บทความวิจัย

ผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้างที่มีต่อความสามารถของการขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชาย

นุจรินทร์ วาระสิทธิ์ และคนางค์ ศรีหิรัญ

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Received: 24 January 2024 / Revised: 4 March 2024 / Accepted: 23 August 2024

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้างต่อความสามารถของการขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อตำแหน่งตัวฟาดระดับเยาวชนชาย

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งตัวฟาด ระดับเยาวชน เพศชาย อายุระหว่าง 16-18 ปี จำนวน 24 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน กลุ่มที่ 1 ฝึกตามรูปแบบการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง ทำการฝึก Single-leg barbell back squat ที่ความหนัก 85% ของ 1RM ของขาแต่ละข้าง จำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาที แล้วฝึกต่อด้วยน้ำหนักตัว ในท่า Blocking jumps ด้วยความพยายามสูงสุด จำนวน 6 ครั้ง และกลุ่มที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง กำหนดโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักในท่า Barbell back squat ที่ความหนัก 85% ของแรงสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง (One-repetition maximum; 1RM) จำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาที แล้วฝึกต่อด้วยน้ำหนักตัว ในท่า Blocking jumps ด้วยความพยายามสูงสุด จำนวน 6 ครั้ง ทั้งสองกลุ่มทำการฝึก 4 ชุด 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดฟาด และการทรงตัวก่อนและหลังการฝึก จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำทดสอบความแตกต่างภายในกลุ่มโดยการทดสอบค่าทีแบบรายคู่ และความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ ซึ่งกำหนดความมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ผลการวิจัย หลังการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ และความสูงในการกระโดดฟาดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก และกลุ่มที่ 1 มีการทรงตัวเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบหลังการฝึกระหว่างกลุ่ม พบว่า ทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกตัวแปร

สรุปผลการวิจัย โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้างและการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ เป็นรูปแบบที่ช่วยพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อและความสูงในการกระโดดฟาดได้ และโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้างสามารถช่วยพัฒนาการทรงตัวได้ดีขึ้น จึงเป็นโปรแกรมที่มีแนวโน้มในการพัฒนาความสามารถของการขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อได้

คำสำคัญ: กีฬาเซปักตะกร้อ / ความสามารถของการขึ้นฟาด / การฝึกเชิงซ้อนแบบใช้ขาทีละข้าง

Corresponding Author: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ E-mail: Kanang.S@chula.ac.th

Original Article

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

Nutjarin Warasit and Kanang Srihirun

Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University

Received: 24 January 2024 / Revised: 4 March 2024 / Accepted: 23 August 2024

Abstract

Purpose This study aimed to investigate the effect of sport-specific unilateral complex training on spike performance in youth male Sepak-takraw players.

Methods Twenty-four youth male Sepak-trakraw spikers from school, aged between 16-18 years, were recruited in this study. The participants were assigned into 2 groups (n = 12/group). In group I, the participants underwent to a sport-specific unilateral complex training program, consisted a resistant training program by single-leg barbell back squat at a load of 85% one-repetition maximum (1RM) for each leg for 6 repetitions interspersed by 30 seconds of recovery and continued with body weight training by blocking jump for 6 repetitions while group II, the participants underwent a sport-specific bilateral complex training program, consisted of a resistant training program by barbell back squat at a load of 85% 1RM for 6 repetitions interspersed by 30 seconds of recovery and continued with body weight training by blocking jump for 6 repetitions. Both groups performed 4 sets of training a day, twice a week for a total of 6 weeks. Before and after 6-week of training, muscular strength, muscular power, high jump kick and balance were measured. Data was presented as mean and starndard deviation and 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 increased ($p<.05$) in both groups. And the balance was significantly increased only ($p<.05$) in group I. Moreover, muscular strength, muscular power, high jump kick and balance were no significantly ($p<.05$) between group I and group II at post-exercise.

Conclusion Sport-specific unilateral complex training program and sport-specific bilateral complex training program for 6 weeks can improve muscular strength, muscular power and high jump kick. In addition, sport-specific unilateral complex training program can improve balance performance. This training program has a potential of improving spike performance in Sepak-trakraw player.

Keywords: Sepak-Takraw / Spiker performance / Unilateral Complex Training

Corresponding Author: Assistant Professor Dr. Kanang Srihirun, Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University. Thailand; E-mail: Kanang.S@chula.ac.th

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันกีฬาเซปักตะกร้อเป็นที่นิยมเล่นอย่างแพร่หลายทั้งเพื่อสุขภาพและการแข่งขัน เนื่องจากเป็นกีฬาที่เล่นเป็นทีม สนุกสนาน ท้าทายความสามารถและประหยัดค่าใช้จ่าย และเป็นอีกหนึ่งชนิดกีฬาที่เติบโตเร็วที่สุดในเอเชียและแพร่กระจายไปมากกว่า 20 ประเทศทั่วโลก (Jawis et al., 2005) กีฬาเซปักตะกร้อ แต่ละทีมจะต้องประกอบด้วยผู้เล่นข้างละ 3 คน ประกอบด้วยตำแหน่งหน้าขวา เรียกว่า “ตัวทำหรือตัวฟาด” ตำแหน่งหน้าซ้าย เรียกว่า “ตัวยกหรือตัวชง” และตำแหน่งหลังหรือ “ตัวเสิร์ฟ” โดยผู้เล่นแต่ละตำแหน่งจะมีหน้าที่และความสำคัญแตกต่างกันออกไป (International Sepak takraw Federation, 2016) ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วตำแหน่งตัวฟาดจะเป็นคนที่เล่นลูกคนสุดท้ายเพื่อทำคะแนนได้ดีที่สุด สอดคล้องกับ Prom-in และคณะ (2009) ได้ศึกษาถึงยุทธวิธีในการวางทีม และการทำคะแนนในการแข่งขันเซปักตะกร้อ กีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 35 พบว่า ตำแหน่งหน้าขวาหรือตัวฟาดเป็นตำแหน่งที่สามารถทำคะแนนได้สูงสุด รองลงมา คือ ตำแหน่งตัวชง และตัวเสิร์ฟ และจากการศึกษาในครั้งนี้ยังพบว่า ตำแหน่งตัวฟาดจะต้องกระโดดขึ้นฟาดเพื่อทำคะแนนและเป็นตัวสกัดกั้นลูกฟาดจากฝ่ายตรงข้าม จากการแข่งขันในรอบ 8 ทีมสุดท้ายจนถึงรอบชิงชนะเลิศรวมทั้งหมดประมาณ 1,113 ครั้ง การเตะ การกระโดดขึ้นฟาดลูกเพื่อทำคะแนน และการสกัดกั้นลูกจากการฟาดของฝ่ายตรงข้ามนักกีฬาจะต้องมีสมรรถภาพที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญและจำเป็นนั่นก็คือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) และพลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) (Chen et al., 2018) และสอดคล้องกับ Aziz และคณะ (2003) ที่กล่าวว่า นักกีฬาเซปักตะกร้อตำแหน่งตัวฟาดจะต้องกระโดดขึ้นเพื่อสกัดกั้นและฟาดลูก การฟาดลูกมีการบิดตัวและการหมุนตัว เพื่อเตะลูกกลางอากาศอย่างทรงพลัง และมักจะทำต่อเนื่องตลอดเกมการแข่งขัน ซึ่งถ้านักกีฬาเซปักตะกร้อมีความภาวะที่สมดุลกันของร่างกาย ความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อก็จะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการขึ้นฟาดได้เป็นอย่างดี

การฝึกแบบเชิงซ้อน (Complex training) เป็นเทคนิคที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากจากนักวิจัยและ ผู้ฝึกสอนกีฬา เป็นการฝึกที่เหมาะสมที่สุดเพื่อเพิ่มพลัง และนำไปสู่การแสดงสมรรถภาพของนักกีฬา (Docherty et al., 2004; Younghattee and Srihirun, 2022) การฝึกแบบเชิงซ้อน (Complex training) เป็นการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อไปพร้อมๆ กัน โดยมีรูปแบบการฝึกรวมกันในชุดเดียวกันระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก (Ebben, 2002) สอดคล้องกับ Turner (2009) ได้กล่าวว่า การฝึกแบบเชิงซ้อนเป็นการฝึกแบบการรวมกันของการฝึกแบบแรงต้านและการฝึกพลัยโอเมตริก มีลักษณะการเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงกันในชุดฝึกเชิงซ้อนต่อเซ็ต การฝึกแบบเชิงซ้อนมีพื้นฐานมาจากสมมติฐานที่ว่า ความสามารถแบบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ จะเพิ่มขึ้นหลังจากที่พึ่งจะได้รับการหดตัวสูงสุด หรือเกือบจะสูงที่สุด ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า โพสแอคทิเวชั่นโพเทนทิเอชั่น หรือพีเอพี (Post-activation potentiation หรือ PAP) (Docherty et al., 2004) สอดคล้องกับแนวคิดของ Hodgson และคณะ (2005) ที่กล่าวว่า การฝึก

แบบเชิงซ้อน คือ การฝึกที่เกี่ยวข้องกับการฝึกด้วยแรงต้านด้วยความหนักสูง (heavy resistant exercise; HRE) ก่อนทำการเคลื่อนไหวแบบพลังระเบิดที่มีลักษณะทางชีวกลศาสตร์คล้ายคลึงกันเป็นกลไกของโพสแอคทิเวชั่น โพเทนทิเอชั่น (Post-activation potentiation หรือ PAP) เกิดจากกระบวนการฟอสโฟรีเลชัน (Phosphorylation) ของไมโอซินเรกูลาร์ ไลท์เชน(myosin regulatory light chains) ทำให้แอ็คติน (Actin) และไมโอซิน (Myosin) มีความไวต่อการจับแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) มากขึ้น

การฝึกส่วนใหญ่จะให้นักกีฬากระโดดด้วยขาทั้งสองข้างพร้อมกัน แต่ทักษะการเคลื่อนไหวส่วนมากอาศัยพื้นฐานการเคลื่อนที่ของกล้ามเนื้อส่วนล่างลำตัวจะเกิดกับขาข้างเดียวที่ต้องรับน้ำหนักทั้งสิ้น (McCurdy et al., 2005) การฟาดในกีฬาเซปักตะกร้อก็เช่นเดียวกัน ทุกครั้งที่มีการกระโดดขึ้นฟาดหรือสกัดกั้นลูกหน้าตาข่ายนั้น ผู้เล่นจะต้องกระโดดขึ้นด้วยขาข้างที่ถนัดเพียงข้างเดียว (Manomai and Limrungruengrut, 2016) และ McCurdy และคณะ (2005) แนะนำว่า เพื่อการเพิ่มความสามารถอย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกด้วยแรงต้านควรฝึกให้ใกล้เคียงกับกลศาสตร์การเคลื่อนไหว และแรงที่แสดงออกในทักษะของกีฬาชนิดนั้นๆ จากการศึกษาที่ผ่านมาเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านระหว่างขาคู่และขาข้างเดียวต่อความแข็งแรงของร่างกายส่วนล่างและพลัง โดยทำการฝึกด้วยแรงต้านและพลัยโอเมตริกร่วมกัน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยขาข้างเดียวมีความสูงในการกระโดดด้วยขาข้างเดียว และพลังมากกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยขาคู่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Bogdanis และคณะ (2019) ศึกษาการเปรียบเทียบการฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาทีละข้างและแบบขาคู่ต่อความสามารถในการกระโดดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาทีละข้างมีการปรับปรุงประสิทธิภาพของพลังระเบิดในการทดสอบทั้งแบบขาข้างเดียวและทั้งสองข้าง ในขณะเดียวกันของการฝึกพลัยโอเมตริกแบบขาคู่มีเพียงการทดสอบแบบขาทั้งสองข้างเท่านั้นที่เพิ่มขึ้น การศึกษาของ Speirs และคณะ (2016) ได้ทำการศึกษาการฝึกย่อสคอทแบบขาทีละข้างกับขาคู่ต่อความแข็งแรง การวิ่งเร็วและการเปลี่ยนทิศทางในนักกีฬาสโมสรรักบี้ ระยะเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกแบบขาทีละข้างมีการเปลี่ยนแปลงด้านความแข็งแรงในการทดสอบท่าแบ็คสคอทมากกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยขาคู่

สำหรับการฝึกเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพให้กับนักกีฬาเซปักตะกร้อส่วนใหญ่แล้วจะเป็นการฝึกในลักษณะของการออกแรงโดยใช้ขาทั้งสองข้างไปพร้อมๆ กัน ไม่ว่าจะเป็นการฝึกด้วยแรงต้าน การฝึกแบบพลัยโอเมตริกหรือการฝึกแบบเชิงซ้อน ซึ่งไม่สอดคล้องกับการเคลื่อนไหวสำหรับนักกีฬาเซปักตะกร้อบางตำแหน่ง โดยเฉพาะตำแหน่งตัวฟาด ที่ต้องอาศัยแรงจากขาข้างใดข้างหนึ่งในการกระโดดขึ้นฟาดและกระโดดขึ้นสกัดกั้นหน้าตาข่ายในแต่ละครั้ง และในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเอาท่าการกระโดดสกัดกั้นของกีฬาเซปักตะกร้อมาเป็นรูปแบบของการฝึกในส่วนของการฝึกแบบพลัยโอเมตริก ซึ่งเป็นท่าที่เฉพาะเจาะจงของการสกัดกั้นและมีความสอดคล้องกับกลศาสตร์การเคลื่อนไหว และแรงที่แสดงออกใน

ทักษะของนักกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งตัวฟาด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้างที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดขึ้นฟาด และการทรงตัว ซึ่งเป็นสมรรถภาพที่ส่งผลต่อความสามารถของการขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้างต่อความแข็งแรง พลังกล้ามเนื้อขา ความสูงในการกระโดดฟาด และการทรงตัวที่มีต่อความสามารถของการขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อตำแหน่งตัวฟาดระดับเยาวชนชาย

สมมติฐานของการวิจัย

1. การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้างมีผลดีต่อความสามารถของการขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชาย

2. การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้างมีผลดีต่อความสามารถของการขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อเยาวชนชายมากกว่าการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งตัวฟาด เพศชาย สังกัดจังหวัดร้อยเอ็ด ที่มีอายุระหว่าง 16-18 ปี ทำการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยต้องผ่านเกณฑ์คัดเข้าของกลุ่มตัวอย่าง งานวิจัยนี้ได้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากงานวิจัยของ Ronnapop และ Tossaporn (2018) คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*power) เวอร์ชั่น 3.1.9.7 โดยกำหนดค่าอำนาจการทดสอบ (Power of test) เท่ากับ .80 ค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) ที่ 1.17 และกำหนดค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 95% (α = .05) ซึ่งทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 20 คน เพื่อป้องกันการ Drop out ผู้วิจัยได้เพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 20% ทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด 24 คน จากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 12 คน โดยวิธีการจับคู่ (Matching) จากการทดสอบความสูงในการกระโดดฟาด

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

1. เป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งตัวฟาด เพศชาย อายุระหว่าง 16-18 ปี ที่เคยเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาเยาวชนแห่งชาติต่อเนื่องมาแล้วอย่างน้อย 1 ครั้ง

2. มีความแข็งแรงพื้นฐานในท่าแบ็คสควอท (Back squat) ด้วยบาร์เบลมากกว่าหรือเท่ากับ 1.5 กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม และมีความสูงในการกระโดดฟาดในท่าเต็มรอบ (Roll spike) มากกว่าหรือเท่ากับ 175 เซนติเมตร

3. ไม่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ โรคความดันโลหิต และหอบหืด เป็นต้น และไม่มีอาการบาดเจ็บที่เป็นอุปสรรคต่อการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกและทดสอบ รวมทั้งไม่มีประวัติการเข้ารับการรักษาจากอาการบาดเจ็บรุนแรงก่อนเข้าร่วมโปรแกรม อย่างน้อย 6 เดือน

4. มีความสมัครใจการวิจัยในครั้งนี้ และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างไม่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย

2. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้มีอาการบาดเจ็บขณะเข้าร่วมโปรแกรม และไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้

3. เข้าร่วมโปรแกรมฝึกน้อยกว่า 80% ของชั่วโมงการฝึกทั้งหมด (เข้าร่วมโปรแกรมน้อยกว่า 10 ครั้ง จากการฝึกทั้งหมด 12 ครั้ง)

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าและยินดีเข้าร่วมวิจัยเซ็นใบยินยอมเข้าร่วมวิจัยและกรอกข้อมูลพื้นฐานในแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้น

2. ผู้วิจัยทำการอธิบายชี้แจงต่างๆ เกี่ยวกับการดำเนินงานวิจัย และขั้นตอนการปฏิบัติอย่างละเอียดก่อนการทดลองจริงแก่กลุ่มตัวอย่างเพื่อให้รับทราบและเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการทดลอง

3. ผู้วิจัยเก็บข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยาพื้นฐานทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และดัชนีมวลกาย ด้วยเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition analyzer) ยี่ห้อ InBody รุ่น InBody270หลังจากนั้นให้ผู้เข้าร่วมวิจัยอบอุ่นร่างกายเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง

4. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลก่อนการทดลองของผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดฟาด และการทรงตัว โดยแต่ละการทดสอบจะมีเวลาพัก 1 ชั่วโมง แล้วจึงทำการทดสอบตามลำดับขั้นต่อไป และมีวิธีการทำสอบดังต่อไปนี้

4.1) ทำการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำท่า Barbell back squat และท่า Single-leg barbell back squat ด้วยโอลิมปิคบาร์เบล (Olympic barbell) โดยไม่ใส่น้ำหนักจำนวน 10 ครั้ง พัก 3 นาที หลังจากนั้นเริ่มทำการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1RM) โดยการเพิ่มน้ำหนักจากเดิม ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยประมาณน้ำหนักที่สามารถยกได้ 6 ครั้ง หากสามารถยกได้เกิน 6 ครั้ง จะทำการเพิ่มน้ำหนักจนกว่าผู้เข้าร่วมการวิจัยจะยกได้ไม่เกิน 6 ครั้ง นำความหนักที่ได้มาคำนวณเปรียบเทียบหาเปอร์เซ็นต์ของความหนักสูงสุดที่ยกได้ โดยใช้ตารางการเปรียบเทียบของ (Baechle and Earle, 2008)

4.2) ทดสอบพลังกล้ามเนื้อ โดยการกระโดดในแนวดิ่งท่า Countermovement jump ด้วยเครื่อง Optojump Next โดยในขณะที่ทำการทดสอบให้มือทั้งสองข้างวางไว้ที่สะโพกตลอดเวลา ผู้เข้าร่วมการวิจัยย่อตัวลงทำมุมเข่า 90 องศา เมื่อเริ่มผู้วิจัยจะให้สัญญาณให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มกระโดด และต้องกระโดดด้วยความพยายามสูงสุดทุกครั้ง ในขณะที่กระโดดขึ้นต้องเหยียดข้อเท้า เข่า และสะโพกจนกว่าจะลงสู่พื้น ทำการทดสอบ 3 ครั้ง ซึ่งในแต่ละครั้งจะมีเวลาพักครั้งละ 1 นาที (Markovic et al., 2004)

4.3) ทดสอบความสูงในการกระโดดฟาดด้วยอุปกรณ์วัดความสูง (Yardstick) แบบประยุกต์ใช้การทดสอบความสูงในการกระโดดฟาดแบบเต็มรอบ

(Roll spike) โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนใต้อุปกรณ์วัดความสูงในจุดที่กำหนด เมื่อเริ่มผู้เข้าร่วมการวิจัยกระโดดขึ้นเหมือนท่าฟาดตะกร้อแบบเต็มรอบ (Roll spike) ให้สูงที่สุด โดยใช้เท้าปัดก้านระยะความสูง บันทึกความสูงที่สามารถทำได้ในแต่ละครั้ง ทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง แต่ละครั้งมีเวลาพัก 2 นาที

4.4) ทดสอบการทรงตัว ด้วยการทดสอบ Star excursion balance test 8 ทิศ เพื่อทดสอบความสามารถในการรักษาสมดุลการทรงตัวขณะเคลื่อนที่ (Dynamic) ในหลายทิศทาง เมื่อเริ่มต้นการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนตรงกลางจุดตัดของกากบาทด้วยขาข้างเดียว มือวางที่สะโพกตลอดเวลา จากนั้นเหยียดขาอีกข้างหนึ่งไปแตะเส้นที่เลือกให้ได้ไกลที่สุด ผู้วิจัยทำจุดที่เท้าแตะเพื่อทำการวัดความยาว บันทึกค่าที่ได้ ทำการทดสอบ 3 รอบ ในแต่ละทิศทางของขาแต่ละข้าง เวลาพัก 10 วินาทีในการทดสอบแต่ละรอบ (Hertel et al., 2006)

5. ทำการทดสอบค่าความสูงในการกระโดดในท่า Blocking jump เพื่อเป็นเกณฑ์ความสูงในการกระโดดในขณะที่ทำการฝึกตามโปรแกรม โดยให้ผู้ฝึกยืนในท่าเตรียมข้างตาข่าย (ถ้าฝึกขาซ้าย ให้ยืนหันข้างขวาเข้าตาข่าย ถ้าฝึกด้วยขาขวา ให้ยืนหันข้างซ้ายเข้าตาข่าย) พยายามกระโดดถีบตัวขึ้นไปในแนวดิ่งด้วยขาเพียงข้างเดียวให้ได้สูงที่สุด โดยเอียงตัวและยกขาอีกข้างให้ลอยไว้ (ท่าทางการสกัดกั้นด้วยขาและลำตัว)

รูปที่ 1 โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง

รูปที่ 2 โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง

6. กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง กำหนดโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้บาร์เบล ในท่า Single-leg barbell back squat ที่ความหนัก 85% ของ 1RM ของขาแต่ละข้าง จำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาที แล้วฝึกต่อด้วยน้ำหนักตัว ในท่า Blocking jumps ด้วยความพยายามสูงสุด จำนวน 6 ครั้ง รวมเป็น 1 ชุด พักระหว่างชุด 4 นาที ทำการฝึกต่อให้ครบ 4 ชุด

7. กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง กำหนดโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้บาร์เบล ในท่า Barbell back squat ที่ความหนัก 85% ของ 1RM จำนวน 6 ครั้ง พัก 30 วินาที แล้วฝึกต่อด้วยน้ำหนักตัว ท่า Blocking jumps ด้วยความพยายามสูงสุด จำนวน 6 ครั้ง รวมเป็น 1 ชุด พักระหว่างชุด 4 นาที ทำการฝึกต่อให้ครบ 4 ชุด

8. ทั้งสองกลุ่มทำการฝึก สัปดาห์ละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 6 สัปดาห์

9. หลังจากทำการฝึกครบ 6 สัปดาห์ ทำการทดสอบอีกครั้งเช่นเดียวกับการทดสอบก่อนการฝึก

10. รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ ก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ เพื่อสรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำเร็จรูป SPSS version 22.0 ดังนี้

1. คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของตัวแปรทางด้านสรีรวิทยาพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย (BMI) และตัวแปรตาม ได้แก่ ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดฟาด และการทรงตัวในกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง และทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยการทดสอบของ Shapiro - Wilk's Test

2. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามภายในกลุ่มโดยการทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired Samples T-Test) เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์

3. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent Sample T-Test) เพื่อเปรียบเทียบหลังการฝึก 6 สัปดาห์

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวแปรทางด้านสรีรวิทยาพื้นฐานทั่วไป ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และดัชนีมวลกาย

ตัวแปร	กลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยขาทีละข้าง	กลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยขาทั้งสองข้าง	t	p
อายุ (ปี)	16.48±0.50	16.57±0.54	-.388	.702
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	58.97±8.51	59.49±7.64	-.159	.875
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	169.08±8.65	169.75±5.41	-.226	.823
ดัชนีมวลกาย (กก./ม^2)	20.53±1.70	20.60±1.96	-.091	.928

ผลการวิจัย

1. ผลการทดสอบข้อมูลด้านสรีรวิทยาพื้นฐานทั่วไป ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และ ดัชนีมวลกายพบว่า ทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้างมีค่าเฉลี่ยอายุ 16.48±0.50 ปี น้ำหนัก 58.97±8.51 กิโลกรัม ส่วนสูง 169.08±8.65 เซนติเมตรและดัชนีมวลกาย 20.53±1.70 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ในขณะที่กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างมีค่าเฉลี่ยอายุ 16.57±0.54 ปี น้ำหนัก 59.49±7.64 กิโลกรัม ส่วนสูง 169.75±5.41 เซนติเมตรและดัชนีมวลกาย 20.60±1.96 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดฟาด และการทรงตัว โดยการทดสอบค่าทีแบบรายคู่เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่มของกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง

ตัวแปร	กลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยขาทีละข้าง (n=12)		กลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยขาทั้งสองข้าง (n=12)	
	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก
ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม/น้ำหนักตัว)				
ขาคู่	1.65±0.29	2.32±0.33*	1.61±0.25	2.48±0.47*
ขาข้างถนัด	0.96±0.17	1.54±0.31*	1.03±0.16	1.52±0.40*
ขาข้างไม่ถนัด	1.00±0.22	1.50±0.28*	1.06±0.20	1.52±0.35*
พลังกล้ามเนื้อ (ความสามารถในการกระโดดสูง (เซนติเมตร))				
ความสูงในการกระโดดขาคู่	33.24±1.82	35.53±2.90*	33.38±3.32	33.93±3.29
ความสูงในการกระโดดข้างถนัด	15.48±1.57	16.76±1.01*	16.48±2.78	17.41±2.69
ความสูงในการกระโดดข้างไม่ถนัด	15.48±1.74	16.92±1.05*	15.95±2.47	16.47±2.28*
ความสูงในการกระโดดฟาด (เซนติเมตร)				
ความสูงในการกระโดดฟาด	247.63±15.80	251.15±16.32*	254.28±14.10	258.23±13.78*
การทรงตัว (ค่าเฉลี่ยของระยะทาง (เซนติเมตร))				
ขาข้างถนัด	92.66±8.35	95.79±8.15*	99.84±11.43	100.36±10.93
ขาข้างที่ไม่ถนัด	95.60±8.14	99.27±9.13*	97.72±9.82	99.27±9.13

*p<0.5 แตกต่างกับก่อนการทดลองภายในกลุ่ม

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตาม ภายในกลุ่ม ก่อนและหลังหลังการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดฟาด และการทรงตัว ในกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกตัวแปร สำหรับกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้างความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดฟาดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่การทรงตัวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดฟาด และการทรงตัว โดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระเพื่อเปรียบเทียบหลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง

ตัวแปร	กลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยขาทีละข้าง (n=12)	กลุ่มฝึกเชิงซ้อนด้วยขาทั้งสองข้าง (n=12)	t	p
ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม/น้ำหนักตัว)				
ขาคู่	2.32±0.33	2.48±0.47	-0.941	0.357
ขาข้างถนัด	1.54±0.31	1.52±0.40	0.153	0.880
ขาข้างไม่ถนัด	1.50±0.28	1.52±0.35	-0.109	0.914
พลังของกล้ามเนื้อ (ความสามารถในการกระโดด (เซนติเมตร))				
ความสูงในการกระโดดขาคู่	35.53±2.90	33.93±3.29	1.264	0.219
ความสูงในการกระโดดข้างถนัด	16.76±1.01	17.41±2.69	-0.784	0.446
ความสูงในการกระโดดข้างไม่ถนัด	16.92±1.05	16.47±2.28	0.620	0.544
ความสูงในการกระโดดฟาด (เซนติเมตร)				
ความสูงในการกระโดดฟาด	251.15±16.32	258.23±13.78	-1.149	0.263
การทรงตัว				
ขาข้างถนัด	95.79±8.15	100.36±10.93	-1.166	0.256
ขาข้างที่ไม่ถนัด	98.60±8.14	99.27±9.13	-0.183	0.856

3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตาม ได้แก่ ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดฟาด และการทรงตัว ระหว่างกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง เพื่อเปรียบเทียบหลังการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่า ทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 3

อภิปรายผลการวิจัย

ภายหลังจากการฝึก 6 สัปดาห์ กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้างมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ จากการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ในขั้นแรกของการฝึกตามโปรแกรม กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง ใช้แรงต้านที่ระดับ 85% ของความหนักสูงสุดของขาแต่ละข้าง แม้ว่าการฝึกด้วยขาทีละข้างจะใช้น้ำหนักจากแรงต้านน้อยกว่าการฝึกด้วยขาทั้งสองข้าง แต่ถ้ารวมน้ำหนักของการฝึกทีละข้างเข้าด้วยกันแล้ว จะเห็นว่า ผลรวมของน้ำหนักมากกว่าการฝึกด้วยขาทั้งสองข้าง จึงส่งผลให้กล้ามเนื้อสามารถทำงานได้ที่ความเข้มข้นสัมพัทธ์สูงเพียงพอต่อการปรับตัว อีกทั้งการฝึกด้วยขาทีละข้างมีฐานรองรับน้ำหนักที่ลดลง ส่งผลให้ระบบประสาทและกล้ามเนื้อถูกกระตุ้นให้ทำงานมากขึ้น เกิดการระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น จึงส่งผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ สอดคล้องกับแนวคิดของ Bompa และ Carrera (2005) ที่กล่าวว่า การใช้ความหนักในการฝึก 80-90% 1RM จะสามารถช่วยเพิ่มสมรรถภาพด้านความแข็งแรงได้ และสอดคล้องกับ Bompa และ Buzzichelli (2015) ที่กล่าวว่า การฝึกเพื่อพัฒนากล้ามเนื้อต้องฝึกด้วยน้ำหนักตั้งแต่ 85% 1RM ขึ้นไป และควรฝึกไม่เกิน 6 ครั้ง จะช่วยเพิ่มความเมื่อยล้า ทำให้เกิดการกระตุ้นในการระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อ และเป็นความหนักที่อยู่ในระยะการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ อีกทั้งการฝึกด้วยความหนักสูงทำให้เกิดการกระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วที่มีความสามารถในการสร้างพลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีการสะสมเอทีพี-ซีพีและไกลโคเจนในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ทำให้พื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Aagaard et al., 2002) และการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงในขั้นที่สองนี้ฝึกตามด้วยการกระโดดสกัดกั้นในรูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยขาเพียงข้างเดียว จะช่วยให้ระบบประสาทและกล้ามเนื้อทำงานประสานกันได้ดีขึ้น และการกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวเป็นการเพิ่มความหนักของกล้ามเนื้อขาในการเอาชนะแรงต้านจึงส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ Turki และคณะ (2011) ที่กล่าวว่า การกระโดดด้วยขาเพียงข้างเดียวโดยปราศจากขาข้างที่สองเพื่อกระจายน้ำหนัก กล้ามเนื้อจำเป็นจะต้องผลักน้ำหนักที่มากขึ้นด้วยเวลาที่นานขึ้นในการออกตัว จึงสามารถอนุมานได้ว่า การกระโดดด้วยขาข้างเดียวอาจทำให้กล้ามเนื้อสร้างแรงได้มากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ MacDonald และคณะ (2012) ได้ศึกษาและ

เปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม การฝึกด้วยพลัยโอเมตริก และการฝึกแบบเชิงซ้อนต่อความแข็งแรงและองค์ประกอบของร่างกาย ระยะการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกแบบเชิงซ้อนมีการพัฒนาความแข็งแรงดีกว่าเมื่อเทียบกับการฝึกด้วยน้ำหนักแบบดั้งเดิม และการฝึกแบบพลัยโอเมติก

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ภายหลัง 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งในการวิจัยนี้จะวัดความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาจากการทดสอบของขาคู่ ขาข้างที่ถนัด และขาข้างที่ไม่ถนัด อย่างไรก็ตาม ผลของการวิจัยนี้ไม่สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเนื่องจากในขั้นแรกของโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ทั้งสองกลุ่มใช้การฝึกด้วยแรงต้านที่ระดับความหนัก 85% ของความหนักสูงสุด ซึ่งเป็นความหนักที่อยู่ในระดับที่สามารถช่วยกระตุ้นระบบประสาทและกล้ามเนื้อ จึงสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ไม่แตกต่างกัน อีกทั้งโปรแกรมการฝึกของการวิจัยในครั้งนี้ไม่มีการเพิ่มความหนักของโปรแกรมตลอดระยะ 6 สัปดาห์ ตามหลักความก้าวหน้าของการฝึก (Progression principle) จึงทำให้ผลการวิจัยต่างจากการศึกษาของ McCurdy และคณะ (2005) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการฝึกด้วยแรงต้านและพลัยโอเมตริกแบบทีละข้างและแบบคู่ต่อความแข็งแรงและพลัง พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการทดสอบแบบทีละข้างและแบบขาคู่เพิ่มขึ้นหลังจากการฝึกทีละข้างมากกว่าการฝึกแบบขาคู่ ทั้งนี้เนื่องจากโปรแกรมฝึก และระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยในการศึกษาของ McCurdy และคณะ (2005) กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการเพิ่มความหนักของการฝึกด้วยแรงต้านและฝึกพลัยโอเมตริกทุกๆ 2 สัปดาห์ โดยเริ่มจากสัปดาห์ที่ 3-8 นอกจากนี้ระยะเวลาที่ได้รับการฝึกยังมีระยะเวลานานกว่าการศึกษานี้ คือ 8 สัปดาห์ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาวิจัยนี้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Speirs และคณะ (2016) ที่ได้ศึกษาผลการฝึกความแข็งแรงแบบขาทีละข้างและแบบขาทั้งสองข้างต่อความแข็งแรง ความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวในนักกีฬารักบี้ จากการศึกษาพบว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ระหว่างการฝึกทั้งสองรูปแบบต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา

ปัจจัยที่ส่งผลต่อพลังกล้ามเนื้อหรือความสูงในการกระโดดในแนวดิ่งนั้น เกิดจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นพื้นฐานเพื่อเอาชนะแรงต้าน และตามด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้างฝึกด้วยแรงต้านของขาแต่ละข้างแล้วได้ทำการฝึกตามด้วยท่าสกัดกั้นหน้าตาข่าย ใช้ขาเพียงข้างเดียวกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานของการเคลื่อนไหวร่างกาย และเป็นธรรมชาติของกีฬาเซปักตะกร้อสำหรับการเล่นลูกหน้าตาข่าย โดยอาศัยหลักการพลัยโอเมตริกเพื่อเพิ่มความเร็วในการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ พลังงานยืดหยุ่นที่อยู่ในเอ็น และกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อีกทั้งการฝึกทีละข้างทำให้ระบบประสาท เอ็นและกล้ามเนื้อร่วมกันทำงานเพิ่มมากขึ้นเพื่อเอาชนะแรงต้านจากการฝึกขั้นแรก และเอาชนะแรงโน้มถ่วงของโลกจากการฝึกขั้นที่สอง เมื่อเกิดการ

รวมแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อจากโปรแกรมการฝึกเข้าด้วยกัน จึงส่งผลให้ความสูงในการกระโดดเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ McCurdy และคณะ (2010) และ Juan (2001) ที่กล่าวว่า การฝึกด้วยขาทีละข้างเป็นอีกวิธีที่เพิ่มการกระตุ้นการระดมหน่วยยนต์ของกล้ามเนื้อ ช่วยให้สามารถพัฒนาความแข็งแรงและพลังได้ สัมพันธ์กับแนวคิดของ Haff และ Nimphius (2012) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ความสามารถในการแสดงพลังสูงมักเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงโดยรวมของนักกีฬา และการแสดงพลังสูงมาจากการคูณของแรงด้วยความเร็ว สอดคล้องกับการศึกษาของ Gonzalo-Skok และคณะ (2017) ที่ได้ศึกษาการแสดงพลังระเบิดของขาข้างเดียว และความไม่สมดุลในนักกีฬา หลังการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มฝึกแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้างมีความแข็งแรง และพลังเพิ่มมากขึ้นมากกว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบขาคู่

สำหรับความสูงในการกระโดดฟาดนั้น ใช้หลักการเดียวกันกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ และความสูงในการกระโดดฟาดเป็นรูปแบบหนึ่งของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์การแข่งขันกีฬาเซปักตะกร้อจริง จากโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงนี้สามารถช่วยให้ความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น จึงเป็นผลทำให้ความสูงในการกระโดดฟาดเพิ่มขึ้นด้วย สอดคล้องกับแนวคิดของ Chen และคณะ (2018) ที่กล่าวว่า การเตะ การกระโดดฟาด และการสกัดกั้นลูกจากฝ่ายตรงข้ามนักกีฬาจะต้องมีความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อ และจากการศึกษาของ Talpey และคณะ (2016) ที่ได้ศึกษาถึงผลของการฝึกเชิงซ้อนต่อการปรับปรุงความแข็งแรง พลังระเบิด ประสิทธิภาพการวิ่งและการกระโดด ความสูงในการกระโดดในแนวดิ่ง พบว่า การฝึกเชิงซ้อนมีการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังระเบิดและประสิทธิภาพการกระโดดในแนวดิ่งดีขึ้นอย่างมาก

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ภายหลังการฝึก 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีพลังกล้ามเนื้อ และความสูงในการกระโดดฟาดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากโปรแกรมการฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนทั้งสองแบบในขั้นแรกของการฝึกด้วยแรงต้านมีการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นได้เช่นเดียวกัน จึงส่งเสริมให้พลังของกล้ามเนื้อและความสูงในการกระโดดในขณะที่ทำการฝึกต่อด้วยพลัยโอเมตริกพัฒนาได้ดีขึ้นและใกล้เคียงกัน อีกทั้งขณะทำการวิจัยนี้ได้ทำการฝึกในช่วงก่อนการแข่งขันของนักกีฬา ซึ่งโปรแกรมการฝึกซ้อมกีฬาเซปักตะกร้อของนักกีฬาตำแหน่งตัวฟาดมีการฝึกเพื่อเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อขาอยู่แล้ว จึงอาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้พลังของกล้ามเนื้อขาและความสูงในการกระโดดของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภายหลังจากการฝึก พบว่า กลุ่มฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้างมีการทรงตัวเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน คงเป็นผลมาจากกล้ามเนื้อที่ใช้เพื่อการทรงตัวถูกกระตุ้นให้ทำงานมากขึ้นในขณะที่ทำการฝึกด้วยน้ำหนักด้วยขาทีละข้าง ทำให้ระบบประสาท และกล้ามเนื้อขามีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น ในระหว่างการฝึกเชิงซ้อนด้วยขา

ทีละข้าง เพื่อควบคุมและรักษาสมดุลของร่างกาย เพื่อให้ทรงตัวสร้างความมั่นคงในการยืน และกระโดดด้วยขาข้างเดียวในขณะฝึกโปรแกรมเชิงซ้อนนี้ ตลอด 6 สัปดาห์ ทำให้ค่าตัวแปรการทรงตัวจากการทดสอบดีขึ้นมากกว่าอีกกลุ่ม สอดคล้องกับแนวคิดของ McCurdy และคณะ (2010) ที่ได้กล่าวว่า กล้ามเนื้อ gluteus maximus และกล้ามเนื้อลำตัวจะใช้งานมากที่สุดเพื่อรองรับน้ำหนักจากความเอนเอียงของลำตัวที่เพิ่มมากขึ้นในการที่ฝึกแบบขาทีละข้าง และสอดคล้องกับแนวคิดของ Howe และคณะ (2014) ที่กล่าวว่า การฝึกทีละข้างจะช่วยเพิ่มการสรรหาเส้นใยกล้ามเนื้อที่ช่วยรักษาความสมดุลของร่างกาย ปรับความไม่สมดุล และเพิ่มความมั่นคงของลำตัว เมื่อเทียบการฝึกแบบขาคู่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Andersen และคณะ (2014) ที่ได้ศึกษาถึงการทำงานและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในท่าสควอทและบัลแกเรียนสควอทบนพื้นผิวที่มั่นคงและไม่มั่นคง พบว่า กล้ามเนื้อ biceps femoris และกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวถูกกระตุ้นมากสำหรับท่าบัลแกเรียนสควอทเมื่อเทียบกับท่าสควอทธรรมดา

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีการทรงตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ต่างจากการศึกษาของ Semprini (2018) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกด้วยแรงต้านด้วยขาทีละข้างต่อการทรงตัว พบว่า กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านด้วยขาทีละข้างมีการทรงตัวด้วยขาข้างที่ถนัดและขาข้างที่ไม่ถนัดดีกว่ากลุ่มที่มีการฝึกด้วยแรงต้านด้วยขาทั้งสองข้าง ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากโปรแกรมฝึกที่ใช้ในการวิจัยต่างกัน ในการศึกษาของ Semprini (2018) กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการฝึกด้วยแรงต้านทั้งหมด 10 รูปแบบ ทำการฝึกรูปแบบละ 10 ครั้ง ต่อเซทที่ความหนัก 75% 1RM ในขณะที่การวิจัยนี้ในขั้นแรกของการฝึกแบบเชิงซ้อน ใช้การฝึกด้วยแรงต้านเพียงรูปแบบเดียวตลอดระยะเวลาฝึก 6 สัปดาห์

สรุปผลการวิจัย การฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้างและการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทั้งสองข้าง ด้วยระยะเวลา 6 สัปดาห์ เป็นรูปแบบการฝึกที่ช่วยพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ ความสูงในการกระโดดฟาด และช่วยพัฒนาการทรงตัวได้ดีขึ้น สามารถนำรูปแบบการฝึกไปใช้กับการพัฒนาความสามารถของการขึ้นฟาดในนักกีฬาเซปักตะกร้อตำแหน่งตัวฟาดได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบเฉพาะเจาะจงด้วยขาทีละข้าง มีการฝึกแรงต้านที่มีความหนักในระดับสูง และใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพียงข้างเดียวรองรับน้ำหนัก นักกีฬาจึงจำเป็นจะต้องมีความแข็งแรงพื้นฐาน และมีทักษะท่าทางที่ถูกต้องในการออกกำลังกายแบบแรงต้านมาก่อน ทั้งนี้ เพื่อเป็นการป้องกันการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้นในขณะทำการฝึก

2. ควรมีการศึกษาโปรแกรมการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงที่ใช้รูปแบบของการเคลื่อนไหวในลักษณะเดียวกับทักษะทางกีฬาอื่นๆ เพื่อพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้สนับสนุนการวิจัย โรงเรียนกีฬาองค์การบริหารส่วนจังหวัดร้อยเอ็ด โรงเรียนเทศบาลหนองหญ้าม้า สำนักงานการกีฬาแห่งประเทศไทย ภาค 3 (นครราชสีมา) และสำนักงานการกีฬาแห่งประเทศไทย จังหวัดร้อยเอ็ด ที่ได้ให้ความร่วมมือ และอำนวยความสะดวกในด้านบุคลากร อุปกรณ์ และสถานที่ที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนผู้เข้าร่วมการวิจัยและผู้เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., and Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology, 93*(4), 1318-1326.

Andersen, V., Fimland, M. S., Brennset, O., Haslestad, L. R., Lundteigen, M. S., Skalleberg, K., and 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.

Aziz, A. R., Teo, E., Tan, B., and Chuan, T. K. (2003). Sepaktakraw: a descriptive analysis of heart rate and blood lactate response and physiological profiles of elite players. *International Journal of Applied Sports Sciences, 15*(1), 1-10.

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

Bogdanis, G. C., Tsoukos, A., Kaloheri, O., Terzis, G., Veligekas, P., and 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.

Bompa, T.O., and Carrera, M.C. (2005). *Periodization training for sports*. Champaign: Human kinetics.

Bompa, T., and Buzzichelli, C. (2015). *Periodization Training for Sports, 3E.* Champaign: Human kinetics.

Chen, S., Dai, H., Tang, J., and Xiao, R. (2018). Physiological profile of Sepak takraw University players. *Topics in Education, Culture Social Development, 1*(1), 63-66.

Docherty, D., Robbins, D., and Hodgson, M. (2004). Complex training revisited: a review of its current status as a viable training approach. *Strength and Conditioning Journal, 26*(6), 52-57.

Ebben, W. P. (2002). Complex training: a brief review. *Journal of Sports Science and Medicine, 1*(2), 42-46.

Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Suarez-Arrones, L., Arjol-Serrano, J. L., Casajús, J. A., and 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.

Haff, G. G., and Nimphius, S. (2012). Training principles for power. *Strength and Conditioning Journal, 34*(6), 2-12.

Hertel, J., Braham, R. A., Hale, S. A., and 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.

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

Howe, L., Goodwin, J., and Blagrove, R. (2014). The integration of unilateral strength training for the lower extremity within an athletic performance programme. *Professional Strength and Conditioning, 33*, 19-24.

International Sepaktakraw Federation. (2016). Law of the game 2016. Retrieved January 10, 2021, from Course HeroWebsite: https://www.coursehero.com/file/50289251/Sepak-Takraw-Law-of-the-Game-2016-as-per-Oct-2016-V10pdf/

Jawis, M. N., Singh, R., Singh, H. J., and Yassin, M. N. (2005). Anthropometric and physiological profiles of sepak takraw players. *British Journal of Sports Medicine, 39*(11), 825-829.

Juan, C. S. (2001). Single-leg training for 2-legged sports: Efficacy of strength development in athletic performance. *Strength and Conditioning Journal, 23*(3), 35.

MacDonald, C. J., Lamont, H. S., and 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.

Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., and Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research, 18*(3), 551-555.

Manomai, W. and t Limroongruengrat, W. (2016). Knee Joint biomechanics during different sepaktakraw spike take-off. *Journal of Sports Science and Technology, 16*(2), 9-21.

McCurdy, K. W., Langford, G. A., Doscher, M. W., Wiley, L. P., and 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.

McCurdy, K., O'Kelley, E., Kutz, M., Langford, G., Ernest, J., and Torres, M. (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.

Prom-in, S., Nimsuwan, N., and Suriyaprakarn, T. (2009). *Team positioning tactics and scores making in sepak takraw competition in the 35th thailand university games.* Songkhla: Prince of Songkhla University.

Ronnaphop, C., and Thossaporn, Y. (2018). *The effect of eccentric complex training on leg muscular performance in soccer players.* Master's Thesis, Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University. Bangkok.

Semprini, D. (2018). *The effects of a short-term, unilateral, lower-body resistance training program on balance in college-aged resistance-trained participants 2018*. Master's Thesis, Department of Kinesiology, State University of New York College at Cortland. New York.

Speirs, D. E., Bennett, M. A., Finn, C. V., and Turner, A. P. (2016). Unilateral vs. bilateral squat training for strength, sprints, and agility in academy rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 30*(2), 386-392.

Talpey, S. W., Young, W. B., and Saunders, N. (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 and Coaching, 11*(5), 736-745.

Turki, O., Chaouachi, A., Drinkwater, E. J., Chtara, M., Chamari, K., Amri, M., and Behm, D. G. (2011). Ten minutes of dynamic stretching is sufficient to potentiate vertical jump performance characteristics. *Journal of Strength and Conditioning Research, 25*(9), 2453-2463.

Turner, A. N. (2009). Training for power: Principles and practice. *Professional Strength and Conditioning*, *14,* 20-32.

Younghattee, J., & Srihirun, K. (2022) The Effects of Specific Complex Training on Ippon-seoinage Throwing Performance in Judo Players. *Journal of Sports Science and Health, 23*(2), 13-27.