยโอเมตริก มีค่าความสูงในการกระโดดที่สูงกว่ากลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนอย่างมีนัยสำคัญ เป็นที่น่าสนใจว่ารูปแบบการฝึกใดสามารถเพิ่มสมรรถนะในการกระโดดได้ดีกว่ากันและตัวแปรใดที่ส่งผลโดยตรงต่อความสูงในการกระโดด ขณะเดียวกันเชปปาร์ดและคณะ (Sheppard et al., 2011) เปรียบเทียบการฝึกเพื่อเพิ่มความสูงในการกระโดดระหว่าง การใช้ยางยืดช่วย (Assisted jump) กับแบบไม่ใช่ยางยืดช่วย ผลปรากฏว่าการใช้หนังยางช่วยสามารถกระโดดได้สูงขึ้น การเพิ่มความเร็วในการกระโดดอาจช่วยให้กระโดดสูงขึ้นได้

เยสซิส (Yessis, 1994) กล่าวว่ากีฬาประเภทที่ต้องใช้พลังกล้ามเนื้อ ต้องเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วด้วยความแข็งแรง (Speed-strength) คือกีฬาที่ต้องการความเร็วมากกว่าความแข็งแรง เช่น

วิ่งระยะสั้น แต่บาสเกตบอลเป็นกีฬาประเภทที่เคลื่อนไหวอย่างแข็งแรงด้วยความเร็ว (Strength-speed) หากต้องการเพิ่มความแข็งแรงสูงสุดและความเร็วสูงสุดในการออกแรงตามแบบฝึกเชิงซ้อนของ ชู (Chu, 1996) ที่มีกระบวนการฝึก 2 ขั้นตอน หากการฝึกขั้นที่ 1 ฝึกตามงานศึกษาของถาวร กมุทศรี (1998) ที่ฝึกด้วยแรงต้าน 60 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์จากความแข็งแรงสูงสุด แล้วเปรียบเทียบผล ก่อน-หลังการฝึกเพื่อเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อขาในนักศึกษาชายระดับปริญญาตรี ทดสอบด้วยกำลังกล้ามเนื้อขาข้างที่ถนัดและไม่ถนัด พบว่าหลังจากฝึกด้วยแรงต้านนักศึกษาชายระดับปริญญาตรีมีกำลังขาข้างที่ถนัดและไม่ถนัดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันในทั้งสองกลุ่ม และการฝึกขั้นที่ 2 ฝึกตามงานศึกษาของนพดลและวีรวัฒน์ (2015) ที่เปรียบเทียบการกระโดดพลัยโอเมตริก (Plyometric jump) ในขาข้างที่ถนัดและไม่ถนัด แบบหลายสถานีในนักบาสเกตบอล นักฟุตบอล และนักวอลเลย์บอลระดับมหาวิทยาลัย โดยแบ่งนักกีฬาออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียวและกลุ่มที่ฝึกด้วยขาทั้งสองข้าง ใช้ระยะเวลาฝึก 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยปรากฏว่านักกีฬาทั้งสองกลุ่มกระโดดได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่สมรรถนะในการกระโดดระหว่างกลุ่มไม่มีแตกต่างกัน เนื่องจากทั้งสองแบบฝึกสามารถเพิ่มกำลังของกล้ามเนื้อขาและความสูงในการกระโดดได้ หากเปรียบเทียบในกลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียวและขาสองข้างพบว่าความสูงในการกระโดดเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน มีความเป็นไปได้ว่าหากเพิ่มการสร้างความแข็งแรงเข้ามาเป็นการฝึกเชิงซ้อนอาจเพิ่มความสูงการกระโดดในทักษะกีฬาบาสเกตบอลได้แตกต่างกันและเป็นการประหยัดเวลาการฝึกด้วย

ที่ผ่านมามีงานวิจัยที่ศึกษาข้อดีของการฝึกด้วยขาข้างเดียว คืองานศึกษาของบอททอนและคณะ (Botton et al., 2015) เปรียบเทียบการฝึกด้วยแรงต้านระหว่างการฝึกด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียวโดยเครื่อง Knee extension ในนักกีฬาเพศหญิงเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ผลปรากฏว่านักกีฬากลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียวสามารถยกน้ำหนักที่กำหนดความหนักด้วยหนึ่งอาร์เอ็มได้มากกว่าและสร้างแรงทอล์คสูงสุด (Peak torque) ได้มากกว่านักกีฬากลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง สอดคล้องกับอีเลียสเซ่นและคณะ (Eliassen et al., 2018) เปรียบเทียบการออกแรงด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียวในการฝึกแบบแรงต้านด้วยท่าแบกน้ำหนักบาร์เบลสควอท (Bilateral and Unilateral Squat on Barbell) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิทยาศาสตร์การกีฬา โดยหาค่าน้ำหนักสูงสุด (Repetition Maximum) ที่ยกได้จำนวน 4 ครั้ง แล้วจึงวัดค่าตัวแปรทางคิเนติกส์พบว่า การออกแรงด้วยขาข้างเดียวทำค่าแรงสูงสุด (Peak Force) ได้มากกว่าการออกแรงด้วยขาสองข้าง ขณะเดียวกันในการทำความเร็วของบาร์เบล (Lifting Time) การออกแรงด้วยขาข้างเดียว สามารถทำเวลาในช่วงขาขึ้น (Ascending) และช่วงขาลง (Descending) ได้น้อยกว่าการออกแรงด้วยขาทั้งสองข้างเช่นกัน เห็นได้ว่าการฝึกด้วยขาข้างเดียวสามารถสร้างแรงสูงสุดได้มากกว่า ใช้เวลาในการออกแรงสั้นกว่าและมีความสัมพันธ์กับสมรรถนะในการกระโดดของทักษะกีฬาบาสเกตบอล เป็นที่น่าสนใจว่าหากนักกีฬา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บาสเกตบอลใช้รูปแบบการฝึกเชิงซ้อนด้วยขาข้างเดียว จะเพิ่มสมรรถนะในการกระโดดได้ดีกว่าฝึกด้วยขาทั้งสองข้างหรือไม่

งานศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อเพื่อให้นักกีฬาบาสเกตบอลกระโดดได้สูงขึ้นต้องพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดและความเร็วสูงสุดในการออกแรง ผู้วิจัยจึงมีความคิดว่า การฝึกเชิงซ้อน (Complex training) ด้วยการฝึกด้วยแรงต้านและการฝึกกระโดดพลัยโอเมตริกสามารถเพิ่มความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อและความเร็วสูงสุดในการออกแรงร่วมกันส่งผลให้พลังของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอาจส่งผลดีกับสมรรถนะการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอลได้ หากผู้วิจัยสามารถหารือกับผู้ฝึกสอนแล้วสามารถปรับความเหมาะสมของการฝึกให้สัมพันธ์กับตารางฝึกซ้อม คาดว่านักกีฬาจะแสดงสมรรถนะทางการกีฬาได้ดีที่สุดในวันแข่งขัน โดย ชู (Chu, 1992) กำหนดช่วงเวลาของการฝึกออกเป็น 4 ระยะ คือ ระยะเตรียม (Preparation Phase) ระยะก่อนการแข่งขัน (Pre-Competition Phase) ระยะแข่งขัน (Competition Phase) และระยะส่งผ่าน (Transition Phase) หากระบุแบบฝึกเชิงซ้อนลงไปในระยะก่อนการแข่งขันได้ นักกีฬาบาสเกตบอลอาจพัฒนาความสามารถในการกระโดดได้ก่อนการแข่งขัน

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาเปรียบเทียบแบบฝึกระหว่างการฝึกเชิงซ้อนด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียวที่อาจส่งผลต่อสมรรถนะในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับทีมมหาวิทยาลัย เนื่องจากกลุ่มนักกีฬามีความสามารถในกีฬาบาสเกตบอลและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาดีอยู่แล้วในระดับหนึ่ง จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาพบว่ามีผู้ทำการวิจัยในการฝึกเชิงซ้อน การฝึกด้วยแรงต้าน การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียวมาก่อนแล้ว แต่ยังไม่มีผู้ใดศึกษาเปรียบเทียบการฝึกเชิงซ้อนด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียวที่ส่งผลต่อสมรรถนะในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมหาวิทยาลัย ผู้วิจัยต้องการศึกษาผ่านตัวแปรทางสรีรวิทยา ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขา (Lower extremity maximal strength) ความสูงในการกระโดด (Jump Height) แรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อขา (Average maximal torque) อัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development) ความเร็วสูงสุดในการออกแรง (Velocity at peak power) และพลังกล้ามเนื้อสูงสุด (Peak power) ที่เกิดขึ้นขณะกระโดดแล้วเปรียบเทียบ ผลลัพธ์ก่อน-หลังเข้ารับการฝึก ระยะเวลา 6 สัปดาห์ ด้วยมีสมมุติฐานว่ารูปแบบการฝึกเชิงซ้อนด้วยการใช้ขาสองข้างหรือขาข้างเดียวจะส่งผลแตกต่างกันต่อสมรรถนะการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียวที่ส่งผลกับสมรรถนะในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลชาย

1.3 คำถามในการวิจัย

การฝึกเชิงซ้อนด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียว ส่งผลต่อสมรรถนะในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัยแตกต่างกันหรือไม่

1.4 สมมุติฐานการวิจัย

การฝึกเชิงซ้อนด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียว ส่งผลต่อสมรรถนะในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัยแตกต่างกัน

1.5 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากร

ประชากร คือ นักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย เป็นนักกีฬาบาสเกตบอล เพศชาย ที่กำลังศึกษาในระดับมหาวิทยาลัย ชั้นปริญญาตรีหรือปริญญาโท มีประสบการณ์การแข่งขันบาสเกตบอลเพื่อความเป็นเลิศมาอย่างน้อย 3 ปี จำนวน 24 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน เข้าร่วมการฝึกซ้อมที่มีรูปแบบการฝึกระดับกึ่งอาชีพ สัปดาห์ละ 3-5 วัน ระยะเวลาการฝึกซ้อมต่อวันอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ไม่มีอาการบาดเจ็บรุนแรง (Injuries Free) ช่วงเวลาที่นักกีฬาเข้าร่วมการฝึกทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ จำนวน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการกระโดดเป็นระยะเวลา 60 นาที ก่อนเข้าสู่รูปแบบการฝึกซ้อมของทีมตามปกติ ปริมาณการฝึกที่นักกีฬาต้องเข้าร่วมการฝึกคือร้อยละ 80 เป็นอย่างน้อย หรือคิดเป็น 10/12 ครั้ง ของการฝึก หากฝึกน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจะถือว่าไม่ครบกำหนดเงื่อนไขของการฝึกและถูกคัดออก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขอบเขตด้านเนื้อหา

ตัวแปรอิสระ

- โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนด้วยขาสองข้างและข้างเดียว (Complex Training Program in Bilateral and Unilateral)

ตัวแปรตาม

- ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาท่า บาร์เบล แบค สควอท (Maximal strength of Barbell back squat)
- ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาท่า บาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท (Maximal strength of Barbell single leg squat)

- ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (Relative strength)
- ความสูงของการกระโดดขาคู่ (Countermovement Jump with Arm swing Height)
- ความสูงของการก้าวขากระโดดด้วยขาข้างซ้ายและขาข้างขวา (One-step Jump Left and Right)
- แรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และด้านหลัง (Torque max average flexion-extension)
- อัตราการพัฒนาแรง (Rate of Force Development)
- ความเร็วสูงสุดในการออกแรง ท่ากระโดดขาคู่ (Velocity at peak power)
- พลังกล้ามเนื้อสูงสุด ท่ากระโดดขาคู่ (Peak power)

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาการเก็บข้อมูลเพื่อการเก็บข้อมูลและนำเสนอผลการศึกษา ใช้ระยะเวลารวมทั้งสิ้น 6 สัปดาห์

1.6 คำจำกัดความของการวิจัย

นักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย (College basketball player) หมายถึง นักกีฬาบาสเกตบอล ที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นปริญญาตรีหรือปริญญาโท มีอายุระหว่าง 18-25 ปี และมีประสบการณ์ในการเล่นบาสเกตบอลเพื่อความเป็นเลิศมาไม่น้อยกว่า 3 ปี

การฝึกเชิงซ้อน (Complex Training) หมายถึง การฝึกที่มี 2 ขั้นตอน เพื่อพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดและพลังสูงสุดของนักกีฬา ขั้นที่ 1 ฝึกด้วยแรงต้าน มีความหนักสูงที่ 85 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปของความแข็งแรงสูงสุดที่สามารถยกได้เพียงหนึ่งครั้ง พักเป็นระยะเวลา 30 วินาที จากนั้นตามด้วย ขั้นที่ 2.ฝึกกระโดดพลัยโอเมตริก ด้วยจำนวนครั้งเป็นสองเท่าของการฝึกด้วยแรงต้าน เพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อทำงานให้ได้ความเร็วและพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ในงานวิจัยนี้ ขั้นที่ 1.คือท่าบาร์เบล สควอท (Barbell squat) ขั้นที่ 2.คือท่าเด็พธ์จั๊มพ์ (Depth Jump) สำหรับกลุ่มฝึกด้วยขาสองข้าง และขั้นที่ 1.ท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ล สควอท (Barbell Single leg squat) ขั้นที่ 2.ท่าซิงเกิ้ล เลค เด็พธ์ จั๊มพ์ (Single leg Depth jump) สำหรับกลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียว (Chu, 1996)

การกระโดดพลัยโอเมตริก (Plyometric Jump) หมายถึง การใช้กำลังของกล้ามเนื้อและความเร็วผ่านหลักการของการยืดและหดของกล้ามเนื้อ (Stretch Shortening Cycle) เพื่อระดมหน่วยสมรรถนะของกล้ามเนื้อและเอ็น (Muscle-Tendon Unit) เพื่อออกแรงกระโดดให้ได้ความสูงมากที่สุดเท่าที่สามารถทำได้

สมรรถนะ (Performance) หมายถึง ความสามารถที่แสดงออกจากพฤติกรรมหรือการกระทำในการปฏิบัติงานให้สำเร็จมากที่สุด (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา) สมรรถนะในงานวิจัยครั้งนี้ คือ ความแข็งแรงที่นักกีฬาสามารถยกน้ำหนักได้มากที่สุด ความสูงของการกระโดดที่นักกีฬากระโดดได้สูงที่สุดและค่าทางชีวกลศาสตร์ที่นักกีฬาสามารถกระโดดขึ้นจากพื้นแล้วทำได้มากที่สุด

การกระโดดขาคู่ (Countermovement Jump with Arm swing) หมายถึง ท่าทดสอบการกระโดดด้วยการใช้ขาสองข้างย่อตัวลงแล้วถีบตัวขึ้นอย่างสุดความสามารถแล้วแตะจุดวัดให้ได้ความสูงมากที่สุด สามารถดูเพิ่มเติมได้ในภาคผนวก ง

การก้าวขาแล้วกระโดด (One-Step Jump) หมายถึง ท่าทดสอบการกระโดดโดยนักกีฬายืนห่างจากเครื่องมือทดสอบ 2-3 ก้าว แล้วก้าวขาไปข้างหน้าหนึ่งก้าวและก้าวขาอีกข้างตามมาพร้อมย่อตัวลงเพื่อกระโดดแตะเครื่องมือทดสอบเพื่อทำความสูงให้มากที่สุด สามารถดูเพิ่มเติมได้ในภาคผนวก ง

ความสูงของการกระโดด (Jump Height) หมายถึง ระยะทางสูงที่สุดที่นักกีฬาทำได้จากการกระโดดในท่าทดสอบ One-step Jump และ Countermovement Jump วัดจากจุดที่เท้านักกีฬาสัมผัสพื้นแล้วกระโดดขึ้นไปในอากาศใช้มือแตะที่เครื่อง Vertec Yardstick ประเทศออสเตรเลีย เพื่อทำการระบุความสูง ค่าที่ได้มีหน่วยวัดความสูงเป็นเซนติเมตร (Centimeter)

ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขา หมายถึง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ยกน้ำหนักให้ได้มากที่สุด ในท่า บาร์เบล แบค สควอท และท่า บาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท ในข้างซ้ายและข้างขวา เพื่อใช้เปรียบเทียบน้ำหนักที่ใช้ในการฝึก และเปรียบเทียบผลลัพธ์ ก่อน-หลัง ได้รับการฝึก มีหน่วยวัดเป็น กิโลกรัม (kg.)

ความแข็งแรงสัมพัทธ์ หมายถึง ค่าตัวเลขของน้ำหนักที่นักกีฬาสามารถยกน้ำหนักให้ได้มากที่สุดขณะทดสอบท่าบาร์เบล แบค สควอท แล้วหารด้วยน้ำหนักตัวของผู้ทดสอบ จึงได้เป็นค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ ระหว่างทดสอบกำหนดมุมของหัวเข่าให้ทำองศาต่อสะโพกที่ 120 องศา มีหน่วยเป็นเท่า (time)

แรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้าน (Torque max average extension and flexion) หมายถึง ค่าแรงหมุนสูงสุดของขาทั้งสองข้าง ที่มีความใกล้เคียงกับมุมที่นักกีฬาบาสเกตบอลกระทำขณะกระโดด โดยทดสอบในท่านั่งงอหัวเข่าทำมุมที่ 90 องศา แล้วเตะขาไปทางทิศทางด้านหน้าและงอหัวเข่ากลับกดแรงลงในทิศทางด้านล่างด้วยแรงที่มากที่สุด เพื่อหาค่าของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ด้วยเครื่อง Legs extension ergometer มีหน่วยเป็นนิวตันเมตร

อัตราการพัฒนาแรง (Rate of Force development) หมายถึง ค่าความสามารถในการออกแรงระเบิดจากกล้ามเนื้อมากที่สุด ภายในระยะเวลาสั้นที่สุด ในโครงการทดลองนี้วัดค่าความชันของกราฟที่ 0-200 มิลลิวินาทีแรก (Max RFD 0-200 m/s) โดยใช้ค่าจากการทดสอบท่า กระโดดซ้ำ

(Repeated jump test) นำค่าแรงระเบิดที่ได้การกระทำของกล้ามเนื้อและน้ำหนักตัวมาเปรียบเทียบผลก่อน-หลัง ได้รับการฝึก มีหน่วยเป็นนิวตันต่อวินาที

ความเร็วสูงสุดในการออกแรง (Velocity at peak power) หมายถึง ความเร็วที่น้อยที่สุดขณะที่นักกีฬาใช้พลังกล้ามเนื้อสูงสุดกระโดดขึ้นจากพื้น ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวในแนวดิ่ง หน่วยวัดของความเร็วในการกระโดดเป็น เมตร/วินาที (m/s)

พลังกล้ามเนื้อสูงสุด (Peak power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่ออกแรงได้มากที่สุดและใช้เวลาน้อยที่สุดจากการถีบตัวขึ้นจากแผ่นวัดแรง ในงานวิจัยครั้งนี้วัดด้วยท่ากระโดดขาคู่ มีหน่วยเป็นวัตต์

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบความแตกต่างของการฝึกด้วยขาข้างเดียวและขาสองข้าง ที่อาจส่งผลต่อสมรรถนะการกระโดด แล้วผู้ฝึกสอนสามารถนำไปใช้กับนักกีฬาที่ดูแลได้
2. เป็นโปรแกรมการฝึกทางเลือก สำหรับผู้ฝึกสอนที่อาจใช้ฝึกในช่วงเตรียมตัวก่อนการแข่งขัน ให้นักกีฬามีสมรรถนะเพิ่มขึ้นอย่างเฉพาะเจาะจง ในด้านสมรรถนะการกระโดด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนด้วยการใช้ขาสองข้างและการใช้ขาข้างเดียวที่ส่งผลต่อสมรรถนะการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมหาวิทยาลัย” ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยโดยมีประเด็นดังต่อไปนี้

1.1 กีฬาบาสเกตบอล

1.1.1 ความเป็นมาของกีฬาบาสเกตบอลในต่างประเทศ

1.1.2 ความเป็นมาของกีฬาบาสเกตบอลในประเทศไทย

1.2 องค์ประกอบของสมรรถนะทางกายในการเล่นกีฬาบาสเกตบอล

1.2.1 องค์ประกอบของสมรรถนะทางกายที่เกี่ยวข้องกับกีฬาบาสเกตบอล

1.2.2 เกณฑ์ความสูงในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอล

1.3 ความสำคัญของสมรรถนะในการกระโดด

1.3.1 การฝึกเพื่อสร้างกำลังกล้ามเนื้อ

1.3.2 การทำงานร่วมกันของระบบประสาทกล้ามเนื้อ

1.3.3 ความเร็ว-ความแข็งแรง เพื่อพัฒนาการระเบิดพลังกล้ามเนื้อ

1.4 องค์ประกอบที่สามารถพัฒนาสมรรถนะในการกระโดด

1.4.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

1.4.2 ความเร็ว

1.4.3 พลังของกล้ามเนื้อ

1.4.4 การทำงานของกล้ามเนื้อ

1.4.5 ระบบพลังงาน

1.5 หลักการฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการกระโดด

1.5.1 การฝึกเชิงซ้อน

1.5.2 การฝึกพลัยโอเมตริก

1.5.3 การฝึกด้วยแรงต้าน

1.5.4 การเปรียบเทียบการฝึกพลัยโอเมตริกและพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก

1.5.5 การฝึกพลัยโอเมตริกออกจากแท่นกระโดด

1.6 กลศาสตร์การเคลื่อนไหวของทักษะกระโดดในกีฬาบาสเกตบอล

1.6.1 ความเหมาะสมของมุมในการออกตัว

1.6.2 การฝึกเพื่อพัฒนาการเคลื่อนไหวเชิงกล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.6.3 จำนวนครั้งที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มสมรรถนะในการกระโดด

1.7 กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา

1.7.1 การฝึกด้วยแรงต้านสำหรับขาสองและขาข้างเดียว

1.7.2 การวางแผนและระยะเวลาของการฝึกกล้ามเนื้อ

1.7.3 การปรับตัวทางสรีรวิทยา

1.7.4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการของสมรรถนะการกระโดด

ประเด็นที่กล่าวไว้ข้างต้นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 กีฬาบาสเกตบอล

2.1.1 ความเป็นมาของกีฬาบาสเกตบอลในต่างประเทศ

บาสเกตบอลเป็นกีฬาที่มีต้นกำเนิดจากประเทศสหรัฐอเมริกามีความนิยมอย่างกว้างขวาง ได้ชื่อว่าเป็นกีฬาประจำชาติของชาวอเมริกันโดยได้รับการยอมว่าเป็นกีฬาประจำชาติเมื่อวันที่ 20 มกราคม ค.ศ. 1892 ผู้คิดค้นกีฬาบาสเกตบอลคือ ดร.เจมส์ เอ ไนสมิทธ์ (Dr.James A. Naismith) ชาวแคนาดา - อเมริกัน เกิดที่ประเทศแคนาดา จบการศึกษาจากมหาวิทยาลัยแม็กเกล (McGill University) เป็นบุตรของนาย จอห์น ไนสมิทธ์ (John Naismith) และนางมากาเล็ท (Margaret) เดิมทั้งคู่เป็นชาวสกอตและย้ายถิ่นฐานมาอยู่ประเทศแคนาดา

เมื่อเติบโตขึ้นในปี ค.ศ.1891 ดร.เจมส์ เอ ไนสมิทธ์ได้ย้ายไปอยู่สหรัฐอเมริกา ประกอบอาชีพเป็นครูพลศึกษาที่ วาย.เอ็ม.ซี.เอ. เมืองสปริงฟิลด์ มลรัฐแมสซาซูเซทท์ (The International Y.M.C.A. Training School, Springfield, Massachusetts) ซึ่งในปัจจุบันคือ วิทยาลัยสปริงฟิลด์ (Springfield College) ขณะสอนพลศึกษาที่ วาย.เอ็ม.ซี.เอ. ดร.เจมส์ เอ ไนสมิทธ์ ได้รับมอบหมายให้คิดการเล่นกีฬาในร่มสำหรับช่วงฤดูหนาว จาก ดร.ลูเธอร์ ฮัลซีย์ กูลิค จูเนียร์ (Dr.Luther Halsey Gulick Jr.) หัวหน้าภาคพลศึกษาขณะนั้น และยังเป็นผู้ก่อตั้งภาควิชาพลศึกษาที่ วาย.เอ็ม.ซี.เอ. อีกด้วย

ก่อนที่ ดร.เจมส์ เอ ไนสมิทธ์ จะคิดค้นกีฬาที่เล่นในร่มขึ้นได้สำเร็จ กีฬาที่ได้รับความนิยมในขณะนั้นคืออเมริกันฟุตบอลและเบสบอลแต่ทั้งสองกีฬาต้องเล่นกลางแจ้งเมื่อถึงฤดูหนาวทั้งสองกีฬาจึงไม่สามารถเล่นได้เนื่องจากสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย กีฬาที่พอเล่นได้คือกายบริหารและยิมนาสติกเท่านั้นที่สามารถเล่นในโรงยิมได้แต่กีฬาสองประเภทดังกล่าวก็ไม่ได้ก่อให้เกิดความสนุกสนานเหมือนอเมริกันฟุตบอลและเบสบอล ดังนั้นเกมส์ใหม่ที่จะคิดค้นขึ้นจึงมีจุดมุ่งหมายที่ต้องมีความสนุกสนาน ซึ่ง ดร.เจมส์ เอไน สมิทธ์ คิดว่ากีฬาที่ได้รับความนิยมคือกีฬาที่ใช้ลูกบอลจึงได้นำแนวคิดของกีฬา ฟุตบอล (Soccer) และรักบี้ฟุตบอล (Rugby football) ผสมผสานกันพร้อมกับลดการเล่นที่รุนแรง เช่น การชน เตะ ผลัก จับ ดึง ออกจากการเล่น ให้กติกาการเล่นใช้มือเท่านั้นและ

ห้ามสัมผัสตัวกัน โดยใช้ประตูเป็นกล่องขนาดกว้างยาว 15 นิ้ว วางบนพื้นสนามทั้งสองข้าง แต่เมื่อเล่นจริงแล้วพบว่าการทำประตูทำได้ยากเพราะผู้เล่นสามารถป้องกันประตูได้โดยการอุดประตูจึงคิดวิธีค้นประตูแบบใหม่ ให้ประตูอยู่เหนือศีรษะผู้เล่นและขนานกับพื้นเพื่อป้องกันการอุดประตู ในช่วงแรกได้ดัดแปลงตะกร้าสำหรับเก็บลูกพีช (Peach -Basket) สำหรับทำประตูและนำไปแขวนไว้ที่ฝาผนังของโรงยิมให้อยู่สูงจากพื้น 10 ฟุต แล้วให้ผู้เล่นทำประตูด้วยการโยนลูกบอลในแนวโค้งเพื่อทำประตู โดยวิธีนี้ทำให้ผู้เล่นเกิดความสนใจพยายามอยากโยนบอลลงประตูให้ได้ เพิ่มความท้าทายและยังสนุกสนานอีกด้วย

ช่วงเริ่มต้น ดร.เจมส์ เอ ไนสมิทธ์ เริ่มต้นด้วยการให้มีผู้เล่นฝ่ายละ 1 คน ยืนที่จุดกึ่งกลางสนามแล้วโยนบอลไปมาในอากาศระหว่างผู้เล่นทั้งสองคน ในสมัยนั้นยังไม่มีการสร้างลูกบอลสำหรับบาสเกตบอลโดยเฉพาะระยะแรกจึงใช้ลูกฟุตบอล(Soccer ball) ในการเล่น และได้วางกฎกติกาการเล่นบาสเกตบอลครั้งแรกไว้ 4 ข้อ ดังนี้

1. ผู้เล่นที่ครอบครองบอลต้องไม่เคลื่อนที่ขณะที่ตนเองครอบครองบอลอยู่
2. ประตูขนานกับพื้นและอยู่เหนือศีรษะ
3. ผู้เล่นจะถือลูกบอลไว้นานเท่าใดก็ได้โดยจะไม่ถูกป้องกันและโดนตัวจากผู้เล่นอีกฝ่ายเลย
4. ห้ามมีการเล่นที่รุนแรงเด็ดขาด

เมื่อมีรูปแบบการเล่นแล้วจึงนำไปให้นักเรียนมัธยมและเตรียมอุดมศึกษาได้ทดลองเล่นตามกติกาที่ตั้งไว้โดยมีผู้เล่นฝ่ายละ 9 คน แบ่งเป็น กองหน้า 3 คน , กองกลาง 3 คน และกองหลัง 3 คน ผลที่ได้เกมส์การเล่นเกิดความสนุกสนานแต่ยังมีการปะทะกันมากเพราะสนามมีขนาดเล็ก ภายหลังจึงมีการลดผู้เล่นเหลือฝ่ายละ 5 คน และภายหลังก็ได้มีการปรับปรุงกติกาการเล่นบาสเกตบอล (Original Rules of Basketball) ไว้จำนวน 13 ข้อ เป็นต้นฉบับการเล่นโดยกฎกติกาดังกล่าวยังคงปรากฏอยู่บนกระดานด้านในหอเกียรติยศในวิทยาลัยสปริงฟิลด์ อยู่จนถึงทุกวันนี้

กติกา 13 ข้อที่เขียนไว้โดย ดร.เจมส์ เอ ไนสมิทธ์ เมื่อ ค.ศ. 1892 (ธงชัย เจริญทรัพย์มณี, 2538) มีดังนี้

1. ลูกบอลจะถูกส่งด้วยมือเดียวหรือสองมือก็ได้ และส่งไปในทิศทางใดก็ได้
2. สามารถปัดลูกบอลได้โดยมือเดียวหรือสองมือก็ได้ และไปในทิศทางใดก็ได้
3. ผู้เล่นวิ่งไปพร้อมกับลูกบอลไม่ได้ ผู้เล่นต้องส่งลูกบอลจากจุดที่รับ ยกเว้นวิ่งมารับโดยเร็วให้รับและวิ่งเลยไปได้เล็กน้อย
4. จับลูกบอลด้วยมือทั้งสอง โดยจะใช้ส่วนอื่นของร่างกายช่วยในการครอบครองบอลไม่ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5. ไม่สามารถใช้ไหล่กระแทก ใช้มือดึง ผลัก ตี หรือกระทำการใดให้อีกฝ่ายนึงล้มลงไม่ได้ ถ้าผู้เล่นฝ่าฝืนจะถือเป็นการฟาล์ว และหากฟาล์ว 2 ครั้งจะถือว่าหมดสิทธิ์การเล่นจนกว่าฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งจะทำประตูกันได้จึงจะกลับมาเล่นได้อีกครั้งหนึ่ง หากมีเจตนาทำให้อีกฝ่ายบาดเจ็บจะถูกเชิญออกจากการแข่งขันทันทีและให้ผู้เล่นอื่นมาแทนไม่ได้
6. การตีลูกบอลด้วยกำปั้นถือว่าผิดกติกา ให้ปรับเป็นฟาล์วเช่นเดียวกับข้อ 5
7. หากฝ่ายใดฟาล์วติดต่อกัน 3 ครั้ง ต้องปรับให้อีกฝ่ายได้ประตู(การทำฟาล์วติดต่อกันหมายถึง ฝ่าย A ทำฟาล์วติดต่อกันอยู่ฝ่ายเดียว โดยที่ฝ่าย B ไม่ได้ทำฟาล์วแทรก)
8. การทำประตูได้ต้องโยนบอลให้ลงตะกร้า โดยฝ่ายป้องกันจะไปยุ่งเกี่ยวกับประตูไม่ได้เด็ดขาด
9. เมื่อลูกบอลออกให้ผู้เล่นที่ไปจับบอลเป็นคนแรกเป็นผู้ส่งเข้า กรณีไม่ทราบว่าใครถึงก่อนให้ผู้ตัดสินเป็นผู้ส่งเข้า ในการส่งลูกเข้าเล่นผู้เล่นต้องส่งลูกเข้าเล่นภายใน 5 วินาที หากผู้เล่นถือบอลนานให้เปลี่ยนฝ่ายส่ง ถ้าพยายามถ่วงเวลาการเล่นให้ปรับเป็นฟาล์ว
10. ผู้ตัดสินมีหน้าที่ตัดสินว่าผู้เล่นคนใดฟาล์วและลงโทษผู้เล่น
11. ผู้ตัดสินมีหน้าที่ตัดสินว่าลูกใดออกจากสนาม ฝ่ายใดเป็นผู้ส่งเข้าเล่น เป็นผู้รักษาเวลาและบันทึกจำนวนประตูที่ทำได้
12. การเล่นแบ่งออกเป็น 2 ครึ่ง ครึ่งละ 20 นาที
13. ฝ่ายที่ทำประตูได้มากที่สุดเป็นฝ่ายชนะ กรณีคะแนนเท่ากันให้หัวหน้าทีมตกลงกันเพื่อต่อเวลาออกไป หากฝ่ายใดทำประตูได้ก่อนจะถือว่าเป็นฝ่ายชนะ

ภายหลังจากบาสเกตบอลถือกำเนิดขึ้นเป็นเวลา 7 ปีแล้ว ดร. เจมส์ เอ ไนสมิทธ์ ได้ย้ายไปทำงานที่มหาวิทยาลัยแคนซัสจนได้รับตำแหน่งเป็นผู้อำนวยการและผู้ฝึกสอนบาสเกตบอลของทีมแคนซัส เจย์ฮอล์ค เป็นเวลานานถึง 39 ฤดูกาล ดร.เจมส์ เอ ไนสมิทธ์ เสียชีวิตเมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน 1939 ขณะมีอายุ 78 ปี และกติกาบาสเกตบอลก็มีการปรับปรุงมาตามยุคสมัย กีฬาบาสเกตบอลได้รับความนิยมในหมู่เยาวชนอย่างรวดเร็วโดยมีนักกีฬาและผู้ที่ทำการค้ากับสหรัฐอเมริกา เริ่มต้นจากสมาคมของ วาย.เอ็ม.ซี.เอ. เป็นผู้เผยแพร่ออกไปในประเทศต่างๆเริ่มต้นที่ประเทศจีนและอินเดีย ปี ค.ศ. 1894 ประเทศฝรั่งเศส ปี ค.ศ. 1895 ประเทศญี่ปุ่น ปี ค.ศ. 1900 จนคาดว่ามีการเล่นเกือบทั่วทุกมุมโลก คาดว่าก่อนสงครามโลกครั้งที่ 1 เมื่อปี ค.ศ. 1941 มีผู้เล่นบาสเกตบอลไม่น้อยกว่า 52 ประเทศ และแปลกติกาการเล่นออกมามากกว่า 30 ภาษา จนมีการเล่นมาถึงประเทศไทยในที่สุด (จีรวัฒน์ สัทธรรม, 2560)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.1.2 ความเป็นมาของบาสเกตบอลในประเทศไทย

ไม่มีหลักฐานแน่ชัดว่ากีฬาบาสเกตบอลเริ่มมีการเล่นในประเทศไทยตั้งแต่เมื่อใด แต่เมื่อปี พ.ศ. 2477 ได้มีการอบรมครูจากต่างจังหวัดเป็นจำนวน 100 คน ในระยะเวลา 1 เดือน โดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านกีฬาบาสเกตบอล คือ พ.ต.อ. หลวงชาติ ตระการโกศล ซึ่งเคยเป็นตัวแทนการแข่งขันระดับมหาวิทยาลัยขณะศึกษาอยู่ที่สหรัฐอเมริกามาเป็นวิทยากรบรรยายการเล่นบาสเกตบอลให้ครูที่เข้ารับการอบรมและในปีเดียวกันกรมพลศึกาก็ได้มีการจัดการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอลระดับนักเรียนขึ้นเป็นครั้งแรกโดยได้รับความช่วยเหลือจาก นพคุณ พงษ์สุวรรณ อาจารย์สอนภาษาจีน โรงเรียนวัดบพิตรพิมุขเป็นผู้แปลกติกาการเล่นให้ หลังจากนั้นก็ทำให้กีฬาบาสเกตบอลได้รับความนิยมมากขึ้นจนมีการจัดการแข่งขันระหว่างประชาชนขึ้นในปี พ.ศ. 2491 และปีต่อมา พ.ศ. 2492 ก็จัดการแข่งขันระหว่างมหาวิทยาลัย และจัดการแข่งขันระหว่างนักเรียนหญิงในปี พ.ศ.2495 ตามลำดับ

พ.ศ.2496 มีการจัดตั้ง “สมาคมบาสเกตบอลสมัครเล่นแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์” จดทะเบียนที่สภาวัฒนธรรมแห่งชาติและได้สมัครเข้าเป็นสมาชิกของสหพันธ์บาสเกตบอลสมัครเล่นนานาชาติ หรือ FIBA (Federation -International De Basketball Amateur) เมื่อวันที่ 10 กรกฎาคม พ.ศ. 2496

สมาคมบาสเกตบอลสมัครเล่นแห่งประเทศไทยฯ มีการจัดการแข่งขันบาสเกตบอลชิงถ้วยพระราชทานประเภท ก ข ค และอื่นๆ เพื่อส่งเสริมให้ประชาชนมีความสนใจในการเล่นบาสเกตบอลมากขึ้นนอกเหนือจากจัดการแข่งขันภายในประเทศแล้วสมาคมบาสเกตบอลสมัครเล่นฯ ยังส่งทีมบาสเกตบอลเข้าร่วมการแข่งขันในระดับนานาชาติทั้งประเภททีมชาย หญิง และเยาวชน อย่างต่อเนื่อง เช่น การแข่งขันกีฬาโอลิมปิก ครั้งที่ 17 พ.ศ. 2499 ณ เมืองเมลเบิร์น ประเทศออสเตรเลีย ประเทศไทยยังได้ส่งทีมบาสเกตบอลชายเข้าร่วมการแข่งขันเป็นครั้งแรกและครั้งเดียวของประวัติศาสตร์วงการบาสเกตบอลไทยอีกด้วย (กรมพลศึกษา, 2534)

นอกเหนือจากที่ได้รับการสนับสนุนจากสมาคมบาสเกตบอลสมัครเล่นแห่งประเทศไทยฯแล้ว สำหรับการจัดการแข่งขันภายในประเทศยังมีหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน เช่น การกีฬาแห่งประเทศไทย สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬา กรมพลศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา ฯลฯ ที่คอยจัดการแข่งขันอยู่ตลอดทั้งปี ในปี พ.ศ. 2552 สมาคมบาสเกตบอลสมัครเล่นแห่งประเทศไทยฯ ได้เปลี่ยนชื่อเป็น “สมาคมบาสเกตบอลแห่งประเทศไทย” และได้ดำเนินการต่อเนื่องในการจัดการแข่งขันตั้งแต่ระดับ เยาวชน ประชาชน มัธยมศึกษาและอุดมศึกษาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สอดคล้องกับความนิยมในการเล่นบาสเกตบอลของคนไทยมากขึ้นอีกด้วย (สมาคมบาสเกตบอลแห่งประเทศไทย, 2560 : ออนไลน์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2 องค์ประกอบสมรรถนะทางกายในการเล่นกีฬาบาสเกตบอล

การจะแสดงสมรรถนะทางการกีฬาออกมาให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นไม่สามารถใช้ทักษะทางการกีฬาอย่างเดียวหรือสมรรถนะทางร่างกายเพียงอย่างเดียว จากงานศึกษาของ Hoeger (1989) ได้แบ่งสมรรถภาพในการเล่นกีฬาออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. องค์ประกอบของสมรรถภาพเกี่ยวกับสุขภาพ (Health related physical fitness) มีองค์ประกอบย่อย 4 อย่างดังนี้

1.1. ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular endurance)

1.2. ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength and Endurance)

1.3. ความอ่อนตัว (Flexibility)

1.4. ความสมส่วนของร่างกาย (Body composition)

2. องค์ประกอบของการมีทักษะที่ดี (Skill related physical fitness) มีองค์ประกอบย่อย 10 อย่างดังนี้

1.1. ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular Endurance)

1.2. ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength and Endurance)

1.3. ความอ่อนตัว (Flexibility)

1.4. ความสมส่วนของร่างกาย (Body composition)

1.5. ความคล่องแคล่ว (Agility)

1.6. ความสมดุลของร่างกาย (Balance)

1.7. การทำงานร่วมกันของระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ (Neuromuscular Coordination)

1.8. กำลังของกล้ามเนื้อ (Power)

1.9. ปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction)

1.10. ความเร็ว (Speed)

ซึ่งองค์ประกอบข้างต้นที่กล่าวมาสอดคล้องกับงานศึกษาของรามิเรซและคณะ (Ramirez et al.,2020) ที่ให้คำจำกัดความของสมรรถภาพทางกายในนักกีฬาบาสเกตบอลประกอบด้วย

- สมรรถนะในการกระโดด (Jump Performance)
- ความเร็วในทางตรง (Linear Sprint Speed)
- ความเร็วในการเปลี่ยนทิศทาง (Change of Direction Speed)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- ความสมดุล (Balance)
- ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle Strength)

โดยสมรรถนะของสมรรถภาพทางกายนี้มีความสำคัญต่อทักษะการทำคะแนนและการป้องกันในกีฬาบาสเกตบอลทั้งสิ้นเนื่องจากการเล่นบาสเกตบอลเป็นกีฬาที่มีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วและใช้สมรรถนะของร่างกายในการเข้าไปทำคะแนนในแดนคู่ต่อสู้ซึ่งห่วงประตูมีความสูงจากพื้นถึง 3.05 เมตร (F.I.B.A. Central Board) ดังนั้นสมรรถนะในการกระโดดจึงมีแนวโน้มที่จะถูกนำมาใช้มากที่สุดจากเหตุผลที่มีความเกี่ยวข้องกับทักษะสำคัญในการทำคะแนนและป้องกันประตู สำหรับนักกีฬาบาสเกตบอลในระดับอาชีพได้มีการบรรจุการทดสอบสมรรถภาพทางกายเอาไว้โดยมีสถานการทดสอบสมรรถนะทางกายที่มีผลต่อการเล่นบาสเกตบอลเอาไว้ดังนี้ (NBA Draft)

1. ยืนกระโดดสูง (Standing Vertical Leap)
2. การก้าวกระโดดสูง (Max Vertical Leap)
3. การวิ่งกลับตัว (Shuttle Run)
4. ความคล่องแคล่ว (Lane Agility)
5. วิ่งเร็ว 3/4 ของสนาม (Three Quarter Sprint)

2.2.1 องค์ประกอบของสมรรถนะทางกายที่เกี่ยวข้องกับกีฬาบาสเกตบอล

แบบการฝึกในกีฬาบาสเกตบอลให้ความสำคัญกับการฝึกความแข็งแรงของร่างกายเพื่อพัฒนาการคุณสมบัติของการใช้กำลังและความเร็วสูงสุดในการฝึกซ้อมหรือแข่งขัน เนื่องจากคุณสมบัติของกำลังและความเร็วสามารถคาดคะเนทักษะ พลังกระโดด การวิ่งสปรินท์ในทางตรง การออกแรงเร่ง-การหยุดเร่งและการเปลี่ยนทิศทาง สมรรถนะทั้งหมดเป็นทักษะที่นักกีฬาบาสเกตบอลใช้บ่อยในการบุกและป้องกัน หากความแข็งแรงในทักษะที่กล่าวมามีความได้สัดส่วนจะทำให้นักกีฬามีความได้เปรียบขณะแข่งขัน แต่เดิมนั้นรูปแบบการฝึกในกีฬาบาสเกตบอลเน้นให้ความสำคัญกับ การกระโดดพลัยโอเมตริกและการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักแบบดั้งเดิม (Traditional Resistance Training) แต่ดูเหมือนว่ามีเพียงการกระโดดแบบพลัยโอเมตริกเท่านั้นที่นักกีฬาสามารถนำผลของการฝึกมาใช้ในเกมส์การแข่งขันซึ่งแสดงผลลัพธ์ในสนามผ่านทางทักษะ ป้องกัน ยิงประตู และรีบาวนด์ การศึกษาของราย่าและคณะ (Raja et al., 2020) ระบุว่าการกระโดดพลัยโอเมตริกนั้นทำงานผ่านกลไกการยืดยาวออกและหดสั้นของกล้ามเนื้อ (SSC: Stretch Shortening Cycle) ในการระดมเส้นใยกล้ามเนื้อแล้วออกแรงสูงที่สุดในการกระโดด ซึ่งอัตราของกำลังอาจมีความแตกต่างกันในแต่ละประเภทกีฬา ซึ่งในกีฬาบาสเกตบอลมีคุณสมบัติของการเล่นที่เน้นในการฝึกซ้อมที่มีความซับซ้อน ใช้

แรงระเบิด และใช้ความเร็วที่จะวัดสมรรถนะของนักกีฬาผ่านการทดสอบ เช่น กระโดดสองขาพร้อมเหวี่ยงแขน ย่อแล้วกระโดดและวิ่งเปลี่ยนทิศทาง เพื่อคาดเดาสมรรถนะของนักกีฬาในหมวดหมู่ของ

1. สมรรถนะในการกระโดด (Jumping Performance) พลังในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลส่วนสำคัญมากในการใช้ทักษะยิงประตูและป้องกันส่วนมากแล้วนิยมวัดสมรรถนะโดยการกระโดดสองขาพร้อมเหวี่ยงแขนและย่อแล้วกระโดดข้อมูลที่นิยมเก็บรวบรวมคือความสูงของการกระโดด จำนวนครั้งที่เหมาะสมในการฝึกต่อ 1 คาบการฝึกคือ กระโดด 60 ครั้ง ควรฝึก 2-4 ครั้งต่อสัปดาห์ นอกจากการระดมอัตราเส้นใยกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นแล้วสมรรถนะในการกระโดดยังส่งผลโดยตรงต่อทักษะอื่นของนักกีฬาอีกด้วย สมรรถนะในการกระโดดจึงเป็นสิ่งสำคัญต่อการฝึกความแข็งแรงของนักกีฬาในสมัยใหม่เป็นอย่างมาก

2. วิ่งสปรินท์ในทางตรง (Linear Sprint) เป็นทักษะที่ใช้บ่อยในการแข่งขันบาสเกตบอลทั้งรูปแบบการทำเกมส์บุกและป้องกัน มีการศึกษาว่าระยะทางของการวิ่งสปรินท์ที่เกี่ยวข้องกับกีฬาบาสเกตบอลมากที่สุดคือระยะทาง น้อยกว่า 10 เมตร และมากกว่า 10 เมตร ฮาคิเนนและคณะ (Hakkinen et al., 1985) ระบุว่าการวิ่งสปรินท์ในทางตรงมีส่วนในการทำให้สมรรถนะในการกระโดดมีพัฒนาการที่ดีขึ้นเนื่องจากระบบประสาทในหลายส่วนถูกกระตุ้นจากการฝึกกล้ามเนื้อขณะเดียวกันก็ระดมกล้ามเนื้อให้ได้เส้นใยมากที่สุด (Fast-Twitch Muscle Fibers) เพื่อออกให้นักกีฬาสามารถใช้แรงและกำลังสูงสุดได้ นอกจากนี้การวิ่งสปรินท์ยังปรับให้ระยะก้าวขณะวิ่งมีความยาวมากขึ้นเนื่องจากกลไกของระบบประสาทถูกปรับและแก้ไขมาแล้วทำให้ส่งต่อไปยังทักษะอื่นด้วย เช่น การกระโดดพลัยโอเมตริก เป็นต้น อย่างไรก็ตามจากงานทดลองระบุว่านักกีฬาช่วงวัยที่เหมาะสมแก่การฝึกวิ่งสปรินท์ในทางตรงมากที่สุดคือนักกีฬาวัยรุ่นที่มีอายุมากกว่า 16.3 ปี ขึ้นไป เนื่องจากรูปแบบของการฝึกมีรูปแบบการหดและเกร็งของกล้ามเนื้อที่ความเข้มข้นสูง กระบวนการทำงานของทักษะค่อนข้างซับซ้อนจึงควรเริ่มฝึกตั้งแต่ระยะเริ่มต้นที่นักกีฬาเริ่มเติบโตเต็มที่

3. ความเร็วในการเปลี่ยนทิศทาง (Change of direction Speed) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนทิศทางมากที่สุด คือ อัตราการเร่ง (Acceleration) และหยุดเร่ง (Decceleration) เป็นทักษะที่นักกีฬาจะทำซ้ำบ่อยในการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล จากงานศึกษาของแอททีนและคณะ (Attene et al., 2015) ทดลองในหัวข้อการกระโดดพลัยโอเมตริกที่มีผลต่อการฝึกซ้อมในกีฬาบาสเกตบอล ระบุว่าการเปลี่ยนทิศทางมีประสิทธิภาพมากขึ้นหลังจากฝึกกระโดดพลัยโอเมตริกเนื่องจากเป็นการสะสมแรงเฉื่อยขณะออกแรงเร่ง และหยุดเร่งในจังหวะที่ย่อแล้วกระโดดจากพื้น และหยุดขณะลงสู่พื้น นอกจากนี้ยังสลับระบบการเร่ง แล้วหยุดเร่งอย่างรวดเร็วทำให้ร่างกายจัดวางการทำงานของ

กล้ามเนื้อ ออกแรงประสานกับระบบประสาทการเคลื่อนไหวจึงถูกจัดวางอย่างเหมาะสมเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ความเร็วไม่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญขณะเปลี่ยนทิศทางนั่นเอง

4. ความสมดุล (Balance) ลักษณะสำคัญของความสมดุลในกีฬาบาสเกตบอลมี 2 ลักษณะ คือ ความสมดุลจังหวะการเคลื่อนไหว (Dynamic) และความสมดุลแบบหยุดนิ่ง (Static) โดยทั้งสองลักษณะเป็นการทำงานของอวัยวะด้านเดียว(Unilateral) และอวัยวะสองด้าน (Bilateral) ทำงานประสานกันในหลากหลายทักษะ ความสมดุลไม่ใช่เพียงแต่จัดวางสมรรถภาพทางกายให้แสดงทักษะได้อย่างมั่นคงเท่านั้นแต่ยังช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดอาการบาดเจ็บไปพร้อมกันด้วย จากงานศึกษาของเซสและคณะ (Zech et al., 2010) ที่ศึกษาเกี่ยวกับความสมดุลของนักกีฬาให้สามารถใช้ทักษะได้อย่างมั่นคงและคงเส้นคงวา ความสมดุลในการกระโดดพลัยโอเมตริกนั้นจะช่วยให้ร่างกายกลับมาทรงตัวให้เป็นสภาวะปกติที่สุดหากเสียสมดุล ซึ่งการรับรู้ของสมดุลร่างกายจะช่วยพัฒนาการทำงานร่วมกันของอวัยวะต่างๆของนักกีฬาได้อย่างดีเยี่ยมนั่นเอง

5. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength) ในวงกว้างจะเข้าใจว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ควรมีรูปแบบการฝึกให้กล้ามเนื้อทำงานได้มากที่สุด ซึ่งถูกต้องหากเป็นบุคคลที่ออกกำลังเพื่อให้ร่างกายแข็งแรงและไม่ได้มีส่วนกับการใช้ทักษะกีฬา (Non-Sport Background) แต่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในที่นี้หมายถึงความแข็งแรงในระดับปานกลาง (Moderate) และความแข็งแรงสูงสุด (Maximal Strength) ที่จะทำให้ทักษะในกีฬาบาสเกตบอลสามารถออกแรงได้สูงที่สุด เพราะทักษะกีฬานั้นจะเกี่ยวข้องกับการปรับตัวของระบบประสาท การเชื่อมต่อ และการขับเคลื่อนกล้ามเนื้อให้ทำงานได้พร้อมเพรียงกัน การปรับตัวของความแข็งแรงของนักกีฬาจึงมีความสำคัญอย่างมาก หากเพิ่มความแข็งแรงแล้วนักกีฬาจะยังสามารถใช้ทักษะได้ในกลไกที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม การพัฒนาความแข็งแรงของนักกีฬาบาสเกตบอลนั้น เกี่ยวข้องกับขนานเส้นใยของกล้ามเนื้อและการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ให้มีสัดส่วนความแข็งแรงที่เหมาะสม (Hamstring/Quadricep Strength Ratio) หากมีความไม่ได้สัดส่วนของความแข็งแรงในกล้ามเนื้อหลักทั้งสองมัดที่เกี่ยวข้องกับทักษะกีฬาบาสเกตบอล อาจทำให้นักกีฬาไม่สามารถแสดงสมรรถนะสูงที่สุดได้

ยิลเลตต์ และ เบอร์กอส (Gillett and Burgos, 2020) กล่าวถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไว้ว่า หากนักกีฬาบาสเกตบอลมีความแข็งแรงในระดับที่สูง จะส่งผลต่อความมั่นใจและสมรรถภาพทางกายที่สามารถแข่งขันได้ตลอด 4 ควอเตอร์ เมื่อนักกีฬามีความแข็งแรงตลอดการแข่งขันอีกนัยหนึ่งจะเป็นการได้เปรียบคู่ต่อสู้ ทั้งด้านสมรรถภาพทางกายและสภาพจิตใจ ที่ส่งผลต่อการแสดงออกของทักษะกีฬา ในกีฬาบาสเกตบอล แบ่งการฝึกความแข็งแรงออกเป็น 4 รูปแบบ คือ ฝึกทั้งร่างกาย

(Total body exercise), ฝึกส่วนล่างของร่างกาย (Lower body exercise), ฝึกส่วนบนของร่างกาย (Upper body exercise) และฝึกกายภาพเชิงลึกของแกนกลางลำตัว (Anatomical core exercise) การฝึกความแข็งแรงเป็นไปเพื่อตอบสนองจุดประสงค์ การลดอาการบาดเจ็บ (Reduce injury) เพิ่มสมรรถนะการกระโดด (Improve jumping), เร่งความเร็ว (Acceleration) และความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง (Change of direction abilities) ดังนั้นการมีมวลกล้ามเนื้อที่มากขึ้น จะสามารถสร้างแรงในการขยับร่างกายในจังหวะที่ ช้าและเร็ว (Implement quick dynamic) ที่สลับกัน เพื่อสร้างกำลังกล้ามเนื้อสำหรับแสดงทักษะในกีฬาบาสเกตบอลได้ดี (Powerful concentric and eccentric movements) อย่างไรก็ตาม ยิลเลตต์ และ เบอร์กอส (Gillett and Burgos, 2020) ไม่ได้ระบุ ดัชนีมวลกาย หรือมวลกล้ามเนื้อที่เหมาะสมของนักกีฬาบาสเกตบอลเพื่อความเป็นเลิศเอาไว้

2.2.2 เกณฑ์ความสูงในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอล

คุณสมบัติที่ชัดเจนที่ปรากฏในกีฬาบาสเกตบอลคือ แรงและความเร็ว ที่แสดงออกมารูปแบบของทักษะคือ “การออกแรงแบบแรงระเบิด” โดยทักษะที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแรงแบบแรงระเบิดมากที่สุดคือ ทักษะกระโดดแนวดิ่ง สำหรับการออกแรงกระโดดให้ได้ผลลัพธ์ดีที่สุด ต้องระดมเส้นใยกล้ามเนื้อผ่านระบบประสาทเพื่อให้นักกีฬาออกแรงได้มากนั้น นักกีฬาต้องมีความพร้อมของร่างกายเพียงพอที่จะเรียนรู้เทคนิคในการกระโดดได้ ซึ่งมาตรฐานของผลลัพธ์ความสูงจากการกระโดดกีเตสซูและคณะ (Ghitescu et al.,2014) ได้ระบุค่าความสูงมาตรฐาน สำหรับนักกีฬาบาสเกตบอลวัยรุ่น อายุ 16-19 ปี ที่รวบรวมข้อมูลการกระโดดแนวดิ่งจากกลุ่มตัวอย่าง 144 คน ได้ค่ามาตรฐานความสูงการกระโดด ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ดีเยี่ยม (Excellent)	มากกว่า 65 เซนติเมตร
มากกว่าค่าเฉลี่ย (Above average)	ระหว่าง 50 ถึง 65 เซนติเมตร
โดยเฉลี่ย (Average)	40 ถึง 49 เซนติเมตร
น้อยกว่าค่าโดยเฉลี่ย (Below average)	30 ถึง 39 เซนติเมตร
น้อยกว่าค่ามาตรฐาน (Poor)	น้อยกว่า 30 เซนติเมตร

2.3 ความสำคัญของสมรรถนะในการกระโดด

นารุฮิโตะ โฮริและคณะ (Hori et al., 2008) ได้แบ่งช่วงการเคลื่อนไหวการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดออกเป็น 2 ช่วง คือ การกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsive Phase) และการลงสู่พื้น (Landing Phase) ซึ่งการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนั้น ให้ความสำคัญไปที่การออกแรงอย่างรวดเร็วขณะ

กระโดดขึ้นจากพื้นโดยกล้ามเนื้อจะทำงานแบบหดตัวความยาวลดลง (Concentric Contraction) ส่วนการลงสู่พื้นกล้ามเนื้อจะทำงานแบบหดตัวความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric Contraction) ในงานศึกษาของสุรพศ ไกรเกตุ (2021) ได้กล่าวถึงหลักของการกระโดดว่าเป็นลักษณะการเคลื่อนไหวที่ทำให้ร่างกายลอยขึ้นจากพื้นโดยใช้สมรรถนะของสมรรถนะร่างกายเอาชนะแรงต้านของแรงดึงดูด โดยลักษณะของกากระโดดแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ 1.ช่วงออกตัวจากพื้นขึ้นสู่อากาศ (Take-off) 2. ช่วงที่อยู่ในอากาศ (Flight time) 3. ช่วงลงสู่พื้น โดยหลักสำคัญที่จะทำให้การกระโดดมีประสิทธิภาพ คือ ความแข็งแรงของร่างกายถีบตัวอย่างรวดเร็วให้ร่างกายพ้นจากพื้น โดยมีระยะทางจากพื้นสูงที่สุด จากงานศึกษาของท็อปส์และคณะ (Taube et al., 2012) ระบุว่าระบบประสาทส่วนกลางสั่งการไปยัง เอ-มอเตอร์นิวรอน เพื่อเริ่มกระบวนการที่กล้ามเนื้อหดยาวขึ้น (Muscle Pre-stretch) ที่ถูกกระตุ้นโดยมัสเซิลสปินเดิล (Muscle Spindle) โดยกระบวนการนี้จะใช้เวลาในการหดตัวสั้นลงของกล้ามเนื้อ (Concentric contraction) และการหดตัวยืดออก (Eccentric -contraction) อย่างรวดเร็วซึ่งใช้เวลาไม่เกิน 0.10 วินาที ซึ่งเป็นการตอบสนองกล้ามเนื้อระยะสั้น (Short Latency Response) จากกระบวนการหดตัวของกล้ามเนื้อชนิดนี้เราเรียกโดยย่อว่า วงจรการยืดและหดของกล้ามเนื้อ (SSC: Stretch Shortening Cycle)

สมรรถนะในการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอลนั้นต้องอาศัยความเร็วให้ทำงานสัมพันธ์กับความแข็งแรงสูงสุดประสานกันออกมาเป็นกำลังสูงสุดในการกระโดด เยสซิส (Yessis, 1994) ให้คำจำกัดความว่าเป็นทักษะกีฬาที่ต้องเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วด้วยความแข็งแรง (Speed-Strength) แต่บางชนิดกีฬาก็ต้องการความแข็งแรงมากกว่าความเร็ว (Strength-Speed) ยกตัวอย่างเช่น กีฬายกน้ำหนัก กีฬาประเภททุ่มขว้าง ซึ่งความต้องการของความแข็งแรงหรือความเร็ว นั้นขึ้นอยู่กับประเภทของทักษะในแต่ละชนิดกีฬา ว่ามีความต้องการสมรรถนะด้านใดมากกว่ากัน จึงทำให้นักกีฬามีความได้เปรียบในการเคลื่อนไหวยกตัวอย่าง เช่น สมรรถนะในการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอล ต้องการทั้งความเร็วและความแข็งแรงในการกระโดด เพื่อให้นักกีฬาบาสเกตบอลสามารถใช้กำลังจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้สูงสุด แล้วสมรรถนะมีความมั่นคงเนื่องจากต้องใช้ความเร็วในการเคลื่อนไหวโอกาสที่มีความเสี่ยงต่ออาการบาดเจ็บก็มากขึ้นกว่าปกติ จึงเป็นสิ่งที่ผู้ฝึกสอนควรพิจารณาประกอบว่ารูปแบบการฝึกใดจะสามารถเพิ่มทั้งความแข็งแรงและความเร็วได้ไปพร้อมกัน

มาร์โควิชและมิคูลิค (Markovic and Mikulic, 2010) ทำการศึกษาในการฝึกกระโดดพลัยโอเมตริก แล้วได้ผลลัพธ์ว่าสามารถช่วยเพิ่มความแข็งแรงและกำลังสูงสุดได้ ในระยะสั้นที่ระยางค์ส่วนล่างของร่างกายโดยมีอัตราของพัฒนาการความแข็งแรงและกำลังสูงสุด ที่เกณฑ์ระหว่าง 3.2 เปอร์เซ็นต์ ถึง 45.1 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราการเพิ่มขึ้นของหน้าตัดการทำงาน (Cross-Sectional area) ในกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วที่อวัยวะขาอยู่ที่ 7.8 เปอร์เซ็นต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การที่จะให้เกิดปรากฏการณ์ที่นักกีฬาสามารถใช้กำลังสูงสุดของกล้ามเนื้อได้ นักกีฬาต้องมีพื้นฐานความแข็งแรง การใช้ความเร็วของเส้นใยกล้ามเนื้อ และการใช้กลไกเกร็งกล้ามเนื้อ (Muscle length-tension relationship) ให้องค์ประกอบเหล่านี้ทำงานร่วมกัน รวมเรียกว่า ระบบประสาทของกล้ามเนื้อ ในงานศึกษาของแกมเบิล (Gamble, 2013) กล่าวถึงการพัฒนากำลังของกล้ามเนื้อให้มีสมรรถภาพสูงสุด เพื่อให้นักกีฬาส่งต่อไปยังทักษะของการกีฬาสามารถทำได้หลายวิธี มีส่วนประกอบสำคัญที่นักกีฬาจะส่งกำลังสูงสุดนี้ไปยังทักษะกีฬา คือ การทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อ (Intramuscular co-ordination) รูปแบบการฝึกให้เกิดผลเช่นนี้ อาจมี แบบเดี่ยว (Solely method) หรือ แบบผสมผสาน (Mixed methods) เช่น การฝึกความแข็งแรง การฝึกความเร็ว หรือการฝึกการทำงานร่วมกันของอวัยวะ และ การฝึกความแข็งแรงและความเร็ว พร้อมกัน โดยมีจุดประสงค์สำคัญคือสร้างความแข็งแรง ความเร็ว ให้เกิดเป็นกำลังกล้ามเนื้อ อย่างเป็นรูปแบบ เพื่อที่นักกีฬาจะสามารถพัฒนาการระเบิดกำลังของกล้ามเนื้อผ่านไปสู่การใช้ในทักษะกีฬาได้ สามารถเรียกโดยย่อว่า การสร้างแรงระเบิดของกล้ามเนื้อ (Young, 2006) ซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้รูปแบบการฝึกเหล่านี้ ในกีฬาประเภท กระโดดสูง และวิ่งสปรินท์ในระยะสั้น เป็นต้น

2.3.1 การฝึกเพื่อสร้างกำลังกล้ามเนื้อ (Explosive power)

ตามหลักของกลศาสตร์การเคลื่อไหว วิธีสร้างกำลังสูงสุดนั้น ประกอบด้วย แรง x ความเร็ว = พลัง (Force x Velocity = Power) ปัจจุบันการฝึกนักกีฬาให้มีพลังของกล้ามเนื้อแล้วส่งผลดีต่อกีฬาเพื่อความเป็นเลิศนั้นสามารถทำได้หลากหลายวิธี เช่น การฝึกแบบเดี่ยวและการฝึกแบบผสมผสานดังที่กล่าวไป ในหมวดของกำลังกล้ามเนื้อนั้นต้องการการระเบิดพลังสูงที่สุด (Explosive power) นักกีฬาจึงมีความจำเป็นต้องระดมกล้ามเนื้อให้ได้มากที่สุด ในเวลาที่สั้นที่สุดเพื่อให้กล้ามเนื้อแสดงพลังสูงสุดให้เกิดขณะใช้ทักษะกีฬา การพึ่งพากลไกที่เรียกว่า ระบบประสาทในกล้ามเนื้อ (Neuromuscular muscle) ยกตัวอย่าง การแยกฝึก คือ

1. การฝึกด้วยแรงต้าน ที่ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximal strength 1-RM) ด้วยท่าออกกำลังกายในส่วนต่างๆ ของร่างกาย (McBride et al., 1999 ; Delecluse et al., 1995)
2. การฝึกเคลื่อนที่ด้วยความเร็วและการตอบสนองของอวัยวะร่างกายของนักกีฬา ที่มีส่วนร่วมในทักษะกีฬาที่แตกต่างกัน (Co-ordination) เช่น การฝึกด้วยน้ำหนักมากในทักษะที่ต้องใช้ความเร็วสูงในท่า Hang pull

สองปัจจัยนี้เมื่อฝึกร่วมกัน จะเกิดการพัฒนาสมรรถนะการระเบิดพลังของกล้ามเนื้อได้ โดยใช้แรงได้สูงที่สุด ในระยะเวลาที่สั้นที่สุด (Short term speed strength training) โดยผู้ฝึกสอน อาจ

ทำการแยกฝึก แบบเดี่ยวหรือฝึกแบบผสมผสาน ได้ทั้งสิ้นขึ้นอยู่กับการพิจารณาว่านักกีฬาคนนั้น มีองค์ประกอบใดที่ขาดไป (Newton et al., 1999; Winchester et al., 2008)

2.3.2 การทำงานร่วมกันของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular skill and Co-ordination)

นอกจากที่กล้ามเนื้อต้องมีความแข็งแรง ความเร็วและการพัฒนาแรงสูงสุด ให้ส่งผ่านไปยังความสามารถทางการกีฬาให้นักกีฬาแสดงทักษะได้สูงที่สุดแล้ว การระเบิดพลังสูงสุดของนักกีฬาในการแข่งขันต้องพึ่งพาการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อเป็นอย่างมาก เพราะเป็นปัจจัยสำคัญที่นักกีฬาจะสามารถใช้ทักษะกีฬาในการแข่งขันได้อย่างแม่นยำและไหลลื่น โครนินและคณะ (Cronin et al., 2001b) กล่าวถึงการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อ และอวัยวะ ไว้ว่านักกีฬาต้องระดมกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว ในทักษะกีฬาที่จะใช้ให้ได้มากที่สุด ตีกรอบกลุ่มกล้ามเนื้อที่จำเป็นต้องใช้ให้น้อยที่สุด ไม่อนุญาตให้ระบบประสาทขับเคลื่อนมวลกล้ามเนื้อ (Motor cortex neural drive) ที่ไม่เกี่ยวข้องกับทักษะทั้งหมดได้ใช้ทำงาน จึงเป็นการลดภาระงานในกล้ามเนื้อของนักกีฬาให้สร้างแรงได้มาก และใช้ระยะเวลาสั้น ในการจะสร้างพลังกล้ามเนื้อแล้วผ่านส่งต่อไปสู่บริบทของทักษะที่นักกีฬาต้องการใช้งานเท่านั้น โคมี่และคณะ (Cormie et al., 2011a) กล่าวในทิศทางเดียวกันว่า การทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อ (Inter-muscular co-ordination) เป็นการเคลื่อนไหวร่างกายที่เกี่ยวข้องกับทักษะกีฬาที่ต้องการเท่านั้น โดยนักกีฬาต้องใช้กลุ่มกล้ามเนื้อหลัก และกล้ามเนื้อที่ช่วยให้เกิดการเคลื่อนไหว (Agonist and Synergist muscle groups) ที่มีการทำงานร่วมกันที่ซับซ้อนพัวพัน ให้สร้างแรงออกมาได้มาก และใช้เวลาสั้นที่สุด เมื่อลดการใช้งานของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ไม่เกี่ยวข้องลง ขณะเดียวกันก็มีการกระตุ้นส่วนที่จำเป็นต่อทักษะกีฬาที่ต้องการมากขึ้น เมื่อนั้นการเคลื่อนไหวจะระเบิดพลังของกล้ามเนื้อได้มากที่สุด อย่างไหลลื่น

CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.3.3 ความเร็ว-ความแข็งแรง เพื่อพัฒนาการระเบิดพลังกล้ามเนื้อ (Speed-strength for development of explosive muscular power)

กำลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ สร้างได้จาก กล้ามเนื้อทุกส่วนของร่างกายที่เกี่ยวข้องกับทักษะกีฬาทำงานร่วมด้วยแรงมากที่สุดและใช้เวลาสั้นที่สุด “หัวใจสำคัญ” ของการสร้างแรงระเบิดของกล้ามเนื้อ คือ นักกีฬาต้องมีความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเสียก่อน จึงสามารถสร้างพลังกล้ามเนื้อในระดับสูงต่อไปได้ หากปราศจากพื้นฐานของความแข็งแรงสูงสุดแล้วจึงเป็นการยากที่จะระเบิดพลังกล้ามเนื้อ ให้ได้กำลังสูงสุด แล้วฝึกต่อไปในทักษะที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น ผู้ฝึกสอนจึงควรพิจารณาให้หมวดก่อนหน้าการฝึกระเบิดพลังกล้ามเนื้อ ประกอบด้วยแบบฝึกของ ความแข็งแรงสูงสุด เพื่อให้นักกีฬามีความพร้อมต่อการสร้างแรงได้สูง แล้วจึงตามด้วย ความเร็ว-ความแข็งแรง โคมี่และคณะ

(Cormie et al., 2010a) กล่าวถึงแบบฝึกที่สร้างความเร็ว-ความแข็งแรง ว่าเป็นแบบฝึกของ Ballistic training, Olympic lifting training และ Complex training ที่ส่งผลดีต่อสมรรถนะของทักษะ พร้อมทั้งเพิ่มความแข็งแรงให้กับนักกีฬา นักกีฬาที่เข้าร่วมการฝึกจึงควรมีความแข็งแรงที่ดีอยู่แล้วในระดับหนึ่งเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ดีที่สุดจากรูปแบบการฝึกที่กล่าวมา

นิวตันและคณะ ; เบเกอร์ (Newton et al., 1999 ; Baker , 1996) กล่าวถึงพื้นฐานที่ดี ที่สามารถต่อยอดการฝึก ความเร็ว-ความแข็งแรง ไปสู่การระเบิดพลังกล้ามเนื้อสูงสุดได้ ว่านักกีฬาต้องมีพื้นฐานมาจากการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักที่มาก (Heavy resistance training) ในจำนวนครั้ง และคุณภาพของท่าฝึก ที่ใกล้เคียงกับคุณภาพของการระเบิดพลังกล้ามเนื้อในอุดมคติของทักษะกีฬานั้นๆ เสียก่อน อาจเป็นแบบฝึกเดี่ยว หรือแบบฝึกผสมผสาน ที่สร้างแรงได้สูง และใช้ความเร็ว ไปพร้อมกัน โดยแบบฝึกที่เลือกนั้นต้องมีความสัมพันธ์กับอัตราการเร่งแรงสูงสุด (Full acceleration) ตลอดช่วงการเคลื่อนไหวของทักษะกีฬา เพื่อนักกีฬาสามารถใช้ขีดจำกัดของสมรรถนะร่างกายส่งผ่านไปยังทักษะกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

การฝึกความเร็ว-ความแข็งแรง จึงเป็นการพัฒนากระบวนการที่กล้ามเนื้อทำงานร่วมกัน โดยใช้ความเร็วได้สูงสุดในระยะเวลาสั้นที่สุด และใช้กำลังของกล้ามเนื้อได้สูงที่สุด โดยลัดกระบวนการการทำงานของกล้ามเนื้อชนิดที่ 2 ให้ออกแรงมาก ในระยะเวลาน้อย กล่าวคือ ร่างกายสามารถใช้การระเบิดพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ได้ในจุดที่นำออกมาใช้เมื่อใดก็ได้อย่างใจต้องการ ที่ผ่านมาผู้ฝึกสอนกีฬาอาจให้นักกีฬามีรูปแบบการฝึกด้วยแรงต้านอยู่แล้ว เช่น ท่าฝึก Bench press หรือท่าฝึกต่างๆ ที่ผู้ฝึกสอนพิจารณาว่าเหมาะกับนักกีฬาประเภทที่ทำการฝึกอยู่ แต่หากต้องการพัฒนาการระเบิดพลังของกล้ามเนื้อ ท่าฝึก ความเข้มข้น และความแข็งแรงพื้นฐานของนักกีฬาให้เหมาะสมกับช่วง และชนิดกีฬาเช่นกัน หากเป็นช่วงแรกที่เปลี่ยนรูปแบบการฝึกหลังจากความแข็งแรงสูงสุดแล้วต้องการเพิ่มความเร็ว-ความแข็งแรง ควรพิจารณาน้ำหนักให้ลดลงสักครึ่งหนึ่งเสียก่อน แล้วจึงพิจารณาน้ำหนักที่เหมาะสมกับสมรรถภาพของนักกีฬาที่ดูแลต่อไปภายหลัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.4 องค์ประกอบที่สามารถพัฒนาสมรรถนะในการกระโดด

สมรรถนะในการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอล ต้องใช้พลังของกล้ามเนื้อในการกระโดดขึ้นจากพื้น (Take-off power) ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2001) กล่าวว่า ในชนิดกีฬาที่มีการกระโดดนั้น กล้ามจะออกแรงในลักษณะแรงระเบิด (Explosive) เพื่อให้ประสิทธิภาพของการกระโดดได้ผลดีที่สุด อาจเป็นลักษณะของการวิ่งมาแล้วกระโดด หรือย่อตัวก่อนที่จะกระโดดขึ้นไปก็ได้ กรณีของการย่อหากมีการย่อตัวมากในองศาที่เหมาะสมก็จะทำให้ลอยตัวขึ้นได้อย่างรวดเร็ว แต่หากนักกีฬามีความแข็งแรงและความเร็วไม่พอก็อาจทำให้การกระโดดนั้นช้าและประสิทธิภาพในการกระโดดลดลงด้วย โดยสามารถระบุขั้นตอนของสมรรถนะในการกระโดดได้ ดังขั้นตอนต่อไปนี้ 1.พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ใน

การเริ่มต้นเคลื่อนที่ (Start Power) 2.พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้น (Take-off power) และ 3.พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการลงสู่พื้นและเปลี่ยนทิศทาง (Landing/reactive power) โดยผู้วิจัยได้ระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอลไว้ดังนี้

2.4.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength)

ชาร์เกย์และแกสคิลล์ (Sharkey and Gaskill, 2006) กล่าวถึง ความแข็งแรง (Strength) ว่ามีความหมายเหมือนคำว่า แรง (Force) หมายถึงความสามารถในการเคลื่อนที่วัตถุ ดังนั้น ความแข็งแรงจึงหมายถึง แรงที่มากที่สุดจากการออกแรงกล้ามเนื้อในหนึ่งครั้ง โดยความแข็งแรงเป็นพื้นฐานของทุกชนิดกีฬาเพื่อให้การฝึกซ้อมและการแข่งขันได้ผลออกมาอย่างมีประสิทธิภาพ ความแข็งแรงเกี่ยวข้องโดยตรงกับพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อ (Cross-sectional area) โดยการฝึกด้วยแรงต้านสามารถช่วยเพิ่มการระดมเส้นใยของกล้ามเนื้อและเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อได้ ยังพบว่าความแข็งแรงของเส้นใยกล้ามเนื้อทั้ง 3 ชนิด คือ เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า ชนิดผสมและชนิดหดตัวเร็ว จะมีความเท่ากันต่อเมื่อเปรียบเทียบโดยพื้นที่หน้าตัดที่เท่ากัน ขณะเดียวกันความแตกต่างคือกล้ามเนื้อชนิดผสมและชนิดหดตัวเร็วจะสามารถสร้างแรงได้ดีกว่ากล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า

บอมพา (Bompa, 1999) กล่าวถึงความแข็งแรงสูงสุด (Maximum strength) ว่าความสามารถของนักกีฬาที่จะพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดได้นั้น ขึ้นอยู่กับการที่นักกีฬาสามารถเพิ่มเส้นผ่าศูนย์กลางหรือพื้นที่หน้าตัดของส่วนกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องได้หรือไม่ หากกล่าวลึกลงไปคือ การเพิ่มเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อไมโอซิน (Myosin) และขึ้นอยู่กับความสามารถของการไขว้บิดกันระหว่าง แอคตินและไมโอซินครอสบริดจ์ (Myosin cross-bridges) ในทางปฏิบัติคือสามารถระดมเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วได้รวดเร็วและสามารถระดม (Synchronize) กลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องให้ทำงานพร้อมกัน โดยขั้นตอนนี้ควรต้องเริ่มจากการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อเสียก่อน (Hypertrophy phase) ช่วงนี้เป็นการฝึกเพื่อเพิ่มเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยไมโอซินและองค์ประกอบของโปรตีนที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ครอสบริดจ์ (Cross bridge) ของกล้ามเนื้อ การเพิ่มขึ้นของกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับระยะเวลาฝึกที่ปกติแล้วใช้ ระยะเวลาฝึก 8-12 สัปดาห์โดยประมาณ (สุทธิกร อาภานุกูล, 2008) แล้วจึงส่งผ่านไปสู่ช่วงสร้างความแข็งแรงสูงสุด สำหรับความสามารถในการระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วนั้นจะขึ้นอยู่กับวิธีการฝึกของแรงต้านที่ใช้ความเร็วสูงสุด และการฝึกความสามารถของการเคลื่อนไหวในลักษณะใช้พลังระเบิดของกล้ามเนื้อ กลไกเหล่านี้เกิดจากที่นักกีฬามีความแข็งแรงสูงสุดแล้วสามารถใช้ในการระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งหมดนี้มาจากผลของการฝึกซ้ำจนเกิดการเรียนรู้

การสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เป็นผลที่ได้มาจากรูปแบบการฝึกที่สร้างความตึงตัวให้กล้ามเนื้อและการเพิ่มความแข็งแรงสูงสุดเป็นผลลัพธ์ของการระดมหน่วยยนต์ในเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด

หดตัวเร็ว เพราะฉะนั้นนักกีฬาไม่จำเป็นต้องเพิ่มกล้ามเนื้อให้มีขนาดใหญ่ หรือเพิ่มน้ำหนักตัวให้มาก เพื่อที่จะสร้างความแข็งแรง ทั้งนี้แบบฝึกสำหรับเพิ่มความแข็งแรงสูงสุดและพลังของกล้ามเนื้อนักกีฬาควรเรียนรู้ในการระดมใช้กล้ามเนื้อที่พร้อมเพรียงกันด้วยการฝึกด้วยแรงต้านในระดับที่สามารถใช้หน่วยยนต์ในเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วได้มาก โดยใช้ความหนักของการฝึกด้วยแรงต้านที่ 80-85 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไปสำหรับการฝึกในช่วงสร้างความแข็งแรงสูงสุด โดยการฝึกเพื่อสร้างความแข็งแรงสูงสุดอาจทำให้นักกีฬามีความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นและอาจเพิ่มมวลของกล้ามเนื้อมากขึ้นได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการหดตัวของกล้ามเนื้อที่สามารถสร้างแรงได้มากที่สุด เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยคือ 1.การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอ็คเซ็นตริก 2.การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบไอโซเมตริก และ 3.การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริก สอดคล้องกับงานศึกษาของวิลสัน (Wilson, 1994) กล่าวว่าวิธีที่ทำให้เกิดแรงจากการหดตัวของกล้ามเนื้อมากที่สุดคือ เอ็คเซ็นตริก รองลงมาคือการหดตัวแบบไอโซเมตริกและสุดท้ายคือการหดตัวแบบคอนเซ็นตริกตามลำดับ การฝึกเพื่อสร้างความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อไม่สามารถกระทำได้ภายใต้สภาวะที่ร่างกายอ่อนล้าเช่นเดียวกับการฝึกเพื่อสร้างกล้ามเนื้อ เนื่องจากการเพิ่มความแข็งแรงสูงสุดจะมีการกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางในระดับสูง ยกตัวอย่างในภาคปฏิบัติคือ ต้องมีสมาธิจดจ่อและแรงกระตุ้นที่ต้องใช้การประสานงานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Muscle coordination) เพื่อให้ระบบส่วนกลางสั่งการให้เกิดการทำงานอย่างสอดคล้องกันของกล้ามเนื้ออย่างพร้อมกันทั้งระบบ (Synchronization) นอกจากการทำงานพร้อมกันแล้วยังช่วยระงับการทำงานของกล้ามเนื้อฝั่งตรงข้ามของการเคลื่อนไหว (Antagonistic muscle) ได้อย่างดีเยี่ยม มีความหมายว่าเมื่อกล้ามเนื้อออกแรงสูงสุดกล้ามเนื้อฝั่งตรงข้ามจะทำงานประสานไปในทิศทางการเคลื่อนไหวเดียวกัน โดยไม่มีการหดตัวมาต้านทานการเคลื่อนไหว ในสภาวะปกติระบบส่วนกลางจะทำหน้าที่ยับยั้งหน่วยยนต์ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ แต่เมื่ออยู่ในสภาวะคับขัน เสี่ยงเป็นเสี่ยงตาย ปฏิกิริยาจะลดบทบาทลง ทำให้เกิดการหดและยืดตัวอย่างเกินปกติของกล้ามเนื้อ

ฟ็อกซ์ เบาเวซ และฟอส (Fox, Bowes and Foss, 1989) กล่าวว่าจุดประสงค์หลักของการฝึกความแข็งแรงสูงสุดคือ การเรียนรู้ที่จะกำจัดปฏิกิริยาการยับยั้งจากประสาทส่วนกลาง ซึ่งการลดลงของปฏิกิริยานี้เองจะเกิดการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงอย่างมีประสิทธิภาพ

กูเน่-เดนิซและคณะ (Guney-Deniz et al.,2019) ได้ให้คำอธิบายของความแข็งแรงที่ส่งผลต่อสมรรถนะในการกระโดดไว้ว่าระบบประสาทส่วนกลาง (CNS : Central Nervous System) จะสั่งการจัดวางไปยังข้อต่อ (JPS : Joint Position Sense) ซึ่งส่งผลดีในเชิงสรีรวิทยาของนักกีฬาคือกล้ามเนื้อมัดหลักและกล้ามเนื้อฝั่งตรงข้าม (Agonist and Antagonist) ทำงานประสานกันได้ดี ในกรณีของการสมรรถนะในการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอลนั้นกล้ามเนื้อที่ทำงานมากคือ กล้ามเนื้อสะโพก ต้นขาด้านหน้า ต้นขาด้านหลัง และน่อง เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่ผู้ฝึกสอนควรพิจาณาวาง

แผนการฝึกให้กับนักกีฬาบาสเกตบอลฝึกสำหรับพัฒนาสมรรถนะในการกระโดด เพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน

สุทธิกร อาภานุกูล (2008) ได้กล่าวถึงโปรแกรมการสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้

ช่วงแรกของการฝึกความแข็งแรงกล้ามเนื้อ (Beginner)

ความหนัก	50-60	เปอร์เซ็นต์ จากหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนเซต	1-2	เซต
จำนวนครั้ง	10-15	ครั้ง
ความเร็วในการยก	ปานกลาง	
ความถี่ในการฝึก	1-2	ครั้งต่อสัปดาห์

ช่วงระยะสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Intermediate)

ความหนัก	60-70	เปอร์เซ็นต์ จากหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนเซต	2-3	เซต
จำนวนครั้ง	8-12	ครั้ง
ความเร็วในการยก	ปานกลางถึงเร็ว	
ความถี่ในการฝึก	2-3	ครั้งต่อสัปดาห์

ช่วงระยะการสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสูงสุด (Advance)

ความหนัก	80-100	เปอร์เซ็นต์ จากหนึ่งอารเอ็ม
จำนวนเซต	2-4	เซต
จำนวนครั้ง	1-6	ครั้ง
ความเร็วในการยก	เร็ว	
ความถี่ในการฝึก	3-5	ครั้งต่อสัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อจากการฝึกด้วยน้ำหนัก

(Physiological changes due train weight training)

เพาเวอร์และดอดด์ (Power and Dodd, 2009) กล่าวว่าโปรแกรมที่ฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงสามารถเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อได้ (Muscular size) และเพื่อให้มีการระดมมวลกล้ามเนื้อได้มากขึ้นที่เกิดจากการฝึกความแข็งแรงก่อน แล้วจึงเกิดการเพิ่มขึ้นของขนาดกล้ามเนื้อ การฝึกความแข็งแรงจะเปลี่ยนแปลง 2 ปัจจัย ต่อไปนี้ 1.การเพิ่มขึ้นของขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy) เป็นหลัก 2.การฝึกความแข็งแรงช่วยให้เกิดการสร้างเส้นใยกล้ามเนื้อขึ้นใหม่ (Hyperplasia) ซึ่งเป็น

มวลกล้ามเนื้อในปริมาณที่น้อยและจากการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงนี้ยังไม่ได้ข้อสรุปที่แน่นอน แต่พบว่าการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีการเคลื่อนไหวเต็มมุมอาจช่วยพัฒนาความอ่อนตัวได้อีกด้วย

การระดมเส้นใยของกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกาย

(Recruitment of muscle fibers during exercise)

เพาเวอร์และดอดด์ (Power and Dodd, 2009) กล่าวว่าระดับความเข้มข้นของการออกกำลังกายแปรผันโดยตรงกับจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อที่เรียกใช้เพื่อให้เกิดแรงตามลำดับความเข้มข้นของการออกกำลังกาย ยกตัวอย่างเช่น การเดินอาจระดมเส้นใยกล้ามเนื้อขาน้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ กระบวนการที่เรียกใช้เส้นใยกล้ามเนื้อให้สร้างแรงมากขึ้นเรียกว่า การระดมของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Fiber recruitment) นอกจากนี้ยังพบว่าการออกกำลังกายที่มีระดับความเข้มข้นต่ำจะเกิดการระดมเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นในการออกกำลังกาย การระดมเส้นใยกล้ามเนื้อจะมากขึ้นตามความหนักของการออกกำลังกาย จากเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า เป็นชนิดผสมและชนิดหดตัวเร็วในที่สุด เช่นการฝึกยกน้ำหนักจะมีการระดมเส้นใยกล้ามเนื้อในชนิดหดตัวเร็วที่มากขึ้น

ตารางที่ 1 ชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อ

ชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อ (Fiber type)	**Slow Twitch (Type I)**	**Fast Twitch (Type IIa)**	**Fast Twitch (Type IIb)**
ลักษณะหน้าที่การทำงาน			
ความเร็วของการหดตัว (มิลลิวินาที)	50	35	15
ความเร็วในการคลายตัว (มิลลิวินาที)	110	50	50
อัตราการผลิตแรง	ต่ำ	สูง	สูง
การต้านทานต่อความล้า	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
กำลังของมอเตอร์ยูนิต	ต่ำ	สูง	สูง
ลักษณะโครงสร้าง			
สี	แดง	ขาว/แดง	ขาว
ขนาด	เล็ก	กลาง	ใหญ่
จำนวนเส้นใยต่อมอเตอร์นิวรอน	10-180	300-800	300-800
ขนาดของประสาทมอเตอร์นิวรอน	เล็ก	ใหญ่	ใหญ่
ความหนาแน่นของเส้นเลือดฝอย	สูง	ปานกลาง	ต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะทางระบบพลังงาน			
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
สมรรถภาพการไม่ใช้ออกซิเจน	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ความอดทน	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
การสะสมกลัยโคเจน	ต่ำ	สูง	สูง

(Sharkey and Gaskill, 2006)

2.4.2 ความเร็ว (Speed)

เจริญ กระบวนรัตน์ (1995) ให้คำนิยามความเร็วในการเคลื่อนไหวว่าต้องอาศัยการควบคุมหน่วยของกล้ามเนื้อ (Motor Unit) ขึ้นอยู่กับทักษะที่จะฝึก ยกตัวอย่างเช่น การวิ่งต้องใช้หน่วยควบคุมกล้ามเนื้อมากกว่าการเดิน ยิ่งมีการเคลื่อนไหวมากและเร็วหน่วยของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องก็จะถูกเรียกใช้เป็นจำนวนมาก ในกรณีของสมรรถนะในการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอลนั้นความเร็วเป็นสมรรถนะในการหดและคลายตัวให้ได้แรงสูงที่สุด เร็วที่สุด เพื่อให้ทักษะเกิดประสิทธิภาพสูงโดยความเร็วที่ส่งผลต่อทักษะกีฬาแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ความเร็วในการวิ่ง เป็นลักษณะของการใช้พลังกล้ามเนื้อที่เร็วและแรงเพื่อให้ได้ระยะทางที่ไกลที่สุดโดยใช้เวลาให้น้อยที่สุดปัจจัยที่ชี้วัดความเร็วจากการวิ่งคือจำนวนการก้าวเท้า (Step frequency) ความยาวของก้าว (Stride range) และระยะเวลา
2. ความเร็วในการเคลื่อนที่ เป็นความเร็วที่มีผลต่อการเคลื่อนไหวทั้งชุดทักษะ ยกตัวอย่างเช่น ทักษะการกระโดดตบ ตี องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดความเร็วคือความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับทักษะในระดับที่เหมาะสม
3. ความเร็วในการตัดสินใจ เป็นความเร็วที่เกิดจากการระดมกล้ามเนื้อผ่านระบบประสาทที่ตอบสนองกับสิ่งเร้าได้อย่างรวดเร็ว

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่งผลต่อความเร็วในช่วงต้นของการเคลื่อนไหว

เจริญ กระบวนรัตน์ (2545) กล่าวถึงองค์ประกอบที่ควรพิจารณาเพื่อให้เกิดความเร็วไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. ปฏิกิริยาตอบสนอง และสมรรถนะในการออกตัววิ่ง
2. การเริ่มอัตราความเร็วจนถึงความเร็วสูงสุด
3. ความยาวของก้าววิ่ง
4. ความถี่ในอัตราการก้าวเท้า
5. การทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

องค์ประกอบที่สัมพันธ์กับสมรรถนะในการกระโดด คือ ปฏิกิริยาตอบสนอง, การเริ่มอัตราความเร็วจนถึงความเร็วสูงสุด และการทำงานของร่างกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน เนื่องจากสมรรถนะในการกระโดดต้องการกำลังสูงสุด โดยเกิดจากการทำงานร่วมกันของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับความเร็ว โดยกลไกการออกแรงผ่านกล้ามเนื้อระยางค์ส่วนล่าง

ไวเน็ค (Weineck, 1990) ระบุถึงกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ออกแรงในการเคลื่อนไหวที่ข้อต่อ โดยเรียงลำดับดังต่อไปนี้

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อต่อสะโพก ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อกลูเทียส แมกซิมัส (Glutes Maximus)
- กล้ามเนื้ออะดัคเทอ แมกนัส (Adductor Magnus)
- กล้ามเนื้อเซมิเทนดิโนซัส (Semimembranosus)
- กล้ามเนื้อกลูเทียส มีเดียส (Glutes Medius)
- กล้ามเนื้อควอดราทัส ฟีมอรีส (Quadratus femoris)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อต่อหัวเข่า ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อควอดไดร์เซพซ์ ฟีมอรีส (Quadriceps femoris)
- กล้ามเนื้อเทนเซอะ ฟาสเซียน ลาตาร์ (Tensor fasiae latae)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อต่อข้อเท้า ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อแกสทรอคนีเมียส (Gastrocnemius)
- กล้ามเนื้อโซเลียส (Soleus)
- กล้ามเนื้อเฟลคเซอ ฮอลลูซิส ลองกัส (Flexor hallucis longus)
- กล้ามเนื้อเฟลคเซอ ดิจิทอลุม ลองกัส (Flexor digitorum longus)
- กล้ามเนื้อทีเบียลิส โพสทีเรีย (Tibialis posterior)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส ลองกัส (Peroneus longus)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส เบรวิช (Peroneus brevis)

ไวเน็ค (Weineck, 1990) กล่าวต่อว่า กลุ่มกล้ามเนื้อที่ส่งผลต่อสมรรถนะในการกระโดดที่สุด คือ กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อต่อสะโพก ซึ่งกลุ่มกล้ามเนื้อควอดไดร์เซพซ์ ฟีมอรีส นอกจากทำหน้าที่งอ

สะโพกแล้วยังทำหน้าที่เหยียดหัวเข่าด้วยไปพร้อมกัน ทั้งสองกลไกเป็นกลไกที่แสดงออกในสมรรถนะในการกระโดดคือ การย่อและออกตัว โดยแบ่งออกเป็นกล้ามเนื้อย่อยอีก 4 มัดกล้ามเนื้อ คือ กล้ามเนื้อเรคทัส ฟีมอรีส (Rectus femoris) กล้ามเนื้อวาสทัส มีเดียลิส (Vastus medialis) กล้ามเนื้อวาสทัส แลทเทอราลิส (Vastus lateralis) และ กล้ามเนื้อวาสทัส อินเทอมีเดียส (Vastus - intermedius) กล้ามเนื้อกลุ่มที่กล่าวมา เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการเร่งความเร็วและใช้กำลังสูงสุดในการแสดงสมรรถนะในการกระโดดเนื่องจากเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่ มีความสามารถในการหดตัวได้เร็ว และระดมมวลกล้ามเนื้อได้มาก ผู้ฝึกสอนจึงควรพิจารณาใช้ความหนักในระดับที่เหมาะสม ให้สามารถระดมมวลกล้ามเนื้อกลุ่มนี้มาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2.4.3 พลังของกล้ามเนื้อ (Muscle power)

ชาร์เกย์และแกสคิลล์ (Sharkey and Gaskill, 2006) กล่าวว่าผู้ที่สามารถเร่งความเร็วได้ดีกว่าจะมีความเร็วที่สามารถไปถึงความเร็วสูงสุดได้ก่อนคู่แข่ง ปัจจัยสำคัญที่ทำให้การเร่งความเร็วได้ดีกว่าคือ พลังของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ คือ อัตราการทำงานของกล้ามเนื้อ ที่แสดงออกมาให้เห็นในรูปแบบของงานที่เกิดขึ้น จากความสัมพันธ์ของงาน (Work) กับความแข็งแรง (Strength) และความเร็ว ดังสมการนี้

$$\text{Work} = \text{Force} \times \text{Distance}$$

$$\text{Power} = \frac{\text{Work}}{\text{Time}}$$

$$\text{Velocity} = \frac{\text{Distance}}{\text{Time}}$$

ดังนั้น

$$\text{Power} = \frac{\text{Force} \times \text{Distance}}{\text{Time}}$$

$$\text{Power} = \text{Strength} \times \text{Velocity}$$

จากสมการนี้แสดงให้เห็นว่า นักกีฬาที่มีความแข็งแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อสามารถทำให้มีพลังกล้ามเนื้อมากขึ้น โดยพื้นฐานคือนักกีฬาต้องมีความแข็งแรงมากพอที่จะสร้างพลังของกล้ามเนื้อที่จะใช้ในการฝึกซ้อมหรือแข่งขันเสียก่อน

บอมพา (Bompa, 1999) อธิบายรูปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์การแข่งขันที่แตกต่างกันตามชนิดกีฬา ดังนี้

- พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการลงสู่พื้นและเปลี่ยนทิศทาง (Landing and Reaction power) เกิดขึ้นในกีฬาหลายประเภท ทักษะการลงสู่พื้นเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดความต่อเนื่องของการ

เปลี่ยนทิศทางและกระโดด โดยนักกีฬาจำเป็นต้องใช้พลังกล้ามเนื้อในการควบคุมร่างกายขณะลงสู่พื้นและปรับตัวตามชุดทักษะต่อจากนั้นได้อย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดดก็ตาม

- พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกขณะลงสู่พื้น มีความสัมพันธ์กับความสูงของการลงสู่พื้น การลงสู่พื้นระหว่างความสูง 80-100 เซนติเมตร ข้อเท้าต้องรับน้ำหนักประมาณ 6-8 เท่าของน้ำหนักตัว ขณะลงสู่พื้นนั้นกล้ามเนื้อจะทำงานแบบยืดยาวขึ้น (Eccentric) ในนักกีฬาที่ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อมาเป็นอย่างดีจะสามารถควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกในการลงสู่พื้นได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเกิดการเปลี่ยนทิศทางหรือกระโดดกล้ามเนื้อจะทำงานแบบหดสั้น ซึ่งสถานการณ์เหล่านี้มักเกิดขึ้นกับการแข่งขันกีฬาประเภททีม หากไม่เคยมีการฝึกฝนที่เหมาะสมมาก่อนอาจทำให้การลงสู่พื้นเกิดขึ้นในลักษณะที่ผิดและส่งผลให้เกิดอาการบาดเจ็บ เนื่องจากการลงสู่พื้นจะทำให้เกิดความตึงตัวมากซ้ำๆ ในกล้ามเนื้อที่ตอบสนองขณะลงสู่พื้นและเนื้อเยื่อของเอ็นกล้ามเนื้อ จึงควรมีการฝึกด้วยการหดตัวกล้ามเนื้อแบบเอ็คเซ็นทริกและพลัยโอเมตริก เพื่อพัฒนาสมรรถนะของกล้ามเนื้อและป้องกันอาการบาดเจ็บไปพร้อมกัน

- พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในกีฬา ทุ่ม-พุ่ง-ขว้าง (Throwing power) เกิดขึ้นในกีฬาประเภทที่ต้องใช้อุปกรณ์ ทุ่ม-พุ่ง-ขว้าง ด้วยพลังของกล้ามเนื้อที่มากพอที่จะสร้างความเร็วให้กับอุปกรณ์ โดยออกแรงจากจุดเริ่มต้นเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้และเพิ่มอัตราเร่งตลอดระยะทางของการเคลื่อนที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชนิดกีฬาที่ต้องปล่อยอุปกรณ์ออกจากมือเพื่อต้องการระยะทางให้มากที่สุด

- กล้ามเนื้อที่ใช้กระโดดขึ้นจากพื้น (Take-off power) ในชนิดกีฬาที่ต้องมีการกระโดด มีความต้องการที่ต้องใช้พลังกล้ามเนื้อในลักษณะสร้างแรงระเบิด (Explosive) เพื่อสร้างประสิทธิภาพให้การกระโดดที่ดีที่สุด หากเป็นการกระโดดที่วิ่งมาด้วยความเร็วสูงหรือมีการย่อตัวก่อนที่จะกระโดดขึ้น หากมีการย่อตัวลงมากยิ่งต้องการพลังกล้ามเนื้อที่มากเพื่อจะออกแรงยกตัวขึ้นจากพื้นได้อย่างรวดเร็ว หากนักกีฬามีพลังของกล้ามเนื้อไม่มากพออาจทำให้การกระโดดช้าลงและลดประสิทธิภาพของการกระโดดลงไปด้วย

- พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเริ่มต้นเคลื่อนที่ (Starting power) ในหลายชนิดกีฬาที่ความเร็วเริ่มต้นเป็นตัวชี้ขาดของผลลัพธ์ สถานการณ์เหล่านี้เกิดขึ้นในการแข่งขันที่มีคู่ต่อสู้ การออกอาวุธได้เร็วกว่าย่อมทำให้เกิดความได้เปรียบ รวมถึงการออกตัวด้วยการถีบตัวออกจากช่องวิ่งของนักวิ่งระยะสั้น นักกีฬาคนใดมีพลังกล้ามเนื้อที่มากกว่าจะเริ่มต้นวิ่งได้เร็วกว่า มีความสามารถในการสร้างพลังระเบิดของกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วได้มากจะทำให้มีความได้เปรียบคู่แข่งขันเป็นอย่างยิ่ง ด้วยสาเหตุนี้การเริ่มต้นเคลื่อนที่ด้วยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อจึงเป็นพื้นฐานที่สำคัญของสรีรวิทยาที่สำคัญต่อการแสดงความสามารถสูงสุดของนักกีฬา

- พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการชะลอความเร็ว (Deceleration power) เกิดขึ้นบ่อยในการแข่งขันกีฬาประเภททีม เช่น ฟุตบอล วอลเลย์บอลและบาสเกตบอล หรือในชนิดกีฬาที่มีการหลอกล่อคู่ต่อสู้ด้วยการชะลอความเร็วสลับกับการเร่งความเร็วและชะลอความเร็วเพื่อเปลี่ยนทิศทางแล้วกระโดดต่อโดยการเคลื่อนไหวในลักษณะนี้กล้ามเนื้อจะทำงานแบบยาวยาวเพิ่มขึ้นเพื่อรับแรงกระแทกจากการวิ่งที่เร็ว ดังนั้นการพัฒนากล้ามเนื้อเพื่อชะลอความเร็วอย่างรวดเร็วจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อเพื่อรับแรงกระแทกเช่นกัน การวิ่ง หยุดวิ่ง ชะลอตัวและเปลี่ยนทิศทางนี้ต้องการพลังของกล้ามเนื้อประกอบกับมุมในการงอขา ที่มีลักษณะคล้ายกันกับการลดแรงกระแทกขณะลงสู่พื้น ในการฝึกกล้ามเนื้อเพื่อชะลอความเร็วอย่างรวดเร็ว นักกีฬามีความจำเป็นจะต้องฝึกกล้ามเนื้อแบบเอ็คเซ็นทริกและพลัยโอเมตริก

- พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็ว (Acceleration power) เกิดขึ้นบ่อยในกีฬาประเภทบุคคลและกีฬาประเภททีม แทบทุกชนิดกีฬาต่างมีสถานการณ์ในการเร่งความเร็วทั้งสิ้น พลังกล้ามเนื้อเป็นหัวใจสำคัญในการขับเคลื่อนร่างกายไปข้างหน้า ด้านบน ด้านข้าง อย่างรวดเร็ว โดยสร้างแรงกดดันให้กล้ามเนื้อขาให้ออกแรงให้ได้มากที่สุด เพื่อชนะแรงต้านของแรงโน้มถ่วง แรงต้านของน้ำหากเป็นชนิดกีฬาประเภทแข่งขันใต้น้ำ รูปแบบการฝึกพลังกล้ามเนื้อ เช่น การฝึกพลัยโอเมตริก เนื่องจากสามารถระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วได้ดีทำให้นักกีฬาสามารถใช้พลังของกล้ามเนื้อในการเร่งความเร็วในระดับสูง

โอ’เช (O’shea, 2000) กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อ คือ ความสามารถที่กล้ามเนื้อออกแรงเต็มที่ด้วยความเร็วสูงสุด ซึ่งเป็นผลรวมมาจากความแข็งแรงและความเร็ว หากนักกีฬามีพลังกล้ามเนื้อมากจะส่งผลต่อการเร่งความเร็วด้วยในขณะเดียวกัน หากนักกีฬามีความเร็วสูงสุดจะสามารถวิ่งได้เร็วกว่าผู้ที่มีความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว ซึ่งแสดงออกมาผ่านการเร่งความเร็วและการหยุดเร่งความเร็วเช่นกัน หากนักกีฬามีองค์ประกอบอื่นเท่ากันหมดพลังของกล้ามเนื้อจะเป็นตัวตัดสินว่าใครจะเป็นผู้ชนะ ซึ่งพลังของกล้ามเนื้อเป็นความสามารถในการทำให้เกิดงานระดับสูงอย่างรวดเร็วและพลังของกล้ามเนื้อนั้นไม่อาจแยกจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ ดังสมการ

พลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) = ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) x ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Speed of muscular contraction)

จากการศึกษาของบอมพา (Bompa, 1993) ได้สรุปผลการศึกษาของเฮคคิเนนและโคมิ (Hakkinen and Komi, 1983) ถึงหลักการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นจากพื้นฐานที่เปลี่ยนแปลงของระบบประสาท ที่ทำให้กล้ามเนื้อทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้วยเหตุผลต่อไปนี้

1. ใช้เวลาในการระดมหน่วยยนต์สั้นลง (Motor unit recruitment) โดยเฉพาะเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว
2. เซลล์ประสาทยนต์ (Motor neuros) ทนต่อความถี่ของการปล่อยกระแสประสาทมากขึ้น
3. มีความคุ้นเคยของหน่วยยนต์ (Motor unit) มากขึ้นและทำงานได้ดีขึ้น ปล่อยกระแสประสาทได้เพียงพอกับทักษะกีฬาที่จะแสดงออก
4. กล้ามเนื้อใช้งานเส้นใยกล้ามเนื้อมากขึ้นในระยะเวลาที่ลดลง
5. อัตราการพัฒนาของการประสานกันภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular coordination) มีการทำงานประสานกันมากขึ้นระหว่างปฏิกิริยาเร่งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Excitatory reaction) กับปฏิกิริยารั้งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Inhibit reaction) โดยเกิดจากการเรียนรู้จากระบบประสาทส่วนกลาง
6. มีพัฒนาการของการทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อ (Intermuscular coordination) ระหว่างกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดตัวออกแรง (Agonistic muscles) กับกล้ามเนื้อฝั่งตรงข้ามที่ทำหน้าที่คลายตัว (Antagonistic muscles) ผลลัพธ์ที่ได้คือกล้ามเนื้อหดตัวได้เร็วและแรงมากขึ้น

สรุปได้ว่า การพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ควรนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมในแต่ละแบบฝึกซึ่งจะต้องมีความเฉพาะเจาะจงกับแต่ละชนิดกีฬา โดยท่าออกกำลังที่ฝึกควรมีความใกล้เคียงกับทักษะกีฬาที่ต้องการฝึก กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกในบริบทที่ใกล้เคียงกับทักษะกีฬามากเท่าใดประสิทธิภาพทางการกีฬาก็มากขึ้นเท่านั้น

นิวตันและเครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) กล่าวถึงพลังระเบิดของกล้ามเนื้อว่าเกิดจากการออกแรงสูงสุดอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของประสิทธิภาพของการเคลื่อนไหวในขณะที่ปล่อยอุปกรณ์กีฬาออกไป หรือต้องการความเร็วในจุดกระทบนอกจากนั้น ยังมีผลต่อการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็วตลอดจนการเร่งความเร็วในการแข่งขันกีฬาอีกด้วย ขณะที่นักกีฬาพยายามออกแรงเพื่อให้กล้ามเนื้อเกิดแรงระเบิดนั้นเวลาในการใช้แรงเร่งต้องน้อยลง ซึ่งการทำงานของกลไกของกล้ามเนื้อนี้ แบ่งเป็น 2 ประการ คือ

1. สมรรถนะของกล้ามเนื้อ ที่ออกแรงได้มากในระยะเวลาอันสั้น เรียกว่า อัตราการพัฒนาแรง ”Rate of force development”
2. สมรรถนะที่กล้ามเนื้อออกแรงมาก ได้อย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2001) กล่าวว่าปัจจัยที่ทำให้พลังระเบิดของกล้ามเนื้อพัฒนานั้นประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 5 อย่าง ดังต่อไปนี้

1. ความแข็งแรงที่ความเร็วต่ำ (Slow velocity strength)
2. ความแข็งแรงที่ความเร็วสูง (High velocity strength)
3. อัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development)
4. วงจรเหยียดตัวออก-หดตัวสั้นลง (Stretch-shortening cycle)
5. การทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ร่วมกันทำงานและทักษะของการเคลื่อนไหว (Intermuscular -coordination and Skill)

วิลสัน (Wilson, 1994) ระบุว่า การหดตัวกล้ามเนื้อ แบบความยาวลดลงนั้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ จึงไม่สามารถพัฒนาคุณสมบัติทั้งสองประการในเวลาเดียวกันได้ การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่เป็นผลรวมของความแข็งแรงกับความเร็วจึงมีวิธี 3 อย่างดังต่อไปนี้

1. ให้กล้ามเนื้อออกแรงมากด้วยความเร็วต่ำ โดยใช้น้ำหนักในระดับสูง
2. ให้กล้ามเนื้อออกแรงน้อยด้วยความเร็วสูง โดยใช้แบบฝึกพลัยโอเมตริกที่ใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน
3. ให้กล้ามเนื้อออกแรงปานกลางด้วยความเร็วปานกลาง โดยฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก โดยใช้น้ำหนักภายนอกเพิ่มความหนักที่ 30-45 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด

2.4.4 การทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscle coordination)

บอมพา (Bompa, 1999) กล่าวถึง ทฤษฎีการเคลื่อนซ้อนกันของเส้นใยเล็กๆ ของกล้ามเนื้อ (The sliding filament theory) อธิบายว่าเป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เกิดกลไกการเลื่อนซ้อนกันของ แอคตินและไมโอซิน ทฤษฎีนี้จึงถูกเรียกว่าการเลื่อนตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อเพื่อทำให้เกิดการหดตัว (The sliding filament theory of contraction) โดยแอคตินหกเส้นจะไปโอบรับไมโอซินหนึ่งเส้น โดยไมโอซินจะมีก้านยื่นไปรับแอคติน เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ครอสบริดจ์ (Cross bridge) โดยกระแสประสาทที่ส่งมาจากศูนย์สั่งการ (Motor nerve) จะทำหน้าที่ไปกระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อทั้งหมดแล้วจึงเกิดปฏิกิริยาทางเคมีให้แอคตินไปเชื่อมกับครอสบริดจ์ของไมโอซินแล้วการเชื่อมนี้จะหลุดออกจากกัน ขณะเดียวกันครอสบริดจ์จะทำการปลดปล่อยพลังงานส่งผลให้ครอสบริดจ์ดึงไมโอซินไปบนแอคติน การเลื่อนนี้เองที่ทำให้เกิดกระบวนการที่กล้ามเนื้อเกิดหดสั้น (Contract) ด้วยเหตุนี้เองจึงเกิดแรงขึ้น เมื่อการกระตุ้นนี้จบลงไมโอซินและแอคตินแยกตัวจากกันทำให้กล้ามเนื้อยืดยาวออกกลับสู่ภาวะปกติและการหดตัวสิ้นสุดลง การทำงานของครอสบริดจ์จึงอธิบายได้ว่าเพราะเหตุ

ใดการสร้างแรงจากกล้ามเนื้อจึงขึ้นอยู่กับความยาวของกล้ามเนื้อที่ยืดออกก่อนที่กล้ามเนื้อจะหดตัวลงและจะพบว่าความยาวของกล้ามเนื้อที่เหมาะสมในการหดตัวนั้นคือ ความยาวของกล้ามเนื้อในขณะพัก เหตุเพราะทุกครอสบริดจ์สามารถที่จะเชื่อมต่อแอคตินได้ส่งผลให้เกิดความตึงตัวในกล้ามเนื้อ ดังนั้นเมื่อกล้ามเนื้อยืดยาวออกก่อนที่จะหดตัวสั้นลงอีกครั้งความยาวของกล้ามเนื้อที่ยืดออกจะมากกว่าปกติมากส่งผลให้เกิดแรงในการหดตัวลดลง ซึ่งในกล้ามเนื้อที่หดตัวอยู่แล้วนั้นแอคตินและไมโอซินจะไปทำการเชื่อมให้ครอสบริดจ์มีพื้นที่ว่างอยู่เพียงเล็กน้อยพอที่จะไปดึงแอคติน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดความตึงและแรงที่น้อย ในทางกลับกันหากกล้ามเนื้อยืดยาวออกมากกว่าความยาวในขณะพักจะทำให้เกิดแรงในการหดตัวน้อยลงเช่นกัน เนื่องจากแอคตินอยู่ไกลเกินไปจากครอสบริดจ์สำหรับการจะเชื่อมให้กล้ามเนื้อหดตัวอีกครั้ง สามารถสรุปได้ว่าแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อจะลดลงเมื่อความยาวของกล้ามเนื้อสั้นหรือยาวเกินกว่าระยะขณะพัก พบว่าแรงสูงสุดในการหดตัวของกล้ามเนื้อจะเกิดขึ้นเมื่อการหดตัวนั้นเริ่มทำงานที่มุมของข้อต่ออยู่ที่ 110-120 องศา

หน้าที่ของกล้ามเนื้อ (The role of muscles)

โครงร่างของกระดูกและกล้ามเนื้อ กระดูกถูกเชื่อมต่อด้วยเอ็นยึดข้อต่อ (Ligament) และกล้ามเนื้อวางล้อมข้อต่อเหล่านั้น การสร้างแรงจึงทำให้เกิดการเคลื่อนไหวโดยอาศัยการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อหลายมัดที่ทำงานพร้อมกัน วิลสัน (Wilson, 1994) กล่าวถึงบทบาทของกล้ามเนื้อไว้ดังต่อไปนี้

1. กล้ามเนื้อมีหน้าที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว (Agonistic or prime movers) เช่น การทำงานของกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (Biceps) ออกแรงขณะร่างกายงอข้อศอก (Arm curl exercise)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. กล้ามเนื้อมีหน้าที่ต้านการเคลื่อนไหว (Antagonist) กล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกาะอยู่ด้านตรงข้ามกับกล้ามเนื้อที่มีหน้าที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว เช่น กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง (Tricep) ขณะร่างกายงอข้อศอก (Arm curl exercise)

3. กล้ามเนื้อมีหน้าที่ทำให้เกิดความมั่นคง (Stabilizers or Fixators muscle) กล้ามเนื้อหรือ กลุ่มกล้ามเนื้อชนิดนี้จะหดตัวแบบเกร็งค้างไว้ หรือการหดตัวแบบไอโซเมตริก (Isometric) เป็นการช่วยให้มีพื้นฐานที่นิ่ง ทำหน้าที่ให้กล้ามเนื้อเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ในท่างอข้อศอก (Arms curl exercise) กล้ามเนื้อหัวไหล่และข้อมือจะหดตัวแบบไอโซเมตริกเพื่อทำหน้าที่สร้างความมั่นคงให้กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้าหดตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หน่วยยนต์ (Motor unit)

บอมพา (Bompa, 1999) กล่าวถึง ประสาทยนต์ (Motor nerve) ว่าเป็นเส้นใยประสาทที่สั่งการตรงไปยังกล้ามเนื้อ โดยเกาะโยงกับกล้ามเนื้อตั้งแต่หนึ่งเส้นใยจนถึงหลายพันเส้นใย โดยทุกเส้นใยกล้ามเนื้อจะถูกกระตุ้นด้วยเส้นใยประสาทสั่งการทำให้เกิดการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่อง ดังนั้น หนึ่งประสาทยนต์รวมกับเส้นใยกล้ามเนื้อที่ถูกสั่งการโดยประสาทยนต์นี้เรียกว่า หนึ่งหน่วยยนต์ (A motor unit) เมื่อประสาทยนต์ถูกกระตุ้น กระแสประสาทจะถูกส่งไปยังเส้นใยกล้ามเนื้อในหน่วยยนต์นั้น โดยกระแสประสาทจะแพร่กระจายไปยังเส้นใยกล้ามเนื้อหรือไม่แพร่กระจายเลย ขึ้นอยู่กับว่าประสาทยนต์นั้นถูกกระตุ้นถึงระดับกั้น (Threshold) หรือไม่ตามกฎหรือไม่ทั้งหมด (all-or-none law) ดังนั้น หากมีการกระตุ้นกระแสประสาทยนต์ที่อ่อนแต่ถึงระดับกั้นการสร้างความตึงตัวจากการถูกกระตุ้นเพียงพอเส้นใยกล้ามเนื้อมัดนั้นจึงจะถูกกระตุ้นให้ตื่นตัว จำนวนของหน่วยยนต์ที่สามารถนำมาใช้กระตุ้นให้เกิดการหดตัวมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับแรงต้านที่มากระทำกับกล้ามเนื้อ หากแรงต้านน้อยการระดมหน่วยยนต์อาจเกิดขึ้นน้อยส่งผลให้แรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นได้น้อยเช่นเดียวกัน ในทางกลับกันหากมีแรงต้านมากมากระตุ้นการระดมจำนวนหน่วยยนต์ได้ทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมดของกล้ามเนื้อมัดนั้น การสร้างแรงสูงสุดจึงสามารถเกิดขึ้นได้ จากงานศึกษาพบว่าการระดมหน่วยยนต์ในกล้ามเนื้อถูกใช้แบบน้อยไปหามากตามลำดับของแรงต้านที่กระทำต่อกล้ามเนื้อ ด้วยเหตุนี้การฝึกด้วยแรงต้านจึงเป็นวิธีการสำคัญหนึ่งที่สามารถสร้างแรง โดยแรงที่สร้างจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยคือ

1. จำนวนของหน่วยยนต์ที่สามารถถูกระดมมาใช้ในขณะหดตัว
2. จำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีอยู่ในหน่วยยนต์ หากมีจำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อในหน่วยยนต์มากขึ้นเท่าใด การสร้างแรงยิ่งทำได้มาก จำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อในหน่วยยนต์นั้นถูกกำหนดโดยพันธุกรรม จึงสังเกตเห็นได้ว่านักกีฬาบางคนสามารถเพิ่มขนาดและความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อได้ง่ายจากการฝึก การที่หน่วยยนต์ถูกกระตุ้นแล้วตอบสนองด้วยการหดตัว-คลายตัวเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ทวิทช์ (Twitch)

ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อ

งานศึกษาของวีนัส ดอกจันทร์ (2012) ระบุไว้ 3 ประเภทดังนี้

1. การหดตัวแบบไอโซโทนิก (Isotonic contraction) เป็นรูปแบบการหดตัวของกล้ามเนื้อที่มีการเพิ่มความตึง (Tension) ในกล้ามเนื้อขณะที่มีการเคลื่อนไหว ซึ่งลักษณะการหดตัวขณะเคลื่อนไหวแบ่งปลีกย่อยออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1. การหดตัวแบบคอนเซ็นตริก (Concentric contraction) การหดตัวชนิดนี้ จะเกิดขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อมีการหดตัวสั้นลง และกล้ามเนื้อสามารถทำงานได้มากกว่าแรงต้าน แล้วสามารถทำงานได้ในแรงบวก เช่น นักกีฬาสามารถเกร็งกล้ามเนื้อหน้าอก แล้วผลักบาร์เบลออกตัวจากในท่านอนได้

1.2. การหดตัวแบบเอ็คเซ็นตริก (Eccentric contraction) การหดตัวชนิดนี้เกิดขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น พร้อมกับมีการผ่อนแรงเมื่อออกแรงต้านน้ำหนัก เช่น เมื่อนักกีฬาผ่อนบาร์เบลลงในท่านอน แล้วกล้ามเนื้อมีลักษณะผ่อนแรงและถูกยืดออก

2. การหดตัวแบบไอโซเมตริก (Isometric contraction) เกิดการเกร็งของกล้ามแบบความยาวคงที่ แต่เกิดความตึงที่กล้ามเนื้อภายใน เกิดขึ้นเมื่อร่างกายอยู่ในท่าเกร็งที่อยู่นิ่งไม่มีการเคลื่อนไหวที่มุมของข้อต่อ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “การหดตัว-แบบคงที่” การหดตัวชนิดนี้สามารถสร้างแรงได้เท่ากับแรงต้าน เช่น ท่าออกกำลังกายแพลงก์ด้วยข้อศอก (Elbow plank)

3. การหดตัวแบบไอโซคิเนติก (Isokinetic contraction) เป็นรูปแบบการหดตัวที่มีความเร็วเท่ากัน และคงที่ตลอดมุมของการเคลื่อนไหว ลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อชนิดนี้ จะไม่เกิดขึ้นในการใช้เครื่องออกกำลังกายทั่วไป แต่จะหาค่าได้จากเครื่องที่ทดสอบความเคลื่อนไหวเฉพาะ เช่น ไบโอเด็ก (Biodex) หรือการฝึกในน้ำ ที่มีแรงต้านและความเร็วคงที่ตลอดเวลาการเคลื่อนไหว

2.4.5 ระบบพลังงาน (Energy system)

สุกัญญา ช.เจริญยิ่ง (2019) กล่าวว่า การทำงานของกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกายนั้นต้องการพลังงานสำหรับการหดสั้น และคลายตัวโดยใช้จากแหล่งพลังงานสำรอง (Energy supply systems) ที่แตกต่างกัน แต่ละระบบพลังงานมีลักษณะการใช้พลังงานที่เฉพาะเจาะจง ขึ้นอยู่กับความหนักและระยะเวลาของการใช้ทักษะกีฬา โดยมีสารเคมีในกล้ามเนื้อชื่อว่า อดีซีนไตรฟอสเฟต (Adenosine triphosphate) ส่งผลให้กล้ามเนื้อหดและคลายตัว เมื่อมีการใช้ทักษะกีฬากล้ามเนื้อจะถ่ายโอนไปเป็น อดีโนซีนไดฟอสเฟต (Adenosine diphosphate) จะได้หน่วยพลังงาน (Energy) ที่ 7.3 กิโลแคลอรี โดยปริมาณของเอทีพีที่เก็บสะสมในเซลล์กล้ามเนื้อจะมีปริมาณ 6 มิลลิโมลต่อกล้ามเนื้อ 1 กิโลกรัม โดยจำนวนดังกล่าวจะเพียงพอเฉพาะทักษะที่กล้ามเนื้อออกแรงหดตัวสูงสุด เช่น การทุ่มน้ำหนัก ยกน้ำหนัก ตีกอล์ฟ และเสิร์ฟเทนนิส ถ้ามีการหดตัวมากกว่าหนึ่งครั้ง ร่างกายจะสร้างพลังงานสำรองให้จำนวนเอทีพีย้อนคืนจากเอดีพี ทำให้เอทีพีเพียงพอสำหรับการหดตัวมากกว่าหนึ่งครั้งขึ้นไป ในทักษะกีฬาที่ต้องใช้การออกแรงให้กล้ามเนื้อหดตัวสูง มีความต้องการอัตราการหมุนเวียนของเอทีพีเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเป็นหน่วยพลังงานที่ให้พลังงานสูงและมีความต่อเนื่อง แต่กล้ามเนื้อเก็บรักษาเอทีพีไว้ได้ไม่กี่วินาที ดังนั้นการทำงานของทักษะที่ต่อเนื่องจึงต้องการเอทีพีที่เกิดการสังเคราะห์อยู่ตลอดอย่างต่อเนื่อง

ระบบสำรองพลังงานแรกของเอทีพีเรียกว่า ครีเอตีนฟอสเฟต (Creatine Phosphate) ที่มีอยู่ในกล้ามเนื้อเพียงเล็กน้อย แต่สามารถถ่ายสารฟอสเฟตให้เอดีพี เพื่อสังเคราะห์เอทีพีขึ้นเป็นหน่วยที่ให้พลังงานเร็ว เป็นหน่วยพลังงานสำรองที่ใช้ในกิจกรรมที่มีความหนักสูงแต่มีระยะเวลาสั้น โดยสารครีเอตีนฟอสเฟตที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อจะถูกย่อยสลายไปเป็นเอทีพีกลายเป็นพลังงานเอทีพีที่มีในกล้ามเนื้อ จะสามารถใช้ในทางตรงกับกิจกรรมที่มีความหนักสูงสุด 1-2 วินาที่ เมื่อครีเอตีนฟอสเฟตโอนถ่ายไปเป็นพลังงานสำรองของเอทีพีแล้ว จะหมดลงในระยะเวลา 6-8 วินาที หลังจากนั้นร่างกายจะใช้พลังงานจากระบบเผาผลาญพลังงาน (Metabolism) จากอาหารที่ร่างกายสะสมไว้

ตารางที่ 2 ระบบพลังงานสำรองขณะประกอบกิจกรรมที่มีความหนักสูง

ระยะเวลา	ระบบ	พลังงานสำรองหลัก	ข้อสังเกต
1-2 วินาที	แอนแอโรบิก อแล็กเทต	เอทีพี	
6-8 วินาที	แอนแอโรบิก อแล็กเทต	เอทีพี,ซีพี	
20-24 วินาที	แอนแอโรบิก อแล็กเทต แอนแอโรบิก แล็กเทต	ซีพี ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ	เกิดกรดแล็กติก
45-120 วินาที	แอนแอโรบิก แล็กเทต	ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ	เกิดกรดแล็กติกเพิ่มขึ้น
2-3 นาที	แอนแอโรบิก แล็กเทต แอโรบิก	ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ	เริ่มใช้ระบบแอโรบิก
3-10 นาที	แอโรบิก	ไกลโคเจน, กรดไขมัน	ไขมันมีบทบาทมากขึ้น

1. ระบบแอนแอโรบิก อแล็กเทต (Anaerobic alactate system)

เป็นระบบพลังงานที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญพลังงาน ไม่ก่อให้เกิดกรดแล็กติก เมื่อมีกิจกรรมที่ความหนักสูงระบบพลังงานนี้ จะมีเอพีทีสำรองประมาณ 6-8 วินาที เมื่อสารครีเอตินฟอสเฟสหมดลงในระยะเวลาอันสั้น พลังงานจะสร้างกลับคืนหลังหยุดออกกำลังกายประมาณ 3-5 นาที

ตารางที่ 3 การสังเคราะห์เอทีพีและซีพีกลับคืน

เวลา	30 วินาที	60 วินาที	90 วินาที	3 นาที
การฟื้นคืนสภาพ	50 เปอร์เซ็นต์	75 เปอร์เซ็นต์	80 เปอร์เซ็นต์	98 เปอร์เซ็นต์

2. ระบบแอนแอโรบิก แล็กเทต (Anaerobic lactate system)

เป็นระบบพลังงานที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจน เช่นเดียวกับ ระบบแอนแอโรบิก อแล็กเทต แต่การสำรองพลังงานขอ งระบบแอนแอโรบิก แล็กเทต นั้นจะก่อให้เกิดกรดแลคติคขึ้น เมื่อร่างกายมีการทำกิจกรรมทางกีฬาที่รวดเร็วและมีระยะเวลานาน 20-45 วินาที ซึ่งระบบนี้จะนำพลังงานจากไกลโคเจนมาใช้มากที่สุดเมื่อเกิดการแข่งขันกีฬาที่ใช้ระบบพลังงานแบบแอนแอโรบิก โดยแล็กเทตนั้นเป็นเหตุของภาวะที่ร่างกายเป็นกรดและรบกวนความสัมพันธ์ของระบบประสาทกล้ามเนื้อซึ่งเป็นจุดเชื่อมโยงของทักษะกีฬา (Technical skill) เช่น ฟุตบอล เทนนิส ยูโด ดังนั้น เมื่อมีการฝึกซ้อมกีฬาที่ต้องการเทคนิคของทักษะกีฬา ค่าความเข้มข้นของกรดแลคติคควรจะมีค่าที่ 6-8 มิลลิโมล เพราะหากเกิดปัจจัยรบกวนที่ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ จะส่งที่ไม่ดีต่อการฝึกซ้อมเป็นผลให้ไกลโคเจนที่สะสมไว้ที่กล้ามเนื้อและตับพร่องลงไปได้ การสำรองพลังงานจะอยู่ในภาวะอันตราย เมื่อค่าแล็กเทตสูง เนื่องจากกระบวนการออกซิเดชันของไขมันทำงานช้าลง เมื่อกล้ามเนื้อเกิดความเป็นกรดจะเกิดการฉีกขาดขึ้นเล็กน้อย (Micro ruptures) ในเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ เมื่อเกิดการฉีกขาดเล็กน้อยแล้วไม่ได้พักรักษาอาจเป็นสาเหตุไปสู่อาการบาดเจ็บที่มากขึ้น ในภาวะความเป็นกรดสูงจะหน่วงเหนี่ยวการกลับคืนของครีเอตีนฟอสเฟตให้ช้าลง ด้วยเหตุนี้ผู้ฝึกสอน จึงควรพิจารณาช่วงเวลาในการพักขณะฝึกซ้อมไม่ให้สั้นเกินไปเพื่อให้ร่างกายคืนสภาพในการกลับคืน ของครีเอตีนฟอสเฟตและร่างกายของนักกีฬามีความสมบูรณ์สูงสุด

3. ระบบแอโรบิก (Aerobic system)

เป็นการสำรองพลังงานที่ต้องการออกซิเจน ในกระบวนการเผาผลาญสารอาหารคาร์โบไฮเดรตและไขมัน อาศัยเอนไซม์และไมโทคอนเดรีย โดยแบ่งสัดส่วนในการสำรองพลังงานขึ้นอยู่กับความหนักของการออกกำลังกาย หากความเข้มข้นอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าสูงสุด (Submaximal) เป็นเวลานาน ในช่วงแรกของการฝึกซ้อมร่างกายจะใช้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรต เมื่อระยะเวลาผ่านไปนานขึ้นร่างกายจะเริ่มใช้ไขมันเป็นกลุ่มพลังงานสำรองหลัก สอดคล้องกับงานศึกษาของ นัฐพงษ์ สีพิกา (2021) ที่ระบุว่า การสังเคราะห์พลังงานแบบใช้ออกซิเจนเป็นระบบพลังงานที่สำคัญต่อการออกกำลังอย่างต่อเนื่องที่จะสลายไกลโคเจนเป็นกลูโคส และไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) เป็นกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) และกลีเซอรอล(Glycerol) และสารอาหารทั้งหมดจะถูกย่อยสลายไปตามกระบวนการจนได้สารแอซีทิลโคเอนไซม์เอ (Acetyl coenzyme A; Acetyl coA) แล้วเข้าสู่กระบวนการออกซิเดทิฟ เมแทบอลิซึม (Oxidative metabolism) จนได้เป็นหน่วยพลังงานเอทีพีโดยปกติแล้วการเผาผลาญกลูโคส 1 โมเลกุลจะให้พลังงานที่ 36 เอทีพี แต่การเผาผลาญพลังงานจากกรดไขมัน (Fatty acids) 1 โมเลกุลจะได้พลังงานสูงกว่าที่ 131 เอทีพี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สรุปภาพรวม – สำหรับการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล มีกติกาที่ทีมบุกจะต้องทำการรุกให้เสร็จสิ้นภายใน 24 วินาที หากการรุกยังไม่จบภายในเวลาดังกล่าวจะถือว่าทีมบุกทำผิดกติกา และจะเสียการครอบครองบอล กล่าวได้ว่า นักกีฬาบาสเกตบอลฝ่ายรุกมีโอกาสที่จะใช้สมรรถนะร่างกายเพื่อการกระโดดภายในห้วงระยะเวลานี้ แต่ในสถานการณ์แข่งขันจริงแล้ว การรุกไปในแดนคู่ต่อสู้ รวมถึงการป้องกันไม่ให้คู่ต่อสู้ทำคะแนนนั้น นักกีฬาทั้งสองฝ่ายมีโอกาสที่จะกระโดดได้เพียง 1-4 ครั้งต่อการทำเกมส์ขึ้นมาเล่นหนึ่งครั้ง ซึ่งจะสอดคล้องกับระบบพลังงานตามที่สุกัญญา ช.เจริญยิ่ง (2019) ระบุไว้คือ หากทำการรุกเสร็จสิ้นในระยะเวลาอันสั้นที่ 1-2 วินาที ก็จะใช้ระบบพลังงานแอนแอโรบิก อแล็กเทต ใช้พลังงานเอทีพี แต่หากทำการรุกยืดเวลายาวออกไปอีกแต่ไม่เกิน 20-24 วินาทีก็จะใช้ระบบพลังงานแอนแอโรบิก แล็กเทต ซึ่งเริ่มใช้พลังงานไกลโคเจนในกล้ามเนื้อนั่นเอง ในระหว่างการแข่งขัน ช่วงเวลาที่นักกีฬาบาสเกตบอลทำการบุก แล้วเกิดสถานการณ์ที่ต้องกระโดดเป็นจำนวนครั้งที่มาก แล้วผู้ฝึกสอนเล็งเห็นว่านักกีฬาเกิดอาการล้า จึงควรแนะนำให้มีระยะเวลาพักอยู่ที่ 3-5 นาที โดยประมาณ

การฟื้นตัว (Recovery)

ดินติแมน วอร์ดและเทลเลซ (Dintiman, Ward and Tellez, 1998) กล่าวถึงการฟื้นตัวไว้ว่าสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรกคือ ผลของการฝึก เช่น การพัฒนาความเร็วแบบแข็งแรง (Speed strength) ไม่ใช่การฝึกแบบความเร็วแบบอดทน (Speed endurance) ดังนั้นการหยุดพักเพื่อฟื้นตัวระหว่างการกระโดด ระหว่างเซตและระหว่างการฝึกซ้อมควรมีความเหมาะสม โดยการพักแบ่งเป็นเกณฑ์ดังนี้ เช่น ช่วงพักระหว่างการปล่อยตัวลงจากแท่นกระโดดแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 5-10 วินาที พักระหว่างเซต 2-3 นาที การพักระหว่างการฝึกซ้อมใช้เวลาประมาณ 2-4 วัน ขึ้นอยู่กับชนิดกีฬา ช่วงเวลาในวงจรการฝึกซ้อมรอบปี โดยปกติแล้วการหยุดพัก 2 วันจะเหมาะสมที่สุดในช่วงฤดูก่อนแข่งขัน (Pre-season) และการหยุดพัก 3-4 วัน เหมาะกับช่วงฤดูแข่งขัน (Competitive season) หัวใจสำคัญที่จะทำให้การฝึกมีประสิทธิภาพที่สุดคือ การฝึกแต่ละครั้งต้องเกิดการระเบิดพลังกล้ามเนื้อและท่าที่ถูกต้องที่สุด จากระยะเวลาพักที่กล่าวมาสอดคล้องกับ เวอโรเชนสกี (Verhoshanski, 1969) ที่แนะนำว่าการฝึกเด็พธ์จัมพ์ไม่ควรฝึกเกิน 2 ครั้งต่อสัปดาห์

2.5 หลักการฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการกระโดด

2.5.1 การฝึกเชิงซ้อน (Complex training)

การเพิ่มสมรรถนะการกระโดดต้องอาศัยพละกำลังของกล้ามเนื้อขา นักบาสเกตบอลจึงควรฝึกการเพิ่มความแข็งแรงและความเร็วไปพร้อมกัน จากงานศึกษาของ ชู (Chu,1996) กล่าวว่าการฝึกเชิงซ้อนออกแบบมาเพื่อพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดและพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ให้นิยาม

เกี่ยวกับองค์ประกอบของ “การฝึกเชิงซ้อน” ไว้ว่า การฝึกเชิงซ้อนเป็นการฝึกท่าออกกำลังกายเป็นคู่ โดยในท่าที่ 1 ต้องเป็นการฝึกความแข็งแรง ตามด้วยท่าที่ 2 พลัยโอเมตริก สปรินท์ หรือ ท่าที่มีความเฉพาะเจาะจงกับแต่ละกีฬา ในท่าใดท่าหนึ่ง เมื่อฝึกครบในท่าที่ 1 และ 2 จึงเรียกว่าการฝึกเชิงซ้อน ยกตัวอย่างดังต่อไปนี้

1. ฝึกความแข็งแรง (Strength training) เป็นท่าออกกำลังกายที่ใช้การยกน้ำหนักสร้างแรงต้านด้วย Free weight เพราะให้ประโยชน์ในการเฉพาะเจาะจงกลุ่มกล้ามเนื้อได้ดีกว่าการฝึกด้วย Machine ซึ่งสามารถทำได้แต่ไม่สามารถสร้างความมั่นคงได้เมื่อเปรียบเทียบกับ Free weight และอาจส่งต่อความแข็งแรงไปสู่นักกีฬาได้น้อยกว่า โดยใช้ความเข้มข้นที่แตกต่างกัน เพื่อสร้างความกดดันให้กับกล้ามเนื้อเพื่อพัฒนาส่วนกล้ามเนื้อที่ต้องการ

2. ฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric training) เป็นท่าออกกำลังกายที่กระตุ้นกลไกการทำงานของร่างกาย ให้กล้ามเนื้อตอบสนองอย่างรวดเร็ว ด้วยการใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่งผ่านไปยังทักษะการเล่นกีฬาให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวและคลายตัวอย่างฉับไวเพื่อให้ทักษะมีสมรรถนะสูงที่สุด

3. ฝึกความเร็ว (Sprint training) หลักของความเร็วที่เกิดขึ้นขณะเคลื่อนไหว สามารถสร้างขึ้นได้ด้วยองค์ประกอบ 2 อย่าง คือ ความยาว และความถี่ของการก้าวเท้า โดยการเพิ่มหนึ่งในสององค์ประกอบนี้จะทำให้มีความเร็วเพิ่มขึ้นได้

4. ฝึกเฉพาะกีฬา (Sport-specific training) เป็นทักษะการเคลื่อนไหว ที่กีฬาแต่ละประเภทมีปัจจัยการเคลื่อนไหวต่างกัน เช่น การวิ่ง กระโดด หมุน การตี และการกระโดดปัด จำเป็นต้องศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวในประเภทกีฬาที่ต้องการพัฒนามาก่อน จึงสามารถออกแบบโปรแกรมสำหรับพัฒนาสมรรถนะให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

จุดประสงค์ของการฝึกเชิงซ้อนเป็นการเพิ่มพละกำลังของกล้ามเนื้อและความแข็งแรง โดยให้ความสำคัญกับกล้ามเนื้อชนิด IIb เป็นอันดับแรก และค่อยๆระดมประสาทยนต์ของกล้ามเนื้อชนิด IIc มาใช้ในภายหลัง โดยกล้ามเนื้อชนิด IIa แม้เป็นกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วแต่ไม่เป็นประโยชน์กับนักกีฬามากนัก มีตัวอย่างในนักกีฬายกน้ำหนักและนักกีฬาเพาะกายที่พัฒนากล้ามเนื้อชนิด IIa มาก แต่ไม่ได้แสดงความแข็งแรงออกมาอย่างรวดเร็วนัก ซึ่งตรงกับผลจากการฝึกเชิงซ้อนที่ต้องการใช้ประโยชน์จากกล้ามเนื้อให้มากที่สุดในการเพิ่มความแข็งแรงและความเร็ว เมื่อนักกีฬาสัมผัสได้ถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในเส้นใยกล้ามเนื้อจึงรู้สึกท้าทายแล้วอยากยกระดับการฝึกเพิ่มขึ้นไปอีก การฝึกเชิงซ้อนจึงเป็นการพัฒนาแบบกระบวนการที่มีสองขั้นตอน (Two-step process) สำหรับโปรแกรมการฝึกนักกีฬาและเป็นก้าวที่มีความสำคัญ

เมื่อมอเตอร์นิวรอน (Motor neuron) ถูกกระตุ้นผ่านการฝึกความแข็งแรงด้วยแรงต้าน ซึ่งเป็นการฝึกให้กล้ามเนื้อใช้ความเร็วสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้จากการดันแรงต้านที่สูง แล้วจึงฝึกท่าที่ 2 เช่น พลัยโอเมตริก ที่เปรียบเหมือนการกระตุ้นกล้ามเนื้อจากการถูกปลุกให้ตื่นจากการฝึกความ

แข็งแรงด้วยแรงต้าน โดยท่าที่ 2 ต้องมีความเกี่ยวข้องหรือเจาะจงต่อการระเบิดพลังกล้ามเนื้อในท่าที่ 1 จึงจะได้ผลจากการฝึกเชิงซ้อนดีที่สุด

ระยะเวลาพักสำหรับการฝึกฝึกเชิงซ้อน

ระดับของนักกีฬา	พักระหว่างคู่ท่าฝึก	พักระหว่างเซตฝึก
เริ่มต้น-ปานกลาง	0.5-1.5 นาที	1-3 นาที
ก้าวหน้า-เป็นเลิศ	1-3 นาที	3-5 นาที

ขณะเดียวกันงานศึกษาของ โดเชอร์ตี้และคณะ (Docherty et al., 2004) อธิบายไปในทิศทางเดียวกันว่า การฝึกเชิงซ้อนเป็นการใช้คุณสมบัติของระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่เรียกว่า โพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น (Post-activation Potentiation) ทำให้กล้ามเนื้อมีแรงหดตัวมากกว่าการหดตัวครั้งก่อนหน้าสอดคล้องกันกับ ฮอดจ์สันและคณะ (Hodgson et al., 2005) ที่ระบุว่า กระบวนการโพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น นั้นทำให้เกิดลักษณะของ ฟอสโฟรีเรชั่น (Phosphorelation) เป็นกระบวนการที่ไมโอซิน เรกกูลาทอรี่ ไลท์ เชน (Myosin regulatory light chain) เป็นผลให้แอคติน (Actin) และไมโอซิน (Myosin) ไวต่อการตอบสนองแคลเซียมไอออนมากขึ้น และเพิ่มความตื่นตัวของมอเตอร์นิวรอน ทำการตอบสนองของ เอช รีเฟล็กซ์ (H-reflex) ใช้เวลาสั้นลง แล้วตอบสนองต่อกลไกประสาทยนต์ดีขึ้น

Ebben and Watts (1998) มีแนวคิดเกี่ยวกับการฝึกเชิงซ้อนว่า สามารถพัฒนากิจกรรมที่ใช้แรงระเบิดเช่นการกระโดดได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การฝึกเชิงซ้อนควรอยู่ในโปรแกรมระยะยาว เพราะนักกีฬาต้องมีความแข็งแรงเป็นพื้นฐานอยู่แล้ว ฝึกด้วยแรงต้านในความหนักสูง มีปริมาณที่เหมาะสม ควรมีจำนวนเซ็ตระหว่าง 2 ถึง 5 เซ็ตแต่ละชุด การฝึกด้วยแรงต้านควรมีจำนวนครั้ง 2-8 ครั้งและฝึกพลัยโอเมตริกที่ 5 ถึง 15 ครั้ง
2. ท่าที่ระบุในโปรแกรมการฝึก ควรมีลักษณะทางกลศาสตร์การเคลื่อนไหวที่รวดเร็ว และการฝึกด้วยแรงต้านควรเป็น ท่าที่ฝึกกล้ามเนื้อผ่านหลายข้อต่อ (Compound Joint) เช่น ท่าสควอท และควรมีความสัมพันธ์กับทักษะในกีฬาที่ฝึก ทั้งการฝึกด้วยแรงต้านและการฝึกพลัยโอเมตริก
3. การฝึกเชิงซ้อน ควรมีความถี่อยู่ที่ 1 ถึง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ การฝึกแต่ละครั้ง ควรห่างกันอย่างน้อย 48 ชั่วโมงเพื่อป้องกัน ความล้าของนักกีฬา และก่อนช่วงการแข่งขันควรลดความถี่ลงเหลือ 1 หรือ 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ โดยยังคงความหนักไว้ แต่ปริมาณน้อยลง เมื่อฝึกด้วยแรงต้านแล้วภายใน 30 วินาที ควรฝึกพลัยโอเมตริกต่อทันที เพื่อให้การระดมประสาทยนต์จากการฝึกด้วยแรงต้านยังคงอยู่ ส่วนการพักระหว่างชุดควรอยู่ในช่วงระหว่าง 2 ถึง 10 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.5.2 การฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric training)

ดินติแมน วอร์ด และเทลเลซ (Dintiman, Ward and Tellez, 1988) กล่าวว่า พลัยโอเมตริก (Plyometric) เป็นคำจากภาษากรีก คือคำว่า “Pleythyein” แปลว่า เพิ่มขึ้น รากศัพท์ภาษามาจากคำว่า “Pilo” มีความหมายว่า มากขึ้น (More) ในภาษากรีกส่วน “Metric” หมายถึง การวัดขนาดหรือระยะ (Measure) รวมกันคำว่า พลัยโอเมตริก “Plyometric” จึงมีความหมายว่า การออกกำลังกายที่ใช้ความแข็งแรงของร่างกายมากที่สุดในเวลาที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกมีความสำคัญเป็นอย่างมากในประเภทกีฬาที่มีการออกแรงสูงสุดเพื่อทำให้เกิดการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูงที่สุด ในแบบที่ต้องใช้ความเร็ว-ความแข็งแรง (Speed-strength) เพื่อทำให้การเคลื่อนไหวนั้นสมบูรณ ยกตัวอย่างเช่นในประเภทกีฬาวิ่งระยะสั้น กระโดด และทุ่ม-พุ่ง-ขว้าง ลักษณะของการฝึกพลัยโอเมตริกมีหลายรูปแบบ เช่น การกระโดดขาคู่ (Jumping) การกระโดดเขย่ง (Hopping) เป็นการเคลื่อนไหวในลักษณะสปริงตัวหรือกระดอนตัวขึ้นมาทันทีจังหวะที่ลงสู่พื้น หรือเป็นการรับและโยนวัตถุ การถีบตัวขึ้นจากพื้นอย่างรวดเร็ว หรือการดึงรอก การขว้างปา เป็นส่วนหนึ่งของทักษะพลัยโอเมตริกช่วงบนของร่างกายเช่นกัน พลัยโอเมตริกเป็นแบบฝึกที่พัฒนาทั้งความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ ในนักกีฬาบางคนมีความแข็งแรงมาก แต่ไม่สามารถใช้พลังของกล้ามเนื้อสร้างให้เกิดความเร็วสูงสุดในการวิ่งระยะสั้นได้ การแสดงความสามารถทางการกีฬาบางประเภทที่ต้องใช้การปฏิบัติด้วยการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดจะใช้เวลาในการหดตัวของกล้ามเนื้อน้อยมาก ขณะเวลาที่กล้ามเนื้อหดตัวด้วยการออกแรงสูงสุดพบว่าช่วงเวลานั้นนักกีฬาใช้ความแข็งแรงเพียง 60-80 เปอร์เซ็นต์ ของความแข็งแรงสูงสุดเท่านั้น ด้วยเหตุนี้หัวใจของการฝึกพลัยโอเมตริกจึงเป็นการใช้กล้ามเนื้อออกแรงมากที่สุดในเวลาที่สั้นที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยแบบฝึกพลัยโอเมตริกยังเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาพลังระเบิด (Explosiveness) และความไว (Quickness)

วัตถุประสงค์ของการฝึกพลัยโอเมตริก คือ สร้างความสามารถให้นักกีฬาใช้แรงได้มากที่สุดในเวลาที่สั้นที่สุด เป็นการสร้างงานให้กล้ามเนื้อด้วยการสะสมพลังงานในกล้ามเนื้อก่อนที่จะพลังงานออกมาในทิศทางตรงกันข้าม เช่น เมื่อปล่อยตัวลงจากแท่นฝึกลงสู่พื้น แรงโน้มถ่วงจะถูกถ่ายโอนแรงไปที่กล้ามเนื้อก่อนที่จะปล่อยพลังงานออกมาอย่างรวดเร็วในทิศทางตรงข้าม เกิดเป็นการยืดเหยียดแล้วหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วขณะลงสู่พื้นไปกระตุ้นการตอบสนองแบบยืด (Stretch reflex) ในกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นสำคัญที่ทำให้กลุ่มกล้ามเนื้อหดตัวได้เร็วและแรง หรือหมายถึงกล้ามเนื้อที่ถูกยืดยาวออกอย่างรวดเร็วแล้วหดตัวด้วยความแรงโดยฉับพลัน หรือเป็นการลดความเร่งของมวลอย่างรวดเร็วแล้วตามด้วยการเร่งอย่างรวดเร็ว ฮูเบอร์ (Huber, 1987) กล่าวว่าการออกกำลังกายด้วยพลัยโอเมตริก มีพื้นฐานความคิดมาจากความเชื่อว่าการเหยียดตัวออกอย่างรวดเร็วของกล้ามเนื้อก่อนการหดตัว จะส่งผลให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างแรงมาก ยิ่งกล้ามเนื้อยืดออกเร็วและยาวเท่าใด การหดสั้นเข้าจะยิ่งไวและแรงมากขึ้นเท่านั้น สามารถสรุปด้วยว่าการฝึกพลัยโอ

เมตริกเป็นการเชื่อมระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการแสดงทักษะ ทำให้เกิดการพัฒนาของพลังกล้ามเนื้อ

ระยะที่มีแรงมากระทำกับกล้ามเนื้อ เรียกว่า ระยะผลิต (Yielding phase) เกิดขึ้นก่อนระยะการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Contraction phase) ในกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น ขณะปล่อยตัวลงจากแท่นฝึก ขาของผู้ฝึกต้องเกิดการงอที่เกิดจากแรงดึงดูดของโลก (G-force) หรือพลังจลน์ (Kinetic energy) แล้วเกิดแรงสะท้อนกลับด้วยการกระโดด หากหัวเข่าที่งอมากขึ้นเท่าไหร่ตามระดับแรงโน้มถ่วงและพลังงานที่สะสม ความแรงที่เกิดขึ้นจะหดตัวกล้ามเนื้อกลับมาจากการกระโดดที่มากขึ้นเท่านั้น หลังจากระยะผลิตที่มีการเก็บสะสมพลังงานแล้วพลังงานนั้นจะถูกปลดปล่อยออกมาในระยะสุดท้ายด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างเร็วและแรง เรียกว่า ระยะสุดท้าย (Overcoming phase)

บอมพา (Bompa, 1999) กล่าวว่า การฝึกพลัยโอเมตริกยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในระบบประสาทกล้ามเนื้อ เป็นผลทำให้การเคลื่อนไหวได้เร็วและแรงมากขึ้น โดยส่วนที่หดตัวได้ในกล้ามเนื้อ คือ เส้นใยกล้ามเนื้อและส่วนหดตัวไม่ได้จะวางต่อกับเส้นใยกล้ามเนื้อ เรียกว่า ส่วนประกอบยืดหยุ่นที่ติดกับกล้ามเนื้อ (Series elastic component) เช่น เอ็นกล้ามเนื้อ การยืดเหยียดของส่วนประกอบยืดหยุ่นที่ติดกับเอ็นกล้ามเนื้อ จะตอบสนองเป็นพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเหมือนตัวสปริง พลังงานนี้จะสร้างพลังงานให้เส้นใยกล้ามเนื้อแล้วหดตัวปลดปล่อยพลังงานออกมาซึ่งพบได้บ่อยในการฝึกแบบพลัยโอเมตริก เมื่อกล้ามเนื้อถูกยืดเหยียดอย่างรวดเร็ว ส่วนประกอบยืดหยุ่นที่ติดกับเส้นใยกล้ามเนื้อจะถูกยืดเหยียดตามไปด้วยและเก็บแรงที่ทำให้การยืดเหยียดออกนี้ในรูปแบบของพลังงานศักย์ยืดหยุ่น เมื่อพลังงานนี้ถูกปลดปล่อยในขณะที่กล้ามเนื้อหดตัวสั้นลง หลังจากถูกกระตุ้นด้วย ไมโอเทติก รีเฟล็กซ์ (Myotatic reflex) ยิ่งมีการยืดตัวออกมากขึ้นเท่าใดแรงที่จะหดตัวสั้นจะเกิดมากขึ้นเท่านั้น ในการฝึกพลัยโอเมตริกหากฝึกท่าที่ถูกต้อง การย่อตัว ลงสู่พื้นแล้วกระโดดต้องแน่ใจว่าเมื่อเกิดการลงสู่พื้นแล้วต้องกระโดดได้เร็วที่สุดหลังจากเกิดการสัมผัสพื้น ซึ่งจะเกิดผลดังต่อไปนี้

1. ระดมมอเตอร์ยูนิตทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมด
2. แปลงเปลี่ยนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นพลังกล้ามเนื้อ
3. พัฒนาระบบประสาทที่ตอบสนองต่อการยืดเหยียดของกล้ามเนื้อด้วย ความเร็วสูงสุดส่งต่อไปเป็นพลังของกล้ามเนื้อที่ยืดตัวออกและหดตัวสั้นลงอย่างเร็วและแรง

เมื่อเท้าสัมผัสพื้น จุดศูนย์ถ่วงของนักกีฬาจะลดต่ำลงและความเร็วในขณะนี้ เรียกระยะนี้ว่า อะมอร์ไทเซชั่น (Amortization) เป็นผลจากการยืดยาวออกของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว เป็นระยะที่นักกีฬาต้องเตรียมตัวกระโดดขึ้นจากพื้น หากมีระยะอะมอร์ไทเซชั่นนานเกินไปจะเรียกว่าการดูดซับ

แรงกระแทกทำให้พลังงานสูญหายไปมากขึ้น เช่น ในนักกีฬากระโดดไกล หากช่วงที่วางเท้าสู่พื้นใช้เวลานานเกินไปอาจทำให้สูญเสียความเร็วในแนวดิ่งและแนวราบสำหรับผลักตัวไปข้างหน้า ด้วยเหตุผลนี้นักกีฬาจึงต้องกระโดดโดยใช้เวลาในระยะอะมอร์ไทเซชั่นนี้ให้น้อยที่สุด ยิ่งระยะอะมอร์ไทเซชั่นนี้สั้นเท่าไหร่ การสร้างแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบสั้นยิ่งออกแรงได้มาก นอกจากนี้จะเกิดการใช้พลังงานทั้งหมดที่เก็บไว้ในส่วนประกอบยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อในช่วงที่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเช่นกัน ดังนั้นการพัฒนาท่ากระโดดสูงจึงควรหลีกเลี่ยงการงอหัวเข่ามากเกินไปและใช้เวลาในช่วงที่กล้ามเนื้อยืดตัวยาวออกและหดสั้นให้น้อยที่สุด การลดการงอของหัวเข่าจะทำให้ใช้ประโยชน์จากส่วนประกอบที่ยืดหยุ่นในกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ส่งที่นักกีฬาประเภทกระโดดควรต้องทำคือ การลดจุดศูนย์ถ่วงด้วยความเร็ว ซึ่งนักกีฬาจำเป็นต้องสร้างแรงมาต้านกับแรงในการย่อตัวเพื่อเตรียมกระโดดขึ้น ควรทราบแรงที่เท่ากับมวลคูณความเร่ง ดังสูตร (F = M x A) ด้วยเหตุนี้นักกีฬาจึงควรมีแรงมากพอจะลดความเร่งอย่างรวดเร็วจากการย่อตัวลงเพื่อให้เกิดระยะอะมอร์ไทเซชั่นที่สั้นลง ขยายความได้ตามสมการนี้

$$\text{Average force of amortization} = \frac{\text{Body mass x Change in velocity}}{\text{Time of amortization}}$$

$$\text{Time of amortization} = \frac{\text{Body mass x Change in velocity}}{\text{Average force of amortization}}$$

Average force of amortization = แรงเฉลี่ยของระยะอะมอร์ไทเซชั่น

Body mass = มวลร่างกาย

Time of amortization = เวลาที่ใช้ในระยะอะมอร์ไทเซชั่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากสมการที่ 2 แสดงว่าหากนักกีฬาต้องการลดเวลาที่ใช้ในระยะอะมอร์ไทเซชั่น นักกีฬาต้องสร้างแรงเฉลี่ยในระยะอะมอร์ไทเซชั่นให้มากขึ้น ถ้าสร้างแรงได้น้อย จะทำให้แรงในการยืดยาวออกและหดตัวของกล้ามเนื้อช้าลง และสมการยังแสดงให้เห็นว่านักกีฬาควรมีไขมันในร่างกายในปริมาณที่น้อยและสัดส่วนของพลังกล้ามเนื้อต่อน้ำหนักตัวสูง เพื่อทำให้แรงเฉลี่ยของระยะอะมอร์ไทเซชั่นมากขึ้น เพราะการหย่อนตัวลงที่มากขึ้นเท่าใด ยิ่งต้องมีแรงเฉลี่ยในระยะอะมอร์ไทเซชั่นมากขึ้นเท่านั้นตามสมการ ดังนั้นการทำให้สมรรถนะการกระโดดมีประสิทธิภาพสูงนั้น หากนักกีฬามีการใช้แรงมากที่จะทำให้ระยะอะมอร์ไทเซชั่นสั้นลง แรงที่เกิดขึ้นจะสร้างขึ้นได้อย่างรวดเร็วเท่านั้น

ชู (Chu,1996) ระบุความยากของการฝึกพลัยโอเมตริกสำหรับกล้ามเนื้อขาไว้ 2 ขั้น ดังนี้

พลัยโอเมตริกความยากขั้นที่ 1

- ยืนกระโดดไกล (Standing long jump)
- กระโดดข้ามสิ่งกีดขวาง (Barrier jump) ในความสูงที่แตกต่างกัน
- กระโดดข้ามสิ่งกีดขวางด้านข้าง (Lateral barrier jump)
- กระโดดลงจากกล่อง (Jump from box)
- กระโดดขึ้นกล่อง (Jump to box)
- กระโดดขึ้นในแนวดิ่ง (Vertical jump)

พลัยโอเมตริกความยากขั้นที่ 2

- ยืนเขย่งก้าวกระโดด (Standing triple jump)
- เด็พธ์จั๊มพ์ (Depth jump)
- เขย่งข้ามรั้ว (Hurdle jump)
- กระโดดไปข้างหน้าหลายครั้ง (Multiple jumps)
- เขย่งข้ามสิ่งกีดขวางหลายทิศทาง (Multidirectional barrier hop)
- กระโดดในแนวราบ (Bounding)
- เขย่งขาเดียว (Single-leg hop)

ชู (Chu, 1992) ให้คำแนะนำว่า ควรฝึกพลัยโอเมตริก หลังจากมีประสบการณ์กระโดดขั้นพื้นฐานและฝึกด้วยแรงต้านมาแล้ว (Resistance training) ซึ่งสอดคล้องกับอัลเลอไฮลิเกน (Allerheiligen, 1994) และ วาเธน (Wathen, 1993) ได้แนะนำการทดสอบความแข็งแรงในระดับที่ฝึกพลัยโอเมตริกต่อไปได้ โดยมีหลักเกณฑ์ว่า กล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย นักกีฬาควรมีความสามารถแบกน้ำหนัก แล้วย่อตัวได้ที่ความหนัก 1.5-2.5 เท่าของน้ำหนักตัว หรือแบกความหนักย่อตัว ด้วยน้ำหนักรวมที่ 60 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัวได้ที่จำนวน 5 ครั้ง ผลของการฝึกด้วยแรงต้านก่อนที่จะมีการฝึกพลัยโอเมตริกตามมา จะลดอัตราการเกิดอาการบาดเจ็บ พัฒนาความแข็งแรงพื้นฐาน และปรับระบบการทำงานของกล้ามเนื้อให้ทำงานประสานกับโครงสร้างกระดูก (Musculoskeletal system) ให้สามารถทนต่อแรงกระแทกที่สูงได้ โดยชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2001) และ ชู (Chu, 1996) ได้กล่าวถึง รูปแบบการฝึกเชิงซ้อน เพื่อเป้าหมายของสมรรถนะทางการกีฬาที่แตกต่างกันซึ่งมีระยะเวลาในการฝึกตั้งแต่ 12-14 สัปดาห์ ดังนี้

1. ระยะเตรียม (Preparation Phase) ฝึกเป็นระยะเวลา 2-6 สัปดาห์

	ฝึกด้วยแรงต้าน	ฝึกพลัยโอเมตริก
ความหนัก	60-70 เปอร์เซ็นต์จากหนึ่งอาร์เอ็ม	พลัยโอเมตริก ขั้นที่ 1
จำนวนครั้ง	10-15 ครั้ง	10-12 ครั้ง

จำนวนชุด	2-4 ชุด	2-3 ชุด

2. ระยะก่อนการแข่งขัน (Pre-competition Phase) ฝึกเป็นระยะเวลา 8-12 สัปดาห์ แบ่งเป็น 2 ระยะ

2.1 ระยะแรก

	ฝึกด้วยแรงต้าน	ฝึกพลัยโอเมตริก
ความหนัก	70-85 เปอร์เซ็นต์จากหนึ่งอาร์เอ็ม	พลัยโอเมตริก ขั้นที่ 1
จำนวนครั้ง	6-10 ครั้ง	10-12 ครั้ง
จำนวนชุด	3 ชุด	3 ชุด

2.2 ระยะหลัง

	ฝึกด้วยแรงต้าน	ฝึกพลัยโอเมตริก
ความหนัก	70-85 เปอร์เซ็นต์จากหนึ่งอาร์เอ็ม	พลัยโอเมตริก ขั้นที่ 1
จำนวนครั้ง	4-6 ครั้ง	5-10 ครั้ง
จำนวนชุด	4 ชุด	4 ชุด

3. ระยะแข่งขัน (Competition Phase) ใช้ระยะเวลาฝึก 4 สัปดาห์

	ฝึกด้วยแรงต้าน	ฝึกพลัยโอเมตริก
ความหนัก	80-100 เปอร์เซ็นต์จากหนึ่งอาร์เอ็ม	พลัยโอเมตริก ขั้นที่ 2
จำนวนครั้ง	1-3 ครั้ง	5-6 ครั้ง
จำนวนชุด	3-5 ชุด	3-5 ชุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ระยะส่งผ่าน (Transition Phase)

เป็นช่วงเวลาที่นักกีฬามีการพัก โดยมีกิจกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับการฝึกเชิงซ้อนเป็นระยะเวลาหนึ่งอาจคั่นด้วยกิจกรรมที่มีลักษณะการฝึกของระบบพลังงานแบบแอโรบิกเพื่อให้ร่างกายของนักกีฬามีความพร้อมจะเข้าสู่รูปแบบการฝึกในปีต่อไป (Active rest)

ข้อพิจารณาสำหรับเกณฑ์การคัดเข้า

1. อายุ จากความหนักที่มีความเข้มข้นสูงในการฝึกพลัยโอเมตริก จึงมีความเสี่ยงที่จะเกิดอาการบาดเจ็บได้ สำหรับนักกีฬาที่อายุต่ำกว่า 16 ปี ไม่ควรฝึกในท่าที่มีความหนักอยู่ในระดับช็อค (Shock) ได้แก่ท่าเด็พธ์ จั๊มพ์ (Depth jump)

2. น้ำหนักตัว หากผู้ฝึกมีน้ำหนักตัวเกินกว่า 220 ปอนด์ไม่ควรฝึกในท่าเด็พธ์ จั๊มพ์ ที่มีความสูงเกินกว่า 18 นิ้ว สะสมที่จะฝึกพลัยโอเมตริก ทั้งนี้อัตราส่วนของน้ำหนักในแต่ละท่าฝึก มีความต้องการของความแข็งแรงที่ต่างกัน

3. ประสบการณ์ หากผู้ฝึกไม่มีประสบการณ์ในการฝึกมาก่อน มีความจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณของการฝึกมากกว่าปกติ ในทางตรงกันข้าม ต้องมีความหนักที่น้อยกว่าปกติ ให้มีพัฒนาการอย่างค่อยเป็นค่อยไป การบาดเจ็บบริเวณที่พบบ่อยว่าบาดเจ็บจากการฝึกพลัยโอเมตริก คือ เท้า ข้อเท้า หน้าแข้ง เข่า สะโพก และหลังส่วนล่าง ดังนั้น ควรมีการประเมินอาการบาดเจ็บ ตั้งแต่ช่วงต้นก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริก

4. พื้นผิวของสถานที่ฝึก พื้นผิวที่เหมาะสมในการฝึกพลัยโอเมตริกที่สุด คือ พื้นที่ใช้ฝึกกีฬายิมนาสติก หรือพื้นที่มีลักษณะรองรับแรงกระแทกได้ดี หรือพื้นไม้ในสนามกีฬาบาสเกตบอลสามารถใช้ทดแทนกันได้

5. ความปลอดภัย ผู้ฝึกสอนควรพิจาณาถึงความปลอดภัยอยู่เสมอ ต้องแนะนำผู้ฝึกให้ใช้เทคนิคที่ถูกต้องอย่างใกล้ชิด

ข้อพิจารณาสำหรับโปรแกรมการฝึก

1. การอบอุ่นร่างกาย ต้องมีการอบอุ่นร่างกายก่อนฝึกพลัยโอเมตริกทุกครั้ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึกและป้องกันอาการบาดเจ็บ

2. ประเภทของชนิดกีฬา ท่าออกกำลังที่เลือกมาใช้ในการฝึก ต้องสัมพันธ์กับชนิดกีฬา มีความเหมาะสม ทั้งทิศทาง และลักษณะการเคลื่อนไหว

3. ช่วงเวลาในการฝึก ความเข้มข้นและความถี่ในการฝึก ต้องมีความสอดคล้องกับช่วงเวลาที่นักกีฬามีการแข่งขัน เช่น นอกฤดูกาลแข่งขัน ก่อนฤดูการแข่งขัน และฤดูกาลแข่งขัน

4. ระยะเวลาของโปรแกรมการฝึก การฝึกพลัยโอเมตริก ควรมีระยะเวลาฝึกอยู่ระหว่าง 6-10 สัปดาห์

5. ความถี่ในการฝึก ควรอยู่ที่ 1-3 ครั้งต่อสัปดาห์

6. ลำดับขั้นของความหนัก ขึ้นอยู่กับวงจรหดสั้นและหดยาว ซึ่งเป็นผลลัพธ์มาจาก ความสูงจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย ความเร็วพื้นราบ น้ำหนักตัว และสมรรถนะของกล้ามเนื้อแต่ละคน ที่สามารถเอาชนะแรงต้านได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

7. ลำดับขั้นของปริมาณ โดยปกติแล้วลำดับขั้น นับโดยจำนวนครั้งของเท้าที่สัมผัสพื้น โดยปริมาณควรมีความสัมพันธ์กับความหนัก หากมีความหนักเพิ่มขึ้นปริมาณที่ฝึกควรลดลง

8. เวลาพัก เนื่องจากพลัยโอเมตริก เป็นแบบฝึกที่ใช้ความพยายามสูงสุดในแต่ละครั้ง จึงควรมีเวลาพักหลังจากฝึกให้เหมาะสม เช่น หากฝึกเด็พธ์ จั๊มพ์ ควรพักอยู่ที่ 15-30 วินาที และพักระหว่างชุดอยู่ที่ 3-4 นาที

9. ความเมื่อยล้า สาเหตุอาจเกิดจากการฝึกพลัยโอเมตริกที่ยาวนาน หรือมีรูปแบบการฝึกอื่นประกอบด้วย เช่น การวิ่ง หรือการฝึกด้วยน้ำหนัก เป็นหน้าที่ของผู้ฝึกสอน ที่ควรกำหนดรูปแบบการฝึกฝึกให้เหมาะสมกับระดับของพัฒนาการ

ลักษณะของการเคลื่อนไหว

1. กระโดด (Jumps) แบ่งเป็น การกระโดดแบบขาเดียว หรือสองขา ได้แก่การกระโดดอยู่กับที่ (Jump in place) และยืนกระโดด (Standing jump)

2. เขย่ง (Hops) แบ่งเป็น ระยะสั้น (10 ครั้งหรือน้อยกว่า) และ ระยะไกล (มากกว่า 10 ครั้ง)

3. ช็อค (Shock) เป็นรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริก ที่ใช้การทำงานของระบบประสาทและการทำงานของกล้ามเนื้อเป็นอย่างมาก เช่น การฝึกเด็พธ์ จั๊มพ์

ลำดับของความหนัก

1. กระโดดอยู่กับที่ (Jumps in place) เป็นการกระโดดในความหนักต่ำ ส่วนมากเน้นการกระโดดในแนวดิ่ง มีการออกตัวจากพื้นและลงสู่พื้นด้วยขาทั้งสองข้าง เช่น กระโดดจากท่าย่อตัว (Squat jumps) และบ็อกซ์ จั๊มพ์ (Box jumps)

2. ยืนกระโดด (Standing jump) เป็นท่าที่นิยมฝึก ในแนวราบและแนวดิ่ง ที่ใช้ความพยายามในการออกแรงสูงสุดในการกระโดด เช่น ยืนกระโดดไกล (Standing long jump)

3. กระโดดและเขย่ง (Multiple jumps and hops) เป็นการเน้นการกระโดดซ้ำๆ คล้ายกับการยืนกระโดดอยู่กับที่ และการยืนกระโดดรวมเข้าด้วยกัน เช่น เขย่งสองขา (Double leg hops) และเขย่งขาเดียว (Single leg hops)

4. เด็พธ์และบ็อกซ์จั๊มพ์ (Depth and Box jumps) มีลักษณะการฝึกที่เน้นการตอบสนองของรีเฟล็กซ์การยืดและหดของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว เนื่องจากผู้ฝึกต้องยืนอยู่บนกล่องสูงเมื่อกระโดดลงสู่พื้นจะมีแรงดึงดูดจากพื้นโลกเพิ่มขึ้น ซึ่งจุดประสงค์ของรูปแบบการฝึกลักษณะนี้ ควรให้เหตุผลของความเฉพาะเจาะจงของการฝึก ที่สัมพันธ์กับทักษะทางการกีฬาให้เหมาะสม หากมีความเข้มข้นในการฝึกมากเกินไปอาจเกิดอาการบาดเจ็บได้ ท่าที่ได้ความนิยมในการฝึกได้แก่ เด็พธ์ จั๊มพ์สองขา

(Double legs depth jumps) เด็พธ์ จั๊มพ์ขาเดียว (Single leg depth jumps) และการฝึกกระโดดด้วยกล่อง (Box jumps drill)

5. การกระโดดในแนวราบ (Bounding) เป็นแบบฝึกที่ใช้การเคลื่อนไหวในแนวราบด้วยความเร็ว ตามปกติแล้วมีระยะทางที่มากกว่า 30 เมตร เช่น กระโดดแนวราบขาเดียว (Single leg bounds) และกระโดดในแนวราบสองขา (Double leg bounds)

ขั้นตอนการพิจารณาเพื่อกำหนดรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริก

1. เกณฑ์พิจารณาด้านร่างกาย เช่น อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ประสบการณ์ในการเล่นกีฬา และอาการบาดเจ็บ
2. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านการกีฬา เช่น ชนิดของกีฬาและระยะเวลาในการฝึก
3. ความต้องการเฉพาะของประเภทกีฬา เช่น ความถี่ ช่วงเวลาในการฝึก ลักษณะของทักษะและความเข้มข้นที่มีผลต่อผลการแข่งขัน
4. ความเข้มข้นในการฝึก เช่น ความเข้มข้นน้อย ปานกลาง สูง และช็อค
5. ลำดับของการฝึกควรฝึกจากง่ายไปหายาก

2.5.3 การฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance training)

งานศึกษาของถาวร กมุทศรี (1998) ที่ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบ ผลลัพธ์ของพลังกล้ามเนื้อขา ในความหนักของการฝึกที่มีความแตกต่างกันที่ 60 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ จากหนึ่งอาร์เอ็ม โดยต้องการเปรียบเทียบ ผลของพลังกล้ามเนื้อขาในการวิ่งระยะ 30 เมตร โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2540 อายุระหว่าง 18-20 ปี จำนวน 40 คน ฝึกเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ โดยการทดสอบด้วยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบง่าย เพื่อทดสอบพลังกล้ามเนื้อเหยียด ขาข้างที่ถนัดและข้างที่ไม่ถนัด ประกอบกับความเร็วในการวิ่ง 30 เมตร แล้วนำกลุ่มที่วัดพลังกล้ามเนื้อขาข้างที่ถนัดมาเฉลี่ยออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน ประกอบด้วย

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุมฝึกซ้อมกีฬาตามปกติ
กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยแรงต้านที่น้ำหนัก 60 เปอร์เซ็นต์ จากหนึ่งอาร์เอ็ม ระยะเวลา 40 นาที
กลุ่มที่ 3 ฝึกด้วยแรงต้านที่น้ำหนัก 70 เปอร์เซ็นต์ จากหนึ่งอาร์เอ็ม ระยะเวลา 40 นาที
กลุ่มที่ 4 ฝึกด้วยแรงต้านที่น้ำหนัก 80 เปอร์เซ็นต์ จากหนึ่งอาร์เอ็ม ระยะเวลา 40 นาที

ในระยะเวลา 9 สัปดาห์ ฝึกกลุ่มตัวอย่างต้องฝึกยกน้ำหนักด้วยความเร็ว ตามสัญญาณจากเครื่องให้จังหวะและมีการปรับความหนัก ด้วยการหาค่าอาร์เอ็มทุก 3 สัปดาห์ ได้ผลการวิจัยว่า

1. พลังกล้ามเนื้อขาหลังจากฝึกยกน้ำหนักที่ 60 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ จากหนึ่งอาร์เอ็ม มีความแตกต่างกันกับพลังกล้ามเนื้อขาก่อนฝึกยกน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. หลังจากการฝึกยกน้ำหนักที่ 60 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ จากหนึ่งอาร์เอ็ม เป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

2.5.4 การเปรียบเทียบการฝึกพลัยโอเมตริกและพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก (Compared plyometric and plyometric with weight)

เอกลักษณ์ แสนสุข (2007) ศึกษาการเปรียบเทียบการฝึกระหว่างพลัยโอเมตริกและพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก ระบุว่า วิธีการที่จะทำให้สมรรถนะในการกระโดดมีประสิทธิภาพนั้นผู้ฝึกสอนควรพิจารณาในการฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength)

การฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) ซึ่งเป็นการฝึกให้กล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric) และหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric) ด้วยความเร็วที่กำหนดโดยใช้น้ำหนักจากภายนอก

2. เพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Speed of muscular contraction)

เป็นแบบฝึกที่เพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ แบบความยาวเพิ่มขึ้นให้มากที่สุด โดยใช้การฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric -training) เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวยาวขึ้น แล้วตามด้วยการหดตัวแบบความยาวลดลงทันทีโดยไม่ใช้น้ำหนักจากภายนอก ซึ่งรูปแบบของการฝึกพลัยโอเมตริกสำหรับกีฬาบาสเกตบอลทำได้หลายวิธี เช่น กระโดดอยู่กับที่ (Jump-in-place) ยืนกระโดด (Standing -Jump) เขย่งแล้วกระโดดรูปแบบต่างๆ (Multiple hops and jumps) กระโดดในหลากหลายรูปแบบโดยใช้แท่นกระโดด (Box -drills) และเด็พธ์จั๊มพ์ (Depth Jump) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการศึกษาของเวอโรเชนสกี (Verhoshanski,1969) มาเปรียบเทียบ พบว่าในบรรดาท่าฝึกพลัยโอเมตริกที่ระบุไว้ข้างต้นพบว่า ท่าฝึกเด็พธ์จั๊มพ์ (Depth Jump) เป็นท่าฝึกที่สามารถเพิ่มความเร็วของการหดตัวในกล้ามเนื้อได้ดีที่สุด และทำให้พลังในการกระโดดมีกำลังสูงที่สุด การกระโดดในกีฬาบาสเกตบอลนั้นสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ทั้งแบบเร็วและช้า ออกตัวเร่งและหยุดเร่ง หากนักกีฬาบาสเกตบอลมีแบบฝึกที่เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ประกอบกับความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ดี จะทำให้นักกีฬาบาสเกตบอลภายใต้การดูแลของผู้ฝึกสอน มีความได้เปรียบจากสมรรถนะในการกระโดดได้ รูปแบบการฝึกให้กล้ามเนื้อใช้พลังกระโดดได้มีประสิทธิภาพนั้น ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2001) ได้ระบุว่าเป็นการใช้ความแข็งแรงที่ความเร็วสูงและความเร็วต่ำ สอดคล้องกับสุทธิกร อาภานุกูล (2008) ระบุว่า เมื่อเราเคลื่อนไหวช้าแรงโน้มถ่วงจะกระทำที่ตัวนักกีฬาประมาณ 3 เท่าของน้ำหนักตัว แต่เมื่อเราเคลื่อนไหวเร็วจะมีแรงโน้มถ่วงกระทำที่น้ำหนักตัวมากขึ้นที่ 5 เท่าของน้ำหนักตัว ดังนั้น ในขณะที่นักกีฬาบาสเกตบอลกระโดดขึ้นและลงสู่พื้นนั้น หากได้รับการฝึกพัฒนาพลังกระโดดในกล้ามเนื้อมาเป็นอย่างดี การควบคุมกล้ามเนื้อให้ออกตัวแล้วมีแรงกระทำสู่พื้นไม่มาก จะทำให้นักกีฬาบาสเกตบอลมีความได้เปรียบนักกีฬาคู่แข่งขันเป็นอย่างมาก

แอสมุสเซนและบอนด์-ปีเตอร์สัน (Asmussen and Bonde-Peterson, 1974) กล่าวว่า กำลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ จะถูกถ่ายโยงจากการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวเพิ่มขึ้น ไปสู่การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวลดลง (Eccentric to -Concentric) หากกระบวนการนี้กินเวลานานเกินไปกำลังที่จะได้ก็มีแนวโน้มที่จะลดลง แต่หากกระบวนการที่กล้ามเนื้อส่งผ่านแรงนี้ กินระยะเวลาน้อยแนวโน้มที่จะเกิดกำลังสูงสุดก็มีมากตามไปด้วย อย่างไรก็ตามความเหมาะสมที่จะฝึกนั้นขึ้นอยู่กับทักษะพื้นฐาน เพศ ชนิดเส้นใยของกล้ามเนื้อและลักษณะของพื้นผิวที่ทำการฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อัลเลอไฮลิเกนและโรเจอร์ (Allerheiligen and Rogers, 1995) ได้ระบุถึงขั้นตอนการฝึกพลัยโอเมตริกเพื่อเพิ่มกำลังสูงสุดในกล้ามเนื้อไว้ ดังต่อไปนี้

2.5.5 การฝึกพลัยโอเมตริกจากแท่นกระโดด (Plyometric training on the box)

จากงานทดลองของ พอลและคณะ (Paul et al., 2010) ได้ระบุว่า การฝึกด้วยการกระโดดจากกล่องที่มีความสูงแตกต่างกันลงสู่พื้น สามารถเพิ่มสมรรถนะการกระโดดให้มีประสิทธิภาพสูงสุดได้ โดยนักกีฬาจะแปรเปลี่ยนความแข็งแรงผ่านระบบประสาทแล้วแสดงออกมาเป็นสมรรถนะในการกระโดด ซึ่งความเข้มข้นของการฝึกอาจมีความแตกต่างกัน โดยจะกำหนดจากพื้นฐานของความแข็งแรง การตอบสนองทางระบบประสาท (Neuromuscular capacity) และความสามารถพื้นฐานของนักกีฬาที่แตกต่างกัน จากการวิจัยของ พอลและคณะ ที่ฝึกการกระโดดจากกล่องที่มีความสูงแตกต่างกัน แล้วลงสู่พื้นให้กับนักศึกษาอายุ ระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 22 คน โดยฝึกด้วย ท่ายืนกระโดดสูง (Countermovement jump) และ ท่าดร็อปจั๊มพ์ (Drop jump) จากกล่องที่มีความสูงต่างกันที่ 20, 30, 40, 50 และ 60 เซนติเมตร ใช้เวลาการฝึกทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ ได้ผลว่า กลุ่มที่มีความใกล้เคียงกันในด้านของความสูงในการกระโดด คือกลุ่มที่กระโดดจากกล่องที่มีความสูง 20,30 และ 40 เซนติเมตร ที่ความสูง 1.65 VS 1.67 VS 1.64 เมตร ตามลำดับ เห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมฝึกด้วยกล่องที่มีความสูง 30 เซนติเมตร สามารถกระโดดได้สูงที่สุด โดยพอลและคณะ (Paul et al., 2010) กล่าวต่อไปว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีความสูงจากการกระโดด และการตอบสนองต่อความแข็งแรงต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ปัจจัยที่ทำให้กลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม มีสมรรถนะการกระโดดสูงที่แตกต่างกันคือ

1. ความอดทนต่อการรับแรงกระแทกจากการกระโดด (Tolerance of the stretch load)
2. การปรับตัวต่อการยับยั้งการใช้พลังงานที่สะสมในกล้ามเนื้อ
3. เพิ่มอัตราการระดมมวลกล้ามเนื้อ (Increase motor unit activity)

ทั้งสามปัจจัยสำคัญที่กล่าวมา เป็นเหตุผลสำคัญที่กระตุ้นกล้ามเนื้อชนิดที่ 1 และ 2 ให้อวัยวะส่วนต่างๆ ทำงานสัมพันธ์กันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุผลนี้ในชนิดกีฬาที่ต้องให้ความสำคัญกับความสูงของการกระโดด จึงควรคำนึงถึงความสูงของกล่องที่จะให้นักกีฬาจะฝึกด้วยด้วยเหตุผลทางด้านของการตอบสนองทางกายภาพที่แตกต่างกัน

สรุปภาพรวม – เนื่องจากนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย มีประสบการณ์ในการเล่นบาสเกตบอลอยู่ในระดับที่ดีอยู่แล้ว การฝึกพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียวอาจไม่สามารถเพิ่มสมรรถนะในการกระโดดได้มากเท่าใดนักผู้วิจัยจึงเสนอ “การฝึกเชิงซ้อน” เพื่อพัฒนาความแข็งแรง ความเร็ว และพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อไปพร้อมกันจากการศึกษาของถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ (1989) ระบุว่าการ

ฝึกด้วยน้ำหนักแบบไดนามิก (Dynamic weight training) ควรฝึกที่ความถี่ 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ ระยะเวลาในการฝึกควรอยู่ระหว่าง 5 ถึง 10 สัปดาห์ ด้วยความหนัก 70-100 เปอร์เซ็นต์ ของสมรรถนะสูงสุด ที่สามารถยกน้ำหนักได้ ควรกำหนดให้มี จำนวนชุดการฝึก อยู่ระหว่าง 2-10 ชุด สอดคล้องกับงานศึกษาของ แอนเดอร์เซนและคณะ (Andersen et al., 2020) ที่เปรียบเทียบงานทดลองการฝึกเพื่อออกแรงระเบิด (Explosive Training) กับการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงในนักกีฬา (Strength Training) พบว่ามีค่าเฉลี่ยทางตัวเลขของการฝึกอยู่ที่

- ช่วงระยะเวลาที่ฝึก (Training Period) = 9 สัปดาห์ (3-24 สัปดาห์)
- จำนวนครั้งการฝึกต่อสัปดาห์ (Number of session/Week) = 23 ครั้ง (7-72 ครั้ง)
- จำนวนเซ็ตที่ฝึก = 5 เซ็ต (3-11 เซ็ต)
- จำนวนครั้งที่ฝึกต่อเซ็ต = 7 ครั้ง (3-20 ครั้ง)

ในโครงการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จากที่ผู้วิจัยได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา จึงกำหนดให้ “แบบฝึกเชิงซ้อน” ที่จะพัฒนาสมรรถนะในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย นั้น มีกรอบระยะเวลาการฝึก 6 สัปดาห์ ต่อเนื่อง จำนวน สัปดาห์ละ 2 ครั้ง การแบ่งกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม เพื่อทำการเปรียบเทียบแบบฝึก ที่มีความสัมพันธ์กับทักษะในกีฬาบาสเกตบอล

กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยการใช้ขาสองข้าง ประกอบด้วย ท่าฝึกด้วยแรงต้าน คือ ท่า Barbell back squat และ ท่ากระโดดพลัยโอเมตริก คือ ท่า Depth jump

กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยการใช้ขาข้างเดียว ประกอบด้วย ท่าฝึกด้วยแรงต้าน คือ ท่า Barbell Single leg squat และ ท่ากระโดดพลัยโอเมตริก คือ ท่า Single leg depth jump

ก่อนที่ผู้วิจัยจะทำการกำหนดท่าออกกำลังกาย ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา และตรวจดูถึงความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง ชนิดกีฬาและความปลอดภัย มาเป็นอย่างดีแล้ว คาดว่าโปรแกรมการออกกำลังกายนี้สามารถพัฒนาสมรรถนะการกระโดดให้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัยได้

วาเนซิสและลี (Vanezis and Lees., 2007) ระบุว่า ในกีฬาที่ใช้ทักษะการกระโดดในแนวดิ่ง จะมีการส่งกำลังและแรงสูงสุดจากบริเวณ ข้อเท้า หัวเข่า และสะโพก อยู่เสมอ โดยแบ่งออกเป็นการส่งแรงจาก ข้อเท้า 28 เปอร์เซ็นต์ หัวเข่า 29 เปอร์เซ็นต์ และสะโพก มากที่สุดถึง 43 เปอร์เซ็นต์ ในทางเดียวกัน งานศึกษาของ อีเลียสเซน (Eliassen, 2018) กล่าวสนับสนุนว่า การฝึกสควอทด้วยขาข้างเดียวสามารถสร้างกำลัง แรงและความเร็วได้ดีกว่าการสควอทด้วยขาสองข้าง จึงเป็นข้อสำคัญที่ผู้ฝึกสอนกีฬาบาสเกตบอลควรพิจารณาว่า ควรให้ความสำคัญกับรูปแบบการฝึกใด เพื่อพัฒนาสมรรถนะของนักกีฬาบาสเกตบอลต่อไป

2.6 กลศาสตร์การเคลื่อนไหวของสมรรถนะในการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอล

2.6.1 ความเหมาะสมของมุมในการออกตัว

ธงทอง ทรงสุภาพ (2019) ได้ศึกษาการวิจัยองศาของการงอหัวเข่า (Knee Flexion) ในท่าสควอทเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการกระโดด โดยจำแนกปัจจัยค่าชี้วัดเป็น 2 ตัวแปร คือ 1.ความแข็งแรงสูงสุด (Maximum Strength) 2. อัตราการพัฒนาแรง (Rate of Force Development) โดยศึกษาควบคู่กับโครงการวิจัยของ เรียและคณะ (Rhea et al., 2016) ที่เปรียบเทียบผลการฝึกเพื่อพัฒนากล้ามเนื้อในท่า สควอท ระหว่างควอเตอร์สควอท ฮาร์ฟสควอท และฟูลสควอท ที่มีต่อสมรรถนะในการวิ่งและกระโดด โดยกลุ่มตัวอย่างมีความแข็งแรงสัมพัทธ์อย่างน้อย 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ในองศาการสควอทที่แตกต่าง ในท่าควอเตอร์สควอท หัวเข่าของนักกีฬาทำมุม 115-125 องศา ท่าฮาร์ฟสควอท ทำมุม 85-95 องศา และท่าฟูลสควอท ทำมุมน้อยกว่าหรือเท่ากับ 70 องศา ฝึกต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ได้ผลลัพธ์ในการวิจัยว่าการฝึกด้วยท่า ควอเตอร์สควอท มีพัฒนาการในด้านความแข็งแรงสูงสุดและอัตราการพัฒนาแรงมากที่สุด ท่าควอเตอร์สควอท จึงเป็นที่แนะนำในการฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการกระโดดต่อไป

รยางค์ส่วนล่างของร่างกาย ขณะออกตัวและลงสู่พื้น

นารุฮิโตะ โฮริและคณะ (Hori et al., 2008) ได้แบ่งช่วงการเคลื่อนไหวการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดออกเป็น 2 ช่วง คือ การกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsive Phase) และการลงสู่พื้น (Landing Phase) ซึ่งการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนั้น จะให้ความสำคัญไปที่การออกแรงอย่างรวดเร็วขณะกระโดดขึ้นจากพื้นโดยกล้ามเนื้อจะทำงานแบบหดตัวความยาวลดลง (Concentric Contraction) ส่วนการลงสู่พื้น กล้ามเนื้อจะทำงานแบบหดตัวความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric Contraction) โดยมาร์โควิชและมิคูลิค (Markovic and Mikulic, 2010) ได้ทำการศึกษาที่สอดคล้องกับ โฮริและคณะ (Hori et al., 2008) ว่าการฝึกกระโดดพลัยโอเมตริก สามารถช่วยเพิ่มความแข็งแรงและกำลังสูงสุดได้ ในการฝึกระยะสั้น ที่ระยางค์ส่วนล่างของร่างกาย โดยมีอัตราของพัฒนาการที่ช่วงระหว่าง 3.2 เปอร์เซ็นต์ ถึง 45.1 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราการเพิ่มขึ้นของหน้าตัดการทำงาน (Cross-Sectional - area) ในกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วที่อวัยวะขาอยู่ที่ 7.8 เปอร์เซ็นต์ จากสัดส่วนของพัฒนาการที่กล่าวมา จึงเป็นสาเหตุประกอบสำคัญ ที่การฝึกกระโดดพลัยโอเมตริกจะช่วยเพิ่มสมรรถนะในการกระโดดได้

การทดสอบเชิงเส้นในรยางค์ส่วนล่างของร่างกาย

มาร์โควิชและมิคูลิค (Markovic and Mikulic, 2010) ทำการศึกษาแบบฝึกพลัยโอเมตริกเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการกระโดด จำแนกรูปแบบของสมรรถภาพการกระโดดออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

1. สมรรถนะการกระโดดในแนวดิ่ง (Vertical Jumping Performance)

เป็นการฝึกกระโดดพลัยโอเมตริก เพื่อเพิ่มสมรรถนะการกระโดดในแนวดิ่ง ในช่วงเวลาระยะสั้นสำหรับช่วงวัยรุ่นและช่วงเข้าสู่วัยผู้ใหญ่โดยสมรรถนะที่เพิ่มขึ้นนั้นจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความแข็งแรง ประสบการณ์ และทักษะเดิมที่นักกีฬามีอยู่แล้ว สำหรับอัตราของพัฒนาการจากการฝึกกระโดดพลัยโอเมตริกนั้น จากงานศึกษาที่ผ่านมาจะมีพัฒนาการที่ดีขึ้น แต่ในบางงานศึกษาก็ไม่มีพัฒนาการเลย หรือมีพัฒนาการน้อย เนื่องจากเคยมีประสบการณ์ฝึก น้อยกว่า 8 ครั้ง หรือ ในบางกรณี ที่สมรรถนะการกระโดดลดลง อาจเป็นสาเหตุจากการฝึกที่มากเกินไป จนกล้ามเนื้อเสียหายหรืออ่อนล้า เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ผู้ฝึกสอนควรพิจาณาประกอบ สำหรับท่าฝึกที่นิยมใช้ในการกระโดดแนวดิ่ง ได้แก่ Squat Jump Countermovement Jump Countermovement Jump with the Arm swing และ Drop Jump เป็นต้น จากการศึกษาถึงพัฒนาการ ได้ผลลัพธ์ว่า ส่วนมากนักกีฬาจะมีค่าเฉลี่ย ของความสูงที่พัฒนาจากการฝึกมีค่าระหว่าง 2-7 เซนติเมตร โดยประมาณ ขึ้นอยู่กับ ชนิดของการกระโดด และประเภทกีฬาที่ฝึกซ้อม

2. สมรรถนะการกระโดดในแนวราบ (Horizontal Jumping Performance)

โดยปกติแล้วเป็นการฝึกเพื่อเพิ่มกำลังให้ได้ระยะทางในการกระโดดให้ได้ไกลมากขึ้นโดยมีค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น 4.1 เปอร์เซ็นต์ หากมีการฝึกที่ต่อเนื่องนักกีฬาที่ต้องการกำลังสูงสุดในการกระโดดแนวราบ ได้แก่ นักวิ่งระยะสั้นและนักกีฬากระโดดสูง ส่วนชนิดกีฬาบางประเภทสมรรถนะการกระโดดแนวราบก็มีส่วนร่วมมากในการสร้างกำลังสูงสุดในด้านตรงข้าม (Oppose to- High Jumping) ของการกระโดดแบบพลัยโอเมตริก ยกตัวอย่างเช่น กีฬาบาสเกตบอลและวอลเลย์บอลที่มีการกระโดดในแนวดิ่งบ่อยครั้งก็มีความสอดคล้องกันในหลักการของทักษะกระโดด อย่างไรก็ตามฮอโทเบกี้และคณะ (Hortobagy et al., 1990) กล่าวว่า ไม่สามารถสนับสนุนสมมุติฐาน ว่าการฝึกกระโดดแนวราบจะส่งผลดีกับการกระโดดในแนวดิ่ง เนื่องจากกลุ่มทดลองสองกลุ่มที่มีรูปแบบกระโดดพลัยโอเมตริกแตกต่างกัน ไม่สามารถให้ผลลัพธ์ของงานเพิ่มขึ้นแตกต่างกันได้อย่างเฉพาะเจาะจง แต่อาจอธิบายได้ด้วยระดับความสูงทั่วไป ในการทดสอบสมรรถนะการกระโดดเนื่องจาก การกระโดดในแนวตั้งและแนวนอนมีความสัมพันธ์กันสูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.6.2 การฝึกเพื่อพัฒนาการเคลื่อนไหวเชิงกล

หลาวและคณะ (Louw et al., 2006) ทำการศึกษา ผลลัพธ์ของชีวกลศาสตร์ ที่ข้อต่อหัวเข่าโดยออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายให้กับ นักกีฬาบาสเกตบอลอายุระหว่าง 14-16 ปี แบ่งนักกีฬาออกเป็นสองกลุ่ม คือ 1. กลุ่มทดลอง และ 2.กลุ่มควบคุม ใช้ระยะเวลาฝึก 8 สัปดาห์ รูปแบบการฝึกเน้นไปที่การทรงตัวแบบคงที่ และ แบบมีจังหวะ พบว่าได้ผลการงอหัวเข่าที่มากขึ้น (Knee

Flexion) และแรงกระทบสู่พื้นน้อยลง ในกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกการทรงตัว ส่วนกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จากผลลัพธ์ของการวิจัยนี้ แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการในการงอหัวเข่า และการดูดซับแรงกระโดดในช่วงลงสู่พื้น ของนักกีฬาที่ดีขึ้นหลังจากกระโดดแล้วอาจส่งผลให้การกระโดดครั้งต่อไปทำได้รวดเร็วขึ้น และทำให้นักกีฬามีความได้เปรียบในด้านของการเคลื่อนไหวเชิงกลไก ขณะทำการแข่งขันอีกด้วย ในอีกด้านหนึ่งหากนักกีฬาบาสเกตบอลมีลักษณะองศาการงอของข้อต่อหัวเข่าน้อย ขณะลงสู่พื้นทำให้มีแรงกระทบสู่พื้นมาก อัตราการดูดซับแรงกระทบในกล้ามเนื้อน้อย อาจทำให้การกระโดดครั้งต่อไปไม่มีประสิทธิภาพ หรือมีโอกาสบาดเจ็บข้อต่อมากขึ้น สอดคล้องกับงานศึกษาของ ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2001) ที่กล่าวว่า การที่กล้ามเนื้อใช้กำลังสูงสุดควรมีอัตราการเร่งและหยุดเร่งที่ดีเพื่อแสดงทักษะทางกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ทางชีวกลศาสตร์จากการศึกษานี้ ไม่ได้ใช้รูปแบบการออกกำลังกายที่ใช้เป็นประจำในการฝึกบาสเกตบอล หากมีในงานวิจัยใดที่มีรูปแบบการออกกำลังกาย ที่สอดคล้องกับสมรรถนะการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอล อาจได้ผลลัพธ์ทางชีวกลศาสตร์ที่แตกต่างกัน

2.6.3 จำนวนครั้งที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มสมรรถนะในการกระโดด

จากการศึกษาเปรียบเทียบโปรแกรมการออกกำลังกาย เพื่อพัฒนาสมรรถนะในการกระโดดของ โมรานและคณะ (Moran et al., 2020) พบว่า 9 จาก 15 งานทดลองนักกีฬามีพัฒนาการที่ดีขึ้นในด้านของสมรรถนะในการกระโดด ทั้ง 9 งานทดลอง ที่ได้ผลลัพธ์ที่ดีจากการทดลอง ใช้เวลาในการฝึกกระโดดอยู่ที่ 2-3 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ขณะเดียวกัน ผลลัพธ์จากการวิจัยระบุว่า การฝึกที่จำนวน 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าฝึกมากกว่า 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และจำนวนครั้งที่เหมาะสม ในการฝึกต่อสัปดาห์ควรมีจำนวนไม่เกิน 250 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ส่วนการฝึกกระโดดที่มากกว่า 500 ครั้ง ต่อสัปดาห์ อาจมีผลต่อเสียต่อนักกีฬาในด้านของความล้า ที่ผ่านมาในการพัฒนาสมรรถนะการกระโดดส่วนมากมักใช้การศึกษาใน “การฝึกเชิงซ้อน” ที่ใช้การกระโดดพลัยโอเมตริก ร่วมกับการใช้แรงต้านซึ่งมีจำนวนครั้งมาก อาจทำให้นักกีฬาเกิดความอ่อนล้า หากมีช่วงเวลาการพักไม่เพียงพอ อาจส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพในวันแข่งขัน สำหรับงานทดลองที่ โมรานและคณะ (Moran et al., 2020) ได้ทำการรวบรวมมีเนื้อหาเกี่ยวกับ ท่า Squat Jump Countermovement Jump และ Drop Jump เป็นหลัก โดยท่าออกกำลังกายเหล่านี้ ให้ความสำคัญกับมุมการเคลื่อนไหวของหัวเข่า และสะโพก ซึ่งเป็นรูปแบบการฝึกที่มีความเข้มข้นแต่พอดี ผู้ฝึกสอนจึงควรพิจารณา สำหรับใช้ท่ากระโดดเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่ง ของการเตรียมพร้อมร่างกายก่อนแข่งขันในจำนวนครั้งที่ไม่มาก ไม่น้อยเกินไป เพื่อให้นักกีฬาสามารถแสดงศักยภาพสูงสุดได้

2.7 กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา

ในกีฬาบาสเกตบอล สมรรถนะในการกระโดดถือเป็นปัจจัยสำคัญ ที่ทำให้นักกีฬาบาสเกตบอลที่มีสมรรถนะในการกระโดดสูง เป็นฝ่ายได้เปรียบคู่แข่งขันและมีโอกาสจะได้รับชัยชนะมากกว่า โดยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา เป็นองค์ประกอบที่สำคัญเป็นอย่างมาก และส่งผลโดยตรงต่อสมรรถนะของการกระโดด จากงานศึกษาของ ไวเน็ค (Weineck, 1990) กล่าวว่า กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ออกแรงในการเคลื่อนไหว ที่ส่งผลต่อสมรรถนะในการกระโดดประกอบด้วย 3 กลุ่ม ดังต่อไปนี้ 1. กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อต่อสะโพก 2. กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อต่อหัวเข่า 3. กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อต่อข้อเท้า

ทักษะในกีฬาบาสเกตบอลนั้น จำแนกการใช้ทักษะที่ส่งผลต่อกลไกของการกระโดดออกเป็น 2 แบบ คือ

1. กระโดดด้วยขาสองข้าง (Bilateral) แสดงออกในทักษะ รีบาวนด์ จั๊มพ์ชู้ต และดั๊งค์
2. กระโดดด้วยขาข้างเดียว (Unilateral) แสดงออกในทักษะ เลย์อัพ ก้าวขาดั๊งค์ และบล็อคป้องกันคู่ต่อสู้ทำคะแนน

เห็นได้ว่าหากนักกีฬาบาสเกตบอลมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่ดี จะส่งผลทางตรงต่อหลายทักษะในกีฬาบาสเกตบอล ที่กล่าวมาข้างต้น จึงเป็นหน้าที่ของผู้ฝึกสอนที่จะออกแบบการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา แล้วส่งผลดีกับทักษะการกีฬาไปพร้อมกัน ผู้วิจัยได้ศึกษาการสรุปวรรณคดี โดยเฮดริคและแอนเดอร์สัน (Hedrick and Anderson, 1996) กล่าวถึงการกระโดดในแนวดิ่ง (Vertical jump) ว่าพลังกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งนั้ นมาจากกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก 40 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า 24.2 เปอร์เซ็นต์ และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า 35.8 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อขาดังกล่าว ผู้ฝึกสอนจึงควรนำมาพิจารณา ออกแบบเป็นทางเลือก สำหรับท่าฝึกที่เหมาะสมกับนักกีฬาบาสเกตบอลต่อไป

2.7.1 การฝึกด้วยแรงต้านสำหรับขาสองและขาข้างเดียว (Bilateral and Unilateral Exercise)

การฝึกด้วยแรงต้านสำหรับระยางค์ส่วนล่างของร่างกาย ด้วยขาสองข้าง เช่น ท่าฝึก Snatch Deadlifts และ Two legs back-squat เป็นที่นิยมถูกนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้าน เพื่อเพิ่มความแข็งแรง (Strength) การพัฒนาความหนาแน่นของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy) และการใช้กำลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Peak power) เช่นเดียวกับการฝึกด้วยแรงต้านด้วยขาข้างเดียว ที่เริ่มเป็นที่นิยมในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาสำหรับท่าที่ใช้ขาข้างเดียวในการฝึก เช่น Lunges Step-ups และ One leg squat ท่าฝึกเหล่านี้มักถูกรวมไว้ในโปรแกรมการสร้างความ

แข็งแรงของนักกีฬาด้วย แต่ถึงกระนั้นก็ยังไม่ค่อยมีผู้ใดทราบถึงผลกระทบและพัฒนาของการฝึกด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียวมากเท่าใดนัก (Eliassen et al., 2018)

สำหรับสมรรถนะการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอล ทักษะการกระโดดที่สำคัญแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1.กระโดดแบบสองขาในทักษะ ยิงประตูทั้งแบบ 2 และ 3 คะแนน (Jump shot) การกระโดดเพื่อแย่งบอล (Rebound) และ การทำประตูด้วยการกระโดดยัดห่วง (Dunk) และ 2.การกระโดดแบบขาเดียวในทักษะ การก้าวเท้ากระโดดยิงประตู (Lay-up shot) การกระโดดเพื่อป้องกันคู่ต่อสู้ทำคะแนน (Block) ทักษะเหล่านี้นักกีฬาต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อที่หดตัวอย่างรวดเร็วเพื่อให้เกิดการสร้างกำลังสูงสุด โดยใช้เวลาน้อยที่สุด แล้วส่งผ่านแรง ไปสู่กล้ามเนื้อขา จึงเกิดประสิทธิภาพสูงที่สุดต่อสมรรถนะของการกระโดด (Jumping Performance) ได้อย่างเต็มที่ (สุรพศ ไกรเกตุ, 2021) ดังนั้น ท่าออกกำลังกายที่ควรนำมาฝึกในนักกีฬาบาสเกตบอล เพื่อเพิ่มสมรรถนะในการกระโดด จึงควรมีความคล้ายกันกับกลไกของทักษะด้วย

จากการศึกษาของ อีเลียสเซ่นและคณะ (Eliassen et al., 2018) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลลัพธ์แบบฉับพลัน ของการออกแรงในท่าออกกำลังกาย สควอทด้วยขาสองข้าง และขาข้างเดียว ในนักศึกษาวิทยาศาสตร์การกีฬาช่วงอายุ 23±4 ปี น้ำหนักตัว 80.5±8.5 กิโลกรัม และส่วนสูง 1.81±0.06 เมตร ซึ่งช่วงอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัยเป็นอย่างยิ่ง ได้ผลจากการวิจัยว่า นักศึกษากลุ่มที่ทดสอบด้วยการ สควอทด้วยขาข้างเดียวสามารถออกแรงสูงสุด (Peak Force) ได้มากกว่า กลุ่มนักศึกษาที่ทดสอบ ด้วยการสควอทโดยขาสองข้าง ในช่วงลดตัวลง (Descending phase) ได้ค่า ขาสองข้างที่ 1,150 นิวตัน และ ขาข้างเดียวที่ 1,300 นิวตัน ส่วนใน ช่วงถีบตัวขึ้น (Ascending phase) ได้ค่า ขาสองข้างที่ 1,200 นิวตัน และขาข้างเดียวที่ 1,350 นิวตัน ในด้านความเร็วสูงสุด (Peak -velocity) ของบาร์เบล นักศึกษากลุ่มที่ทดสอบด้วย ขาข้างเดียวทำความเร็วได้น้อยกว่านักศึกษากลุ่มที่ทดสอบด้วย ขาสองข้าง เช่นเดียวกันในช่วงลดตัวลงที่ความเร็ว 1.10 ต่อ 1.50 วินาที และความเร็วช่วงถีบตัวขึ้นที่ 0.7 ต่อ 1.1 วินาที อาจเปรียบเทียบได้ว่า หากนำแบบฝึกด้วยแรงต้านในการสควอทด้วยขาข้างเดียว มาใช้ในนักกีฬาบาสเกตบอล อาจทำให้นักกีฬาบาสเกตบอลมีความได้เปรียบเชิงกลมากกว่า การฝึกด้วยแรงต้าน ในการสควอทด้วยขาสองข้าง

อย่างไรก็ตามในงานศึกษาก่อนหน้านี้ของ ฟ็อกซ์และคณะ (Fox et al., 2015) ระบุว่า การฝึกดร็อปจั๊มพ์ในแนวดิ่งด้วยขาสองข้าง (Double leg-Drop Vertical Jump) กลไกของอวัยวะสะโพกที่มีต่อระยางค์ส่วนล่างของร่างกาย ตอบสนองได้ดีกว่า (Reaction time) ฝึกดร็อปจั๊มพ์ในแนวดิ่งด้วยขาข้างเดียว (Single leg-Drop Vertical Jump) ในช่วงที่ร่างกายลงสู่พื้น

ในอดีตมีงานศึกษา โดย แม็คเคอดีและคณะ (McCurdy et al., 2005) ที่ทำการศึกษา ความแข็งแรงและกำลังของกล้ามเนื้อขา โดยเปรียบเทียบแบบฝึกระหว่างการ การสควอทด้วยข้างเดียว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

และสควอทด้วยขาทั้งสองข้าง (Unilateral support exercise VS Bilateral support exercise) ในกลุ่มตัวอย่าง ที่ออกกำลังด้วยแรงต้านเป็นประจำ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ต่อเนื่อง ได้ผลจากการเข้าร่วมโปรแกรมว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยการฝึกสควอทด้วยขาข้างเดียว ให้ความสูงในการกระโดดแนวดิ่งและกำลังขา (Jump height and Absolute power) ได้ดีกว่ากว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยการสควอทด้วยขาทั้งสองข้าง อย่างไรก็ตามอาจยังไม่สามารถสรุปได้ว่า การฝึกสควอทด้วยขาข้างเดียวจะส่งผลดีต่อสมรรถนะการกระโดด ได้ดีกว่าการฝึกสควอทด้วยขาทั้งสองข้าง

ในปัจจุบันงานทดลองโดย คิป และคณะ (Kipp et al., 2020) ที่เปรียบเทียบการออกแรงของกล้ามเนื้อต้นขาและสะโพก ด้วยท่าออกกำลัง สควอท, สปริท สควอท (Split squat) และสควอทบนสเต็ป (Step-up) ซึ่งทำการฝึกในนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย ที่มีส่วนร่วมกับการฝึก ในโปรแกรมนักกีฬามหาวิทยาลัยดิวิชั่น 1 (National college athletic -association division I) มีความแข็งแรงสูงสุดในท่าควอทที่น้ำหนัก 161$\pm$15 กิโลกรัม พบว่ากลุ่มตัวอย่างสามารถยกน้ำหนักในท่าสควอทได้มากที่สุด ในท่าออกกำลังกายทั้งสามท่า แต่เป็นที่น่าสนใจว่า กลุ่มที่สามารถสร้างแรงสูงสุดได้ กลับปรากฏในท่า สปริท สควอท และสควอทบนสเต็ป จึงอาจตั้งสมมุติฐานได้ว่าในท่าออกกำลังกายที่แตกต่างกัน อาจส่งผลต่อการออกแรงกล้ามเนื้อในสัดส่วนที่ต่างกัน หากนำมาประยุกต์กับแบบฝึกทางการกีฬาอาจทำให้นักกีฬา นำความได้เปรียบจากแบบฝึกส่งต่อมายังสถานการณ์การแข่งขันจริงได้

จากงานศึกษาของ แฮนเซนและเคนแนลลี (Hansen and Kennelly, 2017) กล่าวถึงการฝึกพลัยโอเมตริก ว่าการใช้แรงจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้น สามารถเปรียบเทียบได้กับระบบฮาร์ดแวร์ การที่จะส่งผ่านความแข็งแรงมาเป็นพลังของกล้ามเนื้อได้ นักกีฬาต้องทำงานร่วมกันกับซอฟต์แวร์ ซึ่งคือระบบประสาท การระเบิดพลังกล้ามเนื้อเนื้อจึงแสดงผลออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยนักกีฬาแต่ละบุคคลจะแสดงสมรรถนะของร่างกายให้ออกมาได้อย่างสูงที่สุดนั้นต้องมีทักษะการกระโดดพลัยโอเมตริกในรูปแบบที่แตกต่างกันไป จากง่ายไปหายาก เพื่อเป็นพื้นฐานให้ระบบส่วนกลาง (Central nervous system) ทำงานประสานกับกล้ามเนื้อได้ดี ซึ่งระดับความยากง่าย สำหรับการฝึกเพื่อให้นักกีฬามีพื้นฐานการกระโดดพลัยโอเมตริก แฮนเซนและเคนแนลลี (Hansen and Kennelly, 2017) แนะนำเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก ไว้ดังนี้

1. Static jumps up onto box
2. Countermovement jumps up onto box
3. Squat jumps in chest-deep pool
4. Low amplitude jumps in place
5. Low amplitude jumps over distance
6. Maximal jumps in place

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

7. Maximal jumps over distance
8. Depth jumps
9. Multi-box jumps.

2.7.2 การวางแผนและระยะเวลาของการฝึกกล้ามเนื้อ

สำหรับการกำหนดรูปแบบการฝึกซ้อม ผู้ฝึกสอนกีฬาควรบริหารจัดการเวลาให้เป็นลักษณะของวงจรการฝึกในรูปแบบ

1. การบริหารจัดการแบบภาพใหญ่ (Macromanagement)
2. การบริหารจัดการแบบภาพเล็ก (Micromanagement)

เพื่อกำหนดระยะเวลาการออกกำลังกาย การเลือกท่าออกกำลังกาย จำนวนครั้ง และความเข้มข้นที่เหมาะกับชนิดกีฬาที่ฝึกจากงานศึกษาของ สโตนและคณะ (Stone et al., 2021) ระบุว่า การบริหารจัดการแบบภาพใหญ่ ผู้ฝึกสอนกีฬาควรวางแผนขั้นตอนในการฝึกร่วมกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องว่าสมควรฝึกให้คุณลักษณะของสมรรถนะนักกีฬาอย่างไร ให้มีความสมบูรณ์ทางร่างกายมากที่สุดให้ตรงกับตารางการแข่งขัน โดยในภาพรวมนั้นจะพิจารณาจากสมรรถภาพร่างกายแต่เดิม และบุคลิกภาพในการเล่นของนักกีฬาที่ฝึก เมื่อได้ภาพรวมที่แน่นอนแล้วจึงจะกำหนดรูปแบบการฝึกที่เหมาะสมให้กับนักกีฬา เป็นเหตุผลที่แต่ละช่วงเวลาของการฝึกในนักกีฬาอาชีพจึงมีท่าออกกำลังกาย ความถี่ในการฝึก จำนวนครั้ง และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ขณะเดียวกันต้องให้แน่ใจว่านอกจากฝึกสมรรถภาพอย่างมีประสิทธิภาพ แล้วยังไม่ต้องไม่เกิดการฝึกที่หนักเกินไป (Over-training) นอกจากประเด็นที่กล่าวมา รูปแบบการฝึกควรมีความหลากหลาย เพื่อให้นักกีฬาไม่เกิดความเบื่อหน่ายจากการทำกิจกรรมเดิม การฝึกอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ และตรงประเด็นจะทำให้นักกีฬาสามารถมีสมรรถนะที่เพิ่มขึ้นสูงสุดในวันแข่งขันได้ สำหรับนักกีฬาบาสเกตบอลในระดับมหาวิทยาลัย เป็นวัยที่นักกีฬาเริ่มมีความแข็งแรงมากขึ้น จากงานศึกษาของ สโตนและคณะ (Stone et al., 2021) ระบุว่า ผู้ฝึกสอนควรแบ่งรูปแบบการฝึกซ้อมออกเป็นช่วง (Block) เพื่อให้นักกีฬาสามารถสะสม (Accumulation) พื้นฐานและความทนทานของความแข็งแรง แล้วส่งผ่านไปยังกำลังสูงสุดที่นักกีฬาจะสามารถแสดงออก ไปสู่ทักษะกีฬา รูปแบบของช่วงการฝึกควรมีระยะเวลาดังต่อไปนี้

1. Strength Endurance 4 สัปดาห์
2. Basic Strength 4 สัปดาห์
3. Power Emphasis or Transmutation and Realization 4 สัปดาห์

รูปแบบการฝึกควรมีความต่อเนื่อง หากขาดช่วงไปหลังจาก 3 สัปดาห์ขึ้นไปสมรรถนะจะค่อยๆลดลง 2 เปอร์เซ็นต์ในทุกสัปดาห์ และจะเพิ่มขึ้นเป็น 3-5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพ้นช่วง 4 สัปดาห์ไปแล้ว เห็นได้ว่าความต่อเนื่องในรูปแบบการฝึกมีส่วนสำคัญต่อ พื้นฐานของสมรรถนะร่างกาย และเป้าหมายในการฝึก

เพื่อเพิ่มสมรรถนะต่อไปในอนาคต ผู้ฝึกสอนจึงควรพิจาณา ถึงรูปแบบโปรแกรมการฝึกที่จะสร้างให้นักกีฬามีพื้นฐานที่ดี สามารถต่อยอดไปสู่พัฒนาการที่อยู่ในระดับการแข่งขันที่เป็นเลิศได้

จากงานศึกษาของบอมพา (Bompa, 1993) ได้จำแนกการฝึกความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อออกเป็น 6 ระยะ ดังนี้

1. ระยะการปรับตัวทางกายวิภาค (Anatomical adaptation phase) ใช้ระยะเวลา 8-10 สัปดาห์ สำหรับนักกีฬาสมัครเล่น และระยะเวลา 3-5 สัปดาห์สำหรับนักกีฬาเพื่อความเป็นเลิศ โดยมีรูปแบบการฝึกเป็นการฝึกแบบหลายสถานี (Circuit -training)

	นักกีฬาสมัครเล่น	นักกีฬาเพื่อความเป็นเลิศ
ความหนัก	30-40 เปอร์เซ็นต์ จากหนึ่งอาร์เอ็ม	40-60 เปอร์เซ็นต์ จากหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้งที่ฝึก	9-12 (15) ครั้ง	6-9 ครั้ง
จำนวนรอบของการฝึก	2-3 รอบ	3-5 รอบ
ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก	20-25 นาที	30-40 นาที
เวลาพักระหว่างท่าฝึก	90 วินาที	60 วินาที
เวลาพักระหว่างรอบ	2-3 นาที	1-2 นาที
ความถี่ของการฝึก	2-3 ครั้งต่อสัปดาห์	3-4 ครั้งต่อสัปดาห์

2. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy Phase) ใช้เวลา 4-6 สัปดาห์ ในกีฬาประเภทที่แบ่งรุ่นโดยมีน้ำหนักตัวเป็นเกณฑ์ไม่มีความจำเป็นต้องฝึกในระยะที่ 2 นี้

ความหนัก	70-80 เปอร์เซ็นต์ จากหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	6-9 ท่า
จำนวนครั้ง	6-12 ครั้ง
จำนวนชุด	4-6 (8) ชุด
ระยะเวลาพัก	3-5 นาที
จังหวะในการยก	ช้าถึงปานกลาง
ความถี่ในการฝึก	2-4 ครั้งต่อสัปดาห์

3. ระยะพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum strength phase) ใช้เวลาในการฝึก 9 สัปดาห์

ความหนัก	85-100 เปอร์เซ็นต์ จากหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	3-5 ท่า
จำนวนครั้ง	1-4 ครั้ง
จำนวนชุด	6-10 (12) ชุด
ระยะเวลาพัก	3-6 นาที
จังหวะในการยก	เร็ว
ความถี่ในการฝึก	2-3 (4) ครั้งต่อสัปดาห์

4. ระยะการเปลี่ยน (Conversion Phase) หลังจากพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแล้ว ระยะการเปลี่ยนนี้เป็นการนำความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อไปใช้ให้เกิดกำลังสูงสุดในทักษะต่างๆ ที่มีความเจาะจงในแต่ละชนิดกีฬา โดยระยะการเปลี่ยนแบ่งเป็นพลังของกล้ามเนื้อย่อยเป็น 2 ประเภท

4.1 พลังกล้ามเนื้อ (Power) ใช้ระยะเวลา 4-5 สัปดาห์

ความหนัก

ประเภทกีฬาที่ใช้ความพยายามซ้ำๆ 30-50 เปอร์เซ็นต์จากหนึ่งอาร์เอ็มประเภทกีฬาที่ใช้ความพยายามครั้งเดียว 50-80 เปอร์เซ็นต์จากหนึ่งอาร์เอ็ม

จำนวนท่าที่ฝึก	2-4 (5) ท่า
จำนวนครั้งที่ฝึก	4-10 ครั้ง
จำนวนชุดที่ฝึก	3-6 ชุด
ระยะเวลาพัก	2-6 นาที
จังหวะการยก	เร็ว
ความถี่ในการฝึก	2-3 ครั้งต่อสัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 พลังความอดทนของกล้ามเนื้อ (Power Endurance) ใช้ระยะเวลา 4-6 สัปดาห์

ความหนัก	70-85 เปอร์เซ็นต์ จากหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	2-3 ท่า
จำนวนครั้ง	15-30 ครั้ง
จำนวนชุด	2-4 ชุด
ระยะเวลาพัก	8-10 นาที
จังหวะในการยก	เร็วมาก
ความถี่ในการฝึก	2-3 ครั้งต่อสัปดาห์

5. ระยะคงสภาพกล้ามเนื้อ (Maintenance phase) เป็นการฝึกในระยะเวลาช่วงที่มีการแข่งขัน (Competition phase) จึงมีความจำเป็นที่นักกีฬาต้องฝึกให้กล้ามเนื้อคงสมรรถภาพไว้ เพื่อให้การใช้งานของกล้ามเนื้อต่อทักษะยังแสดงสมรรถนะได้สูงสุด โดยเน้นการฝึกกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หลัก (Prime movers) ในทักษะกีฬานั้นๆ โดยมีความถี่ในการฝึกอยู่ที่ 2-4 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยปัจจัยพื้นฐานพิจารณาจากสมรรถนะประกอบกับสมรรถภาพที่นักกีฬามี และอาจใช้เวลาในการฝึกแต่ละครั้งน้อยลงเพื่อคงสภาพให้พร้อมสำหรับการแข่งขันมากที่สุด

6. ระยะการหยุดฝึกซ้อม (Cessation phase) มีการพิจารณาให้หยุดฝึกด้วยแรงต้าน ก่อนช่วงที่จะมีการแข่งขันที่สำคัญ 5-7 วัน โดยประมาณ เพื่อสะสมพลังงานทั้งหมดไปใช้ในการแข่งขัน โดยวงจรของรอบการฝึกที่นักกีฬาบาสเกตบอลต้องฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการกระโดดนั้น ท่าออกกำลังกาย น้ำหนัก จำนวนครั้ง จำนวนชุด และระยะเวลาพักต้องมีความสัมพันธ์กันทั้งสิ้น

โดยวงจรการฝึกของบอมพา (Bompa, 1993) สอดคล้องกับงานศึกษาของโอ'เช (O'Shea, 2000) ที่ได้เรียบเรียงวงจรไว้ 6 ประเภทเช่นกัน ดังนี้

1. วงจรปรับสภาพทั่วไป (Conditioning cycle) มีระยะเวลาในการฝึกที่ 3-5 สัปดาห์ แต่หากมีการพักซ้อมเกินกว่า 2 เดือนให้เพิ่มระยะเวลาของวงจรเป็น 6-8 สัปดาห์

ความหนัก	60-70 เปอร์เซ็นต์ จากสิบอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	10 ครั้ง
จำนวนชุด	3-4 ชุด

2. วงจรความแข็งแรงพื้นฐาน (Base strength cycle) มีระยะเวลาในการฝึกที่ 3-6 สัปดาห์

ความหนัก	70-80 เปอร์เซ็นต์ จากห้าอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	5 ครั้ง
จำนวนชุด	3-4 ชุด

3. วงจรความแข็งแรงและพลัง (Strength and Power cycle) มีระยะเวลาในการฝึกที่ 3-4 สัปดาห์

ความหนัก	80-90 เปอร์เซ็นต์ จากสิบอาร์เอ็ม

จำนวนครั้ง	2-3 ครั้ง
จำนวนชุด	2-3 ชุด

4. วงจรพลังสูงสุด (Peak power cycle) มีระยะเวลาในการฝึกที่ 2-3 สัปดาห์

ความหนัก	ตั้งแต่ 90 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป จากหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	1-2 ครั้ง
จำนวนชุด	2-3 ชุด

5. วงจรช่วงที่การแข่งขันหรือการคงสภาพ (Competitive or Maintenance cycle) มีระยะเวลาในการฝึกที่ 12 สัปดาห์

ความหนัก	70-90 จากสามอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	2-7 ครั้ง
จำนวนชุด	2-3 ชุด

6. วงจรการพักโดยมีกิจกรรม (Active rest cycle) มีระยะเวลาในการฝึก 2-8 สัปดาห์ ในการพัฒนาการระดมหน่วยประสาทยนต์ของกล้ามเนื้อนั้นจำเป็นต้องนำกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วออกมาใช้ให้ได้มากที่สุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นสมควรจะฝึกด้วยแรงต้านของน้ำหนักที่ 90 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป จากหนึ่งอาร์เอ็ม ขณะที่ฝึกควรเน้นย้ำถึงความแข็งแรงประสานกับความเร็ว เพื่อให้กล้ามเนื้อแสดงศักยภาพให้ได้สูงที่สุด และวงจรในการฝึกแต่ละรอบไม่ควรมีระยะเวลาเกินกว่า 3 สัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.7.3 การปรับตัวทางสรีรวิทยา

หลักจากนักกีฬาได้รับการฝึก จะมีการปรับตัวทางสรีรวิทยา 3 ประเภทคือ

1. การปรับตัวของกล้ามเนื้อและเส้นเอ็น (Muscle-Tendon Complex and Joint Adapation)

ปกติแล้วสมรรถนะของพลัยโอเมตริกที่จะแสดงออกได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อและเส้นเอ็น กระบวนการนี้เรียกว่า การยืดและหดของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว (SSC : Stretch -Shortening Cycle) มีผู้ศึกษาในวงกว้างว่า เกิดจากการทำงานประสานกันในเชิงซ้อน ของทักษะกีฬา ซึ่งกระบวนการยืดและหดของกล้ามเนื้อจะระดมกระแสประสาทยนต์ไปยังกล้ามเนื้อและกระดูกแล้ว เกิดเป็นทักษะที่มีสมรรถนะสูง จากการศึกษาขอ งมาร์โควิชและมิคูลิค (Markovic and Mikulic, 2010) ระบุว่า ในนักวิ่งระยะสั้น จะมีความหนืดของกล้ามเนื้อขามากกว่าหากเปรียบเทียบกับนักวิ่งระยะไกล อย่างมีนัยสำคัญ ขณะเดียวกันความยืดหยุ่นจะช่วยเพิ่ม

ประสิทธิภาพให้กลไกยืดและหดกล้ามเนื้อทำงานดีขึ้น เพราะช่วยลดความหนืดที่ซับซ้อน ของหน่วยกล้ามเนื้อและเส้นเอ็นที่แข็งแรงขึ้นเมื่อเกิดการฝึกฝนซ้ำๆ การปรับปรุงสมรรถภาพของกลไกการยืดและหดกล้ามเนื้อจะเกิดขึ้น โดยร่างกายอนุญาตให้กล้ามเนื้อทำงานในระยะทางที่เหมาะสมมากขึ้นในช่วงแรกที่ทำการฝึก เป็นเหตุผลที่สามารถอธิบายได้ว่า เพราะเหตุใดร่างกายของนักกีฬาจึงสามารถออกแรงได้มากขึ้น หลังจากเข้ารับการฝึกพลัยโอเมตริกโดย ในงานศึกษาหลายชิ้นชี้ให้เห็นว่า ผลลัพธ์จากการฝึกพลัยโอเมตริก จะมีพัฒนาการมากขึ้นเมื่อฝึกในช่วง ระหว่าง 6-15 สัปดาห์ โดยการปรับตัวในส่วนของความหนืดของกล้ามเนื้อ เส้นเอ็น และความยืดหยุ่นให้จัดเรียงตัวกันอย่างเป็นอนุกรม

2. การปรับตัวของระบบประสาท (Neurophysiological Adaptation)

เดวี่และคณะ (Davies et al., 2015) ให้คำนิยามต่อกระแสประสาทยนต์ของกล้ามเนื้อที่กระตุ้นให้ออกแรงว่า คือ Muscle spindle ที่ระดมกระแสประสาทให้กล้ามเนื้อในอวัยวะที่รับกระแสประสาทส่งแรงออกไปโดยมีกลไกในการยับยั้งคือ Golgi Tendon Organ (GTO) หน่วยประสาทยนต์ทั้งสองกลุ่มนี้ทำหน้าที่ในสั่งการให้เกิดการเกร็งของกล้ามเนื้อ พร้อมยับยั้งไม่ให้กล้ามเนื้อมีการยืดออกมากจนเกินไป โดยความเข้มข้นของกระแสประสาทจะส่งสัญญาณไปยังไขสันหลัง และส่งต่อไปยังแกนหมุนของกล้ามเนื้อให้ทำการยืดออก เมื่อเกิดอัตราการยืดที่มากพอ แล้วหดตัวกลับมายังแกนของกล้ามเนื้อเร็วเท่าใด กล้ามเนื้อก็จะมีแรงในการหดตัวมากขึ้นเท่านั้นดังนั้นการฝึกพลัยโอเมตริก จึงตอบสนองให้กระแสประสาทในการรับส่งแกนหมุนของกล้ามเนื้อ ให้ตอบสนองต่อปฏิกิริยาที่กล้ามเนื้อยืด หด และเกร็งอย่างรวดเร็ว จนร่างกายชำนาญกับกลไกในการออกแรงระเบิด

3. ความแข็งแรงและกำลัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

มาร์โควิชและมิคูลิค (Markovic and Mikulic, 2010) ให้คำอธิบายว่า การฝึกพลัยโอเมตริกสามารถพัฒนาความแข็งแรงและกำลังได้ทั้ง ในระยางค์ส่วนบนและระยางค์ส่วนล่างของร่างกาย โดยเฉพาะระยางค์ส่วนล่างของร่างกายกาย ที่สามารถเพิ่มความแข็งแรงและกำลังได้ในระยะเวลาอันสั้น ให้ผลอยู่ระหว่าง 3.2-45.1 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในชนิดทักษะที่ใช้การออกแรงระเบิด (Explosive) หรืออัตราการพัฒนาแรง โดยอัตราที่เพิ่มขึ้นของหน่วยแรงนั้น ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงที่แต่ละคนมีเฉพาะตัว ประสบการณ์ในการฝึกซ้อม และเพศ

ไคโรไลเน็นและคณะ (Kyrolainen et al., 2005) ได้ศึกษา การฝึกพลัยโอเมตริกเป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์พบว่า นักกีฬาที่เข้ารับการฝึก มีความแข็งแรงของการงอฝ่าเท้า (Strength of Plantar flexor) มากขึ้น ไม่ใช่ความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้น แท้จริงแล้วการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ เกิดขึ้นจากกิจกรรมที่กล้ามเนื้อทำงานมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ โดยไม่พบการกระจายตัวในพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อ (Cross sectional area) ที่ทำงานเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด แต่พบว่าปัจจัยที่เพิ่มขึ้นคือ อัตราการ

พัฒนาแรง สอดคล้องกับงานทดลองของ พอตตีเกอร์และคณะ (Potteiger et al., 1999) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกำลัง หลังจากฝึกนักกีฬา เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าหน้าตัดของกล้ามเนื้อขาชนิดหดตัวช้าและชนิดหดตัวเร็วมีอัตราส่วนมากขึ้นที่ 4.4 และ 7.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การศึกษาของมาร์โควิชและมิคูลิค (Markovic and Mikulic, 2010) พอตตีเกอร์และคณะ (Potteiger et al., 1999) ย้อนแย้งกับงานศึกษาของ โมรานและคณะ (Moran et al., 2020) ที่อธิบายว่า ความเข้มข้นของการฝึกกระโดดพลัยโอเมตริก ไม่เพียงพอจะกดดันให้กล้ามเนื้อและเส้นเอ็นออกแรงได้มากพอ เมื่อเทียบกับการฝึกด้วยแรงต้านจากน้ำหนัก

2.7.4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการของสมรรถนะการกระโดด

1. กลไก PAPE (Post-activation performance enhancement)

หลังจากนักกีฬาได้รับการฝึกเชิงซ้อนที่ประกอบด้วย แรงต้านที่มีความหนักสูง แล้วตามด้วยการกระโดดพลัยโอเมตริกที่มีความเกี่ยวข้องกับทักษะการกีฬาที่ต้องการพัฒนา เกิดมีปรากฏการณ์ที่สนับสนุน พัฒนาการในพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ ที่เพิ่มขึ้นหลังจากผ่านการฝึกมาในระยะเวลาไม่นาน มาโรโต้-อิซเควียโดและคณะ (Maroto-Izquierdo et al., 2020) ได้ระบุถึง กลไกที่ได้รับการกระตุ้นนั้น คือ PAPE (Post-activation performance enhancement) เป็นปรากฏการณ์ที่ฟอสโฟรีเรชั่น (Phospho-relation) เกิดขึ้นในภาวะที่ แอคติน (Actin) และไมโอซิน (Myosin) ตอบสนองไวต่อการตื่นตัวของปลายประสาทแอลฟา มอเตอร์นิวรอน (Alpha -motorneuron) ส่งผลให้การทำงานของเอช-รีเฟล็กซ์ (H-reflex) สามารถระดมประสาทยนต์ที่กล้ามเนื้อได้รวดเร็วขึ้น ในทางปฏิบัติที่เกิดขึ้น คือ นักกีฬาสามารถใช้งานมวลกล้ามเนื้อที่มากแสดงออกในทักษะทางการกีฬาได้ในระยะเวลาที่สั้นลง เช่น การใช้พลังระเบิดของกล้ามเนื้อในการกระโดดในแนวดิ่ง ที่สามารถระดมมวลกล้ามเนื้อให้ยืดยาวออกและยืดหดสั้นได้ในระยะเวลาที่น้อยส่งผลให้นักกีฬามีสมรรถภาพทางการกีฬาที่สูงและมีความได้เปรียบในการแข่งขัน อีกทั้งกระบวนการณ์ของ PAPE นั้นยังเป็นการเพิ่มอุณหภูมิของร่างกายให้พร้อมต่อการแข่งขันซึ่งมีผลโดยตรงกับสมรรถภาพของนักกีฬาที่จะเพิ่มขึ้น 1-5 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลาไม่นาน (Escobar-Hincape et al., 2021) แต่ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นอย่างเฉียบพลันนี้ไม่ใช่มีแต่เพียงข้อดีเท่านั้น จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การระดมมวลกล้ามเนื้อในปริมาณมาก มีความจำเป็นต้องใช้ความหนักด้วยแรงต้าน มากถึง 80-90 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเป็นการกดดันกล้ามเนื้อให้เกิดการระดมมวลด้วยความเร็วสูง ซึ่ง พอล แกมเบิล (Gamble, 2013) ให้คำจำกัดความว่า เป็นกลไกกล้ามเนื้อที่เรียกว่า “Eccentric-Concentric overload” ดังนั้น ผู้เข้าร่วมการฝึกจึงควรมีความแข็งแรง ประสบการณ์การฝึกด้วยแรงต้าน และทักษะทางกีฬาที่เกี่ยวข้องดีอยู่แล้วในระดับหนึ่ง เพื่อให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ มีส่วนช่วยเสริมในทักษะทางกีฬาได้ เมื่อกลไกเกิดการพัฒนาตาม

ธรรมชาตินักกีฬาจะสามารถนำความแข็งแรงมาใช้ได้อย่างมีจังหวะ (Dynamic strength) เกิดการชะงักน้อยที่สุด ซึ่งจะส่งผลให้สมรรถนะในการแข่งขันกีฬาออกมาได้ดี

2. สมรรถนะทางด้านร่างกาย

ในกีฬาบาสเกตบอลเป็นกีฬาประเภทที่ผู้เล่นมีการปะทะกันตลอดเวลา นักกีฬาบาสเกตบอลจึงควรต้องมีความแข็งแรงของร่างกายที่อยู่ในเกณฑ์ดี นอกจากสมรรถนะของร่างกายที่ส่งผลต่อการแข่งขันแล้วยังความแข็งแรงของร่างกายยังมีผลโดยตรง ต่ออัตราการเกิดอาการบาดเจ็บ และระยะเวลาการพักฟื้นหากมีอาการบาดเจ็บอีกด้วย ความพร้อมทางสมรรถภาพที่นักกีฬาบาสเกตบอลควรฝึกจึงประกอบไปด้วย ท่า Squatting, pushing และ pulling movement องค์ประกอบเหล่านี้จะช่วยให้นักกีฬาบาสเกตบอลมีความแข็งแรงที่ดีสัมพันธ์กับความสามารถทางการกีฬาบาสเกตบอล อีกทั้งสุขภาพอนามัยที่เข้มแข็งของนักกีฬาจะส่งผลต่อ ระเบียบวินัย บุคลิกภาพ และข้อจำกัดในการฝึกโปรแกรมอื่นอีกด้วย (Gillett and Burgos, 2020)

จากงานศึกษาของ พอล แกมเบิล (Gamble, 2013) ระบุว่าสมรรถนะในการออกแรงด้วยกำลังสูงสุด เช่น การวิ่งสปรินท์ และการกระโดดในแนวดิ่ง นักกีฬาควรมีพื้นฐานของ การทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อ (Intra-muscular co-ordination) และ การฝึกความแข็งแรง (Strength training) มาก่อนจึงจะสามารถสร้างแรงระเบิดของกล้ามเนื้อได้ นอกจากนี้ การฝึกด้วยแรงต้านที่มีน้ำหนักมาก (Heavy resistance training) มีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากต่อการพัฒนา พลังในการกระโดดสูง (Baker, 1996) ผู้ฝึกสอนจึงควรแนะนำให้นักกีฬาในความดูแล เริ่มฝึกเพิ่มความแข็งแรงโดยเริ่มจากท่า สควอท จั๊มพ์ แล้วต่อยอดไปที่ท่า สควอท จั๊มพ์ หรือ อาจฝึกด้วยท่าที่มีความยากอย่างทักษะของท่า Power lifting เป็นต้น จึงจะเพียงพอต่อการใช้ กลไกในกล้ามเนื้อ ในระบบ

- การใช้จังหวะความแข็งแรงสูงสุด (Maximum dynamic strength)
- อัตราพัฒนาแรง (Rate of force development)
- ความเร็ว/ความแข็งแรง (High-velocity strength)
- ความสามารถของวงจร ยืด/หด ของกล้ามเนื้อ (Stretch-shortening cycle capabilities)
- ทักษะการทำงานร่วมกันของระบบประสาท (Neuromuscular skill and co-ordination)

3. ความแตกต่างของอุปกรณ์ที่ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกาย

จากที่ผู้วิจัยทำการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนที่สามารถพัฒนาสมรรถนะการกระโดดแนวดิ่งในนักบาสเกตบอลแล้วพบว่า สมรรถนะการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอลนั้น ต้องการความสูง และพลังของกล้ามเนื้อในการกระโดดเป็นสำคัญ นักกีฬาบาสเกตบอลจึงควรต้องมีการตอบสนองต่อความแข็งแรงที่ดี (Reactive strength) เพื่อกระตุ้นให้ประสาทยนต์ใน

กล้ามเนื้อทำงานกับกลไก ยืดหดแบบสั้นและยาวออก ส่งผลให้สมรรถนะการกระโดดส่งเสริมกันกับความสามารถทางการกีฬา เบิร์นและคณะ (Byrne et al., 2010) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการหาความเหมาะสมในความสูงของกล่องที่นักกีฬาจะสามารถกระโดดแนวดิ่งได้สูง กล่าวถึงองค์ประกอบที่จะทำให้นักกีฬากระโดดได้สูงไว้ว่า นอกจากนักกีฬาต้องมีความแข็งแรงแล้ว การตอบสนองต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กลไกในกล้ามเนื้อ และการสร้างแรง มีความเกี่ยวเนื่องกัน นักกีฬาจึงมีความจำเป็นที่จะต้องย่นระยะเวลาระหว่างช่วง Eccentric และ Concentric ให้สั้น เพื่อสร้างความสูงในการกระโดดให้มากที่สุด ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับการตอบสนองของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) ที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคลด้วยว่ามีพื้นฐานการฝึกเป็นอย่างไร ในงานทดลองครั้งนี้ ที่ผู้วิจัยได้ใช้นักกีฬาบาสเกตบอลที่มีประสบการณ์การฝึกบาสเกตบอลเพื่อความเป็นเลิศมาอย่างน้อย 3 ปี และมีความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่า Barbell back squat ที่ 1.5 เท่าของน้ำหนักตัวเป็นเกณฑ์คัดเข้าของกลุ่มตัวอย่าง คาดว่าความสามารถพื้นฐานเหล่านี้จะเพียงพอที่จะให้เกิดอัตราการพัฒนาแรง (ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, 2001) ที่สูงขึ้นหลังจากเข้ารับการฝึก อ้างอิงจากงานทดลองที่มีความเกี่ยวข้องกับสมรรถนะการกระโดดของ เบิร์นและคณะ (Byrne et al., 2010) ระบุว่าการฝึกเด็ปพ์จั๊มพ์ โดยใช้กล่องสูง 30 เซนติเมตร สามารถเพิ่มความสูงในการกระโดดในท่า Countermovement jumps ได้ สอดคล้องกับ พรีคส์และคณะ (Prieske et al., 2019) ที่ระบุผลการวิจัยการฝึกเด็ปพ์จั๊มพ์ โดยใช้กล้องสูง 35 เซนติเมตร ว่ามีอัตราของ Ground-contact time ที่ลดลงในการกระโดดในท่า Countermovement jumps เช่นเดียวกัน การฝึกด้วยแรงต้าน เพื่อเพิ่มความแข็งแรง ร่วมกับ การฝึกกระโดดพลัยโอเมตริก จะสามารถเพิ่มสมรรถนะในการกระโดดได้ ส่วนปัจจัยอื่น ที่ผู้วิจัยมีความคาดหวังว่าจะมีพัฒนาการที่ดีขึ้น นอกจากสมรรถนะในการกระโดด หลังจากนักกีฬาได้รับการฝึก 6 สัปดาห์ นั้น ประกอบด้วย

1. ความอดทนในการยืดหดของกล้ามเนื้อที่เพิ่มมากขึ้น (Tolerance of stretch load)
2. การปรับตัวต่อระบบการยืดหดของกล้ามเนื้อ และการยับยั้งอัตราการยืดออกมากเกินไป (Adaptation in -stretch and inhibitory) กล้ามเนื้อจึงจะกลับมาหดตัวได้เร็วขึ้น ใช้เวลาในการเร่งอัตราการออกแรงน้อย สมรรถนะการใช้ทักษะจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด
3. การเพิ่มขึ้นของอัตราการระดมประสาทยนต์ในกล้ามเนื้อ (Increased motor unit activity)

องค์ประกอบที่กล่าวมาข้างต้น เป็นหัวใจสำคัญที่บ่งบอกถึงแนวโน้มการพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬาบาสเกตบอลเช่นเดียวกัน ผู้ฝึกสอนจึงควรจะเลือก รูปแบบโปรแกรม อุปกรณ์ที่ใช้ และระยะเวลาที่ฝึก ให้เหมาะสมสอดคล้องกับสมรรถนะที่ต้องการพัฒนานักกีฬา เมื่อกระบวนการถูกต้องแล้ว ผลที่ต้องการจะออกมาตามที่คาดหวัง.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้อง

ผาณิต บิลมาศ (2530) ระบุว่าการกระโดดด้วยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อต้องสามารถตอบสนองการเคลื่อนไหวแบบกระโดดลอยขึ้นสู่อากาศ (Take-off) ระยะที่ลอยอยู่ในอากาศ (Flight time) และระยะที่ลงสู่พื้น (Landing) ได้เป็นอย่างดี ควรให้ความสำคัญกับด้าน ความเร็ว (Speed) พลัง (Power) และความแข็งแรง (Strength) เพื่อให้สมรรถนะในการกระโดดมีพัฒนาการที่ดี

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ (2531) ศึกษาการเปรียบเทียบการฝึก กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัว คู่กับกระโดดพลัยโอเมตริก ท่าเด็พจัมพ์และบ็อกซ์จัมพ์ ในนักศึกษาที่ลงเรียนวิชาฝึกด้วยน้ำหนักขั้นสูง กลุ่มตัวอย่าง เป็นชาย 15 คน และหญิง 2 คน ฝึกด้วยระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีพลังกล้ามเนื้อในการกระโดดแนวดิ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ในกลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวคู่กับท่ากระโดดพลัยโอเมตริก สามารถเพิ่มพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดแนวดิ่งได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กัมปนาท ประดิษฐ์เสรี ชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์และชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2553) ศึกษาการเปรียบเทียบการฝึกพลังกล้ามเนื้อแบบเอ็คเซ็นทริกและการฝึกดร็อปจัมพ์ ที่ส่งผลต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาวอลเลย์บอลชาย อายุระหว่าง 18-24 ปี จำนวน 20 คน ศึกษาโดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม 1.ฝึกพลังของกล้ามเนื้อขาแบบเอ็คเซ็นทริก 2.ฝึกดร็อปจัมพ์ ฝึกเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ เปรียบเทียบผลด้วยการทดสอบก่อน-หลังฝึกของ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว พลังของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการเร่งความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไว พบว่าการฝึกพลังกล้ามเนื้อแบบเอ็คเซ็นทริกและการฝึกดร็อปจัมพ์ สามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว พลังของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการเร่งความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไว ได้ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มที่ฝึกแบบเอ็คเซ็นทริกมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวมากกว่าการฝึกดร็อปจัมพ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถสรุปได้ว่าการฝึกแบบเอ็คเซ็นทริกสามารถพัฒนาองค์ประกอบสมรรถภาพของกล้ามเนื้อขาได้

วีนัส ดอกจันทร์ (2555) กล่าวว่า ในนักกีฬาวิ่งระยะสั้น มีกล้ามเนื้อสีขาวมากเพราะต้องการความได้เปรียบในการออกตัววิ่ง ส่วนในนักกีฬาว่ายน้ำระยะไกลจะมีกล้ามเนื้อสีแดงที่กล้ามเนื้อแขนมากเนื่องจากต้องการความทนทานในระยะทางที่มาก

ตารางแสดงคุณสมบัติของชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อ ปัจจัยที่อื่นที่ทำให้เกิดความเร็วในทักษะคือ ระบบประสาทและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจที่ส่งผลต่อกล้ามเนื้อให้แสดงทักษะ

นพดลและวีรวัฒน์ (2558) ศึกษาเปรียบเทียบการกระโดดพลัยโอเมตริกด้วยการใช้ขาข้างเดียวและการใช้ขาสองข้างแบบหลายสถานี ใช้ระยะเวลาฝึก 6 สัปดาห์ ในนักกีฬาบาสเกตบอล ฟุตบอลและวอลเลย์บอล โดยนักกีฬาฝึกกระโดดพลัยโอเมตริกจำนวน 5 ท่า ประกอบด้วย 1. Tuck

Jump 2. Rim Jump 3. Hurdle Jump 4. Lateral Hurdle Jump 5. Depth Jump to Vertical jump ท่าฝึกทุกท่ากำหนดจำนวน 6-8 ครั้ง ต่อเซ็ต ศึกษาในตัวแปรความสูงในการกระโดด แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด และอัตราในการสร้างแรง อย่างไรก็ตามการวิจัยนี้ไม่พบความแตกต่างของสมรรถภาพการกระโดดระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยขาข้างเดียวและขาสองข้างในระยะเวลาการฝึกที่กำหนด แต่พบว่าการฝึกด้วยขาข้างเดียวมีแนวโน้มสามารถเพิ่มความสูงในการกระโดดและกำลังได้มากกว่าแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กมลมาศ เบญจพลสิทธิ์และชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2558) ศึกษาผลฉับพลันของการใช้ยางยืดที่ส่งผลต่อพลังสูงสุดของการกระโดดในแนวดิ่ง โดยเปรียบเทียบพลังสูงสุดของการกระโดดแนวดิ่งที่เกิดจากการใช้แรงต้านที่มีความแตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาวอลเลย์บอลระดับเยาวชนของโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร อายุระหว่าง 14-18 ปี เพศหญิง จำนวน 9 คน ฝึกโดยการใช้แรงต้านช่วยในการกระโดดแนวดิ่งที่แตกต่างกัน 4 แรงต้าน พบว่ายางยืดทุกขนาดส่งผลฉับพลันต่อพลังสูงสุดในการกระโดดได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถสรุปได้ว่ายางยืดไม่ว่าจะขนาดใดสามารถนำไปฝึกนักกีฬาประเภทกระโดดเพื่อพัฒนาพลังสูงสุดได้

รณภพ ชาวปลายนาและทศพร ยิ้มละมัย (2561) ศึกษาการฝึกเชิงซ้อนแบบเอ็คเซ็นทริก ที่ส่งผลต่อสมรรถนะของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน อายุระหว่าง 18-22 ปี กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดได้รับการปรับพื้นฐานความแข็งแรงก่อนเริ่มการทดลองเป็นเวลา 2 สัปดาห์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม 1.ฝึกเชิงซ้อนแบบเอ็คเซ็นทริก จำนวน 13 คน 2.ฝึกเชิงซ้อนทั่วไป 12 คน ฝึกเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ฝึกด้วยรูปแบบ การฝึกเชิงซ้อนแบบเอ็คเซ็นทริกด้วยท่า บาร์เบล แบค สควอท ด้วยความหนัก 120 เปอร์เซ็นต์ ของหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวน 4 ครั้ง เปรียบเทียบกับ การฝึกเชิงซ้อน ทั่วไปในท่าบาร์เบล แบค สควอท ด้วยน้ำหนัก 80 เปอร์เซ็นต์ ของหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวน 6 ครั้ง ทั้งสองกลุ่มฝึกสลับกับท่ากระโดดพลัยโอเมตริก จำนวน 4 เซต พักระหว่างเซต 5 นาที หลังฝึกครบ 6 สัปดาห์พบว่า การฝึกเชิงซ้อนแบบเอ็คเซ็นทริก สามารถเพิ่มความแข็งแรง พลังของกล้ามเนื้อความแข็งตัวของกล้ามเนื้อขาและความคล่องแคล่ว ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะเดียวกัน กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบทั่วไป สามารถเพิ่มได้เพียงความแข็งแรงเท่านั้น แต่ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทางลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มแล้วพบว่า การฝึกเชิงซ้อนแบบเอ็คเซ็นทริกสามารถเพิ่มความแข็งแรงได้มากกว่าการฝึกเชิงซ้อนทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ตัวแปรด้านอื่นไม่มีความแตกต่างกัน สามารถสรุปได้ว่าการฝึกเชิงซ้อนแบบเอ็คเซ็นทริกสามารถเพิ่มสมรรถนะของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาฟุตบอลได้ดีกว่าการฝึกเชิงซ้อนแบบทั่วไป

สุรพศ ไกรเกตุ (2564) ที่เปรียบเทียบผลการฝึกเชิงซ้อน (Complex training) และการฝึกคอนทราสต์ (Contrast training) ที่ส่งผลต่อสมรรถนะการกระโดดและวิ่งระยะสั้น ใช้รูปแบบการฝึกที่สลับไปมาแบบชุดต่อชุด (Set by Set) ระหว่างการฝึกด้วยแรงต้านที่มีความหนักสูง (High

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Intensity) กับการฝึกกระโดดพลัยโอเมตริก ในท่าฝึกที่มีกลไกการเคลื่อนไหวใกล้เคียงกับการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอล กำหนดให้มีการฝึกต่อเนื่องกันหลังจากพัก 30 วินาที ฝึกต่อเนื่องนาน 8 สัปดาห์ แม้ผลการทดลองจากทั้งสองกลุ่มตัวอย่าง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่หลังจากเข้าร่วมการฝึกนักกีฬาบาสเกตบอลชายทั้งสองกลุ่ม มีความแข็งแรงสัมพัทธ์ มวลกล้ามเนื้อ และความสูงในการกระโดดที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

ฮาคิเนนและโคมิ (Hakinen and Komi, 1985) กล่าวว่าการฝึกด้วยแรงต้านในระดับสูงและกล้ามเนื้อทำงานด้วยความเร็วต่ำโดยหลักการแล้วจะสามารถสร้างความแข็งแรงสูงสุดและการพัฒนาจะลดลงเมื่อกล้ามเนื้อทำงานด้วยความเร็วสูงขึ้น ส่วนการฝึกด้วยน้ำหนักที่ลดลงมาแล้วกล้ามเนื้อทำงานด้วยความเร็วในอัตราสูงจะนำไปสู่พัฒนาการที่กล้ามเนื้อออกแรงได้ด้วยอัตราความเร็วสูงมากขึ้นและมีอัตราการพัฒนาแรงที่สูงขึ้นตามลำดับ

โคมิและฮาคิเนน (Komi and Hakinen, 1988) การปรับตัวของกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับสภาพในการฝึกของแต่ละคน ซึ่งอาจไม่เป็นไปตามความเร็วที่กล้ามเนื้อฝึก เนื่องจากคนที่มีพื้นฐานความแข็งแรงน้อยอาจมีพัฒนาการในทุกช่วงของความหนักไม่ว่าอยู่ในระดับใด หรือใช้วิธีการฝึกแบบใด

นิวตันและเครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) แม้กล้ามเนื้อมีการปรับตัวไม่ว่าจากการฝึกด้วยอัตราความเร็วใดก็ตาม ความสามารถอาจไม่เปลี่ยนแปลงไปตามหลักการนี้เสมอไป เนื่องลักษณะโดยทั่วไปของความซับซ้อนในการทำงานของกล้ามเนื้อแบบการใช้แรงระเบิดที่เป็นผลรวมมาจากการออกแรงเร็วและช้ารวมถึงความสมบูรณ์ของการเคลื่อนไหวในแต่ละครั้ง เหนือสิ่งอื่นใดคือความยากในการสังเกตในตัวผู้ที่ไม่เคยฝึกมาก่อนว่าเกิดการตอบสนองอย่างไรเพราะมีตัวแปรแทรกซ้อนต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อพัฒนาการของความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อ

แมคอาร์เดิล แคทช์ และแคทช์ (McArdle, Katch and Katch, 1996) กล่าวถึงแนวคิดการวางแผนระยะยาวของความแข็งแรงกล้ามเนื้อไว้ว่า นักกีฬาสมัครเล่นกับนักกีฬาเพื่อความเป็นเลิศควรจัดรูปแบบและระยะเวลาในการฝึกที่แตกต่างกันโดยแบ่งระยะเวลาออกเป็น 3 ระยะ คือ 1. แมคโครไซเคิล (Macrocycle) 2. เมโซไซเคิล (Mesocycle) 3.ไมโครไซเคิล (Microcycle) ในทางปฏิบัติคือระยะเวลาที่แบ่งช่วงของการฝึกออกเป็น ปี เดือน สัปดาห์ และรายวัน ตามลำดับ ทำให้การควบคุมความหนัก ปริมาณ ความถี่ จำนวนเซ็ต จำนวนครั้ง และระยะเวลาพัก มีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับสมรรถภาพของนักกีฬา

ชู (Chu, 2001) กล่าวถึงขั้นตอนการฝึกเด็พธ์จัมพ์ว่าต้องใช้กล้ามเนื้อสะโพก ต้นขาและน่องโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ยืนบนแทนงอหัวเข่าและให้ปลายเท้าอยู่ที่ขอบแท่น

2. หย่อนตัวลงจากกล่องให้น้ำหนักของร่างกายกระทำต่อแรงดึงดูดโลกโดยให้แรงต้านจากน้ำหนักตัวลงสู่พื้นแล้วถีบตัวกระโดดในแนวดิ่งให้สูงที่สุด เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

ลอร์ดและคัมพานา (Lord and Campana, 1997) กล่าวถึงขั้นตอนการหาความสูงของแท่นกระโดดในท่าเด็พธ์จัมพ์ไว้โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ความสูงควรเริ่มที่ 20 เซนติเมตร ให้กลุ่มตัวอย่างยืนตามวิธีปฏิบัติที่ถูกต้องแล้วหย่อนตัวลงพร้อมงอเข่า เหวี่ยงแขนผ่านตัวไปด้านหลังขณะลงสู่พื้นโดยยังไม่ให้เท้าสัมผัสพื้นเต็มเท้า
2. เมื่อกลุ่มตัวอย่างได้ความรู้สึกว่าเท้าสัมผัสพื้น เน้นย้ำว่าให้เท้าสัมผัสพื้นน้อยที่สุดเพื่อลดเวลาในการสัมผัสพื้น (Contact time) แล้วกระโดดในแนวดิ่งพร้อมเหวี่ยงแขนขึ้นไปด้านบนให้สูงที่สุด
3. ให้กลุ่มตัวอย่างลองกระโดดทั้งหมด 5 ครั้ง แล้วทำการวัดความสูงที่กระโดดได้
4. เพิ่มความสูงของแท่นกระโดดครั้งละ 10 เซนติเมตร แล้วเลือกความสูงของแท่นจากความสูงในการกระโดดที่กลุ่มตัวอย่างสามารถทำได้สูงที่สุดในการฝึก

แบรนดอน (Brandon, 2010) ระบุถึงขั้นตอนในการทำเด็พธ์จัมพ์ ไว้ด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เน้นย้ำให้กลุ่มตัวอย่างหย่อนตัวลง (Step down) ไม่ใช่ใช้การกระโดด (Jump down) เมื่อเท้าทั้งสองข้างลงสัมผัสพื้นให้กระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งให้เร็วและสูงที่สุดเท่าที่จะทำได้
2. การตั้งท่าให้เท้าทั้งสองข้างกว้างเท่าหัวไหล่ ย่อเข่าแล้วหย่อนตัวลงสู่พื้นให้ร่างกายพร้อมลดแรงกระแทกที่เกิดขึ้นให้รวดเร็วที่สุด
3. ขณะกระโดดต้องให้หัวเข่าอยู่ในแนวเดียวกับปลายเท้า (The second toes) ในจังหวะที่ลงสู่พื้นและจังหวะที่กระโดดขึ้นจากพื้น (Take-off)
4. ขณะกระโดดลงถึงพื้นพยายามลดเวลาที่เท้าสัมผัสพื้นให้น้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบรนดอน (Brandon, 2010) ได้วิเคราะห์การเคลื่อนไหวของข้อต่อที่เกิดขึ้นขณะฝึกท่าเด็พธ์จัมพ์ไว้ดังนี้

1. ข้อต่อสะโพก (Hip joint)

   การเคลื่อนไหว งอสะโพก (Flexion) - เหยียดสะโพก (Extension)

   กล้ามเนื้อที่เคลื่อนไหว (Mobilizing muscles)

   - กลูเทียส แมกซิมัส (Glutes maximus)
   - กลูเทียส มีเดียส (Gluteus medius, Posterior fibres)
   - ไบเซพส์ ฟีมอรีส (Biceps femoris)
   - เซมิเทสดิโนซัส (Semitendinosus)

- เซมิเมมเบรโนซัส (Semimembranosus)
- แอ็คดัคเทอะ แมกนัส (Adductor magnus, Posterior fibres)

2. ข้อเข่า (Knee joint)

   การเคลื่อนไหว งอเข่า (Flexion) - เหยียดเข่า (Extension)

   กล้ามเนื้อที่เคลื่อนไหว (Mobilizing muscles)

   - เรคตัส ฟีมอรีส (Rectus femoris)
   - แว็สทัส มีดิเอลีส (Vastus medialis)
   - แว็สทัส อินเทอมีเดียส (Vastus intermedius)
   - แว็สทัส แล็ทเทอเรลิส (Vastus lateralis)

3. ข้อเท้า (Ankle joint)

   การเคลื่อนไหว เหยียดข้อเท้า (Plantarflexion) - งอข้อเท้า (Dorsiflexion)

   กล้ามเนื้อที่เคลื่อนไหว (Mobilizing muscles)

   - แกสทรอคนีเมียส (Gastrocnemius)
   - โซเลียส (Soleus)
   - ทีเบียลิส โพสทีเรีย (Tibialis posterior)
   - เพอโรเนียส ลองกัส (Peroneus longus)
   - เพอโรเนียส เบรวิส (Peroneus brevis)

แม็คคินเลย์และคณะ (McKinlay et al., 2018) ที่เปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric Training) และการฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance Training) ในนักกีฬาฟุตบอลระดับเยาวชนฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ประกอบด้วยท่าฝึกต่อไปนี้

กลุ่มที่ฝึกด้วยพลัยโอเมตริก	กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้าน
Countermovement Jump	Squat
Knee to Chest Jump	Lunge
Drop Jump	Step-ups
Consecutive long Jump	Calf-raises
Jump Lunges	Wide-stance-squat
Straight-Legged Jump with Toe touch	Raise-rear-foot lunge
Side to Side Lateral hop	1-Legged sit to stand rises
High-knee skips	1-Legged Squat
Hop and Skip Jump	All 3 sets of 8-12 repetitions with

1-Legged Countermovement Jump 80% 1RM
1-Legged knee to chest Jump
1-Legged Consecutive long Jump
All 3 sets of 12 repetitions

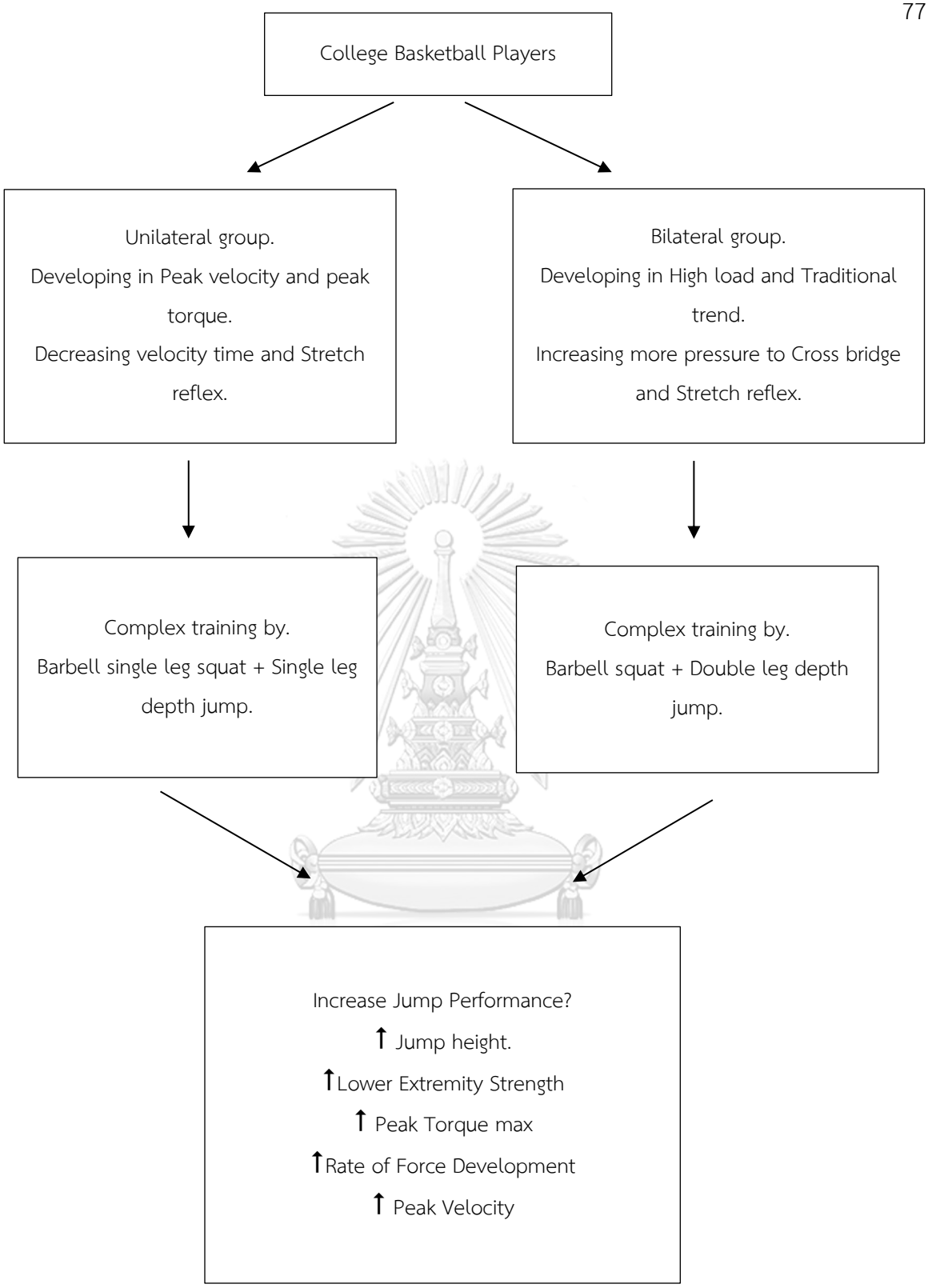
โดยวัดผลลัพธ์ก่อน-หลัง เข้ารับการฝึก ผลปรากฏว่าเส้นใยของกล้ามเนื้อมีขนาดเพิ่มขึ้น อัตราของการออกแรงบิดในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและความเปลี่ยนแปลงของการกระตุ้นกล้ามเนื้อ (Percent change in Rate of muscle activation) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในหมวดความสูงของการกระโดดด้วยท่า Countermovement Jump และ Squat Jump กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริก กลับสามารถมีค่าผลลัพธ์การทดสอบก่อน-หลัง ของความสูงการกระโดด มากกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านอย่างมีนัยสำคัญ จึงเป็นที่น่าสนใจว่าหากการฝึกด้วยแรงต้าน สามารถเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อให้ทำงานมากขึ้นได้ เพราะสาเหตุใดกลุ่มที่ฝึกด้วยพลัยโอเมตริกจึงมีค่าการกระโดดสูงกว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้าน

คอเมียร์และคณะ (Cormier et al., 2020) ให้คำจำกัดความของการฝึกเชิงซ้อนว่า ในการศึกษาที่ผ่านมาตลอดยี่สิบปีที่รูปแบบการฝึกที่ประกอบด้วย แรงต้านแบบประเพณีนิยมที่มีความหนักสูง (Heavy-resistance) และพลัยโอเมตริก นำมาฝึกในโปรแกรมเดียวกัน แล้วเกิดปรากฏการณ์ที่ทำให้กล้ามเนื้อออกแรงหดสั้นและยืดยาวออกได้เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วงขณะหนึ่ง (PAP : Post-activation potentiation) ผลของรูปแบบการฝึกสองประเภทนี้ด้วยกัน ส่งผลให้กายภาพของนักกีฬามีพลังกล้ามเนื้อและอัตราพัฒนาแรงที่มากขึ้น ส่วนสำคัญของการฝึกด้วยแรงต้าน จะพัฒนาการยกน้ำหนักหนักด้วยความเร็วต่ำ (Heavy load , Low velocity) และการยกน้ำหนักเบาด้วยความเร็วสูง (Light load , Heavy velocity) พัฒนากล้ามเนื้อร่วมกันในกระบวนการฝึก ส่งผลให้ทักษะกีฬาที่พลังของกล้ามเนื้อมีส่วนสำคัญในทักษะ เช่น การกระโดด การวิ่งสปรินท์ และการเปลี่ยนทิศทาง เกิดการพัฒนาการในด้านของกายภาพของนักกีฬา ขณะเดียวกัน ในด้านกลไกและระบบประสาท ที่ส่งผลต่อทักษะการกีฬาของผู้ฝึกทำงานได้ดีขึ้นเช่นกันด้วยหลักการ พลังของกล้ามเนื้อที่ส่งผลต่อกลไก = แรง x ความเร็ว (Mechanical power = force x velocity) รูปแบบที่นิยมใช้ใน การฝึกเชิงซ้อน ประกอบด้วย การฝึกด้วยแรงต้านด้วยน้ำหนักสูง (High load weight training) และ การฝึกด้วยพลังที่ใช้น้ำหนักเบา (Lighter load power exercise) ฝึกต่อเนื่องกันแบบเซ็ตต่อเซ็ต เช่น การฝึกสควอท แล้วตามด้วยการกระโดดแกว่งแขน ส่งผลให้ความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอาจส่งผลกับนักกีฬาทั้งแบบระยะสั้นและระยะยาว

2.8 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะในการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอล จึงมีความประสงค์จะสรุปข้อมูลที่รวบรวมมา นำเสนอเป็นการวิจัยเชิงทดลอง ที่มีสาระสำคัญเกี่ยวกับการฝึกเชิงซ้อน ที่คาดว่าจะสามารถพัฒนาสมรรถนะในการกระโดด ของนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัยได้ โดยมีตัวแปรควบคุมเป็น อุปกรณ์ยกน้ำหนัก ท่าที่ใช้ในการฝึก ความเข้มข้นของน้ำหนัก จำนวนครั้ง และระยะเวลาพัก เพื่อศึกษาเปรียบเทียบ ผลลัพธ์ ก่อน-หลัง ของการฝึก ด้วยแรงต้านที่มีความหนักสูง แล้วตามด้วยการฝึกกระโดดพลัยโอเมตริก ฝึกต่อเนื่อง 6 สัปดาห์ ที่ผ่านมาการ “ฝึกเชิงซ้อน” ในกีฬาบาสเกตบอลนั้น มีความนิยมในการฝึกด้วยขาทั้งสองข้างมาโดยตลอด แต่แท้จริงแล้วในการแข่งขันบาสเกตบอล มีทักษะการกระโดดที่ใช้สมรรถนะในการกระโดดด้วยขาสองข้างและการใช้ขาข้างเดียวสลับกันขึ้นอยู่กับประเภทของทักษะที่ใช้ ผู้วิจัยจึงเสนอการวิจัยเชิงทดลองที่สามารถวัดสมรรถนะในการกระโดดได้โดยมีแนวปฏิบัติดังกรอบแนวคิดต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัยของแบบฝึกเชิงซ้อนด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียวที่อาจส่งผลต่อสมรรถนะการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมหาวิทยาลัย ดังตารางที่ 6

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบแบบฝึกเชิงซ้อนด้วยการใช้ขาสองข้างและขาข้างเดียวที่อาจส่งผลต่อสมรรถนะการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมหาวิทยาลัย โดยมีวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบผล หลังจากที่นักกีฬาบาสเกตบอลฝึกเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการศึกษาและดำเนินการในขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร (Population)

นักกีฬาบาสเกตบอลชายทีมมหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี

กลุ่มตัวอย่าง (Sample)

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาบาสเกตบอลชาย ที่ศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีหรือปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีอายุระหว่าง 18-25 ปี ไม่มีโรคประจำตัว ไม่มีอาการบาดเจ็บที่กล้ามเนื้อและข้อต่อในระยางค์ส่วนล่างของร่างกาย ตลอดช่วงเวลา 1 ปีย้อนหลัง ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธี เฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) โดยขออาสาสมัครกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 24 คน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เกณฑ์การคัดเลือกเข้าร่วมโครงการวิจัย

1. เป็นนักกีฬาบาสเกตบอลที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมหาวิทยาลัย มีประสบการณ์การเล่นบาสเกตบอลเพื่อความเป็นเลิศ ไม่น้อยกว่า 3 ปี และ มีส่วนร่วมในการซ้อมแบบกึ่งอาชีพ กับชมรมบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัยอยู่อย่างสม่ำเสมอ
2. ไม่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดความดัน หรือเพิ่งหายจากโควิด-19 ไม่น้อยกว่า 3 เดือน

3. กลุ่มตัวอย่างทุกคนมีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัวที่ทำให้ไม่มีความพร้อมในการออกกำลังกาย โดยทำแบบประเมินการสอบถามประวัติสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย (Physical Activity Readiness Questionnaire : PARQ) ต้องตอบ “ไม่เคย” ทุกข้อจึงผ่านเกณฑ์เข้าร่วมการวิจัย

4. ไม่เคยได้รับอาการบาดเจ็บรุนแรง (Severe Injury) เช่น ไม่เคยเข้ารับการผ่าตัดที่ กล้ามเนื้อหลัง หัวเข่าและข้อเท้า

5. ผ่านเกณฑ์การคัดกรอง ความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) ที่มุม 120 องศา แล้วกลับมายืนในท่าตรงที่ความเข้มข้นของน้ำหนักไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว ซึ่งควบคุมมุมของหัวเข่าขณะทดสอบให้อยู่ในมุม 120 องศา ด้วยวิธีการใช้ปรับตัวรับแรงกระแทกน้ำหนัก สำหรับนักกีฬาที่มีความสูง 170,180 และ 190 เซนติเมตร ให้ตัวรับแรงกระแทกมีความสูงในขั้นที่ 14,15 และ 16 ตามลำดับ อ้างอิงจากการทดสอบของสโตนและคณะ (Stone et al., 2021)

6. ไม่เคยเข้าร่วมการฝึกด้วยแรงต้านที่มีความเฉพาะเจาะจงที่กล้ามเนื้อขา ในระยะเวลา 6 เดือนที่ผ่านมา

7. สมัครใจจะเข้าร่วมการวิจัยโดยลงลายมือชื่อในใบยินยอมเพื่อเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกออกจากโครงการวิจัย

1. เกิดอุบัติเหตุจากการฝึกซ้อมจนไม่สามารถดำเนินการวิจัยต่อไปได้
2. เข้าร่วมการฝึกน้อยกว่า 10 ครั้ง จากการฝึกทั้งหมด 12 ครั้ง
3. ผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่สมัครใจจะดำเนินการวิจัยต่อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์การคัดกรองแล้ว จากกลุ่มตัวอย่าง 24 คน จึงแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน เพื่อเข้าร่วมโครงการวิจัย แบ่งกลุ่มด้วยวิธีการสุ่มกลุ่มจำแนก (Random assignment) เพื่อควบคุมความเที่ยงตรงในการวิจัย (Gersten, Baker and Lloyd, 2000) เมื่อเข้าสู่ช่วงของการฝึก กลุ่มตัวอย่างจำแนกออกเป็น

กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยขาข้างเดียว (Unilateral) ฝึกในวันจันทร์และวันพฤหัสบดี

กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยขาสองข้าง (Bilateral) ฝึกในวันอังคารและวันศุกร์

ความเสี่ยงภัยที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการศึกษาวิจัย

นอกเหนือจากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมอย่างละเอียดรอบคอบ เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปได้อย่างปลอดภัยโดยลดปัจจัยการเกิดอุบัติเหตุที่จะส่งผลกระทบต่อร่างกายของกลุ่มตัวอย่างแล้ว ก่อนการฝึกทุกครั้งผู้วิจัยจะทำการสอบถาม ตรวจสอบความพร้อมสมรรถภาพร่างกายของผู้เข้าร่วม

วิจัยโดยละเอียดและสอบถามถึงความสมัครใจทุกครั้งก่อนที่จะเริ่มการฝึก หากผู้เข้าร่วมวิจัยไม่มีความพร้อมสามารถเลื่อนการฝึกไปชดเชยในวันถัดไปในระยะเวลาไม่เกิน 24 ชั่วโมง นอกจากนี้ก่อนที่จะเริ่มการฝึกผู้วิจัยจะเป็นผู้ให้ความสะดวกในการอบอุ่นร่างกาย เพื่อเตรียมความพร้อมและยืดเหยียดร่างกายให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยหลังจากเสร็จสิ้นการฝึกแล้วทุกครั้ง

หากเกิดเหตุสุดวิสัยขณะการฝึก หรือการทดสอบ เช่น อุบัติเหตุทางด้านร่างกาย หรือความอ่อนล้า ผู้วิจัยจะทำการหยุดการฝึกหรือการทดสอบโดยทันที โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้ปฐมพยาบาลให้กับกลุ่มตัวอย่างและ หากมีอาการรุนแรงเกินขอบเขตวิสัยที่ผู้วิจัยจะดูแลได้ ผู้วิจัยจะทำการส่งต่อให้สถานพยาบาลที่ใกล้ที่สุดเป็นผู้ดูแลโดยผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการรักษาพยาบาลในครั้งนี้

การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยจะเป็นผู้เข้าไปพบกลุ่มที่เข้าร่วมการวิจัยด้วยตนเอง โดยแนะนำตัวพร้อมอธิบายถึงวัตถุประสงค์ เป้าหมาย ขั้นตอนการวิจัย วิธีการเก็บข้อมูล และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เพื่อขอความร่วมมือโดยสมัครใจจากผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยไม่มีการบังคับหรือให้รางวัลพิเศษจากการเข้าร่วมแต่อย่างใดและหากมีเหตุไม่พึงประสงค์หรือ ความไม่สะดวกใจผู้เข้าร่วมการวิจัย สามารถถอนตัวออกจากโครงการวิจัยได้โดยไม่มีข้อผูกมัดใด โดยในระยะเวลาที่อยู่ในขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยจะดูแลพิทักษ์สิทธิ์ของผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งทางร่างกายและจิตใจ ครอบคลุมไปถึงความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุหรือปัจจัยอื่นที่อาจเกิดขึ้นหากกรณีเกิดเหตุไม่พึงประสงค์ ผู้วิจัยจะเป็นผู้ทำการปฐมพยาบาลและนำส่งสถานพยาบาลที่ใกล้ที่สุดโดยผู้วิจัยเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการรักษาพยาบาลทุกกรณี ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จะเก็บไว้เป็นความลับสูงสุด และหากจะมีการนำข้อมูลมาใช้จะนำมาใช้เพื่อตอบสนองเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัยเท่านั้น หากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมีความประสงค์จะชี้แนะ ข้อมูลอันเป็นประโยชน์หรือข้อผิดพลาดของผู้วิจัยประการใด สามารถติดต่อที่ผู้วิจัยได้ทางช่องทาง นายวรุตม์ บรรดาศักดิ์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ 082 459 1541 และ E-mail : Bandasak1209@gmail.com

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.2 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

การเตรียมการก่อนดำเนินการวิจัย

1. ทบทวนวรรณกรรม งานศึกษาที่มีความเกี่ยวข้องกับกีฬาบาสเกตบอลและการพัฒนาสมรรถนะการกระโดดที่เกี่ยวข้อง แล้วนำงานที่มีผู้เคยศึกษามาก่อนรวบรวมนำมาสรุปใจความสำคัญนำประเด็นสำคัญที่เป็นประโยชน์ มาเริ่มกำหนดรูปแบบโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการกระโดด สำหรับนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมหาวิทยาลัย

2. นำรูปแบบการฝึกเข้าปรึกษาหารือกับอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา

3. วิธีการได้มาและเข้าถึงกลุ่มตัวอย่าง เพื่อเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยเข้าพบหัวหน้าผู้ฝึกสอนบาสเกตบอลทีมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แนะนำตัวเองและนำเสนอรูปแบบการฝึก เพื่อพัฒนาสมรรถนะในการกระโดดรวมถึงประโยชน์ที่คาดว่าชมรมบาสเกตบอลจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจะได้รับ เมื่อหัวหน้าผู้ฝึกทีมบาสเกตบอลอนุญาตให้นักกีฬาเข้าร่วม ผู้วิจัยจึงหนังสือเพื่อขออนุญาตกับทางมหาวิทยาลัย แล้วจึงเริ่มทำการวิจัยและเก็บข้อมูลในคน

4. ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการฝึกโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ดำรงตำแหน่งเป็นคณาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาจำนวน 3 ท่าน และเป็นผู้ชำนาญการพิเศษด้านกีฬาบาสเกตบอลจำนวน 2 ท่าน เพื่อพิสูจน์ความตรงเชิงคุณภาพของเนื้อหา (Content validity) และความเหมาะสมของรูปแบบการฝึกที่จะใช้กับนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมหาวิทยาลัยพร้อมประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบฝึก (Item Objective Congruence; IOC) ได้คะแนนรวม 0.98

5. นำเสนอรูปแบบการฝึกเชิงซ้อน เพื่อผ่านคณะกรรมการขอพิจารณาจริยธรรมการศึกษาในคน

6. ผู้วิจัยทำหนังสือในการขออนุญาตใช้สถานที่ อุปกรณ์ พร้อมทั้งกำหนดวันและเวลาเพื่อเก็บข้อมูล

การเตรียมอุปกรณ์และสถานที่

1. ประกอบด้วยสถานที่ 2 แห่ง คือ 1. สถานที่สำหรับการฝึกใช้ที่ อาคารเฉลิมราชสุดากีฬาสถาน ชั้น 4 บริเวณสนามบาสเกตบอล ด้านหน้าสนาม และ 2. สถานที่สำหรับการทดสอบและเก็บข้อมูล ใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา อาคารจุฬาพัฒน์ 8 ก่อนการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยจะเป็นผู้ชี้แจงขั้นตอนในการดำเนินการพร้อมให้ข้อมูลอย่างละเอียดกับกลุ่มตัวอย่างก่อนเข้าร่วมการวิจัย เช่น นอนหลับพักผ่อนให้เพียงพอ เตรียมพร้อมกล้ามเนื้อสำหรับการฝึกหรือการทดสอบ

2. ก่อนเริ่มการฝึก ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลทางสรีรวิทยาเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง คือ

- น้ำหนัก หน่วยวัดเป็น กิโลกรัม (Kilogram; kg)
- ส่วนสูง หน่วยวัดเป็น เซนติเมตร (Centimeter; cm)
- อายุ หน่วยวัดเป็น ปีและเดือน (Year and month)
- มวลกล้ามเนื้อ หน่วยวัดเป็น กิโลกรัม (Kilogram; kg)
- เปอร์เซ็นต์ไขมัน หน่วยวัดเป็น เปอร์เซ็นต์ (Percentage)

ด้วยเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย ยี่ห้อ Accuniq รุ่น BC510 ประเทศเกาหลีใต้

การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย เริ่มด้วยการทดสอบ แบ่งเป็นการทดสอบ 2 ครั้ง ได้แก่ การทดสอบเพื่อหาค่าความแข็งแรงสูงสุด และการทดสอบเพื่อหาค่าความสูงในการกระโดด โดยมีรายละเอียดดังนี้

การทดสอบที่ 1 - หาค่าความแข็งแรงสูงสุด

ตารางที่ 4 การทดสอบหาค่าความแข็งแรงสูงสุด

	ท่าที่ทดสอบ	**สถานที่ทดสอบ**	**ระยะเวลาในการทดสอบ**
การทดสอบวันที่ 1 หาค่าความแข็งแรงสูงสุด	1. ท่าบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) *สามารถใช้น้ำหนักเดิมจากตอนที่ผ่านเกณฑ์การคัดกรองได้	ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา อาคารจุฬาพัฒน์ 8 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ทดสอบ 1 ชั่วโมง หลังทดสอบความแข็งแรงสูงสุด ให้พัก 2 วันก่อนเข้าร่วมการทดสอบวันที่ 2
	2. ท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท (Barbell single leg squat) ข้างซ้าย		
	3. ท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท (Barbell single leg squat) ข้างขวา		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. จากตารางที่ 4 แสดงท่าการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด ประกอบด้วยท่า บาร์เบล แบค สควอทและท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท โดยน้ำหนักที่ได้จากการทดสอบใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบความหนักขณะฝึก เปรียบเทียบระหว่างก่อน-หลัง

2. น้ำหนักที่ได้จากการหาความแข็งแรงสูงสุด ใช้อ้างอิงเป็นน้ำหนักขณะที่ฝึก

- กลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียว เปรียบเทียบความหนักจาก ท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลก สควอท
- กลุ่มฝึกด้วยขาสองข้าง เปรียบเทียบความหนักจาก ท่าบาร์เบล แบค สควอท

3. จดบันทึกน้ำหนักที่กลุ่มตัวอย่างสามารถยกได้มากที่สุด ไม่เกิน 4 ครั้ง จากการทดสอบไม่เกิน 4 เซ็ต ของการทดสอบ สามารถดูวิธีการจดบันทึกและการทดสอบเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ข และ ค

การทดสอบที่ 2 - หาค่าความสูงในการกระโดด

ตารางที่ 5 การทดสอบหาค่าความสูงในการกระโดด

	ท่าที่ทดสอบ	สถานที่ทดสอบ	ระยะเวลาในการทดสอบ
การทดสอบ วันที่ 2 หาค่าความสูง ในการกระโดด	1. กระโดดขาคู่ (Countermovement jump)	ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา อาคาจุฬาพัฒน์ 8 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ทดสอบหาค่าความสูงในการกระโดด 1 ชั่วโมง
	2. ก้าวขากระโดดข้างซ้าย (One-step left)		หลังทดสอบความค่าความสูงในการกระโดด แล้วพัก 15 นาที แล้วทดสอบหาแรงทอล์คสูงสุดต่อ
	3. ก้าวขากระโดดข้างขวา (One-step right)		
	4. กระโดดซ้ำ (Repeated jump)		
	5. ทดสอบแรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อขาด้วยเครื่องไอโซคิเนติก (Isokinetic test)		ทดสอบหาแรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อขา 15 นาที

1. จากตารางที่ 5 แสดงท่าการทดสอบสมรรถนะการกระโดด หาค่าความสูงในการการกระโดด (Jump height) ทำด้วยวิธีการกระโดดแล้วแตะบนเครื่องมือทดสอบ ยาร์ดสติ๊ก (Yardstick) 3 ท่า ประกอบด้วยท่ากระโดดขาคู่ ก้าวขากระโดดข้างซ้ายและข้างขวา

2. ทดสอบท่ากระโดดซ้ำ วัดด้วยแผ่นวัดแรงกระแทกยี่ห้อ C-force performance บริษัท Innervations ประเทศออสเตรเลีย เพื่อหาค่าอัตราการพัฒนาแรง ความเร็วสูงสุดในการออกแรงและพลังกล้ามเนื้อสูงสุด เมื่อเสร็จสิ้นการหาความสูงในการกระโดดและค่าทางชีวกลศาสตร์แล้ว พักเป็นเวลา 15 นาที เพื่อทดสอบหาแรงทอล์คสูงสุดด้วยเครื่องไอโซคิเนติกต่อ

3. ทดสอบหาแรงทอล์คสูงสุดของต้นขาด้านหน้า (Quadricep) และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstring) ด้วยเครื่องไอโซคิเนติกยี่ห้อ Physiomed รุ่น Contrex ที่หัวเข่าทำมุม 90 องศา

4. จดบันทึกค่าความสูง อัตราการพัฒนาแรง ความเร็วสูงสุดในการออกแรงและพลังกล้ามเนื้อสูงสุด จากค่าที่ทำได้สูงสุดเพียงครั้งเดียว จากการทดสอบ 3 ครั้ง สามารถดูวิธีการจดบันทึกและการทดสอบเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทดสอบทั้ง 6 ชนิด ทดสอบทั้งหมด 2 ครั้ง แบ่งออกเป็น ก่อนและหลังฝึก 6 สัปดาห์ (Pre-test and Post-test) โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้แจ้งวันในการทดสอบให้กับผู้เข้าร่วมการวิจัยให้ทราบ 1 สัปดาห์ล่วงหน้า โดยผู้วิจัยจะกำหนดวันทดสอบกับวันที่ฝึกให้ห่างกันอย่างน้อย 2 วัน เพื่อให้นักกีฬามีระยะเวลาในการพักผ่อนกล้ามเนื้อที่เพียงพอ โดยมีข้อควรปฏิบัติสำหรับก่อนการฝึกและการทดสอบดังต่อไปนี้

ข้อควรปฏิบัติก่อนการฝึกและการทดสอบ

1. เน้นย้ำกับนักกีฬาให้พักผ่อนให้เพียงพอ 8-10 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ติดต่อประสานกับกลุ่มตัวอย่าง อย่างน้อย 24 ชั่วโมง แจ้งถึงความสำคัญของเวลาการพักผ่อนให้เพียงพอ ก่อนมาทดสอบ หากสมรรถภาพร่างกายของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความพร้อมเพียงพอในวันทดสอบ ผู้วิจัยจะอำนวยความสะดวกโดยการ เลื่อนการทดสอบออกไปภายใน 24 ชั่วโมง เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างมีความพร้อมที่สุด
2. ระมัดระวังมื้ออาหารที่แตกต่างจากกิจวัตรประจำวันในช่วง 6 สัปดาห์ของการทดสอบ
3. รับประทานอาหารก่อนเข้ารับการฝึกและการทดสอบอย่างน้อย 2 ชั่วโมง
4. หากนักกีฬามีอาการอ่อนล้าหรือเจ็บปวดกล้ามเนื้อและข้อต่อผู้วิจัยจะทำหยุดการฝึกหรือทดสอบโดยทันที

โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน

กลุ่มตัวอย่างสวมชุดออกกำลังกาย รองเท้ากีฬา ที่เหมาะสำหรับการฝึกด้วยแรงต้านและกระโดดพลัยโอเมตริก กลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

- กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยขาข้างเดียว (Unilateral) ฝึกในวันจันทร์และวันพฤหัสบดี
- กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยขาสองข้าง (Bilateral) ฝึกในวันอังคารและวันศุกร์

นักกีฬาทั้งสองกลุ่ม แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 6 คน เพื่อที่ผู้วิจัยสามารถดูแล ความเข้มข้น และความถูกต้อง ระหว่างการฝึกได้อย่างทั่วถึง กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มทำการฝึกวันละ 1 ชั่วโมง ต่อครั้ง โดยมาถึงสถานที่ฝึก อาคารเฉลิมราชสุดากีฬาสถาน ชั้น 4 ก่อนเวลานัดหมายประมาณ 10 นาที เพื่อเตรียมตัวให้พร้อมสำหรับการฝึก โดยกลุ่มย่อยที่ 1 นัดหมายเพื่อเริ่มการฝึกเวลา 16.00-17.00 และกลุ่มย่อยที่ 2 เริ่มทำการฝึกเวลา 17.00-18.00 การฝึกชุดนี้มีระยะเวลาฝึก ต่อเนื่อง 6 สัปดาห์

ท่าที่ใช้ในการฝึก

ท่าที่ใช้ในการฝึกประกอบด้วย ท่าฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนักสูง แล้วพัก 30 วินาที ตามด้วยท่ากระโดดพลัยโอเมตริก ที่มีความเกี่ยวข้องกับทักษะการกระโดดในบาสเกตบอล มีรายละเอียด ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. ฝึกด้วยขาข้างเดียว ฝึกด้วยท่า Barbell Single leg squat และ ท่า Single leg Depth jumps
2. ฝึกด้วยขาสองข้าง ฝึกด้วยท่า Barbell squat และ ท่า Depth jumps

วันที่ฝึกกำหนดให้เป็นวันและเวลาเดิม ในทุกสัปดาห์ จากการนัดหมายล่วงหน้า โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้นำการอบอุ่นร่างกายเตรียมความพร้อมและยืดเหยียดร่างกายหลังจากเสร็จการฝึกทุกครั้ง ซึ่งการอบอุ่นร่างกายจะเป็นกระบวนเดียวกันตั้งแต่การทดสอบครั้งแรก

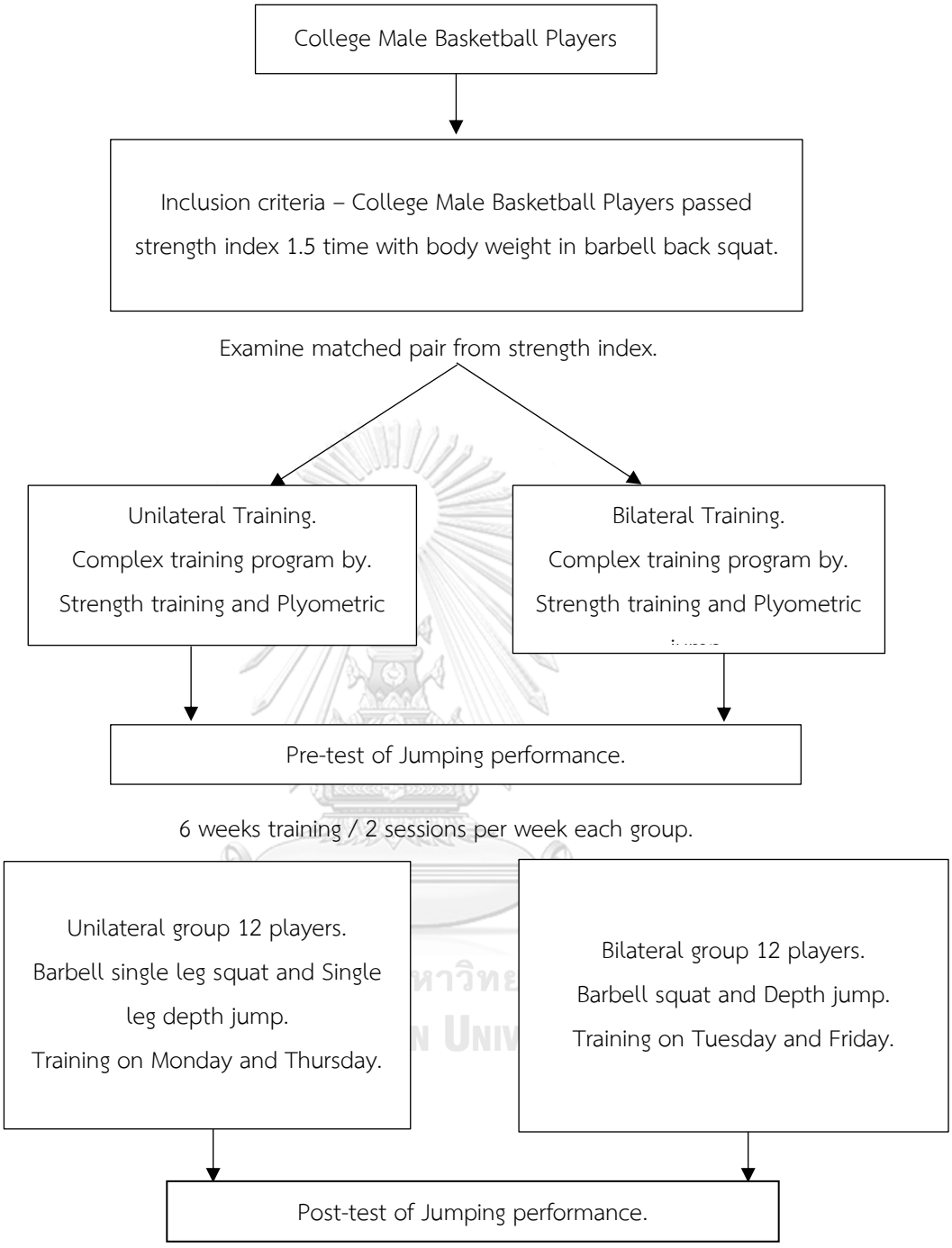
ตารางที่ 6 ตารางการฝึกเชิงซ้อน

ท่าฝึกด้วยแรงต้าน กำหนดมุมของหัวเข่า ที่กระทำต่อสะโพกและข้อเท้าเป็น 120 องศา **กระโดดพลัยโอเมตริก** ให้นักกีฬากระโดดในมุมที่สามารถกระโดดได้สูงที่สุด	
ความหนัก	85 เปอร์เซ็นต์ จากหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้งในการฝึก	3 ครั้ง
ระยะเวลาที่พักก่อนฝึกพลัยโอเมตริก	30 วินาที
จำนวนครั้งที่ฝึกพลัยโอเมตริก	6 ครั้ง
จำนวนชุดในการฝึก	5 ชุด
ระยะเวลาพักระหว่างชุด	4 นาที

*หมายเหตุ หากเป็นแบบฝึกด้วยขาข้างเดียว ฝึกด้วยแรงต้านข้างละ 3 ครั้ง และกระโดดพลัยโอเมตริกข้างละ 6 ครั้งเช่นกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 6 แสดงข้อมูลของการฝึกเชิงซ้อนด้วยการใช้ขาสองข้างและขาข้างเดียว โดยการฝึกในแต่ละครั้งจะมี ระยะเวลาห่างกันอย่างน้อยสองวัน เพื่อให้นักกีฬามีเวลาในการพักฟื้นร่างกายได้อย่างเต็มที่ กลุ่มตัวอย่างทุกคนจะมี ผู้ช่วยวิจัยจากชมรมบาสเกตบอลจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 2 คน คอยดูแลอย่างใกล้ชิด เพื่อความถูกต้องของท่าฝึก ความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูล และความปลอดภัยตลอดการวิจัย



รูปที่ 2 แสดงตาราง Experimental chart ขั้นตอนการวิจัยของการเปรียบเทียบการฝึกเชิงซ้อนด้วยการใช้ขาสองข้างและขาข้างเดียวที่ส่งผลต่อสมรรถนะการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมหาวิทยาลัยและการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลในการเปรียบเทียบ โดยอ้างอิงตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ขั้นตอนการรวบรวมและสรุปผลการศึกษาวิจัย

ผู้วิจัยและคณะผู้ช่วยวิจัย ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตัวเอง และวิเคราะห์ผลอย่างละเอียดครบถ้วน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. บันทึกข้อมูลน้ำหนัก ส่วนสูง มวลกล้ามเนื้อและเปอร์เซ็นต์ไขมัน โดยเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย ที่ห้องปฏิบัติการ 202/3 อาคาร บรมราชชนนีศรีศตพรรษ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แล้วทำการบันทึกข้อมูลในใบบันทึก และเพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูล ผู้วิจัยจะทำการสำรองข้อมูลโดยจัดเก็บเป็นไฟล์พีดีเอฟ (PDF file) สำหรับเก็บรักษาข้อมูลในรูปแบบที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์

2. เก็บข้อมูลทดสอบ ก่อน-หลังของความแข็งแรงสูงสุด ความสูงในการกระโดด โดยเครื่องวัดความสูง Vertec และทดสอบอัตราการพัฒนาแรง ความเร็วสูงสุดในการออกแรง และพลังกล้ามเนื้อสูงสุด โดยแผ่นวัดแรงกระแทก (Force plate) ยี่ห้อ C-force performance บริษัท Innervations ประเทศออสเตรเลีย ที่ห้องปฏิบัติการ 2102 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แล้วทำการบันทึกข้อมูลในใบบันทึก และเพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูล ผู้วิจัยจะทำการสำรองข้อมูลโดยจัดเก็บเป็นไฟล์พีดีเอฟ (PDF file) สำหรับเก็บรักษาข้อมูลในรูปแบบที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์

3. ฝึกโปรแกรมฝึกเชิงซ้อนด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียว 6 สัปดาห์

4. ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูล ก่อน-หลัง ของสรีวิทยา ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขา ความสูงในการกระโดด แรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อขา อัตราการพัฒนาแรง ความเร็วสูงสุดในการออกแรง และพลังกล้ามเนื้อสูงสุด มาวิเคราะห์และแปรผลทางสถิติ แล้วเปรียบเทียบผล

5. ผู้วิจัยทำการตรวจชุดข้อมูลซ้ำ ทุกครั้งที่มีการทดสอบและจัดสำรองข้อมูลเป็นไฟล์พีดีเอฟ (PDF file) เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูลและให้ได้ผลลัพธ์จากการวิจัยดีที่สุด

6. สรุปผล นำเสนอข้อมูล และอภิปรายผลการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. แบบสอบถามความพร้อมในการออกกำลังกาย (Physical Activity Readiness Questionnaire : PARQ)

2. แบบบันทึกข้อมูลทางสรีรวิทยาและแบบบันทึกข้อมูลความสามารในการกระโดด

3. เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition analyzer) ยี่ห้อ Accuniq รุ่น BC510

4. เครื่องฝึกและทดสอบแรงระเบิดของกล้ามเนื้อ แผ่นตรวจจับรับแรงกระแทก (Force plate) ที่เชื่อมกับโปรแกรม Ballistic measurement ประกอบด้วย

- Ballistic measurement system software เวอร์ชั่น 2011 2.0 นำเข้าโดยบริษัท Innervation ผลิตที่เมืองเพิร์ธ (Perth) ประเทศออสเตรเลีย
- แผ่นตรวจรับแรงกระแทก Force plate ยี่ห้อ C-force บริษัท Innervations ประเทศออสเตรเลีย

5. เครื่องวัดสมรรถนะในการกระโดดยาร์ดสติ๊ก ยี่ห้อ สวิฟท์ เพอร์ฟอร์มมานซ์ ประเทศออสเตรเลีย (Yardstick, Swift performance equipment, Lismore NSW, Australia) ใช้สำหรับทดสอบความสูงในการกระโดดแนวดิ่งใน ท่า กระโดดขาคู่ ก้าวขากระโดดข้างซ้ายและข้างขวา และท่ากระโดดซ้ำ

6. เครื่องวัดความแข็งแรงไอโซคิเนติก ยี่ห้อ Physiomed รุ่น Contrex

7. พาวเวอร์แร็ค มาตรฐาน ยี่ห้อ ZIVA พร้อม โอลิมปิค บาร์เบลล์ (Olympic barbell)

8. แผ่นเพิ่มน้ำหนัก (Weight plate) ยี่ห้อ ZIVA

9. เครื่องวัดองศา Goniometer

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผู้วิจัยใช้ข้อมูลที่ได้ ทำการเปรียบเทียบภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่มเพียงครั้งเดียว โดยเปรียบเทียบชุดข้อมูล ก่อนเข้าร่วมการฝึกเชิงซ้อน และหลังเข้าร่วมการฝึก ระยะเวลา 6 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่าง เข้าวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยโปรแกรม SPSS โดยมีกระบวนการดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง มวลกล้ามเนื้อ และเปอเซ็นต์ไขมันในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

2. ทำการทดสอบการแจกแจงข้อมูลแบบโค้งปกติ โดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk test

3. ทดสอบหาค่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (Lower extremity strength) ด้วยท่าบาร์เบล แบค สควอท และท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท เพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงก่อน-หลังได้รับการฝึก สรุปบันทึก แล้วรายงานผลความแตกต่าง ระหว่างกลุ่ม และก่อน-หลังเข้ารับการฝึก

4. เปรียบเทียบสมรรถนะการกระโดดด้วยท่ากระโดดขาคู่ ก้าวขากระโดดข้างซ้าย ข้างขวา และท่ากระโดดซ้ำ เพื่อหาค่า ความสูงในการกระโดด อัตราพัฒนาแรง ความเร็วสูงสุดในการออกแรง และพลังกล้ามเนื้อสูงสุด เสร็จแล้วทดสอบต่อ ในท่าหาแรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อขาด้วยเครื่องไอโซคิเนติกส์ สรุปบันทึกแล้วรายงานผลความแตกต่าง ระหว่างกลุ่ม และก่อน-หลังเข้ารับการฝึก

หากมีการกระจายตัวปกติของข้อมูล เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสองกลุ่ม โดยใช้โปรแกรม SPSS แบบระหว่างกลุ่ม 2 กลุ่ม และ ภายในกลุ่ม ดังนี้

- เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ฝึกด้วยขาข้างเดียว (Unilateral) และกลุ่ม ฝึกด้วยขาสองข้าง (Bilateral) โดยใช้ Independent T-test
- เปรียบเทียบผล ก่อน-หลัง ด้วย Paired T-test
- กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังเสร็จสิ้นการฝึก ผู้วิจัยรวบรวมและประมวลผลข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 20 คน จากเดิม 24 คน เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างขอถอนตัวจากโครงการ 2 คน และฝึกไม่ครบตามที่กำหนดในจำนวนครั้ง 2 คน มาจัดเรียงเป็นชุดเพื่อเปรียบเทียบให้เห็นภาพ โดยแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 3 ช่วง ดังต่อไปนี้

4.1 การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ฝึกด้วยขาข้างเดียวและฝึกด้วยขาสองข้าง ก่อน-หลังเข้ารับการฝึกที่ระยะเวลา 6 สัปดาห์

4.2 การเปรียบเทียบผลการทดสอบ ก่อน-หลังเข้ารับการฝึกสำหรับกลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว

4.3 การเปรียบเทียบผลการทดสอบ ก่อน-หลังเข้ารับการฝึกสำหรับกลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลทั้ง 3 ช่วงมาวิเคราะห์ทางสถิติ แล้วนำเสนอในรูปแบบของตารางในแต่ละด้าน ได้แก่ ตัวแปรด้านสรีรวิทยา ตัวแปรด้านความแข็งแรงสูงสุดและตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

ตัวแปรด้านสรีรวิทยา ได้แก่

- น้ำหนัก
- มวลกล้ามเนื้อ
- เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย

ตัวแปรด้านความแข็งแรงสูงสุด ได้แก่

- ความแข็งแรงสัมพัทธ์
- ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาท่า บาร์เบล แบค สควอท
- ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาท่า บาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท ขาข้างซ้ายและขาข้างขวา

ตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ ได้แก่

- ความสูงของการกระโดดขาคู่
- ความสูงของการก้าวขากระโดดข้างซ้ายและข้างขวา
- แรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ขาข้างซ้ายและขาข้างขวา
- แรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ขาข้างซ้ายและขาข้างขวา
- ค่าคิเนติกส์และคิเนเมติกส์ช่วงกระโดดขึ้นจากพื้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1 การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ฝึกด้วยขาข้างเดียวและฝึกด้วยขาสองข้าง ก่อน-หลังเข้ารับการฝึกที่ระยะเวลา 6 สัปดาห์

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง มวลกล้ามเนื้อ และเปอร์เซ็นต์ไขมันเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

ตัวแปร	ก่อนฝึก **กลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว** N = 10 $\bar{x}$ ± S.D.	ก่อนฝึก **กลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง** N = 10 $\bar{x}$ ± S.D.	**t**	**p**
อายุ (ปี)	21.4 ± 2.1	20.4 ± 1	1.306	.081
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	83.68 ± 13.85	73.4 ± 7.67	2.05	.101
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	184.6 ± 8.6	181 ± 7.7	.983	.867
มวลกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม)	38.64 ± 5.45	33.9 ± 3.9	2.23	.294
เปอร์เซ็นต์ไขมัน	17 ± 4.25	14.9 ± 2.1	1.401	.088

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง มวลกล้ามเนื้อ และเปอร์เซ็นต์ไขมันของทั้งสองกลุ่มก่อนเริ่มฝึก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ น้ำหนัก มวลกล้ามเนื้อและเปอร์เซ็นต์ไขมันเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

ตัวแปร	หลังฝึก **กลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว** N = 10	หลังฝึก **กลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง** N = 10	**t**	**p**
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	83.5 ± 13.1	74.5 ± 6.5	1.93	.054
มวลกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม)	39.04 ± 5.1	35.4 ± 3.95	1.78	.046*
เปอร์เซ็นต์ไขมัน	16.6 ± 4	14.7 ± 2.2	1.29	106

*p < .05

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า น้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ไขมัน หลังฝึกของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มวลกล้ามเนื้อของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แต่เมื่อเปรียบเทียบหลังฝึก กลุ่มฝึกด้วยขาสองข้างมีมวลกล้ามเนื้อหลังฝึก 6 สัปดาห์มากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงสูงสุดเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

ตัวแปร	ก่อนฝึก **กลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว** N = 10	ก่อนฝึก **กลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง** N = 10	t	p
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ความแข็งแรง ท่าบาร์เบล แบค สควอท (กิโลกรัม)	175 ± 30.6	167 ± 29	.599	.608
ความแข็งแรง ท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท ข้างซ้าย (กิโลกรัม)	103 ± 20.5	101 ± 22.33	.208	.975
ความแข็งแรง ท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท ข้างขวา (กิโลกรัม)	98 ± 18.73	102 ± 22	-.438	.948
ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (เท่า)	2.14 ± .27	2.3 ± .48	-.926	.162

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ ความแข็งแรงสูงสุดท่าบาร์เบล แบค สควอท และความแข็งแรงสูงสุดท่า บาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท ข้างซ้ายและข้างขวา ก่อนฝึกของทั้งสองกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงสูงสุดเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

ตัวแปร	หลังฝึก **กลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว** N = 10	หลังฝึก **กลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง** N = 10	t	p
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ความแข็งแรง ท่าบาร์เบล แบค สควอท (กิโลกรัม)	214 ± 32	195 ± 27.1	1.43	.634
ความแข็งแรง ท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท ข้างซ้าย (กิโลกรัม)	143 ± 21.1	140 ± 24	.297	.395
ความแข็งแรง ท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท ข้างขวา (กิโลกรัม)	140 ± 22.1	135 ± 24.6	.478	388
ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (เท่า)	2.63 ± .33	2.75 ± .48	-.67	.273

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาท่าบาร์เบล แบค สควอท ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท ขาข้างซ้าย ขาข้างขวาและความแข็งแรงสัมพัทธ์ หลังจากเข้ารับการฝึก 6 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 จากการทดสอบด้วย Independent T-test ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม มีค่า p-value แตกต่างกันที่ระดับ .634 .395 .388 และ .273 ตามลำดับ

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวแปรทางชีวกลศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

ตัวแปร	ก่อนฝึก **กลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว** N = 10	ก่อนฝึก **กลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง** N = 10	t	p
	$\bar{X}$ ± S.D.	$\bar{X}$ ± S.D.		
ความสูงของกระโดดขาคู่ (เซนติเมตร)	51.10 ±6.9	52.40 ±5.6	-.464	.642
ความสูงของก้าวขากระโดดข้างซ้าย (เซนติเมตร)	58.7 ± 8.8	58.4 ± 7.2	.084	.562
ความสูงของก้าวขากระโดดข้างขวา (เซนติเมตร)	56.7 ± 10.45	56.4 ± 6.1	.078	.057
แรงทอล์คสูงสุดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ข้างซ้าย (นิวตันเมตร)	197.84 ± 29.2	166.2 ± 38.5	2.06	.113
แรงทอล์คสูงสุดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ข้างขวา (นิวตันเมตร)	196.72 ± 26.1	168.4 ± 34.8	.817	.524
แรงทอล์คสูงสุดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ข้างซ้าย (นิวตันเมตร)	97.89 ± 49.3	100.2 ± 36.63	-.119	.247
แรงทอล์คสูงสุดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ข้างขวา (นิวตันเมตร)	107.62 ± 38.9	90.1 ± 48.5	.888	.480
อัตราการพัฒนาแรง (นิวตัน/วินาที)	51,910 ± 11,658.3	48,816 ± 12,316.8	.577	.578
ความเร็วสูงสุดในการออกแรง (เมตร/วินาที)	2.9 ± .66	2.72 ± .24	.747	.232
พลังกล้ามเนื้อสูงสุด (วัตต์)	4,799.1 ± 1,155	5,212.9 ± 1,190	-.789	.711

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่า ความสูงในการกระโดด แรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อขา ค่าคิเนติกส์และคิเนเมติกส์ ก่อนฝึกของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวแปรทางชีวกลศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

ตัวแปร	หลังฝึก **กลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว** N = 10	หลังฝึก **กลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง** N = 10	t	p
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.		
ความสูงของกระโดดขาคู่ (เซนติเมตร)	55.20 ± 7.2	56.10 ± 7.2	-.28	.392
ความสูงของก้าวขากระโดดข้างซ้าย (เซนติเมตร)	65.3 ± 9.2	65.8 ± 7.2	-.135	.447
ความสูงของก้าวขากระโดดข้างขวา (เซนติเมตร)	63.8 ± 9.8	62.3 ± 6	.412	.343
แรงทอล์คสูงสุดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ข้างซ้าย (นิวตันเมตร)	208.5 ± 38.5	182.3 ± 37.8	1.72	.051
แรงทอล์คสูงสุดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ข้างขวา (นิวตันเมตร)	197.5 ± 34.8	185.5 ± 34.9	.817	.212
แรงทอล์คสูงสุดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ข้างซ้าย (นิวตันเมตร)	123.1 ± 39	112.06 ± 39.5	.633	.267
แรงทอล์คสูงสุดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ข้างขวา (นิวตันเมตร)	137.65 ± 48.5	118.6 ± 31.7	1.01	.162
อัตราการพัฒนาแรง (นิวตัน/วินาที)	61,574 ± 13,627.5	56,175.4 ± 16,774	.791	.220
ความเร็วสูงสุดในการออกแรง (เมตร/วินาที)	2.71 ± .66	2.54 ± .20	.747	.232
พลังกล้ามเนื้อสูงสุด (วัตต์)	5,147 ± 1,261	5,733 ± 1,093	-1.1	.887

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบทั้งสองกลุ่มหลังฝึกครบ 6 สัปดาห์ พบว่า ค่าความสูงจากท่ากระโดดทั้ง 3 ท่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากการทดสอบด้วย Independent T-test มีค่า p-value ที่ระดับ .392 .447 และ .343 ในท่ากระโดดขาคู่ ก้าวขากระโดดข้างซ้ายและก้าวขากระโดดข้างขวา ตามลำดับ สามารถสรุปได้ว่า แบบฝึกด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียวสามารถพัฒนาความสูงในการกระโดดได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและต้นขาด้านหลัง ข้างซ้ายและข้างขวา ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่า p-value เท่ากับ .051 .212 .267 และ .162 ตามลำดับ สรุปได้ว่า แบบฝึกด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียวสามารถพัฒนาแรงทอล์คสูงสุดในกล้ามเนื้อขาได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อัตราการพัฒนาแรง ความเร็วสูงสุดในการออกแรง และพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าที่ p-value เท่ากับ .220 .232 และ .887 ตามลำดับ สามารถสรุปได้ว่า แบบฝึกเชิงซ้อนด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียวสามารถพัฒนาอัตราการพัฒนาแรง ความเร็วสูงสุดในการออกแรงและพลังกล้ามเนื้อสูงสุดได้ไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 การเปรียบเทียบผลการทดสอบ ก่อน-หลังเข้ารับการฝึกสำหรับกลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนัก มวลกล้ามเนื้อและเปอร์เซ็นต์ไขมันก่อนและหลัง สำหรับกลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยขาข้างเดียว

ตัวแปร	**ก่อนฝึก** กลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว N = 10	**หลังฝึก** กลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว N = 10	t	p	**เปลี่ยนแปลง**
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.			เปอร์เซ็นต์
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	83.7 $\pm$ 13	83.5 $\pm$ 13.1	.00	1.00	-.3
มวลกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม)	38.64 $\pm$ 5.4	39.04 $\pm$ 5.1	.92	.19	1
เปอร์เซ็นต์ไขมัน	17 $\pm$ 4.2	16.6 $\pm$ 4	-.758	.234	2.35

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่า น้ำหนัก มวลกล้ามเนื้อและเปอร์เซ็นต์ไขมัน ก่อน-หลัง ฝึกที่ระยะเวลา 6 สัปดาห์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนและหลังของความแข็งแรงสูงสุด สำหรับกลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยขาข้างเดียว

ตัวแปร	**ก่อนฝึก** กลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว N = 10	**หลังฝึก** กลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว N = 10	t	p	**เปลี่ยนแปลง**
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.			เปอร์เซ็นต์
ความแข็งแรงท่าบาร์เบล แบค สควอท (กิโลกรัม)	175 ± 30.6	214 ± 32	11.2	<.001*	23
ความแข็งแรงท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท ข้างซ้าย (กิโลกรัม)	103 ± 20.5	143 ± 21.1	6.15	<.001*	42
ความแข็งแรงท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท ข้างขวา (กิโลกรัม)	98 ±18.7	140 ±22.1	7.6	<.001*	45
ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (เท่า)	2.14 ± .27	2.63 ± .33	9.1	<.001*	23

*p < .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนและหลังของความแข็งแรงสูงสุด สำหรับกลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยขาข้างเดียวแสดงให้เห็นว่า ความแข็งแรงสูงสุดท่าบาร์เบล แบค สควอท ความแข็งแรงสูงสุดท่า บาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท ข้างซ้าย ข้างขวา และความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกลุ่มที่ฝึกด้วย ขาข้างเดียว วัดผลก่อน-หลังเข้ารับการฝึก 6 สัปดาห์ มีความแข็งแรงในการยกยกน้ำหนักมากขึ้นและมีความแข็งแรงสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่า p-value ที่ <.001 จากผลการทดสอบด้วย Paired T-test

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนและหลังของตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ สำหรับกลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยขาข้างเดียว

ตัวแปร	**ก่อนฝึก** กลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว N = 10	**หลังฝึก** กลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว N = 10	t	p	**เปลี่ยนแปลง**
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.			เปอร์เซ็นต์
ความสูงของกระโดดขาคู่ (เซนติเมตร)	51.10 ± 6.9	55.20 ± 7.2	5.25	<.001*	8
ความสูงของก้าวขากระโดดข้างซ้าย (เซนติเมตร)	58.70 ± 8.8	65.3 ± 9.2	5.75	<.001*	12
ความสูงของก้าวขากระโดดข้างขวา (เซนติเมตร)	56.7 ± 10.5	63.8 ± 9.8	4.85	<.001*	13
แรงทอล์คสูงสุดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ข้างซ้าย (นิวตันเมตร)	197.8 ± 29.26	208.4 ± 29.59	3.82	.002*	6
แรงทอล์คสูงสุดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ข้างขวา (นิวตันเมตร)	196.7 ± 26.09	197.5 ± 32	.160	.438	.4
แรงทอล์คสูงสุดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ข้างซ้าย (นิวตันเมตร)	97.9 ± 49.2	123.1 ± 39	2.18	.057	8
แรงทอล์คสูงสุดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ข้างขวา (นิวตันเมตร)	107.6 ± 39	137.6 ± 50.1	2.88	.018*	14
อัตราการพัฒนาแรง (นิวตัน/วินาที)	51,910 ± 11,658.3	61,574 ± 13,627	4.07	.001*	20
ความเร็วสูงสุดในการออกแรง (เมตร/วินาที)	2.9 ± .7	2.71± .66	5.18	<.001*	-7
พลังกล้ามเนื้อสูงสุด (วัตต์)	4,799.1 ± 1,155	5,147 ± 1,261	9.28	<.001*	7

*p < .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 15 แสดงให้เห็นว่า ความสูงในการกระโดดของกลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว ท่ากระโดดทั้ง 3 ท่า หลังการฝึก 6 สัปดาห์ มีความสูงที่เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่า p-value ที่ <.001 จากผลการทดสอบด้วย Paired T-test

แรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและต้นขาด้านหลัง ในข้างซ้ายและข้างขวา เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในการทดสอบที่ แรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ข้างขวา เท่านั้น ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า p-value อยู่ที่ .018

อัตราการพัฒนาแรง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยแสดงค่า p-value ที่ .001 ความเร็วสูงสุดในการออกแรงและพลังกล้ามเนื้อสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงค่า p-value ที่ <.001

สรุปได้ว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว สามารถเพิ่มความสูงในการกระโดด แรงทอล์คสูงสุดในกล้ามเนื้อขา อัตราการพัฒนาแรง ความเร็วสูงสุดในการออกแรงและพลังกล้ามเนื้อสูงสุดได้เป็นอย่างดี หลังจากเข้าร่วมโปรแกรมฝึกเชิงซ้อน ภายในระยะเวลา 6 สัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3 การเปรียบเทียบผลการทดสอบ ก่อน-หลังเข้ารับการฝึกสำหรับกลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนัก มวลกล้ามเนื้อและเปอร์เซ็นต์ไขมันก่อนและหลัง สำหรับกลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยขาสองข้าง

ตัวแปร	**ก่อนฝึก** กลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง N = 10	**หลังฝึก** กลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง N = 10	t	p	**เปลี่ยนแปลง**
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.			เปอร์เซ็นต์
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	73.4 ± 7.7	74.5 ± 6.5	.00	1.00	1.4
มวลกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม)	33.9 ± 3.9	35.4 ± 3.95	6.7	<0.001*	5.2
เปอร์เซ็นต์ไขมัน	14.9 ± 2.1	14.7 ± 2.2	-.31	.379	-1.34

*p < .05

จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่า น้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ไขมัน ก่อน-หลัง ฝึกที่ระยะเวลา 6 สัปดาห์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มวลกล้ามเนื้อของกลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง เปลี่ยนแปลงจาก 33.9 กิโลกรัม เป็น 35.4 กิโลกรัม เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังเข้ารับการฝึก 6 สัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนและหลังของความแข็งแรงสูงสุด สำหรับกลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยขาสองข้าง

ตัวแปร	**ก่อนฝึก** กลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง N = 10	**หลังฝึก** กลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง N = 10	**t**	**p**	**เปลี่ยนแปลง**
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.			เปอร์เซ็น
ความแข็งแรง ท่าบาร์เบล แบค สควอท (กิโลกรัม)	167 ± 29	195 ± 27.1	6.0	<.001*	18.8
ความแข็งแรง ท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท ข้างซ้าย (กิโลกรัม)	101 ± 22.33	140 ± 24	5.93	<.001*	42
ความแข็งแรง ท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท ข้างขวา (กิโลกรัม)	102 ± 22	135 ± 24.6	9.0	<.001*	41
ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (เท่า)	2.3 ± .46	2.75 ± .48	7.05	<.001*	21

*p < .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 17 แสดงให้เห็นว่า ความแข็งแรงสูงสุดท่าบาร์เบล แบค สควอท ความแข็งแรงสูงสุดท่า บาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท ข้างซ้าย ข้างขวาและความแข็งแรงสัมพัทธ์ ของกลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง เมื่อนำมาวัดผล ก่อน-หลังเข้ารับการฝึก 6 สัปดาห์ มีความแข็งแรงในการยกยกน้ำหนักมากขึ้นและมีความแข็งแรงสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่า p-value ที่ <.001 จากผลการทดสอบด้วย Paired T-test

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนและหลังของตัวแปรทางชีวกลศาสตร์ สำหรับกลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยขาสองข้าง

ตัวแปร	**ก่อนฝึก** กลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง N = 10	**หลังฝึก** กลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง N = 10	t	p	**เปลี่ยนแปลง**
	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.			เปอร์เซ็นต์
กระโดดขาคู่ (เซนติเมตร)	52.4 ± 5.5	56.10 ± 7.2	2.6	<.015*	7
ก้าวขากระโดดข้างซ้าย (เซนติเมตร)	58.4 ± 7	65.8 ± 7.2	6.14	<.001*	13
ก้าวขากระโดดข้างขวา (เซนติเมตร)	56.4 ± 6	62.3 ± 6	5.008	<.001*	11
แรงทอล์คสูงสุดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ข้างซ้าย (นิวตันเมตร)	166.2 ± 38.5	182.3 ± 37.8	2	.038*	11
แรงทอล์คสูงสุดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ข้างขวา (นิวตันเมตร)	168.4 ± 34.8	185.5 ± 34.9	2.57	.015*	4
แรงทอล์คสูงสุดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ข้างซ้าย (นิวตันเมตร)	100.2 ± 36.6	112.06 ± 39.5	.637	.270	11
แรงทอล์คสูงสุดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ข้างขวา (นิวตันเมตร)	90.1 ± 48.5	118.6 ± 31.7	2.2	.028*	11
อัตราการพัฒนาแรง (นิวตัน/วินาที)	48,815 ± 12,316.8	56,175.4 ± 16,774	3.38	.004*	16
ความเร็วสูงสุดในการออกแรง (เมตร/วินาที)	2.72 ± .24	2.54 ± .20	2.57	.015*	-6
พลังกล้ามเนื้อสูงสุด (วัตต์)	5,212.9 ± 1,190	5,733 ± 1,093	3.73	.002*	9

*p < .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 18 แสดงให้เห็นว่า ความสูงในการกระโดดของกลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง ท่ากระโดดทั้ง 3 ท่า มีความสูงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ท่ากระโดดขาคู่มีค่า p-value ที่ <.015 ท่าก้าวขากระโดดข้างซ้ายและข้างขวามีค่า p-value ที่ <.001 จากผลการทดสอบด้วย Paired T-test

แรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและต้นขาด้านหลัง ในข้างซ้ายและข้างขวาเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงค่า p-value .038 .015 และ .028 ตามลำดับ ยกเว้นในการทดสอบที่ แรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ข้างซ้าย ที่ไม่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า p-value อยู่ที่ .270 จากการทดสอบด้วย Paired T-test

อัตราการพัฒนาแรง ความเร็วสูงสุดในการออกแรงและพลังกล้ามเนื้อสูงสุด เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงค่า p-value ที่ .004 .015 และ .002 ตามลำดับ

สรุปได้ว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง สามารถเพิ่มความสูงในการกระโดด แรงทอล์คสูงสุดในกล้ามเนื้อขา อัตราการพัฒนาแรง ความเร็วสูงสุดในการออกแรงและพลังกล้ามเนื้อสูงสุดได้เป็นอย่างดี หลังจากเข้าร่วมโปรแกรมฝึกเชิงซ้อน ภายในระยะเวลา 6 สัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนด้วยแบบฝึก 1. ฝึกด้วยขาข้างเดียว และ 2. ฝึกด้วยขาสองข้าง ฝึก 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลก่อน-หลังฝึกเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มด้วยการทดสอบ Independent T-test และเปรียบเทียบผลก่อน-หลัง ภายในกลุ่มด้วยการทดสอบแบบรายคู่ Paired T-test โดยมีตัวแปรอิสระ ประกอบด้วย สรีรวิทยา ความแข็งแรงสูงสุดและตัวแปรทางชีวกลศาสตร์

5.1 สรุปผลการวิจัย

การเปรียบเทียบผลระหว่างกลุ่มหลังฝึก 6 สัปดาห์ พบว่า

สรีรวิทยา

น้ำหนัก

ฝึกด้วยขาข้างเดียว ไม่แตกต่างกับ ฝึกด้วยขาสองข้าง

มวลกล้ามเนื้อ

ฝึกด้วยขาข้างเดียว น้อยกว่า ฝึกด้วยขาสองข้าง

เปอร์เซ็นต์ไขมัน

ฝึกด้วยขาข้างเดียว ไม่แตกต่างกับ ฝึกด้วยขาสองข้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มหลังการฝึก ตัวแปรทางสรีรวิทยาพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่น้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ไขมัน แต่มวลกล้ามเนื้อมีความแตกต่างกันที่ค่า p-value .046 สัดส่วนที่กลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียวมีมวลกล้ามเนื้อน้อยกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยขาสองข้าง .4 ต่อ 1.5 กิโลกรัม

ความแข็งแรงสูงสุด

ท่าบาร์เบล แบค สควอท

ฝึกด้วยขาข้างเดียว ไม่แตกต่างกับ ฝึกด้วยขาสองข้าง

ท่าบาร์เบล เชิงเกิ้ลเลค สควอท ข้างซ้ายและข้างขวา

ฝึกด้วยขาข้างเดียว ไม่แตกต่างกับ ฝึกด้วยขาสองข้าง

ความแข็งแรงสัมพัทธ์

ฝึกด้วยขาข้างเดียว ไม่แตกต่างกับ ฝึกด้วยขาสองข้าง

2. การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มหลังการฝึกพบว่า ความแข็งแรงสูงสุดทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียวสามารถมีความแข็งแรงสูงสุด ท่าบาร์เบล แบค สควอท ความแข็งแรงสูงสุดท่าบาร์เบล ชิงเกิ้ลเลค สควอท ข้างซ้าย ข้างขวา และความแข็งแรงสัมพัทธ์มากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาสองข้าง 4.2 ไม่ต่างกัน 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตัวแปรทางชีวกลศาสตร์

ความสูงในการกระโดดท่ากระโดดขาคู่

ฝึกด้วยขาข้างเดียว ไม่แตกต่างกับ ฝึกด้วยขาสองข้าง

ความสูงในการกระโดดท่าก้าวขากระโดดข้างซ้ายและข้างขวา

ฝึกด้วยขาข้างเดียว ไม่แตกต่างกับ ฝึกด้วยขาสองข้าง

แรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าข้างซ้ายและข้างขวา

ฝึกด้วยขาข้างเดียว ไม่แตกต่างกับ ฝึกด้วยขาสองข้าง

แรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังข้างซ้ายและข้างขวา

ฝึกด้วยขาข้างเดียว ไม่แตกต่างกับ ฝึกด้วยขาสองข้าง

อัตราการพัฒนาแรง

ฝึกด้วยขาข้างเดียว ไม่แตกต่างกับ ฝึกด้วยขาสองข้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความเร็วสูงสุดในการออกแรง

ฝึกด้วยขาข้างเดียว ไม่แตกต่างกับ ฝึกด้วยขาสองข้าง

พลังกล้ามเนื้อสูงสุด

ฝึกด้วยขาข้างเดียว ไม่แตกต่างกับ ฝึกด้วยขาสองข้าง

3. การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มหลังฝึกพบว่า ความสูงในการกระโดด แรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อขา อัตราการพัฒนาแรง ความเร็วสูงสุดในการออกแรงและพลังกล้ามเนื้อสูงสุด หลังฝึก 6 สัปดาห์ไม่แตกต่างกัน ได้ผล ดังนี้

ความสูงในการกระโดด

ท่ากระโดดขาคู่กลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียว เพิ่มความสูงได้มากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาสองข้าง 1 เปอร์เซ็นต์ ท่าก้าวขากระโดด ข้างซ้ายกลุ่มฝึกด้วยขาสองข้างเพิ่มความสูงได้มากกว่าฝึกด้วยขาข้างเดียว 1 เปอร์เซ็นต์ และท่าก้าวขากระโดด ข้างขวากลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียวเพิ่มความสูงได้มากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาสองข้าง 2 เปอร์เซ็นต์

แรงทอล์คสูงสุดในกล้ามเนื้อขา

กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ข้างซ้ายกลุ่มฝึกด้วยขาสองข้างมากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียว 4 เปอร์เซ็นต์ กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ข้างขวากลุ่มฝึกด้วยขาสองข้างมากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียว 3.6 เปอร์เซ็นต์ กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ข้างซ้ายกลุ่มฝึกด้วยขาสองข้างมากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียว 3 เปอร์เซ็นต์ และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ข้างขวากลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียวมากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาสองข้าง 3 เปอร์เซ็นต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อัตราการพัฒนาแรง

กลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียวเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาสองข้าง 4 เปอร์เซ็นต์

ความเร็วสูงสุดในการออกแรง

กลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียวเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาสองข้าง 1 เปอร์เซ็นต์

พลังกล้ามเนื้อสูงสุด

กลุ่มฝึกด้วยขาสองข้างเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียว 2 เปอร์เซ็นต์

สรุปการเปรียบเทียบผลก่อน-หลังฝึกของกลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยขาข้างเดียว

1. ตัวแปรด้านสรีรวิทยา - ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความแข็งแรงสูงสุด - เพิ่มขึ้นดังนี้ ความแข็งแรงสูงสุดของขาท่าบาร์เบล แบค สควอท ยกน้ำหนักได้มากขึ้น 39 กิโลกรัม และความแข็งแรงสูงสุดของขาท่า บาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท ยก

น้ำหนักได้มากขึ้น ข้างซ้าย 40 กิโลกรัม ข้างขวา 42 กิโลกรัม และความแข็งแรงสัมพัทธ์ มากขึ้น .49 เท่า คิดเป็นการเปลี่ยนแปลง 23 42 45 และ 23 เปอร์เซ็นต์ จากส่วนต่างที่เพิ่มขึ้น ตามลำดับ

3. ความสูงในการกระโดด - ท่ากระโดดขาคู่ สูงขึ้น 4.1 เซนติเมตร เปลี่ยนแปลง 8 เปอร์เซ็นต์ ท่าก้าวขากระโดดข้างซ้าย สูงขึ้น 6.6 เซนติเมตร เปลี่ยนแปลง 12 เปอร์เซ็นต์ ท่าก้าวขากระโดดข้างขวา สูงขึ้น 7.1 เซนติเมตร เปลี่ยนแปลง 13 เปอร์เซ็นต์

4. แรงทอล์คสูงสุด - กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ข้างซ้าย เพิ่มขึ้น 10.66 นิวตันเมตร เปลี่ยนแปลง 6 เปอร์เซ็นต์ กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ข้างขวา เพิ่มขึ้น 0.8 นิวตันเมตร เปลี่ยนแปลง .4 เปอร์เซ็นต์ กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ข้างซ้าย เพิ่มขึ้น 25.27 นิวตันเมตร เปลี่ยนแปลง 8 เปอร์เซ็นต์ และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ข้างขวา เพิ่มขึ้น 30.03 นิวตันเมตร เปลี่ยนแปลง 14 เปอร์เซ็นต์

5. อัตราการพัฒนาแรง - เพิ่มขึ้น 9,663 นิวตัน/วินาที เปลี่ยนแปลง 20 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วสูงสุดในการออกแรงลดลง .19 วินาที เปลี่ยนแปลง 7 เปอร์เซ็นต์ และพลังกล้ามเนื้อสูงสุดเพิ่มขึ้น 348 วัตต์ เปลี่ยนแปลง 7 เปอร์เซ็นต์

สรุปการเปรียบเทียบผลก่อน-หลังฝึกของกลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยขาสองข้าง

1. ตัวแปรด้านสรีรวิทยา - ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีสัดส่วนการเพิ่มขึ้น 5.2 เปอร์เซ็นต์

2. ความแข็งแรงสูงสุด - เพิ่มขึ้นดังนี้ ความแข็งแรงสูงสุดของขาท่าบาร์เบล แบค สควอท ยกน้ำหนักได้มากขึ้น 28 กิโลกรัม ความแข็งแรงสูงสุดของขาท่า บาร์เบล ชิงเกิ้ลเลค สควอท ยกน้ำหนักได้มากขึ้น ข้างซ้าย 39 กิโลกรัม ข้างขวา 33 กิโลกรัม และความแข็งแรงสัมพัทธ์ มากขึ้น .46 เท่า คิดเป็นการเปลี่ยนแปลง 21 42 41 และ 18 เปอร์เซ็นต์ จากส่วนต่างที่เพิ่มขึ้น ตามลำดับ

3. ความสูงในการกระโดด - ท่ากระโดดขาคู่ สูงขึ้น 3.7 เซนติเมตร เปลี่ยนแปลง 7 เปอร์เซ็นต์ ท่าก้าวขากระโดด ข้างซ้ายสูงขึ้น 7.4 เซนติเมตร เปลี่ยนแปลง 13 เปอร์เซ็นต์ และท่าก้าวขากระโดดข้างขวาสูงขึ้น 5.9 เซนติเมตร เปลี่ยนแปลง 11 เปอร์เซ็นต์

4. แรงทอล์คสูงสุด - กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ข้างซ้ายเพิ่มขึ้น 16.12 นิวตันเมตร เปลี่ยนแปลง 11 เปอร์เซ็นต์ กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า ข้างขวาเพิ่มขึ้น 17.1 นิวตันเมตร เปลี่ยนแปลง 4 เปอร์เซ็นต์ กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ข้างซ้ายเพิ่มขึ้น 17.1 นิวตันเมตร เปลี่ยนแปลง 11 เปอร์เซ็นต์ กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ข้างขวาเพิ่มขึ้น 28 นิวตันเมตร เปลี่ยนแปลง 11 เปอร์เซ็นต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5. อัตราพัฒนาแรง - เพิ่มขึ้น 7,360 นิวตัน/วินาที เปลี่ยนแปลง 16 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วสูงสุดในการออกแรงเพิ่มขึ้น 0.17 วินาที เปลี่ยนแปลง 6 เปอร์เซ็นต์ และพลังกล้ามเนื้อสูงสุดเพิ่มขึ้น 520 วัตต์ เปลี่ยนแปลง 9 เปอร์เซ็นต์

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง มีจุดประสงค์เพื่อหาความแตกต่างระหว่างการฝึกเชิงซ้อนด้วยขาข้างเดียวและขาสองข้าง ที่อาจส่งผลต่อสมรรถนะการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย ที่ประกอบด้วยหลายปัจจัย ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกนำรูปแบบการฝึกเชิงซ้อนของขาข้างเดียวและขาสองข้างมาเปรียบเทียบ ผู้วิจัยสรุปผลได้ว่า การฝึกเชิงซ้อนด้วยการใช้ขาข้างเดียวและการใช้ขาสองข้าง สามารถพัฒนาสมรรถนะการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมหาวิทยาลัย ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยตัวแปรที่ทำการศึกษา ประกอบด้วย ตัวแปรข้อมูลทางสรีรวิทยา ตัวแปรด้านความแข็งแรงสูงสุด และตัวแปรข้อมูลทางชีวกลศาสตร์ ผู้วิจัยจึงขออภิปรายผ่านตัวแปรทั้งสามตัวแปรดังนี้

5.2.1 สรีรวิทยา

ผลการวิจัยพบว่าสรีรวิทยาของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยกเว้น มวลกล้ามเนื้อ กลุ่มฝึกด้วยขาสองข้างสามารถเพิ่มมวลกล้ามเนื้อได้มากกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว .4 ต่อ 1.5 กิโลกรัม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่า p-value ที่ .046

สามารถอธิบายตามหลักการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อจากการฝึกด้วยน้ำหนักได้ว่า แม้การฝึกด้วยขาข้างเดียวจะสามารถยกน้ำหนักโดยรวมได้มากกว่าฝึกด้วยขาสองข้าง แต่ด้วยน้ำหนักที่ใช้ฝึกมากกว่าทำให้กลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียวต้องการความมั่นคงขณะฝึกมากกว่าเพื่อควบคุมน้ำหนักในข้อต่อ สะโพก หัวเข่าและข้อเท้า จึงไม่ได้ผลจากการปรับตัวทางสรีรวิทยาของมวลกล้ามเนื้อเหมือนกับกลุ่มฝึกด้วยขาสองข้างที่ผลการวิจัยแสดงค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุดที่เพิ่มขึ้นหลังจากฝึก 6 สัปดาห์ได้มากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียว ส่งผลให้เกิดการปรับตัวของมวลกล้ามเนื้อที่มากขึ้น อาจเพราะการฝึกด้วยขาสองข้างเกิดปรากฏการณ์กล้ามเนื้อหดตัวสั้นเข้า (Contraction) มากกว่า ขณะฝึกด้วยแรงต้านจะเกิดปรากฏการณ์ ครอสบริดจ์ (Cross bridge) ที่แอคตินและไมโอซินจับตัวกัน เมื่อการกระตุ้นด้วยน้ำหนักจบลงการทำงานของครอสบริดจ์จึงคลายตัวลง อธิบายได้ว่าการทำงานของกล้ามเนื้อนั้นขึ้นอยู่กับความยาวของกล้ามเนื้อก่อนที่จะหดตัว ซึ่งกล้ามเนื้อที่มีอยู่แล้วนั้นจะเป็นตัวกำหนดว่าแอคตินกับไมโอซินจะสามารถจับตัวกันได้ง่ายหรือไม่ โดยการออกแรงได้สูงสุดนั้นจะเกิดขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวที่มุมของข้อต่อ 110-120 องศา สอดคล้องกับ เพาเวอร์และ

ดอดด์ (Power and Dodd, 2009) กล่าวถึงโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงว่า เป็นการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ (Muscle size) และระดมมวลกล้ามเนื้อไปพร้อมกัน โดยความแข็งแรงที่ได้จะเกิดจากพัฒนาการของเส้นใยกล้ามเนื้อที่มากขึ้นก่อน แล้วจึงเกิดการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อตามมา (Hypertrophy) โดยความแข็งแรงที่เกิดขึ้นนั้นส่งผลต่อการสร้างกล้ามเนื้อขึ้นใหม่ (Hyperplasia) น้อยมาก ซึ่งข้อสรุปของการสร้างกล้ามเนื้อใหม่นี้ขณะฝึกความแข็งแรงยังไม่ได้ข้อสรุปที่ชัดเจน การแบกน้ำหนักที่มากกว่าจึงอาจเป็นคำตอบว่าการฝึกด้วยน้ำหนักมากกว่าสามารถกดดันปรากฏการณ์ครอสบริดจ์ ให้สร้างกล้ามเนื้อใหม่ได้มากกว่า

ขณะเดียวกันในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนที่อาจส่งผลต่อสมรรถนะการกระโดด ดังนั้นการมีมวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นจากการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อจึงถือเป็นผลพลอยได้ เหตุเพราะว่าการมีมวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอาจส่งผลดีในอนาคตเนื่องจาก งานศึกษาของแม็คไบร์ดและคณะ (McBride et at., 1999) กล่าวว่าการฝึกด้วยแรงต้านที่ใช้น้ำหนักสูงสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ดีและหากจะฝึกพลังของกล้ามเนื้อ นักกีฬาจำเป็นต้องมีความแข็งแรงเป็นพื้นฐานเสียก่อน การมีมวลกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นจึงถือเป็นการพัฒนาที่ดีและสามารถสรุปผลการวิจัยด้านสรีรวิทยาได้ว่า กลุ่มฝึกด้วยขาสองข้างสามารถเพิ่มมวลกล้ามเนื้อได้มากกว่าการฝึกด้วยขาข้างเดียว

5.2.2 ความแข็งแรงสูงสุด

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม มีความแข็งแรงสูงสุดของขาท่าบาร์เบล แบค สควอท ท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท ข้างซ้าย ข้างขวา และความแข็งแรงสัมพัทธ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังฝึกครบ 6 สัปดาห์ มีรายละเอียด ดังนี้ ความแข็งแรงสูงสุดท่าบาร์เบล แบค สควอท ฝึกด้วยขาข้างเดียว มากกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ ความแข็งแรงสูงสุดท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลค สควอท ข้างซ้าย ไม่แตกต่างกัน ข้างขวา ฝึกด้วยขาข้างเดียวมากกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ และความแข็งแรงสัมพัทธ์ ฝึกด้วยขาข้างเดียวมากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ จากผลการวิจัยเห็นได้ว่ากลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียวมีแนวโน้มเพิ่มความแข็งแรงได้ดีกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาสองข้าง

สามารถอธิบายผลที่ไม่แตกต่างกันได้จากงานศึกษาของ เอลเลียท, วิลสสันและเคอร์ (Elliott, Wilson and Kerr, 1989) ที่กล่าวว่าการเพิ่มแรงระเบิดพลังของกล้ามเนื้อ ควรต้องเพิ่มทั้งความแข็งแรงสูงสุดและความเร็วสูงสุดในการออกแรง สาเหตุมาจากในกลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียวต้องรับน้ำหนักต่อข้างที่มากกว่าการฝึกด้วยขาสองข้าง ทำให้มีแนวโน้มที่ความแข็งแรงสูงสุดของกลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียวจะมากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาสองข้างแม้ผลการวิจัยจะไม่แตกต่างกัน ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานศึกษาของ อีเลียสเซ่นและคณะ (Eliassen et al., 2018) ที่เปรียบเทียบ การสควอทด้วยขาข้างเดียวและขาสองข้าง พบว่าการสควอทด้วยขาข้างเดียว สามารถใช้ความเร็วในการถีบตัวขึ้นและ

สร้างแรงทอล์คสูงสุดได้มากกว่าการสควอทด้วยขาสองข้าง ตรงกับผลการวิจัยว่าเพราะความเร็วสูงสุดในออกแรงสามารถระดมประสาทยนต์ของกล้ามเนื้อในกลุ่มขาข้างเดียวที่มากกว่า ส่งผลให้ยกน้ำหนักได้มากกว่า และงานศึกษาของแม็คเคอดีและคณะ (McCurdy et al., 2005) ที่ศึกษาเปรียบเทียบความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อขาระหว่าง ท่าสควอทด้วยขาข้างเดียวและสควอทด้วยขาสองข้างในกลุ่มตัวอย่างที่ฝึกด้วยแรงต้านอย่างสม่ำเสมอ ระยะเวลาทดสอบ 8 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ฝึกสควอทด้วยขาข้างเดียว สร้างพลังของกล้ามเนื้อขาได้ดีกว่ากลุ่มที่ฝึกสควอทด้วยขาสองข้าง แสดงเห็นได้ว่าการฝึกด้วยขาข้างเดียวสามารถใช้ความเร็วในการออกแรงได้มากกว่าและสร้างแรงได้มากกว่า แต่ไม่มากพอที่จะสร้างความแตกต่างได้อย่างมีนัยสำคัญ

ขณะเดียวกันงานศึกษาของแม็คคินเลย์และคณะ (McKinley et al., 2018) สนับสนุนแนวคิดการฝึกด้วยขาสองข้าง จากการศึกษาเปรียบเทียบการฝึกด้วยแรงต้านและท่ากระโดดพลัยโอเมตริก ในนักฟุตบอลระดับเยาวชน พบว่าหลังจากฝึกสควอทด้วยระยะเวลา 12 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างที่ฝึกด้วยแรงต้านมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่หนาขึ้นและมีแรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อมากกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับผลการวิจัยที่กลุ่มฝึกด้วยขาสองข้างมีมวลกล้ามเนื้อและแรงทอล์คสูงสุดหลังฝึกครบ 6 สัปดาห์มากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียว ข้อดีของการฝึกด้วยขาสองข้างเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานศึกษาของถาวร กมุทศรี (1998) ที่เปรียบเทียบการฝึกยกน้ำหนักต่างกันที่ระดับ 60 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ ของหนึ่งอาร์เอ็ม ในนักศึกษาชายระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา ใช้ระยะเวลาฝึก 9 สัปดาห์ โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มขาข้างที่ถนัดและข้างที่ไม่ถนัด พบว่าทั้งสองกลุ่มตัวอย่างมีพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นหลังจากฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่พลังกล้ามเนื้อของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้กลุ่มฝึกด้วยขาสองข้างสามารถพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดได้ดีเช่นกันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียว

จากผลการวิจัยพบว่าความแข็งแรงที่ไม่แตกต่างกันของทั้งสองกลุ่ม เหตุเพราะกลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียวสามารถเพิ่มความเร็วสูงสุดในการออกแรงได้มากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาสองข้างและกลุ่มฝึกด้วยขาสองข้างสามารถเพิ่มความหนาของเส้นใยกล้ามเนื้อและพลังของกล้ามเนื้อได้มากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียว หรืออาจมีตัวแปรแทรกซ้อนอื่นที่ทำให้ผลการเปรียบเทียบไม่แตกต่างกัน เช่น ระยะเวลาฝึก 6 สัปดาห์ ที่สั้นเกินไปทำให้ผลการพัฒนาไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

สามารถสรุปได้ว่าในงานวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มสามารถเพิ่มความแข็งแรงสูงสุดได้ไม่แตกต่างกันหลังฝึก 6 สัปดาห์

5.2.3 ชีวกลศาสตร์

จากการเปรียบเทียบผลก่อน-หลัง การวิจัยพบว่ากลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียวและฝึกด้วยขาสองข้างได้ผลตัวแปรด้านชีวกลศาสตร์ไม่แตกต่างกันในตัวแปร ความสูงในการกระโดดของทั้งสองกลุ่มไม่

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เปลี่ยนแปลงแตกต่างกันเล็กน้อยระหว่าง กลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียว ต่อ กลุ่มฝึกด้วยขาสองข้าง ดังนี้ ท่ากระโดดขาคู่ 8 ต่อ 7 เปอร์เซ็นต์ ท่าก้าวขากระโดดข้างซ้าย 12 ต่อ 13 เปอร์เซ็นต์ และท่าก้าวขากระโดดข้างขวา 13 ต่อ 11 เปอร์เซ็นต์ จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการฝึกเชิงซ้อนด้วยการใช้ขาสองข้างและขาข้างเดียวสามารถเพิ่มความสูงในการกระโดดได้เป็นอย่างดีทั้งสองแบบฝึก ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานศึกษาของนพดลและวีรวัฒน์ (2015) ที่ศึกษาผลของการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียว โดยเปรียบเทียบความสูงในการกระโดด กำลังกล้ามเนื้อสูงสุดและอัตราการสร้างแรง เช่นเดียวกัน พบว่าทั้งสองกลุ่มมีสมรรถนะการกระโดดที่เพิ่มขึ้นหลังฝึก 6 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่พบความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม สอดคล้องกับผลการวิจัยที่ทั้งสองกลุ่มตัวอย่างสามารถพัฒนาอัตราการพัฒนาแรงและพลังกล้ามเนื้อสูงสุดได้ไม่แตกต่างกันเช่นกัน ทำให้การทดสอบความสูงในการกระโดดหลังฝึกครบ 6 สัปดาห์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แรงทอล์คสูงสุดของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เปลี่ยนแปลงแตกต่างกันเล็กน้อย แรงทอล์คสูงสุดกลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียว ต่อ กลุ่มฝึกด้วยขาสองข้าง 6 ต่อ 11 /.4 ต่อ 4/8 ต่อ 11 และ 14 ต่อ 11 เปอร์เซ็นต์ ผลวิจัยสอดคล้องกับงานศึกษาของแฮนเซนและเคนแนลลี (Hansen and Kennelly, 2017) ที่ศึกษาในท่ากระโดดพลัยโอเมตริกแบบขาสองข้างและขาข้างเดียวพบว่า ท่ากระโดด Countermovement jump onto box และ Maximal jumps in place สามารถพัฒนาระบบส่วนกลางได้ดีกว่าการกระโดดแบบขาเดียว จึงอาจเป็นเหตุผลที่กลุ่มฝึกด้วยขาสองข้างมีแนวโน้มที่จะพัฒนาแรงทอล์คสูงสุดได้ดีกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียว แม้แรงทอล์คสูงสุดหลังจากฝึกครบ 6 สัปดาห์ของสองกลุ่มตัวอย่างจะไม่แตกต่างกันก็ตาม

อัตราการพัฒนาแรงและความเร็วสูงสุดในการออกแรงของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การเปลี่ยนแปลงของอัตราการพัฒนาแรงกลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียวต่อกลุ่มฝึกด้วยขาสองข้าง 9,663 ต่อ 7,360 นิวตัน/วินาที เปลี่ยนแปลง 20 ต่อ 16 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วสูงสุดในการออกแรงเพิ่มขึ้น .19 ต่อ .17 วินาที เปลี่ยนแปลง -7 ต่อ -6 เปอร์เซ็นต์ ผลการวิจัยสอดคล้องกับอีเลียสเซ่นและคณะ (Eliassen et al., 2018) ระบุว่าการสควอทด้วยขาข้างเดียวสามารถสร้างความเร็วสูงสุดในการออกแรงในช่วง ขาถีบตัวลง (Descending) และช่วงถีบตัวขึ้น (Ascending) ทำให้กลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียวมีแนวโน้มจะสร้างอัตราการพัฒนาแรงและความเร็วสูงสุดในการออกแรงได้มากกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาสองข้าง แม้ในงานศึกษาของกูเน่-เดนิซและคณะ (Guney-Deniz et al., 2019) ให้เหตุผลสนับสนุนการฝึกด้วยขาสองข้างว่า สมรรถนะในการกระโดดจะดีขึ้นได้ต้องสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมัดหลักและกล้ามเนื้อฝั่งตรงข้ามให้ประสานงานกันแล้วจึงสร้างสมรรถนะของกล้ามเนื้อได้ ซึ่งการฝึกด้วยขาสองข้างสามารถพัฒนาอัตราการพัฒนาแรงและความเร็วสูงสุดในการออกแรงได้เช่นกันแต่มีแนวโน้มที่พัฒนาได้น้อยกว่าฝึกด้วยขาข้างเดียว

สามารถสรุปได้ว่าการฝึกเชิงซ้อนด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียวสามารถพัฒนาอัตราการพัฒนาแรงและความเร็วสูงสุดในการออกแรงได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พลังกล้ามเนื้อสูงสุดของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่กลุ่มฝึกด้วยขาสองข้างมีแนวโน้มพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุดได้ดีกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียว จากผลการวิจัยที่กลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียวมีการเปลี่ยนแปลงของพลังกล้ามเนื้อสูงสุดต่อกลุ่มฝึกด้วยขาสองข้าง 348 ต่อ 520 วัตต์ เปลี่ยนแปลง 7 ต่อ 9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับงานศึกษาของ ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ (1988) ที่ศึกษาการฝึกด้วยน้ำหนักในท่าแบกน้ำหนักย่อตัว ในกลุ่มนักศึกษาปริญญาตรี พบว่าหลังฝึกครบ 6 สัปดาห์ นักศึกษาปริญญาตรีมีความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

แม้กลุ่มฝึกด้วยขาสองข้างมีแนวโน้มจะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุดได้ดีกว่ากลุ่มฝึกด้วยขาข้างเดียวแต่ผลการวิจัยทำให้สรุปได้ว่าการฝึกเชิงซ้อนด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียวพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุดได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการฝึกด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียวสามารถเพิ่มสมรรถนะได้คนละด้าน หากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วสูงสุดในการออกแรงเพิ่มขึ้น นักกีฬามีแนวโน้มจะเพิ่มความสูงในการกระโดดได้สอดคล้องคล้องกับโอ’เช (O’shea, 2000) ที่ระบุว่าการสร้างพลังของกล้ามเนื้อต้องเพิ่มความแข็งแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ตัวใดตัวหนึ่งหรือเพิ่มทั้งสองตัว ดังนั้นการฝึกเชิงซ้อนด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียวจึงเพิ่มสมรรถนะในการกระโดดได้ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากเพิ่มสมรรถนะในตัวแปรได้แตกต่างกัน งานศึกษาในอนาคตอาจเพิ่มแบบฝึกการเปรียบเทียบขาสองข้างและขาข้างเดียว ช่วงความแข็งแรงสูงสุด ความเร็วสูงสุดในการออกแรงและการฝึกเชิงซ้อนแบ่งออกเป็นช่วง จากแนวคิดของสโตนและคณะ (Stone et al., 2021) เสนอว่านักกีฬาประเภททีมควรวางแผนการฝึกแบบภาพใหญ่ (Macrocycle) และภาพเล็ก (Microcycle) ผู้วิจัยจึงเสนอว่า งานศึกษาในอนาคตหากผู้ฝึกสอนวางแผนภาพใหญ่ว่าต้องการฝึกพลังของกล้ามเนื้อ แล้วจึงวางแผนการฝึกภาพเล็ก ซึ่งงานศึกษาของ สุรพศ ไกรเกตุ (2021) ที่เปรียบเทียบผลการฝึกเชิงซ้อนและการฝึกคอนทราสต์ในนักกีฬาบาสเกตบอลชายระดับมหาวิทยาลัย ใช้เวลาฝึก 8 สัปดาห์ พบว่าความสูงในการกระโดดและความเร็วในการออกตัว เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบหลังจากฝึกครบ 4 สัปดาห์ แต่ผลการเปรียบเทียบหลังจากฝึกครบ 8 สัปดาห์ พบว่าฝึก 4 และ 8 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เห็นได้ว่าการฝึกอย่างน้อย 4 สัปดาห์เพียงพอต่อการเพิ่มความแข็งแรงหรือความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ปัจจัยที่ทำให้สมรรถนะเพิ่มขึ้นหลังจากฝึกอย่างน้อย 4 สัปดาห์ อาจเกิดขึ้นจากกลไก PAPE : Post-activation performance enhancement เป็นปรากฏการณ์ที่สร้างพลังกระโดดให้นักกีฬาได้แม้ฝึกในระยะเวลาไม่นาน จากงานศึกษาของ มาโรโต้-อิซเควียโดและคณะ (Maroto-Izquierdo et al., 2020) กล่าวว่า กลไก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

PAPE คือ ปรากฏการณ์ที่ฟอสโฟรีเรชั่น เกิดขึ้นในภาวะที่ แอคตินและไมโอซิน จับตัวและตอบสนองได้ไวต่อการตื่นตัวของปลายประสาท แอลฟา มอเตอร์นิวรอน ส่งผลให้ เอช-รีเฟล็กซ์ ที่สมองระดมประสาทยนต์ได้รวดเร็วขึ้น ผลในทางปฏิบัติคือ นักกีฬาสามารถระดมกล้ามเนื้อแล้วใช้ทักษะกีฬาได้รวดเร็วขึ้น แต่สมรรถนะที่สูงสุดจะเกิดขึ้นไม่ได้หากนักกีฬาไม่มีมวลกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อและความเร็วในการออกแรงมาก่อน งานวิจัยในอนาคตจึงควรเพิ่มความหลากหลายของแบบฝึกให้มากขึ้นและลดระยะเวลาฝึกให้สั้นลง แล้วทำการวัดผลอีกครั้งว่าแบบฝึกชนิดใดส่งผลดีกับตัวแปรประเภทใดอย่างชัดเจน

จุดประสงค์สำคัญที่ผู้วิจัยเลือกฝึกด้วยระยะเวลา 6 สัปดาห์นั้น เนื่องจากต้องการเพิ่มพลังกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงและความเร็วสูงสุดในการออกแรง ในกลุ่มนักกีฬาที่มีกล้ามเนื้อมากอยู่แล้วให้แสดงพลังระเบิดออกมาได้อย่างเต็มที่ ซึ่งอาจต้องปรับรูปแบบและระยะเวลาให้มีความเหมาะสมกับการเปรียบเทียบการฝึกด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียวให้มากกว่านี้ เช่น ฝึกความแข็งแรงสูงสุด 4 สัปดาห์ ฝึกความเร็ว 4 สัปดาห์ และฝึกเชิงซ้อน 4 สัปดาห์ รวมเป็น 12 สัปดาห์ อาจเห็นผลการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามสามารถสรุปได้ว่าการเปรียบเทียบการฝึกเชิงซ้อนด้วยการใช้ขาสองข้างและขาข้างเดียว ด้วยระยะเวลา 6 สัปดาห์ ส่งผลต่อสมรรถนะการกระโดดได้ไม่แตกต่างกัน

5.3 ข้อจำกัดจากการวิจัยครั้งนี้

1. หลังฝึกด้วยระยะเวลา 6 สัปดาห์ การฝึกเชิงซ้อนด้วยขาข้างเดียวและขาสองข้าง สามารถพัฒนาสมรรถนะได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจพิจารณาเพิ่มระยะเวลาการฝึก หรือเพิ่มรูปแบบการฝึกที่หลากหลายเข้าไป
2. การฝึกเชิงซ้อนด้วยขาข้างเดียวและขาสองข้างสามารถพัฒนาสมรรถนะการกระโดดได้จริง แต่มีข้อจำกัดที่ต้องฝึกด้วยแรงต้านที่ใช้น้ำหนักสูงจึงควรมีผู้ให้คำแนะนำขณะฝึก

5.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในกลุ่มนักกีฬาระดับมัธยมปลาย เพื่อเปรียบเทียบช่วงอายุกับความแข็งแรง เพื่อให้ผู้วิจัยรุ่นต่อไปสามารถคาดคะเนน้ำหนักและความเข้มข้นที่อาจส่งผลต่อสมรรถนะทางการกีฬาอื่นได้
2. สลับท่าบาร์เบล แบค สควอทกับท่าเดดลิฟท์ หรือเปลี่ยนอุปกรณ์การฝึก จากบาร์เบล เป็นบาร์เบล หกเหลี่ยม เพื่อเปรียบเทียบว่าอุปกรณ์ใดสร้างสมรรถนะการกระโดดได้ดีกว่า
3. เพิ่มแบบทดสอบที่เฉพาะเจาะจงกับการออกแรงกระโดดมากขึ้น เช่นท่า Isometric mid-thign pull เพื่อหาแรงสูงสุดที่จะเกิดการใช้แรงในช่วง 2-3 วินาที ในจังหวะการดึงตัวขึ้นจากพื้น

4. เพิ่มแบบฝึกที่สลับช่วงการฝึกมากขึ้น เช่น ช่วงที่ 1-2-3 ให้มีรูปแบบการฝึกที่แตกต่างกันและมีระยะเวลาการฝึกที่สั้นลง เพื่อหาความเชื่อมโยงของแบบฝึกต่อระยะเวลาที่อาจส่งผลต่อสมรรถนะทางการกีฬา

5. จำแนกแบบฝึกตามตำแหน่งการเล่นในบาสเกตบอล เช่น เซ็นเตอร์ ปีก และการ์ด เนื่องจากแต่ละตำแหน่งมีดัชนีมวลกายที่แตกต่างกัน จึงควรมีแบบฝึกที่แตกต่างแต่เชื่อมโยงกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บรรณานุกรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาษาไทย

กัมปนาท ประดิษฐ์เสรี. **การเปรียบเทียบการฝึกพลังกล้ามเนื้อแบบเอ็คเซ็นตริกและการฝึกเด็พธ์จัมพ์ที่มีผลต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาวอลเลย์บอลชาย.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

จีรวัฒน์ สัทธรรม. **ทักษะและการสอนบาสเกตบอล** ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 2560.

เจริญ กระบวนรัตน์. **เทคนิคการฝึกความเร็ว** ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2538.

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, **การเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกควบคู่ด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อน ที่มีผลต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ธงทอง ทรงสุภาพ, **การเปรียบเทียบระดับแรงเบรกแบบเอ็คเซ็นตริกที่แตกต่างกัน ขณะแบกน้ำหนักกระโดดที่มีผลฉับพลันต่อพลังกล้ามเนื้อในนักกีฬาชายที่มีความแข็งแรงสัมพัทธ์สูง.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.

ธงทอง ทรงสุภาพ, **ผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดท่าสควอทด้วยความหนักเอ็คเซ็นตริกที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาสมรรถนะที่แสดงออกทางกีฬาในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2562.

นพดล มณีแดง, วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ และ เมตตา ปิ่นทอง. **การเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกระหว่างการฝึกแบบขาเดียวกับการฝึกแบบสองขาต่อสมรรถภาพการกระโดด.** วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา ปีที่ 15 ฉบับที่ 1, กรกฎาคม 2558; 15(1): 17-26.

รณภพ ชาวปลายนา, **ผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเอกเซนตริกที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาฟุตบอล.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2561.

วีนัส ดอกจันทร์, **การเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและฟรีโมชั่นที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555.

สุกัญญา ช. เจริญยิ่ง, **ผลของโปรแกรมการฝึกที่มีระยะเวลาการพักที่แตกต่างกันต่อสมรรถนะในการสปริ้นต์ซ้ำของนักกีฬาฟุตบอลหญิง.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2562.

สุทธิกร อาภานุกูล, **การพัฒนารูปแบบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนัก กับการฝึกด้วยแรงดันอากาศเพื่อเพิ่มพลังอดทนในนักกีฬาเทนนิส.** วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556.

สุรพศ ไกรเกตุ, **การเปรียบเทียบผลของการฝึกคอนทราสต์และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขา ความเร็ว และสมรรถนะในการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลชาย.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2564.

เอกลักษณ์ แสนสุข, **การเปรียบเทียบผลของการฝึกเด็พธ์จัมพ์ และการฝึกสควอทจัมพ์ด้วยน้ำหนักที่มีต่อการพัฒนาสมรรถภาพของกล้า.มเนื้อในนักกีฬาบาสเกตบอลชายของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

ภาษาอังกฤษ

Andersen V, Prieske O, Stien N, Cumming K, Solstad TEJ, Paulsen G, van den Tillaar R, Pedersen H, Saeterbakken AH. **Comparing the effects of variable and traditional resistance training on maximal strength and muscle power in**

healthy adults: A systematic review and meta-analysis. J Sci Med Sport. 2022 Dec;25(12):1023-1032.

Allerheiligen, W.B. **Speed development and plyometric training.** In T.R. Baechle (ed). Essential of Strength Training and Conditioning. Human kinetic, 1994 : 314-344.

Attene, G., Iuliano, E., Di Cagno, A., Calcagno, G., Moalla, W., Aquino, G., & Padulo, J. (2015). **Improving neuromuscular performance in young basketball players: plyometric vs. technique training.** *The Journal of sports medicine and physical fitness*, *55*(1-2), 1–8.

Balčinnas M, Stonkus S, Abrantes C, Sampaio J. **Long term effects of different training modalities on power, speed, skill and anaerobic capacity in young male basketball players.** J Sports Sci Med. 2006 Mar 1;5(1):163-70.

Bompa, O. **Periodization of strength : the new wave in strength training.** Toronto : Veritas publishing, 1993.

Botton CE, Radaelli R, Wilhelm EN, Rech A, Brown LE, Pinto RS. **Neuromuscular Adaptations to Unilateral vs. Bilateral Strength Training in Women.** J Strength Cond Res. 2016 Jul;30(7):1924-32.

Byrne PJ, Moran K, Rankin P, Kinsella S. **A comparison of methods used to identify 'optimal' drop height for early phase adaptations in depth jump training.** J Strength Cond Res. 2010 Aug;24(8):2050-5.

Chu, D.A. **Jumping into plyometric.** Ather sport injury clinic. Castro valley, California : Human kinetic, 1992.

Chu, D.A. **Explosive power and strength.** Champaign, IL : Human Kinrtics, 1996.

Collins J, Maughan RJ, Gleeson M, Bilsborough J, Jeukendrup A, Morton JP, Phillips SM, Armstrong L, Burke LM, Close GL, Duffield R, Larson-Meyer E, Louis J,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Medina D, Meyer F, Rollo I, Sundgot-Borgen J, Wall BT, Boullosa B, Dupont G, Lizarraga A, Res P, Bizzini M, Castagna C, Cowie CM, D'Hooghe M, Geyer H, Meyer T, Papadimitriou N, Vouillamoz M, McCall A. **UEFA expert group statement on nutrition in elite football. Current evidence to inform practical recommendations and guide future research.** Br J Sports Med. 2021 Apr;55(8):416.

Cormier P, Freitas TT, Rubio-Arias JÁ, Alcaraz PE. **Complex and Contrast Training: Does Strength and Power Training Sequence Affect Performance-Based Adaptations in Team Sports? A Systematic Review and Meta-analysis.** J Strength Cond Res. 2020 May;34(5):1461-1479.

Davies G, Riemann BL, Manske R. **CURRENT CONCEPTS OF PLYOMETRIC EXERCISE**. Int J Sports Phys Ther. 2015 Nov;10(6):760-86.

Derek H. and Steve K. **PLYOMETRIC ANATOMY.** Human kinetic, (2017) Includes bibliographical references and index.

Docherty, David MS, PhD; Robbins, Dan MS, CSCS; Hodgson, Matt CSCS. **Complex Training Revisited: A Review of its Current Status as a Viable Training Approach.** Strength and Conditioning Journal 26(6):p 52-57, December 2004.

Ebben, William P. MS, MSSW, CSCS; Watts, Phillip B. PhD. **A Review of Combined Weight Training and Plyometric Training Modes: Complex Training.** Strength and Conditioning 20(5):p 18-27, October 1998.

Eliassen W, Saeterbakken AH, van den Tillaar R. **COMPARISON OF BILATERAL AND UNILATERAL SQUAT EXERCISES ON BARBELL KINEMATICS AND MUSCLE ACTIVATION.** Int J Sports Phys Ther. 2018 Aug;13(5):871-881.

Eils E, Schröter R, Schröder M, Gerss J, Rosenbaum D. **Multistation proprioceptive exercise program prevents ankle injuries in basketball.** Med Sci Sports Exerc. 2010 Nov;42(11):2098-105.

Escobar Hincapié A, Agudelo Velásquez CA, Ortiz Uribe M, García Torres CA, Rojas Jaramillo A. **Unilateral and Bilateral Post-Activation Performance Enhancement on Jump Performance and Agility.** Int J Environ Res Public Health. 2021 Sep 27;18(19):10154.

Ferioli D, Bosio A, Bilsborough JC, La Torre A, Tornaghi M, Rampinini E. **The Preparation Period in Basketball: Training Load and Neuromuscular Adaptations.** Int J Sports Physiol Perform. 2018 Sep 1;13(8):991-999.

Gamble Paul. **Strength and Conditioning for team sports**. : Sport specific physical preparation for high performance / By Paul Gamble. – 2nd ed. 2013 p.146-156.

Gillett and Burgos, 2020. **Strength training for basketball**. Champaign, IL : Human Kinetics, (2020)

Grgic J, Schoenfeld BJ, Mikulic P. **Effects of plyometric vs. resistance training on skeletal muscle hypertrophy: A review.** J Sport Health Sci. 2021 Sep;10(5):530-536.

Guney-Deniz H, Harput G, Kaya D, Nyland J, Doral MN. **Quadriceps tendon autograft ACL reconstructed subjects overshoot target knee extension angle during active proprioception testing.** Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2020 Feb;28(2):645-652.LALONGKORN UNIVERSITY

Häkkinen, K., Komi, P. V., & Alén, M. (1985). **Effect of explosive type strength training on isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles.** *Acta physiologica Scandinavica*, *125*(4), 587–600.

Hedrick, Allen 2nd Lt. MA, CSCS, Assistant Strength and Conditioning Coach; Anderson, Jason C. Assistant Strength and Conditioning Coaches. **The Vertical Jump: A Review of the Literature and a Team Case Study.** Strength and Conditioning 18(1):p 7-12, February 1996.

Hernández S, Ramirez-Campillo R, Álvarez C, Sanchez-Sanchez J, Moran J, Pereira LA, Loturco I. **Effects of Plyometric Training on Neuromuscular Performance in Youth Basketball Players: A Pilot Study on the Influence of Drill Randomization.** J Sports Sci Med. 2018 Aug 14;17(3):372-378.

Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). **Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance.** *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, *35*(7), 585–595.

Hori, N., Newton, R. U., Andrews, W. A., Kawamori, N., McGuigan, M. R., & Nosaka, K. (2008). **Does performance of hang power clean differentiate performance of jumping, sprinting, and changing of direction?**. *Journal of strength and conditioning research*, *22*(2), 412–418.

Iulian Gabriel Ghiţescu, Virgil Tudor, Alina Daniela Moanţă. **Study on the Development of Vertical Jumping Force in U18 Junior Basketball Players.** Procedia - Social and Behavioral Sciences. Volume 117, 2014. Pages 55-59,

Jeffrey A. Potteiger, Robert H. Lockwood, Mark D. Haub, Brett A. Dolezal, Khalid S. Almuzaini, Jan M. Schroeder, and Carole J. Zebas. **Muscle power and fibers characteristics following 8 weeks of plyometric training.** Journal of Strength and Conditioning Research, 1999, 13(3) : 275-279.

Kipp, K., Kim, H., & Wolf, W. I. (2022). **Muscle Forces During the Squat, Split Squat, and Step-Up Across a Range of External Loads in College-Aged Men.** *Journal of strength and conditioning research*, *36*(2), 314–323.

Lucas LA, England BS, Mason TW, Lanning CR, Miller TM, Morgan AM, Almonroeder TG. **Decision Making Influences Tibial Impact Accelerations During Lateral Cutting.** J Appl Biomech. 2018 Oct 1;34(5):414-418.

Markovic G, Mikulic P. **Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training.** Sports Med. 2010 Oct 1;40(10):859-95.

Maroto-Izquierdo S, Bautista IJ, Martín Rivera F. **Post-activation performance enhancement (PAPE) after a single bout of high-intensity flywheel resistance training.** Biol Sport. 2020 Dec;37(4):343-350.

McKinlay BJ, Wallace P, Dotan R, Long D, Tokuno C, Gabriel DA, Falk B. **Effects of Plyometric and Resistance Training on Muscle Strength, Explosiveness, and Neuromuscular Function in Young Adolescent Soccer Players.** J Strength Cond Res. 2018 Nov;32(11):3039-3050.

Mihalik JP, Libby JJ, Battaglini CL, McMurray RG. **Comparing short-term complex and compound training programs on vertical jump height and power output.** J Strength Cond Res. 2008 Jan;22(1):47-53.

Moran J, Liew B, Ramirez-Campillo R, Granacher U, Negra Y, Chaabene H. **The effects of plyometric jump training on lower-limb stiffness in healthy individuals: A meta-analytical comparison.** J Sport Health Sci. 2021 May 24:S2095-2546(21)00053-3.

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

Núñez FJ, Santalla A, Carrasquila I, Asian JA, Reina JI, Suarez-Arrones LJ. **The effects of unilateral and bilateral eccentric overload training on hypertrophy, muscle power and COD performance, and its determinants, in team sport players.** PLoS One. 2018 Mar 28;13(3):e0193841.

Oh J, Lee HD. **Influence of eccentric strength of knee extensor muscles on biomechanical factors of a vertical drop jump.** J Electromyogr Kinesiol. 2022 Jun;64:102648.

Pérez-Castilla A, García-Ramos A, Janicijevic D, Delgado-García G, De la Cruz JC, Rojas FJ, Cepero M. **Between-session reliability of performance and asymmetry**

variables obtained during unilateral and bilateral countermovement jumps in basketball players. PLoS One. 2021 Jul 30;16(7).

Pojskić H, Šeparović V, Užičanin E, Muratović M, Mačković S. **Positional Role Differences in the Aerobic and Anaerobic Power of Elite Basketball Players.** J Hum Kinet. 2015 Dec 30;49:219-27.

Prieske O, Chaabene H, Puta C, Behm DG, Büsch D, Granacher U. **Effects of Drop Height on Jump Performance in Male and Female Elite Adolescent Handball Players.** Int J Sports Physiol Perform. 2019 May 1;14(5):674-680.

Quinette Louw, Karen Grimmer, Christopher L. Vaughan. **Biomechanical outcomes of a knee neuromuscular exercise programme among adolescent basketball players: A pilot study.** Physical Therapy in Sport. Volume 7, Issue 2, 2006, Pages 65-73.

Raja B., Helmi C., Yassine N., Rodrigo R., Zied J., Bessem M. and Younes H. (2020). **Effects of Different Plyometric Training Frequencies on Measures of Athletic Performance in Prepuberal Male Soccer Players.** *Journal of strength and conditioning research*, *34*(6), 1609–1617.

Ramirez-Campillo R, Sanchez-Sanchez J, Gonzalo-Skok O, Rodríguez-Fernandez A, Carretero M, Nakamura FY. **Specific Changes in Young Soccer Player's Fitness After Traditional Bilateral vs. Unilateral Combined Strength and Plyometric Training.** Front Physiol. 2018 Mar 22;9:265.

Ramirez-Campillo R, García-Hermoso A, Moran J, Chaabene H, Negra Y, Scanlan AT. **The effects of plyometric jump training on physical fitness attributes in basketball players: A meta-analysis.** J Sport Health Sci. 2022 Nov;11(6):656-670.

Sáez-Sáez de Villarreal E, Requena B, Newton RU. **Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis.** J Sci Med Sport. 2010 Sep;13(5):513-22.

Stone M.H, Hornsby WG, Haff GG, Fry AC, Suarez DG, Liu J, Gonzalez-Rave JM, Pierce KC. **Periodization and Block Periodization in Sports: Emphasis on Strength-Power Training-A Provocative and Challenging Narrative.** J Strength Cond Res. 2021 Aug 1;35(8):2351-2371.

Sullivan SW, Fleet NA, Brooks VA, Bido J, Nwachukwu BU, Brubaker PH. **Comparison of Different Functional Tests for Leg Power and Normative Bilateral Asymmetry Index in Healthy Collegiate Athletes.** Open Access J Sports Med. 2021 Aug 6;12:119-128.

Taube W, Leukel C, Gollhofer A. **How neurons make us jump: the neural control of stretch-shortening cycle movements.** Exerc Sport Sci Rev. 2012 Apr;40(2):106-15.

Vanezis A, Lees A. **A biomechanical analysis of good and poor performers of the vertical jump.** Ergonomics. 2005 Sep 15-Nov 15;48(11-14):1594-603.

Weineck, J. **Functional anatomy of sport**. 2 nd ed. St.Louis : Mosby – Year book, 1990.

Wen N, Dalbo VJ, Burgos B, Pyne DB, Scanlan AT. **Power Testing in Basketball: Current Practice and Future Recommendations.** J Strength Cond Res. 2018 Sep;32(9):2677-2691.

William D. McArdle, Victor L. Katch, Frank I Katch. **Exercise physiology.** Williams & Wilkins, 1996.

Yaser Alikhajeh. **The Effect of Different Warm-Up Protocols on Young Soccer Players' Explosive Power.** Procedia - Social and Behavioral Sciences. Volume 46. 2012. Pages 2742-2746.

CHULALONGKORN UNIVERSITY

Zech A, Hübscher M, Vogt L, Banzer W, Hänsel F, Pfeifer K. **Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: a systematic review.** J Athl Train. 2010 Jul-Aug;45(4):392-403.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามความพร้อมในการออกกำลังกาย (PAR-Q)

หมายเลขผู้เข้าร่วมการฝึกทดสอบ/ผู้เข้าร่วมการวิจัย.....

อายุ.....ปี.....เดือน

แบบสอบถามนี้ใช้สำหรับบุคคลที่มีอายุระหว่าง 15-69 ปี มีองค์ประกอบทั้งสิ้น 7 ข้อ

ใช่	ไม่	กรุณาทำเครื่องหมายถูกที่หน้าข้อที่เกิดขึ้น
		1. เคยปรึกษาแพทย์ ได้รับคำแนะนำ หรือมีความเสี่ยงสุขภาพที่เกี่ยวกับหัวใจหรือไม่
		2. คุณเคยเจ็บหน้าอกขณะออกกำลังกายหรือไม่
		3. ใน 1 เดือนที่ผ่านมาคุณมีอาการเจ็บหน้าอกหรือไม่แม้ไม่ได้ออกกำลังกาย
		4. คุณเคยเสียการทางตัวโดยมีสาเหตุมาจากการเวียนศีรษะหรือหมดสติหรือไม่
		5. คุณเคยมีอาการบาดเจ็บเหล่านี้ ปวดหลัง ปวดเข่า ปวดสะโพก หรือไม่ หากเคยมีปัญหาดังกล่าว สาเหตุมาจากการออกกำลังกายใช่หรือไม่
		6. แพทย์เคยมีคำแนะนำให้ใช้ยาลดความดัน หรือยาที่มีปัจจัยในการรักษาโรคหัวใจหรือไม่
		7. มีสาเหตุอื่นที่คุณไม่สามารถออกกำลังกายได้หรือไม่

(Canadian Society for Exercise Physiology, 2002)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ข
แบบบันทึกข้อมูล

แบบบันทึกข้อมูลทางสรีระวิทยาของกลุ่มตัวอย่างผู้เข้าร่วมการวิจัย ก่อนและหลังเข้าร่วมการฝึก

(ธงทอง ทรงสุภาพ, 2011)

หมายเลขประจำตัวกลุ่มตัวอย่าง.....

วันที่.....

น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)..... ส่วนสูง (เซนติเมตร)..... เปอร์เซ็นต์ไขมัน.....

มวลกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม)..... มวลไขมัน (กิโลกรัม).....

ประสบการณ์ในการฝึกด้วยแรงต้าน.....ปี

ค่าแรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (นิวตัน).....

ค่าแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (นิวตัน).....

สัดส่วนการทำงานของต้นขาด้านหน้าและต้นขาด้านหลัง.....

อาการบาดเจ็บจากการฝึกซ้อมหรือการฝึกด้วยแรงต้าน.....

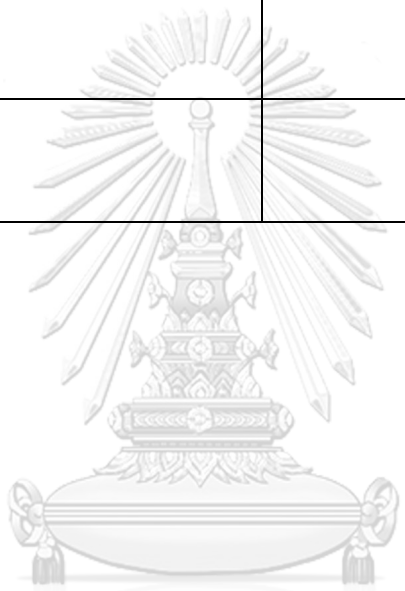
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบบันทึกข้อมูลความแข็งแรงสูงสุดและความแข็งแรงสัมพัทธ์ก่อน/หลังเข้าร่วมการวิจัย

ใบบันทึกค่าความแข็งแรงสูงสุดและค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์

หมายเลขกลุ่มตัวอย่าง.....กลุ่มการวิจัย.....

แบบการทดสอบ	**น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)**	**ความแข็งแรงสูงสุด (กิโลกรัม)**	**ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (เท่าต่อน้ำหนักตัว)**
ก่อนการทดสอบ ณ วันที่.....			
หลักการฝึก 6 สัปดาห์ ณ วันที่.....			



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบบันทึกค่าความแข็งแรงสูงสุด

หมายเลขกลุ่มตัวอย่าง.....กลุ่มการวิจัย.....

ตารางเปรียบเทียบหาค่าความแข็งแรงสูงสุด **ท่าบาร์เบล แบค สควอท**

จำนวนครั้งที่นักกีฬาสามารถทำได้สูงสุด **หนึ่งอาร์เอ็ม (1 Repetition maximum)**	1	2	3	4
เปอร์เซ็นต์จากค่าน้ำหนักสูงที่สุดที่นักกีฬาสามารถยกได้เพียงครั้งเดียว **(Percentage 1RM)**	100	95	93	90

ตารางเปรียบเทียบหาค่าความแข็งแรงสูงสุด **ท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลก สควอท <u>ขาข้างซ้าย</u>**

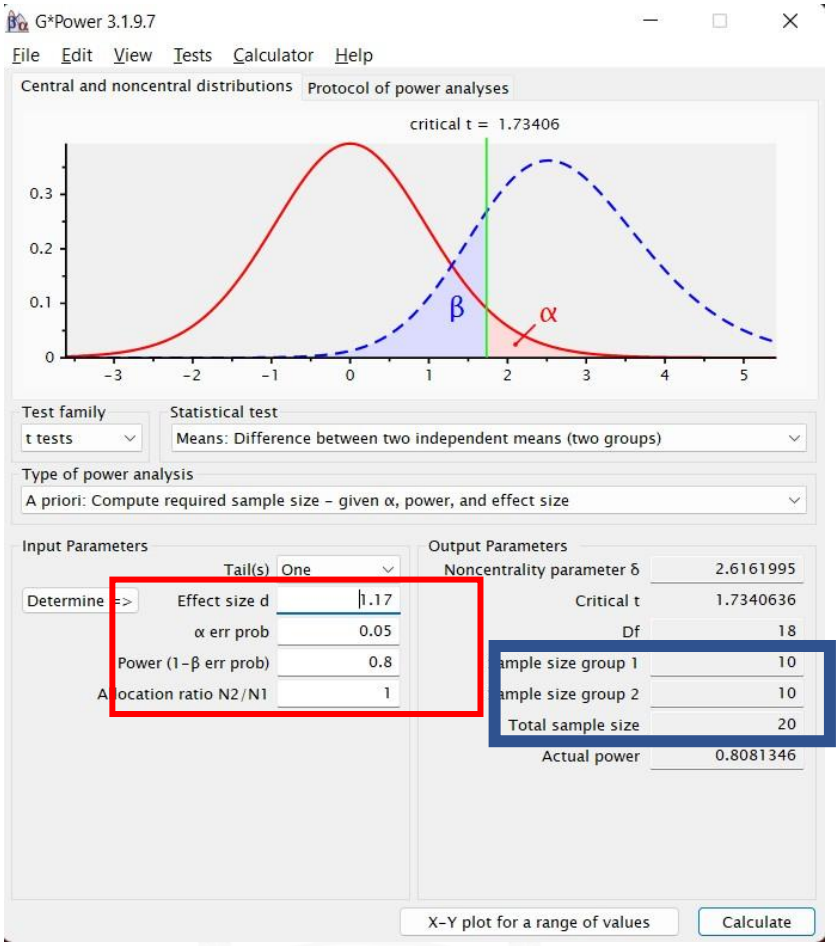
จำนวนครั้งที่นักกีฬาสามารถทำได้สูงสุด **หนึ่งอาร์เอ็ม (1 Repetition maximum)**	1	2	3	4
เปอร์เซ็นต์จากค่าน้ำหนักสูงที่สุดที่นักกีฬาสามารถยกได้เพียงครั้งเดียว **(Percentage 1RM)**				

ตารางเปรียบเทียบหาค่าความแข็งแรงสูงสุด **ท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลก สควอท <u>ขาข้างขวา</u>**

จำนวนครั้งที่นักกีฬาสามารถทำได้สูงสุด **หนึ่งอาร์เอ็ม (1 Repetition maximum)**	1	2	3	4
เปอร์เซ็นต์จากค่าน้ำหนักสูงที่สุดที่นักกีฬาสามารถยกได้เพียงครั้งเดียว **(Percentage 1RM)**				

Chulalongkorn University

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม G*Power



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 3 การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม G*Power

กำหนดขนาด กลุ่มตัวอย่างผ่านการคำนวณด้วย โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*power) เวอร์ชั่น 3.1.9.7 อ้างอิงจำนวนกลุ่มตัวอย่าง จากงานวิจัยก่อนหน้าของ นุจรินทร์ วาระสิทธิ์ (2021) ที่ทดสอบหาค่าพลังกล้ามเนื้อสูงสุด เช่นกัน ได้ทำการตั้งค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) ที่ 1.17 กำหนดอำนาจการทดสอบ (Power of test) มีค่าเท่ากับ 0.8 และระดับนัยสำคัญ (α) เท่ากับ 0.05 ดังรูปประกอบ ได้ค่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 20 คน ผู้วิจัยเพิ่มกลุ่มตัวอย่างอีก จำนวน 4 คน เพื่อป้องกันการสูญหายหรือการขอลาออกจากโครงการวิจัย รวมต้องการกลุ่มตัวอย่าง 24 คน

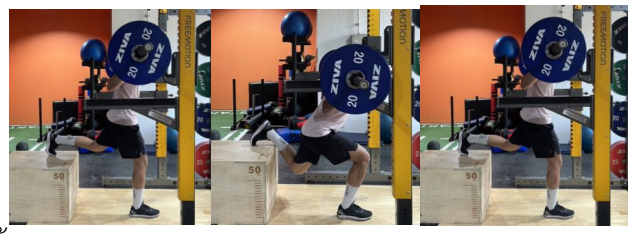
ภาคผนวก ค
ขั้นตอนการหาความแข็งแรงสัมพัทธ์

มีขั้นตอนให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติตามดังต่อไปนี้

1. เริ่มต้นด้วยการ**เพิ่มอุณหภูมิความร้อนของร่างกาย** ด้วยการวิ่งเหยาะบนลู่กลโดยใช้เวลา 10 นาที แล้วเตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อและข้อต่อ ด้วยการ**อบอุ่นด้วยการเคลื่อนไหว (Dynamic stretching)** ด้วยรูปแบบของของอลิคาจี (Alikhajeh., 2012)
2. ให้นักกีฬาทำความคุ้นเคยระหว่างกล้ามเนื้อ ข้อต่อ และลักษณะการ**เคลื่อนไหวกับอุปกรณ์บาร์เบล**ด้วยการไม่ใช้น้ำหนักแล้วฝึกด้วยจำนวนครั้ง 15 ครั้ง
3. **ทดสอบกลุ่มตัวอย่างรอบละ 12 คน** เพื่อผู้วิจัยสามารถดูแลความเรียบร้อยได้อย่างทั่วถึงและได้ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ
4. เริ่มการทดสอบให้นักกีฬาทั้งสองกลุ่ม หาค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์สูงสุด ทั้งสิ้น **2 ท่าออกกำลังกายประกอบด้วย ท่าแบกน้ำหนักบาร์เบล แบค สควอท (Barbell back squat) และ ท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลก สควอท (Barbell single leg squat)** ที่แบ่งการทดสอบออกเป็น ขาข้างซ้ายและขวา โดยขณะทดสอบกลุ่มตัวอย่างทำมุมหัวเข่าต่อสะโพกที่ 120 องศา ในจำนวนครั้งไม่เกิน 4 ครั้ง หากในน้ำหนักใดกลุ่มตัวอย่างสามารถทำได้เกิน 4 ครั้ง ให้พักด้วยระยะเวลาไม่เกิน 5 นาที แล้วจึงทำการทดสอบในครั้งต่อไปด้วยน้ำหนักที่หนักขึ้น ให้โอกาสกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบไม่เกิน 4 เซ็ต โดยเลือกจดบันทึกเซ็ตที่ยกน้ำหนักได้มากที่สุด
5. ทำการ**ควบคุมมุมของหัวเข่า** ขณะทดสอบให้อยู่ในมุม 120 องศา ด้วยวิธีการใช้การปรับตัวรับแรงกระแทกน้ำหนักสำหรับนักกีฬาที่มีความสูง 170,180 และ 190 เซนติเมตร ให้มีความสูงในขั้นที่ 14,15 และ 16 ตามลำดับ
6. แบบการทดสอบเพื่อ**หาค่าหนึ่งอาร์เอ็ม** ใช้ตารางเปรียบเทียบของสุรพศ ไกรเกตุ (2021) และ Baechle and Earle, 2000
7. สำหรับน้ำหนักที่ได้จากการหาความแข็งแรงสัมพัทธ์ จะใช้**อ้างอิงเป็นน้ำหนักที่กลุ่มตัวอย่างใช้ฝึก**ขณะเข้าร่วมการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8. กลุ่มที่ฝึกด้วย**ขาข้างเดียว** เปรียบเทียบความหนักจาก **ท่าบาร์เบล ซิงเกิ้ลเลก สควอท**



รูปที่ 4 การฝึกบาร์เบล ซิงเกิ้ล เลค สควอท (Barbell Single leg squat)

9. กลุ่มที่ฝึกด้วย**ขาสองข้าง** เปรียบเทียบความหนักจาก **ท่าบาร์เบล แบค สควอท**

รูปที่ 5 การฝึกบาร์เบล สควอท (Barbell squat)

10. เสร็จสิ้นการทดสอบหาความแข็งแรงสัมพัทธ์ ให้พักเป็นเวลา 2 วัน ก่อนทดสอบหาค่าสมรรถนะการกระโดด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง

แบบบันทึกผลการทดสอบ One-step jump, Countermovement jump with Arms swing และ Repeated jumps test

วันที่..... แบบทดสอบ.....

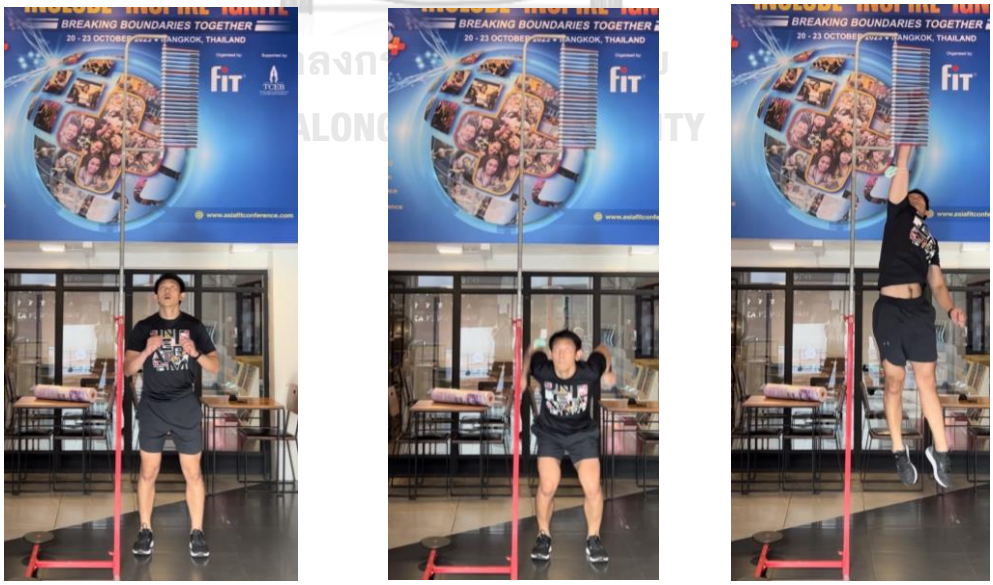
หมายเลขกลุ่มตัวอย่าง	ชื่อ-นามสกุล (นามสมมุติ)	Jump height (cm.)	Peak power (Watt)	Peak force (Newton)	Peak Velocity (m/s)	Rate of force development	Contact time (m/s)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กระบวนการทดสอบสมรรถนะในการกระโดดแนวดิ่ง

วิธีการทดสอบสมรรถนะในการกระโดดท่า Countermovement jump

1. เตรียมความพร้อมของร่างกายด้วย Dynamic stretching จากรูปแบบของ Alikhajeh., 2012 แล้วเพิ่มอุณหภูมิของร่างกายด้วยการปั่นจักรยานแบบไม่มีพนักพิงด้วยที่เวลา 10 นาที เตรียมความพร้อมของสมรรถนะการกระโดดด้วย ท่า Countermovement jump up onto box (Hansen and Kennelly, 2017) บนกล่องสูง 45 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง แล้วพักเป็นระยะเวลา 4 นาที เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างคุ้นเคยกับการใช้สมรรถนะการกระโดดมากที่สุด.
2. ทดสอบความสูงของกลุ่มตัวอย่างด้วยการแตะก้านบอกความสูงของอุปกรณ์วัดเพื่อให้ได้ค่าความสูงจากการกระโดดที่แม่นยำ
3. เริ่มการทดสอบโดยการให้กลุ่มตัวอย่างทดลองกระโดด ท่ากระโดดขาคู่ Countermovement jump (ใช้แบบทดสอบของ Ramirez-Campillo et al., 2020) แล้วปัดก้านหน่วยวัดเบาๆ ด้วยความพยายามในการกระโดดสูงสุด 1 ครั้ง เพื่อให้ได้ความสูงมากที่สุด แล้วพักเป็นเวลา 2 นาที แล้วจึงเริ่มทำการทดสอบจริง โดยจะทำการทดสอบทั้งสิ้นอีก 3 ครั้ง เลือกบันทึกผลจากครั้งที่ได้ความสูงจากการกระโดดมากที่สุด ใช้หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร
4. บันทึกค่าความสูงเพื่อนำไปประมวลผลต่อไป



รูปที่ 6 การทดสอบ Countermovement jump

วิธีการทดสอบสมรรถนะในการกระโดดท่า One-step jump

1. เตรียมความพร้อมของร่างกายด้วย Dynamic stretching จากรูปแบบของ Alikhajeh., 2012 แล้วเพิ่มอุณหภูมิของร่างกายด้วยการปั่นจักรยานแบบไม่มีพนักพิงด้วยที่เวลา 10 นาที เตรียมความพร้อมของสมรรถนะการกระโดดด้วยท่า Countermovement jump up onto box (Hansen and Kennelly, 2017)บนกล่องสูง 45 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง แล้วพักเป็นระยะเวลา 4 นาที เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างคุ้นเคยกับการใช้สมรรถนะการกระโดดมากที่สุด
2. ทดสอบความสูงของกลุ่มตัวอย่างด้วยการแตะก้านบอกความสูงของอุปกรณ์วัดเพื่อให้ได้ค่าความสูงจากการกระโดดที่แม่นยำ
3. ให้กลุ่มตัวอย่างยืนห่างจากอุปกรณ์วัดความสูง 2-3 ก้าวโดยประมาณ โดยกำหนดระยะก้าวตามสัดส่วนสรีระทางกายภาพของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน
4. เริ่มทำการทดสอบด้วยท่า One-step jump (ใช้แบบทดสอบของ Wen et al., 2018) แล้วกระโดดปัดก้านหน่วยวัดเบาๆ ด้วยความพยายามในการกระโดดสูงสุด 1 ครั้ง เพื่อให้ได้ความสูงมากที่สุด แล้วพักเป็นเวลา 2 นาที แล้วจึงเริ่มทำการทดสอบจริง โดยจะทำการทดสอบทั้งสิ้นอีก 6 ครั้ง แบ่งเป็นการก้าวขาข้างซ้าย 3 ครั้ง และก้าวขาข้างขวา 3 ครั้ง (ทำการทดสอบข้างซ้ายและขวาสลับกัน ทั้งสิ้นจำนวน 3 รอบ) เลือกบันทึกผลจากครั้งที่ได้ความสูงจากการกระโดดมากที่สุด ของการก้าวขาแต่ละข้าง ใช้หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร
5. บันทึกค่าความสูงเพื่อนำไปประมวลผลต่อไป

รูปที่ 7 การทดสอบ One-step jump

วิธีการทดสอบสมรรถนะในการกระโดดท่ายืนกระโดด Repeated jump

1. เตรียมความพร้อมของร่างกายด้วย Dynamic stretching จากรูปแบบของ Alikhajeh., 2012 แล้วเพิ่มอุณหภูมิของร่างกายด้วยการปั่นจักรยานแบบไม่มีพนักพิงด้วยที่เวลา 10 นาที เตรียมความพร้อมของสมรรถนะการกระโดดด้วย ท่า Countermovement jump up onto box (Hansen and Kennelly, 2017) บนกล่องสูง 45 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง แล้วพักเป็นระยะเวลา 4 นาที เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างคุ้นเคยกับการใช้สมรรถนะการกระโดดมากที่สุด.
2. จัดวางอุปกรณ์ แผ่นวัดแรงกระแทก ยี่ห้อ C-Performance ให้มีระยะพอดีสรีระของนักกีฬาแต่ละคน
3. จัดท่ายืนของกลุ่มตัวอย่างให้เท้าทั้งสองข้างมีความกว้างเท่ากับหัวไหล่ก่อนกระโดดในท่า Countermovement jump ที่ติดต่อกันเป็นจำนวน 10 ครั้ง กำชับกับกลุ่มตัวอย่างให้กระโดดติดต่อกันทันทีเมื่อเท้าทั้งสองข้างสัมผัสกับพื้น เพื่อจะได้ทราบถึงความแข็งแรงสัมพันธ์กับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ส่งแรงจากข้อเท้า โดยจะเก็บข้อมูลจาก การกระโดดครั้งที่มีเวลาสัมผัสพื้นน้อยที่สุด (Contact times) จำนวน 5 ครั้ง (Gillett et al., 2020) หน่วยวัดเป็นมิลลิวินาที (Millisecond)
4. ให้โอกาสในการทดสอบ 3 เซ็ต แล้วบันทึกค่าทางชีวกลศาสตร์ที่ทำได้สูงที่สุดเพื่อนำไปประมวลผลต่อไป
5. เสร็จสิ้นการทดสอบหาค่าสมรรถนะการกระโดด พักเป็นระยะเวลา 15 นาที แล้วทดสอบหาค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ด้วยเครื่องไอโซคิเนติก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 8 การทดสอบ Repeated jump test

วิธีการทดสอบแรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อขา

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ เครื่องไอโซคิเนติก (Isokinetic test) รุ่น Con-trex ยี่ห้อ Physiomed ประเทศเยอรมัน

1. ปรับท่านั่งของเก้าอี้ที่เครื่องไอโซคิเนติกให้ข้อต่อสะโพกทำมุม 90 องศากับข้อต่อหัวเข่า
2. ตรวจเช็คความปลอดภัยของสายรัดให้แน่ใจว่ายึดกับตัวของกลุ่มกลุ่มตัวอย่างมีความพร้อมที่จะทดสอบ
3. ทดสอบกับขาทั้งสองข้างโดยทำการสุ่มข้าง (Random test)
4. เตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อขาด้วยการงอและเหยียดข้อต่อหัวเข่าในท่านั่งข้างละ 5 ครั้ง แล้วจึงเริ่มการทดสอบ
5. ทดสอบที่กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าแบบยืดเหยียดหัวเข่า (Knee extension) และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังแบบงอหัวเข่า (Knee flexion) หน่วยวัดเป็น นิวตันเมตร (n/m) ด้วยความพยายามสูงสุดจำนวนข้างละ 3 ครั้ง พักครั้งละ 2 นาที เลือกใช้ผลจากครั้งที่ดีที่สุดสำหรับการบันทึก
6. บันทึกค่าทอล์คสูงสุดแล้วนำผลไปวิเคราะห์สถิติ

รูปที่ 9 วิธีการทดสอบแรงทอล์คสูงสุดของกล้ามเนื้อขา

ภาคผนวก จ
เครื่องมือที่ใช้ประกอบการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1. Vertical jump test Yardstick Swift performance equipment, ประเทศออสเตรเลีย
2. เครื่องตรวจรับแรงกระแทก ยี่ห้อ Fitness technology รุ่น 400s ความถี่ 600Hz. นำเข้าจากประเทศออสเตรเลีย
3. เครื่องวัดดัชนีมวลกาย ยี่ห้อ Accuniq รุ่น BC510
4. เครื่องไอโซคิเนติก (Isokinetic test) รุ่น Con-trex ยี่ห้อ Physiomed ประเทศเยอรมัน
5. ใบในการจดบันทึกค่าทางชีวกลศาสตร์

(เครื่องวัดค่าความสูงในการกระโดดยี่ห้อ ยาร์ดสติ๊ก) (เครื่องวัดดัชนีมวลกาย ยี่ห้อ Accuniq)

รูปที่ 10 เครื่องวัดค่าความสูงในการกระโดดยี่ห้อยาร์ดสติ๊ก และเครื่องวัดดัชนีมวลกายยี่ห้อ Accuniq

รูปที่ 11 แผ่นตรวจรับแรง C-performance

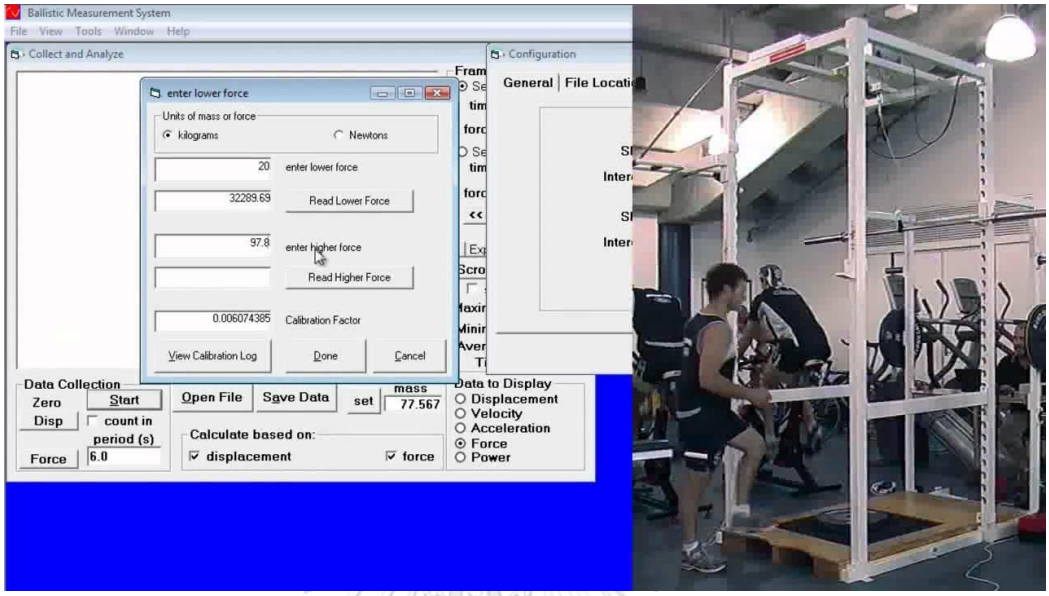
เครื่องมือที่ใช้ในการฝึก

1. พาวเวอร์แร็ค มาตรฐานยี่ห้อ ZIVA พร้อม บาร์เบล น้ำหนัก 20 กิโลกรัม ยาว 2.2 เมตร
2. แผ่นน้ำหนัก Bumper plate ยี่ห้อ ZIVA
3. กล่อง Plyometric jump box ยี่ห้อ ZIVA สูง 30,45 และ 50 เซนติเมตร ตามลำดับ

รูปที่ 12 พาวเวอร์แร็คมาตรฐานและบาร์เบล, แผ่นน้ำหนัก Bumper plate
และ กล่อง Plyometric box jump box

กรณ์
.ONGKORN UNIVERSITY

การเทียบ (Calibration) แผ่นตรวจรับแรงกระแทก ยี่ห้อ Fitness technology รุ่น 400s (Force plate 400s) ที่เชื่อมต่อกับโปรแกรม Ballistic measurement system



รูปที่ 13 แผ่นตรวจรับแรงกระแทก ยี่ห้อ Fitness technology รุ่น 400s (Force plate 400s)

ภาคผนวก ฉ
โปรแกรมการฝึก

การฝึกเชิงซ้อน (Complex training)

1. ทำ**การเตรียมความพร้อมของร่างกาย**ด้วย Dynamic stretching จากรูปแบบของ Alikhajeh., 2012 และกระตุ้นการใช้สมรรถนะการกระโดดด้วย ท่า Countermovement jump up onto box (Hansen and Kennelly, 2017) บนกล่องสูง 45 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง แล้วพักเป็นระยะเวลา 4 นาที เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างคุ้นเคยกับการใช้สมรรถนะการกระโดด แล้วทำการเริ่มฝึก
2. จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด **จำนวน 24 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน** แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 6 คน ในกลุ่มการฝึกเชิงซ้อนแบบ Unilateral และ Bilateral โดยเริ่มต้นด้วยการ**ฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม** ให้นักกีฬาพักด้วยระยะเวลา 30 วินาที แล้วตามด้วย **ท่ากระโดดพลัยโอเมตริก** โดยใช้จังหวะในการฝึกเร็วที่สุด
3. การฝึกใน**กลุ่ม Unilateral ประกอบด้วย** ท่าออกกำลังกาย Barbell Single leg squat และ Single leg Depth jumps มีความเข้มข้นในแต่ละช่วงเวลาดังนี้

   สัปดาห์ที่ 1-6 ฝึก

   1. ท่า **Barbell single leg squat** จัดวางท่าให้เหมาะสม โดยการยกขาข้างที่ไม่ได้ฝึกวางไว้บนกล่องสูง 50 เซนติเมตร เน้นความสำคัญกับขาข้างที่อยู่บนพื้น เพื่อให้แบบการฝึกมีความใกล้เคียงกับสมรรถนะการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอล ผู้วิจัยจึงกำหนดให้หัวเข่าทำมุมต่อสะโพกและข้อเท้า ที่มุม 120 องศา ฝึกด้วยความหนักที่ 85 เปอร์เซ็นต์ จากหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวน 6 ครั้ง (ฝึกข้างละ 3 ครั้ง) พักด้วยระยะเวลา 30 วินาที ตามด้วยการฝึกใน
   2. ท่า **Single leg Depth jump** จำนวน 6 ครั้ง (ฝึกขาข้างละ 6 ครั้ง) จำนวน 5 ชุด แต่ละชุดมีระยะเวลาพัก 4 นาที ก่อนฝึกชุดถัดไป โดยในท่า Single leg depth jump กำชับให้นักกีฬากระโดดในมุมที่หัวเข่าสามารถกระโดดได้สูงที่สุด
4. การฝึกใน**กลุ่ม Bilateral ประกอบด้วย** ท่าออกกำลังกาย Barbell Squat และ Depth jumps มีความเข้มข้นในแต่ละช่วงเวลาดังนี้

   สัปดาห์ที่ 1-6 ฝึก

   1. ท่า **Barbell back squat** เพื่อให้รูปแบบการฝึก ใกล้เคียงกับท่ากระโดดในกีฬาบาสเกตบอล ผู้วิจัยจึงกำหนดให้ฝึกโดย หัวเข่าทำมุมต่อ สะโพกและข้อเท้าที่มุม 120 องศา ฝึกด้วยความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์ จากหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวน 3 ครั้ง พักด้วยระยะเวลา 30 วินาที แล้วตามด้วยการฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ท่า **Depth jump** จำนวน 6 ครั้ง จำนวน 5 ชุด แต่ละชุดมีระยะเวลาพัก 4 นาที ก่อนฝึกชุดถัดไป

   โดยในท่า Depth jump กำชับให้นักกีฬากระโดด ด้วยมุมหัวเข่าที่สามารถกระโดดได้สูงที่สุด

5. นักกีฬาบาสเกตบอลทั้ง 2 กลุ่ม เข้าร่วมการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ แบ่งออกเป็น

   ฝึกด้วยขาข้างเดียว (Unilateral) ฝึกใน วันจันทร์และวันพฤหัสบดี

   ฝึกด้วยขาสองข้าง (Bilateral) ฝึกใน วันอังคารและวันศุกร์

   โดยฝึก**ต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์**

6. ทำการ**ควบคุม มุมของหัวเข่า**ให้มีมุม 120 องศา ตลอดการฝึกด้วยวิธีการ
   1. ท่าฝึกด้วยแรงต้าน ใช้การปรับตัวรับแรงกระแทกน้ำหนักสำหรับนักกีฬาที่มีความสูง 170,180 และ 190 เซนติเมตร ให้ตัวรับแรงกระแทกมีความสูงในขั้นที่ 14,15 และ 16 ตามลำดับ
   2. ท่ากระโดดพลัยโอเมตริก แจ้งให้นักกีฬากระโดดในองศาที่รู้สึกว่าสามารถทำความสูงได้มากที่สุด โดยมีผู้ช่วยวิจัยคอยดูแลอย่างใกล้ชิด
   3. คลายอุ่นร่างกายด้วยกระบวนการ Static stretching

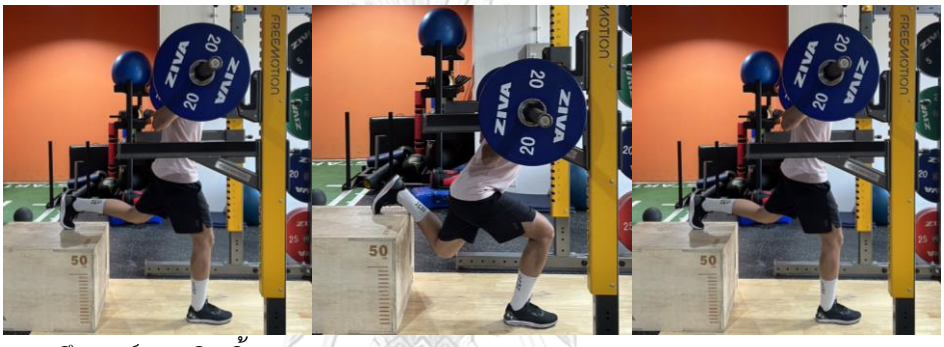
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่างแบบฝึกที่ใช้ในการวิจัย

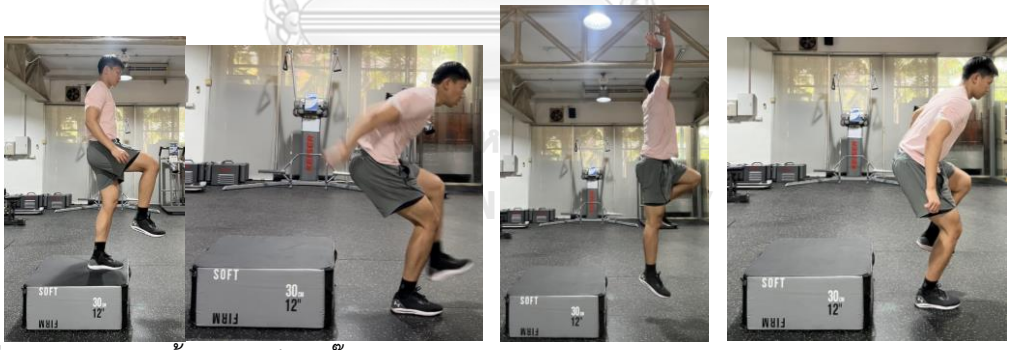
วิธีการฝึกด้วยขาข้างเดียว

ท่าออกกำลังกาย บาร์เบลล์ ซิงเกิ้ล เลค สควอท (Barbell Single leg squat) และ ซิงเกิ้ล เลค เด็พธ์ จั๊มพ์ (Single leg Depth jump)

อุปกรณ์ โอลิมปิก บาร์เบล, แผ่นน้ำหนัก และพลัยโอเมตริก บ็อกซ์ (Plyometric box) สูง 30 เซนติเมตร เพื่อให้ความสำคัญกับขาข้างที่อยู่บนพื้นให้ได้ฝึกอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ตาม แบบทดสอบ Makaria Karamen test. (McCurdy et al., 2005)



รูปที่ 14 การฝึกบาร์เบล ซิงเกิ้ล เลค สควอท (Barbell Single leg squat)



รูปที่ 15 การฝึกซิงเกิ้ล เลค เด็พธ์ จั๊มพ์ (Single leg Depth jump)

วิธีการฝึกด้วยขาสองข้าง

ท่าออกกำลังกาย บาร์เบลล์ ควอเตอร์ สควอท (Barbell Squat) และ เด็พธ์ จั๊มพ์ (Depth jump)

อุปกรณ์ โอลิมปิก บาร์เบล, แผ่นน้ำหนัก และพลัยโอเมตริก บ็อกซ์ (Plyometric box) สูง 30 เซนติเมตร

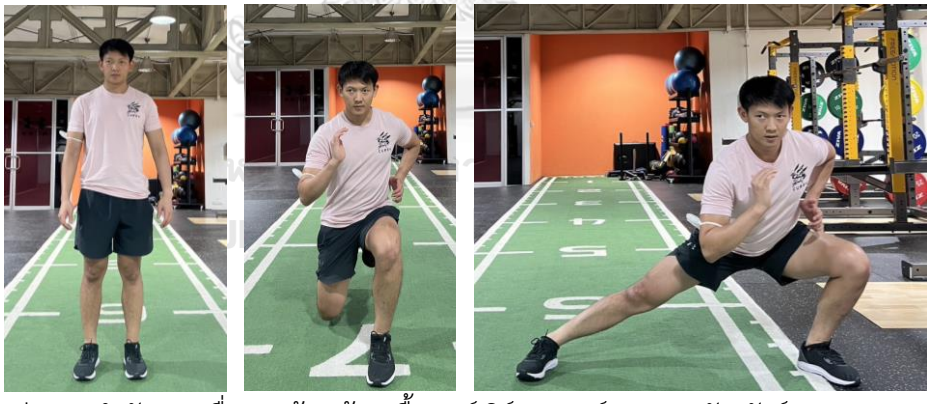
รูปที่ 16 การฝึกบาร์เบล สควอท (Barbell back squat)

รูปที่ 17 การฝึกเด็พธ์ จั๊มพ์ (Depth jump)

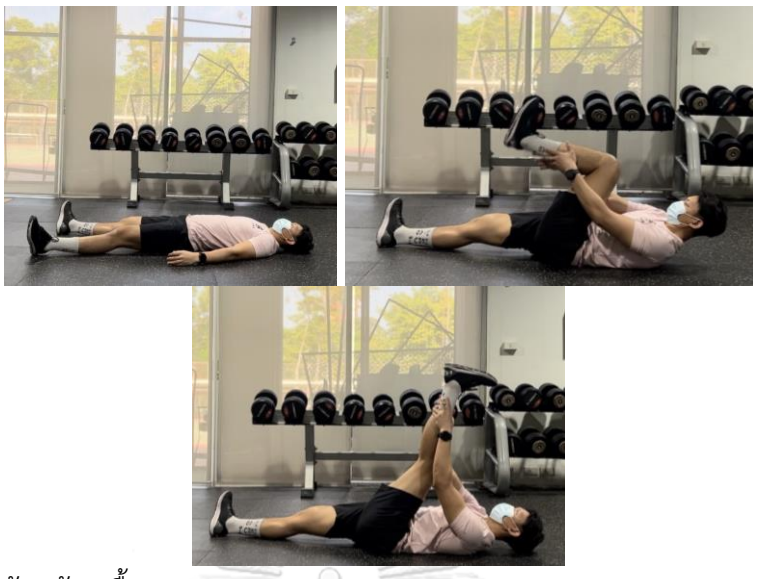
ภาคผนวก ช
การอบอุ่นร่างกายเพื่อเตรียมความพร้อมแบบมีการเคลื่อนไหวประกอบ (Dynamic Stretching)

ก่อนเริ่มทำการฝึกให้กลุ่มตัวอย่างอบอุ่นร่างกายแบบ Dynamic stretching ตามแบบฝึกของ Alikhajeh., 2012 ดังต่อไปนี้

1. กระตุ้นกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าและต้นขาด้านหลังด้วยท่า ฟอร์เวิร์ด แอนด์ เลทเทอรัล ลังค์เจส (Forward and Lateral lunges) จำนวนข้างละ 10 ครั้ง
2. กระตุ้นกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังด้วยท่าสเตรท เลค เลส (Straight leg raise) จำนวนข้างละ 10 ครั้ง
3. กระตุ้นกล้ามเนื้อสะโพกด้วยท่า ยืนและยกเข่าสูง (Table tops) จำนวนข้างละ 10 ครั้ง
4. ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อขาด้วยท่า ฮาล์ฟ นีลลิ่ง (Half kneeling) จำนวนข้างละ 10 ครั้ง
5. เตรียมความพร้อมของสมรรถนะการกระโดดด้วยท่า Countermovement jump up onto box (Hansen and Kennelly, 2017) บนกล่องสูง 45 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง
6. พักโดยให้นักกีฬานั่งหรือยืนพักอยู่กับที่ (Passive rest) ระยะเวลา 4 นาที แล้วจึงเริ่มการฝึก



รูปที่ 18 ท่าออกกำลังกายเพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อฟอร์เวิร์ด แอนด์ เลทเทอรัล ลังค์เจส (Forward and Lateral lunges)



รูปที่ 19 ท่ากระตุ้นกล้ามเนื้อสเตรท เลค เลส (Straight leg raise)

รูปที่ 20 ท่ากระตุ้นกล้ามเนื้อท่ายืนและยกเข่าสูง (Table tops)

รูปที่ 21 ท่ากระตุ้นกล้ามเนื้อท่าฮาล์ฟ นีลลิ่ง (Half kneeling)

รูปที่ 22 ท่า Countermovement jump up onto box

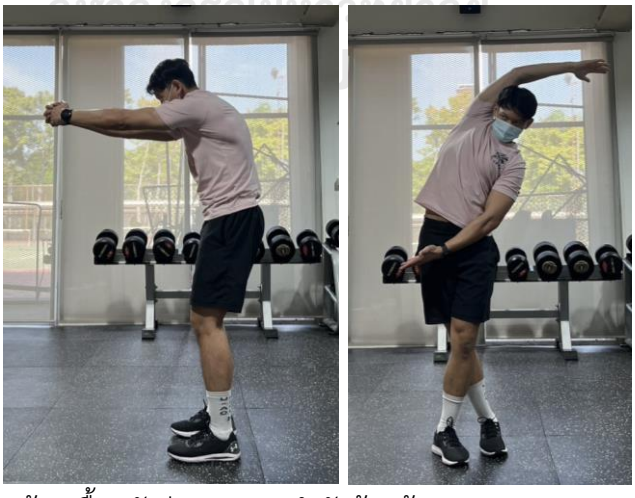
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ซ

การคลายอุ่นร่างกาย (Static Stretching)

กลุ่มตัวอย่างทุกคนทำกิจกรรมยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่นิ่งเพื่อให้กล้ามเนื้อที่ใช้งานจากการฝึกฟื้นฟูกลับสู่สภาพปกติกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างทำท่ายืด ท่าละ 6-20 วินาที โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปที่ 23 ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อหัวไหล่และหลังแขน (Shoulder and Triceps stretching)



รูปที่ 24 ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังส่วนบนและลำตัวด้านข้าง
(Upper back and Oblique stretching)

รูปที่ 25 ท่ายืดกล้ามเนื้อสะโพกและขาหนีบ (Glutes and Hip flexor stretching)

รูปที่ 26 ท่ายืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง ขาหนีบ และหลังส่วนบน

(Hamstring, Hip flexor and Upper back stretching)

รูปที่ 27 ท่ายืดกล้ามเนื้อลำตัวและต้นขาด้านหลัง (Torso and Hamstring stretching)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฌ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบมาตรฐานรูปแบบการฝึก

1.	ผศ.ดร.สุทธิกร อาภานุกูล	อาจารย์ประจำ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2.	นายกฤต อิสริยชีวิน	ผู้ฝึกสอนสโมสรบาสเกตบอล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3.	อาจารย์ ดร. นภัสกร ชื่นศิริ	อาจารย์ประจำ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4.	อาจารย์ ดร.ธงทอง ทรงสุภาพ	อาจารย์ประจำ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5.	ผศ.ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์	คณะกรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ญ
แบบประเมินเนื้อหาและคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการฝึก

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence;IOC)

เรียน.....

เรื่อง แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาและความสอดคล้องกับการพัฒนาสมรรถนะในการกระโดดของ

นักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัยของโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน

ขอความกรุณาให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเนื้อหาที่ปรากฏในแต่ละข้อถึงความตรงเชิงเนื้อหาและความสอดคล้องกับโครงการวิจัยในหัวข้อ “การเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนด้วยการใช้ขาสองข้างและการใช้ขาข้างเดียวที่ส่งผลต่อสมรรถนะการกระโดดในนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย” ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ประการใด โดยการให้คะแนน

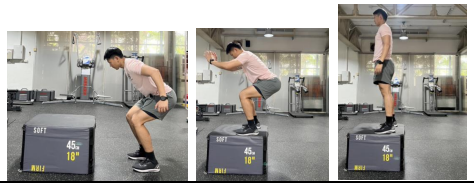
+1 หมายถึง รูปแบบการฝึกมีความเหมาะสม

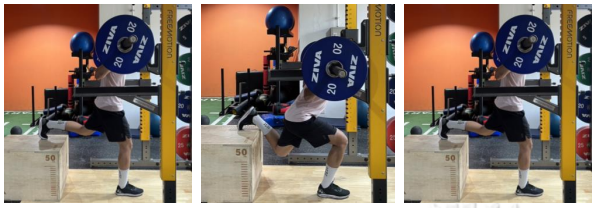
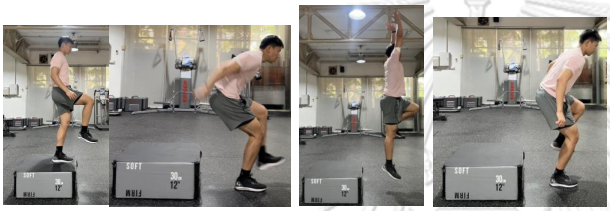
0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสม

-1 หมายถึง ไม่เหมาะสม

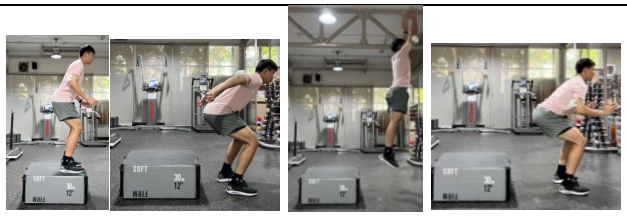
ให้คะแนนโดยการทำเครื่องหมาย ($\surd$) ลงในช่องการให้คะแนนและผู้ทรงคุณวุฒิสามารถเขียนข้อแนะนำเพื่อให้ผู้วิจัยพิจารณานำไปเพิ่มเติมเนื้อหาต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เนื้อหา	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
	+1	0	-1	ข้อเสนอแนะ
1. การ**เตรียมความพร้อม**ของนักกีฬาบาสเกตบอลก่อนทำการฝึก ประกอบด้วย ■ ขั้นตอนการอบอุ่นร่างกายของ Alikhajeh., 2012. ■ ท่า Countermovement jump up onto box (Hansen and Kennelly, 2017) 				

2. โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนเพื่อเพิ่มสมรรถนะในการกระโดดกลุ่มตัวอย่าง**กลุ่ม Unilateral** ฝึกด้วยแรงต้านโดยท่า **Barbell Single leg Squat** และฝึกกระโดดพลัยโอเมตริกด้วย**ท่า Single leg Depth jump**  (รูปการฝึกด้วยแรงต้านท่า Barbell Single leg Squat)  (รูปการฝึกกระโดดพลัยโอเมตริกท่า Single leg Depth jump)				
3. โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนเพื่อเพิ่มสมรรถนะในการกระโดดกลุ่มตัวอย่าง**กลุ่ม Bilateral** ฝึกด้วยแรงต้านโดยท่า **Barbell Squat** และฝึกกระโดดพลัยโอเมตริกด้วยท่า **Depth jump** (รูปการฝึกด้วยแรงต้าน Barbell squat)				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

 (รูปการฝึกกระโดดพลัยโอเมตริกท่า Depth jump)				
4. ความเหมาะสมของการ **ควบคุมองศาของหัวเข่า** 4.1 การควบคุมมุมหัวเข่า ในท่าที่**ฝึกด้วยแรงต้าน** ด้วยการใช้ตัวรับแรงกระแทกในความสูงที่ต่างกันตามความสูงของนักกีฬาแต่ละคน เพื่อบอก**ความแม่นยำของมุมขณะฝึก**ด้วยอุปกรณ์ที่กั้น Squat rack ที่มีความสูงในขั้นที่ 14,15 และ 16 สำหรับนักกีฬาที่มีความสูง 170, 180 และ 190 ตามลำดับ เพื่อให้แน่ใจว่าขณะฝึกท่า Barbell Squat และ Barbell single leg squat **หัวเข่าของนักกีฬาสามารถทำมุมได้ 120 องศา** 4.2 ควบคุมมุมหัวเข่า ในท่า**ฝึกกระโดดพลัยโอเมตริก** แจ้งให้นักกีฬากระโดดในองศาที่รู้สึกว่าสามารถทำความสูงได้มากที่สุด โดยมีผู้ช่วยวิจัยคอยดูแลอย่างใกล้ชิด				
5. **ความเหมาะสมของกลุ่มตัวอย่าง** ทุกคนเป็นนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย มีประสบการณ์ในการเล่นบาสเกตบอลเพื่อความเป็นเลิศอย่างน้อย 3 ปี กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการวิจัยทุกคน**ต้องผ่านการทดสอบ**ความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่า บาร์เบล แบ็ค สควอท (Barbell back squat) ที่มุม 120 องศา ด้วยความหนักที่ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว				
6. ความเหมาะสมของรูปแบบ**การฝึกสัปดาห์ที่ 1-6** ความเข้มข้นสำหรับ**การฝึกด้วยขาข้างเดียว**				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ฝึกด้วยแรงต้าน **ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์** จากหนึ่งอาร์เอ็ม ฝึกด้วยขาข้างเดียว **ข้างละ 3 ครั้ง** ระยะเวลาพักก่อนฝึกกระโดดพลัยโอเมตริก 30 วินาที จำนวนครั้ง ที่ฝึกกระโดดพลัยโอเมตริกด้วย**ขาข้างเดียว ข้างละ 6 ครั้ง** จำนวนชุดที่**ฝึก 5 ชุด** ระยะเวลาพักระหว่างฝึกต่อชุด **4 นาที**				
7. ความเหมาะสมของรูปแบบ**การฝึกสัปดาห์ที่ 1-6** ความเข้มข้นสำหรับการฝึกด้วย**ขาสองข้าง** ฝึกด้วยแรงต้าน **ความหนัก 85 เปอร์เซ็นต์** จากหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวนครั้งใน**การยก 3 ครั้ง** ระยะเวลาพักก่อนฝึกกระโดดพลัยโอเมตริก 30 วินาที จำนวนครั้งที่**ฝึกกระโดดพลัยโอเมตริก 6 ครั้ง** จำนวนชุดที่**ฝึก 5 ชุด** ระยะเวลาพักระหว่างฝึกต่อชุด **4 นาที**				
8. **ความเหมาะสมของอุปกรณ์** ที่ใช้ในการฝึกและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกและ**การทดสอบความแข็งแรงสัมพัทธ์**ของนักกีฬา ■ โอลิมปิก บาร์เบล และแผ่นน้ำหนัก ■ กล่อง Plyometric box สูง 30 เซนติเมตร อุปกรณ์ที่ใช้ใน**การทดสอบสมรรถนะในการกระโดด**ก่อนและหลัง เข้ารับการฝึก ■ Vertical jump performance test ยี่ ห้ อ Yardstick Swift ■ แผ่นตรวจรับแรงกระแทกยี่ห้อ Bertec บันทึกด้วยความถี่ 600Hz. อุปกรณ์ที่ใช้**ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา** ■ เครื่องไอโซคิเนติก รุ่น Con-trex ยี่ห้อ Physiomed				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9. แบบทดสอบที่ใช้วัดระดับสมรรถนะของนักกีฬา **สอดคล้องกับโปรแกรมการฝึก และทักษะกีฬาบาสเกตบอล**				
10. ความสอดคล้องใน**ภาพรวมของโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน**ที่จะส่งผลต่อการพัฒนาของสมรรถนะในการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอล				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ฎ

ผลการประเมินเนื้อหาของการวิจัยเปรียบเทียบแบบฝึกเชิงซ้อนด้วยขาสองข้างและขาข้างเดียว (A comparison of Complex training between Bilateral and Unilateral training)

เนื้อหา	ระดับความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ดัชนีความสอดคล้อง
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	
1. การ**เตรียมความพร้อม**ของนักกีฬาบาสเกตบอลก่อนทำการฝึก	5	0	0	1.0
2. โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนเพื่อเพิ่มสมรรถนะในการกระโดด **กลุ่ม Unilateral**	5	0	0	1.0
3. โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนเพื่อเพิ่มสมรรถนะในการกระโดด **กลุ่ม Bilateral**	5	0	0	1.0
4. ความเหมาะสมของการ **ควบคุมองศาของหัวเข่า**	5	0	0	1.0
5. ความเหมาะสมของคุณสมบัติ**กลุ่มตัวอย่าง**	5	0	0	1.0
6. ความเหมาะสมของรูปแบบ**การฝึกสัปดาห์ที่ 1-6** ความเข้มข้นสำหรับ**การฝึกด้วยขาข้างเดียว**	5	0	0	1.0
7. ความเหมาะสมของรูปแบบ**การฝึกสัปดาห์ที่ 1-6** ความเข้มข้นสำหรับ**การฝึกด้วยขาสองข้าง**	5	0	0	1.0
8. **ความเหมาะสมของอุปกรณ์** ที่ใช้ในการฝึกและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	4	1	0	0.8
9. แบบทดสอบที่ใช้วัดระดับสมรรถนะของนักกีฬา **สอดคล้องกับโปรแกรมการฝึก และทักษะกีฬาบาสเกตบอล**	5	0	0	1
10. ความสอดคล้องใน**ภาพรวมของโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน**ที่จะส่งผลต่อการพัฒนาของสมรรถนะในการกระโดดในกีฬาบาสเกตบอล	5	0	0	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลรวมของการกระมวลค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์การวิจัยจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน พบว่าไม่มีข้อใดได้ค่าความสอดคล้องน้อยกว่า 0.5 เห็นได้ว่ามีความเหมาะสมสำหรับการฝึกนักกีฬาบาสเกตบอลระดับมหาวิทยาลัย (Cox & Vargas, 1966)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	วรุตม์ บรรดาศักดิ์
วัน เดือน ปี เกิด	12 กันยายน 2533
สถานที่เกิด	จันทบุรี
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา 2552 เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท วิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2564
ที่อยู่ปัจจุบัน	อาคาร เดอะไลน์ ถนน ประดิพัทธ์ พญาไท สามเสนใน กรุงเทพฯ 10400

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University