

ผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างที่มีต่อความสามารถในการกระโดดขึ้นฟาด
ในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชาย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย ไม่สังกัดภาควิชา/เทียบเท่า

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2564

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF SPORT-SPECIFIC UNILATERAL COMPLEX TRAINING ON SPIKE
PERFORMANCE IN YOUTH MALE SEPAK TAKRAW PLAYERS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Sports and Exercise Science

Common Course

FACULTY OF SPORTS SCIENCE

Chulalongkorn University

Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างที่มีต่อความสามารถในการกระโดดขึ้นพาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชาย
โดย	น.ส.นุจรินทร์ วาระสิทธิ์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา พงษ์พิบูลย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจพล เบญจพลากร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สุทธิกร อากานุกูล)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด)

นุจรินทร์ วาระสิทธิ์ : ผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างที่มีต่อ
 ความสามารถในการกระโดดขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชาย. (EFFECTS OF
 SPORT-SPECIFIC UNILATERAL COMPLEX TRAINING ON SPIKE PERFORMANCE
 IN YOUTH MALE SEPAK TAKRAW PLAYERS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.คนางค์ ศรี
 หิรัญ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างต่อความสามารถของการกระโดดขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งตัวฟาดเยาวชน เพศชาย อายุ 16-18 ปี จำนวน 24 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน กลุ่มที่ 1 ฝึกตามรูปแบบการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง ทำการฝึก 85% ของความหนักสูงสุด จำนวน 6 ครั้ง 4 ชุด ฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 6 สัปดาห์ ก่อนและหลังการฝึก ทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดฟาด และการทรงตัว จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแตกต่างภายในกลุ่ม โดยการทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Pair samples t-test) และความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent sample t-test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิจัย เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ และความสูงในการกระโดดฟาดเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มที่ 1 มีการทรงตัวเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบหลังการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความสูงในการกระโดดในแนวตั้งด้วยขาคู่ และขาข้างที่ไม่ถนัดเพิ่มขึ้นแตกต่างกับกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปผลการวิจัย โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง มีประสิทธิภาพสามารถพัฒนาความสามารถในการกระโดดขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชายได้

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬาและการ ลายมือชื่อนิสิต

ออกกำลังกาย

ปีการศึกษา 2564

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6370010039 : MAJOR SPORTS AND EXERCISE SCIENCE

KEYWORD: Sepak-Takraw, Spiker, Sport-Specific Unilateral Complex Training, Sport-Specific Bilateral Complex Training

Nutjarin Warasit : EFFECTS OF SPORT-SPECIFIC UNILATERAL COMPLEX TRAINING ON SPIKE PERFORMANCE IN YOUTH MALE SEPAK TAKRAW PLAYERS. Advisor: Asst. Prof. KANANG SRIHIRUN, Ph.D.

This study aimed to investigate the effect of sport-specific unilateral complex training on spike performance in youth male Sepak-takraw players. Twenty-four youth male Sepak-trakraw spikers, aged 16- 18 years were recruited to participate in this study. The participants were assigned into 2 groups (n = 12/group). In group I, the participants underwent a sport- specific unilateral complex training program and group II, the participants underwent a sport- specific bilateral complex training program. Both groups perform 4 sets of training day twice a week for 6 weeks, 6 repetition at 85% 1RM perform 4 sets. Before and after 6-week of training, muscular strength, muscular power, high jump kick and balance were measured. Data was analyzed using dependent and independent-sample t-test to determine the statically significance level at p-value < .05.

Results after six weeks of training, muscular strength, muscular power and high jump kick were significantly different (p<.05) in both groups. And the balance was significantly different only (p<.05) in group I. Moreover, the result shows that percentage change of bilateral countermovement jump and non-dominant leg countermovement jump after training and significantly greater (P<0.05) than group II at post-training. Conclusion sport- specific unilateral complex training program is more effective for improving spike performance in Sepak-trakraw player.

Field of Study: Sports and Exercise Science Student's Signature

Academic Year: 2021 Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ อาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตลอดจน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบญจพล เบญจพลากร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.สุทธิกร อาภาณุกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาช่วยให้คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดจากการวิจัยครั้งนี้ด้วยดี ตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยขอคำปรึกษา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งถึงความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด อาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.ชนวัฒน์ สรรพสิทธิ์ อาจารย์ ดร.นาทรพี ผลใหญ่ นายพนมศักดิ์ ก้านบัวไชย และนายวีรยุทธ สุภาพันธุ์ ที่ได้เสียสละเวลาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อ นายพนมศักดิ์ ก้านบัวไชย และนายวีรยุทธ สุภาพันธุ์ ผู้มีส่วนร่วมในการช่วยเหลือ และให้การสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี ตลอดจนโรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด และโรงเรียนเทศบาลหนองหญ้าม้า (โรงเรียนกีฬาเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด) ที่ได้อนุเคราะห์สถานที่สำหรับการฝึกและการทดสอบในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ดร.สรารัฐ กุสุมภ์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานการกีฬาแห่งประเทศไทย ภาค 3 (นครราชสีมา) และสำนักงานการกีฬาแห่งประเทศไทย จังหวัดร้อยเอ็ด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และทุกๆ ท่านที่มีส่วนร่วมในการช่วยเหลือในงานวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ นิสิตปริญญาโทในรุ่นปี 2563 ที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นสถาบันอันทรงเกียรติ และคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อวิระ วาระสิทธิ์ คุณแม่ทองใบ วาระสิทธิ์ บิดามารดา รวมถึงนางสาวบำเพ็ญ วาระสิทธิ์ และนายโชคมงคล วาระสิทธิ์ พี่น้องที่คอยให้กำลังใจ ให้ความรัก ความเอาใจใส่เป็นอย่างดี และสนับสนุนผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

นุจรินทร์ วาระสิทธิ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
คำถามในการวิจัย	6
สมมุติฐานของการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
คำจำกัดความของการวิจัย.....	8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	10
บทที่ 2	11
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
กีฬาเซปักตะกร้อ	12
1. ประวัติ กฎ กติกากีฬาเซปักตะกร้อ.....	12
2. ประเภทของกีฬาเซปักตะกร้อ.....	14
3. หน้าที่และสำคัญของนักกีฬาเซปักตะกร้อแต่ละตำแหน่ง.....	15

ความสำคัญของสมรรถภาพทางกาย	17
1. ความหมายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย.....	17
2. สมรรถภาพทางกายที่สำคัญสำหรับนักกีฬาเซปักตะกร้อ	23
การทำงานของกล้ามเนื้อ	28
1. ระบบกล้ามเนื้อ.....	28
2. กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อ	31
แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับการฝึก	35
1. หลักการฝึกสมรรถภาพทางกาย.....	35
2. หลักการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ.....	37
3. หลักการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ.....	41
4. หลักการฝึกการทรงตัว	47
5. การฝึกเชิงซ้อน (Complex Training)	49
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	53
1. งานวิจัยในประเทศ	53
2. งานวิจัยในต่างประเทศ	57
กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....	61
บทที่ 3	62
วิธีดำเนินการวิจัย	62
ประชากร.....	62
กลุ่มตัวอย่าง	62
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	64
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	70
การเก็บรวบรวมข้อมูล	72
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	73

การพิทักษ์สิทธิของผู้เข้าร่วมการวิจัย	75
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
ตอนที่ 1 วิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ตัวแปรทางด้านสรีรวิทยาพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย	78
ตอนที่ 2 วิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ภายในกลุ่ม โดยการทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบก่อนการฝึกและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ของตัวแปรด้านความสามารถของการกระโดดพาด	79
ตอนที่ 3 วิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) วิเคราะห์ระหว่างกลุ่ม โดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของทั้งสองกลุ่มก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ของตัวแปรด้านความสามารถของการกระโดดพาด	84
บทที่ 5	93
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	93
สรุปผลการวิจัย.....	93
อภิปรายผล.....	95
ข้อเสนอแนะ	102
บรรณานุกรม.....	104
ภาคผนวก.....	113
ประวัติผู้เขียน.....	146

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 คุณสมบัติเส้นใยของกล้ามเนื้อ.....	31
ตารางที่ 2 หลักการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยทั่วๆ ไปด้วยน้ำหนัก	40
ตารางที่ 3 วิธีการฝึกเพื่อพัฒนากล้ามเนื้อ.....	42
ตารางที่ 4 ปริมาณการฝึกพลัยโอเมตริกต่อการฝึกในแต่ละครั้ง	45
ตารางที่ 5 แสดงวิธีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการจับคู่ (Matching)	63
ตารางที่ 6 การอบอุ่นร่างกายและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ.....	67
ตารางที่ 7 การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (กลุ่มทดลองที่ 1)	67
ตารางที่ 8 การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (กลุ่มทดลองที่ 2).....	67
ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ตัวแปรทางด้านสรีรวิทยาพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เปรียบเทียบก่อนการฝึกและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (SUCT) และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (SBCT)	78
ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรด้านความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (1RM) ในท่าบาร์เบลแบ็คสควอทด้วยขาที่ละข้าง (Single-leg barbell back squat) และท่าบาร์เบลแบ็คสควอท (Barbell back squat) โดยการทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (SUCT) และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (SBCT)	79
ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรด้านพลังของกล้ามเนื้อ (Muscular power) ใช้รูปแบบการวัดความสามารถในการกระโดดสูงด้วยขาที่ละข้าง (Single-leg Counter movement jump) ความสามารถในการกระโดดสูงด้วยขาทั้งสองข้าง (Double-leg Counter movement jump) และตัวแปรด้านความสูงในการกระโดดฟาด (High jump kick) ใช้การทดสอบการกระโดดฟาดเซปักตะกร้อในท่าเต็มรอบ (Roll spike) โดยการทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ของกลุ่ม	

ฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (SUCT) และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (SBCT).....	81
ตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรด้านการทรงตัว (Balance) ทดสอบด้วย Star excursion test แบบ 8 ทิศ โดยการทดสอบค่าที่แบบรายคู่ (Paired samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (SUCT) และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (SBCT).....	83
ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรด้านความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (1RM) ในท่าบาร์เบลแบ็คสควอทด้วยขาที่ละข้าง (Single-leg barbell back squat) และท่าบาร์เบลแบ็คสควอท (Barbell back squat) โดยการทดสอบค่าที่แบบอิสระ (Independent samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (SUCT) และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (SBCT).....	84
ตารางที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรด้านพลังของกล้ามเนื้อ (Muscular power) ใช้รูปแบบการวัดความสามารถในการกระโดดสูงด้วยขาที่ละข้าง (Single-leg Counter movement jump) ความสามารถในการกระโดดสูงด้วยขาทั้งสองข้าง (Double-leg Counter movement jump) และตัวแปรด้านความสูงในการกระโดดฟาด (High jump kick) ใช้การทดสอบการกระโดดฟาดเซปักตะกร้อในท่าเต็มรอบ (Roll spike) โดยการทดสอบค่าที่แบบอิสระ (Independent samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (SUCT) และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (SBCT).....	86
ตารางที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรด้านการทรงตัว (Balance) ทดสอบด้วย Star excursion test แบบ 8 ทิศ โดยการทดสอบค่าที่แบบอิสระ (Independent samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (SUCT) และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (SBCT).....	88
ตารางที่ 16 ตารางคำนวณการเปรียบเทียบหาค่าเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงสูงสุด (1RM).....	119
ตารางที่ 17 ตารางการประมาณค่าความแข็งแรงสูงสุด (1RM) และน้ำหนักในการฝึก.....	119
ตารางที่ 18 โปรแกรมการฝึกซ้อมของทั้ง 2 กลุ่ม ระยะเวลา 6 สัปดาห์.....	124

ตารางที่ 19 โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (Specific unilateral complex training)..... 125

ตารางที่ 20 โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (Specific bilateral complex training)..... 128



สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 ตำแหน่งของผู้เล่น กีฬาเซปักตะกร้อ	13
รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ของผืนพื้นฐานระหว่างแรงและความเร็ว	42
รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ของวิธีการฝึกกับการพัฒนาพลัง ความแข็งแรงและความเร็วในการเคลื่อนที่ ..	50
รูปที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย	61
รูปที่ 5 การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรม G*Power	113
รูปที่ 6 เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition analyzer)	117
รูปที่ 7 โอลิมปิคบาร์ (Olympic bar) และแผ่นน้ำหนัก (Rubber plate)	118
รูปที่ 8 เครื่องทดสอบความสูงในการกระโดด (Optojump)	120
รูปที่ 9 บาร์ ส่ง-รับสัญญาณ (Optojump bar)	120
รูปที่ 10 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ซอฟต์แวร์ประมวลผลข้อมูล OptoJump Next	121
รูปที่ 11 Yardstick (แบบประยุกต์)	122
รูปที่ 12 แบบทดสอบ Excursion star test	123
รูปที่ 13 ท่าซิงเกิลเลกบาร์เบลแบ็คสวอท (Single-leg barbell back squat)	126
รูปที่ 14 บล็อกกิ้งจัมป์ (Blocking jumps)	127
รูปที่ 15 ท่าบาร์เบลแบ็คสวอท (Barbell back squat)	129
รูปที่ 16 ท่าบล็อกกิ้งจัมป์ (Blocking jumps)	130
รูปที่ 17 ท่าการหาค่าความพยายามสูงสุดในท่า Blocking jumps	131

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เซปักตะกร้อเป็นการละเล่นของไทยมาแต่โบราณ นิยมเล่นตามลานวัดหรือสถานที่กว้างๆ แต่ไม่มีกฎกติกาและการแข่งขันที่ชัดเจน จนในปีพุทธศักราช 2508 มีการจัดแข่งขันขึ้นเป็นครั้งแรก ณ บริเวณท้องสนามหลวง มีทีมเข้าร่วมการแข่งขันเพียงแค่ 2 ทีม คือทีมจากประเทศไทยและมาเลเซีย ซึ่งในการแข่งขันครั้งนั้นคณะกรรมการประสานงานหรือสมาคมของ 2 ประเทศ สร้างกฎกติกาการสำหรับการแข่งขันและมีการตกลงในการตั้งชื่อใช้เรียกกีฬาชนิดนี้ร่วมกัน ซึ่งเดิมในประเทศมาเลเซียใช้ชื่อว่า “Sepak” ส่วนประเทศไทยจะเรียกว่า “ตะกร้อ” เมื่อรวมกันจึงได้ชื่อว่า “Sepak takraw” (กรมพลศึกษา, 2555) ในปัจจุบันกีฬาเซปักตะกร้อเป็นที่นิยมเล่นอย่างแพร่หลายทั้งเพื่อสุขภาพและการแข่งขัน เนื่องจากเป็นกีฬาที่เล่นเป็นทีม สนุกสนาน ทำท่ายความสามารถและประหยัดค่าใช้จ่าย ดังจะเห็นได้จากในแต่ละปีจะมีการจัดการแข่งขันเซปักตะกร้อที่แข่งขันในระดับชาติและนานาชาติหลายรายการ ไม่ว่าจะเป็นการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติ กีฬานักเรียนนักศึกษาแห่งประเทศไทย กีฬาแห่งชาติ การแข่งขันเซปักตะกร้อซีเกมส์ การแข่งขันเซปักตะกร้อเอเชียนเกมส์ การแข่งขันชิงถ้วยพระราชทานคิงส์คัพและอีกหลายรายการทั่วโลก ซึ่งกีฬาเซปักตะกร้อได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางขึ้นเรื่อยๆ และเป็นอีกหนึ่งชนิดกีฬาที่เติบโตเร็วที่สุดในเอเชียและแพร่กระจายไปมากกว่า 20 ประเทศทั่วโลก เช่น อาร์เจนตินา ออสเตรเลีย บราซิล แคนาดา เกาหลี เยอรมนี อังกฤษ อินเดีย ญี่ปุ่น โปตุเกศ สเปนและสหรัฐอเมริกา เป็นต้น (Jawis, Singh, Singh, & Yassin, 2005)

กีฬาเซปักตะกร้อ แบ่งการแข่งขันออกเป็น เซปักตะกร้อประเภททีมเดี่ยวและเซปักตะกร้อประเภททีมชุด แต่ละทีมจะต้องประกอบด้วยผู้เล่นข้างละ คน ซึ่งจะมีตำแหน่งหน้าขวา ยืนอยู่ฝั่ง 3 ตำแหน่งหน้าซ้าย ยืนอยู่ฝั่ง ”ตัวทำหรือตัวฟาด“ ขวามือของผู้เล่นตำแหน่งหลังหรือที่เรียกว่าทางด้านซ้ายมือของผู้เล่นตำแหน่งหลังหรือที่เรียกว่า “ตัวยกหรือตัวขง” และตำแหน่งหลังหรือ “ตัวเสิร์ฟ” โดยผู้เล่นแต่ละตำแหน่งจะมีหน้าที่และความสำคัญแตกต่างกันออกไป (International Sepaktakraw Federation, 2016) เมื่อเริ่มเล่นฝ่ายที่เป็นผู้ส่งลูกจะต้องเริ่มโยนลูกออกจากมือของตำแหน่งหน้าซ้ายหรือหน้าขวา ขึ้นอยู่กับความถนัดของผู้เล่นหลัง เมื่อลูกเสิร์ฟข้ามตาข่ายไป ผู้เล่นฝ่ายตรงข้ามรับลูกเสิร์ฟ ขงและฟาด ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วตำแหน่งหน้าขวาหรือตัวฟาดจะเป็นคนที่เล่นลูกคนสุดท้ายเพื่อทำคะแนนได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ สุเมธ พรหมอินทร์, นพดล นิมสุวรรณ, และ

ธีรวัฒน์ สุริยปรากฏ (2552) ได้ศึกษาถึง ยุทธวิธีในการวางทีมและการทำคะแนนในการแข่งขันเซปักตะกร้อ กีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ครั้งที่ เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการวางทีมและอัตราส่วน 35 35 การทำคะแนนจากผู้เล่นตำแหน่งต่างๆ ในการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 29.59 พบว่า ตำแหน่งหน้าขวาหรือตัวพาด เป็นตำแหน่งที่สามารถทำคะแนนได้สูงสุดถึงร้อยละ รองลงมาคือตำแหน่งหน้าซ้ายหรือตัวขงสามารถทำคะแนนได้ร้อยละ และตัวหลังหรือตัวเสิร์ฟ 33.33 และจากการศึกษาในครั้งนี้ยังพบว่า ตำแหน่งตัวพาดจะต้อง 38.7 สามารถทำคะแนนได้ร้อยละ 8 กระโดดขึ้นพาดเพื่อทำคะแนนและเป็นตัวสกัดกั้นลูกพาดจากฝ่ายตรงข้าม จากการแข่งขันในรอบทีมสุดท้ายจนถึงรอบชิงชนะเลิศรวมทั้งหมดประมาณ 1,113 ครั้ง

การเตะ การกระโดดขึ้นพาดลูกเพื่อทำคะแนน และการสกัดกั้นลูกจากการพาดของฝ่ายตรงข้าม นักกีฬาจะต้องมีสมรรถภาพที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญและจำเป็นนั่นก็คือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) และพลังของกล้ามเนื้อ (Muscular power) (Chen, Dai, Tang, & Xiao, 2018) สอดคล้องกับ Norlizah, Nagoor, and Sarimah (2014) ที่กล่าวว่า การกระโดดในแนวตั้งเป็นความสามารถพื้นฐานที่สำคัญสำหรับผู้เล่นเซปักตะกร้อโดยเฉพาะตัวพาด ซึ่งตัวพาดและตัวขงต้องกระโดดให้สูงเพื่อพาดและสกัดกั้นการพาดลูกของฝ่ายตรงข้าม ดังที่ วีระชัย มะโนมัย และ วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ (2559) แนะนำว่า การฝึกความแข็งแรงและการฝึกพลังกล้ามเนื้อจะทำให้เพิ่มสมรรถภาพของการกระโดด ดังนั้น การที่จะฝึกการพาดเซปักตะกร้อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด นักกีฬาควรได้รับการฝึกเทคนิคการเตะตัวขึ้นพาดตะกร้อ รวมไปถึงสิ่งที่สำคัญไม่น้อยไปกว่ากันก็คือ การฝึกความแข็งแรง และพลังของกล้ามเนื้อ hip และ knee extensors ซึ่งมีความสำคัญต่อความสามารถของการกระโดด นอกจากการฝึกความแข็งแรงและพลังที่มีความสำคัญแล้ว ภาวะไม่สมดุลหรือขาดสมดุล (disequilibrium) ที่เกิดขึ้นกับหลายๆ ลักษณะของการเคลื่อนไหวในนักกีฬาตัวพาดเซปักตะกร้อก็สามารถส่งผลต่อความสามารถของการขึ้นพาดได้เช่นกัน Heitkamp, Horstmann, Mayer, Weller, and Dickhuth (2001) กล่าวว่า การฝึกการทรงตัวช่วยลดความไม่สมดุลของกล้ามเนื้อ (Imbalance) และยังมีผลต่อการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งการเพิ่มความแข็งแรงมีพื้นฐานมาจากการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่ดี รูปแบบการเคลื่อนไหวจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วยการปรับตัวของระบบประสาทในการประสานงานกันภายในของของกล้ามเนื้อ และการประสานงานกันระหว่างมัดกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับ Boccolini, Brazziti, Bonfanti, and Alberti (2013) ที่ได้กล่าวว่า การทรงตัวที่ดีนั้นขึ้นอยู่กับการประสานกันของระบบกระดูก กล้ามเนื้อและระบบประสาท ซึ่งถ้ามีการทำงานประสานกันได้ดีก็ย่อมส่งผลให้นักกีฬามี

การทรงตัวที่ดี และเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้นักกีฬาเคลื่อนไหวได้อย่างสมบูรณ์แบบ และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น Chen et al. (2018) กล่าวว่า การมีสมรรถภาพที่ดีนั้นนอกจากจะส่งผลช่วยให้กระโดดพาดได้ดีแล้ว ยังมีความสำคัญมากต่อการหลีกเลี่ยงการบาดเจ็บ เนื่องจากกล้ามเนื้อที่แข็งแรงจะไวต่อการฉีกขาดของกล้ามเนื้อที่น้อยกว่า สอดคล้องกับ ณิชารีย์ อังกาบ (2559) ที่กล่าวว่า การลงสู่พื้นหลังจากการกระโดด ถ้าสามารถทรงท่าของร่างกายอยู่ในฐานที่รองรับน้ำหนัก (Base of support) ได้ ร่างกายก็จะไม่สูญเสียการทรงตัว ซึ่งการฝึกการทรงตัวจะให้นักกีฬามีความสามารถในการกระโดดและการลงสู่พื้นที่ดี และช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดการบาดเจ็บทั้งในขณะฝึกซ้อมและในขณะแข่งขันบาดเจ็บ ดังที่ Abdul, Eikman, Benedict, and Teh (2003) กล่าวว่า นักกีฬาเซปักตะกร้อตำแหน่งตัวพาดจะต้องกระโดดขึ้นเพื่อสกัดกั้นและพาดลูก การพาดลูกมีการบิดตัวและการหมุนตัว เพื่อเตะลูกกลางอากาศอย่างทรงพลัง และมักจะทำต่อเนื่องตลอดเกมการแข่งขัน ซึ่งถ้านักกีฬาเซปักตะกร้อมีความภาวะที่สมดุลกันของร่างกาย ความแข็งแรง และพลังของกล้ามเนื้อก็จะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการขึ้นพาดได้เป็นอย่างดี

ความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อในการเล่นกีฬา ได้รับอิทธิพลจากระบบประสาทและกล้ามเนื้อ หรือประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อถูกกำหนดโดยการรวมกันของพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อและขอบเขตที่กล้ามเนื้อถูกกระตุ้น นั่นคือ ปัจจัยทางระบบประสาท (Young, 2006) การฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อสามารถทำได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการฝึกแบบแรงต้าน (Resistance training) การฝึกแบบบอลลิสติก (Ballistic training) การฝึกแบบโอลิมปิก (Olympic training) และการฝึกแบบพลัยโอเมตริก (Plyometric training) ซึ่งในวิธีการฝึกที่แตกต่างกันก็ให้ผลที่ต่างกันไป การฝึกแบบเชิงซ้อน (Complex training) เป็นการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อไปพร้อมๆ กัน โดยมีรูปแบบการฝึกรวมกันในชุดการออกกำลังกายเดียวกันระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) และการฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric) Ebben (2002) สอดคล้องกับ Turner (2009) ได้กล่าวว่า การฝึกแบบเชิงซ้อน เป็นการฝึกแบบการรวมกันของการฝึกแบบแรงต้านและการฝึก พลัยโอเมตริก เป็นการออกกำลังกายที่ใช้น้ำหนักมากตามด้วยการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงกันในชุดฝึกเชิงซ้อนต่อเซต การฝึกแบบเชิงซ้อนมีพื้นฐานมาจากสมมติฐานที่ว่า ความสามารถแบบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นหลังจากที่เพิ่งจะได้รับการหดตัวสูงสุดหรือเกือบจะสูงที่สุด ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า โปสแอคทิเวชัน โทเท็นทิเอชัน หรือพีเอพี (Post-activation potentiation หรือ PAP) (Docherty, Robbins, & Hodgson, 2004) สอดคล้องกับแนวคิดของ Hodgson, Docherty, and Robbins (2005) ที่กล่าว

ว่า การฝึกแบบเชิงซ้อนคือ การฝึกที่เกี่ยวข้องกับการฝึกด้วยแรงต้านด้วยความหนักสูง (heavy resistant exercise; HRE) ก่อนทำการเคลื่อนไหวแบบพลังระเบิดที่มีลักษณะทางชีวกลศาสตร์คล้ายคลึงกันเป็นกลไกของ Post-activation potentiation หรือ PAP เกิดจากกระบวนการฟอสโฟรีเลชัน (Phosphorylation) ของ myosin regulatory light chains ทำให้แอคติน (Actin) และไมโอซิน (Myosin) มีความไวต่อการจับแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) มากขึ้น การฝึกแบบเชิงซ้อน (Complex training) เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากจากนักวิจัยและผู้ฝึกสอนกีฬา เป็นการฝึกที่เหมาะสมที่สุดเพื่อเพิ่มพลัง และนำไปสู่การแสดงสมรรถภาพของนักกีฬา (Docherty et al., 2004)

ในปัจจุบันและที่ผ่านมาได้มีการศึกษาเปรียบเทียบการฝึกแบบเชิงซ้อน ดังเช่น Blakeyl and Southard (1987) ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลการฝึกเชิงซ้อนของการฝึกด้วยน้ำหนัก และพลัยโอเมตริกต่อความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อขา ระยะเวลา 8 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่าง 31 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกด้วยเตี้ยน้ำหนัก 1.1 ม. (High) และฝึกด้วยน้ำหนัก กลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกด้วยเตี้ยน้ำหนัก 0.4 ม. และฝึกด้วยน้ำหนัก และกลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกเตี้ยน้ำหนัก และฝึกด้วยน้ำหนัก พบว่า การฝึกแบบเชิงซ้อนสามารถส่งผลต่อความแข็งแรงและพลังแบบเคลื่อนไหวดีขึ้น Kukrić, Jakovljević, Dobraš, Petrović, Vučković, and Janković (2019) ศึกษาถึงอิทธิพลของการฝึกแบบเชิงซ้อนต่อการผลิตแรงสูงสุดของนักกีฬาบาสเก็ตบอลเยาวชน ระยะเวลา 10 สัปดาห์ ทั้งหมด 20 คน กลุ่มทดลองฝึกด้วยเทคนิคบาสเก็ตบอลร่วมกับการฝึกแบบเชิงซ้อน กลุ่มควบคุมฝึกด้วยเทคนิคบาสเก็ตบอลเพียงอย่างเดียว พบว่า การฝึกแบบเชิงซ้อนมีผลในเชิงบวกต่อการพัฒนาแรงสูงสุดและมีอัตราการพัฒนาพลังเพิ่มขึ้น แต่กลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Firdaus, Kuan, and Krasilshchikov (2018) ศึกษาเกี่ยวกับการฝึกแบบเชิงซ้อนต่อความแข็งแรงของนักกีฬายกน้ำหนักชาย ระยะเวลา 6 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่าง 17 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง ฝึกแบบเชิงซ้อน 9 คน และกลุ่มควบคุมฝึกด้วยแรงต้าน 8 คน พบว่า หลังการฝึกแบบเชิงซ้อนสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ดีขึ้น Li, Wang, Newton, Sutton, Shi, and Ding (2019) ได้ศึกษาถึงผลการฝึกแบบเชิงซ้อนกับการฝึกด้วยแรงต้านที่ระดับความหนักสูงต่อการปรับตัวของระบบประสาท การวิ่งโดยใช้พลังงานน้อยที่สุด และสมรรถภาพ 5 กม. ในนักวิ่งระยะไกลที่ได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดี ระยะเวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ ทั้งหมด 28 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มฝึกแบบเชิงซ้อนและฝึกความอดทน 10 คน กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมที่ระดับความหนักสูง (Heavy resistance training; HRT) และฝึกความอดทน 9 คน และกลุ่มควบคุม 9 คน ฝึกความแข็งแรงทนทานและความอดทน พบว่า กลุ่มที่ฝึกแบบเชิงซ้อนและกลุ่ม HRT ร่วมกับการฝึกความอดทน

สามารถพัฒนาสมรรถภาพความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อได้อย่างมาก และยังชี้ให้เห็นว่าประโยชน์ในการเพิ่มขึ้นของแรงในกลุ่มที่ฝึกแบบเชิงซ้อนช่วยลดความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดได้ MacDonald, Lamont, and Garner (2012) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม การฝึกด้วยพลัยโอเมตริกและการฝึกแบบเชิงซ้อนต่อความแข็งแรงและองค์ประกอบของร่างกาย ระยะการฝึก 6 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่าง 30 คน กลุ่มฝึกด้วยน้ำหนักแบบดั้งเดิม กลุ่มฝึกด้วยพลัยโอเมตริก และกลุ่มที่ฝึกแบบเชิงซ้อน พบว่า กลุ่มที่ฝึกแบบเชิงซ้อนมีการพัฒนาความแข็งแรงและองค์ประกอบของร่างกายดีกว่าเมื่อเทียบกับการฝึกด้วยน้ำหนักแบบดั้งเดิมและการฝึกแบบพลัยโอเมตริก

การฝึกส่วนใหญ่จะให้นักกีฬากระโดดด้วยขาทั้งสองข้างพร้อมกัน แต่ทักษะการเคลื่อนไหวส่วนมากอาศัยพื้นฐานการเคลื่อนที่ของกล้ามเนื้อส่วนล่างลำตัว เช่น การวิ่ง การขว้าง การตี การเตะ การกระโดดในแนวตั้งและแนวนอน และการเปลี่ยนทิศทางการวิ่ง ทั้งหมดจะเกิดกับขาข้างเดียวที่ต้องรับน้ำหนักทั้งสิ้น (McCurdy, Langford, Doscher, Wiley, & Mallard, 2005) การพาดในกีฬาเซปักตะกร้อก็เช่นเดียวกัน ทุกครั้งที่มีการเตะตัวขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการกระโดดขึ้นพาดลูกหน้าตาข่ายหรือสกัดกั้นนั้น ผู้เล่นจะต้องเตะตัวขึ้นด้วยขาข้างที่ถนัดข้างเดียว วีระชัย มะโนมัย และวีรวุฒิ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ (2559) และ McCurdy et al. (2005) แนะนำว่าเพื่อการเพิ่มความสามารถอย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกด้วยแรงต้านควรฝึกให้ใกล้เคียงกับกลศาสตร์การเคลื่อนไหว และแรงที่แสดงออกในทักษะของกีฬานั้นๆ และจากการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านระหว่างขาสองข้างพร้อมกัน (ขาคู่) และขาข้างเดียวต่อความแข็งแรงของร่างกายส่วนล่างและพลัง โดยทำการฝึกด้วยแรงต้านและพลัยโอเมตริกร่วมกัน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียว มีความสูงในการกระโดดด้วยขาข้างเดียว และพลังมากกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยขาคู่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Bogdanis, Tsoukos, Kaloheri, Terzis, Veligekas, and Brown (2019) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาทีละข้างและแบบขาคู่ต่อความสามารถในการกระโดดและความแข็งแรงของขาข้างเดียวและทั้งสองข้าง 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาทีละข้างมีการปรับปรุงประสิทธิภาพของพลังระเบิดในการทดสอบทั้งแบบขาข้างเดียวและทั้งสองข้าง ในขณะเดียวกันของการฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาคู่มีเพียงการทดสอบแบบขาทั้งสองข้างเท่านั้นที่เพิ่มขึ้น Speirs, Bennett, Finn, and Turner (2016) ได้ทำการศึกษาการฝึกย่อสค๊อทแบบขาทีละข้างกับขาคู่ต่อความแข็งแรง การวิ่งเร็วและการเปลี่ยนทิศทางในนักกีฬาสโมสรรักบี้ ระยะเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกแบบขาทีละข้างมีการเปลี่ยนแปลงด้านความแข็งแรงในการทดสอบท่าแบ็คสค๊อทมากกว่า

กลุ่มที่ฝึกด้วยขาคู่ และจากการศึกษาของ ได้ทำการศึกษาถึงการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ระหว่างการฝึกแบบทั้งสอง แบบที่ละข้าง พบว่า การฝึกแบบที่ละข้างเพิ่มการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวดีกว่าฝึกแบบทั้งสองข้างพร้อมกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Andersen, Finland, Brennst, Haslestad, Lundteigen, Skalleberg, and et al. (2014) ที่ได้ศึกษาถึงการทำงานและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในท่าสควอทและบัลแกเรียนสควอทบนพื้นผิวที่มั่นคงและไม่มั่นคง จากการศึกษาพบว่า กล้ามเนื้อ biceps femoris และกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวถูกกระตุ้นมากสำหรับท่าบัลแกเรียนสควอท (Bulgarian squat) เมื่อเทียบกับท่าสควอทธรรมดา

แม้ว่าจะมีการวิจัย ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบเชิงซ้อน การฝึกด้วยแรงต้าน และการฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาที่ละข้างมาก่อนแล้ว แต่การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงกับทักษะกีฬาด้วยขาที่ละข้างยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบในนักกีฬาเซปักตะกร้อตำแหน่งตัวพาดมาก่อน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างที่มีต่อความแข็งแรง พลังของกล้ามเนื้อขา ความสูงในการกระโดดขึ้นพาด และการทรงตัว ซึ่งเป็นสมรรถภาพที่ส่งผลต่อความสามารถของการขึ้นพาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชาย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ และเป็นแนวทางสำหรับการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาความสามารถสูงสุดไปสู่ชัยชนะต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างต่อความแข็งแรง พลังของกล้ามเนื้อขา ความสูงในการกระโดดพาด และการทรงตัวต่อความสามารถของการขึ้นพาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อตำแหน่งตัวพาดระดับเยาวชนชาย

2. เพื่อเปรียบเทียบระหว่างผลการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างและการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างที่มีต่อความแข็งแรง พลังของกล้ามเนื้อขา ความสูงในการกระโดดพาด และการทรงตัวต่อความสามารถของการขึ้นพาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อตำแหน่งตัวพาดระดับเยาวชนชาย

คำถามในการวิจัย

1. การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างส่งผลต่อความสามารถของการขึ้นพาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชายหรือไม่

2. การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างส่งผลต่อความสามารถของการขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชายแตกต่างกันหรือไม่

สมมุติฐานของการวิจัย

1. การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างส่งผลต่อความสามารถของการขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชาย

2. การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างส่งผลดีต่อความสามารถของการขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชายมากกว่าการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งตัวฟาด เพศชาย

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งตัวฟาด เพศชาย อายุ 16-18 ปี เป็นนักกีฬาสังกัดจังหวัดร้อยเอ็ด ที่เคยเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติมาแล้วอย่างน้อย 1 ครั้ง จำนวน 24 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน คือ

1.2.1 กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 ฝึกตามรูปแบบการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างควบคู่กับการฝึกตามโปรแกรมฝึกกีฬาเซปักตะกร้อ

1.2.2 กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 ฝึกตามรูปแบบการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างควบคู่กับการฝึกตามโปรแกรมฝึกกีฬาเซปักตะกร้อ

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

2.1 ตัวแปรอิสระ (Independent variables) คือ

2.1.1 การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง

2.1.2 การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent variables) คือ ความสามารถในการขึ้นฟาด ได้แก่

2.2.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (Muscular strength)

2.2.2 พลังของกล้ามเนื้อขา (Muscular power)

2.2.3 ความสูงในการกระโดดพาด (High jump kick)

2.2.4 การทรงตัว (Balance)

3. ขอบเขตด้านสถานที่

3.1 สถานที่ที่ใช้ในการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงด้านซ้ายคือ โรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด

3.2 สถานที่ที่ใช้ในการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงด้านทั้งสองข้าง คือ โรงเรียนเทศบาลหนองหญ้าม้า (โรงเรียนกีฬาเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด)

3.3 สถานที่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ โรงยิมเอนกประสงค์ โรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด

4. ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 6 สัปดาห์

คำจำกัดความของการวิจัย

กีฬาเซปักตะกร้อ (Sepak-Takraw) หมายถึง ชื่อกีฬาชนิดหนึ่ง ใช้ลูกตะกร้อส่งข้ามตาข่ายโต้กันไปมา โดยใช้ขา เท้า เข่า ลำตัวและศีรษะ เพื่อรับ-ส่งลูก มีผู้เล่นฝ่ายละ 3 คน การเริ่มส่งลูกแต่ละครั้ง ฝ่ายส่งจะต้องยืนอยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ การเล่นแบ่งเป็น 3 เซต ฝ่ายที่ชนะ 2 ใน 3 เซตคือ ฝ่ายชนะ

ตำแหน่งตัวพาด (Spiker) หมายถึง ตำแหน่งที่ยืนอยู่หน้าตาข่าย หน้าซ้ายหรือหน้าขวาก็ได้ แต่มีหน้าที่หลักในการเล่นลูกรุกเหนือตาข่ายเพื่อทำคะแนน

ความสามารถในการกระโดดขึ้นพาด (Spike performance) หมายถึง ความสามารถของนักกีฬาเซปักตะกร้อตำแหน่งตัวพาดในการปฏิบัติทักษะการพาดให้ลูกตะกร้อไปตกในแดนของคู่ต่อสู้จนไม่สามารถโต้กลับคืนมาได้ ซึ่งนักกีฬาจะแสดงความสามารถได้ดีขึ้นอยู่กับสมรรถภาพที่จำเป็นสำหรับการกระโดดขึ้นพาด ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) พลังของกล้ามเนื้อ (Muscular power) ความอ่อนตัว (Flexibility) การทรงตัว (Balance) และการทำงานประสานกันระหว่างระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ (Coordination)

การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (Specific unilateral complex training) หมายถึง การฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อไปพร้อมกัน ในการวิจัยนี้ โปรแกรมการฝึกเป็นการรวมการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) ที่ความหนักระดับสูง เพื่อกระตุ้นเส้นใยประสาท (Neuromuscular) แบบขาข้างเดียวรับน้ำหนัก และตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวงจรเหยียด-สั้น (Stretch-shorten cycle) ในท่าที่เฉพาะสำหรับการสกัดกั้นแบบใช้ขาและลำตัว ทันทันในแต่ละชุดของการฝึก เพื่อใช้ในการพัฒนาความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ในการฝึกขั้นนี้จะใช้ท่าที่ใช้กลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกับการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อในขั้นแรก

การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (Specific bilateral complex training) หมายถึง การฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อไปพร้อมกัน โปรแกรมการฝึกเป็นการรวมการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) ที่ความหนักระดับสูง เพื่อกระตุ้นเส้นใยประสาท (Neuromuscular) แบบขาทั้งสองข้างรับน้ำหนัก และตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวงจรเหยียด-สั้น (Stretch-shorten cycle) ในท่าที่เฉพาะสำหรับการสกัดกั้นแบบใช้ขาและลำตัว ทันทันในแต่ละชุดของการฝึก

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) หมายถึง ความสามารถสูงสุดของกล้ามเนื้อ ในการพยายามออกแรงสูงสุด เพื่อที่จะเอาชนะแรงต้านในช่วงการหดตัว 1 ครั้ง ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบความแข็งแรงของความหนักสูงสุด (One repetition maximum) ในท่าซิงเกิ้ลเลก บาร์เบลแบ็คสควอท (Single-leg barbell back squat) และท่าบาร์เบลแบ็คสควอท (Barbell back squat) ด้วยโอลิมปิคบาร์เบล (Olympic barbell) นำน้ำหนักที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถยกได้สูงสุด มาวิเคราะห์ข้อมูล

พลังของกล้ามเนื้อ (Muscular power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัว เพื่อทำงานด้วยความเร็วสูง แรงหรืองานที่ได้เป็นผลรวมของความแข็งแรง และความเร็วที่ใช้ในช่วงระยะเวลานั้นๆ โดยการทดสอบความสามารถในการกระโดดสูง (Countermovement jump) เพื่อดูค่าพลังของกล้ามเนื้อด้วยเครื่องทดสอบความสูงในการกระโดด (Optojump) นักกีฬาทำการกระโดด ท่าละ 3 ครั้ง ซึ่งในแต่ละครั้งจะมีเวลาพักครั้งละ 1 นาที และนำค่าการทดสอบความสูงในการกระโดด (High jump) มาเป็นข้อมูล โดยเลือกการกระโดดครั้งที่ได้ค่ามากที่สุดมาวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

ความสูงในการกระโดดฟาด (High jump kick) หมายถึง ความสามารถในการกระโดดฟาดเซปักตะกร้อ (Spike) สูงสุด ในงานวิจัยนี้ใช้การทดสอบความสูงของการฟาดในท่าเต็มรอบ (Roll spike) ด้วยอุปกรณ์การทดสอบ Yardstick แบบประยุกต์เพื่อให้เหมาะสำหรับการใช้เท้าฟาด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

การทรงตัว (Balance) หมายถึง ความสามารถในการรักษาความสมดุลของร่างกายในขณะเคลื่อนไหว (Dynamic balance) ซึ่งเป็นความสามารถในการทำงานประสานกันระหว่างระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ โดยทำการทดสอบในหลายทิศทาง ด้วยการทดสอบ Star excursion balance test 8 ทิศ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงผลการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างต่อความสามารถของการขึ้นฟาด ซึ่งจะช่วยให้ นักกีฬาเซปักตะกร้อตำแหน่งตัวฟาดแสดงศักยภาพออกมาได้ดีขึ้น
2. ผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อหรือตัวนักกีฬาเอง สามารถนำรูปแบบการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะ เจาะจงไปประยุกต์ให้เป็นส่วนหนึ่งในโปรแกรมการฝึก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขึ้นฟาด การสกัดกัน อีกทั้งยังสามารถป้องกันการบาดเจ็บได้
3. ได้ทราบถึงแนวทางการฝึกที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจในการสร้างสมรรถภาพด้านความแข็งแรง พลังของกล้ามเนื้อ ความสมดุลของร่างกายในขณะเคลื่อนไหว เพื่อส่งเสริมศักยภาพของนักกีฬาสู่ความเป็นเลิศต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างที่มีต่อความสามารถของการขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชาย ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลต่างๆ จากหนังสือ วารสาร เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจในด้านการฝึกเชิงซ้อน ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. กีฬาเซปักตะกร้อ
 - 1.1 ประวัติ กฎ กติกา กีฬาเซปักตะกร้อ
 - 1.2 ประเภทของกีฬาเซปักตะกร้อ
 - 1.3 หน้าที่และความสำคัญของนักกีฬาเซปักตะกร้อ แต่ละตำแหน่ง
2. ความสำคัญของสมรรถภาพทางกาย
 - 2.1 ความหมายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย
 - 2.2 สมรรถภาพทางกายที่สำคัญสำหรับนักกีฬาเซปักตะกร้อ
3. การทำงานของกล้ามเนื้อ
 - 3.1 ระบบกล้ามเนื้อ
 - 3.2 กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อ
4. แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับการฝึก
 - 4.1 หลักการฝึกสมรรถภาพทางกาย
 - 4.2 หลักการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
 - 4.3 หลักการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ
 - 4.4 หลักการฝึกการทรงตัว
 - 4.5 การฝึกแบบเชิงซ้อน (Complex Training)
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ
 - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

กีฬาเซปักตะกร้อ

1. ประวัติ กฎ กติกา กีฬาเซปักตะกร้อ

กรมพลศึกษา (2555) จากเอกสารคู่มือผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อ ได้อธิบายถึงความเป็นมาของกีฬาเซปักตะกร้อตั้งแต่เริ่มต้น โดย พ.ศ. 2508 ประมาณเดือนเมษายน สมาคมกีฬาไทยในพระราชูปถัมภ์ ได้จัดงานเทศกาลกีฬาไทย ณ ท้องสนามหลวง กรุงเทพมหานคร ครั้งนั้น สมาคมกีฬาตะกร้อจากเมืองป็นัง ประเทศมาเลเซีย ได้นำวิธีการเล่นตะกร้อของมาเลเซีย คือ “เซปัก รากา จาริง” (SEPAK RAGA JARING) มาเผยแพร่เพื่อเชื่อมสัมพันธ์ไมตรี และแลกเปลี่ยนศิลปวัฒนธรรมระหว่างประเทศไทย กับมาเลเซีย โดยจัดให้มีการสาธิตกีฬาของทั้งสองประเทศ ใช้วิธีเล่นตามกติกาของประเทศมาเลเซีย 1 วัน และเล่นตามกติกาของประเทศไทย 1 วัน จากผลของการสาธิต จึงได้มีการประชุมพิจารณาร่วมกัน กำหนดกติกาการเล่นกีฬาตะกร้อขึ้นใหม่ เพื่อนำเสนอเข้าแข่งขันในกีฬาแหลมทอง (SEAP GAMES) ครั้งที่ 3 ให้ตั้งชื่อว่า “เซปัก-ตะกร้อ” เป็นภาษาของ 2 ชาติรวมกัน กล่าวคือคำว่า “เซปัก” เป็นภาษามาเลเซีย แปลว่า “เตะ” คำว่า “ตะกร้อ” เป็นภาษาไทย หมายถึง “ลูกบอล”

กีฬาเซปักตะกร้อในประเทศไทย

กล่าวว่า สำหรับกีฬาเซปักตะกร้อในประเทศไทยได้รับความนิยมสูงมากทุกภูมิภาคของประเทศ และมีการเล่นการแข่งขันทุกระดับ ตั้งแต่ระดับรากหญ้าจนถึงระดับชาติ ในแต่ละภูมิภาคมีรูปแบบการเล่นมาตรฐานเดียวกัน ส่วนเทคนิคและเอกลักษณ์การเล่น แต่ละภูมิภาคอาจมีความแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย มีความโดดเด่นที่แตกต่างกัน ด้วยความนิยมเล่นกีฬาเซปักตะกร้อของคนไทยนี้เองที่ทำให้กีฬาเซปักตะกร้อของไทยพัฒนาขึ้นมา จะสังเกตได้จากผลการแข่งขันกีฬาเซปักตะกร้อในการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ และเอเชียนเกมส์ ซึ่งประเทศไทยได้รับชัยชนะมากขึ้นเป็นลำดับมาจนถึงทุกวันนี้ และเป็นกีฬาชนิดที่สองที่ได้รับการยกย่อง และจัดให้เป็นกีฬาอาชีพรองจากกีฬาฟุตบอล

กีฬาเซปักตะกร้อระดับนานาชาติ

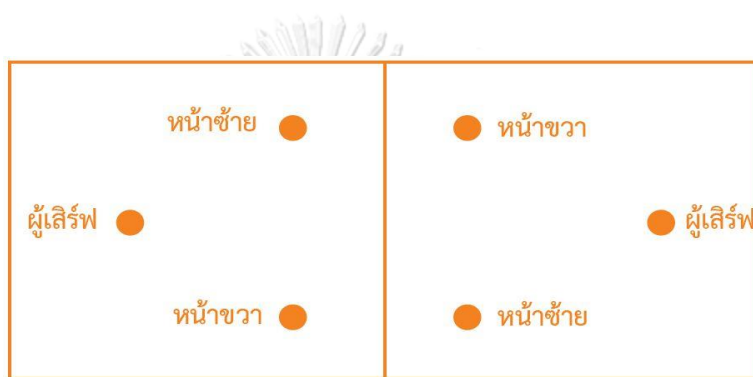
ในปัจจุบันกีฬาเซปักตะกร้อได้แพร่หลายไปในหลายๆ ประเทศทั่วเอเชีย ยุโรปและอเมริกา จะเห็นได้จากการจัดการแข่งขันกีฬาเซปักตะกร้อชิงแชมป์ที่มีหลายประเทศส่งทีมเข้าร่วมการแข่งขันมากมาย เช่น ญี่ปุ่น จีน เกาหลี อินเดีย ลาว ฟินแลนด์ อเมริกา แคนาดา อิตาลี ซึ่งเป็นประเทศใหม่ที่ส่งตัวแทนเข้าร่วมการแข่งขัน ส่วนกลุ่มประเทศเก่าได้แก่ สิงคโปร์ บรูไน ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย มาเลเซียและไทย เป็นต้น จากการที่มีประเทศต่างๆ เข้าร่วมการแข่งขันมากขึ้น มาตรฐานการแข่งขันจึงสูงขึ้น มีรูปแบบการเล่นใหม่ๆ มากขึ้น กติกาก็มีการเปลี่ยนให้ทันเทคนิคการเล่นอยู่เสมอ

กฎ กติกาสำหรับกีฬาเซปักตะกร้อ

International Sepaktakraw Federation (2016) กล่าวถึง กฎ กติกา สำหรับการแข่งขัน กีฬาเซปักตะกร้อของสหพันธ์เซปักตะกร้อนานาชาติ (ISTAF) ดังนี้

ผู้เล่น

การแข่งขันแบ่งออกเป็น 2 ทีม ประกอบด้วยผู้เล่นฝ่ายละ 3 คน ผู้เล่นคนหนึ่งในสามคนจะเป็นผู้เสิร์ฟและอยู่ด้านหลังเรียกว่า “เตกองหรือผู้เสิร์ฟ” (Tekong Server) ผู้เล่นอีกสองคนอยู่ด้านหน้า โดยคนหนึ่งจะอยู่ด้านซ้ายและอีกคนจะอยู่ด้านขวาคนที่อยู่ด้านซ้ายเรียกว่า “หน้าซ้าย” (Left Inside) และคนที่อยู่ ด้านขวา เรียกว่า “หน้าขวา” (Right Inside) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตำแหน่งของผู้เล่น กีฬาเซปักตะกร้อ

ที่มา : International Sepaktakraw Federation (2016)

การนับแต้ม

ทีมที่ได้เสิร์ฟก่อนจะเสิร์ฟติดต่อกัน 3 ครั้ง ในขณะที่อีกทีมหนึ่งก็จะได้สิทธิ์การเสิร์ฟในลักษณะเดียวกัน หลังจากนั้นให้สลับกันเสิร์ฟทุกๆ 3 คะแนน ไม่ว่าจะฝ่ายใดจะได้คะแนนหรือเสียคะแนน เมื่อเกิดลูกครูด (Rolling Ball) ให้นับเป็น 1 ครั้ง เมื่อลูกตะกร้อสัมผัสส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายผู้เล่นจากคอลลงไป และไหลไปสู่ส่วนอื่นของร่างกายโดยไม่ได้ตั้งใจ การชนะในแต่ละเซตผู้ชนะต้องทำคะแนนได้ 21 คะแนน จึงจะถือว่าชนะ เมื่อทั้งสองทีมทำคะแนนได้เท่ากันที่ 20 : 20 ในการแข่งขันในเซตนั้น ผู้ชนะต้องมีคะแนนนำที่ต่างกันอย่างน้อย 2 คะแนน หรือทีมใดทีมหนึ่งทำคะแนนถึง 25 คะแนนก่อน ซึ่งการเสิร์ฟจะสลับกันทุกคะแนน ในการแข่งขันแต่ละครั้งจะต้องชนะกันภายใน 3 เซต มีการพักระหว่างเซต 2 นาที และเรียกแต่ละเซตว่า เซตที่หนึ่ง เซตที่สอง เซตที่สาม ทีมที่เป็นฝ่ายรับจากการเริ่มเล่นในเซตใดก็ตาม จะเป็นฝ่ายเริ่มเสิร์ฟก่อนในเซตต่อไป ผู้เล่นจะต้องเปลี่ยนแดนก่อน

เริ่มการแข่งขันในแต่ละเซต ในระหว่างเซตที่ 3 จะมีการเปลี่ยนแดนเมื่อทีมใดทีมหนึ่งมี 11 คะแนน ทีมใดที่ชนะ 2 เซต จะเป้น ฝ่ายชนะการแข่งขัน

2. ประเภทของกีฬาเซปักตะกร้อ

กล่าวถึงประเภทในการแข่งกีฬาเซปักตะกร้อในปัจจุบัน ได้แก่

ประเภททีมเดี่ยว แต่ละทีมประกอบด้วยผู้เล่นอย่างน้อย 3 คน และไม่เกิน 5 คน (1 ทีม มีผู้เล่น 3 คน สำรอง 2 คน) ผู้เล่นทุกคนต้องลงทะเบียนเพื่อเข้าร่วมการแข่งขันทุกครั้ง ก่อนการแข่งขัน แต่ละทีมต้องมีผู้เล่นที่ขึ้นทะเบียนอย่างน้อย 3 คน พร้อมทั้งจะลงแข่งขันในสนามแข่งขัน ในระหว่างการแข่งขัน ทีมใดมีผู้เล่นน้อยกว่า 3 คน ในสนามแข่งขันจะไม่อนุญาตให้ทำการแข่งขันและถูกปรับเป็นฝ่ายแพ้ในการแข่งขัน

ประเภททีมชุด แต่ละทีมประกอบด้วยผู้เล่นอย่างน้อย 9 คน และไม่เกิน 12 คน (3 ทีม ผู้เล่นทีมละ 3 คน สำรอง 3 คน) ผู้เล่นแต่ละคนต้องลงทะเบียนเพื่อเข้าร่วมการแข่งขันทุกครั้ง แต่ละทีมจะมีผู้เล่นที่ลงทะเบียนเป็นผู้เล่นสำรองได้ไม่เกิน 3 คน และอนุญาตให้ผู้เล่นสำรองเปลี่ยนตัวลงแข่งขันได้เพียงทีมใดทีมหนึ่งเท่านั้น ก่อนการแข่งขัน แต่ละทีมต้องมีผู้เล่นที่ขึ้นทะเบียนอย่างน้อย 9 คน พร้อมทั้งจะลงแข่งขันในสนามแข่งขัน ทีมใดที่มีผู้เล่นน้อยกว่า 9 คน จะไม่อนุญาตให้เข้าแข่งขันและถือว่าถูกปรับให้เป็นฝ่ายแพ้ในการแข่งขัน

ประเภทคู่ มีนักกีฬา 2 คน สำรอง 1 คน วิธีการแข่งขันเช่นเดียวกับประเภททีมเดี่ยว ยกเว้นการเสิร์ฟ นักกีฬาที่ทำการเสิร์ฟลูกจะต้องยืนอยู่นอกสนามด้านหลัง

ประเภทคู่ทีมชุด มีนักกีฬา 3 ทีมเดี่ยว จำนวน 6 คน มีสำรองได้ 3 คน ผลการแข่งขันแพ้ชนะกันที่ 2 ใน 3 ทีม ทีมหนึ่งจะแข่งขัน 2 ใน 3 เซต

ประเภทชายหาดทีมเดี่ยว สนามต้องเป็นพื้นทราย ขนาดเท่ากับสนามในร่ม จำนวนนักกีฬาทีมละ 4 คน มีนักกีฬาสำรองได้อีก 2 คน การเสิร์ฟและการเล่นเช่นเดียวกับประเภทคู่ ผลแพ้ชนะ 3 ใน 5 เซตๆ ละ 21 คะแนน

ประเภทชายหาดทีมชุด มีนักกีฬา 8 คน สำรอง 4 คน แต่ละทีมแข่งขัน 2 ใน 3 เซต 21 คะแนน หากผลัดกันชนะและแพ้ 1:1 ทีม จะต้องทำการแข่งขันในทีมที่ 3 โดยทีมที่ 3 จะต้องคัดนักกีฬาจาก 2 ทีมแรก มาทำการแข่งขันจำนวน 4 คน และสำรองอีก 2 คน

ซึ่งการแข่งขันไม่ว่าจะเป็นประเภทใด ผู้เล่นจะมีหน้าที่ในการเล่นลูกและความสำคัญแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ถนัดของผู้เล่นนั้น

3. หน้าที่และความสำคัญของนักกีฬาเซปักตะกร้อแต่ละตำแหน่ง

ภัทรพล ทองนำ (2553) ในการแข่งขันกีฬาเซปักตะกร้อประเภททีมเดี่ยว และประเภททีมชุด ประกอบด้วยผู้เล่นข้างละ) คนคือผู้เล่นตำแหน่งหลัง (3Back) ผู้เล่นตำแหน่งหน้าขวา (Right Inside) ยืนอยู่ทางด้านขวามือของผู้เล่นตำแหน่งหลัง ผู้เล่นตำแหน่งหน้าซ้าย (Left Inside) ยืนอยู่ทางด้านซ้ายมือของผู้เล่นตำแหน่งหลัง (Back) ซึ่งแต่ละคนจะมีหน้าที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

ตำแหน่งหน้าขวา (Right Inside) เมื่อเริ่มแข่งขัน จะมีหน้าที่ที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

การโยนลูก เพื่อให้ตำแหน่งหลังเป็นผู้เสิร์ฟ นำเข้าสู่การเล่น เป็นการปล่อยลูกตะกร้อออกจากมือ เพื่อโยนให้ผู้เสิร์ฟให้มีความเหมาะสมกับจังหวะของการเสิร์ฟ ซึ่งจะส่งผลต่อการเสิร์ฟมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งถือว่าเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการโยนเป็นสำคัญ

การรุก เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากในการเล่นกีฬาเซปักตะกร้อ เป็นการรุกรุกกลับด้วยวิธีต่างๆ เพื่อทำคะแนน การรุกรุกโดยการเล่นลูกเพื่อทำคะแนน มีหลากหลายรูปแบบและหลายวิธี ดังนี้

- การทำด้วยศีรษะ ผู้เล่นที่ใช้ศีรษะทำต้องเป็นผู้เล่นที่มีความสูงพอประมาณ หรือไม่ก็ต้องเป็นผู้เล่นที่กระโดดได้สูง สามารถเตะเข้าได้ดีจึงจะสามารถเล่นลูกนี้ได้ผล เพราะต้องใช้ศีรษะเขกลูกให้ข้ามตาข่ายแล้วพุ่งลงแดนของคู่ต่อสู้ด้วยความแรงและเร็ว เมื่อได้จังหวะที่ลูกตะกร้อลอยอยู่เอียงไปทางด้านหน้าเล็กน้อย ให้กระโดดโดยใช้เท้าข้างที่ไม่ถนัดเป็นเท้ากระโดด แล้วพุ่งศีรษะเข้าหาลูกอย่างเต็มที่ โดยใช้บริเวณหน้าผากเอียงมาหัวคิ้วเป็นจุดกระทบ ออกแรงพับคอพับเอวเป็นแรงเสริม

- การทำด้วยลูกเหยียบ ลูกเหยียบถือว่าเป็นลูกที่มีประสิทธิภาพลูกหนึ่ง ผู้เล่นที่จะเล่นลูกนี้ได้ดีนั้น ต้องสามารถยกเท้าให้สูงกว่าตาข่ายพอประมาณ จึงจะสามารถเหยียบลูก (กดลูกด้วยฝ่าเท้าได้)

- การทำด้วยปาดลูก เป็นลูกที่ทำได้ผลพอประมาณอีกวิธีหนึ่ง สามารถหยุดยั้งการทำคะแนนของคู่ต่อสู้ หรือเป็นการเพิ่มคะแนนของฝ่ายตัวเองได้ แต่ลูกปาดมีข้อจำกัดตรงที่ว่าผู้ปาดจะต้องใช้ปลายเท้าปาดลูกขณะที่อยู่ในมุมเปิดจึงจะได้ผล กล่าวคือ ถ้าผู้ซ่งขงมาจากหน้าซ้ายผู้ปาดควรจะถนัดซ้าย ถ้าผู้ซ่งขงมาจากหน้าขวา ผู้ปาดควรจะถนัดขวา

- การทำด้วยลูกฟาด ลูกฟาดเป็นลูกที่มีประสิทธิภาพและนิยมมาก เพราะเป็นลูกที่สามารถกระทำได้อย่างเต็มแรง ลูกจะพุ่งลงอย่างแรงและเร็ว (คม) ลูกฟาดเป็นการใช้บริเวณโคนนิ้วเท้าเตะลูกตะกร้อ ซึ่งการฟาดมีหลายรูปแบบหลายทิศทาง เช่น การกระโดดฟาดแบบเต็มรอบ (roll spike) การกระโดดฟาดแบบครึ่งรอบ (half-roll spike) เป็นการยืนหันหลังให้ตาข่าย คำนวณระยะทางที่จะใช้ในการวิ่งกระโดด เมื่อลูกมาถึงระดับที่สามารถเล่นได้ให้เริ่มวิ่งและกระโดดโดยเตะเท้าที่ไม่ถนัดขึ้นไปก่อน (ซึ่งเป็นเท้าที่ไม่เตะตะกร้อ) และตามด้วยเท้าถนัดเตะลูกตะกร้อที่ลอยอยู่บนอากาศ แล้วนำเท้าที่เตะนั้นลงสู่พื้นก่อนเท้าที่ไม่เตะลูกตะกร้อ และแบบซันแบค (sunback spike) ต้องยืนหันหลังให้ตาข่าย และเมื่อลูกมาถึงระดับที่สามารถเล่นได้ ให้กระโดดเตะเท้าที่ไม่ถนัดขึ้นไปก่อน เมื่อเท้านี้ตกลงมาให้เท้าข้างที่ถนัดขึ้นไปเตะลูกกลางอากาศ พร้อมกับสับหลังเท้าให้บริเวณปลายหลังเท้ากระทบลูกตะกร้อ

การรับลูกเสิร์ฟ คือ การรับหรือเปิดลูกตะกร้อครั้งแรกจากการเสิร์ฟ (ส่งลูก) ของคู่แข่งชั้น โดยใช้อวัยวะส่วนสำคัญของร่างกาย เช่น ข้างเท้าด้านใน ศีรษะ เข่า หลังเท้า ข้างเท้าด้านนอก ไหล่ และหน้าอก ซึ่งไม่ผิดกติกาการรับลูกเสิร์ฟ การเปิดลูกตะกร้อครั้งแรกควรที่จะทำให้เป็นลูกตีไว้ก่อน เพื่อที่จะได้เล่นครั้งที่ 2 และ 3 ได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น หรือง่ายต่อการตอบโต้กลับ

ตำแหน่งหน้าซ้าย (Left Inside)

การโยนลูก ในกรณีที่ตัวเสิร์ฟถนัดซ้าย เป็นการนำเข้าสู่การเล่น โดยการปล่อยลูกตะกร้อออกจากมือ เพื่อโยนให้ผู้เสิร์ฟให้มีความเหมาะสมกับจังหวะของการเสิร์ฟ

การรุก ในตำแหน่งหน้าซ้ายจะทำการรุกในบางครั้งเมื่อมีโอกาส เป็นการรุกรับด้วยวิธีต่างๆ เพื่อทำคะแนนเช่นเดียวกับตำแหน่งหน้าขวา

การรับลูกเสิร์ฟ เป็นการรับหรือเปิดลูกตะกร้อครั้งแรกจากการเสิร์ฟ (ส่งลูก) ของคู่แข่งชั้น โดยใช้อวัยวะส่วนสำคัญของร่างกาย ยกเว้นแขนและมือ เพื่อเล่นลูก 2 และ 3 ต่อไป

การตั้ง (การขงลูกตะกร้อ) คือการเล่นครั้งที่ 2 หรืออาจจะครั้งแรกก็ได้ โดยใช้อวัยวะส่วนที่สำคัญ ง่าย และสะดวกต่อการตั้งลูกตะกร้อ คือ ข้างเท้าด้านในและศีรษะ ซึ่งถือว่ามีความแน่นอนแม่นยำ เป็นที่นิยมใช้โดยทั่วไป จุดมุ่งหมายของการตั้งลูกเป็นการเล่นเพื่อเตรียมโต้กลับหลังจากการรับเสิร์ฟ ซึ่งจะส่งผลถึงการรุกที่มีประสิทธิภาพ

ตำแหน่งหลัง (Back) หรือผู้เสิร์ฟตะกร้อ มีหน้าที่ดังต่อไปนี้

การเสิร์ฟ คือ การเตะตะกร้อด้วยข้างเท้าด้านใน หลังเท้าหรือหน้าเท้า (ฝ่าเท้า) โดยให้ตะกร้อข้ามตาข่ายไปตกในพื้นที่ของคู่แข่งชั้นที่กำหนดไว้ตามกติกา เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องจากการโยน เป็นการเริ่มและเป็นการรุกจากฝ่ายที่มีโอกาสส่งลูก การเสิร์ฟที่มีประสิทธิภาพสูงจะมีความแน่นอนแม่นยำ ผลตอบแทนที่มีค่า คือการได้รับคะแนน

การรับลูกเสิร์ฟ จะเป็นตำแหน่งที่รับหรือเปิดลูกตะกร้อครั้งแรกจากการเสิร์ฟ (ส่งลูก) ของคู่แข่งชั้นมากที่สุดเนื่องจากยืนอยู่จุดตรงกลาง โดยใช้อวัยวะส่วนสำคัญของร่างกาย ยกเว้นแขนและมือเพื่อ เล่นลูก 2 และ 3 ต่อไป เช่นเดียวกับตำแหน่งหน้าซ้ายและตำแหน่งหน้าขวา

การตั้ง (การชงลูกตะกร้อ) คือการเล่นครั้งที่ 2 หรืออาจจะเป็นครั้งแรกก็ได้ โดยใช้อวัยวะส่วนที่สำคัญ ง่าย และสะดวกต่อการตั้งลูกตะกร้อ ในการตั้งลูกของตำแหน่งหลังส่วนมากจะเกิดขึ้นในกรณีที่ตั้งตำแหน่งหน้าซ้ายหรือตัวซง ไม่สามารถมาเล่นลูกได้ทัน

การที่นักกีฬาเซปักตะกร้อทั้ง 3 ตำแหน่งจะสามารถทำหน้าที่ของตัวเองได้ดีนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับ ทักษะ และสมรรถภาพที่ดีที่จะส่งเสริมให้นักกีฬาแสดงศักยภาพออกมา

ความสำคัญของสมรรถภาพทางกาย

1. ความหมายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย

สมรรถภาพทางกายหรือความฟิต หมายถึง ความสามารถของบุคคลในอันที่จะใช้ระบบต่าง ๆ กระทำกิจกรรมใดๆ อันเกี่ยวกับการแสดงออก ซึ่งความสามารถทางด้านร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือได้หนักหน่วงเป็นเวลาติดต่อกัน โดยไม่แสดงอาการเหน็ดเหนื่อยให้ปรากฏ และสามารถฟื้นตัวกลับสู่ สภาพปกติได้ในระยะเวลาอันรวดเร็ว ผู้ที่มีสมรรถภาพร่างกายที่ดีมักจะเป็นผู้ที่มีความสุขร่างกายแข็งแรง จิตใจร่าเริงแจ่มใส บุคลิกดี มีความมั่นใจตัวเองสูง และทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสมรรถภาพทางกาย ได้มีผู้ให้ความหมายไว้มากมาย สามารถสรุปได้ดังนี้

Wilder, Greene, Winters, Long, Gubler, and Edlich (2006) ได้สรุปคำกล่าวของอเมริกันวิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬา (The American College of Sports Medicine: ACSM) ว่าสมรรถภาพทางกายถูกกำหนดให้เป็นชุดของคุณลักษณะที่ผู้คนมีหรือควรมี ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการออกกำลังกาย นอกจากนี้ยังประกอบด้วยความสามารถในการทำกิจกรรมประจำวันด้วยความกระฉับกระเฉง และการแสดงให้เห็นลักษณะและความ สามารถที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงต่ำของการเกิดโรค hypokinetic ก่อนวัยอันควร (ที่เกี่ยวข้องกับการไม่ออกกำลังกาย) ข้อมูลจากบันทึกสุขภาพและเวชระเบียนของแต่ละบุคคล สามารถนำมารวมกับข้อมูลจากการประเมินสมรรถภาพทางกาย เพื่อให้บรรลุเป้าหมายด้านสุขภาพที่เฉพาะเจาะจง และความต้องการด้านการฟื้นฟูสมรรถภาพของบุคคลนั้น

กล่าวว่าสมรรถภาพทางกายมีองค์ประกอบหลายอย่างและมีแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพหรือสุขภาพ ความเฉพาะ เจาะจงของสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับทักษะด้านกีฬาของแต่ละคนนั้นสัมพันธ์กับผลการปฏิบัติงานด้านกีฬาของแต่ละคน ในทางกลับกันสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพโดย ทัวไปจะส่งผลต่อสถานะสุขภาพ และได้รับผลกระทบในทางบวกหรือทางลบจากพฤติกรรมออกกำลังกายที่เป็นนิสัยของคนๆ หนึ่ง

Dong, Lau, Dong, Zou, Yang, Wen, and et al. (2019) ได้กล่าวว่า สมรรถภาพทางกาย คือ ความสามารถในการทำกิจกรรมหรือการเคลื่อนไหวอย่างมีประสิทธิภาพ และได้รับการพิจารณาอย่างกว้าง ขวางว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของสุขภาพ เนื่องจากการเชื่อมโยงกับโรคไม่ติดต่อหลายโรค การลดลงของระดับสมรรถภาพทางกายมีความเกี่ยวข้องกับหลายปัญหาสุขภาพ รวมถึงความเสี่ยงที่สูงขึ้นในชีวิตในระยะหลัง เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด ความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคเมเร็ง และความผิดปกติทางจิตในทุกเพศทุกวัย ในปี 2561 แนวทางการออกกำลังกายสำหรับชาวอเมริกันที่มีการออกกำลังกายเป็นประจำและมีสมรรถภาพทางกายที่ดี สามารถปรับ ปรงสุขภาพกระดูก น้ำหนัก ระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ระบบการเผาผลาญ และลดความเสี่ยงของภาวะซึมเศร้าในเด็กและวัยรุ่น คำจำกัดความของสมรรถภาพทางกายได้พัฒนาขึ้นเพื่อรวมทั้งเมตาบอลิซึมและส่วนประกอบทางโครงสร้างของร่างกายและโดยทั่วไปประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอดทนของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิตและ ความสามารถของหน่วยยนต์

กล่าวว่าสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness) หมายถึง ความ สามารถของระบบต่างๆ ของร่างกาย ในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล บุคคลที่มีสมรรถภาพทางกายดีนั้นจะสามารถประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้อย่างกระฉับ- กระฉ่องโดยไม่เหนื่อยล้าจนเกินไป และยัง มีพลังงานสำรองมากพอสำหรับกิจกรรมนันทนาการหรือกรณีกุญแจ ในปัจจุบันนักวิชาชีพด้านสุขภาพและพลศึกษา ได้เห็นพ้องต้องกันว่า สมรรถภาพทางกายสามารถจัดกลุ่มได้เป็นสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ (Health - Related Physical Fitness) และสมรรถภาพกลไก (Motor Fitness) หรือสมรรถภาพเชิงทักษะปฏิบัติ (Skill - Related Physical Fitness)

เทพฤทธิ์ สิทธิพันธ์ (2555) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการดำรงชีพในปัจจุบัน เมื่อบุคคลมีความสมบูรณ์ทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจแล้วการดำเนินชีวิตก็จะมีความสุขและมีประสิทธิภาพ นั่นก็คือการมีสมรรถภาพทางกายที่ดี และการมีสมรรถภาพทางกายที่ดีจะทำให้มีสุขภาพดี ร่างกายมีการเจริญเติบโตแข็งแรง ประสิทธิภาพของการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจประสานสัมพันธ์กันดี และลดอัตราการเสี่ยงเป็นโรคต่างๆ อีกทั้งทำให้มีทรวดทรงของร่างกายได้สัดส่วน มีทักษะทางกีฬาที่ดี ทำให้เกิดความสนุกสนานกับการเข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกายและกีฬา

มณฑินี มีสมบูรณ์ (2559) ได้กล่าวถึง สมรรถภาพทางกาย (physical fitness) ไว้ว่า เป็นสภาวะของร่างกายที่อยู่ในสภาพที่ดีเพื่อที่จะช่วยให้บุคคลสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดอัตราการเสี่ยงของปัญหาทางสุขภาพที่เป็นสาเหตุมาจากการขาดการออกกำลังกาย สร้างความสมบูรณ์และแข็งแรงของร่างกาย ในการที่จะเข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกายได้อย่างหลากหลาย

บุคคลที่มีสมรรถภาพทางกายดีก็จะสามารถปฏิบัติภารกิจต่างๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การออกกำลังกาย การเล่นเกมกีฬา และการแก้ไขสถานการณ์ต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

สุพิตร สมานิติ (2555) ให้ความหมายของสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness) ไว้ในเอกสารแบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายสำหรับเด็กไทย อายุ 7-18 ปี ไว้ว่า สมรรถภาพทางกาย หมายถึง สภาวะของร่างกายที่อยู่ในสภาพที่ดี เพื่อที่จะช่วยให้บุคคลสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดอัตราความเสี่ยงของปัญหาทางสุขภาพที่เป็นสาเหตุมาจากขาดการออกกำลังกาย สร้างความสมบูรณ์และแข็งแรงของร่างกายในการที่จะเข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกายได้อย่างหลากหลาย บุคคลที่มีสมรรถภาพทางกายดี ก็จะสามารถปฏิบัติภารกิจต่างๆ ในชีวิตประจำวัน การออกกำลังกาย และการแก้ไขสถานการณ์ต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

สรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness) เป็นความสามารถของร่างกายที่สามารถทำกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีสุขภาพดี และปราศจากโรคภัย

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย

สุพิตร สมานิติ (2555) แบ่งสมรรถภาพออกได้เป็น 2 ชนิด คือ สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Health-related physical fitness) และสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (Skill-related physical fitness)

สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (health-related physical fitness) หมายถึง สมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสุขภาพและเพิ่มความสามารถในการทำงานของร่างกาย ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการลดปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ ได้ เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคความดันโลหิตสูง โรคปวดหลัง ตลอดจนปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากการขาดการออกกำลังกาย ซึ่งประกอบด้วย

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (muscle strength) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่ออกแรงด้วยความพยายามในครั้งหนึ่งๆ เพื่อสู้กับแรงต้านทาน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะทำให้เกิดความตึงตัวเพื่อใช้แรงในการยกหรือดึงสิ่งของต่างๆ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะช่วยทำให้ร่างกายทรงตัวเป็นรูปร่างขึ้นมาได้ หรือที่เรียกว่า ความแข็งแรงเพื่อรักษาทรงตัว ซึ่งจะ เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่ช่วยให้ร่างกายทรงตัวต้านกับแรงโน้มถ่วงของโลกให้อยู่ได้โดยไม่ล้ม เป็นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวขั้นพื้นฐาน เช่น การวิ่ง การกระโดด การเขย่ง การกระโจน การกระโดดขาเดียว การกระโดดสลับเท้า เป็นต้น ความแข็งแรงอีกชนิดหนึ่งของกล้ามเนื้อ เรียกว่า ความแข็งแรงเพื่อเคลื่อนไหวในมุมต่างๆ ได้แก่ การเคลื่อนไหวแขนและขาในมุมต่างๆ เพื่อเล่นเกมกีฬา การออกกำลังกาย หรือการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน เป็นต้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเกร็งเป็นความสามารถของร่างกายหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายในการต้านทานแรงที่มากระทำจากภายนอกโดยไม่ล้มหรือสูญเสียการทรงตัวไป

2. ความอดทนของกล้ามเนื้อ (muscle endurance) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะรักษาระดับการใช้แรงปานกลางได้เป็นเวลานาน โดยเป็นการออกแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ติดต่อกันเป็นเวลานานหรือหลายครั้งติดต่อกัน ความอดทนของกล้ามเนื้อสามารถเพิ่มได้มากขึ้นโดยการเพิ่มจำนวนครั้งในการปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อายุ เพศ ระดับสมรรถภาพทางกายและชนิดของการออกกำลังกาย

3. ความอ่อนตัว (flexibility) เป็นความสามารถของข้อต่อต่างๆ ของร่างกายที่เคลื่อนไหวได้เต็มช่วงของการเคลื่อนไหว การพัฒนาทางด้านความอ่อนตัวทำได้โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและเอ็นหรือการใช้แรงต้านทานในกล้ามเนื้อและเอ็นต้องทำงานมากขึ้น การยืดเหยียดของกล้ามเนื้อทำได้ทั้งแบบอยู่กับที่หรือมีการเคลื่อนที่ เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดควรใช้การเหยียดของกล้ามเนื้อในลักษณะอยู่กับที่ นั่นก็คืออวัยวะส่วนแขนและขาหรือลำตัวจะต้องเหยียดจนกว่ากล้ามเนื้อจะรู้สึกตึงและจะต้องอยู่ในท่าเหยียดกล้ามเนื้อในลักษณะนี้ประมาณ 10-15 วินาที

4. ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด (cardiovascular endurance) เป็นความสามารถของหัวใจและหลอดเลือดที่จะลำเลียงออกซิเจนและสารอาหารไปยังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกกำลังกาย ไปยังกล้ามเนื้อขณะทำงาน ให้ทำงานได้เป็นระยะเวลาเวลานาน และขณะเดียวกันก็นำสารที่ไม่ต้องการซึ่งเกิดขึ้นภายหลังการทำงานของกล้ามเนื้อออกจากกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกกำลังกายในการพัฒนาหรือเสริมสร้างนั้น จะต้องมีการเคลื่อนไหวร่างกายโดยใช้ระยะเวลาติดต่อกันประมาณ 10-15 นาทีขึ้นไป

5. องค์ประกอบของร่างกาย (body composition) หมายถึง ส่วนต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นน้ำหนักตัวของร่างกายคนเรา โดยจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นไขมัน (Fat mass) และส่วนที่ปราศจากไขมัน (Fat-free mass) เช่น กระดูก กล้ามเนื้อ และแร่ธาตุต่างๆ ในร่างกาย โดยทั่วไปองค์ประกอบของร่างกายจะเป็นดัชนีประมาณค่าที่ทำให้ทราบถึงเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่เป็นส่วนของไขมันที่มีอยู่ในร่างกาย ซึ่งอาจจะหาค่าตอบที่เป็นสัดส่วนกันได้ระหว่างไขมันในร่างกายกับน้ำหนักของส่วนอื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบ เช่น ส่วนของกระดูก กล้ามเนื้อและอวัยวะต่างๆ การรักษาค่าองค์ประกอบในร่างกายให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมจะช่วยให้ลดโอกาสเสี่ยงในการเกิดโรคอ้วน ซึ่งโรคอ้วนจะเป็นจุด เริ่มต้นของการเป็นโรคที่เสี่ยงต่ออันตรายต่อไปอีกมาก เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ หัวใจวาย และโรคเบาหวาน เป็นต้น

สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (skill-related physical fitness) เป็นสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องในการสนับสนุนให้เกิดระดับความสามารถและทักษะในการแสดงออกของการเคลื่อนไหวและการเล่นกีฬามีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งนอกจากจะประกอบด้วยสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพซึ่งได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว

ความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด และองค์ประกอบของร่างกายแล้ว ยังประกอบด้วย สมรรถภาพทางกายในด้านต่อไปนี้

1. ความเร็ว (speed) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนไหวไปสู่เป้าหมายที่ต้องการโดยใช้ระยะเวลาอันสั้นที่สุด ซึ่งกล้ามเนื้อจะต้องออกแรงและหดตัวด้วยความเร็วสูงสุด

2. กำลังของกล้ามเนื้อ (muscle power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำงานโดยการออกแรงสูงสุดในช่วงเวลาสั้นที่สุด ซึ่งจะต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วเป็นองค์ประกอบหลัก

3. ความคล่องแคล่วว่องไว (agility) หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนทิศทาง และตำแหน่งของร่างกายในขณะที่กำลังเคลื่อนไหวโดยใช้ความเร็วได้อย่างเต็มที่ จัดเป็นสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นในการนำไปสู่การเคลื่อนไหวขั้นพื้นฐาน สำหรับทักษะในการเล่นกีฬาประเภทต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพ

4. การทรงตัว (balance) หมายถึง ความสามารถในการควบคุมรักษาตำแหน่ง และท่าทางของร่างกายให้อยู่ในลักษณะตามที่ต้องการได้ ทั้งขณะที่อยู่กับที่หรือในขณะที่มีการเคลื่อนที่และการเปลี่ยนทิศทาง

5. เวลาปฏิกิริยา (reaction time) หมายถึง ระยะเวลาที่เร็วที่สุดที่ร่างกายเริ่มมีการตอบสนองหลังจากที่ได้รับการกระตุ้น ซึ่งเป็นความสามารถของระบบประสาทเมื่อรับรู้การถูกกระตุ้นแล้วสามารถสั่งการให้อวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวให้มีการตอบสนองอย่างรวดเร็วได้

6. การทำงานที่ประสานกัน (coordination) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ ในการที่จะปฏิบัติกิจกรรมทางกลไกที่สลับซับซ้อนในเวลาเดียวกันอย่างราบรื่นและแม่นยำ

Wener, Hoeger, Cherie, and Amber (2019) ได้แบ่งสมรรถภาพทางกายออกเป็น 2 ประเภท สมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ (Health-related physical fitness) และสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพที่เกี่ยวข้องกับทักษะความสามารถในการทำกิจกรรม (Skill-related physical fitness)

สมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ เป็นความสามารถในการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันโดยไม่เมื่อยล้าเกินควร องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ ได้แก่

- Cardiorespiratory คือ ความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด
- Endurance คือ ความทนทานของกล้ามเนื้อ
- Muscle fitness คือ ความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อ
- Muscular flexibility คือ ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ

- Body composition คือ องค์ประกอบของร่างกาย

สมรรถภาพที่เกี่ยวข้องกับทักษะ เกี่ยวกับความสำเร็จของกีฬาและทักษะการเคลื่อนไหวเป็นหลัก ประกอบด้วย

- Agility คือ ความคล่องตัว

- Balance คือ การทรงตัว

- Coordination คือ การประสานงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาท

- Reaction time คือ เวลาตอบสนอง

- Speed คือ ความเร็ว

- Power คือ พลังกำลัง

เฉลิมวุฒิ อาภาณุกุล (2548) ได้รวบรวมและสรุปสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวกับทักษะเป็นส่วนสำคัญต่างๆ ไว้ ส่วน ได้แก่ 6

1. ความอดทน (Endurance) หรือความทนทานหมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งได้ในระยะเวลาที่ยาวนาน เช่น ในการแข่งขันต้องมีการวิ่งรับลูกและส่งลูกหลายครั้ง นักกีฬาต้องมีความสามารถในการวิ่งรับและส่งลูกได้โดยไม่รู้สึกเหนื่อย หรืออาจจะรู้สึกเหนื่อยน้อยที่สุด ดังนั้นการได้รับการฝึกซ้อมอยู่เสมอจะทำให้เกิดการพัฒนาระบบกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้นและแข็งแรงขึ้น สามารถสะสมพลังงานไว้ได้มากขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อสามารถทำกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่องและยาวนาน ทั้งยังลดการบาดเจ็บกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกซ้อมหรือจากการแข่งขัน

นอกจากนั้นการฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอยังสามารถพัฒนาความอดทนหรือความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิต (Cardiovascular endurance) เป็นผลให้หัวใจมีขนาดใหญ่ขึ้นและแข็งแรงขึ้น ปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบไปเลี้ยงกล้ามเนื้อและส่วนต่างๆ ได้มากขึ้น ร่างกายมีความสามารถในการทนต่อสภาวะกรดอันเนื่องมาจากการออกกำลังกายหรือการแข่งขันกีฬา

2. ความแข็งแรง (Strength) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวเพื่อให้งานได้อย่างเต็มที่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นเป็นพื้นฐานที่สำคัญของทักษะทุกชนิดกีฬาที่จะสามารถนำไปฝึกซ้อมหรือทำการแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นก่อนที่จะทำการฝึกทักษะหรือรูปแบบการแข่งขันต่างๆ นั้น การพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจึงเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงอันดับแรก

3. ความเร็ว (Speed) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยใช้ระยะเวลาที่น้อยที่สุด ความเร็วต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อ

4. ความยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการยืดออกและหดเข้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ การที่มูมหรือข้อต่อในส่วนต่างๆ ของร่างกายสามารถที่จะเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งความยืดหยุ่นนี้สามารถพัฒนาได้จากการฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อนั่นเอง

5. ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่ได้เร็วจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ความคล่องแคล่วว่องไว ประกอบด้วยองค์ประกอบหลายด้านเช่น การเร่งความเร็ว การเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ และความอ่อนตัว เป็นต้น

6. ความสมดุลของร่างกาย (Body balance) หมายถึง ความสามารถในการรักษาความสมดุลของร่างกาย ในขณะที่อยู่กับที่และในขณะที่เคลื่อนไหวไม่ให้เสียหลัก โสเซหรือวิ่งไม่ตรงทิศทาง ซึ่งเป็นความสามารถในการทำงานประสานกันระหว่างระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ

กล่าวโดยสรุปแล้ว สมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับทักษะ มุ่งองค์ประกอบของการทำงานในระบบกล้ามเนื้อเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นถ้านักกีฬาต้องการให้มีสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับทักษะที่ดีขึ้น ก็ควรให้ความสำคัญในการพัฒนาองค์ประกอบของการทำงานในระบบกล้ามเนื้อต่างๆ อย่างเป็นประจำ

2. สมรรถภาพทางกายที่สำคัญสำหรับนักกีฬาเซปักตะกร้อ

จักรพงษ์ งามหมู่ (2557) ศึกษาความต้องการจำเป็นด้านสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาเซปักตะกร้อ ได้จัดกลุ่มแบ่งประเภทสมรรถภาพทางกายตามผู้เชี่ยวชาญได้เสนอออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายด้านกล้ามเนื้อ และสมรรถภาพทางกายด้านระบบพลังงานดังนี้ องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายด้านกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย

- ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength)
- ความทนทานของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance)
- พลังของกล้ามเนื้อ (Muscular Power)
- ความอ่อนตัว (Flexibility)
- การทรงตัว (Balance)
- การทำงานประสานกันระหว่างระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ (Coordination)
- เวลาปฏิกิริยา (Reaction time)

- ความไว (Quickness)
- ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility)
- ความเร็ว (Speed)

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายด้านระบบพลังงาน ประกอบด้วย

- ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy Systems)
- ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Energy Systems)

ระดับความต้องการจำเป็นด้านสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาเซปักตะกร้อในแต่ละตำแหน่ง ตำแหน่งตัวเสิร์ฟ

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย ที่จำเป็นอยู่ในระดับสูง จำนวน 8 ข้อ ได้แก่

1. ความอ่อนตัว (Flexibility)
2. พลังกล้ามเนื้อ (Power)
3. การทำงานประสานกันของระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ (Neuromuscular Coordination)
4. เวลาปฏิกิริยา (Reaction time)
5. ความไว (Quickness)
6. การทรงตัว (Balance)
7. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength)
8. ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility)

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นอยู่ในระดับกลาง-สูง จำนวน 2 ข้อ ได้แก่

- 1) ความทนทานของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance)
- 2) ความเร็ว (Speed)

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายด้านระบบพลังงาน มีความต้องการจำเป็นอยู่ในระดับสูง 1 ข้อ คือ ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy Systems) และมีความต้องการจำเป็นอยู่ในระดับกลาง-สูง 1 ข้อ คือ ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Energy Systems)

ตำแหน่งตัวทำ

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นอยู่ในระดับสูง จำนวน 10 ข้อ ได้แก่

- 1) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength)
- 2) พลังของกล้ามเนื้อ (Muscular Power)
- 3) การทำงานประสานกันระหว่างระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ
- 4) ความไว (Quickness)
- 5) ความอ่อนตัว (Flexibility)
- 6) การทรงตัว (Balance)
- 7) เวลาปฏิกิริยา (Reaction time)
- 8) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility)
- 9) ความทนทานของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance)
- 10) ความเร็ว (Speed)

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายด้านระบบพลังงาน มีความต้องการจำเป็นอยู่ในระดับสูง 1 ข้อ คือ ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy Systems) และมีความต้องการจำเป็นอยู่ในระดับกลาง-สูง จำนวน 1 ข้อคือ ระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Energy Systems)

ตำแหน่งตัวชง

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่จำเป็นอยู่ในระดับสูง จำนวน 7 ข้อ ได้แก่

- 1) ความไว (Quickness)
- 2) เวลาปฏิกิริยา (Reaction time)
- 3) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility)
- 4) การทำงานประสานกันระหว่างระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ (Neuromuscular Coordination)
- 5) ความอ่อนตัว (Flexibility)
- 6) การทรงตัว (Balance)
- 7) ความเร็ว (Speed)

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายจำเป็นอยู่ในระดับกลาง-สูง จำนวน 3 ข้อ คือ

- 1) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength)
- 2) พลังของกล้ามเนื้อ (Muscular Power)
- 3) ความทนทานของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance)

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายด้านระบบพลังงานมีความต้องการจำเป็นอยู่ในระดับกลางถึงสูง 2 ข้อ คือ ระบบพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Energy Systems) และระบบพลังงานแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Energy Systems)

Chen et al. (2018) กล่าวว่า ข้อมูลทางสรีรวิทยาของนักกีฬาเซปักตะกร้อ ประกอบด้วย ความเร็ว (Speed) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลอย่างมากต่อความสามารถของผู้เล่นกีฬาเซปักตะกร้อ จากการศึกษาพบว่า ความเร็วจำเป็นสำหรับการเคลื่อนที่เข้าหาลูกตะกร้อ และรวมไปถึงการวิ่งในระยะสั้นๆ ภายในเวลาสั้นที่สุด ความเร็วยังส่งผลต่อปัจจัยอื่นๆ เช่น ความเร็วในการเสิร์ฟ การศึกษาในออสเตรเลียพิสูจน์แล้วว่า ความเร็วของเท้าส่งผลดีและเพิ่มความเร็วในการเสิร์ฟ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับผู้เล่น ความเร็วเป็นยังเป็นคุณลักษณะที่ผู้เล่นเซปักตะกร้อทุกคนควรมี เพื่อความเป็นเลิศและการเล่นในระดับสูง เพื่อผู้เล่นจะสามารถเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วไปในทิศทางต่างๆ ในสนามเพื่อไปถึงลูก

เวลาปฏิกิริยา (Reaction time) เซปักตะกร้อเกี่ยวข้องกับการส่งบอลกลับไปอีกด้านหนึ่งของสนามโดยข้ามตาข่าย การศึกษานี้พบว่า ผู้เล่นตัวพาดมีปฏิกิริยาตอบสนองเร็วกว่าตัวขงและตัวเสิร์ฟ สาเหตุหลักมาจากตัวพาดใช้เพื่อทำการพาดใส่ฝ่ายตรงข้ามซึ่งต้องใช้เวลาตอบสนองพิเศษ เมื่อตัวขงตั้งลูก ขึ้นเป็นความรับผิดชอบของตัวพาดที่จะทำการทุบบอลเข้าหาฝ่ายตรงข้ามนี้คือเหตุผลที่ตัวพาดหรือเรียกอีกอย่างว่านักฆ่า เมื่อไม่ได้ครอบครองบอล ตัวพาดมีหน้าที่ในการสกัดกั้น ซึ่งต้องการเวลาและการตอบสนองที่สมบูรณ์แบบด้วย

พลังระเบิดกล้ามเนื้อส่วนล่าง (Lower Extremity Power) ความสามารถในการกระโดดสะท้อนให้เห็นสมรรถภาพทางสรีรวิทยาของนักกีฬาที่เกี่ยวข้องกับพลังของกล้ามเนื้อขา เป็นความสามารถพื้นฐานที่สำคัญสำหรับผู้เล่นเซปักตะกร้อ โดยเฉพาะตัวพาด ตัวพาดและตัวขงจะต้องกระโดดให้สูงระหว่างเกม เพื่อทำหน้าที่ของการพาดลูกหรือการสกัดกั้น การกระทำเหล่านี้ต้องใช้ร่างกายส่วนล่างในการเคลื่อนไหวที่ทั้งทรงพลังและแบบพลังระเบิด การศึกษาในสหรัฐฯ สรุปว่า ผู้เล่นเซปักตะกร้อมีความสามารถของร่างกายส่วนล่างในการกระโดดที่ดีเยี่ยมเมื่อเทียบกับกีฬาอื่นๆ นักเตะเซปักตะกร้อ

โดยเฉพาะตัวฟาด รวมถึงกิจกรรมการกระโดดเข้าในการฝึก เพื่อเสริมความแข็งแกร่งของร่างกายส่วนล่าง เป็นเครื่องมือทางกายภาพที่จำเป็นที่ช่วยให้การกระโดดสกัดกั้นหรือฟาดลูกสูงขึ้น

ความอดทน (Muscular Endurance) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นส่วนประกอบหลักใน เซปักตะกร้อ โดยเฉพาะการเตะ การกระโดด และการสกัดกั้น นอกจากนี้ยังมีความสำคัญมากในการ หลีกเลียงการบาดเจ็บเนื่องจากกล้ามเนื้อที่แข็งแรงและกระชับขึ้นจะไวต่อการฉีกขาดน้อยกว่า ในการ ศึกษาครั้งนี้ ความทนทานของกล้ามเนื้อมีสาเหตุหลักมาจากความแข็งแรงของแกนกลางลำตัว ความ แข็งแรงดังกล่าวมีความจำเป็นในการดำเนินกิจกรรมทางกายต่างๆ

ความยืดหยุ่น (Flexibility) ความต้องการที่จำเป็นในกีฬาเซปักตะกร้อ ปัจจัยสำคัญอีก ประการหนึ่งและเป็นพื้นฐาน เพื่อรักษาและเพิ่มสมรรถภาพของนักกีฬาในกีฬานี้คือความ ยืดหยุ่นของ กล้ามเนื้อ ตามที่มินนักวิจัยกล่าวว่า ความยืดหยุ่นมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับช่วง ของการเคลื่อนไหว เช่นกันกับการเสริมความแข็งแรงทำให้ผู้เล่นสามารถแสดงความสามารถได้ที่ ระดับที่สูงขึ้น

Mahdi Rezaei, Mohsen Paziraei, and Sheida Latifian (2013) ศึกษาถึงตัวบ่งชี้ ความสามารถพิเศษสำหรับนักกีฬาเซปักตะกร้อระดับสูง สรุปได้ว่า

ตัวเสิร์ฟ (Servers) เนื่องจากบทบาทเฉพาะของตัวเสิร์ฟคือการแสดงความสามารถในการ เสิร์ฟ การเคลื่อนที่ภายในสนามเพื่อรับ การชุต การตั้งลูกและเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวร่างกาย อาทิ มุมการเคลื่อนไหวของสะโพก (Hip range of motion) พลังของกล้ามเนื้อส่วนล่าง (Lower extremity power) เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction time) ความเร็ว (Speed) และอัตราเร่ง (Acceleration) ถือเป็นปัจจัยหลักในการแสดงออกของความสามารถ

ตัวฟาด (Spikers) เนื่องจากหน้าที่ของตัวฟาดชอบเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วภายในสนาม เพื่อ ทำการฟาดหรือสกัดกั้น การรับ การชุตลูก การเคลื่อนที่ของร่างกาย อาทิ พลังของกล้ามเนื้อ ส่วนล่าง (Lower extremity power) มุมการเคลื่อนไหวของสะโพก (Hip range of motion) เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction time) ความเร็ว (Speed) และอัตราเร่ง (Acceleration) ถือเป็น ปัจจัยหลักในการแสดงออกของความสามารถ

ตัวชง (Feeders) พิจารณาจากงานของตัวชงระหว่างเกมคือการตั้งลูก การรับ การชุตลูก การ เคลื่อนไหวของร่างกาย อาทิ เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction time) ความเร็ว (Speed) อัตราเร่ง

(Acceleration) พลังของกล้ามเนื้อส่วนล่าง (Lower extremity power) และมุมการเคลื่อนไหวของ สะโพก (Hip range of motion)

สรุป นักกีฬาเซปักตะกร้อมีความต้องการสมรรถภาพทางกาย เพื่อแสดงความสามารถที่ แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับหน้าที่ ความรับผิดชอบและความถนัดของตำแหน่งที่ผู้เล่นนั้นๆ ที่ได้รับ มอบหมายหรือได้ฝึกฝนมา ซึ่งการได้มาของสมรรถภาพที่ดีนั้นจะต้องมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำงานของกล้ามเนื้อ

1. ระบบกล้ามเนื้อ

ระบบกล้ามเนื้อเป็นระบบที่ประกอบขึ้นด้วยเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อเป็นก้อนเส้นใย (fiber) ที่ยึด และหดได้ กล้ามเนื้อในคนมีประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำหนักตัว กล้ามเนื้อทำงานร่วมกับกระดูก เอ็น ข้อต่อ และระบบประสาททำให้ร่างกายเคลื่อนไหวได้ และช่วยให้มีการเคลื่อนไหวของอวัยวะภายใน ด้วย กล้ามเนื้อเป็นที่เก็บสะสมโปรตีนและเป็นตัวกำหนดรูปร่าง รูปทรงภายนอก ทรวดทรงของมนุษย์ ด้วยส่วนหนึ่ง ซึ่งมีความสำคัญ หน้าที่สำคัญของกล้ามเนื้อ คือ ช่วยในการเคลื่อนไหวร่างกาย ช่วยในการหายใจ และการไหลเวียนของเลือด ช่วยในการทรงตัวของร่างกายในท่าต่างๆ นอกจากนั้น กล้ามเนื้อมีคุณสมบัติในการยืดหยุ่น (elasticity) คือ หย่อนตัวได้เมื่อน้ำหนักและยืดตัวออกเมื่อ น้ำหนักลดลง นอกจากนั้นยังมีการตึงตัว (tone) เตรียมพร้อมที่จะทำงานได้ และมีการเมื่อยล้า (fatigue) เมื่อทำงานมากไป เป็นต้น

หน้าที่สำคัญของกล้ามเนื้อ

นวรรตน์ ไวมภู (2561) กล่าวถึงหน้าที่ที่สำคัญของกล้ามเนื้อไว้ดังนี้

1. คงรูปร่าง ท่าทางของร่างกาย (maintain body posture)
2. ยึดข้อต่อไว้ด้วยกัน (stabilize joints)
3. ทำให้ร่างกายเคลื่อนไหว (provide movement) โดยการเปลี่ยนพลังงานที่ได้

จากสารอาหารมาเป็นพลังงานกล (mechanical energy) หรือพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว

4. รักษาระดับอุณหภูมิของร่างกาย (maintain body temperature) โดยผลิตความร้อนออกมาตามที่ร่างกายต้องการ

ชนิดของกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อในร่างกายมนุษย์แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ กล้ามเนื้อเรียบ (Smooth muscle) กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac muscle) และกล้ามเนื้อลาย (Skeletal muscle)

กล้ามเนื้อเรียบ (Smooth muscle) บางครั้งเรียกว่า กล้ามเนื้อนอกอำนาจจิตใจ เพราะทำงานอยู่นอกเหนือการควบคุมของจิตใจ (Involuntary Muscle) พบส่วนใหญ่อยู่ที่บริเวณผนังหลอดเลือด ขณะที่หดตัวหรือการคลายตัวจะทำให้หลอดเลือดหดตัวหรือขยายออกตามลำดับเพื่อควบคุมการไหลเวียนของเลือด นอกจากนี้ยังพบในอวัยวะภายในส่วนใหญ่ในผนัง ซึ่งช่วยให้หดตัวและคลายตัว เช่น เคลื่อนย้ายอาหารผ่านทางเดินอาหาร ขับปัสสาวะ หรือการคลอดบุตร

กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac muscle) พบเฉพาะในหัวใจ ประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างส่วนใหญ่ของหัวใจ มีลักษณะบางอย่างคล้ายกับกล้ามเนื้อโครงร่าง แต่เหมือนกับกล้ามเนื้อเรียบเนื่องจากไม่ได้อยู่ภายใต้การควบคุมของจิตใจ หน้าที่สำคัญของกล้ามเนื้อหัวใจคือควบคุมตัวเอง ด้วยระบบประสาทและต่อมไร้ท่อ

กล้ามเนื้อลาย (Skeletal muscle) หรือกล้ามเนื้อโครงร่างอยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ และได้รับการเรียกเช่นนั้น เพราะส่วนใหญ่ยึดติดและขยับโครงกระดูก เมื่อรวมกับกระดูกของโครงกระดูกแล้วพวกมันประกอบกันเป็นระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ชื่อของกล้ามเนื้อหลายๆ มัดเหล่านี้ได้กลายมาเป็นคำศัพท์ประจำวันของเราแล้ว เช่น deltoids, pectorals และ biceps แต่ร่างกายมนุษย์มีกล้ามเนื้อโครงร่างมากกว่า 600 ชิ้น นิ้วหัวแม่มือเพียงอย่างเดียวถูกควบคุมโดยกล้ามเนื้อเก้าส่วนแยกกัน การออกกำลังกายต้องใช้ร่างกายซึ่งผ่านการกระทำของกล้ามเนื้อโครงร่าง

โครงสร้างกล้ามเนื้อลาย

สุนิสา สอนวิชา (2563) ได้สรุปโครงสร้างของกล้ามเนื้อลายไว้ดังนี้ กล้ามเนื้อลาย เซลล์จะมีรูปร่างเป็นรูปทรงกระบอกยาว (Cylinder) มีความยาวตั้งแต่ 1-40 มิลลิเมตร เนื่องจากมีความยาวมากจึงเรียกเซลล์กล้ามเนื้ออีกอย่างหนึ่งว่า Muscle fiber ภายในเซลล์ของกล้ามเนื้อมีลายมองเห็นเป็นแถบใสและทึบสลับกันเป็นระเบียบ ภายในเซลล์กล้ามเนื้อส่วนใหญ่จะมีนิวเคลียสหลายอันเราจึงเรียกว่า multinucleated cell กระจายอยู่ชิดกับผนังเซลล์ ผนังเซลล์กล้ามเนื้อมีชื่อเฉพาะว่า Sarcolemma และ Cytoplasm มีชื่อเฉพาะที่เรียกว่า Sarcoplasm ภายใน Cytoplasm จะมีเส้นเล็กๆ สลับกันอยู่ตามยาวของ fiber เรียกว่า Myofibrils และมี Mitochondrion แทรกอยู่มากมายเป็นแหล่งพลังงาน Myofibril จะเรียงตัวกันอยู่อย่างหนาแน่น และเรียงตัวในแต่ละแห่งไม่เท่ากันจึงทำให้มองเห็นเป็นลาย Myofibrils เป็นกลุ่มของโปรตีนในกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในการหดตัว (Contractile protein) กลุ่มของ Contractile protein เหล่านี้ถูกหุ้มด้วย Sarcoplasmic reticulum ซึ่งพัฒนามาจาก endoplasmic reticulum โดยจะหุ้ม myofilament ไว้ตลอดความยาว ตรงปลายสุดของ Sarcoplasmic reticulum จะขยายออกเรียกว่า Terminal cisterna ทำหน้าที่เป็นแหล่ง

เก็บสะสมแคลเซียม Ca^{2+} ส่วน Sarcolemma จะยื่นส่วนลงไปเป็น myofibril ส่วนนี้เรียกว่า Transverse tubular system (T-tubule) หน้าที่สำคัญของ T-tubule คือ ช่วยกระจาย action potential จากผนังกล้ามเนื้อเข้ามายัง myofibrils อย่างสม่ำเสมอทำให้กล้ามเนื้อสามารถหดตัวทำงานได้ตามปกติ T-tubule จะมีท่อของ Sarcoplasmic reticulum ครอบคลุมอยู่ 2 ท่อ บริเวณนี้เรียกว่า Triad ลายตามขวางในเซลล์กล้ามเนื้อลายจะเห็นเป็นแถบใสสลับกับแถบทึบอยู่ใน myofibril ลักษณะดังกล่าวเกิดจากการซ้อนกันของ actin (thin) และ myosin (thick) filament ใน A band จะมีบริเวณโปร่งใสทอดขวางอยู่ตรงกลางเรียกว่า H Zone ใน I band จะมีเส้นทึบทอดขวางข้างอยู่ตรงกลางของแถบเส้นทึบนี้เรียกว่า Z line ใน H zone จะมีแถบเส้นอยู่ตรงกลางเรียกว่า M line Thick (myosin) filament ประกอบด้วยโปรตีนที่มีชื่อเรียกว่า myosin, Thin (actin) filament ประกอบด้วยโปรตีน 3 ชนิด คือ Actin, Tropomyosin และ Troponin โดยมี Actin เป็นจำนวนมาก Muscle fibers หรือ muscle cell ประกอบด้วยหลายๆ myofibrils ที่ถูกล้อมรอบด้วย Endomysium กลุ่มของ muscle fibers หลายอันมารวมกันกลายเป็นกลุ่มเส้นใยกล้ามเนื้อเรียกว่า (Muscle fascicle) ซึ่งถูกล้อมรอบด้วย Perimysium Muscle fascicle หลาย ๆ กลุ่ม เมื่อรวมเข้าด้วยกันทั้งหมดจะถูกเรียกว่ากล้ามเนื้อ (muscle) และถูกล้อมรอบด้วย Epimysium ที่ส่วนปลายของ muscle จะยึดติดกับเอ็น (tendon)

ชนิดของกล้ามเนื้อลาย

ปทุม ม่วงมี (2527) กล่าวว่า กล้ามเนื้อลายในมนุษย์ และสัตว์ยังมีความแตกต่างกันในส่วนปลีกย่อยอีก เช่นการติดสีที่ปรากฏให้เห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ความสามารถในการสร้างพลังงาน ATP เพื่อที่จะนำมาใช้ในการหดตัว ใยกล้ามเนื้อลายบางชนิดมีศักยภาพที่จะสร้างพลังงานแบบแอโรบิกได้ดีเป็นพิเศษจึงสามารถออกกำลังกายที่ต้องใช้ความอดทนได้ดี ในขณะที่ใยบางชนิดมีความสามารถที่จะสร้างพลังงานแบบแอนแอโรบิกได้ดีกว่าอีกชนิดหนึ่ง จึงสามารถออกกำลังกายประเภทรวดเร็ว รุนแรงเข้มข้นได้ดีกว่าในร่างกายมนุษย์ ใยกล้ามเนื้อลายที่มีศักยภาพในการสร้างพลังงานแบบแอโรบิกได้ดี ถูกให้ชื่อว่าเป็นใยกล้ามเนื้อแดง (red หรือ slow twitch fibers) ส่วนใยที่มีการสร้างพลังงานแบบ anaerobic ได้ดี ซึ่งเมื่อย้อมสีแล้วติดสีน้อย จึงทำให้ดูว่ามีสีจาง มีการหดตัวอย่างรวดเร็ว รุนแรง ถูกเรียกว่าเป็นใยขาว (white หรือ fast twitch fiber)

Zierath and Hawley (2004) สรุปการแยกประเภทเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่าง ดังนี้ เส้นใยของกล้ามเนื้อมักจะถูกจำแนกเป็น slow-twitch (ST) ซึ่งย้อมด้วยสีเข้มหรือสีแดง และ fast-twitch (FT) ที่ย้อมด้วยสีจางหรือสีซีด ในมนุษย์การแบ่งย่อยเส้นใย FT เพิ่มเติม โดยที่เส้นใย FT แบบแอโรบิก (หรือออกซิเดชัน) ถูกกำหนดให้เป็น FT_a และเส้นใยที่ไม่ใช้ออกซิเจน (ไกลโคไลติก) มากกว่าจะเรียกว่า FT_b ภายใต้สภาวะแอโรบิก (ออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อทำงานที่เพียงพอ) พลังงานจะถูกผลิตขึ้นโดยไม่มีการผลิตแลคเตท ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน (ออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อ ไม่เพียงพอ)

พลังงานจะถูกผลิตผ่านทางกระบวนการไกลโคไลติก ซึ่งส่งผลให้มีการสะสมของแลคเตท และจำกัดการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ดังนั้นเส้นใยกล้ามเนื้อจึงสามารถจำแนกตามคุณสมบัติการเผาผลาญได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติเส้นใยของกล้ามเนื้อ

Characteristic	ST Oxidative	FT _a Oxidative	FT _b Glycolytic
Contractile characteristics			
Time to peak tension	1.0	0.4	0.4
Ca ²⁺ myosin ATPase	1.0	3.0	3.0
Mg ²⁺ actomyosin ATPase	1.0	2.8	2.8
Enzyme activities			
Creatine phosphokinase	1.0	1.3	1.3
Phosphofructokinase	1.0	1.5	2.1
Glycogen phosphorylase	1.0	2.1	3.1
Citrate synthase	1.0	0.8	0.6
Morphological properties			
Capillary density	1.0	0.8	0.6
Mitochondrial density	1.0	0.7	0.4
Metabolic properties			
Oxidative potential	1.0	0.7	0.2
Glycolytic potential	1.0	1.5	2.0
[Phosphocreatine]	1.0	1.2	1.2
[Glycogen]	1.0	1.3	1.5
[Triacylglycerol]	1.0	0.4	0.2

ที่มา : (Zierath & Hawley, 2004)

2. กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อ

ปทุม ม่วงมี (2527) สรุปกลไกการทำงานของกล้ามเนื้อ ดังนี้ กลไกหรือกระบวนการหดตัวของกล้ามเนื้อมีความสลับซับซ้อนอยู่มากเพราะไม่ได้เกี่ยวข้องกับ Motor Unit และใยกล้ามเนื้อเท่านั้นหากแต่จะต้องเกี่ยวข้องกับระบบประสาทส่วนกลางซึ่งเป็นศูนย์รวมควบคุมกิจกรรมการหดตัวและการคลายตัวของกล้ามเนื้อประเภทนี้ อย่างไรก็ตามเราก็สามารถแบ่งกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างความต่างศักย์ที่เยื่อประสาท transmembrane potential โดยสิ่งเร้า (stimulus) ซึ่งเป็นผลให้เกิดการถ่ายทอดพลังกระหนบประสาท (transmission of nerve impulse) อาจเรียกว่า “กระแสประสาท” ก็ได้

2. การถ่ายทอดพลังกระทบประสาทต่อไปยังเซลล์ของกล้ามเนื้อ (neuromuscular transmission)

3. การกระตุ้นและการหดตัวของกล้ามเนื้อ (excitation-contraction coupling)

ก้าวแรกของการนำไปสู่การหดตัวของกล้ามเนื้อก็คือ การถ่ายทอดพลังกระทบประสาทจากประสาทส่วนกลางผ่านมากับเส้นประสาทบงการไปยังกล้ามเนื้อ เซลล์ประสาทและเซลล์ของกล้ามเนื้อถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้สามารถถ่ายทอดกระแสประสาทถึงกัน สิ่งนี้เองที่ทำให้เราพูดกันว่าประสาทสามารถควบคุมกิจกรรมของกล้ามเนื้อได้

เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปแล้วว่าระบบประสาททำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของการประสานงานระหว่างอวัยวะต่างๆ ในร่างกายมนุษย์โดยมีเซลล์ประสาท (neuron) เป็นสื่อกระแสประสาทที่ไหลไปตามเส้นประสาท มีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นซึ่งสามารถที่จะวัดได้ในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นการไหลของกระแสประสาทจึงถือว่าเป็นปฏิกิริยาทางไฟฟ้า ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเป็นผลอันเนื่องมาจากความต่างศักย์ของประจุไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ประสาท (membrane) เมื่อเซลล์ประสาทอยู่ในสภาพพักผ่อน (resting) คือยังไม่มีสิ่งเร้า ประจุไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มประสาทจะอยู่ในลักษณะที่ว่าประจุลบ (-) ซึ่งติดอยู่กับโปรตีน จะอยู่ภายในเซลล์ประสาท การที่มีประจุลบอยู่ทั่วไปทำให้มันดูดประจุบวก (+) ให้ติดอยู่กับเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทด้านนอก นอกจากนั้นโซเดียมไอออน (Na^+) จะถูกกำหนดให้ออกไปอยู่ข้างนอกเซลล์ ส่วนโปแทสเซียมไอออน (K^+) ให้อยู่ภายในเซลล์ ในเมื่อประจุไฟฟ้าและธาตุต่างๆ ดังกล่าว ต้องอยู่ในลักษณะเช่นนี้ (Na^+) อยู่ข้างนอก (K^+) อยู่ข้างในเซลล์ประสาท ทำให้ความเข้มข้นระหว่างสิ่งที่มีอยู่ข้างใน และข้างนอกเซลล์ประสาทนั้นไม่เท่ากัน และตามหลักของการแพร่หรือการฟุ้งกระจาย (diffusion) นั้นจะทำให้ Na^+ พยายามเคลื่อนที่เข้าข้างใน และ K^+ พยายามหาทางออกข้างนอกเยื่อหุ้มเซลล์ประสาท แต่การเคลื่อนที่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทจะเกิดขึ้นน้อยมาก ซึ่งการรักษาสภาพที่ทำให้วัสดุต่างๆ เคลื่อนที่ที่ต้องต่อต้านกับความเข้มข้นของสารนั้นๆ นี้รู้จักกันโดยทั่วไปว่า "active transport mechanism" อันเป็นวิธีการที่ต้องใช้พลังงานมากกว่าการเคลื่อนที่ของวัสดุต่างๆ ในรูปแบบอื่นๆ ดังนั้นสภาพที่เยื่อหุ้มเซลล์จึงอยู่ในสภาพดังที่ได้กล่าวแล้วได้ เราเรียกสภาพเช่นนี้ว่า resting potential หรือ polarization เซลล์ประสาทจะอยู่ในสภาพเช่นนี้จนกระทั่งมีสิ่งเร้า (stimulus) ซึ่งอาจเป็นสิ่งเร้าทางกายภาพเคมีหรือไฟฟ้าก็ตามทำให้สภาพเช่นนี้เสียไป ซึ่งเป็นผลทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ประสาทแปรปรวนและยอมรับเอา Na^+ เข้ามาอยู่ข้างใน (sodium influx) และ K^+ ซึ่งฟุ้ง

กระจายได้เร็วกว่าอยู่แล้วออกไปอยู่ข้างนอก (potassium outflux) ทำให้ประจุไฟฟ้าทั้งสองสลับกัน คือข้างนอกเป็นประจุลบ (-) และข้างในเป็นประจุบวก (+) ดังนั้นทุกครั้งที่มีการกระตุ้นจะทำให้สภาพ polarization เสียไป และสภาวะใหม่นี้เรียกว่า depolarization เมื่อ polarization ถูกทำลายตรงบริเวณหนึ่ง ก็จะทำการก่อกวนให้บริเวณถัดไปถูกทำลายไปด้วย จนสุดท้ายประสาท (คล้าย ๆ กับไฟติดสายชนวน) การทำลาย polarization ตลอดแนวเช่นนี้ทำให้เกิดเป็นลักษณะของคลื่นเราเรียกคลื่นนี้ (ซึ่งก็คือคลื่นของ depolarization นั้นเอง) ว่า action potential นี่ก็คือคลื่นของการถ่ายทอดพลังกระทบประสาทหรือกระแสประสาทนั้นเอง

หลังจากที่ polarization ถูกทำลายให้มาอยู่ในสภาวะ depolarization และประจุไฟฟ้าไหลสลับที่กันเรียบร้อยแล้ว เยื่อหุ้มเซลล์ประสาทก็จะกลับคืนสู่สภาวะเดิมคือปล่อยให้โซเดียม (Na^+) ออกไปอยู่ข้างนอก (sodium outflux) และรับเอาโพแทสเซียม (K^+) กลับเข้ามาอยู่ข้างใน (potassium influx) และประจุไฟฟ้าก็จะคืนสู่สภาพเดิมก่อนมีสิ่งเร้าการกลับคืนสู่สภาพเดิมหลังจากถูกทำลายไปเช่นนี้เราเรียกว่าสภาวะ repolarization

อนึ่ง การไหลของกระแสประสาท หรือพลังกระทบประสาทนี้จะมีกำลังการไหลคงที่ตลอดสายและกระแสประสาทโดยทั่วๆ ไป ไหลด้วยอัตราความเร็วประมาณ 10/เมตร 0 วินาที พลังกระทบประสาทจะไหลมาจนสุดปลายของแอกซอน (axon) ปลายประสาทไม่ได้เชื่อมอยู่กับใยของกล้ามเนื้อโดยตรง แต่จะมีช่องประสานเล็กๆ คั่นอยู่ระหว่างเซลล์ ชนิดนี้ 2 ซึ่งรู้จักกันในนามของsynthase บริเวณที่เซลล์ประสาทมาพบกับเซลล์ของกล้ามเนื้อนี้เรียกว่า motor end plate ดังได้กล่าวแล้ว

ในขั้นตอนที่สอง คือ การถ่ายทอดพลังกระทบประสาทต่อไปยังเซลล์ของกล้ามเนื้อ (neuromuscular transmission) จะเกิดขึ้นบริเวณ motor end plate นี้เอง และการที่เซลล์ประสาทและเซลล์กล้ามเนื้อไม่ได้เชื่อมติดกันเช่นนี้ จะทำให้กระแสประสาทไม่สามารถเดินทางข้ามช่องประสานดังกล่าวได้ แต่สิ่งดังกล่าวก็สามารถเกิดขึ้นได้ โดยการมีสารเคมีที่จะนำกระแสประสาท(neurotransmitter) ซึ่งมีชื่อเรียกว่า acetylcholine (Ach) ซึ่งปล่อยออกมาจากถุงเล็กๆ ในกล้ามเนื้อบริเวณ motor end plate และตอนปลายของแอกซอนเอง Acetylcholine จะทำหน้าที่คล้ายๆ เรือข้ามฟาก คือพากระแสประสาทข้ามช่องประสานเล็กๆ ดังกล่าวเข้าสู่เซลล์ของกล้ามเนื้อ พอเซลล์กล้ามเนื้อได้รับกระตุ้นจากกระแสประสาทก็

จะทำให้กล้ามเนื้อเปลี่ยนสภาพจาก polarization มาเป็นdepolarization เช่นเดียวกับสิ่งที่เกิดขึ้นในเซลล์ประสาท ส่วน Ach เมื่อทำหน้าที่แล้วก็จะถูกเอนไซม์ชื่อAchase ทำให้สลายตัวและหมดสภาพของการเป็นเอนไซม์ไป

ต่อจาก neuromuscular transmission ก็ถึงช่วงการกระตุ้นและการหดตัวของกล้ามเนื้อ(excitation-contraction coupling) ทฤษฎีการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เป็นที่ยอมรับกันในปัจจุบันนี้ก็คือ "Sliding Filament Theory" ซึ่งกล่าวว่าการหดตัวของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นมาจากการที่ myosin filament ดึงเอา actin filament ที่อยู่ทั้งสองข้าง (บริเวณ cross-bridges) เข้าสู่ส่วนกลางขณะที่ actin filaments เลื่อนไกลเข้าหา myosin filament นั้น Z line ก็จะถูกดึงเข้าหาตอนกลางของ sarcomere ช่วงของการกระตุ้นและการหดตัว (excitation-contraction coupling) ยังเป็นสิ่งที่มนุษย์ไม่เข้าใจโดยแจ่มแจ้งนัก แต่ดูคล้ายๆ กับว่าขึ้นอยู่กับ การปล่อย calcium ion (Ca^{++}) ออกจากถุงเล็กๆ ที่เรียกว่า lateral sac ที่ sarcoplasmic reticulum พลังกระทบประสาทที่เข้ามาสู่กล้ามเนื้ออาจจะเจาะลึกลงสู่ส่วนในของกล้ามเนื้อได้โดยไปตามท่อเล็กชื่อ transverse tubules (t-tubule) แล้วพลังกระทบประสาทก็จะไปกระตุ้นให้ถุงเล็กๆ ดังกล่าวปล่อย Ca^{++} ออกมาทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ เพื่อตอบสนองต่อพลังกระทบประสาทที่มานั้นอย่างทันควัน

ชนิดของการหดตัวของกล้ามเนื้อ

การหดตัวของกล้ามเนื้ออาจแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด

1. Dynamic contraction เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ความยาว (length) และความตึงตัว(tension) ของมันเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นผลให้ได้งานขึ้นมา (งาน = แรง x ระยะทาง) การหดตัวชนิดนี้ยังแบ่งออกเป็น 2 แบบ กล่าวคือ เมื่อใดก็ตามที่กล้ามเนื้อต้องหดสั้นและมีความตึงตัวสูงขึ้นเพื่อสู้กับแรงต้านทาน (resistance) เราเรียกรูปการหดตัวแบบนี้ concentric contraction เช่นกล้ามเนื้อแขนขณะยกดัมเบลและทำให้เกิดการงอ (flex) ที่ข้อศอก เป็นต้น ส่วนอีกแบบหนึ่งคือ eccentric contraction ซึ่งก็เป็นแบบที่ตรงกับข้ามกับแบบแรก กล่าวคือ กล้ามเนื้อที่มีความตึงตัวสูงขึ้นนั้นจะยืดตัวออกเพื่อสู้กับแรงต้านทาน ตัวอย่างเช่น การค่อย ๆ กางออก (extend) ของข้อต่อที่ข้อศอก ขณะที่มือถือดัมเบลซึ่งหนัก เป็นต้น การหดตัวของกล้ามเนื้อชนิดที่เรียกว่า dynamic contraction นี้บางทีเรียกว่า isotonic contraction หรือ physic contraction ชื่อทั้งสองชื่อที่กล่าวนี้ดูว่าจะไม่ค่อยเป็นที่นิยมเรียกกันอีกมากนัก โดยเฉพาะคำว่า isotonic เพราะดูว่าจะ

ไม่ตรงกับความหมายของมัน คำว่า isotonic มาจากคำภาษากรีกว่า isotonos (iso = equal = เท่ากับ) tonos = straining (แรงต้าน)

2. Static contraction หรือ Isometric contraction เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยที่ความยาวไม่เปลี่ยนแปลงแต่มีความตึงเพิ่มขึ้น การหดตัวชนิดนี้ไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่แต่อย่างใด จึงไม่มีงานในแง่ของฟิสิกส์เกิดขึ้น เนื่องจากไม่มีระยะทาง (เพราะไม่ได้เคลื่อนที่) การหดตัวชนิดนี้เช่น เวลาเราเหยียดแขนก้มลงยกของที่หนัก แต่ไม่สามารถยกของขึ้นมาได้ เพราะแรงต้านทานมีมากกว่า แต่กล้ามเนื้อแขนได้มีการตึงตัวมากขึ้น การหดตัวแบบ isometric นี้ เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางในหมู่นักสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและโค้ช การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบนี้นิยมใช้กันมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งภายหลังจากบาดเจ็บทางการกีฬา เพราะนักกีฬาไม่สามารถเคลื่อนไหวได้มาก ดังนั้นจึงหันมาใช้การออกกำลังกายแบบ isometric แทน เพื่อให้การลีบลงของกล้ามเนื้อ (atrophy) เป็นไปอย่างช้าและน้อยลง จริงอยู่การหดตัวชนิดนี้อาจไม่ได้งานทางฟิสิกส์ แต่ในทางสรีรวิทยาแล้วกล้ามเนื้อได้ทำงาน มีพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยาทางเคมีในการหดตัวชนิดนี้ ซึ่งผลสุดท้ายก็จะถูกเปลี่ยนแปลงให้กลายเป็นความร้อนในที่สุด

ในความเป็นจริงแล้วกล้ามเนื้อในร่างกายมนุษย์มีการหดตัวทั้ง ชนิดกลับไปกลับมาอยู่ 2 เสมอ เช่น เมื่อเรายืน กล้ามเนื้อขาของเรามีการตึงตัวเพื่อกระชับข้อต่อในส่วนล่างของร่างกายให้แน่น นี่คือการหดตัวแบบ isometric หรือ static แต่เมื่อเราย่างก้าวเดินหรือยกแขน การหดตัวชนิดใหม่นี้ก็อยู่ในรูปของ dynamic contraction

แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับการฝึก

1. หลักการฝึกสมรรถภาพทางกาย

กรมพลศึกษา (2555) ได้สรุปหลักการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายดังนี้ การเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายเพื่อให้บรรลุผลและเป้าหมายจะต้องมีหลักการ และขั้นตอนที่ถูกต้องและเหมาะสม ถ้าออกกำลังกายน้อยเกินไปจะไม่เกิดประโยชน์ต่อสมรรถภาพร่างกาย แต่ถ้ามากเกินไปหรือไม่ถูกขั้นตอนจะเป็นผลเสียต่อร่างกายได้เช่นกัน จึงต้องมีหลักการจัดโปรแกรมการออกกำลังกาย ดังนี้

1. หลักการออกกำลังกายหนักกว่าปกติ (Overload Principle) ในการออกกำลังกาย จะต้องมีน้ำหนักที่เพียงพอที่จะกระตุ้นระบบต่างๆ ของร่างกายให้ทำงานมากกว่าภาวะปกติ การใช้น้ำหนักมากกว่าปกติอย่างมีหลักการและขั้นตอนจะทำให้ร่างกายพัฒนาขึ้น

2. หลักการออกกำลังกายแบบก้าวหน้า (Progression Principle) การออกกำลังกายให้หนักอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ต่อเนื่องจากหลักการทำงานหนักกว่าปกติจะต้องเพิ่มการออกกำลังกาย อย่างเป็นขั้นเป็นตอน และเหมาะสมกับระยะเวลา การปรับเปลี่ยนความหนักความบ่อยและระยะเวลาในการฝึกสามารถปรับได้ทั้ง 3 อย่าง ในการเพิ่มความหนักควรค่อยๆ เพิ่มขึ้น เพื่อป้องกันการเมื่อยล้าของร่างกาย และควรมีวันพักเพื่อให้ร่างกายได้ฟื้นคืนสภาพจากอาการเหนื่อยล้า และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอจากการออกกำลังกาย

3. หลักการออกกำลังกายแบบเฉพาะเจาะจง (Specific of Exercise Principle) ในการออกกำลังกายนั้น การออกกำลังกายเพียงรูปแบบเดียวไม่สามารถพัฒนาสมรรถภาพร่างกายในทุกด้านได้ ดังนั้น การออกกำลังกายจึงมีความจำเป็นจะต้องจัดโปรแกรมการออกกำลังกายแบบเฉพาะเจาะจง เพื่อสร้างสมรรถภาพร่างกายในด้านนั้น หรือจัดโปรแกรมการออกกำลังกายเฉพาะส่วน

4. หลักการออกกำลังกายแบบย้อนกลับ (Reversibility Principle) ในช่วงเวลาที่ออกกำลังกายนั้น ร่างกายมีความสมบูรณ์เต็มที่ แต่เมื่อเราหยุดออกกำลังกายนานๆ ร่างกายจะกลับเข้าสู่สภาวะเดิม และเสื่อมสภาพลง โดยเฉพาะในวัยที่สูงอายุจะเสื่อมเร็วกว่าวัยหนุ่มสาว จึงต้องมีการย้อนกลับมาออกกำลังกายใหม่อีกครั้ง เพื่อที่จะเป็นการเตรียมตัว และรักษาสภาพร่างกายให้พร้อมอยู่เสมอ

5. หลักของความแตกต่างของบุคคล (Principle of individualization) การตอบสนองต่อการออกกำลังกายของแต่ละคน ผู้ที่มีอายุ เพศ รูปร่าง ประสบการณ์ ระดับสมรรถภาพร่างกาย ทักษะที่ต่างกันไป ความสามารถในการออกกำลังกายย่อมแตกต่างกันจึงควรคำนึงถึงความแตกต่างของแต่ละคน

6. หลักของความหลากหลายในการออกกำลังกาย (Principle of Variety) ในการออกกำลังกาย เพื่อให้ได้ประโยชน์ต่อสุขภาพ และสมรรถภาพร่างกายนั้นจะต้องมีรูปแบบ และกิจกรรมการออกกำลังกายที่หลากหลาย นอกจากนั้นการออกกำลังกายที่หลากหลายยังทำให้เกิดความสนุกสนาน ท้าทาย ไม่รู้สึกเบื่อหน่ายและจำเจในการออกกำลังกาย

7. หลักของการมีส่วนร่วมในการออกกำลังกาย (Principle of Active Involvement) สมรรถภาพร่างกายของผู้ออกกำลังกาย จะเกิดขึ้นหลายอย่างตามโปรแกรมการออกกำลังกาย นอกจากโปรแกรมการออกกำลังกายที่ถูกต้องเหมาะสมแล้ว ผู้ออกกำลังกายควรมีส่วนร่วมในการจัดโปรแกรมการออกกำลังกายร่วมกับผู้นำหรือผู้เชี่ยวชาญการออกกำลังกายจะช่วยเป็นแรงกระตุ้น กระตือรือร้นที่จะพัฒนาตนเอง

2. หลักการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

Gamble (2013) กล่าวว่า การฝึกความแข็งแรง (Strength training) ด้วยรูปแบบการใช้แรงต้านในการฝึก (Resistance training) หรือการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) นับเป็นรูปแบบหนึ่งในการช่วยพัฒนาความแข็งแรง และยังสามารถช่วยฝึกระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular training) ที่คอยทำหน้าที่ควบคุมท่าทาง นอกจากนี้ยังช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อหรือหน่วยยนต์กล้ามเนื้อ (Motor unit) และระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system : CNS) ให้สามารถรับรู้ และตอบสนองต่อการเคลื่อนไหวได้ดี ดังนั้นการวางแผนการพัฒนาความแข็งแรงที่เป็นระบบ และมีประสิทธิภาพย่อมทำให้นักกีฬาสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรง และแสดงความสามารถสูงสุด (Peak performance) ได้ในเวลาที่ต้องการ อีกทั้งยังช่วยลดอาการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นจากการฝึกซ้อมและการแข่งขันได้

การฝึกเพื่อสร้างความแข็งแรง (Strength training) คือการออกกำลังกายรูปแบบหนึ่งที่มีการใช้แรงต้านในการบริหารกล้ามเนื้อให้มีความแข็งแรงมากขึ้น และเป็นรูปแบบหนึ่งของการออกกำลังกายแบบที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Exercise) ซึ่งการออกกำลังกายในรูปแบบนี้มุ่งที่จะเพิ่มความแข็งแรงและมวลของกล้ามเนื้อ จึงส่งผลทำให้ร่างกายมีขนาดกล้ามเนื้อที่ใหญ่ขึ้น สามารถทำได้โดยวิธีการใช้น้ำหนักหรือแรงต้านให้กล้ามเนื้อได้บริหารออกแรงไปที่ละกลุ่มมัดกล้ามเนื้อด้วยท่าออกกำลังกายตามส่วนต่างๆ ซึ่งแต่ละกลุ่มมัดกล้ามเนื้อจะใช้ท่าทางในการฝึกแตกต่างกันไป แต่หลักการฝึกที่สำคัญ คือ การฝึกแต่ละท่า ด้วยการทำซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้ง สำหรับผู้เริ่มต้นหรือระยะแรกของการฝึกจะใช้แรงต้านน้อย ๆ ที่เราสามารถทำได้เพื่อให้กล้ามเนื้อได้เกิดความทนทานมากขึ้น

สบสันต์ มหานิยม (2556) ได้สรุปว่าการฝึกด้วยน้ำหนักมีบทบาทกับนักกีฬาที่ต้องใช้ความแข็งแรงเป็นอย่างมากและช่วยเพิ่มสมรรถนะความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกาย และความสามารถในการเล่นกีฬา ตลอดจนช่วยพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ดีที่สุด ซึ่งมีหลักการฝึกดังนี้

หลักการฝึกเกิน (Overload Principle) เป็นหลักที่สำคัญที่สุดในการฝึกยกน้ำหนัก (Weight Training) เพราะน้ำหนักเป็นแรงต้าน ทำให้เซลล์กล้ามเนื้อทำงานมากกว่าสภาวะปกติในชีวิตประจำวัน น้ำหนักที่เกินจะกระตุ้นให้กล้ามเนื้อเจริญเติบโตขึ้น แข็งแรงขึ้น หลักการฝึกเกินจึงต้องทำโดย

1. เพิ่มแรงต้านหรือน้ำหนักที่จะยก
2. เพิ่มจำนวนครั้งของการยก

ภายในกล้ามเนื้อจะมีเส้นใยกล้ามเนื้อ (Fiber) เป็นจำนวนมาก เส้นใยกล้ามเนื้อมีความสามารถแตกต่างกัน คุณสมบัติที่เห็นได้ชัดเจน คือ เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Fast – Twitch) และเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (Slow - Twitch) กล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว จะหดตัวได้เร็วและแรงกว่ากล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า ในการเล่นกีฬาจึงต้องคำนึงถึงชนิดของกล้ามเนื้อที่ใช้ กล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วสามารถนำพลังงานมาใช้ทันทีทันใด มากกว่ากล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า เช่น กล้ามเนื้อชนิดต้นแขนด้านหน้า (Biceps) ต้นแขนด้านหลัง (Triceps) และน่อง (Gastrocnemius) ซึ่งมีจำนวนกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วกว่ากล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า เพื่อใช้ในการขว้าง การเร่งความเร็ว และการกระโดด เป็นต้น

กล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าสามารถนำพลังงานมาใช้ได้น้อย แต่ใช้ได้เป็นระยะเวลาานานกว่ากล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว เช่น กล้ามเนื้อขา สะโพกและหลัง ซึ่งเรามักใช้กล้ามเนื้อกลุ่มเหล่านี้ในการเล่นประเภทเล่นนาน ทนทาน ได้แก่ การวิ่งระยะไกล หรือการขี่จักรยานทางไกล เป็นต้น

จึงเรียกได้ว่าใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว ใช้พลังงานแอนแอโรบิก (Anaerobic) และใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าใช้พลังงานแอโรบิก (Aerobic) ส่วนในด้านการฝึกยังไม่มีความปรากฏแน่นอนว่าผลการฝึกจะทำให้ใยกล้ามเนื้อเกิดการเปลี่ยนชนิดไปได้ แต่การฝึกสามารถเปลี่ยนรูปร่างและองค์ประกอบอื่นๆ ได้ เช่น ผลการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ถ้าเปรียบเทียบกับพบว่า ทำให้กล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วเพิ่มขนาดใหญ่ขึ้นอย่างมาก ในขณะที่ กล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าใหญ่ขึ้นเช่นเดียวกันแต่เพียงเล็กน้อย ส่วนผลจากการฝึกความทนทานของกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าจะเพิ่มปริมาณความสามารถในการใช้ออกซิเจนได้มากกว่ากล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วที่เพิ่มเพียงเล็กน้อย และผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ไม่เห็นด้วยกับสมมติฐานที่ว่า นักวิ่งมาราธอนจะมีอัตราส่วนของกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้ามาก เนื่องจากการฝึกหรือผลมาจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

หลักการใช้แรงต้านทานก้าวหน้า (Progressive Resistance Principle) กล้ามเนื้อต้องได้รับการฝึก โดยใช้น้ำหนักเป็นแรงต้านทาน ยิ่งน้ำหนักมากเท่าใดก็ยิ่งกระตุ้นให้กล้ามเนื้อเจริญเติบโตมากขึ้นเท่านั้น หลักการใช้แรงต้านทานจึงเป็นหลักในการฝึกยกน้ำหนัก (Weight Training) ซึ่งต้องทำเป็นชุดและจำนวนครั้ง คือ 2-3 ชุด และ 7-12 ครั้ง เป็นหลักทุกๆ ไป

หลักการฝึกเฉพาะเจาะจง (Principle of Specificity) การฝึกกล้ามเนื้อต้องศึกษาว่า มัดกล้ามเนื้อใดที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการเคลื่อนที่ของกิจกรรมการออกกำลังกายนั้น เนื่องจาก กีฬาแต่ละประเภทใช้กล้ามเนื้อมัดสำคัญๆ แตกต่างกัน ควรฝึกกล้ามเนื้อให้เฉพาะเจาะจง หรือใกล้เคียงการนำไปใช้จริงให้มากที่สุด

การวางแผนการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strength Training Strategy) ดังนี้

1. จำนวนครั้งที่ยก 7 - 12 ครั้ง สำหรับการยกแต่ละชุด โดยใช้เวลายกติดต่อกันอย่างน้อย 40 วินาที และไม่ควรมากเกิน 70 วินาที
2. น้ำหนักที่จะยก การยกน้ำหนักที่มากเกินไปเกินความสามารถ อาจจะทำให้ไม่สามารถยกได้ถึง 7 และ 12 ครั้ง ดังนั้นควรเลือกใช้น้ำหนักเบาไว้ก่อน โดยสังเกตว่ายกได้ 7-12 ครั้งอย่างสบาย และฝึกจนกระทั่งสามารถเพิ่มน้ำหนักได้ต่อไป
3. เวลาที่จะเพิ่มน้ำหนักได้ เมื่อยกน้ำหนักได้เกินครั้งที่ 7 และรู้สึกอ่อนแรงเมื่อจะยกในครั้งที่ 9 หรือ 10 สามารถเพิ่มน้ำหนักได้เพราะนั่นแสดงว่ากล้ามเนื้อพร้อมที่จะรับน้ำหนักได้อีก
4. จำนวนชุด ชุด (Set) หมายถึง จำนวนครั้งที่จะยกทั้งหมดแล้วพัก เช่น วิดพื้น 10 ครั้ง เรียกว่า 1 ชุด การวิดพื้นกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ ทั้งความแข็งแรงและความทนทาน 2-5 ชุด เป็นที่นิยมกัน แต่อย่างไรก็ตาม 3 ชุด เป็นเกณฑ์มาตรฐานที่ดีที่สุด
5. ระยะเวลาพักระหว่างชุด (Set) การพักระหว่างชุด (Set) เป็นสิ่งจำเป็น โดยใช้เวลาระหว่างชุด (Set) ต่อชุด (Set) ให้น้อยที่สุด ซึ่งไม่ควรเกิน 1 นาทีส่วนการพักที่นานกว่า 1 นาทีควรเป็นระยะพักในช่วงภายหลังการฝึกความ แข็งแรงกล้ามเนื้อเสร็จสิ้นแล้ว และพร้อมที่จะฝึกโปรแกรมสมรรถภาพด้าน อื่นๆ เช่น ความทนทานของระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิต
6. จะใช้เครื่องมือใด เครื่องมือที่ใช้ในห้องออกกำลังกาย ผู้ฝึกต้องเลือกใช้จากกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ๆ ก่อน เครื่องใดยังไม่มีผู้ใช้ควรเข้าไปใช้ไม่จำเป็นต้องรอนาน เพราะอาจทำให้ร่างกายไม่พร้อมต่อเนื่องกัน กลุ่มกล้ามเนื้อมัดหนึ่งสามารถใช้เครื่องได้หลายชนิด ผู้ฝึกจึงสามารถใช้ได้ถึงแม้ว่าจะฝึกกล้ามเนื้อมัดเดียวกัน เพราะจะช่วยให้ไม่เบื่อง่าย เป็นผลดีต่อสภาวะจิตใจ
7. ความบ่อยของการออกกำลังกาย การออกกำลังกาย 3 วันต่อสัปดาห์เป็นที่นิยมกันทั้งการฝึกเพื่อสุขภาพ และฝึกเพื่อการแข่งขัน มีการค้นคว้าพบว่า ไม่ควรทิ้งช่วงเวลากการฝึกกล้ามเนื้อแต่ละครั้ง นานเกิน 2 - 3 วัน การฝึกจึงน่าจะเป็นวันเว้นวันหรือ 3 วันติดต่อกัน และพักไม่เกิน 3 วัน โดยมีรายละเอียดของหลักการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยทั่วๆ ไปด้วยน้ำหนัก ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 หลักการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยทั่วๆ ไปด้วยน้ำหนัก

รายการ	2 สัปดาห์แรก	2 สัปดาห์ที่ 2	2 สัปดาห์ที่ 3	คงที่
ออกแรง (%ของความสามารถสูงสุด)	65 - 75%	75 - 90%	90 - 100%	95%
จำนวนครั้ง	15 - 20	10 - 15	5 - 15	5
จำนวนรอบ	5 - 6	4 - 5	3 - 4	3

รายการ	จุดมุ่งหมาย		
	ความแข็งแรง	กำลัง	อดทน
น้ำหนัก (Load)	มาก	ปานกลางถึงน้อย	ปานกลาง
จำนวนครั้ง (Repetitions)	น้อย	ปานกลาง	มาก
จำนวนชุด (Sets)	มาก	ปานกลาง	น้อย
จังหวะของการยก(Rhythm of Performance)	ช้า	เร็ว	ช้าถึงปานกลาง
ช่วงเวลาพัก (Rest Interval)	นาน	ปานกลาง	น้อย

ที่มา : (สบสันต์ มหานิยม, 2556)

ผลทางสรีรวิทยาของการฝึกด้วยน้ำหนัก

Heyward (1991) สรุปถึง ผลทางสรีรวิทยาของการฝึกด้วยน้ำหนัก โดยแบ่งตามปัจจัยต่างๆ ได้ดังนี้

1. ปัจจัยทางด้านลักษณะรูปร่างของกล้ามเนื้อ

- กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยมีการเพิ่มโปรตีนในการหดตัว เพิ่มจำนวน และขนาดของไมโอไฟบริลและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว
- จำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดไม่เปลี่ยนแปลง
- เพิ่มขนาดและความแข็งแรงของเอ็นยึดข้อและเอ็นกล้ามเนื้อ
- เพิ่มมวลของกระดูกและความหนาแน่นของกระดูก

2. ปัจจัยทางระบบประสาท

- เพิ่มอัตราความถี่ของกระแสประสาทการเคลื่อนไหว
- เพิ่มการระดมหน่วยยนต์
- ลดการยับยั้งของประสาท

3. ปัจจัยทางชีวเคมี

- เพิ่มซีพีและเอทีพี
- เพิ่มการทำงานของไมโคเนส

- ลดความหนาแน่นของปริมาณไมโทคอนเดรีย
4. การเปลี่ยนแปลงอื่นๆ
- น้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือไม่เปลี่ยนแปลง
 - เพิ่มน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน
 - ลดน้ำหนักที่เป็นไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมัน
 - เพิ่มความเร็ว ความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อ
 - เพิ่มความสามารถ ทักษะในการเคลื่อนไหว

สเปสันต์ มหานิยม (2556) ได้สรุปว่า หลังจากการฝึกด้วยน้ำหนักแล้ว ร่างกายจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาทำให้กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น มีการเพิ่มโปรตีนในการหดตัว เพิ่มจำนวนขนาดของไมโอไฟบริล เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว จำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดไม่เปลี่ยนแปลง เพิ่มขนาดและความแข็งแรงของเอ็นยึดข้อและเอ็นกล้ามเนื้อ เพิ่มมวลของกระดูกและความหนาแน่นของกระดูก เพิ่มอัตราความถี่ของกระแสประสาทการเคลื่อนไหว เพิ่มการระดมหน่วยยนต์ ลดการยับยั้งของประสาท เพิ่มซีทีและเอทีพี เพิ่มการทำงานของไมโคเนส ลดความหนาแน่นของปริมาณไมโทคอนเดรีย น้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือไม่เปลี่ยนแปลง เพิ่มน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน ลดน้ำหนักที่เป็นไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมัน เพิ่มความเร็ว ความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อ เพิ่มความสามารถ ทักษะในการเคลื่อนไหว

3. หลักการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อ

กล่าวว่าหลักการของพลังกล้ามเนื้อการแสดงความสามารถหรือแสดงทักษะทางกีฬาในแต่ละชนิดนั้น การเคลื่อนไหวที่แสดงออกมาในแต่ละ ชนิดกีฬาที่มีความแตกต่างกัน ไป เช่น การวิ่งระยะสั้น การเร่งความเร็วในการวิ่งการเปลี่ยนทิศทางในการวิ่ง ดังนั้นร่างกายจะต้องมีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว โดยจะเน้นไปทางด้านความรวดเร็วมากกว่าความแข็งแรง สิ่งนั้นคือพลังของกล้ามเนื้อนั่นเอง ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนั้นต้องมีการพัฒนาในส่วนของความแข็งแรงและความเร็วไปควบคู่กัน

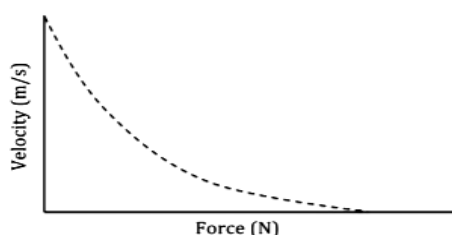
Haff and Nimphius (2012) กล่าวว่า กีฬาทุกชนิดต้องการความสามารถในการสร้างกำลังสูงในระยะเวลาอันสั้น ความสามารถในการแสดงอัตราการพัฒนากำลังสูงมักเกี่ยวข้องกับระดับความแข็งแรงโดยรวมของนักกีฬา และความสามารถในการแสดงกำลังสูง

กลไกของพลังระเบิด

หลักการที่มีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดพลังสูงสุด เกิดจากการคูณของแรงด้วยความเร็ว

$$\begin{aligned} \text{Power} &= \frac{\text{Work}}{\text{Time}} \\ &= \frac{\text{Force} \times \text{Distance}}{\text{Time}} \\ &= \text{Force} \times \text{Velocity} \end{aligned}$$

จากสมการทางคณิตศาสตร์นี้ เห็นได้ชัดว่าองค์ประกอบ 2 ส่วนที่ส่งผลต่อความสามารถของนักกีฬาในการสร้างการแสดงออกของกำลังสูงสุด คือความสามารถในการใช้กำลังระดับสูงอย่างรวดเร็วและแสดงความเร็วการหดตัวสูง ความสัมพันธ์ผกผันพื้นฐานระหว่างแรงที่กล้ามเนื้อสามารถสร้างขึ้นได้กับความเร็วที่กล้ามเนื้อหดตัวมักแสดงด้วยเส้นโค้งลักษณะเฉพาะดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ผกผันพื้นฐานระหว่างแรงและความเร็ว

ที่มา : (Kawamori & Haff, 2004)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bompa and Buzzichelli (2015) ได้ให้ข้อเสนอเกี่ยวกับการฝึกเพื่อพัฒนากล้ามเนื้อด้วยการใช้น้ำหนัก ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 วิธีการฝึกเพื่อพัฒนากล้ามเนื้อ

เป้าหมายของการฝึก	ความหนัก (% ของความหนักสูงสุด)	จำนวนครั้ง	จำนวนชุด
พัฒนาความแข็งแรง.1	ตั้งแต่ ขึ้นไป %85	ไม่เกิน ครั้ง 6	2-6
พัฒนาขนาดเส้นใยของกล้ามเนื้อ.2	65-85%	6-12 ครั้ง	3-6
พัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อ.3	ตั้งแต่ ลงมา %65	ตั้งแต่ ครั้งขึ้นไป 12	2-3

ที่มา : (Bompa & Buzzichelli, 2015)

Bompa (1993) พบว่าการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นจากการฝึกนั้นมีพื้นฐานมาจากการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทที่ทำให้กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1. ใช้เวลาน้อยในการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit recruitment) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็ว

2. เซลล์ประสาทยนต์ (Motor neurons) มีความอดทนเพิ่มขึ้น ในการเพิ่มความถี่ของการปล่อยกระแสประสาท

3. มีความสอดคล้องกันมากขึ้นและดีขึ้นของหน่วยยนต์ (Motor unit) กับรูปแบบการปล่อยกระแสประสาท

กล้ามเนื้อทำงานโดยใช้จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อ .4มากขึ้นในเวลาอันสั้น

5. มีการพัฒนาการทำงานประสานกันภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular coordination) หรือมีการประสานงานกันมากขึ้นระหว่างปฏิกิริยาเร่งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Excitatory reaction) กับปฏิกิริยารั้งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Inhibitory reaction) ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ของระบบประสาทส่วนกลาง

6. มีการพัฒนาการทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ร่วมกันทำงานระหว่างกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดตัวออกแรง (Agonistic muscles) กับกล้ามเนื้อที่อยู่ตรงข้ามกันซึ่งทำหน้าที่คลายตัว (Antagonistic muscles) เป็นผลทำให้กล้ามเนื้อหดตัวออกแรงได้

การฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric training)

Baechle and Earle (2008) กล่าวว่า พลัยโอเมตริกคือ เป็นการออกกำลังกายในแบบที่รวดเร็ว ใช้การเคลื่อนไหวที่ทรงพลังใน การยืดออกและหดตัวของกล้ามเนื้อ ที่เกี่ยวข้องกับวงจรมัดหด (stretch-shortening cycle; SSC) โดยที่กล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นก่อน แล้วจึงหดสั้นแบบความยาวลดลง วัตถุประสงค์ของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก คือ เพิ่มพลังของการเคลื่อนไหวที่ตามมา โดยใช้ทั้งความยืดหยุ่นตามธรรมชาติของกล้ามเนื้อและเอ็น และปฏิกิริยายืดกลับ การใช้การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องเข้าใจถึงสิ่งต่อไปนี้

1. กลศาสตร์และสรีรวิทยาของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก คือ พลังงานยืดหยุ่นที่อยู่ในเอ็นและกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและถูกเก็บไว้ เมื่อมีการเคลื่อนไหวตามมาทันที พลังงานที่ถูกเก็บไว้จะถูกปลดปล่อยออกมาเพื่อเพิ่มความแรง

2. หลักของการออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกจะคล้ายๆ โปรแกรมออกกำลังกายแบบแรงต้าน และการออกกำลังกายแบบแอโรบิค โหมด ความหนัก ความถี่ จำนวนการฝึก ระยะพัก ช่วงของการฝึก ความก้าวหน้าและช่วงการอบอุ่นร่างกายต้องรวมอยู่ในการออกแบบโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกด้วย

- โหมด (Mode) ของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกถูกกำหนดโดยบริเวณร่างกายที่ทำการฝึก เช่น การฝึกส่วนบนของร่างกาย (upper body exercise) การฝึกส่วนล่างของร่างกาย (Lower body exercise)

- ความหนัก (Intensity) คือ ความเครียดของกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อเกี่ยวพันและข้อต่อที่เกี่ยวข้อง และถูกควบคุมโดยประเภทการฝึกสมรรถภาพที่เจาะจง ความหนักของการฝึกพลัยโอเมตริกยังรวมไปถึงความกว้างของมุม นอกจากประเภทของการฝึกที่เฉพาะเจาะจงแล้ว ปัจจัยอื่นๆ อีกหลายประการยังส่งผลต่อความหนักของการฝึก แต่โดยทั่วไปเมื่อความหนักเพิ่มขึ้นควรต้องลดปริมาณลง เพราะความหนักของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกอาจจะแตกต่างกันไปอย่างมากต้องระมัดระวังและคำนึงถึงการเลือกรูปแบบการฝึกที่เหมาะสมระหว่างแต่ละรอบของการฝึก

- ความถี่ คือจำนวนครั้งในการฝึกพลัยโอเมตริกต่อสัปดาห์ โดยทั่วไปจะฝึกที่ 1-3 ครั้งต่อสัปดาห์ ขึ้นอยู่กับกีฬาและช่วงเวลาของปี เป็นการจำกัดความถี่ในการฝึกให้เหมาะสม สมช่วงเวลาระหว่างการฝึกแต่ละครั้งต้องพัก 48-72 ชั่วโมง เพื่อเป็นแนวทางการพักผ่อนสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริก ความถี่ของการฝึกพลัยโอเมตริกอาจจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของชนิดกีฬา ความหนักและปริมาณการออกกำลังกายประจำวัน

- ระยะเวลาพัก เนื่องจากการฝึกพลัยโอเมตริกต้องใช้ความพยายามอย่างเต็มที่ในการปรับปรุงพลังแบบไม่ใช้แอโรบิค การมีเวลาพักที่เพียงพอต่อการกู้คืนแหล่งพลังงานระหว่างการทำซ้ำในแต่ละครั้ง แต่ละเซตและแต่ละรอบของการออกกำลังกายเป็นสิ่งจำเป็น การกู้คืนพลังงานหรือการกระโดดแบบลึก (Dept jump) อาจจะต้องพัก 5-10 วินาที

ระหว่างการทำซ้ำแต่ละครั้ง และพัก 2-3 นาที ในแต่ละเซต เวลาระหว่างเซตถูกกำหนดโดยงาน: เวลาพัก อัตราส่วน 1:5 หรือ 1:10 และเหมาะสมกับจำนวนการฝึกและรูปแบบการฝึก

- ปริมาณการฝึก (Volume) โดยทั่วไปปริมาณการฝึกจะแสดงเป็นจำนวนครั้งของการทำซ้ำ จำนวนชุดที่ฝึกในแต่ละรอบการฝึก โดยปกติจะนับจำนวนครั้งที่ทำสัมผัสพื้นในการฝึกแต่ละครั้ง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณการฝึกพลัยโอเมตริกต่อการฝึกในแต่ละครั้ง

Plyometric experience	Beginning volume
Beginner (no experience)	80 to 100
Intermediate (some experience)	100 to 120
Advanced (considerable experience)	120 to 140

ที่มา : ประยุกต์จาก (Baechle & Earle, 2008)

- ช่วงของการฝึก (Program Length) ยังไม่มีการกำหนดระยะเวลาการฝึกพลัยโอเมตริกที่แน่ชัด แต่ปัจจุบันส่วนใหญ่จะฝึกที่ระหว่าง 6-10 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามงานวิจัยส่วนใหญ่พบว่า การฝึกพลัยโอเมตริกเพื่อพัฒนาความสูงในการกระโดดในแนวตั้งจะพบการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลา 4 สัปดาห์ นับตั้งแต่เริ่มต้นโปรแกรมการฝึก

- ความก้าวหน้า (progression) พลัยโอเมตริกเป็นรูปแบบหนึ่งของการฝึกด้วยแรงต้าน ดังนั้นต้องเป็นไปตามหลักของการเพิ่มความก้าวหน้าของการฝึก การเพิ่มความก้าวหน้าของการฝึก คือ การเพิ่มขึ้นอย่างเป็นระบบของปริมาณและความหนักในการฝึก รวมกัน โดยปกติเมื่อความหนักเพิ่มขึ้นปริมาณจะลดลง

- การอบอุ่นร่างกาย (Warm up) เช่นเดียวกับการออกกำลังกายรูปแบบอื่นๆ การฝึกพลัยโอเมตริกต้องเริ่มต้นด้วยการอบอุ่นร่างกาย การยืดกล้ามเนื้อเสมอ การวอร์มอัพที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการฝึกพลัยโอเมตริกควรประกอบด้วย การเคลื่อนไหวแบบไดนามิกที่มีความเข้มข้นต่ำ

3. วิธีการที่ปลอดภัยและเฉพาะเจาะจงของการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก การบาดเจ็บเกิดขึ้นได้จากอุบัติเหตุ และมักเกิดขึ้นเมื่อละเมิดขั้นตอนการฝึกที่เหมาะสม อาจจะเป็นเพราะความแข็งแรงและการปรับสภาพพื้นฐานไม่เพียงพอ การวอร์มอัพไม่เพียงพอ ปริมาณและความเข้มข้นไม่เหมาะสมกับระยะการฝึก รองเท้าหรือพื้นผิวที่ไม่ดี หรือขาดทักษะ

ข้อดีของการฝึกแบบพลัยโอเมตริก

สิทธิศักดิ์ บุญหาญ (2554) ได้สรุปการฝึกพลัยโอเมตริกเอาไว้ดังนี้

1. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกจะต้องปฏิบัติในลักษณะแรงระเบิดมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักดังนั้นการออกแรงอย่างรวดเร็ว จึงเป็นการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อด้วย

2. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกจะไม่มีภาระการผ่อนแรง ลดอัตราความเร็วลงในระยะที่จะสุดช่วงของการเคลื่อนที่เหมือนที่เกิเกิดขึ้นกับการฝึกด้วยน้ำหนัก ซึ่งน้ำหนักจะหยุดอยู่ที่สุดช่วงของการเคลื่อนไหวพอดี ดังนั้นพลัยโอเมตริกจึงเป็นการออกแรงมาก และเพิ่มอัตราความเร็วตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ซึ่งเหมือน กับลักษณะของกีฬาส่วนใหญ่

3. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกต้องปฏิบัติในลักษณะที่ใช้อัตราเร็วสูงกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักทำให้สามารถถ่ายโยงลักษณะของการเคลื่อนที่ด้วยอัตราความเร็วสูงไปยังสถานการณ์ในการแข่งขันจริงได้

4. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการเคลื่อนไหวในลักษณะของวงจรเหยียด-สั้น (stretch-shortening cycle; SSC) ซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าเหมือนกับการทำงานของกล้ามเนื้อในนักกีฬาส่วนใหญ่

ข้อเสียของการฝึกพลัยโอเมตริก

1. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกทำให้เกิดแรงกระแทกในระดับสูงเมื่อลงสู่พื้น ซึ่งแรงกระแทก 3-4 เท่าของน้ำหนักตัวนั้นทำให้เกิดการบาดเจ็บในระบบกล้ามเนื้อ เอ็นและกระดูกได้

2. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกตามแบบที่ใช้ทั่วไปนั้น ในการฝึกส่วนล่างของร่างกายใช้น้ำหนักตัวเป็นน้ำหนักในการฝึก ส่วนการฝึกในส่วนบนของร่างกายจะใช้เมดิซิมบอลเป็นน้ำหนักในการฝึก

3. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกจะต้องปฏิบัติในลักษณะที่ใช้อัตราความเร็วสูง ดังนั้นความแข็งแรงที่เกิดขึ้นจะน้อยกว่าการฝึกด้วยน้ำหนัก

พลังของกล้ามเนื้อถือเป็นปัจจัยหลักอย่างหนึ่งของสมรรถภาพทางกีฬาที่ต้องใช้แรงระเบิด เช่น การขว้างและการกระโดด มีการแนะนำวิธีการฝึกต่างๆ เพื่อปรับปรุงพลังของกล้ามเนื้อและ

สมรรถภาพทางกีฬาแบบไดนามิก แม้ว่าของมีค่าการฝึกแบบเฉียบพลันต่างๆ (เช่น เซต การทำซ้ำ ช่วงเวลา) สามารถทำได้ แต่โหลดการฝึกที่ใช้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดบางประการที่กำหนดสิ่งเร้าในการฝึกและการปรับเปลี่ยนการฝึกที่ตามมา มีผลการวิจัยหลายชิ้นแสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำหนักการฝึกที่แตกต่างกันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการฝึกที่แตกต่างกัน บ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงเฉพาะน้ำหนักและความเร็วในการพัฒนากำลังของกล้ามเนื้อ แนะนำให้ใช้น้ำหนักที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งเป็นกลไกของพลังสูงสุดที่จะเกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อสูงสุด นอกจากนี้ยังมีการแนะนำการกำหนดช่วงเวลา และการฝึกแบบผสมผสานในโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านอาจช่วยส่งเสริมการพัฒนากำลังของกล้ามเนื้อและเพิ่มประสิทธิภาพการแสดงกีฬาที่หลากหลาย

4. หลักการฝึกการทรงตัว

ให้ความหมายของการทรงตัวไว้ว่า เป็นความสามารถในการรักษาจุดศูนย์กลางของร่างกาย (Center of gravity; COG) ให้อยู่บนฐานรองรับน้ำหนัก (Base of support; BOS)

Boccolini, Brazziti, Bonfanti, and Alberti (2013) กล่าวว่า การทรงตัวเป็นความสามารถในการรักษาจุดศูนย์กลางของร่างกายบนฐานรองรับ และเป็นผลมาจากการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อตอบสนองต่อการมองเห็น การได้ยิน และระบบการรับรู้ของร่างกาย

Pollock, Durward, Rowe, and Paul (2000) กล่าวว่า การทรงตัว คือ การควบคุมท่าทางให้คงสภาวะสมดุลในระหว่างการทำอิริยาบถต่างๆ หรือในระหว่างการทำกิจกรรมใดๆ

วิมลวรรณ เขียงแก้ว (2551) การทรงตัวเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเคลื่อนไหวทุกอย่างในชีวิตมนุษย์ ส่วนการเดินการเคลื่อนไหวที่มนุษย์ต้องการมากที่สุด มนุษย์ต้องทรงตัวให้ได้ก่อนการเคลื่อนไหวต่างๆ และในขณะที่เคลื่อนไหวก็ต้องทรงท่าทางนั้นๆ ได้ การทรงตัวต้องอาศัยหลายระบบทำงานร่วมกันเพื่อให้ร่างกายเกิดความต่อเนื่องและไม่ล้ม ระบบดังกล่าวได้แก่

1. ระบบรับรู้ความรู้สึก ได้แก่ ระบบการมองเห็น ระบบหูชั้นใน ระบบการรับรู้จากผิวหนัง ข้อต่อและกล้ามเนื้อ

2. ระบบประสาทส่วนกลาง ได้แก่ สมอง

3. ระบบหน่วยยนต์ ได้แก่ กล้ามเนื้อ

การทรงตัวมี 2 รูปแบบ คือ 1. การทรงตัวขณะร่างกายอยู่นิ่ง (Static balance)

2. การทรงตัวขณะร่างกายเคลื่อนไหว (Dynamic balance)

ณิชากรีย์ อังกาบ (2559) ได้สรุปการเกี่ยวกับการทรงตัวว่า การทรงตัว หมายถึง ความสามารถในการทรงท่าทาง และรักษาสมดุลของร่างกายให้อยู่ในฐานรองรับน้ำหนัก (Base of support) ในขณะที่มีการเคลื่อนไหว หรือไม่มีการเคลื่อนไหว มีการเปลี่ยนแปลงของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย

การฝึกการทรงตัว

การฝึกการทรงตัวคือ การออกกำลังกายทำให้ระบบภายในร่างกายเกิดความสมดุล สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมีความสามารถในการควบคุมการทรงตัวในขณะที่อยู่กับที่ และเคลื่อนที่หรืออยู่ในอิริยาบถต่างๆ ส่งผลให้มีสมรรถภาพทางกายที่ดีได้ การประกอบกิจกรรมทำให้ระบบต่างๆ ภายในร่างกายสามารถทำงานประสานกันระหว่างระบบประสาทกับระบบกล้ามเนื้อ ในขณะที่ร่างกายปฏิบัติงาน ระบบกล้ามเนื้อแข็งแรงสามารถทรงตัวในท่าใดๆ ด้วยมือหรือเท้าได้ การทรงตัวจะมี 2 ลักษณะ คือ การทรงตัวอยู่กับที่ (Static Balance) เช่น ยืนขาเดียว การทรงตัวขณะเคลื่อนที่ (Dynamic Balance) เช่น การเดินบนรางรถไฟ การไต่ลวด การทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อและระบบประสาทส่งผลต่อการทรงตัว การรักษาสมดุลในร่างกาย การทรงตัวอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การออกกำลังกายเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้การรักษาสมดุลในร่างกายดีขึ้น การออกกำลังกายเป็นประจำสม่ำเสมอวันละไม่ต่ำกว่า 45 นาที มีผลทำให้การทรงตัว การรักษาสมดุลในร่างกายดีขึ้น มีสมรรถภาพทางกายที่ดี มีความยืดหยุ่นและสมารถ

หลักการพัฒนาความยากง่ายในการฝึกการทรงตัว

ณิชากรีย์ อังกาบ (2559) ได้กล่าวถึงการพัฒนาความยากง่ายในการฝึกการทรงตัวไว้ดังนี้

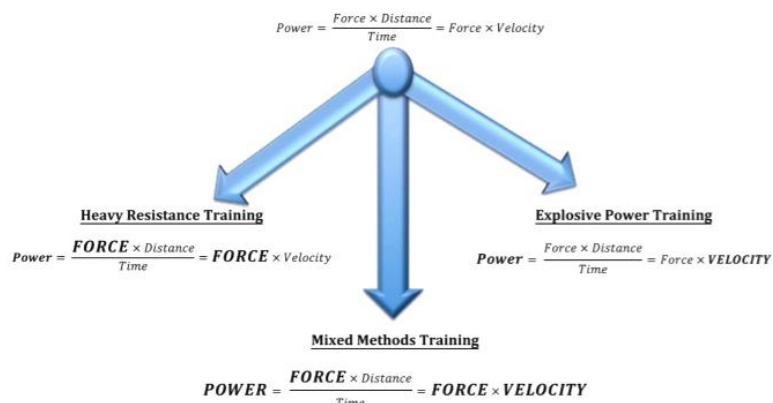
- เริ่มจากการฝึกการทรงตัวในท่ายืนเฉยๆ แล้วค่อยๆ พัฒนาไปเป็นการฝึกการทรงตัวในขณะที่มีการเคลื่อนไหว โดยเริ่มจากการเคลื่อนไหวที่ช้า และค่อยๆ เพิ่มไปเป็นการเคลื่อนไหวที่เร็วขึ้น
- เริ่มจากการฝึกการทรงตัวโดยที่ไม่มีให้แรงภายนอกมารบกวนการทรงตัวแล้วค่อยๆ พัฒนาไปเป็นการฝึกการทรงตัวขณะที่มีการให้แรงมารบกวนการทรงตัว
- เริ่มจากการฝึกการทรงตัวในขณะที่ยืน ขา แล้วพัฒนาไปเป็นการฝึกการทรงตัว 2 โดยการยืนขาข้างเดียว
- เริ่มจากการฝึกการทรงตัวในขณะที่ล้มตา แล้วค่อยๆ พัฒนาเป็นการฝึกการทรงตัวในขณะหลับตา

- เริ่มจากการฝึกบนพื้นผิวที่มีความมั่นคงแล้วค่อยๆ พัฒนาเป็นการฝึกการทรงตัวบนพื้นผิวที่ไม่มั่นคง เช่น บนกระดานหก บนพื้นผิวที่มีลักษณะนุ่ม เป็นต้น
- เริ่มการฝึกการทรงตัวโดยเน้นให้ความสนใจไปที่การทรงตัว แล้วพัฒนาไปเป็นการฝึกการทรงตัวขณะที่ความสนใจที่มุ่งไปที่สิ่งอื่น เช่นการฝึกในขณะที่ทำกิจกรรมอื่นๆ ร่วมด้วย เช่นดูทีวี เป็นต้น ซึ่งการฝึกนี้จะช่วยให้การควบคุมการทรงตัวเปลี่ยนจากการเคลื่อนไหวแบบตั้งใจเป็นแบบอัตโนมัติ

5. การฝึกเชิงซ้อน (Complex Training)

Ebben (2002) กล่าวว่า การฝึกแบบเชิงซ้อน (complex training) เป็นการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อไปพร้อมๆ กัน โดยมีรูปแบบการฝึกรวมกันในชุดการออกกำลังกายเดียวกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริก (plyometric) และการฝึกด้วยน้ำหนัก (weight training) และ Turner (2009) ได้กล่าวว่า การฝึกแบบเชิงซ้อน เป็นการฝึกแบบการรวมกันของการฝึกแบบแรงต้านและการฝึกพลัยโอเมตริก เป็นการออกกำลังกายที่ใช้ น้ำหนักมากอย่างรวดเร็วตามด้วยการออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริกที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงกัน ในชุดฝึกเชิงซ้อนต่อเซต อย่างไรก็ตาม หากกำหนดช่วงพักอย่างเหมาะสม และออกกำลังกายตามลำดับ (เพื่อจัดการกับความเหนื่อยล้าและศักยภาพเพิ่มเติม) การรวมกันไว้ในโปรแกรมอาจเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มพลัง

Haff and Nimphius (2012) เสนอว่า การใช้วิธีการฝึกเชิงซ้อนเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพความสามารถในการสร้างพลัง ช่วยให้เพิ่มการแสดงกำลังสูงสุดและมีผลต่อการฝึกได้ มากขึ้นเนื่องจากการพัฒนาความสัมพันธ์ของ force-velocity ตามทฤษฎีแล้ว การใช้น้ำหนักน้อยกับการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง สามารถส่งผลกระทบต่อความเร็วสูงของความสัมพันธ์ของ force-velocity ได้ ในขณะที่น้ำหนักที่หนักกว่าจะเสริม high-force ของความสัมพันธ์นี้ ดังนั้น การใช้วิธีการฝึกแบบผสม ผสานจะช่วยให้มีการปรับตัวที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นตลอดเส้นโค้ง force-velocity ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ของวิธีการฝึกกับการพัฒนาพลัง ความแข็งแรงและความเร็วในการเคลื่อนที่
ที่มา : (Haff & Nimphius, 2012)

Chu (1996) แนะนำว่า การฝึกเชิงซ้อนประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 อย่าง ดังต่อไปนี้

1. การฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance Training) คือ การออกกำลังกายแบบหนึ่งที่ใช้ความแข็งแรงของร่างกายเพื่อยกน้ำหนักที่มีแรงต้านในระดับที่ต่างๆ กัน โดยสร้างความกดดันให้กับกล้ามเนื้อในการยกน้ำหนัก

2. การฝึกแบบพลัยโอเมตริก (Plyometric Training) ในทางทฤษฎีได้กล่าวไว้ว่า ร่างกายจะมีการกระตุ้นกลไกที่ทำให้ให้เกิดความได้เปรียบของร่างกายในการแสดงความสามารถ และการฝึกพลัยโอเมตริกนั้น เป็นการออกกำลังกายที่มุ่งเน้นไปที่การรวมความแข็งแรงและความเร็วในการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวอย่างฉับพลัน ลักษณะของการฝึกมีหลากหลายรูปแบบ

3. การฝึกความเร็ว (Sprint Training) ตามทฤษฎีของความเร็วในการเคลื่อนไหวนั้น มักขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ คือ ความยาวของช่วงก้าวกับความถี่ของช่วงก้าว ซึ่งหมายความว่า หากนักกีฬาไม่สามารถเพิ่มความถี่ของช่วงก้าว และยกเท้าให้พ้นจากพื้นเร็วๆ ก็ควรที่จะเพิ่มความยาวของช่วงก้าว

4. การฝึกเฉพาะกีฬา (Sport-specific Training) ในการฝึกเฉพาะกีฬาต้องพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของกีฬานั้นๆ เสียก่อนว่า กีฬานั้นมีการเคลื่อนไหวแบบใดบ้าง เพื่อจะได้ฝึกการกระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อที่กีฬานั้นต้องการ

เสวลักษณะ ศิริปัญญา (2550) สรุปข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการฝึกเชิงซ้อนดังนี้

1. การฝึกเชิงซ้อนนั้นเป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องจัดไว้ในโปรแกรมการฝึกซ้อมซึ่งนักกีฬาจะต้องมีความแข็งแรงพื้นฐานโดยการฝึกด้วยน้ำหนักมาก่อน และควรจะใช้การฝึกพลัยโอเมตริกโดยใช้ความหนักในระดับต่างๆ ควบคู่ไปด้วยในระยะเวลาเตรียม และค่อยๆ ปรับกิจกรรมของการเคลื่อนไหวในการฝึกแบบผสมผสานให้เหมือนกับการเคลื่อนไหวในการแข่งขันจริง

2. ความหนักและปริมาณของการฝึกที่ใช้ในการฝึกแบบผสมผสานนั้นจำเป็นต้องใช้น้ำหนักในระดับสูงทั้งการฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกพลัยโอเมตริกในปริมาณไม่มากเพื่อป้องกันการเมื่อยล้าที่มากเกินไปจนนักกีฬาไม่สามารถมุ่งความสนใจไปยังกิจกรรมการฝึกได้ ควรอยู่ระหว่าง 2 ถึง 5 ชุด โดยในแต่ละชุดมีการฝึกด้วยน้ำหนัก 2-8 ครั้ง และการฝึกพลัยโอเมตริก 5-15 ครั้ง

3. การเลือกท่าฝึกที่นำมาใช้ในการฝึกแบบผสมผสาน ควรคำนึงถึงหลักการทางด้านชีวกลศาสตร์ และความเร็วในการเคลื่อนไหวที่ต้องการในกีฬาแต่ละชนิด ซึ่งท่าฝึกของการฝึกด้วยน้ำหนักนั้นควรเป็นท่าฝึกที่ใช้หลายข้อต่อด้วยกัน และตามด้วยท่าของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีการเคลื่อนไหวในลักษณะเดียวกันนอกจากนั้นควรมีการใช้ท่าฝึกที่ใช้แขนหรือขาเพียงข้างเดียวเพื่อให้มีการกระตุ้นเต็มที่

4. ความถี่ของการฝึกและเวลาพักในการฝึกแบบผสมผสาน มีการฝึก 1-3 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยมีการพักระหว่างการฝึกแต่ละครั้ง 48-96 ชั่วโมง สำหรับการพักกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกนั้น

หลักการฝึกเชิงซ้อน

อดิเทพ วิชาญ (2562) ได้เสนอแนะวิธีการฝึกเชิงซ้อนว่ามีหลักในการสร้างหรือออกแบบดังนี้

1. ให้พิจารณาการเลือกแบบออกกำลังกาย หรือแบบฝึกให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการพัฒนาสมรรถภาพทางกายในแต่ละด้านมาจัดเป็นแบบผสมผสาน โดยต้องเป็นการออกกำลังกายหรือแบบฝึกที่เป็นมาตรฐาน ไม่รวมกับการอบอุ่นร่างกายและการผ่อนคลายกล้ามเนื้อให้พิจารณาพื้นที่หรือสถานที่ที่เหมาะสมในการจัดการแบบฝึกเชิงซ้อนด้วย

2. ในการจัดเรียงลำดับแต่ละแบบฝึก ควรหลีกเลี่ยงการฝึกที่มีการพัฒนาในกลุ่มกล้ามเนื้อกลุ่มเดียวกันหรืออยู่ใกล้ๆ กัน ทั้งนี้เพื่อให้กลุ่มกล้ามเนื้อที่ได้ปฏิบัติไปแล้วมีการผ่อนคลาย สำหรับการพิจารณากำหนดระยะห่างของแต่ละแบบฝึกนั้น ให้พิจารณาตามความเหมาะสมของวัตถุประสงค์หรือแบบฝึกในการจัดการแบบฝึกผสมผสาน

3. ให้พิจารณาจำนวนเที่ยว จำนวนยกของแต่ละแบบฝึกโดยทำการทดลองให้กับผู้เข้ารับ การฝึก ทำให้มากที่สุด หลังจากนั้นให้กำหนดความเหมาะสมในแต่ละยก เช่น ให้ทำ 2 ใน 3 หรือ 1 ใน 2 ของจำนวนเที่ยวที่ทำได้สูงสุด สำหรับการพักในแต่ละยกนั้นจะไม่เป็นการพักที่สมบูรณ์ กล่าวคือ มีการเคลื่อนไหวไปมาบ้าง ซึ่งจะเป็นเพียงแค่การบรรเทาความเมื่อยล้าเท่านั้น เช่น ปฏิบัติ 2 นาที พัก 30 วินาที

4. ให้พิจารณากำหนดเวลาของการปฏิบัติแต่ละแบบฝึก โดยรวมเอาเวลาทั้งหมดของการฝึก ควรอยู่ระหว่าง 30-45 นาที ไม่รวมการอบอุ่นร่างกายและการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ สำหรับการอบอุ่นร่างกายและการผ่อนคลายกล้ามเนื้อนั้น ให้ใช้เวลาอย่างละประมาณ 5-10 นาที

5. การเพิ่มความหนักของการฝึกผสมผสาน โดยเพิ่มจำนวนเที่ยวในแต่ละยกให้มีการเพิ่มความหนักประมาณร้อยละ 15-20 ทุก 2 สัปดาห์ หรือ 4 สัปดาห์ อาจกำหนดให้ลดเวลาการปฏิบัติลง หรืออาจเพิ่มจำนวนรอบในการปฏิบัติตามโปรแกรมการออกกำลังกาย หรือการฝึกแบบวงจร

6. ช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม ในการปฏิบัติตามโปรแกรมการออกกำลังกายแบบวงจรควรอยู่ในช่วง 8-10 สัปดาห์ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และพัฒนากลุ่มกล้ามเนื้อหรือสมรรถภาพทางกายส่วนความถี่ที่เหมาะสมในการปฏิบัติตามโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสานนั้น ควรอยู่ในช่วง 3-4 วันต่อสัปดาห์

7. การพัฒนาความอดทนระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ต้องมีการออกแบบให้ทำการฝึกอย่างต่อเนื่องประมาณ 15-20 นาทีขึ้นไป ในลักษณะการออกกำลังกายแบบแอโรบิก โดยกำหนดให้ผู้ฝึกต้องออกกำลังกายเพื่อรักษาระดับอัตราการเต้นชีพจรเป้าหมายให้อยู่ ในช่วงร้อยละ 60-80 ของอัตราการเต้นชีพจรสูงสุดตลอดช่วงเวลาในการฝึกหมุนเวียนให้ครบทุกวงจร

8. การพัฒนาความคล่องแคล่วการใช้ความเร็วสูงสุด การเคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆ ที่มีความใกล้เคียงกับการเคลื่อนไหวนั้นๆ

9. ช่วงเวลาการพักระหว่างเซต การที่ร่างกายได้มีเวลาในการพักเพียงพอและนานพอที่จะทำให้นักกีฬารู้สึกหายเหนื่อย หรือประมาณ 2-3 นาที ควรมีการกระทำซ้ำประมาณ 5- 6 ครั้ง/เซต ปฏิบัติ 1-2 เซต

ภัสสร ธูปบุตร (2562) ได้สรุปว่า การฝึกเชิงซ้อน (Complex Training) คือ การฝึกด้วยน้ำหนักและตามด้วยพลัยโอเมตริกทันที แต่การฝึกแบบผสมผสานเพื่อที่จะพัฒนาสมรรถภาพทางกายให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ต้องแบ่งสถานี (Station) และกำหนดว่าทำกี่ครั้ง (Repetition) ก๊ยก (Set)

และกำหนดระยะเวลา (Time) โปรแกรมการฝึกแบบเชิงซ้อนนั้นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุด อยู่ในช่วง 3-4 วันต่อสัปดาห์

สุหัท ภูทอง และชนินทร์ชัย อินทிரากภรณ์ (2558) ได้สรุปการฝึกเชิงซ้อน เป็นการฝึกด้วยความแข็งแรงเพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของนักกีฬาให้ดีขึ้นโดย เฉพาะในนักกรีฑา นักกีฬาประเภทกระโดด และนักกีฬาประเภทเหรียญ แต่มันไม่ได้เป็นประโยชน์ในการพัฒนาระดับของแรงในการเร่งความเร็ว เพื่อให้ประสบผลสำเร็จในการเคลื่อนไหว การฝึกเชิงซ้อนยังเป็นการพัฒนาอัตราการเร่งในเส้นใยกล้ามเนื้อ Type II ที่ต้องการในการสร้างแรงระเบิด เพื่อที่จะให้ได้พลังสูงสุด ซึ่งในการพัฒนาเส้นใยกล้ามเนื้อ Type II จะต้องออกกำลังกายด้วยน้ำหนักด้วยความเร็ว หรือการฝึกพลัยโอเมตริก ทำให้มีนักกีฬาหลายคนนำเอาพลัยโอเมตริกไปใช้ในโปรแกรมการฝึก อย่างไรก็ตาม ยังเป็นที่รู้จักกันน้อยในการรวมกันของความแข็งแรงในการฝึกพลัง และพลัยโอเมตริกที่จะทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อ Type II ที่ดีขึ้น ส่งผลให้พลังและระดับของแรงมีการพัฒนาที่ดีขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

รณภพ ชาวปลายนา และทศพร ยิ้มลมัย (2563) ศึกษาเกี่ยวกับผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเอกเซนตริกที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักกีฬาฟุตบอลชาย ระดับมหาวิทยาลัย อายุ 18-22 ปี จำนวน 26 คน ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ กลุ่ม ECC มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรง พลังกล้ามเนื้อ และความคล่องแคล่วว่องไวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่ม ECC มีการพัฒนาของความแข็งแรงสัมบูรณ์แบบเอกเซนตริก (24.0% vs 4.2%) และความแข็งแรงสัมพัทธ์แบบเอกเซนตริก (21.7% vs 1.9%) เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่ม CON อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขณะเดียวกันความแข็งแรงสัมบูรณ์แบบคอนเซนตริก (7.9% vs 7.4%) ความแข็งแรงสัมพัทธ์แบบคอนเซนตริก (5.9% vs 5.0%) พลังกล้ามเนื้อขา (2.5% vs 0.7%) พลังกล้ามเนื้อขาสัมพัทธ์ (0.6% vs -1.7%) และความคล่องแคล่วว่องไว (-2.4% vs -1.3%) ของกลุ่ม ECC ก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่ม CON หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ยกเว้นความเร็วในการวิ่ง 10 เมตร (-0.96 vs. -1.31) และ 20 เมตร (-1.25 vs. -1.63) กลุ่ม CON มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่า กลุ่ม ECC แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อดิเทพ วิชาญ (2562) ศึกษาถึงผลการฝึกเชิงซ้อนที่มีผลต่อความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวในนักกีฬาแฮนด์บอลหญิงสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตลำปาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬา

แฮนด์บอลหญิงสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตลำปาง จำนวน 20 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 10 คน โดยกลุ่มทดลองฝึกซ้อมด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนควบคู่กับโปรแกรมฝึกซ้อมกีฬาแฮนด์บอล กลุ่มควบคุมฝึกซ้อมด้วยโปรแกรมฝึกซ้อมกีฬาแฮนด์บอล ระยะเวลาการฝึก 8 สัปดาห์ การทดสอบความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการฝึก หลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 พบว่า หลังการฝึกโปรแกรมแบบเชิงซ้อนสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 นักกีฬาแฮนด์บอลหญิงกลุ่มทดลองมีความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวดีขึ้นกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬาแฮนด์บอลหญิงระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่าภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มทดลองมีความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวดีขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภัสสร ฐปบุตร (2562) ศึกษาและเปรียบเทียบผลการฝึกระหว่างกลุ่มการฝึกผสมผสานและการฝึกแบบควบคู่ ที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อและความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงอายุ 8-12 ปี จำนวน 40 คน ใช้โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนจำนวน 10 คนและการฝึกแบบควบคู่จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย โปรแกรมการฝึกพลังกล้ามเนื้อและความคล่องแคล่วว่องไว จำนวน 2 โปรแกรม คือโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนและโปรแกรมการฝึกแบบควบคู่ แบบทดสอบสมรรถภาพทางกาย ประกอบด้วย แบบทดสอบพลังกล้ามเนื้อขาด้วยวิธีการยืนกระโดดสูง และแบบทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว ด้วยวิธีการวิ่งที่ทดสอบในแต่ละสัปดาห์ฝึก 3 วัน รวม 6 สัปดาห์และดำเนินการทดสอบสมรรถภาพทางกายก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีพลังกล้ามเนื้อและความคล่องแคล่วว่องไวดีขึ้นตามระยะของการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่าง โปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกัน เมื่อผ่านการฝึกไปแล้วอย่างน้อย 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มการฝึกแบบควบคู่ ดีกว่าแบบผสมผสานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ณิชารีย์ อังกาบ (2559) ศึกษาผลของการฝึกการออกกำลังกายเพื่อการทรงตัวที่มีต่อความสามารถในการกระโดด และการทรงตัวในนักกีฬาวอลเลย์บอลเยาวชนหญิง กลุ่มตัวอย่างคือนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร อายุ 16-18 ปี จำนวน 18 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 9 คน ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยกลุ่มทดลองทำการฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึกการออกกำลังกายเพื่อการทรงตัว ก่อนการฝึกซ้อมตามปกติ ส่วนในกลุ่มควบคุมทำการฝึกซ้อมตามปกติ ทำการทดสอบความสามารถในการกระโดด ในทั้ง 3 ท่าของการ

กระโดด คือ กระโดดตบ กระโดดสกัดกั้น และวิ่งสามก้าวกระโดดตบ และทดสอบการทรงตัวในขณะที่อยู่หนึ่งในลักษณะของความสามารถในการทรงตัวก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ผลการวิจัย พบว่า หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีความสามารถในการกระโดด ทั้ง 3 ท่ามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และพบว่าการทรงตัวขณะอยู่หนึ่งทั้งในขณะล้มตาและหลับตามีค่าที่ดีขึ้นกว่าก่อนการทดลอง แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีความสามารถในการกระโดดทั้ง 3 ท่ามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพบว่าการทรงตัวขณะอยู่หนึ่ง ทั้งในขณะล้มตาและหลับตาของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เสาวลักษณ์ ศิริปัญญา (2550) ศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย จำนวน 15 คน โดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ความสามารถในการเร่งความเร็ว ความอ่อนตัว หลังกล้ามเนื้อขา และความคล่องแคล่วว่องไว มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อต่อน้ำหนักตัว ความอ่อนตัว พลังกล้ามเนื้อขาในการยืนกระโดดไกล และความคล่องแคล่วว่องไว ไม่แตกต่างกับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความสามารถในการเร่งความเร็ว พลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดพาดของตำแหน่งหน้าขวา และพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดสกัดกั้นของตำแหน่งหน้าขวา มีค่าน้อยกว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปได้ว่าการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด สามารถทำให้สมรรถภาพของกล้ามเนื้อของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยเพิ่มขึ้นได้ภายใน 6 สัปดาห์ และสมรรถภาพของกล้ามเนื้อจะมีแนวโน้มลดประสิทธิภาพลงเมื่อทำการหยุดฝึกหรือฝึกไม่เป็นประจำภายในระยะเวลา 4 สัปดาห์

เฉลิมวุฒิ อาภาณุกุล (2548) ศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด ที่มีต่อการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬารักบี้ฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชายของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 30 คน แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 15 คน กลุ่มควบคุมฝึกตามปกติ กลุ่มทดลองฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดและฝึกตามปกติ ใช้

เวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ การทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการเร่งความเร็ว และความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของสะโพก ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด และฝึกตามปกติมีความคล่องแคล่วว่องไว มากกว่ากลุ่มควบคุมที่ฝึกปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด และฝึกตามปกติมีความคล่องแคล่วว่องไว พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและความสามารถในการเร่งความเร็วมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ฝึกตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดและฝึกตามปกติมีความคล่องแคล่วว่องไว พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการเร่งความเร็ว และความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของสะโพกมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



วิชุดา คงสุทธิ (2545) ศึกษาและเปรียบเทียบผลการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยเมดิซินบอลและหนังยางที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อส่วนบนและความเร็วในการว่ายน้ำของนักว่ายน้ำ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 45 คน แบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 15 คน มีกลุ่มควบคุมฝึกว่ายน้ำอย่างเดียว กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกพลัยโอเมตริกด้วยเมดิซินบอลและว่ายน้ำ และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกด้วยหนังยางและว่ายน้ำ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทดสอบพลังกล้ามเนื้อส่วนบนและความเร็วในการว่ายน้ำโดยใช้แขนอย่างเดียวระยะทาง 25 เมตร ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ พบว่า ภายหลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีพลังกล้ามเนื้อส่วนบนมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีความเร็วในการว่ายน้ำโดยใช้แขนอย่างเดียว ระยะทาง 25 เมตร มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ภายหลังการฝึก 4, 6 และ 8 สัปดาห์ พลังกล้ามเนื้อส่วนบนและความเร็วในการว่ายน้ำ โดยใช้แขนอย่างเดียวระยะทาง 25 เมตร ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. งานวิจัยในต่างประเทศ

Li et al. (2019) ได้ศึกษาถึงผลการฝึกเชิงซ้อนกับการฝึกด้วยแรงต้านที่ระดับความหนักสูงต่อการปรับตัวของระบบประสาท การวิ่งโดยใช้พลังงานน้อยที่สุด และสมรรถภาพ 5 กม. ในนักวิ่งระยะไกลที่ได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดี ทั้งหมด 28 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มฝึกเชิงซ้อนและฝึกความอดทน 10 คน กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมที่ระดับความหนักสูง (Heavy resistance training; HRT) และฝึกความอดทน 9 คน และกลุ่มควบคุม 9 คน ฝึกความแข็งแรงทนทานและความอดทน ระยะเวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่า หลังจากการฝึกกลุ่มฝึกเชิงซ้อน (CT) สามารถเพิ่ม ความแข็งแรง (1RM) ความสูงในการกระโดด (CMJ height) การประหยัดพลังงานในการวิ่ง (running economy) 12 และ 14 กิโลเมตรต่อชั่วโมง การวิ่งเร็ว (Sprints) ที่ 50 เมตรและ 5 กม. ได้และอาจจะเหนือกว่ากลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมที่ระดับความหนักสูง (Heavy resistance training; HRT) สำหรับการพัฒนาปฏิกิริยาความแข็งแรงและการประหยัดพลังงานในการวิ่งในระยะทาง 16 กม. ต่อชั่วโมง และสามารถลดความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด (Blood lactate concentration; BLA) ในการวิ่งในระยะทาง 16 กม.ต่อชั่วโมง

Kukrić et al. (2019) ศึกษาถึงอิทธิพลของการฝึกเชิงซ้อนต่อการผลิตแรงสูงสุดของนักกีฬาบาสเก็ตบอลเยาวชน นักกีฬาบาสเก็ตบอลเยาวชนทั้งหมด 20 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มละ 10 คน กลุ่มทดลองฝึกด้วยเทคนิคบาสเก็ตบอลรวมกับการฝึกเชิงซ้อน กลุ่มควบคุมฝึกด้วยเทคนิคบาสเก็ตบอลเพียงอย่างเดียว ระยะเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า การฝึกเชิงซ้อนมีผลในเชิงบวกต่อการพัฒนาแรงสูงสุดและมีอัตราการพัฒนาพลังเพิ่มขึ้นอย่างมาก แต่กลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Bogdanis et al. (2019) ศึกษาการเปรียบเทียบการฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาที่ละข้างและแบบขาคู่ ต่อความสามารถในการกระโดดและความแข็งแรงของขาข้างเดียวและทั้งสองข้าง กลุ่มตัวอย่าง 15 คนที่ได้รับการฝึกระดับปานกลาง ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ฝึกแบบขาที่ละข้างจำนวน 7 คน และกลุ่มที่ฝึกแบบขาคู่จำนวน 8 คน หลังการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาที่ละข้างมีการปรับปรุงประสิทธิภาพของพลังระเบิดในการทดสอบทั้งแบบขาข้างเดียวและทั้งสองข้าง ในขณะที่เดียวกันของการฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาคู่มีเพียงการทดสอบแบบขาทั้งสองข้างเท่านั้นที่เพิ่มขึ้น

Chatzinikolaou, Michaloglou, Avloniti, Leontsini, Deli, Vlachopoulos, and et al. (2018) ศึกษาความสามารถของการฝึกนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนต่อช่วงเวลาการฝึกเชิงซ้อนแบบสั้นๆ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลเยาวชนที่มีการฝึกซ้อมน้อย ประมาณ 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ อายุ 14-15 ปี ทั้งหมด 22 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ฝึกแบบเชิงซ้อน 12 คน ฝึกด้วยแรงต้าน และกิจกรรมการเคลื่อนที่แบบกล้ามเนื้อที่มีการหดตัวเร็ว เช่น การฝึกพลัยโอเมตริก และการสปริงท์ เป็นต้น ฝึก 4 วันต่อสัปดาห์ ทั้งหมด 5 สัปดาห์ กลุ่มควบคุม 10 คน ไม่มีการฝึกเสริมในช่วงระยะเวลา 5 สัปดาห์ มีเพียงการซ้อมฟุตบอล สัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง จากการศึกษาพบว่า ผู้เล่นที่มีอายุน้อยสามารถแสดงความสามารถในการฝึกความแข็งแรง และพลังในระดับสูงในการตอบสนองต่อการฝึกแบบเชิงซ้อนในระยะอันสั้น การฝึกด้วยแรงต้านแบบใช้โอลิมปิคบาร์ ถ้าฝึกด้วยท่าทางที่ปลอดภัย จะสามารถช่วยเพิ่มสมรรถภาพได้สูงสำหรับผู้ฝึกกลุ่มอายุน้อย การยกที่มีแรงผลักของสะโพกสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่ม Knee extensors และกลุ่ม Knee flexor ได้ การหยุดฝึกของกลุ่มควบคุมส่งผลให้ความแข็งแรง พลัง และความทนทานลดลงอย่างเห็นได้ชัด

Talpey, Young, and Saunders (2016) ศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อน 9 สัปดาห์ เพื่อปรับปรุงความแข็งแรงร่างกายส่วนล่าง พลังระเบิด ประสิทธิภาพการวิ่งและการกระโดด มีผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมด 20 คน ที่เคยผ่านการฝึกด้วยแรงต้านอย่างน้อย 1 ปี โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน 9 คน กลุ่มที่ฝึกทั่วไป 11 คน ทำการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ มีการวัดสมรรถภาพก่อนการฝึก และหลังการฝึก ด้านความเร็วในการวิ่งระยะสั้น ความสูงในการกระโดดในแนวตั้ง และความแข็งแรง โดยการท่าท่า Half back squat ผลการศึกษาพบว่า พลังระเบิดและประสิทธิภาพการกระโดดในแนวตั้งดีขึ้นอย่างมากในทั้ง 2 กลุ่ม การฝึกเชิงซ้อนมีการปรับปรุงประสิทธิภาพการกระโดดในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญดีกว่ากลุ่มที่ฝึกทั่วไปไม่มีการปรับปรุงประสิทธิภาพการวิ่งทั้งสองกลุ่ม

Ramírez-Campillo, Burgos, Henríquez-Olguín, Andrade, Martínez, Álvarez, and et al. (2015) ศึกษาเกี่ยวกับผลของการฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาทีละข้าง ขาคู่และแบบผสมผสานต่อพลังระเบิดและสมรรถภาพด้านความอดทนในนักกีฬาฟุตบอลเยาวชน การทดลองแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาคู่ กลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาทีละข้าง และกลุ่มที่ 4 ฝึกพลัยโอเมตริกแบบผสมผสาน ทั้งแบบขาคู่และฝึกขาทีละข้าง หลังการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่า ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงการฝึกที่เฉพาะเจาะจงที่การฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาทีละข้าง ส่งผลให้การทดสอบสมรรถภาพแบบขาข้างเดียวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่การฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาคู่ก็เพิ่มสมรรถภาพจากการทดสอบแบบขาทั้งสองข้างพร้อมกัน และการฝึกแบบ

ผสมผสานส่งผลต่อการทรงตัวที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก สรุป ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า การฝึกแบบผสมผสาน ในกีฬาฟุตบอลและการฝึกพลังระเบิดแบบเฉพาะ โดยไม่รวมเวลาการฝึกในฤดูการเพิ่มสมรรถภาพ ทั่วไปและความสามารถของพลังระเบิดที่เฉพาะสำหรับกีฬาฟุตบอล และความอดทนในผู้เล่นฟุตบอล เยาวชนได้

Boccolini et al. (2013) ศึกษาผลการฝึกการทรงตัวที่มีต่อสมรรถภาพในนักกีฬาบาสเก็ตบอลในระดับเยาวชน มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อประเมินผลของโปรแกรมของการฝึกการทรงตัวที่มีต่อการทรงตัว และความสามารถในการกระโดดในแนวตั้ง (Vertical jump) ของนักกีฬาบาสเก็ตบอลที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปี เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ จำนวน 23 คน ไม่มีประวัติการบาดเจ็บ 6 เดือน ก่อนการทดลอง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ได้รับการฝึกการทรงตัว จำนวน 11 คน และกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบ Isotonic จำนวน 12 คน ผลการทดลองพบว่า ในกลุ่มที่ได้รับการฝึกการทรงตัว มีการเพิ่มขึ้นของการทรงตัวและความสามารถในการกระโดด อย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.01$ และในกลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบ isotonic พบการเพิ่มขึ้นของการทรงตัวอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$ ที่ขาด้านซ้ายเพียงข้างเดียว และไม่พบการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของความสามารถในการกระโดด จึงสรุปได้ว่าการฝึกการทรงตัวช่วยเพิ่มการทรงตัวและความสามารถในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอล

MacDonald et al. (2012) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (RT) การฝึกด้วยพลัยโอเมตริก (PT) และการฝึกเชิงซ้อน (CT) ต่อความแข็งแรงและองค์ประกอบของร่างกาย กลุ่มตัวอย่าง 30 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มฝึกด้วยน้ำหนักแบบดั้งเดิม 11 คน กลุ่มฝึกด้วยพลัยโอเมตริก 9 คน และกลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อน 10 คน ระยะเวลาการฝึก 6 สัปดาห์ ทดสอบความแข็งแรงกล้ามเนื้อส่วนล่างลำตัว และองค์ประกอบของร่างกาย ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลองและหลังการทดลอง พบว่า ก่อนการทดสอบและหลังการทดสอบมีการเพิ่มขึ้นอย่างมากสำหรับ squat strength, Romanian dead lift (RDL) strength และ standing calf raise (SCR) strength โดยไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม การวัดเส้นรอบ วงของกลุ่มกล้ามเนื้อคอวอร์ดไตรเซ็ป (Quadriceps) และพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อไตรเซ็ป (Triceps) และมวลกายไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

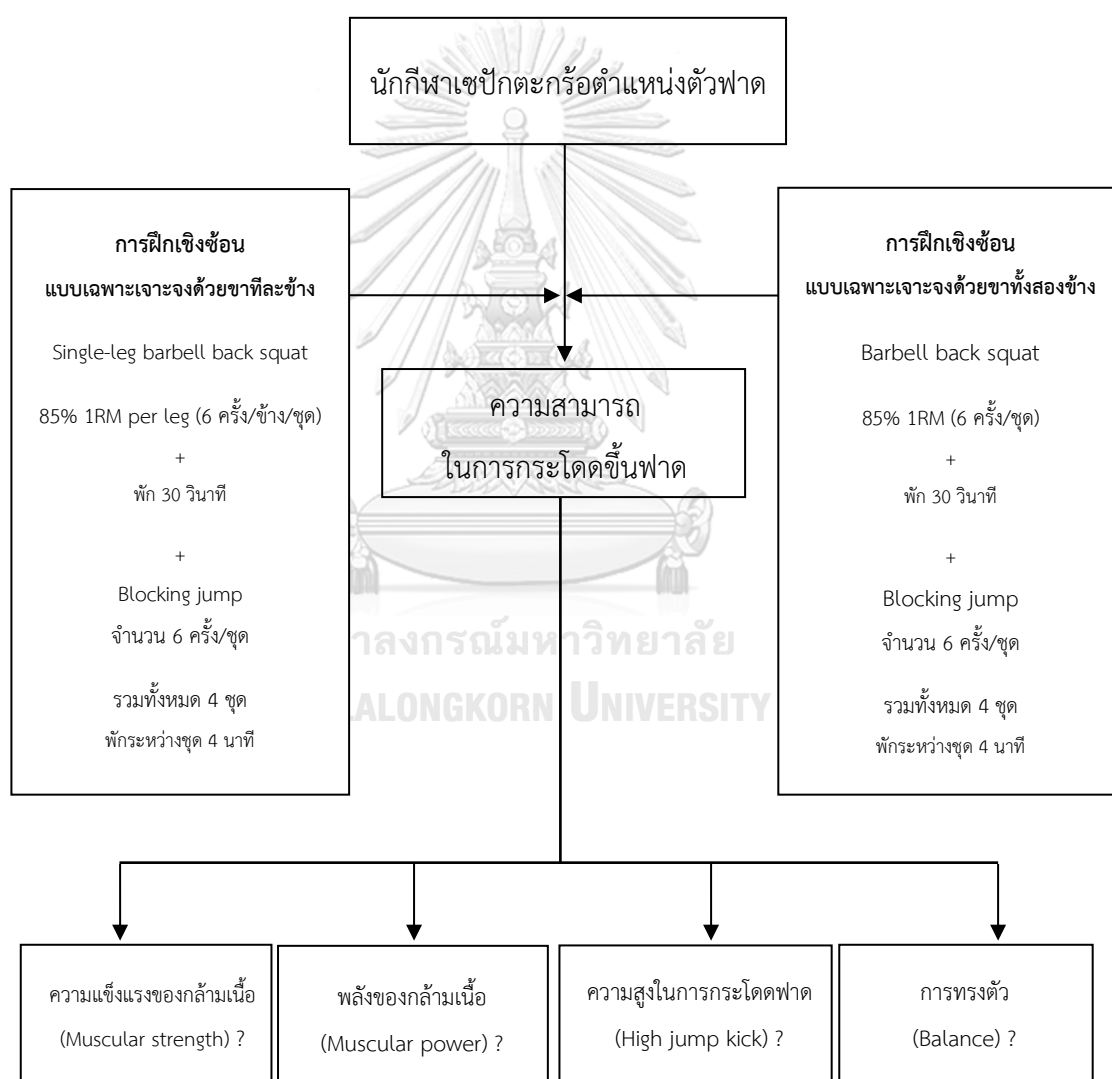
Simek, Milanovic, and Jukić (2007) ศึกษาเกี่ยวกับผลของโปรแกรมการฝึกการรับรู้ข้อต่อ (Proprioceptive training) ต่อความสามารถในการกระโดด (Vertical jump) และความคล่องแคล่วว่องไวในผู้ที่มีสุขภาพดี ผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมด 75 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองจำนวน 37 คน ได้รับการฝึกการรับรู้ข้อต่อเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ โดยได้รับการฝึก 3

วัน/สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมจำนวน 38 คน ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง ($p < 0.01$) ในการกระโดด Double-leg vertical jump test (CMU) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในส่วนของกระโดด แบบ Double-leg vertical jump test MJ), Single-leg right vertical jump test (CMUJR), Single-leg left vertical jump test กลุ่มทดลองเมื่อเทียบก่อนและหลังการทดลอง และความคล่องแคล่วว่องไว



กรอบแนวคิดในการวิจัย

นักกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งตัวฟาด เป็นตำแหน่งที่สามารถทำคะแนนได้สูงสุดในเกมการแข่งขัน จากการเล่นลูกหน้าตาข่ายด้วยการฟาดลูกในรูปแบบต่างๆ และการสกัดกั้น นักกีฬาจะสามารถแสดงศักยภาพออกมาได้ดีนั้นจะต้องมีสมรรถภาพที่ดี การวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างกับรูปแบบการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง ซึ่งเป็นการฝึกที่รวมการฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกพลัยโอเมตริกในเซตเดียวกันที่ส่งผลต่อความสามารถของการกระโดดขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชาย



รูปที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) เพื่อศึกษาผลการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (Specific unilateral complex training) กับการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (Specific bilateral complex training) ระยะเวลาในการฝึก 6 สัปดาห์ ต่อความสามารถในการกระโดดขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชาย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งตัวฟาด เพศชาย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งตัวฟาด เพศชาย อายุ 16-18 ปี เป็นนักกีฬาในสังกัดจังหวัดร้อยเอ็ด ที่เคยเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติมาแล้วอย่างน้อย 1 ครั้ง จำนวน 24 คน มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยการเลือกจากคนที่มัทกะกีฬาเซปักตะกร้อในตำแหน่งตัวทำหรือตัวฟาด ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากงานวิจัยของ รณภพ ชาวปลายนา และทศพร ยิ้มลมัย (2563) กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ซึ่งมีการกำหนดค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) ที่ 1.17 กำหนดอำนาจการทดสอบ (Power of test) = .80 และระดับนัยสำคัญ (α) เท่ากับ 0.05 คำนวณกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม G*power เวอร์ชัน 3.1.9.7 ทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 20 คน (ภาคผนวก ก) เพื่อป้องกันการ Drop out ผู้วิจัยได้เพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 20% ทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด 24 คน จากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 12 คน โดยวิธีการจับคู่ (Matching) จากการทดสอบความสูงในการกระโดดฟาดนำมาเรียงลำดับจากมากไปน้อยตั้งแต่ 1-24 คือ ลำดับที่ 1, 4, 5, 8, ..., 24 อยู่กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และลำดับที่ 2, 3, 6, 7, ..., 23 อยู่กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง ดังตารางที่ 5 เพื่อให้แต่ละกลุ่มมีความเท่าเทียมกันมากที่สุด โดยกำหนดกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 ฝึกตามรูปแบบการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (Specific unilateral complex training) ควบคุมการฝึกตามโปรแกรมฝึกกีฬาเซปักตะกร้อ

กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 ฝึกตามรูปแบบการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (Specific bilateral complex training) ควบคุมการฝึกตามโปรแกรมฝึกกีฬาเซปักตะกร้อ

ตารางที่ 5 แสดงวิธีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการจับคู่ (Matching)

กลุ่ม คู่ที่	ฝึกเชิงซ้อน	ฝึกเชิงซ้อน
	แบบเฉพาะเจาะจง ด้วยขาทีละข้าง	แบบเฉพาะเจาะจง ด้วยขาทั้งสองข้าง
1	1	2
2	4	3
3	5	6
4	8	7
5	9	10
6	12	11
7	13	14
8	16	15
9	17	18
10	20	19
11	21	22
12	24	23
รวม	12 คน	12 คน

เกณฑ์ในการคัดกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมในการวิจัย (Inclusion criteria)

1. เป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งตัวพาด เพศชาย อายุระหว่าง 16-18 ปี
2. เคยเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติต่อเนื่องมาแล้วอย่างน้อย 1 ครั้ง
3. มีความแข็งแรงพื้นฐานในท่าแบ็คสควอทด้วยบาร์เบลมากกว่าหรือเท่ากับ 1.5 กิโลกรัม กิโลกรัม 1 ต่อน้ำหนักตัว
4. มีความสูงในการกระโดดพาดในท่าเต็มรอบ (Roll spike) มากกว่าหรือเท่ากับ 175 เซนติเมตร
5. ไม่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตและหอบหืด เป็นต้น และไม่มีอาการบาดเจ็บที่เป็นอุปสรรคต่อการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกและทดสอบ
6. ไม่มีประวัติการเข้ารับการรักษาจากอาการบาดเจ็บรุนแรงก่อนเข้าร่วมโปรแกรมอย่างน้อย 6 เดือน
7. ไม่เข้าร่วมงานวิจัยอื่น ในขณะที่เข้าร่วมโปรแกรมฝึก
8. สามารถสื่อสารภาษาไทยได้ และมีความสมัครใจ และยินดียินยอมในการเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้
9. ได้รับการฉีดวัคซีนโควิด-19 ตามมาตรการของรัฐบาล และมีจำนวนครั้งของการฉีดที่สอดคล้องกับการอนุญาตให้เข้าพื้นที่เพื่อการวิจัย ตามประกาศโรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด

เกณฑ์ในการคัดกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย (Exclusion criteria)

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้มีอาการบาดเจ็บขณะเข้าร่วมโปรแกรม
2. เข้าร่วมโปรแกรมฝึกน้อยกว่า 80% ของชั่วโมงการฝึกทั้งหมด (เข้าร่วมโปรแกรมน้อยกว่า 10 ครั้ง จากการฝึกทั้งหมด 12 ครั้ง)
3. มีความประสงค์ที่จะขอถอนตัวออกจากการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ การเตรียมการก่อนการทดลอง 1

1. ทบทวนวรรณกรรม ศึกษาข้อมูล ทฤษฎี บทความและเอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกีฬาเซปักตะกร้อ สมรรถภาพที่จำเป็นสำหรับนักกีฬาเซปักตะกร้อ แต่ละตำแหน่ง หลักการ แนวทางการฝึกเพื่อส่งเสริมสมรรถภาพด้านความ

แข็งแรงและพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา รวมถึงศึกษารายละเอียดวิธีการใช้เครื่องมือสำหรับการทดสอบทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ

2. นำโปรแกรมการฝึกที่เตรียมไว้ ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อย
3. ทำการศึกษานำร่องก่อนการวิจัย (Pilot study) ในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3-5 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะดำเนินการวิจัย เพื่อทดสอบโปรแกรมการฝึกและทดสอบวิธีการใช้เครื่องมือที่กำหนดในการวัดตัวแปรต่างๆ
4. ตรวจสอบคุณภาพโปรแกรมการฝึกและหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence; IOC) ของรูปแบบโปรแกรมการฝึก โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านกีฬาเซปักตะกร้อ 2 ท่าน โดยค่า IOC ที่ทดสอบได้เท่ากับ 0.95
5. เพื่อให้สามารถดำเนินการวิจัยได้ ผู้วิจัยจะนำขั้นตอนการทดลอง ได้แก่ 1) รูปแบบการฝึก 2) รูปแบบการทดสอบสมรรถภาพ และ 3) รูปแบบการวัดค่าตัวแปรตาม เสนอต่อคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในคน กลุ่มสถาบันชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่ออนุมัติขอดำเนินการวิจัย
6. ติดต่อประสานงานขอความร่วมมือกับผู้ฝึกสอนและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย และขออนุญาตใช้สถานที่ของโรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด และโรงเรียนเทศบาลหนองหญ้าม้า (โรงเรียนกีฬาเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด) เป็นสถานที่ในการฝึก
7. ติดต่อขอใช้สถานที่โรงยิมเอนกประสงค์ โรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด เป็นสถานที่ในการทดสอบ
8. ติดต่อขอยืมเครื่องมือการทดสอบจากงานวิทยาศาสตร์การกีฬาภูมิภาคการกีฬาแห่งประเทศไทย ภาค 3 (นครราชสีมา)
9. ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเลือกจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยการวัดค่าความแข็งแรงสูงสุด (1RM) และการทดสอบความสูงในการกระโดดพาดที่โรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด ในช่วงเวลา 10.00-12.00 น. จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการจับคู่ (Matching)
10. อธิบายรายละเอียดขั้นตอนในการทดลองและการเก็บข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินการทดลอง

1. ผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย รวมทั้งขั้นตอนการเก็บข้อมูล พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำการวิจัย จากกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง เป็นนักกีฬาคนละโรงเรียน ผู้วิจัยจึงมีวิธีป้องกันการปนเปื้อนของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้
 - ผู้วิจัยทำความเข้าใจ และอธิบายรายละเอียดของการวิจัยให้ผู้เข้าร่วมการทดลองทราบถึงประโยชน์ และความสำคัญของการวิจัยในครั้งนี้
 - ผู้วิจัยทำความเข้าใจ และอธิบายรายละเอียดของการวิจัยให้ผู้ฝึกสอนทราบและขอความร่วมมือผู้ฝึกสอนกำชับให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยปฏิบัติตามขั้นตอนของการวิจัยอย่างเคร่งครัด
 - ผู้วิจัยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการทดสอบค่าความสูงในการกระโดดในท่า Blocking jumps เพื่อเป็นเกณฑ์ความสูงในการกระโดดในขณะที่ทำการฝึกตามโปรแกรม (ภาคผนวก ฉ) ดังรูปที่ 16
 - ผู้วิจัย และผู้ช่วยการวิจัยอีก 4 ท่าน แยกการฝึกของทั้งสองกลุ่มออกจากกัน โดยให้ฝึกคนละที่ และคอยดูแลการฝึกเพื่อป้องกันการปนเปื้อนให้มากที่สุด เมื่อกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
2. ผู้เข้าร่วมการวิจัยอบอุ่นร่างกาย และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 15 นาที ดังตารางที่ 6 ผู้เข้าร่วมการวิจัย กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง กำหนดโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักในท่า Single-leg barbell back squat ที่ความหนัก 85% ของความหนักสูงสุดของขาแต่ละข้างของผู้เข้าร่วมการวิจัยแต่ละคน ทำจำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาที แล้วทำท่า Blocking jumps ในขาข้างที่ถนัด ทำทั้งหมด 6 ครั้ง รวมเป็น 1 ชุด พักระหว่างชุด 4 นาที ทำการฝึกซ่อมต่อให้ครบ 4 ชุด ดังตารางที่ 7 กลุ่มทดลองที่ 2 จะได้รับการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง กำหนดโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักในท่า Barbell back squat ที่ความหนัก 85% ของความหนักสูงสุดของผู้เข้าร่วมการวิจัยแต่ละคน ทำจำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาที แล้วทำท่า Blocking

jumps ด้วยขาข้างที่ถนัด 6 ครั้ง รวมเป็น 1 ชุด พักระหว่างชุด 4 นาที ทำการฝึกซ้อมต่อให้ครบ 4 ชุด ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 6 การอบอุ่นร่างกายและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

ขั้นตอนการอบอุ่นร่างกายและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ	<p>ทำการอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนทำการทดสอบและทำการฝึก ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> กำหนดให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย วิ่งเหยาะๆ เป็นเวลา 5 นาที กำหนดให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 ชุด ชุดละ 10 ท่า แต่ละท่าใช้เวลา 10 วินาที
--	---

ตารางที่ 7 การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง (กลุ่มทดลองที่ 1)

โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง			
ท่าที่ใช้ในการฝึก	Single-leg barbell back squat	พัก	Blocking jumps
ความหนัก	85% ของความหนักสูงสุด	30 วินาที	ความพยายามสูงสุด
จำนวนครั้ง (ครั้ง)	6		6
จำนวนชุดของการฝึก (ชุด)		4	
เวลาพักระหว่างเซต (นาที)		4	

ตารางที่ 8 การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (กลุ่มทดลองที่ 2)

โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง			
ท่าที่ใช้ในการฝึก	Barbell back squat	พัก	Blocking jumps
ความหนัก	85% ของความหนักสูงสุด	30 วินาที	ความพยายามสูงสุด
จำนวนครั้ง (ครั้ง)	6		6
จำนวนชุดของการฝึก (ชุด)		4	
เวลาพักระหว่างเซต (นาที)		4	

3. ผู้เข้าร่วมการวิจัยกลุ่มที่ 1 และ 2 จะได้รับการฝึกในช่วง 16.00-17.00 น. และ 17.00-18.00 น. ตามลำดับ ระยะเวลาการฝึกในแต่ละครั้งประมาณ 1 ชม. สัปดาห์ละ 2 วัน คือ วันอังคารและวันศุกร์ ระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมการฝึกด้วยตัวเอง และมีผู้ช่วยการวิจัยจำนวน 4 คน คนที่ 1 เป็นอาจารย์ประจำหลักสูตร คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตมหาสารคาม คนที่ 2 และคนที่ 3 กำลังศึกษาอยู่ในระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ 1 สาขาพลศึกษาและกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี คนที่ 4 เป็นผู้จบหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา
4. ผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม จะได้รับการทดสอบความแข็งแรง พลังของกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดพาดและการทรงตัว ก่อนการฝึก (Pre-test) และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 (Post-test) โดยมีวิธีดังต่อไปนี้
- 4.1 ผู้วิจัยทำการชี้แจงกับผู้เข้าร่วมการวิจัยก่อนที่จะมาทำการทดสอบทุกครั้ง ดังนี้
- ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องตรวจการติดเชื้อ COVID-19 แบบตรวจหาแอนติเจนด้วยตนเอง (COVID-19 Antigen test self-test kits; ATK) ก่อนวันที่ต้องทดสอบ ซึ่งผู้วิจัยจะเป็นผู้ที่ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด
 - ไม่ออกกำลังกายอย่างหนัก 24 ชั่วโมงก่อนทำการทดสอบ
 - วันที่จะมาทดสอบทุกครั้ง ควรนอนหลับพักผ่อนให้เต็มที่อย่างน้อย 8-10 ชั่วโมง
 - ดื่มน้ำให้เพียงพออย่างน้อย 6-8 แก้ว
 - ในการทดสอบนักกีฬาทุกครั้งผู้วิจัยจะบอกให้ออกแรงในการทดสอบด้วยความพยายามสูงสุดทุกครั้งที่ทำกรทดสอบ และในการทดสอบจะมีผู้ช่วยการวิจัยดูแลทุกครั้ง นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือกับทางครูผู้ฝึกสอนและผู้เข้าร่วมการวิจัย ให้ปฏิบัติตามคำชี้แจงที่กำหนดไว้และมีผู้ช่วยการวิจัยคอยควบคุมดูแล

4.2 การทดสอบ การวัดและเก็บข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไปได้แก่ อายุ (Age, year) ส่วนสูง (Height, cm.) น้ำหนัก (Weight, kg.) ดัชนีมวลกาย (BMI)

ทดสอบค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของความหนักสูงสุด (One repetition maximum; 1RM) โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำท่าแบคสควอท ด้วย โอลิมปิคบาร์เบล (Olympic barbell) โดยไม่ใส่น้ำหนักจำนวน 10 ครั้ง พัก 3 นาที หลังจากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มทำการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1RM) โดยการเพิ่มน้ำหนักจากเดิม ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยประมาณ น้ำหนักที่สามารถยกได้ 6 ครั้ง หากผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถยกได้เกิน 6 ครั้ง จะทำการเพิ่มน้ำหนักจนกว่าผู้เข้าร่วมการวิจัยจะยกได้ไม่เกิน 6 ครั้ง นำความหนักที่ได้มาคำนวณเปรียบเทียบหาเปอร์เซ็นต์ของความหนักสูงสุดที่ยกได้ โดยใช้ตารางการเปรียบเทียบของ (Baechle & Earle, 2008) จากนั้นนำน้ำหนักที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถยกได้สูงสุดมาวิเคราะห์ จัดกลุ่ม เปรียบเทียบก่อน และหลังการฝึก มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว (Kg./kg of body mass)

ทดสอบพลังกล้ามเนื้อด้วยการกระโดด (Countermovement jump) เพื่อดูค่าความสูงในการกระโดด (High jump) ด้วยเครื่อง Optojump มีบาร์ส่ง-รับสัญญาณ และซอฟต์แวร์ OptoJump Next Software (v.1.12.21) ประเทศอิตาลี ก่อนเริ่มทำการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยวิ่งเหยาะๆ ด้วยระยะเวลา 5 นาที และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ก่อนเริ่มทำการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยวิ่งเหยาะๆ ด้วยระยะเวลา 5 นาที และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที อธิบายวิธีการท่าท่ากระโดดแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยอย่างละเอียด โดยให้มือทั้งสองข้างวางไว้ตรงสะโพกตลอดเวลา ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยย่อตัวลงท่ามุมเข่า 90 องศา เมื่อเริ่มให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนตรงกลางระหว่างบาร์ทั้งสอง จากนั้นผู้วิจัยจะให้สัญญาณให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มกระโดด และต้องกระโดดด้วยความพยายามสูงสุดทุกครั้ง ในขณะที่กระโดดขึ้นต้องเหยียดข้อเท้า เข่าและสะโพกจนกว่าจะลงสู่พื้น ทำการทดสอบ 3 ครั้ง ซึ่งในแต่ละครั้งจะมีเวลาพักครั้งละ 1 นาที (Markovic, Dizdar, Jukic, & Cardinale, 2004) เมื่อทำการทดสอบเสร็จให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยก้าวออกไปด้านนอกบาร์ นำค่าสูงสุดของการ

ทดสอบความสูงในการกระโดด (High jump) มาวิเคราะห์ และเปรียบเทียบ ก่อนและหลังการฝึก มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (เซนติเมตร)

การทดสอบความสูงในการกระโดดฟาด (High jump kick) ใช้การทดสอบความสูงในการกระโดดฟาดแบบเต็มรอบ (Roll spike) ด้วยอุปกรณ์วัดความสูง (Yardstick) แบบประยุกต์ ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนใต้อุปกรณ์วัดความสูงในจุดที่กำหนด เมื่อเริ่มผู้เข้าร่วมการวิจัยกระโดดขึ้นเหมือนท่าฟาดตะกร้อแบบเต็มรอบ (Roll spike) ให้สูงที่สุดโดยใช้เท้าปิดกั้นระยะความสูง บันทึกความสูงที่สามารถทำได้ในแต่ละครั้ง ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง แต่ละครั้งมีเวลาพัก 2 นาที ใช้ค่าที่กระโดดได้สูงที่สุดลบกับส่วนสูงของผู้ทดสอบ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

การทดสอบการทรงตัว (Balance) เพื่อทดสอบความสามารถในการรักษาสมดุลการทรงตัวขณะเคลื่อนที่ (Dynamic) ในหลายทิศทาง ด้วยการทดสอบ Star excursion balance test 8 ทิศ ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำ ความคืบหน้ากับแบบทดสอบทิศทางละ 6 ครั้งและมีเวลาพัก 5 นาทีก่อนเริ่ม การทดสอบจริง เมื่อเริ่มต้นการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนตรงกลางจุดตัดของกากบาทด้วยขาข้างเดียว มีอวางที่สะโพกตลอดเวลา จากนั้นเหยียดขาอีก ข้างหนึ่งไปแตะเส้นที่เลือกให้ได้ไกลที่สุด โดยผู้ทดสอบจะต้องแตะให้เบาที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดการช่วยในการทรงตัว ผู้วิจัยทำจุดที่เท้าแตะเพื่อทำการวัดความยาว บันทึกค่าที่ได้ จากนั้นผู้เข้าร่วมการวิจัยดึงเท้ากลับไปตรงกลางเพื่อรักษาสมดุล ทำการทดสอบ 3 รอบ ในแต่ละทิศทางของขาแต่ละข้าง เวลาพัก 10 วินาทีใน การทดสอบแต่ละรอบ(Hertel, Braham, Hale, & Olmsted-Kramer, 2006) เลือกครั้งที่ดีที่สุดในแต่ละทิศทาง นำค่าที่ได้มาหารด้วยความยาวของขาแต่ละ ข้าง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล

1. แบบบันทึกประวัติ และข้อมูลพื้นฐานของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย (ภาคผนวก ข)

2. แบบบันทึกข้อมูลผลการทดลอง (ภาคผนวก ค)

เครื่องมือสำหรับการฝึกตามโปรแกรม

1. โอลิมปิคบาร์เบล (Olympic barbell)
2. แผ่นน้ำหนักรubber (Rubber plate)
3. นกหวีด สำหรับให้สัญญาณ
4. นาฬิกาจับเวลา Casio รุ่น HS-3V-1RDT
5. ไม้วัดมุม (Goniometer)
6. เครื่องเคาะจังหวะ (Metronome)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition analyzer) ยี่ห้อ InBody รุ่น InBody270 ประเทศเกาหลีใต้ (ภาคผนวก ง)
2. โอลิมปิคบาร์เบล (Olympic barbell) และแผ่นน้ำหนักรubber (Rubber plate) (ภาคผนวก จ)
3. การทดสอบพลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) ในงานวิจัยนี้ใช้การทดสอบความสูงในการกระโดด (Countermovement jump) ด้วยเครื่องทดสอบความสูงในการกระโดด (Optojump) รุ่น Optojump Next 3 cm มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (ภาคผนวก จ)
 - 3.1 บาร์ (Optojump bar) บาร์ตัวส่งสัญญาณ (Optojump Next Transmitting Bar (TX)) และ บาร์ตัวรับสัญญาณ Optojump Next Receiving Bar (RX) ขนาดความยาว 100 cm. ของบริษัท Microgate ผลิตที่เมือง Bolzano ประเทศประเทศอิตาลี
 - 3.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ซอฟต์แวร์ประมวลผลข้อมูล เวอร์ชัน OptoJump Next Software (labeled v 1.2.15) ของบริษัท Microgate ประเทศอิตาลี
4. การทดสอบความสูงในการกระโดดพาด (High jump kick) ใช้การทดสอบความสูงในการกระโดดพาดแบบเต็มรอบ (Roll spike) ด้วยอุปกรณ์วัดความสูง (Yardstick) แบบประยุกต์ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (ภาคผนวก ฉ)

5. การทดสอบการทรงตัว (Balance) ใช้การทดสอบแบบ Dynamic balance test ด้วย Star excursion balance test แบบ 8 ทิศ (ภาคผนวก ฉ)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้ทำวิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. สถานที่ที่ใช้ในการฝึกของกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง คือ โรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด และสถานที่ที่ใช้ในการฝึกของกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง คือ โรงเรียนเทศบาลหนองหญ้าม้า (โรงเรียนกีฬาเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด)
2. ทำหนังสือติดต่อขอใช้สถานที่โรงเรียนอเนกประสงค์ โรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ดเป็นสถานที่ในการทดสอบ
3. ทำหนังสือติดต่อขอใช้เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อกำหนดวัน เวลาในการทดสอบ จากงานวิทยาศาสตร์การกีฬาภูมิภาค การกีฬาแห่งประเทศไทย ภาค 3 (นครราชสีมา) เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการ เครื่องมือ อุปกรณ์และสถานที่ที่ใช้ในการวิจัย
5. กำหนดระยะเวลาการเก็บข้อมูลทั้งหมด 6 สัปดาห์ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 รอบ รอบแรกเริ่มทดสอบก่อนการฝึก รอบที่ 2 ทดสอบหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 อธิบายและสาธิตวิธีการทดสอบแก่ผู้เข้าร่วมการทดสอบจนเข้าใจ ก่อนเริ่มทดสอบทุกครั้ง
6. จัดเตรียมตารางการทดสอบ สถานที่ทดสอบ อุปกรณ์ทดสอบความแข็งแรง พลังของกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดพาดและการทรงตัว และใบบันทึกผล เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และนัดผู้เข้าร่วมการวิจัยตามวันและเวลาการทดสอบ
7. ก่อนวันทดสอบ ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องตรวจคัดกรองการติดเชื้อ COVID- 19 แบบตรวจหาแอนติเจนด้วยตนเอง (ATK) ก่อน ซึ่งผู้วิจัยจะเป็นผู้จัดหาชุดตรวจ และครูผู้ฝึกสอนกีฬาจะเป็นผู้ตรวจให้
8. เมื่อผู้เข้าร่วมการวิจัยมาพร้อมกันตามตารางนัดหมายต้องเข้าตรวจคัดกรองความเสี่ยงต่อการป่วยเป็นโรค COVID-19 ด้วยการวัดอุณหภูมิร่างกาย จากนั้นผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนและวิธีการทดสอบโดยละเอียด และให้ทดลองปฏิบัติก่อนการทดสอบจริง
9. ดำเนินการทดสอบตามโปรแกรมการทดสอบที่เตรียมไว้

10. บันทึก และเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทั้ง 2 ครั้ง ได้แก่ ก่อนการฝึก และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

11. ในการวิจัยครั้งนี้มีผู้ช่วยการวิจัย จำนวน 4 คน

คนที่ 1 อาจารย์ประจำหลักสูตร คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตมหาสารคาม เป็นผู้ช่วยผู้วิจัยทำหน้าที่ในการช่วยดูแลกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และเป็นผู้ช่วยผู้วิจัยทำหน้าที่ในการช่วยดูแลในขั้นตอนการทดสอบตัวแปร

คนที่ 2 กำลังศึกษาอยู่ในระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ 1 สาขาพลศึกษาและกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี เป็นผู้ช่วยผู้วิจัยทำหน้าที่ในการช่วยดูแลกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง และเป็นผู้ช่วยผู้วิจัยทำหน้าที่ในการช่วยดูแลในขั้นตอนการทดสอบตัวแปร

คนที่ 3 กำลังศึกษาอยู่ในระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ 1 สาขาพลศึกษาและกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี เป็นผู้ช่วยผู้วิจัยทำหน้าที่ในการช่วยดูแลกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง และเป็นผู้ช่วยผู้วิจัยทำหน้าที่ในการช่วยดูแลในขั้นตอนการทดสอบตัวแปร

คนที่ 4 เป็นผู้จบหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา ทำหน้าที่ในการช่วยดูแลกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และผู้วิจัยทำการควบคุมดูแลการทดสอบและการฝึกทั้งหมดด้วยตนเอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ตัวแปรทางด้านสรีรวิทยาพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย (BMI)

2. ทำการตรวจสอบการกระจายตัวของตัวแปรตามทั้งหมดด้วยการทดสอบของชาฟโร-วิลค์ (Shapiro-wilk's test) จากโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ IBM SPSS Statistic for Windows, Version 22.0 ในกรณีข้อมูลมีการแจกแจงปกติ (Normal distribution) จะเลือกใช้ วิธีการทดสอบสถิติแบบใช้พารามิเตอร์ (Parametric statistics) โดยการเลือกใช้ การทดสอบ T-test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p < .05$

3. วิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรด้านความสามารถของการพาด คือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength) ของความหนักสูงสุด (One repetition maximum; 1RM) ในท่าบาร์เบลแบ็คสควอทด้วยขาทีละข้าง (Single-leg barbell back squat) และท่าบาร์เบลแบ็คสควอทปกติ (Barbell back squat) ตัวแปรด้านพลังของกล้ามเนื้อ (Muscular power) ใช้รูปแบบการวัดความสามารถในการกระโดดสูงด้วยขาทีละข้าง (Single-leg Counter movement jump) ความสามารถในการกระโดดสูงด้วยขาทั้งสองข้าง (Double-leg Counter movement jump) ตัวแปรด้านความสูงในการกระโดดพาด (High jump kick) ใช้การทดสอบการกระโดดพาดเซปักตะกร้อในท่าเต็มรอบ (Roll spike) ตัวแปรด้านการทรงตัว (Balance) ทดสอบด้วย Star excursion test แบบ 8 ทิศ วิเคราะห์ภายในกลุ่มโดยการทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบก่อนการฝึกและหลังการฝึก 6 สัปดาห์

4. วิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength) ของความหนักสูงสุด (One repetition maximum; 1RM) ในท่าบาร์เบลแบ็คสควอทด้วยขาทีละข้าง (Single-leg barbell back squat) และท่าบาร์เบลแบ็คสควอทปกติ (Barbell back squat) ตัวแปรด้านพลังของกล้ามเนื้อ (Muscular power) ใช้รูปแบบการวัดความสามารถในการกระโดดสูงด้วยขาทีละข้าง (Single-leg Counter movement jump) ความสามารถในการกระโดดสูงด้วยขาทั้งสองข้าง (Double-leg Counter movement jump) ตัวแปรด้านความสูงในการกระโดดพาด (High jump kick) ใช้การทดสอบการกระโดดพาดเซปักตะกร้อในท่าเต็มรอบ (Roll spike) ตัวแปรด้านการทรงตัว (Balance) ทดสอบด้วย Star excursion test แบบ 8 ทิศ ระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของทั้งสองกลุ่มก่อนการฝึกและหลังการฝึก 6 สัปดาห์

5. ในกรณีข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติ (Non-normal distribution) จะเลือกใช้วิธีการทดสอบสถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ (Non-parametric statistics) โดยการเลือกใช้การทดสอบแมน-วิทนียู (Mann-whitney u test)

การพิทักษ์สิทธิของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ผู้วิจัยคำนึงถึงการพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง โดยได้นำโครงร่างวิทยานิพนธ์เสนอต่อคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน และนำเสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียนและครูผู้ฝึกสอนกีฬา เพื่อขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ต่อจากนั้นผู้วิจัยจะเชิญอาสาสมัครเข้าร่วมประชุมที่โรงเรียนเอกประสงค์เพื่อแนะนำตัว อธิบายวัตถุประสงค์ประโยชน์ในการเข้าร่วมการวิจัย รวมถึงชี้แจงข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทราบ เช่น ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลเกณฑ์การคัดเลือก เกณฑ์การคัดออกสถานที่สำหรับการดำเนินการวิจัย และรายละเอียดอื่นๆ ดังต่อไปนี้

- อาสาสมัครทุกคนจะได้รับการชี้แจงโดยละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะให้เวลาอย่างเพียงพอ และโอกาสในการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมก่อนการลงนามยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
- อาสาสมัครสามารถขอคำแนะนำหรือข้อมูลจากครอบครัว อาจารย์ โค้ชผู้ดูแลบุคคลที่สนิท หรือแพทย์ประจำตัวของผู้เข้าร่วมการวิจัย เพื่อประกอบการตัดสินใจในการเข้าร่วมการวิจัยนี้
- ในการเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ อาสาสมัครจะได้รับข้อมูลจากเอกสารสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย เพื่อชี้แจงและให้คำแนะนำผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย และผู้วิจัยจะอธิบายขั้นตอน กระบวนการและความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยอย่างละเอียด
- ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองอย่างระมัดระวังอย่างที่สุด เพื่อลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้น และจะไม่ทำให้อาสาสมัครได้รับบาดเจ็บเกินกว่าที่ได้อธิบายไว้ในเอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
- ผู้วิจัยจะเคารพในการรักษาความลับของอาสาสมัครทุกคน โดยจะดำเนินการวิจัยอย่างรอบคอบ ปกปิดข้อมูลในการทดลองทุกครั้ง จะไม่มีการระบุชื่อของผู้เข้าร่วมการวิจัย จะมีเพียงหมายเลขระบุลำดับการเข้าร่วมการวิจัยเท่านั้น รวมทั้งการนำเสนอผลการวิจัยจะทำการเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงผู้เข้าร่วมการวิจัยได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

ความเสี่ยง/อันตราย และความไม่สะดวกต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมการวิจัยอาจมีความเสี่ยงที่จะเกิดความเมื่อยล้า ปวดเมื่อย บาดเจ็บบริเวณกล้ามเนื้อที่ใช้งาน หรือเกิดความผิดปกติบริเวณอื่น ข้อต่อ ในขณะที่เก็บ ข้อมูลหรือหลังจากเก็บข้อมูลแล้ว อย่างไรก็ตามจะมีผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็น นักวิทยาศาสตร์การกีฬาคอยดูแลผู้ร่วมวิจัยอย่างใกล้ชิด และอยู่ในตำแหน่งที่พร้อมจะให้ความช่วยเหลือผู้เข้าร่วมการวิจัยทันทีที่สังเกตเห็นความผิดปกติ โดยหากผู้เข้าร่วมการวิจัย ประสบอุบัติเหตุ หรือเกิดอาการบาดเจ็บขณะทำการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยจะหยุดทำการเก็บ ข้อมูลและจะดำเนินการปฐมพยาบาลเบื้องต้นทันที หากอาการไม่ดีขึ้นจะนำตัวผู้เข้าร่วมการ วิจัยส่งโรงพยาบาลใกล้เคียงทันที โดยผู้วิจัยจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลที่ เกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัยทั้งหมด



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างต่อความสามารถของการกระโดดขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อตำแหน่งตัวฟาดเยาวชนชาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อสังกัดจังหวัดร้อยเอ็ด ตำแหน่งตัวฟาด เพศชาย อายุ 16-18 ปี มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 24 คน จากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน โดยวิธีการจับคู่ (Matching) จากการทดสอบความสูงในการกระโดดฟาดนำมาเรียงลำดับจากมากไปน้อย กำหนดให้ กลุ่มที่ 1 ฝึกตามรูปแบบการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (Specific unilateral complex training; (SUCT)) และกลุ่มที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (Specific bilateral complex training; (SBCT)) โดยใช้ความหนักในการฝึก 85% ของความหนักสูงสุด จำนวน 6 ครั้ง ทำการฝึก 4 ชุด แล้วฝึกตามโปรแกรม 2 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยก่อนและหลังการฝึกทำการทดสอบ 4 ตัวแปร ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) พลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) ความสูงในการกระโดดฟาด (High jump kick) และการทรงตัว (Balance) มาวิเคราะห์ผลตามวิธีทางสถิติ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางประกอบความเรียง โดยกำหนดแบ่งการนำเสนอเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ตัวแปรสรีรวิทยาพื้นฐานทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรด้านความสามารถของการฟาด ได้แก่ ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (One repetition maximum; 1RM) ในท่าบาร์เบลเบ็คสควอทด้วยขาที่ละข้าง (Single-leg barbell back squat) และท่าบาร์เบลเบ็คสควอท (Barbell back squat) พลังของกล้ามเนื้อ (Muscular power) ใช้รูปแบบการวัดความสามารถในการกระโดดสูงด้วยขาที่ละข้าง (Single-leg Counter movement jump) ความสามารถในการกระโดดสูงด้วยขาทั้งสองข้าง (Double-leg Counter movement jump) ตัวแปรด้านความสูงในการกระโดดฟาด (High jump kick) ใช้การทดสอบการกระโดดฟาดเซปักตะกร้อในท่าเต็มรอบ (Roll spike) การทรงตัว (Balance) ทดสอบด้วย Star excursion test

วิเคราะห์ภายในกลุ่มโดยการทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบก่อนการฝึก และหลังการฝึก 6 สัปดาห์

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรด้านความสามารถของการพาด ได้แก่ ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (One repetition maximum; 1RM) ในท่าบาร์เบลแบ็คสควอทด้วยขาทีละข้าง (Single-leg barbell back squat) และท่าบาร์เบลแบ็คสควอท (Barbell back squat) พลังของกล้ามเนื้อ (Muscular power) ใช้รูปแบบการวัดความสามารถในการกระโดดสูงด้วยขาทีละข้าง (Single-leg Counter movement jump) ความสามารถในการกระโดดสูงด้วยขาทั้งสองข้าง (Double-leg Counter movement jump) ความสูงในการกระโดดพาด (High jump kick) ใช้การทดสอบการกระโดดพาดเซปักตะกร้อในท่าเต็มรอบ (Roll spike) การทรงตัว (Balance) ทดสอบด้วย Star excursion test แบบ 8 ทิศ วิเคราะห์ระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของทั้งสองกลุ่มก่อนการฝึกและหลังการฝึก 6 สัปดาห์

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ตัวแปรทางด้านสรีรวิทยาพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ตัวแปรทางด้านสรีรวิทยาพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เปรียบเทียบก่อนการฝึกและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง (SUCT) และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (SBCT)

ตัวแปร	SUCT (n=12)	SBCT (n=12)	t	p
อายุ (ปี)	16.48 ± 0.50	16.57 ± 0.54	-0.388	.702
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	58.97 ± 8.51	59.49 ± 7.64	-0.159	.875
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	169.08 ± 8.65	169.75 ± 5.41	-0.226	.823
ดัชนีมวลกาย (กก./ม ²)	20.53 ± 1.70	20.60 ± 1.96	-0.091	.928

p > .05

จากตารางแสดงให้เห็นว่าข้อมูลด้านสรีรวิทยาพื้นฐานทั่วไป ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และดัชนีมวลกายของนักกีฬาเซปักตะกร้อ ทั้งกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง ไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ภายในกลุ่ม โดยการทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบก่อนการฝึกและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ของตัวแปรด้านความสามารถของการกระโดดพาด ได้แก่ ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (One repetition maximum; 1RM) พลังของกล้ามเนื้อ (Muscular power) ตัวแปรด้านความสูงในการกระโดดพาด (High jump kick) และการทรงตัว (Balance) ทดสอบด้วย Star excursion test แบบ 8 ทิศ

ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรด้านความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (1RM) ในท่าบาร์เบลแบ็คสควอทด้วยขาที่ละข้าง (Single-leg barbell back squat) และท่าบาร์เบลแบ็คสควอท (Barbell back squat) โดยการทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (SUCT) และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (SBCT)

การทดสอบ	กลุ่มการฝึก	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก	t	p
		SUCT (n=12)	SBCT (n=12)		
ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม/น้ำหนักตัว)					
ขาคู่	SUCT	1.65 ± 0.29	2.32 ± 0.33	-4.063	.002 *
	SBCT	1.61 ± 0.25	2.48 ± 0.47	-7.427	.000 *
ขาข้างถนัด	SUCT	0.96 ± 1.71	1.54 ± 0.31	-6.479	.000 *
	SBCT	1.03 ± 0.16	1.52 ± 0.40	-4.442	.001 *
ขาข้างไม่ถนัด	SUCT	1.00 ± 0.22	1.50 ± 0.28	-6.105	.000 *
	SBCT	1.06 ± 0.20	1.52 ± 0.35	-4.946	.000 *

*p < 0.5

จากตารางที่ 10 ทำการวิเคราะห์ภายในกลุ่มโดยการทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired Samples t-test) แสดงค่าตัวแปรที่ทดสอบดังนี้

การทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาคู่ เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ทั้ง 2 กลุ่ม มีความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาคู่ แตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาข้างที่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ทั้ง 2 กลุ่ม มีความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาข้างที่ถนัดแตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาข้างที่ไม่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ทั้ง 2 กลุ่ม มีความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาข้างที่ไม่ถนัดแตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรด้านพลังของกล้ามเนื้อ (Muscular power) ใช้รูปแบบการวัดความสามารถในการกระโดดสูงด้วยขาที่ละข้าง (Single-leg Counter movement jump) ความสามารถในการกระโดดสูงด้วยขาทั้งสองข้าง (Double-leg Counter movement jump) และตัวแปรด้านความสูงในการกระโดดฟาด (High jump kick) ใช้การทดสอบการกระโดดฟาดเซปักตะกร้อในท่าเต็มรอบ (Roll spike) โดยการทดสอบค่าที่แบบรายคู่ (Paired samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (SUCT) และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (SBCT)

การทดสอบ	กลุ่มการฝึก	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก	t	p
		SUCT (n=12)	SBCT (n=12)		
พลังกล้ามเนื้อ (ความสามารถในการกระโดดสูง (เซนติเมตร))					
ความสูงในการกระโดดในแนวตั้งด้วยขาข้างเดียว	SUCT	33.24 ± 1.82	35.53 ± 2.90	-3.490	.005*
	SBCT	33.38 ± 3.32	33.93 ± 3.29	-1.657	.126
ความสูงในการกระโดดในแนวตั้งด้วยขาข้างหนึ่ง	SUCT	15.48 ± 1.57	16.76 ± 1.01	-4.949	.000*
	SBCT	16.48 ± 2.78	17.41 ± 2.69	-1.886	.086
ความสูงในการกระโดดในแนวตั้งด้วยขาข้างไม่ถนัด	SUCT	15.48 ± 1.74	16.92 ± 1.05	-4.713	.001*
	SBCT	15.95 ± 2.47	16.47 ± 2.28	-2.385	.036*
การทดสอบความสูงในการกระโดดฟาด	SUCT	247.63 ± 15.80	251.15 ± 16.32	-4.760	.001*
	SBCT	254.28 ± 14.10	258.23 ± 13.78	-4.235	.001*

*p < 0.5

จากตารางที่ 11 ทำการวิเคราะห์ภายในกลุ่มโดยการทดสอบค่าที่แบบรายคู่ (Paired Samples t-test) แสดงค่าตัวแปรที่ทดสอบดังนี้

การทดสอบความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างเดียว เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างมีความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างเดียวแตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างเดียวไม่แตกต่างกัน

การทดสอบความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างที่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างมีความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างที่ถนัดแตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างที่ถนัดไม่แตกต่างกัน

การทดสอบความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างที่ไม่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ภายในกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ทั้ง 2 กลุ่มมีความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างที่ไม่ถนัดแตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การทดสอบความสูงในการกระโดดพาด เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ทั้ง 2 กลุ่มมีความสูงในการกระโดดพาดแตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรด้านการทรงตัว (Balance) ทดสอบด้วย Star excursion test แบบ 8 ทิศ โดยการทดสอบค่าที่แบบรายคู่ (Paired samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (SUCT) และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (SBCT)

การทดสอบ	กลุ่มการฝึก	ก่อนการฝึก SUCT (n=12)	หลังการฝึก SBCT (n=12)	t	p
การทรงตัว (ค่าเฉลี่ยของระยะทาง (เซนติเมตร))					
ขาข้างถนัด	SUCT	92.68 ± 8.35	95.79 ± 8.15	-2.501	.029*
	SBCT	99.84 ± 11.43	100.38±10.93	-.315	.759
ขาข้างไม่ถนัด	SUCT	95.66 ± 9.85	98.60 ± 8.81	-2.883	.015*
	SBCT	97.72 ± 9.82	99.27 ± 9.13	-.939	.368

*p < 0.5

จากตารางที่ 12 ทำการวิเคราะห์ภายในกลุ่มโดยการทดสอบค่าที่แบบรายคู่ (Paired Samples t-test) แสดงค่าตัวแปรที่ทดสอบดังนี้

การทดสอบการทรงตัวของขาข้างที่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ภายในกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างมีการทรงตัวของขาข้างที่ถนัดแตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีการทรงตัวของขาข้างที่ถนัดไม่แตกต่างกัน

การทดสอบการทรงตัวของขาข้างที่ไม่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ภายในกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างมีการทรงตัวของขาข้างที่ไม่ถนัดแตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีการทรงตัวของขาข้างที่ไม่ถนัดไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) วิเคราะห์ระหว่างกลุ่ม โดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของทั้งสองกลุ่มก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ของตัวแปรด้านความสามารถของการกระโดดพาด ได้แก่ ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (One repetition maximum; 1RM) พลังของกล้ามเนื้อ (Muscular power) ความสูงในการกระโดดพาด (High jump kick) และการทรงตัว (Balance)

ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรด้านความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (1RM) ในท่าบาร์เบลแบ็คสควอทด้วยขาทีละข้าง (Single-leg barbell back squat) และท่าบาร์เบลแบ็คสควอท (Barbell back squat) โดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง (SUCT) และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (SBCT)

การทดสอบ	การทดลอง	SUCT (n=12)	SBCT (n=12)	t	p
ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม/น้ำหนักตัว)					
ขาคู่	ก่อนการฝึก	1.65 ± 0.29	1.61 ± 0.25	.380	.708
	หลังการฝึก	2.32 ± 0.33	2.48 ± 0.47	-.941	.357
ขาข้างถนัด	ก่อนการฝึก	0.96 ± 0.17	1.03 ± 0.16	-1.030	.314
	หลังการฝึก	1.54 ± 0.31	1.52 ± 0.40	.153	.880
ขาข้างไม่ถนัด	ก่อนการฝึก	1.00 ± 0.22	1.06 ± 0.20	-.748	.463
	หลังการฝึก	1.50 ± 0.28	1.52 ± 0.35	-.109	.914

p > 0.5

จากตารางที่ 13 ทำการวิเคราะห์ค่าระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent samples t-test) แสดงค่าตัวแปรที่ทดสอบดังนี้

การทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาคู่ เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง และ

กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อไม่แตกต่างกัน

การทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาข้างที่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาข้างที่ถนัดไม่แตกต่างกัน

การทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาข้างที่ไม่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาข้างที่ไม่ถนัดไม่แตกต่างกัน



ตารางที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรด้านพลังของกล้ามเนื้อ (Muscular power) ใช้รูปแบบการวัดความสามารถในการกระโดดสูงด้วยขาที่ละข้าง (Single-leg Counter movement jump) ความสามารถในการกระโดดสูงด้วยขาทั้งสองข้าง (Double-leg Counter movement jump) และตัวแปรด้านความสูงในการกระโดดฟาด (High jump kick) ใช้การทดสอบการกระโดดฟาดเซปักตะกร้อในท่าเต็มรอบ (Roll spike) โดยการทดสอบค่าที่แบบอิสระ (Independent samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (SUCT) และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (SBCT)

การทดสอบ	การทดลอง	SUCT (n=12)	SBCT (n=12)	t	p
พลังกล้ามเนื้อ (ความสามารถในการกระโดดสูง (เซนติเมตร))					
ความสูงในการกระโดดในแนวตั้ง ด้วยขาข้างเดียว	ก่อนการฝึก	33.24 ± 1.82	33.38 ± 3.32	-1.22	.904
	หลังการฝึก	35.53 ± 2.90	33.93 ± 3.29	1.264	.219
ความสูงในการกระโดดในแนวตั้ง ด้วยขาข้างที่ถนัด	ก่อนการฝึก	15.48 ± 1.57	16.48 ± 2.78	-1.095	.288
	หลังการฝึก	16.76 ± 1.01	17.41 ± 2.69	-.784	.446
ความสูงในการกระโดดในแนวตั้ง ด้วยขาข้างที่ไม่ถนัด	ก่อนการฝึก	15.48 ± 1.74	15.95 ± 2.47	-.535	.598
	หลังการฝึก	16.92 ± 1.05	16.47 ± 2.28	.620	.544
การทดสอบความสูง ในการกระโดดฟาด (เซนติเมตร)	ก่อนการฝึก	247.63 ± 15.80	254.28 ± 14.10	-1.088	.289
	หลังการฝึก	251.15 ± 16.32	258.23 ± 13.78	-1.149	.263

p > 0.5

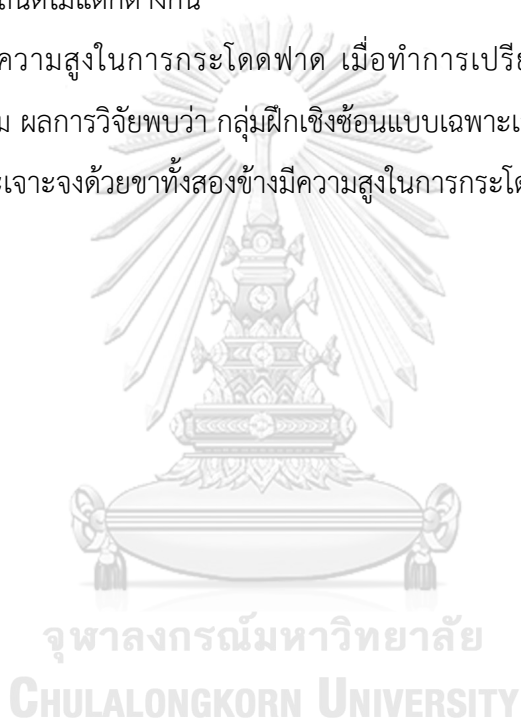
จากตารางที่ 14 ทำการวิเคราะห์ค่าระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าที่แบบอิสระ (Independent samples t-test) แสดงค่าตัวแปรที่ทดสอบดังนี้

การทดสอบความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างเดียว เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างเดียวไม่แตกต่างกัน

การทดสอบความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างที่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างที่ถนัดไม่แตกต่างกัน

การทดสอบความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างที่ไม่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างที่ไม่ถนัดไม่แตกต่างกัน

การทดสอบความสูงในการกระโดดพาด เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีความสูงในการกระโดดพาดไม่แตกต่างกัน



ตารางที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรด้านการทรงตัว (Balance) ทดสอบด้วย Star excursion test แบบ 8 ทิศ โดยการทดสอบค่าที่แบบอิสระ (Independent samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง (SUCT) และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (SBCT)

การทดสอบ	การทดลอง	SUCT (n=12)	SBCT (n=12)	t	p
การทรงตัว (ค่าเฉลี่ยของระยะทาง (เซนติเมตร))					
ขาข้างที่ถนัด	ก่อนการฝึก	92.66 ± 8.35	99.84 ± 11.43	-1.753	.094
	หลังการฝึก	95.79 ± 8.15	100.36 ± 10.93	-1.166	.256
ขาข้างที่ไม่ถนัด	ก่อนการฝึก	95.66 ± 9.85	97.72 ± 9.82	-.512	.614
	หลังการฝึก	98.60 ± 8.14	99.27 ± 9.13	-.183	.856

p > 0.5

จากตารางที่ 15 ทำการวิเคราะห์ค่าระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าที่แบบอิสระ (Independent samples t-test) แสดงค่าตัวแปรที่ทดสอบดังนี้

การทดสอบการทรงของขาข้างที่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีการทรงตัวของขาข้างที่ถนัดไม่แตกต่างกัน

การทดสอบการทรงขาข้างที่ไม่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีการทรงตัวของขาข้างที่ไม่ถนัดไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (1RM) โดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (SUCT) และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (SBCT)

การทดสอบ	% การเปลี่ยนแปลง SUCT (n=12)	% การเปลี่ยนแปลง SBCT (n=12)	t	p
ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ				
ขาคู่	48.74 ± 53.67	55.59 ± 24.46	-.402	.691
ขาข้างที่ถนัด	63.54 ± 39.98	48.23 ± 40.03	.938	.359
ขาข้างที่ไม่ถนัด	55.76 ± 36.98	44.77 ± 34.17	.756	.458

p > 0.5

จากตารางที่ 16 ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent samples t-test) แสดงค่าตัวแปรที่ทดสอบดังนี้

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาคู่ เมื่อทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาคู่ไม่แตกต่างกัน

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาข้างที่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาข้างที่ถนัดไม่แตกต่างกัน

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาข้างที่ไม่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาข้างที่ไม่ถนัดไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านพลังของกล้ามเนื้อ (Muscular power) และตัวแปรด้านความสูงในการกระโดดพาด (High jump kick) โดยการทดสอบค่าที่แบบอิสระ (Independent samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (SUCT) และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (SBCT)

การทดสอบ	% การเปลี่ยนแปลง SUCT (n=12)	% การเปลี่ยนแปลง SBCT (n=12)	t	p
พลังกล้ามเนื้อ (ความสามารถในการกระโดดสูง)				
ความสูงในการกระโดดในแนวตั้ง ด้วยขาคู่	6.88 ± 6.17	1.73 ± 3.40	.099	.027*
ความสูงในการกระโดดในแนวตั้ง ด้วยขาข้างที่ถนัด	8.80 ± 6.47	6.46 ± 11.50	.615	.545
ความสูงในการกระโดดในแนวตั้ง ด้วยขาข้างที่ไม่ถนัด	9.96 ± 8.01	3.60 ± 5.41	2.278	.033*
การทดสอบความสูง ในการกระโดดพาด	1.42 ± 1.04	1.57 ± 1.30	-.317	.754

*p < 0.5

จากตารางที่ 17 ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าที่แบบอิสระ (Independent samples t-test) แสดงค่าตัวแปรที่ทดสอบดังนี้

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงการทดสอบความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาคู่ เมื่อทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาคู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงการทดสอบความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างที่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างที่ถนัดไม่แตกต่างกัน

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงการทดสอบความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างที่ไม่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างที่ไม่ถนัดแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงการทดสอบความสูงในการกระโดดพาด เมื่อทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความสูงในการกระโดดพาดไม่แตกต่างกัน



ตารางที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านการทรงตัว (Balance) โดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (SUCT) และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (SBCT)

การทดสอบ	% การเปลี่ยนแปลง SUCT (n=12)	% การเปลี่ยนแปลง SBCT (n=12)	t	p
การทรงตัว				
ขาข้างที่ถนัด	3.50 ± 4.95	0.80 ± 5.91	1.216	.237
ขาข้างที่ไม่ถนัด	3.25 ± 3.93	1.80 ± 5.57	.739	.468

p > 0.5

จากตารางที่ 18 ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent samples t-test) แสดงค่าตัวแปรที่ทดสอบดังนี้

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงการทดสอบการทรงของขาข้างที่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงการทรงตัวของขาข้างที่ถนัดไม่แตกต่างกัน

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงการทดสอบการทรงขาข้างที่ไม่ถนัด เมื่อทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงการทรงตัวของขาข้างที่ไม่ถนัดไม่แตกต่างกัน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างต่อความสามารถของการกระโดดขึ้นพาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อตำแหน่งตัวพาดเยาวชนชาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อสังกัดจังหวัดร้อยเอ็ด ตำแหน่งตัวพาด เพศชาย อายุ 16-18 ปี มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 24 คน จากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน โดยวิธีการจับคู่ (Matching) จากการทดสอบความสูงในการกระโดดพาดนำมาเรียงลำดับจากมากไปน้อย กำหนดให้ กลุ่มที่ 1 ฝึกตามรูปแบบการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (Specific unilateral complex training; (SUCT)) และกลุ่มที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (Specific bilateral complex training; (SBCT)) โดยใช้ความหนักในการฝึก 85% ของความหนักสูงสุด จำนวน 6 ครั้ง ทำการฝึก 4 ชุด แล้วฝึกตามโปรแกรม 2 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ทำการทดสอบ 4 ตัวแปร ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) พลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) ความสูงในการกระโดดพาด (High jump kick) และการทรงตัว (Balance)

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางประกอบความเรียงมาเปรียบเทียบก่อนฝึก และหลังการฝึก 6 สัปดาห์ โดยการทดสอบค่าที่แบบรายคู่ (Paired samples t-test) และทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยการทดสอบค่าทีอิสระ (Independent samples t-test) กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงที่มีต่อตัวแปรด้านสรีรวิทยาพื้นฐานทั่วไปเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่มหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง มีอายุน้ำหนัก ส่วนสูง และดัชนีมวลกายไม่แตกต่างกัน

2. ผลการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงที่มีต่อตัวแปรด้านความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีความ

แข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อของขาคู่ กล้ามเนื้อขาข้างที่ถนัด และข้างที่ไม่ถนัดแตกต่างกันก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงที่มีต่อตัวแปรด้านพลังของกล้ามเนื้อ เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างมีความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาคู่ ขาข้างที่ถนัด และขาข้างที่ไม่ถนัดแตกต่างกันก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีเพียงความสูงในการกระโดดในแนวตั้งของขาข้างที่ไม่ถนัดแตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงที่มีต่อตัวแปรด้านความสูงในการกระโดดพาด เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง มีความสูงในการกระโดดพาดแตกต่างกันก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ผลการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงที่มีต่อตัวแปรด้านการทรงตัว เมื่อทำการเปรียบเทียบก่อนการฝึกและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ภายในกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างมีการทรงตัวของขาข้างที่ถนัดและข้างที่ไม่ถนัดแตกต่างกันก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างไม่แตกต่างกัน

6. เมื่อทำการเปรียบเทียบผลก่อนการฝึกและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง มีความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดพาด และการทรงตัวไม่แตกต่างกัน

7. เมื่อทำการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีพลังของกล้ามเนื้อ สำหรับการทดสอบความสูงในการกระโดดในแนวตั้งด้วยขาคู่ และความสูงในการกระโดดในแนวตั้งด้วยขาข้างที่ไม่ถนัดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ สำหรับการทดสอบ

ความสูงในการกระโดดในแนวดิ่งด้วยขาข้างที่ถนัด ความสูงในการกระโดดพาด และการทรงตัวไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างต่อความสามารถของการกระโดดขึ้นพาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อตำแหน่งตัวพาด สามารถสรุปและอภิปรายผลได้ดังนี้

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์ กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การฝึกตามโปรแกรมของทั้ง 2 กลุ่ม ใช้แรงต้านที่ระดับ 85% ของความหนักสูงสุด ซึ่งกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง ใช้แรงต้านที่ระดับ 85% ของความหนักสูงสุดของขาแต่ละข้าง แม้ว่าการฝึกด้วยขาที่ละข้างใช้น้ำหนักจากแรงต้านน้อยกว่าการฝึกแบบปกติ แต่ถ้าวรวมน้ำหนักของการฝึกที่ละข้างเข้าด้วยกันแล้ว จะเห็นว่า ผลรวมของน้ำหนักมากกว่าการฝึกแบบปกติ จึงส่งผลให้กล้ามเนื้อสามารถทำงานได้ที่ความเข้มข้นสัมพัทธ์สูงเพียงพอต่อการปรับตัว อีกทั้งการฝึกด้วยขาที่ละข้างมีฐานรองรับน้ำหนักที่ลดลง ส่งผลให้ระบบประสาทและกล้ามเนื้อถูกกระตุ้นให้ทำงานมากขึ้น เกิดการระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น จึงส่งผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ สอดคล้องกับแนวคิดของ Bompaa and Buzzichelli (2015) ที่กล่าวว่า การใช้ความหนักในการฝึก 80-90 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม จะสามารถช่วยเพิ่มสมรรถภาพด้านความแข็งแรงได้ และสอดคล้องกับ (Bompaa & Buzzichelli, 2015) ที่ได้ให้ข้อเสนอเกี่ยวกับการฝึกเพื่อพัฒนากล้ามเนื้อด้วยการใช้น้ำหนักในการฝึกพัฒนาความแข็งแรงที่มีการกำหนดความหนักตั้งแต่ 85% ขึ้นไป และควรฝึกไม่เกิน 6 ครั้ง จะช่วยเพิ่มความเมื่อยล้าในกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดการกระตุ้นในการระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อ และเป็นความหนักที่อยู่ในระยะการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ อีกทั้งการฝึกด้วยความหนักสูงทำให้เกิดการกระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วที่มีความสามารถในการสร้างพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีการสะสมเอทีพี-ซีพี และไกลโคเจนในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ทำให้พื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson, & Dyhre-Poulsen, 2002) และการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงนี้ในขั้นที่สองฝึกตามด้วยการกระโดดสกัดกั้นในรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยขาเพียงข้างเดียว จะช่วยให้ระบบประสาทและกล้ามเนื้อทำงานประสานกันได้ดีขึ้น และการกระโดด

ด้วยขาเพียงข้างเดียวเป็นการเพิ่มความหนักของกล้ามเนื้อขาในการเอาชนะแรงต้านจึงส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ Turki, Chaouachi, Drinkwater, Chtara, Chamari, Amri, and et al. (2011) ที่กล่าวว่า การกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวโดยปราศจากขาข้างที่สองเพื่อกระจายน้ำหนัก กล้ามเนื้อจำเป็นจะต้องผลิตน้ำหนักที่มากขึ้นด้วยเวลาที่นานขึ้นในการออกตัว จึงสามารถอนุมานได้ว่า การกระโดดด้วยขาข้างเดียวอาจทำให้กล้ามเนื้อสร้างแรงได้มากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ MacDonald et al. (2012) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม การฝึกด้วยพลัยโอเมตริก และการฝึกแบบเชิงซ้อนต่อความแข็งแรงและองค์ประกอบของร่างกาย ระยะการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกแบบเชิงซ้อนมีการพัฒนาความแข็งแรงดีกว่าเมื่อเทียบกับการฝึกด้วยน้ำหนักแบบดั้งเดิม และการฝึกแบบพลัยโอเมตริก

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไม่แตกต่างกัน ซึ่งในการวิจัยนี้จะวัดความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาจากการทดสอบของขาคู่ ขาข้างที่ถนัด และขาข้างที่ไม่ถนัด อย่างไรก็ตาม ผลของการวิจัยนี้ไม่สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่องจากในขั้นแรกๆของโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ทั้งสองกลุ่มใช้การฝึกด้วยแรงต้านที่ระดับความหนัก 85% ของความหนักสูงสุด ซึ่งเป็นความหนักที่อยู่ในระดับที่สามารถช่วยกระตุ้นระบบประสาทและกล้ามเนื้อ จึงสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ไม่แตกต่างกัน อีกทั้งโปรแกรมการฝึกของการวิจัยในครั้งนี้ไม่มีการเพิ่มความหนักของโปรแกรมตลอดระยะเวลา 6 สัปดาห์ ตามหลักความก้าวหน้าของการฝึก (Progression principle) จึงทำให้ผลการวิจัยต่างจากการศึกษาของ McCurdy et al. (2005) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการฝึกด้วยแรงต้าน และพลัยโอเมตริกแบบทีละข้างและแบบคู่ต่อความแข็งแรงและพลัง พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการทดสอบแบบทีละข้างและแบบคู่เพิ่มขึ้นหลังจากการฝึกทีละข้างมากกว่าการฝึกแบบคู่ ทั้งนี้เนื่องจากโปรแกรมฝึก และระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยในการศึกษาของ McCurdy et al. (2005) กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการเพิ่มความหนักของการฝึกด้วยแรงต้านและฝึกพลัยโอเมตริกทุกๆ 2 สัปดาห์ โดยเริ่มจากสัปดาห์ที่ 3-8 นอกจากนี้ระยะเวลาที่ได้รับการฝึกยังมีระยะเวลาที่นานกว่าการศึกษานี้ คือ 8 สัปดาห์ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Speirs et al. (2016) ที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างการฝึกความแข็งแรงด้วยขาทีละข้าง และขาทั้งสองข้างต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

พลังของกล้ามเนื้อ

ภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์ กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างมีพลังของกล้ามเนื้อในรูปแบบการทดสอบความสูงในการกระโดดในแนวตั้งแตกต่างกันก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อพลังกล้ามเนื้อหรือความสูงในการกระโดดในแนวตั้งนั้น เกิดจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นพื้นฐานเพื่อเอาชนะแรงต้าน และตามด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว เมื่อกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างฝึกด้วยแรงต้านที่ระดับความหนักสูงของขาแต่ละข้าง จึงทำให้เกิดการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อส่งผลต่อความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นแล้ว จากนั้นทำการฝึกตามด้วยท่าสกดกันหน้าตาข่ายโดยอาศัยหลักการพลัยโอเมตริก เน้นการเคลื่อนไหวที่รวดเร็วและทรงพลัง ทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงในการหดตัวมากขึ้น จึงส่งผลต่อการพลังของกล้ามเนื้อ สอดคล้องกับแนวคิดของ Macneely (2005) อ้างถึงในรณภพ ชาวปลายนา และทศพร ยิ้มลมัย (2563) ที่ได้กล่าวถึงกระบวนการที่ทำให้เกิดแรงในการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อจากการฝึกรูปแบบพลัยโอเมตริก โดยอาศัยการทำงานของรีเฟล็กซ์ เกิดจากมัดเซลล์สปินเดิล (Muscle spindle) ที่ทำหน้าที่รับรู้การยืดของกล้ามเนื้อเมื่อกล้ามเนื้อมีการยืดตัวออกอย่างรวดเร็ว จะเกิดรีเฟล็กซ์ (Reflex) สั่งการให้กล้ามเนื้อมัดที่ถูกยืดตัวออกนั้นหดตัว (Agonist muscle) ขณะที่ยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อด้านตรงข้าม (Antagonist muscle) โดยยิ่งกล้ามเนื้อถูกยืดออกเร็วมากจะยิ่งส่งผลให้แรงหดตัวที่เกิดจากรีเฟล็กซ์นี้เพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อรวมการระดมย่นหน่วยย่นต์กล้ามเนื้อจากการฝึกขั้นแรก และความเร็ว แรงในการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อในการฝึกขั้นสองแล้ว ลักษณะดังกล่าวถือเป็นกลไก Post-activation potentiation ที่สามารถช่วยเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อได้ ตามแนวคิดของ Hodgson et al. (2005) ที่กล่าวถึงการฝึกแบบเชิงซ้อนว่า เป็นรูปแบบการฝึกที่มีการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อที่เรียกว่า Post-activation potentiation ผ่านกลไกของกระบวนการฟอสโฟรีเลชัน (Phosphorylation) ของ myosin regulatory light chains เมื่อแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) ถูกปล่อยออกจาก sarcoplasmic reticulum ในขณะที่กล้ามเนื้อมีการหดตัว ทำให้แอกติน (Actin) และไมโอซิน (Myosin) มีความไวต่อการจับกันมากขึ้น ดังนั้นการหดตัวของกล้ามเนื้อครั้งต่อไปจึงมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Gonzalo-Skok, Tous-Fajardo, Suarez-Arrones, Arjol-Serrano, Casajus, and Mendez-Villanueva (2017) ที่ศึกษาการแสดงพลังระเบิดของขาข้างเดียว และความไม่สมดุลในนักกีฬาประเภททีม: เปรียบเทียบแบบการฝึกเชิงซ้อนแบบที่ละข้างและแบบคู่ด้วยแรงต้าน พบว่าหลังจากการฝึกด้วยน้ำหนักในท่าสควอตด้วยขาที่ละข้างมีการปรับปรุงพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อมาก

ขึ้นกว่าการฝึกแบบขาคู่ ในส่วนของกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีเพียงความสูงในการกระโดดในแนวตั้งด้วยขาข้างที่ไม่ถนัดเท่านั้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจจะเป็นเนื่องมาจากการฝึกตามโปรแกรมในขั้นแรกของกลุ่มนี้ฝึกด้วยแรงต้านด้วยขาทั้งสองแล้วฝึกตามด้วยท่าสก็อตกั้นเซปักตะกร้อ ซึ่งในท่าสก็อตกั้นนี้นักกีฬาจะต้องใช้ขาข้างที่ไม่ถนัดของตนเองเทคตัวขึ้นในแนวตั้งจึงทำให้เกิดการกระตุ้นกล้ามเนื้อ และส่งผลต่อพลังของกล้ามเนื้อของขาข้างที่ไม่ถนัด ส่วนพลังของกล้ามเนื้อขาข้างที่ถนัดที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างก่อนการและหลังการฝึกนั้น อาจเกิดจากระบบประสาทและกล้ามเนื้อได้รับการกระตุ้นไม่เพียงพอเหมือนดังเช่นกลุ่มฝึกด้วยขาทีละข้าง และไม่มีการฝึกกระโดดสก็อตกั้นตามเช่นเดียวกับขาข้างที่ไม่ถนัด จึงเป็นเหตุให้ความสูงในการกระโดดในแนวตั้งไม่เปลี่ยนแปลงหลังการฝึก

สำหรับความสูงในการกระโดดพาด ภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีความสูงในการกระโดดพาดแตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งความสูงในการกระโดดพาดในท่าพาดเต็มรอบ (Roll spike) นั้น ใช้หลักการเดียวกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ และความสูงในการกระโดดพาดเป็นรูปแบบหนึ่งของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์การแข่งขันกีฬาเซปักตะกร้อ เป็นความสามารถพื้นฐานที่สำคัญสำหรับผู้เล่น โดยเฉพาะตำแหน่งตัวพาด ซึ่งต้องกระโดดให้สูงเพื่อพาด และสก็อตกั้นการพาดลูกของฝ่ายตรงข้าม (Norlizah et al., 2014) จากโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง แม้ว่าขั้นที่สองของการฝึกรูปแบบพลัยโอเมตริกจะใช้ขาข้างที่ไม่ถนัดเทคตัวกระโดดในการฝึกท่าสก็อตกั้นหน้าตาข่าย ก็สามารถส่งผลต่อความแข็งแรงและพลังของขาข้างที่ถนัดที่ใช้ในการเทคตัวกระโดดขึ้นพาดได้ แม้จะเป็นขาคนละข้างกัน ทั้งนี้ อาจเกิดจากปรากฏการณ์การศึกษาข้ามสาย หรือที่เรียกว่า “Cross-education” ที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อฝั่งตรงข้ามที่ไม่ได้รับการฝึกได้ สอดคล้องกับ Lee and Carroll (2007) ที่กล่าวว่า เมื่อทำการฝึกเพียงข้างเดียวด้วยกำลังแรงสูง จะมีผลเฉียบพลันและส่งผลอย่างมากต่อการปรับตัวของระบบประสาทในข้างที่ไม่ได้รับการฝึก สอดคล้องกับการศึกษาของ Mastalerz and Sadowski (2020) ที่ได้ศึกษาถึงผลการฝึกข้างเดียวต่อพลังของกล้ามเนื้อขาฝั่งตรงกันข้ามในเยาวชนหญิงและชาย พบว่าการฝึกเพียงข้างเดียวทำให้พลังขาข้างที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มขึ้นทั้งสองกลุ่มและมีค่าเฉลี่ยของการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อฝั่งตรงข้ามเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ Mastalerz and Sadowski (2020) ได้สรุปไว้ว่า การศึกษานี้ยืนยันสมมติฐานที่ว่า การฝึกความต้านทานแบบไดนามิกสามารถส่งผลต่อแขนขาที่ตรงกันข้ามได้ ดังนั้นเมื่อโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้างช่วยให้ความแข็งแรง และพลังเพิ่มขึ้นกว่าก่อนการฝึก จึงเป็นผลทำ

ให้ความสูงในการกระโดดพาดเพิ่มขึ้นด้วย สัมพันธ์กับแนวคิดของ Umberger (1998) ที่กล่าวว่า การกระโดดต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่เอาชนะแรงต้านทานภายในร่างกายด้วยอัตราความเร็วในการหดตัวสูงสุด และเกิดสภาวะสะสมพลังระเบิดขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Talpey et al. (2016) ที่ได้ศึกษาถึง ผลของการฝึกเชิงซ้อนต่อการปรับปรุงความแข็งแรง พลังระเบิด ประสิทธิภาพการวิ่งและการกระโดด ความสูงในการกระโดดในแนวตั้ง พบว่า การฝึกเชิงซ้อนมีการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังระเบิด และประสิทธิภาพการกระโดดในแนวตั้งดีขึ้นอย่างมาก และการศึกษาของ เสาวลักษณ์ ศิริปัญญา (2550) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนไหวที่ในลักษณะแรงระเบิดที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย ทำการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่า ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขา การเร่งความเร็ว ความอ่อนตัวพลังกล้ามเนื้อขา และความคล่องแคล่วว่องไวมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของพลังกล้ามเนื้อในรูปแบบการทดสอบความสูงในการกระโดดในแนวตั้งด้วยขาข้างที่ไม่ถนัดแตกต่างกับกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ในขั้นแรกของการฝึกด้วยน้ำหนักด้วยขาที่ละข้างนั้นอาจจะทำให้กล้ามเนื้อเกิดความเครียด และเกิดการระดมย่นหน่วยยนต์ในการทำงานมากกว่าการฝึกด้วยขาทั้งสองข้าง เนื่องจากฐานในการรองรับน้ำหนักที่ลดลง และไม่มีการชัพพอร์ตจากกล้ามเนื้อของขาอีกข้าง และในขั้นที่สองของโปรแกรมการฝึกครั้งนี้ใช้ทักษะของกีฬาเซปักตะกร้อในสถานการณ์แข่งขันจริง กระตุ้นให้กล้ามเนื้อหดตัวด้วยความเร็วและแรงสูงสุด โดยใช้ขาข้างที่ไม่ถนัดเพียงข้างเดียวเตะตัวกระโดดขึ้นในแนวตั้ง เป็นธรรมชาติของกีฬาเซปักตะกร้อสำหรับการสกัดกั้นลูกหน้าตาข่าย เมื่อเกิดการรวมแรงที่เกิดจากการทำงานของระบบประสาท เอ็นและกล้ามเนื้อเพื่อเอาชนะแรงต้านจากการฝึกขั้นแรก และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อในการฝึกขั้นที่สองเข้าด้วยกัน จึงส่งผลให้ความสูงในการกระโดดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Juan (2001); McCurdy et al. (2010) ที่กล่าวว่า การฝึกด้วยขาที่ละข้าง หรือการฝึกด้วยขาเพียงข้างเดียวเป็นอีกวิธีที่เพิ่มการกระตุ้นการระดมย่นหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อ ช่วยให้สามารถพัฒนาความแข็งแรงและพลังได้ สัมพันธ์กับแนวคิดของ Turki et al. (2011) ที่กล่าวว่า การกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวโดยปราศจากแขนหรือขาข้างที่สองเพื่อกระจายน้ำหนัก จำเป็นจะต้องผลักน้ำหนักที่มากขึ้นด้วยเวลานานขึ้นในการออกตัว มันสามารถอนุมานได้ว่า การกระโดดด้วยขาข้างเดียวอาจทำให้กล้ามเนื้อสร้าง

แรงได้มากขึ้น และกระตุ้นกล้ามเนื้อได้มากขึ้น ส่งผลให้ระบบประสาทกล้ามเนื้อทำงานประสานกันดีขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ Bompa (1993) ที่ได้กล่าวว่า การพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อนั้นมีพื้นฐานมาจากการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทที่ทำให้กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นด้วย (จากการฝึกด้วยแรงต้าน) ด้วยเหตุผลที่ว่าใช้เวลาน้อยในการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit recruitment) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็ว เซลล์ประสาทยนต์ (Motor neurons) มีความอดทนเพิ่มขึ้น ในการเพิ่มความถี่ของการปล่อยกระแสประสาท กล้ามเนื้อทำงานโดยใช้จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อมากขึ้นในเวลาอันสั้น (เกิดจากการระดมหน่วยยนต์) และมีการพัฒนาการทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ร่วมกันทำงานระหว่างกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดตัวออกแรง (Agonistic muscles) กับกล้ามเนื้อที่อยู่ตรงข้ามกันซึ่งทำหน้าที่คลายตัว (Antagonistic muscles) เป็นผลทำให้กล้ามเนื้อหดตัวออกแรงได้มากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Liao et al. (2022) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการฝึกด้วยแรงต้านที่ละช้าและแบบคู่ต่อการวัดความแข็งแรง การกระโดด การวิ่ง และการเปลี่ยนทิศทางด้วยความเร็ว (การหลบหลีกและการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ) พบว่า การฝึกด้วยแรงต้านด้วยขาที่ละช้าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวได้ดีกว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบขาคู่

การทรงตัว

ภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์ กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละช้ามีการทรงตัวแตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีการทรงตัวไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้การทรงตัวของกลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละช้าที่เพิ่มขึ้นหลังการฝึกคงเป็นผลมาจากกล้ามเนื้อที่ใช้เพื่อการทรงตัวถูกกระตุ้นให้ทำงานมากขึ้นในขณะที่ทำการฝึกด้วยน้ำหนักด้วยขาที่ละช้า ทำให้ระบบประสาทและกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น ในระหว่างการฝึกเชิงซ้อนด้วยขาที่ละช้า นักกีฬาต้องควบคุมและรักษาสมดุลของร่างกายเพื่อให้ทรงตัวสร้างความมั่นคงในการยืนด้วยขาข้างเดียวในขณะที่ฝึกโปรแกรมเชิงซ้อนนี้ตลอด 6 สัปดาห์ ทำให้ค่าตัวแปรการทรงตัวจากการทดสอบ Star excursion ดีขึ้นมากกว่าอีกกลุ่ม สอดคล้องกับแนวคิดของ McCurdy et al. (2010) ที่ได้กล่าวว่า กล้ามเนื้อ gluteus maximus และกล้ามเนื้อลำตัวจะใช้งานมากที่สุดเพื่อรองรับน้ำหนักจากความเอนเอียงของลำตัวที่เพิ่มมากขึ้นในการที่ฝึกแบบขาที่ละช้า และสอดคล้องกับแนวคิดของ Andersen et al. (2014) ที่กล่าวว่า การได้มาซึ่งความมั่นคงในการทรงตัวอย่างน้อยบางส่วนต้องมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างของลำตัว และแนวคิดของ Howe and Goodwin (2014) ที่กล่าวว่า การฝึกที่ละช้าจะช่วยเพิ่มการสรรหาเส้นใยกล้ามเนื้อที่ช่วยรักษาความ

สมดุลของร่างกาย ลดแรงกดทับที่กระดูกสันหลัง ปรับความไม่สมดุล และมีประโยชน์ในการป้องกันการบาดเจ็บ และเพิ่มความมั่นคงของลำตัวเมื่อเทียบการฝึกแบบขาคู่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Saeterbakken and Fimland (2012) ที่ได้ศึกษาถึงการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวระหว่างการฝึกแบบขาคู่ และแบบทีละข้าง พบว่า การฝึกแบบทีละข้างจะเพิ่มการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวดีกว่าการฝึกแบบทั้งสองข้างพร้อมกัน และการศึกษาของ Andersen et al. (2014) ที่ได้ศึกษาถึงการทำงานและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในท่าสควอทและบัลแกเรียนสควอทบนพื้นผิวที่มั่นคงและไม่มั่นคง พบว่า กล้ามเนื้อ biceps femoris และกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวถูกกระตุ้นมากสำหรับท่าบัลแกเรียนสควอท (Bulgarian squat) เมื่อเทียบกับท่าสควอทธรรมดา และสอดคล้องกับการศึกษาของ Semprini (2018) ที่ได้ศึกษาถึงผลของการฝึกด้วยแรงต้านด้วยขาทีละข้างในระยะสั้นต่อการทรงตัว พบว่า กลุ่มฝึกแรงต้านด้วยขาทีละข้างมีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดสอบการทรงตัวแบบอยู่กับที่ และการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ ในขณะที่กลุ่มควบคุมที่ฝึกด้วยแรงต้านด้วยขาทั้งสองข้างไม่พบการเปลี่ยนแปลง

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีการทรงตัวไม่แตกต่างกัน ซึ่งในการวิจัยนี้จะวัดการทรงตัว จากการทดสอบการทรงตัวด้วยขาข้างที่ถนัด และขาข้างที่ไม่ถนัด อย่างไรก็ตามผลของการวิจัยนี้ไม่สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาของทั้งสองรูปแบบการฝึกในงานวิจัยนี้ไม่แตกต่างกัน จึงทำให้ผลของการทรงตัวไม่แตกต่างกันด้วย เนื่องจากการทรงตัวต้องมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างของลำตัวเป็นพื้นฐาน (Andersen et al., 2014) และผลการวิจัยในครั้งนี้ต่างจากการศึกษาของ Semprini (2018) ที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าผลของการฝึกด้วยแรงต้านด้วยขาทีละข้างต่อการทรงตัวใน แล้วพบว่า กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านด้วยขาทีละข้างมีการทรงตัวแบบอยู่กับที่และแบบเคลื่อนที่ด้วยขาข้างที่ถนัด และขาข้างที่ไม่ถนัดดีกว่ากลุ่มควบคุมที่มีการฝึกด้วยแรงต้านด้วยขาทั้งสองข้าง ทั้งนี้อาจจะเป็นเนื่องจากโปรแกรมฝึกที่ใช้ในการวิจัยต่างกัน ในการศึกษาของ Semprini (2018) กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการฝึกด้วยแรงต้านทั้งหมด 10 รูปแบบ ทำการฝึกรูปแบบละ 10 ครั้งต่อเซตที่ความหนัก 75% 1RM ในขณะที่การวิจัยนี้ในขั้นแรกของการฝึกแบบเชิงซ้อน ใช้การฝึกด้วยแรงต้านเพียงรูปแบบเดียวตลอดระยะเวลาฝึก 6 สัปดาห์

จากผลการวิจัยในครั้งนี้สรุปได้ว่า การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง ที่มีฐานในการรองรับน้ำหนักลดลง ทำให้กล้ามเนื้อเกิดความเครียดจากการรับแรงต้านที่ความหนักสูง ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ มีการระดมหน่วยยนต์เพิ่มขึ้นและเร็ว

ขึ้นมากกว่าการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง เมื่อก้ามเนื้อแข็งแรงในการหดตัวที่มากขึ้นจึงส่งผลให้นักกีฬามีพลังก้ามเนื้อเพิ่มขึ้น สามารถพัฒนาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความสูงในการกระโดดในแนวตั้งได้ดีกว่าการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง

สรุปผลการวิจัย

การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง ด้วยระยะเวลา 6 สัปดาห์ เป็นโปรแกรมการฝึกที่สามารถช่วยพัฒนาพลังของก้ามเนื้อในรูปแบบความสูงในการกระโดดในแนวตั้งด้วยขาคู่และความสูงในการกระโดดในแนวตั้งด้วยขาข้างที่ไม่ถนัด สามารถนำรูปแบบการฝึกไปใช้ในการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถของการกระโดดขึ้นพาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งตัวพาดได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง มีการฝึกแรงต้านที่มีความหนักระดับสูง และใช้ความแข็งแรงของก้ามเนื้อขาเพียงข้างเดียวเพื่อรับน้ำหนัก นักกีฬาจะต้องมีความแข็งแรงพื้นฐาน และมีทักษะท่าทางที่ถูกต้องในการออกกำลังกายแบบแรงต้านก่อน เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้นในขณะที่ทำการฝึก
2. โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง เป็นโปรแกรมการฝึกที่ใช้รูปแบบที่เฉพาะเจาะจงกับทักษะทางกีฬา จึงสามารถนำรูปแบบการฝึกไปใช้กับกีฬาที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวคล้ายๆ กับทักษะการขึ้นพาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อได้ หรือสามารถนำไปประยุกต์ปรับท่าทางการฝึกให้สอดคล้องกับการเคลื่อนไหวในกีฬานชนิดอื่นๆ เพื่อพัฒนาสมรรถภาพต่อไปได้

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง ไปประยุกต์ท่าทางการฝึกให้สอดคล้องกับลักษณะการเคลื่อนไหวของนักกีฬาเซปักตะกร้อตำแหน่งอื่นๆ เพื่อพัฒนาความสามารถของการเสิร์ฟ และการชงตะกร้อ
2. ควรนำโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้างไปประยุกต์ใช้กับกีฬาอื่นๆ เพื่อพัฒนาสมรรถภาพ และการแสดงความสามารถในกีฬานั้นๆ สู่ความเป็นเลิศต่อไป

3. ในขั้นของการฝึกกระโดดสกัดกั้นในรูปแบบพลัยโอเมตริก ควรเพิ่มการฝึกเทคตัวด้วยขาข้างที่ถนัด เพื่อเป็นการกระตุ้นกล้ามเนื้อให้ทำงานเพิ่มมากขึ้น



บรรณานุกรม

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 93(4), 1318-1326. doi:10.1152/jappphysiol.00283.2002
- Abdul, R. A., Eikman, T., Benedict T., Teh K.C., (2003). Sepaktakraw: A Descriptive Analysis of Heart Rate and Blood Lactate Response and Physiological Profiles of Elite Players 15(1), 1-10.
- Andersen, V., Fimland, M. S., Brennsset, O., Haslestad, L. R., Lundteigen, M. S., Skalleberg, K., & Saeterbakken, A. H. (2014). Muscle activation and strength in squat and Bulgarian squat on stable and unstable surface. *International journal of sports medicine*, 35(14), 1196-1202. doi:10.1055/s-0034-1382016
- Baechle, Thomas R, & Earle, Roger W. (2008). *Essentials of strength training and conditioning: Human kinetics*.
- Blakeyl, Jay B., & Southard, Dan. (1987). The Combined Effects of Weight Training and Plyometrics on Dynamic Leg Strength and Leg Power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 1(1), 14-16.
- Boccolini, G., Brazzit, A., Bonfanti, L., & Alberti, G. (2013). Using balance training to improve the performance of youth basketball players. *Sport sciences for health*, 9(2), 37-42. doi:10.1007/s11332-013-0143-z
- Bogdanis, G. C., Tsoukos, A., Kaloheri, O., Terzis, G., Veligeas, P., & Brown, L. E. (2019). Comparison Between Unilateral and Bilateral Plyometric Training on Single- and Double- Leg Jumping Performance and Strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(3), 633-640. doi:10.1519/Jsc.0000000000001962
- Bompa O. (1993). *Periodization of strength: the new wave in strength training*. Toronto:: Veritas Publishing.
- Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2015). *Periodization Training for Sports, 3E: Human Kinetics*. <https://books.google.co.id/books?id=rfFsBgAAQBAJ>

- Campbell, N., De Jesus, S., Prapavessis H. . (2013). Physical Fitness. In: Gellman M.D., Turner J.R. (eds) Encyclopedia of Behavioral Medicine. In: *Gellman M.D.*, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1005-9_1167
- Chatzinikolaou, Athanasios, Michaloglou, Konstantinos, Avloniti, Alexandra, Leontsini, Diamanda, Deli, Chariklia K., Vlachopoulos, Dimitris, Fatouros, Ioannis G. (2018). The Trainability of Adolescent Soccer Players to Brief Periodized Complex Training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(5), 645-655. doi:10.1123/ijsp.2017-0763
- Chen, Sheng, Dai, Haibin, Tang, Jiping, & Xiao, Rui. (2018). *Physiological Profile of Sepak Takraw University Players*. Paper presented at the Topics In Education, Culture and Social Development.
- Docherty, David, Robbins, Dan, & Hodgson, Matt. (2004). Complex Training Revisited: A Review of its Current Status as a Viable Training Approach. *Strength & Conditioning Journal*, 26(6), 52-57.
- Dong, Yanhui, Lau, Patrick W. C., Dong, Bin, Zou, Zhiyong, Yang, Yide, Wen, Bo, Patton, George C. (2019). Trends in physical fitness, growth, and nutritional status of Chinese children and adolescents: a retrospective analysis of 1.5 million students from six successive national surveys between 1985 and 2014. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 3(12), 871-880. doi:10.1016/s2352-4642(19)30302-5
- Ebben, W. P. (2002). Complex training: a brief review. *J Sports Sci Med*, 1(2), 42-46.
- Firdaus, Wan, Kuan, Garry, & Krasilshchikov, Oleksandr. (2018). The effects of using complex training method on muscular strength among male weightlifters. *Jurnal Sains Sukan & Pendidikan Jasmani*, 7(1), 1-12. doi:10.37134/jsspj/vol7.1.1.2018
- Gamble Paul. (2013). *Strength and conditioning for team sports: USA and Canada*.
- Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Suarez-Arrones, L., Arjol-Serrano, J. L., Casajus, J. A., & Mendez-Villanueva, A. (2017). Single-Leg Power Output and Between-Limbs Imbalances in Team-Sport Players: Unilateral Versus Bilateral Combined Resistance Training. *International journal of sports physiology and performance*, 12(1), 106-114. doi:10.1123/ijsp.2015-0743
- Haff, G. Gregory, & Nimphius, Sophia. (2012). Training Principles for Power. *Strength & Conditioning Journal*, 34(6), 2-12. doi:10.1519/SSC.0b013e31826db467

- Heitkamp, H. C., Horstmann, T., Mayer, F., Weller, J., & Dickhuth, H. H. (2001). Gain in strength and muscular balance after balance training. *International journal of sports medicine*, 22(4), 285-290. doi:10.1055/s-2001-13819
- Hertel, J., Braham, R. A., Hale, S. A., & Olmsted-Kramer, L. C. (2006). Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 36(3), 131-137. doi:10.2519/jospt.2006.36.3.131
- Heyward, V.H.. (1991). *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. Champaign IL: Human kinetics books.
- 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. doi:10.2165/00007256-200535070-00004
- Howe, Louis, & Goodwin, Jon. (2014). The integration of unilateral strength training for the lower extremity within an athletic performance programme. *Strength & Conditioning Journal*. 33:19-24
- International Sepaktakraw Federation. (2016). *Law Of The Game*. In Vol. 1.0.
- Jawis, M. N., Singh, R., Singh, H. J., & Yassin, M. N. (2005). Anthropometric and physiological profiles of sepak takraw players. *British journal of sports medicine*, 39(11), 825-829; discussion 825-829. doi:10.1136/bjism.2004.016915
- Juan, Carlos Santana. (2001). Single-Leg Training for 2-Legged Sports: Efficacy of Strength Development in Athletic Performance. *Strength & Conditioning Journal*, 23(3), 35.
- Kasper, Corey. (2019). Sports Training Principles. *Current Sports Medicine Reports*, 18(4), 95-96. doi:10.1249/jsr.0000000000000576
- Kawamori, Naoki, & Haff, Gregory G. (2004). The Optimal Training Load for the Development of Muscular Power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 675-684.
- Kukrić, Aleksandar, Jakovljević, Saša, Dobraš, Radenko, Petrović, Borko, Vučković, Igor, & Janković, Nenad. (2019). The influence of the complex training method on maximal isometric force production of junior basketball players. *Fizicka kultura*, 73(2), 261-270. doi:10.5937/fizkul1902261K

- Lee, M., & Carroll, T. J. (2007). Cross education: possible mechanisms for the contralateral effects of unilateral resistance training. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 37(1), 1–14. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737010-00001>
- Li, F., Wang, R., Newton, R. U., Sutton, D., Shi, Y., & Ding, H. (2019). Effects of complex training versus heavy resistance training on neuromuscular adaptation, running economy and 5-km performance in well-trained distance runners. *PeerJ*, 7, e6787. doi:10.7717/peerj.6787
- MacDonald, C. J., Lamont, H. S., & Garner, J. C. (2012). A comparison of the effects of 6 weeks of traditional resistance training, plyometric training, and complex training on measures of strength and anthropometrics. *Journal of strength and conditioning research*, 26(2), 422-431. doi:10.1519/JSC.0b013e318220df79
- Mahdi Rezaei, Raghad Mimar, Mohsen Paziraei, Sheida Latifian. (2013). Talent Identification Indicators in Sepaktakraw Male Elite Players on the Bases of Some Biomechanical Parameters. *Middle East Journal of Scientific Research*, 16(7), 936-941. doi: 10.5829/idosi.mejsr.2013.16.07.11290
- Markovic, Goran, Dizdar, Dražan, Jukić, Igor, & Cardinale, Marco. (2004). Reliability and Factorial Validity of Squat and Countermovement Jump Tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 551-555.
- Mastalerz, A., & Sadowski, J. (2020). The effect of unilateral training on contralateral limb power in young women and men. *Biology of sport*, 37(4), 443–448. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2021.102208>
- McCurdy, K. W., Langford, G. A., Doscher, M. W., Wiley, L. P., & Mallard, K. G. (2005). The effects of short-term unilateral and bilateral lower-body resistance training on measures of strength and power. *Journal of strength and conditioning research*, 19(1), 9-15. doi:10.1519/14173.1
- McCurdy, Kevin, O'Kelley, Erin, Kutz, Matt, Langford, George, Ernest, James, & Torres, Marcos. (2010). Comparison of lower extremity EMG between the 2-leg squat and modified single-leg squat in female athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*, 19(1), 57-70.

- Miller, T. (2012). *National Strength and Conditioning Association. Test and Assessment*. Human Kinetics. Champagne, IL.
- Norlizah, A., Nagoor, M., Sarimah, I. (2014). Anthropometric And Physiological Profiles Of Varsity Sepak Takraw Players. *1*, 272-279.
- Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. J., & Paul, J. P. (2000). What is balance? *Clinical rehabilitation*, *14*(4), 402-406. doi:10.1191/0269215500cr342oa
- Potter Eric. (2017). *Effects of a Unilateral Strength and Plyometric Training Program for Division I Soccer Players*. (Master of Science in Education (MSEd), thesis), Old Dominion University, Retrieved from https://digitalcommons.odu.edu/hms_etds/13
- Ramírez-Campillo, R., Burgos, C. H., Henríquez-Olguín, C., Andrade, D. C., Martínez, C., Álvarez, C., Izquierdo, M. (2015). Effect of unilateral, bilateral, and combined plyometric training on explosive and endurance performance of young soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, *29*(5), 1317- 1328. doi:10.1519/jsc.0000000000000762
- Saeterbakken, A. H., & Fimland, M. S. (2012). Muscle activity of the core during bilateral, unilateral, seated and standing resistance exercise. *European journal of applied physiology*, *112*(5), 1671-1678. doi:10.1007/s00421-011-2141-7
- Semprini, Daniel. (2018). The effects of a short-term, unilateral, lower-body resistance training program on balance in college-aged resistance-trained participants 2018. Master's Theses. 52. <https://digitalcommons.cortland.edu/theses/52>
- Simek, S., Milanovic, D.V., & Jukić, I. . (2007). The effects of proprioceptive training on jumping and agility performance. *Kinesiology*(3), 131-141.
- Speirs, Derrick E., Bennett, Mark A., Finn, Charlotte V., & Turner, Anthony P. (2016). Unilateral vs. Bilateral Squat Training for Strength, Sprints, and Agility in Academy Rugby Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *30*(2), 386-392. doi:10.1519/jsc.0000000000001096
- Talpey, Scott W., Young, Warren B., & Saunders, Natalie. (2016). Is nine weeks of complex training effective for improving lower body strength, explosive muscle function,

- sprint and jumping performance? *International Journal of Sports Science & Coaching*, 11(5), 736-745. doi:10.1177/1747954116667112
- Turki, O., Chaouachi, A., Drinkwater, E. J., Chtara, M., Chamari, K., Amri, M., & Behm, D. G. (2011). Ten minutes of dynamic stretching is sufficient to potentiate vertical jump performance characteristics. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2453-2463. doi:10.1519/JSC.0b013e31822a5a79
- Turner, Anthony N. (2009). Training for power: Principles and practice. *Professional Strength & Conditioning*(14), 20-32.
- Umberger, Brian R. (1998). Mechanics of the Vertical Jump and Two-Joint Muscles: Implications for Training. *Strength & Conditioning Journal*, 20(5), 70-74.
- Wener, W. K., Hoeger, S. A. H., Cherie, I H., Amber, L. F. . (2019). *Lifetime Physical Fitness and Wellness: A Personalized Program* (15 ed.).
- Wiacek, Magdalena, Hagner, Wojciech, Hagner-Derengowska, Magdalena, Bluj, Barbara, Drozd, Monika, Czereba, Jolanta, & Zubrzycki, Igor Z. (2009). Correlations between postural stability and strength of lower body extremities of women population living in long-term care facilities. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 48(3), 346-349. doi:https://doi.org/10.1016/j.archger.2008.02.019
- Wilder, R. P., Greene, J. A., Winters, K. L., Long, W. B., 3rd, Gubler, K., & Edlich, R. F. (2006). Physical fitness assessment: an update. *Journal of long-term effects of medical implants*, 16(2), 193-204. doi:10.1615/jlongtermeffmedimplants.v16.i2.90
- Young, Warren B. (2006). Transfer of Strength and Power Training to Sports Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(2) , 74- 83. doi:10.1123/ijsp.1.2.74
- Zierath, J. R., & Hawley, J. A. (2004). Skeletal muscle fiber type: influence on contractile and metabolic properties. *PLoS Biol*, 2(10) , e348. doi:10.1371/journal.pbio.0020348
- กรมพลศึกษา. (2555). คู่มือผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อ *T-Certificate : SEPAK TAKRAW Coaching Guide* (เกียรติศักดิ์ บุตรศาสตร์ Ed. 2 ed. Vol. 2). กรุงเทพฯ: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก ในพระบรมราชูปถัมภ์

- กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2559). *คู่มือฝึกอบรมผู้ฝึกสอนกีฬาโยนิมาตติก*. กรุงเทพมหานคร. ศูนย์สื่อและสิ่งพิมพ์แก้วเจ้าจอม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- เกชา พูลสวัสดิ์, ชรินทร์ชัย อินทิตราภรณ์. (2548). ผลของการฝึกเสริมพลัยโอเมตริกที่มีต่อการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬาฟุตบอลอายุระหว่าง 14-16 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย:ม.ป.ท.
- จักรพงษ์ งานหมู่. (2557). ความต้องการจำเป็นด้านสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาเซปักตะกร้อ. (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- เฉลิมวุฒิ อากานุกุล. (2548). ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดที่มีต่อการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬารักบี้ฟุตบอล. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- ชูชีพ คงมีชนม์. (2560). ผลของการฝึกตารางเก้าช่องที่มีต่อการเล่นกีฬาตะกร้อด้วยข้างเท้าด้านในของนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม. (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), สถาบันการพลศึกษาวิทยาเขตสุพรรณบุรี.
- ณิชารีย์ อังคาบ. (2559). ผลของการฝึกการออกกำลังกายเพื่อการทรงตัว ที่มีต่อความสามารถในการกระโดดและการทรงตัวในนักกีฬาวอลเลย์บอลเยาวชนหญิง. , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- ปทุม ม่วงมี. (2527). รากฐานทางสรีรวิทยาของการออกกำลังกายและการพลศึกษา. โรงพิมพ์บูรพาสาส์น 728 วังบูรพา. : กทม.
- ภัทรพล ทองนำ. (2553). การศึกษาวิเคราะห์แบบแผนการรูกหน้าตาข่ายในการแข่งขันเซปักตะกร้อชิงถ้วยพระราชทานคิงส์คัพ ครั้งที่ 24. . จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- ภััสสร ฐูปบุตร. (2562). ผลการฝึกแบบผสมผสานและการฝึกแบบควบคุมที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขา และความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิง. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มณฑินี มีสมบูรณ์. (2559). สมรรถภาพทางกายของผู้ใช้บริการ ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย กรมพลศึกษา. (สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- รณภพ ชาวปลายนา, ทศพร ยิ้มลมัย. (2563). ผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเอกเซนตริกที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาฟุตบอล. วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, 21(3).
- วิชุดา คงสุทธิ. (2545). ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยเมดิซินบอลและหนังยางที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อส่วนบนและความเร็วในการว่ายน้ำของนักว่ายน้ำ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.

- วิมลวรรณ เขียงแก้ว. (2551). เอกสารประกอบ workshop 1 : การทรงตัวและการเดิน. โครงการศูนย์บริการผู้สูงอายุที่มีภาวะพึ่งพาในชุมชน.
- วีระชัย มะโนมัย, วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์. (2559). การเปรียบเทียบคิเนแมติกส์ของข้อเข่าขณะเทคตัวขึ้นพาดตะกร้อที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ. *ชีวกลศาสตร์ทางการกีฬา (Sports Biomechanics)*, 16(2), 19.
- สบสันต์ มหานิยม. (2556). ผลของการฝึกด้วยน้ำหนักที่มีต่อสมรรถภาพทางกายและสัดส่วนร่างกายของนิสิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการฝึกด้วยน้ำหนัก หมู่ 837,839 และ 850. . สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.: กรุงเทพมหานคร.
- สิทธิพนธ์ เทพฤทธิ์. (2555). การพัฒนาสมรรถภาพทางกายของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ตามแนวทางการทดสอบสมรรถภาพทางกายของคณะกรรมการนานาชาติเพื่อจัดมาตรฐานการทดสอบความสมบูรณ์ทางกาย (ICSPFT). Retrieved from กรุงเทพมหานคร.
- สิทธิศักดิ์ บุญหาญ. (2554). ผลการฝึกพลีโอเมตริกควคู้กับ เอส เอ คิว ที่มีผลต่อความเร็วในการวิ่ง 50 เมตร. (ปริญญาโท กศ.ม. (พลศึกษา), บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ).
- สุนิสา สอนวิชา. (2563). เอกสารประกอบการสอน ภาคทฤษฎีวิชากายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา 1. : คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- สุพิตร สมานิตโต. (2555). แบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายสำหรับเด็กไทย อายุ 7-18 ปี กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์สัมปชัญญะ.
- สุเมธ พรหมอินทร์, นพดล นิ้มสุวรรณ, วีรวัฒน์ สุริยปรากการ. (2552). รายงานการวิจัยเรื่องยุทธวิธีการวางทีมและการทำคะแนนในการแข่งขันเซปักตะกร้อ: กีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 35.
- สุหัท ภูทอง. (2558). ผลนับพลังของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้จำนวนครั้งและเวลาพักแตกต่างกันที่มีต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการกระโดด. จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย:ม.ป.ท,
- เสาวลักษณ์ ศิริปัญญา. (2550). ผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนไหวที่ในลักษณะแรงระเบิด ที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- อติเทพ วิชาญ. (2562). ผลของการฝึกแบบผสมผสานที่มีผลต่อความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวในนักกีฬาแฮนด์บอลหญิงสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตลำปาง. (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.



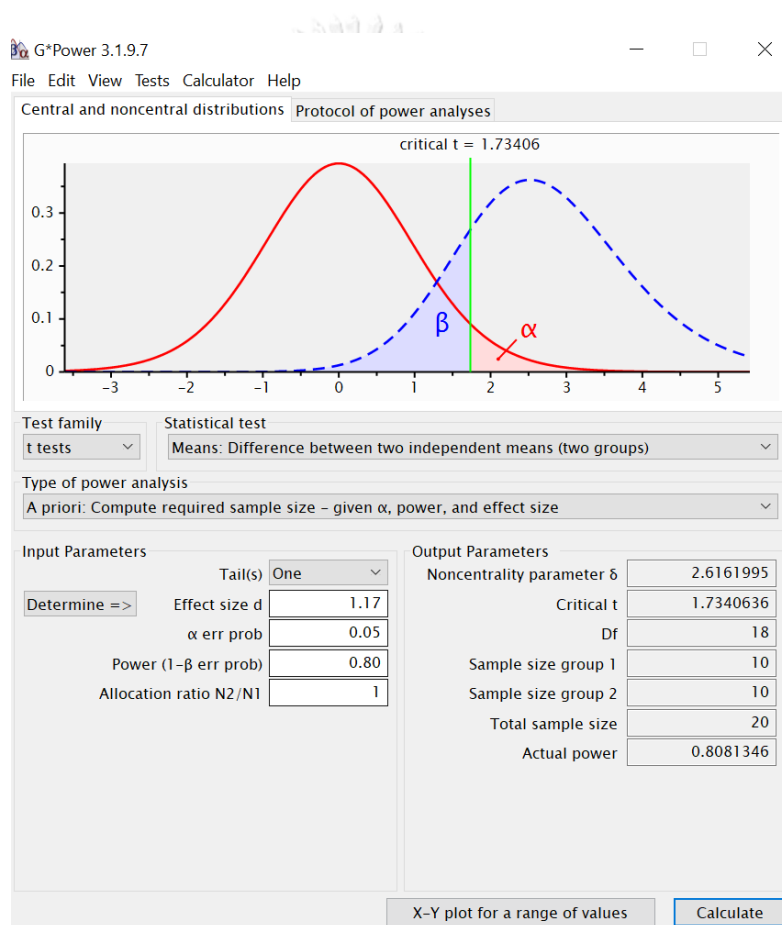
ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยนำภาพจากการใช้โปรแกรม G*Power

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*power) เวอร์ชัน 3.1.9.7 และได้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากงานวิจัยของ (รณภพ ชาวปลายนา และ ทศพร ยิ้มลมัย ,2563) ซึ่งมีการกำหนด ค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) ที่ 1.17 กำหนดอำนาจการทดสอบ (Power of test) เท่ากับ .80 และระดับนัยสำคัญ (α) เท่ากับ 0.05 ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรม G*Power

ภาคผนวก ข

แบบบันทึกประวัติ และข้อมูลพื้นฐานของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผู้เข้าร่วมการวิจัยหมายเลข.....วันที่/เดือน/ปี.....

โปรดกรอกข้อมูลและตอบคำถามต่อไปนี้ตามความเป็นจริง ข้อมูลทั้งหมดในแบบสอบถามจะถูกเก็บเป็นความลับ และใช้ในงานวิจัยเท่านั้น

ตอนที่ 1 แบบบันทึกข้อมูลสรีรวิทยาทั่วไป

วัน.....เดือน.....ปี.....อายุ

น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร

กิโลกรัม.....ค่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ ในท่าแบ็คสควอท

ค่าความสูงในการกระโดดพาดในท่าพาดแบบเต็มรอบ (Roll spike).....เซนติเมตร

ประสบการณ์การเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติ.....ปี

จำนวนวันในการฝึกซ้อมต่อสัปดาห์ในช่วง 6 เดือนก่อนเข้าร่วมการวิจัย.....วัน

ตอนที่ 2 ข้อมูลด้านสุขภาพของผู้เข้าร่วมการวิจัย

- ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่

ไม่มี มี (โปรดระบุ).....

- ท่านเคยมีประวัติการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ เอ็นหรือกระดูก บริเวณหลัง ลำตัว สะโพกและขา

ในช่วง เดือนก่อนเข้าร่วมการวิจัยนี้หรือไม่ 3

ไม่เคย เคย (โปรดระบุ).....

เมื่อใด (วัน/เดือน/ปี).....

สรุปคุณสมบัติ

ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย

ไม่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมงานวิจัย

หมายเหตุ : ในกรณีผู้วิจัยพบว่าผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่อยู่ในเกณฑ์คัดเลือก ทางผู้วิจัยจะมีของที่ระลึกมอบให้

ผู้ดำเนินการคัดเลือก

(นางสาวนุจรินทร์ วาระสิทธิ์)

ภาคผนวก ค

แบบบันทึกข้อมูลผลการทดลอง

ผู้เข้าร่วมการวิจัยหมายเลข.....

อายุ.....ปี น้ำหนัก.....กก. ส่วนสูง.....ซม.

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ในท่าบาร์เบลแบ็คสควอท(Barbell back squat) เป็นความหนักที่สามารถยกได้สูงสุด (1RM) มีหน่วยเป็น (กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว)

ตัวแปรที่วัด	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก 6 สัปดาห์
การทดสอบแบบขาคู่		
การทดสอบขาข้างที่ถนัด		
การทดสอบขาข้างที่ไม่ถนัด		

การทดสอบพลังกล้ามเนื้อ ด้วยการกระโดด (Countermovement jump; CMJ) เพื่อดูค่าพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Peak power) มีหน่วยเป็น (วัตต์ต่อกิโลกรัม)

ตัวแปรที่วัด	ก่อนการฝึก			หลังการฝึก 6 สัปดาห์		
	1 st	2 nd	3 rd	1 st	2 nd	3 rd
การทดสอบแบบขาคู่						
การทดสอบขาข้างที่ถนัด						
การทดสอบขาข้างที่ไม่ถนัด						

การทดสอบความสูงในการกระโดดฟาด (High jump kick) ใช้การทดสอบความสูงในการกระโดดฟาดแบบเต็มรอบ (Roll spike) ด้วยอุปกรณ์วัดความสูง (Yardstick) แบบประยุกต์ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ตัวแปรที่วัด	ก่อนการฝึก			หลังการฝึก 6 สัปดาห์		
	1 st	2 nd	3 rd	1 st	2 nd	3 rd
การกระโดดฟาดในท่าเต็มรอบ (Roll spike)						

การทดสอบการทรงตัว (Balance) จากการทดสอบ Dynamic balance test ด้วยแบบทดสอบ Excursion star test 8 ทิศ ประกอบด้วย anterolateral (AL), anterior (ANT), anteromedial (AM), medial (MD), posteromedial (PM), posterior (PO), posterolateral (PL), and lateral (LAT) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ความยาวของขาข้างที่ถนัด.....ซม.

รอบที่ทำ การ ทดสอบ	ก่อนการฝึก								หลังการฝึก 6 สัปดาห์							
	AL	ANT	AM	MD	PM	PO	PL	LAT	AL	ANT	AM	MD	PM	PO	PL	LAT
1																
2																
3																

ความยาวของขาข้างที่ไม่ถนัด.....ซม.

รอบที่ทำ การ ทดสอบ	ก่อนการฝึก								หลังการฝึก 6 สัปดาห์							
	AL	ANT	AM	MD	PM	PO	PL	LAT	AL	ANT	AM	MD	PM	PO	PL	LAT
1																
2																
3																

ภาคผนวก ง

เครื่องมือการเก็บข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป



รูปที่ 6 เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition analyzer)

ยี่ห้อ InBody รุ่น InBody270 ประเทศเกาหลีใต้

ที่มา : www.inbodyusa.com

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบสมรรถภาพ

การทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ หรือ 1 อาร์เอ็ม

(One repetition maximum; 1RM)

อุปกรณ์การทดสอบ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังรูปที่ 7

- โอลิมปิคบาร์ (Olympic bar)
- แผ่นน้ำหนัก (Rubber plate)



รูปที่ 7 โอลิมปิคบาร์ (Olympic bar) และแผ่นน้ำหนัก (Rubber plate)

วิธีการทดสอบ

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำท่าแบ็คสควอท ด้วยโอลิมปิคบาร์เบล (Olympic barbell) โดยไม่ใส่น้ำหนัก จำนวน 10 ครั้ง พัก 3 นาที
2. หลังจากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มทำการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ทำการเพิ่มน้ำหนักจากเดิม โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยประมาณน้ำหนักที่สามารถยกได้ 6 ครั้ง
3. หากผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถยกได้เกิน 6 ครั้ง จะทำการเพิ่มน้ำหนัก จนกว่าผู้เข้าร่วมการวิจัยจะยกได้ไม่เกิน 6 ครั้ง
4. นำความหนักที่ได้มาคำนวณเปรียบเทียบกับ 1 RM โดยใช้ตารางการเปรียบเทียบของ (Baechle & Earle, 2008) ตามตารางที่ 9-10
5. ค่าที่ได้จะกำหนดเป็นค่าความแข็งแรงของความหนักสูงสุด (One repetition maximum; 1RM) โดยนำน้ำหนักที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถยกได้มาใช้กับโปรแกรม

การฝึก และนำมาคูณค่าน้ำหนักที่สามารถยกได้สูงสุด โดยเปรียบเทียบค่าก่อนและหลังการฝึก

6. มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว (Kg./Kg of body mass)
ที่มา : (Baechle & Earle, 2008)

ตารางที่ 16 ตารางคำนวณการเปรียบเทียบหาค่าเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงสูงสุด (1RM)

Percent of the 1RM and Repetitions Allowed
(%1RM-Repetition Relationship)

%1RM	Number of repetitions allowed
100	1
95	2
93	3
90	4
87	5
85	6
83	7
80	8
77	9
75	10
70	11
67	12
65	15

ตารางที่ 17 ตารางการประมาณค่าความแข็งแรงสูงสุด (1RM) และน้ำหนักในการฝึก

Estimating 1RM and Training Loads

Max reps (RM)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15
%1RM	100	95	93	90	87	85	83	80	77	75	67	65
Load (pounds or kg)	10	10	9	9	9	9	8	8	8	8	7	7
	20	19	19	18	17	17	17	16	15	15	13	13
	30	29	28	27	26	26	25	24	23	23	20	20
	40	38	37	36	35	34	33	32	31	30	27	26
	50	48	47	45	44	43	42	40	39	38	34	33
	60	57	56	54	52	51	50	48	46	45	40	39
	70	67	65	63	61	60	58	56	54	53	47	46
	80	76	74	72	70	68	66	64	62	60	54	52
	90	86	84	81	78	77	75	72	69	68	60	59
	100	95	93	90	87	85	83	80	77	75	67	65
	110	105	102	99	96	94	91	88	85	83	74	72
	120	114	112	108	104	102	100	96	92	90	80	78
	130	124	121	117	113	111	108	104	100	98	87	85
	140	133	130	126	122	119	116	112	108	105	94	91
	150	143	140	135	131	128	125	120	116	113	101	98
	160	152	149	144	139	136	133	128	123	120	107	104
	170	162	158	153	148	145	141	136	131	128	114	111
	180	171	167	162	157	153	149	144	139	135	121	117
	190	181	177	171	165	162	158	152	146	143	127	124
	200	190	186	180	174	170	166	160	154	150	134	130
	210	200	195	189	183	179	174	168	162	158	141	137
	220	209	205	198	191	187	183	176	169	165	147	143
	230	219	214	207	200	196	191	184	177	173	154	150
	240	228	223	216	209	204	199	192	185	180	161	156
	250	238	233	225	218	213	208	200	193	188	168	163

ที่มา: ((Baechle & Earle, 2008)

การทดสอบพลังของกล้ามเนื้อ

ความสามารถในการกระโดดสูง (เซนติเมตร)

อุปกรณ์การทดสอบ

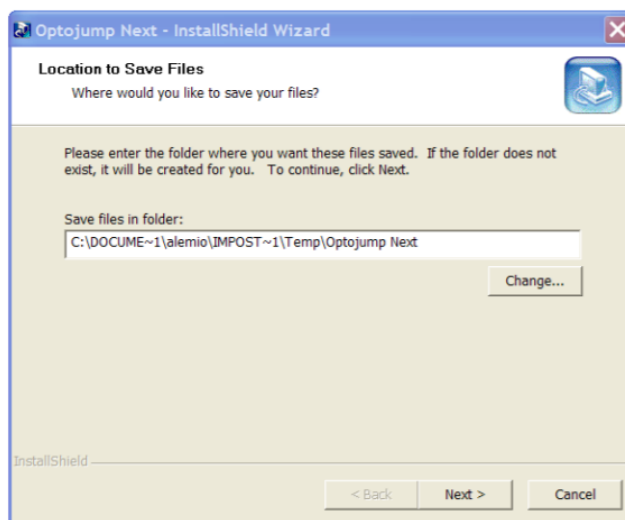
- เครื่องทดสอบความสูงในการกระโดด (Optojump) ดังรูปที่ 8
- บาร์ (Optojump bar) บาร์ตัวส่งสัญญาณ (Optojump Next Transmitting Bar (TX)) และบาร์ตัวรับสัญญาณ Optojump Next Receiving Bar (RX) ดังรูปที่ 9
- โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป OptoJump Next Software (v. 1.12.21) ดังรูปที่10



รูปที่ 8 เครื่องทดสอบความสูงในการกระโดด (Optojump)
ที่มา : www.optojump.com



รูปที่ 9 บาร์ ส่ง-รับสัญญาณ (Optojump bar)
ที่มา : www.optojump.com



รูปที่ 10 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ซอฟต์แวร์ประมวลผลข้อมูล OptoJump Next
Software (v. 1.12.21)
ที่มา : www.optojump.com

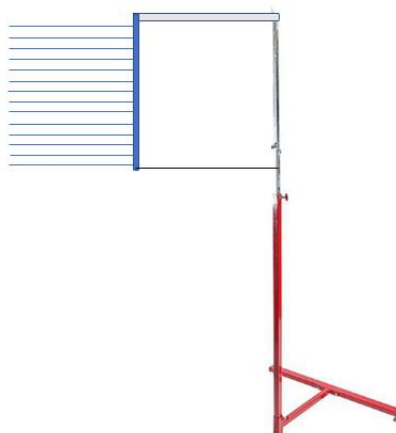
วิธีการทดสอบ

1. ก่อนเริ่มทำการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยว่วงเหาะๆ ด้วยระยะเวลา 5 นาที และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที
 2. อธิบายวิธีการทำท่ากระโดดแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยอย่างละเอียด โดยให้มือทั้งสองข้างวางไว้ตรงสะโพกตลอดเวลา
 3. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยย่อตัวลงท่ามุมเข่า 90 องศา และใช้ไม้วัดองศา (Goniometer) กำหนดมุมที่ 90 องศา ทาบที่บริเวณเข่าของนักกีฬา และใช้ด้ายขึงเพื่อให้สามารถท่ามุม 90 องศา เพื่อให้มีการกระโดดเหมือนกันทุกครั้ง
 4. เมื่อเริ่มให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนระหว่างบาร์ส่ง-รับสัญญาณ
 5. จากนั้นผู้วิจัยจะให้สัญญาณให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มกระโดด และต้องกระโดดด้วยความพยายามสูงสุดทุกครั้ง
 6. ในขณะที่กระโดดต้องเหยียดข้อเท้า เข่าและสะโพก จนกว่าจะลงสู่พื้น
 7. ทำการทดสอบ 3 ครั้ง ซึ่งในแต่ละครั้งจะมีเวลาพักครั้งละ 1 นาที
- ที่มา : (Markovic et al., 2004)

การทดสอบความสูงในการกระโดดฟาด (High jump kick)

อุปกรณ์การทดสอบ

- Yardstick (แบบประยุกต์ให้เหมาะสำหรับการกระโดดใช้เท้าฟาด) ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 Yardstick (แบบประยุกต์)

วิธีการทดสอบ

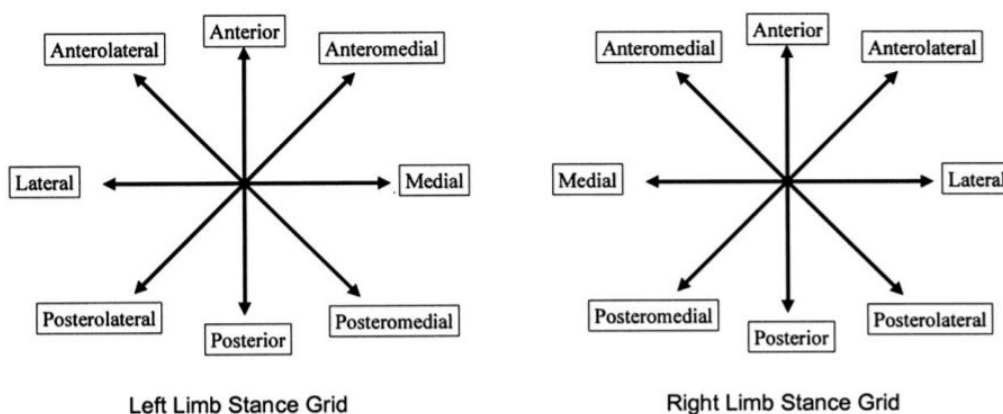
1. ก่อนเริ่มทำการทดสอบผู้วิจัยอธิบายวิธีการ ข้อปฏิบัติแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยอย่างละเอียด
2. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำความคุ้นเคยกับอุปกรณ์ก่อนทำการทดสอบจริง
3. เมื่อเริ่มให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนใต้อุปกรณ์วัดความสูงในจุดที่กำหนด
4. ผู้เข้าร่วมการวิจัยกระโดดขึ้นเหมือนท่าฟาดตะกร้อแบบเต็มรอบ (Roll spike) ให้สูงที่สุด โดยใช้เท้าปิดกั้นระยะความสูง
5. บันทึกความสูงที่สามารถทำได้ในแต่ละครั้ง ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง แต่ละครั้งมีเวลาพัก 2 นาที
6. ใช้ค่าที่กระโดดได้สูงที่สุดลบกับส่วนสูงของผู้ทดสอบ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

หมายเหตุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบความสูงของการกระโดดฟาด ผู้วิจัยประดิษฐ์โดยเลียนแบบอุปกรณ์ทดสอบความสูง Yardstick ในส่วนของสเกลบอกความสูง ผู้วิจัยใช้อุปกรณ์ของ Yardstick ที่เป็นของจริงที่ได้มาตรฐาน ทำโครงให้ยื่นยาวออกมา เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการเหวี่ยงและม้วนตัวฟาด และสร้างฐานให้มั่นคงขึ้น โดยขณะที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยจำทำการทดสอบ ผู้ช่วยผู้วิจัยจะช่วยจับฐานเพื่อเพิ่มความมั่นใจและความปลอดภัยด้วยฐานของอุปกรณ์ขึ้นเอง

การทดสอบการทรงตัว (Balance)

อุปกรณ์การทดสอบ

- แบบทดสอบ Excursion star test แบบ 8 ทิศ ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 แบบทดสอบ Excursion star test

ที่มา : (Hertel et al., 2006)

วิธีการทดสอบ

1. ก่อนเริ่มทำการทดสอบอธิบายวิธีการทำท่าทางแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยอย่างละเอียด
2. ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำความเข้าใจความคุ้นเคยกับแบบทดสอบทิศทางละ 6 ครั้งและมีเวลาพัก 5 นาทีก่อนเริ่มการทดสอบจริง
3. เมื่อเริ่มต้นการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนตรงกลางจุดตัดของกากบาทด้วยขาข้างเดียว มือทั้งสองวางที่สะโพกตลอดเวลา
4. จากนั้นเหยียดขาอีกข้างหนึ่งไปแตะเส้นที่เลือกให้ได้ไกลที่สุด โดยผู้ทดสอบจะต้องแตะให้เบาที่สุดเพื่อไม่ให้มีการช่วยในการทรงตัว
5. ผู้วิจัยทำจุดที่เท้าแตะเพื่อทำการวัดความยาวบันทึกค่าที่ได้ จากนั้นผู้เข้าร่วมการวิจัยดึงเท้ากลับ ไปตรงกลางเพื่อรักษาสมดุล
6. ทำการทดสอบ 3 รอบ ในแต่ละทิศทางของขาแต่ละข้าง แต่ละรอบมีเวลาพัก 10 วินาที
7. เลือกครั้งที่ดีที่สุดในแต่ละทิศทาง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร
8. นำค่าที่ได้มาหารด้วยความยาวของขาแต่ละข้าง

ที่มา: (Hertel et al., 2006)

ภาคผนวก ฉ

โปรแกรมการฝึกของทั้ง 2 กลุ่ม ทำการทดลอง 6 สัปดาห์

ผู้วิจัยดำเนินการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง และการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง ก่อนโปรแกรมการฝึกซ้อมกีฬาเซปักตะกร้อเป็นเวลา 6 สัปดาห์ๆ ละ 2 วัน ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 โปรแกรมการฝึกซ้อมของทั้ง 2 กลุ่ม ระยะเวลา 6 สัปดาห์

<p>ขั้นตอนการอบอุ่นร่างกายและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Warm up & Stretching)</p>	<p>ทำการอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนทำการทดสอบและทำการฝึก ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. กำหนดให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย วิ่งเหยาะๆ เป็นเวลา 5 นาที 2. กำหนดให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 ชุด ชุดละ 10 ท่า แต่ละท่าใช้เวลา 10 วินาที
<p>ขั้นตอนการฝึกโปรแกรมของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม</p>	<p>กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง ทำการฝึกซ้อมในวันอังคารและวันศุกร์ ในช่วงเวลา 16.00-17.00 น. กำหนดโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักในท่า Single-leg barbell back squat ที่ความหนัก 85% ของความหนักสูงสุดของขาแต่ละข้าง ทำจำนวน 6 ครั้ง พักร 30 วินาที แล้วทำ Blocking jump ด้วยขาข้างที่ถนัดทั้งหมด 6 ครั้ง รวมเป็น 1 ชุด พักระหว่างชุด 4 นาที ทำการฝึกซ้อมต่อให้ครบ 4 ชุด</p> <p>กลุ่มทดลองที่ 2 ทำการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง ทำการฝึกซ้อมในวันอังคารและวันศุกร์ ในช่วงเวลา 17.00-18.00 น. กำหนดโปรแกรมการฝึกน้ำหนักในท่า Barbell back squat ที่ความหนัก 85% ของความหนักสูงสุด ทำจำนวน 6 ครั้ง พักร 30 วินาที แล้วตามด้วย Blocking jumps ด้วยขาข้างที่ถนัดทั้งหมด 6 ครั้ง รวมเป็น 1 ชุด พักระหว่างชุด 4 นาที ทำการฝึกซ้อมต่อให้ครบ 4 ชุด</p>
<p>ขั้นตอนการคลายกล้ามเนื้อ (Cool down)</p>	<p>หลังเสร็จสิ้นการฝึกให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2 ชุด ชุดละ 10 ท่า แต่ละท่าใช้เวลา 10 วินาที</p>

ภาคผนวก ข

โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง

ผู้วิจัยดำเนินการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างก่อน โปรแกรมการฝึกซ้อมกีฬาเซปักตะกร้อปกติ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ๆ ละ 2 วัน ทำการฝึกในวันอังคาร และวันศุกร์ ช่วงเวลา 16.00-17.00 น. ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง (Specific unilateral complex training)

โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง			
ท่าที่ใช้ในการฝึก	Single-leg barbell back squat	พัก	Blocking jumps
ความหนัก	85% ของความหนักสูงสุด	30 วินาที	ความพยายามสูงสุด
จำนวนครั้ง (ครั้ง)	6		6
จำนวนชุดของการฝึก (ชุด)		4	
เวลาพักระหว่างเซต (นาที)		4	

การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง

1. การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง คือ การฝึกด้วยน้ำหนักในท่าซิงเกิลเลคบาร์เบลแบ็คสวอท (Single-leg barbell back squat) ด้วยโอลิมปิคบาร์เบล (Olympic barbell) ก่อนการฝึกให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ หลังจากนั้นให้ทดลองทำท่าซิงเกิลเลคบาร์เบลแบ็คสวอท (Single-leg barbell back squat) ที่ไม่ใส่น้ำหนัก โดยวางหลังเท้าอีกข้างไว้มนั่ง เพื่อกำหนดท่าทางและจุดในการยืนที่ถูกต้อง นอกจากนี้ในท่าซิงเกิลเลคบาร์เบลแบ็คสวอท มีการย่อท่าสควอทที่ลงไปท่ามุมเข่าที่ 90 องศา นำไม้วัดมุม (Goniometer) ทาบที่บริเวณข้างเข่าเพื่อทำการวัดมุมที่ 90 องศา จากนั้นกำหนดจุดด้วยการขีดด้วยปากก้า เพื่อไม่ให้ย่อเยอะเกินไป

2. ก่อนเริ่มทำการฝึก ผู้ช่วยวิจัยจะใส่แผ่นน้ำหนัก ที่ความหนัก 85% ความหนักสูงสุดของขาข้างที่ฝึกของผู้เข้าร่วมการวิจัยแต่ละคน

3. ในการทำท่าซิงเกิลเลกบาร์เบลแบ็คสควอท (Single-leg barbell back squat) จะมีผู้ช่วยวิจัยคอยประคองข้างๆ บาร์เบล ข้างละ 1 คน ทำการยกบาร์เบลไว้บนบ่าด้านหลังของผู้เข้าร่วมการวิจัย

4. จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนในท่าเตรียมพร้อม ด้วยการเกร็งหน้าท้อง หลัง และท่ามุมเข่าเล็กน้อย เมื่อได้ยินสัญญาณจากผู้วิจัย ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มทำการฝึกได้ทันที โดยผู้ช่วยวิจัยจะค่อยๆ ปลดปล่อยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยรับน้ำหนักเอง

5. เมื่อผู้เข้าร่วมการวิจัยย่อลงถึงจุดที่กำหนดไว้แล้ว ให้ดันบาร์เบลขึ้น โดยสะโพกและเข่าเหยียดตึง เมื่อสิ้นสุด นับเป็น 1 ครั้ง ดังรูปที่ 13 โดยทำให้ครบจำนวน 6 ครั้ง

6. หลังจากนั้นพัก 30 วินาที เมื่อพักครบ 30 วินาที ผู้วิจัยจะให้สัญญาณแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยให้ทำการฝึกต่อด้วยท่าบล็อกจัมป์ (Blocking jumps) ด้วยขาข้างที่ถนัด 6 ครั้ง รวมเป็น 1 ชุด ดังรูปที่ 14 พักระหว่างชุด 4 นาที เมื่อสิ้นสุดเท่ากับ 1 ชุด

7. ทำการฝึก ให้ครบทั้งหมด 4 ชุด

วิธีปฏิบัติท่าซิงเกิลเลกบาร์เบลแบ็คสควอท (Single-leg barbell back squat)



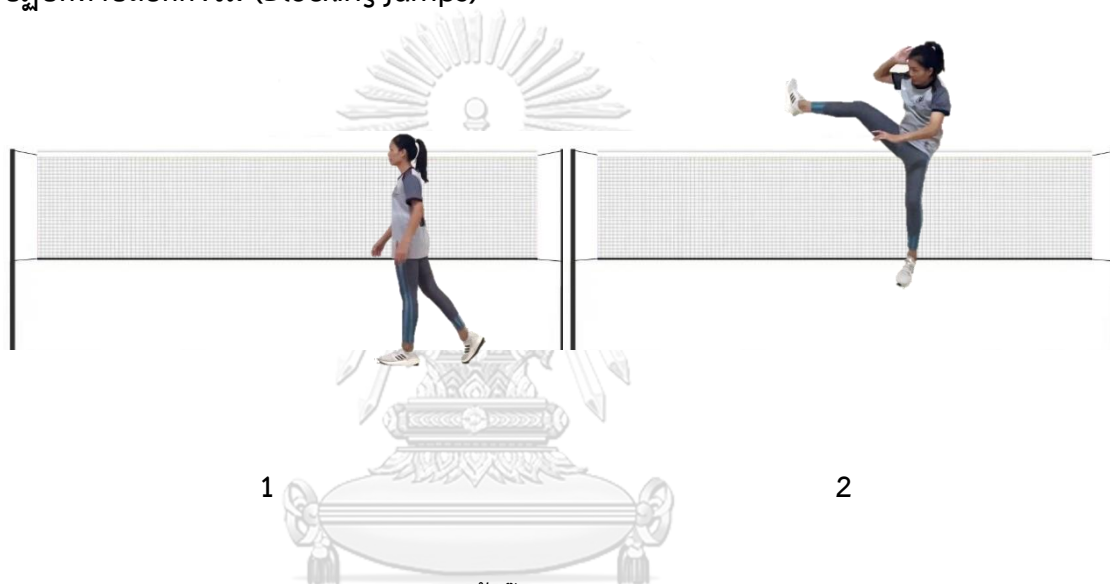
รูปที่ 13 ท่าซิงเกิลเลกบาร์เบลแบ็คสควอท (Single-leg barbell back squat)

วิธีการทำ

1. เริ่มจากให้ผู้ฝึกยืนตรงกลางบาร์เบล เท้าข้างหนึ่งวางที่พื้น ส่วนเท้าอีกข้างวางหลังเท้าไว้บนม้านั่ง ความกว้างระหว่างเท้าที่วางที่พื้นกับม้านั่งประมาณหนึ่งก้าว จับบาร์เบลด้วยความกว้างเท่าช่วงไหล่
2. จากนั้นนำบาร์วางบนบ่าด้านหลัง จับบาร์เบลในลักษณะเต็มมือข้างๆ หัวไหล่

3. ค่อยๆ งอเข่า ย่อตัว โดยสะโพกหย่อนลง จนเข่าทำมุม 90 องศา (ผู้วิจัยจะทำการวัดองศาที่เข่าและซิงค์ด้วยไว้ก่อนทำการฝึก) ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยย่อลงไปให้สะโพกสัมผัสกับ 바닥
4. การย่อตัวลง หัวเข่าและปลายเท้าข้างที่วางที่พื้นต้องชี้ไปในทิศทางเดียวกัน
5. หลังจากนั้นยกตัวขึ้น ออกแรงดันที่ส้นเท้าจนกว่าสะโพกและขาจะเหยียดตึง โดยทำการควบคุมจังหวะให้อยู่ในช่วงของ 2-4 วินาที โดยผู้วิจัยจะเป็นคนกำหนดจังหวะจากเครื่องกำหนดจังหวะ (Metronome) ทั้งช่วงย่อและยืด

วิธีปฏิบัติท่าบล็อกกิ้งจัมป์ (Blocking jumps)



1

2

รูปที่ 14 บล็อกกิ้งจัมป์ (Blocking jumps)

วิธีการทำ

1. ให้ผู้ฝึกยืนในท่าเตรียมข้างตาข่าย (ถ้าฝึกขาซ้าย ให้ยืนหันข้างขวาเข้าตาข่าย ถ้าฝึกด้วยขาขวา ให้ยืนหันข้างซ้ายเข้าตาข่าย)
2. พยายามกระโดดถีบตัวขึ้นไปในแนวตั้งด้วยขาเพียงข้างเดียวให้ได้สูงที่สุด โดยเอียงตัวและยกขาอีกข้างให้ลอยไว้ (ท่าทางการสกดกั้นด้วยขาและลำตัว)
3. เมื่อลงสู่พื้น ขาข้างเดิมที่ถีบขึ้นเป็นตัวรับน้ำหนัก ให้ผู้ฝึกย่อเข่าลงเล็กน้อยเพื่อลดแรงกระแทก และช่วยในการทรงตัว

ภาคผนวก ข

โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง

ผู้วิจัยดำเนินการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างก่อนโปรแกรมการฝึกซ้อมกีฬาเซปักตะกร้อปกติ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ๆ ละ 2 วัน ทำการฝึกในวันอังคารและวันศุกร์ ช่วงเวลา 17.00-18.00 น. ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง (Specific bilateral complex training)

โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง			
ท่าที่ใช้ในการฝึก	Barbell back squat	พัก	Blocking jump
ความหนัก	85% ของความหนักสูงสุด	30	ความพยายามสูงสุด
จำนวนครั้ง (ครั้ง)	6	วินาที	6
จำนวนชุดของการฝึก (ชุด)		4	
เวลาพักระหว่างเซต (นาที)		4	

การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง

1. การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง คือ การฝึกด้วยน้ำหนักในท่าบาร์เบลแบ็คสควอท (Barbell back squat) ด้วยโอลิมปิคบาร์เบล (Olympic barbell) ก่อนการฝึกให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ หลังจากนั้นให้ทดลองทำท่าบาร์เบลแบ็คสควอท (Barbell back squat) ที่ไม่ใส่น้ำหนัก โดยความกว้างของเท้าวางห่างกันประมาณช่วงไหล่ เพื่อกำหนดท่าทางและจุดในการยืนที่ถูกต้อง นอกจากนี้ในท่าบาร์เบลแบ็คสควอท มีการย่อท่าท่าสควอทที่ลงไปท่ามุมเข้าที่ 90 องศา นำไม้วัดมุม (Goniometer) ทาบที่บริเวณข้างเข่าเพื่อทำการวัดมุมที่ 90 องศา จากนั้นกำหนดจุดด้วยการขีดสาย เพื่อไม่ให้เพื่อไม่ให้ย่อเยอะเกินไป

2. ก่อนเริ่มทำการฝึก ผู้ช่วยวิจัยจะใส่น้ำหนัก ที่ความหนัก 85% ความหนักสูงสุดของผู้เข้าร่วมการวิจัยแต่ละคน

3. ในการทำท่าบาร์เบลแบ็คสควอท (Barbell back squat) จะมีผู้ช่วยวิจัยคอยประคองข้างๆ บาร์เบล ข้างละ 1 คน ทำการยกบาร์เบลไว้บนบ่าด้านหลังของผู้เข้าร่วมการวิจัย

4. จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนในท่าเตรียมพร้อม ด้วยการเกร็งหน้าท้อง หลัง และเข่าย่อลงเล็กน้อย เมื่อได้ยินสัญญาณจากผู้วิจัย ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มทำการฝึกได้ทันที โดยผู้ช่วยวิจัยจะค่อยๆ ปลดปล่อยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยรับน้ำหนักเอง

5. เมื่อผู้เข้าร่วมการวิจัยย่อลงถึงจุดที่กำหนดไว้แล้ว ให้ดันบาร์เบลขึ้น โดยสะโพกและเข่าเหยียดตึง เมื่อสิ้นสุด นับเป็น 1 ครั้ง ดังรูปที่ 15 โดยทำให้ครบจำนวน 6 ครั้ง

6. หลังจากนั้นพัก 30 วินาที เมื่อพักครบ 30 วินาที ผู้วิจัยจะให้สัญญาณแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยให้ทำการฝึกต่อด้วยท่าบล็อกกิ้งจัมป์ (Blocking jumps) ด้วยขาข้างที่ถนัด 6 ครั้ง รวมเป็น 1 ชุด ดังรูปที่ 16 พักระหว่างชุด 4 นาที เมื่อสิ้นสุดเท่ากับ 1 ชุด

7. ทำการฝึก ให้ครบทั้งหมด 4 ชุด

วิธีปฏิบัติท่าบาร์เบลแบ็คสวอท (Barbell back squat)



1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2 3

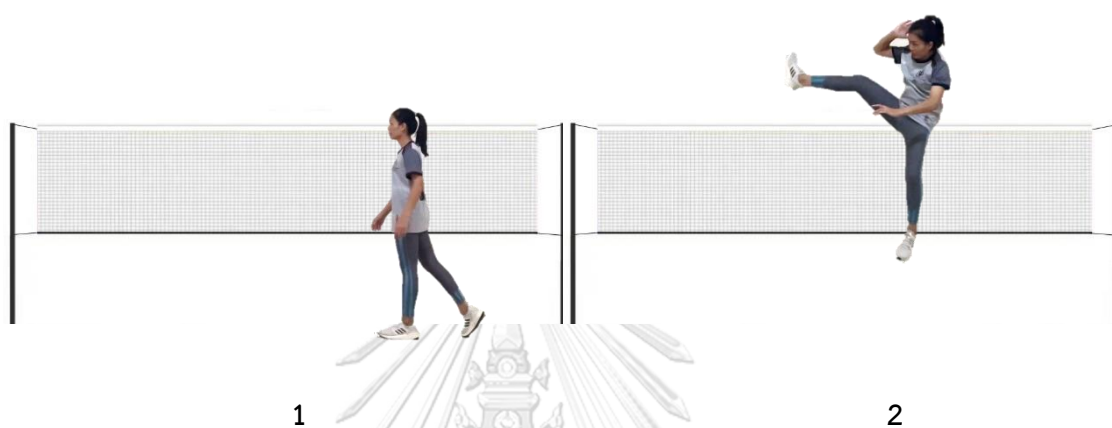
รูปที่ 15 ท่าบาร์เบลแบ็คสวอท (Barbell back squat)

วิธีการทำ

1. เริ่มจากให้ผู้ฝึกยืนตรงกลางบาร์เบล ความกว้างระหว่างเท้าทั้งสองข้างประมาณช่วงไหล่ จับบาร์เบลด้วยความกว้างเท่าช่วงไหล่
2. จากนั้นนำบาร์วางบนบ่าด้านหลัง จับบาร์เบลในลักษณะเต็มมือข้างๆ หัวไหล่
3. ค่อยๆ งอเข่า ย่อตัว โดยสะโพกหย่อนลง จนเข่าทำมุม 90 องศา (ผู้วิจัยจะทำการวัดองศาที่เข่าและซึ่งถ่ายไว้ก่อนทำการฝึก) ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยย่อลงไปให้สะโพกสัมผัสกับด้าย
4. การย่อตัวลง หัวเข่าและปลายเท้าต้องชี้ไปในทิศทางเดียวกัน

5. หลังจากนั้นยกตัวขึ้น ออกแรงดันที่ส้นเท้าจนกว่าสะโพกและขาจะเหยียดตึง โดยทำการควบคุมจังหวะให้อยู่ในช่วงของ 2-4 วินาที โดยผู้วิจัยจะเป็นคนกำหนดจังหวะจากเครื่องกำหนดจังหวะ (Metronome) ทั้งช่วงย่อและยืด

วิธีปฏิบัติท่าบล็อคกิ้งจัมป์ (Blocking jumps)



รูปที่ 16 ท่าบล็อคกิ้งจัมป์ (Blocking jumps)

วิธีการทำ

1. ให้ผู้ฝึกยืนในท่าเตรียมข้างตาข่าย (ถ้าฝึกขาซ้าย ให้ยืนหันข้างขวาเข้าตาข่าย ถ้าฝึกด้วยขาขวา ให้ยืนหันข้างซ้ายเข้าตาข่าย)
2. พยายามกระโดดถีบตัวขึ้นไปในแนวดิ่งด้วยขาเพียงข้างเดียวให้ได้สูงที่สุด โดยเอียงตัวและยกขาอีกข้างให้ลอยไว้ (ท่าทางการสกดกั้นด้วยขาและลำตัว)
3. เมื่อลงสู่พื้น ขาข้างเดิมที่ถีบขึ้นเป็นตัวรับน้ำหนัก ให้ผู้ฝึกย่อเข่าลงเล็กน้อยเพื่อลดแรงกระแทก และช่วยในการทรงตัว

ภาคผนวก ฅ

การหาค่าความพยายามสูงสุดในท่า Blocking jumps

ผู้วิจัยจะให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการทดสอบกระโดดในท่า Blocking jumps ในขาข้างเดียวกันกับขาข้างที่จะทำการฝึกก่อนฝึกตามโปรแกรม ด้วยการวัดค่าความพยายามสูงสุดจากความสูงของลูกตะกร้อ (อุปกรณ์ประยุกต์)



รูปที่ 17 ท่าการหาค่าความพยายามสูงสุดในท่า Blocking jumps

วิธีการทดสอบ

1. ก่อนเริ่มทำการทดสอบผู้วิจัยอธิบายวิธีการ ข้อปฏิบัติแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยอย่างละเอียด
2. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำความคุ้นเคยกับอุปกรณ์ก่อนทำการทดสอบจริง
3. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเลือกความสูงที่น่าจะสามารถกระโดดให้สะโพกโดนลูกตะกร้อแบบเต็มไปได้จำนวน 3 ครั้ง
4. เมื่อเริ่มให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนใต้อุปกรณ์วัดความสูงในจุดที่กำหนด
5. พยายามกระโดดถีบตัวขึ้นไปในแนวตั้งด้วยขาเพียงข้างเดียวให้สะโพกโดนลูกตะกร้อแบบเต็มไป โดยเอียงตัวและยกขาอีกข้างให้ลอยไว้ (ท่าทางการสกัดกั้นด้วยขาและลำตัว)
6. จากนั้นนำค่าความสูงที่กระโดดได้ในครั้งที่ดีที่สุดเป็นเกณฑ์ความสูงในการกระโดดในท่า Blocking jumps ในขณะที่ฝึกตามโปรแกรมของผู้เข้าร่วมการวิจัยแต่ละคน

ภาคผนวก ญ

การประเมินคุณภาพ IOC

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของโปรแกรมการฝึก (IOC)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาจารย์ ว่าที่ ร.ต. ดร.ชนวัฒน์ สรรพสิทธิ์ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาจารย์นาทรพี ผลใหญ่ อาจารย์ประจำภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

นายพนมศักดิ์ ก้านบัวไชย ผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อ
โรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด

นายวีรยุทธ สุภาพันธ์ ผู้ฝึกสอนกีฬากีฬาเซปักตะกร้อ
โรงเรียนเทศบาลหนองหญ้าม้า (โรงเรียนกีฬาเทศบาล
เมืองร้อยเอ็ด)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ

การทดสอบความตรงเชิงเนื้อหาของโปรแกรมการฝึก โดยวิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

(Index of item objective congruence; IOC)

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญกรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อโปรแกรมการฝึกแบบเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา จากโครงการวิจัยเรื่องผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างที่มีต่อความสามารถในการกระโดดขึ้นพาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชาย โดยใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

เนื้อหาโปรแกรมการฝึก	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	
โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจง .1 ด้วยขาที่ละข้าง				
1.1 ท่าที่ใช้ในการฝึก การฝึกด้วยน้ำหนักในท่า Single-leg barbell back squat และฝึกต่อด้วยท่า Blocking jumps ในขาข้างที่ถนัด				
1.2 ความหนักในการฝึกในท่า Single-leg barbell back squat ความหนักที่ 85% ของความหนักสูงสุดของขาแต่ละข้างของผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละคน และฝึกท่า Blocking jumps ในขาข้างที่ถนัดด้วยความพยายามสูงสุด				

1.3 จำนวนครั้งในการฝึก ในท่า Single-leg barbell back squat ฝึกจำนวน 6 ครั้งของขาแต่ละข้างต่อชุด และการฝึกท่า Blocking jumps ในขาข้างที่ถนัด จำนวน 6 ครั้งต่อชุด				
1.4 ระยะเวลาพัก หลังจากทำท่า Single-leg barbell back squat (ครบ 6 ครั้ง) พักด้วยระยะเวลา 30 วินาที ก่อนฝึกต่อด้วยท่า Blocking jumps ในขาข้างที่ถนัด				
1.5 ทำการฝึกโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างทั้งหมด 4 ชุด				
1.6 พักระหว่างชุด 4 นาที				
1.7 ทำการฝึกซ้อมจำนวน 2 ครั้งต่อสัปดาห์				
1.8 ระยะเวลาในการฝึก 6 สัปดาห์				
.2โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง				
1.2ท่าที่ใช้ในการฝึก การฝึกด้วยน้ำหนัก ในท่า Barbell back squat และฝึกต่อด้วยท่า Blocking jumps ในขาข้างที่ถนัด				
2.2 ความหนักในการฝึก ในท่า Barbell back squat ความหนักที่ 85% ของความหนักสูงสุดของผู้เข้าร่วมวิจัยแต่ละคน และฝึกท่า Blocking jumps ในขาข้างที่ถนัด ด้วยความพยายามสูงสุด				
2.3 จำนวนครั้งในการฝึก ในท่า Barbell back squat ฝึกจำนวน 6 ครั้งต่อชุด และ				

การฝึกท่า Blocking jumps ในขาข้างที่ ถนัด จำนวน 6 ครั้งต่อชุด				
2.4 ระยะเวลาพัก หลังจากท่า Barbell back squat (ครบ 6 ครั้ง) พักด้วย ระยะเวลา 30 วินาที ก่อนฝึกต่อด้วยท่า Blocking jumps ในขาข้างที่ถนัด				
2.5 ทำการฝึกโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน แบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง ทั้งหมด 4 ชุด				
2.6 พักระหว่างชุด 4 นาที				
2.7 ทำการฝึกซ้อมจำนวน 2 ครั้งต่อ สัปดาห์				
2.8 ระยะเวลาในการฝึก 6 สัปดาห์				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผลค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์

ผลการพิจารณา	ค่าเฉลี่ย
รวม	0.95

ภาคผนวก ก

ใบรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย



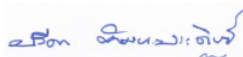
คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: 02-218-3202, 02-218-3049 Email: eccu@chula.ac.th


COA No. 042/65

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 640230 : ผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่แข็งแรงซึ่งมีความสามารถของการขึ้นท่าได้นักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชาย
ผู้วิจัยหลัก : นางสาว นุจรินทร์ วาระสิทธิ์
หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ได้พิจารณาโดยใช้หลักของ Belmont Report 1979, Declaration of Helsinki 2013, Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOM) 2016, มาตรฐานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน (ค.) 2560, นโยบายแห่งชาติและแนวทางปฏิบัติการวิจัยในมนุษย์ 2558 อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม 
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ ปรีดา ทัดประดิษฐ์)
ประธาน

ลงนาม 
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ระวีพันธ์ มิ่งกัณย์)
กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 22 กุมภาพันธ์ 2565

วันหมดอายุ : 21 กุมภาพันธ์ 2566

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1. เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย
2. โครงการวิจัย
3. ผู้วิจัย
4. เครื่องมือวิจัย

เงื่อนไข

1. ข้าราชการหรือหน่วยงานราชการหรือหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยต้องได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าได้กว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ให้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ไปยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารชี้แจงร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น
5. หากยึดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลหรือข้อมูลจากคณะกรรมการ คือรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ
7. หากยุติโครงการวิจัยก่อนกำหนดแจ้งคณะกรรมการ ภายใน 2 สัปดาห์พร้อมคำชี้แจง
8. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งมอบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 01-15) และบทความผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทความผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น
9. โครงการวิจัยที่หลายระยะ จะรับรองโครงการเป็นระยะ เมื่อดำเนินการวิจัยในระยะแรกเสร็จสิ้นแล้ว ให้ดำเนินการส่งรายงานความก้าวหน้า พร้อมโครงการวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องในระบอบถัดไป
10. คณะกรรมการฯ ลงนามสิทธิในการตรวจยึดเพื่อติดตามการดำเนินการวิจัย
11. สำหรับโครงการวิจัยจากภายนอก ผู้บริหารหน่วยงาน กู้กับการดำเนินการวิจัย



เลขที่โครงการวิจัย 640230
วันที่รับรอง 22 ก.พ. 2565
วันที่หมดอายุ 21 ก.พ. 2566

Digital Certificate

เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างที่มีต่อความสามารถของการขึ้น
พาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชาย

ชื่อผู้วิจัย นางสาวนุจรินทร์ วาระสิทธิ์ ตำแหน่ง นิสิตปริญญาโท

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) สถาบันผู้นำเครือเจริญโภคภัณฑ์ เลขที่ 999 หมู่ 5 ต.หนองน้ำแดง

อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา 30450

(ที่บ้าน) บ้านเลขที่ 3 หมู่ 8 ต.หนองน้ำแดง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา 30450

โทรศัพท์มือถือ 085-0898499 E-mail : 6370010039@student.chula.ac.th

ผู้สนับสนุนการวิจัย ทุนอุดหนุนวิจัยบัณฑิตศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรียน ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกท่าน

ขอเรียนเชิญเข้าร่วมการวิจัย ก่อนท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัยนี้ โปรดทำความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดของการวิจัย กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อให้ท่านได้ทราบถึงเหตุผล และรายละเอียดของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ หากมีข้อความใดที่อ่านแล้วไม่เข้าใจหรือไม่ชัดเจนสามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกับผู้วิจัย หรืออาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยนี้จะเป็นผู้สามารถตอบคำถาม และให้ความกระจ่างแก่ท่านได้

1. งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับอะไร และทำเพื่อวัตถุประสงค์ใด

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้างที่มีต่อความสามารถในการขึ้นพาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชาย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง และขาทั้งสองข้างที่มีต่อความแข็งแรง พลังของกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดพาด และการทรงตัวต่อความสามารถในการขึ้นพาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชาย

2. การให้ข้อมูลและขอความยินยอม

ในการเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้เป็นผู้ที่มีอายุอยู่ในช่วงระหว่าง 16-18 ปี ผู้วิจัยจะอธิบายรายละเอียดขั้นตอน กระบวนการ และความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยอย่างละเอียด ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถขอคำแนะนำ หรือข้อมูลจากครอบครัว อาจารย์ โค้ชผู้ดูแล บุคคลที่สนิท หรือแพทย์ประจำตัวของผู้เข้าร่วมการวิจัย เพื่อประกอบการตัดสินใจในการเข้าร่วมการวิจัย



การวิจัยนี้มีเลขที่
เลขที่โครงการวิจัย 640230
วันที่รับรอง 09 มี.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 21 ก.พ. 2566

เพียงพอในการตัดสินใจโดยอิสระ ถ้าผู้เข้าร่วมตัดสินใจแล้วว่า จะเข้าร่วมการวิจัยนี้ ขอให้ท่านและผู้ปกครอง ลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมของโครงการวิจัยนี้

3. รายละเอียดของผู้เข้าร่วมการวิจัยและคุณสมบัติ

กลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาในผู้เข้าร่วมการวิจัยที่เป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อ ซึ่งเป็นนักกีฬาในสังกัด จังหวัดร้อยเอ็ด เพศชาย ช่วงอายุระหว่าง 16-18 ปี จำนวนทั้งสิ้น 24 คน โดยมีระยะเวลาในการดำเนินงาน วิจัย 6 สัปดาห์

เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมในการวิจัย

- เป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งตัวพาด เพศชาย อายุระหว่าง 16-18 ปี
- เคยเข้าร่วมแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติต่อเนื่องมาแล้วอย่างน้อย 1 ครั้ง
- มีความแข็งแรงพื้นฐาน ในท่าแบ็คสควอตด้วยบาร์เบลมากกว่าหรือเท่ากับ 1.5 กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม
- มีความสูงในการกระโดดพาดในท่าเต็มรอบ มากกว่าหรือเท่ากับ 175 เซนติเมตร
- ไม่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ โรคความดันโลหิต และหอบหืด เป็นต้น และไม่มีอาการบาดเจ็บที่เป็นอุปสรรคต่อการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกและทดสอบ
- ไม่มีประวัติการเข้ารับการรักษาจากอาการบาดเจ็บรุนแรงก่อนเข้าร่วมโปรแกรม อย่างน้อย 6 เดือน
- ไม่เข้าร่วมงานวิจัยอื่น ในขณะที่เข้าร่วมโปรแกรมฝึก
- สามารถสื่อสารภาษาไทยได้ สมารถใจและยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้
- ได้รับการฉีดวัคซีนโควิด-19 ตามมาตรการของรัฐบาล และมีจำนวนครั้งของการฉีดที่สอดคล้องกับการอนุญาตให้เข้าพื้นที่เพื่อการวิจัย ตามประกาศโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานครส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด

เกณฑ์การคัดกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย

- เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น มีอาการบาดเจ็บขณะเข้าร่วมโปรแกรม หรือมีอาการป่วย เป็นต้น
- เข้าร่วมโปรแกรมฝึคน้อยกว่า 10 ครั้ง จากการฝึกทั้งหมด 12 ครั้ง
- มีความประสงค์ที่จะขอลงตัวออกจากการวิจัย



เลขที่โครงการวิจัย 640230
วันที่รับรอง 09 มี.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 21 ก.พ. 2566

วิธีการได้มาและการเข้าถึงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ติดต่อผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อโรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด และโรงเรียนเทศบาลหนองหญ้าขาว (โรงเรียนกีฬาเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด) จากนั้นทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์การคัดเลือก

การแบ่งกลุ่มผู้เข้าร่วมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง

กลุ่มที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง

4. การคัดกรองผู้มีส่วนร่วมฯ ตามเกณฑ์การคัดเลือก-คัดออก

ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องเดินทางมาเข้ารับการปฐมฤกษ์ รวมทั้งผู้วิจัยจะทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานทางด้านสรีรวิทยา ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูงและดัชนีมวลกาย จากนั้นจะทำการทดสอบความแข็งแรงพื้นฐานในระดับที่สามารถแบกน้ำหนักในท่าบาร์เบลแบ็คสควอท ดังรูปที่ 1 และทำการทดสอบความสูงในการกระโดดพาด ในท่าพาดตะกร้อแบบเต็มรอบ ดังรูปที่ 2 เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการคัดกรอง และเป็นเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในการเข้าร่วมการวิจัย ณ โรงยิมเอนกประสงค์ โรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด โดยใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง โดยผู้ที่ไม่ผ่านการคัดเลือกจะได้รับของที่ระลึก



รูปที่ 1 การทำท่าบาร์เบลแบ็คสควอท

วิธีการทำ

ก่อนเริ่มทดสอบค่าความแข็งแรงสูงสุดให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอบอุ่นร่างกาย 15 นาที ตามด้วยท่าท่าบาร์เบลแบ็คสควอท โดยไม่ใส่น้ำหนัก จำนวน 10 ครั้ง พัก 3 นาที จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มทำการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด โดยการเพิ่มน้ำหนักจากเดิม ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยประมาณน้ำหนักที่สามารถยกได้ 6 ครั้ง หากผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถยกได้เกินหรือน้อยกว่า 6 ครั้ง จะทำการเพิ่มและลดน้ำหนักจนกว่าผู้เข้าร่วมการวิจัยจะยกได้ไม่เกิน 6 ครั้ง นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับตาราง

วิธีการทำท่าบาร์เบลแบ็คสควอท

ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนวางเท้าทั้งสองข้างห่างกันประมาณหัวเข่า มือทั้งสองข้างจับบาร์เบลด้านหลัง แล้วค่อยๆ ย่อตัวลงจนเข้าท่ามุม 90 องศา (ผู้วิจัยจะทำการวัดค่าความแข็งแรงด้วยเครื่องวัดแรงกด) จากนั้นทำการยืนขึ้น



จากต้นฉบับโครงการวิจัย 40230
เล่มที่ 1 หน้า 10-11
วันที่หมดอายุ 21 ก.พ. 2566

หลังจากนั้นยกตัวขึ้น ออกแรงดันที่สันเท้าจนกว่าสะโพกและขาจะเหยียดตึง โดยทำการควบคุมจังหวะให้อยู่ในช่วง 2-4 วินาที โดยผู้วิจัยจะเป็นคนกำหนดจังหวะจากเครื่องกำหนดจังหวะ



รูปที่ 2 การทดสอบความสูงในการกระโดดพาด

วิธีการทำ

ก่อนเริ่มทำการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอบอุ่นร่างกายประมาณ 15 นาที จากนั้นให้ทำความคุ้นเคยกับอุปกรณ์ก่อนทำการทดสอบจริง 2 ครั้ง เมื่อเริ่มให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนได้อุปกรณ์วัดความสูงในจุดที่กำหนด จากนั้นผู้เข้าร่วมการวิจัยกระโดดขึ้นเหมือนท่าพาดตะกร้อแบบเต็มรอบ ให้ปลายเท้าปิดกั้นระยะความสูง บันทึกความสูงที่สามารถทำได้ในแต่ละครั้ง ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง แต่ละครั้งมีเวลาพัก 2 นาที เลือกครั้งที่ดีที่สุด

5. การเข้าร่วมงานวิจัยมีการดำเนินการกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยอย่างไรบ้าง

สำหรับผู้ที่ได้คัดเลือกเข้าร่วมการวิจัย

1. ผู้วิจัยชี้แจงและทำหนังสืออธิบายวัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย รวมถึงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการวิจัยต่อผู้เข้าร่วมการวิจัย และผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย เมื่อผู้เข้าร่วมการวิจัยยินยอมเข้าร่วมวิจัย ผู้วิจัยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมวิจัย
2. ผู้วิจัยทำการชี้แจงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะมาทำการทดสอบทุกครั้ง ดังนี้
 - ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องตรวจคัดกรองการติดเชื้อ COVID-19 แบบตรวจหาแอนติเจนด้วยตนเอง ก่อนวันที่ต้องทดสอบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้จัดหาชุดตรวจ และครูผู้ฝึกสอนเป็นผู้ตรวจให้
 - ไม่ออกกำลังกายอย่างหนัก 24 ชั่วโมง ก่อนวันที่จะมาทดสอบทุกครั้ง
 - ควบรอนหลับพักผ่อนให้เต็มที่อย่างน้อย 8-10 ชั่วโมง และดื่มน้ำให้เพียงพอ
 - แต่งกายด้วยเสื้อผ้าแขนสั้น กางเกงขาสั้นและรองเท้าผ้าใบ
 - ในช่วงที่ไม่มีกรทดสอบ ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องสวมหน้ากากอนามัยตลอดเวลา
3. การทดสอบทุกครั้งผู้วิจัยจะบอกให้กลุ่มตัวอย่างออกแรงในการทดสอบด้วยความพยายามสูงสุด ทุกครั้งที่ทำการทดสอบ และมีผู้ช่วยการวิจัยคอยควบคุมดูแล นอกจากนี้ได้ขอความร่วมมือกับทางผู้ฝึกสอนและผู้เข้าร่วมการวิจัยให้ปฏิบัติตามคำชี้แจงที่กำหนดไว้



เลขที่โครงการวิจัย 640230
วันที่รับรอง 09 มี.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 21 ก.พ. 2566

4. ก่อนเริ่มทำการฝึก 3 วัน ผู้วิจัยจะทำการนัดหมายวัน และเวลากับผู้เข้าร่วมการวิจัยในการเข้ารับการทดสอบ โดยโปรแกรมในแต่ละวันจะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง

4.1 เก็บข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป ทดสอบความสูงในการขึ้นพาด และทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จำนวน 1 วัน ในวันพฤหัสบดี ช่วงเวลา 10.00-12.00 น.

4.2 ทดสอบการทรงตัว และทดสอบพลังของกล้ามเนื้อ จำนวน 1 วัน ในวันศุกร์ ช่วงเวลา 10.00-12.00 น.

5. ผู้วิจัยทำการนัดหมายวัน และเวลากับผู้เข้าร่วมการวิจัย 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 6 สัปดาห์ การฝึกในแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ในวันอังคารและวันศุกร์ ช่วงเวลา 16.00-17.00 น.

6. หลังจากทำการฝึกครบ 6 สัปดาห์ ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยพัก 3 วัน แล้วมาทำการทดสอบหลังการฝึก 1 ครั้ง โดยในแต่ละวันจะใช้เวลาทดสอบวันละประมาณ 2 ชั่วโมง

6.1 เก็บข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป ทดสอบความสูงในการขึ้นพาด และทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จำนวน 1 วัน ในวันอังคาร ช่วงเวลา 10.00-12.00 น.

6.2 ทดสอบการทรงตัว และทดสอบพลังของกล้ามเนื้อ จำนวน 1 วัน ในวันพุธ ช่วงเวลา 10.00-12.00 น.

สถานที่ในการทดสอบ

โรยิมเอนกประสงค์ โรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด

วิธีการทดสอบความสูงในการขึ้นพาด

ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยมาทำการทดสอบความสูงในการขึ้นพาด 1 วัน ในวันพฤหัสบดี ช่วงเวลา 10.00-12.00 น. สำหรับการทดสอบก่อนเริ่มการฝึก และอีก 1 วัน ในวันอังคาร ช่วงเวลา 10.00-12.00 น. สำหรับการทดสอบหลังการฝึก ณ โรยิมเอนกประสงค์ โรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด โดยใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 1 ชั่วโมง ก่อนเริ่มทดสอบให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อประมาณ 15 นาที จากนั้นผู้วิจัยจะอธิบายวิธีการทำท่าทางการทดสอบแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยอย่างละเอียด และให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำความเข้าใจกับอุปกรณ์ 2 ครั้ง เมื่อเริ่มให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนในจุดที่กำหนด จากนั้นผู้เข้าร่วมการวิจัยกระโดดขึ้นเหมือนท่าพาดตะกร้อแบบเต็มรอบ โดยให้ปลายเท้าปิดกั้นระยะความสูง บันทึกความสูงที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถทำได้ในแต่ละครั้ง ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง แต่ละครั้งมีเวลาพัก 2 นาที

วิธีการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยมาทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 1 วัน ในวันพฤหัสบดี ช่วงเวลา 10.00-12.00 น. สำหรับการทดสอบก่อนเริ่มการฝึก และอีก 1 วัน ในวันอังคาร ช่วงเวลา 10.00-12.00 น. สำหรับการทดสอบหลังการฝึก ณ โรยิมเอนกประสงค์ โรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด



ศูนย์วิจัยกีฬาร้อยเอ็ด 640230
วันที่รับรอง 09 มี.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 21 ก.พ. 2566

โดยใช้เวลาในการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 1 ชั่วโมง การทดสอบความแข็งแรงจะทดสอบหลังจากการทดสอบความสูงในการขึ้นพาดเสร็จ 10 นาที ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำท่าบาร์เบลแบ็คสควอท ด้วยโอลิมปิคบาร์เบล โดยไม่ใส่น้ำหนัก จำนวน 10 ครั้ง พัก 3 นาที หลังจากนั้นเริ่มทำการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด โดยการเพิ่มน้ำหนักจากเดิม ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยประมาณน้ำหนักที่สามารถยกได้ 6 ครั้ง หากผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถยกได้เกินหรือน้อยกว่า 6 ครั้ง จะทำการเพิ่มหรือลดน้ำหนัก จนกว่าผู้เข้าร่วมการวิจัยจะยกได้ไม่เกิน 6 ครั้ง

วิธีการทดสอบการทรงตัว

ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะมาทำการทดสอบการทรงตัว 1 วัน ในวันศุกร์ ช่วงเวลา 10.00-12.00 น. สำหรับการทดสอบก่อนเริ่มการฝึก และอีก 1 วัน ในวันพุธ ช่วงเวลา 10.00-12.00 น. สำหรับการทดสอบหลังการฝึก ณ โรงยิมเอนกประสงค์ โรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด โดยใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 1 ชั่วโมง ก่อนเริ่มการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอบอุ่นร่างกาย และยืดเหยียดกล้ามเนื้อประมาณ 15 นาที จากนั้นผู้วิจัยจะอธิบายวิธีการทำ ท่าทาง แก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยก่อนเริ่มทำการทดสอบอย่างละเอียด และให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำความเข้าใจกับแบบทดสอบก่อนเริ่มการทดสอบจริง แล้วพัก 5 นาที เมื่อเริ่มทดสอบให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนกึ่งกลางจุดตัดของกากบาทด้วยขาข้างเดียว มือทั้งสองวางที่สะโพกตลอดเวลา จากนั้นเหยียดขาอีกข้างหนึ่งไปแตะเส้นที่เลือกให้ไกลที่สุด ผู้วิจัยจะทำจุดที่เท้าแตะเพื่อทำการวัดความยาว บันทึกค่าที่ได้ จากนั้นผู้เข้าร่วมการวิจัยตั้งเท้ากลับไปตรงกลางเพื่อรักษาสมดุล ทำการทดสอบ 3 รอบ ในแต่ละทิศทางของขาแต่ละข้าง แต่ละรอบมีเวลาพัก 10 วินาที

วิธีการทดสอบพลังของกล้ามเนื้อ

ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะมาทำการทดสอบพลังของกล้ามเนื้อ 1 วัน ในวันศุกร์ ช่วงเวลา 10.00-12.00 น. สำหรับการทดสอบก่อนเริ่มการฝึก และอีก 1 วัน ในวันพุธ ช่วงเวลา 10.00-12.00 น. สำหรับการทดสอบหลังการฝึก ณ โรงยิมเอนกประสงค์ โรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด โดยใช้เวลาในการทดสอบการทรงตัวประมาณ 1 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยอธิบายวิธีการทำท่ากระโดดแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยอย่างละเอียด จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนระหว่างบาร์ส่ง-รับสัญญาณ และให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการฝึกกระโดดก่อนการทดสอบจริง 2 ครั้ง โดยยืนเท้ากว้างประมาณช่วงไหล่ มือทั้งสองข้างวางไว้ตรงสะโพก จากนั้นย่อเข่าลงท่ามุมเข่า 90 องศา โดยใช้ไม้องศาวัดเพื่อกำหนดมุม และใช้ด้ายชิ่งเพื่อให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถกระโดดที่มุมเท่ากันทุกครั้ง เมื่อเริ่มผู้วิจัยจะให้สัญญาณ ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มกระโดดด้วยความพยายามสูงสุดทุกครั้ง ทำการทดสอบ 3 ครั้ง ซึ่งในแต่ละครั้งจะมีเวลาพักครั้งละ 1 นาที

ในวันที่ทำการฝึก

- ผู้วิจัยจะนัดผู้เข้าร่วมการวิจัยกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาที่ละข้าง ในวันอังคารและวันศุกร์ เวลา 16.00-17.00 น. เป็นต้นไป ณ โรงยิมเอนกประสงค์ โรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด ใช้ระยะเวลาในการฝึก 1 ชั่วโมงต่อวัน



องค์การบริหารส่วนจังหวัด
ร้อยเอ็ด
เลขที่โครงการวิจัย 640230
วันที่รับรอง 09 มี.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 21 ก.พ. 2566

- ผู้วิจัยจะทำการอธิบายขั้นตอน และรายละเอียดเกี่ยวกับการฝึกแต่ละขั้นตอนให้แก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยทราบ จากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยอบอุ่นร่างกาย และยืดเหยียดกล้ามเนื้อประมาณ 15 นาที
- ผู้วิจัยจะเริ่มอธิบายวิธีการทำท่าซิงเกิลเลกบาร์เบลแบ็คสคอต ดังรูปที่ 3 และท่าบลิ๊คกิ้งจัม ดังรูปที่ 4 โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยฝึกท่าซิงเกิลเลกบาร์เบลแบ็คสคอต ที่ความหนัก 85% ความหนักสูงสุดของขาข้างที่ฝึกของผู้เข้าร่วมการวิจัยแต่ละคน โดยมีผู้ช่วยการวิจัยคอยประคองข้างๆ ทำจำนวน 6 ครั้ง เมื่อครบพัก 30 วินาที ผู้วิจัยจะให้สัญญาณแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยให้ฝึกต่อด้วยท่าบลิ๊คกิ้งจัม ด้วยขาข้างที่ถนัด 6 ครั้ง กระโดดขึ้นด้วยความพยายามสูงสุดทุกครั้ง พัก 4 นาที เมื่อสิ้นสุดเท่ากับ 1 ชุด ทำการฝึกท่าซิงเกิลเลกบาร์เบลแบ็คสคอตและตามด้วยท่าบลิ๊คกิ้งจัม ให้ครบทั้งหมด 4 ชุด

วิธีการทำท่าซิงเกิลเลกบาร์เบลแบ็คสคอต

เริ่มจากผู้ฝึกยืนตรงกลางโอลิมปิคบาร์เบล โดยวางหลังเท้าอีกข้างไว้บนม้านั่ง จากนั้นนำโอลิมปิคบาร์เบลวางบนบ่าด้านหลัง มือที่จับบาร์อยู่ข้างๆ หัวไหล่ แล้วค่อยๆ ย่อตัวจนเข่าทำมุม 90 องศา (ผู้วิจัยจะทำการวัดองศาที่เข่าและซิงค์ด้วยไว้ก่อนทำการฝึก) ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยย่อลงไปให้สะโพกสัมผัสกับด้าย หลังจากนั้นยกตัวขึ้น ออกแรงดันที่ส้นเท้าจนกว่าสะโพกและขาจะเหยียดตั้ง โดยทำการควบคุมจังหวะให้อยู่ในช่วงของ 2-4 วินาที โดยผู้วิจัยจะเป็นคนกำหนดจังหวะให้



รูปที่ 3 แสดงท่าฝึกท่าซิงเกิลเลกบาร์เบลแบ็คสคอต

วิธีการทำท่าบลิ๊คกิ้งจัม

ให้ผู้ฝึกยืนในท่าเตรียมข้างตาข่าย โดยขาข้างที่ถนัดอยู่ใกล้ตาข่าย จากนั้นกระโดดถีบตัวขึ้นไปในแนวตั้งด้วยขาข้างที่ถนัดเพียงข้างเดียวในท่าสกดกั้นด้วยขาและลำตัว ด้วยความพยายามสูงสุด ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงท่าบลิ๊คกิ้งจัม



เลขที่โครงการวิจัย 640230
วันที่รับรอง 09 มี.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 21 ก.พ. 2566

6. ความเสี่ยง/อันตราย และความไม่สะดวกต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมการวิจัยอาจมีความเสี่ยงที่จะเกิดความเมื่อยล้า ปวดเมื่อย บาดเจ็บ บริเวณกลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้งาน หรือเกิดความผิดปกติบริเวณเอ็น ข้อต่อ ในขณะที่เก็บข้อมูลหรือหลังจากเก็บข้อมูลแล้ว อย่างไรก็ตามจะมีผู้วิจัยและผู้ช่วยการวิจัย ซึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์การกีฬาคอยดูแลผู้เข้าร่วมการวิจัยอย่างใกล้ชิด และอยู่ในตำแหน่งที่พร้อมจะให้ความช่วยเหลือผู้เข้าร่วมการวิจัยทันทีที่สังเกตเห็นความผิดปกติ โดยหากผู้เข้าร่วมการวิจัยประสบอุบัติเหตุ หรือเกิดอาการบาดเจ็บขณะทำการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยจะหยุดทำการเก็บข้อมูลและจะดำเนินการปฐมพยาบาลเบื้องต้นทันที หากอาการไม่ดีขึ้นจะนำตัวผู้เข้าร่วมการวิจัยส่งโรงพยาบาลใกล้เคียงทันที โดยผู้วิจัยจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลที่เกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัยทั้งหมด

7. ประโยชน์ในการเข้าร่วมการวิจัย

ในการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับทราบถึงความรู้ในการกระโดดพาด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การทรงตัว และพลังของกล้ามเนื้อขา นอกจากนี้เป็นรูปแบบการฝึกที่มีความเฉพาะเจาะจง และเหมาะสมกับกีฬาเซปักตะกร้อ สามารถเป็นแนวทางในการออกแบบโปรแกรมการฝึกสำหรับผู้ฝึกสอน และนักกีฬาเซปักตะกร้อเพื่อพัฒนาสมรรถภาพ รวมไปถึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบโปรแกรมฝึกกีฬาชนิดอื่นที่มีลักษณะคล้ายกันได้

8. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะเก็บเป็นความลับ

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยอย่างรอบคอบ โดยการปกปิดข้อมูลในการทดลองทุกครั้ง จะไม่มีการระบุชื่อของผู้เข้าร่วมการวิจัย จะมีเพียงหมายเลขระบุลำดับการเข้าร่วมการวิจัยเท่านั้น รวมทั้งการนำเสนอผลการวิจัยจะทำการเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงผู้เข้าร่วมการวิจัยได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

9. เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้ว

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมการวิจัยรวมทั้งภาพนิ่ง ภาพการเคลื่อนไหวทั้งหมดจะถูกทำลาย

10. การแสดงความขอบคุณผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผู้วิจัยจะมอบเงินค่าเดินทาง ค่าอาหาร เครื่องดื่ม และชุดกีฬาเป็นของที่ระลึกให้แก่ผู้เข้าร่วมการวิจัย ที่มาร่วมเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยครั้งนี้ รวมเป็นเงิน 2,000 บาท

11. การเข้าร่วมการวิจัยเป็นโดยสมัครใจ

ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วม หรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผล ไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ และไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อผู้เข้าร่วมการวิจัย



เลขที่โครงการวิจัย 640230
วันที่รับรอง 09 มี.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 21 ก.พ. 2566

12. หากมีข้อสงสัย

โปรดสอบถามเพิ่มเติมจากผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่

13. หากได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามข้อมูลดังกล่าว

สามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-3202, 0-2218-3049 E-mail: eccu@chula.ac.th

**ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัย และเข้าใจข้อมูลดังกล่าวข้างต้นทุกประการแล้ว
จึงลงนามเข้าร่วมการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ และได้รับเอกสารไว้ 1 ชุดแล้ว**

ลงชื่อ..... (นจรินทร์ วระสิทธิ์) ผู้วิจัยหลัก วันที่...../...../.....	ลงชื่อ..... (.....) ผู้เข้าร่วมการวิจัย วันที่...../...../.....
ลงชื่อ..... (.....) พยาน วันที่...../...../.....	ลงชื่อ..... (.....) พ่อแม่/ผู้ปกครอง/ผู้ดูแล วันที่...../...../.....



เลขที่โครงการวิจัย 640230
วันที่รับรอง 09 มี.ค. 2565
วันที่หมดอายุ 21 ก.พ. 2566

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นุจรินทร์ วาระสิทธิ์
วัน เดือน ปี เกิด	06 ธันวาคม 2533
สถานที่เกิด	จังหวัดร้อยเอ็ด
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา ปีการศึกษา 2555 เข้าศึกษาต่อหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2563
ที่อยู่ปัจจุบัน	332/27 ม.4 ต.นาเกลือ อ.บางละมุง จ.ชลบุรี 20150

